

**DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT
ET DES RECHERCHES OCEANIQUES**

**Etude écologique du site
COTENTIN CENTRE**



Volume 2 : Le domaine benthique intertidal

**Fascicule 2 : Géomorphologie, sédimentologie
et zoobenthos du Cotentin Centre**



175

Electricité de France

Contrat n° CNEXO 83/2959 BF
n° EDF MN/1643

**ETUDE ECOLOGIQUE DES PEUPEMENTS MARINS
DU SITE COTENTIN CENTRE**

Volume 2 - Fascicule 2

**LE DOMAINE BENTHIQUE INTERTIDAL : GEOMORPHOLOGIE, SEDIMENTOLOGIE, ZOOBENTHOS
DU COTENTIN CENTRE**

60 pages, 14 annexes

IFREMER : Direction Etudes et Recherches Océaniques
Département Environnement Littoral, Brest

par Brigitte GUILLAUMONT
Dominique HAMON
Ronan LOARER

avec la collaboration de :
Elizabeth DESBRUYERES
Luc DREVES
Yvon GUENNEGAN
Daniel COÏC

E.P.H.E. : Laboratoire de Géomorphologie Littorale, Dinard
R.L. LAFOND, Directeur
Contrat CNEXO n° 83/7103

Janvier 1986

S O M M A I R E

1. Présentation générale de la côte Ouest du Cotentin	1
1.1. Cadre physique	1
1.1.1. Généralités	1
1.1.2. Facteurs hydrodynamiques	1
1.1.3. Sédimentologie	2
1.2. Cadre biologique	4
1.2.1. Peuplements benthiques	4
1.2.2. Activités humaines	4
2. Objectifs et méthodologie de l'étude	5
2.1. Etude des stations de référence	7
2.1.1. Plan d'échantillonnage	7
2.1.2. Méthodologie de terrain	7
2.1.3. Analyse bathymétrique	8
2.1.4. Analyse sédimentologique	11
2.1.5. Analyse faunistique	12
2.2. Etude cartographique	13
2.2.1. Morphologie	13
2.2.1.1. Limite de précision des cartes	13
2.2.1.2. Variabilité dans le temps des paysages intertidaux	14
2.2.2. Evaluation des superficies des principales unités biosédimentaires	15
3. Résultats	16
3.1. Morphologie	16
3.1.1. Présentation de la carte	16
3.1.2. Interprétation des phénomènes observés	18

3.1.2.1. L'action des houles	18
3.1.2.2. Les courants de marée au débouché des havres.	21
3.1.2.3. Les courants de marée dans la zone inter- tidale externe	22
3.1.2.4. L'interaction des houles et des courants de marée	23
3.1.2.5. Les faciès significatifs de l'évolution littorale	26
3.2. Sédimentologie	28
3.2.1. Typologie des stations	30
3.2.1.1. Les stations à granulométrie fine	30
3.2.1.2. Les stations à granulométrie grossière	35
3.2.1.3. Synthèse des résultats	37
3.2.2. Interprétation dynamique	37
3.3. Peuplements zoobenthiques	38
3.3.1. Un système ouvert	40
3.3.1.1. Les plages de sable fin à pente régulière ...	49
3.3.1.2. Les bancs sableux	49
3.3.2. Un système semi abrité	50
3.3.2.1. Les sédiments stabilisés par l'environnement physique	51
3.3.2.2. Les sédiments stabilisés par des éléments biologiques	52
3.3.2.3. Les sédiments stabilisés par l'environnement physique et des éléments biologiques	52
3.3.2.4. Les milieux en déséquilibre écologique	55
3.4. Evaluation des superficies des principales unités bio- sédimentaires	58
BIBLIOGRAPHIE	60

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 - Positionnement des stations de référence	61
Annexe 2 - Bathymétrie et granulométrie des stations de référence .	62
Annexe 3 - Profils des radiales	63
Annexe 4 - Bathymétrie	64
Annexe 5 - Granulométrie	65
Annexe 6 - Principales unités biosédimentaires	66
Annexe 7 - Diversité	67
Annexe 8 - Densités	68
Annexe 9 - Biomasses	69
Annexe 10 - Densité (ind./m ²) des stations échantillonnées	70
Annexe 11 - Densité (m ²) des principaux groupes d'espèces par groupe de stations	85
Annexe 12 - Pourcentage numérique des principaux groupes d'espèces par groupe de stations	86
Annexe 13 - Biomasse (g/m ²) et pourcentage pondéral des principaux groupes d'espèces par station	87
Annexe 14 - Biomasse (g/m ²) et pourcentage pondéral des principaux groupes d'espèces par groupe de stations	88

1. Présentation générale de la côte Ouest du Cotentin

1.1. Cadre physique

1.1.1. Généralités

La côte Ouest du Cotentin, de Carolles à Carteret, se caractérise par le développement entre les grands massifs rocheux (Carolles, Granville et Carteret) d'un long cordon sableux généralement modelé en dunes.

Ce cordon est régulièrement interrompu par l'exutoire des mielles * dont la vidange se présente sous forme de hâvres** dont les débouchés en mer sont en évolution permanente.

L'estran est très large dans sa partie sud (entre Granville et Gefosses) puisqu'il atteint 3 à 4 km. de large; il est sableux dans sa majeure partie, mais des platiers rocheux affleurent à la partie moyenne et inférieure de l'estran en divers points du littoral et plus particulièrement devant Brehal, la pointe d'Agon et surtout entre Blainville et Gefosses - Au Nord (de Gefosses à Carteret) l'estran diminue en largeur (1 à 1,5 km) s'il est sableux dans sa partie supérieure, il est surtout constitué par un platier rocheux dans sa partie moyenne et inférieure.

En raison de nombreux problèmes d'érosion de ce littoral, diverses études ayant trait à la dynamique sédimentaire ont été réalisées ; elles ont fait récemment l'objet d'un rapport de synthèse par le Laboratoire Central d'Hydraulique.

1.1.2. Facteurs hydrodynamiques

La marée dont l'amplitude augmente en allant vers le fond du Golfe (en vive-eau, le marnage est de l'ordre de 12 m. à Granville). Les principales incidences concernent :

. la largeur de l'estran (fonction de l'amplitude et de la pente des fonds)

* zones marécageuses coincées entre la falaise ancienne et le cordon littoral

** "marais maritime caractérisé par la présence d'une slikke dénudée submergée par toutes les pleines mers et d'un shore herbu inondé seulement aux pleines mers de vive-eau leur rôle d'estuaire est généralement limité et la majeure partie de l'eau qui passe dans le chenal est celle du remplissage et de la vidange de la marée". *in* BCEOM - Etudes des effets économiques des attaques de la mer contre le littoral (Vol. 2).

- . les temps d'immersion ou d'exondation, ainsi que la hauteur d'eau au dessus du fond (facteurs qui interfèrent avec les possibilités d'action de la mer et du vent)

- . les courants ainsi engendrés.

Les courants qui peuvent atteindre 2 noeuds ($\approx 1\text{m/s}$), être alternatifs ou giratoires, et jouer un rôle important dans le transport de sédiment en entraînant les matériaux et en créant des rigoles d'écoulement.

Les vents les plus fréquents et les plus forts sont de secteur Sud et Ouest à Nord-Ouest. Ils contribuent en particulier à l'instabilité du cordon littoral.

Les houles ont une provenance prédominante Sud-Ouest à Nord-Ouest et en particulier Ouest ; au sud de Carteret, les hauteurs significatives annuelles restent inférieures à 1,5m. Les innombrables îles, îlots et hauts fonds qui parsèment le Golfe Normano-Breton ainsi que la pente et la nature des fonds (en particulier présence ou absence de platiers rocheux) jouent un rôle important dans les conditions locales de propagation de la houle, celle-ci apparaît particulièrement complexe sur la côte Ouest du Cotentin.

Elles constituent un agent fondamental des transports de sédiment en provoquant la remise en suspension et le déplacement des matériaux déposés sur le fond. Ces transports peuvent s'effectuer :

- . perpendiculairement au rivage (mouvements dits dans le profil)
- . parallèlement au rivage, lorsque la houle est oblique.

(transport essentiellement dans le déferlement et à terre du déferlement, c'est le transit littoral).

Par des actions mécaniques, les vagues provoquent la désagrégation des roches et la dispersion des débris.

1.1.3. Sédimentologie

Les sédiments proviennent essentiellement de la mer où ils ont été apportés au cours des temps géologiques. A ces matériaux s'ajoutent ceux provenant de l'érosion du littoral et de la production biologique (algues

calcaires - débris animaux coquilliers). Les apports actuels des rivières peuvent être considérés comme négligeables. Les matériaux concernés par les mouvements sédimentaires sont essentiellement des sables ; les vases se rencontrent surtout dans les havres. Sous l'action de triage de la houle, on assiste à un affinement progressif des matériaux de la côte jusqu'à 3 à 4m. de profondeur (limite d'action des houles).

Le profil des plages évolue en fonction des conditions météorologiques ; on distingue deux types fondamentaux :

- . Profil de beau temps : engraissement du haut estran, érosion des petits fonds et du bas estran.

- . Profil de tempête : évolution inverse.

Ces modifications peuvent être de l'ordre du mètre en haut de l'estran et peuvent amener un recul de la ligne du rivage.

Bien que la dérive littorale soit globalement Nord-Sud, il existe localement, au moins au niveau de la partie supérieure de la plage, des transits Sud-Nord.

Bilan sédimentaire : En règle générale, cette partie du littoral est en érosion, le recul est compris le plus souvent entre 0,3 et 1 m. par an. A ces modifications s'ajoutent celles en rapport avec des circonstances locales telles que l'évolution du débouché des havres qui peut atteindre plusieurs mètres par an.

Les pertes en sables proviennent de la dispersion vers le large, des transports éoliens, des dépôts dans les havres et baies et des extractions. Comme l'ensemble de la côte est en érosion, il est certain que les pertes sont largement supérieures aux apports.

Les causes peuvent être :

- . naturelles (action prépondérante de la houle)
- . humaines : réalisation d'ouvrages longitudinaux ou transversaux mal adaptés, extractions, dégradations des dunes, mais également la poldérisation et la conchyliculture.

1.2. Cadre biologique

1.2.1. Peuplements benthiques

La plupart des travaux concernant le benthos réalisés sur la côte Ouest du Cotentin sont déjà anciens et présentent un caractère très limité (Lafon, M, 1953-1958 ; Hommeril, P., 1961). L'étude des biocoenoses benthiques entreprises à partir de données uniquement qualitatives, par Lubet, P. *et al* (1974) ne permet d'obtenir qu'un aperçu très succinct des peuplements en place.

Toutefois, la diversité des biotopes rencontrés et l'importance relative des zones humides en font un site d'intérêt général au niveau de l'environnement naturel et en particulier, pour l'avifaune.

1.2.2. Activités humaines

Les activités humaines qui règnent dans ce secteur sont à la fois nombreuses et variées : tourisme, pêche à pied, utilisation des prés salés pour l'élevage. Toutefois le phénomène important concerne l'extension récente (depuis l'année 1970) de la conchyliculture dans ce secteur. Les surfaces concédées pour l'ostréiculture et la mytiliculture sont respectivement de 400 et 1000ha. (240 km. de bouchots) soit une production annuelle de 7000 et 5300 t. (données I.S.T.P.M. Ouistreham).

Sur ce littoral relativement épargné, des problèmes de pollution apparaissent notamment au niveau du havre de Regneville : apport par les rivières de pollution organique (papeteries, abattoirs, égouts, agriculture), bactérienne (égouts), organochlorés et pesticides.

2. Objectifs et Méthodologie de l'étude

Dans l'état actuel des connaissances, les conséquences à attendre de l'installation d'une usine marémotrice tiennent essentiellement aux modifications du cycle des marées (temps d'exondation....), du régime des courants et des processus "érosion-sédimentation".

Le secteur retenu s'étend de la pointe de Champeaux au hâvre St Germain.

Dans le but de l'identification des composantes écologiques les plus sensibles et au vu de la diversité des biotopes rencontrés, ainsi qu'en raison de la faiblesse des données disponibles, un effort important a été consacré à la reconnaissance des peuplements et à l'identification des systèmes à haute productivité ; ceci en liaison étroite avec les principaux facteurs de l'environnement (bathymétrie, morphologie, sédimentologie).

Deux aspects principaux ont été développés :

- . La caractérisation des principales unités biosédimentaires à partir de l'analyse d'une série de stations dites de "référence". Cette étude n'a concerné que les substrats meubles intertidaux, les peuplements algaux, composante biologique essentielle des substrats rocheux de ce secteur ayant déjà été présentés (Belsher, T., 1983).

- . La répartition et l'évaluation de la superficie de ces différentes unités biosédimentaires à partir de photographies aériennes réalisées par basse mer de vive-eau (1/8000) par l'Institut Géographique National entre avril 1982 et septembre 1983, complétées par des missions de vérité terrain (itinéraires d'identification).

L'interprétation morphologique des photographies aériennes a fait l'objet d'un contrat, entre l'I.F.R.E.M.E.R. et l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, sous la responsabilité scientifique du Professeur Lafond (contrat N° 83/7103).

Les résultats de ce contrat concernant la zone Cotentin Centre sont inclus dans ce rapport (§ 2.2.1 ; 3.1 et Fascicule cartographique).

La chronologie des différentes opérations de terrain nécessaires à l'ensemble de cette étude (à l'exclusion des opérations E.P.H.E.) est reportée dans le Tableau 1.

<u>Date</u>	<u>Objet de la mission</u>	<u>Echantillonnage réalisé</u>
10 au 12.03.82	Mission préliminaire - reconnaissance générale de St Martin de Bréhal à la Pointe d'Agon - recherche de niveaux de référence à la côte	
25 au 28.03.82	Echantillonnage des stations de référence (phase 1)	25.03.82 : Agon Nord (St 1 à 4) 26.03.82 : Hautville (St 5 à 10) 27.03.82 : Lingreville (St 11 à 15) 28.03.82 : Anneville (St 16 à 20)
23 au 26.04.82	Echantillonnage des stations de référence (phase 2)	23.04.82 : Agon sud (St 21 à 25) 24.04.82 : 25.04.82 : Briqueville (St 26 à 29) 26.04.82 :
24.04.82	Mission aérienne I.G.N. (1/10 000°) - Havre de Lessay : 17 photos couleur 17 photos I.R.C. - Chausey (pour mémoire) 44 photos couleur 44 photos I.R.C.	
21 au 25.05.82	- reconnaissance générale (d'Agon à Gouville) - recherche de niveaux de référence à la côte - échantillonnage des stations de référence (phase 3)	22 au 24.05.82 : Gouville (St 30 à 36) 25.05.82 : Coutainville (St 37 à 41)
17.09.82	Mission aérienne I.G.N. (1/8000°) Zone intertidale comprise entre la pointe de Champeaux et Port Bail y compris les havres (sauf havre de Lessay 359 photos I.R.C.	
7.09.83	Mission aérienne I.G.N. (1/8000°) Zone intertidale comprise entre la pointe de Champeaux et le havre de Geffosses (zone incomplètement couverte) 163 photos couleur 163 photos I.R.C.	
16 au 21.02.84	Mission de prospection - vérité terrain (cartographie sur la base des photogra- phies aériennes I.G.N. 1982 et 1983) : de Granville au havre de Regneville	
16 au 19.03.84	Mission de prospection - vérité terrain : de la pointe d'Agon à Gouville	
15 au 17.04.84	Mission de prospection - vérité terrain : de Pirou à Carteret - échantillonnage du faciès à crépides (secteur de Coudeville).	

Tableau 1 - Cotentin Centre : Calendrier des missions

2.1. Etude des stations de référence

2.1.1. Plan d'échantillonnage (Annexe 1)

Au printemps 1982, par basse mer de vive-eau, une quarantaine de stations ont été échantillonnées sur les substrats meubles dans le secteur compris entre le débouché du havre de Geffosses et celui du havre de la Vanlée (à l'exclusion des havres eux-mêmes).

Ces stations s'alignent suivant huit radiales principales côte-large :

Anneville	Hauteville
Gouville-Senequet	Lingreville
Coutainville	Briqueville
Agon Nord et Sud	

Le choix de l'emplacement des stations a été guidé par la volonté de recouper au mieux les différents types de milieux ; ceci en l'absence des documents des missions aériennes (des contraintes techniques n'ayant pas permis de respecter la chronologie initialement prévue) et dans la limite des possibilités de prospection de l'estran (difficultés de déplacement, coefficients de marées particulièrement faibles en 1982).

2.1.2. Méthodologie de terrain

Positionnement.Bathymétrie

Le positionnement et les valeurs altitudinales ont été obtenues à l'aide d'un géodimètre à ondes infra-rouge (Aga 122) couplé à un théodolithe : l'ensemble est installé à la côte, en tête de la radiale, en un point dont l'emplacement est reconnu précisément et la hauteur établie par rapport au zéro hydrographique de la marine (soit directement à partir d'ouvrages maritimes de référence, soit par conversion à partir de valeurs N.G.F.)

Un réflecteur déplacé sur l'estran permet de connaître avec précision en chaque point de profil, la distance horizontale et le dénivelé. Le théodolithe permet d'obtenir des valeurs angulaires par rapport à une direction connue.

Sédimentologie

A chaque station, un prélèvement granulométrique est effectué sous la forme d'un carottage de grand diamètre ($\emptyset = 12$ cm.) pouvant atteindre 50 cm. de profondeur.

Trois photographies (panoramique, plan rapproché, détail) permettent de caractériser l'environnement et les figures sédimentaires de surface.

Zoobenthos

La faune est échantillonnée sur une surface d'un $1/2$ m² (sauf la station 32 échantillonnée sur $1/4$ m²) à l'aide d'un carottier à main d' $1/32$ m², dont la pénétration est de l'ordre de 15 à 20 cm. Dans certains cas, les caractéristiques sédimentaires n'ont pas permis d'utiliser le carottier, les prélèvements ont alors été réalisés à l'aide d'un quadrat et d'une bêche.

Lorsque des microstructures apparaissaient, les échantillons ont été regroupés en tenant compte de l'hétérogénéité (cas des stations à Lanices : $1/4$ m² prélevé dans les "cuvettes", $1/4$ m² dans les "dômes").

Le tamisage est effectué sur 1 mm. et le refus fixé au formol à 5 %.

2.1.3. Analyse bathymétrique

Les hauteurs sont calculées par rapport au zéro hydrographique et les profils des radiales établis (Annexes 2 et 3 et 4).

Le pourcentage d'exondation,* paramètre susceptible d'être directement affecté par la mise en place d'une usine marémotrice, et qui varie en fonction de l'altitude et de la localisation, a été calculé d'après les résultats de l'étude réalisée par P. Garreau, sous la direction de P. Le Hir (Etude de l'exondation dans la zone Chausey, Le Senequet, Granville - G.N.B., sept. 1982)

Cette étude a permis de mettre au point une méthodologie d'extrapolation des données connues et de l'appliquer précisément en différents points de la côte à savoir :

Le Pirou	49° 10' N
Le Senequet	49° 05' N
La Pointe d'Agon	49° 00' N
Briqueville	48° 55' N
Granville	48° 50' N

* défini comme le temps pendant lequel un point de l'estran se trouve émergé.

Distants entre-eux d'une dizaine de kilomètres, ces points permettent d'avoir une bonne idée du pourcentage d'exondation sur la partie du littoral considérée.

Cette étude ne prend en compte que les phénomènes moyens qui concernent la marée à un coefficient donné (à coefficient égal, le marnage accuse une différence allant jusqu'à 50 cm suivant que l'on soit en réviv ou en déchet ; des phénomènes météorologiques peuvent en outre se superposer et engendrer des variations de niveau).

Les résultats sont présentés sous la forme (exemple:Figure 1)
 . d'une abaque donnant, pour chaque coefficient de marée, le pourcentage d'exondation en fonction du niveau au dessus du zéro hydrographique.

. d'une courbe donnant le pourcentage d'exondation moyen en fonction du niveau (la fréquence moyenne des coefficients de marée étant établie sur 19 ans).

. d'un tableau donnant les niveaux théoriques des basses mers et pleines mers pour différents coefficients de marée.

Les valeurs reportées en Annexe 2 sont celles du pourcentage d'exondation moyen ; il est à noter que l'année précédant l'échantillonnage (d'avril 1981 à mars 1982) diffère relativement peu de la moyenne.

Le niveau de mi-marée correspond approximativement au zéro N.G.F. et se situe dans ce secteur à proximité immédiate de la côte ; les niveaux atteints par B.M.M.E. et H.M.M.E. correspondent respectivement à 25 et 75 % d'exondation.

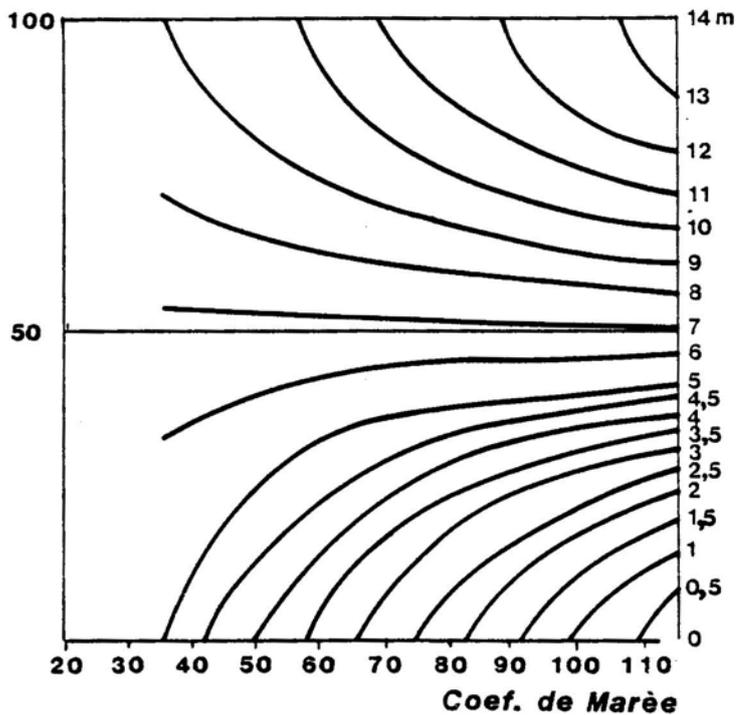
Dans les niveaux inférieurs, des particularités locales telles que platiers, proliférations végétales, peuvent entraver l'écoulement des eaux, prolongeant ainsi le temps d'immersion : c'est le cas notamment des stations 28 et 29 situées en arrière des roches de Bréhal dans une cuvette où prolifère *Sargassum muticum* (en vive-eau, la station 29 située 1,5 à 2 m. au dessus de la basse mer théorique n'est pas exondée).

Fig 1

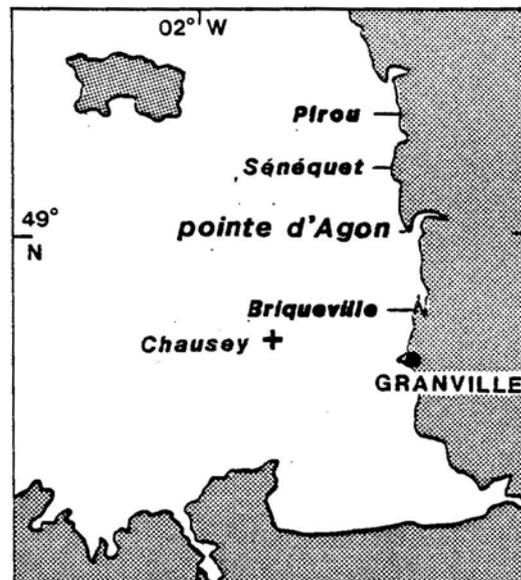
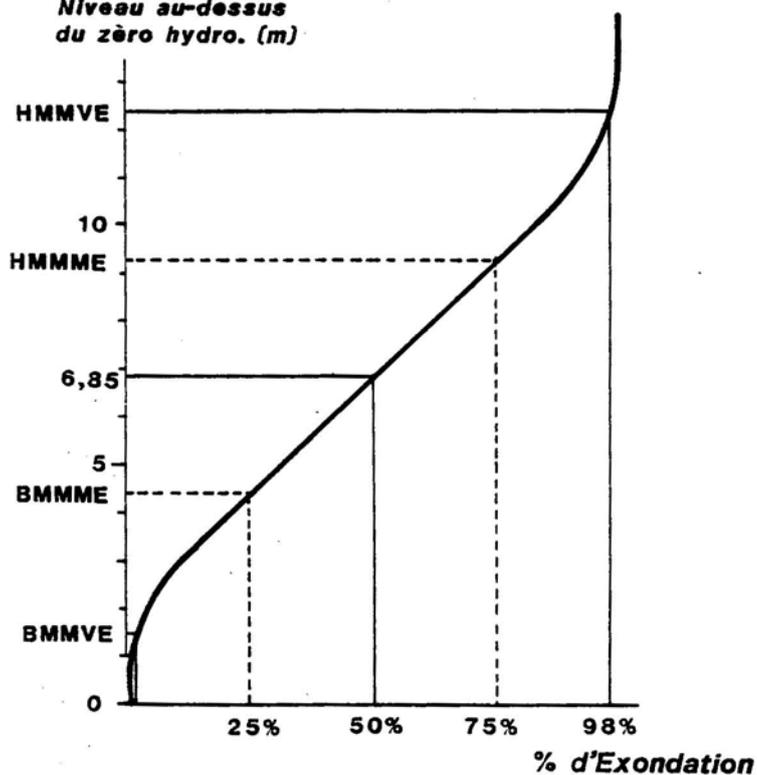
COTENTIN CENTRE

Données marégraphiques à la pointe d'Agon

% d'Exondation



Niveau de Mi-Marée : 6,85m

Niveau au-dessus
du zéro hydro. (m)

Coef.	Niveau (m)	
	PM	BM
35	8,60	5,05
45	9,25	4,40
55	9,90	3,75
65	10,60	3,10
75	11,25	2,45
85	11,75	1,90
95	12,35	1,30
105	13,00	0,70
115	13,50	0,15

HMMVE : Haute mer de moyenne vive eau (coef.95)
 BMMVE : Basse mer " " "
 HMMME : Haute mer de moyenne morte eau (coef. 45)
 BMMME : Basse mer " " "

2.1.4. Analyse sédimentologique

1. Ouverture des carottes et photographie
2. Description détaillée
3. Echantillonnage dans les différents faciès
4. Granulométrie par tamisage de chaque échantillon
5. Calcul des différentes fractions sédimentaires, paramètres et indices à partir des courbes granulométriques cumulatives :

. Fractions sédimentaires : la classification adoptée est la suivante (selon l'échelle de C.K. Wentworth).

- Ø > 20mm. : cailloutis
- 20mm. > Ø > 2mm. : graviers et cailloutis
- 2mm. > Ø > 0,5mm. : sables grossiers à très grossiers
- 0,5mm. > Ø > 0,2mm. : sables moyens
- 0,2mm. > Ø > 0,05mm. : sablons
- 0,05mm. > Ø > : silts

. Paramètres

A partir des courbes cumulatives, il est possible de déduire les paramètres suivants :

- Q 1 : diamètre correspondant à 25 % du poids total de l'échantillon
- Q 2 ou Md : médiane ou diamètre correspondant à 50 % du poids total donne une estimation du diamètre moyen du sédiment.
- Q 3 : diamètre correspondant à 75 % du poids total.

. Indices de classement

Pour P.D. Trask, un sédiment est bien classé si :

$$So = \sqrt{\frac{Q1}{Q3}} < 2,5, \text{ mal classé si } So > 4, \text{ normal si } So \neq 3.$$

. Indice d'asymétrie (Skewness)

exprimé par $Sk = \frac{Q1 \times Q3}{Md^2}$

Il permet d'évaluer la forme de la distribution de part et d'autre de la médiane .

- Si SK est inférieur à 1, la fraction grossière est plus importante, donc mieux classée que la fraction fine.

- Si SK est supérieur à 1, le classement est maximal du côté de la fraction fine.

6. La teneur en carbonate de calcium a été mesurée pour chaque prélèvement à l'aide d'un calcimètre Bernard avec lequel les valeurs ont une précision de l'ordre de 1 %.

2.1.5. Analyse faunistique

Le matériel est trié au laboratoire après coloration au rose bengale et la composition faunistique établie.

Différentes données ont permis de caractériser chaque station :

- Richesse spécifique : nombre d'espèces récoltées
- Densité : nombre d'individus rapporté à une surface d'1 m²
- Biomasse : quantité de matière vivante décalcifiée exprimée en poids de matière sèche (après dessiccation à 110° c.) par m² (valeur établie par espèces ou groupes d'espèces).

- Dominance : pourcentage du nombre (ou poids) des individus d'une espèce ou groupe d'espèces par rapport au nombre (ou poids) total des individus.

- Constance : paramètre synécologique permettant de hiérarchiser les espèces d'un même ensemble ; elles se répartissent en espèces constantes (dans plus de 50 % des stations), communes (dans plus de 25 % des stations) et occasionnelles ou rares (dans moins de 25 % des stations)

$$C = \frac{p \times 100}{P}$$

p = nombre de relevés contenant l'espèce considérée

P = nombre total de relevés

2.2. Etude cartographique

2.2.1. Morphologie

Au cours de deux missions aériennes réalisées en septembre 1982 puis en septembre 1983, l'Institut Géographique National a photographié une couverture complète de la zone littorale Cotentin-Centre, à la fois en émulsion couleur et en infra-rouge couleur (fausses couleurs).

Les caractéristiques de ces missions sont les suivantes :

Référence I.G.N. : F 82 80 3521 IRC/C 17.9.83

F 83 80 3611 IRC/C 7.9.83

La mission 1983 a complété la couverture effectuée en 1982, mais dont seule la partie réalisée en infra-rouge s'est trouvée disponible. Pour une grande partie du secteur, on dispose donc de deux missions successives séparées par un an d'intervalle.

Les documents exploités sont à une échelle moyenne de 1/8000, l'échelle réelle oscillant entre 1/7900 et 1/8100 selon les photographies.

2.2.1.1. Limites de précision des cartes

En vue de réaliser un support aussi détaillé que possible à l'analyse sédimentologique de la zone intertidale, nous avons construit un plan général du rivage à partir de la planimétrie figurant sur les cartes régulières au 1/25 000 de l'I.G.N. et nous avons reporté, de proche en proche, les données observées sur les photographies aériennes, les changements d'échelle nécessaires étant réalisés à partir d'un appareil du type "Transferscope".

Les photographies aériennes ne constituant pas des documents redressés n'ont été utilisées que dans leur partie centrale pour réduire les déformations inhérentes à la position des éléments représentés, mais un certain ajustement s'est révélé nécessaire entre les photographies successives appartenant à la même ligne de prise de vues, et plus encore lorsqu'il a été nécessaire de passer d'une bande à une autre.

La correction des déformations peut être facilement réalisée à terre ou au voisinage immédiat de la ligne de rivage, en utilisant les canevas des cartes régulières ; mais il n'en va pas du tout de même dans la zone la plus

basse de l'estran, où les éléments planimétriques bien déterminés sont très rares (phares, balises et tourelles, pêcheries anciennes, etc...) et entre-eux peuvent s'accumuler des déformations progressives. La mise en place des masses rocheuses et sédimentaires peut donc éventuellement souffrir là, d'une imprécision qui peut atteindre dans le pire des cas, environ 1 cm., soit 80 mètres sur le terrain. Une telle imprécision interdit l'utilisation de ce document pour des visées angulaires précises sur le terrain, en dépit de toutes les corrections qui ont pu être apportées.

La carte morphosédimentaire de la zone intertidale du Centre-Cotentin constitue donc un document descriptif précis de l'évolution sédimentaire, mais non un levé régulier au sens habituel du terme. Il conviendra de ne pas l'utiliser à des fins de navigation ni pour reporter des éléments ponctuels avant de s'assurer un contrôle de position. Telle qu'elle se présente elle constitue cependant un élément d'analyse très précieux tant en ce qui concerne le support sédimentaire que la répartition des éléments de flore ou de faune que l'on voudra y superposer.

2.2.1.2. Variabilité dans le temps des paysages intertidaux

La zone représentée est de toute façon extrêmement variable dans le détail, en fonction du temps. On peut dire que les grands types de paysages sont pérennes à l'échelle humaine : la position des éventails deltaïques, la localisation des rochers remarquables par leur altitude au dessus de l'estran ne changent pas. Mais les éléments constitutifs de ces paysages sont en constante évolution : le tracé des chenaux anastomosés d'un éventail deltaïque n'est pas superposable de la prise de vue de 1982 à celle de 1983, encore que certains éléments soient bien entendu communs. De même, certains rochers repérés et connus des pêcheurs n'apparaissent pas sur les missions 1982 ou 1983 car ils sont enfouis sous un placage de sable. La forme apparente d'autres rochers peut être également fortement modifiée d'une mission à l'autre.

Pour assurer une cartographie homogène, il a donc fallu choisir une date de référence et nous avons utilisé la mission de 1982, qui nous fournit pour le 17 septembre une couverture en infra-rouge couleur complète du secteur étudié.

Les photographies couleur de la même date ont été exploitées conjointement lorsqu'elles existaient. Ailleurs, nous nous sommes référés à la mission de 1983, tout en conservant la répartition 1982 des faciès lorsque celle-ci était différente de l'autre, comme au nord du plateau de Gouville.

De toutes façons, les différences observées entre les deux missions sont mineures quoique visibles à l'échelle choisie.

Au cours de nos missions de terrain, (avril, juillet 1983 - février, mars et avril et août 1984), nous avons complété ponctuellement les observations faites sur les photos aériennes et précisé la nature des sédiments.

Le document photographique montre souvent l'extension d'un placage sédimentaire superficiel d'une épaisseur d'ordre décimétrique et une seule période de gros temps est susceptible de déplacer une telle formation, ou même de la faire disparaître : c'est le cas des placages de sable fin recouvrant des cailloutis. Inversement, de vastes placages de vase ou de sable vaseux peuvent être mis en place au cours des périodes de morte-eau par temps calme, et ne résisteront pas aux grandes marées suivantes, ni à une agitation notable.

Le caractère instantané des limites reconnues sur les photographies du 17 septembre 1982 doit donc nécessairement être souligné ; il ne s'agit que d'une situation transitoire sur un estran en voie d'évolution constante, ce qui n'empêche pas les répartitions observées de rester dynamiquement très significatives.

2.2.2. Evaluation des superficies des principales unités biosédimentaires

La confrontation des résultats obtenus à la suite de l'analyse des stations de référence, des observations de vérité terrain et de la carte morphologique établie au 1/8000; a permis l'estimation des surfaces occupées par les principales unités biosédimentaires.

La zone d'investigation s'étend depuis la rupture de pente des plages dans les niveaux supérieurs jusqu'à la limite inférieure des platiers ; les havres n'ont pas été pris en compte.

Les surfaces ont été évaluées à l'aide d'une table digitalisante * (Système Hipad) couplée à un calculateur (Zilog).

3. Résultats

3.1. Morphologie

3.1.1. Présentation de la carte

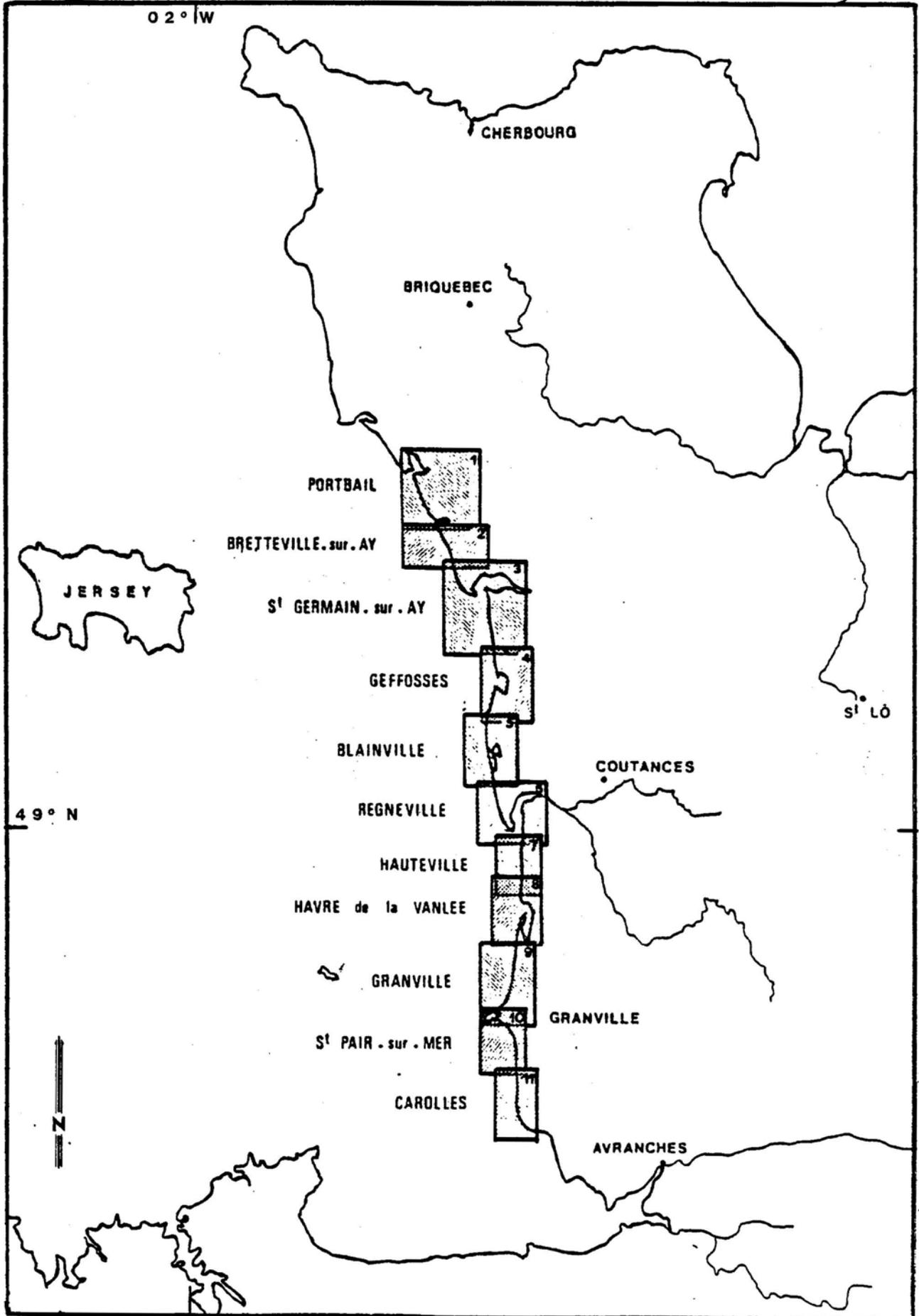
La carte de la zone intertidale du Centre Cotentin se présente sous la forme de onze feuilles à l'échelle de 1/8000 (1 km. = 12,5 cm.) se recouvrant assez largement en bordure les unes des autres pour permettre de mieux apprécier des ensembles sédimentaires situés parfois à la limite de deux feuilles. Le souci de représenter des ensembles relativement complets nous a amenés également à donner à ces feuilles des extensions différentes.

En vue d'assurer un repérage correct des données cartographiées, les cartes ont été munies d'un carroyage kilométrique repéré sur la zone Lambert Nord II. Le tableau d'assemblage (Figure 2) précise les positions relatives de ces feuilles sur le littoral.

Feuille n° 1	Portbail
Feuille n° 2	Bretteville-sur-Ay
Feuille n° 3	Saint-Germain-sur-Ay-Plage
Feuille n° 4	Geffosses
Feuille n° 5	Blainville
Feuille n° 6	Regneville
Feuille n° 7	Hauteville
Feuille n° 8	Havre de la Vanlée
Feuille n° 9	Granville
Feuille n° 10	Saint-Pair-sur-Mer
Feuille n° 11	Carolles

* Nous remercions Mme Cl. Leroux et Mr. J.L. Douvillé du service informatique de la Station de Biologie Marine de Roscoff pour leur collaboration dans la mise au point de l'ensemble des traitements mathématiques de ce rapport.

Fig 2 — COTENTIN CENTRE
Tableau d'assemblage des cartes morphologiques



La légende de la carte est homogène (Figure 3).

L'ensemble des feuilles, accompagnées de la description complète de la légende et d'un commentaire détaillé est reporté dans le fascicule cartographique.

3.1.2. Interprétation générale des phénomènes observés

On trouvera dans cette partie des indications sur le fonctionnement général de la dynamique sédimentaire dans le secteur intertidal étudié.

Après avoir passé en revue l'action des houles et des courants de marée dans la zone du débouché des havres puis dans la zone externe, nous donnons des indications sur l'action conjointe de ces deux facteurs. En conclusion figurent des éléments concernant les faciès sédimentologiques les plus significatifs dans cet environnement littoral.

3.1.2.1. L'action des houles

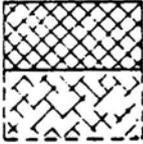
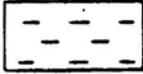
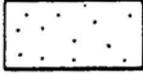
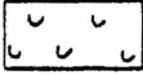
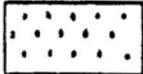
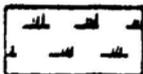
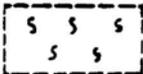
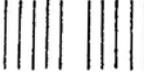
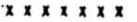
Au niveau de la zone intertidale, les houles du golfe normand-breton sont diffractées et déformées par les obstacles qu'elles ont rencontrés au large, comme par les irrégularités du littoral lui-même. Si la construction du bourrelet d'estran est une constante à pleine mer, sauf par le travers des obstacles réfléchissants, de nombreuses traces de transits littoraux parallèles à la côte peuvent être également relevées. Une analyse des phénomènes a été donnée par SOGREAH (1970) puis par le catalogue sédimentologique du Laboratoire Central d'Hydraulique de France (1980). Nous ne reprendrons ici que les données directement liées à l'analyse des documents effectuée.

- Houles orthogonales

Ralenties et diffractées sur les masses irrégulières des platiers rocheux après avoir été déjà très modifiées sous l'influence des obstacles qui parsèment le plateau continental proche, en avant de la côte, les houles déferlent à pleine mer selon des directions qui sont le plus souvent perpendiculaires au littoral. Leur énergie contribuera donc essentiellement à construire un

Fig 3 — COTENTIN CENTRE

Légende des cartes morphologiques

	Platier rocheux	Émergé Immergé		Rupture de pente sur plage
				Forte rupture de pente (microfalaise)
	Tangue nue			Ligne de basse mer au moment de la photo
	Sable fin			Rides
	Sable coquillier			Sous écoulement sur plage Queue de la goutte sens de l'écoulement
	Cailloutis anguleux			Alignement de suintements
	Dune			Crochons dunaires
	Schorre			Limite { Dune / Plage Végétation du schorre
	Prairie à Zostères			
	Banc sableux	forte pente limite peu visible		Flot
			Chenaux	
	Mares			Extractions
	Limite de zone urbanisée			Phare
	Digue ; Epi			Bouchots
	Enrochements			Parcs à huîtres

bourrelet d'estran sur la haute plage, et, très secondairement, à initier des transits latéraux.

Morphologiquement, le bourrelet d'estran est bien marqué, son sommet souligné par l'abondance des éléments les plus grossiers localement disponibles, à moins que l'érosion du massif dunaire ne fournisse un matériau plus fin directement issu de cette limite continentale.

Vers le bas-estran, le bourrelet de haute plage est limité par une rupture de pente nette qui correspond à un véritable talus de déferlement et à un changement de nature du sédiment : on passe de sables bien triés à des matériaux plus fins, enrichis même en éléments de lutite par piégeage. C'est la basse plage, zone à ripple-marks où l'agitation des vagues est moins sensible.

En quelques points mieux protégés, la rupture de pente est multiple, un moyen estran s'individualisant entre le bourrelet et la basse plage proprement dite.

- Houles obliques

Les irrégularités du tracé de la côte amènent au littoral des houles qui conservent ou acquièrent par diffraction sur l'estran une obliquité notable. C'est le cas à l'entrée de chacun des havres décrits sur la côte et le transit afférant à ces obliquités finit, conjointement avec les courants de marée, par construire les pointes en crochons qui limitent ces embouchures.

D'une manière générale, les traces d'un transit préférentiel en direction du Sud sont notables en beaucoup d'endroits, mais il est impossible de décrire ce transport en termes généraux, les zones actives alternant avec des secteurs où domine la dispersion vers le large.

- Clapots liés aux vents locaux

Les houles de période longue et d'origine lointaine pénètrent finalement assez mal dans les zones littorales protégées. Il n'en va pas de même des clapots engendrés très rapidement par les vents locaux, en particulier ceux soufflant des secteurs compris entre le Sud-Est et le Sud-Ouest qui sont fréquents. C'est aux obliquités liées à l'action de ces clapots que l'on doit rapporter un certain nombre d'observations traduisant un transit littoral

inversé, en direction du Nord. Les masses de sable affectées localement par ces transports sont faibles en regard des mouvements liés aux grandes houles mais peuvent remodeler les accumulations sableuses d'estran.

3.1.2.2. Les courants de marée au débouché des havres

- Courants de flot

Le seuil d'entrée de tous les havres de la côte du Cotentin est suffisamment élevé pour que seule la partie supérieure de l'onde de marée pénètre dans ces embouchures. Il s'agit parfois d'une partie tout-à-fait terminale, comme à Surville, Geffosses ou Blainville ; dans les estuaires plus conséquents comme celui de la Sienne ou celui de l'Ay, c'est un phénomène plus important et qui met en jeu des volumes oscillants considérables. Quoiqu'il en soit, l'onde de marée provenant du golfe normand-breton est retardée et déformée sur le platier rocheux et va pénétrer d'autant plus brutalement dans les havres que le coefficient de la marée sera plus élevé, engendrant des courants de flot rapides qui s'étalent largement en dehors des chenaux et contribuent à l'alimentation en sable des havres à partir de la zone d'estran.

Toute la partie externe des havres est ainsi recouverte de sable d'origine marine, le colmatage ultime se traduisant par l'invasion des chenaux du schorreinterne (Geffosses, Blainville).

- Courants de jusant

Le retard de l'onde de marée à l'entrée des havres se traduit par une réduction du temps de l'étale et les courants de vidange s'installent très rapidement dès le début du jusant. Si leur intensité maximum est en général moindre que celle des courants de flot, ils n'en déchargent pas moins en un temps limité un volume d'eau considérable, augmenté du débit propre des rivières dans le cas où celui-ci est notable (Sienne). La concentration des débits de jusant dans les chenaux de vidange amène un surcreusement de ceux-ci qui vont étaler très largement un matériel extrait de l'intérieur du havre sur un éventail deltaïque recouvrant une bonne partie du bas-estran. Ces éventails constituent les plus grosses accumulations de sable rencontrées sur l'estran, bien que la surabondance du matériel sableux reste localisée autour des havres.

- Résultat sédimentologique

L'alternance des courants de flot et de jusant au niveau des havres aboutit donc à une dispersion du matériel présent sur l'estran, notamment de celui accumulé sur les pointes sableuses par les courants d'obliquité cités précédemment. De part et d'autre de l'embouchure, le sable va colmater en flot la partie externe du havre, et engraisser un éventail intertidal en jusant. Le matériel est mobile, une grande partie de ce qui est apporté par le flot est repris en jusant, mais les zones de dispersion amont et aval n'en constituent pas moins à long terme des zones d'accumulation de matériel aux dépens de la ligne de côte elle-même.

3.1.2.3. Les courants de marée dans la zone intertidale externe

En dehors du débouché des havres, les courants de marée observés dans la zone intertidale ont un caractère giratoire marqué, comme dans l'ensemble du golfe. En début de flot, les courants portent au Sud, mais tournent assez rapidement vers le Nord-Est en fin de flot, adoptant une direction qui correspond en fait à la vidange du golfe normand-breton vers le Nord et qui va se conserver pendant toute la durée du jusant.

Dans le détail, chaque secteur de la côte a ses particularités et les courants de jusant issus des havres perturbent le système, créant des cellules indépendantes qui vont favoriser un étalement du matériel sédimentaire vers le Sud des havres. C'est le cas par exemple dans la région d'Hauteville au Sud de la Sienne, comme au Sud du débouché du havre de Lessay.

Les irrégularités du platier rocheux jouent un rôle analogue, canalisant des courants dirigés vers le large comme au Nord de Gouville ou à Coutainville et interrompant par là même l'alimentation régulière du haut-estran par les courants d'obliquité des houles.

- Les courants turbides observés sur le littoral

Dans le Sud de la zone étudiée, de Granville à Carolles, la turbidité des eaux littorales s'accroît et des panaches de turbidité ont pu être observés en particulier sur les photographies aériennes en couleur datant

du 7 septembre 1983, prises en fin de jusant. La figure n° 3 reproduit les panaches observés à une échelle de 1/58 800.

L'équilibre de la Pointe du Roc à Granville est très particulier, puisqu'il s'agit là de l'irrégularité rocheuse la plus importante de la côte. L'étude des panaches de turbidité montre bien en effet qu'au Nord de ce point, les eaux turbides se dirigent vers le Nord, alors qu'au Sud de la pointe et jusqu'à Jullouville, elles sont dirigées vers le Sud. De Jullouville à Carolles commence à se faire sentir l'influence de la baie du Mont-Saint-Michel ; les panaches décollent de la côte et se dirigent ensuite vers le Nord-Ouest.

Dans les zones situées au Nord de Granville, les turbidités restent partout très faibles en dehors des havres, ce qui ne nous a pas permis d'effectuer un travail analogue à celui de la zone Sud. Celle-ci se trouve être par ailleurs la seule du littoral étudié dans laquelle les matériaux fins (argiles et silts) prennent une importance quantitative en zone intertidale.

Erodés à partir de formations littorales anciennes affleurant sur le haut-estran, comme les argiles de Saint-Pair-sur-Mer, les éléments fins mis en suspension dans la zone de déferlement vont être transportés vers le bas-estran et dans l'ensemble de la baie du Mont-Saint-Michel où ils s'accumulent.

3.1.2.4. L'interaction des houles et des courants de marée

Les considérations précédentes montrent la constante interaction des facteurs dynamiques dans l'équilibre du littoral.

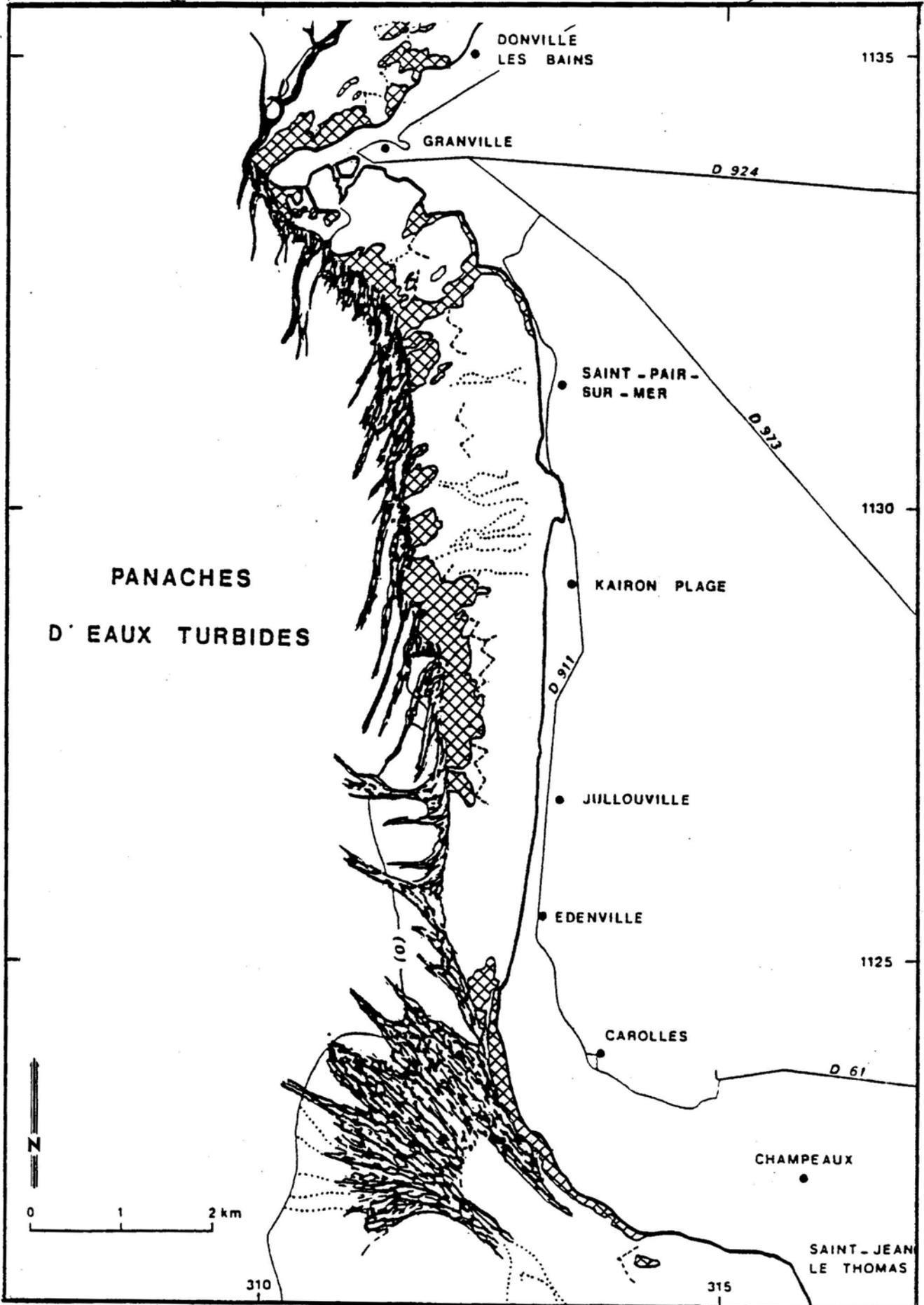
Nous signalerons cette interaction dans trois cas principaux.

- L'évolution des pointes sableuses

Les crochons sableux qui limitent le débouché des havres évoluent sous l'action combinée des houles obliques, diffractées sur les bancs sableux intertidaux qui sous-tendent les crochons eux-mêmes, ainsi que sous l'action des courants de marée qui pénètrent dans les havres ou en ressortent, maintenant ouvert un chenal qui permet lui-même la propagation de houles diffractées jusqu'à l'intérieur du havre. L'évolution de chaque pointe est fonction de l'équilibre entre tous ces facteurs : si le volume oscillant diminue (colmatage progressif du havre) le cordon littoral va tendre à régulariser la côte et fermera l'ouverture. Si le courant de marée est puissant et déblaie l'entrée du havre en

Fig 4 — COTENTIN CENTRE

Panaches d'eaux turbides



d'après photographies IGN C (07/09/1983)

permettant l'étalement du matériel sur la bas-estran, la pointe reculera sous l'action destructrice des divagations du chenal et l'embouchure se déplacera tout en conservant son importance. Blainville et Geffosses montrent une dynamique du premier type, Regnéville et Lessay caractérisant le second, ainsi que Portbail et la Vanlée, à un moindre degré.

- L'érosion des côtes

Phénomène général amplifié sous l'influence d'une urbanisation accélérée, le recul de la ligne de côte correspond à une rupture d'équilibre du haut-estran dans laquelle les matériaux sableux mis en suspension dans la zone de déferlement sont ensuite évacués par les courants de marée et d'obliquité. L'action des vagues est renforcée lorsque les profondeurs s'accroissent, à la suite de la disparition du bourrelet de haute plage comme on l'observe en face des ouvrages frontaux réfléchissants (Coutainville, Hauteville) ou bien lorsqu'un chenal longe la côte de trop près (Créances, Montmartin).

L'existence de coupures physiques, comme les havres ou les zones de dispersion-accumulation de sable, introduit des disymétries sensibles entre les points d'un littoral dont la meilleure protection est constituée par les platiers rocheux de la zone intertidale.

- Les zones d'accumulation

En dehors des pointes sableuses bordant les havres, on ne rencontre de zones d'accumulation de matériel sédimentaire importantes que sur les éventails deltaïques qui recouvrent le platier rocheux au droit du débouché des estuaires et en quelques points du littoral où des courants divergents étalent sur le bas-estran le matériel qui transite dans la zone de déferlement (Gouville, Coutainville).

La zone centrale des éventails deltaïques est marquée par le chevelu anastomosé des chenaux de vidange, mais la structure se prolonge vers le Sud par une zone plate enrichie en sable, alimentée à partir du delta lui-même par un courant général portant vers le Sud et qui paraît bien lié à l'obliquité générale des houles.

3.1.2.5. Les faciès significatifs de l'évolution littorale

Les facteurs dynamiques en jeu le long de la côte aboutissent à une répartition logique des sédiments dans la zone intertidale et permettent d'expliquer celle-ci.

- Les sables de la haute plage

Ils constituent un cordon de sable moyen alimenté actuellement surtout par le recul des dunes. Il est remarquable de constater que leur gisement est, sauf cas particuliers et précis, limité au haut-estran, ce qui signifie que le matériau est de manière générale peu abondant. Dans toute la zone Sud, des cailloutis anciens réapparaissent sous cet estran sableux ; ils seraient caractéristiques d'un épisode transgressif antérieur à l'établissement du cordon dunaire, dont le début de la formation est rapporté au XIII^{ème} siècle. De toute façon, les cailloutis qui représentent les matériaux de démolition des platiers rocheux sont présents sous les sables dans l'ensemble du secteur littoral étudié.

Un développement de la zone d'affleurement des sables s'observe autour du débouché des havres, sous la forme d'une zone en croissance sous et devant les crochons dunaires, ainsi que dans l'intérieur des havres (action du flot) et sur le bas-estran (éventail de jusant).

- La dispersion vers le bas-estran

L'éventail des grands havres s'étend jusque dans la zone infratidale (-5 m. pour Lessay, -10 m. pour Regnéville) alors que l'accumulation reste très limitée devant les petits havres (Surville, Blainville).

On peut rapporter à un phénomène analogue la constitution d'éventails sableux en base de haut-estran, comme devant Gouville et, dans une moindre mesure, devant Coutainville, lorsque des courants divergents aboutissent à une dispersion de ces sables. Dans tous les cas où elle est visible, la limite d'extension des sables du haut-estran vers la partie basse de la zone intertidale est nette, les formes de l'éventail sont reconnaissables et la nature des sédiments change brusquement, cailloutis ou sables coquilliers remplaçant les sables moyens.

En règle générale, les sables de haut-estran ne traversent pas les zones de platier rocheux, sauf dans la région de Saint-Germain-sur-Ay, où on les rencontre au milieu des rochers en allant vers le Sud. Ceci ne signifie pas qu'ils ne puissent pas atteindre les zones rocheuses, mais qu'ils ne s'y déposent pas, l'intensité de l'agitation ne permettant pas leur accumulation.

- L'équilibre du bas-estran

Rocheux, couvert de cailloutis ou de sables coquilliers grossiers, le bas-estran se différencie bien de la zone haute en dehors des éventails deltaïques des havres.

C'est une zone de forte agitation et de transport de matériaux fins ou sableux, seuls les éléments les plus grossiers restant sur place. Des traces du mouvement des sables grossiers se rencontrent au Nord de Gouville et dans la région de Blainville, où des bancs sableux sont associés à des pointements rocheux. Il n'y a évidemment pas de matériaux fins conservés dans cette zone et ceux qui peuvent y être produits par érosion des schistes du platier se retrouvent au fond des havres.

Une exception à la description précédente se rencontre au Sud du débouché du havre de la Vanlée où un véritable bassin sédimentaire peu mobile est entouré de platiers rocheux qui le protègent. Au Sud de Granville enfin, la réduction de l'agitation et la proximité de la baie du Mont-Saint-Michel permettent un développement inégalé ailleurs des accumulations de matériel fin.

Le problème de la liaison des sédiments de la zone intertidale et de ceux de la zone infratidale n'a pu être abordé ici. On sait que les platiers rocheux font en général très rapidement place vers les petits fonds à des accumulations de cailloutis graveleux très différents de ce qui a pu être décrit sur le littoral et la mise en place de ces sédiments paraît correspondre à une période géologique ancienne. En dehors des grands havres où l'extension de l'éventail deltaïque se fait jusqu'en zone infratidale, il semble donc que l'on ne constate pas de relations entre la zone côtière proprement dite et les fonds qui la précèdent. Une prospection détaillée mériterait cependant d'être entreprise à ce niveau.

- Les transits à grande échelle le long de la côte

Les indications précédentes montrent que le système littoral et intertidal de l'Ouest Cotentin est constitué par des unités indépendantes, à la fois le long de la côte et du littoral au plus profond.

On peut cependant déceler une tendance générale à la progression des sédiments du haut-estran au Nord vers le Sud, au moins de Portbail (*) du Nord jusqu'à la Vanlée, ainsi que du Sud de Granville jusqu'à Carolles et même jusqu'au Bec d'Andaine. Cette tendance générale se traduit par la constitution préférentielle de flèches littorales au Nord du débouché des havres ainsi que par l'étalement vers le Sud de l'éventail deltaïque de ces havres. Mais l'importance très limitée de l'alimentation actuelle en sable de la côte amène à des ruptures fréquentes de transit : au Sud de chacun des havres importants par exemple, le littoral est sous-alimenté, alors qu'un petit havre comme celui de Surville n'interrompt pas la continuité du cordon de haut-estran.

Au Nord de Granville au contraire, aucune tendance au transit vers le Sud ne peut être mise en évidence et il semble bien que la Pointe du Roc ne soit pas contournée par des sédiments d'origine plus septentrionale, l'érosion de la côte au Sud de cette pointe s'en trouvant renforcée d'autant jusqu'en baie du Mont-Saint-Michel.

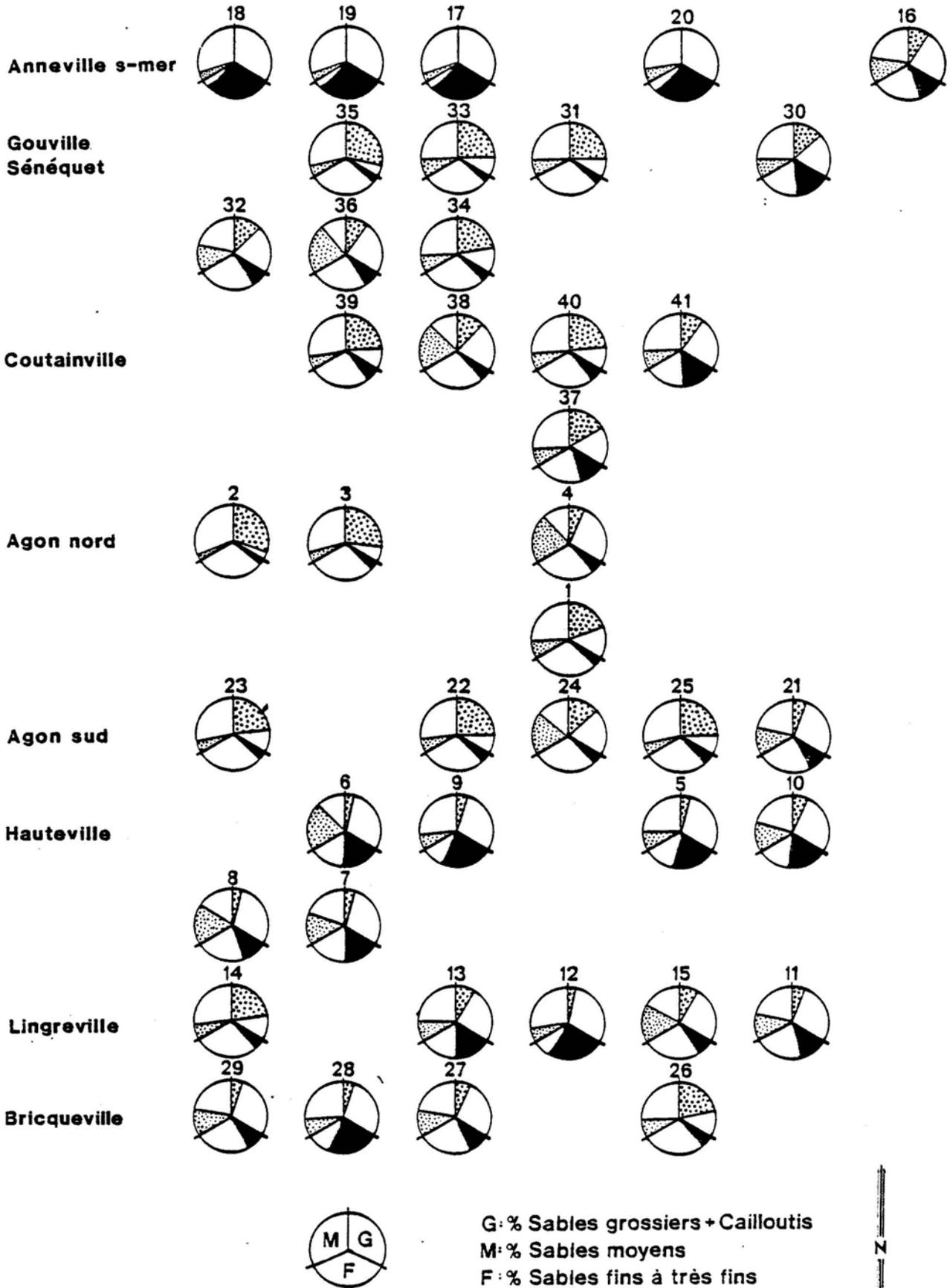
3.2. Sédimentologie

Dans le but d'identifier les principales unités biosédimentaires, une étude sédimentologique a été entreprise à partir des carottages effectués en une quarantaine de stations réparties sur une grande variété de milieux (Annexe 1). La méthodologie employée est décrite dans les parties 2.1.2 et 2.3.4 du présent volume. Les résultats par station sont reportés dans la Figure 5 et en Annexe 2.

(*) La même tendance s'observe au Nord en deçà de la zone d'étude, à Carteret par exemple.

Fig 5

COTENTIN CENTRE
REPARTITION GRANULOMETRIQUE
des SEDIMENTS SUPERFICIELS



3.2.1. Typologie des stations

Les stations ont été regroupées en fonction de la granulométrie des prélèvements superficiels : jusqu'à 25 cm. de profondeur (profondeur moyenne limite pour l'étude de la faune benthique). La valeur moyenne des différents paramètres caractérisant chaque groupe (résultats granulométriques, indices de classement et d'asymétrie, calcimétrie), ainsi que les indications bathymétriques sont reportées dans le Tableau 2 et la Figure 6. La répartition géographique des différents groupes est donnée en Annexe 5.

La prise en compte de ces résultats permet de distinguer deux grandes "familles" de stations représentatives des différents stocks de sédiments présents sur le site : les stations à granulométrie fine et les stations à granulométrie grossière (Figure 7).

3.2.1.1. Les stations à granulométrie fine

Groupe "A" : Sablons

4 stations : 17, 18, 19, 20.

Ces 4 stations sont presque exclusivement sablonneuses (89,5 %). La fraction silteuse bien que paraissant faible (près de 2 %), a un pouvoir colmatant important et peut expliquer le caractère fortement réduit de tous les prélèvements. Le sédiment est très bien classé (So : 1,53) surtout dans sa fraction fine (Sk : 1,30). Le fort taux de Ca CO₃ (58 %) est dû à une forte proportion de petits débris coquilliers.

La série alignée en radiale à la hauteur d'Anneville caractérise une zone déjà observée par P. Hommeril (1965) : le fond d'un entonnoir formé par le littoral jusqu'au platier de Pirou au Nord, et par le seuil de la Chaussée des Boeufs au Sud, entre Jersey et le platier de Blainville - Le Sénéquet, où les sédiments les plus fins ou possédant une bonne flotabilité (tests coquilliers) sont piégés. Le sédiment y est très fin, légèrement cohésif et thixotropique, de couleur grisâtre. Sa surface est ondulée de ripple marks. Dès les premiers centimètres de profondeur le matériel prend une teinte noirâtre.

Groupe	Fraction grossière						Fraction fine				
	> 20mm Cailloutis %	20 à 2mm Gravier %	2 à 0,5mm Sable grossier %	0,5 à 0,2mm Sable moyen %	0,2 à 0,005mm Sablon %	0,05mm Silt %	Md mm	So	Sk	Zh m	Ca Co ₃ %
A Sablons	0	0	0,6	8,3	88,6	1,9	0,10	1,53	1,30	0,9 à 4,7	58,3
B Sables fins	0	2,5	8,5	30,5	56,8	0,1	0,19	1,41	1,28	2,5 à 5,8	29,2
C Sables moyens	0	2,9	14,6	51,3	29,8	0,3	0,27	1,47	1,13	0,8 à 8,9	22,6
D Sables grossiers	6,1	27,2	29,5	30,1	10,7	0,5	0,74	3,00	1,44	1,6 à 7,2	25,3
E Graviers	0	57,8	27,6	12,7	1,7	0,1	2,9	3,04	0,82	1,7 à 5	28,6
F Graviers à Cailloutis	22,0	38,2	20,1	15,2	4,9	1,6	4,22	5,45	0,99	0,5 à 3,9	33,1
G Vase	0	13	36	8	18	25	0,45	5,15	0,31	1,5	31

★ 1er mode > 50%

☆ Valeur remarquable

 Fraction dominante

 Valeur caractéristique

★ 1er ou 2ème mode 50% <> 20%

Tableau 2 - Cotentin Centre : Résumé des données granulométriques

Fig 6

COTENTIN CENTRE
 Typologie des stations
 en fonction de la granulométrie

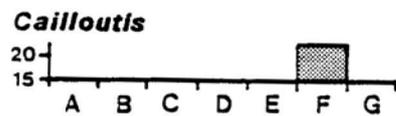
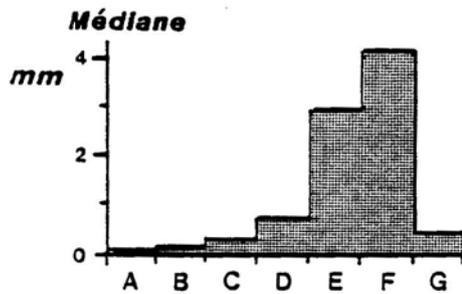
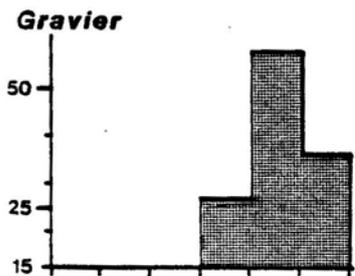
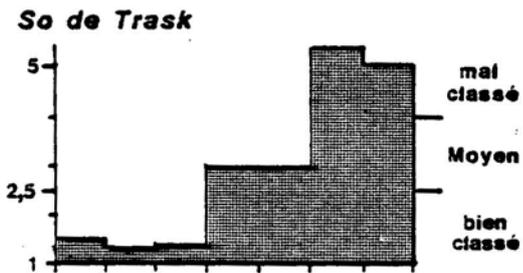
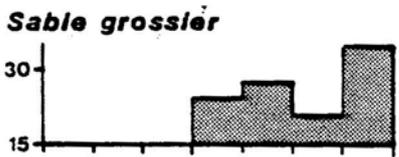
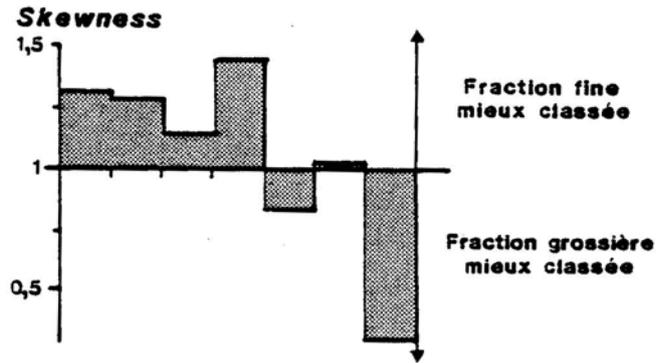
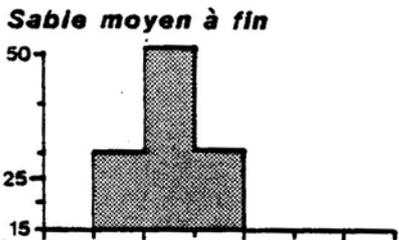
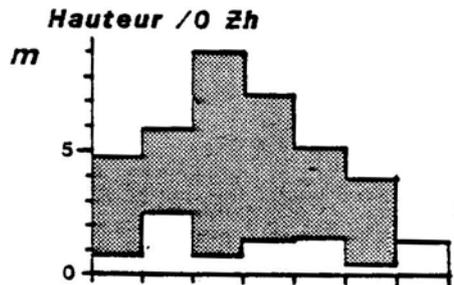
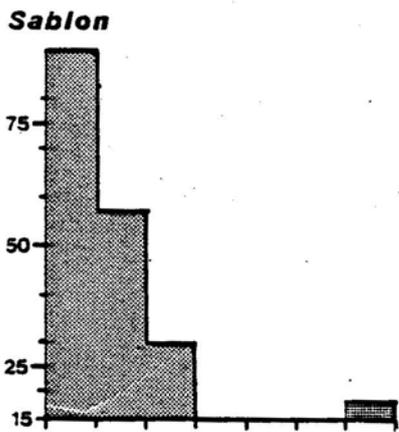
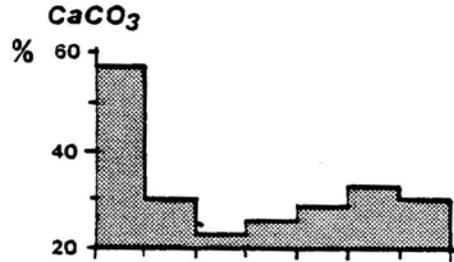
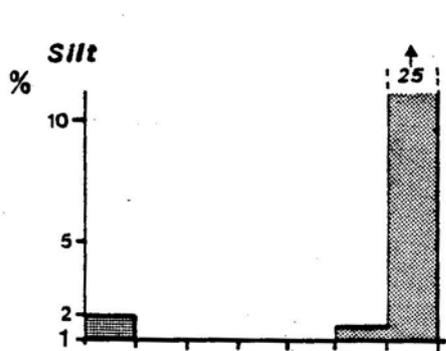
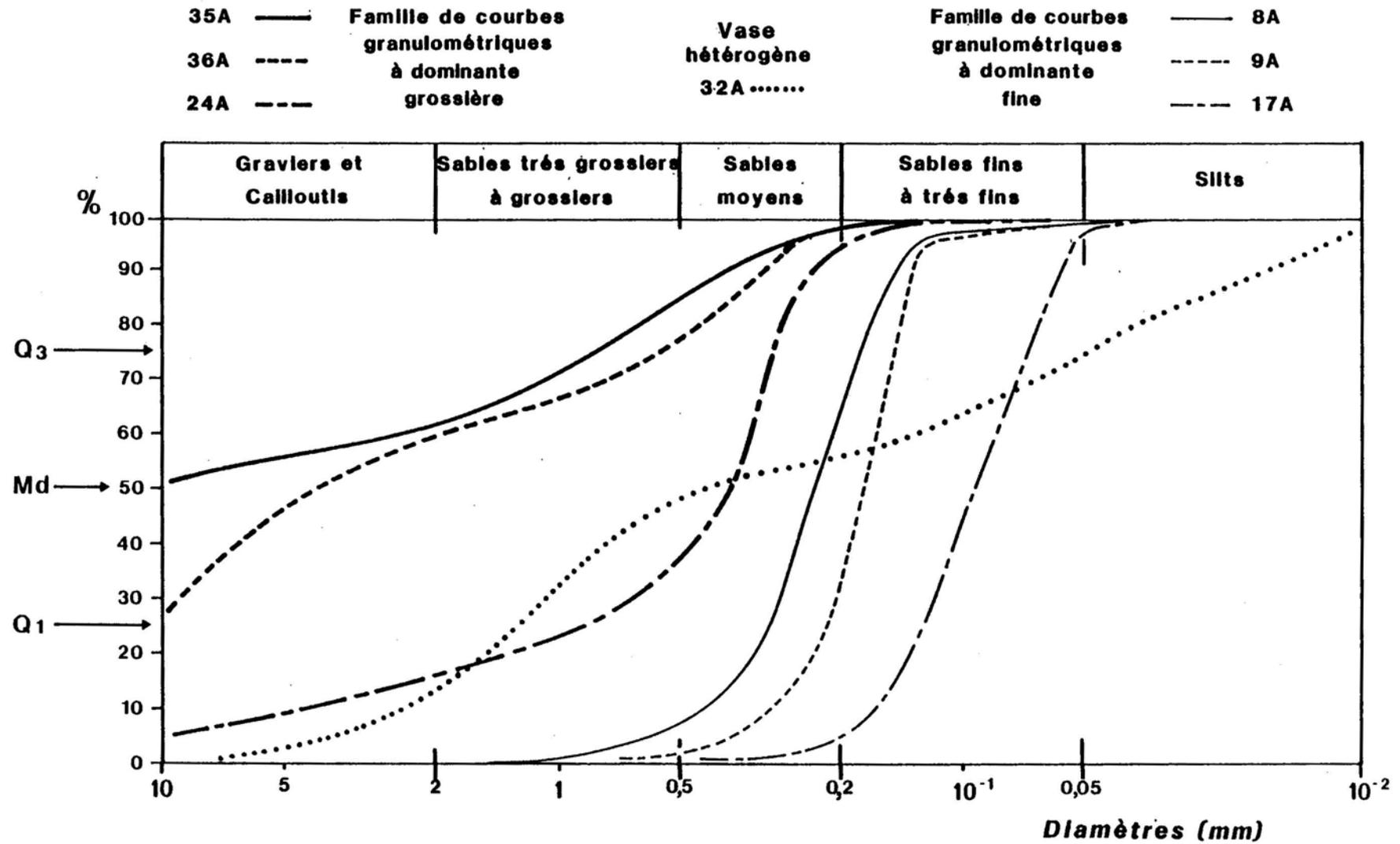


Fig 7

Exemples de courbes granulométriques cumulatives

Distinction des classements dans les sédiments superficiels



Groupe : "B" : Sables fins

9 stations : 5, 6, 9, 10, 12, 13, 28, 30, 41.

La phase sablonneuse prévaut encore (56,9 %). La médiane reste faible (0,19 mm.) et le So de Trask excellent (1,41) avec un meilleur classement de la fraction fine (Sk : 1,28). La situation altimétrique en moyenne assez élevée : + 4,6 m zh (entre + 2,5 et + 5,8 m.) un taux de Ca CO₃ plutôt faible (29,2 %) et le nombre important de grains de type "émoussé picoté", permet de dire que cette série de stations bénéficie d'un apport important du vieux stock de sédiments évolués de la Manche, accumulé en dune littorale.

Cette série est bien regroupée au Sud de la Pointe d'Agon (sept stations sur neuf), en raison de la remise en suspension de particules fines sous l'effet de la marée dans le havre de Régneville. L'hydrodynamisme local joint à une dérive littorale Nord-Sud, explique la position du dépôt.

Les stations ont en commun un aspect superficiel légèrement grisâtre. Le sédiment, très fin, est fréquemment modelé par un réseau de ripple marks. Les traces d'arénicoles sont nombreuses. Un niveau fortement réduit apparaît souvent à partir de 10 ou 20 cm. de profondeur (st. 5). Sous le sable fin, mais parfois intercalé en lits d'épaisseurs variables, des sables grossiers ou des graviers donnent une allure hétérogène à la coupe. On observe parfois des débris coquilliers dans les différents niveaux ainsi que des passées d'hydroxydes de fer dans les dix premiers centimètres.

Groupe "C" : Sables moyens

10 stations : 4, 7, 8, 11, 15, 16, 21, 27, 29, 38

Par ses caractéristiques, ce groupe reste proche du précédent : la fraction fine est encore largement prédominante : sables moyens : 51 %, sablons : 30 %. Ce qui explique une médiane de 0,27 mm. Avec un So de Trask de 1,47 le sédiment est très bien classé surtout dans sa partie la plus fine (Sk : 1,13). Réparties tout au long du littoral étudié, les stations sont présentes sur toute la largeur de l'estran (entre + 8,9 m zh et + 1m zh).

Une morphoscopie assez semblable à celle du groupe des sables fins et plus encore, une décalcification marquée (22,5 %), font rattacher ce sédiment au vieux stock de la dune littorale holocène en cours de remaniement.

Ce groupe est marqué par la diversité des milieux échantillonnés : bancs de sable (st. 4, 11, 15, 21, 38), herbiers à zostères piégeant la fraction la plus fine (st. 29), peuplements de lanices associant matériaux grossiers (tubes) et fins (par piégeage) (st. 7).

Les prélèvements en surface apparaissent constitués de sable brun clair parsemé de débris coquilliers aux ripple marks fréquents (st. 4, 7, 21, 38). En profondeur cependant une certaine hétérogénéité apparaît sous la forme de lits de sable grossier coquillier. La présence d'un niveau légèrement réduit est fréquent à partir de 20 cm. de profondeur.

3.2.1.2. Les stations à granulométrie grossière

Groupe "D" : Sables grossiers

7 stations : 23, 24, 26, 31, 34, 37, 40.

Groupe de transition (Md : 0,74 mm.), il est marqué par une granulométrie équilibrée entre sables moyens (30 %), sables grossiers (29,5 %) et graviers (27 %). Ces valeurs peuvent atteindre respectivement : 58, 49 et 42,5 % selon les stations : stations de bancs de sable en milieu ouvert, sans éléments fins (st. 24, 31), stations à lanices piégeant sablons et silts (st. 34, 37, 40). Le coefficient de triage devient moyen (So : 3), la fraction fine est la mieux classée (Sk : 1,44).

Les stations de ce groupe ont un aspect variable tant en surface qu'en profondeur. Selon les lieux de prélèvement le sédiment est tantôt propre, tantôt recouvert d'une couche pélimitique, tantôt fin, tantôt grossier. Certaines carottes sont homogènes sur toute leur hauteur, d'autres non. L'oxygénation est bonne en général, bien que quelques stations présentent un niveau inférieur (35-40 cm.) légèrement réduit (st. 26). Le groupe des sables grossiers est essentiellement représenté au Nord du havre de Regneville (sauf st. 26).

Groupe "E" : Graviers

4 stations : 1, 2, 25, 36

Regroupée sur la zone "Agon Nord" (sauf st. 36), cette série se signale par une fraction graveleuse dominante : 58 %, l'absence de cailloutis et la quasi absence des sablons et silts (< 2 %). Cependant les sables grossiers représentent près du tiers de l'ensemble. Le classement est moyen (So : 3), la

phase grossière étant légèrement mieux triée que la fine (Sk : 0,82).

Les stations sont homogènes et l'oxygénation est bonne sur toute la hauteur de la carotte. Les gros graviers sont nombreux. Toutes les stations présentent de fins débris coquilliers. La station 2 contient une fraction importante de maërl.

Groupe "F" : Graviers à Cailloutis

6 stations : 3, 14, 22, 33, 35, 39

La fraction grossière domine : 58 % dont 22 % de cailloutis. La médiane est forte : 4,2 mm. malgré une fraction non négligeable de silts : 1,6 %. Le sédiment, mal classé (So : 5,45) se situe en bas niveau (1,9 m zh). Le calcaire (33 %) est essentiellement coquillier.

Les stations ont en commun un matériel grossier. Elles apparaissent souvent pavées de cailloutis en surface et présentent en général un horizon plus sableux dans les dix premiers centimètres. Les gros cailloutis et gros débris coquilliers sont fréquents. Les deux tiers des stations de ce groupe présentent un niveau réduit. Cette proportion, que l'on ne retrouve que dans les groupes de stations à granulométrie fine, est à mettre en rapport avec le taux de silt.

En marge de ces deux groupes, en raison de caractères différents :

Groupe "G" : Vase

1 station : 32

Cette station de type sablo-vaseux, positionnée dans un herbier à zostères, est composée d'un sédiment très hétérogène : 13 % de graviers, 36 % de sables grossiers, 18 % de sablons, 25 % de silts. Ce qui explique une médiane plutôt proche de celle d'un sédiment sablo-graveleux : 0,45 mm. et un très mauvais classement (So : 5,15). Contrairement aux autres stations c'est la fraction grossière qui est ici la mieux classée (Sk : 0,31).

3.2.1.3. Synthèse des résultats

Les stations à granulométrie fine sont caractérisées par : l'absence de cailloutis, une fraction fine (sables moyens, sablons et silts) > 80 % de l'échantillon, une médiane < 0,30 mm. et un coefficient de classement excellent : So de Trask < 1,5. Les sédiments fins ont plusieurs origines qui expliquent leur répartition.

- . Le sablon coquillier du groupe "A" vient du large s'accumuler entre le littoral et une ligne de hauts fonds.

- . Le sablon du groupe "B" provient du cordon dunaire régulièrement attaqué par la mer. Il est évacué du havre de Regneville sous l'effet de la marée.

- . Le sable moyen du groupe "C", de la même origine, a son transit vers le Sud assuré par la dérive littorale.

Les stations à granulométrie grossière sont représentées par des sédiments ou graviers, avec ou sans cailloutis, et sables grossiers dépassent 50 % de l'échantillon et donnent un moyen ou mauvais classement (So >3).

19 de ces 21 stations sont positionnées au Nord de la Pointe d'Agon et sont directement liées à la présence d'importants platiers rocheux. Ceux-ci ont une grande influence : ils approvisionnent l'estran en matériaux frais comme le montre la fréquence des grains non usés, ils perturbent l'action de la houle comme l'indique le médiocre classement des sédiments, enfin ils piègent une partie de la fraction fine qui s'agrège aux sédiments grossiers.

En marge de ces deux grandes "familles" de stations, le groupe "G" représente un sédiment vaseux, très hétérogène et réduit, piégé dans le platier rocheux.

L'influence des bouchots sur les sédiments est très localisée : entre les rangées de pieux colonisés, une couche de 10 à 20 mm. de type "crème de vase" recouvre le sédiment en place. Ce dépôt est très instable et disparaît dans les zones de pieux non exploités.

3.2.2. Interprétation dynamique

L'origine et la répartition des différents types de sédiments, l'observation de la morphologie littorale et de l'hydrodynamisme local permet de comprendre la dynamique sédimentaire sur la portion de côte comprise entre Granville et le havre de Geffosses.

Une dérive littorale Nord-Sud induite par les courants de marée et les houles dominantes entraîne un transit de matériaux alimenté par le vieux stock de sédiments de la Manche accumulé en dune littorale. La houle assure un bon triage du matériel et favorise l'apport occasionnel de sédiments grossiers à la côte en provenance des platiers rocheux. Les courants de marée contribuent à l'évacuation vers le large des particules les plus fines.

Ce schéma est perturbé au Nord de la Pointe d'Agon par d'importants platiers rocheux dont le double effet est de casser l'énergie de la houle et de ralentir la dérive littorale, effet accentué par les nombreux bouchots à moules et tables à huitres implantés à cet endroit. Les conséquences en sont multiples : l'érosion littorale est freinée comme en témoigne le tracé convexe de la côte, les matériaux sont mal triés et ont tendance à être piégés dans les creux et indentations du platier, de plus la production de cailloutis, de graviers, et de sables grossiers induite par cet estran rocheux transite assez peu vers le Sud, enfin le platier de Blainville-le-Senequet, en prolongeant la Chaussée des Boeufs vers le littoral, assure le piégeage d'un matériel coquillier et silteux à la hauteur du havre de Geffosses. Le débouché du havre de Regneville est un autre facteur de perturbation : sous l'effet de la marée, le havre fournit à l'estran des sédiments fins qui viennent, sous l'action de la dérive littorale se déposer plus au Sud.

3.3. Peuplements zoobenthiques

Rappelons qu'il s'agit de l'identification des peuplements zoobenthiques établis sur substrats meubles dans la zone intertidale comprise entre le havre de la Vanlée et le havre de Geffosses, zone centrale dans le projet marémoteur.

L'analyse faunistique des 41 échantillons prélevés au printemps 1982 (Annexe 10) a permis de recenser 208 espèces qui se répartissent comme suit :

Actiniaires	1			
Annélides	96	Polychètes errants	47	
		Polychètes sédentaires	49	
Archiannelides	1			
		Amphineures	3	
Mollusques	36	Gastéropodes	7	
		Scaphopodes	1	
		Lamellibranches	25	
Chaetognates	1			
Phoronidiens	1			
		Cirripèdes	3	
				Mysidacés 1
				Cumacés 5
Crustacés	62	Péracarides	47	Tanaidacés 1
				Isopodes 5
				Amphipodes 35
		Eucarides	12	Décapodes Natantia 2
				Décapodes Reptantia 10
Echinodermes	5			
Chordés	2			

Bien qu'une hétérogénéité importante soit à noter sur l'ensemble de la zone, il faut souligner la dominance des annélides polychètes que ce soit en diversité, densité ou biomasse.

Les calculs de constance, établis pour chacune des espèces, confirment cette prépondérance, ainsi les 3 espèces constantes de ce secteur sont-elles des annélides de même que 14 des 20 espèces communes.

Espèces constantes (3)

Nephtys cirrosa
Goniadella bobreskii
Notomastus latericeus

Espèces communes (20)

Spio filicornis
Syllis cornuta
Pholoë minuta
Protodorvillea kefersteini
Cautleriella alata
Spisula solida
Spiophanes bombyx
Dorvillea neglecta
Lumbriconereis latreilli
Nephtys caeca
Aonides oxycephala
Gastrosaccus spinifer
Cautleriella bioculatus
Nephtys hombergii
Urothoë poseidonis
Urothoë brevicornis
Eteone longa
Golfingia elongata
Glycera convoluta
Crangon crangon

Cette dominance des annélides met en évidence une relative stabilité des sédiments avec cependant un gradient que nous allons analyser.

A partir des données quantitatives de densité, une analyse d'inertie a permis de comparer l'ensemble des stations. Les résultats de ce traitement, comparés à l'ensemble des paramètres physiques (niveau bathymétrique, caractéristiques sédimentaires) ou biologiques (diversité, biomasse) acquis durant cette étude, ont permis de scinder les substrats meubles intertidaux de ce secteur en deux grands ensembles eux-mêmes subdivisés en différentes unités biosédimentaires.

Les Figures 8 et 9, les Tableaux 3 à 5 et les Annexes 11 à 14 rassemblent les caractéristiques moyennes propres à chacune de ces unités.

Les bas niveaux, qui se sont révélés être biologiquement les plus riches, ont d'une manière générale été sous-échantillonnés pour les raisons évoquées au § 2. Néanmoins le schéma explicatif de la distribution et de la composition des différentes unités biosédimentaires reste vrai et un effort cartographique a été consenti pour remédier en partie à ce déficit. Il faut d'autre part considérer que l'ensemble des unités biosédimentaires ont été mises en évidence et que seule une étude beaucoup plus conséquente permettrait de compléter et d'affiner ces résultats.

Le schéma explicatif de la distribution des principales unités biosédimentaires se présente comme suit :

3.3.1. Un système ouvert

Ce système s'oppose à ce que nous présenterons ultérieurement comme étant un système semi-abrité. Il correspond globalement au haut estran et au débouché des havres. Il se trouve sous l'action des houles, dont l'effet maximum se fait sentir en moyens et hauts niveaux, et des courants de marée .

L'ensemble des stations qui ont permis de cerner ce système se situe dans un spectre de niveaux bathymétriques étendu et présente des sédiments homogènes fins à moyens bien oxygénés en surface ; cette homogénéité peut être perturbée localement par l'apport d'éléments grossiers à proximité de platiers rocheux ou d'éléments fins, en particulier au Sud des havres.

L'instabilité des sédiments se traduit sur le plan faunistique par :

- une faible diversité (16 espèces en moyenne), d'autant plus faible que le sédiment est homogène et le niveau bathymétrique élevé, il s'agit d'espèces limitées à quelques familles bien adaptées (50 % de polychètes - 30 % de crustacés pérecarides) et généralement de petite taille.

Fig. 8 COTENTIN CENTRE
Caractérisation des différentes unités biosédimentaires - Données physiques

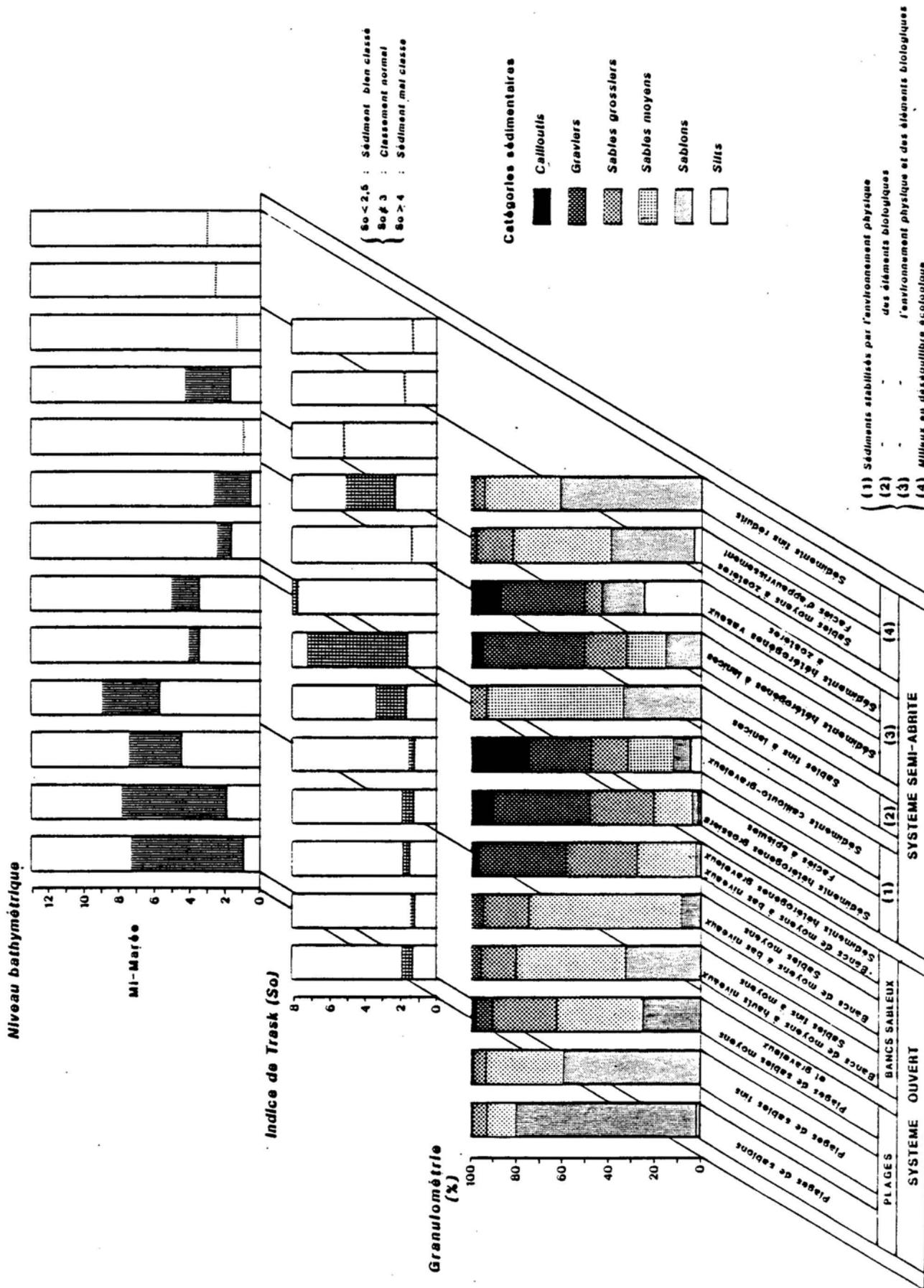
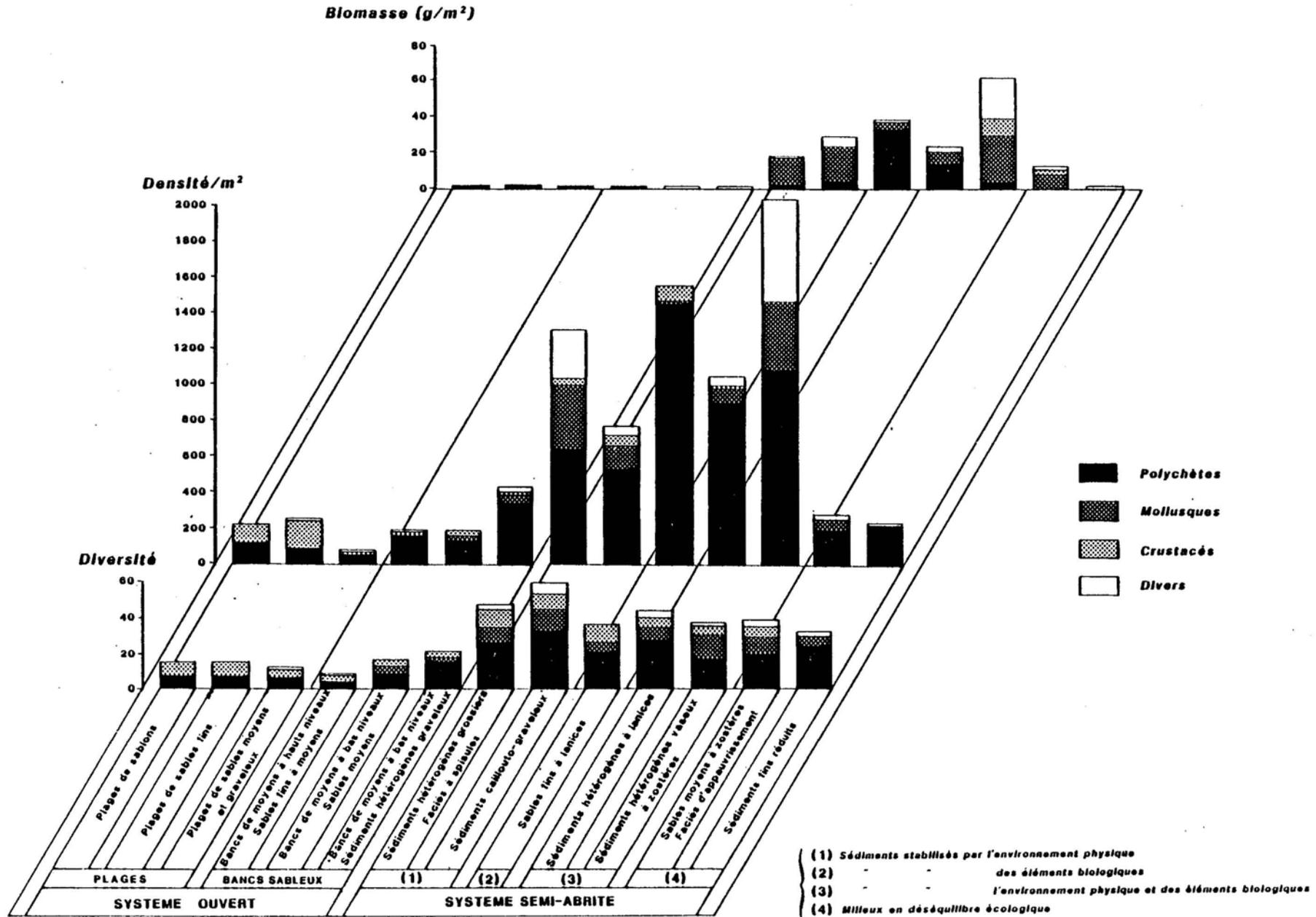


Fig. 9

COTENTIN.CENTRE

Caractérisation des différentes unités biosédimentaires - Données biologiques



		<u>Cailloutis</u>	<u>Graviers</u>	<u>Sables grossiers</u>	<u>Sables moyens</u>	<u>Sablons</u>	<u>Silts</u>
S y s t è m e o u v e r t	Plages de sablons		0,78	5,74	12,26	78,46	1,54
	Plages de sables fins		1,4	4,97	33,73	59,31	0,08
	Plages de sables moyens et graveleux	2,35	7,65	28	37,5	24,5	
	Bancs de moyens à hauts niveaux Sables fins à moyens		4,33	15,25	47,5	32,7	0,03
	Bancs de moyens à bas niveaux Sables moyens		5,45	18,55	62,5	6,45	0,05
	Bancs de moyens à bas niveaux Sédiments hétérogènes graveleux	3,64	37,52	30,64	25,56	1,92	0,06
S y s t è m e s e m i a b r i t é	Sédiments hétérogènes grossiers (1) Faciès à Spisules	9,86	42,24	27,32	16,98	2,62	0,6
	Sédiments caillouto-graveleux (1)	25,65	27,1	15,75	19,5	8,15	4,35
	Faciès à lanices (2)		0,2	6,8	59	33,8	0,1
	Faciès à lanices (3)	5,28	43,5	18,23	17,25	15,35	0,4
	Faciès à zostères (3)		13	36,1	8	18	25
	Faciès à zostères appauvri (4)		2	16	42	35,2	2,8
	Sédiments fins réduits (4)		1,3	4,4	32	61,4	0,3

- (1) Sédiments stabilisés par l'environnement physique
(2) Sédiments stabilisés par des éléments biologiques
(3) Sédiments stabilisés par l'environnement physique et des éléments biologiques
(4) Milieux en déséquilibre écologique

Tableau 3. Cotentin Centre : Caractéristiques granulométriques moyennes des différentes unités biosédimentaires.

Système ouvert (1)

PLAGES DE SABLES FINS A PENTE REGULIERE =====			
	<u>Plages de sablons</u>	<u>Plages de sables fins</u>	<u>Plages de sables moyens et graveleux</u>
<u>Localisation</u> {Stations}	Anneville sur Mer (16-20-17-19-18)	Hauteville sur Mer (10-5-9-6-7) Lingreville (12-13)	Eriqueville (26-27)
<u>Spectre</u> <u>bathymétrique</u>	7,3m → 0,9m	7,8m → 1,9m	7,2m → 4,5m
<u>Caractéristiques</u> <u>sédimentologiques</u>	- sablons, hormis St 16 (sables moyens) - bon classement - teneur en carbonate élevée (hormis St 16)	sables fins, hormis St 7 (sables moyens) bon classement	sables moyens et graveleux bon classement
<u>Caractéristiques</u> <u>faunistiques</u>			
- diversité	16 [50% polychètes 50% pérencarides	16 [50% polychètes 50% pérencarides	13 [60% polychètes 30% pérencarides
- densité /m ²	222 [50% polychètes [Nephtyidae (23%) Spionidae (21%) 50% pérencarides Haustoriidae (34%)	248 [35% polychètes [Nephtyidae (21%) Spionidae (9%) 62% pérencarides [Haustoriidae (51%) Cumacés (9%)	77 [60% polychètes [Nephtyidae (34%) Syllidae (9%) Goniadidae (8%) 34% pérencarides [Cumacés (17%) Haustoriidae (8%) Autres Amphipodes (5%)
- biomasse (g /m ²)	1,5 88% polychètes	2,1 80% polychètes	0,5 98% polychètes

Tableau 4 - Cotentin Centre : Caractéristiques physiques et biologiques du Système ouvert

Système ouvert (2)

BANCS SABLEUX *****			
	Bancs de moyens à bas niveaux		
	Bancs de moyens à hauts niveaux	Sables moyens	Sables hétérogènes graveleux
<u>Localisation</u> (stations)	Gouville sur Mer (30) Agon-Sud (21) Lingreville (11,15)	Agon-Nord (4) Coutainville (38)	Agon-Sud (25-1-24-22) Sénéquet (31)
<u>Spectre bathymétrique</u>	8,9m → 5,7m	4m → 3,4m	5m → 3,4m
<u>Caractéristiques sédimentologiques</u>	sables fins à moyens bon classement	sables moyens bon classement	sables graveleux graviers à cailloutis classement normal à bon classement
<u>Caractéristiques faunistiques</u> - diversité	9 [44% polychètes 35% pérecarides	17 [58% polychètes 21% mollusques 21% crustacés	21 [71% polychètes 19% crustacés 9% mollusques
- densité / m ²	190 [82% polychètes [<i>Opheliidae</i> (66%) <i>Spionidae</i> (11%) 18% pérecarides: <i>Haustoriidae</i> (8%)	185 [70% polychètes [<i>Opheliidae</i> (22%) <i>Nephtyidae</i> (17%) <i>Goniadidae</i> (16%) 21% crustacés : <i>Haustoriidae</i> (15%) 9% mollusques	428 [78% polychètes [<i>Syllidae</i> (29%) <i>Goniadidae</i> (18%) 12% mollusques
- biomasse (g / m ²)	0,7 97% polychètes	1,2 [65% polychètes 32% mollusques	[45% polychètes 35% mollusques

Tableau 4 (suite)

Système semi-abrité (1)

	SEDIMENTS STABILISÉS PAR L'ENVIRONNEMENT PHYSIQUE =====		SEDIMENTS STABILISÉS PAR ===== DES ÉLÉMENTS BIOLOGIQUES =====
	<u>Sédiments hétérogènes grossiers</u> <u>Facès à Spisules</u>	<u>Sédiments caillouto-graveleux</u>	
<u>Localisation</u> (Stations)	Gouville (36-35) Coutainville (39) Agon (2-23)	Gouville (33) Lingreville (14)	Hauteville (8)
<u>Spectre</u> <u>bathymétrique</u>	2,4 m → 1,6 m	2,6 m → 0,5 m	0,8 m
<u>Caractéristiques</u> <u>sédimentologiques</u>	sables graveleux à graviers à cailloutis bon classement au débouché du havre de Regneville mauvais classement sur le platier de Blainville	graviers à cailloutis fraction non négligeable de silts très mauvais classement fraction importante de maerl en St 14	sables moyens bon classement réduction au delà de 20 cm microstructures induites par les lanices
<u>Caractéristiques</u> <u>faunistiques</u>			
- diversité	47 [55% polychètes 21% crustacés 17% mollusques	59 [56% polychètes 20% mollusques 14% crustacés	36 [58% polychètes 28% crustacés
- densité / m ²	1310 [49% polychètes [<i>Syllidae</i> 17% <i>Eunicidae</i> 8% <i>Goniadidae</i> 8% 27% mollusques (<i>Spisula solida</i> 17%)	777 [68% polychètes 16% mollusques	1558 93% polychètes [<i>Lanice conchilega</i> 55% <i>Phyllocoecidae</i> 21%
- biomasse (g / m ²)	18 [6% polychètes 90% bivalves	29 [12% polychètes 71% mollusques	39 84% polychètes <i>Lanice conchilega</i> 71%

Tableau 5 - Cotentin Centre : Caractéristiques physiques et biologiques du système semi-abrité

Système semi-abrité (2)

	SEDIMENTS STABILISÉS PAR L'ENVIRONNEMENT PHYSIQUE ET DES ÉLÉMENTS BIOLOGIQUES -----	
	<u>Faciès à Lanices</u>	<u>Faciès à zostères</u>
<u>Localisation</u> (Stations)	Platier de Blainville (37-40-34-3)	Gouville (32)
<u>Spectre bathymétrique</u>	4,2 m ———▶ 1,7 m	1,2 m
<u>Caractéristiques sédimentologiques</u>	sables graveleux à graviers à cailloutis classement normal à mauvais	vases mauvais classement
<u>Caractéristiques faunistiques</u>		
- diversité	43 [63% polychètes 16% mollusques	37 [46% polychètes
- densité /m ²	1054 86% polychètes (<i>Lanice conchilega</i> 42%)	2044 [53% polychètes [<i>Cirratulidae</i> 21% 27% sipunculides [<i>Capitellidae</i> 16%
- biomasse	24 [58% polychètes (<i>Lanice Conchilega</i> 37%) 28% mollusques	63 [41% mollusques 37% sipunculides

Tableau 5. (Suite)

Système semi-abrité (3)

MILIEU EN DESEQUILIBRE ECOLOGIQUE -----		
	<u>Faciès à Zostères appauvris</u>	<u>Sédiments fins réduits</u>
<u>Localisation</u> (Stations)	Briqueville (29)	Briqueville (28)
<u>Spectre bathymétrique</u>	2,4 m	2,9 m
<u>Caractéristiques sédimentologiques</u>	sables moyens bon classement 2,8% de silts réduction dès la surface	sables fins bon classement réduction dès la surface
<u>Caractéristiques faunistiques</u>		
- diversité	38 [50% polychètes 24% mollusques	31 77% polychètes
- densité / m ²	284 [69% polychètes (<i>Cirratulidae</i> 40%) 23% mollusques (Prcsobranches 15%)	236 93% polychètes [<i>Maldanidae</i> 36% <i>Spionidae</i> 13% <i>Capitellidae</i> 14%
- biomasse (g / m ²)	14 [67% mollusques [<i>Nassarius reticulatus</i> 36% <i>Venerupis pullastra</i> 25% 16% crustacés	2,5 [53% mollusques 33% polychètes

Tableau 5. (Suite)

- une faible densité
- une faible biomasse, d'autant plus faible que l'instabilité est élevée.

Les plages de sables fins à pente régulière ainsi que les bancs sableux constituent cet ensemble.

3.3.1.1. Les plages de sables fins à pente régulière

En fonction de leurs caractéristiques sédimentaires, qui conditionnent dans une large mesure les caractéristiques biologiques, nous avons distingué trois types de plages à savoir : les plages de sablons, les plages de sables fins et les plages de sables moyens et graveleux.

Elles possèdent en commun des sédiments homogènes, bien classés, oxygénés en surface et généralement réduits au delà de 10-20 cm.

L'endofaune, faiblement diversifiée, ne présente que de faibles densités et biomasses. Les crustacés péracarides, notamment de la famille des Haustoriidae, dominent sur ce type de plage principalement dans les sables fins, les principaux représentants en sont les genres *Urothoë* et *Bathyporeia*.

La fréquente remise en suspension des sédiments n'autorise pas leur colonisation par des mollusques et limite l'installation de polychètes sédentaires tubicoles. Les Nephtyidae sont par contre bien représentés avec *Nephtys hombergii* qui domine dans les sablons, alors qu'il est absent des sables moyens et graveleux, et *Nephtys cirrosa* peuplant préférentiellement les sables fins.

Ces types de plages s'apparentent étroitement aux plages ouvertes de la région de Flamanville (Etudes écologiques d'avant-projet (1976), et de projet (1977-1979 pour EDF).

3.3.1.2. Les bancs sableux

Ils se situent dans les zones d'instabilité maximum au débouché des havres et dans la partie supérieure de l'estran. Leurs sédiments, constitués de sables fins à moyens, sont homogènes, bien oxygénés et s'essorent rapidement ; ils s'enrichissent localement en éléments grossiers à proximité des platiers.

Leur position sur l'estran et leur nature sédimentaire nous ont conduits à considérer trois types de bancs sableux :

- les bancs de moyens à hauts niveaux composés de sables fins à moyens
- les bancs de moyens à bas niveaux composés soit de sables moyens, soit de sédiments hétérogènes graveleux.

Sur le plan faunistique, ils présentent en commun une faible diversité, notamment dans les hauts niveaux, qui croît cependant dans les sédiments hétérogènes ; densités et biomasses restent faibles.

Le facteur sédimentaire intervient prioritairement dans la composition faunistique. Les polychètes, limités à quelques familles, dominent largement; dans les sédiments fins à moyens, les Opheliidae, caractéristiques de ces milieux agités, ont la primeur et laissent place dans les sédiments plus grossiers, aux Syllidae (*Syllis cornuta* notamment) et aux Goniadidae. Ces derniers, représentés par la seule espèce *Goniadella bobrezkii*, n'apparaissent que dans les sables moyens et dominent dans les sédiments grossiers. A l'inverse, les pérecarides se raréfient dans les sédiments grossiers. Quant aux mollusques, absents des sables fins, ils sont essentiellement représentés par les bivalves *Spisula solida* et localement *Astarte triangularis* (station 31).

3.3.2. Un système semi-abrité

Ce système correspond aux zones bordant les platiers de bas niveaux où les actions de la houle et des courants se trouvent affaiblies par la présence même des platiers et des structures conchylicoles ; la stabilité se trouve localement renforcée par des éléments biologiques tels que lanices et zostères.

Les sédiments hétérogènes à dominante grossière présentent généralement une fraction fine non négligeable ; les éléments grossiers trouvent leur origine sur place alors que les éléments fins proviennent pour une large part de la sédimentation de particules transitant le long du littoral.

La teneur en eau de ces sédiments est importante en raison de leur hétérogénéité et de leur position bathymétrique ; de plus l'écoulement de l'eau au jusant se trouve ralenti par les platiers et les tapis végétaux, qu'ils soient en substrats rocheux (*Fucus*) ou meubles (*Sargasses*, *Zostères*).

L'hétérogénéité sédimentaire offre pour la faune une multitude de niches écologiques qui explique la forte diversité s'accompagnant par ailleurs de fortes densités et biomasses.

Polychètes et mollusques se partagent l'essentiel de ces niches, les polychètes restant, là encore, prépondérants.

En fonction des facteurs induisant la stabilité des sédiments, nous avons été amenés à considérer trois ensembles sédimentaires à savoir: les sédiments stabilisés par l'environnement physique, les sédiments stabilisés par des éléments biologiques et les sédiments stabilisés à la fois par l'environnement physique et des éléments biologiques.

Ces différents ensembles occupent essentiellement la partie d'estran comprise entre la Pointe d'Agon et Gouville.

Cette étude nous a par ailleurs permis de mettre en évidence une zone en déséquilibre écologique qui se situe dans la partie inférieure d'estran comprise entre Bréville et le débouché du havre de la Vanlée.

3.3.2.1. Les sédiments stabilisés par l'environnement physique

Il s'agit de sédiments plus ou moins grossiers bordés par des platiers rocheux qui les protègent ainsi des actions de la houle. Ils peuvent, par contre, subir une action assez importante des courants lorsqu'ils sont situés dans des couloirs de vidange comme dans les secteurs du Ronquet et du Sénéquet ou au débouché du havre de Regneville.

Les sédiments hétérogènes grossiers caractérisés du point de vue biologique par le bivalve *Spisula solida* entrent dans cette catégorie ; cette espèce représente à elle seule environ 65 % de la biomasse. Les polychètes, qui totalisent environ 50 % des espèces recensées et 50 % de la densité globale, ne représentent plus que 6 % de la biomasse ; il s'agit essentiellement de polychètes errants de petite taille appartenant aux Syllidae (*Syllis cornuta*), Eunicidae (*Protodorvillea kefersteini*) et Goniadidae (*Goniadella bobrezkii*).

La stabilité peut être localement renforcée par la nature même du substrat ; c'est le cas des sédiments caillouto-graveleux dans les secteurs de Gouville et de Lingreville. La diversité faunistique y est importante et est essentiellement le fait des polychètes (56 %) qui comptabilisent par

ailleurs 68 % de la densité; les mollusques bivalves notamment, assurent par contre 71 % de la biomasse.

3.3.2.2. Les sédiments stabilisés par des éléments biologiques

Il s'agit de sables moyens bien classés stabilisés par l'annélide tubicole *Lanice conchilega*. Ce système, localisé en milieu ouvert dans le secteur de Hauteville ne peut se maintenir sur l'estran qu'en bas niveaux où les effets de la houle sont amoindris et le pourcentage d'immersion important, facteur essentiel au maintien des lanices.

Les documents de photographie aérienne et de sonar latéral obtenus dans ce secteur nous ont par ailleurs permis de constater que cette unité biosédimentaire se prolongeait en zone sublittorale jusqu'aux environs de l'isobathe - 10 m.

Les annélides dominent largement en nombre d'espèces (58 %), densité (93 %) et biomasse (84 %). *Lanice conchilega* en est évidemment le principal représentant et est accompagné d'une cohorte d'espèces qui lui est généralement associée et dont le plus abondant est le Phyllodocidae : *Eulalia sanguinea*.

A un degré moindre, nous retrouvons la base du peuplement des sables fins rencontrés à des niveaux plus élevés sur l'estran ; il s'agit principalement de *Nephtys cirrosa* et des Haustoriidae *Urothoë brevicornis* et *Urothoë poseidonis*.

3.3.2.3. Les sédiments stabilisés par l'environnement physique et des éléments biologiques

L'implantation de ces sédiments à proximité de platiers rocheux leur confère une stabilité renforcée par des éléments biologiques animaux (lanices) ou végétaux (zostères). Lanices et zostères modifient la texture et la structure des sédiments en piégeant les particules fines par les effets de ralentissement de courant qu'elles provoquent au niveau du fond.

Ces faciès présentent des microstructures du même type sous la forme d'une alternance de dômes et de cuvettes. Ils ont par ailleurs en commun de présenter, par la diversité des niches écologiques qu'ils offrent, de fortes diversités, densités et biomasses ; ils constituent incontestablement les unités

biologiques les plus productives de ce secteur. L'analyse cartographique mettra en évidence l'importance de leur étendue sur la zone.

- Le faciès à lanices

Généralement rencontré à des niveaux bathymétriques bas, il peut se trouver ici rehaussé sur l'estran en raison de la rétention d'eau par les platiers qui augmente localement le pourcentage d'immersion.

L'hétérogénéité du sédiment entraîne une hétérogénéité faunistique où domine *Lanice conchilega* (42 % en densité, 37 % en biomasse).

Parmi les principales caractéristiques de *Lanice conchilega*, il faut signaler que cette espèce :

- . appartient au contingent d'affinité tempéré et peut occuper un large spectre bathymétrique (de l'intertidal inférieur jusqu'à environ 500 m.).

- . présente une tolérance granulométrique très large mais une fraction graveleuse et / ou coquillière pour l'élaboration de son tube et une fraction fine pour sa nutrition lui sont nécessaires.

Les tubes stabilisent le sédiment et leur panache contribue à la sédimentation des particules fines en réduisant la vitesse du courant sur le fond.

- . a une préférence marquée pour les zones de forts courants ou de suintements superficiels très oxygénés.

- . prioritairement "deposit-feeder", peut secondairement devenir "suspension-feeder", c'est le cas lorsque la densité est telle que la nourriture devient limitée sur le fond.

- . constitue une source de nourriture pour les poissons benthiques.

Parmi les autres composantes faunistiques de ce faciès, il faut citer les espèces qui accompagnent habituellement *Lanice conchilega* (*Gattyana cirrosa*, *Harmothoë lunulata*, *Pholoë minuta*...), mais également des mollusques, principalement des Vénéralés, qui totalisent 28 % de la biomasse. Les crustacés ont dans ces sédiments un rôle secondaire et leur présence se limite à quelques décapodes qui présentent de faibles densités.

La différenciation réalisée localement (station 40) entre les dômes et les cuvettes se résume par une plus grande richesse faunistique au niveau des dômes.

- Le faciès à zostères

Il est constitué d'herbiers de *Zostera marina*, la plus grande des zostères, essentiellement distribuée dans les eaux tempérées. Cette phanérogamme peut former des prairies denses, des bas niveaux intertidaux jusqu'à environ 10 m. de profondeur, sa répartition en profondeur dépend de la pénétration de l'énergie solaire dans l'eau de mer.

Euryhaline et sténotherme, *Zostera marina* pousse généralement sur des sédiments sablo-vaseux.

Les herbiers de zostères constituent un milieu original à plus d'un titre :

- . ils modifient les conditions hydrodynamiques, favorisant la sédimentation de particules fines.
- . ils offrent une diversité de niches écologiques : feuilles, rhizomes, hétérogénéité sédimentaire.
- . ils enrichissent le milieu en matières organiques qui résultent de la décomposition des feuilles.
- . ils modifient les principaux cycles chimiques (phosphore, azote, oxygène...) le caractère le plus important étant l'augmentation de la teneur en oxygène dissous par activité photosynthétique.

Les références historiques sur l'importance des herbiers dans la région du Cotentin et les effets de l'épizootie survenue les années 1931-1932 sont pratiquement inexistantes. La distribution actuelle des herbiers dans le secteur qui nous concerne est importante mais ces milieux sensibles sont en certains points menacés.

L'illustration de la composition faunistique de ces herbiers nous est fournie par l'échantillonnage réalisé en bas niveau au droit de Gouville.

Le sédiment est constitué de vases hétérogènes ce qui explique la dominance en densité des polychètes sédentaires notamment des Cirratulidae (*Cirriiformia tentaculata*) et de Capitellidae (*Notomastus latericeus*). L'essentiel de la biomasse, qui atteint ici la plus forte des valeurs enregistrées sur le site (63g/m²), est par contre représenté par des mollusques bivalves (*Venerupis pullastra*, *Spisula solida*) et le sipunculide *Golfingia elongata*.

Si dans sa composition faunistique, le faciès à zostères peut varier en fonction notamment de fluctuations sédimentaires, il reste un milieu riche et diversifié, lieu de nourriture, d'abri et de reproduction pour de nombreux poissons et crustacés.

3.3.2.4. Les milieux en déséquilibre écologique

Dans la moitié inférieure de l'estran compris entre Bréville et le débouché du havre de la Vanlée, nous avons recensé un certain nombre de perturbations qui témoignent d'un déséquilibre écologique dans cette zone :

- réduction des sédiments dès la surface
- dégradation des herbiers de zostères
- prolifération de l'espèce végétale : *Sargassum muticum*
- prolifération de l'espèce animale : *Crepidula fornicata*

Il semble que les causes soient multiples et, en l'absence de données précises, physico-chimiques notamment, il est difficile de les expliquer.

Si certains facteurs ne sont pas primordiaux dans l'explication de ces perturbations, ils n'en sont pas moins responsables :

- la topologie locale ; même si les platiers qui encadrent cette zone sont de faible amplitude, ils contribuent efficacement à briser l'effet de la houle et favorisent ainsi les piégeages dans cette zone.
- la mytiliculture, particulièrement développée face au havre de la Vanlée, renforce ce phénomène par la barrière que forment les bouchots et par la production de pseudo-fecès.
- la pêche à pied sur les herbiers ; les banquettes d'herbiers sont particulièrement altérées dans cette zone par la pêche à pied .

Il semble que les herbiers de ce secteur soient les plus vulnérables de ce point de vue, car ils se situent à proximité de la côte.

Par ailleurs, les différentes perturbations ne peuvent être analysées séparément dans la mesure où elles s'interfèrent. Ainsi, par exemple, les crépidules peuvent coloniser les banquettes de zostères et former un tapis uniforme entraînant la disparition des zostères.

Les sargasses, en ralentissant l'écoulement de l'eau, contribuent à favoriser la sédimentation et entrent également en compétition avec les herbiers.

L'étude de deux stations dans ce secteur nous a permis de mettre en évidence les modifications dans la composition biologique, autres que celles apportées par la prolifération des espèces déjà citées.

Ainsi, la station 29, située à l'abri des roches de Bréhal dans une zone où prolifèrent largement les sargasses et où la mytiliculture est très développée, caractérise un faciès à zostères appauvri qui se traduit par une diminution de la densité de la biomasse et par la dominance de polychètes sédentaires vasicoles, notamment des Cirratulidae (*Caulleriella bioculatus*, *Caulleriella alata*, *Cirriiformia tentaculata*) et des mollusques prosobranches détritivores (*Nassarius reticulatus*).

La station 28, située dans cette même zone hors des herbiers, illustre les sédiments fins réduits qui présentent de faibles densités et biomasses et où dominent très largement les polychètes Maldanidae, Capitellidae et Spionidae.

Prolifération des crépidules

Crepidula fornicata, mollusque gastéropode, est originaire de la côte atlantique de l'Amérique du Nord. Son introduction en Europe remonte à la fin du 19ème siècle ; elle apparaît pour la première fois en 1872 sur les côtes anglaises à l'occasion d'un transfert d'huîtres américaines. Son extension vers les côtes Nord européennes, toujours par le jeu de transferts d'huîtres, va être rapide. Son introduction en France sera plus tardive grâce en partie, à l'interdiction d'immerger des coquillages provenant de l'étranger. Peu après la fin de la seconde guerre mondiale, la crépidule est apparue en divers points de la côte du Calvados ainsi qu'en rade de Brest, elle n'a cessé dès lors de conquérir de nouveaux sites.

Il semble que sa présence dans le golfe normano-breton soit récente. Rétière (1979) la signale, en 1975, au Nord de Jersey et précise que des observations en 1977 dans la baie du Mont-Saint-Michel traduisent sa progression vers le Sud.

Dans le secteur étudié, les crépidules prolifèrent principalement en arrière de la zone de bouchots au droit de Lingreville. On les trouve, soit fixés en chaînes sur les platiers affleurants de bas niveaux, soit en nappes sur sédiments vaseux. Les densités observées sont respectivement de l'ordre de 550 et 3200 individus par m² représentant des biomasses en poids sec de 85 et 500 g. par m². Il semble que les crépidules se fixent préférentiellement sur les platiers et lorsqu'elles décrochent, sous l'effet de la houle notamment, se stabilisent sur les sédiments meubles en s'agglutinant entre-elles ; ainsi de petites taches éparses finissent, en s'étendant, par se joindre pour former par endroits un tapis uniforme. Néanmoins, cette stabilité est aléatoire et des quantités importantes de crépidules viennent régulièrement s'échouer en haut d'estran. Aux dires de la population locale, qui fréquente habituellement cette zone, l'espèce serait apparue il y a environ cinq ans.

Selon Coum (1979) la crépidule paraît s'adapter à de grandes variations des paramètres du milieu ; elle peut vivre plusieurs jours à l'air libre sans recours à l'anaréobiose, est peu sensible aux variations de salinité et de température. Elle se concentre essentiellement dans les baies et les estuaires ; sa seule exigence semble être la présence de substrats durs mais, en leur absence, elle crée ses propres moyens de colonisation en utilisant les coquilles de son espèce comme support.

L'abondante littérature portant sur la reproduction de la crépidule témoigne du grand intérêt qu'elle a suscité ; c'est la première espèce chez qui l'hermaphroditisme protandre a été mis en évidence.

Après une période d'incubation d'environ un mois, les embryons sont libérés sous forme de larves véligères planctoniques qui nagent durant un mois puis se fixent de préférence au voisinage des crépidules adultes.

Dès la fin de l'hiver ou le début du printemps, les juvéniles cherchent leur place définitive au sommet des chaînes et prennent le caractère mâle. Le changement de sexe de mâle à femelle s'effectue sous l'influence d'interactions sociales (en relation avec la densité) et peut se produire tout au long de l'année. Dès l'âge de deux ans, les crépidules sont aptes à se reproduire, leur durée de vie est de l'ordre d'une dizaine d'années.

Marteil (1963) considère la crépidule comme un parasite de la conchyliculture car elle peut, de diverses façons, rompre l'équilibre biologique d'une zone conchylicole et affecter la productivité d'une exploitation.

Elle trouve les conditions les plus favorables dans les mêmes biotopes que l'huître ou la moule et sa faculté de se multiplier rapidement peut lui permettre de concurrencer et même supplanter les autres espèces.

L'apparition relativement récente de la crépidule sur la zone Cotentin-Centre largement colonisée par la conchyliculture a tout lieu d'inquiéter car le phénomène risque de s'amplifier tant en zone intertidale que sublittorale.

3.4. Evaluation des superficies des principales unités biosédimentaires

La confrontation des données issues des stations de référence avec les photographies aériennes et leur interprétation géomorphologique a permis de délimiter et d'évaluer les surfaces occupées par les principales unités biosédimentaires, à savoir :

- les plages
- les bancs sableux
- les sédiments hétérogènes
- les herbiers de zostères
- les platiers (émergés et immergés)

ainsi que l'emprise au sol des activités de conchyliculture.

Les résultats sont exprimés en hectares et en pourcentage de la surface pour chacune des zones correspondant aux différentes cartes géomorphologiques (les zones de recouvrement n'étant prises en compte qu'une fois), pour l'ensemble du secteur compris entre Port Bail et Champeaux, ainsi que pour le secteur concerné directement par le projet Cotentin Centre (Tableau 6).

SECTEUR	SURFACE TOTALE (ha)	PLATIER EMERGE	PLATIER IMMERGE	TOTAL SUBSTRATS DURS	SEDIMENTS HETEROGENES	HERBIERS DE ZOSTERES	TOTAL HETEROGENE + ZOSTERES	BANCS SABLEUX	PLAGES	TOTAL BANCS SABLEUX PLAGES	TOTAL SUBSTRATS MEUBLES	DIVERS	OSTREICULTURE	MYTILICULTURE
1. PORT BAIL %	934,21	137,67 14,74	171,09 18,51	308,76 33,05	7,41 0,79	-	7,41 0,79	308,47 33,02	309,57 33,14	618,04 66,16	625,45 66,95	-	2,15 0,23	5,32 0,57
2. BRETIEVILLE SUR AY %	1000,33	183,54 18,35	449,36 44,92	632,84 63,27	59,54 5,95	-	59,54 5,95	0,62 0,08	307,15 30,70	307,97 30,79	367,51 36,74	-	0,56 0,06	-
3. ST GERMAIN SUR AY %	1485,99	81,75 5,50	214,41 14,43	296,16 19,93	71,25 4,79	-	71,45 4,79	510,18 34,33	606,41 40,94	1118,59 75,28	1189,84 80,07	-	4,07 0,27	67,71 4,59
4. GEFFOSSES %	1064,75	47,97 4,51	192,80 18,11	240,77 22,61	130,85 12,29	-	130,85 12,29	153,74 14,44	539,39 50,66	693,13 65,10	823,58 77,39	-	-	45,52 4,28
5. BLAINVILLE %	3122,15	442,92 14,19	514,53 16,48	957,45 30,67	1216,34 38,96	450,82 14,44	1667,16 53,40	119,39 3,62	378,04 12,11	497,43 15,93	2164,55 69,33	0,11	151,23 4,64	55,29 1,77
6. REGNEVILLE %	2865,80	160,35 5,60	103,35 3,61	263,70 9,20	1862,96 65,01	106,47 3,73	1969,43 68,72	471,70 16,46	160,96 5,62	632,66 22,08	2602,09 90,80	-	-	389,99 13,81
7. HAUTEVILLE %	915,06	-	-	-	38,82 4,24	-	38,82 4,24	629,54 68,80	246,71 29,98	876,25 95,76	915,06 100,00	-	-	-
8. HAVRE DE LA VANLEE %	1627,59	108,91 6,69	76,59 4,71	185,50 11,40	221,29 13,60	126,15 7,75	347,44 21,35	157,20 11,50	907,44 55,75	1094,64 67,25	1442,08 88,60	-	0,10 E	334,52 20,58
9. GRANVILLE %	948,54	108,46 11,43	158,81 16,53	265,27 27,97	78,76 8,30	173,21 18,26	251,97 26,57	-	431,21 45,46	431,21 45,46	683,18 72,03	0,09 E	-	36,82 3,88
10. ST PAIR %	862,11	169,02 19,61	81,27 9,43	250,29 29,03	5,92 0,69	-	5,92 0,69	62,18 7,21	543,14 63,00	605,32 70,21	611,24 70,50	0,57 0,07	-	-
11. CAROLLES %	290,25	57,97 19,97	6,17 2,13	64,14 22,10	0,31 0,11	-	0,31 0,11	-	225,80 77,80	225,80 77,80	226,11 77,90	-	-	-
TOTAL %	15116,78	1498,56 9,91	1966,32 13,01	3464,88 22,92	3683,45 24,37	856,65 5,67	4550,10 30,10	2443,22 16,16	4657,82 30,81	7101,04 46,97	11651,14 77,07	0,77 0,005	158,11 1,5	935,57 6,19
"COTENTIN CENTRE" (GRANVILLE → GEFFOSSES)	10543,89	868,61 8,24	1044,08 9,90	1512,69 18,14	3549,02 33,66	856,65 8,12	4405,67 41,78	1561,57 14,81	2663,75 25,26	4225,32 40,07	8630,99 81,66	0,20 0,02	151,33 1,44	662,54 8,18

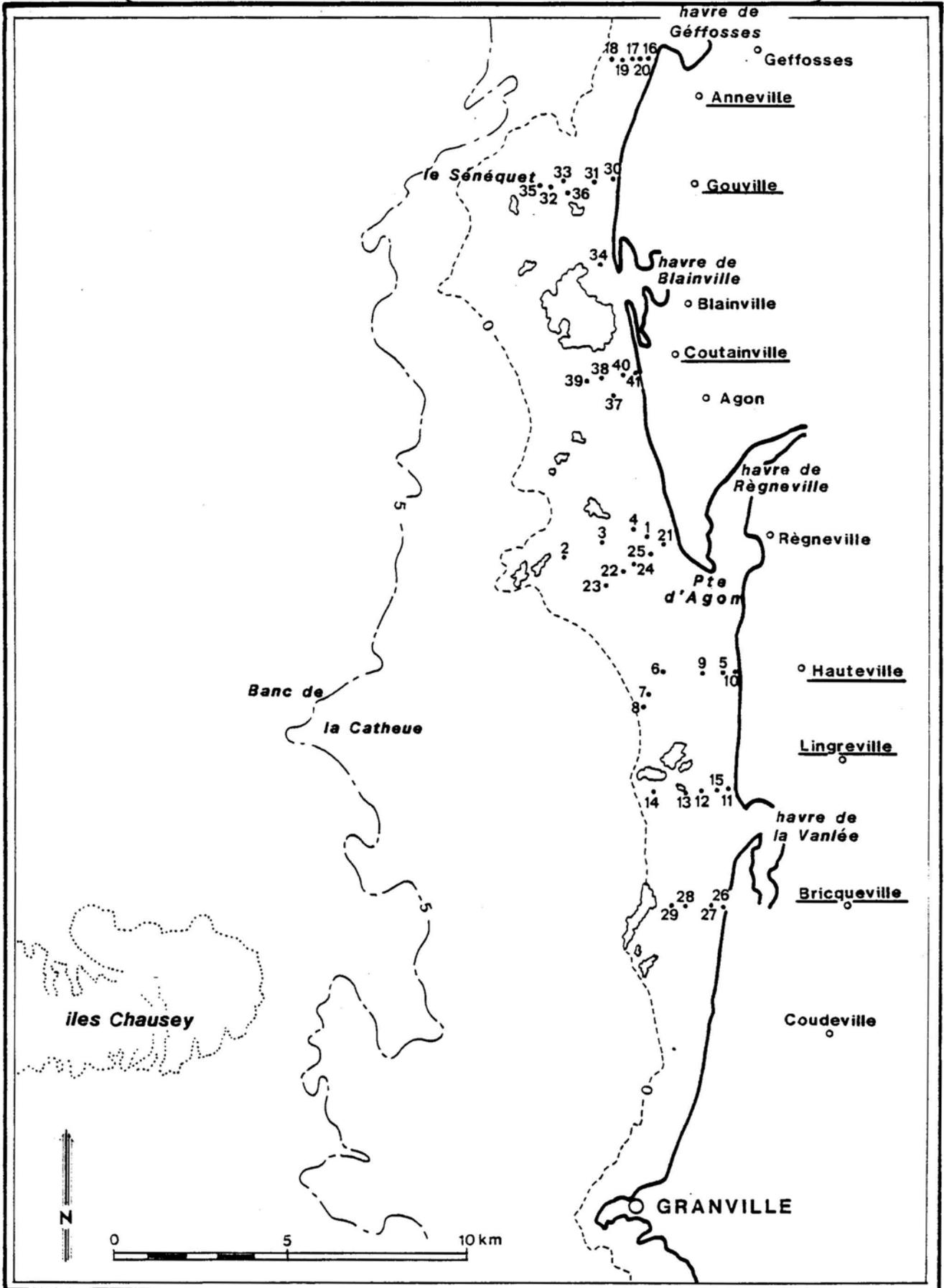
Tableau 6 - Cotentin Centre : Evaluation des superficies (en hectares) occupées par les principales unités biosédimentaires et par la conchyliculture sur la côte Ouest Cotentin

BIBLIOGRAPHIE

- ANNEZO J.P., 1982 - Observations ornithologiques réalisées dans le département de la Manche. Compte rendu de mission CNEEXO - ELGMM, 22-27 avril 1982.
- BELSHER T., 1983 - Le Phytobenthos (part. III. Intertidal). Etude Ecologique du site Cotentin Centre, vol. 2 rapport CNEEXO - ELGMM / EDF.
- COUM A., 1979 - La population de Crépidules *Crepidula fornicata* (L. 1758) en rade de Brest, Ecologie et dynamique. Thèse de 3ème cycle Université de Bretagne Occidentale.
- GARREAU P., 1982 - Etude de l'exondation dans la zone Chausey - Le Sénequet - Granville - (Golfe Normano-Breton). Rapport de stage CNEEXO - ELGMM, septembre 1982.
- HOMMERIL P., 1961 - Etude locale (Gouville sur Mer, Manche) de la retenue des sédiments par deux polychètes sédentaires : *Sabellaria alveolata* (Hermelle) et *Lanice conchilega*. Cah. océanogr. 4 : 445 - 257.
- HOMMERIL P., 1965 - Répartition des sédiments sous-marins autour des îles Anglo-normandes. C.R. Acad. Sc. Paris, T. 260, gr n° 9 : 231 - 234.
- LAFON M., 1953 - Recherches sur les sables côtiers de la basse Normandie et sur quelques conditions de leur peuplement zoologique. Annales Institut Océanogr. XXVIII : 113-161.
- LAFON M., 1958 - Recherches sur les tubes de deux polychètes sédentaires . Arch. Zool. Exp. Gen. 96 : 90-102.
- L.C.H.F., 1982 - Catalogue sédimentologique des côtes françaises. T.3 : de la Baie de Seine au Mont St Michel. Etude pour le Ministère des Transports (direction des ports et de la navigation maritime).
- LUBET P., SYLVAND B., LE GALL P., 1974 - Etudes biocoenotiques sur la côte Ouest du Cotentin. U.E.R. Sci. Vie et comportement, Lab. mar. Luc sur Mer et Lab. Zool. Univ. Caen.
- MARTEIL L., 1963 - La crépidule (*Crepidula fornicata* L.) en France. Sci. et Pêche n° 121 : 1-6.
- RETIERE C., 1979 - Contribution à la connaissance des peuplements benthiques du Golfe Normanno-Breton. Thèse d'Etat, Université de Rennes - 421 p.

A N N E X E S

Annexe 1 - COTENTIN CENTRE
Positionnement des stations de référence

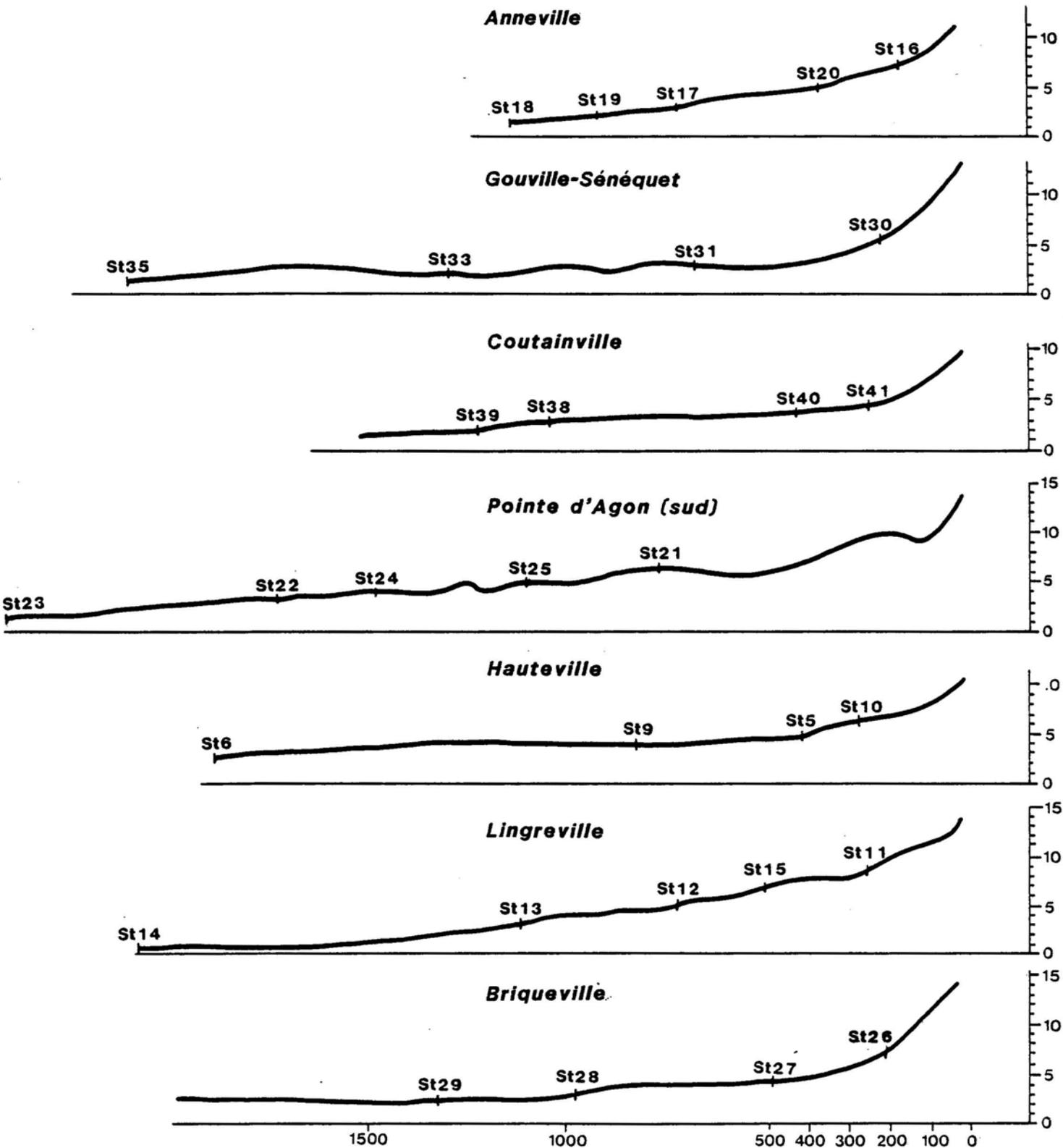


Stations	Zh (m)	Excavation %	Cailloutis > 20mm	Graviers 20 à 2	Sables grossiers 2 à 0,5	Sables moyens 0,5 à 0,2	Sablons 0,2 à 0,05	Silte < 0,05	Yd (mm)	So	Sk	Ca Co,	Remarques	
32	1,5	1,0	13	36,1	8	18	25		0,45	5,15	0,31	31	Vase	Etrouffement fin
17	2,9	11,0			1	4	91,3	3,7	0,09	1,52	0,10	77,1	Sablons	
18	0,9	ε			0,8	9,2	88,3	1,1	0,10	1,32	1,05	42		
19	1,9	35,0			0,1	0,8	95,4	1,6	0,10	1,33	1,05	53,9		
20	4,7	30,0			0,7	11,3	84,7	1,3	0,11	1,14	0,35	50,5		
5	5,1	32,5		0,1	1,7	25,3	71,5	0,2	0,17	1,31	1,07	27,9	Sables fins	
6	2,5	7,0		0,3	4,5	39,3	55		0,19	1,27	1,15	24,5		
9	3,9	20,0		0,1	2,3	35	61,3	0,1	0,18	1,02	1,04	33,3		
10	7,8	60,0		1,4	11,5	28	55,3	0,1	0,19	1,14	1,09	35,5		
12	5,2	33,5		0,4	3,5	23	72		0,16	1,22	1,15	17,5		
13	3,4	14,5		7,2	5,8	36	51		0,20	1,27	1,04	27,9		
23	2,9	10,0		1,3	4,4	32	51,4	0,3	0,18	1,25	1,11	43,8		
30	5,7	38,5		3,7	20,3	31	40		0,24	1,54	1,15	21,3		
41	4,9			3,2	20,3	24	41,3	0,1	0,19	1,32	1,33			
4	4	21,5		1	13	74	11,3	0,1	0,30	1,04	0,33	25		
7	1,9	3,5		0,3	4,7	49	46		0,21	1,30	0,33	25	Sables moyens	
9	0,3	ε		0,2	6,8	59	32,3	0,1	0,24	1,31	0,37	31		
11	3,9	71,5		0,5	8,4	57	33,3		0,03	1,30	1,12	14,2		
15	7	52,0		2	20,3	52	26		0,38	1,55	1,09	32,3		
16	7,3	58,0		3,3	25,1	36	34		0,28	1,34	1,40	19,3		
21	6,7	49,0		6	12	50	30,3	0,1	0,25	1,47	1,04	20,2		
27	4,5	25,0		3,5	12,5	43	41		0,24	1,45	1,05	15,4		
29	2,4	5,0		2	16	42	35,2	2,8	0,25	1,55	1,04	27,1		
36	3,4	15,0		9,9	24,1	51	5		0,37	1,55	1,45	21,4		
23	1,5	2,0		30,1	35	29	2	2	0,34	2,70	1,42	18		Sables graveleux
24	4,2	23,5		16,2	20,8	53	5		0,37	1,70	1,31	19,1		
26	7,2	54,0	4,7	11,8	43,5	32	8		0,34	1,31	1,22	37,2		
31	3,4	15,5		23	49	27,8	0,2		0,50	1,34	1,35	36,9		
34	2,7	8		42,5	17,4	31	8,7	0,3	0,56	3,31	1,33	25		
37	4,1	22		34,5	9,5	20	35,2	0,3	0,23	5,12	12,7	28		
40	4,2	24,0	7,6	32,2	31,2	13	15,5	0,4	1,2	3,54	1,51	22,1		
1	4,7	29,0		50,3	24,7	14	0,9	0,1	3	2,35	0,32	24	Graviers	
2	1,7	3,0		57	41	1,9		0,1	2,2	1,55	1,27	45		
25	5	32,5		53,3	25,7	16	0,5	0,1	2,4	3,37	0,71	16,5		
35	1,3	3,0		50,3	15,2	19	1,9	0,1	4	4,17	0,37	27		
3	1,7	3,0	13,5	64,7	14,3	5	1,9	0,1	5,2	2,31	0,75	33	Graviers à cailloutis	
14	0,5	ε	25,3	30,2	12,5	22	9,7	1,3	2,7	7,35	0,35	58,3		
22	3,9	20,5	18,2	34,3	32	12	2,3	0,1	2,35	3,10	0,33	23,4		
32	2,5	7,0	25	24	19	17	6,5	7,4	2	5,15	2,15	31,5		
35	1,5	2,0	44	18	24	12	1,3	0,1		7,30		27,1		
39	2,4	6,0	5,3	45,3	16,4	23	7,3	0,7	3,9	4,55	0,45	25,7		

Annexe 2 - Cotentin Centre : Bathymétrie et granulométrie des stations de référence

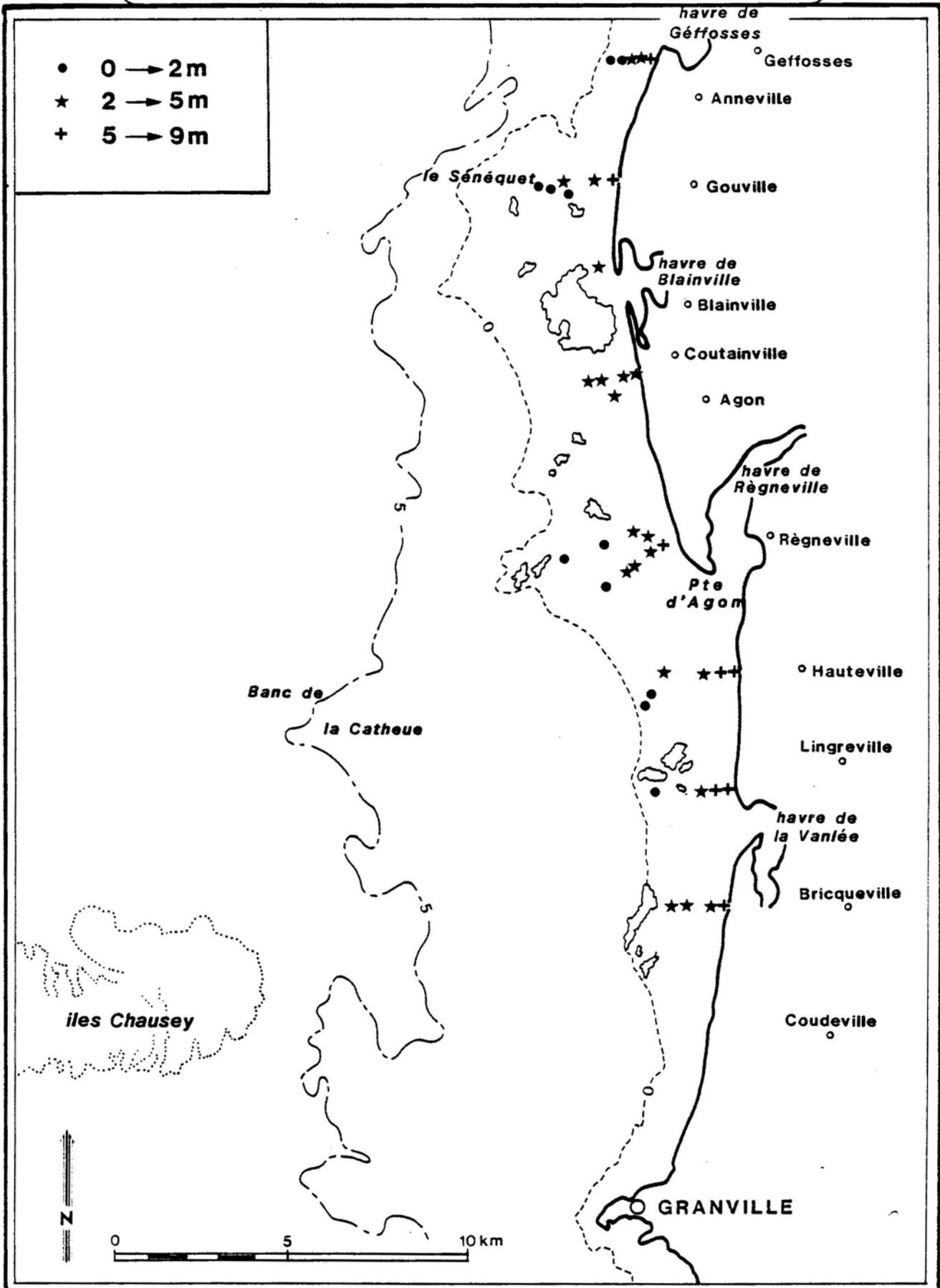
Annexe 3

COTENTIN CENTRE
Profils des radiales



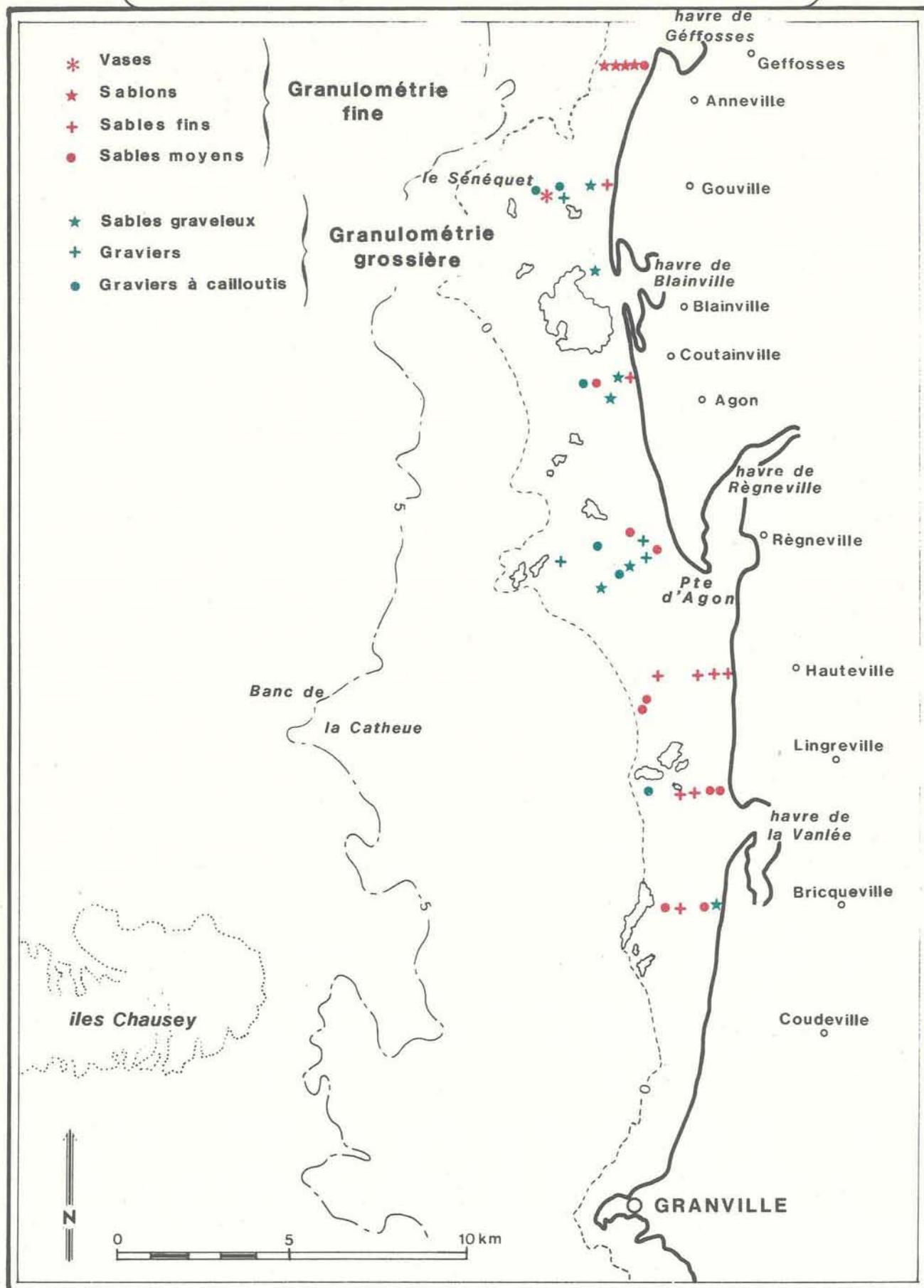
Annexe 4 - COTENTIN CENTRE

Bathymétrie



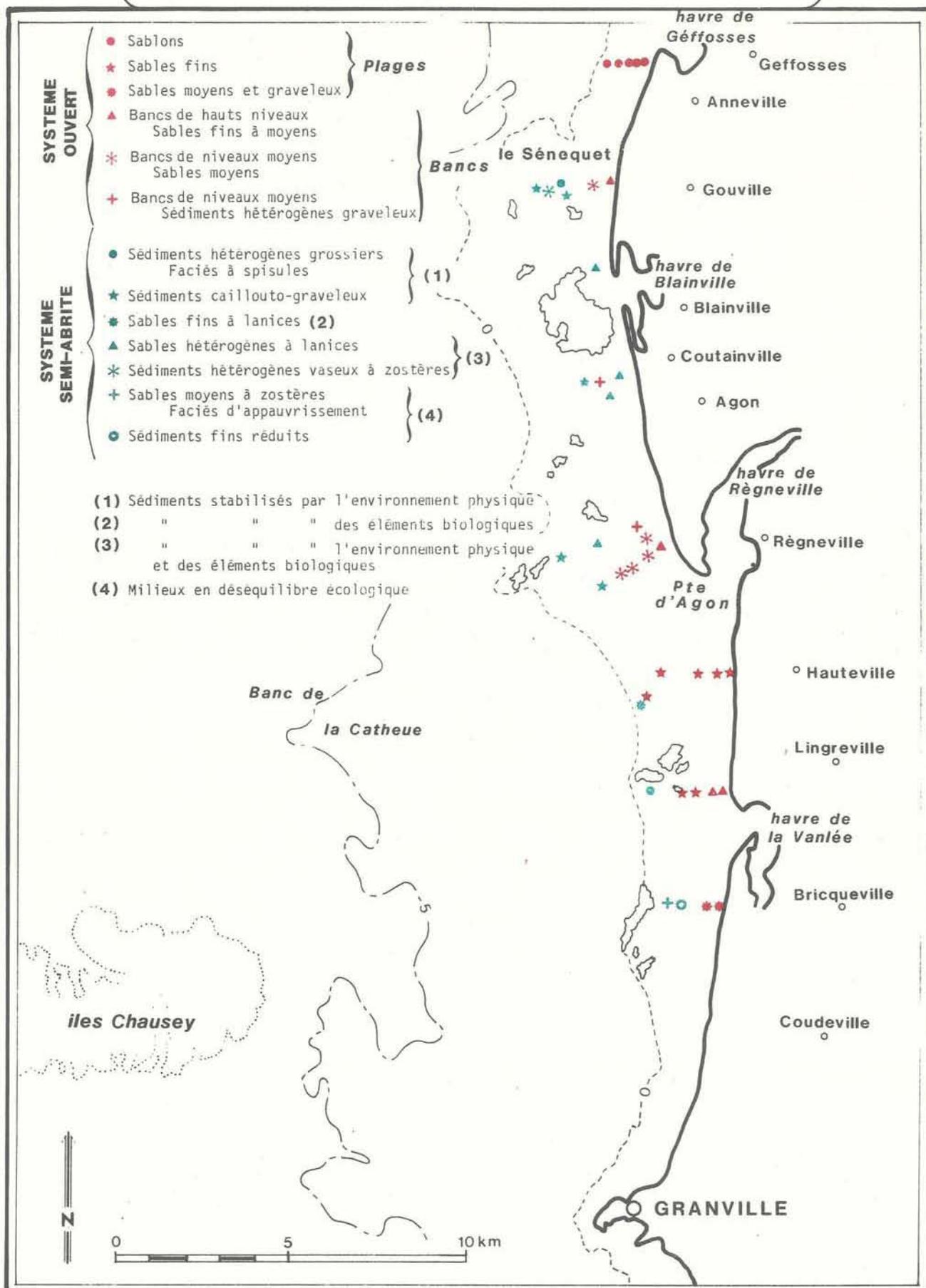
Annexe 5 - COTENTIN CENTRE

Granulométrie



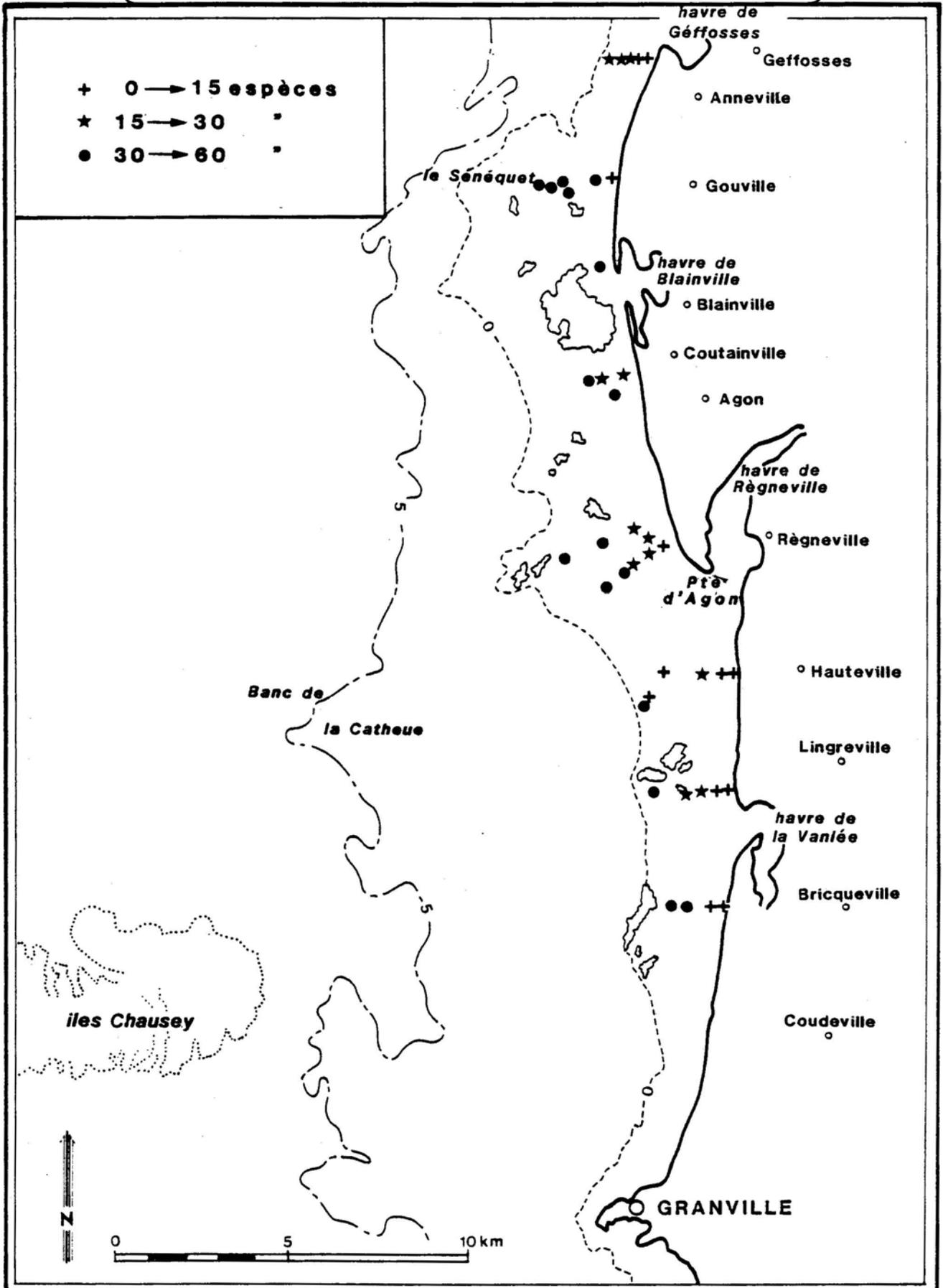
Annexe 6 - COTENTIN CENTRE

Principales unités biosédimentaires



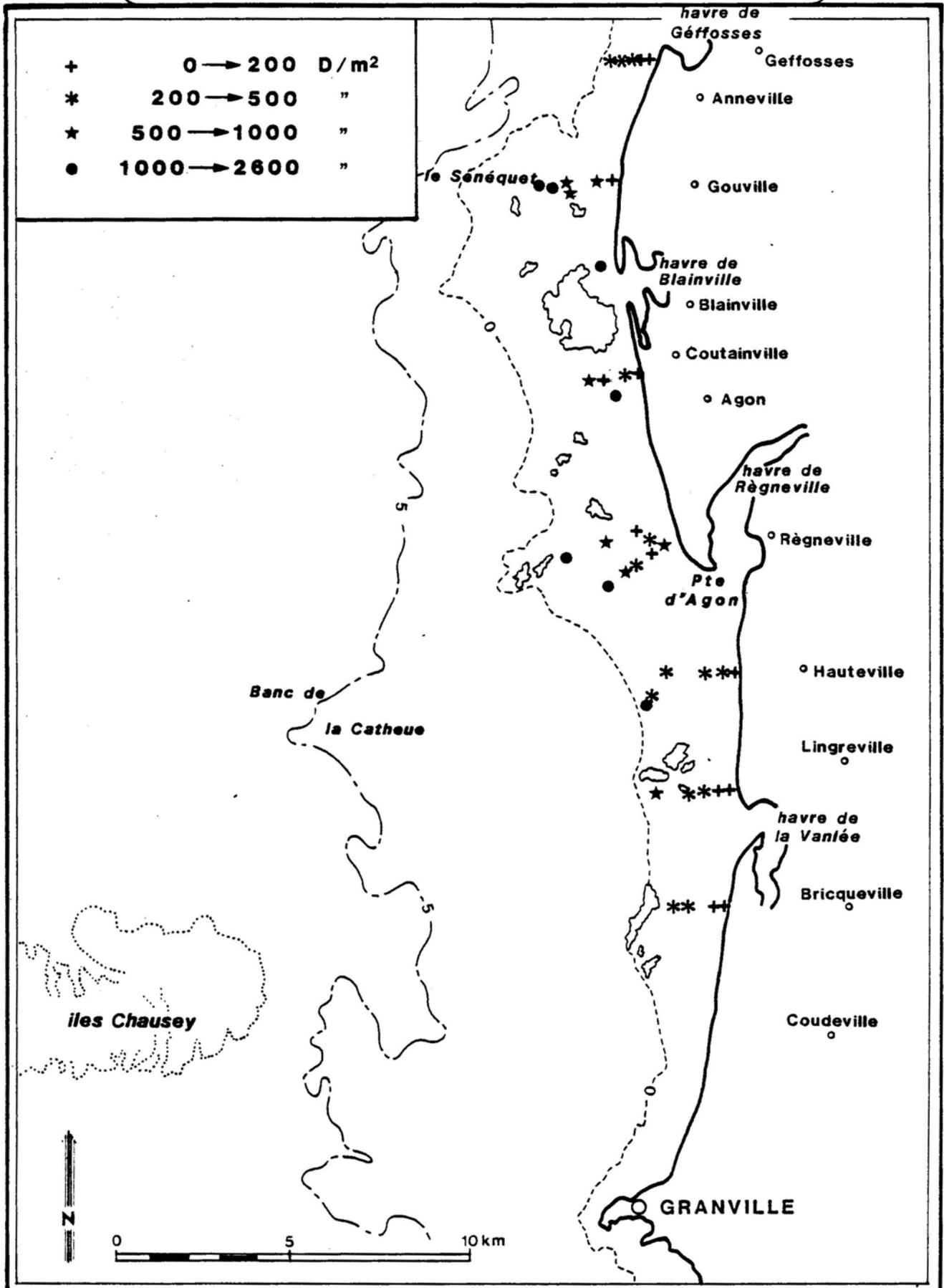
Annexe 7 - COTENTIN CENTRE

Diversité



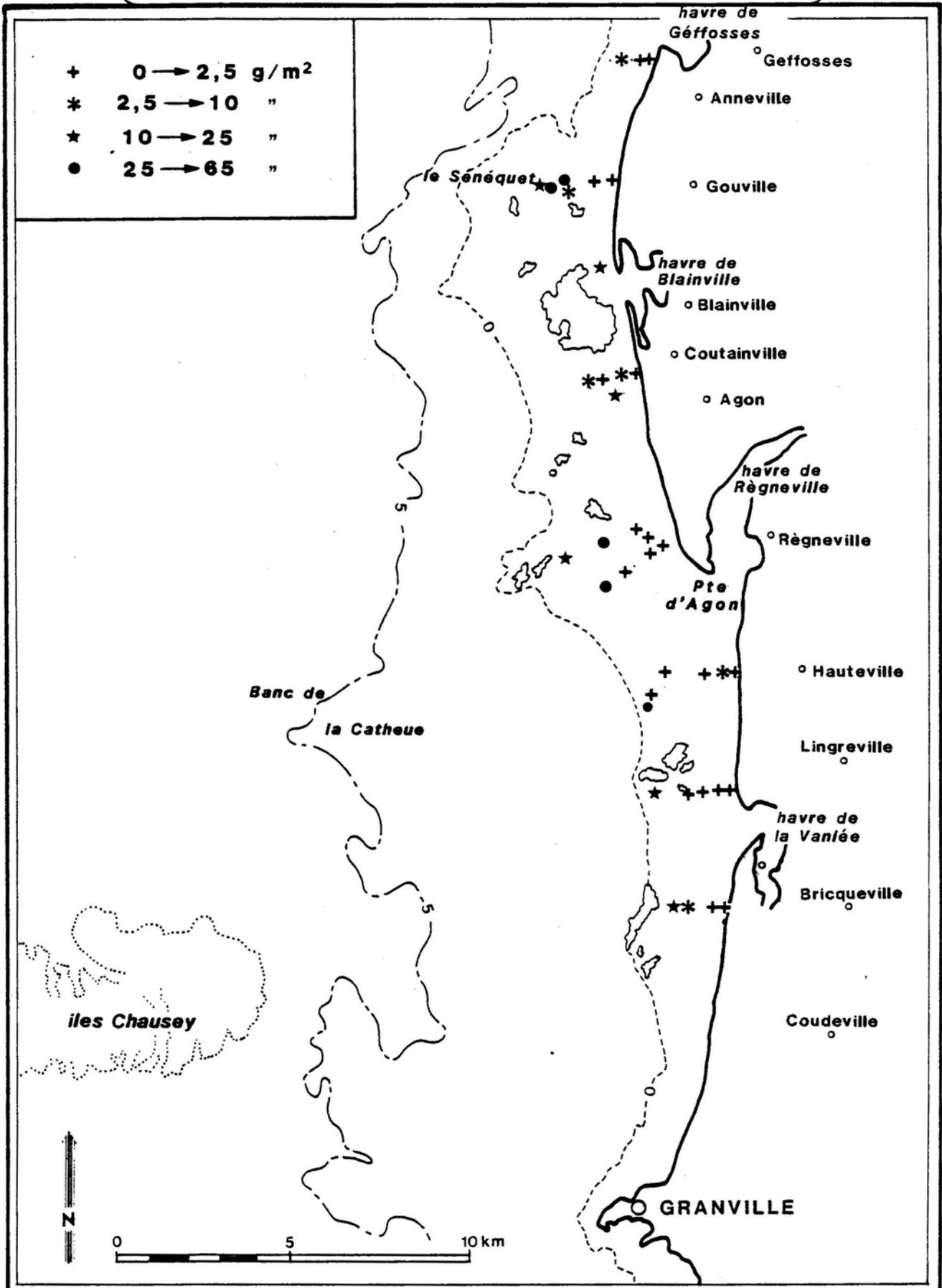
Annexe 8 - COTENTIN CENTRE

Densités



Annexe 9 - COTENTIN CENTRE

Biomasses



ANNEXE 10

Densité (individus/m²) des stations échantillonnées

1 *Abra alba*
2 *Acanthochitona discrepans*
3 *Acmea virginea*
4 *Acrocnida brachiata*
5 *Ammodites tobianus*
6 *Ampharete grubei*
7 *Amphilocheus spencebatei*
8 *Amphipholis squamata*
9 *Aonides oxycephala*
10 *Aora typica*
11 *Apseudes latreilli*
12 *Arca lactea*
13 *Arenicola marina*
14 *Orbinia latreilli*
15 *Aricidea* sp
16 *Astarte* sp
17 *Astarte triangularis*
18 *Cirriformia tentaculata*
19 *Autolytus ehbiensis*
20 *Balanus balanoides*
21 *Balanus crenatus*
22 *Bathyporeia elegans*
23 *Bathyporeia guillamsoniana*
24 *Bathyporeia pelagica*
25 *Bathyporeia pilosa*

26 *Bathyporeia sarsi*
27 *Bodotria arenosa*
28 *Bodotria scorpioides*
29 *Branchiomma vesiculosum*
30 *Callianassa laticauda*
31 *Calyptrea chinensis*
32 *Capitella capitata*
33 *Carcinus moenas*
34 *Cerastoderma edule*
35 *Parvicardium scabrum*
36 *Cheirocratus intermedius*
37 *Cirratulus ciratus*
38 *Clymene lumbricoïdes*
39 *Clymene oerstedii*
40 *Corophium arenarium*
41 *Corophium crassicorne*
42 *Crangon crangon*
43 *Crepidula fornicata*
44 *Cumopsis goodsiri*
45 *Dentalium vulgare*
46 *Dexamine spinosa*
47 *Protodorvillea kefersteini*
48 *Dorvillea neglecta*
49 *Elminius modestus*
50 *Ensis arcuatus*

51 *Ensis ensis*
52 *Eocuma dolfusi*
53 *Ephesia peripatus*
54 *Eteone longa*
55 *Eulalia sanguinea*
56 *Eurydice affinis*
57 *Eurydice pulchra*
58 *Eurysyllis brevipes*
59 *Exogone hebes*
60 *Gari depressa*
61 *Gastrosaccus spinifer*
62 *Gattyana cirrosa*
63 *Gibbula cineraria*
64 *Gibbula umbilicalis*
65 *Glycymeris glycymeris*
66 *Glycera convoluta*
67 *Glycera gigantea*
68 *Golfingia elongata*
69 *Golfingia vulgare*
70 *Goniadella bobretzkii*
71 *Guernea coalita*
72 *Harmothoë lunjmani*
73 *Harmothoë lunulata*
74 *Harmothoë sp A*
75 *Haustorius arenarius*

76 *Caulleriella alata*
77 *Caulleriella bioculatus*
78 *Caulleriella sp*
79 *Heteromastus filiformis*
80 *Idothea linearis*
81 *Kefersteina cirrata*
82 *Lanice conchilega*
83 *Laonice cirrata*
84 *Leiochone clypeata*
85 *Lepidochitona cinereus*
86 *Lepidopleurus cancellatus*
87 *Leptosynapta galliennei*
88 *Leptosynapta inherens*
89 *Leptocheirus hirsutimanus*
90 *Leptocheirus pectinatus*
91 *Leucothoë incisa*
92 *Limmoriidae ind.*
93 *Lucinoma borealis*
94 *Lumbriconereis latreilli*
95 *Lysianassa insperata*
96 *Lysidice ninetta*
97 *Macoma balthica*
98 *Macropodia rostrata*
99 *Syllidia armata*
100 *Magelona papillicornis*

101	<i>Liocarcinus arcuatus</i>	126	<i>Notomastus latericeus</i>
102	<i>Liocarcinus pusillus</i>	127	<i>Atylus falcatus</i>
103	<i>Mediomastus fragilis</i>	128	<i>Atylus swammerdami</i>
104	<i>Melita herjensis</i>	129	<i>Atylus vledomensis</i>
105	<i>Melita obtusata</i>	130	<i>Nucula</i> sp.
106	<i>Melita palmata</i>	131	<i>Ocenebra erinacea</i>
107	<i>Metaphoxus fultoni</i>	132	<i>Ophelia celtica</i>
108	<i>Microdeutopus versiculatus</i>	133	<i>Ophelia ratkei</i>
109	<i>Microphthalmus sczelkowi</i>	134	<i>Ophelia</i> st. A
110	<i>Modiolus adriaticus</i>	135	<i>Ophelia</i> sp. B
111	<i>Modiolus modiolus</i>	136	<i>Ophelia</i> sp. C
112	<i>Mysella bidentata</i>	137	<i>Ophelia</i> sp. D
113	<i>Mystides elongata</i>	138	<i>Ophiotrix fragilis</i>
114	<i>Mystides limbata</i>	139	<i>Gyptis poprinqua</i>
115	<i>Mytilus edulis</i>	140	<i>Eupagurus bernhardus</i>
116	<i>Nassarius reticulatus</i>	141	<i>Paraonis fulgens</i>
117	<i>Nematonereis unicornis</i>	142	<i>Pariambus typicus</i>
118	<i>Nephtys caeca</i>	143	<i>Periocoloides longimanus</i>
119	<i>Nephtys cirrosa</i>	144	<i>Perinereis cultrifera</i>
120	<i>Nephtys hombergii</i>	145	<i>Petaloproctus terricola</i>
121	<i>Nereis diversicolor</i>	146	<i>Phascolion strombi</i>
122	<i>Eunereis longissima</i>	147	<i>Pholoë minuta</i>
123	<i>Nerine cirratulus</i>	148	<i>Phyllodoce mucosa</i>
124	<i>Nerine foliosa</i>	149	<i>Pionosyllis prope-wesmani</i>
125	<i>Nicomache</i> sp	150	<i>Pirelmela dentaculata</i>

151	<i>Pista cristata</i>	176	<i>Sphaerosyllis bubosa</i>
152	<i>Pista maculata</i>	177	<i>Sphaerosyllis hystrix</i>
153	<i>Pista</i> sp.	178	<i>Spio filicornis</i>
154	<i>Polycarpa Fibrosa</i>	179	<i>Spiophanes bombyx</i>
155	<i>Poecilochaetus serpens</i>	180	<i>Spisula solida</i>
156	<i>Polydora antennata</i>	181	<i>Sthenelais boa</i>
157	<i>Pomatoceros lamarki</i>	182	<i>Streptosyllis bidentata</i>
158	<i>Pomatoceros triqueter</i>	183	<i>Streptosyllis varians</i>
159	<i>Pontocrates altamarinus</i>	184	<i>Streptosyllis wesbsteri</i>
160	<i>Pontocrates arenarius</i>	185	<i>Syllis armillaris</i>
161	<i>Portumnus latipes</i>	186	<i>Syllis cornuta</i>
162	<i>Processa edulis crassipes</i>	187	<i>Syllis gracilis</i>
163	<i>Pseudocuma</i> sp.	188	<i>Syllis hyalina</i>
164	<i>Pygospio elegans</i>	189	<i>Syllis</i> sp.
165	<i>Sabella pavonina</i>	190	<i>Synchelidium maculatum</i>
166	<i>Sabellaria spinulosa</i>	191	<i>Venerupis decussata</i>
167	<i>Saccocirus papillosus</i>	192	<i>Venerupis pullastra</i>
168	<i>Scoloplos armiger</i>	193	<i>Venerupis rhomboides</i>
169	<i>Scolelepis fuliginosa</i>	194	<i>Tellina pygmea</i>
170	<i>Scolelepis girardii</i>	195	<i>Terebellides stroemi</i>
171	<i>Sigalion mathildae</i>	196	<i>Thia scutellata</i>
172	<i>Siphonoecetes kroyeranus</i>	197	<i>Travisia forbesii</i>
173	<i>Solen marginatus</i>	198	<i>Trypanosyllis coeliaca</i>
174	<i>Sphaerodorum minutum</i>	199	<i>Unciola crenatipalma</i>
175	<i>Sphaeroma monodi</i>	200	<i>Upogebia deltaura</i>

- 201 *Urothoë brevicornis*
- 202 *Urothoë grimaldi*
- 203 *Urothoë marina*
- 204 *Venus ovata*
- 205 *Venus verrucosa*

186	2104	0001	0002	0003	0004	0005	0006	0007	0008	0009	0010	0011	0012	0013	0014	0015	0016	0017	0018	0019	0020
187	2	-	18	12	6	-	-	-	2	-	-	-	-	-	29	-	-	-	-	-	-
188	13	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
189	2	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
191	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
192	135	-	-	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
193	72	-	6	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
194	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
195	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
196	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
197	124	-	-	2	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
198	56	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
199	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
200	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
201	346	-	-	-	38	-	136	92	24	-	-	-	22	16	-	2	-	-	-	-	-
202	492	-	-	-	-	84	-	-	32	54	4	-	26	52	-	2	-	22	58	62	2
203	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
204	30	-	6	2	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
205	18	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-

54	0021	0022	0023	0024	0025	0026	0027	0028	0029	0030	0031	0032	0033	0034	0035	0036	0037	0038	0039	0040	
35																					
498																					
10																					
25																					
56																					
10																					
52																					
2																					
58																					
4																					
60																					
10																					
44																					
62																					
40																					
63																					
35																					
64																					
2																					
55																					
2																					
66																					
60																					
57																					
30																					
68																					
30																					
720																					
59																					
72																					
70																					
1188																					
71																					
2																					
72																					
26																					
73																					
142																					
74																					
18																					
75																					
22																					
76																					
230																					
77																					
222																					
78																					
2																					
79																					
8																					
80																					
2																					
81																					
56																					
82																					
2648																					
83																					
2																					
84																					
126																					
85																					
200																					
86																					
280																					
87																					
2																					
79																					
8																					
80																					
2																					
81																					
56																					
82																					
2648																					
83																					
2																					
84																					
126																					
85																					
200																					
86																					
280																					
87																					
2																					
88																					
30																					
89																					
16																					
90																					
4																					
91																					
8																					
92																					
4																					
93																					
14																					
94																					
82																					
95																					
12																					
96																					
2																					
97																					
8																					
98																					
2																					
99																					
10																					
100																					
16																					
101																					
4																					
102																					
2																					
103																					
2																					
104																					
102																					
105																					
8																					
106																					
2																					
107																					
2																					
108																					
2																					
109				</																	

186	0021	0022	0023	0024	0025	0026	0027	0028	0029	0030	0031	0032	0033	0034	0035	0036	0037	0038	0039	0040
2	-	152	275	13	10	-	-	-	-	-	373	-	128	173	443	170	36	12	58	82
187	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	2	-	-	-	-	-	-
188	-	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
189	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-
190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
191	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68	12	12	-	-	6	-	-	-
192	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	12	34	2	6	2	-	-	4	-
193	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
194	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
195	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
196	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
197	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	62	-	-
198	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	2	-	-	-	-
199	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
201	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
202	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	5	-	-
203	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
204	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
205	-	-	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	4	2	2	2	-	-	-	-	-

GRP-STN GRP-ESP		SYSTEME CUVEF									SYSTEME SEMI-AEFITE								
		G01	G02	G03	G04	G05	G06	G07	G08	G09	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	
P C L Y C H E T E S	Errants	1	1	1	-	1	-	2	2	1	1	36	28	16	40	160	10	6	39
		2	3	2	1	2	-	-	4	2	2	2	2	332	44	4	4	6	36
		3	-	-	2	1	-	-	1	1	1	8	14	-	2	-	2	-	6
		4	-	1	7	2	-	11	125	59	27	221	75	2	99	-	-	6	111
		5	-	1	-	1	1	-	3	2	1	9	6	2	2	20	-	-	6
		6	51	53	26	48	1	31	29	20	36	27	18	120	49	8	2	22	35
		7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1
		8	1	1	-	1	-	3	1	1	1	6	2	6	1	16	14	4	6
		9	1	1	6	2	-	29	79	41	19	110	41	-	11	-	-	2	45
		10	-	-	-	-	-	1	31	14	7	111	69	2	28	32	8	4	57
	Sédentaires	11	4	4	-	3	5	-	-	2	3	-	-	-	-	-	-	2	1
		12	46	22	2	28	20	1	3	9	20	18	14	36	12	8	8	38	17
		13	2	1	-	1	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
		14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	1
		15	1	-	-	1	-	1	-	1	1	30	107	30	24	436	98	2	69
		16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	1
		17	3	1	-	2	-	-	-	-	1	1	2	2	28	-	8	2	9
		18	-	2	-	1	-	8	21	11	6	38	69	44	77	328	-	32	70
		19	6	3	2	4	4	-	-	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	1	-	1	1	10	15	2	21	52	10	86	21
		21	-	-	1	1	125	41	18	61	27	2	1	-	2	-	-	-	1
		22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	30	-	2	8	9
		23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	5	864	444	-	-	-	178
		24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5	-	1	-	2	-	2
		25	-	-	-	-	-	1	2	1	1	14	50	2	2	-	2	-	12
Archiannélides		26	-	-	-	1	-	20	10	5	-	-	-	-	-	-	-	-	
Siunculides		27	-	-	-	-	-	1	1	1	21	50	-	33	544	6	-	59	
MOLLUSQUES	Divers	28	-	-	-	-	1	-	1	1	68	37	-	5	44	4	4	32	
		29	-	-	-	-	5	-	1	1	19	42	4	34	36	36	4	27	
	Bivalves	30	-	-	-	-	1	49	23	10	30	5	2	8	60	6	2	18	
		31	-	1	-	1	-	-	-	1	2	-	-	2	4	-	2	2	
		32	-	-	-	-	-	7	1	2	1	7	29	-	14	84	10	2	17
		33	-	-	-	-	-	2	4	2	1	227	12	2	21	136	-	-	92
		34	3	2	-	2	-	-	-	-	1	2	3	-	3	12	-	-	3
		35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	-	-	-	-	2
	Péracarides		36	-	1	-	1	-	27	13	6	245	-	-	-	-	-	-	82
	C R U S T A C E S	Péracarides	37	1	3	-	2	1	6	-	2	-	1	-	-	4	-	-	1
38			12	22	13	18	-	-	-	10	2	2	4	-	-	-	-	2	
39			-	-	-	-	1	-	-	1	1	2	-	-	8	-	-	3	
40			2	1	-	2	10	-	14	10	5	7	2	2	1	-	-	-	3
41			76	126	6	91	15	28	2	12	56	2	-	64	-	-	-	-	5
42			13	4	7	7	10	-	1	4	6	20	53	14	4	8	8	-	17
43		-	1	4	1	-	5	-	1	1	4	1	-	4	4	2	2	3	
44		-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	-	3	12	-	-	3	
45		2	2	-	2	-	-	1	1	1	2	1	-	3	4	4	-	2	
Divers	46	1	-	-	1	-	-	-	1	4	2	-	-	12	-	-	3		
	47	-	-	-	-	-	-	1	1	3	4	2	4	-	-	-	3		
	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	1		
	49	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL		222	248	77	214	190	185	428	297	251	1310	777	1558	1054	2028	245	236	1093	

Annexe 11 - Cotentin Centre : Densité (m²) des principaux groupes d'espèces par groupe de stations

GRP-STN GRP-ESP		SYSTEME COUVERT									SYSTEME SEMI-ABRITE								
		G01	G02	G03	G04	G05	G06	G07	G08	G09	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	
POLYCHETES	Errants	1	0.4	0.2	-	0.3	-	1.1	0.3	0.3	0.3	2.7	3.6	1.0	3.7	7.9	4.1	2.5	3.6
		2	1.1	0.5	1.3	0.7	-	-	0.7	0.5	0.6	0.2	0.3	21.3	4.2	0.2	1.6	2.5	3.3
		3	-	-	2.6	0.1	-	-	0.2	0.1	0.1	0.6	1.8	-	0.2	-	0.8	-	0.5
		4	-	0.3	9.1	0.7	-	5.9	29.2	19.8	10.6	16.8	9.7	0.1	9.4	-	-	2.5	10.1
		5	-	0.1	-	0.1	0.3	-	0.6	0.4	0.3	0.6	0.8	0.1	0.1	1.0	-	-	0.5
		6	22.8	21.2	33.8	22.5	0.5	16.8	6.7	6.4	14.1	2.0	2.3	7.7	4.6	0.4	0.8	9.3	3.1
		7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-
		8	0.4	0.1	-	0.2	-	1.6	0.1	0.2	0.2	0.5	0.3	0.4	-	0.8	5.7	1.7	0.5
		9	0.2	0.1	7.8	0.5	-	15.7	18.3	13.8	7.4	8.3	5.3	-	1.0	-	-	0.8	4.1
		10	-	-	-	-	-	0.5	7.1	4.7	2.5	6.5	8.9	0.1	2.7	1.6	3.3	1.7	5.2
POLYCHETES	Sédentaires	11	1.4	1.5	-	1.4	2.4	-	0.6	1.0	-	-	-	-	-	-	-	0.8	
		12	20.6	8.9	2.6	12.9	10.6	0.5	0.7	2.9	7.7	1.3	1.8	2.3	1.1	0.4	3.3	16.1	1.5
		13	0.7	0.3	-	0.5	0.3	-	-	0.1	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-
		14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	0.1
		15	0.4	-	-	0.1	-	0.5	-	0.1	0.1	2.3	13.8	1.9	2.3	21.5	39.8	0.8	6.2
		16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-
		17	1.3	0.3	-	0.7	-	-	-	-	0.3	-	0.3	0.1	2.7	-	3.3	0.8	0.8
		18	-	0.6	-	0.3	-	4.3	4.8	3.6	2.0	2.8	8.9	2.8	7.3	16.2	-	13.6	6.3
		19	2.4	1.2	2.6	1.7	1.8	-	-	0.4	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	0.5	-	0.1	-	0.8	1.9	0.1	2.0	2.6	4.1	36.4	1.9
		21	-	-	1.3	0.1	65.7	22.2	4.0	20.4	10.7	0.1	0.1	-	0.1	-	-	-	0.1
		22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	2.8	-	0.8	3.4	0.8
		23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.6	55.5	42.1	-	-	-	16.3
		24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6	-	-	-	0.8	-	0.1
		25	-	-	-	-	-	0.5	0.3	0.2	0.1	1.0	6.4	0.1	0.1	-	0.8	-	1.1
MOLLUSQUES	Archiannelides	26	-	-	-	0.3	-	4.7	3.1	1.6	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Sipunculides	27	-	-	-	-	-	0.1	0.1	-	1.6	6.4	-	3.1	25.8	2.4	-	5.4	
	Divers	28	-	-	-	-	0.5	-	0.1	-	5.1	4.8	-	0.4	2.2	1.6	1.7	2.9	
		29	-	-	-	-	2.7	-	0.3	0.2	1.4	5.4	0.3	3.2	1.8	14.6	1.7	2.4	
	Bivalves	30	-	-	-	-	0.5	11.3	7.5	3.9	2.3	0.6	0.1	0.7	3.0	2.4	0.8	1.6	
		31	-	0.3	-	0.2	-	-	-	0.1	0.2	-	-	0.1	0.2	-	0.8	0.1	
		32	-	-	-	-	-	3.8	0.1	0.5	0.3	0.5	3.7	-	1.3	4.1	4.1	0.8	1.5
		33	-	-	-	-	-	1.1	0.8	0.7	0.4	17.3	1.5	0.1	2.0	6.7	-	-	8.4
		34	1.1	0.5	-	0.7	-	-	-	-	0.3	0.2	0.4	-	0.2	0.6	-	-	0.2
		35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	0.3	-	-	-	-	0.1
CRUSTACEES	Férecarides	36	-	0.1	-	0.1	-	6.3	4.1	2.2	18.7	-	-	-	-	-	-	7.5	
		37	0.4	1.2	-	0.8	0.3	3.2	-	0.4	0.6	-	0.1	-	0.2	-	-	-	
		38	5.4	8.9	16.9	8.0	-	-	-	-	3.8	0.1	0.3	0.3	-	-	-	-	0.1
		39	-	-	-	-	0.3	-	-	0.1	-	0.1	-	-	0.8	-	-	-	0.2
		40	0.9	0.3	-	0.5	5.0	-	3.1	3.2	1.9	0.5	0.3	0.1	-	-	-	-	0.3
		41	34.2	50.7	7.8	42.4	7.7	15.1	0.4	3.7	22.2	0.1	-	4.1	-	-	-	-	0.4
		42	5.6	1.3	9.1	3.3	5.0	-	0.1	1.2	2.2	1.5	6.8	0.9	0.4	0.4	3.3	-	1.5
	Divers	43	-	0.3	5.2	0.5	-	2.7	-	0.3	0.4	0.2	0.1	-	0.3	0.2	0.8	0.8	0.2
		44	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.1	-	0.2	0.6	-	-	-	0.2
		45	0.7	0.8	-	0.7	-	-	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	-	0.2	0.2	1.6	-	0.2
		46	0.2	-	-	0.1	-	-	-	-	-	0.2	0.3	-	-	0.6	-	-	0.2
		47	-	-	-	-	-	-	0.1	0.1	-	0.2	0.5	0.1	0.3	-	-	-	0.2
		48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6	-	-	-	-	-	0.1
		49	-	0.1	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Annexe 12 - Cotentin Centre : Pourcentage numérique des principaux groupes d'espèces par groupe de stations

S Y S T E M E	D U V E R T	P L A G E S	B A N C S S A B L E U X	S T A T I O N	P O L Y C H E T E S				M O L L U S Q U E S				C R U S T A C E S				D I V E R S		TOTAL			
					Errants	Sédén. taires	Total	%	Bivalves	Mollusques	Total	%	Pérocariées	Crustacés	Total	%		%	g/m ²			
S Y S T E M E D U V E R T	P L A G E S	Plages de sables	B A N C S S A B L E U X	16	0,39	0,03	0,32	69,6						0,14		0,14	30,4			0,46		
				20	0,28	0,11	0,33	52,7								0,01	0,34	0,28	47,3			0,74
				17	1,09	0,69	1,70	55,6								0,04	0,02	0,12	6,1	0,17	8,4	1,82
				15	2,16	0,60	2,76	96,5	0,01		0,01	0,3	0,05	0,02	0,07	24	0,01	0,03				2,86
				18	1,51	0,10	1,61	94,1	0,02		0,06	3,5	0,03		0,03	1,7	0,01	0,6				1,74
		10		0,32	1,46	1,78	35,7									0,02	0,02	0,06	4,3			1,62
		5		0,55	1,93	2,51	58,5	1,07		1,07	29,2	0,04	0,04	0,06	2,3							3,88
		9		0,54	0,90	1,44	62,2	0,13		0,13	5,6	0,05	0,05	0,74	32,2							2,71
		6		0,42	0,44	0,86	78,3									0,17		0,17	15,6	0,05	4,6	1,63
		7		0,77	0,74	1,50	87,7									0,12	0,09	0,21	12,3			1,74
		12		0,22	1,05	1,67	67	0,01		0,01	0,3					0,10	0,14	0,24	12,7			1,55
		13		0,44	1,55	2,03	95,5									0,08		0,08	3,9	0,01	0,5	2,13
		23		0,25	0,58	0,81	99,2									ε	ε	0,01	0,2	0,01	0,2	0,85
		27		0,09	0,11	0,20	66,2									0,01		0,01	2	0,01	2	0,21
		30		0,03	0,03	0,06	91,1									0,01		0,01	7,1	-	-	0,07
		21			0,40	0,40	94,3									0,01	0,01	0,02	3,9	0,01	1,7	0,43
		11		0,02	1,23	1,25	97,7									0,02		0,02	1,3	0,01	1,2	1,22
		15			0,90	0,90	95,9									0,01		0,01	0,5	0,01	0,5	0,91
		4		0,20	0,49	0,69	46,3	0,36	0,39	0,74	50					0,05		0,05	3,4			1,43
		36		0,10	0,76	0,85	94,5		0,03	0,02	2,2					0,01	0,02	0,03	3,3			0,67
		25		0,07		0,07	63,2									0,02	0,02	0,04	36,4			0,11
		1		0,11	0,35	0,46	40	0,55		0,55	45,9					0,01	0,02	0,03	2,6	0,12	10,4	1,15
		24		0,39	0,92	1,31	38	1,55		1,55	45					0,01	0,07	0,08	16,9			3,44
		22		0,33	0,74	1,07	86,7	0,03		0,03	2,1					0,01	0,03	0,04	3,1	0,10	8,1	1,23
		31		0,16	0,23	0,44	43,3	0,53		0,53	56,5					ε	ε	0,01	0,2			0,81
25	0,50	0,31	1,51	3,8	47,70	0,05	47,75	35,5	0,34	0,33	3,07	0,1	0,23	0,5	48,55				48,55			
36	0,26	0,53	0,79	8,5	6,22	0,01	6,23	29,9	0,02	ε	0,02	0,2	0,12	1,3	9,45				9,45			
2	0,25	0,09	0,34	3	10,38	0,19	10,55	95,1	ε	ε	0,01	0,1	0,20	1,8	11,43				11,43			
35	0,56	0,25	0,51	4,5	14,03	0,01	14,04	94	0,02	1,73	1,75	10,5	0,11	0,7	16,77				16,77			
36	0,45	0,99	1,44	35,6	1,52	0,11	1,63	40,2	0,04	0,39	0,43	10,6	0,55	13,6	4,02				4,02			
33	1,06	1,40	2,46	6,7	26,49	1,16	27,65	75,2	0,07	0,65	0,12	0,3	6,55	17,8	56,37				56,37			
14	0,43	4,25	4,68	21,2	6,82	5,65	14,34	24,9	ε	0,15	0,7	2,52	13,2	23,75					23,75			
8	3,35	29,75	33,13	24	3,52	0,50	4,42	11,3	0,07	0,07	0,2	1,73	4,5	35,47					35,47			
37	1,72	18,43	20,25	34,5	2,07	0,47	2,54	10,6	ε	0,25	0,25	1	0,94	3,9	23,46				23,46			
40	1,04	5,82	6,86	26,6					ε	0,01	0,01	0,1	0,24	3,4	7,17				7,17			
34	1,09	12,59	13,67	22,6	4,96	0,95	5,92	27,1	ε	0,07	0,07	0,3	2,17	9,9	21,83				21,83			
3	1,11	13,72	14,83	34,3	15,63	2,50	15,55	43,9	0,03	0,63	0,72	1,7	0,14	21,1	43,23				43,23			
32	1,66	11,62	13,30	21	24,27	1,56	26,25	41,5	ε	0,45	0,45	0,8	23,24	36,5	63,79				63,79			
29	0,37	0,61	0,98	6,9	4,03	5,58	9,61	57,3	0,01	2,34	2,35	12,5	1,34	9,4	14,77				14,77			
26	0,12	0,72	0,84	33,4	1,32	0,01	1,33	52,7		0,31	0,31	12,5	0,03	1,3	2,31				2,31			

Annexe 13 - Cotentin Centre : Biomasse (g/m²) et pourcentage pondéral des principaux groupes d'espèces par station

	POLYCHETES				MOLLUSQUES				CRUSTACES				DIVEFS		TOTAL
	Errants	Sédentaires	Total	%	Bivalves	Autres	Total	%	Pérecarides	Autres	Total	%		%	g/m ²
Plages de sablons	1,07	0,31	1,38	87,7	0,01		0,01	0,2	0,05	0,09	0,14	2,8	0,04	0,8	1,55
Plages de sables fins	0,52	1,16	1,68	80	0,17		0,17	8,1	0,08	0,15	0,23	11	0,01	0,5	2,10
Plages de sables moyens et graveleux	0,17	0,34	0,51	98,1					ε	ε	0,01	1,9	0,01	1,9	0,52
PLAGES	0,67	0,74	1,40	83,3	0,09		0,09	5,4	0,06	0,10	0,17	10,1	0,02	1,2	1,68
Bancs de moyens à hauts niveaux Sables fins à moyens	0,01	0,64	0,65	97					0,01	ε	0,02	3	0,01	1,5	0,67
Bancs de moyens à bas niveaux Sables moyens	0,15	0,63	0,78	65	0,18	0,20	0,38	31,7	0,03	0,01	0,04	3,3			1,20
Bancs de moyens à bas niveaux Sédiments hétérogènes graveleux	0,22	0,45	0,66	48,2	0,53		0,53	38,7	0,01	0,13	0,14	10,2	0,04	2,9	1,37
BANCS SABLEUX	0,13	0,55	0,68	62,4	0,27	0,04	0,31	28,4	0,01	0,06	0,08	7,3	0,02	1,8	1,09
SYSTEME OUVERT	0,43	0,66	1,08	76,1	0,17	0,02	0,19	13,4	0,04	0,09	0,13	9,1	0,02	1,4	1,42
Sédiments hétérogènes grossiers Faciès à Spisules	0,48	0,55	1,04	5,7	16,37	0,07	16,44	90,4	0,02	0,43	0,46	2,5	0,24	1,3	18,18
Sédiments caillouto-graveleux	0,75	2,83	3,57	12,1	17,6	3,4	21	71,4	0,04	0,10	0,14	0,5	4,74	16,1	29,43
Sables fins à Lanices	3,35	29,75	33,10	84	3,88	0,60	4,48	11,3	0,07		0,07	0,2	1,79	4,5	39,41
Sédiments hétérogènes à Lanices	1,26	12,65	13,91	57,8	5,68	1,06	6,76	28,1	0,01	0,26	0,26	1,1	3,12	13	24,05
Sédiments hétérogènes vaseux à Zostères	1,68	11,62	13,30	21	24,97	1,28	26,25	41,5	ε	0,49	0,49	0,8	23,24	36,8	63,28
Sables moyens à Zostères Faciès d'appauvrissement	0,37	0,61	0,98	6,9	4,03	5,58	9,61	67,3	0,01	2,34	2,35	16,5	1,34	9,4	14,27
Sédiments fins réduits	0,12	0,72	0,84	33,4	1,32	0,01	1,33	52,7		0,31	0,31	12,5	0,03	1,3	2,51
SYSTEME SEMI ABRITE	0,96	6,78	7,74	31,8	11,59	1,27	12,86	52,8	0,01	0,44	0,45	1,8	3,30	13,5	24,36

Annexe 14 - Cotentin Centre : Biomasse (g/m²) et pourcentage pondéral des principaux groupes d'espèces par groupe de stations