

ELECTRICITE DE FRANCE

→ FN
V. 60

ETUDE ECOLOGIQUE D'AVANT PROJET DU SITE MAREMOTEUR DU

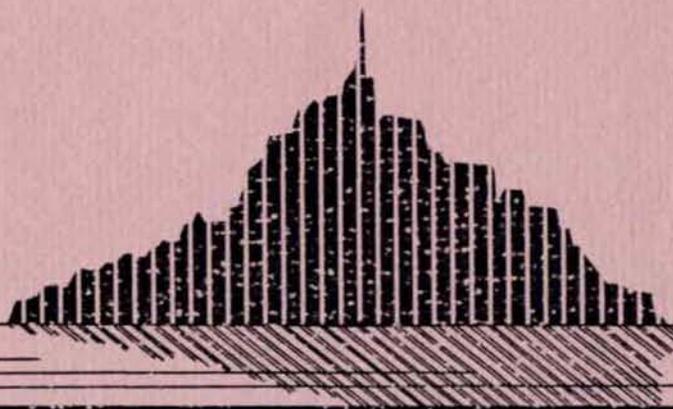
GOLFE NORMANO-BRETON

1980-1981

BLANCHARD M.
RIVAIN V.
RETIERE C.

Le Benthos Subtidal

Contract 80/2233/BF



IFREMER

Centre de Brest - DERO / EL

Muséum National d'Histoire Naturelle
Laboratoire maritime de Dinard

Edition 1984

F24

ELECTRICITÉ DE FRANCE

ÉTUDE ÉCOLOGIQUE D'AVANT-PROJET DU SITE MARÉMOTEUR
DU GOLFE NORMANO-BRETON

RAPPORT FINAL

LE BENTHOS SUBTIDAL

.....

- Centre National pour l'Exploitation des Océans
Département Environnement Littoral

- Museum National d'Histoire Naturelle
Laboratoire Maritime de Dinard

Juin 1982

L'étendue de la zone étudiée dans ce rapport, est celle du barrage proposé par EDF dans le projet de 1958, dont les digues joignaient la pointe du Grouin à l'Archipel de Chausey, puis celui-ci à Granville. Plus des 3/4 du bassin de 600 Km² ainsi délimité, se trouvent dans le domaine infralittoral.

L'étude a été divisée en deux parties, analysant chacune deux facies sédimentaires caractéristiques de ce secteur.

- la première partie, traitant du peuplement de sable fin, dont les bancs s'étendent devant Granville, a été réalisée par le laboratoire maritime de Dinard.

- La deuxième partie décrit le peuplement des sables grossiers qui couvrent la majeure partie de ce secteur. Elle a été réalisée par le département Environnement du Centre Océanologique de Bretagne.

PREMIÈRE PARTIE :

PEUPEMENT DE SABLE FIN

Vincent RIVAIN et Christian RETIERE

Laboratoire Maritime de Dinard
Museum National d'Histoire Naturelle

INTRODUCTION

Dans le cadre du programme scientifique proposé par E.D.F., confié au C.N.E.X.O et ayant pour objectif "l'évaluation des conséquences possibles d'un barrage marémoteur vis-à-vis des peuplements benthiques du golfe normanno-breton", le Laboratoire Maritime du Muséum National d'Histoire Naturelle de Dinard a effectué de juillet 1980 à juin 1981 une étude strictement quantitative du peuplement infralittoral des sables fins à moyens propres à *Donax variegatus* - *Armandia polyophtalma*. Celui-ci est l'un des termes de la séquence bio-sédimentaire du golfe qui serait particulièrement altéré par toute modification régionale de l'hydrodynamisme.

En outre nous avons porté notre effort sur des études de biologie de populations; deux espèces d'annélides polychètes sédentaires ont été retenues en raison de leurs caractères éco-éthologiques :

- *Armandia polyophtalma*, psammivore, très sensible à la contamination des sables fins par des particules fines;

- *Pomatoceros lamarcki*, filtreur, intégrant au niveau de sa biologie la charge des eaux en matières en suspension.

- P L A N -

INTRODUCTION

1ère PARTIE : Le peuplement des sables fins à moyens propres à
Donax variegatus - *Armandia polyophthalma*

- 1) Introduction
- 2) Affinités édaphiques du peuplement "type" à *Donax variegatus* -
Armandia polyophthalma
- 3) Sélection des composantes stables du peuplement oligospécifique
des sables fins propres

2ème PARTIE : Biologie de la population d'*Armandia polyophthalma*

- 1) Caractéristiques éco-éthologiques
- 2) Caractéristiques biologiques et démographiques
 - 2.1) Stratégie de reproduction
 - 2.2) Structure démographique
 - 2.3) Croissance
- 3) Conclusions

3ème PARTIE : Biologie de la population de *Pomatoceros lamarcki*

- 1) Caractéristiques écologiques
- 2) Caractéristiques biologiques
 - 2.1) Reproduction
 - 2.2) Développement
 - 2.3) Polymorphisme
 - 2.4) Croissance
 - 2.4.1) Population sur substrat naturel en baie du mont
Saint-Michel
 - 2.4.2) Population sur substrat artificiel en Rance
Maritime
- 3) Conclusions

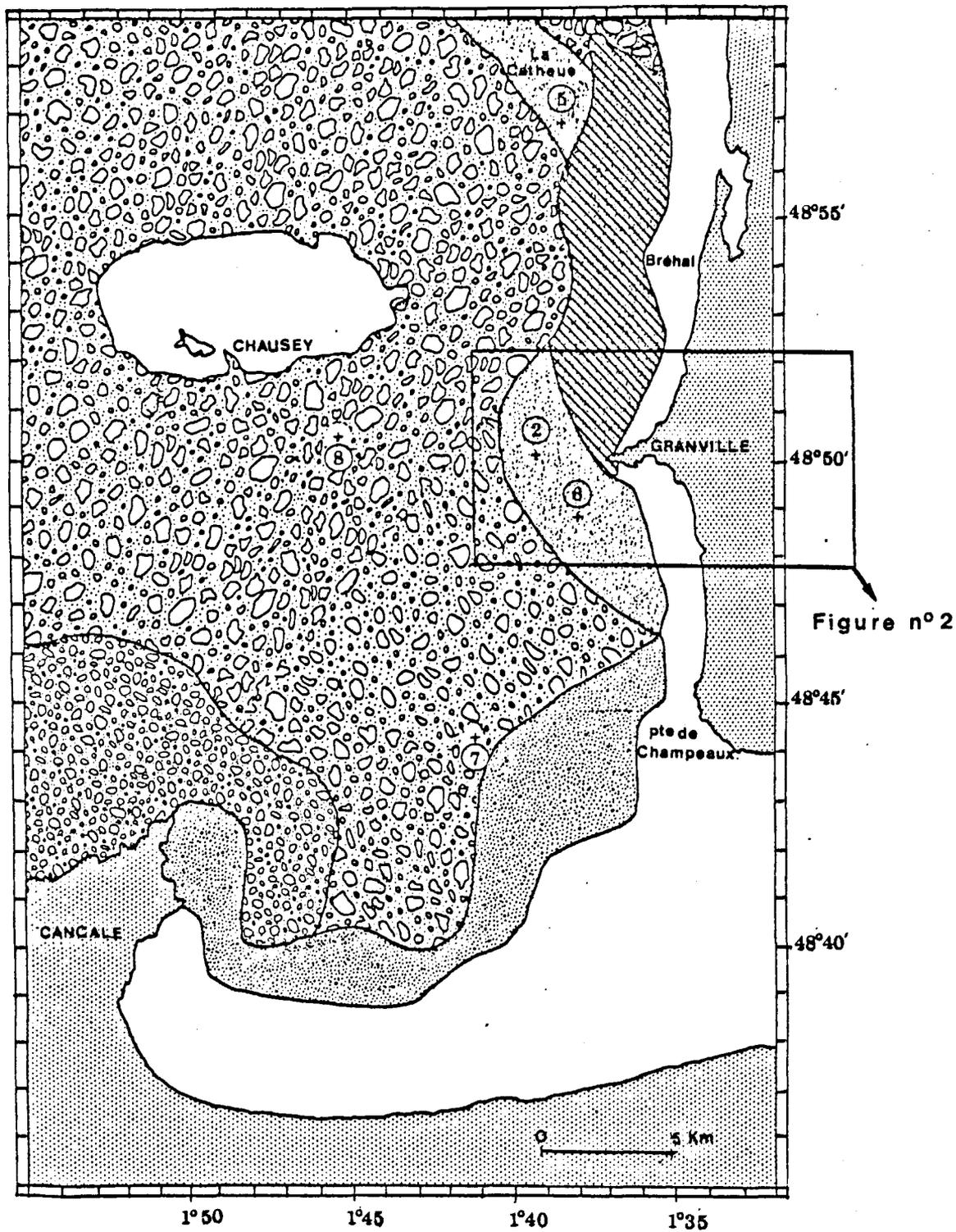


Fig.n° 1 : Carte des peuplements benthiques (d'après RETIERE, 1979) et localisation des stations d'échantillonnage.

-  - Cailloutis à épibiose sessile
-  - Sédiments grossiers sablo-graveleux
-  - Sédiments hétérogènes sous eaux turbides
-  - Sables fins à moyens propres :
-  - Peuplement à *Nassarius reticulatus*
-  - Peuplement à *Armandia polyophtalma*

PREMIERE PARTIE

Le peuplement des sables fins à moyens propres à *Donax variegatus* - *Armandia polyophthalma*

1) Introduction

Le peuplement des sables fins à moyens propres à *Donax variegatus* - *Armandia polyophthalma* est assez étendu dans le golfe normano-breton; RETIERE y distingue deux sous-unités cénotiques : la "forme type" caractérisée par son appauvrissement faunistique et le faciès de transition qui assure progressivement le passage vers les sables fins gris de bas de plage (1979). Le peuplement "type" à *Donax variegatus* - *Armandia polyophthalma* que nous nous sommes proposés d'étudier, prolonge, au dessous du zéro des cartes, les estrans de mode battu qui s'étendent entre Granville et la pointe de Champeau et couvre au Nord les bancs de la Catheue (fig. n° 1). Le faciès de transition à *Nassarius reticulatus* - *Armandia polyophthalma* s'étire vers le Nord depuis Granville jusqu'au hâvre de Bréhal.

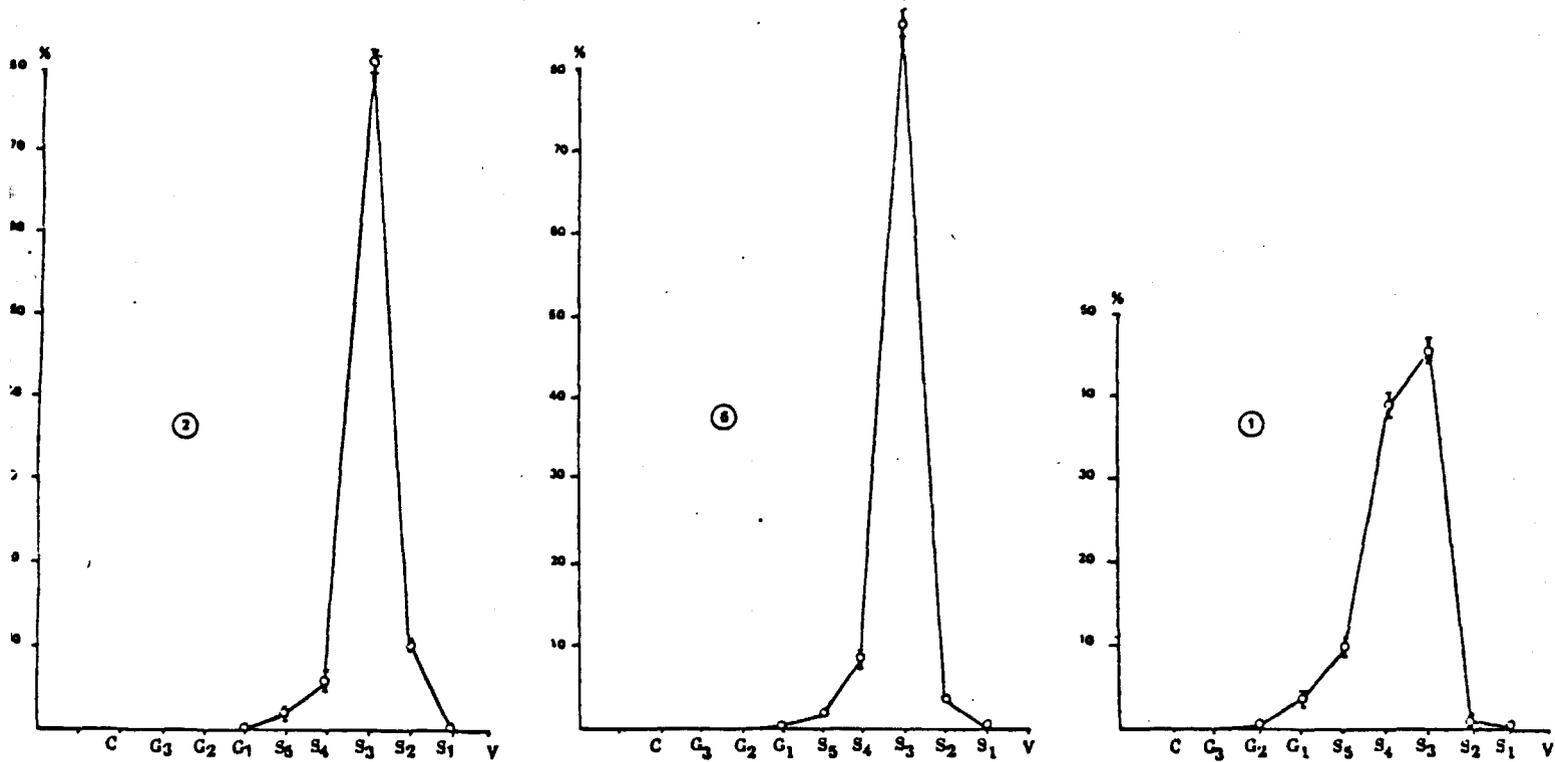
A l'intérieur même de la première unité de classification des variations sensibles de la texture sédimentaire viennent nuancer sa composition cénotique; c'est principalement dans le secteur de Granville que nous nous sommes efforcés de quantifier cette modification.

2) Affinités édaphiques du peuplement "type" à *Donax variegatus* - *Armandia polyophthalma*

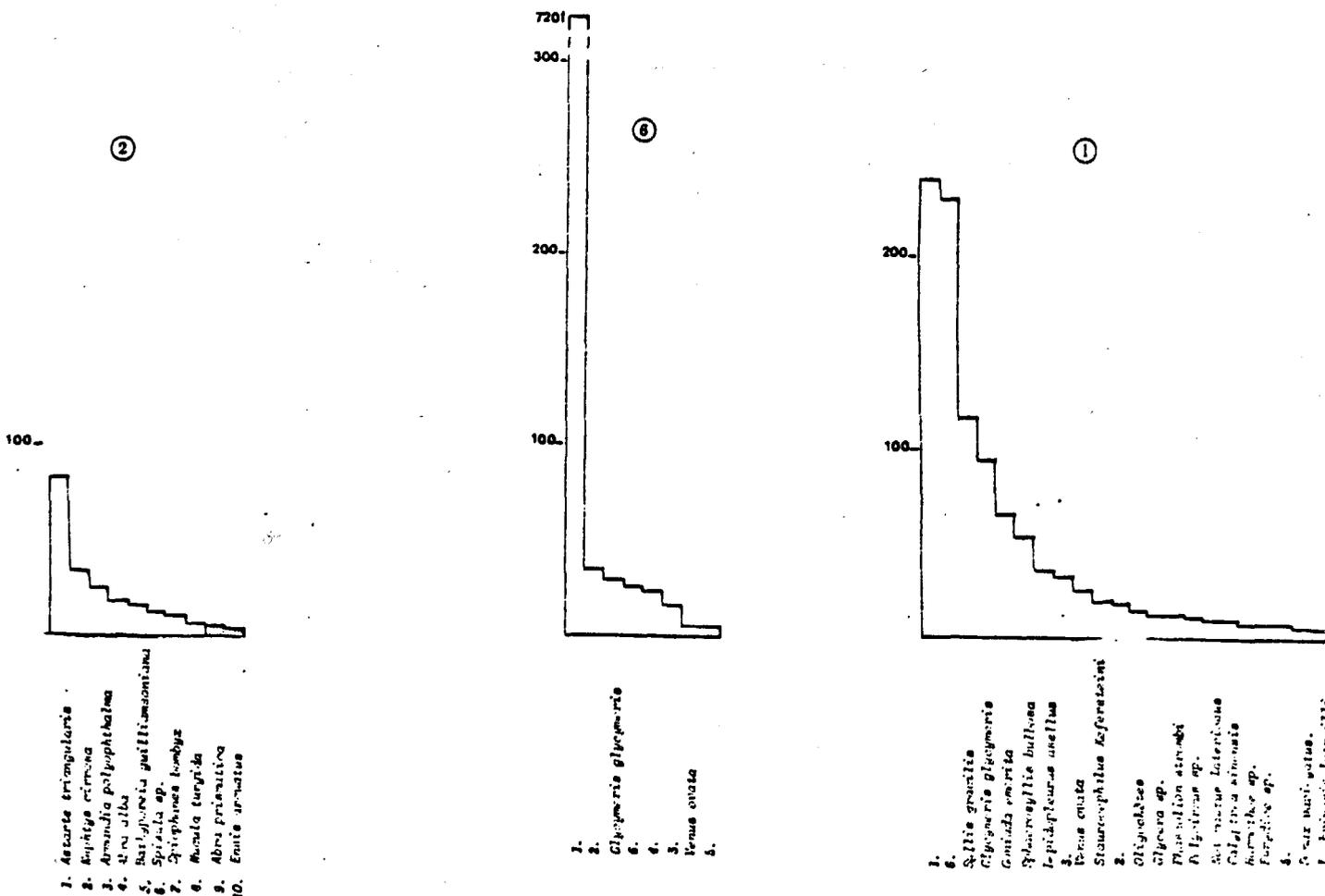
Le long du premier transect orienté Est-Ouest à partir de Granville nous avons sélectionné quatre stations (fig. n° 2); à chacune d'elles nous avons prélevé dix échantillons à l'aide de la benne Smith Mac Intyre. Sur un second transect, perpendiculaire au premier, nous avons effectué trois autres séries de prélèvements au moyen d'une benne suceuse autonome (fig. n° 1, stations 5, 2 et 6); l'utilisation de cet engin permet la récolte des individus profondément enfouis dans le sédiment (cf. annexe n° I).

L'analyse granulométrique des échantillons recueillis à chaque station révèle des différences de texture. Les résultats exprimés sous

A



B



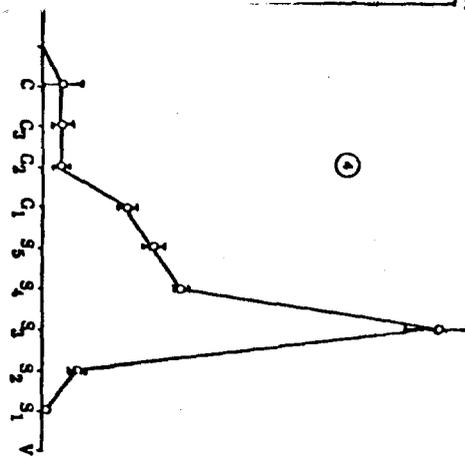
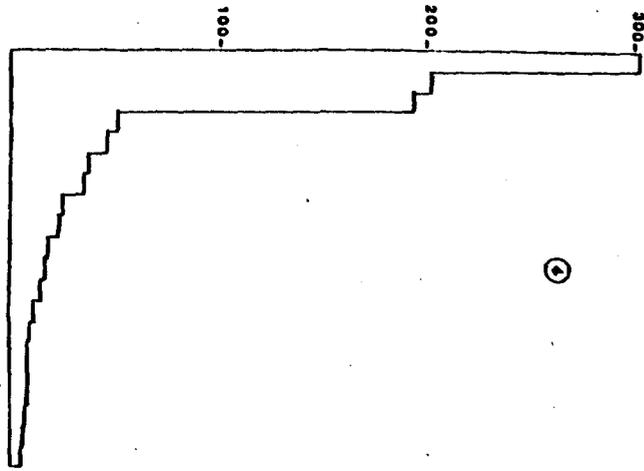
1. *Acartia trispiculatoris*
2. *Amphitegus citrinus*
3. *Armadillo polyphthalma*
4. *Arca jilba*
5. *Bathyporeia gallicumantiana*
6. *Spiraclea* sp.
7. *Strophonema lumbos*
8. *Mucula longida*
9. *Abra primivittata*
10. *Emilia armata*

- 1.
2. *Glycymeris glycymeris*
- 3.
- 4.
5. *Venus ovata*
- 6.

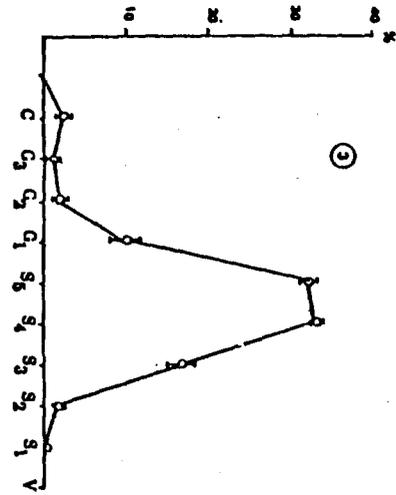
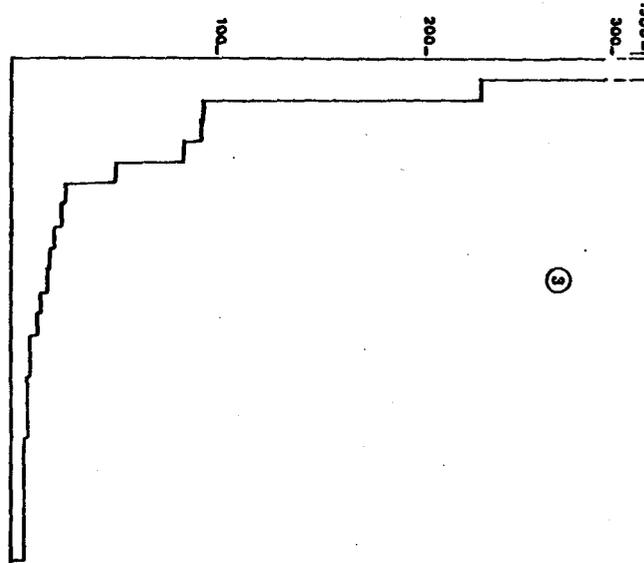
- 1.
2. *Spilis gracilis*
3. *Glycymeris glycymeris*
4. *Conada emoria*
5. *Sphaerocylis balliana*
6. *Leptodermus anellus*
7. *Venus ovata*
8. *Staurorhynchus asferetensis*
9. *Glycymeris*
10. *Glycymeris* sp.
11. *Platystrophia striatula*
12. *Aligulites* sp.
13. *Aligulites latirostris*
14. *Calappa sinensis*
15. *Aligulites* sp.
16. *Aligulites* sp.
17. *Aligulites* sp.
18. *Aligulites* sp.
19. *Aligulites* sp.
20. *Aligulites* sp.

Fig. n° 3 : A - Polygones de distribution de fréquence pondérale des sédiments ordonnés en fonction de leur teneur décroissante en sables fins;
 B - Spectres de densité des espèces principales pour chaque série de prélèvements.

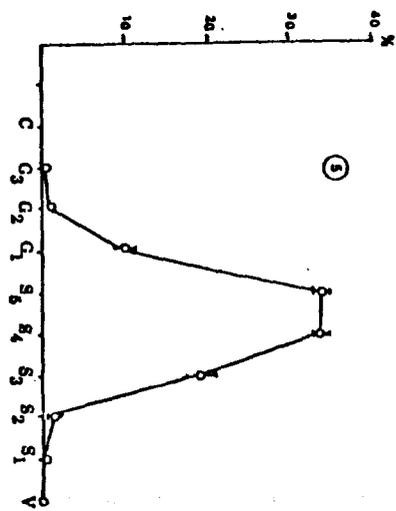
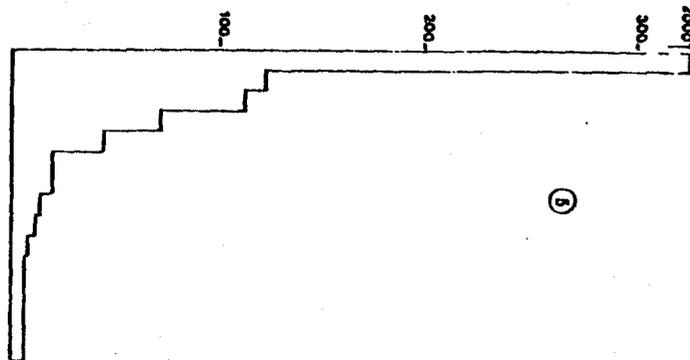
- 1.
- 6.
- Lepidopleurus asellus*
- Syllis cornuta*
- Goniada emerita*
- Phascolion strombi*
- 4.
- Calyptra sinensis*
- 3.
- Glycymeris glycymeris*
- 2.
- Stauropetalus kafirsteini*
- Lubrineria* sp.
- Polycirrus* sp.
- Harrathe* sp.
- Glycera* sp.
- Tages rhomboides*
- Paguridae* ind.
- Stauropetalus* sp.
- Dentalium vulgare*



- 1.
- 6.
- Lepidopleurus asellus*
- Goniada emerita*
- Syllis cornuta*
- Glycymeris glycymeris*
- Nereidae* ind.
- 2.
- Nototrypia curvirostris*
- 4.
- 3.
- Venus ovata*
- Stauropetalus kafirsteini*
- Phascolion strombi*
- Lubrineria gracilis*
- Glycera* sp.
- Polycirrus* sp.
- Pomatoceros lamareki*
- Harpa othonis*
- Harrathe* sp.
- Amides oxycephala*
- 8.
- Eurydice* sp.
- Pentacrates armarius*



- 1
- Syllis cornuta*
- 6.
- Glycymeris glycymeris*
- Nereidae* ind.
- Syllidae* ind.
- Eurydice* sp.
- Goniada emerita*
- Lubrineria latreilli*
- 2.
- Archimoulides*
- 3.
- Glycera* sp.
- Stauropetalus* sp.
- Venus ovata*



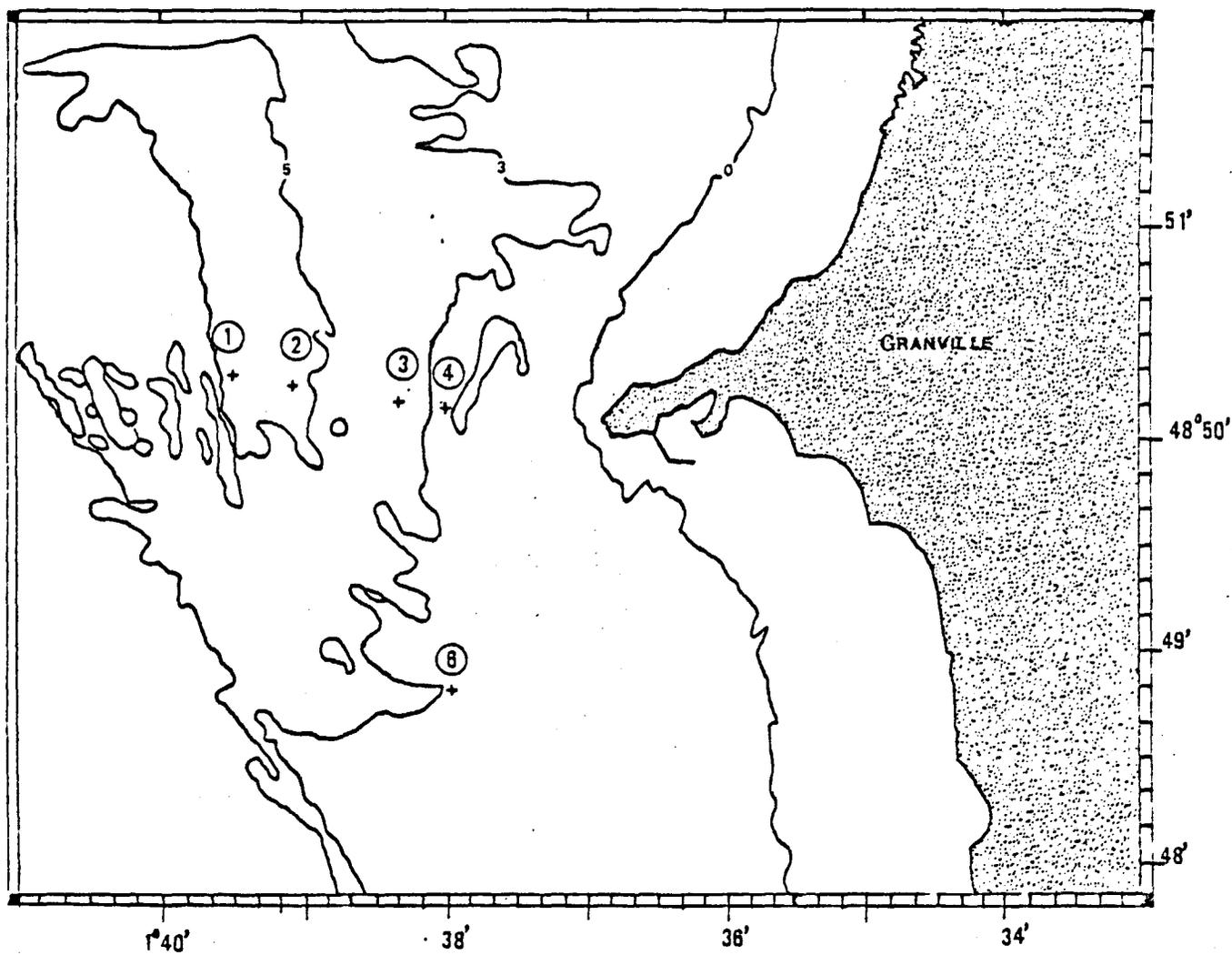


Fig. n° 2 : Localisation des stations d'échantillonnage devant Granville.

forme de polygone de distribution de fréquence*) sont ordonnés en fonction de leur teneur décroissante en sables fins (fig. n° 3, A) :

- sables fins biogènes roux (85 % et 83 % de sables fins) : stations 2 et 6 ;
- sables fins biogènes roux (47 % de sables fins) : station 1 ;
- sables fins gris à dominante terrigène (46 % de sables fins) : station 4 ;
- sables moyens biogènes gris (19 % de sables fins) : station 3 ;
- sables moyens biogènes roux (17 % de sables fins) : station 5 ;

La couleur rousse ou grise apporte une indication sur le niveau d'oxydo-réduction du sédiment et donc sur sa mobilité.

Le long de ce gradient édaphique, la richesse spécifique et l'abondance du peuplement augmentent conjointement (cf. listes faunistiques, annexes II). Les spectres de densité des espèces (≥ 5 individus par m^2), classées en fonction de leurs rangs pour chaque série de prélèvements, illustrent très clairement ce phénomène (fig. n° 3, B).

En outre cette expression graphique permet de différencier à l'intérieur même du peuplement trois principaux types de distribution :

- les espèces sont présentes dans tous les relevés. Parmi celles-ci *Armandia polyophthalma* et *Nephtys cirrosa* se retrouvent pratiquement avec le même niveau d'abondance; les deux autres, *Spisula sp.* et surtout *Astarte triangularis* voient leur densité augmenter avec la taille des particules. La plus forte densité de la population de *Glycymeris glycymeris* dans les sables roux (stations 1 et 5) traduirait la sensibilité de cette espèce à la mobilité des sédiments.

- les espèces ne sont présentes que dans les sédiments plus fins (stations 2 et 6). Ce sont : *Bathyporeia Guilliansoniana*, *Spiophanes bombyx*, *Abra prismatica* et *Ensis arcuatus*. Il convient

* La classification adoptée pour la construction des polygones de distribution de fréquence est celle définie par LARSONNEUR (1977); elle est exposée en annexe de ce rapport (annexe IV).

d'ajouter : *Clymenella cincta* et *Gymnammodytes semisquamatus* dont les densités sont sous estimées par notre technique d'échantillonnage.

- les espèces ne sont fortement représentées que dans les sables plus grossiers; tel est le cas de *Syllis gracilis*, *Syllis cornuta*, *Sphaerosyllis bulbosa*, *Goniada emerita*, *Glycera* sp., *Staurocephalus Kefersteini* et *Polycirrus* sp. avec en plus des représentants de l'épifaune vagile des petits substrats durs comme *Lepidopleurus asellus* et *Calyptra sinensis*.

Il ressort très clairement, à l'issue de cette première étude, qu'à l'intérieur même du peuplement des sables fins à moyens propres des variations sensibles de la texture sédimentaire viennent nuancer sa composition cénotique. Des degrés de sensibilité différents aboutissent alors à l'individualisation de sous-ensembles faunistiques qui deviennent oligospécifiques dans les sables fins. Les espèces intrusives des sables plus grossiers connues pour leur valence écologique assez large ont un intérêt limité dans le cadre de cette étude. Par contre les quelques espèces sténotopes vivant dans les sables fins propres mobiles sont certainement les plus sensibles à des modifications légères de texture et de stabilité sédimentaires et méritent à ce titre une attention particulière.

3) Sélection des composantes stables du peuplement oligospécifique des sables fins propres.

Nous avons engagé dès le mois de juillet un "suivi" mensuel de ce peuplement à la station 2. Nous nous sommes efforcés de récolter à chaque sortie 15 prélèvements à l'aide de la benne Smith Mc Intyre afin d'estimer au mieux la densité des espèces surdispersées.

Des tableaux faunistiques, donnant le nombre d'individus recueillis par mètre carré de sédiment, sont dressés en annexe de ce rapport (annexes III).

Afin de sélectionner au mieux les composantes stables du peuplement servant de référence, nous avons dressé la liste des espèces dont le niveau de constance est égal ou supérieur à 90 % durant toute la période d'observation :

	15 Sept.	21 Oct.	13 Nov.	27 Janv.	26 Févr.	26 Mars	13 Mai	26 Juin	28 Juil.
<i>Nephtys cirrosa</i>	60	74	72	65	58	51	34	23	32
<i>Glycera</i> sp.	1	5	1	6	3	2	2	3	2
<i>Spiophanes bombyx</i>	13	74	10	47	11	10	10	10	7
<i>Armandia polyophtalma</i>	33	49	40	29	35	41	25	32	21
<i>Travisia forbesi</i>	4	4	10	4	7	1	2	4	3
<i>Notomastus latericeus</i>	1	6	1	7	3	1	1	3	2
<i>Glycymeris glycymeris</i>	7	1	1	6	2	3	2	3	2
<i>Astarte triangularis</i>	84	26	13	78	28	34	83	125	18
<i>Venus ovata</i>	2	4		4	1	1	1	2	2
<i>Spisula ovalis</i>	27	3	2	3	3		11	45	10
<i>Abra alba</i>	1	1		9	6	8	18	5	9
<i>Abra prismatica</i>	15	11	2	6	5	4	4	12	9
<i>Mysidacés ind.</i>	28	28	12	2	1	2		9	1
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	46	40	28	50	24	1	17	3	2

- Evolution de la densité des espèces dont le niveau de constance est ≥ 90 % -

De cette liste nous ne retiendrons pas les espèces constantes qui ne sont pas préférées du peuplement des sables fins propres; c'est-à-dire :

- celles dont les populations sont mieux développées dans les biotopes proches tant d'un point de vue édaphique que spatial comme *Astarte triangularis*, *Glycymeris glycymeris* d'une part et *Travisia forbesi* d'autre part dont les effectifs sont beaucoup plus élevés respectivement dans les sables plus grossiers et les formations dunaires infralittorales exondables; rentrent aussi dans cette catégorie les espèces *Spisula* sp., *Venus ovata*, *Glycera* sp. et *Notomastus latericeus* qui ne sont représentées que par des juvéniles;

- celle qui se rencontre indifféremment avec la même abondance dans un autre biotope : c'est le cas de *Spiophanes bombyx* bien représenté dans les sables fins légèrement envasés de la Rance;

- celle dont la présence est surtout liée à la turbidité des eaux sus-jacentes: *Abra alba*;

Seules quatre composantes de ce peuplement oligospécifique peuvent donc être considérées; ce sont en ordre de densité moyenne annuelle décroissante :

- *Nephtys cirrosa* 52/m²
- *Armandia polyophtalma* 34/m²
- *Bathyporeia guilliamsoniana* 23/m²
- *Abra prismatica* 8/m²

Les populations de *Bathyporeia guilliamsoniana* et *Abra prismatica*

sont quasiment exclusives de ces sables fins propres tandis que, celles de *Nephtys cirrosa* et *Armandia polyophtalma*, bien que moins strictement affines, y atteignent leur niveau optimal de développement.

Les résultats de leur suivi quantitatif nous amènent à formuler les remarques méthodologiques suivantes :

- les densités de *Abra prismatica* calculées à partir d'échantillons récoltés à la benne Smith Mc Intyre sont correctement évaluées; afin d'en analyser les fluctuations il serait cependant nécessaire, l'espèce étant très dispersée, de réaliser un plus grand nombre de prélèvements (de l'ordre de 25). La drague Rallier du Baty qui récolte bien toutes les classes d'âges se révèle, dans l'acquisition d'informations biologiques sur cette population, un échantillonneur tout à fait complémentaire du premier;

- les densités de *Bathyporeia guilliamsoniana*, à partir des mêmes échantillons, sont par contre mal estimées; il conviendrait donc d'adapter une stratégie d'échantillonnage à l'éthologie de cette espèce.

La benne Smith Mc Intyre et la drague Rallier du Baty se sont avérées convenables dans l'échantillonnage des populations de *Nephtys cirrosa* et *Armandia polyophtalma*.

Ces raisons nous ont conduit à présenter dans ce document les résultats relatifs à l'une d'entre elles que nous avons étudiée devant Granville, en mettant l'accent sur ses qualités d'"indicateur écologique" et ses capacités d'adaptation à des modifications hydrodynamiques.

DEUXIEME PARTIE

Biologie de la population d'*Armandia polyophtalma*

1) Caractéristiques éco-éthologiques

Classée parmi les polychètes sédentaires, *Armandia polyophtalma* KUKENTHAL est en fait une espèce capable de se déplacer très activement; ce comportement est parfaitement adapté à la mobilité des structures dunaires.

C'est donc dans les dunes peu profondes réparties le long du Cotentin que se distribue cette espèce; sa densité y est en moyenne plus élevée dans les sables fins roux que dans les sables fins et moyens à fraction grossière importante (23 individus par m² contre 18 au mois de mai). Dans les sédiments qui assurent la transition avec les sables gris de bas de plage elle est à sa limite de distribution. Par contre elle est totalement absente des sables fins compacts contaminés par les pelites, du bas de la plage de Granville.

Ainsi doit-on considérer *Armandia polyophtalma* comme une espèce "indicatrice" de variations de l'édaphisme, en particulier de la stabilité du substrat sous l'influence des phénomènes physiques, tels l'adjonction de particules fines ou biologiques tels l'installation de "prairies" d'organismes tubicoles.

2) Caractéristiques biologiques

Comme nous l'avons constaté en Rance maritime, les premières conséquences du fonctionnement de l'usine marémotrice consistent à la fois en une redistribution locale et en des modifications texturales des faciès sédimentaires allant de la légère contamination par des éléments pélitiques jusqu'à des degrés élevés d'envasement. Il importe donc de savoir comment en fonction de sa biologie propre l'espèce "test" *Armandia polyophtalma* réagira à de telles modifications édaphiques.

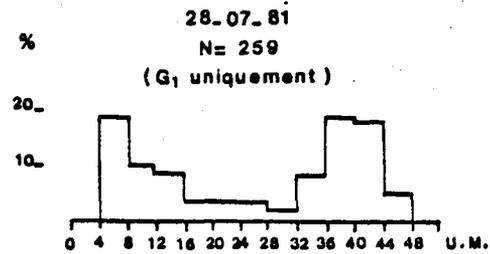
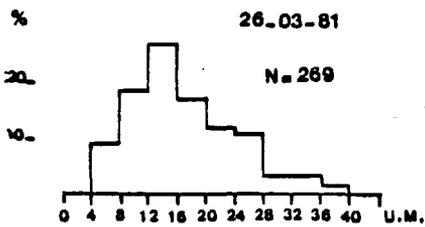
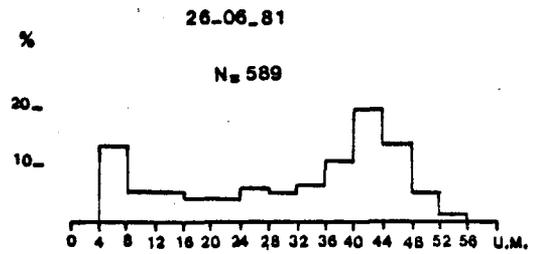
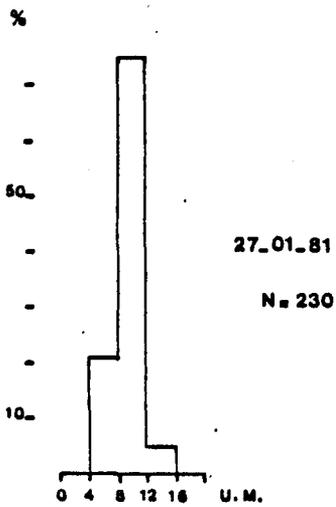
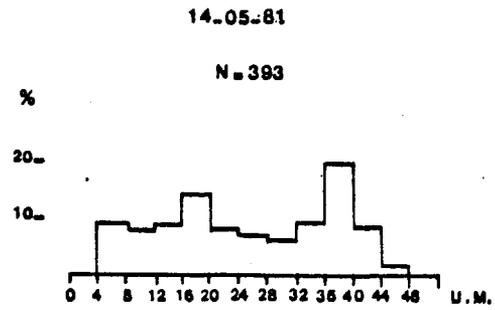
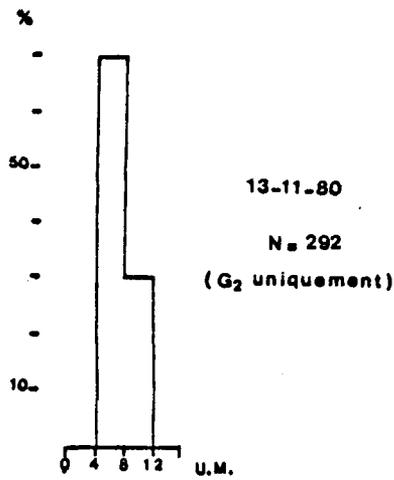


Fig. n° 4 : Histogrammes de distribution de fréquence de taille des ovocytes des individus des deux générations (G1 et G2) d'*Armandia polyophthalma* à la station 2 près de Granville de novembre 1980 à juillet 1981 (U.M.=Unités Macrométriques).

2.1) Stratégie de reproduction

La définition d'une stratégie de reproduction s'appuie sur un certain nombre de paramètres biologiques parmi lesquels nous avons retenu le sex-ratio, la ponte et le développement larvaire.

2.1.1.) Sex-ratio

Nous verrons ultérieurement que la population de Granville est composée de plusieurs classes d'âge; au sein de la deuxième génération les gamètes peuvent être différenciés avec certitude en novembre chez les femelles et en mars chez les mâles; dans la première génération la différenciation est plus tardive et se situe respectivement en janvier et en mai pour les femelles et les mâles.

Juste avant la reproduction, en fin juin, plus de 88 % des individus de la population contiennent des produits génitaux; le sex-ratio est alors déséquilibré, il est de deux mâles pour une femelle. A la fin du mois de juillet la quasi-totalité des individus de la deuxième génération a disparu et les juvéniles porteurs de gamètes (36 %) sont en grande majorité des mâles (72 %); le potentiel reproducteur de la population est dès lors fortement réduit. En septembre les individus ne possèdent plus de gamète libre dans le coelome.

2.1.2.) Ponte

Pour connaître la période approximative d'émission des produits génitaux, nous avons suivi l'évolution ovocytaire et spermatique d'individus des deux premières générations.

Chez les femelles de la deuxième génération (fig.n° 4) les premiers gamètes apparaissent libres dans le coelome vers le mois de novembre; sphériques ils ont une taille moyenne de 9 μ . Les individus nés au début de l'été présentent des ovocytes de même diamètre à partir du mois de janvier; en mars ces derniers s'aplatissent et deviennent légèrement ovoïdes. La distribution de fréquence de taille des ovocytes de l'ensemble de la population, unimodale jusqu'alors, devient bimodale en mai.

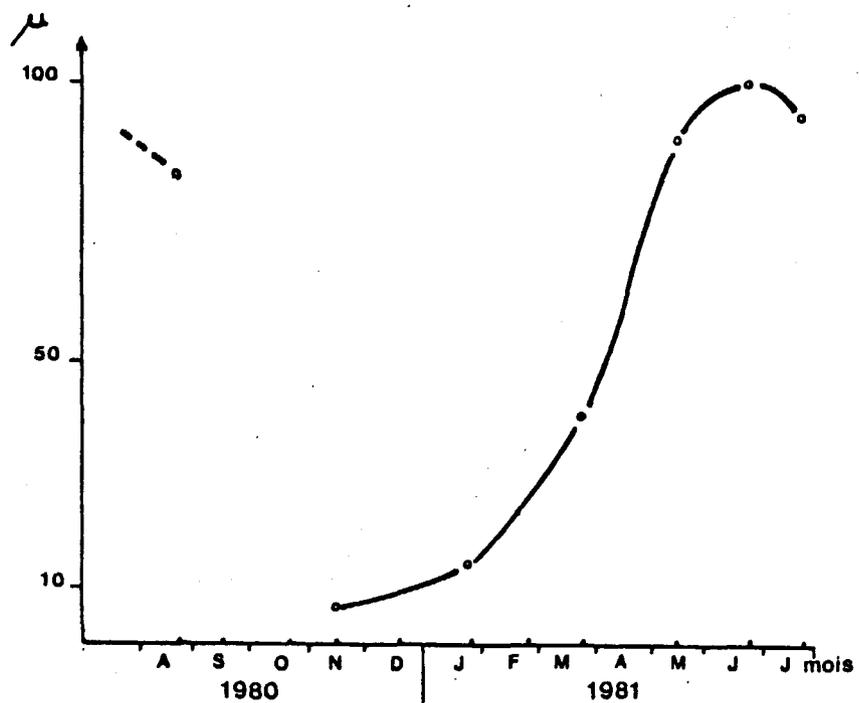


Fig. n° 5 : Evolution du diamètre moyen des ovocytes qui participent à la reproduction.

Ce type de distribution se retrouve individuellement chez toutes les femelles de la deuxième génération et chez certains juvéniles. Chez les autres les gamètes, plus petits, présentent une distribution unimodale. A la fin du mois de juin, les femelles de la deuxième génération sont prêtes à pondre; 81 % de leurs ovocytes sont matures et mesurent en moyenne plus de 105 μ . Ceux des individus ayant bientôt un an d'âge, sont soit matures, avec un diamètre moyen légèrement plus faible (95 μ), soit en cours de maturation. Le 26 juillet, les femelles de la deuxième génération ont pratiquement toutes disparues et l'effectif de celles de la première génération a nettement diminué, le diamètre ovocyttaire moyen de la population est alors plus faible qu'en juin (fig. n°5).

Les premiers stades de la spermatogénèse, que nous avons observé en mars chez les mâles de la deuxième génération puis en mai chez les juvéniles, se présentent simultanément sous forme d'amas plus ou moins développés de spermatocytes, de rosettes de spermatides et de spermatozoïdes libres. L'évolution des gamètes est rapide; en fin juin on les retrouve en grande majorité à l'état de spermatozoïdes actifs accompagnés de quelques rosettes chez tous les mâles de la population.

Tous les individus que nous avons récoltés le long du Cotentin présentent les mêmes stades de développement ovocyttaire et spermatique au mois de mai (stations 1, 2, 3, 4, 5 et 6); la stratégie de reproduction de l'espèce mise en évidence à la station 2 devant Granville aurait donc une valeur régionale.

Les formes épitoques des Ophelidae possédant des yeux latéraux (*Armandia* et *Polyophthalmus*) essaient suivant une modalité très particulière dénommée "fishlike method" par HERMANS (in SCHROEDER et HERMANS, 1975). Selon cet auteur, chez *Armandia brevis* les gamètes sont émis au cours de l'essaimage par quatre paires de pores latéraux.

Au moment de la reproduction le même phénomène se produit chez *Armandia polyophthalma*; la partie terminale s'aplatit et sur les segments correspondants se développent de longues soies.

Ce type de reproduction favorise sans aucun doute la dispersion de l'espèce.

En conclusion, nous pouvons dire qu'au moins deux générations participent activement à la reproduction de l'espèce : elle est polytélique. La gamétogénèse commence plus tard chez les individus de l'année et aboutit cependant, pour la grande majorité de la population, à une période principale d'essaimage au mois de juillet.

2.1.3.) Développement larvaire

Par fécondation artificielle nous avons obtenu les premiers stades larvaires. La prototrochophore qui apparaît approximativement huit heures après la fécondation évolue rapidement en une trochophore petite et presque sphérique (70μ); à ce stade l'ensemble des larves nage lentement en "toupie" au fond du bécher et semble indifférent à la lumière. Deux jours après elles sont beaucoup plus rapides et s'alimentent activement à la surface. Une dizaine de jours plus tard elles mesurent 110μ et possèdent alors trois segments dont un sétigère; elles présentent à ce stade un comportement benthique et un phototactisme négatif.

Au terme de cette première analyse de la reproduction de *Armandia polyophthalma*, le point majeur, au regard de cette étude d'avant-projet, nous semble être l'existence conjointe d'un essaimage et d'une phase pélagique. Ceci met à la fois en évidence les capacités de large dispersion de l'espèce au sein des structures dunaires en place et de colonisation de celles nouvellement formées.

Par contre, la connaissance de la structure démographique et de la vitesse de croissance de la population permettent d'évaluer ses possibilités d'adaptation à une contamination des sédiments par des particules fines.

2.2.) Structure démographique de la population

Pour des raisons biologiques et techniques nous avons retenu comme critère biométrique le poids frais formolé essuyé. Il convient de rappeler ici que nous avons récolté les individus sur tamis à maille carrée de 1 mm.

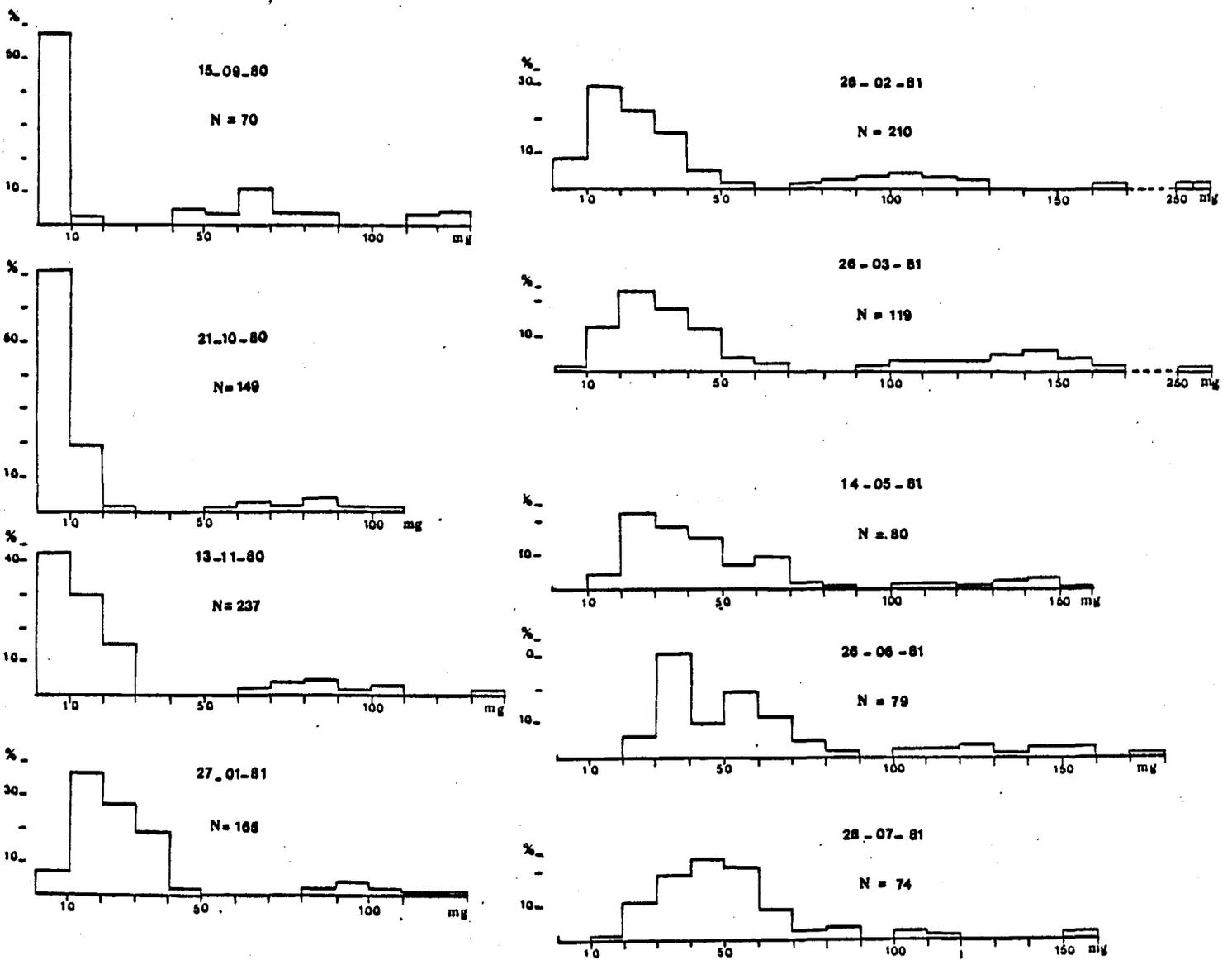


Fig. n° 6 : Histogrammes de distribution de fréquence pondérale de la population d'*Armandia polyophtalma* à la station 2 près de Granville.

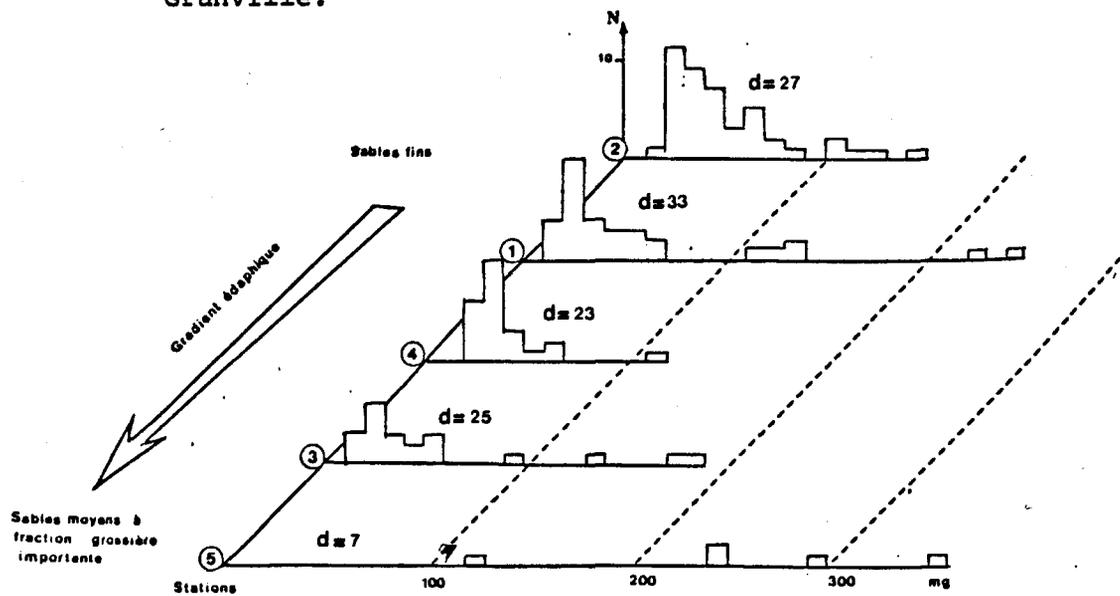


Fig. n° 7 : Evolution spatiale de la structure démographique de la population d'*Armandia polyophtalma* le 13 mai 1981 (d=densité).

La population échantillonnée dans les dunes de Granville comporte trois générations (fig. n° 6) :

- la première est nettement dominante et représente 60 % de l'effectif total en septembre au moment de leur recrutement, 72 % avant la reproduction et plus de 95 % en juillet;

- la seconde génération a une densité maximum de huit individus par mètre carré en septembre; elle disparaît pratiquement totalement en juillet après essaimage;

- une troisième génération est présente; nous avons récolté seulement deux spécimens, l'un en février l'autre en mars.

Au cours de la vitellogenèse les femelles deviennent sensiblement plus lourdes que les mâles; la distribution des fréquences des poids des individus de la première génération est alors bimodale pendant les mois de mai et juin; après la ponte elle redevient unimodale (fig. n°6).

La population totale accuse une grande mortalité chaque année au moment de la reproduction; la première génération est alors toujours très largement dominante et ceci rapproche la dynamique de cette population de celle d'une espèce annuelle.

L'image de la structure démographique que nous avons suivie dans le temps à la station 2, ne semble pas évoluer dans l'espace (fig. n° 7, station 1, 3 et 4). Cependant, au terme du gradient édaphique on note, concordant avec une chute de densité, l'absence totale de juvénile (station 5). La nature plus grossière du substrat ferait obstacle à leur installation alors que quelques individus adultes, par migration active ou passive, pourraient s'y maintenir.

2.3) Croissance

Nous avons calculé mensuellement le poids moyen des deux premières générations. La signification de celui des individus de la deuxième année est toutefois délicate du fait de leur plus grande dispersion; nous avons dû nous contenter quelquefois d'une quinzaine d'individus.

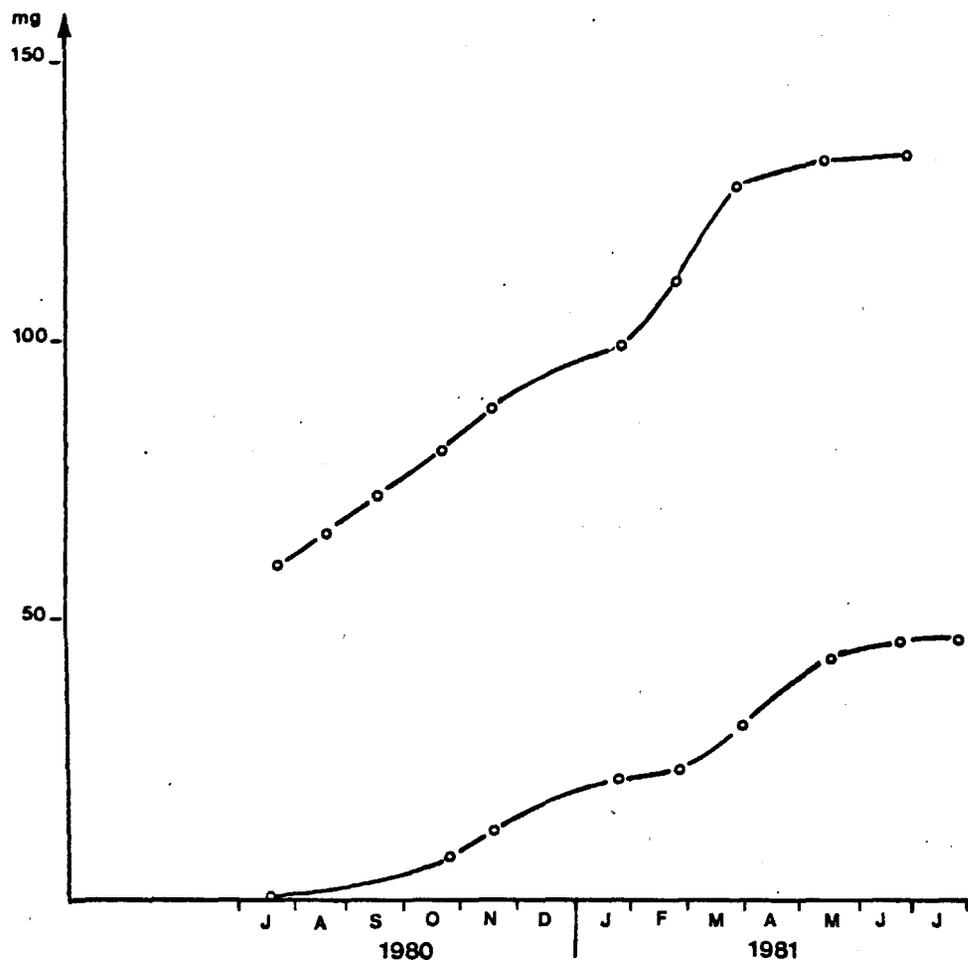


Fig. n° 8 : Courbe de croissance pondérale de la population d'*Armandia polyophthalma* à la station 2 près de Granville.

Les inflexions de la courbe de croissance pondérale d'*Armandia polyophthalma* traduisent des phénomènes de deux ordres (fig. n°8) :

- un ralentissement de croissance lié à l'influence hivernale
- un gain de poids printanier correspondant au développement des gamètes suivi d'une phase de stabilisation répondant à leur émission en été.

La tendance générale de la courbe reflète une croissance pondérale régulière pendant les deux premières années; il n'y a aucune amorce du plateau maximum figuré dans les modèles classiques de croissance. La population n'atteindrait donc pas son développement optimal dans la région de Granville.

3) Conclusions

Au terme de cette analyse spatio-temporelle de la biologie de la population d'*Armandia polyophthalma*, intégrée dans une étude écologique d'avant projet, il ressort très nettement que le caractère "test" de l'espèce se définit presque exclusivement en terme de présence-absence.

Les études spatiales montrent que l'édaphisme et plus particulièrement la texture et la stabilité du sédiment jouent un rôle primordial sur la distribution de l'espèce; au terme extrême de la séquence sédimentaire prospectée, on note l'absence totale de juvénile provoquant une diminution brutale de l'abondance de la population.

Les études temporelles mettent en évidence les grandes capacités de reproduction et de dispersion de l'espèce et permettent de prévoir les conséquences de modifications édaphiques engendrées par un aménagement de type marémoteur. En fonction du degré de remaniement sédimentaire présenté, l'espèce réagira différemment et nous envisagerons les trois cas suivants :

- devant une redistribution des structures dunaires, elle sera colonisatrice; son haut potentiel de reproduction (elle est polytélique, les oeufs sont très nombreux), son comportement de ponte par essaimage

et l'existence d'une phase pélagique dans son cycle de développement sont les aspects essentiels de sa biologie qui participeront au succès de son repeuplement;

- face à un léger dépôt de particules fines on peut concevoir que les juvéniles pourraient adapter leur régime alimentaire sans défavoriser leur capital de reproduction mais avec en contre partie un retentissement dans leur croissance. Par contre, les larves pélagiques qui résulteront de leur reproduction et de celle des populations voisines, beaucoup plus sensibles, n'arriveront pas à s'y développer; il est ainsi fort probable qu'au bout de deux cycles annuels, l'espèce aura totalement disparu des faciès contaminés;

- dans le cas d'un envasement total, elle disparaîtra quasi instantanément.

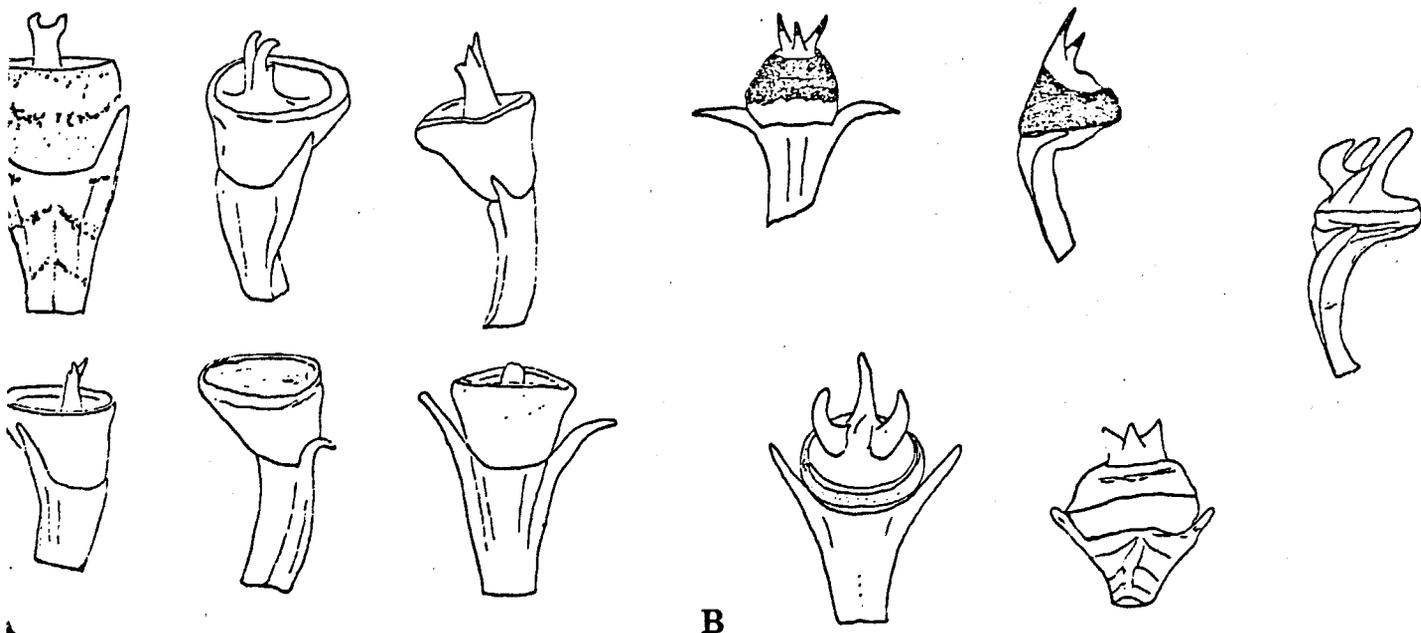


Fig. n° 9 : Polymorphisme operculaire chez *Pomatoceros lamarcki* (A) et *Pomatoceros triqueter* (B); individus récoltés en baie de Saint-Brieuc.

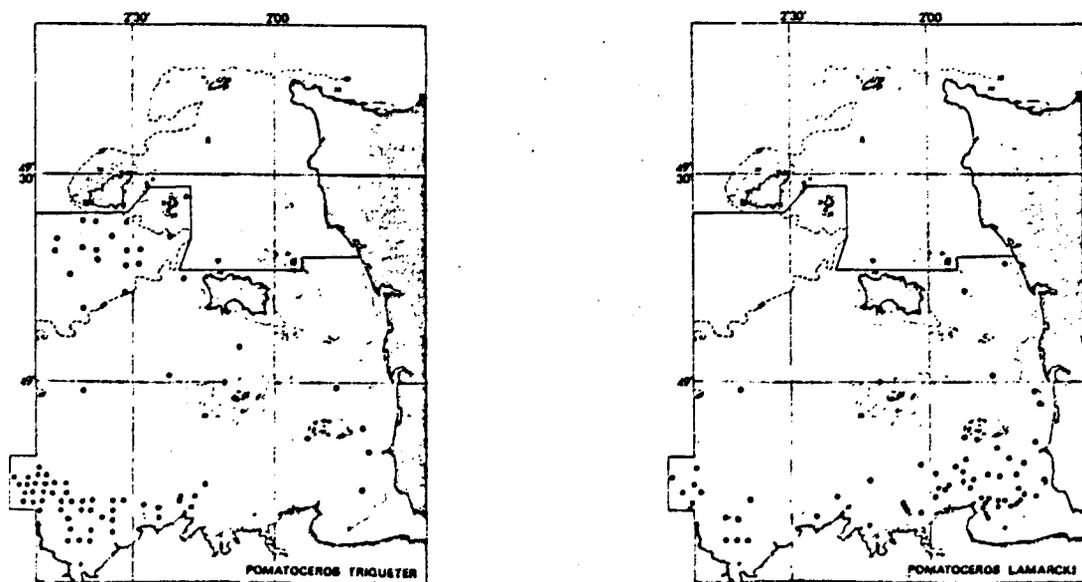


Fig. n° 10 : Cartes de répartition de *Pomatoceros lamarcki* et de *Pomatoceros triqueter* dans le golfe normano-breton.

TROISIEME PARTIE

Biologie de la population de *Pomatoceros lamarcki*

1) Caractéristiques écologiques

A la suite des observations de ZIBROWIUS (1968) on s'accorde actuellement à reconnaître deux espèces de *Pomatoceros* : *Pomatoceros triqueter* (L.) 1767 s. str. et *Pomatoceros lamarcki* (Quatrefages) 1865. Leur distinction est basée essentiellement sur des critères morphologiques et écologiques ;

- Critères morphologiques :

La différenciation des espèces repose principalement sur la forme de l'opercule; cône tronqué, renversé, à base légèrement creuse chez *Pomatoceros lamarcki*, il se prolonge en une pointe massive chez *Pomatoceros triqueter*. Toutefois il convient de noter que dans chaque "type" on observe un polymorphisme plus ou moins accusé (fig. n° 9, A et B).

- Critères écologiques :

Les travaux de bionomie benthique menés par RETIERE dans le golfe normano-breton (1979) montrent que ces espèces répondent à deux schémas distincts de répartition bien que leurs aires de distribution se recouvrent légèrement (fig. n° 10).

Pomatoceros triqueter, espèce eurybathe peut vivre dans les eaux à faible niveau de turbidité; à l'aplomb de la baie de Saint-Brieuc elle se rencontre jusqu'au S.W. de Guernesey par 70-80 mètres de fond.

Pomatoceros lamarcki, espèce sténobathe est particulièrement développée en baie du Mont Saint-Michel; la charge des eaux en matières en suspension augmente au fur et à mesure que l'on pénètre dans la baie où elle y atteint des valeurs extrêmement élevées (in RETIERE, 1979).

On peut donc penser que dans ce secteur géographique l'espèce intègre à différents niveaux de sa biologie ce gradient édaphique. Dans un pre-

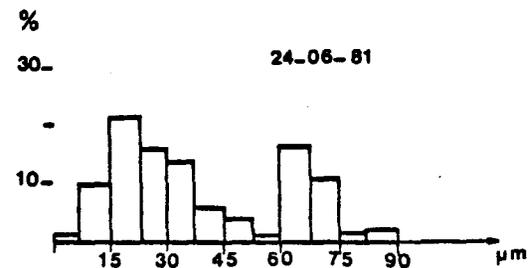
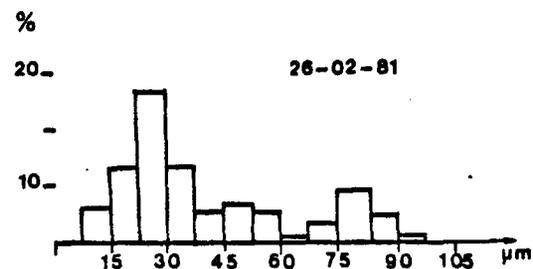
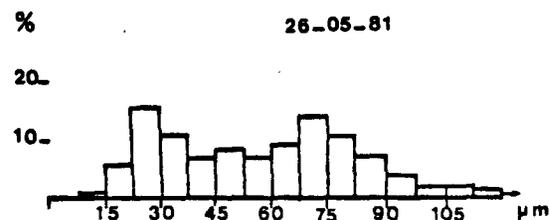
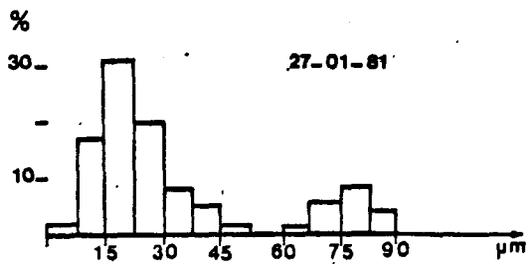
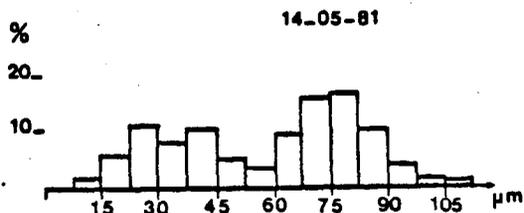
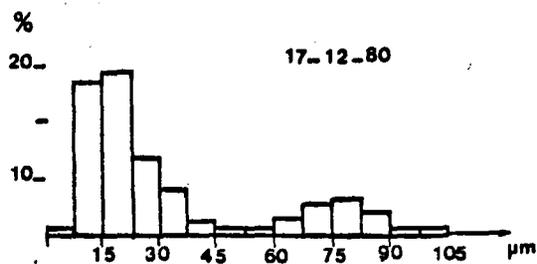
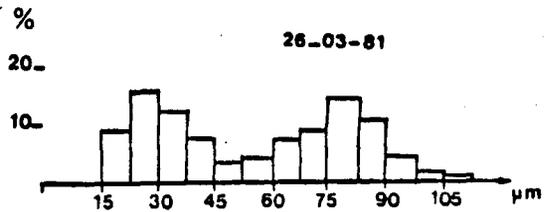
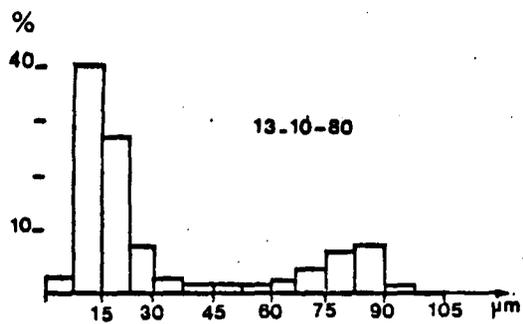


Fig. n° 11 : Histogrammes de distribution de fréquence de taille des ovocytes de la population de *Pomatoceros lamarcki* en baie du mont Saint-Michel de novembre 1980 à juillet 1981.

mier temps, nous avons analysé les caractéristiques essentielles d'une population de *Pomatoceros lamarcki* vivant au centre de la baie (reproduction, développement, polymorphisme, croissance). A cette fin nous avons réalisé un échantillonnage mensuel à la station 7 de septembre 1980 à juillet 1981 à l'aide d'une drague Charcot Picard (fig. n° 1).

2) Caractéristiques biologiques

2.1) Reproduction

Pour cerner la période approximative de ponte nous avons suivi mensuellement, sur un échantillon de 10 individus de tailles différentes, l'évolution du diamètre ovocytaire (fig. n° 11).

Leur distribution de fréquence reste bimodale sur toute la durée du cycle d'observation. Les effectifs des deux cohortes tendent à s'équilibrer à partir du mois de mars traduisant ainsi la croissance des ovocytes de petite taille. La disparition des plus gros ovocytes au mois de juin correspond au début de la ponte qui se prolonge probablement jusqu'à la fin de l'été. Dès le mois de juillet, une nouvelle génération d'ovocytes, dont la classe modale se situe aux alentours de 10 μ , apparaît dans la cavité générale.

Il est important de noter que chaque individu émet très rapidement (pendant environ 10 minutes) la quasi-totalité des produits génitaux ; ces observations confirment celles de VUILLEMIN (1968) sur les *Serpulinae* de Méditerranée. Enfin il convient de souligner que les individus fixés au début du mois de juillet présentent des gamètes matures à la fin du mois de septembre.

2.2) Développement

Les stades de développement larvaire ont été obtenus uniquement par fécondation artificielle. Au bout de 16 heures apparaît une larve trochophore, pélagique, de forme sphérique qui commence à se métameriser vers le 10^{ème} jour. Cette métatrochophore acquiert progressivement un certain nombre de segments. Au 18^{ème} jour la larve a trois sétigères et

continue à nager activement. Son comportement devient benthique dès l'apparition d'uncini sur le 4ième segment. La larve entreprend alors une phase de prospection qui aboutira à la fixation définitive à partir de laquelle débute la métamorphose.

Cette étude ne met pas en évidence de différence morphologique sensible entre les stades de cette espèce et ceux de *Pomatoceros triqueter*. Il en est de même des stades de développement obtenus par hybridation *in vitro* entre les individus des deux espèces.

2.3) Polymorphisme

Il est classiquement admis que les conditions écologiques influent sur la morphologie de certains invertébrés marins. Dans cet esprit nous nous sommes demandés si le polymorphisme operculaire observé sur les populations naturelles de *P. lamarcki* pouvait être relié à des variations d'édaphisme. Dans ce but nous avons examiné un grand nombre d'individus provenant des stations 7 et 8 (fig. n° 1). Il apparaît en fait que dans les deux cas, bien que les conditions écologiques soient nettement différentes, 80 % des individus présentent des opercules du même type c'est à dire avec cuspides. Il ne semble pas qu'il soit actuellement possible d'accorder aux légères modifications morphologiques rencontrées à l'intérieur de cette forme une signification écologique. Des expériences d'ablation d'opercules différents aboutissant à des régénérats d'un type unique n'apportent pas, pour l'instant, de réponse à ce problème.

A la lumière de ces premiers résultats nous avons cherché à mettre en évidence le caractère indicateur d'une fonction biologique de cette espèce: la croissance.

2.4) Croissance

Nous avons tenté de suivre la croissance d'une population naturelle en baie du mont Saint-Michel. Devant les difficultés rencontrées nous avons été conduits à mener une expérimentation sur substrats durs artificiels dans le bassin maritime de la Rance.

2.4.1) Population sur substrat naturel en baie du mont Saint-Michel

Des travaux antérieurs sur les *Serpulinae* ont montré que la longueur des tubes était un bon critère de croissance. Leurs mensurations sur une population naturelle s'est révélée irréalisable en raison de leur forme tourmentée et de leur enchevêtrement sur les coquilles. A l'issue des études de corrélations entre divers paramètres de croissance nous avons retenu le diamètre operculaire.

Cependant, compte tenu des caractéristiques biologiques précédemment définies, l'analyse des histogrammes de distribution de fréquence établis pour les mois de septembre, janvier, février et juin ne permet pas de décomposer la structure de la population et encore moins d'en suivre sa dynamique (fig. n° 12).

2.4.2) Population sur substrat artificiel en Rance maritime

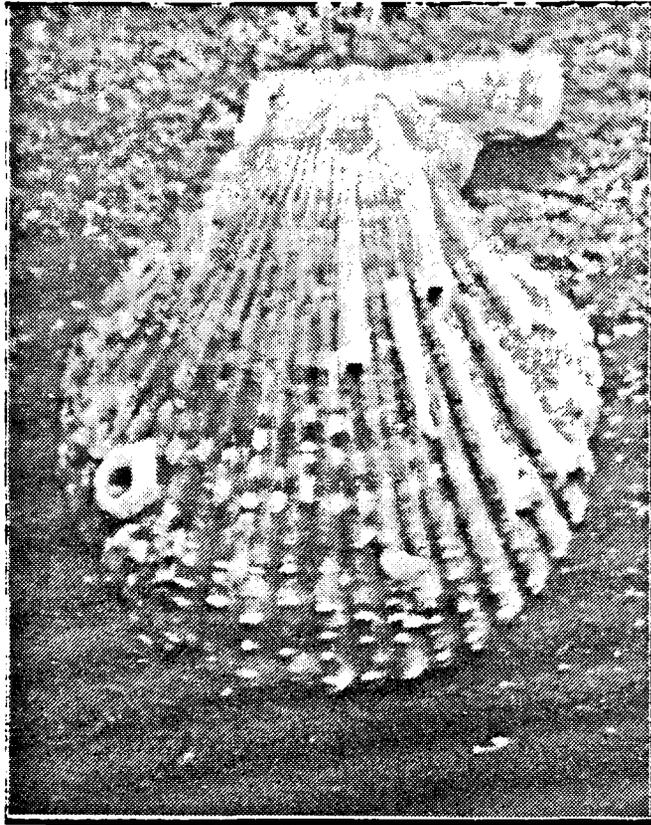
Se référant aux nombreuses recherches d'écologie expérimentale dans ce domaine, nous avons choisi l'ardoise comme support artificiel. La fixation et l'allongement des tubes observés à l'état naturel dans les stries radiales de coquilles de *Clamys* nous ont amenés à creuser sur les ardoises de fins sillons parallèles facilitant une croissance linéaire (fig. n°13, A et B).

Les collecteurs (fig. n° 14) ont été immergés aux stations du Châtelais et de Plouer (fig. n° 15); cette dernière se différencie par la plus grande instabilité de ses caractères hydrologiques et son plus haut niveau de turbidité.

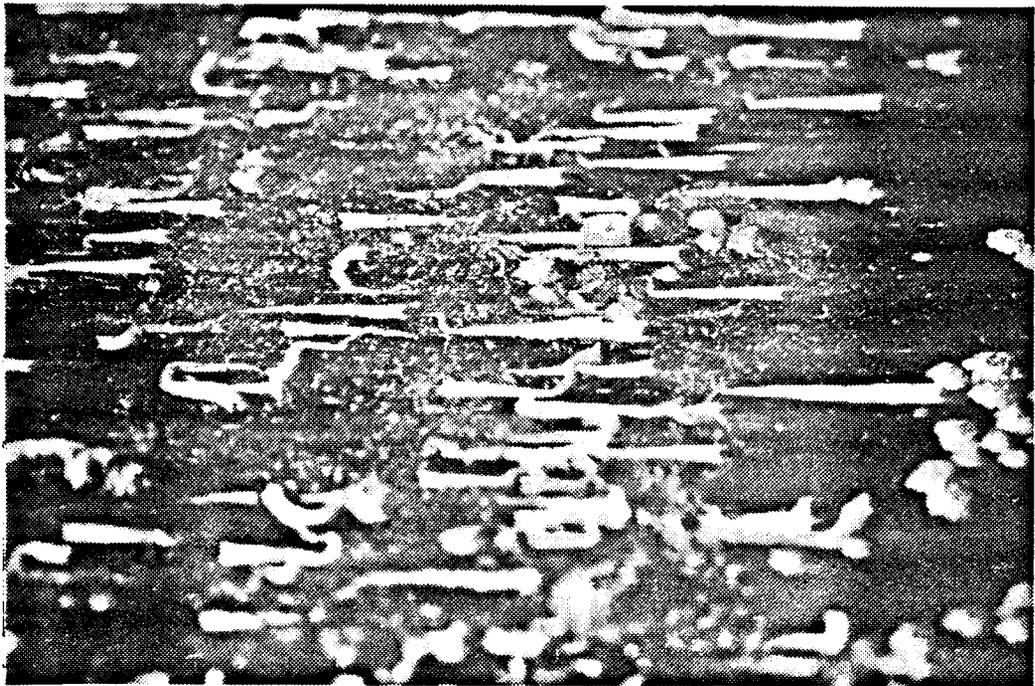
Aux deux stations le recrutement débute au cours de la deuxième quinzaine du mois de juin; celui-ci est plus précoce à la station du Châtelais qu'à celle de Plouer (de l'ordre de quelque jours) mais la croissance des jeunes individus y est beaucoup plus lente (fig. n° 16).

3) Conclusion

Les observations menées sur plusieurs stations en baie du mont Saint-



A



B

Fig. n° 13 : Croissance linéaire des tubes de *Pomatoceros lamarcki* sur une coquille de *Chlamys* (A) et sur une ardoise rayée (B) (photos J.C. Le Calvez).

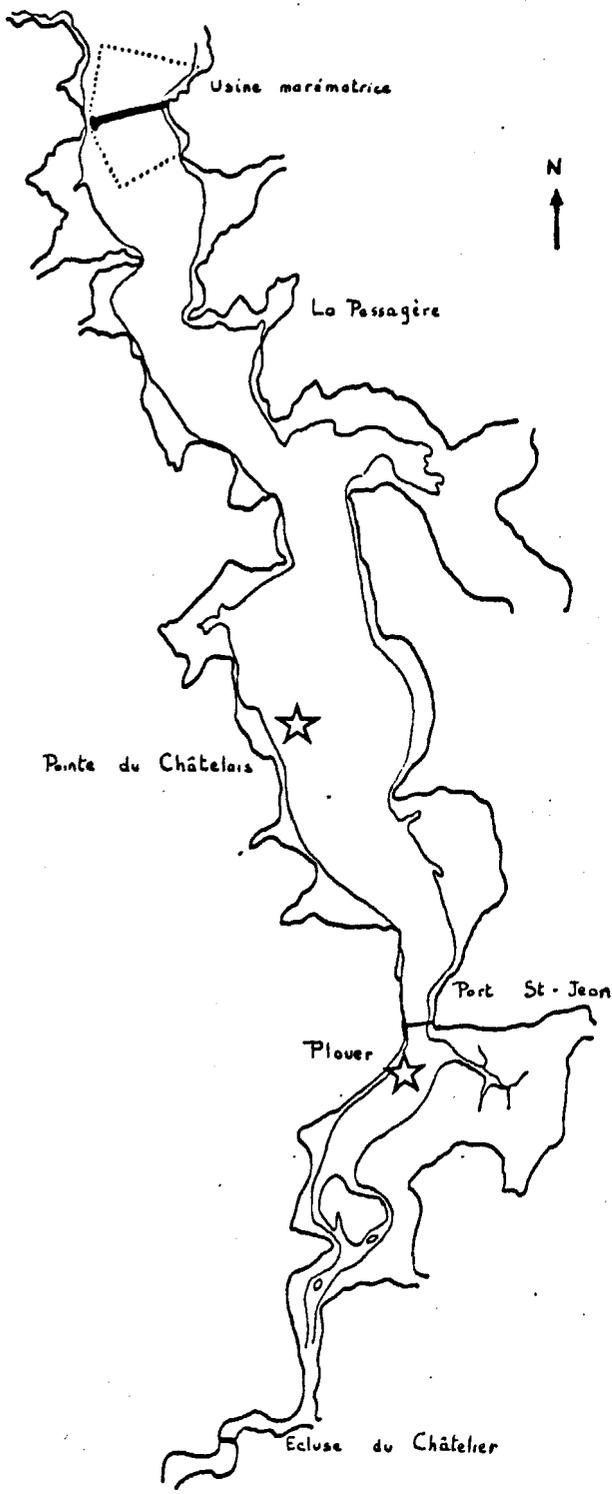


fig. n° 15

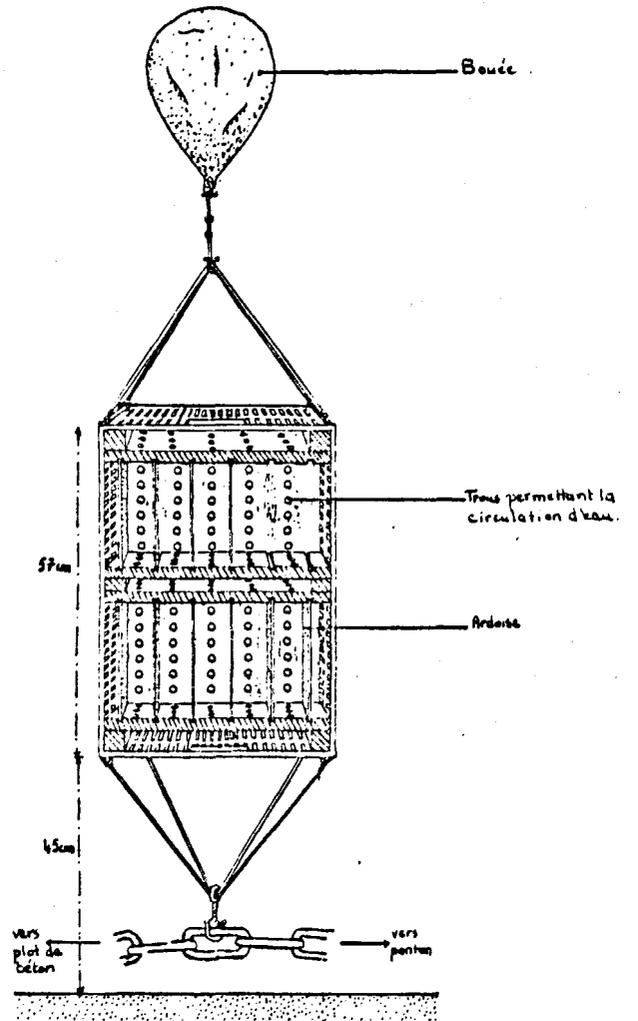


fig. n° 14

Fig. n° 14 : Représentation du dispositif immergé, support de 12 ardoises.

Fig. n° 15 : Carte toponymique succincte de la Rance.

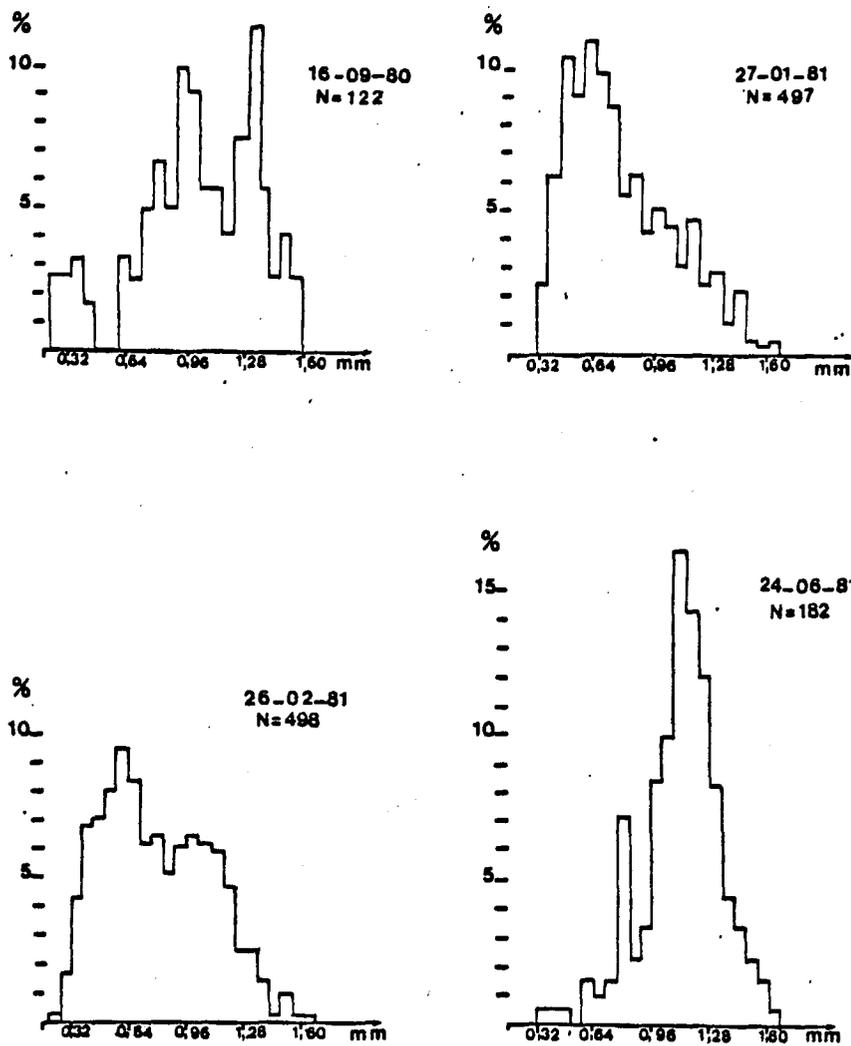


Fig. n° 12 : Histogrammes de distribution de fréquence de taille des opercules de la population de *Pomatoceros lamarcki* en baie du mont Saint-Michel.

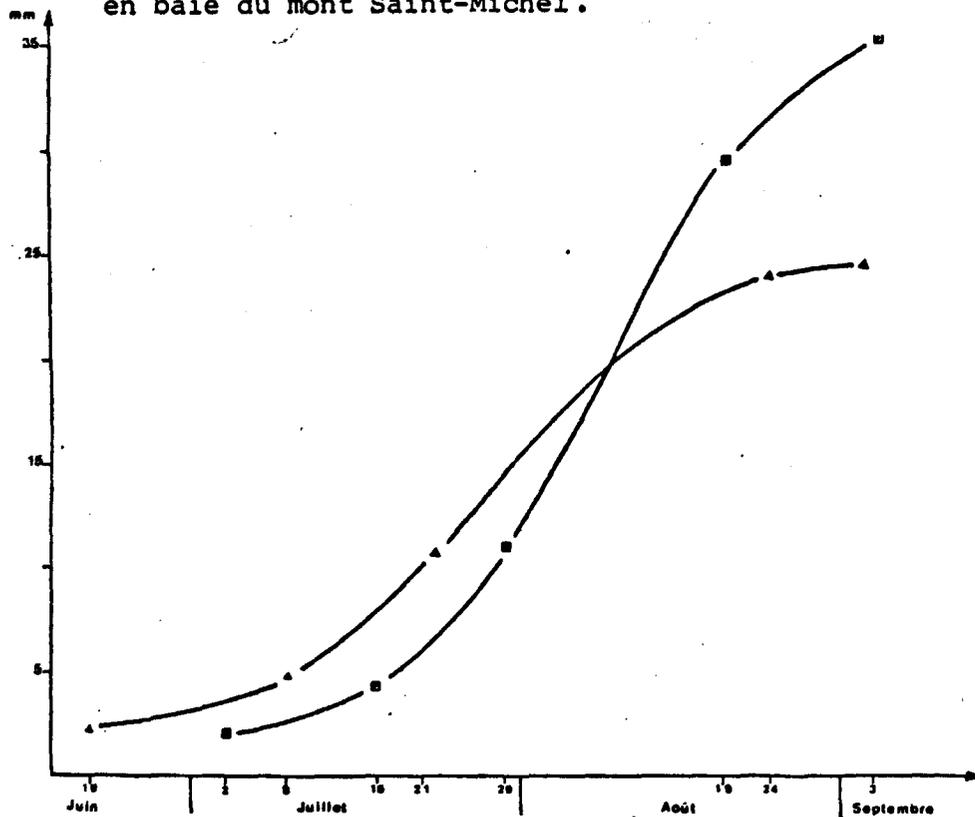


Fig. n° 16 : Courbes de croissance du tube d'individus de *Pomatoceros lamarcki* fixés sur les collecteurs du Chatelais (Δ) et de Plouer (\square).

Michel confirment que les exigences ou tolérances écologiques de *Pomatoceros triqueter* différent nettement de celles de *P. lamarcki*. Au terme de l'étude biologique sommaire de cette dernière il ne semble pas que le polymorphisme operculaire soit un indicateur des variations d'éda-phisme et plus particulièrement de la charge des eaux en matières en sus-pension au voisinage du fond. Au contraire les expériences de colonisa-tion sur substrat artificiel réalisées dans le bassin maritime de la Rance suggèrent que *P. lamarcki* intègre à travers sa croissance les fluctua-tions de ce paramètre.

La mise en place en période estivale de collecteurs permettant de mesurer avec précision les différences de vitesse de croissance de l'es-pèce en fonction des conditions de milieu, se révèle donc une technique à la fois simple et efficace pour suivre l'évolution pluriannuelle des poten-tialités biologiques des eaux vis à vis d'un organisme benthique filtreur.

De plus on peut raisonnablement penser que toute augmentation du ni-veau de turbidité des eaux en baie du mont Saint-Michel entraînera un plus grand développement des populations de *P. lamarcki* et leur extension vers le large; aussi peut-on craindre une plus grande compétition de ces populations vis à vis d'autres organismes filtreurs.

La troisième partie a été réalisée avec le concours de F. LANG et J.C. LE CALVEZ, étudiants de IIIème cycle au Laboratoire de Dinard.

- A N N E X E I -

Intérêt de la benne suceuse autonome (B.S.A)

pour cette étude

- A N N E X E I -

Intérêt de la benne suceuse autonome (B.S.A.)

La grande particularité des engins de succion comme celui-ci est de récolter totalement et parfaitement le macrobenthos profondément enfoui dans le sédiment. Or les contraintes d'utilisation qu'impose la B.S.A. repoussent souvent le benthologue. C'est donc pour y remédier que nous lui avons imposé deux modifications principales*, l'une (1) augmentant ses performances et donc son intérêt, l'autre (2) facilitant sa manipulation.

(1) - Nous avons remplacé l'ancien disque de récolte (de $1/4$ de m^2) par un plus petit (de $1/10$ de m^2) **. Ceci a le double avantage de la rendre utilisable sur de hauts fonds (jusqu'à 5 mètres suivant la compacité du sédiment) et d'être facilement comparable à la benne Smith Mac Intyre qui prélève la même surface.

(2) - Le système de mise en place du détonateur a été modifié; il en résulte un gain de temps considérable.

Toutefois cet engin reste encore d'un maniement bien moins aisé (350 kg. vide - 400 kg. pleine) que la benne Smith Mac Intyre et ne peut être, dans son état actuel, utilisé à bord d'une unité légère pour un échantillonnage mensuel. Par contre, ponctuellement, elle fournit des données essentielles pour des études de populations et des calculs de biomasse. L'échantillonnage que nous avons réalisé est insuffisant pour comparer d'une manière rigoureuse les performances de chaque benne. Il s'agit plutôt de définir les limites d'un échantillonnage continu réalisé avec la Smith Mac Intyre. Nous avons dressé ci-contre la liste des espèces et le nombre d'individus récoltés par mètre carré de sédiment.

* Selon les plans de J.M. BOUCHET, Institut Universitaire de Biologie Marine (IUBM) 33120 ARCAHON.

** Avec ce petit disque l'assise de la benne au fond est encore plus incertaine; pour un bon emploi les conditions météorologiques doivent être clémentes.

	SMI (10 relevés) densité	BSA (8 relevés) densité
<i>Eteone</i> sp.	1	
<i>Nephtys cirrosa</i>	34	25
<i>Nephtys caeca</i>	1	
<i>Glycera</i> sp.	2	
<i>Nematonereis unicornis</i>		1
<i>Lumbrinereis impatiens</i>	1	
<i>Aricia</i> sp.		1
<i>Aricia latreillii</i>		1
<i>Spiophanes bombyx</i>	10	1
<i>Armandia polyophtalma</i>	25	29
<i>Travisia forbesi</i>	2	4
<i>Notomastus latericeus</i>	1	4
<i>Clymenella cincta</i>		4
<i>Dentalium vulgare</i>	2	
<i>Nucula turgida</i>	5	13
<i>Glycymeris glycymeris</i>	2	7
<i>Astarte triangularis</i>	83	219
<i>Tapes rhomboïdes</i>	1	
<i>Spisula</i> sp.	11	30
<i>Abra alba</i>	18	3
<i>Abra prismatica</i>	4	11
<i>Ensis arcuatus</i>	3	9
<i>Mysidacés ind.</i>		1
<i>Eurydice</i> sp.	1	
<i>Synchelium haplocheles</i>	2	
<i>Bathyporeia Guilliansoniana</i>	17	6
<i>Urothoe brevicornis</i>		1
<i>Pontocrates arenarius</i>	2	
<i>Crangon crangon</i>	1	
<i>Ophiocentrus brachiatus</i>	1	
<i>Gymnammodytes semisquamatus</i>	2	

Les densités obtenues avec les deux bennes sont globalement les mêmes. Les différences semblent être le reflet de la distribution spatiale en agrégats de la majorité des espèces de ce peuplement plutôt que de leur distribution verticale.

En conclusion nous pouvons dire que la majorité des espèces de ce peuplement vit en surface. Même les plus gros individus de *Nephtys cirrosa*, *Armandia polyophtalma* et *Glycymeris glycymeris* sont prélevés par la benne Smith Mac Intyre (profondeur moyenne des prélèvements : 7,5 cm). Seules deux espèces profondément enfouies : *Clymenella cincta* et *Ensis arcuatus* ne sont bien échantillonnées qu'avec la benne suceuse autonome.

- A N N E X E II -

Tableaux faunistiques et densités
relatifs aux études spatiales

Station	4	3	2	1	5	2	6
Nombre de coupes de benne	10 SMI	8 SMI	10 SMI	10 SMI	7 BSA	7 BSA	8 BSA
Coefficient de correction	1	1,25	1	1	1,43	1,43	1,25

CNIDAIRES

Tealia felina

2

1

NEMERTIENS

1

SIPUNCULIENS

Phascolion strombi

38

9

13

ANNELIDES

Polychètes

Lagisca extenuata

1

Harmothoe sp.

9

5

7

4

1

Eulalia sanguinea

1

4

2

Phyllodoce ind.

3

3

Nyctides limbata

1

1

Eteone sp.

1

1

1

Hesionidae ind.

1

Syllidae ind.

3

3

19

Syllis gracilis

1

117

Syllis cornuta

51

84

123

Sphaerosyllis bulbosa

54

1

Nereidae ind.

3

26

3

44

1

Nephtys cirrosa

17

16

34

18

9

25

34

Nephtys caeca

2

1

Glycera sp.

9

8

13

7

1

Goniada emerita

47

92

67

14

Marphysa belli

1

Nematonereis uniaornis

1

1

Lumbrineris ind.

4

Lumbrineris impatiens

1

6

Lumbrineris gracilis

1

Lumbrineris latreilli

11

9

11

4

Staurocephalus Kefersteini

16

14

21

Staurocephalus sp.

6

7

Aricia latreilli

1

Aricia sp.

1

Spionidae ind.

1

Aonides oxycephala

13

5

Aonides sp.

3

Spiophanes bombyx

10

1

1

Cirratulidae ind.

2

Armandia polyophtalma

23

25

25

33

7

29

16

Travisia forbesi

4

2

1

4

1

Capitellidae ind.

1

Notomastus latericeus

2

4

1

9

1

4

Clymenella cincta

4

Maldanidae ind.

2

Sabellaria spinulosa

1

Lanice conchilega

2

Pista cristata

1

1

Polycirrus sp.

10

8

11

Sabellidae ind.

1

Pomatoceros lamarcki

3

8

2

Oligochètes

15

Archiannelides

9

MOLLUSQUES

Polyplacophores

Lepidopleurus asellus

195

93

37

1

Gasteropodes

Crepidula fornicata

1

Calytrea sinensis

25

10

Scaphopodes

Dentalium vulgare

5

3

2

3

Pélécypodes

Mucula turgida

1

5

5

Glycymeris glycymeris

19

51

2

95

71

13

4

Lima ind.

1

3

7

29

Astarte triangularis

303

1299

83

240

2004

219

718

Laevicardium crassum

4

1

Parvicardium ovale

1

Venus castina

1

Venus ovata

15

1

27

7

5

Tapes rhomboides

8

3

Station	4	3	2	1	5	2	6
Nombre de coupes de benne	10 SMI	8 SMI	10 SMI	10 SMI	7 BSA	7 BSA	8 BSA
Coefficient de correction	1	1,25	1	1	1,43	1,43	1,25

Pélicypodes (suite)

<i>Maotra corallina</i>						1	
<i>Spiacula ovalis</i>	204	229	11	230	113	30	26
<i>Donax variegatus</i>				6	1		
<i>Abra alba</i>	36	19	18	4	3	3	23
<i>Abra prismatica</i>	2		4			11	3
<i>Gari depressa</i>							1
<i>Solenacea ind.</i>							1
<i>Ensis arcuatus</i>			3			9	1
<i>Ensis ensis</i>							1
PYGNODONIDES							
<i>Nymphon brevirostre</i>	1			1			
<i>Achelia sp.</i>	1						
CRUSTACES							
Mysidacés							
<i>ind.</i>	2	1				1	1
Cumacés							
<i>ind.</i>	1	3	3	1			
Isopodes							
<i>ind.</i>					9		
<i>Eurydice sp.</i>		5	1	7	11		3
<i>Sphaeroma sp.</i>	1		2				
Amphipodes							
<i>ind.</i>	8		5	7			
<i>Megalurapus agilis</i>							3
<i>Bathyporeia williamsontana</i>	3	1	17	1		6	5
<i>Urothoe brevicornis</i>						1	
<i>Monoculodes carinatus</i>					1		
<i>Pariculodes longimanus</i>	3						
<i>Pontocrates arenarius</i>		5	2				
<i>Nototropis swamerdami</i>	3	21		4	1		
<i>Nototropis falcatus</i>	3	21		4	1		
<i>Gammaridae ind.</i>						1	1
<i>Maera othonis</i>	4	6					
Décapodes							
<i>Crangon crangon</i>	4						
<i>Paguridae ind.</i>	7	3		2			
<i>Thya scutellata</i>	1						
ECHINODERMES							
<i>Ophiura albida</i>	3						
<i>Ophiocentrus brachiatus</i>		3	1				
<i>Thyone fusus</i>	1						
POISSONS							
<i>Gymnammodytes semisquamatus</i>		3					

Richesse spécifique	57	43	26	40	30	22	26
Abondance	1128	2106	251	1084	2491	373	886

- A N N E X E III -

Tableaux faunistiques et densités
relatifs aux études temporelles

Date	15 Sept.	21 Oct.	13 Nov.	27 Janv.	26 Fév.	26 Mars	13 Mai	26 Juin	28 Juil.
Nombre de coups de benne	20	14	6	14	16	15	10	15	14
Coefficient de correction	0,5	0,71	1,67	0,71	0,625	0,67	1	0,67	0,71

CRUSTACES

Mysidacés	28	28	12	2	1	2		9	1
Cumacés									
<i>Iphinoe trispinosa</i>	1								
<i>Bodotria scorpioides</i>	1								
Tanaïdacés									
<i>Apseudes latreilli</i>		2	15	6					
Isopodes	4								
<i>Eurydice</i> sp.							1		1
Amphipodes									
ind.	2	2	1				5	1	
<i>Hippomedon denticulatus</i>							1	2	2
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	46	40	28	50	24	1	17	3	2
<i>Urothoe bravicornis</i>	1	4	3	4		1		1	1
<i>Perioculodes longimanus</i>		2							
<i>Pontocrates arenarius</i>	6	1	3		1		2	2	1
<i>Nototropis swammerdami</i>			2	3		2			
Gammaridae ind.	7			3	1			2	3
<i>Megaluropus agilis</i>								3	
Décapodes									
<i>Orangon orangon</i>	1		1	1			1		1
Faguridae ind.				1					
<i>Pagurus bernhardus</i>		1			1				
<i>Natantia</i> ind.	2			1					1
ECHINODERMES									
<i>Ophiura</i> ind.					1				
<i>Ophiura albida</i>		3						1	1
<i>Ophiocentrus brachiatus</i>							1		
POISSONS									
<i>Gymnamodytes semisquamatus</i>	1		1	2	3		2		
<i>Callionymus lyra</i>	1		1						

- A N N E X E IV -

Granulométrie

Classification adoptée pour la construction des polygones de distribution de fréquence et définie par LARSONNEUR (1977) :

Vases	V	0.05 mm
Sablons fins	S ₁	0.05 à 0.1
Sablons	S ₂	0.1 à 0.2
Sables fins	S ₃	0.2 à 0.5
Sables moyens	S ₄	0.5 à 1
Sables grossiers	S ₅	1 à 2
Petits graviers	G ₁	2 à 5
Graviers moyens	G ₂	5 à 10
Gros graviers	G ₃	10 à 20
Coquilles entières	C	20 à 50 mm

BIBLIOGRAPHIE

- CASTRIC-FEY, A, 1981. Recrutement, croissance et longévité de *Pomatoceros triqueter* et de *Pomatoceros lamarcki* sur plaques expérimentales, en baie de Concarneau (sous-presse).
- LANG, F., LE CALVEZ, J.C., 1981. Contribution à la connaissance de la Biologie et de l'Ecologie de *Pomatoceros lamarcki* (Annélide Polychète Sédentaire). D.E.A. Univ. Rennes.
- LARSONNEUR, C., 1977. La cartographie des dépôts meubles sur le plateau continental français : une méthode mise au point et utilisée en Manche. *Journal de la Recherche Océanographique*, 7 (2) : 33-39.
- RETIERE, C., 1979. Contribution à la connaissance des peuplements benthiques du golfe normanno-breton. Thèse d'état Univ. Rennes, 431 p.
- SHROEDER, P.C. & HERMANS, C.O., 1975. Annelida Polychaeta. *in* *Reproduction of marine Invertebrates*. Vol. III. Annelids and Echiurians, A.C. GIESE and J.S. PIERSE ed., Acad. Press : 1-213.
- VUILLEMIN, S., 1968. Elevage des Serpulinés (Annélides Polychètes). *Vie et Milieu*, 19 (A) : 195-199.
- ZIBROWIUS, H., 1968. Etude morphologique, systématique et écologique des Serpulidae (Annelida Polychaeta) de la région de Marseille : *Rec. Stat. Mar. Endoume*, 43 (59) : 253 pp.

DEUXIÈME PARTIE :

PEUPEMENT DES SABLES GROSSIERS

Michel BLANCHARD

Département Environnement Littoral et Gestion du Milieu Marin
Centre Océanologique de Bretagne - C.N.E.X.O.

ZONE DES SEDIMENTS GROSSIERS

Plan de l'Etude

I. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DE LA ZONE INFRALITTORALE

- Présentation géographique - carte N° 1.
- Hydrodynamisme - fig. N°1.
- Matières en suspension.

II. CARTOGRAPHIE BIO-SEDIMENTAIRE DE LA ZONE INFRALITTORALE

- 1) Méthode - carte N° 2.
- 2) Répartition des zones sédimentaires - carte N°3 - fig. N°3.
- 3) Facies bio-sédimentaires.
- 4) Espèces exploitées dans le secteur étudié.

III. ANALYSE DETAILLEE DU FACIES DES SABLES GRAVELEUX

- 1) Localisation des stations suivies.
- 2) Mesure des principaux paramètres physiques relevés aux stations 1 et 2.
- 3) Granulométrie - fig. N°3.
- 4) Méthode et période d'étude du peuplement benthique.
 - . Densité - tableau en annexe.
 - . Biomasse.
- 5) Analyse détaillée du peuplement.
 - . Analyse du peuplement par la méthode A.C.P. fig. 4-5-6-7 Densités et Biomasses.

IV. DYNAMIQUE DE DEUX POPULATIONS DE SABLES GROSSIERS : TAPES RHOMBOIDES et

SPISULA OVALIS

- 1) Biologie de la population de Spisula ovalis.
 - . Morphologie - écologie
 - . Densités - Biomasses - fig. 8 et 9.
 - . Biologie de l'espèce.
 - . Analyse modale de croissance - fig. 10 et 11.
 - . Prédation - production - mortalité.
- 2) Biologie de la population de Tapes rhomboïdes
 - . Répartition de l'espèce - écologie
 - . Densité - biomasse
 - . Morphologie
 - . Sexualité - reproduction - fig. 13.
 - . Analyse de la croissance - fig. 14 et 15.
 - . Production - mortalité.

- Bibliographie.

- Synthèse générale des études réalisées dans le domaine infralittorale par le C.O.B. et le M.N.H.N. (fig. 16).

I. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DE LA ZONE INFRALITTORALE.

Nous avons étudié la baie du Mont St Michel, terme pris au sens large, c'est-à-dire une zone limitée au nord par la latitude de l'archipel des Chausey, à l'ouest par la longitude $1^{\circ}50$ qui passe par la pointe du Grouin et la Grande Ile de Chausey, au sud et à l'est par le niveau 0 des cartes marines (voir carte n° 1).

Cette zone ainsi définie forme une entité géographique tout à fait particulière. Elle est limitée à l'est par les côtes du Cotentin, aux falaises rocheuses de Granville et de Champeaux enserrant des dunes érodées, au sud-ouest, par la pointe du Grouin dont l'avancée protège des houles d'ouest toute une zone d'estran meuble en fond de baie.

L'archipel des Chausey, prolongement des falaises de Granville, forme une barrière aux tempêtes venant du nord, et c'est donc uniquement la façade ouest qui est ouverte vers l'extérieur, précisément sur les grandes houles venues de l'Atlantique. Dans le fond de la baie débouchent plusieurs rivières au débit maximum non négligeable, drainant les terrains humides de l'arrière pays.

La limite ouest de la zone étudiée suit à peu près l'isobathe - 15 m C.M. C'est donc en fait une baie très peu profonde. Mais les reliefs dessinent un étranglement, en forme d'entonnoir qui canalise le courant de flot, provoquant ainsi une amplitude de marée de plus de 14 m, phénomène rare à l'échelle mondiale, d'où les projets d'utilisation de cette énergie marémotrice.

Cette vaste baie, autrefois exondée et plantée d'immenses forêts a été le siège de plusieurs phénomènes de submersions rapides (ras de marée de l'an 709 selon de nombreux auteurs, marées extraordinaires, inondations majeures aux 9e, 13e et 14e siècle. Les auteurs sont très partagés sur l'importance à donner à chacun des phénomènes). Aujourd'hui, ce phénomène tend à s'inverser et on observe un relèvement moyen du niveau du sol de la baie d'environ 1 cm par an, d'après les Annales du Mont St Michel.

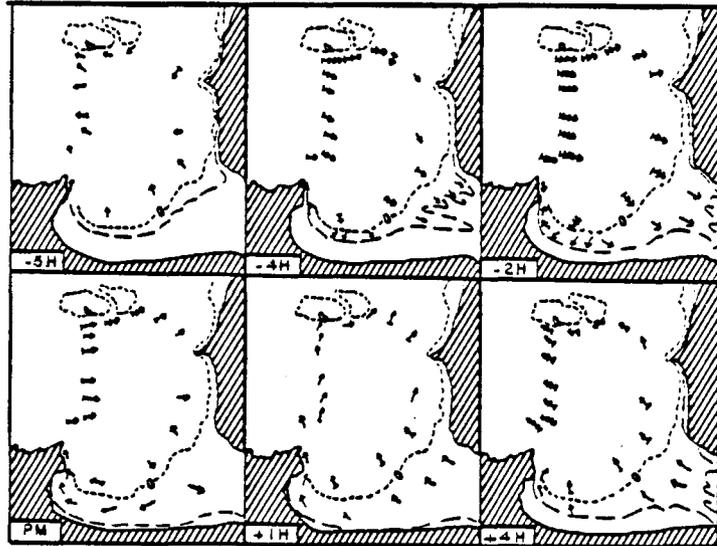
Hydrodynamisme.

Cette vaste zone peu profonde est le siège d'un hydrodynamisme important. Outre l'amplitude de la marée, on observe une atténuation progressive des

vitesse de courant au fur et à mesure de sa progression ce qui, du point de vue du transport de matières en suspension, est un phénomène majeur.

Les seules mesures de courantologie que nous possédions sur l'ensemble de la zone sont celles du Service d'Etude et d'Utilisation de la Mer d'EDF, mesures citées par PHILIPPONEAU (1956) (figure 1).

FIGURE 1 :
Courants de marée dans
la baie du Mont St Michel



Vitesse du courant en noeuds mesures EDF
 ← -0,5 ←← 0,5 à 1 ←←← 1 à 1,5 ←←←← 1,5 à 2 ←←←←← + 2
 Coefficient de marée : 72

Le flot atteint son maximum 2 h 30 avant la pleine mer et le maximum de jusant se situe 4 heures après.

Plusieurs auteurs travaillant dans la baie ont donné les roses de courant correspondant à leur secteur d'étude (SBINDEN, 1981 ; Laboratoire Central Hydraulique de France, 1979 ; LANG et col., 1973). Chez ces derniers, nous relevons des mesures proches de la station 1 (carte 1).

5 milliards de m^3 d'eau franchissent la ligne Grouin - Chausey au cours d'une marée de coefficient moyen (LANG & Co., 1973). "La plus grande partie de la masse d'eau apportée dans la baie par les courants de marée provient de l'ouest, et ce courant issu de l'ouest dure plus longtemps, et est plus rapide que le courant issu du nord" (PHILIPPONEAU, 1956). Il peut atteindre jusqu'à 4 noeuds. Le long du Cotentin, le courant résiduel de la masse d'eau est plus important dans le sens sud-nord entre Granville et Chausey. C'est donc un courant alternatif qui transite dans cette baie, avec une direction générale nord-ouest-sud-est, et une composante plus faible dans le sens nord-sud entre Granville et Chausey.

Dans cette baie débouchent 4 rivières : la Sélune et la Sée. au Gué de l'épine près d'Avranches, le Couesnon au Mont St Michel, le Guyoult au Vivier sur Mer. Les chiffres ci-dessous, cités par DESPLATS (1975), sont ceux des débits observés, en m³/s.

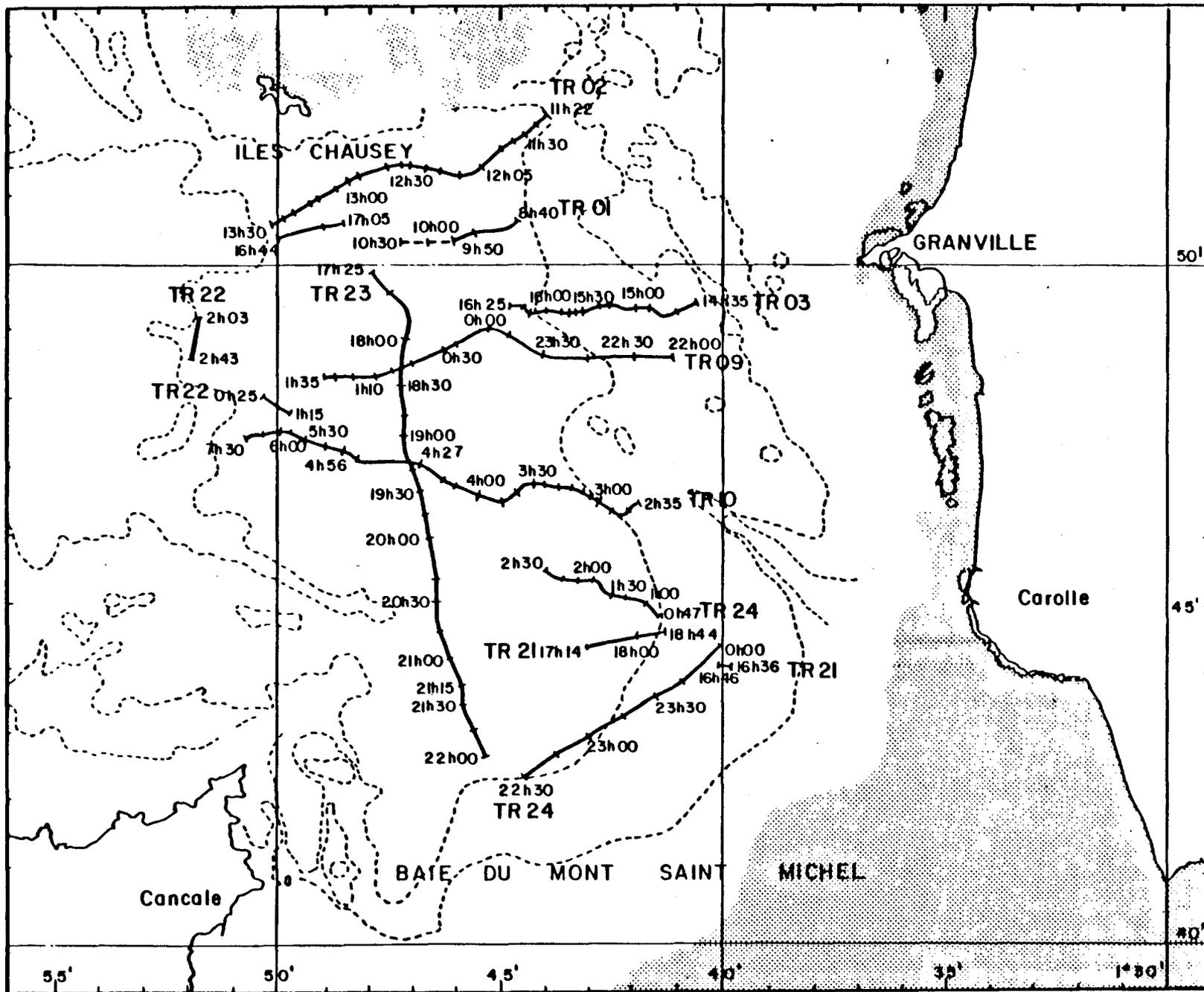
débit m ³ /s	minimum sur 30 j.	maximum	moyen annuel
Sélune	1.8	105.5	11.9
Sée	1.4	100 ?	11
Couesnon	0.145	18.6	4.94
Guyoult	0.048	3.0	0.39
	3.39	227.1	28.23

Les trois principales rivières empruntent un chenal central, orienté nord-ouest - sud-est, qui atteint la zone infralittorale à mi-chemin de la ligne Cancale, pointe de Champeaux, non loin de notre station 1.

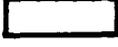
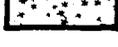
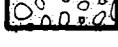
Matières en suspension.

La particularité de la baie du Mont St Michel réside dans les valeurs importantes de matières en suspension. Les teneurs en particules varient de 0.05 à 0.15 g/l en mer, et atteignent 1.8 g/l près des bouchots (LANG & Co., 1973). JACQUET (1949) cite le chiffre record de 20 g/l de matières en suspension dans la partie estuarienne de la baie. Cette zone d'eau turbide s'étend sur tout l'estran, et se prolonge à marée basse jusqu'à 2 km au-delà du zéro des cartes (LANG & Co., 1973).

Le courant de flot, plus important que le courant du jusant, venant du nord-ouest, apporte donc vers le fond de la baie d'énormes quantités de particules fines : 3 milliards de m³ de vase à chaque flot sur une ligne pointe de Champeaux - pointe du Grouin (LCHF, 1979). L'intensité du courant diminuant au fur et à mesure de son avancée, du fait de la remontée des fonds, les particules s'y déposent progressivement créant les immenses étendues vaseuses si caractéristiques qui recouvrent l'estran. Au sud de cette même ligne, la sédimentation est de 1 250 000 m³/an soit 0,3 cm/an (rapport LCHF 1979).



CARTE N° 2 : Localisation de profils de photographies sous-marines.

	Maerl > 50%
	Maerl < 50%
	Sable envasé
	Sable fin à moyen propre
	Sable caillouteux
	Sable graveleux
	Cailloutis et blocs à épibiose sessile
	Ripple marks
	Algues

EPIFAUNE SESSILE

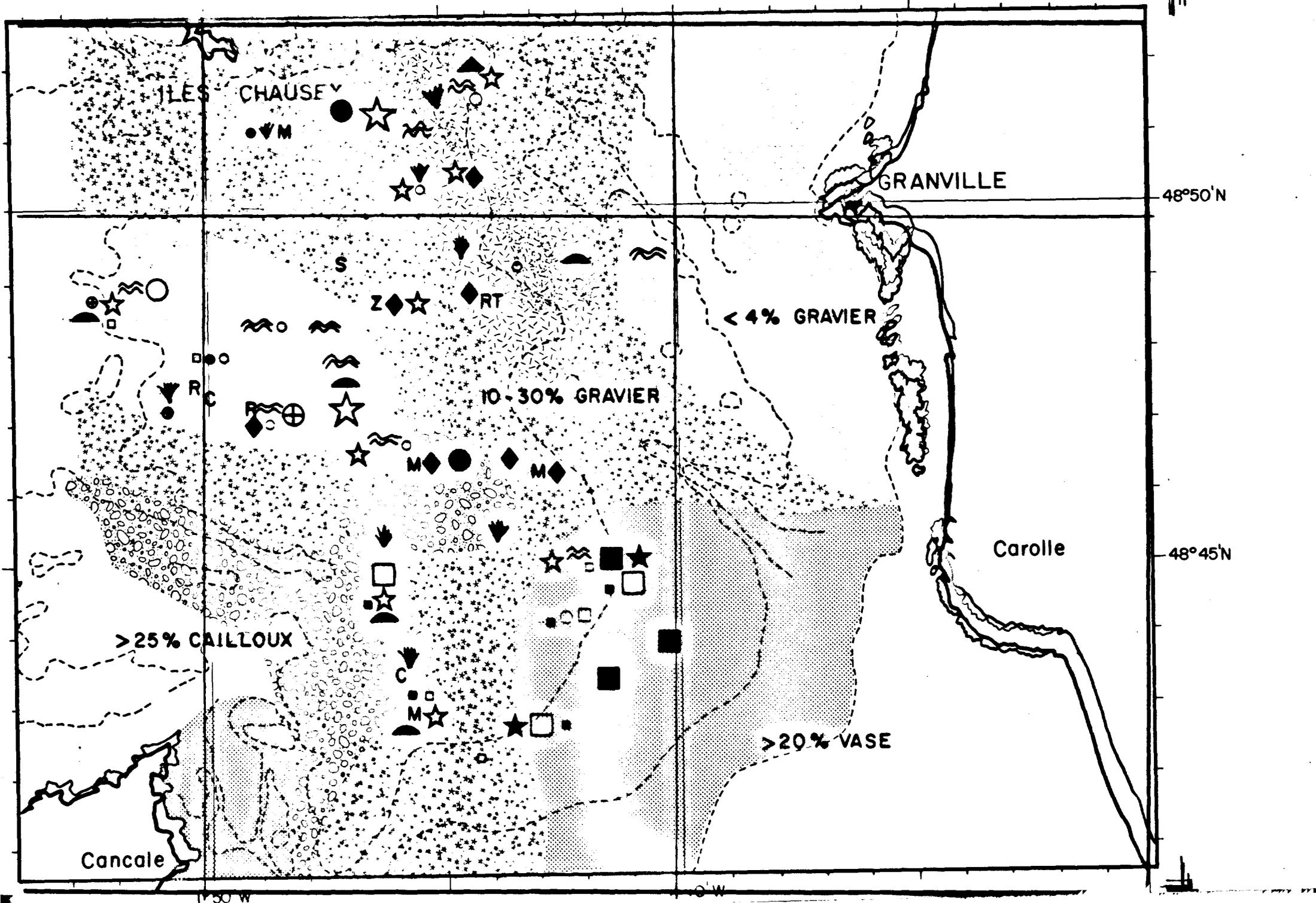
Pomatoceros % recouvrement	□ 0-10; □ 10-50; □ 50-100
Crépidules	■ < 100/m ² ■ > 100/m ²
Polychètes	● < 100/m ² ● > 100/m ²
Sabelles ★	
Coquilles vides % recouvrement	○ 0-10; ○ 10-50; ○ 50-100

EPIFAUNE VAGILE OBSERVEE

▲	Crabes mousses
◆	Araignées
☆	Pagures > 1/m ²
☆	Pagures < 1/m ²
⊕	Chlamys > 1/m ²
⊕	Chlamys < 1/m ²
◐	Praires

POISSONS

R	Roussettes
C	Callionymes
M	Mulets
S	Seiches
Z	Soles
RT	Raies torpilles



LES CHAUSES

GRANVILLE

48°50'N

< 4% GRAVIER

10-30% GRAVIER

Carolle

48°45'N

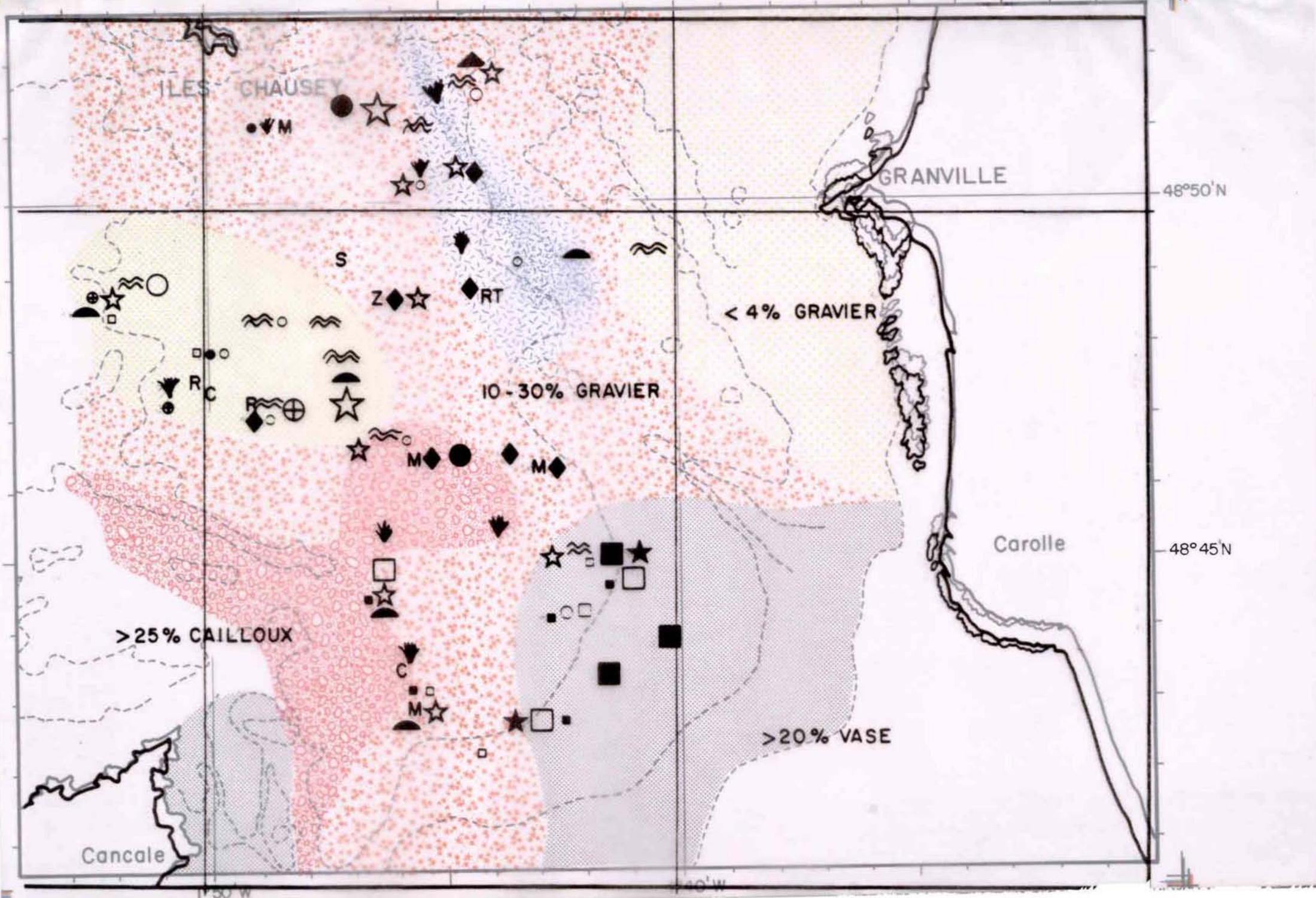
> 25% CAILLOUX

> 20% VASE

Cancale

1°50' W

1°0' W



Sur l'ensemble de la zone, le phénomène de sédimentation crée ainsi un gradient d'envasement, allant du plus grossier au nord-ouest jusqu'aux étendues de vase du fond de la baie, en passant progressivement par toutes les séquences édaphiques selon un axe nord-ouest - sud-est.

II. CARTOGRAPHIE BIO-SEDIMENTAIRE DE LA ZONE INFRALITTORALE.

Déjà bien connus par les travaux de l'Université de Caen (DOLET & Co., 1965 ; GIRESSE & Co., 1971 ; BOURCART et BOILOT, 1960 ; ainsi que par RETIERE, 1979), la répartition des faciès sédimentaires a été précisée au cours de cette étude.

1. Méthode.

Afin de cartographier cette zone, nous avons procédé à une série d'observation par télévision et photo sous-marine. Au cours de deux campagnes lourdes du N/O "Suroit" en août 1980 et mai 1981, différentes radiales ont été effectuées dans la zone sud Chausey. Nous avons choisi de travailler par petits coefficients pour des raisons évidentes de transparence de la masse d'eau.

Les appareils de prise de vues sont fixés sur un traineau tiré à petite vitesse (1,5 noeuds) par le navire (cf. rapport préliminaire). En dehors des enregistrements vidéo, réalisés en continu, nous avons emmagasiné environ 25 heures d'enregistrements photographiques à raison d'une image toutes les 15 à 20 secondes selon les traits, soit 5000 photographies dont 1/3 en couleurs.

12 août 1980			07 mai 1981		
n° du trait	durée	film	n° du trait	durée	film
TR 1	2 H 15	couleur	TR 21	1 H 40	noir - blanc
TR 2	2 H	couleur	TR 22	1 H 30	noir - blanc
TR 9	3 H 30	couleur	TR 23	4 H 30	noir - blanc
TR 3	2 H	noir - blanc	TR 24	3 H 15	noir - blanc
TR 10	5 H	noir - blanc			

La carte n° 2 nous donne le tracé de chacun des traits de troïka ainsi que les heures de positionnement.

Sur ces photographies nous avons pu examiner grossièrement la nature du sédiment de surface des différentes zones, estimer la turbidité, la force et l'orientation du courant, à partir des microreliefs, répertorier la nature et la densité de la flore et de l'épifaune. Nous avons pu quantifier certaines espèces, sachant que l'étendue du champ visuel est d'environ 1 m² par photo.

2. Répartition des différentes zones sédimentaires.

La carte n° 3 synthétise les différentes observations extraites des photographies. Nous y avons reporté les cinq grandes zones sédimentaires déjà mentionnées par RETIERE (1979), dont nous garderons la terminologie.

- La "zone de sables fins à moyens propres", située le long des côtes du Cotentin, représente environ 15 % de la zone infralittorale. Elle est relativement homogène et marquée d'importants ripple marks. Cette zone fait l'objet d'une étude particulière dans ce rapport, réalisée par le Laboratoire Maritime de Dinard.

- La zone des "petits bancs", non mentionnée par RETIERE, est une autre étendue sableuse située à l'ouest du secteur. C'est une zone où des nappes de sédiment grossier apparaissent plus ou moins noyées dans un sédiment plus fin et très mobile. Ces différentes taches de plusieurs centaines de mètres de diamètre sont séparées par de nombreux ripple marks, de quelques centimètres de hauteur, avec une accumulation à leur pied d'importantes quantités de coquilles vides de bivalves. Sur ce sédiment, des lentilles de vase visibles sur les photos se déplacent au gré des courants, lesquels peuvent atteindre jusqu'à 4 noeuds dans ce secteur qui est donc typiquement instable.

- Une petite zone de maerl, qui est en fait un diverticule du gisement nord Chausey, s'étend entre Granville et Chausey selon une direction nord-sud. Cette bande est relativement étroite (2 km maximum) avec au centre une teneur entre 50 et 90 % de recouvrement de maerl vif, proportion qui décroît rapidement sur le pourtour, jusqu'à une inversion des pourcentages maerl vif / maerl mort, et disparition progressive.

- Une zone de "cailloutis à épibiose sessile", essentiellement limitée à la partie sud-ouest, le long de la côte bretonne, n'a pas été photographiée; elle présente apparemment un important diverticule dans la zone centrale



TR 24 (station 1) Sédiment grossier envasé avec nombreuses coquilles vides.



TR 23 - Zone des cailloutis à épibiose sessile spongiaires - actinies - algues brunes.



TR 01
(Station N°2)

Sédiment grossier - maerl et
coquilles vides (tapes)
présence de pagures.

TR 01
Zone de maerl
(sud-est chausey)



TR 22
Zone des "petits bancs"
sud-ouest chausey

de la baie, que nous avons, lui, cartographié. Noyés dans cette zone de cailloutis, nous avons retrouvé des affleurements rocheux disposés en parallèles et orientés nord-ouest - sud-est, déjà signalés par GIRESSÉ *et al.* (1971), ainsi que de nombreux blocs erratiques, connus et redoutés des chalutiers qui travaillent dans la baie, et que GRAINDOR (1958) cite comme témoins des transgressions flandriennes, que la mer n'aurait pu emmener plus au large. Il pourrait s'agir également de restes de constructions, élevées avant que le niveau de la mer ne remonte au 8e siècle, et dont la localisation est mentionnée par la carte du 9e siècle découverte au Mont St Michel en 1714 par DESCHAMPS-VADEVILLE. Ceux que nous avons observés ne devraient pas dépasser 1 mètre. On peut supposer que ces reliefs induisent d'importantes modifications hydrodynamiques au niveau du fond.

- La zone de "sable graveleux" occupe environ 60 % du secteur infralittoral. Cette zone de sédiment grossier est composée de cailloutis de schiste de débris coquilliers importants et de sable grossier. D'après la teneur en calcaire (toujours > 50 %) et l'importance relative des graviers par rapport aux sables, LARSONNEUR, dans sa carte* des sédiments superficiels de la Manche, distingue à l'est et au sud une zone de "sables bio-lithoclastiques graveleux" avec une teneur en gravier supérieure à la fraction galets - coquilles et une médiane inférieure à 2 mm, et au centre de la zone, une bande orientée nord-sud, de graviers litho-bioclastiques à teneur en CaCO₃ plus faible donc, mais dont la médiane du sédiment est supérieure ou égale à 2 mm. La fraction galet + coquilles étant inférieure à 15 %. Nous étudierons ce secteur plus en détail dans la suite de ce rapport.

- Le fond de la baie, dans le secteur infralittoral, est occupé par des "sédiments hétérogènes sous eau turbide" qui passent rapidement des graviers à des sables grossiers puis moyens, selon la terminologie de LARSONNEUR, au fur et à mesure que l'on s'enfonce dans la baie. La teneur en calcaire y est importante (50 %). Ce qui est caractéristique de cette zone est l'importante turbidité des eaux sus-jacentes qui rendent la visibilité progressivement nulle. Nous avons constaté une progression de cette zone vers le nord, par rapport à la cartographie qu'en avait faite RETIERE en 1976. Il ne semble pas que cette évolution soit passagère, au vu des teneurs en matières en suspension signalées par ailleurs dans ce rapport.

Il est à noter que l'ensemble des différentes structures sédimentaires montre clairement sur la carte, une évolution selon un axe sud-est - nord

* Carte au 1/500 000e publié sous l'égide du CNEXO, avec le concours du BRGM.

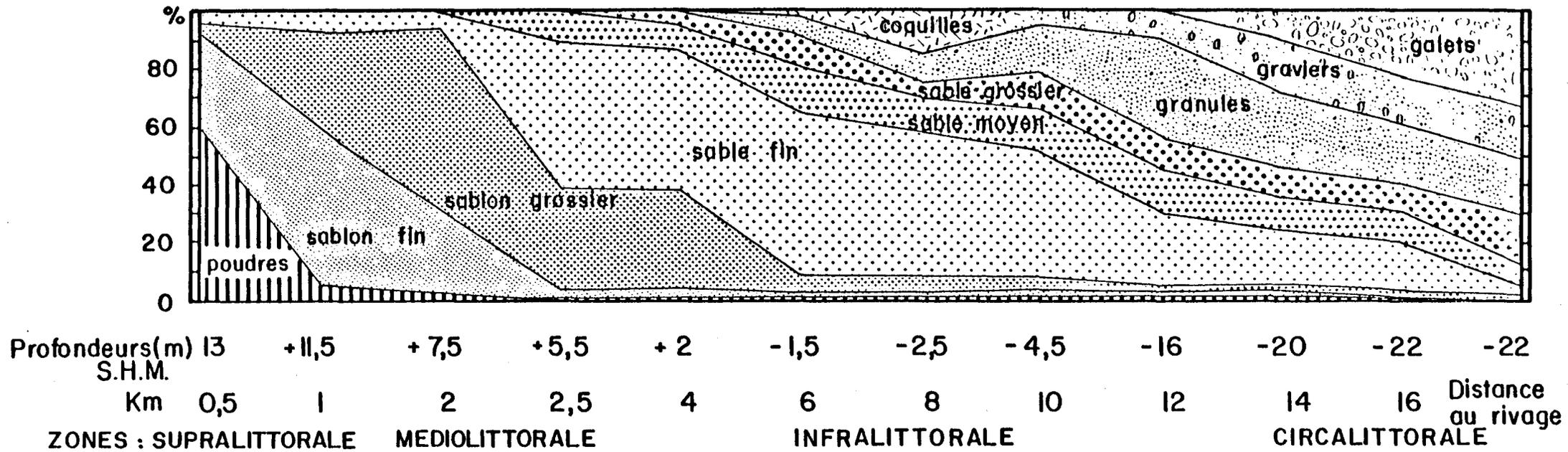


FIGURE N° 2 : Répartition sédimentaire dans la baie du Mont St Michel selon la distance à la côte et la bathymétrie (Mathieu 1966)

ouest, établissant un gradient allant du plus envasé au fond de la baie, au plus caillouteux, allant même jusqu'à la roche mère vers l'ouest. Ce gradient est reproduit par R. MATHIEU (1966) sur un profil NW/ SE (figure 2).

3. Facies biosédimentaires.

Les quelques soixante stations de prélèvements réalisées par RETIERE (1979) dans ce secteur, lui ont permis de grouper les différents faciés biosédimentaires au nombre de 3 :

- la zone des sables fins à moyens propres du Cotentin à faible diversité spécifique (voir chapitre particulier à ce secteur).
- la zone des cailloutis à épibiose sessile le long des côtes bretonnes. L'épiflore y est particulièrement importante, représentée essentiellement par des algues brunes (fuciales) fixées sur les blocs. L'épifaune observée y est importante : de nombreux bryozoaires de type *Cellaria*, des spongiaires, des ascidies et des octocoralliaires. La faune vagile y est importante autour de ces blocs où la nourriture doit être abondante : des carnivores tels les Bernard l'hermite (*Eupagurus bernhardus*) 1 pour 10 m² minimum, d'importantes quantités de Crépidules (*Crepidula fornicata*) qui se nourrissent de particules en suspension et qui trouvent là un support favorable à leur installation. On note la présence, de nombreux *Pomatoceros lamarekii*, polychètes tubicoles fixés sur les coquilles vides, ainsi que d'importantes densités de polychètes tubicoles sabellaridés, de nombreux bivalves (*Ostrea edulis*, *Glycymeris glycymeris*, *Venus verrucosa*, *Spisula ovalis*) mais aussi de très nombreux poissons : *Callionymus lyra*, l'anguille (*Anguilla anguilla*), ainsi que des bancs de mulets et de tacauds. Des crustacés doivent également y être pêchés puisque nous avons noté la présence de casiers. C'est donc un secteur relativement productif.
- sur la zone de sable grossier, l'épifaune observée se compose essentiellement de bivalves : *Tapes rhomboïdes*, *Spisula ovalis*, mais aussi *Glycymeris glycymeris* et *Venus verrucosa* ; *Ostrea edulis* et *Chlamys varia* sont en plus faible quantité. Les coquilles vides étant relativement importantes.

De nombreux crustacés vagiles, Bernard l'hermite (*Upagurus bernhardus*), l'araignée de mer (*Maia squinado*) ainsi que de nombreux crabes ont été observés. La présence d'algues rouges à 15 m de profondeur, témoigne d'une bonne oxygénation et d'une absence de turbidité sur la zone de maerl .

Au fond de la baie, la zone d'envasement a pu être facilement limitée, non seulement par la turbidité de l'eau sus-jacente et donc la réduction de la visibilité sur les photos, mais également par les variations du peuplement. C'est ainsi qu'à la périphérie de la zone turbide, apparaissent les tubes et les panaches des polychètes Sabellidés avec une densité moyenne d'environ 1 par m². Puis au fur et à mesure que le taux de petites s'accroît sur le sédiment, la quantité de crépidules augmente jusqu'à 100 % de recouvrement par photo. L'extension progressive de cette espèce est liée à l'extension de la zone d'envasement sur ce secteur (rapport oral de nombreux pêcheurs). Les coquilles vides, nombreuses dans cette zone, deviennent le support de quantités de plus en plus importantes du polychète fixé (*Pomatoceros lamarckii*), dont les tubes recouvrent alors entièrement les supports disponibles formant de véritables agrégats.

La disparition totale de la flore dans ce secteur est à mettre en relation avec le taux de matières en suspension et la baisse notable de luminosité qui lui est liée.

4. Espèces exploitées dans le secteur étudié.

Nous pouvons mentionner ici pour mémoire, l'importance des espèces exploitées dans le secteur étudié :

- Les mollusques :

- * la praire (*Venus verrucosa*) : 4000 tonnes débarquées à Granville, dont 30 % proviennent de dragages du secteur "sud Chausey" : banc de la Fille, proche de Cancale, et surtout banc de Videcoq dans la zone de maerl.
- * l'huître sauvage (*Ostrea edulis*), mais surtout l'huître creuse (*Crassostrea gigas*) exploitée en eau profonde au large de Cancale (2000 tonnes par an).
- * la moule (*Mytilus edulis*) exploitée par les mytiliculteurs de Viviers sur Mer, sur des bouchots installés près du 0 des cartes marines au sud de la baie (5000 tonnes/an) ou récoltée sur bancs naturels (Banc des Hermelles).

* le bulot (*Buccinum undatum*) pêché au casier sur des fonds de sédiment grossier, et dont 1500 tonnes sont débarquées annuellement à Granville.

- La seiche, dont Granville est le premier port français avec 2000 tonnes par an, pêchée au chalut du 15 avril à la fin mai.

- Les poissons : 500 tonnes débarquées à Granville, soles essentiellement, mais également plies, raies, grondins, lançons, lieux noirs, maquereaux et anguilles.

- Les crustacés : araignées et crabes, pêchés au casier, surtout près de l'archipel des Chausey.

III. ANALYSE DETAILLÉE DU FACIES DES SABLES GRAVELEUX.

Au vu de l'importance de la zone de sables grossiers dans la zone d'étude (60 % de la surface environ), nous avons choisi de sélectionner deux points à suivre régulièrement pour une analyse de son peuplement. L'un (n° 1 sur la carte) situé en fond de baie et se trouvant dans ce type de sédiment, mais sous une eau chargée de particules fines, l'autre (n° 2) à l'autre extrémité du gradient d'envasement, près de la grande île des Chausey, à la limite des cailloutis schisteux qui ceinturent l'archipel.

1. Localisation des stations suivies (cf. carte n° 1).

Station 1	48°44,20N	01°41,10W
Station 2	48°50, 5N	01°45, 8W

2. Mesure des principaux paramètres physiques relevés à chaque station.

	STATION N° 1	STATION N° 2
Bathymétrie (SHOM)	8 m.	15 m.
Hydrodynamisme	Faible courant sauf à la renverse.	Courant d'ouest plus long et plus violent, renverse brutale.
Sens du courant (LCHF, 1979)	Nettement alternatif NW-SE.	Alternatif est-ouest irrégulier.
Vitesse (SEUM)*	1 à 1,5 noeud flot > jusant.	Flot > 2 noeuds d'ouest.
Température (CNEXO)	Eurythermie de 8 à 23° fond = surface.	Stenothermie = St 1 - 1° (10-20°) fond = surface - 0,5°.

	<u>STATION N° 1</u>	<u>STATION N° 2</u>
Salinité (CNEXO, avril 1980)	Fond = 34,20 ‰. Surface = 33,50 ‰.	Fond = surface = 34,60 ‰.
Chlorophylle (CNEXO, août 1980)	3,5 mg/m ³ .	1 mg/m ³ .
Production primaire surface (CNEXO, avril et août 1980)	30 - 40 mgC/m ³ /h.	5 - 10 mgC/m ³ /h.
Phytoplancton (CNEXO, sept. 1980)	4653 x 10 ⁶ c/m ³ .	50 - 100 x 10 ⁶ c/m ³ .
Matières en suspension fond (CNEXO, 1980)	Avril 16,5 mg/l. Août 16 " Sept. 12,5 "	9 mg/l. 9 " 9,5 "

3. Granulométrie.

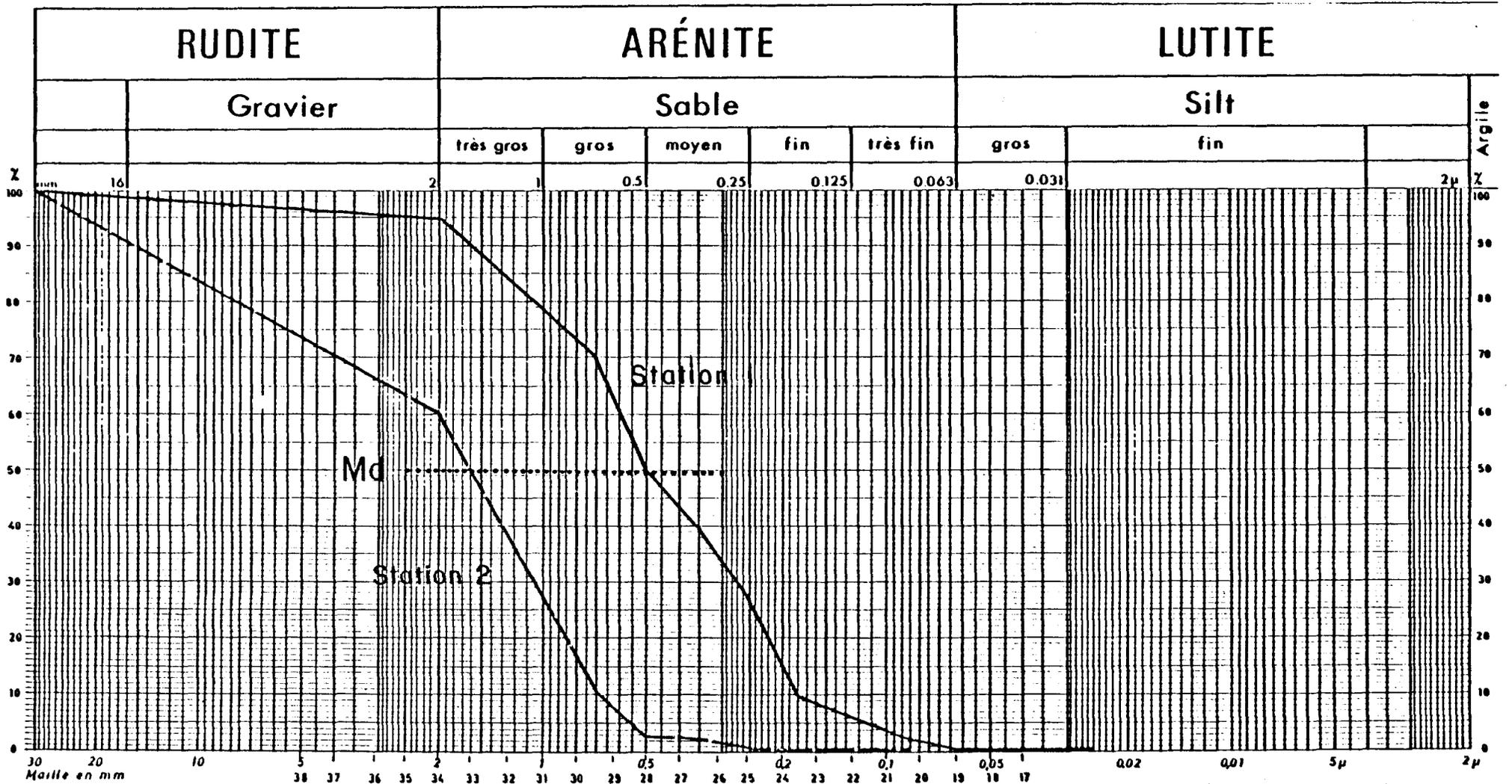
- Teneur en calcaire.

Ces chiffres sont extraits de BOURCART et BOILLOT (1960), ils correspondent à leurs stations 14A et 53 respectivement proches de nos stations 1 et 2. Ce sont des teneurs d'échantillons de surface :

St 14 (1) - fraction calcaire 50 %	40 % de 0,1 à 2 mm 5 % de 2 à 5 mm 5 % 5 mm.
- fraction non calcaire 50 %	10 % 0,1 mm 20 % de 0,1 à 2 mm 10 % de 2 à 5 mm 10 % 5 mm.
St 53 (2) - fraction calcaire 80 %	5 % 0,1 mm 60 % de 0,1 à 2 mm 5 % de 2 à 5 mm 10 % 5 mm.
- fraction non calcaire 20 %	20 % de 0,1 à 2 mm.

On note que près de Chausey l'importante fraction calcaire est due à des fragments grossiers de coquilles, mais également de maerl mort.

FIGURE N°3 : Courbes granulométriques cumulatives pour les stations 1 et 2



- Analyse granulométrique.

Le sédiment séché pendant 48 heures à 100 ° est ensuite tamisé sur colonne sèche vibrante. Il provient d'échantillons prélevés sur chaque série de bennes. Nous donnons ci-dessous deux exemples représentatifs de ces prélèvements réalisés en mai (st. 1) et en juillet (st. 2). Au mois de septembre, nous avons pu vérifier l'homogénéité de la station 1, en prélevant dans un rayon de 1/2 mille autour de la station.

	St. 1	St. 2
vase	0.63 %	0.25 %
sablons fins	0.4	0.16
sablons	1.57	0.33
sables fins	37.47	1.61
sables moyens	10.64	1.03
sables grossiers	19.64	8.67
graviers	24.46	49.98
cailloux + coquilles	5.20	37.97

On observe que la fraction grossière supérieure à 2 mm représente 88 % du total dans la station de Chausey, proche de l'archipel, et seulement 29.7% en fond de baie, où elle est due exclusivement à des coquilles vides.

La fraction sableuse, 6 fois plus importante en fond de baie correspond aux sables bioclastiques de LARSONNEUR (débris de coquilles). Notons

que la faible fraction pelitique de la station de Chausey varie notablement dans le temps et l'espace.

L'analyse des courbes granulométriques de la figure 3 nous permet de vérifier que la médiane se situe, pour la station 1 dans le sable fin et pour la station 2 dans le sable grossier.

	St. 1	St. 2
25 %	230 μ	880 μ
50 %	500 μ	1,6 mm
75 %	850 μ	~ 5 mm

4. Méthode et période d'étude du peuplement benthique de ces deux stations.

L'étude du peuplement s'est faite sur deux périodes, août 1980 et janvier 1981, les dates étant choisies volontairement pour vérifier la stabilité saisonnière du peuplement, entre l'été et l'hiver.

Ces sorties ont été réalisées au moyen d'un bateau appartenant à la Société "Cancale - Huître" : le "Stiren" (cf. rapport préliminaire).

Les prélèvements ont été réalisés au moyen d'une benne suceuse autonome (B.S.A.) mise au point par le Laboratoire d'Arcachon. Cette benne prélève 1/4 de m² par aspiration, sur une profondeur dépassant 10 cm, ce qui permet de

prélever la totalité de l'endofaune, même dans un milieu hétérogène. Elle prélève une trentaine de litres de sédiment. Quatre à cinq prélèvements, soit au minimum 1 m², ont été réalisés aux deux stations, lors des deux sorties.

Chaque prélèvement est trié à bord sur maille de 2 et 1 mm et la totalité du refus est fixé au formol, ramené au laboratoire, tamisé de nouveau sur 1 mm et trié à la loupe binoculaire.

- Densité.

La liste faunistique ainsi que la densité de chacune des espèces figurent dans le tableau n° 1 que l'on peut résumer ainsi.

	STATION N° 1				STATION N° 2			
	Eté		Hiver		Eté		Hiver	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Bivalves	524	25.21	911	20.55	137	17.63	209	22.59
Gastéropodes	109	5.23	397	8.95	13	1.65	87	9.41
Chitons	73	3.50	15	0.34	120	15.47	70	7.57
Crustacés	577	27.75	43	0.97	180	23.17	137	14.81
Polychètes	771	37.11	3 035	68.46	296	38.15	389	42.05
Divers	25	1.19	32	0.72	30	3.92	33	3.57
Densité totale	2 079		4 433		776		925	

On notera que les polychètes sont parfois classés par famille, ceci est dû au fait que très souvent, ces individus ont été endommagés lors du tamisage réalisé à bord du bateau, et que leur détermination au niveau de l'espèce aurait été hasardeuse.

- Biomasse.

* Méthode :

Les échantillons triés et déterminés sont d'abord décalcifiés par passage à l'acide chlorhydrique 10%, rincés, puis séchés à l'étuve jusqu'à obtention du poids stable (environ 48 h à 100°). Les poids sont donc exprimés en grammes de poids sec.

* Résultats :

	STATION 1		STATION 2	
	Août 80	Janvier 81	Août 80	Janvier 81
Bivalves	39,480 ≡ 92.8 %	13,887 ≡ 68	32,928 ≡ 97.47	37,339 ≡ 95.8
Gastéropodes	1,568 3.68	2,136 10.46	0,068 0.20	0,364 0.93
Chitons	0,030 0.07	0,050 0.24	0,085 0.25	0,053 0.13
Crustacés	0,751 1.76	2,087 10.22	0,185 0.55	0,582 1.49
Polychètes	0,610 1.43	2,172 10.64	0,488 1.44	0,605 1.55
Divers	0,067 0.16	0,083 0.4	0,019 0.05	0,025 0.06
Σ (g/m ²)	42,506	20,415	33,763	38,968

Soit en moyenne : station 1 31.4 grammes/m².

station 2 36.36 grammes/m².

On peut noter pour les deux stations, l'importance pondérale des bivalves :

- station 1 : *Spisula ovalis* 56,6 % de la biomasse totale

Tapes rhomboïdes 7,9 %

Abra alba 5,9 %

- station 2 : *Tapes rhomboïdes* 67,5 %

Glycymeris glycymeris 14,7 %

Spisula ovalis 10,3 %

Venus verrucosa 1 %

A la station 2 les bivalves représentent plus de 95 % de la biomasse totale, essentiellement avec deux espèces : *Tapes rhomboïdes* et *Glycymeris glycymeris*, tandis qu'à la station 1, le pourcentage plus faible pour les bivalves (essentiellement *Spisula ovalis*) se compense surtout par celui des gastéropodes bien représentés (*Crepidula fornicata*), des crustacés (*Eupagurus bernhardus* et *Apeudes latreilli*) et des polychètes (*Pomatoceros lamarckii*).

Pour une station voisine (G 361) située à environ 1 mille au nord de la station 1, RETIERE (1979) notait les densités et biomasses suivantes :

	DENSITE		BIOMASSE	
	RETIERE, 1976	CNEXO, Janv. 81	RETIERE, 1976	CNEXO, Janv. 81
<i>Spisula ovalis</i>	25/m ²	152	4.037 g/m ²	8.8 g/m ²
<i>Spisula elliptica</i>	9	0	0.451	-
<i>Cardium scabrum</i>	9	1	0.044	0.004
<i>Venus ovata</i>	5	18	0.200	0.121
<i>Tapes rhomboïdes</i>	5	19	1.798	1.35
<i>Nucula nucleus</i>	3	203	0.078	2.3

Densité globale : 134 ind./m². Biomasse totale : 17,242 g/m². (RETIERE).

Nous avons souligné précédemment l'homogénéité spatiale de la zone au fond de la baie, d'après la série de prélèvements à 0,5 mille autour de la station 1 en septembre. Il semblerait donc qu'il y ait eu un net enrichissement faunistique de la zone depuis les prélèvements de 1976.

5. - Analyse détaillée du peuplement des deux stations.

Les deux stations choisies se trouvent dans les sédiments sablo-graveleux, que RETIERE (1979) définit comme un peuplement à *Amphioxus lanceolatus*, *Glycymeris glycymeris* à épifaune sessile réduite.

Il s'agit en fait de son facies climatique d'appauvrissement, décrit par RETIERE dans la baie, et qui diffère du peuplement type, par l'absence de *Venus fasciata* (espèce leader), *Venus casina* et *Spatanguespurpureus*. Le peuplement est essentiellement caractérisé par l'abondance des lamellibranches (> 20 %) et des polychètes (> 40 %).

Nous avons retrouvé à la station de Chausey, les espèces constantes définies par RETIERE (1979) :

Tapes rhomboïdes 7,2 % et 10 % des individus (respectivement été et hiver)

Venus ovata 1,6 et 4,6 %

Glycymeris glycymeris 0,9 et 0,75 %

Calyptrea chinensis 0,9 et 6,7 %

Moindre importance pour les autres : *Macropipus pusillus*, *Pagurus bernhardus*, *Gibbula magus*, *Ampelisca spinipes* (16/m² en janvier). Par contre, absence totale de *Buccinum undatum*, *Cardium scabrum*. Les espèces communes sont *Spisula ovalis* (3,4 et 0,2) et *Sp. elliptica*, *Venus verrucosa* et *Nucula nucleus*.

La station 1 se trouve à la limite du sédiment sablo-graveleux, et d'un sédiment sableux fin à *Abra alba* qui caractérise le faciès sous eau turbide du fond de la baie, proche de la zone intertidale (cf. granulométrie).

Du premier faciès, la station possède les espèces constantes déjà mentionnées ci-dessus : *Tapes rhomboïdes* 1,46 % l'été et 0,43 % l'hiver, *Venus ovata* 0,7 % l'été et 0,4 % l'hiver, *Glycymeris glycymeris* 0,15 % l'été.

De même, sont présents en grande quantité : *Cardium scabrum* (jusqu'à 4/m²), *Liocarcinus pusillus* (6 /m²), *Buccinum undatum* (2 /m²), *Calyptraea chinensis* (jusqu'à 382 /m²), *Ophiura albida* (11 /m²). Tous ceux-ci sont représentatifs d'un sédiment grossier, mais on trouve également *Nucula nucleus* jusqu'à 203 /m², indicatrice selon RETIERE d'un autre "aspect" d'un milieu sablo-graveleux à haute turbidité faisant la transition avec l'hétérogène envasé voisin.

Du faciès de sédiment fin à *Abra alba* appelé par RETIERE "faciès de sédiments hétérogènes sous eau turbide à *Stenelais boa*, *Nucula nucleus* et *Ampharete grubei*", la station 1 possède les espèces constantes suivantes : *Abra alba* (508/m² en janvier 81), *Stenelais boa* (6/m²), *Calyptraea chinensis* et *Nucula nucleus* ; *Spisula ovalis* (200 /m² en août 80).

Certaines espèces indicatrices d'un milieu turbide sont présentes ici parfois en grande quantité. Tout d'abord le polychète tubicole *Pomatoceros lamarckii* (2500/m²), le tanaïdacé *Apseudes latreilli* (4184/m²), les mollusques *Crepidula fornicata* (22 /m²) et *Modiolus adriaticus* (2 /m²), les polychètes *Protodorvillea kefersteini* (44/m²) et *Phloe minuta* (127/m²). Toutes ces espèces sont rares près de Chaussey.

Certaines espèces sont présentes ici et absentes à Chaussey : *Mytilus edulis* (proximité des bouchots), les gastéropodes prédateurs *Natica alderi* et *Nassarius reticulatus*, responsables des perforations observées sur de très nombreuses coquilles, des décapodes macroures *Crangon crangon*, *Leander serratus*, *Leptomysis gracilis* et *Hippolytes* sp. tous carnivores, les polychètes *Sphaerosyllis pirifera*, *Ondotosyllis gibba* et *Stenelais boa*, indicatrice du faciès turbide.

A l'inverse, sont présentes près des Chaussey et absentes en fond de baie, des espèces indicatrices de forts courants : des gastéropodes fixés au

substrat *Emarginula fissura* et *Patina pellucida* ainsi que le chiton *Tonicella rubra*, les échinodermes *Asterina gibbosa* et *Ophiothrix fragilis*, typiques des fonds grossiers, ainsi que les bivalves *Lepton squamosum* et *Lima sulcata*. On note également la présence exclusive à cette station d'une épifaune vagile abondante en crabes : *Thia polita*, *Atelecyclus rotundatus* et *Eurynome aspera*, ainsi que des amphipodes *Eusirus longipes* et *Leucothoe spinicarpa*, des polychètes Ophelidés caractéristiques des fonds propres, mais également des Scalibregmidés, Maldanidés, Paraonidés et Sigalionidés.

La biocenose de ce peuplement le rattache à la biocenose commune en Manche de ce sédiment sablo-graveleux coquillier et reliée à la communauté à *Venus fasciata*.

Au vu de ces observations on relève donc une bipolarisation du milieu influencé par un gradient d'envasement "nord ouest-sud est", que l'on peut suivre le long de cet axe, en prenant les deux stations choisies comme valeurs ultimes pour ce sédiment grossier. En se déplaçant le long de cet axe, on peut ainsi envisager l'évolution faunistique face à des changements de milieu (turbidité, sédimentation).

- Analyse du peuplement par la méthode d'analyse en composantes principales.

La technique utilisée est celle d'une analyse d'inertie portant sur les 33 espèces les mieux représentées (critère d'abondance) au sein de 18 prélèvements réalisés à la benne BSA lors des campagnes d'août 1980 et de janvier 1981. La méthode retenue est l'analyse en composantes principales des corrélations entre prélèvements.

Cette analyse correspond aux options suivantes :

- * distance euclidienne sur des prélèvements préalablement centrés et réduits.
- * poids égal pour toutes les espèces et pour tous les prélèvements.
- * origine des axes d'inertie, situés au barycentre des points espèces.

Les effectifs ont subi une transformation logarithmique. L'objectif de cette analyse est de dégager une structure entre prélèvements afin d'éclairer le sens et l'étendue des variations inter et intracampagnes.

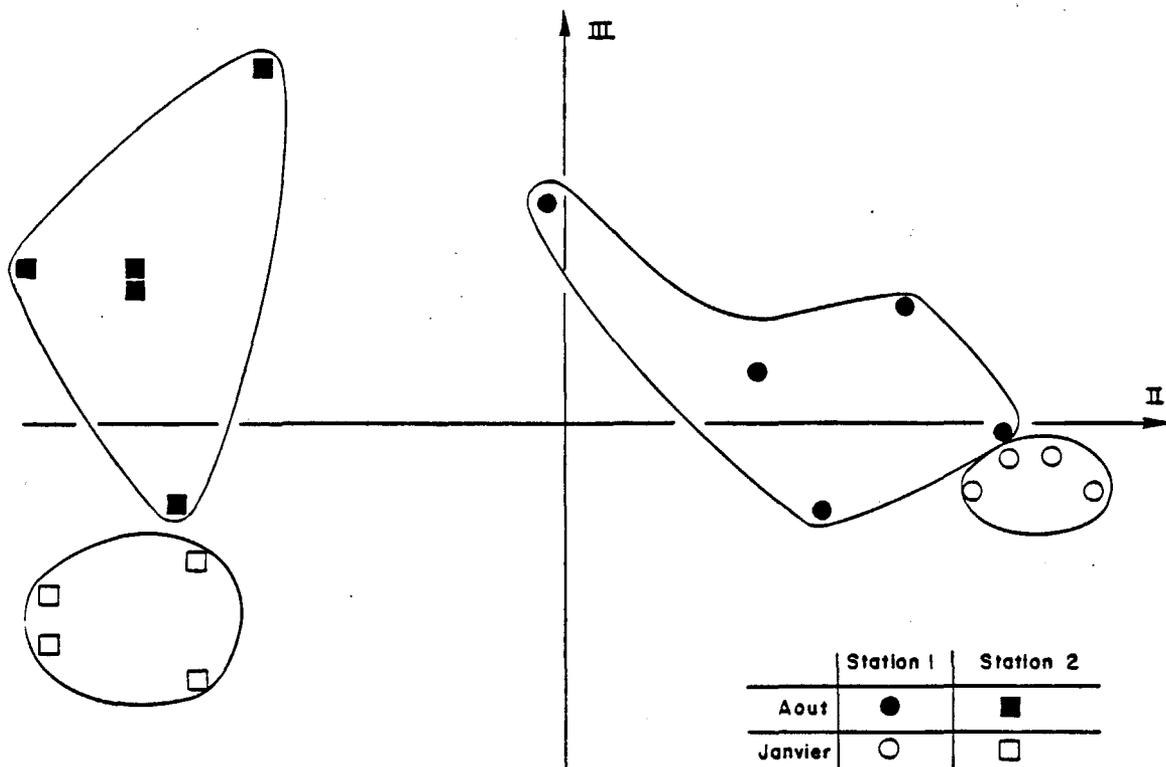


Fig. 4. Densités

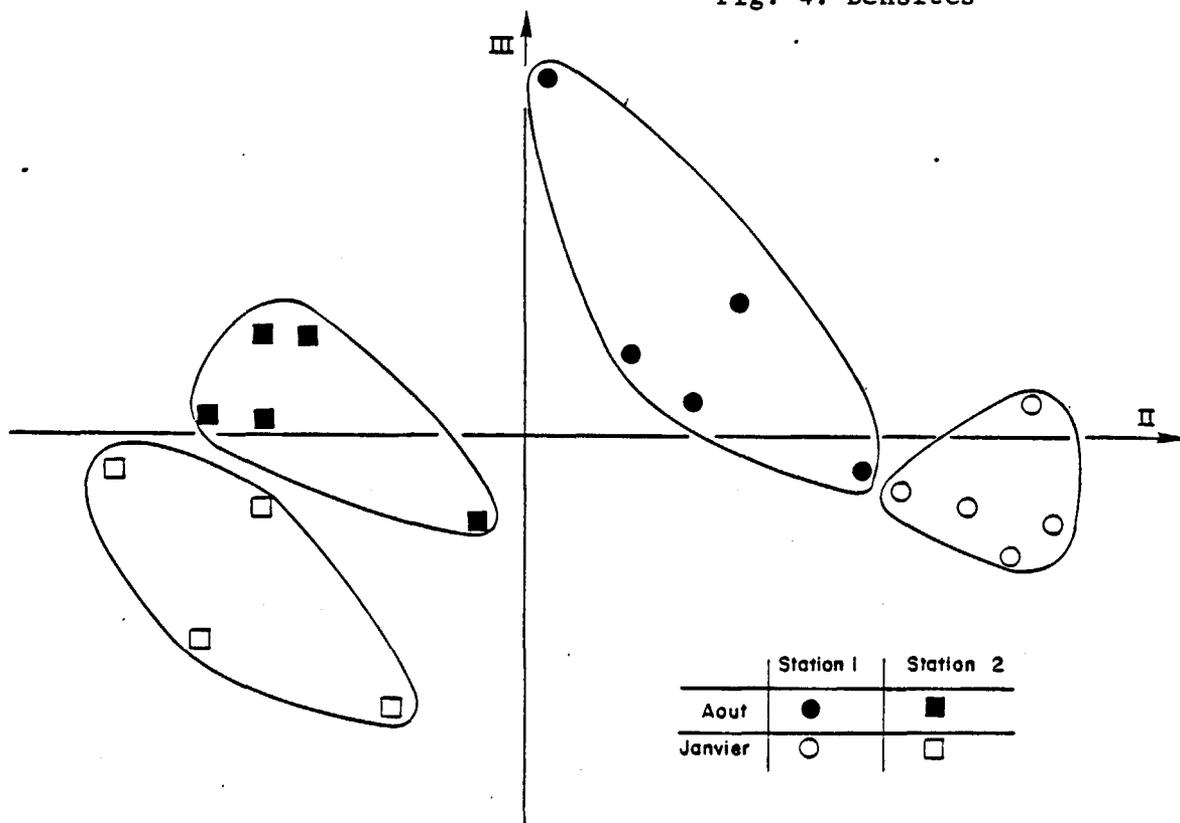


Fig. 5. Biomasses

Analyse en composantes principales

Projection des 18 prélèvements réalisés en août 1980 et janvier 1981 dans l'espace des axes II et III.

Fig. 6. Densités

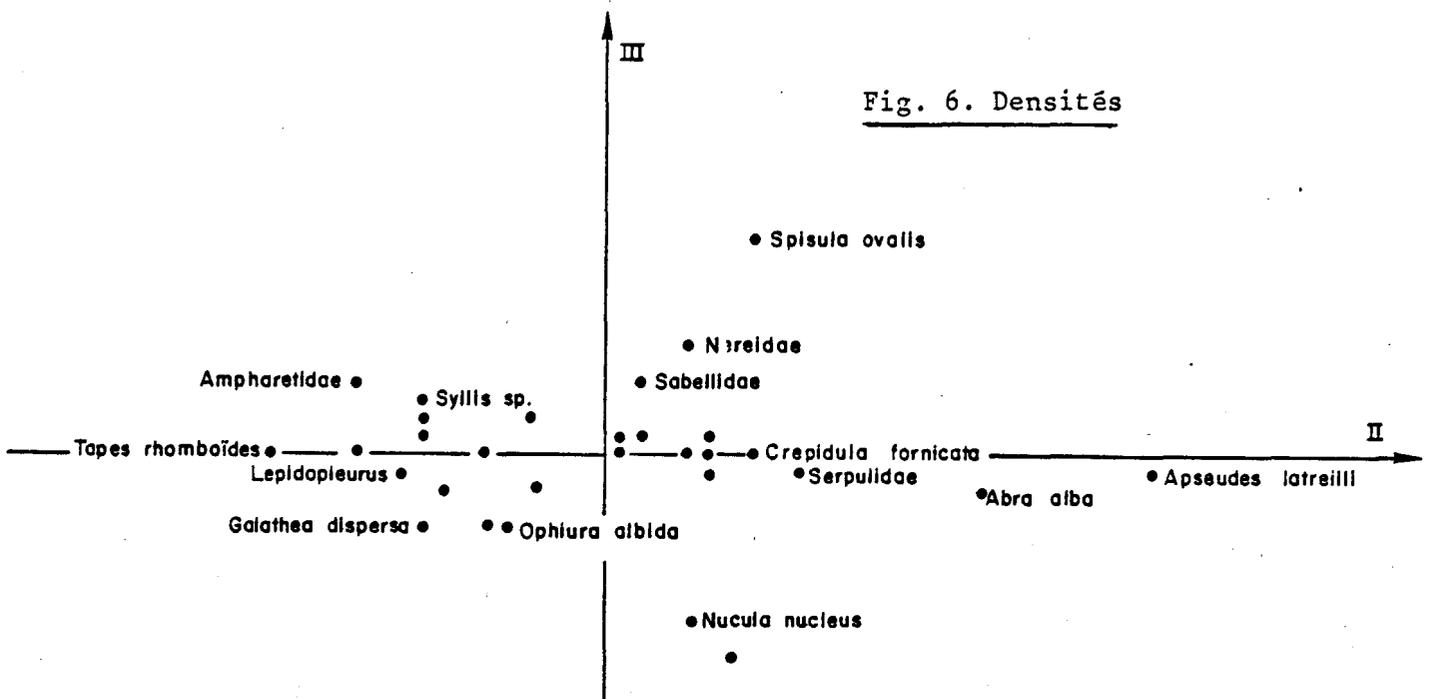
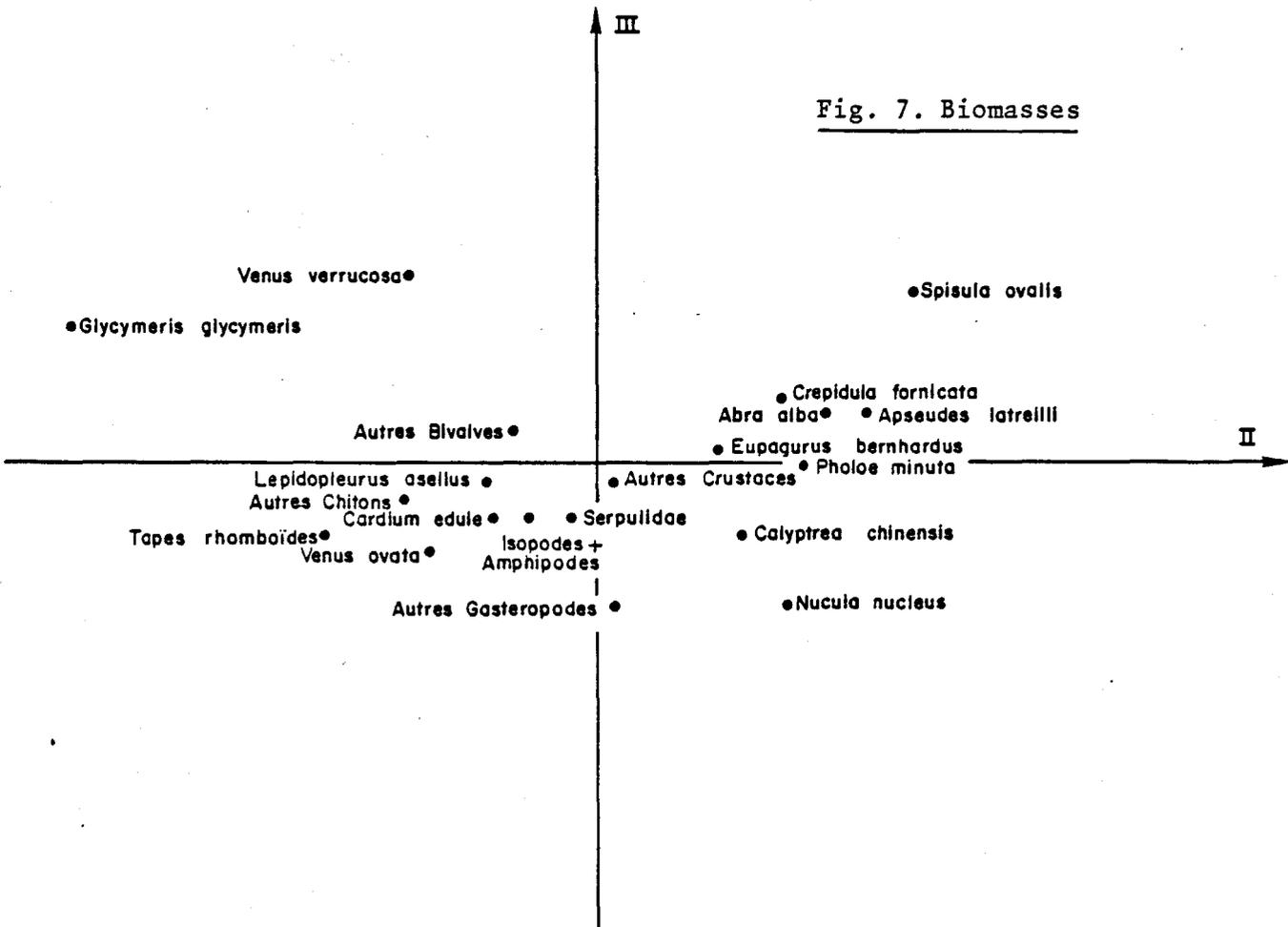


Fig. 7. Biomasses



Analyse en composantes principales
Projection des 33 espèces dans le plan II - III.

Les variations intercampagnes traduisent deux phénomènes :

- * variations entre les deux stations liées aux modifications sédimentaires.
- * variations saisonnières été-hiver.

Le choix de la méthode, notamment réduction et centrage des prélèvements, répond au souci d'homogénéiser les variations entre échantillons. La structure duale (projection des "points-espèces" dans le système d'axe d'inertie) sera utilisé afin d'éclairer la configuration des prélèvements.

L'une des conséquences de ce choix d'option est l'extraction d'un premier facteur trivial (axe non discriminant) ici axe de densité. Les configurations obtenues dans les plans II-III seront seules prises en compte.

* Analyse des densités :

La configuration des prélèvements obtenus dans le plan d'inertie II-III de l'analyse (figure 4) permet d'apprécier l'importance des variations spatiales entre les deux stations sur l'axe II (27.8 % d'inertie) par rapport aux variations saisonnières été-hiver (axe III = 6.6 % d'inertie). Les différences entre les stations sont plus marquées en hiver qu'en été.

La configuration-espèce (figure 6) permet de situer les espèces les plus sensibles à l'axe nord-sud correspondant au gradient d'envasement précédemment mentionné. Au pôle + de l'axe II, donc en fond de baie, se place *Apseudes latreilli* typique du milieu, puis on note la présence d'*Abra alba*, le polychète *Pomatoceros lamarcki*, les gastéropodes *Calyptraea chinensis* et *Crepidula fornicata*, les bivalves *Nucula nucleus* et *Spisula ovalis*. A l'autre extrémité de l'axe on note la présence de *Tapes rhomboïdes* et de *Venus ovata*.

* Analyse sur les biomasses :

Nous avons sélectionné ici les vingt espèces les plus intéressantes pondéralement.

La comparaison des configurations-prélèvements obtenus à partir des densités (figure 4) et des biomasses (figure 5) montre une grande stabilité de la structure.

Les variations interstations, de l'analyse réalisée à partir des biomasses extrait 28.1 % de l'inertie totale (sensiblement le même pourcentage que l'analyse sur les densités), tandis que les variations saisonnières demeurent faibles (7.2 % au total).

La configuration "espace" par contre, fait ressortir l'importance pondérale des bivalves (figure 7).

La distinction nord-sud liée à l'envasement, correspond à une distinction éthologique. Un excès de vase amenant la présence de déposivores : *Abra alba*, *Nucula nucleus*, *Spisula ovalis*, et à l'autre extrémité de l'axe, un pourcentage minimum de vase amenant la présence de suspensivores : *Glycymeris glycymeris*, *Tapes rhomboïdes*, *Venus ovata* et *V. verrucosa*.

A noter que les gastéropodes filtreurs : *Crepidula fornicata*, *Calyptraea chinensis* sont également présents dans la partie envasée du secteur.

IV. DYNAMIQUE DE DEUX POPULATIONS DES SABLES GROSSIERS : *TAPES RHOMBOÏDES* ET *SPISULA OVALIS*.

Une étude détaillée du peuplement de sables grossiers, a été réalisée sur les stations 1 et 2, à partir d'échantillons mensuels de juillet 1980 à juillet 1981. A chaque sortie nous avons réalisé des prélèvements à la benne Smith Mc Intyre, sauf au mois de décembre 1980, où les conditions météorologiques défavorables nous ont seulement permis de travailler à la drague Rallier du Baty.

Calendrier des sorties (13 au total) :

- 22 juillet 1980	STIREN	benne BSA
- 19 août	STIREN	benne BSA
- 16 septembre	N/O THALIA	benne Smith
- 21 octobre	STIREN	benne Smith
- 13 novembre	STIREN	benne Smith
- 17 décembre	STIREN	drague Rallier
- 27 janvier 1981	STIREN	benne BSA + Smith
- 26 février	STIREN	benne Smith
- 27 mars	STIREN	benne Smith
- 07-08 mai	N/O NOROIT	benne Smith
- 26 mai	STIREN	benne Smith
- 24 juin	N/O THALIA	benne Smith
- 28 juillet	STIREN	benne Smith

Les trois prélèvements réalisés à la benne BSA sont destinés à une étude détaillée du peuplement. Les dix autres prélèvements réalisés à la benne Smit sont destinés à échantillonner plus particulièrement les populations de bivalves dont nous avons souligné l'importance dans ce peuplement de sédiment grossier.

Parallèlement aux prélèvements quantitatifs, des séries de dragages étaient réalisées, afin de récolter le maximum d'individus pour des études plus précises concernant la biologie des espèces choisies.

Celles-ci ont été tout naturellement les plus représentatives des deux stations, au point de vue quantitatif, à savoir *Spisula ovalis* pour la station 1 et *Tapes rhomboïdes* pour la station 2.

Pour chaque individu récolté, nous avons réalisé le maximum de mesures, biométrie, biomasse, sexualité, afin d'établir sur une année complète, la dynamique de ces deux populations.

1. Biologie de la population de *Spisula ovalis*.

Le genre *Spisula* est largement réparti dans l'hémisphère nord, de part et d'autre de l'Atlantique, mais 4 espèces vivent sur les côtes européennes : *Sp. solida* (Linné), *Sp. subtruncata* (da Costa), *Sp. elliptica* (Brown) et *Sp. ovalis* (Sowerby).

Spisula ovalis, longtemps confondue avec *Sp. solida* est reconnue comme espèce à part entière, depuis les travaux de GLEMAREC (1968) grâce à des caractères morphologiques, biométriques et écologiques. Nous remercions M. GLEMAREC qui a bien voulu examiner les spécimens récoltés pour cette étude et qu'il a défini comme la variété "constricta" de *Spisula ovalis*, proche des échantillons trouvés par HOLME à Plymouth. On rencontre cette espèce de l'Irlande au Maroc.

- Morphologie.

Ce bivalve fait partie de la famille des Mactridae, citée par LE PENNEC (1980) comme la plus évoluée. De couleur gris-blanc, et d'une longueur antero-postérieure de 50 mm au maximum, elle a une forme régulière à bords lisses et porte des stries concentriques.

. Ecologie :

Spisula ovalis vit entre 5 et 25 m de profondeur, dans des sables grossiers, sous eau turbide (GLEMAREC 1968).

Sur le plateau continental du Golfe de Gascogne, GLEMAREC (1969) la trouve dans des sables moyens à *Ophelia borealis*. De même que GENTIL (1976), la rencontre en baie de Seine dans un sédiment où la fraction la plus grossière est une fraction coquilière.

RETIERE (1979) la définit comme "commune" dans le faciès à *sthenelais boa* du peuplement des sédiments grossiers sablo graveleux, et "constante" dans le faciès de maerl envasé de Chausey ainsi que dans le faciès de transition des sables fins à moyen sous eaux turbides de Granville. Dans la baie du Mont St-Michel, elle est donc répartie sur l'ensemble de la zone. Dans l'archipel des Chausey, elle est très fréquente dans toute la partie est.

Au niveau de l'éthologie alimentaire, *spisula ovalis* est une espèce suspensivore qui vit dans des zones où transite un important matériel particulaire, avec un hydrodynamisme intense (HAMON 1976).

- Densité - Biomasses

Dans le tableau ci-dessous, nous avons reporté les densités et les biomasses (poids sec/m²) mesurées lors de chaque prélèvement mensuel

	Station n° 1		Station n° 2	
	N	W	N	W
Juillet 1980	84	-	9	2,32
Août	197	29,02	26	6,69
Septembre	149	-	27	-
Octobre	113	9,72	12	0,22
Novembre	250	11,24	2	0,18
Décembre	-	-	-	-
Janvier 1981	172	10,21	2	0,1
Février	310	15,76	29	0,84
Mars	88	8,97	10	0,4
Avril	215	22,35	18	1,64
Mai	197	23,48	52	1,22
Juin	151	10,13	21	1,21
Juillet	86	4,98	99	4,80
Moyenne annuelle	167,7 /m ²	14,6 g/m ²	26 /m ²	1,78 g/m ²

Fig. 8 Evolution de la maturité sexuelle chez *Spisula ovalis* et température de l'eau de mer.

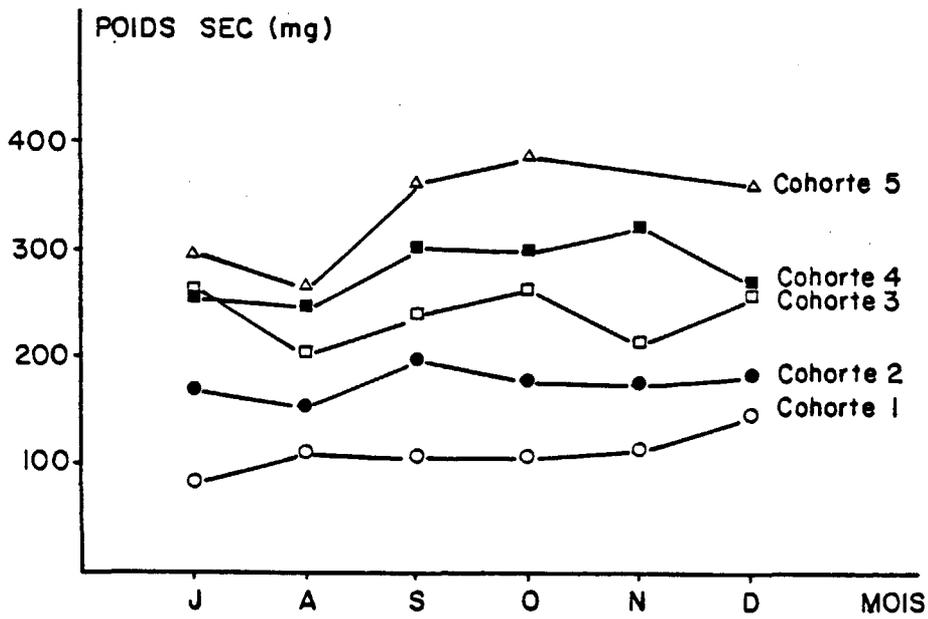
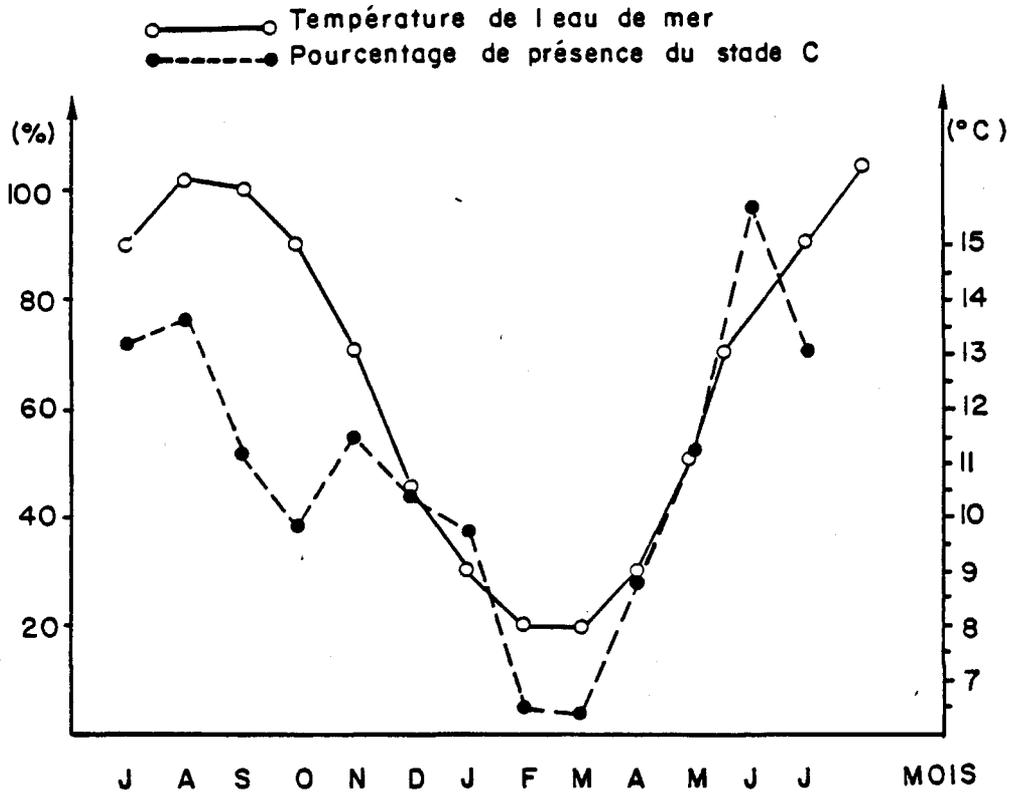


Fig. 9 Evolution du poids sec total chez *Spisula ovalis*.

La comparaison de densités entre les 2 stations, confirme le biotope préférentiel de cet espèce, à savoir un milieu à fort hydrodynamisme, avec un sédiment hétérogène, sous eau turbide.

De nombreux auteurs ont souligné la répartition en taches du genre *Spisule* (MUUS 1973, GLEMAREC 1969, HAMON 1976). MUUS a en effet montré que la larve de *Spisule* "sélectionne" le milieu où elle s'installe, suivant la profondeur, l'hydrodynamisme, la granulométrie et la densité d'individus en place, et qu'un emplacement propice peut donc être entièrement colonisé par une nouvelle cohorte. A la limite, chaque cohorte pouvant avoir sa zone. Ce phénomène ne semble pas aussi net dans le golfe normanno-breton.

- Biologie de l'espèce

- . Sex-ratio : Apparemment les sexes sont séparés durant toute la vie de l'individu, et le sex-ratio est équilibré. Personnellement nous avons relevé 56 % de mâles et 44 % de femelles sur l'ensemble de nos observations.
- . Maturation : Chaque mois, une fraction des individus a été observée, par frottis de prélèvement de la glande génitale. Celle-ci est rouge vif chez les femelles mures, et blanchâtre chez les mâles. Les spermatozoïdes libres apparaissent au microscope sous forme de petits batonnets et les ovocytes, sont des cellules piriformes, à gros noyaux.

Nous avons reporté sur la figure 8 l'évolution du stade de pleine maturité, et les températures recueillies dans le golfe par l'Institut für Meereskunde de Kiel, de 1905 à 1954. La maturation des gamètes s'étale donc dans la baie, de mai à septembre, à une époque où la température de l'eau est supérieure à 10°. En juin 1981, l'élévation de 10° à 15° favorise la maturation et la ponte pour la majorité des individus. On notera la présence d'une ponte tardive en automne 1980.

En baie de Concarneau, GLEMAREC (1969) note une maturation de 90 % de *Spisula ovalis* pour une élévation de 9 à 11° sur le banc des Glénans.

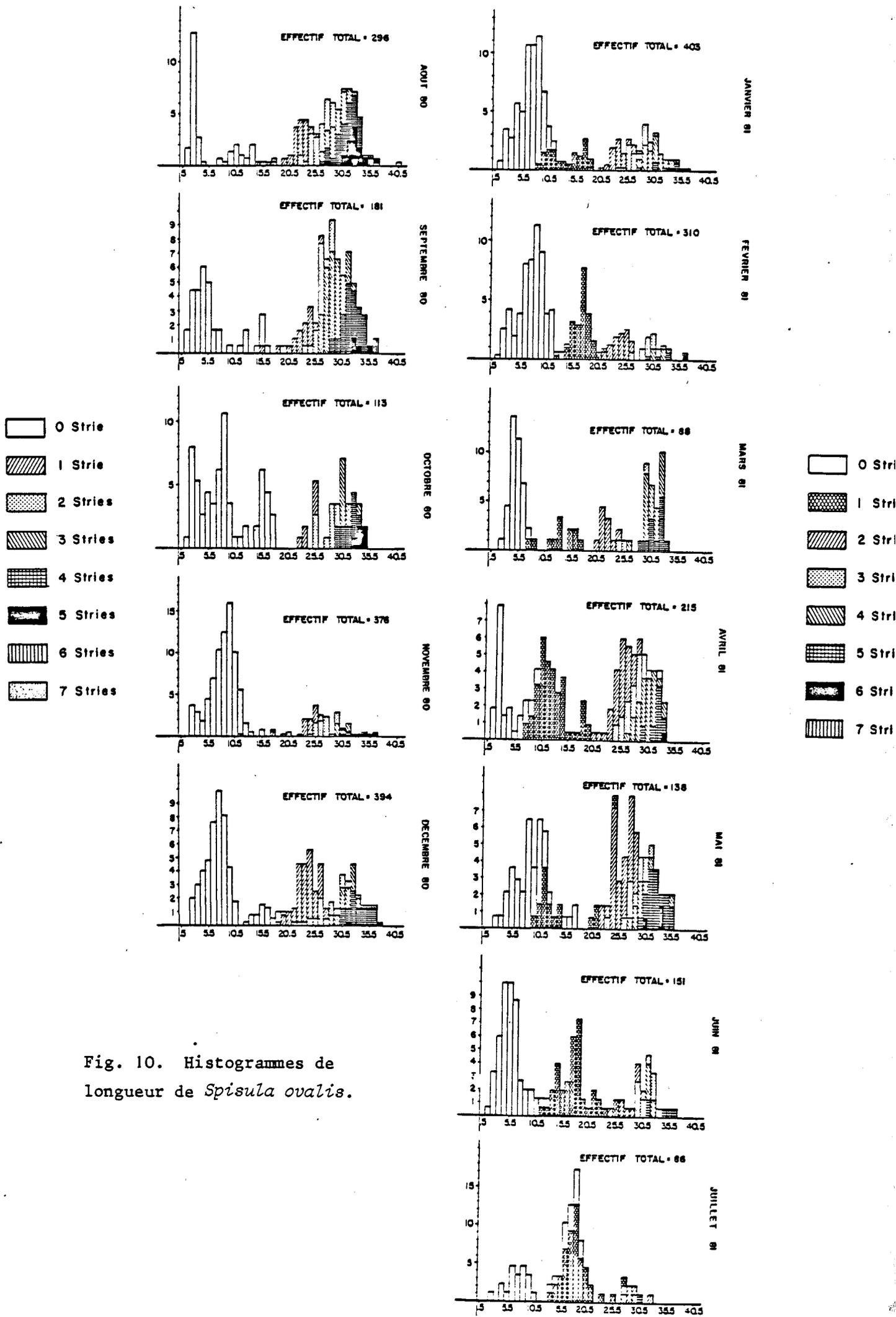


Fig. 10. Histogrammes de longueur de *Spisula ovalis*.

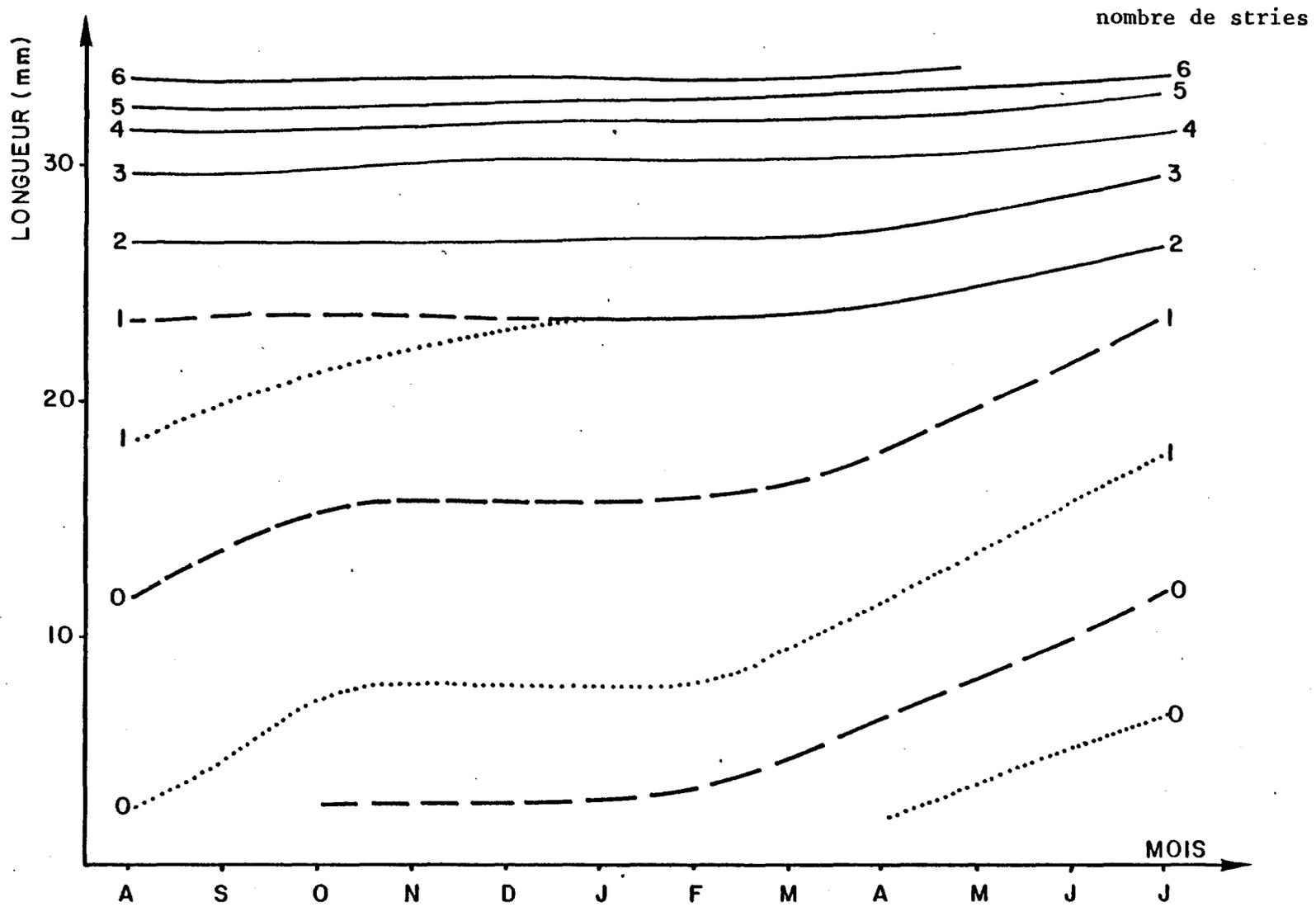


Fig. 11. croissance de *Spisula ovalis* (site 1)

Le nombre d'ovocytes émis par la femelle n'est pas connus, les essais de ponte stimulés par chocs thermiques étant restés infructueux. On peut raisonnablement l'estimer à plus d'un million à chaque ponte. Il semble que les individus soient matures dès l'âge de 2 ans, ce qui est confirmé par l'évolution du poids sec au cours de la période estivale pour différentes cohortes (fig. 9). La cohorte des individus âgés de 2 ans marque une perte de poids au moment de la ponte.

Pour une espèce voisine, *Spisula subtruncata*, LE PENNEC (1980) dans la rade de Brest, note que la métamorphose de la larve se situe entre le 25e et le 30e jour, soit donc un mois de vie larvaire. Pour la même espèce, mais au Danemark, MUUS (1973) calcule une vie larvaire de 2 mois au maximum.

. Croissance :

Comme chez de nombreux bivalves la coquille de *Spisula ovalis* marque un arrêt de croissance hivernal. GLEMAREC (1969) a montré que ces stries sont bien des stries annuelles. En comptant ces stries, il est donc facile de connaître l'âge de chaque individu récolté. La strie marquée à la période de ponte est en fait confondue avec la strie d'arrêt de croissance hivernal qui l'a précédé, et qui s'étend de novembre à mars (HAMON, 1976).

La spicule à une croissance relativement rapide, mais cette croissance varie selon différents paramètres physiques et selon la situation géographique.

- Analyse modale de la croissance (station 1)

En mesurant mensuellement la longueur maxima et le nombre de stries de chaque individu récolté, nous avons obtenu les histogrammes de taille représentés sur la figure 10. En plaquant sur ces histogrammes la valeur du nombre de stries lues sur chaque individu, nous pouvons distinguer un certain nombre de cohortes dont on peut suivre la progression en taille et en nombre d'individus mois par mois.

En calculant pour chaque cohorte la moyenne du mode ainsi obtenu et en joignant successivement chacun des points, nous obtenons la courbe de croissance de *Spisula ovalis* (figure 11).

On constate 2 périodes de reproductions pour 1980: Juillet et Novembre, celle de Juillet étant beaucoup mieux représentée. En 1981, une génération apparaît au Printemps dès le mois d'Avril, représentée par quelques individus et qui se confirme en Mai.

La génération "Printemps-Eté" croît beaucoup plus rapidement que la génération d'Automne qui ne "démarré" que lors du Printemps suivant, ce phénomène s'expliquant, sans aucun doute, par la température du milieu environnant.

La cohorte observée en Eté 1980, atteint une taille moyenne de 8 mm au premier Hiver et ce jusqu'en Février, période pendant laquelle elle marque sa première strie. A l'âge d'un an, la longueur atteinte est de 18 mm.

La cohorte d'Automne correspondant aux derniers individus matures de 1980 garde jusqu'en Février une taille moyenne de 3 mm sans marquer de stries caractéristiques, croît rapidement durant l'Eté suivant et atteint la longueur de 15 mm au bout d'un an, taille à laquelle elle marque sa 1ère strie hivernale.

Les 2 cohortes qui jusqu'alors sont parfaitement distinctes, se confondent alors progressivement au cours de leur deuxième année, marquant leur 2ème strie à une longueur commune de 24 mm.

La croissance se ralentit ensuite progressivement. Nous n'avons pas trouvé d'individus ayant plus de 7 stries, et les 2 individus trouvés à la station 1 ayant cet âge étaient de 35,5 et 40 mm. "(Il faut souligner que cette dernière valeur a été calculée sur un individu brisé et qu'elle est donc estimée au millimètre près)".

Nous avons, avec ces mêmes mesures, calculé la courbe de croissance théorique (Figure 12) d'après le modèle de Von BERTALANFFY dans lequel la variation de longueur en fonction du temps est donnée par l'équation :

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t - t_0)})$$

LONGUEUR

45

40

35

30

25

20

15

10

5

0

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

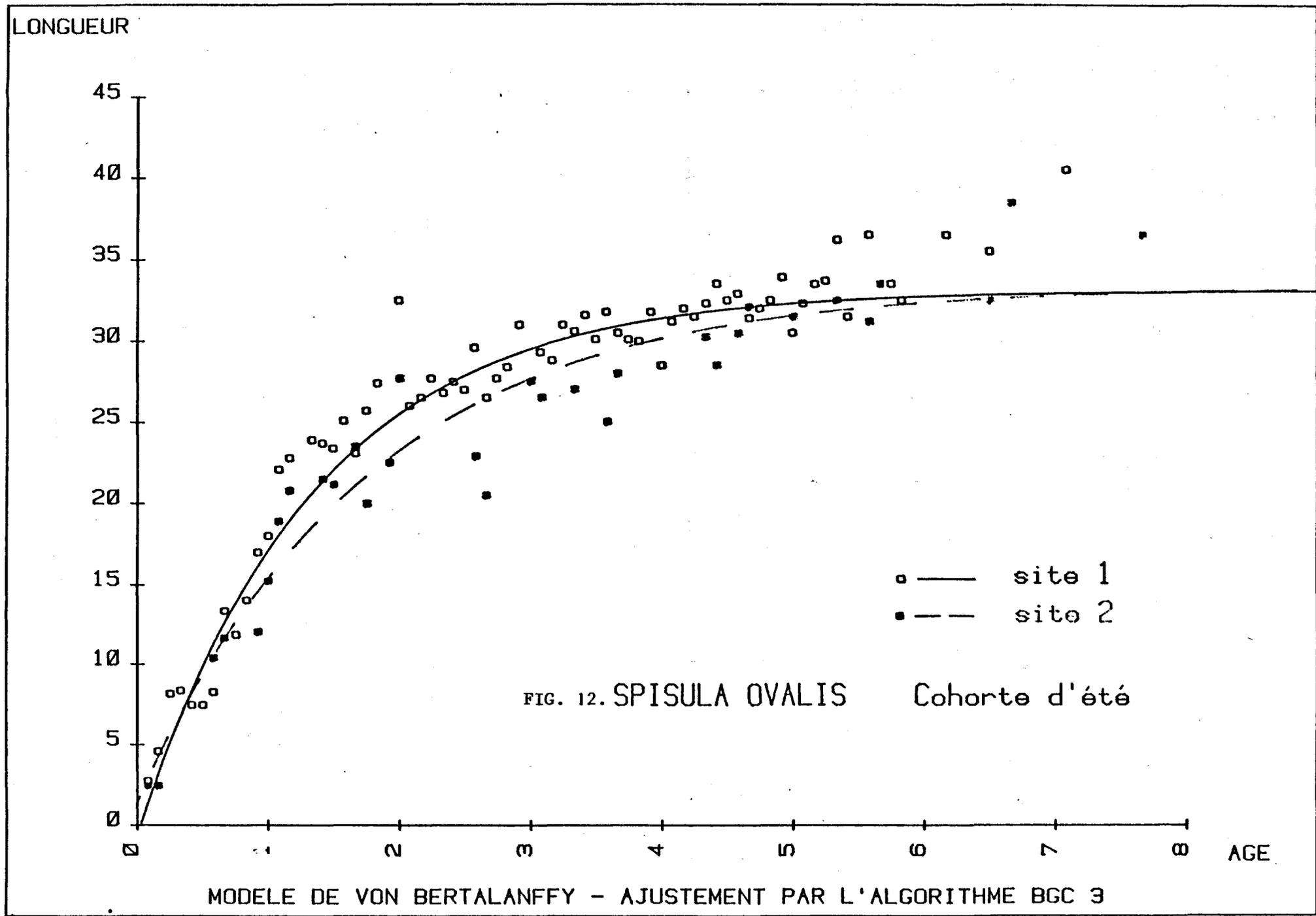
14

AGE

○ — site 1
■ - - site 2

FIG. 12. SPISULA OVALIS Cohorte d'été

MODELE DE VON BERTALANFFY - AJUSTEMENT PAR L'ALGORITHME BGC 3



avec L_t = longueur à l'âge t (année)

L_∞ = valeur limite de la courbe asymptotique

k = coefficient de croissance

t_0 = âge théorique pour $L = 0$

Pour le site 1 : $L_\infty = 33,1$; $K = 0,74$; $T_0 = 0,02$

Pour le site 2 : $L_\infty = 33,3$; $K = 0,57$; $T_0 = - 0,07$

vu la variabilité des mesures, cette différence n'est probablement pas significative.

- Prédation

. Soles :

Il semble que la prédation par les soles présentes dans la baie du Mont Saint Michel soit relativement importante. Non seulement ces poissons peuvent endommager les bivalves adultes en broutant le siphon qui sort du sédiment, mais elles sont capables également d'avaler les petits individus. On a en effet relevé de grandes quantités de petites spisules dans l'intestin de soles prélevées en fond de baie (J. M. GASPERI - ISTPM NANTES - com. pers.).

. Perceurs :

A la station 1 on note la présence de *Buccinum undatum*, $2/m^2$; *Nassarius reticulatus*, $3/m^2$; *Natica alderi*, $1/m^2$; et *Natica poliana* ; tous prédateurs de bivalves par perforation des coquilles, s'attaquant à toutes les tailles de proies. On note qu'environ $\frac{1}{3}$ des coquilles mortes sont perforées.

. Parasitisme :

De nombreux trématodes parasitent la spisule. Un parasite *Proboscidosaccus enigmaticus* a été décrit sur *Spisula solida* par GALLIEN (1949) selon GRASSE (T.5 fasc. 2 - Traité de zoologie). LE PENNEC (1980) attire l'attention également sur le parasitage de *Spisula subtruncata* par les trématodes, en soulignant que l'infection par les cercaires provoque une coloration rouge chez la femelle, orangée chez le mâle.

- Mortalité

La variation de densité obtenue au long de l'année pour chaque cohorte ne nous a pas permis d'utiliser les méthodes classiques d'analyse de mortalité. On relève notamment un recrutement important pour les individus nés en 1976, année de températures exceptionnellement élevées.

$$Z_t = \text{Log}_e N_0 - \text{Log}_e N_t$$

La courbe de mortalité est du type $N_t = N_0 \cdot e^{-Zt}$

N_t = densité de la cohorte à l'instant t

N_0 = densité de la cohorte au recrutement

Z = taux de mortalité.

La droite de régression est du type $y = ax + b$

$y = \text{Log}_e N$

$x = \text{âge en années}$

$a = \text{pente de la droite} = \text{mortalité } Z$

$b = \text{Log}_e N_0$

Nous obtenons ainsi :

Site 1	Z = 0.75	$N_0 = 130.3$
Site 2	Z = 0.70	$N_0 = 13.4$

- Production

Connaissant la densité et la biomasse mensuelle pour chaque cohorte, nous avons calculé la production de *Spisula ovalis* selon la méthode de BOYSEN-JENSEN (1919) estimant la production cédée à l'écosystème :

$$P_i = \int_{t_i}^{t_{i+1}} \frac{W_t \cdot dN_t}{dt} \times dt$$

$$\text{si } dt = 1 \quad P_i = W_t \cdot dN_t = \left(\frac{W_1 + W_2}{2} \right) (N_1 - N_2)$$

Les densités N_1 et N_2 correspondant aux densités en début et en fin de période t (année) ont été calculées comme suit :

Soit N_i = densité moyenne au milieu de l'année i telle que :

$$\left[i - \frac{1}{2} \rightarrow i + \frac{1}{2} \right] = 1 \text{ an}$$

$$N_2 \rightarrow \text{Log}_e N_i + \frac{1}{2} = \text{Log}_e N_i - Z \times 0,5$$

$$N_1 \rightarrow \text{Log}_e N_i - \frac{1}{2} = \text{Log}_e N_i + Z \times 0,5$$

$$\frac{W_1 + W_2}{2} = \text{poids moyen individuel en milieu d'année exprimé en grammes de poids sec.}$$

Résultats : *Spisula ovalis* - Site 1 (baie du Mont St-Michel) - $Z = 0.75$

Cohorte	N_i/m^2	$N_1 - N_2$	Biomasse g/m^2 moyenne mensuelle	Poids moyen individuel	Production
1	112.8	86.6	1.69	0.015	1.300
2	21.0	16.1	2.79	0.133	2.146
3	14.6	11.2	2.65	0.182	2.042
4	13.8	10.6	3.19	0.230	2.450
5	11.9	9.2	3.17	0.265	2.436
6	3.2	2.4	0.93	0.292	0.716
7	0.4	0.3	0.12	0.332	0.096
			B = 14.554		P = 11.186

$$\frac{P}{B} = 0.769$$

Site 2 (Sud Chausey) - $Z = 0.70$

Cohorte	N_i/m^2	$N_1 - N_2$	Biomasse g/m^2 moyenne mensuelle	Poids moyen individuel	Production
1	18.4	13.2	0.28	0.015	0.198
2	2.9	2.1	0.31	0.107	0.222
3	0.6	0.4	0.08	0.123	0.057
4	1.2	0.8	0.29	0.250	0.207
5	1.7	1.2	0.57	0.341	0.407
6	0.4	0.3	0.17	0.378	0.122
7	0.1	0.05	0.04	0.571	0.029
			B = 1.742		1.242

$$\frac{P}{B} = 0.713$$

On remarque que la production en fond de baie est 9 fois supérieure à celle de la zone sud Chausey.

2. Biologie de la population de *Tapes rhomboïdes*.

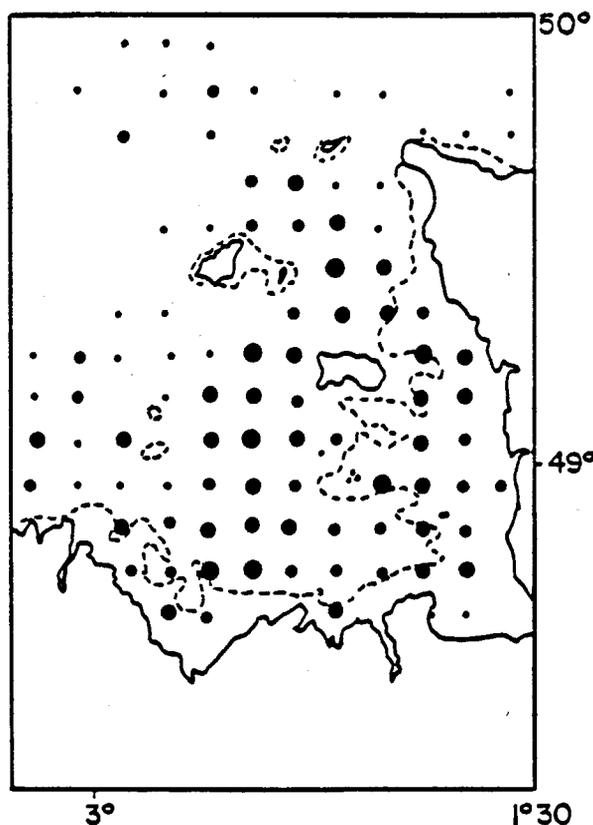
- Répartition de l'espèce

Tapes (Venerupis) rhomboïdes est largement distribuée de la Norvège à la Méditerranée sur des fonds de sables grossiers. C'est l'une des espèces de bivalve les plus commune et les plus largement distribuée en Manche (HOLME 1961). Nous avons pu vérifier qu'elle est largement répandue dans le golfe normanno-breton.

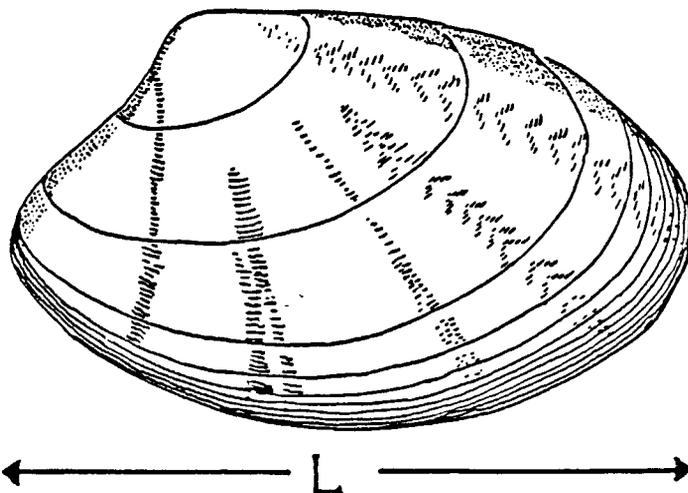
- Ecologie

RETIERE (1979) l'a défini comme constante dans des milieux aussi divers que sablo-graveleux, maerl sableux, maerl envasé et même dans le sédiment grossier sous eau turbide. Pour GENTIL (1976) *Tapes rhomboïdes* est typique d'un milieu pauvre en pélite. Le dénominateur commun pour cette espèce semble donc être sédiment grossier et hydrodynamisme important.

Cette espèce appelée communément palourde rose, vit légèrement enfoncée dans le sédiment dont seuls dépassent ses deux siphons courts et épais. Elle se nourrit de particules en suspension.



Distribution de *Tapes rhomboïdes*
(RETIERE, 1979)



- Densité - Biomasse

Valeurs observées aux stations 1 et 2 rapportées au m².

	Station n° 1		Station n° 2	
	N	W	N	W
Juillet 1980	40	-	104	-
Août	31	3,85	55,2	19,38
Septembre	43,3	-	175,3	-
Octobre	25	3,33	133	44,38
Novembre	8,5	0,31	44	10,55
Décembre	-	-	-	-
Janvier 1981	37	2,18	146,5	42,6
Février	15	0,59	93	29,58
Mars	70	10,26	77	20,98
Avril	20	1,83	160	56,9
Mai	27	3,5	74	22,8
Juin	8	0,30	174	59,17
Juillet	53	3,16	22	4,25

St. 2 : La moyenne des densités observées est de 104,84/m². L'importance de l'écart type (50,17) est due à deux phénomènes :

- hétérogénéité du milieu, sur le plan sédimentaire, la présence de tâches de pélites ayant parfois été notée ;

- absence de matériel fiable pour le positionnement à bord du bateau de pêche "Le Stiren" provoquant un manque de répétitivité dans les prélèvements mensuels, malgré les divers amers. Le système DECCA étant peu opérationnel dans cette zone. Il faut noter que les prélèvements réalisés en Septembre 1980, Avril et Juin 1981, avec un positionnement très précis, par les navires N/O Thalia et N/O Noroit, nous donnent à eux trois une moyenne de 170/m² avec un écart type de 7, donc beaucoup plus homogène.

- Morphologie

HOLME (1961) distingue deux "formes" de *Tapes rhomboïdes* dans les prélèvements de Plymouth, l'une allongée et peu épaisse au large où les sédiments sont plus grossiers, et qui serait l'espèce type ; l'autre, qu'il nomme *Venus sarniensis*, robuste et moins allongée, à coquille épaisse et qui vit plus près de la côte dans des sédiments plus fins. Sans avoir fait d'analyse sédimentaire détaillée, il paraît peu probable à cet auteur que ces variations morphologiques soient liées à la nature du sédiment, ni même à la température ou à la luminosité. Le seul facteur responsable étant pour lui la variation de pression

Cet auteur note un rapport hauteur/longueur différent pour les 2 types, ce rapport tendant vers 1 quand la profondeur diminue.

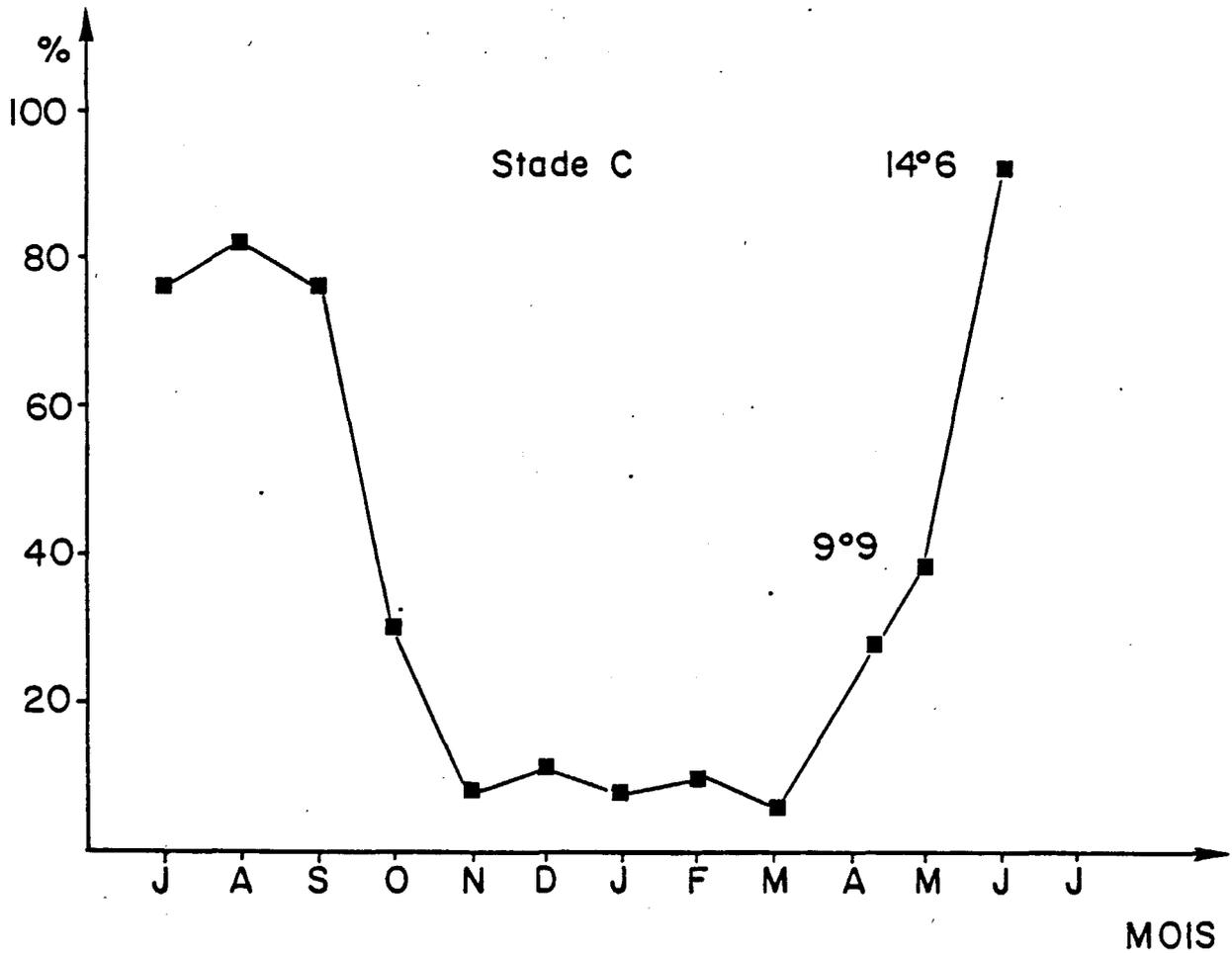


Fig. 13 Maturation des gonades des Tapes rhomboïdes dans la baie du Mont St Michel (site 2)

Si nous avons personnellement noté une variation morphologique entre les deux sites, sur certains individus, nous n'avons pas noté de variation significative de la valeur $\frac{H}{L}$ pour l'ensemble des individus mesurés. Cette valeur restant voisine de 0,65 aux deux stations. Une analyse plus fine des composantes du milieu permettrait sans doute d'élucider les variations de croissance observées (teneur en pélites, et qualité nutritive de la matière en suspension).

- Sexualité

Ainsi que l'a montré LUCAS (1969) ce bivalve présente des sexes séparés (gonochorisme) aussi bien chez les juvéniles que chez les adultes. Le sex-ratio étant voisin de 50 %.

Avec la même technique que pour *Spisula ovalis*, nous avons suivi l'évolution de maturité de la glande génitale (critère de LUCAS 1969), (figure 13).

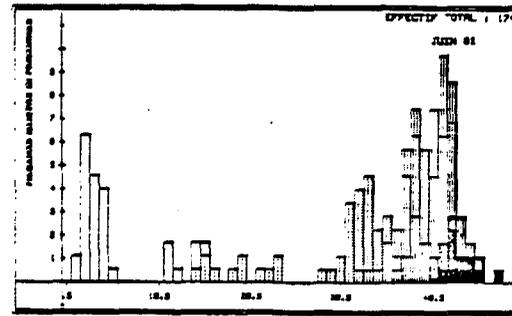
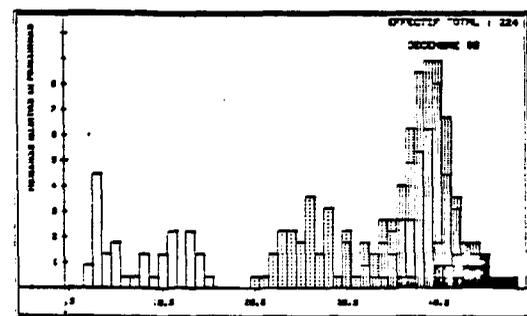
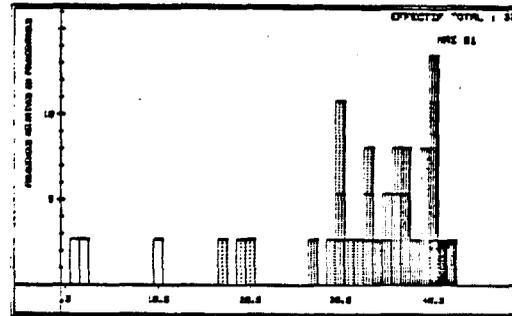
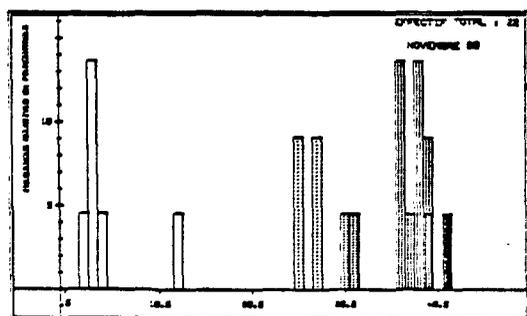
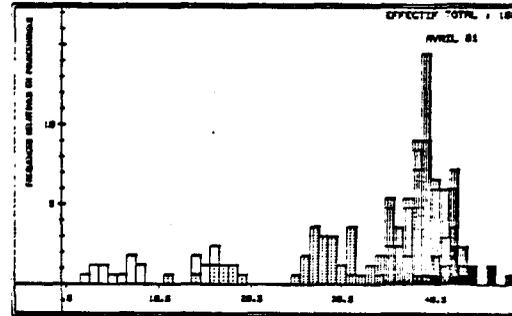
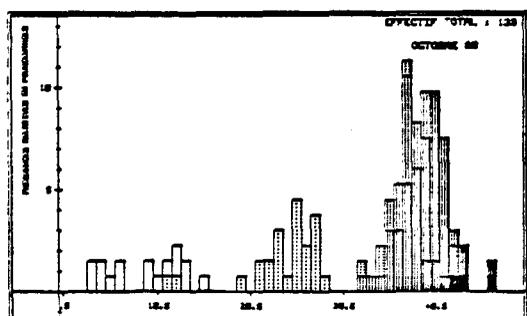
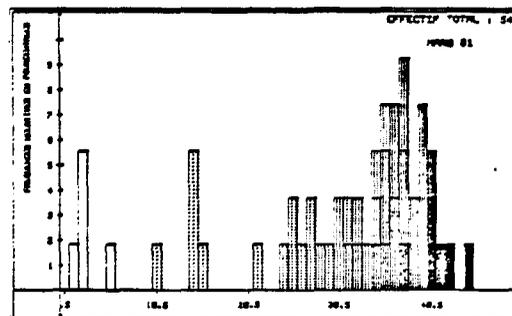
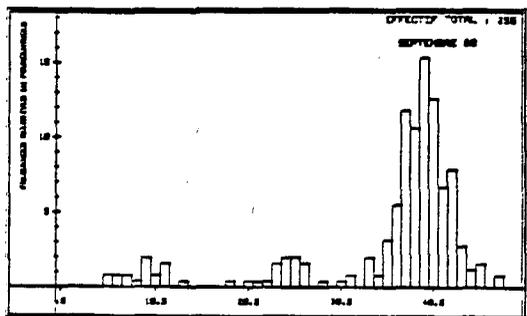
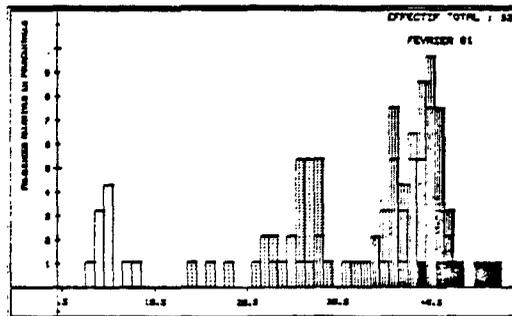
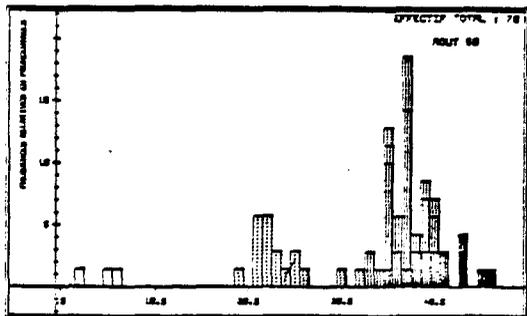
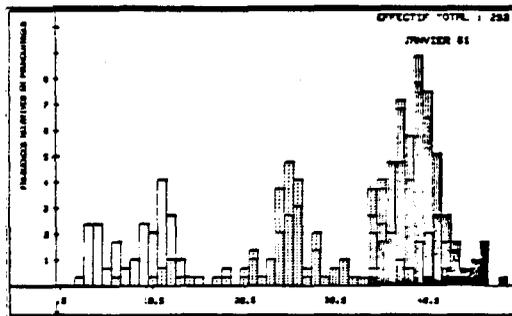
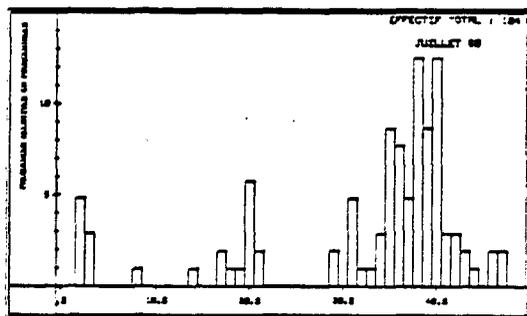
Pour GLEMAREC et BOURON (1978), cette espèce développe son stade ultime de maturité au dessus de 14° aux Glénans avec une ponte maximale 2 mois après la pleine maturité. L'animal étant très sensible aux variations de températures. Nos propres mesures de température nous donnent en Mai 1981 : 9,9° et 14,6° en Juin. Cet écart étant sans doute responsable de la maturation notée à cette époque. Soulignons ici que les *Tapes* de la station 1 ont présenté en 1981 des individus matures légèrement plus tôt qu'à la station 2. Ce phénomène pouvant s'expliquer par l'écart d'1 degré au niveau du fond, entre les 2 stations.

- Reproduction

Deux générations apparaissent en 1980 : l'une en Eté, l'autre en Octobre. Il se pourrait donc, suivant les indications de GLEMAREC (1978), que ce soit cette cohorte, apparaissant en octobre, issue des pontes de juillet-août, qui soit la cohorte annuelle principale, les autres n'étant que secondaires.

- Analyse de la croissance de *Tapes rhomboïdes*

Nous avons d'abord vérifié par une série de coupestransversales, que la strie marquée à l'extérieur de la coquille correspond bien aux stries annuelles de ralentissement de croissance durant l'hiver. Cette strie se marque ici durant les mois de Janvier et Février.



- 1 [white box]
- 2 [dots]
- 3 [dots]
- 4 [dots]
- 5 [dots]
- 6 [dots]
- 7 [horizontal lines]
- 8 [horizontal lines]
- 9 [horizontal lines]
- 10 [horizontal lines]
- 11 [horizontal lines]
- 12 [horizontal lines]
- 13 [horizontal lines]

N° des cohortes
= nb de stries + 1

Fig. 14 . histogrammes de fréquences pour Tapes rhomboïdes.

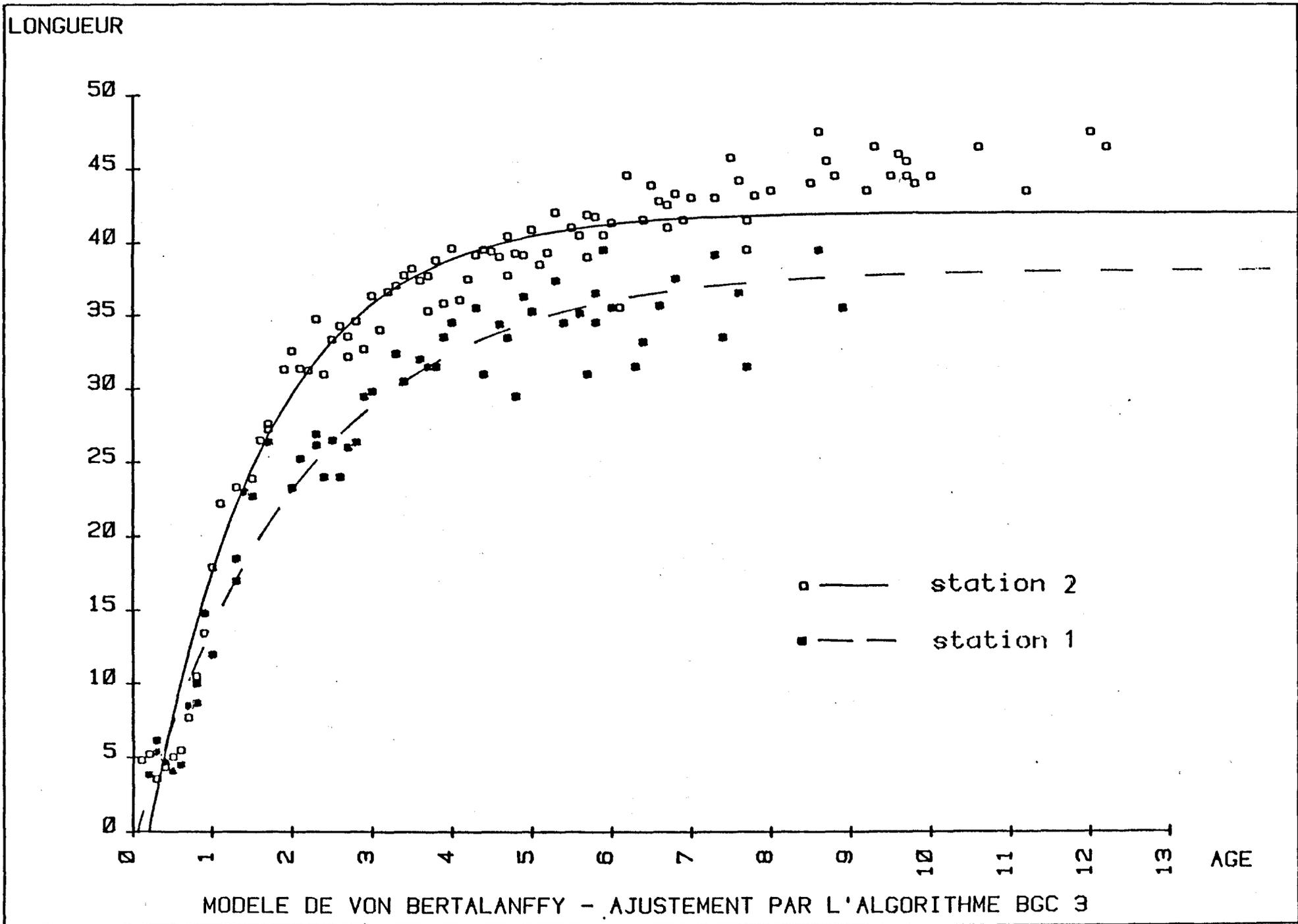


Fig. 15. : Croissance théorique de Taves rhomboïdes.

Avec la même méthode que pour *Spisula ovalis*, nous avons analysé les histogrammes de fréquence de taille, obtenant la moyenne mensuelle des modes. (fig la longueur mesurée étant toujours la plus grande dimension de l'individu.

Les individus apparus en Mai, issus des premières femelles matures, ont une croissance rapide, atteignant 12 mm en Automne, et ce jusqu'en Février où elle repart. Les individus apparaissant en Octobre ne grandissent pas jusqu'en Février où leur taille est de 4,5 mm à six mois, la croissance s'accélère alors, et les deux générations semblent se confondre à la fin de l'été, soit au bout d'une année, à la taille d'environ 20 mm.

Vers l'âge de 5 à 6 ans, la longueur de l'individu n'évolue plus et la coquille s'épaissit. Les individus les plus âgés que nous avons trouvés avaient douze stries.

- Croissance théorique

L'ajustement par le modèle de Von BERTALANFFY nous donne les caractéristiques suivantes pour les 2 sites, pour l'ensemble des valeurs :

Site 1	Site 2	GLENANS (CHASSE et GLEMAREC, 1973)
K = 0,47	K = 0,67	K = 0,72
L_{∞} = 38,2	L_{∞} = 42	L_{∞} = 62
T_0 = 0,05	T_0 = 0,20	

On remarque nettement la différence de croissance déjà mentionnée.
(fig. 15).

- Mortalité

Avec la même méthode que celle appliquée pour *Spisula ovalis*, nous avons calculé la mortalité Z.

Exemple : *Tapes rhomboïdes* (site 2 : Chausey).

x = âge année	0.5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5
y = Log N	3.027	2.776	1.934	2.891	3.227	1.723	0.806	0.285	-0.916	0.113	-2.303	-1.715

Nous obtenons la droite $y = ax + b$.

$$a = 3.90 = \text{Log } N_0 \Rightarrow N_0 = 49.40$$

$$b = Z = \text{taux de mortalité} = 0.486$$

Site 1	Z = 0.52	N ₀ = 14.88
Site 2	Z = 0.48	N ₀ = 49.4

- Production de la population de *Tapes rhomboïdes*

La même méthode que pour *Spisula ovalis* est appliquée pour le calcul de la production.

Résultats site 1.

Cohorte	N _i /m ²	N ₁ - N ₂	Biomasse g/m ² moyenne mensuelle	Poids moyen d'un individu	Production g/m ² /an
1	15.2	8.0	0.21	0.0138	0.1105
2	6.3	3.3	0.66	0.1053	0.3475
3	1.8	1.0	0.26	0.1405	0.1363
4	2.1	1.1	0.42	0.2010	0.2211
5	2.8	1.5	0.81	0.2832	0.4248
6	1.4	0.7	0.39	0.2766	0.2047
7	0.4	0.2	0.06	0.1364	0.0314
8	0.2	0.1	0.07	0.3500	0.0385
			B = 2.88		
				1.5148	

$$\frac{P}{B} = 0.52$$

Site 2.

Cohorte	N_i/m^2	$N_1 - N_2$	Biomasse g/m^2 moyenne mensuelle	Poids moyen individuel	Production $g/m^2/an$
1	20.6	10	0.33	0.0162	0.1620
2	16.0	7.8	2.45	0.1525	1.1880
3	6.9	3.3	1.94	0.2812	0.9448
4	18.0	8.7	7.49	0.4156	3.6282
5	25.2	12.2	12.02	0.4770	5.8289
6	5.6	2.7	3.04	0.5439	1.4740
7	2.2	1.1	1.42	0.6335	0.6905
8	1.3	0.6	0.85	0.6389	0.4089
9	0.4	0.2	0.31	0.7835	0.1567
10	1.1	0.5	0.86	0.7723	0.4170
11	0.1	0.05	0.08	0.8670	0.0435
12	0.2	0.1	0.16	0.8889	0.0800
			B = 30.977		15.0225

$$\frac{P}{B} = 0.48$$

La production de *Tapes rhomboïdes* est, à l'inverse de *Spisula ovalis*, 10 fois supérieure près de Chausey à ce qu'elle est dans la baie du Mont-St-Michel.

CONCLUSION

La surface délimitée, à l'Ouest par la longitude de la pointe du Grouin, et au Nord par la latitude de 48°52' (phare de Chausey) nous donne une surface de sables grossiers d'environ 270 km² (fig. 1, 1ère partie).

Avec une biomasse moyenne de 31,46 et 36,36 grammes de poids sec pour chacune des deux stations régulièrement suivies dans cette strate, on pourrait grossièrement supposer que la biomasse moyenne y correspond à la moyenne des deux stations soit 34 grammes de poids sec/m² ($S = \pm 8,9$ g).

La biomasse accumulée sur la strate de sable grossier serait donc :

$$34 \times 270 \times 10^6 = 9180 \text{ tonnes } \pm 2395 \text{ tonnes de poids sec}$$

Spisula ovalis, avec respectivement 14,6 et 1,78 g/m² aux stations 1 et 2 représente une biomasse moyenne de 8,19 g/m² ($\pm 4,95$) soit pour la zone de sables grossier 2211 tonnes de poids sec (± 1336).

Tapes rhomboïdes représente 2,93 g/m² à la station 1, et 31,06 g/m² à la station 2, soit une moyenne de 17 (± 11 g/m²), c'est-à-dire pour l'ensemble du secteur des sables grossiers 4590 tonnes (± 2945).

On remarquera que dans l'hypothèse d'une strate homogène pour les sables grossiers, la palourde rose représente donc la moitié de la biomasse accumulée, et la spisule le quart. L'intérêt que nous avons porté à ces deux espèces est, en ce sens, largement justifié et mériterait d'être poursuivi.

TABLEAU N° 1

Densité/m² pour les stations 1 et 2

	Station 1		Station 2	
	AOUT 80	JANVIER 81	AOUT 80	JANVIER 81
Divers				
Nematodes nd	2.4	0	12	0
Nemertes nd	5.6	0	1.6	0
Sipunculiens nd	12	9.6	10.4	2
Holothurides nd	0	9.6	0	6
<i>Asterina gibbosa</i>	0	0	0	3
<i>Ophiura albida</i>	2.4	11.2	4	26
<i>Ophiotrix fragilis</i>	0	0	0	2
Ophiure nd	2.4	1.6	2.4	0
Polychetes				
<i>Glyceridae</i>	5.6	11.2	8.8	4
<i>Goniadidae</i>	2.4	0	0	1
<i>Phyllodocidae</i>	16.8	42.4	1.6	6
<i>Poecilochaetidae</i>	4	8.8	3.2	15
<i>Syllidae</i> :				
<i>Ondotosyllis ctenostoma</i>	4	3	2.4	5
<i>Ondotosyllis gibba</i>	0	1	0	0
<i>Sphaerosyllis pirifera</i>	0.8	13	0	0
<i>Syllis</i> sp	72	51	49.6	32
<i>Syllidae</i> nd	0	4	0	3
<i>Eunicidae</i> nd :	2.4	0	4.8	13
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	9.6	44	0.8	3
<i>Lumbrinereidae</i>	8	0	20.8	24
<i>Spionidae</i>	31.2	5.6	36.8	28
<i>Ampharetidae</i>	22.4	10.4	4	6
<i>Sabellidae</i>	2.4	4	4	4
<i>Sabellaridae</i>	0	22.4	0	1
<i>Nephtyidae</i>	5.6	37.6	0.8	11
<i>Capitellidae</i> :				
<i>Notomastus latericeus</i>	5.6	40.8	50.4	53
<i>Hesionidae</i> :				
<i>Syllidia perarmata</i>	0	14.4	0	2
<i>Aphroditidae</i> :				
<i>Phloe minuta</i>	24.8	127	13.6	6
<i>Harmothoe impar</i>	9.6	10	4.8	5
<i>Harmothoe</i> sp	18.4	12	30.4	25
<i>Sthenelais boa</i>	0	6	0	0
<i>Polynoidae</i> nd	0	3	1.6	0
<i>Sigalionidae</i> nd	0	0	0	2
<i>Terebellidae</i>	28.8	36.8	20	33
<i>Trichobranchidae</i>	1.6	0.8	1.6	9
<i>Nereidae</i>	5.6	5.6	0.8	3
<i>Cirratulidae</i>	10.4	10.4	5.6	1
<i>Scalibregmidae</i>	0	0	2.4	1
<i>Sphaerodoridae</i> :				
<i>Ephesia</i> sp	0.8	0	0	1

Tableau n° 1 (suite)

<i>Maldanidae</i>	0	0	0.8	4
<i>Ophelidae</i>	0	0	0	4
<i>Ariciidae</i>	0	0.8	0	0
<i>Paraonidae</i>	0	0	0	3
<i>Serpulidae</i> :				
<i>Pomatoceros lamarekii</i>	477.6	2496.8	25.6	79
Mollusques				
<i>Lepidopleurus asellus</i>	72.8	11.2	112	55
<i>Lepidochiton cinereus</i>	0	2.4	3.2	5
<i>Tonicella rubra</i>	0	0	4	10
<i>Acantochitona discrepans</i>	0	1.6	0.8	0
<i>Calyptrea chinensis</i>	84	382.4	7.2	62
<i>Crepidula fornicata</i>	22.4	10.4	0.8	2
<i>Gibbula</i> sp	0	0	1.6	0
<i>Buccinum undatum</i>	1.6	0.8	0	0
<i>Nassarius reticulatus</i>	0	3.2	0	0
<i>Natica alderi</i>	0.8	0	0	0
<i>Emarginula fissura</i>	0	0	1.6	10
<i>Patina pellucida</i>	0	0	1.6	13
Gastéropode nd	0	0	1.6	0
<i>Nucula nucleus</i>	32	203.2	4.8	31
<i>Sphaenia binghami</i>	0	0.8	0	4
<i>Glycymeris glycymeris</i>	3.2	0	7.2	7
<i>Chlamys opercularis</i>	0	0	0	3
<i>Cardium edule</i>	25.6	7.2	16.8	15
<i>Cardium scabrum</i>	4	0.8	0	0
<i>Venus ovata</i>	14.4	18.4	12.8	43
<i>Venus verrucosa</i>	3.2	0	0	1
<i>Abra alba</i>	204.8	508	3.2	8
<i>Mytilus edulis</i>	0.8	0	0	0
<i>Modiolus adriaticus</i>	1.6	0.8	0.8	0
<i>Laevicardium crassum</i>	0.8	0.8	0	2
<i>Spisula ovalis</i>	200.8	152	26.4	2
<i>Spisula elliptica</i>	1.6	0	0	0
<i>Spisula</i> sp	0.8	0	0.8	0
<i>Tapes rhomboides</i>	30.4	19.2	56	93
<i>Lepton squamosum</i>	0	0	1.6	0
<i>Lima sulcata</i>	0	0	6.4	0
Crustacés				
<i>Apseudes latreilli</i>	524.8	4184	0.8	0
<i>Nebalia bipes</i>	0	5.6	0	0
<i>Cuma</i> sp	0	0	1.6	0
<i>Eupagurus bernhardus</i>	6.4	21.6	0.8	2
Anomoure nd	0	1.6	0.8	0
<i>Galathea dispersa</i>	0	1.6	5.6	27
<i>Eurydice pulchra</i>	0	0.8	3.2	2
<i>Gnathia vorax</i>	0	4.8	0	1
<i>Gnathia maxillaris</i>	0	1.6	0	0
Isopode nd	0	0	0.8	0
<i>Ampelisca spinipes</i>	7.2	5.6	12.8	16
<i>Atylus vedlomensis</i>	0.8	4	2.4	5
<i>Corophium acherusicum</i>	0.8	0.8	0	0

Tableau n° 1 (suite)

<i>Corophium sexone</i>	0	1.6	0	0
<i>Cheirocratus sundevalli</i>	0	1.6	0	0
<i>Cheirocratus assimilis</i>	3.2	0	0	8
<i>Eusirus longipes</i>	0	0	0	1
<i>Jassa falcata</i>	0	1.6	0	0
<i>Leptocheirus hirsutamamus</i>	0	0.8	0	1
<i>Leucothoe spinicarta</i>	0	0	0.8	4
<i>Maera othonis</i>	3.2	0.8	8.8	21
<i>Maerella tenuimana</i>	0	6.4	0.8	2
<i>Melita obtusa</i>	0	40	0	2
<i>Melita sp</i>	0.8	0	0	0
<i>Panoplea minuta</i>	1.6	0	0.8	1
<i>Stenothoe marina</i>	0.8	0	0	0
<i>Amphipodes nd</i>	6.4	9.6	8	27
<i>Upogebia deltaura</i>	0	6.4	0	5
<i>Leptomysis gracilis</i>	3.2	0	0	0
<i>Mysis sp</i>	1.6	0	0.8	1
<i>Hippolytes sp</i>	0	0.8	0	0
<i>Leander serratus</i>	0.8	0	0	0
<i>Grangon grangon</i>	1.6	0	0	0
<i>Pandalina brevirostris</i>	2.4	0	0.8	0
<i>Macroure nd</i>	0	0	4.8	0
<i>Thia polita</i>	0	0	0	1
<i>Atelecyclus rotundatus</i>	0	0	0	1
<i>Eurynome aspera</i>	0	0	0	1
<i>Ebalia tuberosa</i>	0	0.8	0	1
<i>Ebalia tumefacta</i>	0.8	0.8	0	0
<i>Carcinus maenas</i>	0.8	0	0.8	0
<i>Liocarcinus pusillus</i>	6.4	6.4	2.4	3
<i>Liocarcinus marmoreus</i>	0.8	0	0	0
<i>Brachyoures nd</i>	0	2.4	2.4	4
<i>Larves nd</i>	2.4	0	6.4	0
Poissons				
<i>Callionymus lyra</i>	0.8	0	0	0
<i>Callionymus maculatus</i>	0	0.8	0	1
<i>Anguilla anguilla</i>	0	0	0	1
<i>Gobius sp</i>	0	0	0	1
<i>Larves nd</i>	0	0	0.8	0

BIBLIOGRAPHIE1ère partie

- BOURCART, J. et BOILOT, G., 1960. Répartition des sédiments dans la baie du Mont Saint Michel. Revue de géographie physique et de géologie dynamique (2), vol. III, fasc. 4, pp 189-199.
- CNEXO - COB 1981. Etude écologique d'avant projet du site marémoteur du golfe normanno-breton. Rapport intermédiaire 1ère année 1980. Département Environnement Littoral.
- DOLET, M., GIRESSSE, P. et LARSONNEUR, C., 1965. Sédiment et sédimentation dans la baie du Mont Saint Michel. Bulletin de la Société linnéenne de Normandie, T. 6, pp 51-65.
- DESPLATS, R., 1975. Ressources en eau dans la baie du Mont Saint Michel. Etude de premiers stades d'aménagements à buts multiples en baie de Chausey, B.M.E. 5. Rapport annexe, T. 1. Contrat CNEXO 74/1131.
- GIRESSSE, P., HOMMERIL, P. et LAMBOY, M., 1971. Résultats préliminaires d'une campagne de sismique réflexion dans le golfe normanno-breton. Mémoire B.R.G.M., n° 79, pp 193-201.
- JACQUET, J., 1949. Recherches écologiques sur le littoral de la Manche. Encyclop. biol. écol. Paris, P. LECHEVALIER, éd., T. 5, p 374, fig. 69.
- LABORATOIRE CENTRAL D'HYDRAULIQUE FRANCAIS, 1979. Etude de l'envasement des parcs ostréicoles de Cancale. Rapport général L.C.H.F., Août 1979. D.D.E. Ile et Vilaine.
- LANG, J., LUCAS, G., MATHIEU, R., 1973. Le domaine benthique littoral de la baie du Mont Saint Michel. Sciences de la terre, T. 18, n° 1.
- MATHIEU, R., 1966. Contribution à l'étude du domaine benthique de la baie du Mont Saint Michel. Sédiments actuels, microfaune et écologie. Thèse de Doctorat 3ème cycle Géologie, Faculté des Sciences de Paris.
- PHILIPPONEAU, M., 1956. Contribution à l'étude du golfe normanno-breton. Mémoire Soc. Géol. Min. Bretagne, T. 11, PP 1-172.
- RETIERE, C., 1979. Contribution à la connaissance des peuplements benthiques du golfe normanno-breton. Thèse de Doctorat d'Etat de Rennes, p 370.
- SBINDEN, R., 1980. Microgranulométrie du seston de la baie du Mont Saint Michel. Mémoire E.P.H.E. Dinard, n° 35.

2ème partie : *Spisula ovalis*

- CHASSE, C. et GLEMAREC, M., 1972. Les bancs de *Spisula ovalis* de la région des moutons. Rapport CNEXO, contrat n° 72/527.
- GLEMAREC, M., 1969. Les peuplements benthiques du plateau continental Nord-Gascogne. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences de Paris.

- GLEMAREC, M., 1968. Distinction de deux Mactridae des côtes atlantiques européennes *Spisula solida* et *Spisula ovalis*. Cahiers de biologie marine, T. 9, pp 167-174.
- HAMON, K., 1976. Les bancs de spicule du littoral sud armoricain. Etude descriptive et dynamique. Rapport CNEXO n° 75/1277, 45 pages.
- LE PENNEC, M., 1980. Premières observations sur la morphogénèse de la coquille larvaire de *Spisula subtruncata* en élevage expérimental. Cahiers de biologie marine, T. 21, pp 403-408.
- MUUS, K., 1973. Settling growth and mortality of young bivalves in the Øresund. Ophelia 12, pp 79-116.

Tapes rhomboïdes

- CHASSE, C. et GLEMAREC, M., 1973. Les bancs de *Venerupis rhomboïdes* des Glénans. Rapport CNEXO, contrat n° 72/527.
- GLEMAREC, M. et BOURON, D., 1978. Evolution de la maturité sexuelle chez six espèces de bivalves des Glénans. *Haliotis*, vol. IX (1), pp 45-48.
- GENTIL, F., 1976. Distribution des peuplements benthiques en baie de Seine. Thèse 3ème cycle, Faculté des Sciences de Paris VI.
- HOLME, N. A., 1961. Shell form in *Venerupis rhomboïdes*, jour. mar. biol. ass. U.K., vol. 41, pp 705-722.

Synthèse générale des études réalisées dans le domaine infralittoral par le COB et le MNHN.

Afin de réunir dans une même analyse les résultats obtenus sur les 3 types de faciès biosédimentaires qui ont fait l'objet d'une étude détaillée (sables grossiers envasés, non envasés et sable fin), une analyse en composante principale a été réalisée sur une matrice constituée par les 32 espèces les plus importantes sur l'ensemble de la zone.

Chacune des 3 stations est représentée par la densité des espèces obtenues en été 1980 et en hiver 1980-1981, soient au total six "variables-prélèvements". L'analyse est effectuée sur des variables réduites et centrées afin d'atténuer les différences de densité entre stations.

Enfin les fractions granulométriques G1 à G5 (cf. légende) ont été introduites en variables supplémentaires de manière à éclaircir la structure spatiale obtenue.

La figure ci-contre réunit dans le plan des axes I et II, (respectivement 58,0 % et 22,0 % de la variance totale), les stations, les espèces et les fractions granulométriques.

La principale source de variation, illustrée par l'axe I sépare nettement le peuplement des sédiments fins de Granville, du peuplement des sables grossiers. On note qu'à l'intérieur de ce premier faciès, les variations hiver-été sont faibles. Les espèces caractéristiques ainsi mises en évidence, étant les bivalves Astarte triangularis et Abra prismatica, les crustacés amphipodes Bathyporeia guilliamsoniana et Urothoe brevicornis et le polychete Ophelide Armandia Polyophtalma.

Dans le domaine granulométrique, ce pôle positif de l'axe I est caractérisé par l'absence de G1, G2 (sables grossiers-graviers) et de G5 (pelites) et par une dominance de la fraction G4 (sables fins).

L'axe II illustre les différences faunistiques déjà mises en évidence au sein du peuplement des sédiments grossiers, selon la présence ou non de fraction pelitique (G5). On note également une variation temporelle hiver-été plus importante en fond de baie qu'à CHAUSEY..

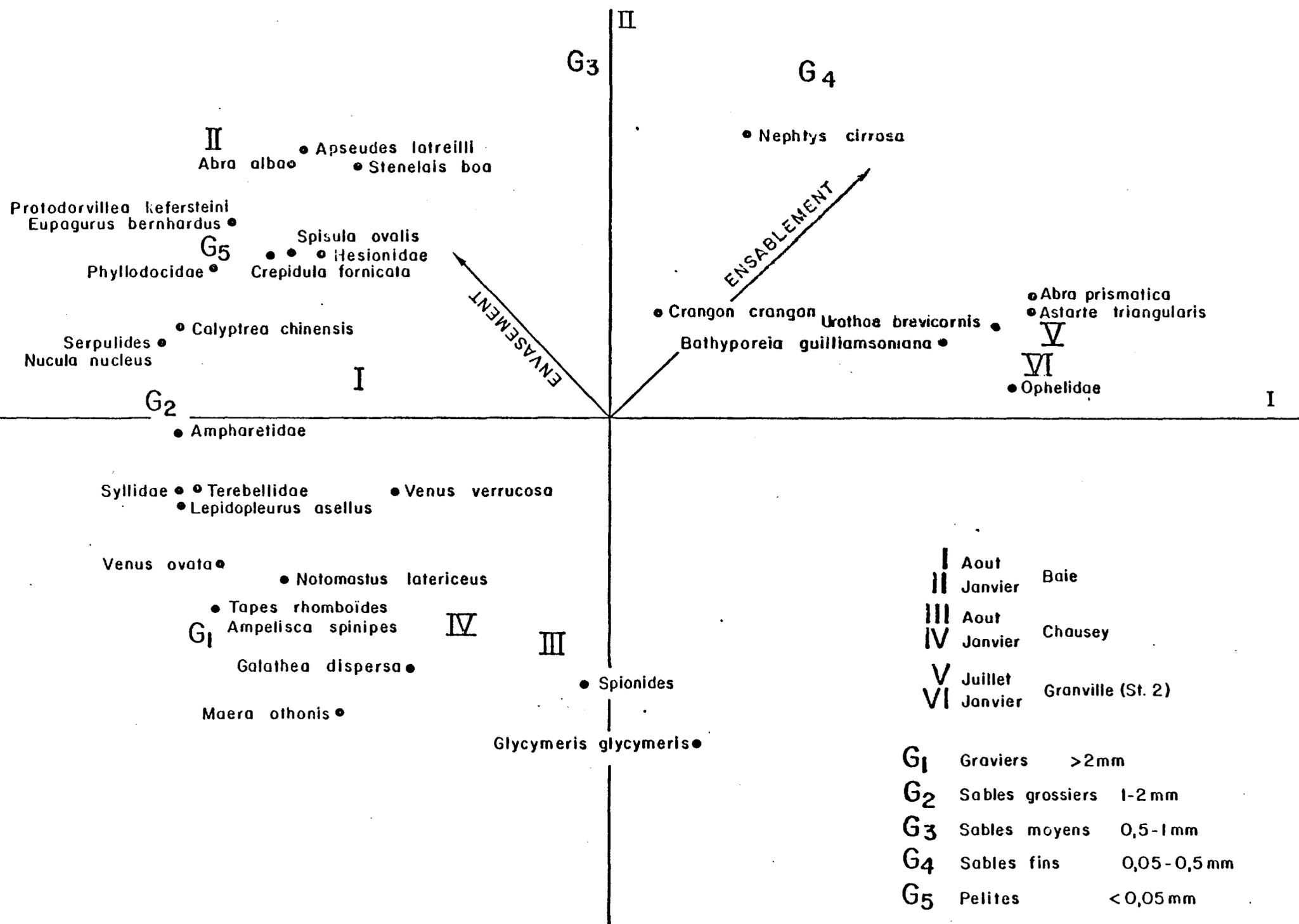


Fig. 16 : Projection des 32 espèces dans le plan I et II - Stations et granulométrie.

CONCLUSIONS

Cette structure illustre schématiquement les conséquences d'un ensablement ou d'un envasement sur la composition du peuplement faunistique des sables grossiers, qui occupent la majorité de la surface du domaine infralittoral de cette zone.

1) Un ensablement conduit à une baisse de diversité, de densité et de biomasse. Les espèces représentatives de ce milieu, sont de petites tailles (Astarte, Abra) et ont des densités relativement faibles, entraînant de faibles biomasses de l'ordre de quelques grammes par mètre carré.

2) Un envasement de ces mêmes sédiments grossiers conduit à une rarefaction des grands mollusques filtreurs : Glycymeris glycymeris, Venus verrucosa, Tapes rhomboïdes, et au développement des depositivores tel Abra Alba - Certains filtreurs, tel le bivalve Spisula ovalis ou surtout le gastéropode Crépidula fornicata, s'accommodent fort bien d'un enrichissement en particules fines. Les valeurs de biomasses restent sensiblement les mêmes dans les deux types de sédiments grossiers ($> 30 \text{ g/m}^2$).