

B220-7810-F

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

LES FORMATIONS SEDIMENTAIRES DU GOLFE
DE SAINT MALO ET LEUR EVOLUTION,
CARTOGRAPHIE AU 1/100 000.

par Yves-F. THOMAS
contrat CNEXO 72/595

Centre National pour
l'exploitation des Océans
1973

IFREMER Bibliothèque de BREST



OEL11248

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

LES FORMATIONS SEDIMENTAIRES
DU GOLFE DE SAINT MALO ET LEUR EVOLUTION
CARTOGRAPHIE AU 1/100000

par Yves - F. THOMAS
contrat CNEXO 72/595

Centre National pour
l'Exploitation des Océans
1973

INTRODUCTION

Le Centre National pour l'Exploitation des Océans, soucieux de promouvoir une exploitation rationnelle des richesses océaniques s'est proposé 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 tend 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 dégradation.

Le présent travail comprend une discussion de chacun des thèmes suivants :

- inventaire des formations ;
- inventaire des formes ;
- étude des bilans sédimentaires

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

Chapitre I. ESSAI DE DEFINITION DU TERME "LITTORAL"

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.

A. ETYMOLOGIE DU TERME LITTORAL.

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

B. EMPLOI DU MOT DANS LES SCIENCES DE LA TERRE.

1) 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)

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) :

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

- les dépôts des mers profondes.

2) 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 ". (Ph. KUENEN),

Avec A. GUILCHER, 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 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 ;

qui, du point de vue sédimentologique, interagissent mutuellement.

Chapitre II. CLASSIFICATIONS DES SEDIMENTS.

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

A. CAILLEUX 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 paraissent recueillir une large audience :

gravette/ sables / limons / argiles
2mm 20 μ m 2 μ m

Une étude de W.F. TANNER 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.

A. LES RUDITES (2 mm et davantage).

Ce sont des éléments formés de débris de roches et non de minéraux. 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.

B. LES ARENITES (50 μ m à 2 mm).

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 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.

C. LES PELITES (inférieur à 50 μ m).

Nous regroupons ici sous le titre de pélites des minéraux divers : quartz, calcaire et phyllites argileux de taille inférieure à 50 μ 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 d'une interprétation physico-mathématique des lois régissant leur mouvement".

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.

Chapitre III. LES CARTES SEDIMENTOLOGIQUES

Nous proposons un inventaire succinct des différents types de cartes ayant fait l'objet de publications, tant en France qu'à l'étranger. 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.

1) Les cartes analytiques.

Il paraît 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 avoir aussi 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'asymétrie ou d'angulosité...

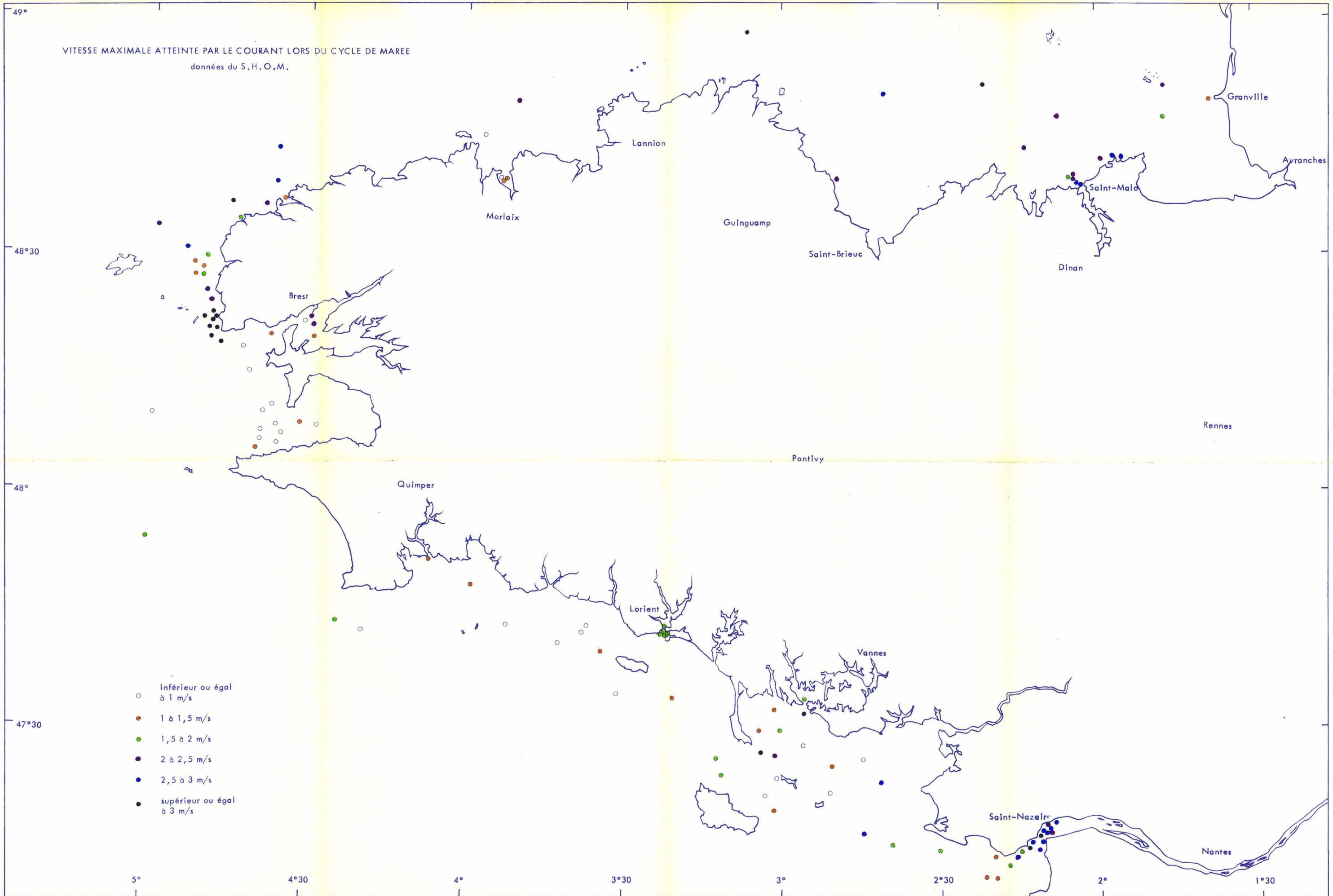
2) Les cartes synthétiques.

Mais 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)

VITESSE MAXIMALE ATTEINTE PAR LE COURANT LORS DU CYCLE DE MAREE
données du S.H.O.M.



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.

1) les cartogrammes.

Sur ces documents, fréquences ou paramètres sont représentés par :

- des graphiques graphiques à coordonnées rectangulaires, à coordonnées polaires (roses), 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 aussi être exprimée par la couleur ou la forme.

2) les cartes.

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.

- remarque.

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 : les observations paraissent alors trop discontinues et ne sont justifiables que d'une représentation cartogrammatique.

C. 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 statistiques 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 sub-normales. Ainsi que le constate J. GERMANEAU :

"... deux populations granulométriques différentes peuvent avoir le même grain moyen..",
aussi, comme le constate cet 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. Trois critères sont retenus :

- granulométrie ;
- teneurs en carbonates ;
- biofaciès.

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.

Chapitre IV. LEGENDE POUR UNE CARTOGRAPHIE
DES FORMATIONS SUPERFICIELLES SOUS-MARINES
AU 1/100 000.

A. GRANULOMETRIE.

Deux voies cartographiques sont envisageables.

1) les faciès.

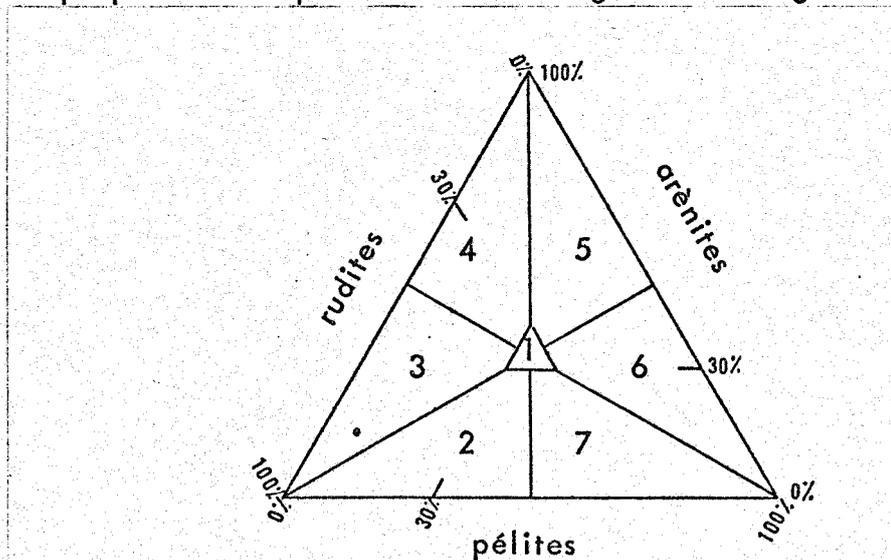
A partir des limites de classes proposées ci-dessous :

/ rudites / arénites / pélites
500mm 2mm 0,05mm

on se propose de déterminer différents faciès selon la proportion de
chacune des trois fractions

classe 1	R #	A #	P
2	A <	P <	R
3	P <	A <	R
4	P <	R <	A
5	R <	P <	A
6	R <	A <	P
7	A <	R <	P

ce qui peut être représenté sur un diagramme triangulaire :



2) La notion de classe dominante.

D'après la classification des sédiments proposée par P. HOMMERIL
et à laquelle nous avons apporté une modification de détail - nous propo-
sons de remplacer la limite 240 mm par celle de 200 mm -

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

il est possible de réaliser une cartographie granulométrique basée sur la notion de classe dominante :

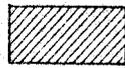
classes dimensionnelles (mm)	modules AFNOR	description	groupes
6,3	3939	graviers et cailloutis	rudites
6,3 - 2	39 - 34	granules	
2 - 0,63	34 - 29	sables grossiers et moyens	arénites
0,63 - 0,2	29 - 24	sables fins	
0,2 - 0,063	24 - 19	sablons	
0,063	19	limons et argiles	pélites

Cependant les données sédimentologiques de base sont, ou disponibles, mais réalisées selon une classification dimensionnelle d'utilisation moins fréquente; ou non disponibles. Aussi convient-il d'adopter une politique cartographique caractérisée par une grande souplesse : les précédentes propositions servent davantage de guide que de cadre rigide.

B. CARBONATES ET BIOFACIES.

Les carbonates, dont la teneur exprimée en pourcentage a été évaluée sur la fraction granulométrique inférieure à 20 mm, et les biofacies ont été représentés par une trame et des symboles reportés sur le fond de carte.

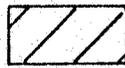
1) carbonates.



plus de 70 %



de 30 à 70 %

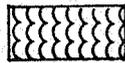


moins de 30 %

2) biofacies.



maërl (indices de -)



hermelles (bancs d'-)

Chapitre V. FEUILLES AU 1/100 000 DE SAINT MALO
ET SAINT BRIEUC

Les données sédimentologiques de base collectées par Monsieur le Professeur F. RUELLAN et son équipe n'ont permis de respecter ni l'une ni l'autre des deux légendes. Cependant le type d'expression choisi par ce dernier auteur se rapproche de la première proposition de légende, dans la mesure où il distingue :

- pélites exclusives
- arénites exclusives
- arénites plus rudites

en différenciant deux classes dans ce dernier groupe :

- arénites plus graviers
- arénites plus graviers et cailloutis.

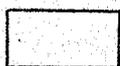
On trouvera ci-après la légende choisie pour la représentation de la granulométrie; la liste des travaux consultés pour l'élaboration cartographique.

A. GRANULOMETRIE.

1) Légende.

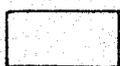
pélites | sables fins | sables moyens | sables grossiers | graviers | cailloutis
40µm 200µm 1mm 2mm 20mm

PELITES



plus de 50 %

SABLES EXCLUSIFS



sables fins > 50 % > sables moyens + sables grossiers



sables fins = sables moyens = sables grossiers



sables moyens > 50 % > sables fins + sables grossiers

SABLES + GRAVIERS

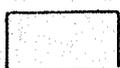


sables > 50 % > graviers



graviers > 50 % > sables

SABLES + GRAVIERS + CAILLOUTIS



graviers + sables > 50 % > cailloutis



cailloutis > 50 % > graviers + sables

2) Bibliographie.

BEIGBEDER (Y.) 1966.

Comparaison de la sédimentation au sud-est et au nord-est de la Baie de Saint-Brieuc.

Actes du 91ème congrès national des Sociétés Savantes, Rennes, 1966, pp.69-75, 1 carte h.-t.

BEIGBEDER (Y.) 1967

Problèmes géomorphologiques et sédimentologiques dans la partie orientale de la Baie de Saint-Brieuc.

Cahiers Océanographiques, XIX, 7, pp. 549-577, 9 fig., 8 photos.

DAGORNE (A.) 1966

La répartition des fonds sédimentaires et rocheux au large du littoral de Saint-Briac à Paramé. Essai de représentation cartographique zonale.

Actes du 91ème congrès national des Sociétés Savantes, Rennes, 1966, pp.77-89, 3 tabl., 1 carte h.-t.

RUELLAN (F.) 1966

Essai de mise au point des connaissances concernant l'évolution géomorphologique du Golfe Normand-Breton ; quelques problèmes.

Actes du 91ème congrès national des Sociétés Savantes, Rennes, 1966, pp. 61-68.

RUELLAN (F.), BEIGBEDER (Y.) 1963

Quelques observations préliminaires sur la répartition des sédiments sous-marins en Baie de Saint-Brieuc (Côtes du Nord).

C.-R. Académie des Sciences, T. 256, pp. 1566-1569, 1 fig.

RUELLAN (F.), DAGORNE (A.) 1963

Note préliminaire sur les dragages effectués entre la côte de Saint-Briac à Cancale (Ille et Vilaine) et la plateau des Minquiers.

C.-R. Académie des Sciences, T. 256, pp. 2199-2201.

B. INVENTAIRE DES FORMES.

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 porte sur les formes naturelles. 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.

On trouvera ci-après la légende choisie pour la représentation de la géomorphologie ; la liste des travaux consultés pour l'élaboration cartographique.

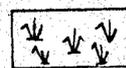
1) Légende.



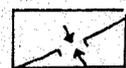
plage



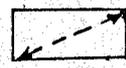
slikke



schorre



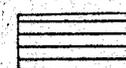
graus



chenaux de marée



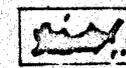
* crêtes et sillons pré-littoraux



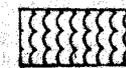
platier rocheux uni



platier rocheux à écueils



rochers découvrants



constructions biogènes

2) Bibliographie.

BEIGBEDER (Y.) 1967

Problèmes géomorphologiques et sédimentologiques dans la partie orientale de la Baie de Saint-Brieuc.

Cahiers Océanographiques, XIX, 7, pp. 549-577, 9 fig., 8 photos.

ELHAI (H.) 1952

Morphologie du littoral entre Dahouët et Saint-Cast.

Bulletin du C.O.E.C., IV, 10, pp.389-402, 14 fig.

NONN (H.) 1953

Morphologie du littoral breton entre Saint-Cast et Dinard.

Bulletin du C.O.E.C., V, 1, pp. 30 - 46, 8 fig.

C. ETUDE DES BILANS SEDIMENTAIRES.

L'échelle envisagée : le 1/100 000, ne permet pas une analyse fine des bilans sédimentaires. Le présent travail ne montre donc que les grands types d'évolution des littoraux, tel qu'il est possible de les discerner sur une dizaine ou une vingtaine d'années.

1) les Types d'évolution.

Ce problème est approché 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'engraissement moyen ?

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

Nous distinguons trois types d'évolution des rivages :

- a) L'érosion prédomine et le bilan sédimentaire est négatif ; il s'agit alors d'un littoral en voie d'érosion.
- b) L'accumulation prédomine et le bilan sédimentaire est positif ; il s'agit alors d'un littoral en voie d'accumulation.
- c) Erosion et accumulation sont de même ordre, le bilan sédimentaire tend à être nul ; il s'agit alors d'un littoral en équilibre dynamique.

Du point de vue sémantique, il est nécessaire d'affecter une couleur à chacun des trois types d'évolution possibles. Une enquête réalisée par le Laboratoire de Géomorphologie de l'E.P.H.E. a montré les associations préférentielles suivantes :

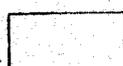
accumulation	violet
équilibre	vert
érosion	rouge

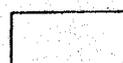
Nous présentons ci-après la légende choisie pour la représentation de la dynamique des formes ; les types d'informations utilisés pour l'élaboration cartographique.

2) Légende.

Sont représentés sous forme de plages colorées recouvrant l'estran, les littoraux :

 en accumulation

 en stabilité

 en érosion

3) Types de documents utilisés.

Aucune mesure, aucune étude de synthèse n'étant disponible, les seules seules données utilisées ont été :

- des observations personnelles et des informations communiquées par différents marins-pêcheurs ;
- deux publications citées ci-après.

ELHAI (H.) 1952

Morphologie du littoral breton entre Dahouët et Saint-Cast.

Bulletin du C.O.E.C., IV, 10, pp.389-402, 14 fig.

NONN (H.) 1953

Morphologie du littoral breton entre Saint-Cast et Dinard.

Bulletin du C.O.E.C., V, 1, pp. 30-46, 8 fig.

CONCLUSION

Les données de base, souvent anciennes, n'ont pas permis de réaliser une légende - et par suite une carte - fournissant une information abondante, obéissant rigoureusement à une typologie stricte des faciès sédimentaires. De plus, les campagnes de dragages réalisées dans le cadre de l'établissement de la "carte sédimentologique sous-marine des côtes de France au 1/100 000" par Monsieur le Professeur F. RUELLAN ne correspondent pas géographiquement aux aires couvertes par les coupures proposées par le C.N.E.X.O.. Il convient donc de proposer pour des opérations ultérieures de cartographie en Baie de Saint-Brieuc, une série de travaux devant permettre la réalisation de cartes suffisamment et uniformément informées.

Sédimentologie.

Il serait souhaitable de réaliser une campagne de dragages en Baie de Saint-Malo - Saint-Brieuc, la maille devrait être assez fine, (de l'ordre de 1 dragage par kilomètre carré). En plus des classiques opérations de granulométrie et de détermination de la teneur en carbonates, il conviendrait de préciser les teneurs globales en minéraux lourds, la nature et la fréquence des principales espèces denses. Enfin, pour les accumulations de maërl, il conviendrait de signaler s'il s'agit d'associations d'algues vivantes ou d'accumulation d'organismes morts. Cette campagne devrait être doublée par la réalisation d'une suite de profils sismiques, de façon à déterminer l'épaisseur des formations meubles. C'est à cette seule condition qu'il nous paraît possible d'envisager une exploitation des richesses sous-marines de cette baie sans risquer de mettre en danger les équilibres naturels.

Géomorphologie.

Une étude fine des cartes et minutes bathymétriques à grande échelle (1/50 000, voire 1/25 000) selon des voies analytiques, en utilisant les méthodes de la géomorphométrie, la comparaison des formes du terrain et des formations sédimentaires, puis dans un second temps la réalisation d'observations - par caméra sou-marine autonome, voire par plongées - devraient permettre une approche plus rigoureuse des formes sub-aquatiques et de leur évolution. De telles études autoriseraient la confection de cartes géomorphologiques des milieux sous-marins d'une grande exactitude, cartes dont on peut penser qu'elles seraient des outils primordiaux pour l'aménageur des espaces sous-marins.

SOMMAIRE

Chapitre 1. ESSAI DE DEFINITION DU TERME LITTORAL	3
A. Etymologie	3
B. Emploi du mot dans les sciences de la Terre	3
1) sédimentologie	3
2) géomorphologie	3
Chapitre 2. CLASSIFICATION DES SEDIMENTS	5
A. Rudites	5
B. Arénites	5
C. Pélites	5
Chapitre 3. LES CARTES SEDIMENTOLOGIQUES	6
A. Nature du document	6
1) les cartes analytiques	6
2) les cartes synthétiques	6
B. Type d'expression choisi	7
1) les cartogrammes	7
2) les cartes	7
C. Conclusion	7
Chapitre 4. LEGENDE POUR UNE CARTOGRAPHIE DES FORMATIONS SUPERFICIELLES SOUS-MARINES AU 1/100 000.	9
A. Granulométrie	9
1) les faciès	9
2) la notion de classe dominante	9
B. Carbonates et biofaciès	10
Chapitre 5. FEUILLES AU 1/100 000 DE SAINT MALO ET SAINT BRIEUC	11
A. Granulométrie	11
1) légende	11
2) bibliographie	12
B. Inventaire des formes	13
1) légende	13
2) bibliographie	14
C. Etude des bilans sédimentaires	14
1) types d'évolution	14
2) légende	15
3) types de documents utilisés	15
CONCLUSION	16