

Découvrez un ensemble de documents, scientifiques ou techniques,
dans la base Archimer : <http://www.ifremer.fr/docelec/>

ifremer

**Direction de l'Environnement et de l'Aménagement
Littoral
Département d'Ecologie Côtière**

Michel BLANCHARD

RST.DEL/99.05/Brest

**Répartition et évaluation du stock de la
crépidule (*Crepidula fornicata*), entre le cap
Fréhel et le Mont Saint-Michel
(Manche Ouest).**

Mars 1999

Répartition et évaluation du stock de la crépidule (*Crepidula fornicata*)
entre le cap Fréhel et le Mont Saint-Michel (Manche-Ouest)

Michel Blanchard

Département d'Ecologie Côtière
Direction de l'Environnement Littoral
IFREMER-Brest
B.P. 70 - 29280 PLOUZANE

FICHE DOCUMENTAIRE

Numéro d'identification du rapport : RST.DEL/99.05/Brest Diffusion : Libre Validé par : P. Maggi, secrétaire du Comité de lecture des Rapports Scientifiques et Techniques de la DEL Version du document : Définitive Edition de 1999		date de publication : Mars 1999 nombre de pages : 44 pages + annexes bibliographie : Oui illustrations : 6 figures + 2 cartes A3 hors-texte langue du rapport : français
Titre et sous-titre du rapport : REPARTITION ET EVALUATION DU STOCK DE LA CREPIDULE (<i>CREPIDULA FORNICATA</i>) ENTRE LE CAP FREHEL ET LE MONT-SAINT-MICHEL (MANCHE-OUEST). Titre traduit : DISTRIBUTION AND STOCK ASSESSMENT OF THE SLIPPER-LIMPET POPULATION (<i>CREPIDULA FORNICATA</i>) BETWEEN CAP FREHEL AND MONT-SAINT-MICHEL, WESTERN CHANNEL, FRANCE.		
Auteur principal : Michel BLANCHARD	Organisme / Direction / Service, laboratoire IFREMER Direction de l'Environnement et de l'Aménagement Littoral, Département d'Ecologie Côtière, Laboratoire de Biodiversité Benthique	
Travaux universitaires : diplôme : _____ discipline : _____ établissement de soutenance : _____ année de soutenance : _____		
Titre du contrat de recherche : CARTOGRAPHIE ET EVALUATION DE LA CREPIDULE EN BRETAGNE-NORD		n° de contrat IFREMER 95/2.210 730/F
Organisme commanditaire : Conseil Régional de Bretagne, Direction du Développement Economique et de la Recherche, Service Agriculture, Aquaculture et Pêche - 283 Avenue du général Patton, BP 3166 - 35031 Rennes-Cedex Organisme réalisateur : IFREMER-Brest, Direction de l'Environnement et de l'Aménagement Littoral. BP 70 - 29280 Plouzané Responsable scientifique : Michel BLANCHARD		
Cadre de la recherche : Programme : _____ Convention : _____ Projet : _____ Autres (préciser) : _____ Lutte contre la crépidule en Bretagne Campagnes océanographiques : Campagnes "CREPE" 1995-1996 des N/O Thalia et Gwenn-Drez		

Résumé :

Ce rapport présente le bilan des études réalisées en 1995 et 1996 pour le compte de la Région Bretagne, destinées à cartographier et quantifier la population de crépidules (*Crepidula fornicata*) dans la bande côtière s'étendant du Cap Fréhel au Mont Saint-Michel. Plusieurs campagnes à la mer ont permis la mise en oeuvre de moyens d'observation tels que le sonar à balayage latéral, la vidéo sous-marine et la plongée autonome. La benne Hamon a été utilisée comme moyen d'échantillonnage quantitatif. Plusieurs sorties à basse mer ont permis de compléter l'information sur l'estran.

On observe que sur ce littoral de Bretagne-nord, l'essentiel de la population de crépidules s'étend sur une étroite bande côtière et est surtout implantée en baie de Cancale, au voisinage des parcs ostréicoles en eau profonde. La biomasse totale de crépidules sur la zone d'étude est estimée à 149 000 tonnes de poids frais. Les causes et les conséquences locales de cette prolifération sont analysées.

Abstract :

This report deals with results obtained in 1995 and 1996 through a grant of Council of Brittany. The distribution and stock assessment of the slipper-limpet population (*Crepidula fornicata*) is analysed, in the near shoreline between Cap Fréhel and Mont-Saint-Michel. Several cruises allowed to use side-scan sonar, underwater video and scuba diving observations. Hamon grab has been used for quantitative sampling. Several direct observations were done ashore for complete informations.

On this seaside of Brittany, it is observed that the population is mainly concentrated along the coast and main densities are found in the bay of Cancale, around deep oyster beds. Total fresh biomass is estimated about 149 000 metric tons. Local reasons and consequences of such a spread are discussed.

Mots-clés :

Crépidule, *Crepidula fornicata*, distribution géographique, évaluation de stock, causes de prolifération, sonar à balayage latéral, Bretagne-nord.

Keywords :

Slipper-limpet, *Crepidula fornicata*, cartography, stock assessment, spread analysis, side scan sonar, North of Brittany.

Commentaire :

Autorisation de diffusion du rapport contractuel donnée par le Conseil Régional de Bretagne en date du 25/06/1998

SOMMAIRE

Introduction	1
---------------------	---

1 - La prolifération de la crépidule	2
1.1 Caractéristiques de l'espèce et facteurs de prolifération	2
1.1.1 Introduction en Europe	2
1.1.2 Caractéristiques comportementales	2
1.1.3 Caractéristiques de reproduction	2
1.1.4 Conditions environnementales favorables	3
1.1.5 Actions anthropiques	6
1.2 La crépidule en Bretagne-Nord	6
1.2.1 Historique	6
1.2.2 Impact sur la conchyliculture	7
1.2.3 Gêne vis-à-vis de la pêche	7
1.2.4 Situation actuelle	8
1.3 La zone d'étude	8
1.3.1 Limites géographiques	8
1.3.2 Caractéristiques morphologiques	9
1.3.3 Caractéristiques biosédimentaires	9

2 - Moyens et méthodes	12
2.1 Moyens et données utilisés	12
2.1.1 Campagnes à la mer	12
2.1.2 Echantillonnages en intertidal	13
2.1.3 Autres sources de données	14
2.2 Méthodes d'observation et d'échantillonnage	15
2.2.1 Méthodes d'observation	15
2.2.2 Méthodes d'échantillonnage quantitatif	19
2.2.3 Analyses au laboratoire	19
2.2.4 Elaboration des cartes	21
2.2.5 Calcul de la biomasse	21

3 - Résultats	22
3.1 Résultats cartographiques	22
3.1.1 Cartographie sédimentaire	23
3.1.2 Composition faunistique	27
3.1.3 Répartition de la crépidule	29
3.2 Résultats quantitatifs	35
3.2.1 Evaluation de la biomasse	35
3.2.2 Incertitude	38
3.2.3 Comparaison avec les données antérieures	39
3.2.4 Evaluation pondérale de coquilles	40

4 - Discussion	40
4.1 Crépidule et activité conchylicole	40
4.1.1 Liaisons inter spécifiques	40
4.1.2 Evolution de la population	41
4.2 Comparaison avec la baie de St Brieuc	42

Conclusions	44
--------------------	----

Bibliographie

Cartes

Annexes

REMERCIEMENTS

LISTE DES FIGURES, TABLEAUX ET ANNEXES

	pages
FIGURES	
Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude	11
Figure 2 : Sonogramme	17
Figure 3 : Carte biosédimentaire de la zone d'étude	28
Figure 4 : Preferendum sédimentaire de la crépidule	30
ILLUSTRATIONS	
Photographie 1 : Chaîne de crépidules	5
Photographie 2 : Population dense	5
TABLEAUX	
Tableau 1 Caractéristiques des campagnes à la mer	12
Tableau 2 Bilan des travaux à la mer	18
Tableau 3 Caractéristiques des stations GNB retenues	18
Tableau 4 Evaluation de la biomasse de crépidules	36
Tableau 5 Synthèse des évaluations quantitatives	37
ANNEXES	
Annexe 1 Localisation des stations d'échantillonnage	
Annexe 2 Données GNB 1993-1994 utilisées	
Annexe 3 Résultats des dragages devant Saint-Cast	
Annexe 4 Résultats des dragages à Cancale (1993)	
Annexe 5 Résultats des observations par plongée (6/07/1996)	
Annexe 6 Biomasses de crépidules par stations de bennes	
Annexe 7A Biomasses par strates, zone Fréhel - St Malo	
Annexe 7B Biomasse par strate, zone Saint-Malo - Cancale	
Annexe 7C Biomasse par strate sur l'ensemble de la zone	
Annexe 8 Evaluation pondérale de coquilles de crépidules	
Annexe 9 Biomasse de mollusques commerciaux	

GLOSSAIRE

(Définition des termes marqués d'un astérisque (*) dans le texte)

<u>Benthos</u>	: Ensemble des peuplements vivant sur le fond (=> benthique)
<u>Bionomie</u>	: Etude des rapports entre milieu et êtres vivants
<u>Epibiose</u>	: Ensemble de la faune ou de la flore fixée sur un support
<u>Estran</u>	: Zone de balancement des marées
<u>Eurytherme</u>	: Qui peut supporter de grandes variations de température. (On dit aussi euryhalin pour la salinité, eurybathe pour la profondeur...)
<u>Infralittoral</u>	: Etage des fonds marins situés juste sous l'estran
<u>Intertidal</u>	: = Estran
<u>Isobathe</u>	: Ligne (fictive) joignant les points de même profondeur d'eau
<u>Maerl</u>	: Terme commun pour désigner les algues encrustantes du genre <i>Lithothamnium</i>
<u>Médiolittoral</u>	: Etage situé entre le supra- et l'infralittoral (= estran)
<u>Pelagos</u>	: Ensemble des peuplements vivant dans la masse d'eau (=> pélagique)
<u>Phorésie</u>	: (du grec pherein = porter) Fait de porter d'autres animaux
<u>Protandrie</u>	: Caractéristique d'un animal passant par un état sexuel mâle avant un état femelle (l'opposé est la protogynie)
<u>Sublittoral</u>	: Zone côtière constamment immergée
<u>Supralittoral</u>	: Zone côtière constamment émergée

INTRODUCTION

Parmi les nombreuses espèces marines introduites sur le littoral européen et français en particulier, on assiste aujourd'hui à la progression régulière de la crépidule (*Crepidula fornicata*). D'abord discrète, sa prolifération est telle qu'elle provoque désormais une entrave aux activités de dragage pour la pêche, en recouvrant progressivement des fonds précédemment connus pour leur richesse en espèces commerciales ou attribués à la conchyliculture. En Manche-Ouest, et notamment dans le secteur sud du golfe normano-breton, l'observation régulière de cette prolifération, depuis son apparition voici 30 ans, permet de constater son évolution rapide (Blanchard *et al.*, 1986 ; Blanchard et Youenou, 1993 ; Hamon et Blanchard, 1994 ; Noël *et al.*, 1996, Blanchard et Ehrhold, 1999).

Afin de limiter cette prolifération, seules des activités ponctuelles de nettoyage étaient mises en place jusqu'à présent. En réponse à une demande sociale de plus en plus forte, la Région Bretagne a décidé en 1993 de financer des essais de récolte de la crépidule le long de son littoral, suivis d'un traitement industriel. Il faut souligner la nouveauté que représente, en France, cette initiative précédemment développée en Angleterre et aux Pays-Bas. L'étude, confiée au Comité d'Expansion Economique des Côtes d'Armor, a nécessité de nombreux essais techniques qui ont abouti. L'intervention prochaine sur des surfaces importantes est aujourd'hui envisagée.

Pour apporter une aide efficace à ces opérations de récolte, l'IFREMER s'est vu confier, par la Région Bretagne, la tâche préalable de cartographier et quantifier cette espèce sur le littoral de Bretagne-Nord, afin d'orienter les interventions ultérieures.

Le présent rapport fait le bilan d'une série d'observations en mer et sur l'estran*, réalisées en 1995 et 1996, dans la zone comprise entre le cap Fréhel et la baie de Cancale. Il présente et tente d'expliquer la répartition de la crépidule dans ce secteur et propose une évaluation de la biomasse en place.

En dehors de cette prestation contractuelle, d'autres travaux similaires sont réalisés sur ce littoral de Bretagne-Nord (Hamon et Blanchard, 1994 ; Blanchard et Ehrhold, 1999). Au travers de ces travaux complémentaires, c'est donc une connaissance de la crépidule qui est approfondie, ainsi qu'un suivi de son évolution dans le golfe normano-breton, depuis les premières observations effectuées il y a 10 ans (Le Hir *et al.*, 1986).

1. LA PROLIFERATION DE LA CREPIDULE

1.1. Caractéristiques de l'espèce

1.1.1. Introduction en Europe

La crépidule (*Crepidula fornicata* L.) est un gastéropode marin qui vit fixé de façon permanente dans le proche infralittoral* et occasionnellement dans la zone médiolittorale*. D'origine nord-américaine, cette espèce fut introduite accidentellement en Europe, en plusieurs étapes, par le transfert d'huîtres. Importée d'abord en Angleterre, voilà une centaine d'années, avec des huîtres américaines (*Crassostrea virginica*), elle gagna progressivement le littoral de la Mer du Nord puis de la Manche, à la fois par le transport naturel de la larve pélagique* et surtout par le transport d'huîtres infestées par des juvéniles (Blanchard, 1995b).

En France, quelques populations se développèrent à la fin de la dernière guerre, à l'occasion des opérations militaires alliées en des points précis tels les ports de Brest et de Cherbourg, et les plages normandes du débarquement (Blanchard, 1994). L'espèce fut introduite à nouveau il y a une trentaine d'années dans l'ensemble des zones conchylicoles lors de l'importation massive de l'huître japonaise (*Crassostrea gigas*). Bien adaptée à son nouvel environnement, elle conquiert rapidement une niche écologique disponible le long du littoral. Les raisons de cette prolifération s'expliquent en partie par ses caractéristiques comportementales, sexuelles et écologiques (Blanchard, 1995a et b).

1.1.2. Caractéristiques comportementales

La crépidule est un animal qui vit en colonies où les individus sont superposés de façon régulière. Ce comportement est, semble-t-il, unique dans le règne animal. Un individu de chaque génération se place sur le précédent (phorésie*) et participe ainsi à une "chaîne" comprenant en moyenne 5 à 6 individus (photographie 1). Ces chaînes sont étroitement imbriquées dans le cas de fortes densités (photographie 2) et peuvent associer une vingtaine d'individus.

1.1.3. Caractéristiques de la reproduction

Chaque individu passe par une phase mâle puis femelle au cours de sa vie (protandrie*). Les mâles sont matures dès l'âge d'un an et les femelles à partir de 3 ans (Le Gall, 1980). Dans une chaîne où se côtoient plusieurs générations, les deux sexes vivent ainsi à proximité.



La fécondation est directe, ce qui, contrairement à la majorité des espèces marines, évite la dispersion des gamètes dans le milieu. Les oeufs, au nombre de 20 000 environ par ponte, ne sont pas non plus dispersés, mais conservés par la femelle jusqu'à l'éclosion. Seules des larves viables sont ainsi libérées et se déplacent pendant trois semaines dans la masse d'eau jusqu'à leur installation sur le fond. Ces différents aspects de la reproduction montrent que les recrues sont ainsi plus aptes à résister à leur nouvel environnement, ce qui garantit leur succès, contrairement à la plupart des autres espèces présentes.

1.1.4. Conditions environnementales favorables à la prolifération

La crépidule possède de faibles exigences écologiques, d'où une grande faculté d'adaptation. Eurytherme* et euryhaline*, elle se rencontre dans toutes sortes de milieux. On peut toutefois établir un *preferendum* :

- Profondeur

En Manche, les densités les plus fortes se situent dans le proche infralittoral jusqu'à une profondeur de 20 mètres environ (Noël *et al.*, 1996). Des populations sont parfois observées sur l'estran (Guillaumont *et al.*, 1986 ; Cariguel, 1994). Cette répartition s'explique par la situation très côtière des foyers originaux (conchyliculture) et l'activité halieutique plus intense près des côtes. Plus au large, sa présence est observée jusqu'à 60 mètres de profondeur (Noël *et al.*, 1996).

- Courant

La larve de crépidule se dépose là où le courant s'affaiblit. On rencontre donc généralement les peuplements denses dans des secteurs abrités (fond de baies, estuaires). A la côte, ils se développent principalement à l'abri des îles ou des caps rocheux, quand l'hydrodynamisme est important.

- Sédiment

Les fonds où se fixent les larves doivent comporter des supports dont la surface est suffisante pour que l'animal adulte puisse se développer (Le Gall, 1980), d'où son installation sur des sédiments grossiers et des coquilles, vides ou pleines. Une fois installés, les individus forment une population qui produit ses propres supports avec les coquilles d'animaux morts.

Les zones de courants faibles étant des zones où les particules les plus fines se déposent, la présence de vase est un indice plus qu'un facteur de répartition. La crépidule produisant elle-même de

fortes quantités de biodépôts (Manac'h, 1995), l'envasement est d'autant plus élevé que la population est dense (Ehrhold *et al.*, 1998).

- Prédation

L'absence de prédateurs spécifiques favorise sa prolifération. Si cette espèce est connue pour être consommée par différents poissons carnivores (daurades, bars) ou par des gastéropodes perceurs (*Natica catena*, *Ocenebra erinaceus...*), cette consommation est nettement insuffisante pour limiter la prolifération.



Photographie n°1: Chaîne de crépidule.



Photographie n°2: Exemple de peuplement dense de crépidules en baie de Cancale.

1.1.5. Actions anthropiques

- Pêche :

Par la récolte aux arts traïnants (dragues et chaluts), suivie du rejet en mer de cette espèce non commerciale, l'homme disperse régulièrement les crépidules implantées dans les secteurs de pêche et participe ainsi à sa prolifération. L'activité de dragage entraîne d'une part le fractionnement des chaînes et la multiplication des supports et d'autre part accentue la dispersion par le rejet à l'eau de crépidules après tri à bord. Par ailleurs, les sillons provoqués par les engins de pêche s'avèrent être des zones d'accumulation de crépidules car ils offrent une protection à l'hydrodynamisme et contiennent les débris coquilliers servant de supports.

- Ostréiculture :

Si l'implantation de la crépidule sur les parcs est due à l'introduction d'huîtres porteuses de juvéniles, le maintien et le développement des crépidules est également favorisé par l'ostréiculture (Blanchard, 1995b). L'huître, en général, possède les mêmes exigences écologiques que la crépidule (Hoagland, 1977), ce qui explique que les deux espèces se côtoient sur les sites ostréicoles en eau profonde (-10 m.). L'apport important et renouvelé d'huîtres et donc de supports, entretient la population de crépidules.

1.2. La crépidule en Bretagne-nord

1.2.1. Historique

Quelques spécimens sont arrivés dès les années 1950 dans certains sites ostréicoles ou ports de la côte nord-bretonne (Roscoff, Morlaix et Paimpol), venant de la rade de Brest où l'espèce est implantée depuis l'après-guerre (Marteil, 1963 ; Blanchard, 1994, 1995a).

Comme sur d'autres secteurs du littoral français, l'espèce apparaît simultanément en divers sites ostréicoles (Morlaix, Binic, Cancale) au début des années 1970, faisant suite vraisemblablement aux introductions de l'huître japonaise (*Crassostrea gigas*). L'espèce se développe d'abord au sein du site ostréicole, puis est dispersée progressivement aux alentours, au gré des courants et par l'activité de pêche. On peut noter cette évolution vers le large dans le document de Dupouy et Latrouite (1979) montrant l'origine de la prolifération en baie de Saint-Brieuc.



En baie de Cancale, la première concession en eau profonde pour la culture des huîtres plates (*Ostrea edulis*) est accordée dès 1965 mais l'activité se développe réellement en 1972 (Jouan, 1977) : "L'emplacement des concessions fut choisi sans étude préalable des terrains et les semis effectués au hasard sur des fonds souvent sales. Les prédateurs, les compétiteurs et les parasites de l'huître abondent dans certains secteurs parmi les vieilles coquilles".

Il est probable que l'importation simultanée, sur l'estran voisin, d'huîtres japonaises (*Crassostrea gigas*), portant des crépidules, ait permis son introduction dans la baie (Blanchard, 1995b). Jouan note en 1977 : "Cette espèce (la crépidule) est apparue depuis peu en baie du Mont Saint-Michel et en Rance où elle semble se développer. Certains pêcheurs affirment la rencontrer de plus en plus fréquemment et les dragages effectués cette année révèlent la présence de nombreux juvéniles".

1.2.2. Impact économique sur la conchyliculture

Si la mytiliculture est peu concernée du fait que les moules sont élevées sur des bouchots, l'ostréiculture est en revanche très touchée par la prolifération de la crépidule, notamment la culture en eau profonde (Cancale) où les huîtres plates (*Ostrea edulis*) sont élevées sur le fond, et travaillées à la drague. Les biomasses de crépidules sont élevées (14,7 tonnes/hectare) dans les parcs (Blanchard et Youenou, 1993), d'où de coûteux nettoyages, nécessaires au maintien de l'activité. La crépidule se fixant sur l'huître, celle-ci doit subir un nettoyage pour être commercialisée engendrant un surcroît de main-d'oeuvre et donc un surcoût d'exploitation.

1.2.3. Gêne vis-à-vis de la pêche

La plupart des secteurs côtiers de Bretagne-Nord sont riches en mollusques, bivalves ou gastéropodes, dont certains font l'objet d'une pêche à la drague ; c'est le cas de la coquille Saint-Jacques (*Pecten maximus*), de la praire (*Venus verrucosa*), de l'amande de mer (*Glycymeris glycymeris*), de la palourde rose (*Tapes rhomboïdes*) etc... (Noël *et al*, 1996). Dans la plupart des secteurs concernés, la crépidule se fixe sur ces supports coquilliers et se développe parmi ces populations, d'où une gêne pour les pêcheurs obligés d'en trier des quantités toujours plus importantes. En baie de Saint-Brieuc,

certains secteurs traditionnellement exploités pour la coquille Saint-Jacques doivent être abandonnés pour d'autres moins colonisés.

1.2.4. Situation actuelle

Depuis une dizaine d'années, divers travaux de l'IFREMER révèlent l'importance de cette prolifération dans le golfe normanno-breton (Blanchard *et al.*, 1986 ; Hamon et Blanchard, 1994 ; Noël *et al.*, 1996). Il apparaît que ce secteur est l'un des bassins européens les plus colonisés (Blanchard, 1995a et b) ; ainsi, la biomasse actuelle de crépidules entre le cap de la Hague et Bréhat est estimée à 1,7 million de tonnes (Noël *et al.*, 1996).

1.3. Zone d'étude

La zone d'étude correspond à une bande côtière située entre l'estran et l'isobathe* des 20 mètres, où la crépidule est distribuée préférentiellement (§ 1.1.4), où sa densité est forte donc gênante et où les besoins d'intervention sont les plus pressants. Elle est choisie suffisamment large pour englober à la fois l'ensemble du secteur côtier où la pression de pêche à la drague est forte, ainsi que les sites de conchyliculture (baies de la Fresnaye, de l'Arguenon et de Cancale).

1.3.1. Limites géographiques

Les limites géographiques fixées initialement étaient à l'Ouest l'archipel de Bréhat (situé au Nord-Ouest de la baie de Saint-Brieuc), et à l'Est la longitude du Mont Saint-Michel, marquant administrativement la limite est du littoral breton. Entre la proposition d'étude et son acceptation, un document fut publié (Hamon et Blanchard, 1994) donnant l'état de la prolifération de la crépidule en baie de Saint-Brieuc. L'étude de cette baie ne sera donc pas reprise dans le présent rapport qui porte uniquement sur la zone s'étendant du cap Fréhel à la baie de Cancale au centre de la baie du Mont Saint-Michel (figure 1).

1.3.2. Caractéristiques morphologiques

L'isobathe des 20 m. qui passe au ras du cap Fréhel, s'écarte rapidement pour se situer vers 7-8 km. au large, jusqu'à la pointe du Grouin. L'isobathe des 10 m. délimite un domaine littoral qui présente des paysages variés, des baies les plus abritées aux archipels les plus exposés (Le Hir *et al.*, 1986).

On peut distinguer deux grandes entités selon l'orientation géographique. Les façades exposées au Nord-Est présentent de grandes baies ouvertes (baies de la Fresnaye, de l'Arguenon, de Lancieux, de Cancale), abritées des houles d'Ouest par des pointements rocheux saillants (cap Fréhel, pointes de la Latte, de St Cast, du Grouin). Ce sont de grandes étendues sableuses à faible pente, qui se continuent en infralittoral et où débouchent des rivières au débit relativement faible (Frémur, Arguenon, Guyoult). C'est sur ces estrans abrités que se pratique la conchyliculture.

Sur la façade exposée au Nord-Ouest, de Lancieux à la pointe du Grouin, la côte est plus rectiligne mais parsemée d'îlots très nombreux. Les courants dominants d'Ouest balayent ces fonds très grossiers, voire rocheux. La vallée de la Rance entaille profondément cette façade littorale.

Cette distinction dans l'orientation entre les deux façades entraîne une distinction dans la granulométrie du sédiment et donc dans la composition faunistique.

1.3.3. Caractéristiques biosédimentaires

La couverture sédimentaire de ce secteur marin littoral est sous la dépendance du puissant lessivage dû au courant de marée qui évacue vers l'Est les sédiments fins et ne laisse sur place qu'un pavage grossier (Houlgatte, 1996 a et b). Les sédiments fins et moyens des secteurs abrités du littoral sont d'origines multiples aboutissant à des faciès vaseux estuariens terrigènes. Les faciès sableux sont dus au transport par charriage et saltation.

Il faut souligner l'importance de la teneur en calcaire (50-70 %) de la plupart des sédiments de ce secteur, qui influence la composition des peuplements faunistiques en favorisant le développement des mollusques.

La bionomie* benthique* de ce littoral a fait l'objet de divers travaux dont ceux de Jouan (1977) et Retière (1980). La répartition des espèces est liée à celle des sédiments et donc indirectement à l'hydrodynamisme. On note donc la présence de peuplements très diversifiés, inféodés aux sédiments vaseux, dans les secteurs abrités, et aux fonds durs (faune et flore fixées) en secteur exposé.

Sur l'ensemble de ce littoral, la teneur en matière organique, issue des rivières de fond de baies est élevée. Ainsi en baie du Mont Saint-Michel, les eaux de jusant au Vivier contiennent jusqu'à 145 mg/m³ de matière chlorophyllienne totale (Le Hir *et al.*, 1986).

Ces aspects morpho-sédimentaires complètent l'ensemble des facteurs favorables au développement de la crépidule sur ce littoral.

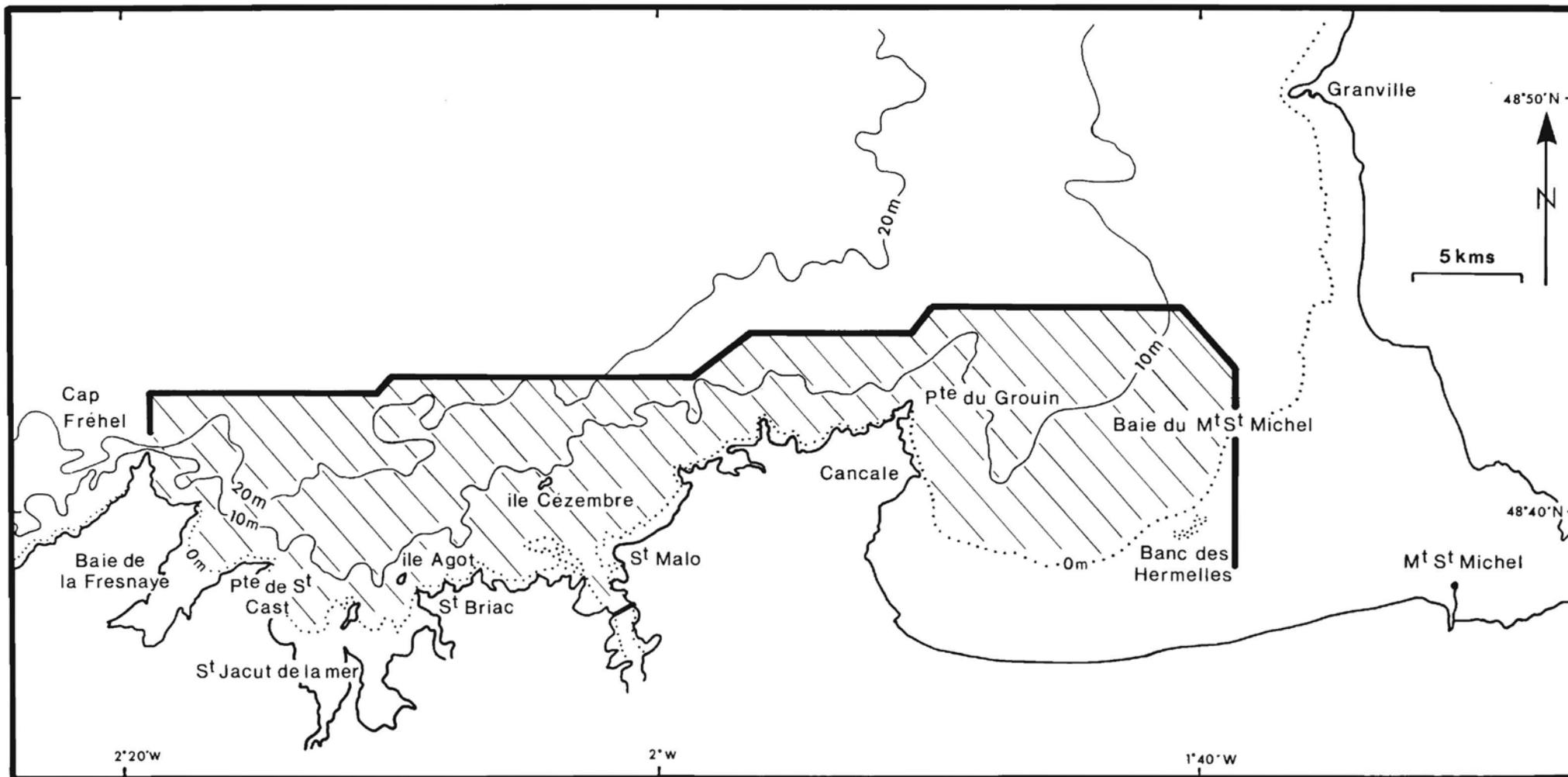


Fig.1 . Localisation du Site d' Etude

2. MOYENS ET METHODES

2.1. Moyens et données utilisés

2.1.1. Campagnes à la mer

Différents moyens à la mer ont été employés pour la réalisation des observations et des mesures quantitatives, ce qui a donné lieu à 24 jours de campagnes :

Dates	Navires	Durée (j)	Secteur
20 - 28 Juillet 1995	N/O Gwen-Drez	8	Cap Fréhel - St Malo
11 - 14 Sept. 1995	N/O Thalia	4	St Malo - Grouin
12 - 22 Mai 1996	N/O Thalia	10	St Malo - Cancale
6 Avril 1996	Thalassa	1	Saint-Cast
10 Juillet 1996	Ostrea edulis	1	Cancale

Tableau 1 : Caractéristiques des campagnes en mer

Campagnes océanographiques

L'utilisation des bateaux océanographiques "Thalia" et "Gwen-Drez" de l'IFREMER, avec lesquels 3 campagnes nommées "Crepe 1, 2 et 3" ont été réalisées, a permis l'embarquement de moyens lourds pour l'observation (sonar, vidéo) et les prélèvements quantitatifs (benne).

Sorties complémentaires

Des bateaux de pêche professionnelle ont été utilisés de manière occasionnelle pour intervenir dans des secteurs inaccessibles aux navires océanographiques (roches, parcs...).

a) Port de Saint-Cast :

Une sortie devant Saint-Cast (Côtes d'Armor) s'est avérée nécessaire du fait de la présence signalée de densités importantes, entre le port et les roches de Bourdinot. Avec un bateau de pêche professionnel le "Thalassa" (patron Jean Claude Colin), 21 traits furent réalisés le 6/04/1996 avec une drague à coquille Saint-Jacques. Les données obtenues (annexe 3) sont rapportées à l'unité de surface.

b) Parcs ostréicoles en eau profonde de Cancale :

Déjà réalisée en 1993 (Blanchard et Youenou, 1993), l'étude de ce secteur a été affinée, grâce au sonar latéral, en mai 1996. Pour connaître la proportion relative de crépidules et d'huîtres et mieux interpréter les sonogrammes, une intervention eut lieu le 10 Juillet 1996 : six stations en plongée furent réalisées ainsi que des observations vidéo, avec le concours de l'"Ostrea edulis" du Vivier-sur-Mer (patron Charles Beaulieu). En annexe 5 sont reportées les coordonnées des points de plongée autonome. Les tracés vidéo figurent sur les cartes hors-texte.

2.1.2. Echantillonnage en domaine intertidal*

Plusieurs sorties ont été effectuées lors de marées de forts coefficients. Elles ont été réalisées à titre indicatif pour noter les zones d'échouage à terre et s'assurer ainsi de la proximité de fortes densités. Ces résultats ne serviront pas aux calculs ultérieurs d'évaluation de la biomasse.

Baie de la Fresnaye : Une sortie fut effectuée le 17 mars 1995 en baie de la Fresnaye par coefficient de 103. Quelques individus en échouage y sont observés dans les parcs ostréicoles et aux pieds des bouchots, avec un gradient de densité croissant, du Nord-Ouest vers le Sud-Est. Le maximum de densité restant très faible (10 individus/m²).

En baie de l'Arguenon, ce même jour, nous avons pu constater la présence d'individus en échouage parmi les bouchots situés au sud de la pointe du Bay, avec une densité décroissante en allant vers le Sud des concessions. A basse mer, une population peu dense est visible au Sud du port Jacquet, conséquence vraisemblable d'un rejet de pêche.

Baie de Lancieux : Le 22 Janvier 1996, par coefficient de 112, une sortie fut faite en baie de Lancieux, autour de l'île des Hébihens et à la sortie de Saint-Briac. Autour de l'île des Hébihens, les densités étaient faibles et correspondaient à des chaînes de crépidules échouées dans des secteurs abrités (creux de roche ou zone de plus faible courant à l'Est de l'îlot). Les valeurs maxima de biomasse mesurée étaient de 70 g/m².



Devant Saint-Briac, les abords de l'Islet, de l'île du Perron et l'estuaire du Frémur ne présentent pas de populations significatives. La présence de quelques crépidules isolées est observée, là aussi, dans les anfractuosités ou dans des zones abritées.

2.1.3. Autres sources de données.

La prolifération étant un fait établi dans le secteur depuis quelques années, nous avons pu intégrer les données les plus récentes obtenues dans le cadre d'autres programmes, sans risquer d'introduire de biais dans les résultats.

Données PNOC 1993-94

Dans le cadre du Programme National d'Océanographie Côtière (PNOC), des prélèvements quantitatifs ont été réalisés en 1993 et 1994 sur l'ensemble du golfe normano-breton pour évaluer les stocks des principaux mollusques filtreurs. De ces résultats publiés (Noël *et al.*, 1996), nous avons extrait les données quantitatives relatives à la crépidule dans la zone concernée. La technique d'étude et le matériel utilisés sont identiques.

Les données relatives à 33 stations de bennes ont ainsi été incorporées dans le présent inventaire (cf. tableau 3 et annexe 2).

Données acquises en baie de Cancale

Des mesures complémentaires avaient été effectuées en baie de Cancale dans le cadre du PNOC. Une série de dragages dans les parcs ostréicoles en eau profonde avait permis d'en estimer la colonisation par les crépidules (Blanchard et Youenou, 1993). Pour être en conformité avec les travaux présents, la biomasse obtenue par dragage a été séparée en deux phases : d'un côté les crépidules seules et de l'autre les supports coquilliers. Ces résultats sont rapportés au mètre carré (cf tableau 3 et annexe 4). Des observations complémentaires par vidéo sous-marine et des mesures effectuées en 1994 (Cariguel, 1994) ont été incorporées dans la présente cartographie.

2.2. Méthodes d'observation et d'échantillonnage

Les méthodes précédemment utilisées pour cartographier la crépidule en baie de Saint-Brieuc (Hamon et Blanchard, 1994) ont été appliquées pour la zone Fréhel - Cancale, permettant ainsi une homogénéité et des comparaisons possibles. Ces moyens comprennent le sonar à balayage latéral, la vidéo sous-marine et des prélèvements par bennes ou dragues. Des plongées ont été organisées pour effectuer des observations directes.

2.2.1. Méthodes d'observation

Le sonar à balayage latéral

L'intérêt de cet outil réside dans l'importance de la surface couverte par unité de temps. Cette technique, utilisée habituellement pour l'analyse morpho-sédimentaire des fonds, fut testée pour la première fois en baie de Saint-Brieuc, avec succès, pour localiser des populations denses de crépidules (Hamon et Blanchard, 1994). Cette technique est appliquée depuis sur d'autres secteurs (Sauriau *et al.*, 1998 ; Blanchard et Ehrhold, 1999). Le sonar à balayage latéral émet des ultrasons et enregistre leur réflexion. La réponse nous renseigne sur la morphologie du terrain et sur sa rugosité. L'image d'un peuplement dense de crépidules (figure 2) s'apparente à celle d'un fond hétérogène grossier. Aussi, une grande prudence est nécessaire dans l'interprétation et des vérifications par d'autres moyens s'imposent.

Le matériel DOWTY utilisé, offre une définition d'environ 1 m. La portée latérale de balayage a été fixée de manière constante à 200 m. Les images obtenues sont enregistrées à bord, en même temps que le positionnement du navire. La position est donnée par un matériel de type GPS différentiel, avec une précision de quelques mètres.

L'analyse des sonogrammes permet d'établir l'emprise géographique des faciès sédimentaires et celle des crépidules, dont la densité est rapportée à des niveaux de recouvrement du fond, selon un linéaire correspondant au tracé de route.

La vidéo sous-marine

Quelques observations sous-marines ont été réalisées en utilisant en dérive, une caméra immergeable dans des secteurs côtiers rocheux où l'utilisation du sonar était délicate : devant le cap Fréhel, dans le secteur des Tintiaux ou derrière l'îlot de Cézembre. D'autres ont été réalisées dans les parcs ostréicoles de Cancale, où l'interprétation des sonogrammes était délicate du fait de la présence simultanée sur ces fonds, de crépidules et d'huîtres indiscernables.

Le temps nécessaire à ce type d'observation étant généralement long, les investigations ont été volontairement limitées. L'emplacement des profils figure sur les cartes hors-texte.

La plongée autonome

Cette méthode, également coûteuse en temps, n'a été appliquée que dans les parcs ostréicoles de Cancale, le 10 Juillet 1996, à la suite des observations par sonar. Une série d'observations et de prélèvements ont été réalisés. Pour ceux-ci, des quadrats de 0,25 m² sont répartis au hasard et le matériel récolté est analysé comme les autres prélèvements quantitatifs.

Sonogramme du recouvrement des fonds par *Crepidula fornicata*

Campagne : CREPE 3 / IFREMER - Centre de Brest

Planche : ...F.....

zone : St-Malo - Baie du Mont St-Michel

engin sonar : DOWTY 3050 date : 16/5/96

Sédiment : très vaseux

Recouvrement par la Crépidule : fort ; de 50% à 70%

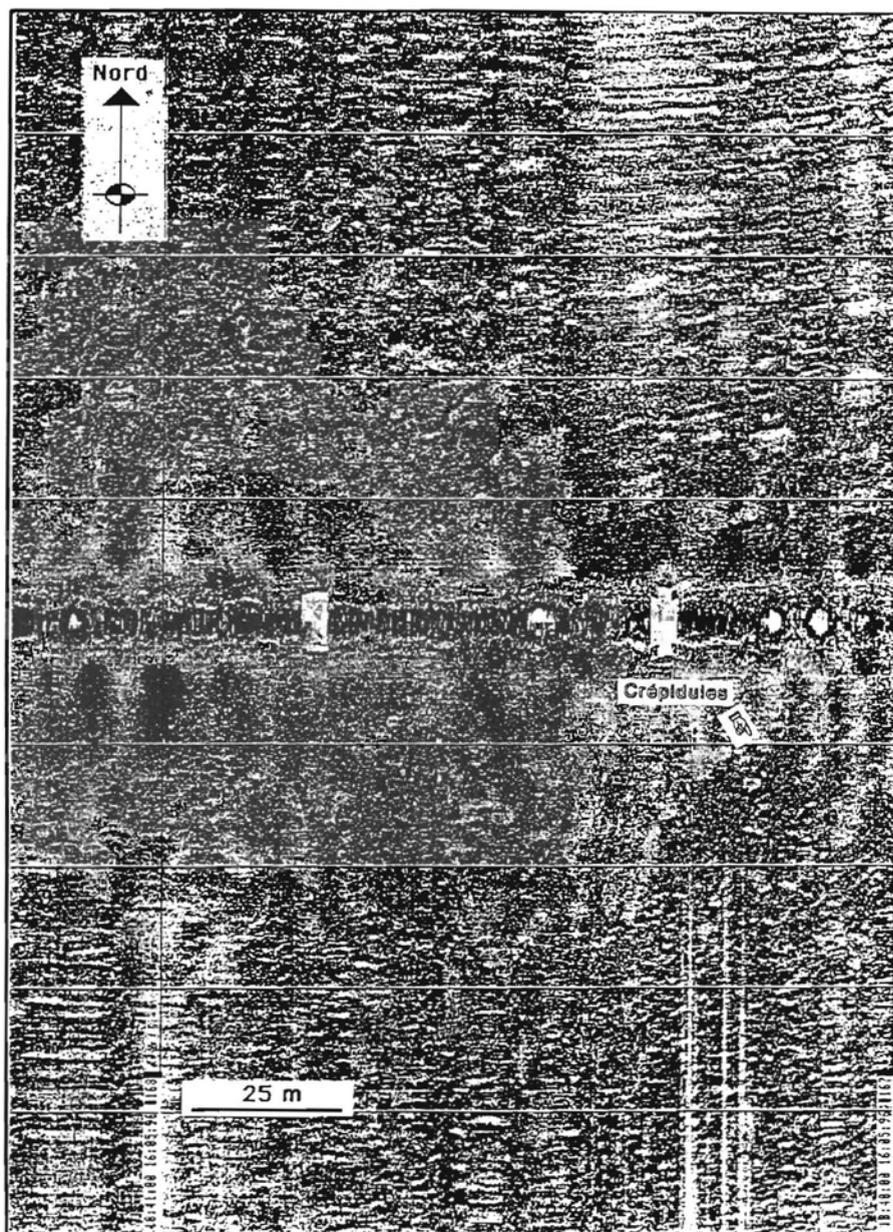


Figure 2 : Sonogramme obtenu par sonar à balayage latéral sur un fond très colonisé par la crépidule (Houlgatte, 1996b).

DATES	SECTEUR	SONAR	VIDEO	BENNE	DRAGUES	PLONGEES
Juillet 1995	Fréhel-St Malo	44 h 40	1 h	75		
Sept. 1995	St Malo-Grouin	0	3 h	40		
Mai 1996	St Malo -Cancale	29 h 35		43		
10 Juillet 96	Cancale		40 mn.			6
6 Avril 1996	Saint-Cast				21	
Total		74 h 15	4 h 40	158	21	6

Tableau 2 : Bilan des travaux réalisés au cours des sorties en mer.

Secteurs	Dates	Stations de bennes	Stations de dragages
Fréhel - St Malo		0	
St Malo - Grouin	29/09/1993 1-2/10/1993	16	
Baie de Cancale	11 et 12/02/1994	17	33
Total		33	33

Tableau 3 : Données issues des stations PNOC.
(Golfe Normano-Breton 1993-94)

2.2.2. Méthodes d'échantillonnage quantitatif

L'échantillonnage quantitatif a été réalisé au moyen d'une benne de type Hamon, choisie pour son efficacité dans les différents types de sédiment. Cet engin, récoltant $1/4 \text{ m}^2$, a été utilisé sur l'ensemble du secteur pour échantillonner dans les stations repérées préalablement au sonar. Deux échantillons sont prélevés à chaque station. Durant les campagnes Crepe 1 et 3 une fraction de l'échantillon de sédiment est mis de côté pour analyse (granulométrie, teneur en calcaire) ; Seule une diagnose est réalisée à la campagne Crepe 2. Le matériel faunistique est trié sur tamis de maille 5 mm et congelé jusqu'à son analyse au laboratoire où les différentes espèces sont identifiées, dénombrées et pesées. Au total, 158 stations d'échantillonnage quantitatif ont ainsi été réalisées entre le cap Fréhel et le Mont Saint-Michel au cours des trois campagnes 1995 et 1996.

L'échantillonnage est de type stratifié en fonction des taux de recouvrements. Trois strates avaient été définies à priori avant les campagnes :

strate 1 : 0-20 % - 150 stations	($3/4$ de la zone environ)
strate 2 : 20-50 % - 50 stations	(moins d' $1/4$ de la zone)
strate 3 : 50-100 % - max. stations	(taches ponctuelles)

A ces résultats sont donc ajoutés ceux des 33 stations de bennes et des 33 stations de dragages réalisées dans le cadre du PNOC en 1993-1994, des 21 dragages devant Saint-Cast et des 6 prélèvements réalisés en plongée en 1996 (cf tableaux 2 et 3) ; les résultats de dragages étant utilisés, comme il a été signalé plus haut, en l'absence d'autres moyens ad-hoc sur certains sites et ce, pour un nombre limité de stations.

2.2.3. Analyses au laboratoire

Analyses sédimentaires

Nous avons souligné l'importance de la granulométrie dans les facteurs environnementaux expliquant la distribution de la crépidule. La teneur en calcaire du sédiment est également un facteur significatif de la présence des mollusques. L'analyse sédimentaire de chaque échantillon comprendra donc une analyse granulométrique et une mesure calcimétrique.

a) Analyse granulométrique : Une fois isolée la fraction $<63 \mu\text{m}$, par voie humide, l'échantillon de sédiment est pesé puis tamisé

par voie sèche sur colonne vibrante. La classification granulométrique adoptée est habituelle, à la seule différence près d'un partage à 200 µm et non à 250 µm, entre sables fins et moyens. Chaque fraction est ensuite pesée. 120 échantillons ont ainsi été traités (Houlgatte, 1996 a et b).

b) Analyse calcimétrique : De façon systématique, la teneur totale en CaCO₃ des sédiments mentionnés ne tient pas compte de la fraction des vases, généralement très faible (quelques pourcents, voire quelques dixièmes de pourcents). Pour les sables, la méthode consiste, après pesée précise d'un échantillon sec, en une attaque par l'acide chlorhydrique fumant.

L'échantillon est ensuite rincé abondamment, séché et repesé. La différence de poids ainsi obtenue correspond à la fraction calcaire dissoute. Pour les catégories grossières, le tri entre fraction bioclastique et lithoclastique a été réalisé manuellement sous la loupe binoculaire.

Analyse faunistique

Au laboratoire, les prélèvements faunistiques sont triés en séparant les crépidules du reste de la faune. Parmi les diverses espèces recueillies, les espèces commerciales de bivalves et de gastéropodes sont mesurées au pied à coulisse et pesées (poids total frais égoutté, coquille + chair). Les crépidules sont d'abord séparées de leurs supports inertes parmi lesquels les cailloux sont mis de côté. Les supports (coquilles vides) sont pesés, ainsi que les débris coquilliers. Les crépidules sont comptées et pesées (poids frais égoutté, coquille + chair). Pour chaque échantillon de 0,25 m² la densité et le poids total frais de crépidules sont enregistrés ainsi qu'un poids complémentaire correspondant aux supports.

2.2.4. Elaboration des cartes

A partir des tracés de route du navire, une carte préliminaire est réalisée sur laquelle sont reportées les observations par sonar, les observations vidéo et les stations de prélèvement. Chaque sonogramme est interprété en notant, à l'échelle, la présence de crépidules et la nature du sédiment. Huit classes de pourcentages de recouvrement du fond par les crépidules sont ainsi définies (Houlgatte, 1996) :

<1 %	= individus ou chaînes d'individus épars.
]1 - 5 %]	" "
]5 - 10 %]	" "
]10 - 20 %]	= regroupements d'individus en taches
]20 - 30 %]	" "
]30 - 50 %]	= zones denses (sédiment encore visible)
]50 - 70 %]	" "
]70 - 100 %]	= tapis plus ou moins uniforme.

La surface de chacun des faciès d'iso-recouvrement est ensuite délimitée à partir des résultats des différents moyens d'observation, et peut être alors mesurée au moyen d'un planimètre étalonné. Les cartes définitives sont alors élaborées.

2.2.5. Calcul de la biomasse

La biomasse est exprimée en poids frais total (coquille + chair) et résulte des échantillonnages quantitatifs réalisés sur l'ensemble de la zone d'étude.

Une connaissance préalable de la zone (Noël *et al*, 1996) nous avait montré une répartition non homogène : faible vers le large, mais avec des possibilités de densités locales plus fortes, et des secteurs côtiers très colonisés ponctuellement, d'où la nécessité de couvrir le maximum de surface. L'échantillonnage prévu est donc une allocation optimale, c'est à dire un effort fonction de la surface totale de chaque strate (Frontier, 1983).

Au fur et à mesure des observations sonar, les stations de prélèvements étaient notées pour être réalisées en fin de campagne, en fonction de la surface des strates d'isodensité observées, de l'accessibilité et des contraintes de navigation. A l'intérieur de chaque strate, l'échantillonnage est de type aléatoire.

L'unité d'échantillonnage est la moyenne des deux benes effectuées à chaque station, ramenée au mètre carré, ceci pour compenser la répartition en taches de cette espèce et sa surdispersion observée à l'intérieur d'une même station.

Les formules de calcul sont les suivantes (Frontier, 1983) :

$$\begin{aligned}
 n_h &= \text{effectif des échantillons pour la strate } h \\
 W_h &= N_h/N = \text{ poids de la strate } h, \text{ rapport des surfaces} \\
 y_{hi} &= \text{ biomasse moyenne de la station } i, \text{ unité d'échantillon} \\
 \bar{y}_h &= \sum y_{hi}/n_h = \text{ biomasse moyenne dans la strate } h \\
 s_{y_h}^2 &= \sum (y_{hi} - \bar{y}_h)^2 / n_h - 1 = \text{ variance de cette moyenne} \\
 \bar{y} &= \sum W_h \bar{y}_h \\
 v(\bar{y}) &= \sum W_h^2 s_{y_h}^2 / n_h = \text{ variance unitaire} \\
 Y &= N \bar{y} = \text{ biomasse totale} \\
 v(Y) &= N^2 v(\bar{y}) = \text{ variance autour de la biomasse totale}
 \end{aligned}$$

Les zones A et B étant indépendantes, $Y_A + Y_B = Y_{\text{somme}}$, et variance de $Y_{\text{somme}} = v(Y_A) + v(Y_B)$.

3. RESULTATS

3.1. Résultats cartographiques

Les résultats des observations faites sur 330 km² concernent la répartition de la crépidule et des sédiments superficiels. Outre un commentaire détaillé dans les pages suivantes, ces résultats sont représentés de façon synthétique sur les cartes hors-texte jointes à ce rapport, et intitulées "Cartes de répartition de la crépidule (*Crepidula fornicata*) et des sédiments marins superficiels".

Pour plus de facilité de lecture et de manipulation, nous avons porté sur deux cartes l'ensemble des informations recueillies. La première carte représente la zone qui s'étend du cap Fréhel jusqu'à la pointe de la Varde, extrémité Est de la baie de Saint-Malo *sensu-stricto*.

La deuxième carte couvre la zone qui s'étend de la pointe de la Varde à l'Ouest, au massif des Hermelles, en baie du Mont Saint-Michel, à l'Est. Ces deux cartes sont juxtaposables. Sur l'information sédimentaire de couleur pastel, les concentrations de crépidules figurent sous la forme d'un tramage plus ou moins dense de couleur violette. La superposition des deux informations sur un même document permet de souligner la liaison étroite existant entre elles.

3.1.1. Cartographie sédimentaire

La répartition des sédiments est sous l'influence directe de l'intensité des courants de marée. Les éléments les plus fins sont perpétuellement repoussés vers l'Est où ils s'accumulent ; les sédiments les plus grossiers se trouvent au large et sur la façade littorale exposée au Nord-Ouest, c'est à dire de l'île Agot à la pointe du Grouin. Les sédiments fins se retrouvent dans les zones côtières abritées, entre la pointe de La Latte et Saint-Briac, en arrière des îlots qui parsèment le littoral de Saint-Malo, et en baie de Cancale où le courant giratoire les dépose (Garreau, 1993). Cette distinction sédimentaire apparaît nettement en comparant les deux cartes. Du cap Fréhel à la pointe de la Varde, la nature sédimentaire des fonds est aux trois quarts représentée par une teinte foncée, figurant les fonds les plus grossiers de graviers et cailloux, tandis que de la pointe du Grouin au fond de la baie du Mont Saint-Michel, on observe une gamme de sables de plus en plus fins.

Du cap Fréhel à la pointe de la Varde

Dans la zone comprise entre le cap Fréhel et Saint-Malo, les mesures réalisées sur les sédiments ont permis de regrouper les fonds étudiés en huit grands faciès sédimentaires (Houlgatte, 1996a):

- . Les sables fins littoraux sont présents en baie de l'Arguenon et en baie de la Fresnaye. D'une granulométrie dominante comprise entre 63 et 200 μm , la teneur en vase est très variable avec une moyenne générale à 6,3 %. Le taux de calcaire moyen est de 55 % .

- . Les sables moyens, dont la taille dominante est comprise entre 200 et 500 μm , se rencontrent entre l'ouverture de la baie de la Fresnaye et le platier rocheux de l'île Agot. Au large, au delà de l'isobathe des 20 mètres, ces sédiments apparaissent en traînées de longueurs pluri-hectométriques. La teneur en vase moyenne est de 4,3 % et le taux de calcaire moyen de 60 %.
- . Les sables grossiers regroupent les sédiments dont la dominance se situe entre 200 et 2000 μm . La présence de graviers est en moyenne de 25 %, celle de vases de 2,5 % en moyenne. Le taux de calcaire varie autour de 70 %. Ces sédiments couvrent près du quart de la zone Fréhel-Saint-Malo avec le prolongement sud-est du banc de l'Etendrée et le placage situé au large de la pointe de Saint-Cast. A l'Est de cette zone ce type de sédiment se retrouve dans le chenal d'accès du port de Saint-Malo.
- . Maërl : Cette appellation correspond au sédiment composé en majorité d'algues calcaires vivantes ou mortes de la famille des Corallinacées. La granulométrie correspond à celle des sables grossiers avec une teneur en vase inférieure à 2,3 %. Son taux de calcaire est constant, voisin de 72 %. On rencontre ce faciès sédimentaire à l'ouverture de la baie de la Fresnaye sous la forme de rubans, et en vastes placages allongés entre la pointe de Saint-Cast et le large de l'île des Hébihens.
- . Graviers sans cailloux : Ce sédiment a un diamètre moyen généralement inférieur à 2 cm. Le pourcentage de sable grossier est de 29 % en moyenne, celui des vases proche de 2 %. La teneur en calcaire est très variable de 40 à 75 %, avec une présence constante de débris de maërl.
- . Graviers, sables grossiers et cailloux : cette dernière fraction comprise entre 2 et 20 cm est d'origine terrigène, d'où une plus faible teneur moyenne en CaCO_3 de l'ordre de 49 %. Ce faciès correspond à trois secteurs : l'ouverture de l'anse des Sévignés, une large zone située au nord-est de la pointe de La Latte et un petit secteur du large à la longitude de la pointe de la Garde Guérin.

- Graviers et cailloux : Le mélange de ces deux fractions représente plus de 75 % de l'échantillon. La teneur en vase est inférieure à 1 %, celle de calcaire varie entre 20 et 50 %. Cet ensemble occupe près de la moitié de la zone d'étude, sur toute la zone du large et sur les pourtours du platier rocheux entre l'île Agot au sud-est, et les Courtis, au Nord-Est.
- Cailloux : Les éléments inférieurs à 2 cm ne représentent jamais plus de 20 % du total, les vases correspondant à moins de 1 %. La teneur en calcaire est de l'ordre de 5 %. On rencontre ce faciès de la pointe de la Latte aux abords du cap Fréhel.

De la pointe de la Varde à celle du Grouin

Au delà de 10 mètres de profondeur, les sédiments sont essentiellement composés de graviers et de cailloux, sous l'effet des puissants courants de marée. A l'intérieur de cette ligne bathymétrique, et protégés par les archipels, apparaissent les sédiments plus fins.

- Graviers et cailloux : Le sédiment caillouteux du large contient de façon quasi constante une fraction fine, de quantité variable. Cette constatation a priori contradictoire avec l'effet de l'hydrodynamisme peut avoir deux explications (Houlgatte 1996b). Les courants de marée de jusant venant de la baie de Cancale, apportent un panache d'eau turbide qui s'étale au nord du Grouin et pourraient y déposer des éléments fins. Une autre possibilité réside dans le maintien, en placage résiduel, d'une couverture de loess non encore totalement érodée. Pour être vérifiée, cette dernière hypothèse mériterait une série d'analyses fines sur les argiles.
- Graviers à sables grossiers et cailloux : Si les graviers constituent la fraction dominante, l'omniprésence de cailloux marque la continuité granulométrique avec le faciès précédent, de même que la forte teneur en sables indique une transition avec d'autres faciès. La teneur en vase dépasse fréquemment 10 %. Les teneurs en carbonate de calcium, voisines de 30 %, soulignent l'origine terrigène de ce faciès qui couvre le Nord-Ouest de la pointe du Grouin (Houlgatte, 1996b) et se prolonge en forme de langue vers la baie de Cancale.

- Graviers à sables grossiers sans cailloux : Jusqu'à l'isobathe des 10 mètres, ce faciès marque la transition entre les dépôts lithoclastiques de l'étage circalittoral du large et les dépôts bioclastiques de l'infralittoral. Si la fraction caillouteuse disparaît, la teneur en vase est de l'ordre de 1,5 %. La teneur en CaCO_3 est toujours comprise entre 40 et 55 %.
- Sables avec graviers : Cet ensemble regroupe les faciès sableux (entre 2 et 0,2 mm) où se retrouve une fraction constante de l'ordre de 25 % de graviers (2-20 mm). Il s'étend sur tout le centre de la baie du Mont Saint-Michel, mais se retrouve en placage à l'Ouest de la Roche Herpin, dans le secteur oriental des Tintiaux, et au Nord du Havre de Rothéneuf.
Si la granulométrie est constante, il est intéressant d'en observer la composition carbonatée. A l'Est de la longitude $1^\circ 47'$, les teneurs en CaCO_3 sont de 70 % en moyenne, tandis qu'à l'Ouest elles sont d'environ 36 %. Il existerait donc à ce niveau un matériel d'origine terrigène à mettre en relation avec les éléments graveleux enfouis sous le banc des Corbières et signalés par Auffret (1982) (*in* Houlgatte, 1996b).
- Maërl : Un petit placage apparaît au nord de la pointe de la Varde. Il appartient à un plus vaste ensemble, allant de Cézembre à la pointe de la Varde qui se distingue par l'omniprésence de mégarides de longueur d'onde de 2 m. Classé parmi les sables grossiers, cet ensemble contient 70 % de CaCO_3 .
- Sables moyens : Ce sédiment occupe les fonds situés entre -2 et -5 m (CM) en baie de Cancale, devant les bouchots des Hermelles et au Nord des parcs à huîtres en eau profonde. Il figure également sous la forme de bancs étendus : banc des Corbières, banc de Chatry et zones de ridins des Banchets. Sur ce faciès apparaissent fréquemment des mégarides de longueur d'onde supérieure à 2 mètres. Là encore, on remarque qu'à l'Est du banc des Corbières, ce faciès contient en moyenne 74 % de carbonate de calcium, tandis qu'au Nord, cette teneur est de 40 %.

- Sédiments envasés : Ce vaste ensemble couvre le proche infralittoral du fond de baie, et se prolonge en deux lobes, l'un vers l'Est, l'autre jusqu'au banc des Corbières. Il comprend les vases pures, jusqu'à 90 % de fines (station 143 au sud de Cancale) et les sables envasés à 50 % avec une transition progressive. Le pourcentage de carbonate est de 74 %, montrant une origine identique à celle du faciès précédent.

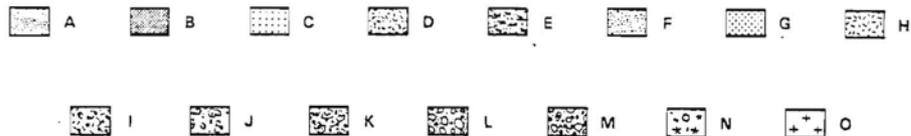
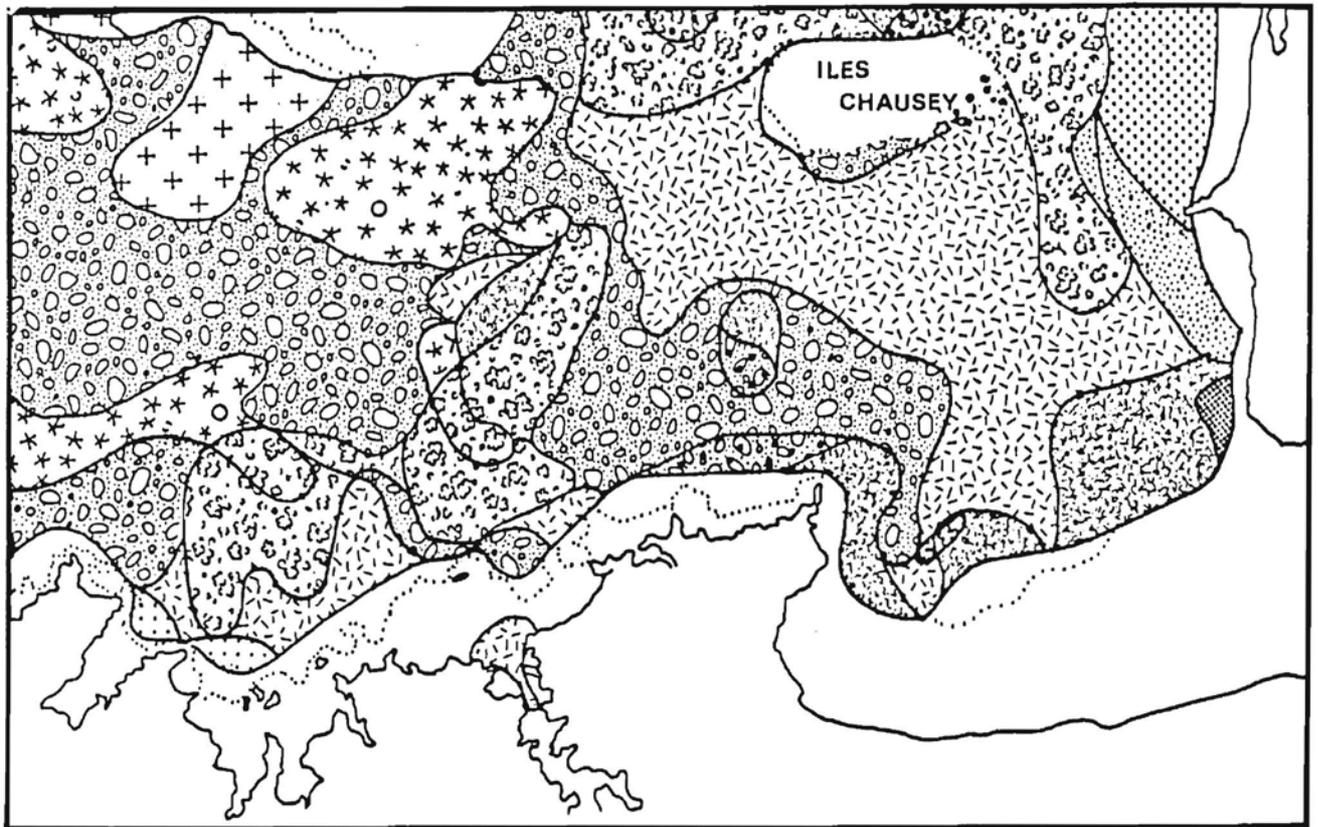
3.1.2. Composition faunistique

La variété de faciès sédimentaires, liée à l'exposition aux courants dominants d'Ouest, entraîne une grande variété de peuplements benthiques (figure 3) inféodés à ces différents faciès (Retière 1980). Nos observations concordent avec cette cartographie.

Au large s'étendent les peuplements de cailloutis à épibiose sessile que l'on retrouve à la côte devant le cap Fréhel, l'archipel de Cézembre et la pointe du Grouin. Au centre, face au chenal de la Rance, ce peuplement est remplacé par une large zone de sables grossiers à maërl, laquelle se prolonge jusqu'à la baie de la Fresnaye.

A la côte, on observe des peuplements de sédiments fins à *Abra alba*, face aux baies de la Fresnaye et de Saint-Cast. Autour de la pointe du Grouin et se prolongeant en baie de Cancale, apparaissent les peuplements de sables hétérogènes, sous eau turbide, caractéristiques de la baie du Mont Saint-Michel.

La présence de sables grossiers propres et bien oxygénés, la présence de maërl en pourcentage variable apportant les carbonates de calcium dissous, ainsi que la richesse des eaux côtières ont favorisé le développement d'une grande variété de populations de mollusques, bivalves et gastéropodes. La présence d'espèces d'intérêt commercial donne lieu depuis longtemps à une exploitation par pêche. Afin d'en souligner l'importance, nous avons noté en annexe 9 la biomasse des principales espèces commerciales trouvées dans les prélèvements : l'amande de mer (*Glycymeris glycymeris*), la palourde rose (*Tapes rhomboïdes*), la spisule (*Spisula ovalis*), la praire (*Venus verrucosa*), la coquille Saint-Jacques (*Pecten maximus*) et le bulot (*Buccinum undatum*). Le reste des résultats faunistiques ne sera pas détaillé dans ce rapport.



Peuplement des sédiments fins à *Abra alba* - *Corbula gibba*.

- A : faciès des sables fins gris à *Hyalinoecia bilineata* - *Spisula subtruncata* - *Tellina fabula*.
- B : faciès oligospécifique d'envasement et dessalure à *Abra alba* - *Macoma balthica*.
- C : faciès des sédiments hétérogènes de transition à *Sthenelais boa* - *Ampharete grubei* - *Nucula hanleyi*.
- D : faciès des sédiments hétérogènes sous eaux turbides à *Sthenelais boa* - *Nucula nucleus* - *Ampharete grubei*.
- E : faciès de maerl envasé sous eaux turbides à *Sthenelais boa* - *Nucula nucleus* - *Jibbula magus*.

Peuplement des sables fins à moyens propres.

- F : peuplement "type" à *Donax variegatus* - *Armandia polyopthalma*.
- G : faciès de transition à *Nassarius reticulatus* - *Armandia polyopthalma*.

Peuplement des sédiments grossiers sablo-graveleux.

- H : peuplement à *Amphioxus lanceolatus* - *Glycymeris glycymeris* incluant :
 - le peuplement type à *Venus fasciata*.
 - les faciès d'appauvrissement climatiques
- J : à *Lithothamnium corallioides*.
- K : à *Lithothamnium corallioides* - *Nucula nucleus*.
- I : à *Nucula nucleus*.

Peuplement des cailloutis à épibiose sessile.

- L : peuplement "type" à *Hyas coarctatus* - *Fisidia longicornis*.
- M : faciès sous eaux turbides.
- N : faciès à *Ophiotrix fragilis*.
- O : fonds durs à *Gibbula cineraria* - *Ocenebra erineacea* - *Lysidice ninetta*.

Figure 3 - Carte biosédimentaire de la zone d'étude.
extrait de Retière (1980)

3.1.3. Répartition de la crépidule

Facteurs de distribution

Sur l'ensemble du secteur concerné par l'étude, on observe une répartition de la crépidule selon un gradient Nord-Sud, fonction de la bathymétrie et de l'exposition au courant. Quelques foyers denses sont développés devant les baies de la Fresnaye et de l'Arguenon, quelques autres dans des foyers très abrités en zones rocheuses, mais la quasi totalité de la population de crépidules est localisée en baie de Cancale. L'action de différents facteurs de répartition est ici mise en évidence.

a) Bathymétrie

La zone d'étude comporte des fonds d'une profondeur maximum de 25 m dans sa partie ouest au niveau de l'archipel du Vieux Banc. A ce niveau, les densités sont généralement inférieures à 10 individus par mètre-carré. Au fur et à mesure que la profondeur diminue, en se rapprochant de l'estran, les densités moyennes augmentent pour devenir maximales entre 0 et 5 mètres de profondeur (CM). Cette répartition en fonction de la bathymétrie correspond aux observations déjà réalisées dans le reste du golfe normano-breton (Noël *et al*, 1996).

b) Hydrodynamisme

Sur l'ensemble du secteur étudié, l'action du courant d'Ouest est un facteur prépondérant dans la répartition des crépidules. On note deux configurations. Certaines populations, protégées des courants dominants d'Ouest, s'étalent largement sur des fonds sableux, aux entrées de baies orientées au Nord-Est. C'est le cas des zones de plus fortes concentrations en baie de la Fresnaye, protégée par le cap Fréhel, en baie de Saint-Cast, protégée par sa pointe et en baie de Cancale, abritée derrière la pointe du Grouin. Par contre, la portion de littoral orientée au Nord-Ouest ne montre que quelques populations de crépidules sur des fonds sableux, abritées derrière des archipels : c'est le cas derrière les îlots formant la porte des Hébihens, au Sud ou à l'Est de l'île de Cézembre et de ses hauts fonds, c'est le cas aussi à l'Est de l'archipel des Tintiaux ou dans une dépression à la sortie du havre de Rothéneuf. Comme en baie de Saint-Brieuc (Hamon et Blanchard, 1994), ce sont les bordures occidentales de chaque baie qui sont les plus densément colonisés, du fait de leur position abritée vis-à-vis des courants dominants de houle.

c) Substrat

Nous avons regroupé les stations en 4 classes sédimentaires et les avons rapporté aux densités observées de crépidules (figure 4). On remarque que les sédiments vaseux contiennent environ 5 fois plus de crépidules que les fonds de sables grossiers, eux mêmes plus colonisés que les fonds de sables fins propres.

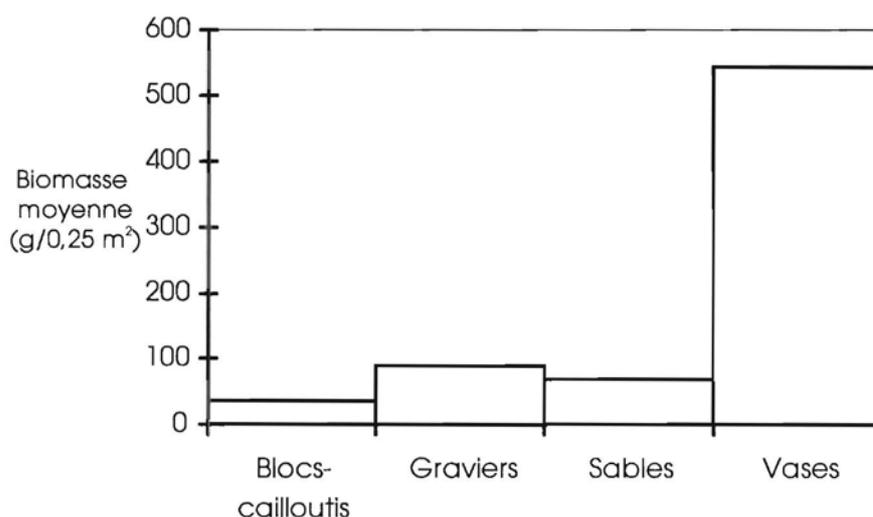


Figure 4 : Preferendum sédimentaire de la crépidule

Les fortes densités en milieu hétérogène envasé à débris coquilliers s'expliquent par le besoin de supports pour la larve. Cette composante sédimentaire existe surtout au fond de la baie de Cancale, du fait de la présence de nombreux débris de coquilles d'huîtres.

d) Facteurs anthropiques

La pêche : La zone d'étude est un secteur côtier où existe une pêche aux engins traînants. L'utilisation du sonar latéral permet l'observation des traces et donne une bonne image de la pression exercée. Pour la récolte des bivalves, diverses dragues sont utilisées entre Fréhel et Saint-Malo principalement. La baie du Mont Saint-Michel est un site de chalutage important. Ces deux activités favorisent la dispersion des crépidules. La présence de populations à proximité des ports de pêche est due au rejet, lors du retour des bateaux (Blanchard, 1995 b) ; c'est le cas aux abords du port de Saint-Cast et dans le chenal de Saint-Malo.

La conchyliculture sur estran : Nos déplacements sur l'estran nous ont permis de constater que la crépidule y est présente partout où se développe la conchyliculture. En baie de la Fresnaye et de l'Arguenon, quelques chaînes sont relevées aux alentours des tables ostréicoles. En baie de Cancale, quelques chaînes sont observées sous les tables dans la moitié inférieure des parcs, ainsi que le long des clôtures grillagées séparant les concessions. Mais en règle générale, l'ostréiculture sur estran (huître creuse) ne semble pas affectée par la prolifération de la crépidule.

La conchyliculture en eau profonde : Les densités élevées de crépidules sur les parcs à huîtres plates de la baie de Cancale, témoignent non seulement de l'influence des paramètres du milieu (cf. ci-dessus), mais d'une activité de dragage et d'apport de coquilles servant de supports à la fixation des larves.

La mytiliculture sur bouchots est une activité peu touchée par les crépidules. Néanmoins, en baie de la Fresnaye ou de l'Arguenon, les crépidules en dérive se déposent autour des pieux formant des obstacles. C'est le cas également en baie de Cancale dans les bouchots du sud. Parmi les bouchots des Hermelles, nous avons pu observer en 1994 des amas de crépidules dont la biomasse atteignait 2 kg/m^2 près des pieux exposés (Cariguel, 1994).

Analyse détaillée par secteurs

Nous détaillerons ci-dessous la répartition de la crépidule, secteur par secteur, en commençant par l'Ouest de la zone d'étude (cf. cartes).

a) Du cap Fréhel à l'île Agot, les densités sont très faibles voire nulles au delà de l'isobathe des 10 mètres. Au large, et sur toute l'étendue prospectée, jusqu'à la latitude $48^{\circ}43'$, il n'y a pas de colonies réellement implantées pour des raisons hydrodynamiques. Les abords de l'archipel du Vieux Banc ne semblent pas présenter de densités particulièrement élevées. Les fortes densités sont localisées devant les différentes baies.

A l'entrée de la baie de la Fresnaye, une population observée par sonar s'est développée sur les fonds de sables fins hétérogènes, à l'abri de la pointe de La Latte. Elle recouvre de 20 à 30 % du fond. Des densités plus faibles sont



relevées sur les fonds de sables moyens. De fortes densités sont localisées dans les creux de ridins situés à l'entrée de la baie.

Devant Saint-Cast, la présence d'abris rocheux et l'activité de pêche ont favorisé le développement d'une population entre l'archipel des Bourdinots et la pointe de Saint-Cast, avec des biomasses pouvant atteindre 5 kg/m² (st. 26A).

Les dragages réalisés (cf annexe 3) montrent de grandes variations de densité selon les secteurs. Une petite zone de très forte densité apparaît au Sud-Est de l'archipel, à l'abri d'une dépression, près de la station 43. Au Sud du port existe un dépôt de dragage, visible à basse mer. D'autres individus échoués sont observés dans les installations conchylicoles au niveau de la pointe du Bay, en provenance d'un foyer installé au centre de la baie, sur des fonds hétérogènes sableux.

Entre l'île des Hébihens et l'île Agot, devant la Moulière de Saint-Briac, existe une population dense située entre 5 et 10 mètres dans une dépression. Des densités de 19 kg/m² (station 35A) y sont relevées. Certains de ces individus, arrachés par les courants, sont déposés à la côte et se fixent sur les façades Est de l'archipel des Hébihens, des îlots du Perron et de l'ilet.

b) De l'île Agot à la Pointe du Grouin, la présence de hauts fonds rend cette zone difficilement accessible. Pour cette raison, nous n'avons pu échantillonner en détail la rade de Saint-Malo où certaines populations de crépidules sont peut-être implantées.

De l'île Agot jusqu'à celle de Cézembre, les biomasses observées sont faibles à l'extérieur de la zone rocheuse, mais dépassent 5 kg/m² à l'intérieur (st. 72). Dans le chenal, une population dense (>8 kg/m²) a été localisée devant les îlots des Houvras (rejets d'avant-port ?). A l'Est de l'île de Cézembre l'activité de pêche paraît importante (présence de nombreuses espèces commerciales). Protégées par un chapelet d'îles, des fonds de sables hétérogènes renferment d'importantes densités de crépidules. La première zone est située au Sud des "Pierres aux Normands". Par 5 mètres de profondeur, 30 % des fonds sont recouverts, sur une surface de quelques centaines de mètres carrés. Une seconde zone, sous la forme d'une bande d'environ 2 km de long est observée au Sud de l'île des Létruns.

Les densités sont élevées et deux secteurs sont recouverts à 100 %. Une biomasse de près de 20 kg/m² est mesurée à la station 111b sur des fonds envasés.

De la Pointe de la Varde à l'archipel des Tintiaux, les densités sont faibles dans la zone cartographiée. Tout au plus peut-on signaler la présence, observée par plongée (Cariguel, com. pers.), d'une population implantée à la sortie du Havre de Rothéneuf, dans une dépression. A l'abri de l'archipel des Tintiaux, la présence d'une vaste zone sablo-vaseuse favorise le développement d'une population importante qui recouvre 50 % du fond. Des observations vidéo ont permis de confirmer cette forte présence.

c) Autour de la Pointe du Grouin, on note l'absence de crépidules au voisinage de l'île des Landes et des roches de Herpin, vraisemblablement du fait de l'hydrodynamisme. Par contre, sitôt à l'est de celles-ci, une bande de sédiments grossiers, située sur des fonds supérieurs à 10 m, se prolonge dans la baie. Des biomasses de plus de 3 kg/m² y sont observées. Il s'agit ici d'une population installée à la suite de rejets de dragage dans une fosse située au large de la bouée de La Fille et connue pour être un site de rejet.

Vers le Sud, les densités paraissent très faibles jusqu'au banc des Corbières. La présence d'individus dans les anses de Port-Mer et Port-Pican a été signalée. Sur le banc de sable des Corbières lui-même, la crépidule n'est pas récoltée.

d) Baie de Cancale. La baie de Cancale *sensu-stricto* illustre parfaitement les conséquences des différents facteurs qui favorisent la répartition de la crépidule. L'accumulation dans un seul site des facteurs les plus propices entraîne la présence des biomasses les plus fortes (>25 kg/m²). La conjonction dans cette zone, de courants giratoires, d'une profondeur faible, de sédiments sablo-vaseux à forte teneur en carbonates, de supports coquilliers nombreux et d'une intense activité de dragage et de chalutage, entraîne le développement d'une forte population concentrant la quasi totalité des effectifs de la zone d'étude.

En une vingtaine d'années la crépidule a envahi toute la zone. On observe aujourd'hui des chaînes d'individus éparses, échouées dans la moitié inférieure des parcs devant Cancale. De petites populations sont installées également au pied des bouchots du fond de baie, du fait de rejets de pêche par les ostréiculteurs comme essais d'élimination en zone exondable (selon les professionnels). D'autres sont implantées dans les bouchots des

Hermelles (jusqu'à 2 kg/m²), ainsi que dans le massif des Hermelles lui-même (Cariguel, 1994 ; Kirchmann, 1998). A l'Est de la longitude 1°40 correspondant à la limite de notre zone d'étude, les densités de crépidules deviennent de plus en plus faibles.

Sur la carte de répartition, on observe que les densités les plus fortes sont dans la moitié nord des parcs en eau profonde, avec un prolongement vers le Nord-Ouest suivant la ligne bathymétrique de 2 m. jusqu'au banc des Corbières. Cette répartition suit le courant giratoire qui disperse les larves et leurs supports. Entre le banc des Corbières et l'île des Rimains, l'effet de chasse du courant limite le dépôt des larves et donc l'implantation d'une population.

Dans cette partie nord des parcs, le recouvrement est de 100 % et les biomasses sont les plus élevées (près de 23 kg/m² au point C).

Au niveau des parcs ostréicoles, le fait que cette zone soit régulièrement draguée et que les crépidules soient retirées dans certains secteurs, puis déposées dans d'autres, ne reflète pas une répartition naturelle sur le fond. Dans l'enceinte des parcs ostréicoles, on estime la biomasse à environ 19 000 tonnes, essentiellement concentrée dans la partie nord des concessions principales ; celles des Hermelles présentent des concentrations beaucoup plus faibles.

Autour de cette zone de forte densité, les auréoles d'iso-concentrations décroissantes apparaissent très serrées. Côté Nord, si les limites de densité correspondant à plus de 30 % de recouvrement suivent à peu près celles des parcs, on observe une excroissance sensible au niveau de la bande sablo-vaseuse d'orientation Nord-Est. Vers le Sud, la décroissance rapide est due à la proximité du zéro bathymétrique et à la forte turbidité engendrée à basse mer. On note toutefois une zone de forte densité à l'extrémité sud-est des parcs (rejets ?). Au Sud-Ouest des concessions, l'absence d'observations et de prélèvements ne permet pas de quantification, mais les biomasses y sont faibles, selon les professionnels eux-mêmes, d'où le figuré particulier concernant ce secteur.

3.2. RESULTATS QUANTITATIFS

Les stations 31, 67 et 112, situées en dehors de la zone, ne sont pas prises en compte dans l'estimation pondérale. Par contre, pour les stations 76 et 104, les deux échantillons A et B nettement séparés géographiquement sont considérés comme deux stations différentes (cf. annexes 6, 7A, B et C).

3.2.1. Evaluation de la biomasse

Les deux secteurs A et B sont considérés séparément (cf. tableau 4 A et B). Le stock total est évalué à $127783 + 21341 = 149124$ tonnes et l'écart-type à 16351 tonnes, soit un intervalle de confiance à 95 % de sécurité égal à $149124 \pm 1,96 \times 16351 = 32048$

La biomasse de crépidules, entre le cap Fréhel et le Mont Saint-Michel, est évaluée à $149\ 000 \pm 32\ 000$ tonnes (poids total frais).

Le calcul révèle que le secteur qui s'étend du cap Fréhel à la pointe de la Varde, devant Saint-Malo (cf tableau 4A), présente une biomasse de crépidules d'environ 21 000 tonnes. On notera que la biomasse des zones de recouvrement supérieur à 50 % n'apparaît pas puisqu'il n'y a pas de prélèvements quantitatifs dans ces zones. La sous-évaluation de biomasse ainsi faite peut-être estimée à un millier de tonnes.

Le secteur le plus colonisé est situé derrière l'archipel de Cézembre, au sud des îles de Letruns. Dans ce secteur de 1,2 km² où le recouvrement est supérieur à 10 % du fond, la biomasse est estimée à 8 900 tonnes, dont 5 400 environ sont concentrées sur 8 hectares.

Dans le secteur géographique compris entre Saint-Malo et la baie du Mont Saint-Michel, la biomasse est estimée à environ 128 000 tonnes, dont la quasi-totalité est située en baie de Cancale. La zone des Tintiaux où le recouvrement est supérieur à 10 % du fond sur 1,68 km², ne représente qu'une biomasse de 3 000 tonnes. 100 000 tonnes environ sont localisées en fond de baie, ce qui représente les deux tiers de toute la biomasse mesurée dans la zone d'étude.

A : Secteur Fréhel - Saint Malo

Recouvrement	Nombre de stations	Biomasse (g/m2) moy. + écart-type	Surface (km2)	Biomasse (tonnes)
<1 %	32	16,77 - 33,62	109,68	1839
1-5 %	30	123,90 - 234,5	32,85	4069
5-10 %	16	573,59 - 860,41	11,46	6573
10-20 %	14	1427,0 - 1552	3,10	4424
20-30 %	3	669,63 - 905,59	0,58	388
30-50 %	5	6979,5 - 4280,10	0,58	4048
50-70 %	0		0,04	
70-100 %	0		0,08	
TOTAL	100			21341

B : Secteur St Malo-Cancale

Recouvrement	Nombre de stations	Biomasse (g/m2) moy. + écart-type	Surface (km2)	Biomasse (tonnes)
<1 %	45	21,11 - 59,55	64,93	1370
1-5 %	37	222,1 - 299,0	52,25	11602
5-10 %	22	679,3 - 910,3	28,78	19549
10-20 %	21	1235 - 918,7	9,53	11769
20-30 %	21	2809 - 1998	9,65	27109
30-50 %	3	5272 - 1915	1,25	6590
50-70 %	4	6323 - 2535	3,12	19729
70-100 %	9	7245 - 6900	4,15	30065
TOTAL	162			127783

C : Total de la zone d'étude

Recouvrement	Nombre de stations	Biomasse (g/m2) moy. + écart-type	Surface (km2)	Biomasse (tonnes)
<1 %	77	19,3 - 50,18	174,61	3209
1-5 %	67	178,1 - 274,5	85,10	15670
5-10 %	38	634,8 - 879,4	40,24	26122
10-20 %	35	1312 - 1194	12,63	16193
20-30 %	24	2542 - 2017	10,23	27497
30-50 %	8	6339 - 3507	1,83	10638
50-70 %	4	6323 - 2535	3,16	19729
70-100 %	9	7245 - 6900	4,23	30065
TOTAL	262		332,03	149124

Tableau 4 : Evaluation sectorielle de la biomasse de crépidules (A et B), puis globale (C).

Le regroupement de ces résultats en trois grandes zones, selon qu'elles présentent des densités faibles (<5 %), moyennes (5-20 %) ou élevées (>20 % de recouvrement) relativise l'importance de leurs surfaces.

Densité crépidule	Couverture crépidules	Nombre stations	Biomasse g/m ²	Surface (km ²)	Surface %	Biomasse (tonnes)
faible	0-5 %	144	72,69	259,71	78	18880
moyenne	5-20 %	73	800,35	52,87	16	42315
forte	20-100 %	45	4520,7	19,45	6	87929
TOTAL		262		332,03	100	149124

Tableau 5 : Résultats synthétiques des évaluations

On observe ainsi que l'ensemble de la zone d'étude représente une surface de 332 km². Sur la moitié de celle-ci environ, et correspondant au secteur du large, le pourcentage de recouvrement est inférieur à 1 %, ce qui correspond à une biomasse de crépidules de moins de 20 g/m² (cf. tableau 4C).

Par contre, les deux zones de densités les plus élevées, de recouvrement de 50 à 70 % et de 70 à 100 %, ont des surfaces faibles puisqu'elles correspondent chacune à environ de 1 % de cette surface (3 et 4 km² respectivement). Toutes deux sont concentrées dans leur quasi-totalité au fond de la baie de Cancale.

Les zones de fortes densités (20 à 100 % de recouvrement) occupent moins de 20 km² sur l'ensemble du secteur d'étude (cf. tableau 5) et sont majoritairement concentrées en baie de Cancale. Elles représentent plus de 88 000 tonnes, soient plus de la moitié de la biomasse totale.

3.2.2. Incertitude et sous-estimation

L'intervalle de confiance autour de la valeur de biomasse totale, calculé à 95 % de sécurité, est estimé à 32048 tonnes. Cette incertitude est essentiellement due à la répartition naturelle de cette espèce.

Dans certains secteurs, la faible surface des zones de forte densité n'a pas permis l'échantillonnage. Cette lacune entraîne une sous-estimation de la biomasse. C'est le cas dans de nombreuses zones comme celle située devant la Fresnaye où la population observée couvre plus de 50 % du fond.

En baie de Cancale, nous n'avons mesuré qu'une seule valeur supérieure à 10 kg/m², alors que l'observation (sonar ou vidéo) montrait de très fortes densités. Il est donc vraisemblable que les résultats obtenus soient sous-évalués dans le fond de baie, sur les parcs ostréicoles notamment, où l'accessibilité réduite ne nous a pas permis de multiplier les échantillons.

Une autre raison de sous-évaluation possible provient du fait que nous avons utilisé des données de dragage dont on sait qu'elles sous-estiment les fortes biomasses par refoulement. Nous avons pourtant conservé ces valeurs, ramenées à la surface unitaire, car ce sont les seules qui soient disponibles dans les secteurs échantillonnés, et qu'elles sont de teneur variable.

L'absence de prélèvements dans les strates rocheuses, nombreuses dans le secteur couvert, et qui servent d'abris pour les populations de crépidules ne nous permet pas d'en faire l'estimation. C'est le cas notamment de la rade de Saint-Malo. Il y a encore, une cause de sous-évaluation de la biomasse totale.

3.2.3. Comparaisons avec les données antérieures

Evolution spatiale

Dans le secteur concerné, seule la baie de Cancale avait fait l'objet d'études détaillées sur le sujet. Après les premiers travaux de 1985 (Blanchard *et al.*, 1986), mettant en évidence des densités élevées en baie de Cancale, par rapport au reste de la baie, une cartographie générale de la population de crépidule en baie de Cancale a été publiée en 1994 (Cariguel, 1994). Les plus fortes densités, basées sur quelques mesures quantitatives, étaient centrées autour de la latitude 48°40 N et de la longitude 1°48 W. Cette étude laissait supposer vers le Nord-Est une extension importante d'une zone de biomasse élevée contenant 1 à 5 kg/m². Les prélèvements réalisés dans le cadre du présent travail infirment cette hypothèse. La seule valeur élevée étant relevée au point 127A, avec 2,4 kg/m². On observe, par contre, une excroissance de la zone de forte densité vers le Nord des parcs, ainsi qu'une extension vers les parcs à huîtres de l'Est, liée vraisemblablement à l'activité de dragage.

Evolution quantitative

A titre de comparaison, nous avons repris les données d'Octobre 1993 (Blanchard et Youenou, 1993), obtenues sur 65,31 km², au niveau des parcs. La biomasse estimée par dragage était de 96 370 tonnes. Grâce aux observations récentes par sonar à balayage latéral, nous avons digitalisé les différentes surfaces par zones d'isodensité, en leur affectant les valeurs pondérales moyennes calculées (cf. annexe 7). La biomasse ainsi recalculée est de 90 846 tonnes, soit un résultat très proche du précédent. Il serait risqué d'en tirer une conclusion hâtive sur la variation pondérale de la population. L'estimation de Cariguel (1994) de 173 000 tonnes pour la baie de Cancale au sens large, s'avère excessive, du fait qu'elle proposait une extension vers l'Est des strates de fortes densités, ce qui n'est pas vérifié par sonar.

3.2.4. Evaluation pondérale des coquilles de crépidules

A chaque station, nous avons mesuré le poids de coquilles (vides) de crépidules, servant de supports aux individus vivants ou éparses. Si nous ajoutons à ces résultats, la fraction coquillière des individus vivants mesurés, qui représente 57 % du poids total de l'animal (Blanchard *et al.*, 1986), nous obtenons un poids de matière coquillière de crépidule, par échantillon. Ces données pourront être utiles dans le cas d'un traitement industriel. Le lecteur intéressé trouvera les résultats en annexe 8.

4. DISCUSSION

4.1. Crépidule et activité conchylicole

4.1.1. Liaisons inter-spécifiques

La crépidule est une espèce intimement liée à l'huître. Les deux espèces présentent une évolution proche et ont un biotope identique (Hoagland, 1977). Des travaux en cours envisagent que les larves de crépidules pourraient être attirées par la présence de l'huître (J. Pechenik, com. pers.). Il est donc naturel de trouver les crépidules en forte densité dans les concessions ostréicoles. De plus, la forme et la surface de l'huître plate sont favorables à la fixation des juvéniles. La densité des crépidules étant supérieure à celle des supports, chacune des jeunes huîtresensemencées peut être théoriquement colonisée.

Les deux espèces sont des filtreurs qui se nourrissent des particules organiques en suspension. La richesse nutritive de la baie de Cancale a permis le développement de l'ostréiculture et de la mytiliculture, pour atteindre aujourd'hui une biomasse de filtreurs cultivés d'environ 20 000 tonnes. A ce cheptel s'ajoutent les filtreurs sauvages (mollusques et ascidies essentiellement). Il y a compétition trophique entre ces diverses espèces. L'augmentation des densités de crépidules pourrait, à terme, entraîner un déséquilibre trophique au détriment des moins prolifiques.

Actuellement nous ne sommes pas réellement en mesure de prouver s'il y a ou non détournement de la nourriture phytoplanctonique au profit de la crépidule, en provoquant un déficit alimentaire chez les huîtres, voire des baisses de croissance, des études sont en cours sur ce sujet.

L'émission de biodépôts en grande quantité par la crépidule et leur piégeage dans les zones denses participent à l'envasement du milieu et notamment des parcs ostréicoles (Ehrhold *et al.*, 1998). Une crépidule produit 0,013 g. (poids sec) par gramme de chair sèche et par heure (Manac'h, 1995) ; cette valeur augmentant avec la turbidité du milieu. Pour une population de 90 000 tonnes de crépidules seules, au niveau des parcs de Cancale, cela correspond à un apport journalier d'environ 750 tonnes de biodépôts vaseux dont l'impact sur l'ostréiculture ne peut être que négatif en cas de remise en suspension, l'excès de turbidité étant défavorable à l'huître.

4.1.2. Evolution de la population

Sans une intervention de récolte, on peut prévoir dans les prochaines années une augmentation sensible de la biomasse de crépidule en baie de Cancale qui est le site le plus favorable à son développement.

L'extension pourrait se produire vers le Nord-Est, sur la zone de sable envasé et vers les nouveaux parcs à l'Est, et cela tant que les supports disponibles pour les larves seront en quantité suffisante sur le fond.

Une autre cartographie des populations de crépidules, associée elle aussi à celle des sédiments, vient d'être réalisée dans la zone comprise entre Chausey et la baie du Mont Saint-Michel (Ehrhold *et al.*, 1998 ; Blanchard et Ehrhold, 1999). Elle permet d'observer que les populations de crépidules sont en augmentation notamment le long du Cotentin, au sein des dunes de sable.

En dehors des opérations de récolte qui devraient intervenir prochainement, deux mesures efficaces permettraient de limiter l'évolution de l'espèce :

1) Lors des opérations de dragage, il faut désormais proscrire la remise à l'eau des crépidules, qui par sa répétition depuis une vingtaine d'années, a accentué localement une évolution naturelle générale sur toute la zone. La mise en place de moyens de traitement devrait permettre l'application effective de la loi du 30/12/1932 concernant la destruction obligatoire de la crépidule, application jusqu'ici difficile faute d'installations à terre.

2) Lors des opérations de nettoyage à Cancale, la récolte et la mise à terre des crépidules devrait s'accompagner de façon systématique de celle des coquilles vides et des débris coquilliers nombreux dans ce secteur. Ceci permettrait de diminuer la fixation des larves par réduction des supports disponibles.

4.2. Comparaison avec la baie de Saint-Brieuc

L'utilisation de méthodes d'observation et de prélèvement identiques permet la comparaison avec les résultats obtenus sur la crépidule en baie de Saint-Brieuc (Hamon et Blanchard, 1994), où la surface occupée par les plus fortes densités (70-100 % de recouvrement) représente environ 18 km² soit 4 % de la zone totale. Sur la présente zone d'étude, cette même densité occupe une surface de 4 km², soit 1,2 % de la surface analysée.

En baie de Saint-Brieuc, les zones de fortes densités, correspondant à 20-100 % de recouvrement, occupent une surface de 91 km² et contiennent environ 180 000 tonnes de crépidules. Du cap Fréhel au Mont Saint-Michel, ces mêmes concentrations n'occupent que 20 km² mais renferment une biomasse d'environ 87 000 tonnes. Nous avons pu noter qu'elles étaient essentiellement localisées en baie de Cancale. Ces fortes densités sont donc plus concentrées spatialement qu'en baie de Saint-Brieuc.

Un atlas de la baie de Saint-Brieuc récemment publié (Augris et Hamon, 1996) renseigne sur la nature et la morphologie des fonds, l'hydrodynamisme et l'activité halieutique. Ces renseignements permettent d'observer les relations existant entre ces paramètres et la répartition de la crépidule, de la même façon que nous avons pu le faire dans ce travail.

En baie de Saint-Brieuc, comme en baie du Mont Saint-Michel, les fortes concentrations de crépidules sont localisées sur la façade ouest ; or, la circulation des courants résiduels est identique dans les deux baies (Garreau, 1993) et les flux nutritifs terrigènes sont localisés en amont des fortes concentrations, de façon similaire. De part et d'autre, une activité ostréicole est proche d'une pêche intense par dragage. Ces éléments permettent d'envisager des évolutions identiques pour les deux populations de crépidules.

La biomasse en baie de Saint-Brieuc étant évaluée à 250 000 tonnes (Hamon et Blanchard, 1994), la population de crépidules qui s'étend de l'archipel de Bréhat à Cancale représente donc une biomasse totale d'environ 400 000 tonnes.

CONCLUSIONS

En 25 ans, la crépidule a progressivement envahi le littoral nord de la Bretagne, pour atteindre aujourd'hui des densités élevées qui menacent l'équilibre du biotope. Sur les 150 000 tonnes estimées, du cap Fréhel à la baie du Mont Saint-Michel, les fortes biomasses (20-100 % de recouvrement) en représentent 90 000 environ et sont essentiellement situées en baie de Cancale. Ces valeurs montrent d'une part la rapidité de la prolifération et d'autre part l'importance du déséquilibre qui s'est instauré.

Pour que l'information sur la zone d'étude soit complète, d'autres travaux seraient nécessaires dans certains secteurs, comme en rade de Saint-Malo, zone rocheuse pour laquelle des moyens particuliers n'ont pas été mis en oeuvre, du fait du temps imparti pour l'étude. S'agissant de l'évaluation d'une espèce proliférante, cette étude ne donne qu'une image momentanée de la population. De nouvelles observations ultérieures seront nécessaires pour en estimer l'évolution.

Outre une amélioration de la connaissance de l'espèce, le présent travail a permis de mettre en évidence les facteurs environnementaux locaux qui influent sur sa répartition et qui favorisent sa prolifération (hydrodynamisme, granulométrie du sédiment, dépôts coquilliers...). Les résultats obtenus confirment que cette évolution est également le fait d'activités anthropiques (dépôts, rejets...).

Pour limiter la prolifération, la seule technique de lutte vraiment efficace serait la récolte et la mise à terre. C'est celle que nous encourageons depuis longtemps. Plusieurs méthodes peuvent être développées, selon la densité en place, l'accessibilité et les moyens disponibles. Pour un meilleur résultat, il est nécessaire que l'effort de lutte engagé en Bretagne soit étendu, de façon simultanée, aux autres régions du littoral concernées par le problème. Cependant, il faut bien souligner que l'éradication complète de ce compétiteur est désormais impossible, vu l'ampleur et les modalités de sa distribution. La crépidule fait désormais partie intégrante des espèces marines de notre littoral.

BIBLIOGRAPHIE

Augris C., Hamon D., (coordinateurs) et al., 1996 - Atlas thématique de l'environnement marin en baie de Saint-Brieuc (Côtes d'Armor). Editions IFREMER : 72 p. + 20 cartes.

Blanchard M., 1994 - Il y a cinquante ans les crépidules débarquaient en France. Le Marin, 2447 : p.40.

Blanchard M. et A. Ehrhold, 1999 - Cartographie et évaluation du stock de crépidules (*Crepidula fornicata* L.) en baie du Mont Saint-Michel. Haliotis 28 (accepté).

Blanchard M., Quiniou F., Youenou G. et D. Coïc, 1986 - Etat actuel de la prolifération de la crépidule (*Crepidula fornicata*) dans le golfe normano-breton. In: Etude Régionale Intégrée du Golfe Normano-Breton. Rapport IFREMER DERO.EL/86.27, III : 76-96.

Blanchard M. et G. Youenou, 1993 - Evaluation quantitative de la crépidule (*Crepidula fornicata*) en baie de Cancale. Rapport IFREMER DEL/93.20, 13p. + annexes.

Blanchard M., 1995a - Origine et état de la population de *Crepidula fornicata* (Gastropoda prosobranchia) sur le littoral français. Haliotis 24 : 75-86.

Blanchard M. 1995b - Spread of the slipper limpet (*Crepidula fornicata*) in Europe ; Current state and consequences. 12th Malacological Congress, Vigo, 4-9/09/1995. Scientia Marina 6 (sup.2) : 109-118.

Cariguel M., 1994 - Cartographie, évaluation et bilan trophique de la population de crépidules (*Crepidula fornicata*) en baie de Cancale. Rapport de stage DESS IFREMER/Université de Caen, 49p.+ annexes.

Dupouy H. et D. Latrouite, 1979 - Le développement de la crépidule sur le gisement de coquilles Saint-Jacques de la baie de Saint-Brieuc. Sciences et Pêche 292 : 13-19.

Ehrhold A., Blanchard M., Auffret J.P., et T. Garlan, 1998 - Conséquences de la prolifération de la crépidule (*Crepidula fornicata*) sur l'évolution sédimentaire de la baie du Mont Saint-Michel (Manche, France). C. R. Acad. Sci. Paris 327 : 583-587.



Frontier S., 1983 - Stratégies d'échantillonnage en écologie. Collection d'écologie 17, PUL. Masson ed. 494 p.

Garreau P., 1993 - Condition hydrodynamique sur la côte Nord-Bretagne. Rapport interne IFREMER-DEL/ 93.02, 19p. + annexes.

Guillaumont B, Hamon D. et C. Retière, 1986 - Estrans et zones humides *in* Etude Régionale Intégrée du Golfe Normano-Breton. Rapport IFREMER DERO.EL/86.27, IV : 23-70.

Hamon D. et M. Blanchard, 1994 - Etat de la prolifération de la crépidule (*Crepidula fornicata*) en baie de Saint-Brieuc. Rapport IFREMER DEL/ 94.14, 29 p.

Hoagland E., 1977 - Systematic review of fossil and recent *Crepidula* and discussion of evolution of the Calyptraeidae. Malacologia, 16 (2) : 353-420.

Houlgatte E., 1996a - Sédiments superficiels marins et répartition de la crépidule (*Crepidula fornicata*) entre le cap Fréhel et les abords de Saint Malo. Rapport de contrat IFREMER, 27p. + annexes.

Houlgatte E., 1996b - Sédiments superficiels marins et répartition de la crépidule (*Crepidula fornicata*) entre les abords de Saint Malo et la baie du Mont-Saint Michel. Rapport contrat IFREMER, 25 p.+ annexes.

Jouan G., 1977 - Etude des conditions de développement de l'ostréiculture en eau profonde en baie du Mont Saint-Michel. Rapport ISTPM - Centre Régional d'Etudes Biologiques et Sociales, 35 p.

Kirchmann M., 1998 - Le banc des hermelles (*Sabellaria alveolata*) et la pullulation de la crépidule (*Crepidula fornicata*) en baie du Mont Saint-Michel. Mémoire DEA Orléans 39p.

Le Gall P., 1980 - Etude expérimentale de l'association en chaîne et de son influence sur la croissance et la sexualité chez la crépidule (*Crepidula fornicata*, mollusque gastéropode). Thèse Univ. Caen 251 p.

Le Hir P., Bassoulet P, Erard E., Blanchard M., Hamon D., Jégou A.M., et IRIEC, 1986 - Etude Régionale Intégrée du Golfe Normano-Breton. 6 vol. Rapport IFREMER DERO.EL/86.27.

Manac'h N., 1995 - La biodéposition de la crépidule (*Crepidula fornicata*). Impact sur l'écosystème de la rade de Brest. Rapport IFREMER DEL 95.15, 38p. + annexes.

Marteil L., 1963 - La crépidule (*Crepidula fornicata*) en France. Sciences et Pêche 121 : 1-6.

Noël P., Blanchard M. et P. Berthou, 1996 - Cartographie et évaluation des principaux mollusques filtreurs du golfe normano-breton. Rapport IFREMER-DEL 95.11-DRV/RH , 31p.+ annexes.

Retière C., 1980 - Contribution à la connaissance des peuplements benthiques du golfe normano-breton. Thèse Université de Rennes, 431p.

Sauriau P.G., Pichocki-Seyfried C, Walker P., De Montaudouin X., Palud C. et M. Héral, 1998 - *Crepidula fornicata* L. (mollusque gastéropode) en baie de Marennes-Oléron : cartographie des fonds par sonar à balayage latéral et estimation du stock. Oceanologica Acta, 21(2) : 353-362.

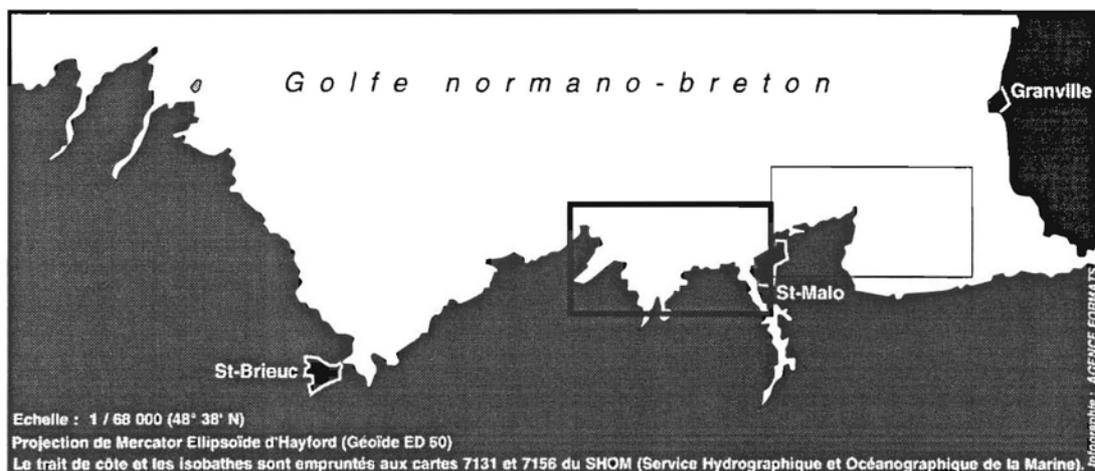
Que soient remerciées ici toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à ce travail. Mes remerciements vont particulièrement à E. Houlgatte pour le dépouillement des sonogrammes et les analyses sédimentaires. Ils vont également à J.P. Annezo, J.D. Gaffet, E. Le Gall et G. Youenou pour les échantillonnages d'estran et en mer, et à P. Bodenes pour la digitalisation cartographique. Un remerciement aux personnels navigants des navires "Thalia" et "Gwen-Drez", ainsi qu'à ceux des bateaux de pêche "Thalassa" et "Ostrea edulis" de J.C. Colin et C. Beaulieu.

L'infographie des cartes originales a été réalisée par l'Agence Formats et leur impression par la Société Ouest-Hélio.

REPARTITION DE LA CREPIDULE *(Crepidula fornicata)* ET DES SEDIMENTS MARINS SUPERFICIELS

par M. BLANCHARD (IFREMER)
et E. HOULGATTE (Cabinet d'Etudes)

CARTE n° 1 DU CAP FREHEL AUX ABORDS DE SAINT-MALO



Données d'études

Sonar latéral

 Limites des zones couvertes

Prélèvements à la benne. Campagnes CREPE

- 87 Avec diagnose simple
- 145 Avec diagnose et analyses sédimentologiques

Campagnes "GNB"

- 391 Avec diagnose simple

Vidéo

••••• Profil vidéo

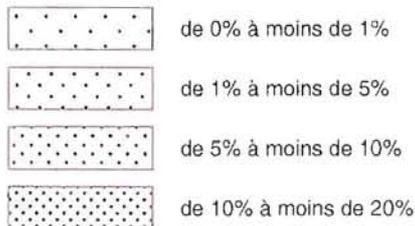
Biologie

Crépidule (*Crepidula fornicata*)

 Limites du domaine étudié

★ Présence observée sur l'estran

Pourcentages de recouvrement des fonds



Géologie

Couverture de sédiments meubles



Figures sédimentaires

-  Trainées sableuses
-  Mégarides de longueur d'onde supérieur à 2 mètres

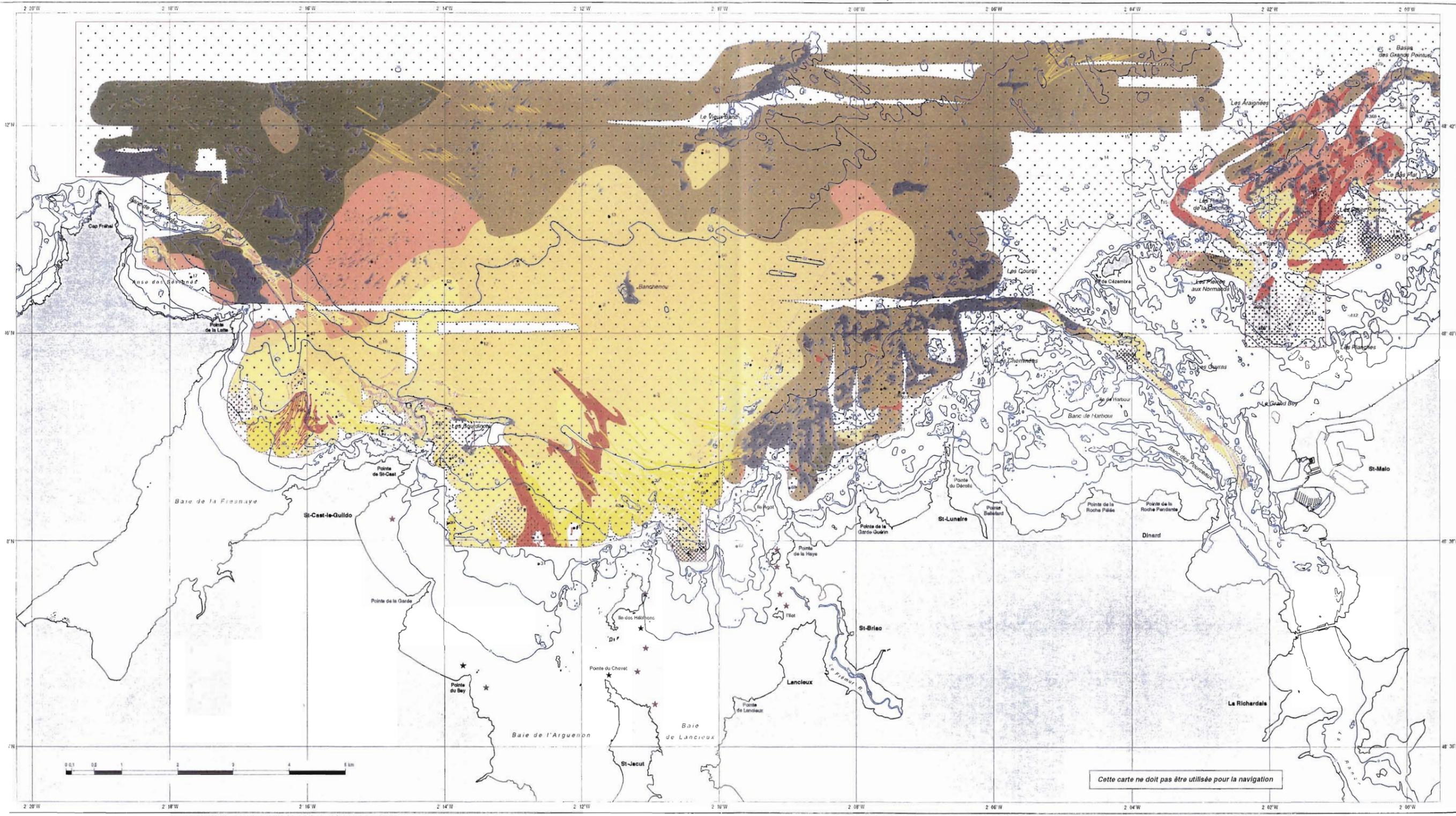
Substratum rocheux

 Roches indifférenciées, reconnues au sonar latéral

Morphologie

 Isobathes en mètres

 Limites d'écueils

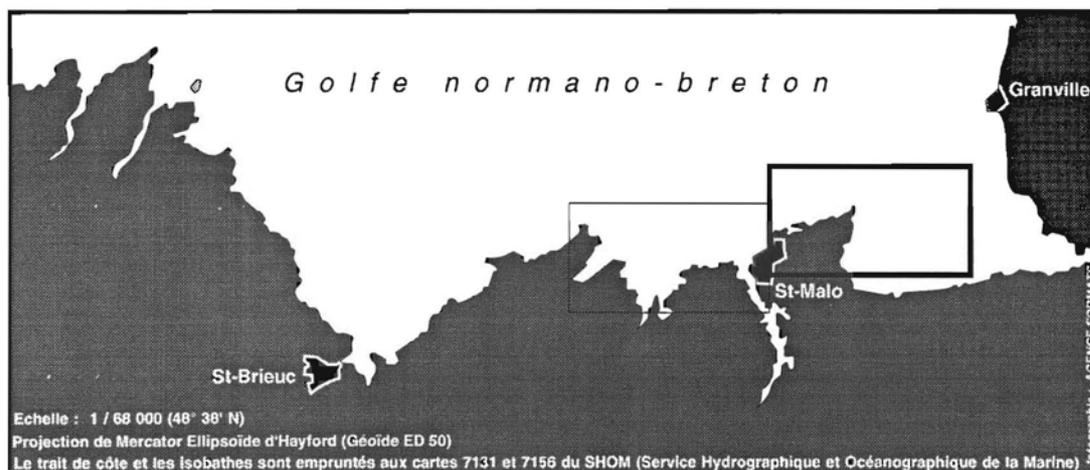


Cette carte ne doit pas être utilisée pour la navigation

REPARTITION DE LA CREPIDULE (*Crepidula fornicata*) ET DES SEDIMENTS MARINS SUPERFICIELS

par M. BLANCHARD (IFREMER)
et E. HOULGATTE (Cabinet d'Etudes)

CARTE n° 2 DES ABORDS DE SAINT-MALO A LA BAIE DU MONT SAINT-MICHEL



Données d'études

Sonar latéral

 Limites des zones couvertes

Prélèvements à la benne. Campagnes CREPE2 et CREPE3

-  87 Avec diagnose simple
-  145 Avec diagnose et analyses sédimentologiques

Campagnes "GNB"

-  391 Avec diagnose simple

Plongées et Vidéo

-  Point de plongée
-  Vidéo en station
-  Profil vidéo

Biologie

Crépidule (*Crepidula fornicata*)

 Limites du domaine étudié

 Présence observée sur l'estran

Pourcentages de recouvrement des fonds

-  de 0% à moins de 1%
-  de 1% à moins de 5%
-  de 5% à moins de 10%
-  de 10% à moins de 20%

-  de 20% à moins de 30%
-  de 30% à moins de 50%
-  de 50% à moins de 70%
-  de 70% à 100%

 Limites de présence présumée

Géologie

 Limites du domaine étudié

Couverture de sédiments meubles

-  Vases compactes et/ou sables fins très envasés
-  Sables plus ou moins envasés
-  Sables moyens (de 0,2 à 0,5 mm)
-  Sables moyens et/ou sables grossiers dominants, avec l'omniprésence de graviers

-  "Maéri"
-  Graviers, à sables grossiers (sans cailloux)
-  Graviers, à sables grossiers et cailloux
-  Graviers et cailloux

Figures sédimentaires

 Traînées sableuses

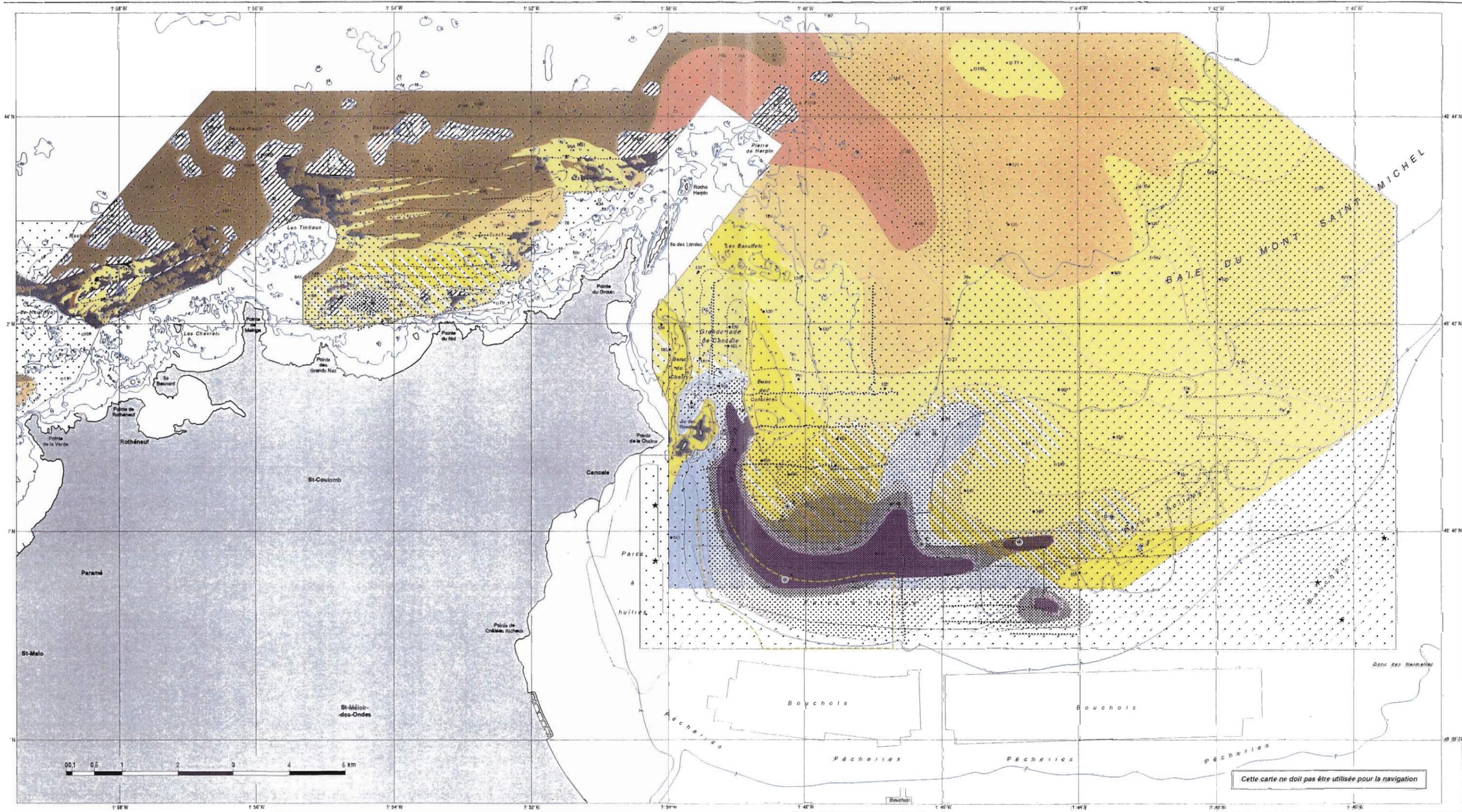
Substratum rocheux

-  Roches indifférenciées, reconnues au sonar latéral
-  Zones rocheuses aux contours établis à partir des cartes SHOM, non confirmés au sonar latéral

Morphologie

 10 Isobathes en mètres

 Limites d'écueils



Cette carte ne doit pas être utilisée pour la navigation

ANNEXES

Stations		Position																									
N°	A B	Latitude N	Longitude W	N°	A B	Latitude N	Longitude W	N°	A B	Latitude N	Longitude W	N°	A B	Latitude N	Longitude W	N°	A B	Latitude N	Longitude W	N°	A B	Latitude N	Longitude W	N°	A B	Latitude N	Longitude W
1	A	48.40.683	2.15.060	26	A	48.39.013	2.14.030	51	A	48.40.698	2.12.938	76	A	48.44.550	1.48.960	101	A	48.44.040	1.56.190	126	A	48.42.979	1.43.023	151	A	48.40.880	1.47.516
1	B	48.40.673	2.15.984	26	B	48.39.088	2.14.059	51	B	48.40.695	2.12.977	76	B	48.44.560	1.49.240	101	B	48.44.110	1.55.880	126	B	48.43.011	1.42.976	151	B	48.40.917	1.47.463
2	A	48.40.262	2.11.746	27	A	48.38.887	2.12.351	52	A	48.40.470	2.13.984	77	A	48.44.000	1.49.970	102	A	48.43.570	1.56.100	127	A	48.42.449	1.40.057	152	A	48.41.372	1.46.829
2	B	48.40.291	2.11.768	27	B	48.38.918	2.12.373	52	B	48.40.451	2.13.970	77	B	48.44.990	1.50.070	102	B	48.43.630	1.55.900	127	B	48.42.472	1.40.042	152	B	48.41.412	1.46.829
3	A	48.39.393	2.10.940	28	A	48.38.495	2.12.769	53	A	48.39.606	2.16.043	78	A	48.42.950	1.51.540	103	A	48.44.050	1.53.000	128	A	48.42.499	1.43.487	153	A	48.41.402	1.49.266
3	B	48.39.412	2.10.930	28	B	48.38.556	2.12.781	53	B	48.39.606	2.16.043	78	B	48.42.910	1.51.580	103	B	48.44.080	1.52.750	128	B	48.42.488	1.43.508	153	B	48.41.444	1.49.256
4	A	48.41.306	2.07.942	29	A	48.38.023	2.13.055	54	A	48.39.383	2.16.979	79	A	48.42.180	1.52.500	104	A	48.43.160	1.55.140	129	A	48.42.416	1.41.965	154	A	48.40.982	1.49.034
4	B	48.41.322	2.07.991	29	B	48.38.071	2.13.039	54	B	48.39.390	2.16.987	79	B	48.42.190	1.52.550	104	B	48.43.200	1.54.900	129	B	48.42.157	1.42.118	154	B	48.40.968	1.49.016
5	A	48.40.213	2.08.668	30	A	48.38.163	2.13.945	55	A	48.39.120	2.16.424	80	A	48.42.200	1.52.900	105	A	48.43.000	1.54.000	130	A	48.42.967	1.46.380	155	A	48.39.593	1.43.998
5	B	48.40.194	2.08.659	30	B	48.38.206	2.13.920	55	B	48.39.119	2.16.435	80	B	48.42.200	1.52.950	105	B	48.43.040	1.53.960	130	B	48.43.016	1.46.389	155	B	48.39.580	1.43.991
6	A	48.41.893	2.15.892	31	A	48.37.777	2.12.632	56	A	48.39.189	2.15.575	81	A	48.42.200	1.53.900	106	A	48.43.320	1.57.620	131	A	48.42.451	1.48.031	156	A	48.41.341	1.42.444
6	B	48.41.918	2.15.904	31	B	48.37.824	2.12.618	56	B	48.39.181	2.15.581	81	B	48.42.190	1.53.940	106	B	48.43.320	1.57.620	131	B	48.42.501	1.48.066	156	B	48.41.359	1.42.479
7	A	48.41.878	2.17.954	32	A	48.38.561	2.10.958	57	A	48.39.055	2.14.900	82	A	48.42.210	1.54.300	107	A	48.42.640	1.56.660	132	A	48.41.947	1.47.783	157	A	48.41.137	1.40.982
7	B	48.41.914	2.18.004	32	B	48.38.594	2.10.944	57	B	48.39.041	2.14.920	82	B	48.42.220	1.54.330	107	B	48.42.650	1.56.740	132	B	48.41.995	1.47.765	157	B	48.41.061	1.40.919
8	A	48.41.079	2.16.606	33	A	48.38.617	2.10.266	58	A	48.39.274	2.13.947	83	A	48.42.270	1.55.230	108	A	48.42.540	1.57.920	133	A	48.42.009	1.45.938	158	A	48.40.905	1.43.513
8	B	48.41.106	2.16.638	33	B	48.38.635	2.10.226	58	B	48.39.269	2.13.969	83	B	48.42.260	1.55.220	108	B	48.42.470	1.58.840	133	B	48.41.965	1.45.902	158	B	48.40.869	1.43.554
9	A	48.41.730	2.13.576	34	A	48.38.104	2.10.561	59	A	48.38.788	2.13.903	84	A	48.42.450	1.55.320	109	A	48.41.920	1.58.560	134	A	48.41.990	1.50.099	159	A	48.40.669	1.48.628
9	B	48.41.767	2.13.590	34	B	48.38.102	2.10.538	59	B	48.38.804	2.13.856	84	B	48.42.470	1.55.220	109	B	48.41.950	1.58.610	134	B	48.41.988	1.50.100	159	B	48.40.674	1.48.633
10	A	48.41.741	2.10.760	35	A	48.37.875	2.10.449	60	A	48.38.720	2.12.702	85	A	48.42.520	1.54.790	110	A	48.41.480	1.58.840	135	A	48.41.747	1.49.989	160	A	48.41.457	1.48.078
10	B	48.41.767	2.10.794	35	B	48.37.868	2.10.428	60	B	48.38.704	2.12.684	85	B	48.42.530	1.54.840	110	B	48.41.480	1.58.830	135	B	48.41.702	1.50.039	160	B	48.41.504	1.48.048
11	A	48.40.999	2.13.788	36	A	48.39.621	2.12.389	61	A	48.38.301	2.12.831	86	A	48.42.600	1.53.490	111	A	48.40.960	2.00.050	136	A	48.41.220	1.49.666	161	A	48.40.136	1.48.322
11	B	48.41.036	2.13.811	36	B	48.39.651	2.12.392	61	B	48.38.285	2.12.841	86	B	48.42.590	1.53.410	111	B	48.40.940	2.00.070	136	B	48.41.248	1.49.685	161	B	48.40.125	1.48.323
12	A	48.39.908	2.13.452	37	A	48.39.694	2.09.531	62	A	48.38.028	2.12.707	87	A	48.42.990	1.53.040	112	A	48.40.160	2.00.850	137	A	48.42.488	1.49.580	162	A	48.41.346	1.44.319
12	B	48.39.922	2.13.544	37	B	48.39.721	2.09.446	62	B	48.38.027	2.12.719	87	B	48.42.960	1.53.010	112	B	48.40.160	2.00.820	137	B	48.42.589	1.49.665	162	B	48.41.370	1.44.299
13	A	48.41.125	2.11.616	38	A	48.38.564	2.10.029	63	A	48.38.329	2.11.404	88	A	48.42.010	1.54.020	113	A	48.40.190	2.01.460	138	A	48.41.958	1.49.096	163	A	48.40.972	1.49.178
13	B	48.41.153	2.11.636	38	B	48.38.580	2.09.990	63	B	48.38.317	2.11.415	88	B	48.44.000	1.54.030	113	B	48.41.190	2.01.490	138	B	48.42.023	1.49.084	163	B	48.40.975	1.49.235
14	A	48.41.687	2.04.426	39	A	48.38.596	2.08.576	64	A	48.38.260	2.10.713	89	A	48.42.590	1.52.550	114	A	48.40.730	2.02.700	139	A	48.42.098	1.48.593	164	A	48.40.619	1.47.557
14	B	48.41.696	2.04.504	39	B	48.38.611	2.08.564	64	B	48.38.271	2.10.733	89	B	48.42.630	1.52.500	114	B	48.40.730	2.02.780	139	B	48.42.149	1.48.574	164	B	48.40.640	1.47.556
15	A	48.41.925	2.04.013	40	A	48.39.462	2.07.628	65	A	48.37.951	2.10.672	90	A	48.42.400	1.54.020	115	A	48.41.270	2.03.470	140	A	48.41.666	1.49.552	165	A	48.41.792	1.49.121
15	B	48.41.919	2.04.044	40	B	48.39.485	2.07.504	65	B	48.37.970	2.10.692	90	B	48.42.400	1.54.020	115	B	48.41.290	2.03.570	140	B	48.41.777	1.49.524	165	B	48.41.891	1.49.113
16	A	48.40.755	2.17.665	41	A	48.38.634	2.13.668	66	A	48.37.919	2.10.968	91	A	48.43.520	1.53.700	116	A	48.40.910	2.04.590	141	A	48.41.167	1.48.888	166	A	48.40.803	1.49.014
16	B	48.40.785	2.17.709	41	B	48.38.672	2.13.668	66	B	48.37.933	2.10.934	91	B	48.43.520	1.53.500	116	B	48.40.910	2.04.550	141	B	48.41.172	1.48.907	166	B	48.40.887	1.49.080
17	A	48.40.540	2.17.688	42	A	48.38.551	2.11.886	67	A	48.37.945	2.09.741	92	A	48.43.320	1.52.830	120	A	48.43.253	1.48.604	142	A	48.39.782	1.46.991				
17	B	48.40.556	2.17.648	42	B	48.38.572	2.11.891	67	B	48.37.933	2.09.757	92	B	48.43.310	1.52.720	120	B	48.43.289	1.48.627	142	B	48.39.743	1.46.988				
18	A	48.40.538	2.16.834	43	A	48.38.850	2.13.116	68	A	48.38.477	2.10.118	93	A	48.43.360	1.50.790	121	A	48.43.289	1.48.627	143	A	48.39.940	1.49.972				
18	B	48.40.508	2.16.856	43	B	48.38.884	2.13.124	68	B	48.38.485	2.10.156	93	B	48.43.340	1.50.740	121	B	48.43.531	1.45.009	143	B	48.39.969	1.50.044				
19	A	48.39.906	2.14.925	44	A	48.38.049	2.12.560	69	A	48.38.512	2.08.973	94	A	48.44.570	1.49.240	122	A	48.44.463	1.42.940	144	A	48.40.503	1.49.065				
19	B	48.39.943	2.14.980	44	B	48.38.095	2.12.560	69	B	48.38.511	2.08.972	94	B	48.43.990	1.49.240	122	B	48.44.471	1.42.936	144	B	48.40.503	1.49.065				
20	A	48.39.286	2.14.377	45	A	48.38.125	2.12.113	70	A	48.39.010	2.08.106	95	A	48.44.020	1.51.950	122	A	48.44.471	1.42.936	145	A	48.40.538	1.48.257				
20	B	48.39.247	2.14.348	45	B	48.38.165	2.12.107	70	B	48.38.980	2.08.142	95	B	48.44.030	1.51.920	123	A	48.43.962	1.42.022	145	B	48.40.551	1.48.258				
21	A	48.39.417	2.15.683	46	A	48.38.551	2.10.258	71	A	48.39.079	2.07.349	96	A	48.43.680	1.51.380	123	B	48.43.489	1.42.006	146	A	48.40.255	1.46.768				
21	B	48.39.443	2.15.720	46	B	48.38.559	2.10.197	71	B	48.39.080	2.07.369	96	B	48.43.690	1.51.300	124	A	48.43.018	1.48.443	146	B	48.40.263	1.46.780				
22	A	48.39.500	2.16.154	47	A	48.39.975	2.15.995	72	A	48.39.431	2.07.310	97	A	48.44.960	1.47.660	124	B	48.43.124	1.48.522	147	A	48.40.388	1.45.701				
22	B	48.39.520	2.16.158	47	B	48.39.940	2.15.980	72	B	48.39.434	2.07.368	97	B	48.44.980	1.47.760	125											

N° stations	Dates	Position		Biomasse moyenne de crépidules g / m ²
361	29/09/1993	48°43,09	1°56 48	110
499	"	48°43,17	1°54,14	220
391	"	48°42,84	1°53,09	200
458	"	48°42,93	1°52,53	120
434	"	48°43,19	1°51,01	0
379	01/10/1993	48°49,81	2°04,00	8200
469	"	48°40,02	2°02,11	1700
405	"	48°40,28	2°02,21	0
368	"	48°40,70	2°02,47	0
467	"	48°41,85	2°02,03	260
360	"	48°41,50	2°00,54	40
369	"	48°42,10	2°00,59	60
380	"	48°42,21	2°00,06	0
479	"	48°42,57	2°00,46	40
395	02/10/1993	48°43,87	1°56,67	40
486	"	48°44,02	1°53,97	40
457	11/02/1994	48°43,78	1°50,50	0
96	12/02/1994	48°43,31	1°40,55	310
60	"	48°41,62	1°41,70	760
57	"	48°40,84	1°44,84	1330
61	"	48°41,08	1°46,00	2200
86	"	48°40,87	1°46,38	2600
76	"	48°40,87	1°46,13	2200
77	"	48°41,65	1°45,91	50
40	"	48°41,67	1°48,17	0
78	"	48°42,40	1°45,63	120
38	"	48°43,66	1°46,59	300
144	"	48°44,36	1°45,75	1020
37	"	48°44,54	1°48,46	80
119	"	48°44,45	1°45,53	0
71	"	48°44,51	1°45,00	40
129	"	48°42,63	1°42,97	20
151	"	48°43,32	1°43,10	240

Annexe 2: Caractéristiques des stations GNB utilisées (Noël et al, 1996)

N°	Position de départ		Distance (m)	St Jacques	Crépidules (Kg)	(g/m2)
1	48°38,031	2°14,443	111	0	0	0.00
2	48°38,483	2°14,204	231	5	0	0.00
3	48°38,704	2°14,102	342	0	0	0.00
4	48°38,864	2°13,783	100	0	0	0.00
5	48°38,705	2°13,637	46	10	300	9782.61
6	48°38,934	2°13,932	324	10	400	1851.85
7	48°39,166	2°12,894	296	3	1	5.07
8	48°39,035	2°12,378	260	3	0	0.00
9	48°39,166	2°12,800	518	3	0	0.00
10	48°39,309	2°13,351	555	15	0	0.00
11	48°39,262	2°14,079	500	3	10	30.00
12	48°39,425	2°14,627	500	7	0	0.00
13	48°39,313	2°14,904	463	0	0	0.00
14	48°39,016	2°14,098	555	11	500	1351.35
15	48°39,200	2°13,680	203	18	2	14.78
16	48°39,090	2°13,106	407	0	1	3.69
17	48°38,085	2°13,090	250	8	2	12.00
18	48°38,865	2°13,812	407	5	500	1842.75
19	48°38,846	2°14,025	574	0	300	783.97
20	48°37,962	2°13,102	537	0	0	0.00
21	48°38,418	2°14,150	315	0	0	0.00

Annexe 3 : Résultat des dragages devant Saint Cast le 6/04/1996
(en grisé figurent les valeurs douteuses non prises en compte)

N° station	Position		Biomasse (g/m ²)
1a	48°40,815	1°40,060	8.8
1b	48°40,920	1°40,350	480
2a	48°40,637	1°41,094	1361
2b	48°40,825	1°41,414	788
3a	48°40,853	1°42,520	1053
3b	48°40,850	1°42,763	281
4a	48°40,762	1°43,246	907
4b	48°40,680	1°43,837	1475
5a	48°40,700	1°44,302	1053
5b	48°40,663	1°44,972	2723
6a	48°40,404	1°44,362	1815
6b	48°40,294	1°44,798	2723
7a	48°39,920	1°44,966	1815
7b	48°39,757	1°44,751	1556
8	48°39,944	1°45,537	2674
9b	48°40,250	1°45,947	4214
9c	48°40,328	1°45,790	6483
10a	48°40,624	1°45,878	8516
10b	48°40,886	1°45,921	9253
11a	48°40,851	1°46,406	4428
11b	48°40,869	1°46,663	2625
12a	48°40,466	1°46,862	6326
12b	48°40,122	1°46,918	7300
13a	48°39,794	1°46,634	11557
13b	48°39,838	1°46,199	9124
14	48°39,858	1°47,306	10328
15a	48°40,215	1°47,532	10949
15b	48°40,419	1°47,667	8516
16a	48°40,788	1°47,682	3646
16b	48°40,732	1°47,997	2026
17a	48°40,748	1°48,470	2836
17b	48°40,491	1°48,645	324
18	48°40,311	1°48,520	155
19a	48°40,349	1°49,389	3646
19b	48°40,199	1°49,836	65
20a	48°40,557	1°49,797	2107
20b	48°40,562	1°50,020	2026
21a	48°39,780	1°49,753	54
21b	48°39,450	1°49,731	20
22a	48°39,197	1°49,366	0
22b	48°39,184	1°48,944	0
23	48°39,212	1°47,605	283
24	48°39,031	1°46,862	16
25a	48°39,514	1°43,895	0
25b	48°39,599	1°43,297	267
26	48°39,717	1°42,520	972
27	48°39,820	1°41,570	810
28	48°40,189	1°41,345	1620
29	48°40,369	1°40,566	972
30	48°39,754	1°40,936	972
31	48°39,373	1°41,264	219
32	48°40,852	1°39,430	0
33	48°40,438	1°39,801	0

Annexe 4: Données issues des dragages à Cancale
(Blanchard et Youenou, 1993)

Stations	Positions		Biomasses (g/0,25m ²)		
			Crépidules	Supports	Divers
A1	1°48,281	48°39,545	76.59	902.05	275.4
A2	"	"	2662.45	928.62	721.33
A3	"	"	1426.9	1544.27	933.36
B1	1°48,259	48°40,269	143.3	1393.07	399.07
B2	"	"	2703.92	1333.02	288.67
C1	1°46,287	48°39,869	5693.83	3446.49	1250.7
C2	"	"	6283.59	2926.58	1558.77
D1	1°43,544	48°40,170	605.42	183.93	542.82
D2	"	"	154.64	473.83	395.6
E1	1°43,097	48°39,862	1397.86	714.1	507.7
E2	"	"	565.12	308.36	475.26
F1	1°44,983	48°39,934	2357.61	2100	36.88
F2	"	"	1533.03	2297.97	621.6

Annexe 5 : Résultats des plongées sur les parcs ostréicoles.
(Cancale le 10/07/1996)

0-1%		1-5%		5-10%		10-20%		20-30%		30-50%		50-70%		70-100%	
Station N°	Poids g/m2														
1	0	5	70,36	25	224,8	22	272,3	29	308,9	35	10543				
2	13,86	20	2,9	38	0	26	2522	54	0	65	0				
3	0	21	206,6	39	194,9	34	5385	469	1700	66	6081				
4	2,72	23	0	40	729,6	59	3034			111	10073				
6	0	24	823,5	41	420	61	2361			379	8200				
7	0	27	146	43	1214	62	573,6								
8	22,82	28	0	55	49,66	113	0								
9	0	30	0	64	0	405	0								
10	6,62	32	0	68	0	3	0								
11	1,14	33	28,52	69	0	4	0								
12	99,16	42	127,4	70	771,9	6	1852								
13	0	44	0	71	545,2	14	1351								
14	48,04	45	0	72	3045	18	1843								
15	6,28	46	0	73	0	19	784								
16	51,64	48	318,2	114	1982										
17	98,32	49	980,8	368	0										
18	0	53	0												
19	0	56	61,1												
36	0	57	0												
37	132,66	60	265,6												
47	0	63	0												
50	0	75	281,3												
51	3,42	115	0												
52	0	360	40												
58	0	369	60												
7	5,07	380	0												
8	0	467	260												
9	0	479	40												
10	0	13	0												
11	30	16	3,69												
12	0														
15	14,78														

En gras: stations GNB
En italique: stations dragues St Cast
Hors zone: 31, 67, 112; 1, 2, 20, 21 de St Cast.

Nb Valeurs	32	30	16	14	3	5	0	0
yh=moy.	16,7665625	123,861	573,59625	1426,955714	669,6333333	6979,472	0	0
Ecart-type	33,61913507	234,5071411	860,4192795	1551,679211	905,5917421	4280,10927	0	0
Nh=surface	109,68	32,85	11,46	3,1	0,58	0,58	0,04	0,08
Yh=tonnage	1838,956575	4068,83385	6573,413025	4423,562714	388,3873333	4048,09376		
W=poids st.	0,692424242	0,207386364	0,072348485	0,019570707	0,003661616	0,003661616	0,000252525	0,000505051
W2	0,479451331	0,043009104	0,005234303	0,000383013	1,34074E-05	1,34074E-05		
v(y)=var. st.	16,93431456	78,84084729	242,1916491	65,87018463	3,665129171	49,12305198		

Yh=tonnage	21341,24726
Somme v(h)	456,6
v(h)xN2	11452642,04
Ecart	3384,175238

Annexe 7A
Estimation des biomasses par strates, dans la zone Frehel-St Malo

0-1%		1-5%		5-10%		10-20%		20-30%		30-50%		50-70%		70-100%	
N°	W	N°	W	N°	W	N°	W	N°	W	N°	W	N°	W	N°	W
76(B)	0	76(B)	45,48	80	0	81	189,3	141	1422	82	3180	146	2984	142	1171
77	0,2	87	16,5	84	31,6	83	66,82	145	0	15B	6941	12B	5950	144	2481
78	0	89	0	85	0	130	1878	151	3317	B	5694	13B	7436	154	2865
79	0	91	36,74	86	0	136	90,44	153	1340			15A	8923	166	3557
92	8,28	104(A)	77,92	90	10	147	956,1	161	0					13A	9419
93	23,92	107	0	104(B)	0	148	2293	163	1564					14	8417
95	20,92	108	150,5	123	178,1	159	84,82	164	2248					A	5555
96	5,06	109	1,52	127	1299	57	1380	61	2200					C	23955
99	12,64	110	65,72	129	1709	58	2219	76	2200					F	7781
100	0	126	158,1	149	1053	68	2219	86	2700						
101	21,26	132	412,7	150	335,2	16A	2971	7A	1479						
102	17,54	135	99,2	38	300	16B	1651	7B	1268						
103	38,56	140	123,8	60	760	17A	2311	8	2179						
106	30,54	152	0	96	310	17B	264,1	9B	3434						
120	0	155	20,56	144	1020	18	126,3	9C	5284						
121	77,04	158	65,26	151	240	20A	1717	10A	6941						
122	12,04	162	116,5	499	220	20B	1651	10B	7541						
124	0	37	30	4B	1202	23	230,6	11A	3609						
125	0	77	50	5A	858,2	28	1320	11B	2139						
128	0	78	120	6A	1479	30	792,2	12A	5156						
131	0	361	110	24	13,04	D	1520	19A	2971						
133	7,68	391	200	E	3926										
134	0,2	458	120												
137	17,52	1A	7,172												
138	0	2A	1079												
139	0	2B	642,2												
143	0	3A	858,2												
156	3,1	3B	229												
157	0,44	4A	739												
160	0	25A	0												
165	5,92	25B	217,6												
40	0	26	792,2												
71	40	27	660,2												
119	0	29	792,2												
129	20	31	178,5												
395	40	32	0												
434	0	33	0												
457	0														
486	40														
1B	393,6														
198	52,975														
21A	44,01														
21B	16,3														
22A	0														
22B	0														

150 = stations 1995-96
150 = stations 1993-94
150 = dragage 1993
"A" = stations plongées 1996
Total= 162

nh	45	37	22	21	21	3	4	9
yh	21,105	222,1	679,3	1235	2809	5272	6323	7245
sh	59,547	299	910,3	918,7	1998	1915	2535	6900
Nh	64,93	52,25	28,78	9,53	9,65	1,25	3,12	4,15
Wh	0,3739	0,301	0,166	0,055	0,056	0,007	0,018	0,024
y barre W*yh	7,8911	66,81	112,6	67,77	156,1	37,95	113,6	173,1
Y (tonnes)	1370,4	11602	19549	11769	27109	6590	19729	30065
v(Y)	11,015	218,7	1035	121	587,2	63,36	518,7	3021
y barre	735,8250497							
Ychapeau	127783,3781							
Somme v	5575,350643							
v(Y)=N2xv	168140285,1							
ecart(Y)	12966,89188							

Annexe 7B : Calcul de biomasse dans la zone Saint-Malo - Cancale

0-1%		1-5%		5-10%		10-20%		20-30%		30-50%		50-70%		70-100%	
N°	W	N°	W	N°	W	N°	W	N°	W	N°	W	N°	W	N°	W
76(B)	0	76(B)	45.48	80	0	81	189.3	141	1422.4	82	3180.4	146	2984.4	142	1171.2
77	0.2	87	16.5	84	31.6	83	66.82	145	0	15B	6940.5	12B	5949.5	144	2480.6
78	0	89	0	85	0	130	1878.3	151	3317.4	8	5694.4	13B	7436.1	154	2865
79	0	91	36.74	86	0	136	90.44	153	1340.2	35	10543	15A	8923	166	3557.1
92	8.28	104(A)	77.92	90	10	147	956.08	161	0	65	0			13A	9419
93	23.92	107	0	104(B)	0	148	2293.4	163	1564.4	66	6081.5			14	8417.3
95	20.92	108	150.48	123	178.08	159	84.82	164	2248	111	10073			A	5554.6
96	5.06	109	1.52	127	1298.9	57	1380	61	2200	379	8200			C	23955
99	12.64	110	65.72	129	1708.8	58	2219.2	76	2200					F	7781.3
100	0	126	158.14	149	1052.8	68	2219.2	86	2700						
101	21.26	132	412.72	150	335.2	16A	2971.5	7A	1479.2						
102	17.54	135	99.2	38	300	16B	1651.2	7B	1268.1						
103	38.56	140	123.8	60	760	17A	2311.3	8	2179.3						
106	30.54	152	0	96	310	17B	264.06	9B	3434.4						
120	0	155	20.56	144	1020	18	126.33	9C	5283.6						
121	77.04	158	65.26	151	240	20A	1717.2	10A	6940.5						
122	12.04	162	116.54	499	220	20B	1651.2	10B	7541.2						
124	0	37	30	48	1202.1	23	230.65	11A	3608.8						
125	0	77	50	5A	858.2	28	1320.3	11B	2139.4						
128	0	78	120	6A	1479.2	30	792.18	12A	5155.7						
131	0	361	110	24	13.04	D	1520.1	19A	2971.5						
133	7.68	391	200	E	3926	22	272.3	29	308.9						
134	0.2	458	120	25	224.78	26	2521.7	54	0						
137	17.52	1A	7.172	38	0	34	5385.4	469	1700						
138	0	2A	1079.2	39	194.86	59	3033.6								
139	0	2B	642.22	40	729.62	61	2360.8								
143	0	3A	858.2	41	419.98	62	573.62								
156	3.1	3B	229.02	43	1214.3	113	0								
157	0.44	4A	739.01	55	49.66	405	0								
160	0	25A	0	64	0	3	0								
165	5.92	25B	217.61	68	0	4	0								
40	0	26	792.18	69	0	6	1851.9								
71	40	27	660.15	70	771.9	14	1351.4								
119	0	29	792.18	71	545.22	18	1842.8								
129	20	31	178.49	72	3045.3	19	783.97								
395	40	32	0	73	0										
434	0	33	0	114	1981.9										
457	0	5	70.36	368	0										
486	40	20	2.9												
1B	393.6	21	206.58												
19B	52.975	23	0												
21A	44.01	24	823.48												
21B	16.3	27	145.96												
22A	0	28	0												
22B	0	30	0												
1	0	32	0												
2	13.86	33	28.52												
3	0	42	127.36												
4	2.72	44	0												
6	0	45	0												
7	0	46	0												
8	22.82	48	318.16												
9	0	49	980.76												
10	6.62	53	0*												
11	1.14	56	61.1												
12	99.16	57	0												
13	0	60	265.62												
14	48.04	63	0												
15	6.28	75	281.34												
16	51.64	115	0												
17	98.32	360	40												
18	0	369	60												
19	0	380	0												
36	0	467	260												
37	132.66	479	40												
47	0	13	0												
50	0	16	3.69												
51	3.42														
52	0														
58	0														
7	5.07														
8	0														
9	0														
10	0														
11	30														
12	0														
15	14.78														
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>BIOMASSE DE CREPIDULES (g/m2)</p> <p>SUR L'ENSEMBLE DU SECTEUR</p> </div>															
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>Symbolique employée</p> <p>150= Stations de bennes 1995-96</p> <p>150= Stations de bennes GNB 1993-94</p> <p>150A= Stations dragues Cancale 1993</p> <p>150= Stations dragues St Cast</p> <p>A= Station de plongée Cancale</p> </div>															
NB	77	67	38	35	24	8	4	9							
MOY.	19.302	178.09	634.78	1311.7	2541.8	6339.1	6323.2	7244.5							
Ecart	50.185	274.48	879.36	1194.2	2016.6	3506.8	2535.4	6899.6							

Annexe 7 C: Biomasse moyenne par strate (même légende que 7A et 7B).

Stations			Coquille			Stations			Coquille			Stations			Coquille				
N°	A	B	Wg/m2	N°	A	B	Wg/m2	N°	A	B	Wg/m2	N°	A	B	Wg/m2	N°	A	B	Wg/m2
1	A		0.00	51	A		0.00	101	A		24.24	151	A		5979.08				
1	B		0.00	51	B		3.90	101	B		0.00	151	B		216.29				
2	A		0.00	52	A		0.00	102	A		20.00	152	A		0.00				
2	B		15.80	52	B		0.00	102	B		0.00	152	B		0.00				
3	A		0.00	53	A		0.00	103	A		0.00	153	A		969.05				
3	B		0.00	53	B		0.00	103	B		43.96	153	B		1803.13				
4	A		0.00	54	A		0.00	104	A		44.41	154	A		682.35				
4	B		3.10	54	B		0.00	104	B		0.00	154	B		4586.03				
5	A		60.94	55	A		0.00	105	A		299.88	155	A		0.23				
5	B		19.27	55	B		56.61	105	B		136.23	155	B		73.53				
6	A		0.00	56	A		0.00	106	A		34.82	156	A		42.83				
6	B		0.00	56	B		69.65	106	B		0.00	156	B		20.71				
7	A		0.00	57	A		0.00	107	A		0.00	157	A		12.34				
7	B		0.00	57	B		0.00	107	B		0.00	157	B		0.00				
8	A		17.51	58	A		0.00	108	A		0.00	158	A		105.58				
8	B		8.50	58	B		0.00	108	B		171.55	158	B		41.34				
9	A		0.00	59	A		8525.36	109	A		1.73	159	A		145.07				
9	B		0.00	59	B		1825.61	109	B		0.00	159	B		68.99				
10	A		7.59	60	A		231.24	110	A		0.00	160	A		0.00				
10	B		0.00	60	B		71.57	110	B		74.92	160	B		0.00				
11	A		1.30	61	A		518.42	111	A		196.90	161	A		0.00				
11	B		0.00	61	B		7883.83	111	B		21086.00	161	B		0.00				
12	A		231.44	62	A		853.93	112	A		0.00	162	A		0.00				
12	B		0.00	62	B		0.00	112	B		0.00	162	B		227.74				
13	A		0.00	63	A		0.00	113	A		0.00	163	A		2094.11				
13	B		0.00	63	B		0.00	113	B		0.00	163	B		1075.16				
14	A		25.19	64	A		0.00	114	A		2811.40	164	A		2380.94				
14	B		29.57	64	B		0.00	114	B		1.82	164	B		1534.04				
15	A		7.16	65	A		0.00	115	A		0.00	165	A		6.75				
15	B		0.00	65	B		0.00	115	B		0.00	165	B		0.00				
16	A		5.77	66	A		1602.85	116	A		0.00	166	A		1903.74				
16	B		53.10	66	B		10074.33	116	B		0.00	166	B		5690.37				
17	A		152.08	67	A		0.00	120	A		0.00								
17	B		0.00	67	B		8606.67	120	B		0.00								
18	A		0.00	68	A		0.00	121	A		0.00								
18	B		0.00	68	B		0.00	121	B		103.83								
19	A		0.00	69	A		0.00	122	A		13.73								
19	B		0.00	69	B		0.00	122	B		0.00								
20	A		0.00	70	A		583.74	123	A		172.06								
20	B		3.31	70	B		803.50	123	B		291.75								
21	A		0.00	71	A		322.10	124	A		0.00								
21	B		420.42	71	B		752.09	124	B		0.00								
22	A		0.00	72	A		195.03	125	A		0.00								
22	B		390.42	72	B		4850.57	125	B		0.00								
23	A		0.00	73	A		0.00	126	A		393.08								
23	B		0.00	73	B		0.00	126	B		0.00								
24	A		0.00	74	A		1.53	127	A		3051.27								
24	B		938.77	74	B		446.92	127	B		129.65								
25	A		0.00	75	A		25.92	128	A		0.00								
25	B		403.89	75	B		0.00	128	B		0.00								
26	A		5251.77	76	A		0.23	129	A		1694.91								
26	B		504.01	76	B		0.00	129	B		1782.88								
27	A		107.34	77	A		0.00	130	A		216.83								
27	B		59.05	77	B		0.00	130	B		2102.41								
28	A		0.00	78	A		0.00	131	A		0.00								
28	B		0.00	78	B		0.00	131	B		0.00								
29	A		292.77	79	A		0.00	132	A		459.83								
29	B		184.25	79	B		0.00	132	B		385.35								
30	A		0.00	80	A		112.27	133	A		8.78								
30	B		0.00	80	B		103.53	133	B		0.00								
31	A		130.92	81	A		84.84	134	A		0.00								
31	B		0.00	81	B		5167.81	134	B		0.23								
32	A		0.00	82	A		24.26	135	A		78.36								
32	B		0.00	82	B		51.92	135	B		36.73								
33	A		239.59	83	A		0.00	136	A		179.52								
33	B		0.00	83	B		36.02	136	B		96.82								
34	A		11127.85	84	A		0.00	137	A		0.00								
34	B		2417.40	84	B		0.00	137	B		19.97								
35	A		22559.39	85	A		0.00	138	A		0.00								
35	B		2449.95	85	B		0.00	138	B		0.00								
36	A		0.00	86	A		0.00	139	A		0.00								
36	B		0.00	86	B		18.81	139	B		0.00								
37	A		0.00	87	A		675.96	140	A		165.76								
37	B		151.23	87	B		1080.35	140	B		53.81								
38	A		0.00	88	A		0.00	141	A		1039.45								
38	B		0.00	88	B		0.00	141	B		1530.56								
39	A		106.73	89	A		0.00	142	A		864.86								
39	B		115.41	89	B		11.40	142	B		1131.13								
40	A		0.00	90	A		16.64	143	A		0.00								
40	B		1254.41	90	B		25.24	143	B		0.00								
41	A		750.61	91	A		0.32	144	A		3017.82								
41	B		190.40	91	B		9.12	144	B		2283.04								
42	A		16.48	92	A		27.27	145	A		0.00								
42	B		128.71	92	B		0.00	145	B		0.00								
43	A		1171.77	93	A		0.00	146	A		2358.07								
43	B		1474.70	93	B		0.00	146	B		3152.42								
44	A		0.00	94	A		23.85	147	A		975.02								
44	B		0.00	94	B		0.00	147	B		577.87								
45	A		0.00	95	A		0.00	148	A		876.16								
45	B		0.00	95	B		5.77	148	B		3348.36								
46	A		0.00	96	A		19.88	149	A		1603.57								
46	B		0.00	96	B		179.78	149	B		174.45								
47	A		0.00	97	A		0.00	150	A		425.71								
47	B		0.00	97	B		0.00	150	B		173.98								
48	A		28.00	98	A		9.69												
48	B		334.70	98	B		4.72												
49	A		25.58	99	A		0.00												
49	B		1945.19	99	B		0.00												
50	A		0.00																
50	B		0																

Annexe 8 : Evaluation pondérale des coquilles de crépidules, par unité d'échantillonnage.

