

→ DOC/EL

RAPPORT CONTRAT IFREMER n° 84/7599

B222-2h200-LAF-C

LA CARTE MORPHOSÉDIMENTAIRE DES ZONES INTERTIDALES DU  
GOLFE NORMAND-BRETON AU 1/25 000 :

CÔTE OUEST DU COTENTIN ET BAIE DU MONT SAINT-MICHEL

DÉPARTEMENT ENVIRONNEMENT  
LITTORAL ET GESTION DU MILIEU  
MARIN

A T L A S

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE :

L.R. LAFOND  
DIRECTEUR À L'EPHE

LABORATOIRE DE GÉOMORPHOLOGIE  
ÉCOLE PRATIQUE DES HAUTES ÉTUDES  
15, BD DE LA MER  
35800 - DINARD

TÉL. 99 46 10 72

UNITÉ ASSOCIÉE AU CNRS n° 910  
"ÉTUDE DES RIVAGES"

IFREMER-DERO/EL



0EL01843

JANVIER 1986

RAPPORT CONTRAT IFREMER N° 84/7599



LA CARTE MORPHOSÉDIMENTAIRE DES ZONES INTERTIDALES DU  
GOLFE NORMAND-BRETON AU 1/25 000 :

CÔTE OUEST DU COTENTIN ET BAIE DU MONT SAINT-MICHEL

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE :

L.R. LAFOND  
DIRECTEUR À L'EPHE

LABORATOIRE DE GÉOMORPHOLOGIE  
ÉCOLE PRATIQUE DES HAUTES ÉTUDES  
15, BD DE LA MER  
35800 - DINARD

TÉL. 99 46 10 72

UNITÉ ASSOCIÉE AU CNRS N° 910  
"ÉTUDE DES RIVAGES"

OELO1843

JANVIER 1986



B222-2  
R200  
LAF - C

RAPPORT CONTRAT IFREMER n° 84/7599

LA CARTE MORPHOSÉDIMENTAIRE DES ZONES INTERTIDALES DU  
GOLFE NORMAND-BRETON AU 1/25 000 :

CÔTE OUEST DU COTENTIN ET BAIE DU MONT SAINT-MICHEL

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE :

L.R. LAFOND  
DIRECTEUR À L'EPHE

LABORATOIRE DE GÉOMORPHOLOGIE  
ÉCOLE PRATIQUE DES HAUTES ÉTUDES  
15, BD DE LA MER  
35800 - DINARD

TÉL. 99 46 10 72

UNITÉ ASSOCIÉE AU CNRS n° 910  
"ÉTUDE DES RIVAGES"

JANVIER 1986

Ont participé à la réalisation de ce travail :

Louis-Robert LAFOND, Docteur ès Sciences (EPHE)

Chantal BONNOT-COURTOIS, Docteur ès Sciences (CNRS)

Pierre FARNOLE, Docteur en Géologie

Jean-Louis GUGLIELMI, Docteur en Sédimentologie

Jeannine LE RHUN, Docteur en Géographie physique (EPHE)

Monique LE VOT, Technicienne (EPHE)

Annie MARTIN, Docteur en Sédimentologie (Université Paris-Sud)

André REUX, Technicien (CNRS)

Marie-Thérèse REUX, Technicienne (EPHE)

## SOMMAIRE

	pages
<b>I. OBJECTIFS DU TRAVAIL ENTREPRIS</b>	<b>I - 1</b>
1.1. Cadre et moyens	I - 1
1.2. Définition du sujet	I - 1
1.3. Eléments représentés	I - 3
<b>II. METHODES D'ETABLISSEMENT DE LA CARTE</b>	<b>II - 1</b>
2.1. Cartographie de base	II - 1
2.1.1. Le 1/25 000 IGN	II - 1
2.1.2. Photographies aériennes	II - 1
2.1.3. Cartes géologiques	II - 2
2.1.4. Carte sédimentologique des fonds	II - 3
2.2. Documents bibliographiques utilisés	II - 3
2.2.1. Documents provenant de l'activité du Laboratoire	II - 3
2.2.2. Documents d'origine externe	II - 4
2.3. Observations sur le terrain	II - 6
2.4. Principes de représentation retenus	II - 6
2.4.1. Légende géologique	II - 7
2.4.2. Légende sédimentologique	II - 8
<b>III. RESULTATS GENERAUX</b>	<b>III - 1</b>
3.1. La dynamique sédimentaire de la côte Ouest du Cotentin	III - 1
3.1.1. La structure de la côte	III - 2
3.1.2. Les houles	III - 2
3.1.3. Les vents	III - 4
3.1.4. Les marées	III - 5
3.1.5. Les sédiments	III - 7
3.1.6. L'évolution de la côte	III - 8

3.1.7. L'aménagement du littoral	III - 9
3.1.8. Conclusions	III - 11
3.2. La baie du Mont Saint-Michel	III - 12
3.2.1. Le secteur estuarien	III - 12
3.2.2. L' Ouest de la baie	III - 13
IV. DESCRIPTION DES DIVERSES FEUILLES DE LA CARTE	IV - 1
4.1. Le Nord-Cotentin	IV - 2
4.1.1. Les Pieux	IV - 2
4.1.2. Bricquebec-Carteret	IV - 6
4.2. La zone Cotentin-Centre	IV - 11
4.2.1. La Haye du Puits	IV - 11
4.2.2. Coutances	IV - 15
4.2.3. Granville	IV - 20
4.3. La baie du Mont Saint-Michel	IV - 24
4.3.1. Saint-Malo - Mont Saint-Michel Ouest	IV - 26
4.3.1.1. La baie de Cancale	IV - 26
4.3.1.2. Le secteur de Cherrueix	IV - 28
4.3.1.3. Le banc des Hermelles	IV - 31
4.3.2. Avranches - Mont Saint-Michel Est	IV - 32
4.3.2.1. Substratum géologique	IV - 33
4.3.2.2. Le secteur préestuarien	IV - 34
4.3.2.3. Le secteur estuarien	IV - 36
4.3.2.4. Les aménagements	IV - 40

Une cartographie morphosédimentaire des côtes du golfe normand-breton a été envisagée dans le cadre de l'étude régionale intégrée de ce golfe, initiée en 1983 par le CNEXO. Ce rapport présente les feuilles de la côte Ouest du Cotentin et de la baie du Mont Saint-Michel, ainsi que les commentaires correspondants. Le tableau d'assemblage ainsi que les cartes au 1/25 000 ème sont regroupés dans un atlas séparé. Du cap de la Hague à la pointe du Grouin de Cancale, on trouvera les feuilles suivantes :

- Les Pieux
- Bricquebec - Carteret
- La Haye du Puits
- Coutances
- Granville
- Avranches - Mont Saint-Michel Est
- Saint-Malo - Mont Saint-Michel Ouest

Ces cartes ont été établies dans le cadre du contrat liant le Laboratoire de Géomorphologie de l'EPHE à l'IFREMER sous le n° 84/7599. Les documents correspondant à la côte Nord de la Bretagne sont en cours de réalisation.

## 1. OBJECTIFS DU TRAVAIL ENTREPRIS

### 1.1 Cadre et moyens

La préparation des cartes morpho-sédimentaires de la zone intertidale du golfe normand-breton a été entreprise au Laboratoire de Géomorphologie de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes dans le cadre de l'étude régionale intégrée du golfe, envisagée à partir de 1983 par l'Unité littorale du CNEEXO puis par la division DERO / EL de l'IFREMER.

La construction de ces documents a fait l'objet d'une concertation étroite entre IFREMER et l'EPHE dans le cadre du groupe de travail "Estrans et zones humides".

L'action a été soutenue par IFREMER sous la forme d'un contrat de recherche (n° 84/7599) signé le 19 octobre 1984 par IFREMER/Brest et le Président de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes.

C'est à la demande d'IFREMER et en vue d'assurer l'exploitation synthétique des documents émanant des divers laboratoires associés à l'étude régionale intégrée du golfe normand-breton qu'une priorité a été donnée aux feuilles représentant la côte Ouest du Cotentin, puis la baie du Mont Saint-Michel. Les sept feuilles constituant cet ensemble sont décrites dans cette publication.

Les feuilles représentant la côte Nord de la Bretagne entre le massif de Saint-Malo et l'archipel de Bréhat font l'objet de travaux actuels au Laboratoire et seront publiées ultérieurement.

### 1.2 Définition du sujet

Divers secteurs de la zone intertidale du littoral normand-breton ont été explorés au cours des années récentes, tant du point de vue sédimentologique que du point de vue biologique, ces travaux liés à des projets d'aménagement dont le plus important a été l'éven-



tuelle implantation d'une usine marémotrice, ou à des recherches universitaires, ont été conduits par des équipes différentes, avec des méthodes et des optiques variables.

Dans le cadre de l'étude régionale du golfe, il a donc paru intéressant de tenter de regrouper les résultats déjà obtenus et de les synthétiser sous la forme d'un document unique formé d'éléments de facture comparable.

La répartition des structures géomorphologiques et des faciès sédimentologiques conditionnant pour une large part la répartition et l'importance relative des écosystèmes rencontrés sur le littoral, il a semblé que la préparation d'une carte morphosédimentaire du milieu intertidal répondrait aux besoins d'une cartographie de base permettant de signaler et d'expliquer la répartition des faunes et des flores, étudiée par ailleurs.

D'un autre côté, la distribution des formes actives et des sédiments sur le littoral étant une fonction synthétique des actions des agents dynamiques qui régissent l'équilibre de la côte, la carte devient un outil permettant l'approche du, ou mieux des modèles sédimentaires permettant de suivre l'évolution des divers secteurs côtiers, donc de mieux comprendre les problèmes posés par les aménagements envisagés et d'optimiser ceux-ci.

La zone étudiée a ses limites : géographiquement, le cap de la Hague au Nord, le sillon de Talbert à l'Ouest. Au centre, la pointe du Grouin de Cancale sépare nettement la baie du Mont Saint-Michel de la côte rocheuse bretonne et formera la frontière Ouest des travaux présentés ici.

Quant à l'estran, il est limité du côté continental par la frontière des zones inondables, mais il nous a paru intéressant d'ébaucher au moins la représentation de structures terrestres liées au littoral, telles que les dunes, alluvions récentes et marais maritimes, dont la présence ou l'absence influent sur l'équilibre côtier. Du côté marin, c'est surtout pour des raisons d'approche méthodologique que nous avons limité notre travail à la ligne du

zéro hydrographique, l'étude des zones infratidales, très instructive du niveau de l'alimentation des estrans, nécessitant des moyens à la mer que nous n'avons pas pu utiliser jusqu'ici. Notre programme ultérieur prévoit dès 1986 l'exploration de certaines zones marines périlittorales susceptibles d'influer sur l'évolution des côtes.

L'échelle choisie pour cette carte d'ensemble est le 1/25 000. Elle représente un compromis entre la grande échelle nécessaire à la description complète des phénomènes littoraux, et utilisée dans les travaux antérieurs contractuels ou universitaires, et la volonté de synthèse nécessaire à la représentation d'ensemble du littoral. Beaucoup de détails ont ainsi disparu.

Des compléments de recherche sur le terrain ont été entrepris, notamment dans les zones antérieurement peu étudiées comme le Nord du Cotentin. Ils permettent une meilleure homogénéisation des résultats.

### 1.3 Eléments représentés

Les éléments reportés sur la carte ont répondu à plusieurs soucis de représentations différents :

- le canevas topographique a été reporté à partir des cartes IGN au 1/25 000 en utilisant comme repérage principal le carroyage Lambert zone Nord I, mais des modifications ont été apportées en zone intertidale en fonction des observations faites sur les photographies aériennes et sur le terrain.

- la nature géologique du substratum a été indiquée à partir des données des cartes géologiques publiées, ou existant en minutes au BRGM. Les attributions stratigraphiques ont été simplifiées et homogénéisées autant que possible entre des documents de facture et d'âge très différents. L'extension des affleurements géologiques continentaux a été simplement esquissée près de la côte.

- les formes de l'estran ont été représentées dans la mesure où leur taille le permet. Quelques généralisations ont dû être effectuées au bénéfice de la lisibilité et de l'interprétabilité en termes de dynamique sédimentaire.

- la nature des sédiments a été reportée sous la forme de quelques grandes classes, mais l'échelle choisie ne permet pas une vue analytique détaillée. Celle-ci peut être obtenue à partir d'autres documents établis précédemment et décrits au chapitre suivant.

Les représentations choisies sont autant que possible légères, afin de permettre l'utilisation du document en surcharge pour la figuration d'autres données, comme celles concernant des écosystèmes.

## II. METHODES D'ETABLISSEMENT DE LA CARTE

La masse importante de documents dont nous avons disposé pour établir la carte nous a conduit à discuter l'utilisation de ces sources et à hiérarchiser leur emploi.

### 2.1 Cartographie de base

Nous avons analysé plusieurs éléments cartographiques et différents types de photographies aériennes.

#### 2.1.1. Le 1/25 000 IGN

C'est bien entendu la carte régulière au 1/25 000 de l'IGN qui a été utilisée, sous la forme de contrecalques monochromes sur lesquels certaines surcharges ne sont pas reportées (routes, indications touristiques). Dans une première version, les indications géologiques et morphosédimentaires ont été reportées directement sur ces calques, mais la lisibilité défectueuse du document obtenu a fait abandonner la méthode ; le 1/25 000 IGN a seulement servi de support pour la planimétrie et la mise en place des éléments, les indications étant réduites au minimum nécessaire. Le tracé du trait de côte et des affleurements de rochers a été modifié en fonction des indications plus récentes fournies par les photographies aériennes.

#### 2.1.2. Photographies aériennes

La couverture photographique disponible a varié selon les secteurs d'étude. Dans la zone centrale du Cotentin, entre Portbail et Carolles, on a pu disposer d'une mission spéciale IGN/EDF au 1/8 000 en couleurs et en infra-rouge, datant de 1982 et 1983 (F 82 80 3521 et F 83 80 3611), qui a déjà été utilisée dans le cadre de l'étude de cette zone (contrat CNEXO 83/7103). Au Nord de Portbail, c'est la mission IPLI 82 et ses compléments 1983 qui ont été utilisés, sous la forme directe au 1/20 000 ou par l'intermédiaire d'agrandissements au 1/10 000 (havres de Carteret et Portbail). En baie du Mont Saint-Michel, les missions IGN 1979 FR 145 - 175, 1980 F 80 - 165 et F 1980 . 145 . 3200C ont été utilisées en plus de

la couverture IPLI. Quelques compléments ont été tirés enfin de la mission IFN 84 80 . 50, malgré des prises de vue ne correspondant pas à la marée basse. Les schémas géomorphologiques réalisés sur les photographies aériennes en vue stéréoscopique ont été transformés à l'échelle du 1/25 000 avec une optique type zoom-transferscope, puis reportés sur le canevas au 1/25 000 redressé de l'IGN, en compensant au mieux de proche en proche les déformations.

### 2.1.3. Cartes géologiques

Les données géologiques sont tirées des documents existants, en particulier les cartes géologiques régulières de la France au 1/50 000 publiées par le BRGM. Le caractère fragmentaire de la couverture disponible nous a obligé au Sud à avoir recours à la série des cartes au 1/80 000 sur fond hachuré, plus ancienne.

Du Nord au Sud, on a utilisé :

- La carte de Cherbourg (couvrant la feuille Les Pieux) de facture assez ancienne (1963)
- la carte de Bricquebec (1976)
- la carte de la Haye du Puits (1977)
- la carte d'Avranches (1984)

les feuilles de Coutances et Granville, en préparation, ont été consultées au BRGM à Orléans sous forme de minutes ; les feuilles Mont Saint-Michel et Saint-Malo ne sont pas encore rédigées.

Les feuilles au 1/80 000 de Barneville, Saint-Lô, Coutances, Avranches et Dinan couvrent le secteur étudié mais sont de facture très ancienne, en dépit d'éditions successives.

Chaque carte étant publiée sous la responsabilité de ses auteurs, et à des époques différentes, il en résulte un certain désordre dans la présentation d'ensemble, en dépit de l'existence de règles générales de rédaction. L'identification des formations varie considérablement d'une feuille à l'autre, et peut changer du tout au tout entre le 1/80 000 et le 1/50 000.

Pour toutes ces raisons, nous avons réduit les indications géologiques à une esquisse des contours à terre au voisinage du littoral, et à une indication des formations et des accidents principaux sur les platiers rocheux.

#### 2.1.4. Carte sédimentologique des fonds

Pour la carte sédimentologique du plateau continental au 1/100 000, seules quelques feuilles sont parues et celle de Bricquebec intéresse nos cartes au 1/25 000 de Bricquebec-Carteret et de la Haye du Puits. Cette carte date de 1969 et les contours ont été repris sur les cartes géologiques au 1/50 000. La feuille de Granville n'est pas achevée. Ces documents permettent de voir les relations entre la zone intertidale et infratidale et d'estimer en particulier l'importance des éventails deltaïques.

#### 2.2. Documents bibliographiques utilisés

Nous distinguerons par commodité les résultats antérieurs acquis dans l'équipe associée n° 910 "Etude des Rivages" ou en liaison avec elle, puis ceux provenant d'autres sources.

##### 2.2.1. Documents provenant de l'activité du Laboratoire

Le travail effectué pour l'étude de la zone Cotentin-Centre (contrat 83/7103) et sur les havres du Cotentin (contrat 82/6873) constitue une contribution cartographique directe à la connaissance du milieu intertidal. Le passage d'une grande échelle (1/8 000 ou 1/10 000) à celle du présent travail impose cependant un remaniement complet des documents et le choix de généralisations.

Une étude de dynamique sédimentaire des abords du havre de Carteret effectuée en 1984-1985 a permis également de parfaire la connaissance de cette zone ; le rapport a été publié par le Laboratoire Central d'Hydraulique de France en juillet 1985.

Quant aux travaux universitaires, ils sont nombreux. On citera, parmi les thèses :

- B. CALINE : Le secteur occidental de la baie du Mont Saint-Michel : morphologie, sédimentologie et cartographie de l'estran. Paris XI Orsay, 27 juin 1981.

- N. FETTER-TURTAUD : Litage et rythmes de la sédimentation en domaine estuarien, sur les côtes de la Manche. Paris XI Orsay, 29 juin 1981.

- J. LE RHUN : Etude physique de la baie du Mont Saint-Michel. Paris I, 1 octobre 1982.

- P. FARNOLE : Dynamique sédimentaire sur la côte Ouest du Cotentin. Paris XI Orsay, 28 février 1986.

Plusieurs rapports de DEA ont également été consacrés à la région : F. GARRABE, 1982 - J. MUTSCHLER, C. GUYOT, J. SPAGNUOLO, 1984 - J. JUAREZ, S. DOIKAS, 1985 - tous soutenus à l'Université Paris XI, centre d'Orsay. Le mémoire de maîtrise de F. LEVOY (Caen, 1985) a également été réalisé en liaison avec l'équipe.

Une mention particulière doit être faite de deux publications parues en 1982 dans le livre jubilaire de G. LUCAS (Mém. Géol. Univ. Dijon, tome 7) :

- l'une (J. LE RHUN et R. MATHIEU, p. 53-61) est une mise au point sur l'évolution du banc des Hermelles.

- l'autre (B. CALINE, C. LARSONNEUR et A. L'HOMER, p. 37) constitue une excellente synthèse décrivant les principaux environnements sédimentaires en baie du Mont Saint-Michel. C'est pour l'essentiel le texte de cet article que l'on retrouvera en IV<sup>ème</sup> partie au titre de la description des milieux intertidaux de la baie, en raison du caractère synthétique des informations données et de l'absence de travaux plus récents.

Par ailleurs, un texte publié dans les Actes du IV<sup>ème</sup> Colloque franco-japonais d'Océanographie (Marseille, septembre 1985) résume les idées actuelles sur la dynamique côtière de l'Ouest du Cotentin (L.R. LAFOND : "Une dynamique sédimentaire complexe : le cas de la côte Ouest du Cotentin").

#### 2.2.2. Documents d'origine externe

La bibliographie concernant la zone du Mont Saint-Michel a été publiée dans le n° 33 des Mémoires du Laboratoire de Géomorphologie de l'EPHE (J. LE RHUN, 1979) et complétée en 1982 dans sa thèse. Une bibliographie analytique sur l'ensemble du golfe normand-breton est en préparation.

Parmi les documents qui ont été pour nous d'une utilité particulière, citons d'abord les deux thèses les plus documentées :

- H. ELHAI (1963) : La Normandie occidentale entre la Seine et le golfe normand-breton. Bordeaux, Brière, 624 p.

- P. HOMMERIL (1967) : Etude de géologie marine concernant le littoral bas-normand et la zone pré-littorale de l'archipel anglo-normand. Thèse Université Caen, 307 p.

mais aussi :

- M. CLET-PELLERIN (1985) : La couverture de dépôts meubles dans le havre de Carteret et sur le littoral adjacent. Lab. Géomorpho. CNRS, Caen, Rap. Sc. Tech. n° 1, 58 p.

- P. GIRESE (1965) : Modalité de la sédimentation dans l'estuaire de la Sienne. Principales zones de dépôt. Cah. Océanogr., XX, p. 547.

- LCHF (Laboratoire Central d'Hydraulique de France) (1981) : Catalogue sédimentologique des côtes françaises, t. III : de la baie de Seine au Mont Saint-Michel. Maisons-Alfort, 125 p.

Une abondante bibliographie est également exploitée dans l'article de B. CALINE, C. LARSONNEUR et A. L'HOMER déjà cité, concernant la baie du Mont Saint-Michel.

Citons enfin l'étude de la baie d'Ecalgrain effectuée par JE AUFFRET et J. LE GALL (1972) (Bull. Soc. Linn. Normandie, 103, p. 9) , ainsi que la note de J. BAJARD et M. GAUTIER (1969) : Dynamique des plages du Nord-Cotentin (Cah. Océanogr., XXI, p. 635), et, en ce qui concerne le Quaternaire, la toute récente thèse de J.P. LAUTRIDOU (1985) : Le cycle périglaciaire pléistocène en Europe du Nord Ouest et plus particulièrement en Normandie (Centre de Géomorphologie du CNRS, Caen, 2 vol., 908 p.).



### 2.3. Observations sur le terrain

Les membres du laboratoire ont effectué de nombreuses missions sur le terrain dans le cadre de l'étude intégrée du golfe (1983 Saussey, 1984 et 1985 Carteret) mais aussi pour des travaux universitaires (Granville et Montmartin 1983 et 1984) ou des études de site très ponctuelles (Carteret 1984 - Traceurs radioactifs à Carteret et Sciotot 1985). Enfin, des compléments d'observation ont été réalisés en Nord-Cotentin comme en baie du Mont Saint-Michel après l'achèvement des thèses citées en référence.

Au cours de chacune de ces campagnes, des relevés topographiques et géomorphologiques ont été effectués, des mesures de paramètres hydrodynamiques et des prélèvements d'échantillon complétant les observations.

Au Laboratoire, on a procédé à la mesure de la salinité et du pH des eaux, ainsi qu'à celle des teneurs en suspension. Les sédiments ont été soumis à l'analyse granulométrique et à la mesure du taux de calcaire. Pour les plus significatifs, on a étudié les minéraux lourds des sables et les minéraux argileux des sédiments fins.

### 2.4. Principes de représentation retenus

L'échelle du 1/25 000 choisie pour la représentation de l'ensemble de la côte impose des généralisations et une refonte des documents antérieurement réalisés sur la zone Cotentin-Centre comme en baie du Mont Saint-Michel.

C'est ainsi que les platiers rocheux sont figurés seulement par leurs contours et la direction des cassures tectoniques principales. Les innombrables diaclases rencontrées sur le terrain ne peuvent être indiquées. Les bancs sableux sont individualisés autant que possible, mais les systèmes de rides ont dû être indiqués sous forme de champs de rides : leur morphologie de détail est très variable.

En ce qui concerne les sédiments, on a indiqué seulement quelques groupes correspondant à des unités évolutives plutôt qu'à des caractéristiques sédimentologiques bien déterminées. C'est ainsi que dans les éventails deltaïques des havres apparaissent des traînées de matériaux grossiers provenant de la lévigation de sables hétérogènes par le jusant, alors que l'ensemble est plutôt fin.

Les bourrelets d'estran ont également une composition variant en fonction des conditions locales : présence au voisinage d'un platier érodable, reprise de sédiments anciens, accumulation de coquilles. Tous ces éléments ont en commun d'être mis en place et façonnés par les houles déferlantes, au niveau des pleines mers.

La variabilité des conditions le long d'un aussi vaste secteur côtier a également interdit l'utilisation d'une légende commune à toutes les cartes, encore que les différences soient réduites au minimum. C'est pourquoi la légende géologique comme la légende sédimentologique figurent sur chacune des feuilles de la série.

#### 2.4.1. Légende géologique

Puisée dans des documents d'âge et d'auteurs différents, les légendes géologiques de chacune des feuilles doivent être considérées comme des éléments indépendants. De toutes façons, les formations géologiques affleurant sur le littoral sont de nature et de structure variable entre le massif du Nord-Cotentin, d'âge paléozoïque et traversé de venues granitiques et migmatitiques, et les formations briovériennes du Centre-Cotentin associées à la diorite de Coutances. Plus au Sud, Briovérien et granites intrusifs se retrouvent autour de la baie du Mont Saint-Michel.

Les légendes géologiques font apparaître d'une part des formations sédimentaires, repérées selon l'échelle stratigraphique en utilisant la terminologie du 1/50 000, et d'autre part des formations intrusives ou éruptives, définies par leur nature pétrogra-

phique. La lithologie des formations sédimentaires est variée dans le détail, mais il s'agit toujours de roches se rapprochant de schistes et de grès, avec parfois des passées conglomératiques. Les calcaires sont rares, en minces couches dans le Cambrien, et plus importants dans le synclinal Viséen de Hyenville - Montmartin.

Les roches intrusives forment de gros massifs, accompagnés d'auréoles de métamorphisme constituées de roches très résistantes, les cornéennes (Flamanville, Champeaux).

L'âge des roches est indiqué en fonction des données disponibles et la précision est très variable suivant les feuilles selon que celles-ci ont subi ou non une révision récente. Les "séries compréhensives" de Bricquebec pourraient ainsi être maintenant subdivisées en leurs composants élémentaires. Les indications géologiques ne constituant qu'un élément secondaire du propos de cette carte, nous n'avons pas effectué de recherches complémentaires dans ce domaine.

#### 2.4.2. Légende sédimentologique

Nous avons groupé sous ce titre les indications relatives à la nature des grands groupes sédimentaires correspondant aux formations meubles intertidales, ainsi que celles correspondant à des milieux de sédimentation : chenaux, rides et bancs, crochons et cordons dunaires.

Une des structures les plus intéressantes en Cotentin est la rupture de pente qui sépare le bourrelet de haute plage, assez pentu, et la basse plage très plate. Dans toute la zone centrale, cette rupture de pente correspond aussi à une différenciation entre sable fin de haute plage et sable plus grossier et cailloutis de basse plage. Par contre, au Nord du cap de Carteret, les plages sont plus homogènes et le matériel sableux reste le même de part et d'autre de cette rupture topographique. Ce fait souligne la plus grande importance des transits longitudinaux au Sud de Carteret et l'indépendance des divers secteurs côtiers au Nord.

En baie du Mont Saint-Michel, l'existence de deux environnements sédimentaires distincts à l'Est et à l'Ouest ne permet que difficilement l'utilisation d'une légende commune ; le développement des bancs coquilliers et des massifs d'Hermelles est sans commune mesure avec ce qui peut être décrit ailleurs.

Les installations de bouchots et de parcs à huîtres sont très largement développées sur l'estran. Ces structures quoique transparentes aux courants, modifient les conditions sédimentaires à la fois par l'accumulation des débris correspondant à leur fonctionnement, par le va-et-vient nécessaire à leur entretien et à leur exploitation et enfin par les modifications qu'apportent aux sédiments de telles concentrations biologiques : vases enrobées de mucus rejetées par les moules et montrant une rigidité initiale augmentée. L'extension de l'habitat des moules sauvages favorise la rétention des sédiments sablo-vaseux, diminuant les quantités en transit.

De nombreuses extractions de matériel sableux ont été effectuées dans la zone littorale et certaines se poursuivent actuellement, avec des conséquences diverses sur l'équilibre côtier. Nous avons figuré les zones morphologiquement reconnaissables, mais bien des sites d'extraction ont été occupés ultérieurement par des terrains agricoles (Créances) au milieu des massifs dunaires. Les extractions faites au niveau des chenaux ou des pointes sableuses construites actuellement par la mer n'apparaissent pas sur une carte morphologique, en raison du remplacement rapide du matériel extrait (Blainville, Portbail) mais les conséquences de ces extractions sont lourdes à l'échelle régionale et se traduisent par une accélération de l'érosion en aval des zones d'emprunt, c'est-à-dire en général au Sud des havres concernés.

### III. RESULTATS GENERAUX

L'étude morpho-sédimentaire et la cartographie de l'ensemble de l'estran sur la côte Ouest du Cotentin et en baie du Mont Saint-Michel permet de dégager des idées générales concernant le fonctionnement et l'évolution de la côte.

Mais dès l'abord, on doit constater que trois unités s'individualisent :

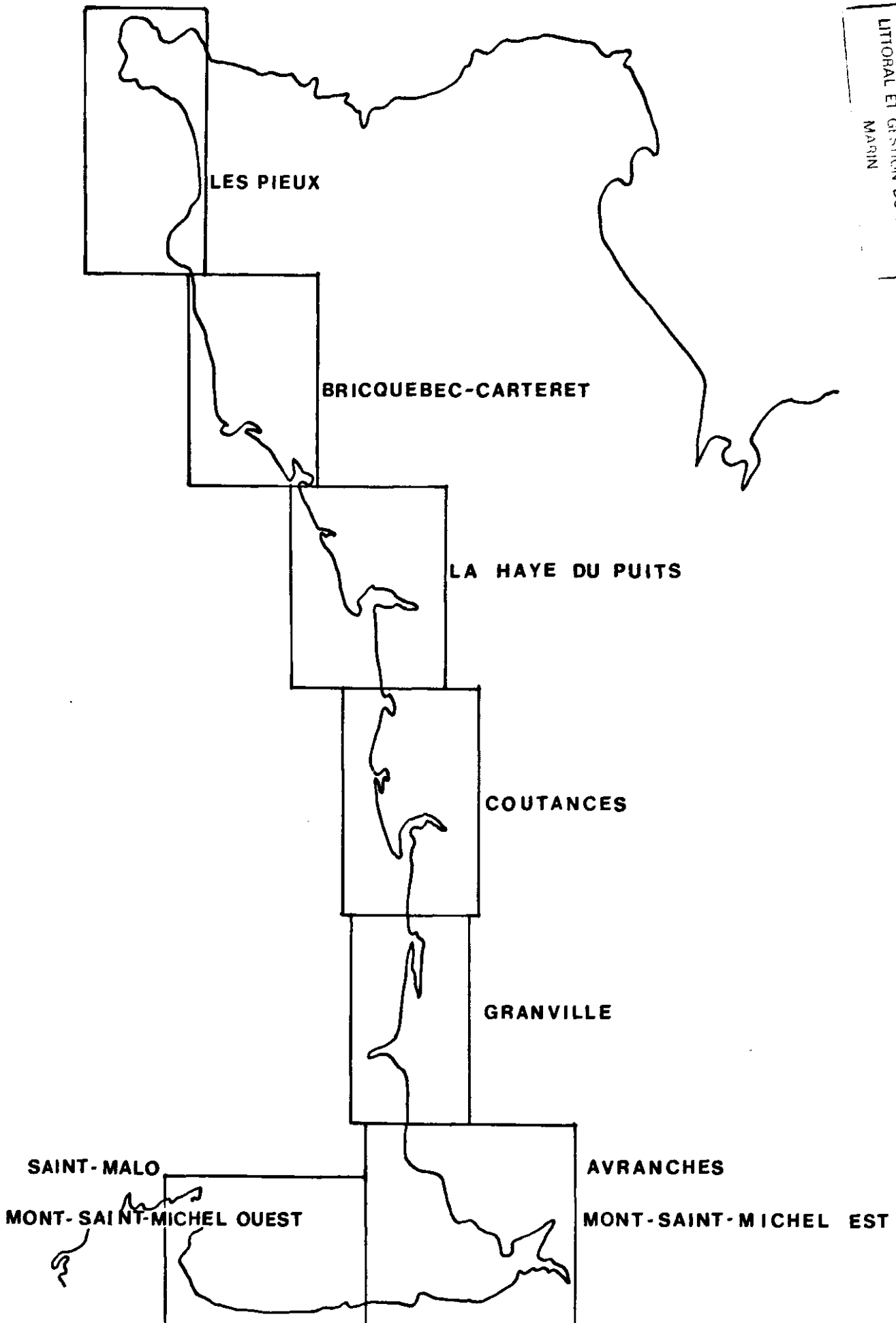
- Le Nord-Cotentin, qui va être caractérisé par une totale indépendance des secteurs côtiers montrant une accumulation sédimentaire, et l'absence de tendance nette au transit littoral. L'accumulation de Vauville, la plus belle, est cependant mieux alimentée au Sud qu'au Nord.

- Le Centre et le Sud du Cotentin, qui montrent une dynamique complexe dont l'exposé fera l'objet du paragraphe suivant.

- La baie du Mont Saint-Michel, dont on peut décrire les environnements dans une optique générale analogue à celle utilisée sur la côte du Cotentin, renvoyant pour plus de détail aux publications spécialisées antérieures.

#### 3.1. La dynamique sédimentaire de la côte Ouest du Cotentin

La côte Ouest de la péninsule du Cotentin est directement exposée à l'action des vents et des houles du secteur Ouest provenant de l'Atlantique et particulièrement forts aux latitudes moyennes. La hauteur annuelle maximum des vagues atteint 6,1 m devant Flamanville mais seulement 1,9 m à Granville plus au Sud, à l'abri des îles et des hauts fonds du golfe normand-breton ; mais les tempêtes exceptionnelles jointes aux fortes marées du golfe (le marnage en vive-eau atteint partout 12 à 13 m sur le littoral) conduisent au développement d'une dynamique sédimentaire très active sur une côte que ne protège que très partiellement un cordon dunaire récent.



### 3.1.1. La structure de la côte

La côte Ouest du Cotentin suit, du cap de la Hague à la baie du Mont Saint-Michel, une direction générale Nord-Sud qui souligne l'effondrement du golfe normand-breton et recoupe les structures plissées paléozoïques du massif armoricain.

En contrebas d'une falaise morte ancienne de 50 à 70 m d'altitude, la zone intertidale est constituée par un platier rocheux arasé, fortement redressé et diaclasé, d'âge Cambrien à Dévonien. Il est recouvert au niveau de la barrière littorale par des cailloutis et des placages de sable surmontés de dunes dont le dernier développement très récent (13<sup>ème</sup> siècle) est attesté par l'envahissement de vestiges historiques. La barrière littorale, d'une puissance de l'ordre de la dizaine de mètres, isole entre la côte actuelle et l'ancienne falaise quaternaire une zone de plaine maritime déprimée que l'alluvionnement lié au fonctionnement des estuaires ("havres") comble peu à peu.

Seuls quelques pointements rocheux en forme de caps émergent de cet ensemble, comme la pointe du Rozel, le cap Carteret, la pointe du Roc à Granville et le massif granitique de Carolles, découpant la côte en secteurs plus ou moins indépendants les uns des autres : si aucun élément sédimentaire ne paraît transiter en face de Granville, les grandes plages au Sud de Carteret sont alimentées par un matériel dont l'origine est à rechercher dans les massifs dunaires de Beaubigny, au Nord. Quant aux sables "normands" qui migrent en baie du Mont Saint-Michel jusqu'à la pointe du Bec d'Andaine, ils passent sans problème devant le massif de Carolles à Champeaux.

### 3.1.2. Les houles

La réfraction des vagues sur les obstacles qui parsèment le plateau continental en avant du littoral induit des obliquités résiduelles au niveau du déferlement qui sont bien différentes selon les points considérés de la côte et selon la direction initiale du mouvement.

Des plans de vague ont été construits pour les directions NW, W et SW en considérant les houles les plus probables, qui sont les houles longues océaniques (12 s) pour l'Ouest et le Nord-Ouest, et les houles locales les plus longues (7 et 9 s) pour les trois secteurs ; on a considéré en outre les houles Sud compatibles avec le fetch dans le golfe, soit 7 s. Les niveaux de référence choisis correspondent aux pleines mers de vive-eau exceptionnelles (cote marine + 12 m) et aux pleines mers de morte-eau moyennes (cote marine + 7,50 m).

On peut montrer ainsi que les houles d'Ouest comme celles de Nord Ouest produisent des transports de sable en direction du SE et du S sur toute la partie de la côte comprise entre le cap de Rozel au Nord et l'estuaire de la Sienne au Sud, quelle que soit la période considérée (9 ou 12 s) et quel que soit le niveau d'eau retenu pour le calcul. Des irrégularités locales liées à la diffusion des vagues en arrière des obstacles proches (rochers de la zone intertidale) délimitent cependant des sous-secteurs entre lesquels la continuité du transit n'est pas parfaite : à Gouville comme au Nord de Coutainville, une partie du sable de haute plage est étalé vers le bas-estran.

Les houles de Sud-Ouest longues ne se manifestent que dans le Nord du secteur étudié et ne peuvent atteindre la côte qu'en passant au Nord de l'île de Jersey. Elles tournent ensuite pour engendrer finalement sur le littoral le même type de transit que précédemment, vers le Sud. Les houles courtes (7s) engendrées dans le golfe lui-même parviennent par contre directement à la côte et provoquent donc des courants d'obliquité remontant vers le Nord. Il en va de même des houles de secteur Sud qui sont déjà bien développées sur la partie Nord du littoral. Mais ces houles courtes, peu énergétiques n'ont finalement qu'un effet secondaire sur le mouvement général des sédiments.

Dans le secteur Sud de la côte, entre la Sienne et Granville notamment, la protection liée aux plateaux des Minquiers et des



Chausey se fait plus particulièrement sentir et la côte ne reçoit plus guère de houles obliques, les secteurs Sud et Sud-Ouest n'offrant qu'un fetch insuffisant. Il n'y a plus de transit préférentiel vers le Sud et les sables se dispersent en avant de la côte sur les platiers rocheux, l'estuaire de la Sienne représentant d'ailleurs par lui-même une coupure majeure, mais liée cette fois à l'action des marées. De Saint-Pair-sur-Mer, au Sud de Granville jusqu'au bec d'Andaine, des évidences de transit sableux dominant vers le Sud s'observent à nouveau, mais les masses de matériel mises en jeu restent plus faibles sur une côte dépourvue de toute source d'alimentation extérieure et donc soumise à une érosion sévère qu'une urbanisation presque généralisée a encore aggravée.

### 3.1.3. Les vents

Sur toute la côte, la prédominance des flux d'Ouest est prononcée. Les vents de S, SW et W totalisent au cap de la Hague 47,9% des observations. Pour les vents forts supérieurs à 10 m/s, c'est 8 à 10 % des observations qui les concernent, à la fois dans les directions NE et W. L'ensemble de la côte Ouest du Cotentin est relativement abritée des flux de secteur E, mais par contre les vents d'Ouest se trouvent renforcés.

Les observations faites à Carteret montrent que les transports éoliens sur le littoral commencent à partir du seuil 10 m/s et prennent tout leur développement vers 20 m/s. La quasi-continuité de la couverture végétale sur les dunes réduit cependant la portée de ces indications au seul secteur de l'estran, ce qui se traduira finalement par une alimentation peu abondante de l'arrière-côte : 20 tonnes par mètre linéaire et par an constituent un ordre de grandeur et il n'y a donc guère plus de 1 000 m<sup>3</sup> de sable chaque année pour venir encombrer, par voie éolienne, le chenal de navigation du port ; ce chiffre est parfaitement négligeable en fonction de la compétence des courants de marée.

Le système dunaire mis en place, surtout depuis le 13<sup>ème</sup> siècle, le long du littoral constitue donc actuellement une formation-relique, dont le rôle dans la dynamique actuelle va se limiter à la fourniture de sable au haut estran sous l'action érosive des vagues déferlantes. Presque partout, les profils dunaires sont tronqués par une falaise d'érosion à la limite de la haute plage : plus de 10 m de hauteur dans le cas des reculs les plus marqués (dunes de Lindbergh près de Portbail, Créances, Bréville).

#### 3.1.4. Les marées

Les marées du golfe normand-breton ont les amplitudes les plus fortes de France et sont à l'origine de courants violents au niveau du littoral. Au large, les courants sont en général de type giratoire et fortement dissymétriques au profit du jusant dirigé vers le Nord.

Dans la zone intertidale, le phénomène le plus important est lié au remplissage des havres, qui représentent des estuaires à grand volume oscillant, bien qu'ils ne soient en relation qu'avec des rivières très médiocres. Le havre de Carteret abrite plus de 9 millions de mètres cube d'eau en pleine mer de vive-eau, bien que la surface inondable ne dépasse pas 100 hectares actuellement. Seul le havre de Regnéville constitue un estuaire véritablement digne de ce nom puisqu'il reçoit la Sienne et la Soule dont les bassins versants atteignent 850 km<sup>2</sup> ; les sept autres havres ont un fonctionnement essentiellement lagunaire.

Le seuil de base de tous les havres est élevé, supérieur au niveau de mi-marée et le remplissage des bassins en fin de flot est extrêmement brutal. On enregistre des vitesses maxima instantanées de près de 3 m/s en vive eau dans un grand havre comme celui de Regnéville et encore près de 2 m/s à l'entrée du petit havre de Carteret. Ces vitesses maxima, acquises dans la quasi-totalité de la tranche d'eau, induisent une circulation de sable au voisinage du

fond depuis l'embouchure du havre et la barrière littorale vers l'intérieur du système. Des transports en suspension s'additionnent aux précédents, mais avec un bilan de colmatage des schorres nettement plus important dans les havres du Sud (la Sienne, la Vanlée) que dans ceux du Nord (Carteret, Portbail, Surville).

Les courants de jusant sont plus étalés dans le temps et se marquent par des vitesses maxima plus faibles : 1,50 m/s en grande vive-eau à Carteret par exemple, ce qui réduit considérablement les possibilités de transport de sable en dehors des zones de chenaux. Dans ce cas encore, l'estuaire de la Sienne montre un comportement particulier, le débit fluvial des crues exceptionnelles venant renforcer les courants de jusant ; le colmatage de la partie amont de tous les havres se poursuit rapidement, il est souligné d'une part par la progression des zones poldérisées au cours des temps historiques et d'autre part par la nette augmentation des surfaces envahies par la végétation des schorres que l'on peut observer sur les photographies aériennes provenant des missions successives : à Carteret, le schorre ne constitue qu'une mince bordure dans la partie aval du havre en 1929, alors qu'il occupe plus de 50 % de la surface dès 1965 ; de même, la partie amont, à demi-envahie en 1929, constitue maintenant une zone entièrement végétalisée en dehors des étroits chenaux de vidange.

A l'extérieur des havres, les sables renvoyés dans la zone intertidale par le jusant s'étaient en constituant un éventail deltaïque dont le développement est proportionnel au volume oscillant du havre. L'extension de ces deltas embryonnaires immergés ne dépasse la zone intertidale que dans le cas des grands havres comme Lessay et la Sienne, avec encore une fois un développement jusqu'à - 5 m (cote marine) pour ce dernier système. Au-delà, sur le plateau continental proche, affleurent cailloutis et graviers anciens qui ne participent pas à la dynamique sédimentaire actuelle.

### 3.1.5. Les sédiments

Le matériel sédimentaire rencontré sur la côte se compose de plusieurs catégories d'éléments dont le rôle est différent dans la dynamique actuelle.

Des sables moyens ( $d_{50} = 0,3$  à  $0,5$  mm) constituent le stock du haut-estran et des dunes ; ces sables sont calcaires à 30 - 40 %, comparables du Nord au Sud du secteur étudié. Ce stock moyen subit dans certaines zones des triages en fonction des aléas de la dynamique locale mais reste bien différencié par rapport aux autres catégories sédimentaires.

Sur le bas-estran et en dehors des éventails deltaïques des havres, ne se rencontrent au contraire que des placages de sables coquilliers grossiers ou parfois des sables fins blancs constitués à partir de débris d'algues rouges. Près des platiers rocheux s'individualisent des amas de cailloutis anguleux, d'autant plus grossiers que l'on se situe plus près de la source du matériel. On retrouvera cependant des cailloutis analogues, un peu mieux roulés et triés, en sommet du bourrelet de haut-estran sur toutes les plages mal alimentées en sable. Ces bourrelets, souvent recouverts par les dunes, paraissent correspondre à une première mise en place ancienne du rivage à son niveau actuel.

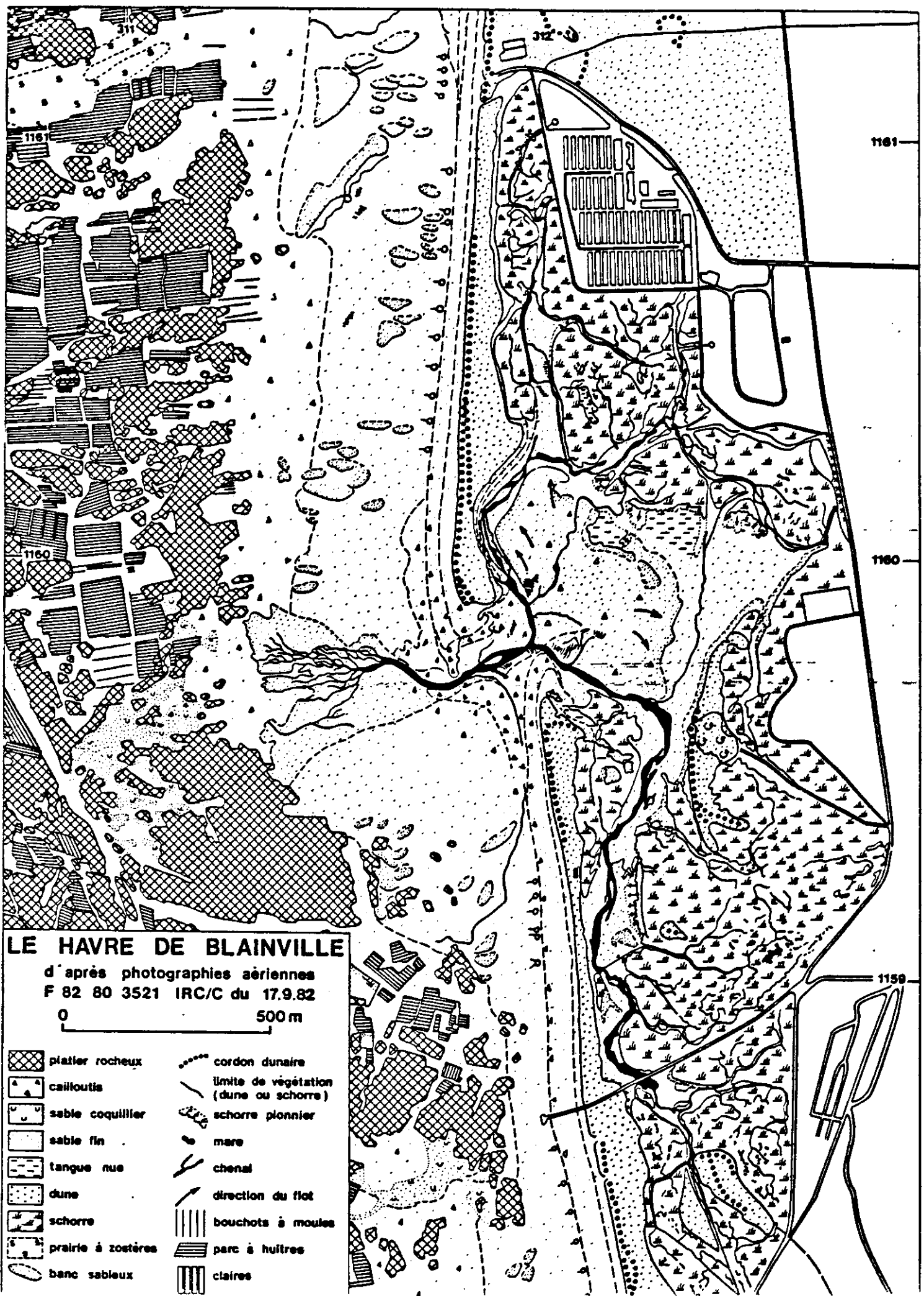
Des sédiments plus fins du type tangué se rencontrent dans les zones les plus abritées des havres, mais leur faciès granulométrique ne montre que très exceptionnellement une évolution poussée par décantation ; il ne s'agit en général que de dépôts par excès de charge assez immatures. Dans la zone intertidale, les éléments fins sont maintenus en suspension par l'agitation et seul un petit pourcentage se retrouve piégé à l'intérieur du stock de bas-estran. L'érosion progressive et le recul de la barrière littorale font cependant ressortir des dépôts de tangué ancienne dont la reprise par les vagues alimente au Sud de Granville le stock mobile de la baie du Mont Saint-Michel.

### 3.1.6. L'évolution de la côte

Les mouvements des masses sableuses ont été mis en évidence à l'aide de diverses méthodes combinant les mesures topographiques et l'analyse géomorphologique de la zone intertidale : la comparaison de levés successifs et de photographies aériennes permet ainsi de suivre la progression de la flèche de Barneville depuis 1815, et d'explicitier le rôle des ouvrages construits pour défendre l'entrée du havre de Carteret vers 1880. L'implantation d'une jetée insubmersible perpendiculaire au trait de côte provoque rapidement la création d'une plage du côté NW, alors que la plage SE voit s'accroître les phénomènes d'érosion, avec un recul moyen de l'ordre de 1 mètre par an.

L'étude fine des tendances évolutives actuelles a été réalisée sur l'ensemble du littoral de la zone centrale, de la pointe du Rozel à la baie du Mont Saint-Michel, à partir de photographies aériennes détaillées prises de 1982 à 1984. On aboutit à la construction d'une carte morphosédimentaire au 1/8 000 où les différents stocks sédimentaires, ainsi que les accidents morphologiques qui les marquent, sont représentés. Un extrait significatif de cette carte centré sur le havre de Blainville près de Coutances accompagne ce chapitre. Pour établir un tel document, l'exploitation des photographies aériennes a été complétée par de nombreuses missions sur le terrain ainsi que par des observations des conditions dynamiques, des prélèvements et des analyses d'échantillons de tous les types de sédiments, ainsi que par le levé de profils topographiques détaillés dans les zones les plus significatives.

A une échelle de temps plus fine, les mouvements du stock sableux sur l'estran ont été suivis durant certaines périodes en utilisant des traceurs fluorescents et des traceurs radioactifs. On s'aperçoit dans ces conditions que les transports de sable sur l'estran sont très irréguliers et se situent principalement dans le profil transversal de la plage. Ce n'est que lors d'évènements relativement exceptionnels que s'observent les grandes migrations de sédiment qui aboutissent notamment à la construction



# LE HAVRE DE BLAINVILLE

d'après photographies aériennes

F 82 80 3521 IRC/C du 17.9.82

0 500m

- |  |                    |  |   |
|--|--------------------|--|---|
|  | platier rocheux    |  | cordon dunaire                            |
|  | cailloutis         |  | limite de végétation<br>(dune ou schorre) |
|  | sable coquillier   |  | schorre pionnier                          |
|  | sable fin          |  | mare                                      |
|  | tangue nue         |  | chenal                                    |
|  | dune               |  | direction du flot                         |
|  | schorre            |  | bouchots à moules                         |
|  | prairie à zostères |  | parc à huîtres                            |
|  | banc sableux       |  | claires                                   |

de flèches littorales en haut-estran et, sur le bas-estran, à la déformation de rides. L'entrée de chacun des havres constitue un lieu d'observation privilégié en vue de l'étude de ces mouvements puisque l'on y retrouve deux flèches, l'une au Nord et construite par les houles directes, la seconde plus interne et en général située au Sud provenant de l'action des vagues diffractées autour de la première flèche. La forme des flèches varie rapidement dans le temps, avec des alternances marquées d'érosion et de constructions.

L'équilibre naturel de l'entrée des havres dépend finalement à la fois du transit sableux lié aux courants d'obliquité des houles et de celui induit sous l'action des volumes oscillants en fonction des marées : on observe un déplacement constant des embouchures et des chenaux.

### 3.1.7. L'aménagement du littoral

Encore relativement peu équipé, le littoral Ouest-Cotentin n'en subit pas moins les diverses conséquences des tentatives d'aménagement qui lui ont été appliquées.

Les havres représentent, de la pointe de la Hague à Granville, les seuls abris portuaires disponibles sur la côte ; ce ne sont que des ports d'échouage inaccessibles lors des mortes eaux, mais le maintien de conditions de navigation acceptables n'a pu être obtenu qu'au prix de la construction d'épis qui bloquent une partie du transit sableux (Carteret), et surtout au prix d'extractions qui permettent le dégagement des passes (Carteret, Portbail) mais affaiblissent dangereusement le stock disponible en haut-estran. Ces travaux finissent par augmenter la tendance générale au recul du haut estran, l'ordre de grandeur des volumes extraits autorisés (100 000 m<sup>3</sup> annuels à Carteret) étant voisin de celui des estimations faites pour l'ensemble du transit. La perte qui en résulte pour les plages n'est compensée que par le retour en mer du sable mis en réserve dans le système dunaire depuis la mise en place de celui-ci, au prix d'une érosion parfois dramatique de la ligne de

côte (Portbail, Créances, Montmartin). Les extractions effectuées dans les dunes elles-mêmes (pointe d'Agon, pointe du Banc) n'ont encore qu'un impact différé sur l'évolution du littoral.

Le développement du tourisme et l'urbanisation littorale qui en découle constituent un autre sujet de préoccupation pour l'avenir de la côte; la construction de promenades et boulevards maritimes ainsi que de bâtiments proches de la mer interdisent les échanges entre dune et plage et accélèrent la régression de cette dernière, surtout dans le cas où la protection des zones habitées est assurée par un mur de haute plage trop réfléchissant pour les houles. Au sémaphore de Portbail, l'abaissement du niveau de la haute plage atteint 4 mètres ; à Coutainville et à Hauteville, il n'existe plus de bourrelet de haute plage devant les zones protégées et les formations argileuses lagunaires anciennes réapparaissent sur un bas-estran très amaigri ; à Denneville, la protection d'une propriété isolée a créé un véritable cap qui concentre les lames, empêchant la régularisation de la côte. Les effets secondaires pervers liés aux ouvrages anciens (Coutainville, Hauteville) ont imposé un renforcement important de ceux-ci au moyen d'enrochements, la faiblesse et l'irrégularité du transit littoral par rapport aux mouvements sédimentaires enregistrés dans le profil transversal ne permettant pas l'utilisation de batteries d'épis.

Plusieurs zones côtières dépourvues de protection reculent actuellement à vive allure, en raison de la faiblesse des masses sableuses disponibles en transit. C'est le cas au Nord de Portbail où la dune a maintenant disparu et où la mer menace des zones déprimées intérieures, partiellement habitées. C'est le cas également à Créances, au Sud du havre de Lessay, où la progression de la pointe du Banc qui ferme le havre vers le Nord repousse le chenal vers l'Est et accélère le sapement des dunes. Mais c'est probablement à Montmartin-sur-Mer que les phénomènes atteignent leur amplitude maximum : la côte Sud du havre de Regnéville a reculé de plus de 180 m depuis 1945, la dune a disparu par endroits et les marais



d'Hauteville seront envahis lors d'une prochaine grande marée. En dehors de ses conséquences immédiates sur des zones agricoles, cette évolution risque de perturber gravement l'équilibre des havres.

Il convient donc de pratiquer sur cette côte une protection sélective, adaptée à la fois à la valeur des zones à protéger et aux caractéristiques locales des facteurs dynamiques qui sont à la base de l'évolution.

### 3.1.8. Conclusions

Toutes les observations et les mesures faites sur cette côte exposée à des agents dynamiques divers convergent pour montrer qu'en chaque point du littoral l'équilibre actuel de la côte dépend des structures géologiques préexistantes (platiers rocheux, îles et hauts fonds qui parsèment le plateau continental) et que l'action de façonnement dominante est due à la houle, en dépit de l'importance du marnage et des courants qui sont induits par la marée dans le golfe normand-breton.

La marée intervient au niveau des havres, autorisant le fonctionnement d'un système lagunaire ; elle agit bien sûr aussi par la surélévation générale du niveau marin qu'elle procure. Les vents, quoique forts, n'ont qu'une action de déflation locale. Ils ont fort heureusement mis auparavant en place le cordon dunaire à partir duquel le haut estran retrouve en la période érosive actuelle le matériel nécessaire au maintien précaire de son équilibre.

Mais toute intervention sur le littoral doit être soigneusement étudiée sous peine de voir s'aggraver la tendance actuelle et se détruire l'équilibre dynamique si difficilement obtenu.

### 3.2. La baie du Mont Saint-Michel

Ouverte seulement sur une vingtaine de kilomètres vers le Nord, entre les pointes de Champeaux et du Grouin de Cancale, la baie constitue dans son ensemble une zone d'expansion des houles du large déjà largement diffractées et atténuées.

Les houles de SW, si importantes en Cotentin, ne sont plus notables ; par contre et surtout dans la baie de Cancale, ce sont les clapots de NE qui vont pouvoir mettre en suspension les sédiments fins des fonds après avoir parcouru la baie en diagonale.

La concentration de l'onde de marée dans la baie conduit à l'obtention des marnages les plus élevés d'Europe : 15 m en viveau d'équinoxe, ce qui induit des courants de marée partout importants et des mouvements de sédiment intenses liés aux faibles profondeurs moyennes. La largeur de l'estran dépasse 10 km dans la zone Est.

La configuration de la baie définit cependant deux environnements sédimentaires différents, l'un à l'Est caractérisé par l'exacerbation d'un système d'éventail deltaïque en avant de l'estuaire commun de la Sée, de la Sélune et du Couesnon, l'autre correspondant à l'Ouest à un fond de baie, où les apports continentaux sont limités à quelques chenaux de drainage du marais de Dol. La description des phénomènes dynamiques correspondant à ces deux environnements doit être entreprise séparément, la limite entre les deux milieux se situant à peu près au massif des Hermelles et aux grands bancs de sable qui lui sont associés.

#### 3.2.1. Le secteur estuarien

Il est constitué à la fois des estuaires des rivières débouchant dans la partie Est de la baie (Sée, Sélune, Couesnon) et du tronc commun estuarien qui les prolonge jusqu'au delà de l'îlot de Tombelaine, ainsi que des grands bancs et zones de rides occupant la partie inférieure de l'estran. Ces formations sont comparables aux éventails

deltaïques rencontrés devant les havres à ceci près que la taille du système est beaucoup plus grande et que le resserrement de la baie entre Champeaux et les Hermelles ne permet pas vraiment la formation d'un cône en éventail.

La nette prédominance des courants de flot sur les courants de jusant aboutit à un transport préférentiel de matériel fin en direction du haut-estran, à une alimentation des slikkes et une extension des schorres (herbus) en dépit de vastes remaniements latéraux. Ces derniers sont en relation directe avec la méandrisation des chenaux qui n'occupent une position relativement fixe et encaissée que dans la partie tout à fait amont du système estuarien.

La lutte contre l'ensablement de l'Est de la baie est basée sur l'utilisation judicieuse de ces mouvements de chasse des sédiments sous l'influence des courants de jusant, elle est une tentative localisée de retarder ou d'inverser un courant d'évolution géologique qui correspond à l'apport annuel moyen d'environ 1 300 000 m<sup>3</sup> de sédiment dans l'ensemble du secteur interne de la baie Est. C'est donc dans la partie haute de l'estran de cette zone que s'observeront les évolutions les plus rapides du littoral que l'on peut mettre en évidence sur les côtes du golfe normand-breton.

### 3.2.2. L'Ouest de la baie

Beaucoup mieux protégée des houles de NW et d'W que l'Est de la baie, la partie Ouest est également parcourue par de forts courants de marée. Mais ceux-ci conservent un caractère giratoire et ne tendent à devenir alternatifs que dans la partie la plus orientale du secteur, vers le banc des Hermelles. L'absence de grandes structures telles que des chenaux de marée sur l'estran interdit la concentration des flux de courant et ceux-ci ont des vitesses maximales qui oscillent entre 0,3 et 0,7 m/s seulement sur l'estran, contre 1 m/s en vive-eau au large de Cancale. Il n'y a plus de dissymétrie entre flot et jusant et l'envasement, bien réel, dépend plutôt des conditions météorologiques, atteignant son maximum sur les parcs ostreicoles de la baie de Cancale par vent de NE.

Les bancs coquilliers du haut-estran observés entre Saint-Benoît-des-Ondes et Cherrueix se constituent sous l'action des houles déferlantes et tendent à remonter sur les herbues en isolant de petites zones lagunaires.

Il existe un gradient régulier d'affinement de la sédimentation du bas vers le haut de l'estran, en raison des frottements sur les fonds très faibles et cette zonation n'est que très localement perturbée par les dépôts apportés par les chenaux de vidange du marais de Dol.

Contrairement à la zone Est, la partie Ouest de la baie apparaît donc comme relativement équilibrée du point de vue sédimentologique, sans doute en raison du caractère plus complet de son colmatage au cours des dernières périodes du Quaternaire. L'intervention de l'homme (construction de la digue de la Duchesse-Anne) n'a fait que renforcer une barrière littorale préexistante devant les marais de Dol, contrairement à ce qui s'est passé en secteur Est.

## IV. DESCRIPTION DES DIVERSES FEUILLES DE LA CARTE

Ainsi qu'on l'a déjà souligné, il n'est pas possible de construire exactement sur le même plan les diverses feuilles de la carte, qui correspondent à des zones sédimentaires intertidales à caractères par trop différents.

Trois grandes régions apparaissent, qui peuvent être décrites en soulignant un certain nombre de caractères communs :

- la zone Nord-Cotentin, du cap de la Hague au cap Carteret, couvrant les feuilles "Les Pieux" et "Bricquebec - Carteret" pro parte. La côte est rocheuse ou formée de dunes directement accrochées sur la falaise, les sédiments évoluent surtout dans le profil transversal, ce qui réduit l'amplitude des variations de faciès sur l'estran. Au Sud du Rozel apparaît cependant une tendance nette à la formation d'une dérive littorale portant vers le sud, ce qui constitue une transition avec la zone suivante.

- la zone Cotentin-Centre, déjà étudiée en détail auparavant, s'étend du cap Carteret à la pointe du Roc à Granville. Elle recouvre les feuilles "Bricquebec - Carteret" (partie Sud), "La Haye du Puits", "Coutances" et "Granville" (partie Nord). Les platiers rocheux en zone intertidale sont développés, la côte est un cordon dunaire où s'ouvrent les havres, et les courants de marée prennent plus d'importance qu'au Nord. Le façonnement des plages dépend de la diffusion et de la diffraction des houles sur les nombreux obstacles qui parsèment l'avant-côte. Les sables d'estran sont moins abondants et la zone intertidale se différencie en une haute plage alimentée le plus souvent par l'érosion de la dune, et une basse plage où sédiments grossiers et d'origine biologique se mêlent.

- Enfin, au Sud, le domaine sédimentaire de la baie du Mont Saint-Michel s'étend sur le Sud de la feuille de Granville ainsi que sur les coupures spéciales "Avranches - Mont-Saint-Michel Est" et "Saint-Malo - Mont-Saint-Michel Ouest". L'étalement des apports des courants

de flot contribue au colmatage du secteur et les actions de houle s'amenuisent progressivement, tout en conservant une influence morphogénétique notable dans la partie Ouest de la baie.

Les trois zones définies ci-dessus seront décrites successivement.

#### 4.1. Le Nord-Cotentin

En dépit de la violence des courants de marée au large, la morphologie de la zone côtière apparaît comme directement liée au déferlement des grandes houles qui parviennent sans rencontrer d'obstacles (en dehors d'îles assez lointaines) depuis l'Atlantique jusqu'au littoral. La hauteur maximale annuelle des vagues atteint 8 m à la Hague et encore plus de 6 m à Flamanville ; elle diminue progressivement vers le Sud.

##### 4.1.1. Les Pieux

Du cap de la Hague à Sciotot, les paysages littoraux sont très variés mais la zone intertidale reste peu développée et peu diversifiée transversalement, en dépit des 10 à 11 mètres de marnage que l'on peut observer en vive-eau.

4.1.1.1. Du point de vue géographique, la côte borde au Nord le vaste plateau horizontal de la Hague, qui s'élève à 170 mètres d'altitude environ et est entaillé de nombreuses petites vallées étroites. Une falaise de roche ancienne ou des amas périglaciaires quaternaires bordent le littoral. Au Sud de Vauville se développe, en avant des formations anciennes, une plaine littorale envahie par des dunes qui s'appuient sur les éperons rocheux au Nord et au Sud (Siouville) et remontent même sur le flanc de la falaise ancienne (Biville). De Siouville à Diélette, rochers et sables alternent sur le littoral mais le massif de Flamanville constitue une coupure majeure sur la côte ; on n'y trouve sur les platiers étroits qu'un mince placage de galets et de cailloutis fortement battus.

Entre le massif de Flamanville et la pointe du Rozel s'étend la petite plage de Sciotot, à nouveau bordée de dunes développées sur une plaine littorale, au moins dans sa moitié Sud.

4.1.1.2. Les formations géologiques qui constituent le massif de la Hague sont des migmatites, des granites et des gneiss à Auderville et à Jobourg, du paléozoïque ancien réapparaissant entre les deux à Ecalgrain. De Beaumont à Siouville, la série primaire très redressée se poursuit tandis que plus au Sud affleurent sur la côte les éléments de l'auréole métamorphique du massif de Flamanville, formée de cornéennes.

Les formations superficielles sont parfois importantes : dépôts de solifluxion sur les pentes des falaises anciennes (Vauville) ou bien terrasses dites "normaniennes" cartées sur la feuille géologique autour d'Auderville et à Sciotot. On remarquera que la carte géologique au 1/50 000 de Cherbourg, qui est le document dont nous avons disposé, est d'une facture ancienne et que l'interprétation des dépôts récents est, comme sur les autres feuilles de l'ensemble étudié ici, en plein renouvellement.

4.1.1.3. Les formes intertidales vont rester peu développées sur cette feuille.

Au Nord, entre les platiers rocheux Couverts de cailloutis et de blocs, parfois accompagnés de quelques galets, les anses abritées qui autorisent une accumulation de sédiments sont peu nombreuses. La plus remarquable est sans conteste l'anse d'Ecalgrain entre la Hague et Jobourg. Sur quelques centaines de mètres et au pied d'une falaise de head quaternaire se développe une haute plage de cailloutis et de galets grossiers, à forte pente, suivie par une plage moyenne moins pentue où se retrouvent galets et graviers. Des sables grossiers sont associés à cet ensemble mais n'affleurent que tout au bas de l'estran. Encore leur gisement est-il très variable en fonction des conditions de déferlement, c'est-à-dire du cycle saisonnier. En dépit de la violence des courants de marée au large

dans le Raz Blanchard, des systèmes tourbillonnaires décrits par AUFFRET et LE GALL (Bull. Soc. Linn. Normandie, 1972) permettent à l'anse d'Ecalgrain de se maintenir en équilibre, mais au prix de très grandes variations dans l'aspect et dans le profil, comme le montre la comparaison des photographies aériennes de 1982 et de 1984.

Au cours de l'année 1985, on a pu constater une plus forte proportion d'éléments graveleux dans la zone Sud de l'anse, sur la plage moyenne où ils se mélangent à des galets ; mais l'interprétation de ce fait en termes de transit longitudinal reste aléatoire.

Au Sud d'Ecalgrain, il faut ensuite descendre jusqu'au niveau d'Herquemoulin pour voir réapparaître en quantités notables des sédiments sur l'estran.

Ailleurs, on ne rencontre que des accumulations de blocs et de cailloux très limitées, coincées entre des avancées rocheuses.

4.1.1.4. L'anse de Vauville constitue au contraire une structure littorale majeure entre le SW de Beaumont et la pointe Siouville - Hague. Au Nord, ce sont les formations à cailloutis grossiers et galets qui dominent sur les platiers rocheux, comme à Herquemoulin, mais au droit de la cale de Vauville s'étend une basse plage de sable fin, coloré en roux, qui marque des affinités avec le matériel de la falaise périglaciaire fortement entamée par l'érosion. Plus au Sud va se différencier un haut estran à cailloutis, sables et galets, de plus en plus riche en sable vers le Sud, mais toujours séparé par une rupture de pente nette de la basse plage de sable plus fin. La partie haute de ce bourrelet va à son tour disparaître sous l'effet de l'étalement des sables fins arrachés à la dune au niveau de la mare de Vauville.

Plus loin, vers Biville, les sables sont les mêmes en basse plage et en haute plage mais la rupture de pente, adoucie, reste visible. Des rides obliques pouvant témoigner d'une tendance au transit des sables vers le Sud apparaissent au niveau du partage des deux domaines. L'estran est là bien alimenté et le système dunaire souvent en accroissement.



La partie Sud de l'anse de Vauville est caractérisée par l'embouchure de deux cours d'eau, le Grand Douet et le Petit Douet qui ne sont pratiquement pas remontés par la marée en dehors de la zone de plage elle-même, contrairement à ce que l'on observe plus au Sud. Les débits fluviatiles assurent cependant un étalement des sables sur l'estran à Clairefontaine et Siouville-plage, effaçant les dernières traces de la rupture de pente définie plus au Nord.

Au-delà de la pointe de Siouville, sables et platiers rocheux alternent sur l'estran. Une quantité modérée de sable pénètre dans l'avant-port de Diélette en contournant le môle Nord, mais on ne peut pas mettre en évidence de transit sédimentaire général pour l'ensemble de l'anse de Vauville. Les seuls arguments en ce sens seraient l'existence des rides obliques à Biville et le déplacement vers le Sud de l'embouchure du Grand Douet, encore que cette dernière puisse aussi bien être rapportée à l'action des vents qui construisent les grandes dunes voisines.

4.1.1.5 Le massif de Flamanville, de forme grossièrement circulaire, n'est bordé que par un estran très réduit où rares sont les zones de cailloutis et blocs cachées entre les platiers rocheux. Ce n'est qu'au Nord de Sciotot que réapparaissent de grandes zones découvrautes en bordure d'une petite falaise de solifluxion puis de séries dunaires. La basse plage est constituée de sable fin. La haute plage, très amaigrie à Sciotot, comporte surtout des galets et des cailloutis mais passe progressivement vers le Sud, au centre de l'anse, à un bourrelet sableux grossier. Il n'existe aucune évidence de transit littoral à Sciotot, encore que l'accumulation sableuse soit plus riche au Sud de l'anse qu'au Nord, près du village. Il ne semble pas en particulier que des quantités importantes de sables puissent passer la pointe du Rozel pour rejoindre la plage de Surtainville plus au Sud.

4.1.1.6. La description de la zone intertidale sur la feuille "Les Pieux" fait apparaître plusieurs secteurs différents et indépendants

les uns par rapport aux autres. Les zones rocheuses de la Hague et de Flamanville encadrent des secteurs sédimentaires à Vauville et à Sciotot et les séparent d'autant plus franchement l'un de l'autre qu'il n'y a aucune évidence nette de l'existence de facteurs dynamiques permettant des transports de matériel sur la côte. Tout au plus peut-on souligner l'interdépendance de la plage de Siouville-Dièlette et de l'accumulation de l'anse de Vauville ainsi que l'existence constante d'un stock de matériel plus abondant au Sud qu'au Nord dans les secteurs considérés.

#### 4.1.2. Bricquebec - Carteret

Entre l'anse de Sciotot et le havre de Portbail la carte de Bricquebec - Carteret montre un développement plus important que précédemment des formations intertidales ainsi que le passage du régime des plages homogènes du Nord à celui des plages plus différenciées du Sud, la coupure pouvant s'établir au niveau de Carteret.

4.1.2.1. Les falaises limitant vers l'Ouest le massif Nord-Cotentin forment un escarpement en arrière du littoral, mais atteignent celui-ci en deux points particuliers, constitués par les caps du Rozel et de Carteret. Ailleurs, le soubassement n'est présent le long du littoral que sous la forme d'un platier rocheux arasé et souvent recouvert par des formations meubles. La ligne de côte est une zone dunaire, souvent attaquée fortement par l'érosion, isolant vers l'arrière une dépression formant plaine littorale et dont une partie est encore occupée par les havres de Carteret et de Portbail. Au Nord du cap Carteret, les dunes sont très développées et rejoignent souvent la falaise ancienne sur laquelle elles montent, réduisant à un étroit couloir ou même supprimant la zone basse interne. La zone d'extension des sables dunaires se prolonge par un placage peu épais de sables soufflés que l'on retrouve à plusieurs centaines de mètres de la côte, vers Hatainville ou Surtainville.

4.1.2.2. Les formations géologiques anciennes qui affleurent tant dans le massif du Nord-Cotentin que sur les platiers rocheux décou-

vants appartiennent à la série paléozoïque : ce sont des schistes des grès et plus rarement des calcaires dont l'âge varie du Cambrien au Dévonien. Quelques filons de Kersantite et de Barytine recourent la série, très redressée et faillée. Les masses accores des caps du Rozel et de Carteret sont formées de Cambrien schisto-gréseux. Sur les platiers rocheux, les structures sont beaucoup plus visibles que sur les affleurements continentaux, souvent noyés dans des sols d'altération. On y reconnaît de nombreux éléments de diaclases et de failles, correspondant à des décrochements du socle dont les plus importants sont SE - NW, à peu près perpendiculaires à la ligne de côte. Beaucoup de ces accidents constituent des couloirs préférentiels de passage des sédiments meubles sur l'estran.

Les formations superficielles sont essentiellement des colluvions de pente solifluées, empâtant l'ensemble de la falaise normannienne et cachant la plupart des affleurements, avec, dans les fonds de vallée, des alluvions fluviomarines peu différentes des tangles et des slikkes silteuses des havres actuels et rattachées au cycle Flandrien. La taille de beaucoup de havres a d'ailleurs été réduite au cours des siècles derniers par des poldérisations successives.

Les formations dunaires sont bien développées sur la côte en dehors des deux caps rocheux mais subissent une érosion sévère (évaluée à 1 m /an à Barneville). La protection de la plaine littorale tend à disparaître, par exemple au Nord de Portbail. Les sables dunaires sont de même composition et de même granulométrie que ceux que l'on rencontre sur la haute plage voisine.

4.1.2.3. La partie Sud de l'anse de Sciottot, au Nord de la feuille, correspond à une accumulation de sable d'estran et dunaire, coupée par le débouché de deux cours d'eau peu importants. La plage se rattache directement aux platiers rocheux qui prolongent la pointe du Rozel vers le Nord et les sables de bas-estran circulent entre les diaclases du rocher. Il ne semble cependant pas qu'une quantité notable passe la pointe du Rozel dans son ensemble, la plage de Sciottot

restant donc une entité indépendante où les mobilisations de sédiment se font essentiellement dans le profil transversal.

4.1.2.4. La grande plage de Surtainville, entre le cap du Rozel et le cap Carteret est, avec ses 10 km de longueur, l'une des plus grandes de la côte. Elle présente peu de structures différenciées ; en particulier, la nature du sable est la même sur la basse plage plus horizontale et sur la haute plage pentue, cette dernière étant alimentée par un recul parfois sévère de la dune. Un cordon de galets se différencie parfois au sommet de l'estran, mais son existence reste éphémère, l'alimentation en sable de haute plage par la dune le recouvrant et les périodes d'attaque de la dune provoquant sa redispersion sur l'estran. Comme on l'observe systématiquement, le cordon de galets apparaît toujours au voisinage des affleurements rocheux d'estran et est constitué par les débris arrachés à ce platier. Il ne participe donc pas à un transit général.

En ce qui concerne les sables par contre, plusieurs faits militent en vue de l'installation d'un transit généralisé portant vers le Sud : l'obliquité des houles d'Ouest et a fortiori des houles de NW devient sensible au Sud des rochers du Rif ; des rides obliques s'individualisent sur la basse plage et se développent jusqu'au cap Carteret ; les sables s'accumulent au Sud du secteur et non au Nord, assurant un transit vers la plage de Carteret d'un sable en tous points identiques à ceux rencontrés à Hatainville. La plage d'Hatainville constitue donc le point de départ et le réservoir d'un transit littoral de grande envergure dirigé vers le Sud et ce transit a été estimé à des valeurs comprises entre 100 000 et 150 000 m<sup>3</sup> par an (exploitation de données de dragage - mesures par traceurs radioactifs - mesure quantitative du déplacement des rides).

4.1.2.5. La zone du cap Carteret constitue une charnière dans l'équilibre sédimentaire côtier. Alimentée autour du cap par des sables moyens, la plage de Carteret est soumise également au transit litto-

ral portant vers le Sud et montre des rides littorales obliques et mobiles. Mais le transit a été stoppé en grande partie depuis 1880, date de la construction du brise-lames d'entrée du port de Carteret. une vaste accumulation dunaire s'est très vite installée à l'Ouest de l'ouvrage renforçant la plage de Carteret, tandis que l'excédent de sable accumulé déborde cet ouvrage, tendant à construire une flèche littorale en travers de la passe d'entrée du havre. Le maintien de profondeurs d'eau acceptables devant le port impose des dragages constants et, préventivement, des extractions de sable sont effectuées à l'Ouest du musoir. Elles ne dépassent pas officiellement 100 000 m<sup>3</sup> par an, mais suffisent à couper le transit littoral au niveau du chenal.

Les sables qui transitent au-delà du cap Carteret sont concentrés au voisinage de la haute plage. Dès le cap apparaît la différenciation qui sera de règle plus au Sud entre une haute plage de sable moyen, bien alimentée en général et une basse plage où apparaissent des éléments divers, soit grossiers et liés à l'érosion du platier, soit organiques (sables coquilliers ou algaires). Quelques masses sporadiques de sable de haute plage sont bien entraînées dans le chenal inférieur, formant un embryon d'éventail deltaïque, mais celui-ci ne peut se constituer vraiment comme pour les autres havres, en raison de l'importance des prélèvements d'estran. La basse plage est loin d'être recouverte de sédiments et le chenal de Carteret coule à marée basse sur le platier rocheux.

4.1.2.6. La plage de Barneville subit le contre coup des interventions effectuées en vue de dégager le chenal de Carteret. Diffractées par le musoir de l'ouvrage de protection, les houles tournent vers le SE et tendent à construire une seconde flèche qui vient à la rencontre du chenal. Plusieurs flèches successives ont été édifiées et le chenal a perdu la moitié de sa largeur depuis 1835. Un équilibre est maintenant atteint, tel que les courants de jusant peuvent maintenir une certaine ouverture que les courants de houle tendraient à combler.

Mais au SE, devant Barneville-plage, l'alimentation de la plage n'est plus assurée et les houles qui déferlent tendent à faire reculer une côte qu'il a fallu pourtant protéger. Au Nord de Portbail le massif dunaire est presque entièrement détruit et les plaines basses sont menacées en cas de forte marée accompagnée d'une surcote de tempête. Au SE de Barneville, la haute plage est réduite à un simple bourrelet d'estran et la surface visible des platiers rocheux a beaucoup augmenté depuis deux décennies.

4.1.2.7. Le havre de Carteret est de surface limitée (100 hectares) et a encore été rogné en 1863 par deux polders. La réduction des échanges avec l'extérieur se traduit par un colmatage intensif que souligne le développement des schorres herbacés : presque inexistantes en 1929, ils occupent la totalité de la zone interne, en dehors des chenaux. Quant à la zone de slikke, elle est envahie par des sables tractés sur le fond par les courants de flot et arrachés à la pointe de Barneville. Déjà relativement urbanisé de trois côtés, le havre de Carteret devrait être transformé en port à niveau contrôlé, le passage se faisant par le biais d'une écluse et l'équilibre sédimentaire de la zone s'en trouvant modifié.

4.1.2.8. Le havre de Portbail est également protégé à son débouché par un ouvrage, mais celui-ci reste submersible et n'a pas eu les mêmes effets d'accumulation qu'à Carteret. Des extractions importantes ont cependant perturbé l'équilibre du littoral, aboutissant, en conjonction avec le réalignement du chenal d'entrée du port, à une érosion du littoral qui sera surtout sensible au Sud, dans les dunes de Lindbergh (feuille de la Haye du Puits). Depuis longtemps séparé en deux zones par un pont routier, l'intérieur du havre de Portbail présente deux zones bien différentes : au Nord, le colmatage est presque complet, le schorre herbacé occupe 90 % de la surface, en dehors des chenaux. Au Sud, des érosions latérales par migration du chenal ont miné la rive Sud et déplacé des matériaux anciens de type galet, maintenant repris dans la dynamique actuelle.

4.1.2.8. La feuille de Bricquebec - Carteret constitue donc bien la zone de transition entre Cotentin-Nord et Cotentin-Centre, les caractéristiques relatives à chaque zone variant du Sud au Nord : si l'anse de Scioto et le Nord de la plage de Surtainville constituent des secteurs où l'évolution transversale est prédominante, dès Hatainville et Carteret les transits longitudinaux apparaissent et la structure de l'estran se différencie ; seule la haute plage va finalement participer activement à ces mouvements, la basse plage restant, au Sud de Carteret, une zone parsemée de matériaux d'origine locale. Il n'existe donc que peu de possibilités d'échange entre la zone intertidale et la zone infratidale, sauf au niveau des éventails deltaïques les plus importants.

La dispersion des sables liée à la concentration des houles devant le cap de Carteret permet cependant un certain étalement infratidal des sables de plage à ce niveau, comme l'indique la carte sédimentologique des fonds marins au 1/100 000.

#### 4.2. La zone Cotentin-Centre

De Carteret à Granville, la zone intertidale est caractérisée par la grande extension de platiers rocheux en avant d'une barrière littorale dunaire. Les falaises anciennes restent en arrière-côte et les rivières, même modestes, débouchent à la mer à travers la barrière littorale par l'intermédiaire de lagunes envahies à chaque marée, les havres. Les obstacles sont nombreux en avant de la côte.

##### 4.2.1. La Haye du Puits

De Portbail à Geffosses, la feuille de la Haye du Puits montre des conditions littorales relativement homogènes. La grande singularité médiane est constituée par le système du havre de Lessay, les autres havres représentés : Portbail (pro parte ), Surville et Geffosses influençant beaucoup moins la morphologie littorale.

#### 4.2.1.1. Secteurs géographiques .

De Lindbergh au havre de Surville, la ligne de côte est marquée par l'érosion de la dune et des protections de haute plage improvisées devant les zones urbanisées parfois assez anciennes (Denneville-Plage). Les platiers rocheux se développent vers le Sud car devant Lindbergh ils sont recouverts très largement par les sables étalés en basse plage au Sud du havre de Portbail et qui représentent une amorce d'éventail deltaïque peu fourni.

Le petit havre de Surville, dont le seuil d'entrée est très élevé, n'interrompt pas la continuité du littoral sableux, mais étale quelques sables sur le bas estran au milieu des platiers. Plus au Sud, les platiers s'élargissent et les accumulations de sable augmentent, constituant la plate-forme sur laquelle s'avance la pointe du Banc qui limite au Nord le havre de Lessay. Le débouché du havre s'est trouvé constamment reporté vers le Sud par l'accrétion de cette pointe et le tracé actuel du chenal traduit l'antagonisme existant entre l'action des courants de houle, portant vers le Sud à la pointe du Banc, et les courants de jusant sortant du havre. Une forte érosion des dunes de la rive Est, à Créances traduit le déplacement du chenal devant la masse de la pointe du Banc.

Au Sud du havre de Lessay, la côte est à nouveau rectiligne et pratiquement N-S jusqu'à Geffosses. Les platiers rocheux ne réapparaissent qu'au Sud d'Armanville ; plus au Nord, ils sont enfouis sous les sables de l'éventail deltaïque du havre de Lessay, et cet éventail paraît se prolonger jusqu'aux fonds de - 10 m en zone infratidale.

De Pirou à Geffosses, la différenciation haute plage - basse plage reprend toute sa signification à l'abri des platiers.

#### 4.2.1.2. La géologie du substratum est variée : toute la série inférieure du Paléozoïque est représentée sur les platiers, comme dans l'arrière-pays, mais il s'agit toujours de formations schisto-gréseuses très diaclasées. Les compartiments faillés font réapparaître les



divers termes de la série sur le platier, en passant du Cambrien à Lindbergh au Dévonien à Saint-Germain-sur-Ay. Le Cambrien se retrouve au Sud du havre en bordure de la diorite de Coutances et de quelques affleurements de Briovérien vers Geffosses.

Des granites affleurent près de la pointe du Banc. Une faille majeure traverse le socle au niveau du havre de Lessay, elle sépare le massif du Nord-Cotentin du massif de Coutances plus au Sud. C'est une zone d'effondrement, contenant plus de 500 m d'épaisseur de sédiments récents (Pliocène et Quaternaire) plus à l'Est (Saint-Sauveur-le-Vicomte), et marquée par une activité sismique répétée, quoique faible.

Les formations superficielles sont représentées par les grands ensembles dunaires littoraux, particulièrement développés à la pointe du Banc et à Créances, ainsi que par des colluvions de pente périglaciaires et des alluvions fluviatiles ou fluvio-marines. Des terrasses normanniennes se reconnaissent au Sud de Lessay, au flanc du glacis correspondant aux sables et galets pliocènes. Ces formations sont liées à la dépression du Centre-Cotentin signalée précédemment. Des poldérisations ont étendu le domaine des alluvions aux dépens de la zone fluvio-marine, réduisant de 150 hectares environ la superficie du havre de Lessay, écornant celui de Surville, supprimant l'ancien havre de Pirou encore signalé sur la carte de Cassini, et réduisant au Nord la surface du havre de Geffosses.

4.2.1.3. La zone dunaire Nord, de Portbail à Lessay, souligne un trait de côte orienté NNW - SSE, sensible à l'obliquité des houles du NW et de l'W diffractées entre Jersey et Guernesey, et même à celle des houles longues de SW diffractées au N de Jersey. En fait, seules les houles courtes (7 s) de SW peuvent franchir les obstacles pré-littoraux du golfe normand-breton et attaquer ce rivage avec une obliquité portant vers le Nord : la résultante des transits est donc vers le SE et les sables s'accumulent sur la pointe du Banc assurant

une bonne alimentation de son secteur terminal et la progression en crochet de son extrémité, sur un éventail deltaïque préexistant et lié à l'activité du havre de Lessay. La pauvreté des sources en sable sur le littoral situé plus au Nord implique cependant que l'alimentation est déficitaire sur l'ensemble du secteur littoral, les sables de haute plage n'occupent qu'un gisement réduit bien qu'ils soient réalimentés par les dunes, partout en voie de recul. Le développement de nombreux bancs perpendiculaires ou obliques à la côte, devant la pointe du Banc, souligne le caractère évolutif du secteur. Corrélativement, les platiers sont bien développés sur la basse plage sauf au voisinage des sorties de havres où ils disparaissent sous des éventails deltaïques. L'éventail de Surville reste bien entendu à la taille de ce petit havre.

4.2.1.4. Le havre de Lessay est l'estuaire de la rivière Ay, dont le débit propre est le plus souvent de l'ordre de  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ . Il fonctionne donc essentiellement comme un chenal de marée et les courants dispersent vers l'amont les sables arrachés à la pointe du Banc, et vers l'aval ceux apportés par le transit littoral. L'éventail deltaïque est très conséquent et se prolonge en zone infratidale, avec une déflexion vers le SW traduisant la poussée des sables provenant du Nord. Le colmatage interne du havre est avancé et le pourcentage occupé par les schorres herbacés est d'autant plus important que des poldérisations successives ont pratiquement supprimé toute la partie du havre située en amont du pont de la route D 650, bien que les portes à flot se situent peu en aval de Lessay.

Les reprises latérales de sédiment n'en restent pas moins importantes dans la partie aval du havre, en raison de la variation de position des chenaux de flot et de jusant. L'érosion de la partie interne de la pointe du Banc s'est accélérée récemment sous l'influence du chenal de jusant. On a déjà signalé par ailleurs le recul très rapide des dunes de Créances, au Sud à la sortie du havre, sous l'influence du chenal repoussé par l'avancée de la pointe du Banc.

4.2.1.5. La zone dunaire Sud, de Créances à Geffosses, constitue maintenant un secteur homogène de direction N-S. Il n'existe plus de traces de débouché de l'ancien havre de Pirou en dehors de quelques sous-écoulements sur la haute plage. Très érodées à Créances, les dunes reculent sur l'ensemble du littoral et le site de Pirou-Plage a dû être protégé par des enrochements. Il subsiste pourtant tout le long du secteur côtier une haute plage abondante, protégée par des platiers rocheux au Sud d'Armanville, tandis que les sables de basse plage reçoivent une contribution tirée de l'éventail deltaïque majeur de Lessay.

4.2.1.6. En conclusion, la feuille de la Haye du Puits indique une tendance nette au transit littoral des sables en provenance du Nord, mais la faiblesse des sources disponibles implique des emprunts aux massifs dunaires, encore très abondants tout au long de la côte.

#### 4.2.2. Coutances

De Geffosses à la pointe d'Agon s'étend un secteur littoral où la zone intertidale est extrêmement développée. La direction générale de la côte est N-S mais le trait de côte dessine un bombement vers l'Ouest centré sur Gouville qui correspond à l'une des rares zones d'estran en voie d'accrétion sur la côte du Cotentin. Le havre de Regnéville est le plus important des estuaires de ce littoral et son influence est très sensible tant sur l'estran que sur le secteur côtier situé plus au Sud où l'érosion atteint sa plus grande intensité à Montmartin et Hauteville, avant que la barrière dunaire ne se prolonge vers le Sud.

4.2.2.1. Du point de vue géographique, la feuille de Coutances recouvre au moins trois zones littorales très différenciées. S'il existe au Nord une continuité de l'estran entre Geffosses et la Sienne, à peine interrompue par le débouché des deux petits havres de Geffosses et de Blainville, l'extension des platiers rocheux

en bas-estran modifie largement selon les endroits les conditions dynamiques qui s'appliquent au haut-estran et aboutissent à un fractionnement des phénomènes de transit dont il n'existe pas d'équivalent plus au Nord. La dispersion du matériel sur le bas-estran n'empêche cependant pas la progression de la pointe d'Agon vers le Sud, en face de Regnéville, isolant de plus en plus l'intérieur de l'estuaire de la Sienne des conditions extérieures et y favorisant des dépôts de sable mais aussi d'éléments plus fins et même argileux, que l'on trouvait plus rarement au Nord.

La Sienne elle-même, avec les 850 km<sup>2</sup> de bassin versant qui lui correspondent (avec la Soulle) n'est plus une rivière négligeable encore que son débit propre ne dépasse que rarement 10 m<sup>3</sup>/s hors crues, et le havre de Regnéville acquiert donc un comportement beaucoup plus estuarien que tous les autres havres du Cotentin. Les mouvements de sédiment y sont intenses et si la tendance reste au colmatage, celui-ci est encore loin d'être réalisé. L'éventail deltaïque du havre est remarquablement étendu bien au-delà de la zone intertidale et se prolonge jusqu'au Sud de la carte.

La côte située au Sud du havre reste soumise à son influence, et le déplacement des chenaux est à l'origine d'érosions spectaculaires, parfois de la destruction complète de la barrière dunaire protectrice (Montmartin). Le platier rocheux est totalement enfoui sous l'éventail des sables.

4.2.2.2. Les formations géologiques anciennes apparaissent en arrière-côte mais aussi en platier sur l'estran. Elles appartiennent pour l'essentiel à la série des schistes et grès du Briovérien, traversée par l'intrusion des diorites quartziques de Coutances et transformée largement en cornéennes au voisinage du massif. Sur l'estran réapparaissent des bancs d'âge Cambrien (grès de Lessay) près du Sénéquet. La série primaire est représentée dans le synclinal de Montmartin, sur la rive gauche de la Sienne, où affleurent des grès cambriens surmontés de calcaires et grès carbonifères.

Les formations superficielles sont des dunes, bien représentées tout au long de la côte et en particulier à la pointe d'Agon, mais presque totalement érodées à Montmartin, et des alluvions fluviatiles récentes. Des terrasses (Dunkerquien ?) sont signalées le long de la rive Nord de la Sienne, à Tourville.

4.2.2.3. Le havre de Geffosses est une petite unité dont la communication avec la mer, un moment interrompue lors de la construction de la route littorale, ne s'établit qu'à travers un système de portes à seuil très élevé. Les périodes d'immersion du havre sont donc très réduites et le frein apporté à l'écoulement favorise une sédimentation fine tout en réduisant les apports sableux. Aussi le colmatage est-il très avancé, la partie la plus interne du havre étant d'ores et déjà conquise par la végétation continentale. Des extractions de sable achèvent par ailleurs de détruire les langues de matériel correspondant à d'anciens crochons caractéristiques du bord Nord du chenal d'entrée. L'anaérobiose croissante des zones résiduelles perturbe encore le rôle du havre dans l'équilibre naturel de la côte. Corrélativement, l'éventail deltaïque du havre reste peu visible et mal défini sur l'estran, sinon par une surabondance de sous-écoulements et de chenaux anastomosés.

4.2.2.4. La zone de Gouville est caractérisée par l'importance de son platier rocheux, dont l'extension est marquée jusqu'à 6 km au large du trait de côte, avec de nombreuses irrégularités et des bancs en queue de comète de sables coquilliers attachés aux pointements rocheux, et principalement au Sud de ces pointements. La ligne de côte elle-même prend une forme convexe, tandis que l'irrégularité des actions dynamiques sur le platier se traduit, au niveau du haut-estran, par la formation de plusieurs cônes de sable moyen étalés sur les sédiments du bas-estran. Le plus spectaculaire de ces cônes, qui fonctionnent comme les éventails deltaïques sous l'influence des courants de jusant, s'observe au Nord de Gouville, mais il en existe plusieurs petits entre Gouville et Blainville et un encore au Nord de Coutainville. Tous ces cônes correspondent à une disper-

sion des sables de haut-estran vers le bas-estran et donc à un approvisionnement du stock de haut-estran du Nord au Sud. Bien que les sédiments de bas-estran (cailloutis et sables coquilliers) restent très différents dans leur ensemble de ceux du haut-estran, on doit constater ici un mélange des deux stocks dont il n'y avait pas d'évidence plus au Nord.

4.2.2.5. La pointe d'Agon est une structure complexe qui apparaît d'abord comme l'extension sur les platiers et vers le large de masses sédimentaires très importantes, et secondairement comme le lieu d'accumulation et de progradation de la flèche littorale qui limite au Nord l'estuaire de la Sienne. Des bancs obliques formés de matériel plus grossier soulignent en haut-estran une progression des sédiments vers le Sud à nouveau régulière. Mais on retrouve plus au large et jusqu'au Ronquet des alignements sédimentaires Est-Ouest qu'il convient plutôt de rapporter au fonctionnement ancien de passes de la Sienne, antérieurs à la progradation de la pointe d'Agon. Ces alignements rappellent ceux que l'on peut actuellement décrire plus au Sud, entre la passe de la Collière et le chenal principal de la Sienne. La pointe d'Agon elle-même correspond à une succession de crochons littoraux séparés par des marécages, et ultérieurement colonisés par les sables dunaires.

4.2.2.6. L'estuaire de la Sienne entaille largement le paysage côtier jusqu'à l'arrière-pays. Il est parcouru par des courants de marée très actifs (jusqu'à 3 m/s en vive-eau au Pont de la Roque). Sa géométrie régulière permet un transit rapide des eaux et de fortes reprises de sédiment. Le tracé des chenaux est corrélativement très variable et les érosions de berges fréquentes. Dans l'ensemble et comme pour tous les havres, la tendance est cependant au colmatage et se fait sentir dans toutes les zones un peu abritées du courant principal (Le Passerin, marais de Tourville). En amont, ce sont les dépôts fins qui dominent, mais le colmatage des chenaux par des sables tractés sur le fond par l'onde de flot n'est

pas rare et correspond à une diminution d'ensemble de la capacité du havre. L'interruption des prélèvements de tange a accéléré le phénomène.

L'éventail deltaïque du système de la Sienne est développé en conséquence et s'étend actuellement en direction du SW et au-delà de l'extrémité de la feuille. Le chenal principal longe la côte vers le Sud, sous la poussée des sables progradant sur la pointe d'Agon et selon le schéma déjà décrit à Lessay. Le recul de la côte en est dramatiquement accéléré devant Montmartin et même Hauteville-Plage et selon des modalités variées, mais qui peuvent être résumées en disant que les houles se concentrent au-dessus des profondeurs relativement plus grandes du chenal et que le déferlement en est augmenté, les courants de marée balayant les sédiments en suspension au-delà du secteur attaqué.

4.2.2.7. La zone d'Hauteville ne peut donc prétendre à retrouver un équilibre littoral dynamique en raison de la proximité du chenal de la Sienne. La défense de la zone urbanisée par une digue puis par des enrochements aboutit, en ce secteur sous-alimenté, à la destruction complète de la haute plage qui ne reprendra un aspect normal que plus au Sud, à la faveur d'une réalimentation par les dunes. Dans tout ce secteur, la basse plage n'est qu'une extension latérale de l'éventail de la Sienne et les pointements rocheux ont disparu.

4.2.2.8. La feuille de Coutances est donc caractérisée par un équilibre transversal des profils intertidaux plus que par l'existence de transits longitudinaux, qui sont morcelés en secteurs différents. La tendance au transit des sédiments vers le Sud existe bien à l'échelle géologique, mais sa mise en évidence se heurte ici à la présence de nombreux phénomènes accessoires, dont les effets peuvent être plus spectaculaires, quoique correspondant à des évolutions plus ou moins cycliques à court terme. Les mesures effectuées à l'aide de traceurs radioactifs à la pointe d'Agon n'ont pu mettre en évidence un transit vers le Sud, sur une période de quelques semaines.

#### 4.2.3. Granville

La pointe du Roc est le seul élément rocheux littoral rencontré depuis Carteret ; elle limite vers le Sud la zone Cotentin-Centre puisqu'au-delà on entre peu à peu dans la mouvance sédimentaire de la baie du Mont Saint-Michel, encore que la zone intertidale reste peu développée à l'intérieur des limites de la feuille. C'est l'apparition de sables vaseux en bas-estran qui constitue le signe du changement des conditions dynamiques.

4.2.1.1. Du point de vue physique, la carte montre un grand développement du massif dunaire littoral au Nord du havre de la Vanlée, puis celui d'une flèche orientée préférentiellement du Sud vers le Nord, au Sud du débouché de ce havre, flèche enracinée sur les dunes de Bréville qui s'étendent jusqu'aux affleurements de la pointe du Roc. Le havre de la Vanlée est allongé du Sud au Nord et, malgré sa taille, ne se trouve pas en relation avec des cours d'eau importants mais avec une grande zone marécageuse. La falaise ancienne se retrouve partout à environ 2 km de la côte entre Lingreville et Donville.

Sur l'estran, les platiers rocheux sont étendus et forment une sorte de cuvette devant Saint-Martin-de-Bréhal. L'éventail deltaïque de la Vanlée, peu épais, ne les recouvre que partiellement.

A partir de Donville et tout autour de la pointe du Roc, la côte est rocheuse et les sables de la zone Nord ne transitent pas autour de l'obstacle. Bien qu'il existe un estran sableux dans l'anse de Saint-Nicolas, il faut attendre la plage de Saint-Pair-sur-Mer pour voir se reformer une structure de plage complète avec un bourrelet d'estran de sables moyens comparable à celui reconnu au Nord de Granville. L'estran reste cependant très amaigri de Saint-Pair à Jullouville à la limite de la feuille ; les protections de types divers parsèment la haute plage et l'embouchure du Thar a subi de nombreuses migrations. En bas-estran, les platiers rocheux sont associés à des sables localement vaseux et ce d'autant plus que l'on va vers le Sud. A Saint-Pair comme à Edenville, la diminution



du stock sableux de haute plage a fait réapparaître des formations argileuses sous-jacentes (souvent qualifiées de tourbes) qui témoignent de conditions lagunaires antérieures à la constitution de la barrière dunaire et contribuent par leur érosion à l'enrichissement en éléments fins de la partie basse de la plage.

4.2.3.2. La géologie des formations anciennes reste dominée par l'affleurement de la série briovérienne : schistes, grès et grauwackes à éléments souvent très fins, et bien recristallisés. La série est diaclasée et faillée, souvent redressée à la verticale ; la résistance mécanique des roches qui la composent reste partout très grande, ainsi que leur résistance à l'altération météorique. Il y a donc moins de débris arrachés aux platiers dans cette zone que plus au Nord.

Les formations superficielles sont les dunes, dont l'évolution est au Sud de Granville bloquée par l'urbanisation littorale, et des alluvions fluviatiles qui se caractérisent par une proportion importante de débris plutôt grossiers dans la zone de Granville. Au Nord se rencontrent au contraire des remplissages fins de type fluviomarin, qui correspondent à des polders plus ou moins récemment conquis.

4.2.3.3. Les dunes de Lingreville sont largement développées jusqu'au Nord du havre de la Vanlée et sont en relation avec une haute plage bien alimentée qui constitue un contraste avec la zone amaigrie d'Hauteville décrite précédemment. Des crochons sableux marquent le Nord de l'entrée du havre mais ils sont bien peu développés et très recourbés vers l'intérieur, par rapport aux structures analogues décrites plus au Nord. On en déduira une diminution notable de l'intensité des transits généraux du Nord au Sud, liée elle-même à la baisse de l'énergie des houles vers le fond du golfe normand-breton : l'amplitude de la houle maximale annuelle n'atteint plus que 1,9 m à Granville, contre 6 m à Flamanville. Quelques éléments de platier rocheux affleurent au Nord et devant la Vanlée, après la longue interruption liée à l'étalement deltaïque de la Sienne, dans la partie Sud de la feuille de Coutances.

4.2.3.4. Le havre de la Vanlée ne développe qu'un éventail deltaïque réduit sur le bas-estran, mais celui-ci est plutôt oblique et décalé vers le Sud. Plutôt que d'y voir encore un effet lié au transit N-S, on peut rapporter ce fait au déplacement vers le Nord du débouché du havre, dû à la forte croissance des flèches littorales successives qui constituent la limite Sud de l'embouchure et sont enracinées au niveau de Saint-Martin-de-Bréhal.

Cette croissance peut-être attribuée à l'action des houles diffractées sur les platiers rocheux de Saint-Martin comme à celles des houles directes de SE qui ne subissent plus ici de concurrence sévère par rapport aux houles des secteurs W et NW.

A l'intérieur du havre, les schorres se sont largement développés et la colonisation est facilitée par l'existence d'une chaussée submersible bloquant l'évolution des chenaux dans la zone amont ; le havre de la Vanlée est le plus "continentalisé" des havres du Cotentin (en dehors du cas particulier récent de Geffosses) et sa vocation pastorale est remarquable. Seule une portion centrale du havre reste, en aval, occupée par une slikke sableuse et l'apport de matériel extérieur par les courants de flot lors des grandes marées est continu. On note une érosion sensible des berges au NE du havre, sous l'influence des clapots de SE et à l'occasion du déplacement du d'un chenal de jusant secondaire. Cette érosion fait affleurer à nouveau des schorres anciens, de même niveau que l'actuel, qui avaient été enfouis sous des amas de sables soufflés.

A l'Ouest du havre, le platier rocheux de Saint-Martin dessine une véritable cuvette sédimentaire où les circulations d'eau en basse plage sont d'autant plus réduites maintenant que la prolifération d'algues (Sargasses) filtre les courants. On voit réapparaître dans cette cuvette des conditions d'anaérobiose sans équivalent sur le reste du littoral et qui doivent leur développement à l'existence de nombreux sous-écoulements latéraux provenant du havre de la Vanlée à travers la dune, et à la qualité particulièrement mauvaise des eaux de ce système littoral très marginalisé.

4.2.3.5. Les dunes de Bréville sont largement développées au Sud du havre et le trait de côte est rectiligne jusqu'à Donville. Elles sont fortement entaillées par l'érosion mais aucune accumulation ne se manifeste au Nord de la pointe du Roc, ce qui signifie que dans la zone située entre la Vanlée et Granville la tendance générale à la migration des sables vers le Sud n'est plus sensible. Les migrations perpendiculaires à la côte sont par contre très typiques sur les profils saisonniers du haut-estran. Les plans de houle construits montrent d'ailleurs qu'il n'existe aucune obliquité théorique, sauf au voisinage de Donville et en direction du Nord. La direction des houles au large importe peu finalement, la diffraction par les Chausey et les Minquiers uniformisant les conditions à la côte.

La largeur de la zone intertidale se réduit à 1 km environ au Sud de Saint-Martin et jusqu'à Granville où n'affleurent plus que quelques sables entre les blocs du platier rocheux.

4.2.3.6. De Saint-Pair-sur-Mer à Jullouville réapparaissent au Sud de Granville des conditions littorales permettant l'accumulation de sédiments. Mais, le recul des plages serait général si celles-ci, largement urbanisées, n'étaient pas protégées au sommet du haut-estran. Seule l'embouchure du Thar conserve une certaine liberté d'évolution et a d'ailleurs subi des modifications importantes et récentes (déplacement de plus de 150 m).

La faible alimentation du secteur et la stérilisation de la dune bordière aboutissent à une destruction presque complète du bourrelet de haute plage à Saint-Nicolas et Saint-Pair-sur-Mer. Ce n'est qu'au Sud du Thar que celui-ci peut réellement être individualisé. La rivière elle-même étale quelques sédiments sur l'ensemble de l'estran, mais en placage mince et souvent discontinu.

Des argiles anciennes réapparaissent à la limite inférieure des hautes plages érodées ; elles montrent souvent des traces de végétation qui permettent de leur attribuer une origine lagunaire (havre ancien) ainsi qu'un âge Flandrien. La reprise des argiles par l'érosion liée aux vagues déferlantes nourrit l'envasement progressif du

du bas-estran ainsi que l'ensemble de la sédimentation fine en baie du Mont-Saint-Michel. C'est dans cette zone que se développent des courants turbides irréguliers qui n'ont pas leur équivalent au Nord de Granville.

4.2.3.7. La feuille de Granville ne montre plus de traces des grands transits N-S qui à des échelles diverses ont caractérisé la côte Ouest du Cotentin. Des évidences de transits limités vers le Nord apparaissent au contraire vers Donville. Les transferts frontaux reprennent toute leur importance et l'ensemble du secteur Nord de Granville pourrait paraître en équilibre si une large dispersion des sables en zone infratidale n'aboutissait pas à un déficit grave, marqué par le recul constant des dunes. Granville n'est pas un secteur de transit, mais la focalisation des houles sur la pointe du Roc et les courants de marée incessants en font une zone de perte dans le bilan global.

Au Sud, les plages amaigries résistent mal à l'érosion et n'offrent plus que des matériaux fins, facilement entraînés en suspension, à la prise des houles et des courants. Le recul est inévitable et on constate qu'il est plus important au Nord qu'au Sud de la feuille ; mais le stock mobile devient trop réduit pour résister aux aléas interannuels des tempêtes.

#### 4.3. La baie du Mont Saint-Michel

La baie du Mont Saint-Michel constitue une dépression d'une superficie de 500 km<sup>2</sup> dont la moitié est découverte aux plus basses mers, entre les pointes du Grouin et de Champeaux distantes de 20 km. Elle est le siège de forts marnages pouvant atteindre 15 m en vive-eau.

A l'entrée de la baie, au large de la pointe du Grouin, les courants de marée dépassent 1 m/s aux équinoxes, mais la dissymétrie

de la baie, liée à la forme de sa rive méridionale, détermine deux régimes de courants : d'une part, suivant l'axe médian, se développent de violents courants de flot qui s'amortissent sur les fonds dont la déclivité est très faible (1 à 3 ‰). Vers l'intérieur, les vitesses oscillent entre 0,3 et 0,7 m/s sur les grèves de Tombelaine. Dans les chenaux des rivières, les vitesses peuvent atteindre localement 2 m/s en flot, et sont toujours supérieures à celles de jusant. Le deuxième régime de courants de marée s'observe en direction des bordures orientale et occidentale de la baie, où les courants deviennent giratoires.

Les effets de houle se font surtout sentir dans le secteur NE jusqu'au bec d'Andaine, où les plages sont sableuses et le schorre absent. Sur le rivage opposé abrité par le massif de Saint-Malo, l'énergie des vagues est progressivement absorbée sur le fond. En baie de Cancale, seules les houles de secteur E et NE exercent une action. De Saint-Benoît à la Chapelle Sainte-Anne, la côte E - W est sensible aux houles de secteur N à NW qui sont à l'origine d'accumulations coquillières en haut-estran.

Formes et agents dynamiques déterminent finalement sur l'estran deux domaines distincts, qui correspondent approximativement aux deux coupures de la carte :

- A l'Ouest, à l'abri des houles dominantes et des courants alternatifs, s'individualise entre le massif des Hermelles et Cancale un fond de baie à pente faible régulière ou l'influence estuarienne est localisée et minime.

- A l'Est se développe une succession géomorphologique s'articulant sur les chenaux de marée depuis la zone externe avec barres et mégarides jusqu'aux embouchures des cours d'eau principaux : la Sée, la Sélune et le Couesnon. C'est la zone préestuarienne, un peu comparable aux éventails deltaïques du Cotentin mais beaucoup moins différenciée.

Au gradient des vitesses de courant correspond un gradient granulométrique des sédiments intertidaux entre le large et le trait

de côte : des cailloutis occupent la zone infratidale, et les sédiments fins y sont peu représentés, contrairement à ce que l'on va observer plus à terre.

#### 4.3.1. Saint-Malo - Mont Saint-Michel Ouest

De la pointe du Grouin à Château-Richeux, le littoral rocheux du massif de Saint-Malo montre des affleurements de roches métamorphiques d'âge Briovérien, traversées de quelques filons de dolérite.

Au SW, la "digue de la Duchesse Anne" renforce des cordons littoraux préexistants et forme une limite entre les marais de Dol et le domaine maritime, consacrant le colmatage récent de cette zone Ouest de la baie qui devait avoir auparavant un aspect géomorphologique général analogue à celui observé actuellement à l'Est.

Le secteur occidental de la baie constitue un trait d'union entre l'environnement abrité de Cancale et la partie estuarienne dont la jonction s'effectue au niveau du banc des Hermelles. On passe progressivement d'un pôle de basse énergie (Cancale) à un secteur de moyenne énergie (Cherrueix) dans lequel la présence de quelques ruisseaux de drainage du marais de Dol introduit sur l'estran une légère composante estuarienne.

##### 4.3.1.1. La baie de Cancale

Dans le texte qui suit, les paragraphes marqués d'un astérisque (\*) sont empruntés à la publication antérieurement citée de B. CALINE, C. LARSONNEUR et A. L'HOMER (1982).

##### 4.3.1.1.1. (\*) Le domaine intertidal inférieur et moyen.

En baie de Cancale, ce domaine est remarquable par son uniformité, tant morphologique que sédimentaire.

Limité à une frange étroite s'évasant progressivement vers le Sud-Est, ce domaine est en majeure partie couvert par les instal-

lations ostréicoles. Aucune rupture morphologique ou sédimentaire ne permet de distinguer la basse-slikke (ou estran inférieur) de la slikke (ou estran moyen) qui sont constituées toutes deux d'une épaisseur variable de vase (10 à 60 cm), saturée en eau, et riche en matière organique. L'épaisseur des sédiments est liée, d'une part, aux installations ostréicoles qui concentrent localement le stock de vase, d'autre part aux facteurs climatiques, principalement le régime des vents, qui contrôlent la répartition de la vase, tant en épaisseur qu'en extension latérale. La turbidité des eaux s'accroît avec la force du vent et les dépôts fins subissent d'importantes variations saisonnières. Le matériel remis en suspension est soumis aux courants de marée, notamment aux courants giratoires de la baie de Cancale. Là, les importants envasements observés ces dernières années sont liés à des coups de vent d'Est et surtout de Sud qui, bien que rares, sont particulièrement efficaces. Par contre, les longues périodes de vents d'Ouest conduisent à un lent dévasement des installations ostréicoles. Dans cette zone, la forte concentration des mollusques engendre en outre d'importants biodépôts constitués de particules agglomérées entre elles par du mucus et qui contribuent fortement à la sédimentation.

Les vases silteuses reposent sur un niveau plus ferme, formé soit de coquilles noires de Lamellibranches, Huîtres surtout, ou de graviers schisteux, soit de tange ancienne consolidée. La nature du matériel sédimentaire confère à la slikke et à la basse-slikke une morphologie plane et régulière où des "ruets" étroits canalisent les eaux de ruissellement au jusant. Ces ruets constituent un réseau de drainage particulier, en rigoles conformes aux lignes de plus grande pente.

La granulométrie de ces dépôts fins évolue graduellement de l'estran inférieur à l'estran moyen. Alors que les trois composants granulométriques (sable - silt - argile) sont présents en quantités égales sur la basse-slikke, la proportion de vase (silt + argile) l'emporte sur le stock sableux au niveau de l'estran moyen.

#### 4.3.1.1.2. (\*) Le domaine intertidal supérieur.

On distingue un modelé de haute-plage entre Cancale et Château-Richeux et un modelé de wadden plus à l'Est.

Depuis l'anse de Château-Richeux jusqu'à la limite Nord-Ouest du secteur, un matériel sableux et graveleux s'accumule sur une largeur de 50 m au pied des falaises du massif de Saint-Malo. Cette formation meuble couvre le platier rocheux sur une épaisseur de 1 à 2 m ; elle se caractérise par son hétérogénéité et la taille élevée du stock granulaire.

Une morphologie de type wadden s'applique au haut-estran entre Château-Richeux et Saint-Benoît-des-Ondes.

L'extension vers le large du couvert végétal du schorre est brutalement limitée par l'alignement de petits bancs coquilliers. Il s'agit là d'un ancien polder dont les termes supérieurs, initialement colonisés par les plantes halophiles, se présentent aujourd'hui sous la forme d'un platier tanguieux dénudé, sous l'effet des érosions.

#### 4.3.1.2. (\*) Le secteur de Cherrueix

Cette zone s'étend de Saint-Benoît-des-Ondes à la Chapelle Sainte-Anne, c'est-à-dire jusqu'à l'extrémité occidentale des herbus de l'Est.

Les paramètres hydrodynamiques reflètent le caractère intermédiaire de cette zone entre deux pôles dynamiques, l'un actif, secteur estuarien, l'autre protégé, la baie abritée de Cancale. En effet, l'action des vents dominants, limitée en baie de Cancale, s'inscrit plus nettement dans la répartition des sédiments de l'estran. La rose des courants de marée présente une forme intermédiaire entre le type alternatif de l'axe de la baie et le type giratoire de l'anse de Cancale. Les effets de la houle apparaissent clairement dans ce secteur, ils sont matérialisés par la formation et la migration des nombreux bancs sableux et coquilliers qui se relayent sur le domaine intertidal.



Enfin, cette zone se singularise du reste de la baie par la présence au bas de l'estran d'un important bioherme à *Sabellaria alveolata*, le banc des Hermelles.

Faisant suite aux parcs à Huîtres de la baie de Cancale, 200 km de bouchots à Moules s'alignent régulièrement sur la partie inférieure de l'estran. En amortissant les houles et les courants, ces installations déterminent un espace de calme relatif où la sédimentation vaseuse est accélérée par l'action biologique des Moules.

#### 4.3.1.2.1. (★) Le domaine intertidal inférieur et moyen

##### a - Les sablons et les sables d'estran.

Le sablon puis le sable au bas de l'estran couvrent l'immense étendue des grèves. Ce matériel meuble et perméable est responsable de leur modelé plan et régulier ; seules, de petites rides transversales de courant et d'oscillation perturbent, en surface, la monotonie de cette unité morphologique.

Plusieurs associations biologiques se relayent depuis l'estran moyen vers le niveau de plus basses-mers permettant la distinction des faciès suivants du haut vers le bas :

- le faciès à *Corophium* au-dessus de + 2,5 m NGF
- le faciès à *Arenicola* entre - 2,5 m et + 3 m NGF
- le faciès à *Lanice* en-dessous de + 0,5 m NGF

L'étude granulométrique du sédiment meuble de l'estran montre un passage continu depuis le sablon à *Corophium* jusqu'au sable à *Lanice*, de telle sorte qu'aucune coupure nette n'apparaît entre le domaine intertidal moyen et inférieur.

La richesse en carbonate croît en fonction de la granulométrie du matériel arénitique. Les valeurs restent inférieures à 50 % pour le faciès à *Corophium*, oscillent entre 50 et 60 % pour le faciès à *Arenicola* et dépassent 60 % pour le sable à *Lanice*.

##### b - Les bancs sableux de l'estran.

De nombreux bancs sableux jalonnent l'estran dans sa partie moyenne et inférieure. Ils se singularisent par leur morphologie, bien

que leur amplitude reste faible (40 cm au maximum), par leur granulométrie plus grossière (0,250 à 0,350 mm) et par un meilleur classement dû à l'effet de vannage par la houle.

Des unités sableuses à dominante bioclastique sont associées au massif des Hermelles. L'appareil sableux le plus volumineux est représenté par la "Grande Bosse", longue de 1500 m et haute de 1 à 2,5 m. Le sable des bancs, associé aux Hermelles, se caractérise par sa teinte fauve et la taille plus grossière des particules (0,350 à 1 mm). On distingue un sable moyen qui correspond au matériel des tubes arénacés et un sable grossier constituant les accumulations majeures.

Les teneurs en carbonate de calcium, inférieures à celles des bancs sableux de l'estran, sont dues à la présence de matériel lithoclastique hérité des formations détritiques de la partie subtidale. Les Hermelles se situeraient à l'extrémité d'un des axes de pénétration des particules sableuses et graveleuses dans la baie.

#### c - Les placages de vases.

Ceux-ci sont formés d'une vase molle dont l'épaisseur (inférieure à 60 cm) et la répartition varient d'une marée à l'autre. Ces placages se rencontrent préférentiellement à proximité des obstacles que constituent les bouchots et les anciennes pêcheries, notamment sur leurs faces orientales, en liaison avec la circulation préférentielle des eaux d'Est en Ouest dans cette partie de la baie. Ces vases, dont les caractéristiques sont comparables à celles des sédiments cohésifs de l'estran moyen et inférieur sont assimilables à des tangues silteuses.

#### 4.3.1.2.2. (\*) Le domaine intertidal supérieur .

Plusieurs unités morpho-sédimentaires s'observent sur le haut-estran.

a - La première est constituée par le groupement, classique dans les wadden, de la haute-slikke et du schorre se caractérisant respectivement par un tapis végétal clairsemé puis dense. Ces termes

se développent tout particulièrement sur les rives orientales des chenaux, au Vivier-sur-Mer et à Saint-Benoît-des-Ondes pour former des "pointes aux herbes". Ils sont constitués essentiellement de dépôts de tangles. Celles-ci se déposent dans un environnement dynamique encore quelque peu agité au niveau de la haute-slikke, puis de plus en plus calme sur le schorre en raison du couvert végétal et de la position topographique plus élevée.

b - Une seconde unité morpho-sédimentaire est représentée par les alignements de grands bancs coquilliers, ayant jusqu'à 800 m de long et 100 m de large, qui prennent appui sur le bordure du schorre. Ces accumulations coquillières ont une amplitude voisine de 1 m pouvant atteindre localement 1,5 à 2 m. Ces thanatocoenoses sont constituées en majorité par des lamellibranches vivant sur l'estran ou dans la zone infralittorale : *Ostrea*, *Cerastoderma*, *Macra*, *Mytilus*, *Solen*, *Tellina*, *Macoma* surtout.

c - En arrière des cordons coquilliers de haute-slikke peuvent s'individualiser des zones abritées propres à une sédimentation très fine de décantation : ce sont les vasières d'arrière-cordons, qui constituent des dispositifs lagunaires.

#### 4.3.1.3. Le banc des Hermelles

Connu et décrit au centre de la baie du Mont Saint-Michel depuis 1832, le banc des Hermelles est le seul bioherme de grande superficie des côtes d'Europe occidentale. Il est édifié par un annélide polychète sédentaire, *Sabellaria alveolata* (L.).

Sa situation en bas-estran et au centre de la baie n'empêche pas sa fréquentation intense, et l'action humaine apparaît comme le facteur principal de sa dégradation. Du point de vue biologique et sédimentologique, c'est cependant un ensemble en équilibre comme l'a montré la comparaison des levés topographiques effectués en 1964 et en 1980.

L'obstacle à la circulation des courants créé par le récif (dont le substrat reste mal connu : bancs de coquilles ?) a amené la formation de bancs sableux coquilliers très puissants et dont la crois-

sance est remarquablement rapide. Contrairement aux bancs de haut-estran, ces accumulations sont dues à l'action de la marée et ne sont remaniés que secondairement par les vagues. La "Grande Bosse" montre ainsi une forme générale alignée sur les directions de flot, mais une dissymétrie des flancs Ouest et Est traduit l'impact du déferlement des clapots de secteur Ouest dominants.

On notera qu'un autre massif d'Hermelles est signalé dans la partie Est de la baie, devant les falaises de Champeaux, mais qu'il est installé là sur substratum rocheux ( ou sur d'anciennes pêcheries) et qu'il occupe un niveau beaucoup plus élevé sur l'estran.

4.3.1.4. La feuille Saint-Malo - Mont Saint-Michel Ouest recouvre donc assez exactement le système sédimentaire de fond abrité de baie qui caractérise la sédimentation peu évolutive dans cette zone. L'augmentation de la superficie des parcs ostréicoles et surtout de la longueur des bouchots à moules introduit cependant une tendance accélérée au colmatage, dont les effets se font déjà sentir tant au niveau du massif des Hermelles supplanté par l'invasion des moules, que de l'augmentation de la sédimentation dans la zone supérieure de l'estran.

#### 4.3.2. Avranches - baie du Mont Saint-Michel.Est.

Sur cette feuille se développe un modèle sédimentaire estuarien actif, avec des environnements bien différenciés du fait de sa taille importante. Deux domaines principaux apparaissent : le domaine préestuarien qui correspond aux approches externes de la baie estuarienne et que l'on pourrait qualifier d'éventail deltaïque en référence aux havres du Cotentin précédemment décrits.

Le secteur estuarien proprement dit, constitué d'un tronc estuarien commun au débouché des principaux cours d'eau, et des estuaires des fleuves drainant le fond de la baie ; la Sée, la Sélune et le Couesnon principalement.

4.3.2.1. Du point de vue du substratum géologique, on rencontre le long de la côte, du Nord au Sud et de l'Est à l'Ouest, plusieurs unités successives :

Le massif de Vire-Carolles est un massif granitique intrusif, entouré de son auréole métamorphique de cornéennes, qui affleure dans la série briovérienne redressée, toujours formée de schistes et grès. Ce massif constitue les falaises et l'estran rocheux de Champeaux.

Au Sud réapparaissent les séries du Briovérien supérieur fortement redressées mais non métamorphisées. Des bancs plus gréseux apparaissent dans le paysage, comme à la pointe du Grouin du Sud.

Entre Sée et Sélune affleure un nouveau dôme granitique, celui du massif d'Avranches, également accompagné de son auréole de cornéennes. Mais ces roches dures sont en fait contournées par le cours inférieur de ces deux fleuves.

Le Briovérien occupe à nouveau la zone Sud de la carte, mais il est recouvert en bordure de mer de formations sédimentaires récentes et ne se rencontre en bordure du littoral que près des pointes de Céaux et de la Roche Torin. Le massif granitique de Saint-Broladre à l'Ouest du Couesnon, se situe bien au Sud des polders de l'Ouest.

Les îlots du Mont Saint-Michel et de Tombelaine sont des pointements de granite intrusif dans le socle Briovérien analogues au Mont Dol et ne sont pas accompagnés d'auréoles métamorphiques notables.

Les formations superficielles en domaine continental sont, en dehors de limons et sables loessiques quaternaires fréquents sur les plateaux et au flanc des vallées, des sédiments fluvio-marins qui caractérisent le colmatage post-flandrien progressif de la baie. Les tangues des polders, en particulier, sont tout à fait analogues à celles décrites sur les schorres actuels du domaine intertidal supérieur.

#### 4.3.2.2. (\*) Le Secteur préestuarien

##### 4.3.2.2.1. (\*) Le domaine intertidal inférieur et moyen

Cette partie coïncide avec la zone intertidale située dans le prolongement des grands bancs de sables bio et lithobioclastiques de la partie subtidale de la baie. Interposée entre cette dernière et la zone estuarienne qui débute aux abords de Tombelaine, c'est, par excellence, le lieu du va-et-vient pendulaire des courants de flot et de jusant. Cette dynamique de courants alternatifs perpétuellement récurrents est à l'origine de processus ségrégatifs qui confèrent aux sédiments de cette zone des caractéristiques spécifiques.

La morphologie de l'estran, très typée, s'organise autour des vallées préestuariennes et des chenaux de marées qui sillonnent des grèves lisses ou, le plus souvent, ornées de mégarides, d'une large panoplie de petites rides et de levées sableuses bordant les grands chenaux couramment appelés "rivières". Les mégarides, de formes variées, rectilignes, sinueuses, en croissant ou rhomboïdales, sont très développées dans la moitié aval ; leurs amplitudes varient de 15 cm à 50 cm et leurs longueurs d'onde de 1 m à 18 m. Leur fréquence diminue vers l'amont où elles ne figurent plus qu'en bordure des grands chenaux pour évoluer finalement en levées sableuses.

Sables fins et sablons prédominent avec un diamètre moyen compris entre 0,135 et 0,200 mm. Le régime dynamique auquel sont soumis ces sables entraîne, dans les chenaux et au sein des mégarides, un classement très sévère qui élimine les particules fines (silts, argiles), les micas, et les débris aplatis, plus légers, à diamètre équivalent (bioclastes). Il s'ensuit une concentration en particules quartzeuses et ponctuellement en minéraux lourds. Ce processus s'exacerbe durant les marées de très forts coefficients ; la fraction arénitique des sables quartzeux peut alors atteindre 99 % avec une valeur pour  $S_{0.2}$  de 1,28 et un taux de carbonates oscillant autour de 20 % (valeur minimale relevée : 16,5 %).

La contrepartie de cette ségrégation se trouve latéralement dans les bancs de sables bioclastiques fins à moyens qui contien-

ment de 50 à 70 % de carbonates. Leur dépôt s'effectue à un niveau plus élevé, de moindre énergie, lors du flot. Ces bancs s'étirent sur la slikke parallèlement à la direction des courants alternatifs ou occupent les zones les plus hautes de ce secteur.

En outre, le brassage incessant des sables quartzeux agissant sur les particules bioclastiques, fournit la majeure partie des silts et poudres carbonatés qui entrent dans la composition des tangles.

La bordure Sud de la zone préestuarienne, au Nord-Est du banc des Hermelles, est soulignée par une série de bancs parallèles de sables bioclastiques et quartzeux qui marquent la frontière entre les deux modèles de la baie. La ligne la plus externe des bancs par rapport aux chenaux s'achève par atterrissement en bordure du schorre, tandis que la plus interne évolue en une levée sableuse, riche en quartz le long de la vallée préestuarienne du Couesnon.

#### 4.3.2.2.2. (\*) Le domaine intertidal supérieur.

Au Sud, les faciès sont conformes à ceux de la baie de Cherrueix à ceci près qu'un développement spectaculaire de la haute-slikke (tangles silto-artileuses à *Corophium*) et du schorre apparaît. A ce niveau le plus élevé, les lamines de sables bioclastiques, présentes dans la région de Cherrueix, ne se rencontrent plus ; ce sont uniquement des lamines silto-argileuses à structures déformées par le tapis végétal. Au débouché de l'estuaire du Couesnon, sous l'influence des courants alternatifs de marée, les sables fins de levée s'accumulent en flèches incurvées.

Le domaine intertidal supérieur de la rive Nord est d'un tout autre type, tranchant nettement sur les faciès intertidaux moyens et inférieurs préestuariens. Ceci tient à la fois à l'orientation de la côte, à peine oblique par rapport aux houles dominantes, à la proximité des vastes plages du Cotentin et à l'existence d'un important stock sableux moyen à grossier. Ce dernier, bio-lithoclastique (teneur en carbonate de l'ordre de 60 %) est en partie engagé dans

des dunes littorales et régulièrement remanié. L'action des houles, s'exerçant au voisinage de la pleine mer, est prépondérante ; elle se combine à celle des courants chenalisés dans les vallées préestuariennes dont les détours viennent périodiquement saper le pied de la plage. Localement à la faveur de dépressions mal drainées de l'estran, des tangues fines se décantent.

Tout ceci fait du littoral situé entre Saint-Jean-le-Thomas et le bec d'Andaine, un contexte mixte, dont l'estran inférieur est de type préestuarien et l'estran supérieur de type plage dominée par la houle.

L'influence dominante des houles de secteur Nord à Nord-Ouest et des courants de flot engendre une dérive littorale des sédiments vers le Sud et la formation de pouliers au large du bec d'Andaine. Là, leur progression est interrompue par la rivière de Genêts sensiblement orientée Est-Ouest. A Saint-Jean-le-Thomas par contre, le rivage fortement érodé recule, localement, de plusieurs mètres par an.

#### 4.3.2.3. (\*) Le secteur estuarien.

##### 4.3.2.3.1. (\*) Le tronç estuarien.

Il est limité à l'Ouest par les débouchés des estuaires du Couesnon et du Leyre (rivière de Genêts) ; vers l'Est, il s'étend jusqu'à la zone de confluence de la Sée, de la Sélune et de la Guîntre, un peu au-delà de la Roche-Torin.

Le trait caractéristique de la morphologie du tronç estuarien réside dans une forte dissymétrie entre les deux rives. La rive attaquée par les cours d'eau est marquée par une falaise de tange entaillant la haute-slikke parfois le schorre, tandis que la rive opposée, qui s'empâte lentement, présente une pente très faible montrant en détail tous les termes de la slikke. Les divagations des rivières engendrent des corps sédimentaires emboîtés.



a - Le domaine intertidal moyen et inférieur.

Bien que très réduit par rapport au secteur préestuarien, ce domaine peut paraître encore très large dans le tronç estuarien, compte tenu de la faiblesse du débit des rivières (en moyenne  $20 \text{ m}^3/\text{s}$  pour le Couesnon et la Sélune,  $8 \text{ m}^3/\text{s}$  pour la Sée). Ceci s'explique par l'orientation générale coïncidant avec la direction des courants de flot et celle des vents dominants. A marée haute, en période de vives eaux on serait tenté de voir là un contexte franchement marin, d'où l'appellation de petite baie, mais les peuplements benthiques présents sont typiquement estuariens.

- Les chenaux

Les chenaux du tronç estuarien sont occupés par des bancs de sables très fins, micacés (diamètre moyen :  $0,135 \text{ mm}$ ), relativement propres, assez mal classés, intégrant de fins débris végétaux ou coquilliers et de petits galets ou boulettes de tange argileuse (= influence des dépôts de fin de jusant).

Des sablons de levées bien classés peuvent encore exister en bordure des chenaux, mais avec des caractéristiques moins affirmées qu'en secteur préestuarien (diamètre moyen :  $0,120 \text{ mm}$  ; sables : 98 % ; lutites : 1 à 2 % ; So 1,32 ; carbonates : 45 %). Ainsi le faciès silicoclastique préestuarien ne pénètre-t-il pas dans le tronç estuarien.

A l'extrémité orientale du tronç estuarien, les bancs de sables qui bordent les chenaux, sur la slikke, ont déjà des caractéristiques différentes (diamètre moyen :  $0,110 \text{ mm}$  ; sables : 96 % ; lutites 4 % ; So : 1,33 à 1,36 ; carbonates : 50 à 70 %). La fraction sablonneuse carbonatée qui se dépose ici est interprétée comme issue des processus ségrégatifs de la zone préestuarienne.

Les taux de sédimentation varient avec le degré d'activité des chenaux divagants depuis des valeurs négatives (zone en voie d'érosion) jusqu'à des valeurs pouvant atteindre plusieurs décimètres par an et même davantage ( $1,2 \text{ m/an}$  dans le cas du comblement d'un ancien lit de rivière).

- La slikke

La caractéristique principale de cet environnement réside dans l'instabilité des facteurs dynamiques qui contrôlent les dépôts. Il se font par le biais de processus de translations alternatives des faciès, centrifuges en coefficient de marée croissant et centripètes en coefficient décroissant.

Les granulométries des dépôts de la slikke sont par suite très variables dans le temps et dans l'espace, avec souvent une répartition bimodale (diamètre moyen : 0,070 à 0,100 mm ; sables : 95 à 70 %, lutites : 5 à 30 % ; carbonates : 50 à 65 %). Cette instabilité des faciès dans le temps jointe à la finesse des sédiments et la cohésion des pellicules vaseuses interstratifiées expliquent la grande richesse de ces dépôts en structures mécaniques et organiques très variées. Des structures à stratifications obliques liées aux chenaux existent également. Les taux de sédimentation sont centimétriques à décimétriques.

b - Le domaine intertidal supérieur : la haute-slikke et le schorre.

30 % des marées atteignent la limite inférieure de la haute-slikke (marée de coefficient 85). Ce domaine intertidal supérieur reste donc exondé durant de longues périodes, notamment le schorre recouvert par quelques dizaines de marées par an seulement.

Les eaux ne parviennent à ce niveau qu'en fin de flot, à l'approche de la pleine mer, lorsque les courants ont des vitesses faibles. La turbulence est donc réduite, l'écoulement laminaire prédominant tandis que la fraction sablonneuse est en majeure partie déposée. Ces caractéristiques se reflètent dans la sédimentation des tangles. Il s'agit de dépôts rythmés, le plus souvent horizontaux, constitués de feuillets millimétriques disposés en "doublets" résultant de la chute progressive des sablons puis de la décantation des argiles.

A ces structures laminaires assez variées s'ajoutent des structures lenticulaires et des structures irrégulières, perturbées

par la végétation au niveau du schorre. Au total dans ce domaine, il existe une grande homogénéité des faciès à l'échelle de la baie. C'est le résultat, aux alentours de la pleine mer, d'une dynamique unitaire contrastant avec le début de flot où la progression des eaux est contrôlée par la morphologie des fonds.

Cependant, quelques traits particuliers doivent être signalés. Il existe des schorres ou herbous formés au vent, très riches en sablon, par exemple celui du champ d'aviation d'Avranches situé entre Sée et Sélune, et des herbous riches en tange argileuse formés en zone abritée des vents dominants, comme celui de Gisors à l'Est du Grouin du Sud. Les granulométries oscillent entre 0,035 et 0,070 mm. La partie interne des schorres près des rivages est plus basse et très argileuse (décantations ultimes des eaux, mode avoisinant 30 à 40  $\mu\text{m}$ ).

Aux bordures des schorres ou des ruisseaux d'herbus, tout au contraire, les tangues sont très silteuses et forment de très légers reliefs par effet de levée. Les taux de sédimentation sont variables dans les mêmes conditions, de quelques millimètres à quelques centimètres par an, voire davantage localement (LARSONNEUR et DORE, 1975 ; Lab. Centr. d'Hydr. de France, 1971-1977 ; KLINGEBIEL et LARSONNEUR, 1980).

#### 4.3.2.3.2. (\*) Les estuaires

Outre le Couesnon, la Sélune et la Sée, chaque petit cours d'eau permanent ou semi-permanent débouchant dans les grèves présente, à des échelles variées, des caractéristiques d'estuaire. L'espace restreint occupé par le domaine tidal moyen (zone de chenal) au profit d'une prédominance du domaine tidal supérieur (schorre) constitue le trait majeur du paysage estuarien.

A l'aval, sur une longueur de 2 à 3 km pour les cours principaux, l'estuaire est encore façonné par les courants de marée. Il est large, assez rectiligne, avec des grèves plates sillonnées de ruisseaux méandriiformes très fluctuants. Il s'agit de digitations du tronc commun estuarien. Des sablons remontent dans les chenaux, les derniers *Corophium volutator* disparaissent tandis que les *Nereis diversicolor* sont encore fréquents.

La partie estuarienne qui fait suite à une forme de chenal encore assez large (150 à 200 m), avec un tracé légèrement sinueux. Cette partie du système estuarien n'est plus visitée que par les marées de coefficient supérieur à 76. Le profil du chenal est dissymétrique : une des rives est bordée d'un talus entaillant plus ou moins le schorre, l'autre rive, en voie de lent empatement, forme un ruban de slikke à tangles argilo-silteuses. Les méandres se forment, se déplacent et se reforment toujours aux mêmes endroits. Quelques rares *Nereis diversicolor* existent parfois dans les ruisseaux de schorres les plus larges, accompagnés d'insectes.

Sous l'angle séquentiel, la succession comprend, à la base, des silts riches en micas et en fins débris organiques; avec sporadiquement des feuillets riches en microgalets et boulettes de tange argileuse. Au-dessus s'observent des ripple-marks de très petites dimensions, emboîtés et soulignés par des feuillets argileux. Ce qui est le plus remarquable, c'est la puissance que prend le terme supérieur sous le faciès de tange feuilletée à doublets qui peut atteindre 1,20 à 1,50 m d'épaisseur.

Globalement, le système estuarien apparaît comme une aire de stockage des particules fines par suspension graduée et décantation. Lentement il gagne vers l'aval tandis que parallèlement, les appareils estuariens se rétrécissent et se figent.

4.3.2.4. Les aménagements tentés en zone intertidale dans le secteur couvert par la feuille sont extrêmement nombreux et leur influence sur l'évolution du littoral ne peut être passée sous silence. Ces aménagements concernent essentiellement les rivages méridionaux de la baie, de part et d'autre du Mont Saint-Michel.

Si les rivières Sée et Sélune ont conservé des cours naturels se marquant par des fluctuations encore importantes dans le tracé de leurs lits en zone estuarienne, il n'en est pas de même du Couesnon dont le débouché et ses abords ont fait l'objet d'aménagements. Sa canalisation réalisée en 1858 mit fin aux divagations antérieures dont les effets furent catastrophiques pour les premiers enclos

situés entre le Mont Saint-Michel et la digue des Marais de Dol. En fixant le cours du Couesnon, en construisant la digue-route (1880), le dépôt des tangles fut grandement favorisé dans ce secteur de la baie. L'exhaussement des grèves et la progression rapide des herbues furent régulièrement suivis d'endigages pour assurer la poldérisation, achevée dans cette zone en 1934.

Depuis cette date, aucune concession nouvelle n'a été accordée pour ne pas dégrader davantage le site naturel du Mont, mais les atterrissements se sont poursuivis. Le développement des herbues aux abords du Mont s'est accru au détriment des grèves de tangles et de sablons gris qui forment l'élégant et insolite cadre naturel du site.

Les accrétions dont les rivages ont été le siège sur la bordure Sud de la zone estuarienne, depuis la seconde moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle, ont entraîné l'existence d'un nouvel équilibre dans cette partie de la baie avec pour principales conséquences :

- le déplacement de l'axe des chenaux de la Sée et de la Sélune vers les rives septentrionales et corrélativement le recul périodique de la côte entre Saint-Jean-le-Thomas et le bec d'Andaine par érosion des tangles et des sables dunaires bordant le littoral (L'HOMER, 1974) ;
- le colmatage des vallées de la Sélune et surtout de la Sée, et le déplacement vers l'aval de tous les peuplements benthiques des zones internes et médiane de la partie estuarienne ;
- une extension des faciès de type "estran de Cherrueix" en direction de l'Est et occupant l'emplacement de l'ancienne embouchure du Couesnon ;
- en zone estuarienne externe, le développement et le déplacement vers l'amont des barres sableuses qui encombrant de plus en plus les grèves entre les chenaux.

La situation aux abords du Mont s'est fortement modifiée depuis l'édification en 1966-1969 d'un barrage à portes-à-flot sur le Couesnon, au lieu-dit "La Caserne". Cet ouvrage interdit en amont l'invasion du canal par les eaux marines et supprime du même coup

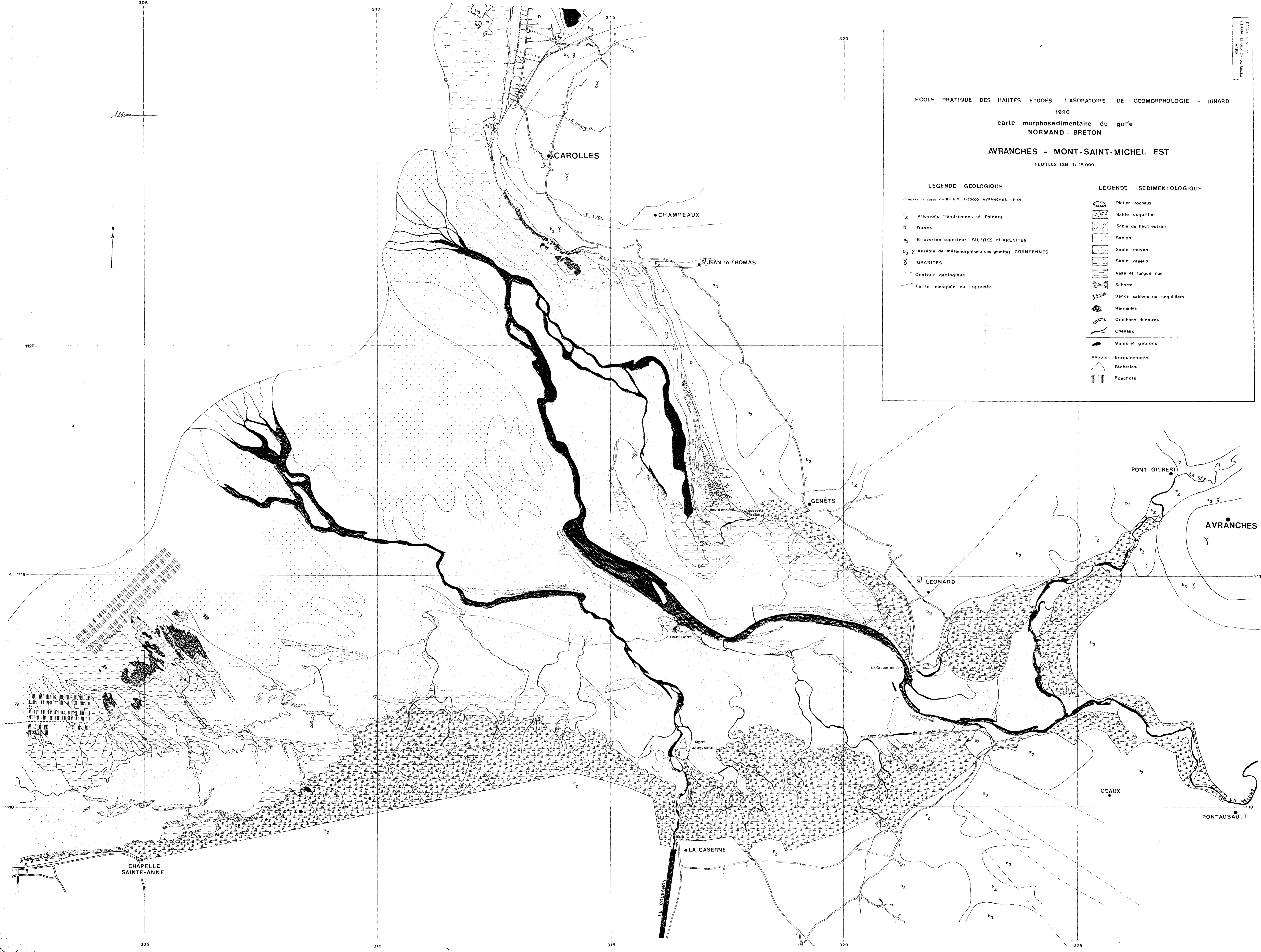
l'effet de chasse produit antérieurement au reflux par le volant des eaux de marée emmagasinées à l'intérieur. A la suite de cet aménagement, l'estuaire du Couesnon, entre le barrage et le Mont (2 km), a rapidement pris une nouvelle configuration. Il s'est considérablement empâté et rétréci ; le lit s'est fortement exhaussé. La résultante des diminutions de pente et de débit qui se sont produites s'est traduite par un tracé méandrique contrastant avec le tracé direct antérieur.

En même temps, le développement continu des slikkes et des schorres de part et d'autre du Couesnon s'est accéléré, faisant craindre un rapide encerclement du Mont et la perte de sa célèbre insularité. Une action du Ministère de la Culture entreprise au cours des années 1973 à 1977 a permis, notamment par l'utilisation d'un modèle réduit physique, de proposer des solutions d'aménagement : destruction de la digue de la Roche-Torin, remplacement du barrage du Couesnon par une structure située plus en amont, création de réservoirs à l'Est du Mont, remplacement d'une partie de la digue-route par un pont.

De ces propositions formulées en 1977, seule l'éradication de la digue de la Roche-Torin a été entreprise en 1983-1984. La modification du barrage du Couesnon devrait intervenir en 1986. La situation actuelle n'est encore guère améliorée par rapport à celle qui a été décrite il y a quelques années et l'évolution naturelle vers le colmatage se poursuit.

ECOLE PRATIQUE DES HAUTES ETUDES - LABORATOIRE DE GEOMORPHOLOGIE - DINARD  
1986  
carte morphosedimentaire du golfe  
NORMAND - BRETON  
AVRANCHES - MONT-SAINT-MICHEL EST  
FEUILLES IGN 1/25 000

LEGENDE GEOLOGIQUE	LEGENDE SEDIMENTOLOGIQUE
<small>d'après la carte du BRGM 1/50000 AVRANCHES (1984)</small>	Platier rocheux
<b>F<sub>2</sub></b> Alluvions flandriennes et Polders	Sable coquillier
<b>D</b> Dunes	Sable de haut estran
<b>b<sub>3</sub></b> Briovérien supérieur SILTITES et ARENITES	Sablon
<b>γ</b> Auréole de métamorphisme des granites CORNEENNES	Sable moyen
<b>γ</b> GRANITES	Sable vaseux
Contour géologique	Vase et tange nue
Faille masquée ou supposée	Schorre
	Bancs sableux ou coquilliers
	Hermelles
	Crochons dunaires
	Chenaux
	Mares et gabions
	Enrochements
	Pâcheries
	Bouchots



carte morphosédimentaire du golfe  
NORMAND - BRETON

SAINT-MALO - MONT-SAINT-MICHEL OUEST

FEUILLES IGN 1 / 25 000

Département de la Manche  
LITTORAL ET GESTION DU MILIEU  
MARIIN

LEGENDE GEOLOGIQUE

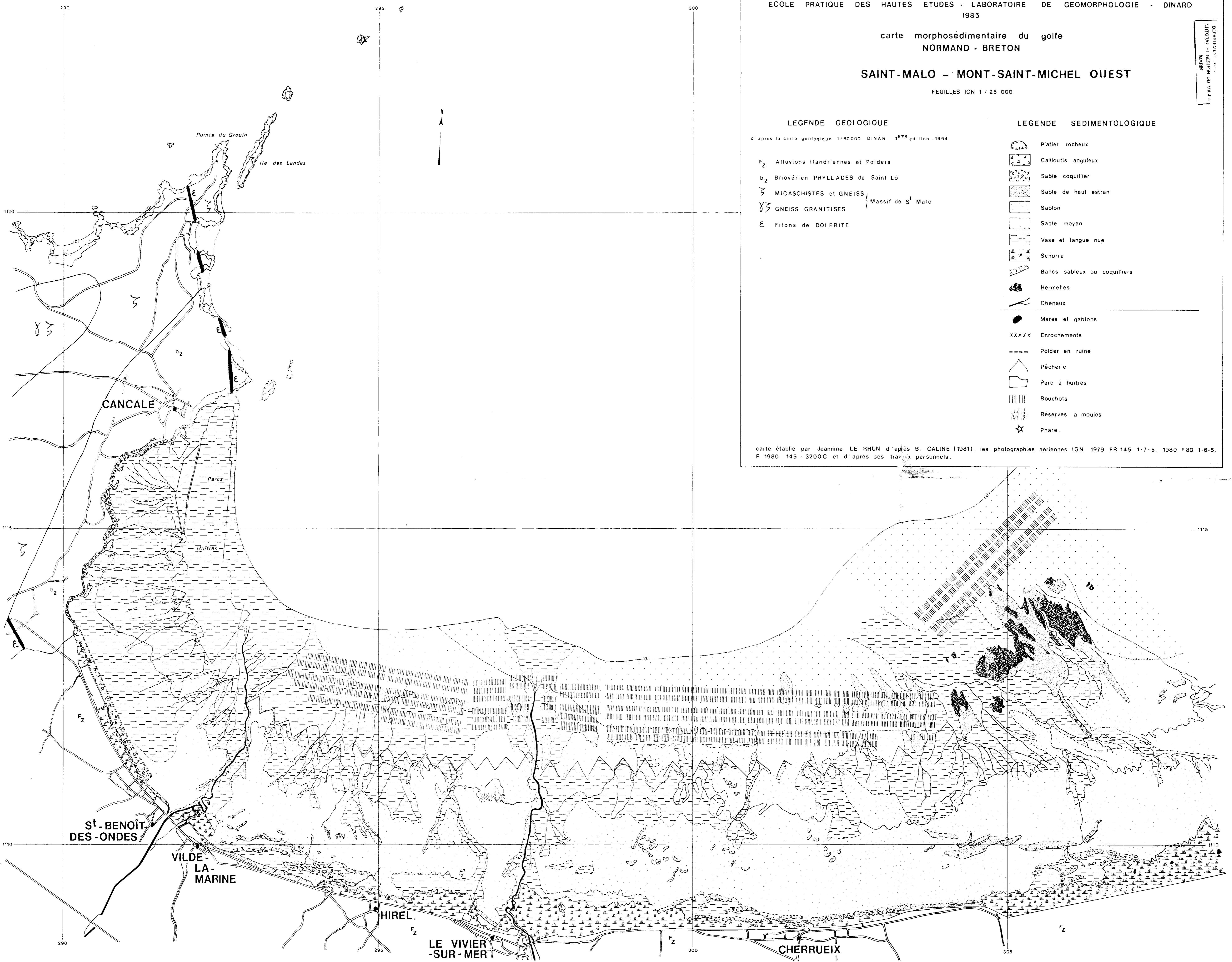
d'après la carte géologique 1/80000 DINAN 3<sup>ème</sup> édition, 1964

- F<sub>2</sub> Alluvions flandriennes et Polders
- b<sub>2</sub> Briovérien PHYLLEDES de Saint Lô
- ⌘ MICASCHISTES et GNEISS Massif de S<sup>t</sup> Malo
- ⌘ GNEISS GRANITISES
- ε Filons de DOLERITE

LEGENDE SEDIMENTOLOGIQUE

- Plاتier rocheux
- Cailloutis anguleux
- Sable coquillier
- Sable de haut estran
- Sablon
- Sable moyen
- Vase et tange nue
- Schorre
- Bancs sableux ou coquilliers
- Hermelles
- Chenaux
- Mares et gabions
- Enrochements
- Polder en ruine
- Pêcherie
- Parc à huîtres
- Bouchots
- Réserves à moules
- Phare

carte établie par Jeannine LE RHUN d'après B. CALINE (1981), les photographies aériennes IGN 1979 FR 145 1-7-5, 1980 F80 1-6-5, F 1980 145 - 3200C et d'après ses travaux personnels.







carte morphosédimentaire du golfe  
NORMAND - BRETON

**LES PIEUX**  
Feuille IGN 1 / 25 000

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHES  
 GÉOLOGIQUES ET GÉOGRAPHIQUES  
 MARIENNE  
 MAIRAN

**LEGENDE GEOLOGIQUE**

d'après la carte au 1/50000 du BRGM (1963)

**QUATERNAIRE**

- Fz ALLUVIONS récentes ou actuelles
- D DUNES
- SC Dépôts de Solifluxion
- M Terrasses Marines (Normannien)

**PRIMAIRE**

- d Dévonien SCHISTES et CALCAIRES
- S Gothlandien SCHISTES et GRES
- O OrdoVICIEN SCHISTES et GRES
- k Cambrien SCHISTES et GRES

dγ / Sγ / Oγ / Kγ Aurore de Métamorphisme des granites CORNEENNES

- γ MICASCHISTES et GNEISS
- γ GRANITES

- Contour Géologique
- Faille observée
- - - Faille supposée

**LEGENDE SEDIMENTOLOGIQUE**

- Platier rocheux
- Galets et Blocs
- Sable grossier
- Sable fin
- Bancs sableux
- Dunes
- Depressions dans les dunes
- Crochons dunaires
- Chenaux : Mares
- Rupture de pente sur plage
- Enrochements
- Phare



290  
1230  
1225  
1220  
1215  
1210

295  
300  
305

1230  
1225  
1220  
1215  
1210

CAP DE LA HAGUE

GRENIQUET

POINTE DU HOUPRET

NEZ DE JOBOURG

LES BREQUETS

Lac des Moulinets

SIDMAN

CAP DE FLAMANVILLE

Centrale électrique

Auderville

Omonville  
La Rogue

Jobourg

Beaumont

Vauville

Biville

Vasteville

Clairefontaine

Siouville - Hague

Helleville

FLAMANVILLE

Benoitville

LES PIEUX

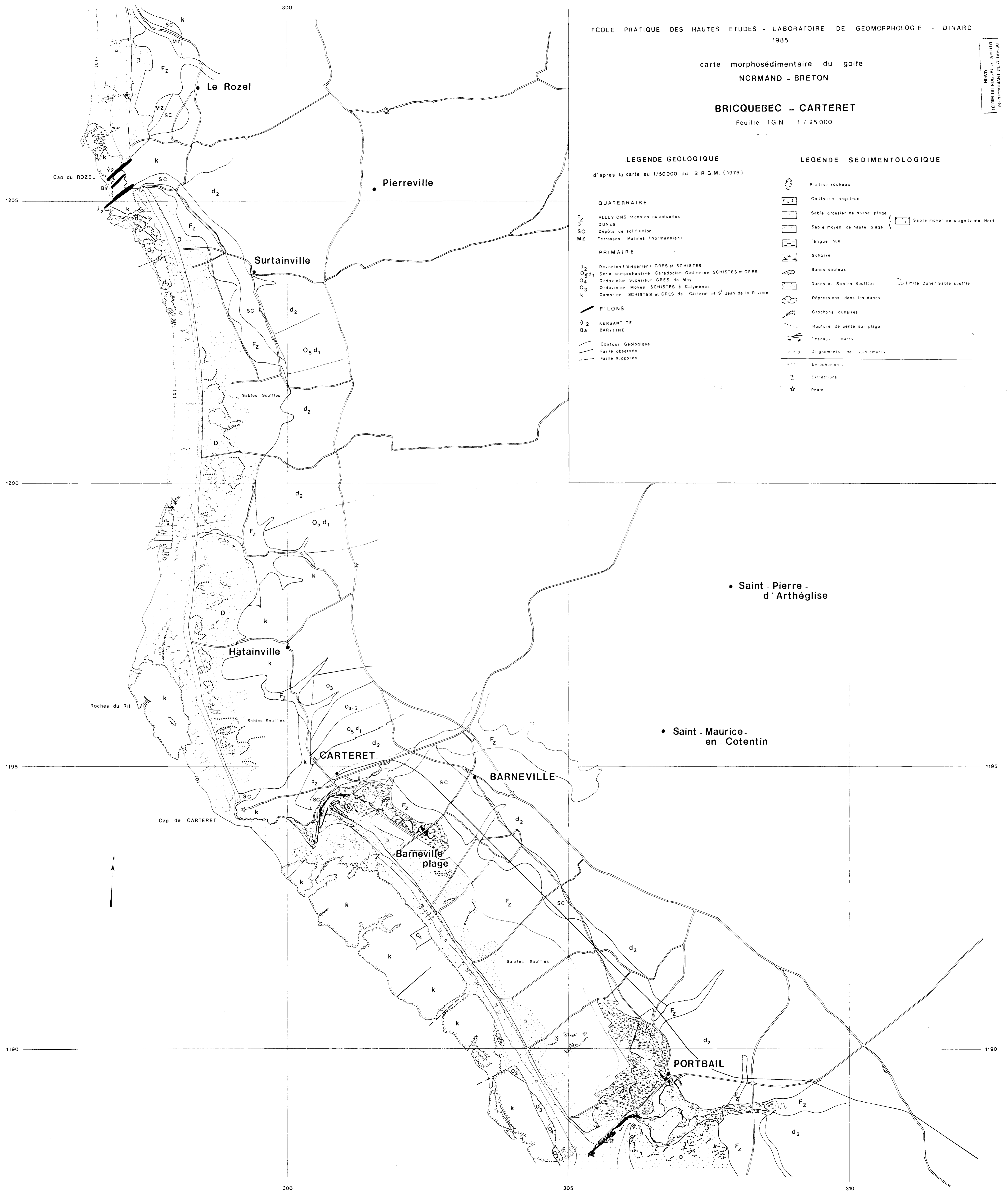
Virandeville

carte morphosédimentaire du golfe  
NORMAND - BRETON

**BRICQUEBEC - CARTERET**

Feuille I.G.N. 1 / 25 000

Département Environnement  
TERRE ET GESTION DU MILIEU  
MARI



**LEGENDE GEOLOGIQUE**

d'après la carte au 1/50000 du B.R.G.M. (1976)

**QUATERNAIRE**

- Fz ALLUVIONS récentes ou actuelles
- D DUNES
- SC Dépôts de solifluxion
- MZ Terrasses Marines (Normanniennes)

**PRIMAIRE**

- d<sub>2</sub> Devonien (Siegenien) GRES et SCHISTES
- O<sub>5</sub>d<sub>1</sub> Série comprehensive Caradocien Gedinien SCHISTES et GRES
- O<sub>4</sub> Ordovicien Supérieur GRES de May
- O<sub>3</sub> Ordovicien Moyen SCHISTES à Calymènes
- k Cambrien SCHISTES et GRES de Carteret et St Jean de la Rivière

**FILONS**

- ∇<sub>2</sub> KERSANTITE
- Ba BARYTINE
- Contour Géologique
- - - Faille observée
- - - - - Faille supposée

**LEGENDE SEDIMENTOLOGIQUE**

- Platier rocheux
- Cailloutis anguleux
- Sable grossier de basse plage
- Sable moyen de haute plage
- Sable moyen de plage (zone Nord)
- Tangue nue
- Schorre
- Bancs sableux
- Dunes et Sables Soufflés
- Limites Dunes/Sable soufflé
- Dépressions dans les dunes
- Crochons dunaires
- Rupture de pente sur plage
- Chenaux / Mares
- Alignements de sédiments
- Enrochements
- Extractions
- Phare

carte morphosédimentaire du golfe  
NORMAND - BRETON

**COUTANCES**  
FEUILLE IGN 1/25 000

DEPARTEMENT DE LA MANCHE  
L'IMPASSE ET LE GARDON DU SAUVAL

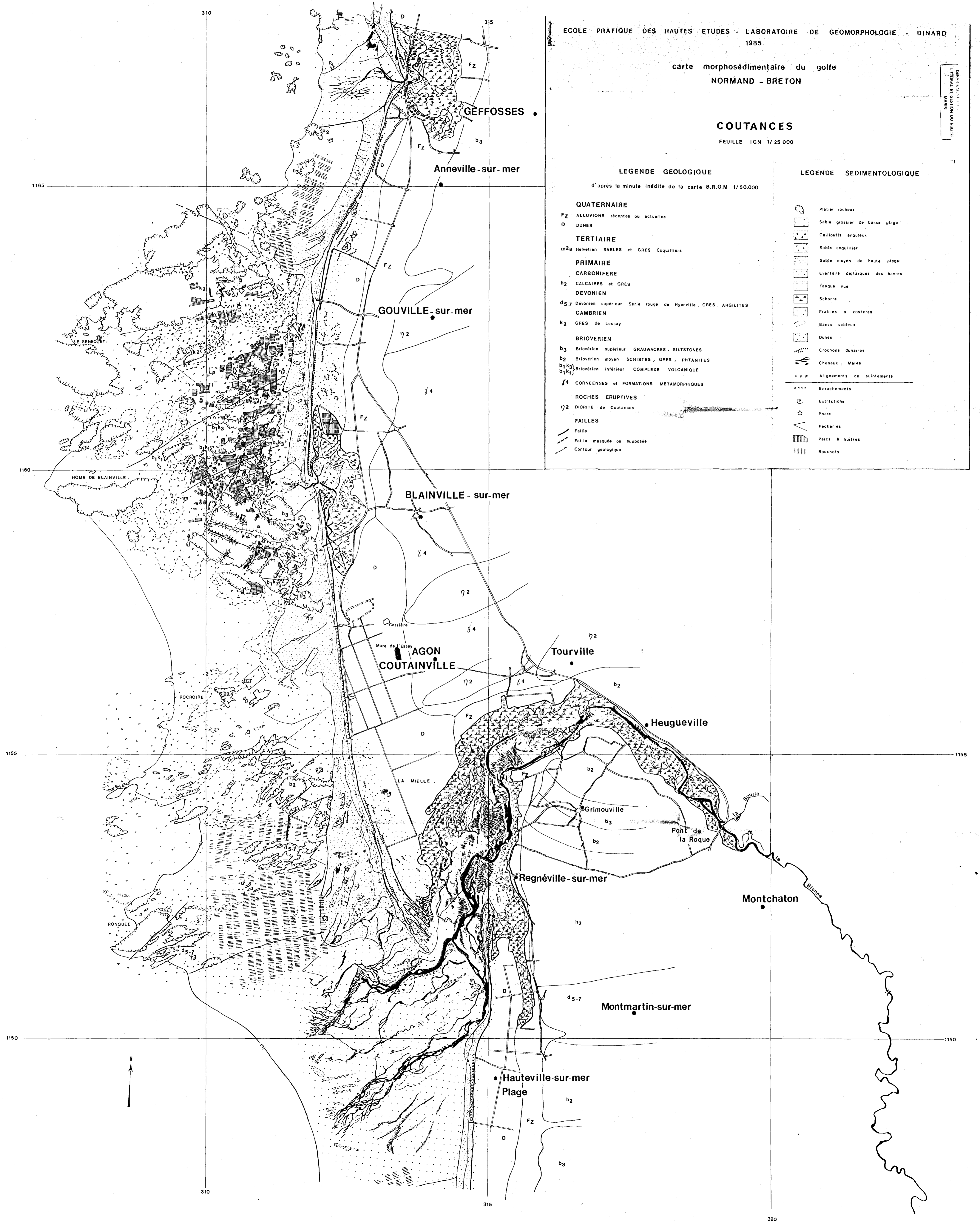
**LEGENDE GEOLOGIQUE**

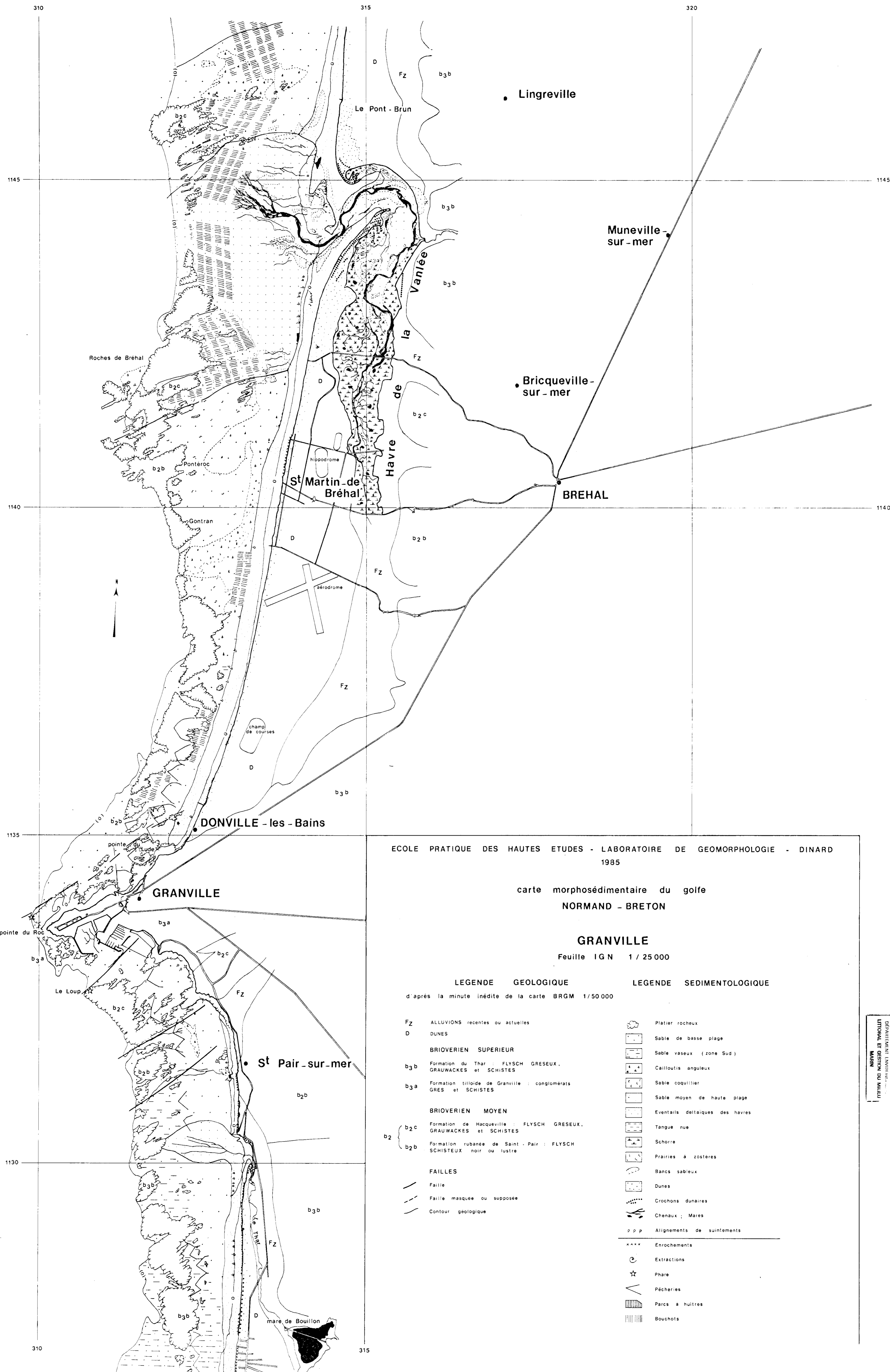
d'après la minute inédite de la carte B.R.G.M 1/50 000

- QUATERNAIRE**  
Fz ALLUVIONS récentes ou actuelles  
D DUNES
- TERTIAIRE**  
m2a Helvétien SABLES et GRES Coquilliers
- PRIMAIRE**  
**CARBONIFERE**  
h2 CALCAIRES et GRES  
**DEVONNIEN**  
d5.7 Dévonien supérieur Série rouge de Hyenville. GRES, ARGILITES  
**CAMBRIEN**  
k2 GRES de Lessay
- BRIOVERIEN**  
b3 Briovérien supérieur GRAUWACKES, SILTSTONES  
b2 Briovérien moyen SCHISTES, GRES, PHANITES  
b1k3 Briovérien inférieur COMPLEXE VOLCANIQUE
- γ4 CORNEENNES et FORMATIONS METAMORPHIQUES
- ROCHES ERUPTIVES**  
η2 DIORITE de Coutances
- FAILLES**  
Faille  
Faille masquée ou supposée  
Contour géologique

**LEGENDE SEDIMENTOLOGIQUE**

- Platiér rocheux
- Sable grossier de basse plage
- Cailloutis anguleux
- Sable coquillier
- Sable moyen de haute plage
- Eventails deltaïques des havres
- Tangue nue
- Schorre
- Prairies à zostères
- Bancs sableux
- Dunes
- Crochons dunaires
- Chenaux ; Mares
- Alignements de sautements
- Enrochements
- Extractions
- Piers
- Pêcheries
- Parcs à huîtres
- Bouchers





ECOLE PRATIQUE DES HAUTES ETUDES - LABORATOIRE DE GEOMORPHOLOGIE - DINARD  
1985

carte morphosédimentaire du golfe  
NORMAND - BRETON

**GRANVILLE**

Feuille I G N 1 / 25 000

**LEGENDE GEOLOGIQUE**

d'après la minute inédite de la carte BRGM 1/50 000

- Fz ALLUVIONS récentes ou actuelles
- D DUNES
- BRIOVERIEN SUPERIEUR**
- b3b Formation du Thar : FLYSCH GRESEUX, GRAUWACKES et SCHISTES
- b3a Formation tilloïde de Granville : conglomérats GRES et SCHISTES
- BRIOVERIEN MOYEN**
- b2c Formation de Hacqueville : FLYSCH GRESEUX, GRAUWACKES et SCHISTES
- b2 Formation rubanée de Saint-Pair : FLYSCH SCHISTEUX noir ou lustré
- FAILLES**
- Faille
- - - Faille masquée ou supposée
- Contour géologique

**LEGENDE SEDIMENTOLOGIQUE**

- Platier rocheux
- Sable de basse plage
- Sable vaseux (zone Sud)
- Cailloutis anguleux
- Sable coquillier
- Sable moyen de haute plage
- Eventails deltaïques des havres
- Tangue nue
- Schorre
- Prairies à zostères
- Bancs sableux
- Dunes
- Crochons dunaires
- Chenaux ; Mares
- Alignements de saintements
- Enrochements
- Extractions
- Phare
- Pêcheries
- Parcs à huîtres
- Bouchots

DEPARTEMENT LITTORAL ET GESTION DU MILIEU  
MARIN

carte morphosédimentaire du golfe  
NORMAND - BRETON

LA HAYE DU PUIFS

Feuille IGN 1/25 000

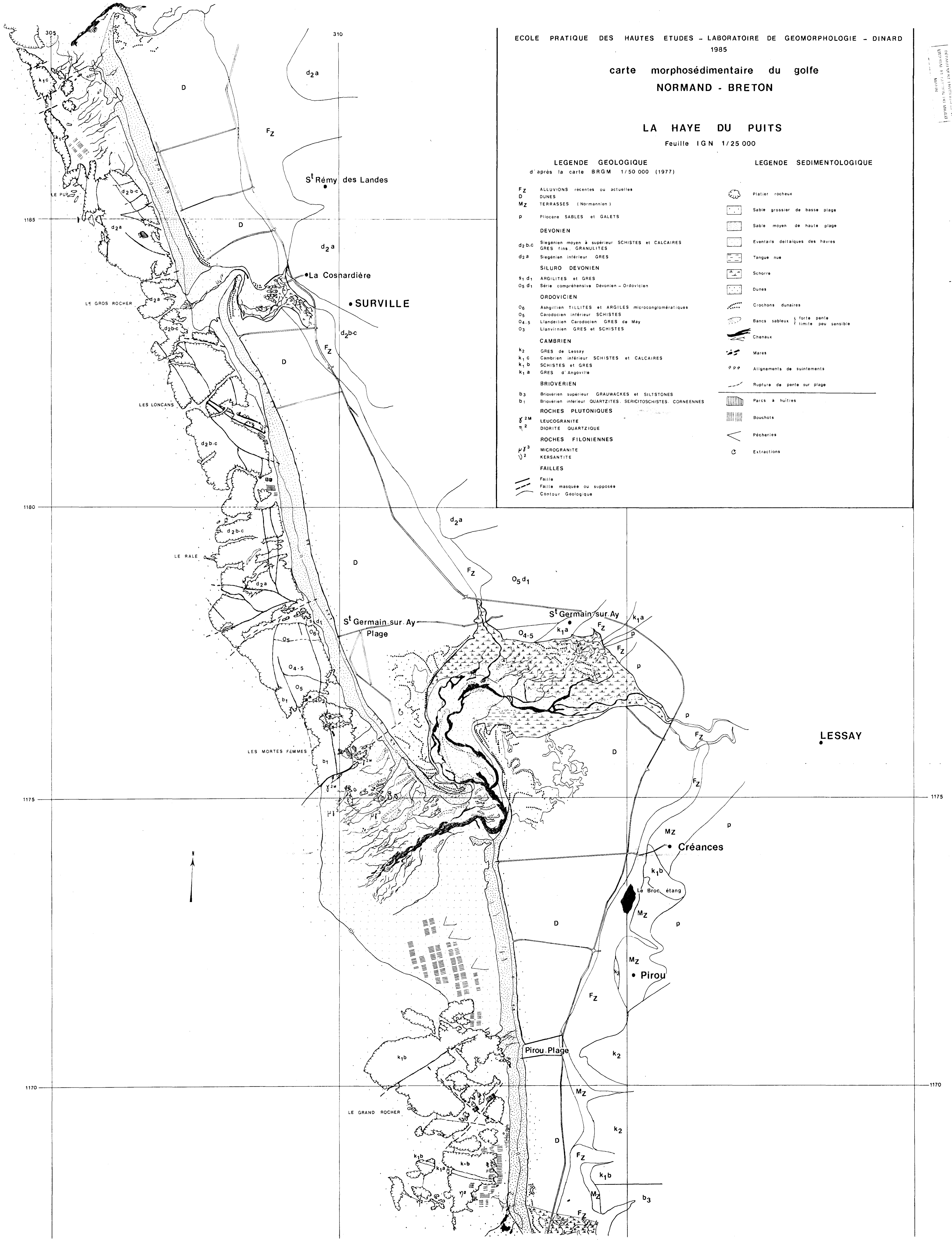
LEGENDE GEOLOGIQUE

d'après la carte BRGM 1/50 000 (1977)

- Fz ALLUVIONS récentes ou actuelles
- D DUNES
- Mz TERRASSES (Normanniennes)
- p Pliocène SABLES et GALETS
- DEVONIEN
- d<sub>2</sub>b.c Siegéniens moyen à supérieur SCHISTES et CALCAIRES  
GRES fins GRANULITES
- d<sub>2</sub>a Siegéniens inférieur GRES
- SILURO DEVONIEN
- s<sub>1</sub>d<sub>1</sub> ARGILITES et GRES
- o<sub>5</sub>d<sub>1</sub> Série compréhensive Devonien - OrdoVICIEN
- ORDOVIICIEN
- o<sub>6</sub> Ashgillien TILLITES et ARGILES microconglomératiques
- o<sub>5</sub> Carodocien inférieur SCHISTES
- o<sub>4.5</sub> Llandellien Carodocien GRES de May
- o<sub>3</sub> Llanvirnien GRES et SCHISTES
- CAMBRIEN
- k<sub>2</sub> GRES de Lessay
- k<sub>1</sub>c Cambrien inférieur SCHISTES et CALCAIRES
- k<sub>1</sub>b SCHISTES et GRES
- k<sub>1</sub>a GRES d'Angoville
- BRIOVERIEN
- b<sub>3</sub> Brioverien supérieur GRAUWACKES et SILISTONES
- b<sub>1</sub> Brioverien inférieur QUARTZITES, SERICITOSCHISTES, CORNEENNES
- ROCHES PLUTONIQUES
- γ<sup>2M</sup> LEUCOGRANITE
- γ<sup>2</sup> DIORITE QUARTZIQUE
- ROCHES FILONIENNES
- μ<sup>3</sup> MICROGRANITE
- μ<sup>2</sup> KERSANTITE
- FAILLES
- Faillie
- Faillie masquée ou supposée
- Contour Géologique

LEGENDE SEDIMENTOLOGIQUE

- Platier rocheux
- Sable grossier de basse plage
- Sable moyen de haute plage
- Eventails deltaïques des havres
- Tangue nue
- Schorre
- Dunes
- Crochons dunaires
- Bancs sableux forte pente  
limite peu sensible
- Chenaux
- Mares
- Alignements de suintements
- Rupture de pente sur plage
- Parcs à huîtres
- Bouchots
- Pêcheries
- Extractions



REPRODUCTION INTERDITE  
 SAUF AVEC LE CONSENTEMENT  
 EXPRESS DE  
 M. MATHIEU