

laboratoire de géomorphologie  
de l'école pratique des hautes  
études  
Naturalia et Biologia

CARTOGRAPHIE DES FONDS SEDIMENTAIRES  
LITTORAUX - PROJET DE LEGENDE -

par Yves - F. THOMAS  
contrat CNEXO 71/360

Centre National pour  
l'Exploitation des  
Océans - 1972

## INTRODUCTION

Le Centre National pour l'Exploitation des Océans, soucieux de promouvoir une exploitation rationnelle des richesses océaniques se propose de réaliser, en collaboration avec divers laboratoires universitaires, un inventaire cartographique des données relatives au lit sédimentaire littoral, à ses formes et à son évolution.

Cette cartographie tendra donc à mettre en relief :

- les formations sédimentaires littorales et leur évolution par engraissement ou amaigrissement ;
- les formes en matériel meuble et leur transformation par aggradation ou dégradation.

Ce premier projet de légende comprend une discussion de chacun des thèmes suivants :

- inventaire des formations
- inventaire des formes
- études des bilans sédimentaires.

Avant toute chose, il convient cependant de définir ce que nous entendons par littoral.

## ESSAI DE DEFINITION.

A partir du moment où l'on aborde la notion de milieu littoral, on se heurte à des problèmes de définition de ce domaine.

Nous nous proposons dans les pages qui viennent de réaliser un inventaire des significations successives données à ce terme, tant en sédimentologie qu'en géomorphologie.

## ETYMOLOGIE DU TERME LITTORAL

### Premier emploi du terme.

O. BLOCH et W. Von WARTBURG signalent l'emploi de littoral comme adjectif dès 1793, cependant, selon A. DAUZAT cet emploi ne remonterait qu'à 1803 ; les mêmes auteurs donnent respectivement 1824 et 1842 pour l'apparition du substantif.

### Etymologie.

Ce mot est emprunté au latin "littoralis" ou mieux, "litoralis", venant de "litus, -oris", rivage.

### Termes dérivés.

De littoral, -ale, -aux, on a tiré :

- en botanique : littorelle, en 1789
- en zoologie : littorine, au XIX<sup>e</sup> siècle.

### Synonymes.

Le principal terme employé pour synonyme de littoral est incontestablement celui de rivage (1) (A. Dauzat, O. Bloch et W. Von Wartburg, P. Robert...)

---

(1) rivage, rive.

du latin "ripa", au Moyen-Age, rive désigne le bord de la mer. Rivage est employé dès 1200 dans le même sens.

Cependant, bien d'autres termes sont employés comme voisins de littoral, ainsi :

- berges (1)
- côtes (2)
- bord ou bordure de mer (3)

## DEFINITIONS DU TERME LITTORAL

Littoral est de loin un des termes les plus employés pour désigner la notion de contact entre la terre et la mer, mais c'est aussi un des termes les moins précis.

Le langage populaire emploie ce mot dans de très nombreuses expressions comme :

- plante littorale
- poisson littoral
- formation littorale
- montagne littorale

...

expressions par lesquelles il apparaît que l'acception du terme littoral est relative à ce qui appartient au bord de la mer, à ce qui vit et croît près du rivage, ou dans les eaux du bord de mer.

L'Université, quant à elle, a senti la nécessité de donner une image plus rigoureuse du paysage littoral. Cependant, au plan de la définition de ce dernier, l'unanimité n'a guère pu se faire, comme en témoigne les divers emprunts à la littérature océanographique, cités ci-dessous.

En effet, tant dans le domaine de la sédimentologie, de la géomorphologie, que dans ceux de la biologie ou de l'hydrologie, le sens accordé au terme littoral semble refléter la même disparité que celle qui existe dans le langage populaire.

-----  
(1) berges :

employé pour la première fois en 1398. Est peut-être tiré du latin populaire "barica", d'origine celtique que l'on restitue d'après le gallois "bargod" qui signifie bord.

(2) côte :

du latin "costa", flanc, côté. Le sens de pente d'une colline est connu depuis 1150. L'expression "côte de la mer" est déjà employée au XII<sup>e</sup> siècle, l'adjectif côtier, depuis 1539.

(3) bord :

du francisque "bord" - bord d'un vaisseau-, on le note comme terme de marine dès 1643

### Sédimentologie.

Certains auteurs limitent le sens de l'expression "sédiments littoraux" en ne l'appliquant qu'aux sédiments les plus caractéristiques de l'estran :

" ... le littoral, zone parfois couverte par les vagues de tempête dans la Méditerranée ou les autres mers sans marée, territoire qui se découvre parfois très loin sur le bord des océans, par suite de l'exagération de la marée." (J. BOURCART, 1953).

Pour d'autres, la démarche la plus fréquente consiste à distinguer parmi les sédiments marins deux catégories :

- les formations que l'on rencontre le long du littoral, en donnant à ce terme une acception large (A. CAILLEUX, 1969) :

" En allant des rivages vers le large, on trouve des dépôts littoraux de 0 à 200 mètres ...."

- les dépôts des mers profondes .

Notons, à ce sujet les expressions les plus fréquentes en langue française :

|                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| dépôts littoraux         | dépôts des mers profondes |
| dépôts néritiques        | dépôts océaniques         |
| faciès marin peu profond | faciès marin profond      |

Une telle démarche peut être précisée en se référant à la classification de KUENEN , lequel distingue :

| type de sédiment | profondeur habituelle | étage    | province  |
|------------------|-----------------------|----------|-----------|
| littoral         | inf. ou = à 100 m     | littoral | néritique |
| hémipélagique    | 100 - 2 500 m         | bathyal  | océanique |
| eupélagique      | sup. ou = à 2 500 m   | abyssal  |           |

### Nature des sédiments littoraux :

Les sédiments littoraux sont caractérisés par une prédominance des constituants d'origine terrigène (apports fluviaux, éoliens, voire glaciaires), une certaine proportion de particules organiques, Enfin, nous noterons que les processus physico-chimiques ne sont pas absents. Leur profondeur, habituellement supérieure ou égale à 100 mètres, est souvent limitée, arbitrairement d'ailleurs, à la bordure du plateau continental.

### Géomorphologie.

Si les géomorphologues définissent souvent :

"la zone littorale comme celle comprise entre les plus hautes et les plus basses mers, c'est à dire proprement l'estran." (d'après Ph. KUENEN, in A. GUILCHER, 1954).

Avec E. DE MARTONNE (1948), on peut admettre que :

"... le domaine des formes littorales n'est pas seulement la ligne idéale qui sépare sur les atlas et les cartes à petite échelle, la terre ferme de la mer. Cette ligne devient, sur les cartes marines et les cartes topographiques à grande échelle une zone, plus ou moins large suivant l'amplitude de la marée qui peut embrasser, dans les cas extrêmes, jusqu'à 15 km de large, avec une dénivellation de 15 m. Sur le terrain, il apparait clairement que le domaine littoral comprend tout ce qui, soit au dessous, soit au dessus du niveau moyen des eaux, est soumis à l'action des forces responsables du tracé de la côte et de ses changements : falaises plus ou moins hautes plages, flèches de sables et de galets. La ligne de rivage est déterminée par le relief particulier de la zone littorale; son allure actuelle, son évolution passée et future seraient inintelligibles, si nous ne considérions le profil de la zone côtière, et même, plus exactement, le relief de cette zone."

Avec A. GUILCHER, (1954), on parvient à cette définition du littoral :

"... la zone influencée par les forces littorales est un peu plus étendue que l'estran dans le sens vertical, puisqu'elle comprend aussi les falaises, et une partie des fonds toujours immergés dont l'extension est matière à discussion."

F. DOUMENGE (in Géographie des mers, 1965) va dans le même sens et complète l'avis précédent :

"... la dynamique océanique contribue à édifier des formes littorales en fonction de la nature du socle continental et des apports de sédiments."

F. OTTMANN admet de son côté :

"... que la plage sous-marine se termine à une profondeur égale à la demi longueur d'onde des houles de beau temps. "

A la suite de ces auteurs, nous avons été conduit à définir comme partie intégrante du système littoral l'ensemble des unités géomorphologiques :

- plage sous marine ;
- estran ;
- dune ;
- et falaise ,

qui , du point de vue sédimentologique, interagissent mutuellement.

## LA DESCRIPTION DES FORMATIONS SEDIMENTAIRES

Avant même de proposer une légende descriptive des formations sédimentaires, il convient de rappeler les bases de la classification dimensionnelle des sédiments meubles.

### I. LES CLASSIFICATIONS DES SEDIMENTS.

Après une étude de 34 systèmes de nomenclature de la granulométrie des galets - sables et limons proposées depuis la fin du siècle passé (1890) par des chercheurs appartenant à diverses disciplines :

- géologie
- agronomie
- travaux publics,

A. CAILLEUX (1954) constate que 90 % des termes proposés sont empruntés à la langue populaire, que les limites proposées s'ordonnent, de façon générale, en progression géométrique et que certaines limites et que certaines limites paraissent recueillir une large audience :

|          |            |
|----------|------------|
| gravette | 2mm        |
| sables   | 20 $\mu$ m |
| limons   | 2 $\mu$ m  |
| argiles  |            |

Une étude de W.F. TANNER (1969) montre que les limites dimensionnelles les plus fréquemment utilisées pour ces mêmes classes, sont respectivement, en millimètres :

2 ; 0,05 - 0,0625 - 0,074 ; et 0,002 - 0,0039 - 0,005.

Dans un cas comme dans l'autre, ces limites dimensionnelles mettent en évidence les grands ensembles caractérisés par des comportements mécaniques et physiques différents comme l'a montré J. BOURCART.



### 1. Les rudites (2 mm et davantage)

Ce sont des éléments formés de débris de roches et non de minéraux; ces éléments sont regroupés dans la classification de J. BOURCART sous le terme de "ballast" qui comprend :

|           |             |
|-----------|-------------|
| granules  | de 2 à 5 mm |
| gravettes | 5 à 10 mm   |
| gravier.  | 10 à 25 mm  |
| galets    | 25 à 500 mm |

Ces éléments sont transportés par des courants d'eau, voire d'air, principalement par roulage.

Les rudites présentent un certain nombre de caractères particuliers :

- adhésion impossible entre les éléments ;
- masse individuelle importante par rapport à la masse moyenne des éléments formant les aspérités des pentes ;
- indice de plasticité nul.

### 2. Les arénites (50 $\mu$ m à 2mm)

Ce sont des minéraux isolés (on n'envisage pas ici le cas des formations cimentées par diagénèse) , essentiellement du quartz, mais aussi des micas, de la calcite et des feldspaths. Ces éléments sont regroupés dans la classification de J. BOURCART sous le terme de "sables"

Le transport des arénites se fait essentiellement par roulage et sautiation. Ces dernières possèdent certains caractères propres :

- adhésion à sec nulle, mais possible par l'eau hygroscopique ;
- masse individuelle faible par rapport à la masse moyenne des aspérités des pentes
- indice de plasticité faible.

### 3. Les pélites (inférieur à 50 $\mu$ m)

Nous regroupons ici sous le titre de pélites des minéraux divers : quartz, calcaire et phyllites argileux de taille inférieure à 50  $\mu$ m, ce essentiellement pour des raisons dynamiques, car, comme le souligne R. BONNEFILLE : " leurs caractéristiques sont beaucoup trop influencées par les propriétés physico-chimiques de l'eau et de façon trop mal connue à l'heure actuelle pour tenter une interprétation physico-mathématique des lois régissant leur mouvement".

En effet, la limite de 50  $\mu\text{m}$  peut en première approximation constituer la limite entre les matériaux non cohésifs ( $>50\mu\text{m}$ ) et cohésifs ( $<50\mu\text{m}$ ).

Les pélites sont essentiellement transportées par suspension. Citons parmi leurs caractères propres :

- adhésion à sec notable , importante par l'eau hygroscopique : formation de boues rigides, thixotropiques ;
- indice de plasticité important ;
- grand pouvoir adsorbant vis à vis des molécules et des ions.

A. CAILLEUX préconise la classification la plus citée, qui se trouve être également celle d' ATTERBERG :

| taille en mm |                   |
|--------------|-------------------|
| 200          | blocs             |
| 20           | galets - cailloux |
| 2            | gravette          |
| 0,2          | sable             |
| 0,02         | sablon            |
| 0,002        | limon-<br>argile  |

Cette dernière classification, bien que d'une structure harmonieuse, offre l'inconvénient de ne pas présenter de limite à 50  $\mu\text{m}$  permettant de séparer les sédiments non cohésifs des sédiments cohésifs.

Aussi préférerons nous la classification proposée par P. HOMMERIL (1967) à laquelle nous avons apporté une modification de détail (1)

|       |    |
|-------|----|
| 200   | mm |
| 20    | mm |
| 6,31  | mm |
| 2     | mm |
| 0,63  | mm |
| 0,2   | mm |
| 0,063 | mm |
| 0,020 | mm |
| 0,002 | mm |

---

(1) nous proposons de remplacer la limite 240 mm citée par P. HOMMERIL par la limite 200 mm.

## II. LES CARTES SEDIMENTOLOGIQUES.

En préliminaire à la confection d'une légende pour les cartes sédimentologiques, nous proposons un inventaire succinct des différents types de cartes ayant fait l'objet de publications tant en France qu'à l'étranger.

Il apparaît dans l'ensemble des documents consultés, deux types de représentations graphiques :

- les cartogrammes ou graphiques (colonnes, étoiles, roses, flux...) présentés sur des cartes qui ne jouent qu'un simple rôle de repérage ;
- les cartes, au sens strict du terme.

ooOoo

La classification succincte des cartes que nous proposons repose essentiellement sur deux critères :

- nature du document cartographique
- type d'expression choisi.

### A. Nature du document.

#### Les cartes analytiques.

Il apparaît fondamental de distinguer dans ces dernières - en matière de sédimentologie du moins - :

- les cartes fréquentielles
- les cartes paramétriques.

#### a) les cartes fréquentielles.

Ces documents graphiques, cartogrammes ou cartes, représentent la fréquence d'un événement tel qu'une classe granulométrique donnée, une teneur en carbonates, un taux de minéraux lourds...

#### b) les cartes paramétriques.

Ces documents graphiques qui peuvent aussi avoir la forme de cartogrammes ou de cartes représentent la valeur prise par un paramètre caractéristique, tel que la médiane, la moyenne ou l'écart-type, les indices d'assymétrie ou d'angulosité...

#### Les cartes synthétiques.

Les cartes précédentes (fréquentielles ou paramétriques) sont :

"... des cartes analytiques quantitatives. Il convient maintenant de regrouper ces données pour établir des documents synthétiques permettant d'apprécier les principales caractéristiques des fonds sédimentaires étudiés."

(C. LARSONNEUR, 1971)

La synthèse peut être réalisée :

- soit par la superposition des cartes analytiques qui fait apparaître des grandes unités ;
- soit par la définition de zones, à partir de certains groupements de critères paramétriques ou fréquentiels. Seul, ce dernier type de document mérite, à notre sens, l'appellation de carte synthétique .

#### B. Type d'expression choisi.

C'est au niveau du type d'expression choisi que se différencient cartes et cartogrammes.

##### Les cartogrammes.

Sur ces documents, fréquences ou paramètres sont représentés par :

- des graphiques : graphiques à coordonnées rectangulaires, à coordonnées polaires (rose), vecteurs directionnels...
- des symboles : cercles, triangles, carrés... de surface proportionnelle à (ou aux) caractère (s) du (ou des) phénomène(s) représenté(s). La proportionnalité peut être aussi exprimée par la couleur ou la forme.

##### Les cartes.

a) Deux types de documents appartenant à la même famille sont à distinguer :

cartes à isolignes  
cartes à isoclasses.

- les cartes à isolignes.

Sur ces documents, sont tracées des lignes d'égale valeur du phénomène considéré. Ces lignes sont tracées par interpolation - le plus souvent linéaire - à partir des valeurs observées du phénomène.

- les cartes à isoclasses.

Dérivées de ces dernières, elles distinguent (couleur, trame...) les aires comprises entre deux isolignes, elles expriment donc des classes de valeurs (fréquences ou paramètres) d'un phénomène.

Il ne peut y avoir de carte au sens strict que dans la mesure où la densité des observations est suffisante et homogène. Selon le cas, la maille des observations pourra permettre la réalisation d'une cartographie à petite échelle, mais n'autorisera pas une transcription graphique à grande échelle : les observations paraissent alors trop discontinues et ne sont justifiables que d'une représentation cartogrammatique.

b) Il est possible d'exploiter la documentation de base de deux manières, et par conséquent de fournir des renseignements d'ordre différent sur un même phénomène :

- les cartes sont réalisées à partir des valeurs observées du phénomène (fréquence, paramètre).
- les valeurs observées sont traitées statistiquement pour réaliser des "surfaces d'ajustement" des fréquences ou paramètres. Ces dernières reflètent donc les tendances de la distribution des fréquences ou paramètres considérés.

### C. Exemples de documents.

Les divers documents envisagés ci-dessus sont d'utilisation plus ou moins fréquente en sédimentologie .

#### Les cartogrammes.

Fréquents en sédimentologie, surtout lorsque les observations sont très discontinues dans l'espace, c'est particulièrement le cas des études sédimentologiques relatives aux plages. Ils sont essentiellement analytiques -fréquentiels ou paramétriques - et ont trait à des observations plutôt qu'à des ajustements.

exemple présenté :  
les plages du massif granitique de Barfleur  
(P. HOMMERIL, 1967)  
distribution de la dispersion et de l'asymétrie.

(figure 1 )

#### Les cartes analytiques.

C'est le type de document le plus répandu en océanographie sédimentologique, que ce soit sous forme fréquentielle (surtout) ou paramétrique (dans une moindre mesure). De même, il est plus fréquent de voir cartographier les phénomènes observés, plutôt que des distributions ajustées de ces derniers.

exemples présentés :  
- carte analytique fréquentielle isoclasse  
répartition horizontale des fractions (160 à 200  $\mu$ m  
et 200 à 250  $\mu$ m) à l'embouchure de la Seine  
(G. GERMANEAU, 1968).

(figure 2)

- carte analytique paramétrique à isolignes

1. des valeurs observées : répartition du grain moyen (en mm) aux abords du Rudee Inlet à Virginia Beach, Virginie.

(W. HARRISON et al., 1964)

2. des valeurs ajustées : ajustements du 1°, 2° et 3° degré des valeurs du grain moyen (en mm) aux abords du Rudee Inlet à Virginia Beach, Virginie.

(W. HARRISON et al., 1964)

(Figures 3, 4, 5 et 6)

- carte paramétrique analytique isoclasse : répartition des valeurs du grain moyen (unités phi) à l'embouchure de la Gironde  
(G.P. ALLEN, 1971)

répartition des valeurs de l'écart-type (unités phi) à l'embouchure de la Gironde.  
(G.P. ALLEN, 1971).

(figures 7 et 8).

#### Les cartes synthétiques .

Bien moins fréquentes que les cartes analytiques, elles sont toutes des cartes isoclasses, plus souvent à base fréquentielle que paramétrique. Citons à ce propos trois documents particulièrement représentatifs des diverses tendances :

- la carte sédimentologique au 1/100 000 des côtes de France qui procède de la superposition de thèmes analytiques, ainsi présentée par A. GUILCHER (1969) .:

« Sur les terres émergées, on conserve les isohypses de la carte terrestre et le nom des communes. Sur la mer, on figure les isobathes en noir à l'équidistance de 10 m, d'après les divers documents disponibles. Ceci donne donc les principales formes du relief. La géomorphologie proprement dite donnera lieu à des cartes distinctes, illustrant les thèses des auteurs.

« Le but de la présente carte est de représenter les sédiments. Ils le sont en couleurs, selon les principes suivants :

« Un hachuré rouge indique les fonds rocheux, sans distinction de nature. La nature des roches en place fera l'objet d'une autre série de documents qui seront des cartes géologiques; le BRGM a déjà fait des essais préliminaires pour les fonds en avant des côtes de Bretagne méridionale.

« Des points rouges figurent les cailloutis (supérieurs à 20 mm).

« Des points ocre figurent les graviers et sables (de 20 mm à 50 microns).

« Des points verts figurent les pélites (en dessous de 50 microns).

« A l'intérieur de ces trois grandes catégories, des subdivisions sont introduites par un système de trames. Par exemple, pour les pélites il y a trois trames : de 50 à 80 %, de 20 à 50 %, de 5 à 20 %. Comme les mélanges de divers types sont très fréquents, les trames peuvent être superposées. Ainsi, on peut trouver une trame de pélites et une trame de sables; une trame de cailloutis et une trame de graviers.

« A côté de la granulométrie, une autre propriété fondamentale des sédiments est leur teneur en carbonate de calcium. Cette propriété est figurée en jaune d'or, avec quatre trames (plus de 70 %, 50 à 70 %, 30 à 50 %, 10 à 30 %).

« On figure enfin des faciès sédimentaires particuliers, tels que le maërl (lithotamnion), la teneur en coquilles, ou divers faciès faunistiques. Sur ce dernier point, une assez grande latitude a été laissée aux auteurs. Il ne semble pas que cela nuise à l'homogénéité de l'ensemble.

« Pour la compréhension de la sédimentologie, on représente aussi des roses de courants de marée d'heure en heure (direction et vitesse), puisque ces courants jouent un rôle essentiel dans la mise en place des dépôts actuels, ou dans l'absence de tels dépôts.

« Une notice explicative sommaire figure au bas de chaque feuille. Elle est conçue selon les mêmes principes que les notices de la carte géologique détaillée de la France. Elle donne les caractéristiques de la région (y compris les caractères hydrodynamiques) et décrit les fonds rocheux et leur couverture sédimentaire ».

- carte synthétique fréquentielle :

La carte proposée par G. BOILLOT (1964), reprise et modifiée par P. HOMMERIL (1967) et Cl. LARSONNEUR (1971) répond - en partie du moins - aux types de cartes réellement synthétiques.

En effet, y sont traduits :

- = les associations des fractions sédimentaires rencontrées ;
- = le caractère organogène ou non de ces formations en opposition avec les sédiments terrigènes ;
- = la roche en place.

L'esprit de synthèse se traduit ici par la division en grandes zones où dominant, soit une classe granulométrique (fréquence) et (ou) le caractère génétique des formations.

Ces zones indiquent la répartition des éléments suivants :

cailloutis  
graviers siliceux  
sables terrigènes  
sédiments zoogènes  
sédiments phycogènes

( figure 9 )

- carte synthétique paramétrique : fort peu employé, ce type de carte peut cependant offrir des critères plus fiables que les critères fréquentiels - dans la mesure où la zonation est établie à partir de paramètres

fondamentaux significatifs -

Un tel exemple nous est offert par K.R. DYER (1972) qui propose la légende suivante :

- 1 - graviers bien triés, asymétrie négative.
- 2 - gravier sableux - moins de 16 % de sable - asymétrie positive, dispersion  $< 1,5$  unités  $\Phi$ , mésocurtique
- 3 - gravier sableux : de 16 à 25 % de sable, asymétrie positive, dispersion de 1,5 à 2,6 unités  $\Phi$ , leptocurtique
- 4 - sable graveleux (25 à 50 % de sable), asymétrie positive, dispersion  $> 2,6$  unités  $\Phi$ , platicurtique
- 5 - sable graveleux (50 à 75 % de sable), asymétrie négative, dispersion supérieure à 2,6 unités  $\Phi$ , platicurtique
- 6 - sable (plus de 75 % de sable), asymétrie négative, dispersion  $< 2,6$  unités  $\Phi$
- 7 - sable bien trié, asymétrie positive.

( figure 10)

#### D. Eléments de conclusion.

Pour des raisons de lisibilité évidente, il est nécessaire d'adopter une cartographie isoclasse. L'absence de normalisation des méthodes d'analyse et d'interprétation statistique interdit - pour l'instant du moins - la réalisation d'un inventaire sur de grandes surfaces cartographiques des données sédimentologiques à base paramétrique. Notons d'ailleurs que les paramètres statistiques - moyenne, écart-type ... - ne conviennent bien que pour décrire des populations normales, ou subnormales. Ainsi que le constate J. GERMANEAU (1967)

"... deux courbes granulométriques différentes peuvent avoir le même grain moyen..."

aussi, comme le constate ce même auteur :

"... (la) méthode de représentation fractionnée est beaucoup plus précise et de lecture plus facile que celle qui consiste à utiliser les variations du grain moyen."

Un point reste cependant en discussion : convient-il ou non d'opter pour une cartographie analytique, ou faut-il lui préférer une cartographie synthétique ?

Il ne peut pas y avoir de choix indépendant de l'objet que le cartographe se propose de mettre en évidence :

Si un recensement précis des ressources minérales exige une connaissance fine de ces dernières (du point de vue de l'abondance et de la qualité), une esquisse des aptitudes du milieu littoral pourra être réalisée avec une précision suffisante par le biais d'une cartographie synthétique.



Il est donc proposé ci après une légende cartographique synthétique basée sur la notion de fréquence, d'expression graphique isoclasse.

Elle devra servir à la confection de cartes des dépôts meubles sous marins et présenter les qualités suivantes :

- descriptive : il convient, comme le remarque le Groupe de Normalisation de la carte de nature des fonds du BRGM "... de présenter des faits et non des hypothèses".
- facilement lisible : aussi s'agira-t-il d'une carte fréquentielle à isoclasses dans la confection de laquelle seront utilisées plages de couleur et trames.
- s'agissant d'une carte d'inventaire venant après de nombreuses autres publications (carte au 1/100 000 des dépôts meubles du plateau continental ; thèses des divers auteurs : G. BOILLOT, P. HOMMERIL, C. LARSONNEUR, F. HINSCHBERGER, J.-R. VANNEY ; bilan cartographique des études effectuées sur le plateau continental aquitain par l'IGBA), elle doit ne pas trop s'en écarter du point de vue des critères et limites afférentes à ces derniers, ce, pour deux raisons :
  - être facilement réalisable à partir de ces premiers documents ;
  - pouvoir, dans le cas contraire leur être comparée.

Trois critères sont retenus :

- granulométrie
- teneur en carbonates
- biofaciès ;

enfin, si cela s'avère possible, un quatrième :

- épaisseur du sédiment.

Du point de vue sémantique, la couleur est affectée au plus important de ces critères : la granulométrie ; la teneur en carbonates et les biofaciès étant représentés par des trames, enfin l'épaisseur du sédiment par des courbes isopaques.

### III. PROJET DE LEGENDE POUR UNE CARTOGRAPHIE DES FORMATIONS SUPERFICIELLES SOUS MARINES AU 1/100 000.

#### A. Granulométrie.

Représentation de la fraction dominante. On se propose de distinguer les classes suivantes :

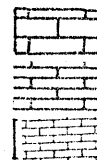
| classes dimensionnelles ( mm ) | modules AFNOR | description                | groupes  | couleur |
|--------------------------------|---------------|----------------------------|----------|---------|
| 6,3                            | 39            | graviers et cailloutis     | rudites  | rouge   |
| 6,3 - 2                        | 39 - 34       | granules                   |          |         |
| 2 - 0,63                       | 34 - 29       | sables grossiers et moyens | arénites | orangé  |
| 0,63 - 0,2                     | 29 - 24       | sables fins                |          |         |
| 0,2 - 0,063                    | 24 - 19       | sablons                    |          |         |
| 0,063                          | 19            | limons et argiles          | pélites  | vert    |

Les fonds asédimentaires étant représentés en gris.

#### B. Les carbonates.

Représentation de la teneur globale en carbonates de la fraction granulométrique inférieure à 20 mm. On se propose de distinguer trois classes :

10 à 30 %  
30 à 50 %  
plus de 50 %

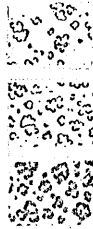


C. Les biofaciès.

Sédiments phycogènes.

Représentation de la teneur en lithothamnium sur le sédiment total.

On propose de distinguer trois classes :



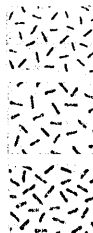
5 à 20 %

20 à 50 %

plus de 50 %

Sédiments zoogènes.

Représentation de la teneur en grandes coquilles de taille supérieure à 20 mm. On propose de distinguer trois classes :



2 à 5 %

5 à 10 %

plus de 10 %

D. Épaisseur des sédiments.

On représentera, lorsque cette information sera disponible, l'épaisseur des formations meubles en utilisant comme figuré des courbes isopaques noires.

## LA DESCRIPTION DES FORMES SEDIMENTAIRES

L'échelle choisie pour la réalisation de ces travaux (1/100 000) implique une restriction au niveau de l'inventaire des formes, on ne cartographiera donc que les formes présentant un intérêt direct en fonction des buts que le CNEXO se propose d'atteindre.

Pour chacun des trois domaines (supratidal - intertidal - infratidal) l'investigation devra porter et sur les formes naturelles et sur les formes anthropiques.

La légende ici proposée s'inspire largement de la graphie devant servir de base pour l'établissement de la carte géomorphologique détaillée de la France.

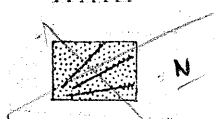
### FORMES NATURELLES.

#### A. Formes émergées ou immergées.

plage



épandage de tempête



slikke



schorre



graus



chenaux de marée



barre pré littorale



platier rocheux uni



platier rocheux à écueils



constructions biogènes



B. Falaises

falaise stable



falaise à  
éboulis  
éboulements  
foirage  
glissement  
coulées boueuses



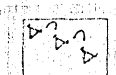
falaise à ravins



falaise à valleuses

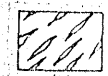


falaise à calanques

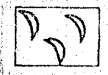


C. Dunes.

champs de dunes



barkhanes

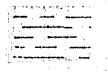


caoudeyres

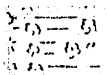


FORMES ANTHROPIQUES.

polders



marais salés



digues, épis, jetées, brise lame (protection de bas de falaise, murs de soutènement) : figurés semblable à ceux des cartes topographiques et géologiques

exploitation d'agrégats

## ETUDE DES BILANS SEDIMENTAIRES

L'échelle envisagée : le 1/100 000, ne permet pas une analyse fine des bilans sédimentaires et des facteurs qui les déterminent. On se contentera donc d'exprimer :

- la tendance évolutive du littoral
- les paramètres hydrologiques et climatologiques simples qui régissent cette évolution.

### LA TENDANCE EVOLUTIVE DU LITTORAL.

#### A. Les types d'évolution.

Ce problème est abordé avec une approximation suffisante quand on a apporté une réponse aux questions suivantes :

- le secteur concerné fait-il l'objet d'une érosion ou d'une accumulation ?
- sur quelle longueur ?
- quel est le recul ou l'engrèvement moyen ?

S'il est facile de répondre aux deux premières questions, une idée du recul moyen ne peut être donnée qu'après une comparaison des documents cartographiques ou photographiques réalisés à des intervalles chronologiques constants ou non.

Nous distinguerons quatre types possibles d'évolution des rivages :

- 1) L'érosion prédomine et le bilan sédimentaire est négatif ; il s'agit alors d'un littoral en voie d'érosion.
- 2) L'accumulation prédomine et le bilan sédimentaire est alors positif ; il s'agit alors d'un littoral en voie d'accumulation.
- 3) Erosion et accumulation sont de même ordre, le bilan sédimentaire tend à être nul ; il s'agit alors d'un littoral en équilibre dynamique.
- 4) Erosion et accumulation, sont nulles, il en va donc de même pour le bilan sédimentaire ; il s'agit alors d'un littoral figé.

#### B. Propositions cartographiques.

Il est nécessaire d'affecter une couleur à chacun des quatre types d'évolution possible. Le Laboratoire de Géomorphologie de l'École Pratique des Hautes Études a réalisé une enquête auprès de 300 personnes dans le but de savoir quelles couleurs, parmi le rouge, l'orangé, le jaune, le vert, le bleu et le violet étaient associées de façon préférentielle aux types d'évolution suivants : érosion (1), accumulation (2) et stabilité (3).

Les résultats obtenus sont présentés ci-après :

Sur le littoral certaines régions sont attaquées et la côte recule, d'autres sont stables, d'autres enfin progressent et l'accumulation des sables, des vases y prédomine.

| Parmi les couleurs suivantes | laquelle associeriez-vous |                  |                    |
|------------------------------|---------------------------|------------------|--------------------|
|                              | à l'érosion ?             | à la stabilité ? | à l'accumulation ? |
| Violet                       | 46                        | 7                | 53                 |
| Bleu                         | 29                        | 77               | 37                 |
| Vert                         | 13                        | 103              | 52                 |
| Jaune                        | 35                        | 72               | 98                 |
| Orangé                       | 35                        | 17               | 22                 |
| Rouge                        | 142                       | 24               | 38                 |

L'application du test de signification du khi-deux montre que l'hypothèse d'indépendance au niveau des associations : couleur - signification dynamique doit être rejetée avec un haut degré de confiance (5 %). La comparaison des nombres du tableau des données - cf. supra - avec ceux des effectifs théoriques nous permet de conclure, qu'en moyenne, aux notions d'érosion d'accumulation et de stabilité sont respectivement associées le rouge, le violet et le vert.

Pour cette dernière cartographie nous proposons d'affecter à chacun des processus d'évolution les couleurs suivantes :

- |                                     |                |
|-------------------------------------|----------------|
| 1 - littoral en voie d'érosion      | rouge          |
| 2 - littoral en voie d'accumulation | violet         |
| 3 - stabilité dynamique             | rouge + violet |
| 4 - stabilité                       | vert           |

## LES PARAMETRES HYDROLOGIQUES ET CLIMATOLOGIQUES.

### A. Le choix des paramètres.

En termes généraux , il est possible d'écrire les liens entre une unité géomorphologique, des processus sédimentaires et le dépôt résultant ; dans le cas d'un milieu meuble :

une unité géomorphologique  
de taille et forme données

est déterminée par

un ensemble de processus  
agissant avec une intensité  
précise

qui produisent

un dépôt défini par un ensemble  
de valeurs de variables physiques  
et chimiques

(d'après P.E. POTTER, 1967)

Ainsi, par exemple, il est possible d'écrire l'ensemble des variables intervenant dans la détermination d'une unité géomorphologique en milieu littoral, en nous référant à deux types d'unités géodynamiques :

- la plage intertidale et sous-marine
- la dune littorale

### LA PLAGE INTERTIDALE ET SOUS MARINE

Détermination des agents :

| caractères du fluide  | caractères de la surface  |
|---|---|
| <u>houle</u> :<br>hauteur<br>période<br>direction                         | <u>topographie</u> :<br>plage rectiligne ou courbe<br>étendue de l'estran<br>pente de l'estran<br>bathymétrie des fonds littoraux |
| <u>marée</u> :<br>amplitude<br>vitesse du courant<br>direction du courant | <u>matériaux</u> :<br>grain moyen<br>triage<br>composition minéralogique<br>humidité  |



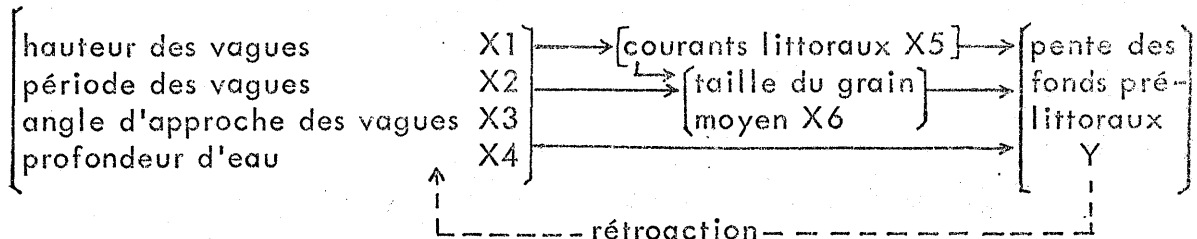
LA DUNE LITTORALE.

Détermination des agents :

| caractères du fluide | caractères de la surface        |
|----------------------|---------------------------------|
| vitesse              | <u>topographie</u> :            |
| direction            | horizontalité                   |
| régularité           | ondulations                     |
| température          | ruptures de pente               |
| humidité             | irrégularités de petite échelle |
|                      | <u>matériaux</u> :              |
|                      | grain moyen                     |
|                      | triage                          |
|                      | composition minéralogique       |
|                      | humidité                        |
|                      | <u>couverture végétale.</u>     |

(d'après F. J. Pettijohn, P. E. Potter et R. Siever, 1972)

Dans l'un ou l'autre cas, il est possible de hiérarchiser l'ensemble de ces éléments afin de mettre en évidence les liens de dépendance entre variables. Ainsi par exemple pour un milieu littoral :



(d'après W. C. Krumbein et F. A. Graybill, 1965)

De cela il vient que se dégagent quatre éléments fondamentaux :

- la taille des matériaux

et les interactions avec :

- la marée
- la houle
- le vent.

La notion de taille des sédiments ayant été envisagée ci-dessus, voyons maintenant les facteurs susceptibles d'être retenus pour l'explication de la dynamique des domaines immergé et émergé.

## DOMAINE IMMERGE

Les agents essentiels de la dynamique des aires immergées sont les marées (par ses oscillations verticales et horizontales), la houle. On présentera ici les données relatives à ces éléments qui nous paraissent fondamentales.

### LA MAREE

#### a) oscillation verticale

La dénivellation entre l'étale de haute mer et l'étale de basse mer (ou marnage) varie d'un site à l'autre le long du littoral; elle dépend à la fois du coefficient de marée et de l'unité de hauteur d'eau du lieu, ainsi que de facteurs subsidiaires : pression, vent.

Toutes choses égales par ailleurs, le marnage sera donc fonction de l'unité de hauteur. Aussi convient-il d'envisager ce dernier facteur. ce, à la fois pour des raisons dynamiques : la vitesse du courant alternatif de houle est fonction de la profondeur réelle ; et pour des raisons de navigation : le tirant d'eau étant un facteur contraignant quant à la navigation d'unités importantes dans les eaux côtières.

#### b) oscillation horizontale

Les courants de marée affectant la tranche d'eau déterminent le transit de matériaux sédimentaires (suspensions) et de flux polluants. De même, les courants de fond qui ne sont pas forcément de même sens que les précédents- doivent être dans la mesure du possible mis en valeur. Leur rôle peut être considérable en ce qui concerne le charriage des matériaux, surtout lorsqu'ils sont en conjonction avec de fortes houles.

Deux types de représentation sont possibles :

- représentation de la rose des courants ;
- représentation de la résultante : somme vectorielle des courants sur un cycle de marée, ou en d'autres termes :
  - écoulement résiduel ;
  - direction et intensité de l'écoulement résiduel.

Notons à ce dernier sujet que la résultante du courant permanent et résultante du charriage au fond peuvent ne pas être de même direction (G.P. ALLEN, P. CASTAING, A. KLINGEBIEL), peut-être serait-il possible de pallier cette difficulté en effectuant la somme vectorielle des courants efficients.

## LA HOULE

Il convient d'envisager successivement les problèmes de dynamique marine qui relèvent des théories de :

- la houle en eau peu profonde
- la houle au déferlement

et l'entrave causée par les conditions de houle à la navigation.

### I. Dynamique maritime.

#### a) la houle en eau peu profonde.

En profondeur finie, il existe à proximité du fond un courant alternatif horizontal dont le débit instantané de charriage, et par conséquent le travail effectué par la houle à proximité de l'interface, sont fonctions. Il est possible d'exprimer l'énergie développée par la houle sur une année moyenne et donc de déterminer diverses zones d'énergie relative à l'action de la houle sur les fonds.

#### b) la houle au déferlement

Les transits sédimentaires que détermine une houle parallèlement au rivage peuvent être écrits en fonction de l'angle d'incidence de la houle de la cambrure de la houle et de la puissance développée par cette dernière. Il y a donc lieu de retenir comme paramètres :

- la direction vers laquelle se dirige un train de vagues
- la hauteur des vagues
- la cambrure de la houle.

## DOMAINE EMERGE

### LE VENT

Il convient de cerner le double aspect de l'influence du vent en tant que facteur contraignant quant au développement d'activités littorales, et en tant que facteur d'équilibre des dunes littorales.

#### I. Activités littorales .

Trois facteurs méritent d'être retenus :

- le pourcentage de calmes et de vents de faible vitesse ( $\leq 2$  m/s)
- la rose des fréquences directionnelles
- enfin, l'effectif des coups de vent sur une année moyenne selon chaque direction.

#### II. Equilibre des dunes.

Les mouvements de matériaux au niveau de la dune littorale peuvent être mis en relation avec l'énergie efficiente déployée par le vent. Une bonne approximation de l'efficience des énergies éoliennes peut être donnée en dressant la résultante des énergies développées selon chaque direction.

B. Propositions cartographiques.

DOMAINE IMMERGE

LA MAREE

unité de hauteur locale



barre de longueur proportionnelle à l'unité de hauteur

rose de courant

direction et intensité de l'écoulement permanent

représentations vectorielles

LA HOULE

travail de la houle sur le fond

faible

moyen

fort



trame claire



trame moyenne



trame soutenue

direction des trains de vagues

représentation vectorielle

hauteur des vagues

(1/2 cercle vers le haut)  
représentation 1/2 circulaire en secteurs de surface proportionnelle à la fréquence des différentes classes du phénomène considéré

cambrure des vagues

(1/2 cercle vers le bas)

DOMAINE EMERGE

LE VENT

calmes (moyenne annuelle)

petit cercle de diamètre proportionnel au pourcentage de calmes

fréquences directionnelles

vecteurs proportionnels aux pourcentages directionnels

effectif moyen annuel des coups de vent

triangles de taille proportionnelle à l'effectif des coups de vents  
(à l'extrémité des vecteurs précédents)

résultante des énergies éoliennes

représentation vectorielle

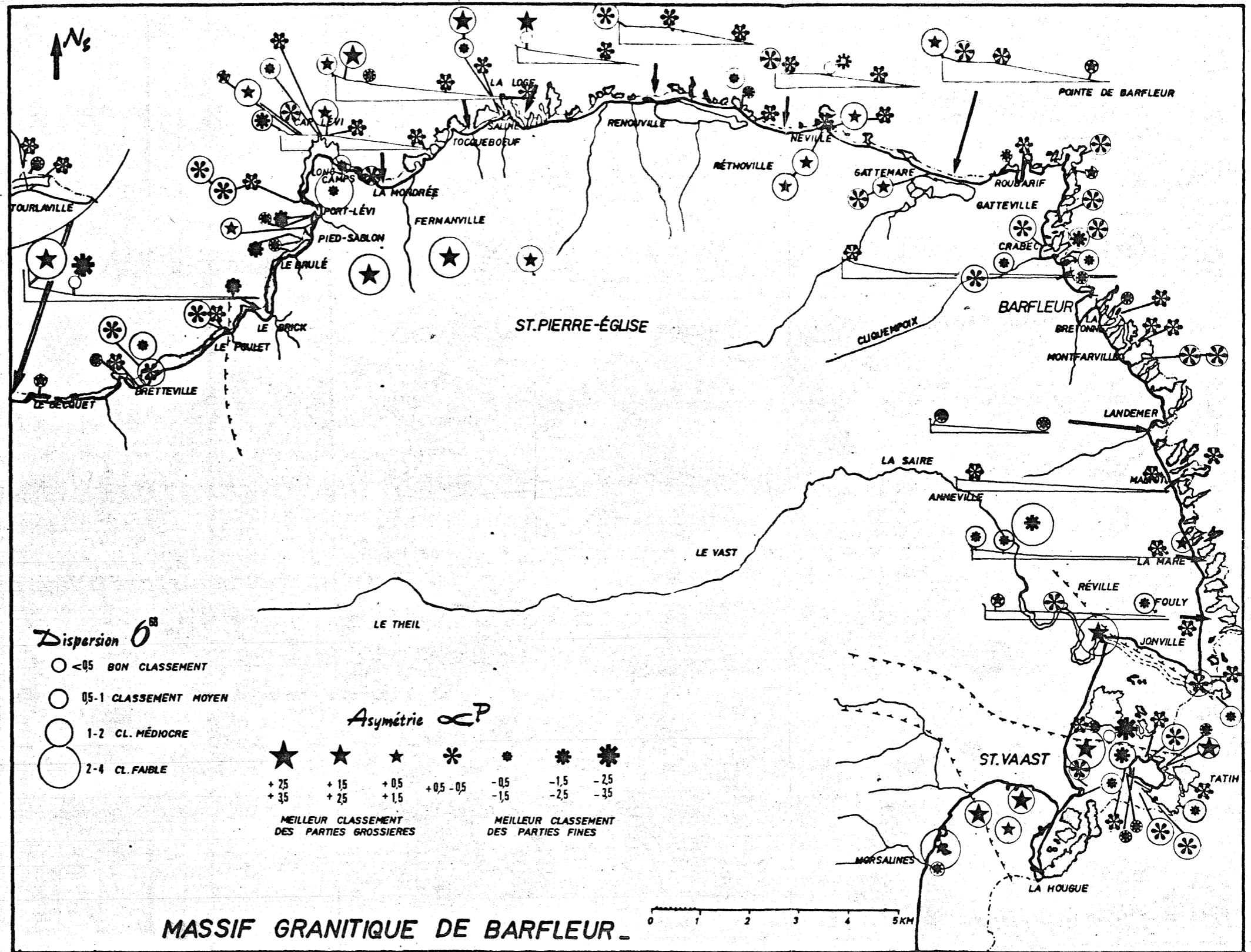
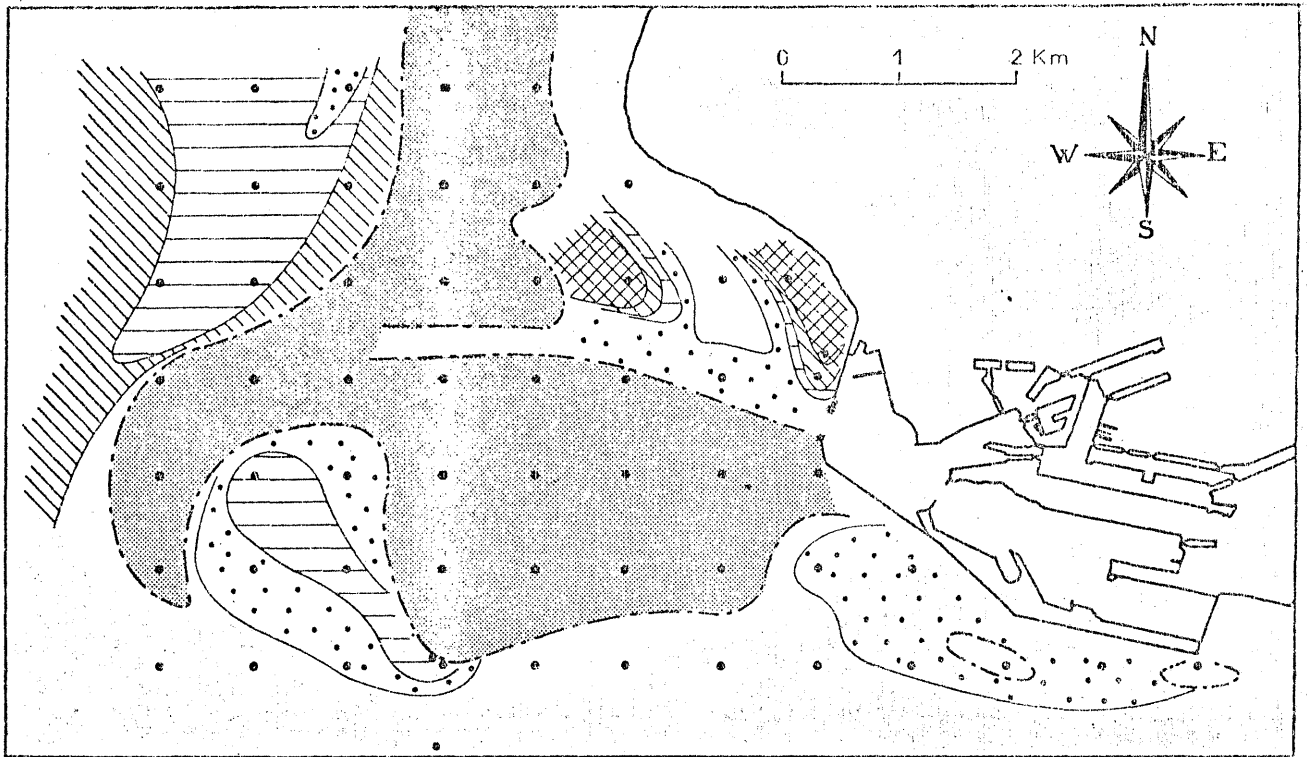
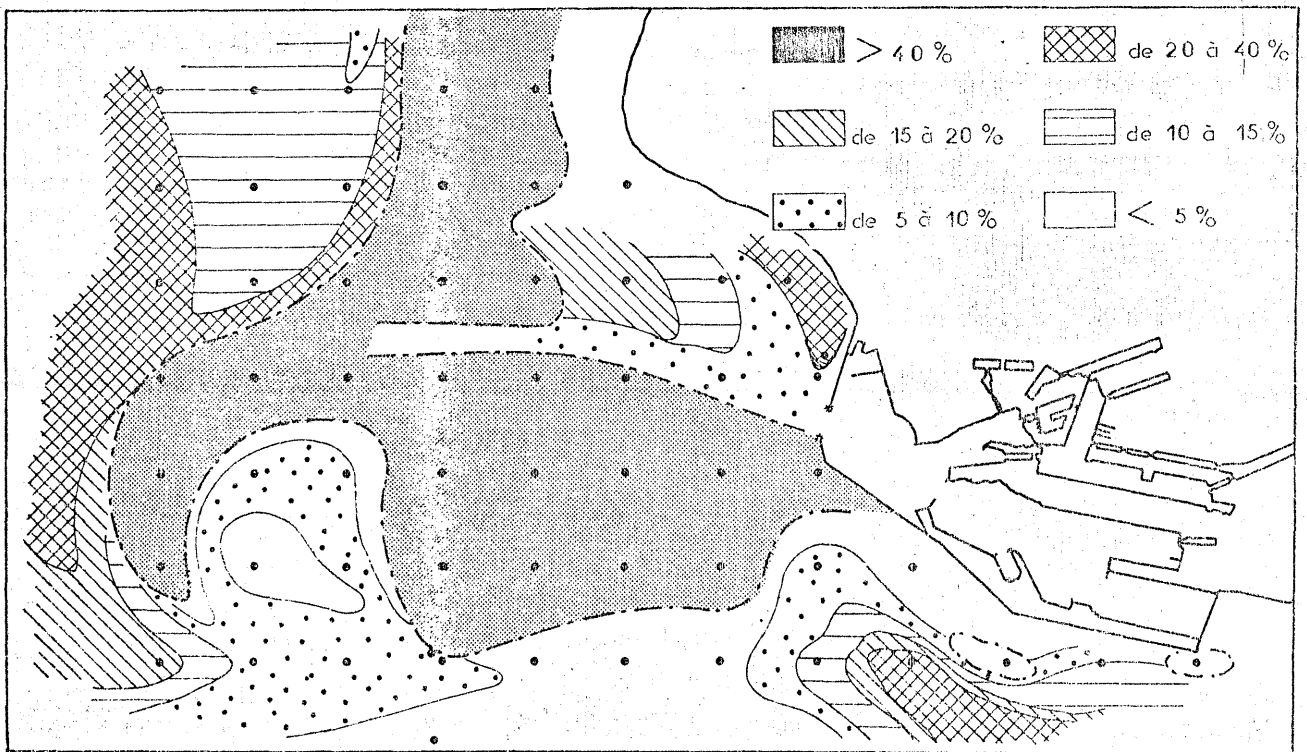


Figure 1 : Cartogramme des valeurs prises par les coefficients de triage (dispersion) et de dissymétrie - (asymétrie). Littoral du massif granitique de Barfleur.



Répartition horizontale de la fraction 200-250 microns.



Répartition horizontale de la fraction 160-200 microns.

Figure 2 : Cartes analytiques fraction par fraction (estuaire de la Seine)

in J. GERMANEAU (1968)

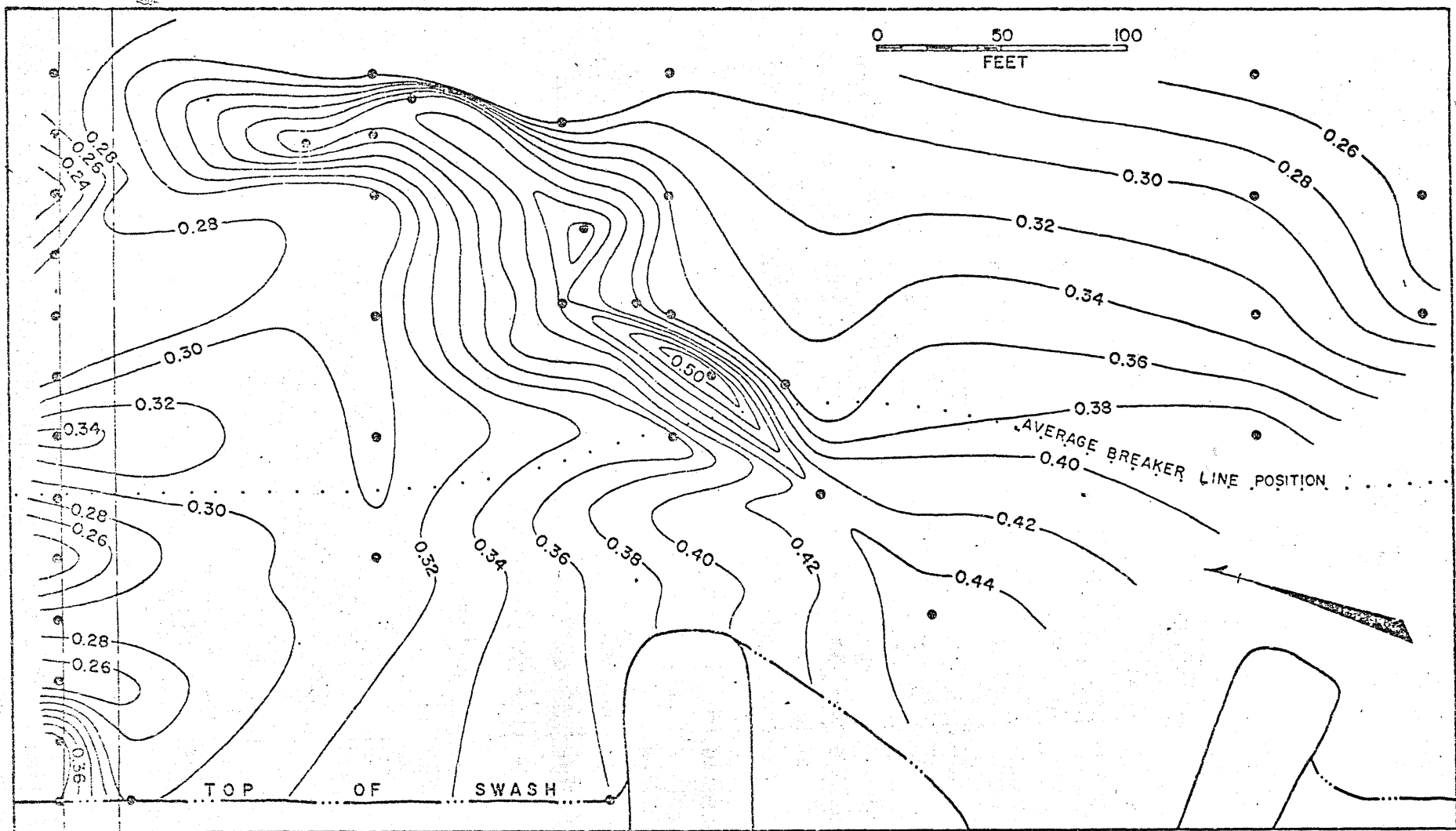


Figure 3 : Répartition spatiale des valeurs observées prises par le grain moyen (en mm) aux abords du Rudee Inlet à Virginia Beach, Virginie.

in HARRISON et al. (1964)

$$M_z = 1/3 (p_{20} + p_{50} + p_{80})$$

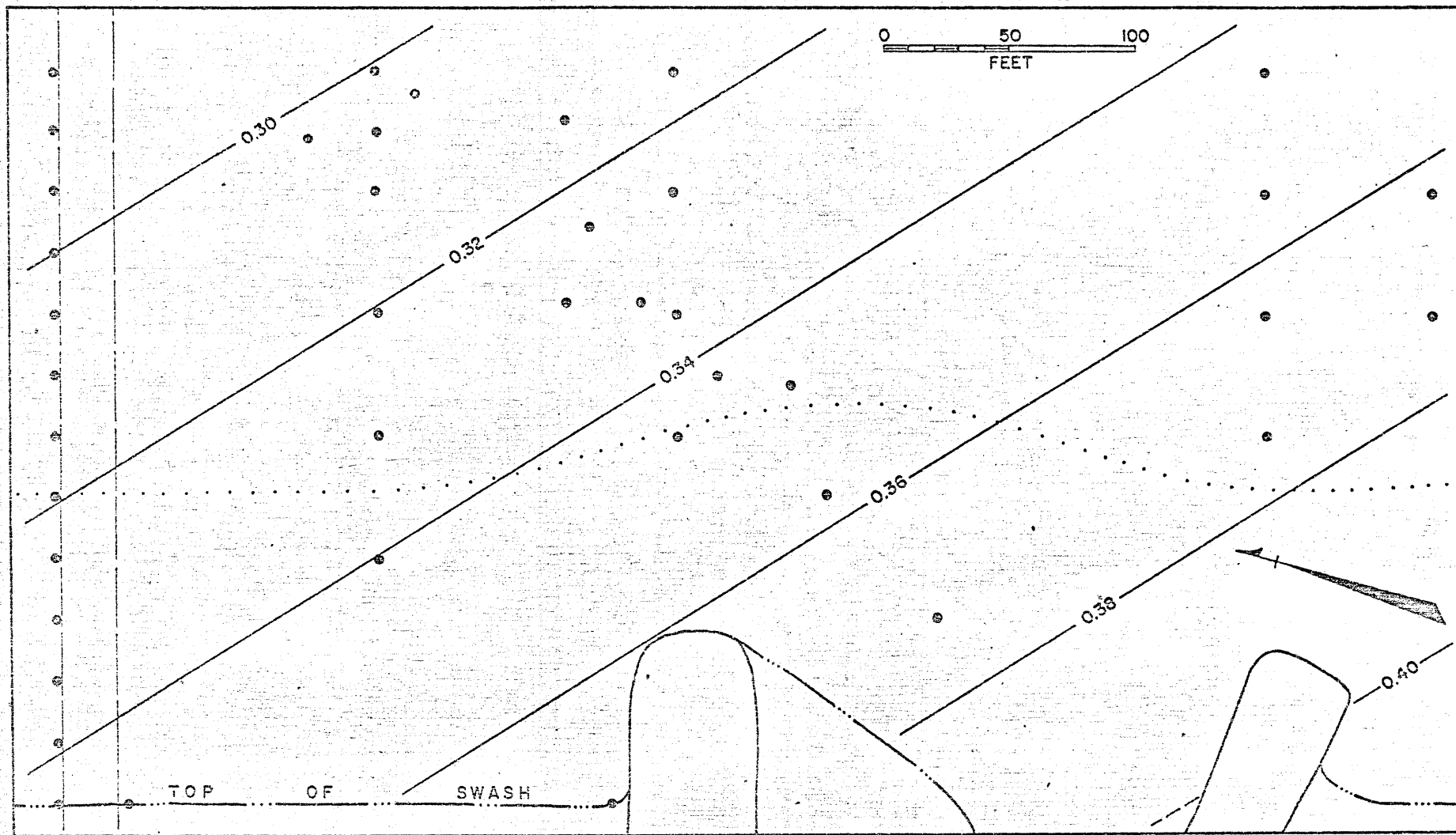


Figure 4 : Surface d'ajustement linéaire des valeurs du grain moyen (en mm) aux abords du Rudee Inlet, à Virginia Beach, Virginie.

in W. HARRISON et al. (1964)



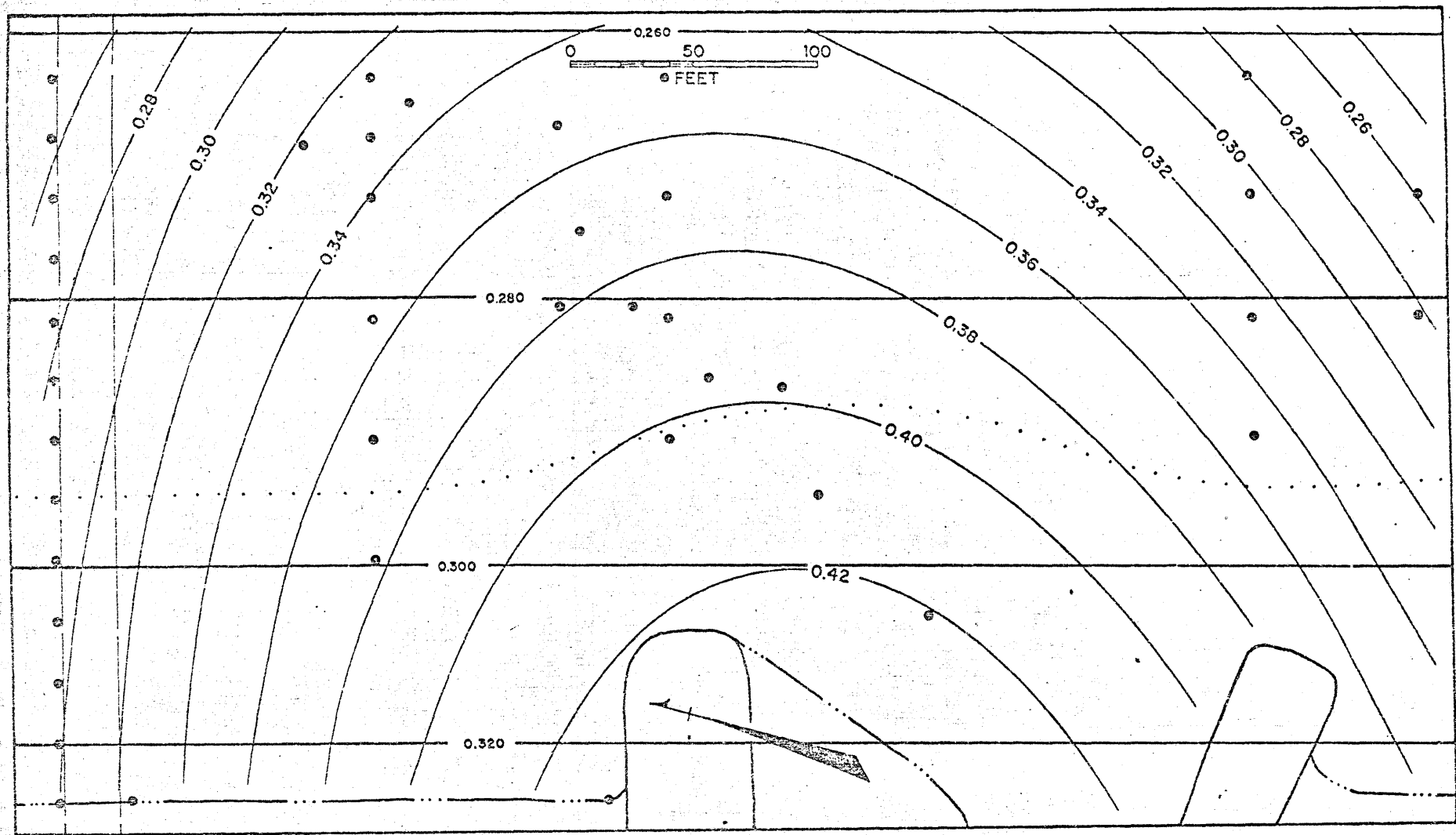


Figure 5 : Surface d'ajustement du 2ème degré des valeurs du grain moyen (en mm) aux abords du Rudee Inlet à Virginia Beach, Virginie.

in W. HARRISON et al. (1964)

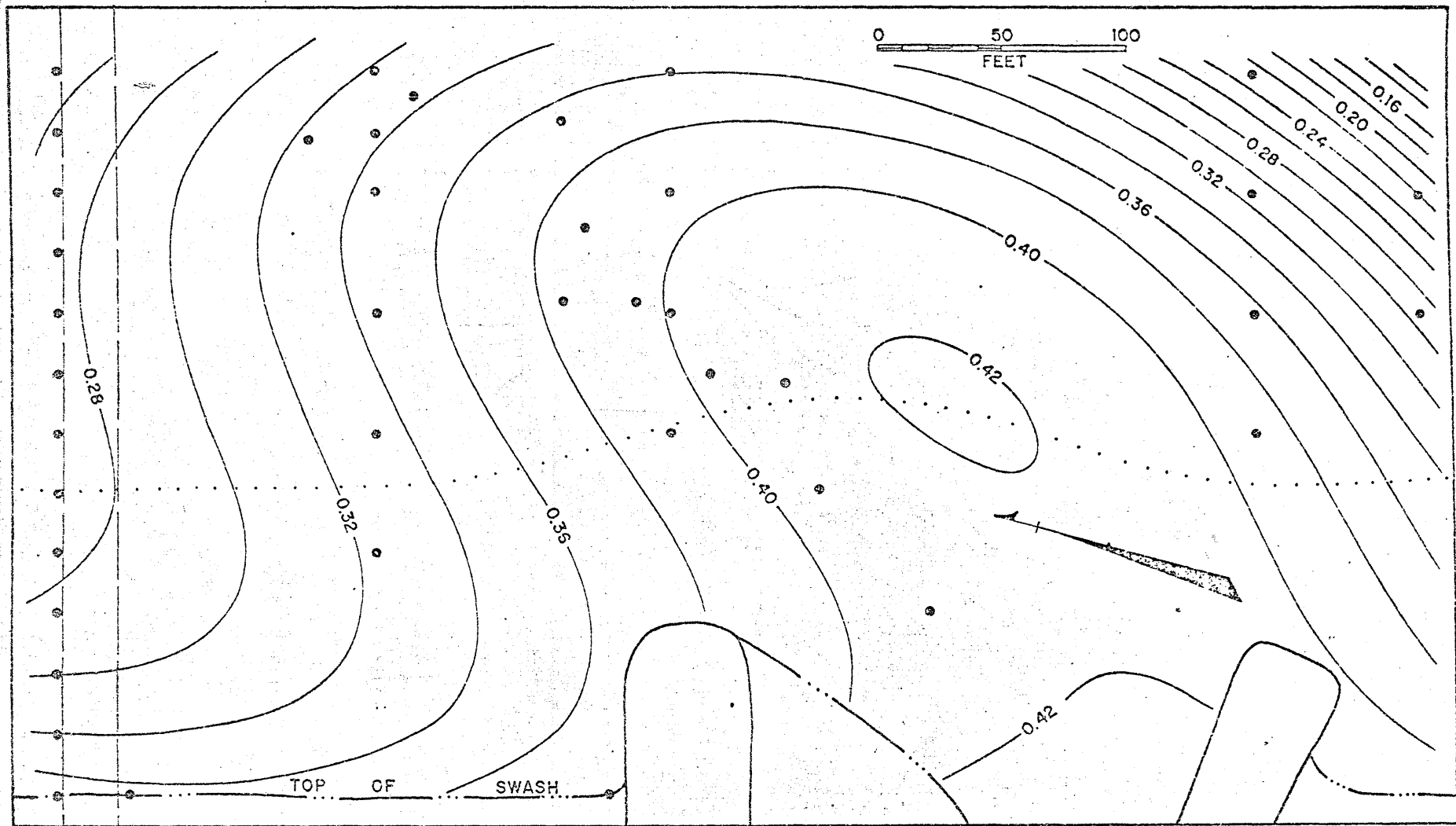


Figure 6 : Surface d'ajustement du 3ème degré des valeurs du grain moyen (en mm) aux abords du Rudee Inlet à Virginia Beach, Virginie.

in W. HARRISON et al. (1964)

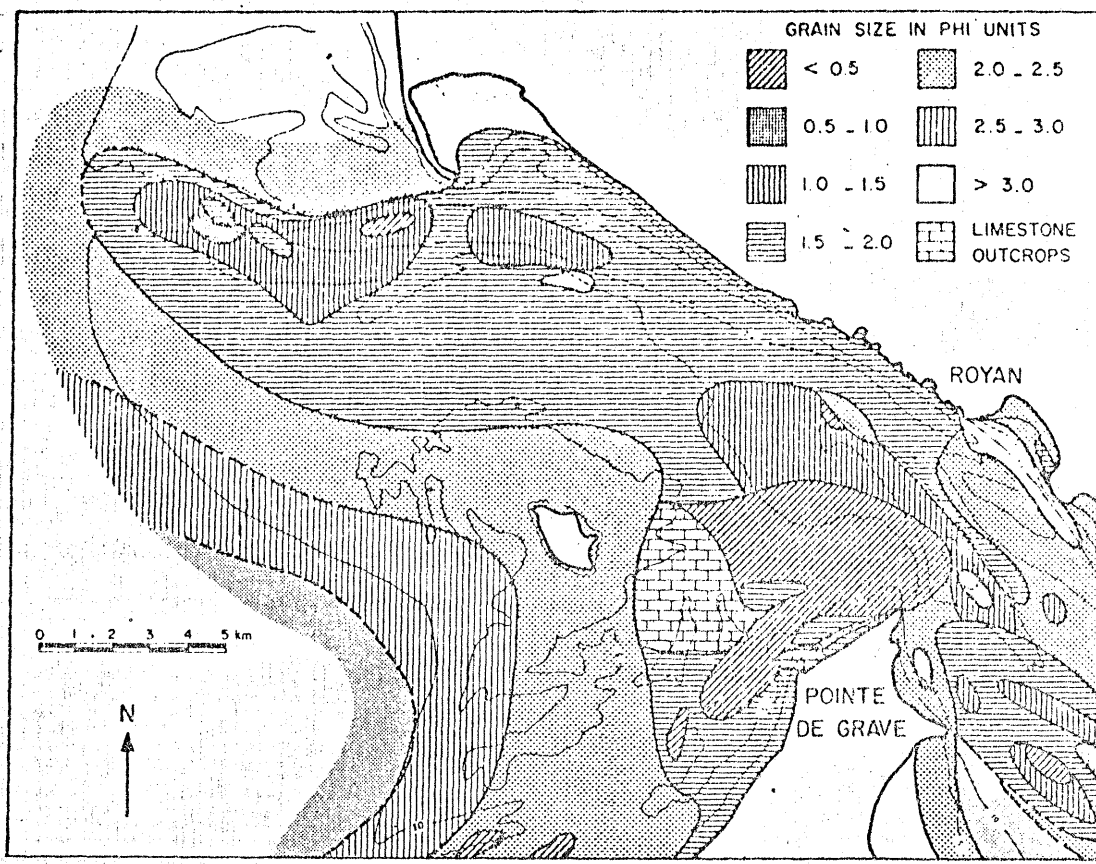


Figure 7 : Carte isoclasses des valeurs du grain moyen (unités phi) à l'embouchure de la Gironde.

in G.P. ALLEN (1971)

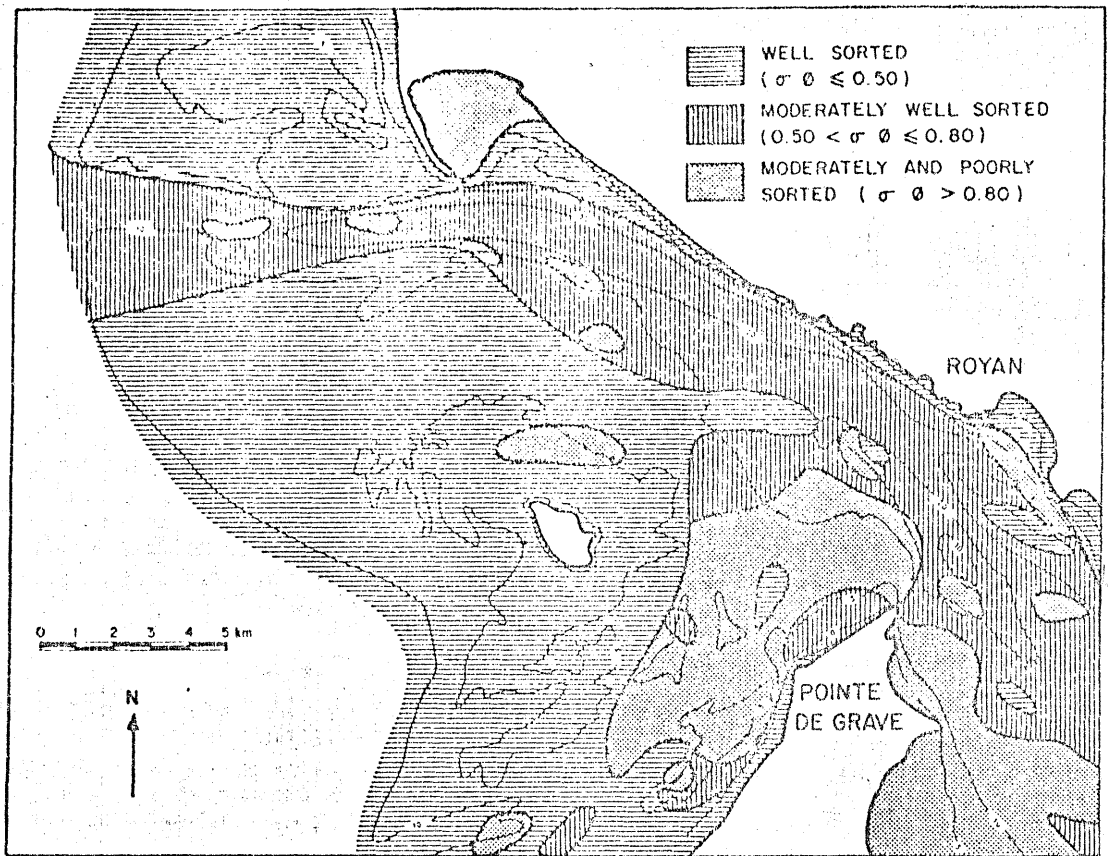
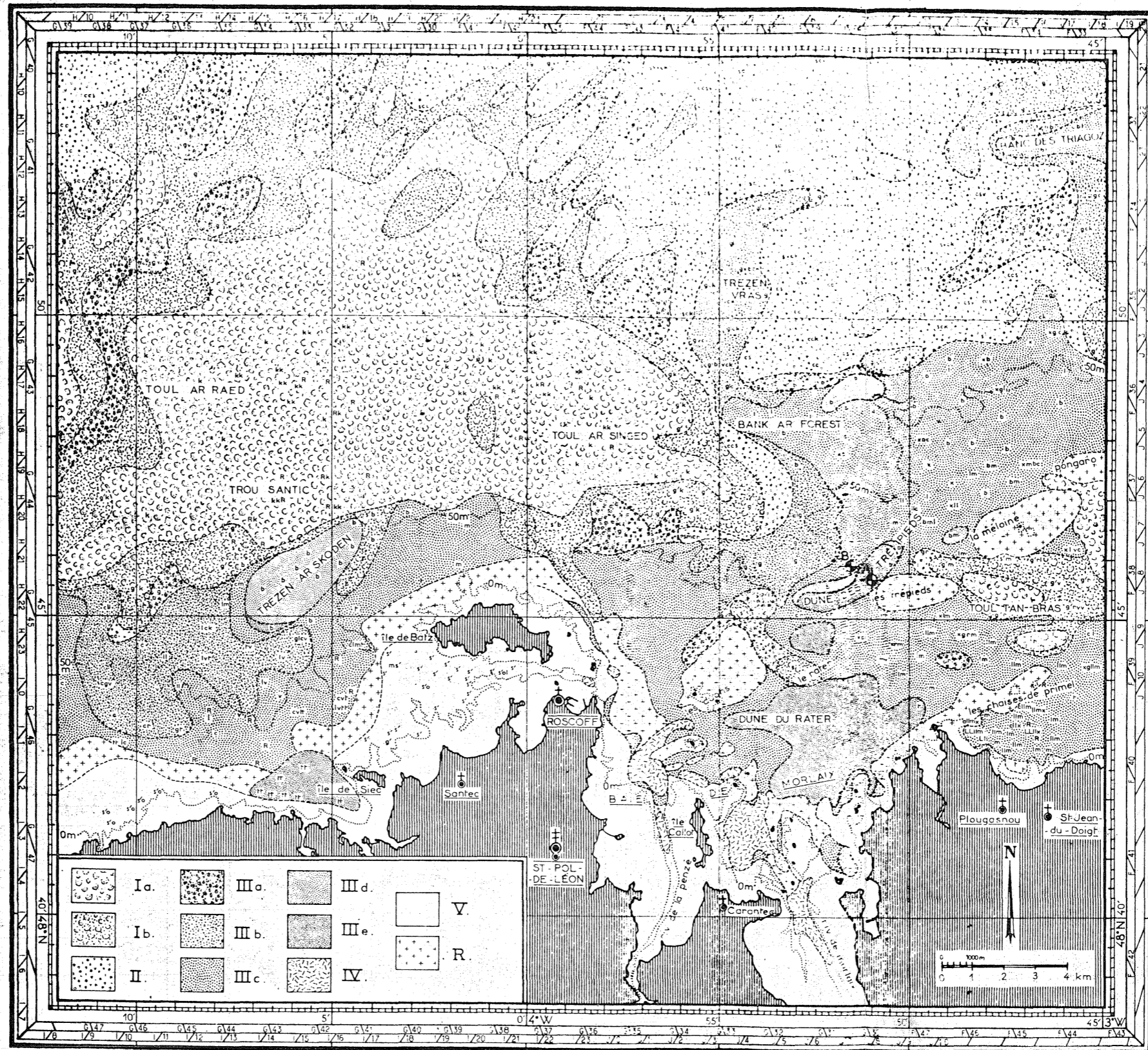


Figure 8 : Carte isoclasses des valeurs du triage -unités phi) à l'embouchure de la Gironde.

in G.P. ALLEN ( 1971)



Répartition des sédiments dans la région de Roscoff (Zone I : cailloutis ; I a : cailloutis « purs » ; I b : cailloutis sableux ou graveleux. Zone II : graviers siliceux. Zone III : sédiments zoogènes ; III a : sédiments zoogènes caillouteux ; III b : sédiments zoogènes graveleux ; III c : sédiments zoogènes hétérogènes ; III d : sables zoogènes grossiers ou moyens et homogènes ; III e : sables zoogènes fins et homogènes. Zone IV : sédiments phycogènes (Maërl). Zone V : sédiments littoraux terrigènes. R : zone rocheuse sans sédiments ; pour plus de précision dans la légende, voir le tableau p. 162 ; A et B : points de mesures courantométriques reportées sur la figure 42 ; le lecteur trouvera une carte détaillée de la baie de Morlaix à la figure 31 et la carte géologique du substratum rocheux sur la figure 9 ; partout où affleure le socle hercynien, les fonds présentent de nombreuses têtes de roches).

Figure 9 : Répartition des sédiments dans la région de Roscoff.

in G. BOILLOT (1964)

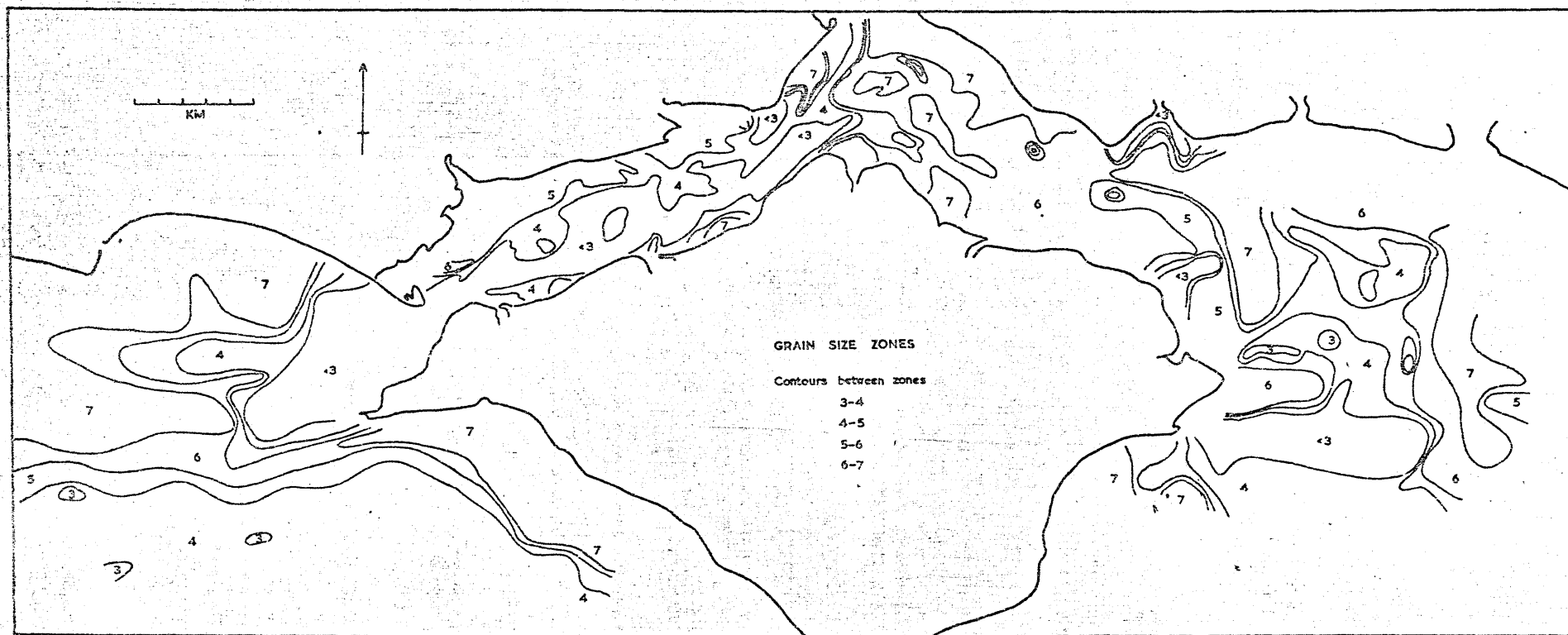


Figure 10 : Carte des zones isoparamétriques pour la région de Solent (sud de l'Angleterre).

( légende page 15 )

in K.R. DYER, (1972)