

CONVENTION REGION NORD - PAS-DE-CALAIS/IFREMER  
PROGRAMME ENVIRONNEMENT

BAIE DE WISSANT  
ÉVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE

RAPPORT SCIENTIFIQUE

Laboratoire de  
Sédimentologie et Géochimie  
Université des Sciences et Techniques de Lille  
59655 Villeneuve d'Ascq

Novembre 1985

**CONVENTION REGION NORD - PAS-DE-CALAIS/IFREMER  
PROGRAMME ENVIRONNEMENT**

**BAIE DE WISSANT  
ÉVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE**

**RAPPORT SCIENTIFIQUE**

Responsable scientifique :

**Hervé CHAMLEY**

Intervenant principal :

**Philippe CLABAUT**

Associé :

**Christian BECK**

Laboratoire de  
Sédimentologie et Géochimie  
Université des Sciences et Techniques de Lille  
59655 Villeneuve d'Ascq

Novembre 1985

## RESUME

Située entre le Cap Gris-Nez au SW et le Cap Blanc-Nez au NE, la Baie de Wissant présente dans sa partie occidentale une instabilité actuelle importante de l'estran et des dunes. Des recherches de terrain et de laboratoire sont effectuées afin d'identifier et d'expliquer les phénomènes naturels responsables de cette instabilité, particulièrement importante aux plans de l'environnement, de la protection du littoral et de l'aménagement du trait de côte.

L'étude sédimentologique et granulométrique menée à partir de 250 échantillons prélevés sur le littoral de la baie de Wissant, permet la description et l'analyse des phénomènes d'érosion et d'accumulation. L'érosion éolienne de la dune d'Aval entraîne actuellement un envahissement des zones voisines. A terme, elle permettra une incursion marine vers le marais de Tardinghen situé en arrière du cordon dunaire.

Le recul du trait de côte maximal au niveau de la dune d'Aval résulte de deux facteurs principaux : un hydrodynamisme fort, décroissant d'Ouest en Est de la baie, qui se traduit par une importante érosion hivernale de l'estran ; un degré de fixation du pied de dune très variable.

Les observations de terrain, associées aux analyses sédimentologiques de laboratoire, permettent d'envisager une semi-fermeture de la baie de Wissant au coeur de l'hiver. Cette évolution serait liée à l'engraissement d'un banc sableux (Banc à la Ligne) situé plus au large, par des sables provenant de l'estran. Il en résulterait un fonctionnement saisonnier cyclique de la Baie de Wissant, tantôt ouverte, tantôt semi-fermée, qui correspondrait au déplacement dans le temps des zones majeures d'attaque et d'engraissement littoral, et aurait des répercussions sur les aménagements côtiers (conchyliculture, épuration, protections littorales, ...). Ce type d'évolution, dont les divers éléments sont regroupés sur une carte synthétique de morphologie et de dynamique sédimentaire littorales, doit être conforté par des études effectuées au large du domaine de balancement des marées.

## I - AVANT PROPOS

Le littoral du Nord - Pas-de-Calais présente en de nombreux secteurs un recul du trait de côte, dont les conséquences sur l'environnement sont nombreuses : modification de la nature et de la forme de l'estran, mise à l'affleurement d'anciens lits de tourbe ou de galets, éboulements de falaises, migration de tonnages importants de sable marin vers le Nord - Nord-Est ou vers le large, migration des dunes éoliennes vers l'intérieur du pays, menaces d'habitations du front de mer ou de lotissements en arrière de dunes vives, colmatage de marais d'arrière-côte, ensablements d'estuaires ou envasements de ports, etc.

La baie de Wissant, sise dans le Boulonnais entre les Caps Gris-Nez et Blanc-Nez, constitue un des secteurs régionaux les plus vulnérables à l'érosion littorale. Le recul du trait de côte dans la zone située juste à l'Ouest de Wissant, ainsi que la progression du front des dunes d'Aval vers l'intérieur des terres, ont attiré l'attention des instances communales et de l'Espace Naturel Régional. Dans un rapport récent de la Direction départementale de l'Equipement, C. PAVAGEAU (1983) rassemble les données disponibles sur l'évolution morphologique de ce domaine particulièrement sensible.

Il devenait dès lors urgent de chercher à identifier la nature des mécanismes naturels en jeu, et à quantifier les phénomènes d'érosion et de sédimentation littorales. C'est l'objet du contrat d'études confié par l'Etablissement Public Régional, au titre de l'année 1984, à notre laboratoire. Les recherches entreprises s'intègrent dans le cadre du Programme Environnement de la Convention Région/IFREMER, et ont permis l'attribution d'une Bourse IFREMER à Philippe CLABAUT. Ce dernier assure ses recherches pour la préparation d'une thèse d'Université Nouvelle Formule en Océanographie, dont le sujet couvre l'évolution du trait de côte ainsi que la dynamique sédimentaire des fonds marins situés au large du Site des Caps. L'essentiel des travaux présentés ici s'inscrit dans le cadre du Diplôme d'Etudes Approfondies de P. CLABAUT en Géologie dynamique et pratique.

**REMERCIEMENTS**

Nous exprimons notre vive reconnaissance à Monsieur le Président du Conseil Régional Nord - Pas-de-Calais, ainsi qu'à l'Etablissement Public Régional et à l'IFREMER, qui ont accepté de nous confier l'étude scientifique du trait de côte afin de mieux comprendre et prévoir l'évolution ainsi que l'aménagement du domaine littoral. Notre gratitude s'adresse par ailleurs à tous ceux qui ont suscité, facilité et aidé cette étude, par des voies diverses : M. BELLET et Mme SAUVET (EPR), MM. LEFRANC et ARNAL (IFREMER Boulogne), MM. TOISON et SAUVAGE (Espace Naturel Régional), MM. DHORME et VANACK (Service Maritime de Boulogne-sur-Mer), M. LAFOND (EPHE, Dinard), Mme CORSIN (Sciences de la Terre, Lille), M. BLONDEAU (Université de Paris VI), le personnel de la Station météorologique de Boulogne, Mmes BREBION et DUJARDIN, MM. BALLENGHIEN et CARPENTIER.

## II - DEROULEMENT DES ETUDES

### 1. Etudes effectuées jusqu'en février 1985

Les observations de terrain sur la baie de Wissant ont débuté dès l'été 1983, par un relevé approfondi de la morphologie littorale et une campagne de prélèvements sédimentaires : 10 radiales perpendiculaires au trait de côte depuis le front de dune jusqu'au niveau des basses mers de vives eaux, et 3 radiales parallèles au trait de côte (système de barres et bâches, depuis le haut- jusqu'au bas-estran). En tout trois campagnes de prélèvements systématiques, en août 1983, en octobre 1983 et en février 1984, ont permis de caractériser avec précision la distribution sédimentaire en baie de Wissant durant les régimes d'été et d'hiver. Par la suite, tout au cours de l'année 1984 et durant le début de l'année 1985, des prélèvements ponctuels ont été effectués en des points témoins de modifications de l'environnement, ou à titre de contrôle. Enfin, depuis juillet 1983, le suivi régulier des modifications morphologiques a été assuré, depuis le secteur au Sud du Cap Blanc-Nez jusqu'à l'anse de la Courte Dune à proximité du Gris-Nez.

A la suite des missions d'observations, de mesures et de prélèvements sur le terrain, une étude systématique des échantillons recueillis a été effectuée au laboratoire. Les techniques utilisées comprennent principalement la granulométrie par tamisage (dont les résultats ont été traités statistiquement par utilisation du grain moyen), les calcimétries (dosage de la teneur en calcaire), l'étude microscopique de la forme et du degré d'usure des grains, et l'analyse optique des principaux stocks de particules responsables de la constitution des divers sédiments. En même temps les données sur échantillons étaient confrontées aux données globales fournies par les missions de photographies aériennes (particulièrement celle effectuée en février 1984 par le Service maritime du port de Boulogne), et replacées dans le contexte géologique local. Par ailleurs, l'évolution récente du trait de côte était située par rapport aux données bibliographiques sur les modifications du littoral des Caps durant les siècles passés, ce qui permettait une perception des modifications côtières à long terme. Enfin cette évolution récente était détaillée à l'échelle des variations cycliques saisonnières et des variations à caractère exceptionnel, comme les tempêtes combinées à des marées de vives eaux.

L'ensemble du travail a abouti au Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies de Philippe CLABAUT, ainsi qu'à la présentation de deux communications scientifiques, l'une devant la Société géologique du Nord en juin 1985, l'autre au Séminaire REGION/IPREMER d'Ambleteuse en septembre 1985. Deux notes sont en cours d'impression (Annales Soc. Géol. Nord, Editions de la Région Nord - Pas-de-Calais).

## 2. Etudes effectuées de février à septembre 1985

L'essentiel de la période postérieure au Diplôme d'Etudes Approfondies de P. CLABAUT a été consacré à la mise en route des travaux de thèse, par le moyen de missions en mer et de traitement de données relatives au secteur sous-marin situé au large du Site des Caps. Il s'agissait en effet de préparer un travail à l'échelle régionale, susceptible d'établir les relations hydrosédimentaires existant entre la côte et le large, entre les différentes zones côtières à l'intérieur et à l'extérieur du site des Caps, et enfin entre le comportement des particules sédimentaires elles-mêmes et celui des autres constituants du milieu marin : mouvements d'eaux, populations biologiques, polluants en transit, en cours de fixation ou de largage. En même temps le travail s'articulait, grâce à la coordination assurée par C. BECK, avec le travail engagé au Sud du Cap Gris-Nez par S. DEWEZ, sur le devenir des rejets de dragages portuaires et sur les flux de sédiments envasés (DEA 1985, prolongé par une extension en thèse, avec Bourse MRT, dans le secteur méridional contigu à celui étudié par P. CLABAUT).

Les principales opérations engagées au cours de la seconde phase du contrat sont les suivantes :

a) Sur le littoral de Wissant. A la faveur de conditions hydroclimatologiques exceptionnelles (conjonction de vents très violents (166 km/h) et d'une pleine mer de vive-eau), qui ont entraîné une érosion du littoral particulièrement importante, les opérations suivantes ont été effectuées :

- Relevé du recul du trait de côte dans l'ensemble de la baie de Wissant.
- Photographies montrant ce recul en plusieurs points significatifs.

- 4 levés de profil d'estran dans la zone sensible située devant la digue de Wissant (en collaboration avec le Service maritime du port de Boulogne).

- Prélèvements de sédiment le long de ces profils.

b) Missions à la mer :

- Deux missions à la mer, d'une durée totale de 10 jours, ont été effectuées à bord du N/O SEPIA II, l'une en mars, l'autre en juillet 1985. Un plan de prélèvement a été établi dans le but de cartographier la couverture sédimentaire des fonds marins au large du Site des Caps (figure 1). 140 échantillons ont été prélevés en mars 1985, d'une part à l'aide de la benne Shipeck, dans le domaine sableux du Banc à la Ligne ; d'autre part avec la drague Rallier, dans le domaine caillouteux situé plus au large. Lors de la mission de juillet, seul le domaine du Banc à la Ligne a été échantillonné (80 points) dans le but de déterminer d'éventuelles modifications saisonnières de la nature des petits fonds. En complément, 8 profils bathymétriques parallèles entre l'estran et le pied du banc ont été levés (figure 2). Par ailleurs, des études courantologiques (suivi de flotteurs) ont été amorcées, en collaboration avec le Service maritime du port de Boulogne.

- Participation de P. CLABAUT à la mission "GRANOR" du N/O CRYOS, mise en oeuvre par IFREMER en août 1985 dans le but de mettre en évidence des sites exploitables de granulats marins. Cette mission a permis de cartographier, à l'aide du sonar à balayage latéral, une zone comprise entre la baie d'Authie au Sud et la frontière belge au NE. Un premier dépouillement, en cours de mission, a permis de définir les grands traits de cette zone (note AUGRIS-CLABAUT, présentée au séminaire REGION/IFREMER d'Ambleteuse). D'autres techniques, complémentaires, ont été mises en oeuvre lors de cette mission : sismique réflexion, bathymétrie fine.

L'objectif principal de cette mission étant l'évaluation des stocks de granulats marins, 45 carottes de sédiment ont été prélevées dans trois zones : la zone de paléochenaux de la Canche, au large du Touquet ; la zone de paléochenaux de la Liane, devant Wimereux ; les bancs de Calais et de Dunkerque. Les carottes tronçonnées à bord du CRYOS, et décrites jusqu'à présent de manière préliminaire, feront l'objet d'analyses complémentaires dans notre laboratoire de Sédimentologie et Géochimie.

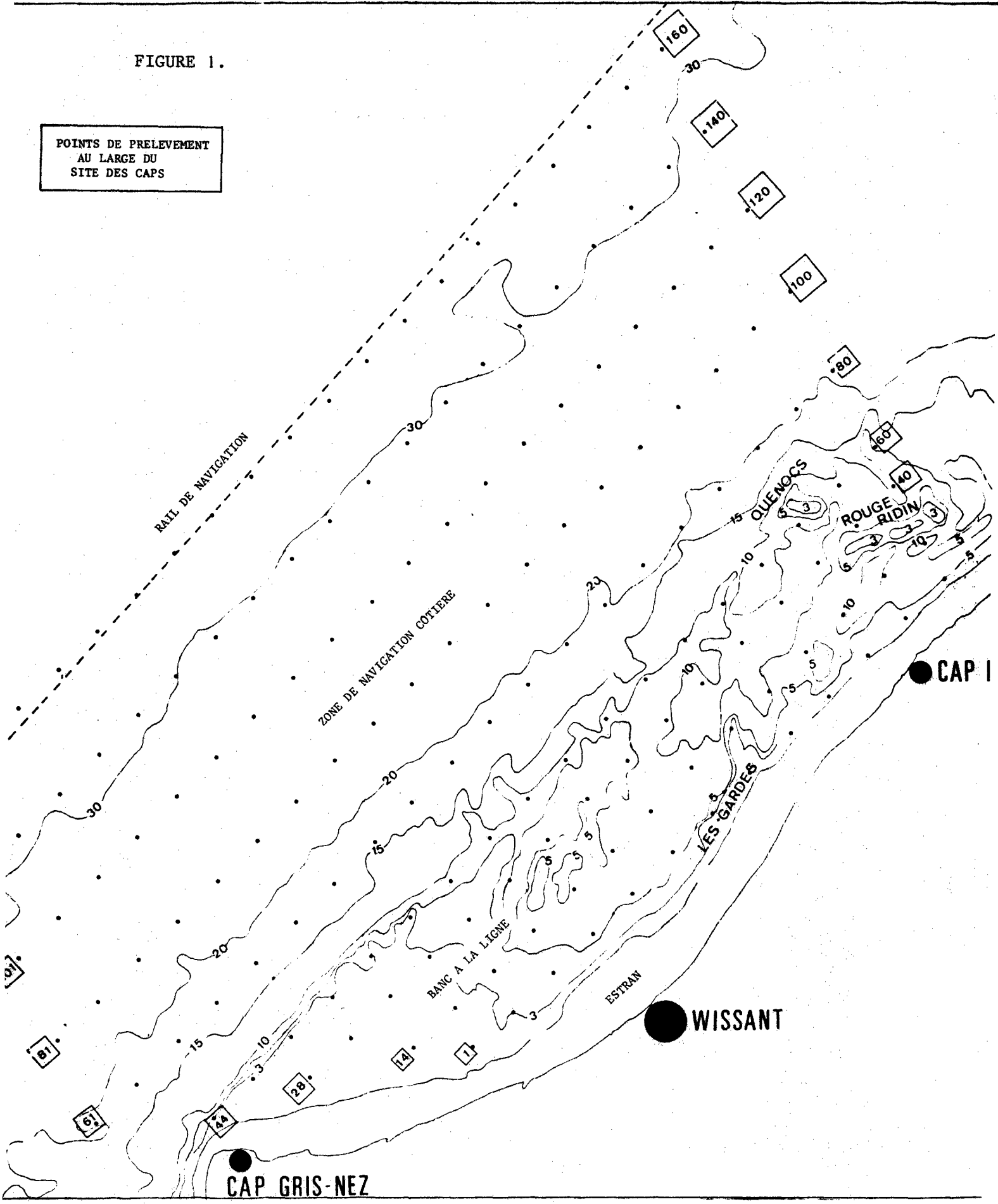


c) Travaux en cours :

- Analyse sédimentologique (granulométrie, calcimétrie, comptage de débris ...) des 300 échantillons prélevés à la fois sur l'estran et au large de la baie de Wissant.
- Etude des carottes de la mission "Granor".
- Dépouillement à différentes échelles, des données de sonar latéral, bathymétrie, sismique (en collaboration avec C. AUGRIS, IFREMER Brest).

FIGURE 1.

POINTS DE PRELEVEMENT  
AU LARGE DU  
SITE DES CAPS



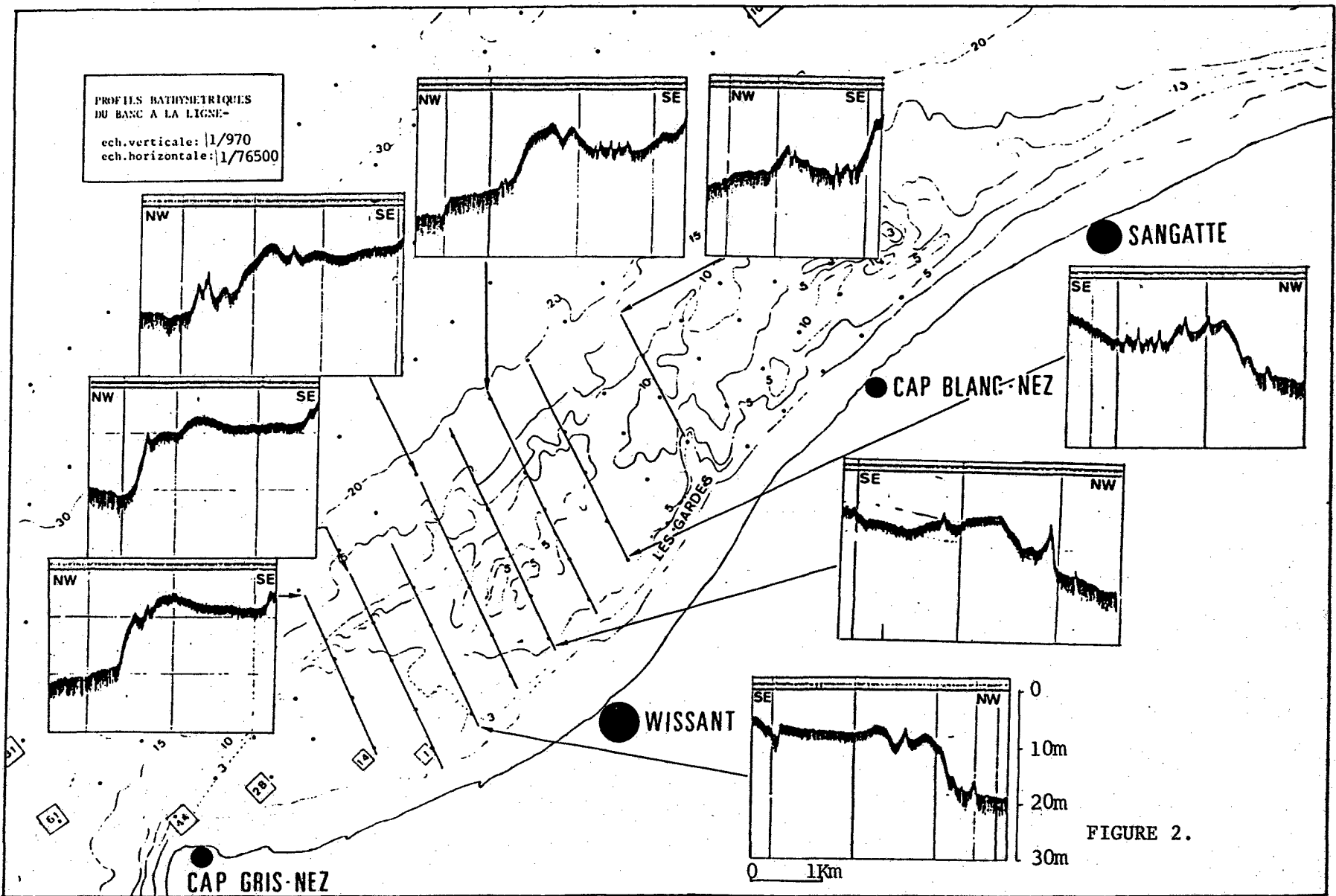


FIGURE 2.

### III - PRESENTATION ET DIFFUSION DES DONNEES

1. Le détail des travaux effectués dans le cadre du contrat 1984 est présenté dans le document joint ci-après, qui représente l'essentiel du Diplôme d'Etudes Approfondies de Philippe CLABAUT (au Jury : J. PAQUET, Président ; C. BECK, H. CHAMLEY, J.-P. DHORME, H. MAILLOT). Ce document traite successivement du cadre d'étude (géologie, géomorphologie, régime océanographique, régime météorologique), de l'exploitation des photographies aériennes, de la description des variations saisonnières, des données granulométriques, calcimétriques, des études de stocks, et de l'évolution chronologique à diverses échelles. Les conclusions générales sont suivies d'une liste bibliographique, de planches photographiques, et d'une carte de synthèse d'évolution morphologique et de dynamique sédimentaire du domaine littoral de la Baie de Wissant.

A la suite de ce document figure le texte de la communication présentée par P. CLABAUT, H. CHAMLEY et C. BECK au Séminaire REGION/IFREMER d'Ambleteuse (septembre 1985). Ce texte constitue un regroupement des principaux faits et réflexions sur l'évolution du trait de côte en Baie de Wissant.

Enfin est fourni le texte d'une communication de C. AUGRIS et P. CLABAUT, également présentée au Séminaire d'Ambleteuse, sur les données préliminaires, obtenues grâce au sonar latéral, relatives à la répartition des formations sous-marines superficielles au large de Boulogne-sur-Mer, depuis la latitude du Cap Gris-Nez et celle de Berck. Ce travail constitue une introduction à l'étude approfondie de dépouillement des profils bathymétriques, de sonar et sismique obtenus dans le cadre de la mission GRANOR 1985.

#### 2. Diffusion des données

##### a) Présentations orales :

- Société géologique du Nord, juin 1985 : 1 communication.
- Séminaire d'Ambleteuse, REGION/IFREMER, septembre 1985 : 2 communications.

**b) Publications**

- **CLABAUT P.** : Dynamique sédimentaire du littoral de Wissant et ses abords. DEA Géol. dyn. prat., 1984, Université Sci. Techn. Lille : 51 p. + Ann. + Carte.

- **CLABAUT P., CHAMLEY H., BECK C.** : Observations sédimentologiques sur le littoral du Site des Caps. Ann. Soc. géol. Nord, 1985 (en cours de dépôt).

- **CLABAUT P., CHAMLEY H., BECK C.** : Etude sédimentologique du littoral de Wissant. Sémin. EPR/IFREMER, Ambleteuse, Doc. Région Nord - Pas-de-Calais, 1985 (déposé).

- **AUGRIS C., CLABAUT P.** : Répartition des formations superficielles au large de Boulogne-sur-Mer (Cap Gris-Nez - Baie d'Authie). Sémin. EPR/IFREMER, Ambleteuse, Doc. Région Nord - Pas-de-Calais, 1985 (déposé).

**DYNAMIQUE SÉDIMENTAIRE  
DU LITTORAL DE WISSANT  
ET DE SES ABORDS**

**P. CLABAUT**

DEA, Géologie Dynamique et Pratique  
Université de Lille I

*Travail effectué avec l'aide  
de l'EPR Nord - Pas-De-Calais*

- TABLE DES MATIERES -

Page

INTRODUCTION .....	1
<u>CHAPITRE I - CADRE D'ETUDE</u> .....	2
A - GEOLOGIE ET GEOMORPHOLOGIE .....	2
A.1 - Cadre géologique général .....	2
A.2 - Schéma géomorphologique du littoral de Wissant .....	2
A.3 - Description des formations quaternaires de la baie de Wissant .....	2
B - REGIMES OCEANOGRAPHIQUES ET METEOROLOGIQUES .....	6
B.1 - Caractéristiques océanographiques .....	6
B.2 - Caractéristiques météorologiques .....	7
<u>CHAPITRE II - ETUDES SEDIMENTOLOGIQUES</u>	
A - EXPLOITATION DE LA MISSION AERIENNE DE FEVRIER 84 .....	10
A.1 - Extension et morphologie de l'estran .....	10
A.2 - Zones d'érosion à la côte .....	10
A.3 - Etat de fixation de la dune .....	12
B - OBSERVATIONS DES VARIATIONS SAISONNIERES .....	14
B.1 - Morphologie de l'estran en période estivale .....	14
B.2 - Variations saisonnières de cette morphologie .....	15
B.3 - Vitesse d'érosion à la côte .....	18
B.4 - Evolution du cordon de galets de Tardinghen .....	20
B.5 - Hypothèse d'une variation saisonnière du sens de la dérive littorale dans la baie .....	24
B.6 - Evolution du profil de la dune d'Aval .....	25
B.7 - Conclusions .....	27
C - ETUDES DE LABORATOIRE .....	28
C.1 - Techniques utilisées .....	28
C.2 - Analyses granulométriques .....	31
C.3 - Dosage du calcaire .....	41
C.4 - Morphoscopie et comptages de débris .....	42
C.5 - Conclusions .....	43
<u>CHAPITRE III - COMPARAISON DES TENDANCES ACTUELLES ET PASSES - PREMIERES</u>	
<u>INDICATIONS</u> .....	44
A - LES ZONES D'EROSION A LA COTE .....	44
B - LES DEPLACEMENTS DU BANC A LA LIGNE .....	45
C - CONCLUSIONS .....	45
<u>CHAPITRE IV - CONCLUSIONS GENERALES</u> .....	47
BIBLIOGRAPHIE .....	49
LISTE DES FIGURES .....	50
PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES	

- INTRODUCTION -

La baie de Wissant est située au NW du Boulonnais, entre le Cap Gris-Nez d'âge jurassique au SW et le cap Blanc-Nez, d'âge Crétacé au NE (fig. 1). Elle constitue une zone de côte relativement basse, incurvée entre deux promontoires rocheux, l'ensemble constituant le site des Caps, à la jonction entre Manche et Mer du Nord.

Dans la partie W de la baie, sur une distance de 5 km environ, la côte est constituée d'un cordon dunaire continu et relativement étroit, surtout développé au S de Wissant mais se prolongeant également au-delà vers le NE. Les parties de la baie où la mer découvre l'estran et où se situent les dunes sont instables, et font l'objet d'érosions ou de sédimentations spécifiques. L'objet de la présente étude est d'identifier et de chercher à expliquer les mécanismes sédimentaires responsables de cette évolution du trait de côte, mécanismes particulièrement importants sur le plan de l'environnement et de la protection du littoral.

Après une présentation du cadre d'étude et un examen des données historiques, ce problème de l'évolution récente du trait de côte sera abordé selon deux approches :

- d'abord par une observation directe du terrain et de ses variations morphologiques saisonnières ;
- ensuite par des analyses de laboratoire de sédiments prélevés de manière relativement dense, à différentes périodes de l'année : granulométrie, calcimétrie, comptage de débris.

En fin d'étude, nous tenterons d'intégrer ces observations annuelles au sein de l'évolution de la baie de Wissant depuis le début du vingtième siècle.

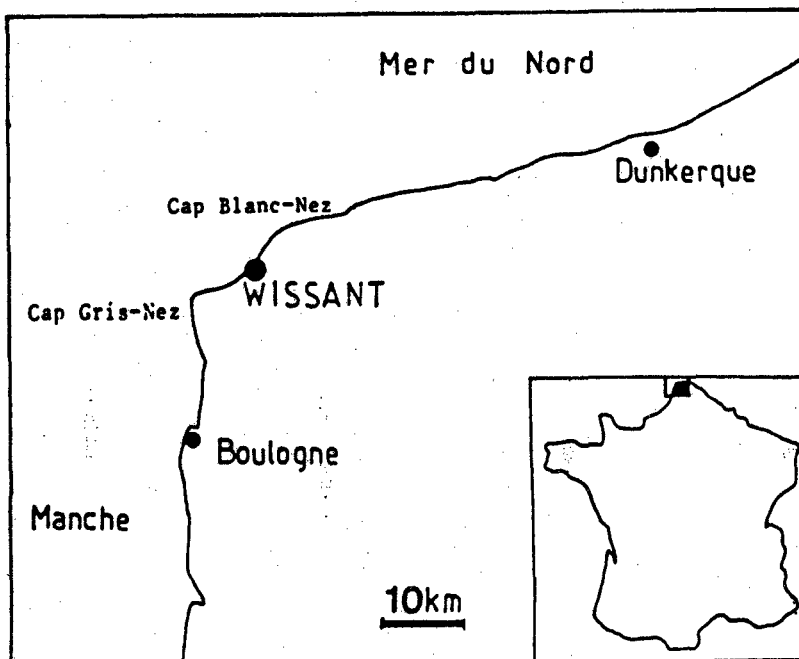


Fig. 1 .- Situation géographique.



## Chapitre I - CADRE D'ETUDE

### A - GEOLOGIE ET GEOMORPHOLOGIE

#### A.1 - CADRE GEOLOGIQUE GENERAL

Le secteur étudié se trouve sur le flanc nord de l'anticlinal du Boulonnais, dont l'axe est orienté W-E. Cet anticlinal, formé de terrains d'âge jurassique et crétacé repose sur un substratum paléozoïque qui n'affleure que dans la région de Ferques, et non pas au niveau du littoral.

La série du Jurassique moyen et supérieur, composée de grès, calcaires et marnes, constitue de hautes falaises escarpées, depuis Boulogne au S, jusqu'à la Pointe de la Courte Dune à l'extrémité E de la baie de Wissant.

Le Crétacé inférieur débute par un Wealdien continental argilo-sableux, qui constitue l'arrière-pays de la baie de Wissant, entre la pointe de la Courte-Dune et le S de Strouanne.

L'Albo-Aptien (grès verts et argiles grises du Gault) affleure entre le hameau de Strouanne et le Petit Blanc-Nez à la fois en arrière du littoral et sur l'estran. Il est surmonté vers le N par une épaisse série crayeuse du Crétacé supérieur, culminant au Cap Blanc-Nez à plus de 130 m d'altitude (Guide géologique régional, éd. Masson, 1973).

La présence de terrains tendres (Wealdien, Albo-aptien) entre les deux Caps et le possible rejeu des failles E-W qui limitent le Cap Gris-Nez ont permis le creusement au quaternaire de la baie de Wissant.

#### A.2 - SCHEMA GEOMORPHOLOGIQUE DU LITTORAL DE WISSANT - fig.3-

#### A.3 - DESCRIPTION DES FORMATIONS QUATERNAIRES

Les formations quaternaires de la baie de Wissant sont limitées vers le S et l'E par une falaise qui culmine à une altitude de 38 m à la Motte du Bourg, et s'amortit rapidement vers le SW. J. SOMME, en 1975, a proposé une coupe reconstituée de cette falaise, au niveau des carrières du Fart (fig.2). Le cailloutis marin observé à sa base témoigne d'un niveau marin plus haut que l'actuel (+ 13 m N. G. F.), et permet d'interpréter cette falaise comme une ancienne ligne de rivage, dont l'âge demeure incertain : Cromérien, Holsteinien (Pléistocène moyen) ou Eémien (Pléistocène récent) (fig. 4).

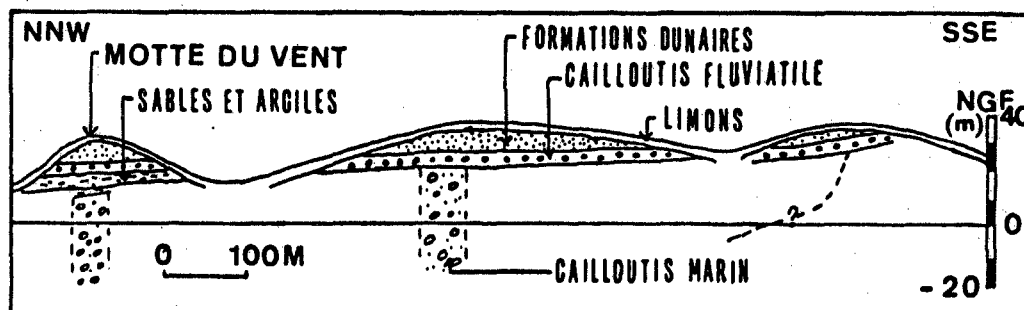


Fig.2.- Coupe théorique des carrières du Fart (J. Sommé - 1975).

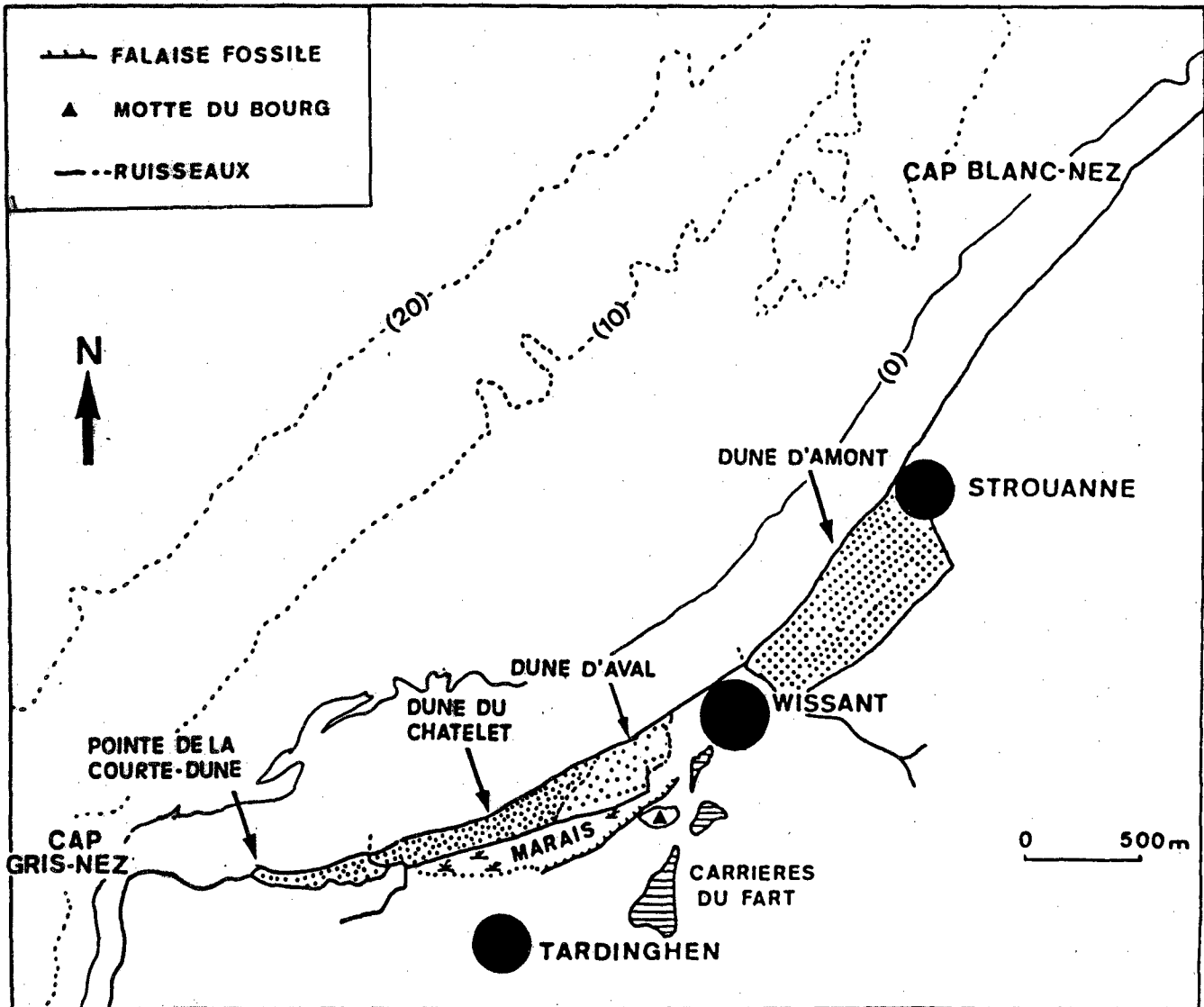


Fig.3 .- Schéma géomorphologique du littoral de Wissant.

- Au pied de la falaise pléistocène s'étend le marais de Tardinghen. Cette plaine maritime, aux dimensions relativement réduites, correspond à un colmatage holocène par une alternance de dépôts marins et continentaux. Comme le montrent les deux coupes levées dans le marais par R. MORTIER et M. BOELS (1980) (fig. 5), les premiers sédiments déposés au-dessus de la plate-forme d'abrasion des terrains secondaires (âge kimméridgien et wealdien) sont des sables marins grossiers holocènes d'âge atlantique (fig. 4).

Ils témoignent d'un niveau marin proche de l'actuel, conséquence du réchauffement du climat et de la transgression flandrienne.

- Un niveau tourbeux sus-jacent traduit l'isolement de cette zone par rapport au milieu marin ouvert. Ces sédiments riches en matière organique se déposaient dans des dépressions marécageuses en arrière d'un cordon dunaire, pendant les phases d'interruption de l'activité éolienne (MUNAUT-GILOT, 1977, d'après JELGERSMA *et al.*, 1970). Correspondraient à des périodes plus humides, favorables à la fixation des dunes par la végétation et rendant plus difficile, en raison de l'humidité même du sol, le transport du sable par voie éolienne.

Les datations par analyse pollinique et géochimie isotopique (méthode  $^{14}\text{C}$ ) indiquent un âge subboréal et subatlantique précoce (- 4 000 à - 2 950 y. B. P.).

- Les affleurements de tourbe sur l'estran actuel témoignent d'une extension ancienne du marais plus importante que l'actuelle, et de l'existence d'un rivage situé plus au NW.

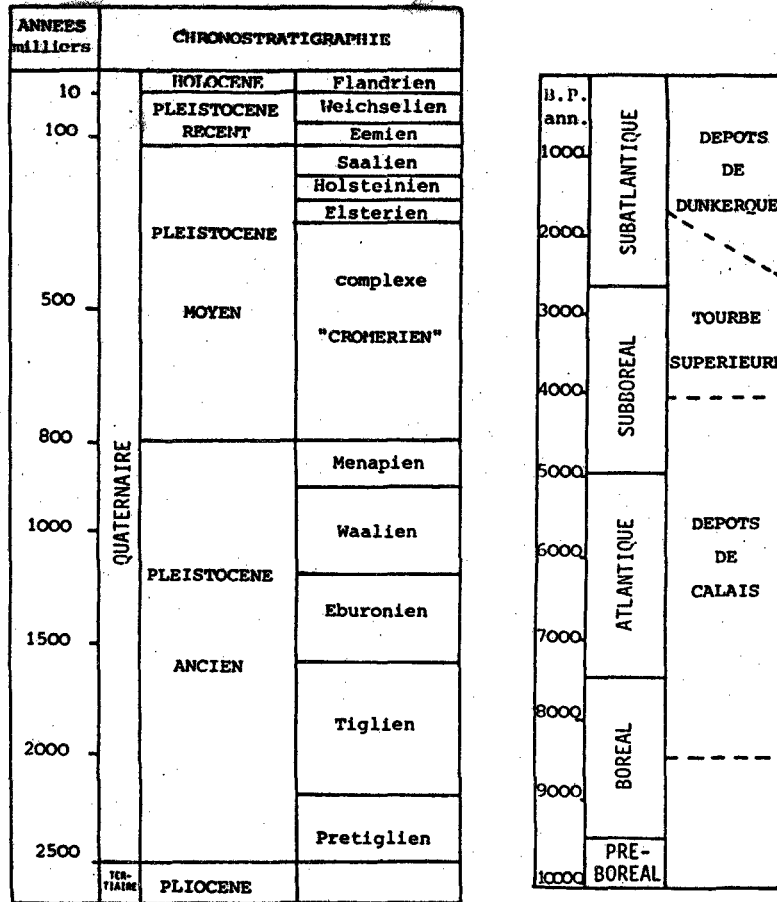


Fig. 4 .- Chronostratigraphie du Quaternaire.  
(J. Sommé - 1979).

- Ces dépôts ont été recouverts par un cailloutis d'origine fluviatile, mis en place en période de bas niveau marin et remodelé lors de la transgression flandrienne en un cordon littoral ancien sur lequel se sont installées les dunes.

- Les dépôts marins fins, observés au-dessus de la tourbe, (cf fig. 5) au niveau du marais, traduisent des phases d'invasion marine ; en particulier, au Moyen-Age, une rupture du cordon dunaire a permis l'utilisation du marais comme port. La fermeture de cette brèche par un second cordon littoral et le comblement du port par les sables au 14ème et 18ème siècles (A. BRIQUET, 1930), ont conduit à la situation actuelle : le marais de Tardinghen est maintenant isolé du domaine marin par un cordon dunaire, qui comprend d'W en E la Pointe de la Courte Dune, la dune du Châtelet, la dune d'Aval et la dune d'Amont.

- La topographie des fonds marins est marquée par un banc de sable : le banc à la Ligne. Cette dune hydraulique s'étend, dans la direction des courants de marée, entre le Cap Gris-Nez et Wissant. Ce banc occupe une position de bordure par rapport à un chenal, situé plus vers le large.(cf.carte hors texte).

N. B. : Des échantillons de tourbe carottés dans une paléovallée, au large du Cap Gris-Nez, à des profondeurs actuelles de - 30 à - 36 m, ont été datés de - 12 600 ± 250 à - 8 250 ± 300 y. B. P. (M. T. MORZADEC-KERFOURN et G. DELIBRIAS, 1972). Ils témoignent d'un niveau marin plus bas que l'actuel.

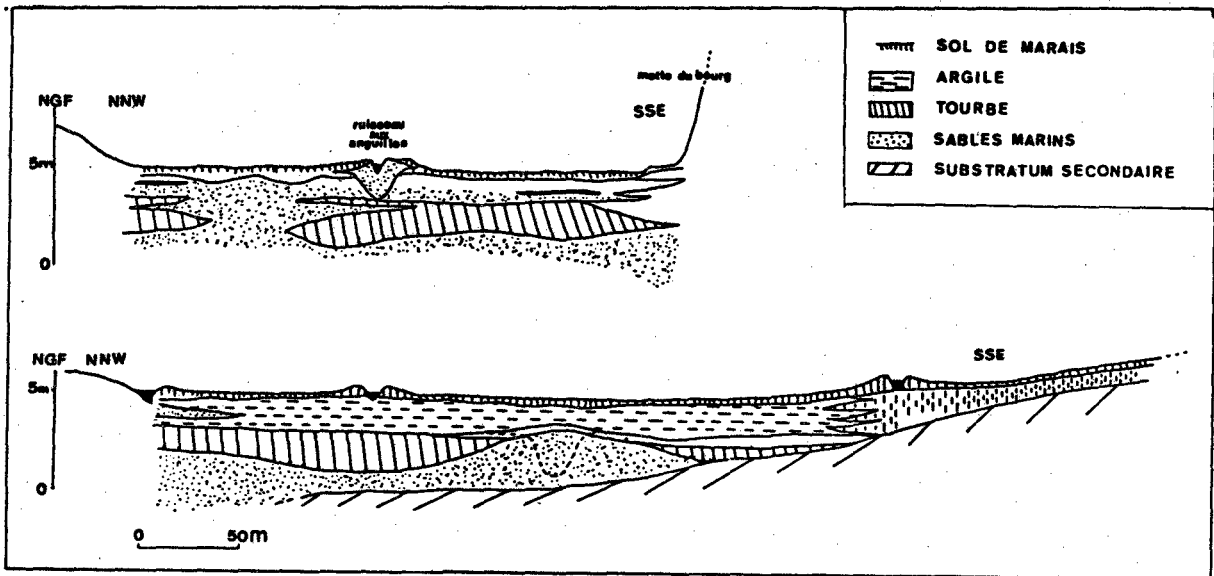


Fig. 5 .- Coupes transversales du marais de Tardinghen. (Mortier-Boels - 1980).

En résumé, cinq étapes principales ont marqué l'évolution de la baie de Wissant depuis le Pléistocène moyen :

- Le façonnement d'une falaise fossile a eu lieu en arrière de l'actuel marais de Tardinghen, durant une période de haut niveau marin dont l'âge demeure incertain.

- De - 12 600 à - 8 250 y. B. P., des dépôts de tourbe ont eu lieu dans des paléovallées au large du Cap Gris-Nez, à une profondeur d'environ 36 m ; ils indiquent un bas niveau marin, avant le début de la transgression flandrienne.

- Entre - 7 500 et - 5 000 y. B. P., vers la fin de la transgression flandrienne, le niveau marin est parvenu à un niveau proche de l'actuel. Des sables marins se sont déposés en baie de Wissant.

- La mise en place d'un cordon dunaire ou d'un banc marin a isolé une zone marécageuse du milieu marin ouvert, au niveau de l'actuel marais de Tardinghen. Entre - 4 000 et - 2 950 y. B. P., des sédiments organiques s'y sont déposés et ont constitué la tourbe.

- Cette zone déprimée a été envahie à plusieurs reprises par des venues marines à travers le cordon dunaire ou par rupture du cordon. Des sédiments marins se sont déposés au-dessus de la tourbe.

## B - REGIME OCEANOGRAPHIQUE ET METEOROLOGIQUE

### B.1 - CARACTERISTIQUES OCEANOGRAPHIQUES

#### 1.1 - Marées

Comme sur l'ensemble des côtes françaises, la marée est de type semi-diurne ; sa période moyenne est de 12 h 24 mn. A Wissant, le marnage qui représente la variation du niveau du plan d'eau entre une basse mer et une haute mer consécutives est de 8,5 m en vives eaux d'équinoxe, et de 6 m en vive-eau moyenne. Le régime de marée y est donc macrotidal. Le marnage permet de définir l'estran ou zone intertidale, domaine exondable par le jeu des marées, et que l'on doit différencier du trait de côte, qui est le niveau maximal atteint par les pleines mers de vives eaux.

La courbe de marée est légèrement dissymétrique : le flot est plus court que le jusant, surtout en vives eaux (1 h à Boulogne, 2 h à Calais). Les courants de marée associés ont des vitesses importantes dans le détroit du Pas-de-Calais, du fait du resserrement morphologique. Ces courants peuvent atteindre 3,8 noeuds (2 m/s) devant le Cap Gris-Nez (P. M. CLIQUE, Catalogue sédimentologique de la frontière belge à la Baie de Somme) (fig. 7). Le courant de flot, qui porte vers la Mer du Nord, est plus rapide que le courant de Jusant, orienté vers la Manche.

La résultante des courants de marée est excédentaire pour le flot et conduit à un transfert vers le Nord-Est.

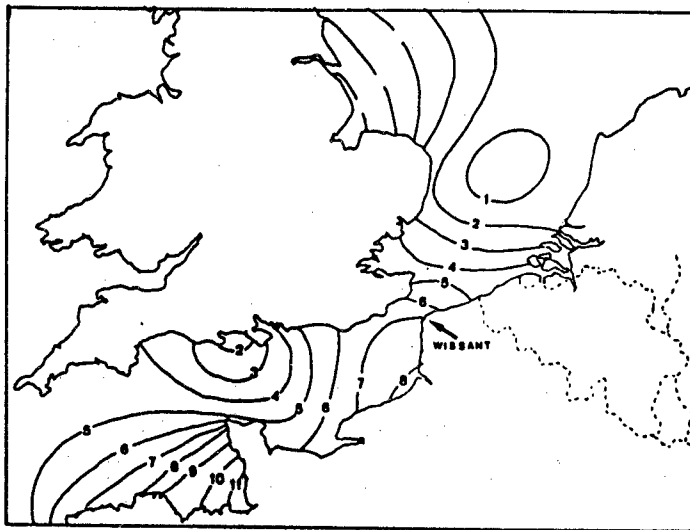


Fig. 6 .- Marnage moyen en mètres.

(In : Atlas of the Seas around British Isles - 1981).

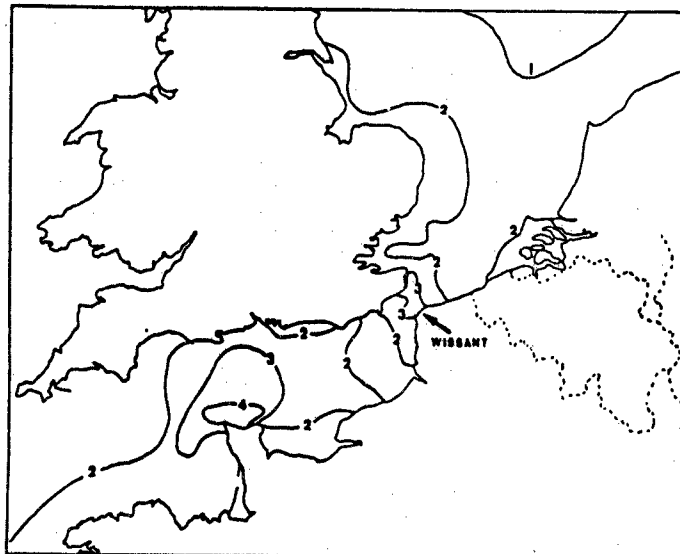


Fig. 7 .- Vitesse maximale, en noeuds, des courants de marée.  
(In Atlas of the Seas around British Isles- 1981).

La vitesse des courants varie avec le coefficient de marée (A. MAUPAS, 1977).

Pour un coefficient de marée de 95, qui correspond à une marée moyenne de vive-eau, la vitesse du flot atteint 3,4 noeuds, alors qu'elle n'est que de 2,0 noeuds pour un coefficient de marée de 45, qui correspond à une marée de moyenne morte-eau. Ces vitesses ont été mesurées au large du Cap Gris-Nez 0 h 40 après la pleine mer de Boulogne.

6 h avant la pleine mer de Boulogne, la vitesse de Jusant au large du Cap Gris-Nez est de 2,7 noeuds pour un coefficient de marée de 95 et de 1,5 noeud pour un coefficient de marée de 45.

## 1.2 - Houles

### a) Hauteur

Entre Dieppe et la frontière belge, la hauteur de la houle augmente du Sud vers le Nord par suite du resserrement morphologique du Pas-de-Calais. La hauteur maximale atteint 3,8 m à Dieppe, 4,2 m à Boulogne et 4,7 m au large de Dunkerque (catalogue sédimentologique des côtes françaises, 1980).

### b) Période

La mesure de la période des houles à la côte, en baie de Wissant, montre une correspondance d'ensemble avec les houles caractéristiques de la Manche et de la Mer du Nord.

On peut donc estimer que leur période est comprise entre 5 et 12 s, les houles les plus fortes ayant une période de 6 à 8 s.

### c) Direction

Les houles portent vers l'ENE au S du Cap Gris-Nez, puis vers le SSW du Cap Gris-Nez à Calais. Elles sont responsables non seulement du transport des particules sédimentaires près du littoral, mais aussi de l'érosion du rivage lorsqu'elles sont fortes.

## B.2 - CARACTERISTIQUES METEOROLOGIQUES

### 2.1 - Statistiques des vents pendant la période 1949-1976 à Boulogne-sur-Mer

#### a) Statistiques annuelles

Les vents dominants sont de secteur WSW à SSW. Ils représentent en moyenne 32 % des observations.

Les vents les plus forts (> 10 m/s), qui représentent 16 % environ des observations annuelles, sont également de secteur WSW à SSW dominant.

Les vents les plus faibles, de vitesse inférieure à 2 m/s, représentent 7 à 8 % des vents. (fig.8)

#### b) Statistiques saisonnières

Les vents de secteur WSW représentent en moyenne 31 % des observations au printemps, 43 % en été, 36 % en automne, 27 % en hiver.

Les vents forts (> 10 m/s) représentent en moyenne 13,5 % des observations au printemps, 11 % en été, 18,5 % en automne, 22,5 % en hiver (fig.9)

### 2.2 - Direction et vitesse des vents de juillet 1983 à juin 1984 inclus

#### a) Boulogne-sur-Mer

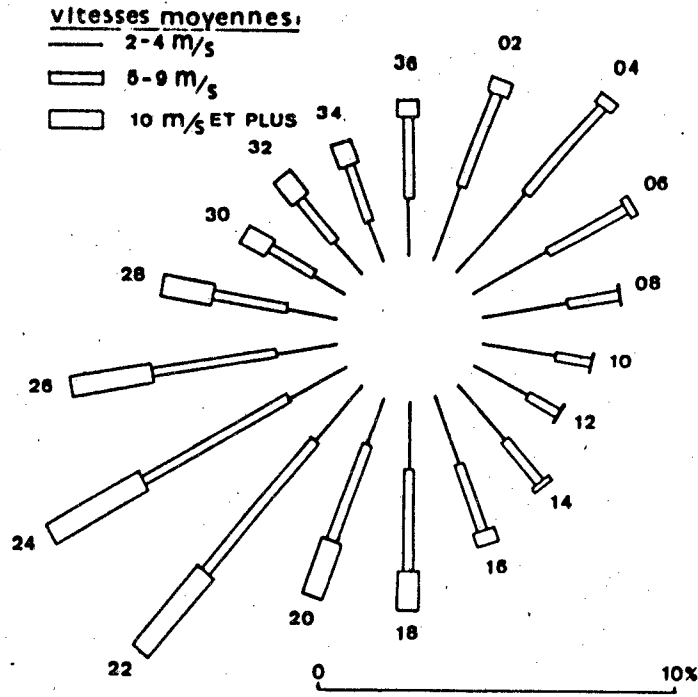


Fig. 8 .- Rose des vents annuelle à Boulogne-sur-Mer (1949-1976).

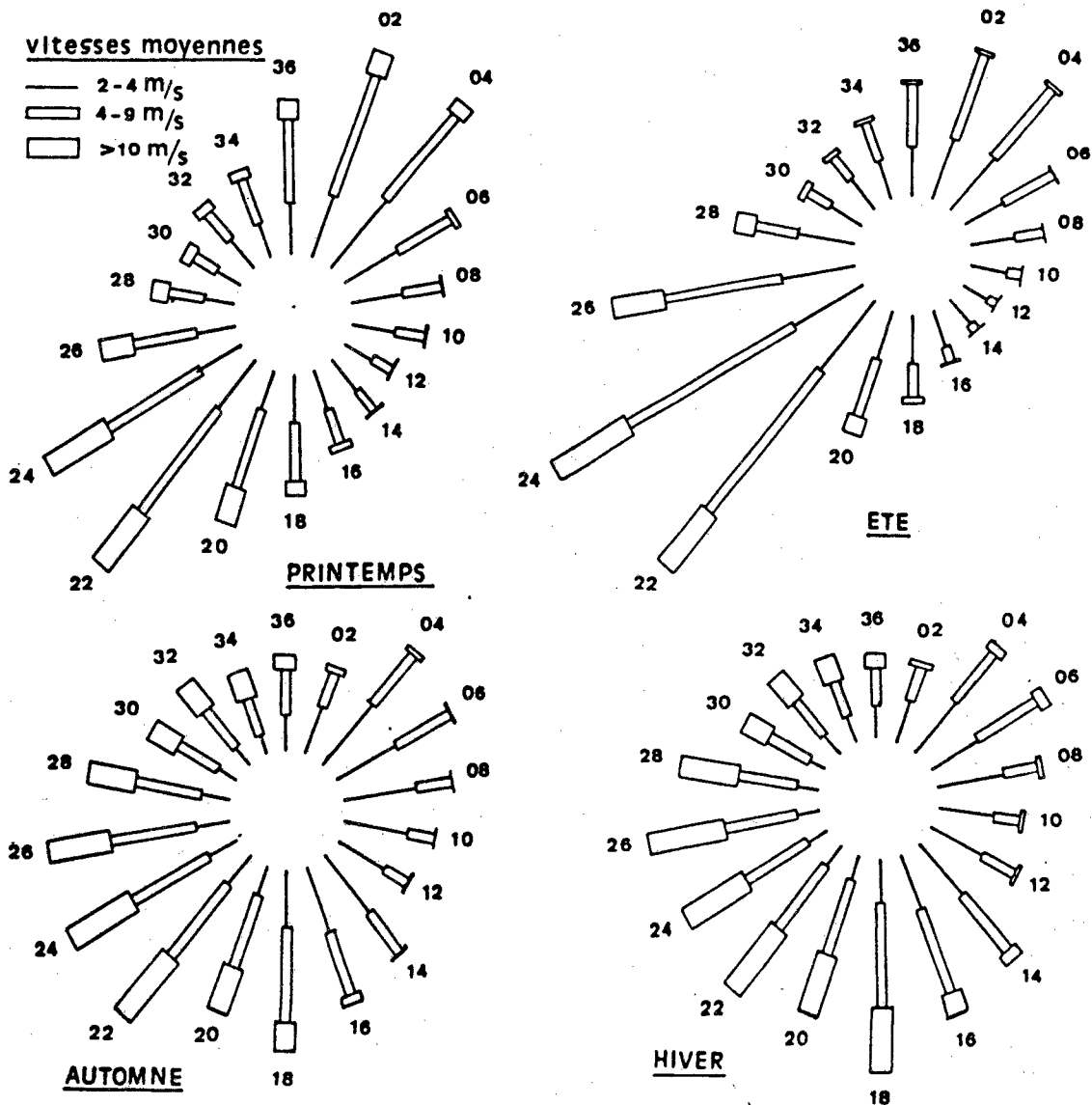


Fig. 9 .- Roses des vents saisonnières à Boulogne-sur-Mer (1949-1976).

Après une période estivale marquée par des vents faibles de secteur NE dominant, un régime de secteur SW s'est installé dès le mois de septembre. Les vitesses moyennes mensuelles des vents sont comprises entre 4 et 5 m/s sauf pour le mois de juillet particulièrement calme (3,7 m/s) et pour les mois plus agités de septembre (7,5 m/s), octobre (7,4 m/s), décembre (6,3 m/s), janvier (8,8 m/s) et février (5,7 m/s).

b) Au Cap Gris-Nez

La comparaison des vitesses moyennes mensuelles enregistrées au Cap Gris-Nez et à Boulogne montre que les vitesses sont plus fortes d'environ 20 % dans la zone du Cap qui est particulièrement exposée.

A titre d'exemple, la vitesse moyenne du vent au Cap Gris-Nez a été de :  
en janvier : 11,2 m/s (contre 8,8 m/s à Boulogne) ;  
en avril : 4,9 m/s (contre 4,2 m/s à Boulogne).

Six tempêtes ont eu lieu pendant la période d'étude, au cours desquelles les vents ont atteint des vitesses moyennes journalières de 14 à 20 m/s (50 à 72 km/h) et des vitesses instantanées de 30 à 37 m/s (108 à 133 km/h).

Ces tempêtes ont été réparties de la manière suivante :

- les 2 et 3 septembre : secteur SW
- les 15 et 16 octobre : secteur SW
- les 2 et 3 janvier : secteur SW
- les 13, 14, 15 janvier : secteur W
- les 6, 7, 8 février : secteur W
- le 3 mars : secteur NW



## Chapitre II - ETUDES SEDIMENTOLOGIQUES

### A - EXPLOITATION DE LA MISSION AERIENNE DE FEVRIER 84

#### A.1 - EXTENSION ET MORPHOLOGIE DE L'ESTRAN

##### 1.1 - Extension

Contrairement à la zone de Boulogne au Cap Gris-Nez, où, devant la falaise, s'étend un estran aux dimensions réduites, la baie de Wissant présente un estran très large (fig.3,p.2 et tabl.1).

	: Om	: - 5 m	: -10 m	: -20 m
Distance du rivage de l'isobathe ...	: Estran	: (m)	: (km)	: (km)
	: (m)	: (km)	: (km)	: (km)
WIMEREUX	: 400	: 0,900	: 2,5	: 6
CAP GRIS-NEZ	: 50	: 0,200	: 0,300	: 1,5
WISSANT	: 700	:	: 2,2	: 3,5
CAP BLANC-NEZ	: 400	: 0,700	: 1,9	: 3
CALAIS	: 500	: 0,800	: 1,2	:
	:	:	:	:

Tableau.1 .- Distance de la côte aux isobathes 0, -5, -10 et -20 m en différents points du littoral.

De la pointe de la Courte Dune au Petit Blanc-Nez, soit sur une distance d'environ 8 km, la largeur d'estran atteint partout 600 à 700 m, lors des basses mers d'équinoxe.

Cette étendue sableuse d'environ 5 km<sup>2</sup>, soumise à l'action de vents atteignant des vitesses instantanées de plus de 30 m/s (110 km/h) lors des tempêtes, peut donc subir une déflation éolienne importante.

##### 1.2 - Morphologie

De la côte vers le niveau des basses mers, l'estran présente une morphologie marquée par plusieurs barres sableuses, sensiblement parallèles au rivage, séparées par des zones en creux appelées bâches.

Ces barres apparaissent discontinues, interrompues par de nombreux chenaux d'évacuation des eaux lors du jusant. La barre la plus proche du rivage, qui s'interrompt au niveau du "mur de l'Atlantique", est oblique par rapport à cet obstacle (fig.11). Ce phénomène sera ultérieurement exprimé en termes d'érosion.

#### A.2 - ZONES D'EROSION A LA COTE

La laisse de haute mer de grandes vives eaux matérialise le niveau maximal atteint par la mer en haute-plage. Elle est constituée de débris d'algues, de coquilles et de bois flottés. Sa position par rapport au trait de côte permet de différencier, d'Est en Ouest de la baie, trois zones :

- Du Petit Blanc-Nez à l'extrémité Nord-Est de la dune d'Amont, la laisse de haute-mer apparaît confondue avec le trait de côte. Pour ces coefficients de marée maximum, les houles atteignent donc les éboulis provenant de la falaise crayeuse, haute d'environ 20 m. Ces éboulis occupent une largeur de 30 à 50 m, entre la falaise et l'estran sableux.

Actuellement l'érosion marine n'affecte donc que les éboulis et la couche sous-jacente d'argiles grises du Gault (fig.10 ).

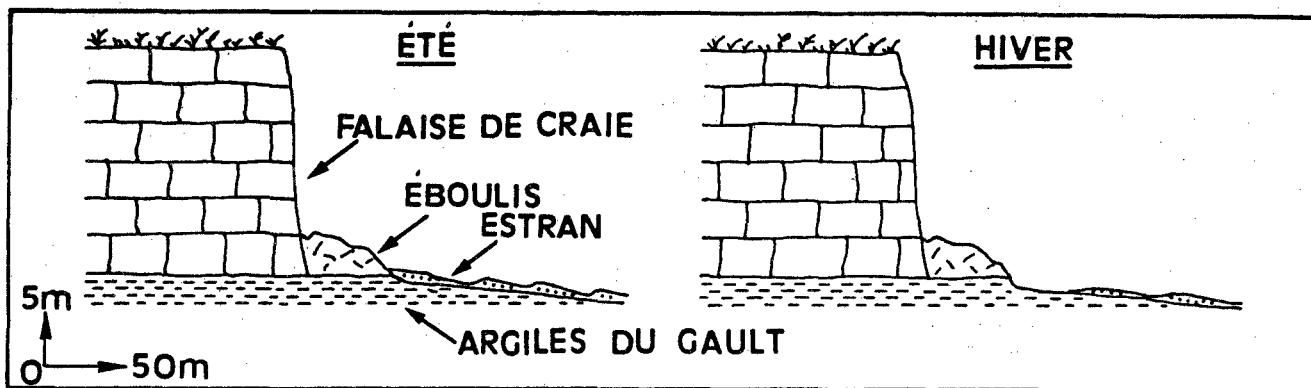


Fig.10- Type de recul de la côte au Nord de la dune d'Amont.

- Devant la dune d'Amont, au NE de l'agglomération de Wissant, la laisse de haute mer de vives eaux reste distante du rivage d'environ 30 m (photo.3). Cette zone n'est donc pas atteinte par l'érosion marine.

- Par contre, immédiatement au S de la digue, et jusqu'à la Pointe de la Courte Dune, soit sur une distance d'environ 4 km, la laisse de haute-mer coïncide à nouveau avec le trait de côte.

Toute cette portion de côte, essentiellement dunaire, est donc menacée par une érosion marine active.

Plusieurs secteurs doivent cependant être différenciés :

a) Immédiatement au S de la digue, la dune d'Aval s'appuie sur une ancienne fortification, appelée communément "mur de l'Atlantique".

Cet ouvrage bétonné, haut de plusieurs mètres, et comportant deux blockhaus de dimensions imposantes (environ 10 m de côté), est affouillé à son pied par la houle.

L'action de la houle provoque une forte turbulence au pied de cet obstacle, et donne naissance à une érosion importante. Malgré les enrochements qui ont été placés en haute-plage pour renforcer ce mur, les houles ont ouvert une brèche d'une cinquantaine de mètres, par laquelle la mer entre et érode la dune (photo.4).

b) Dans le prolongement de cette fortification, se trouvait un alignement de blockhaus, situés en 1940 à une cinquantaine de mètres à l'intérieur de la dune. Aujourd'hui, tout cet ensemble est détruit. Le blockhaus situé à l'extrême Ouest, devant la dune du Châtelet, est encore visible sur l'estran, à une distance de 220 m de la côte.

Les dunes d'Aval et du Châtelet sont donc directement soumises à l'action de la houle.

c) Entre le chemin de Tardinghen et la Pointe de la Courte Dune, ou plus exactement jusqu'à un blockhaus (BL1) situé en haut-estran (entre le débouché du ruisseau du Châtelet et la pointe de la Courte Dune), l'estran comprend un important cordon de galets. L'érosion est donc ralentie dans ce secteur (cf II.B.4).

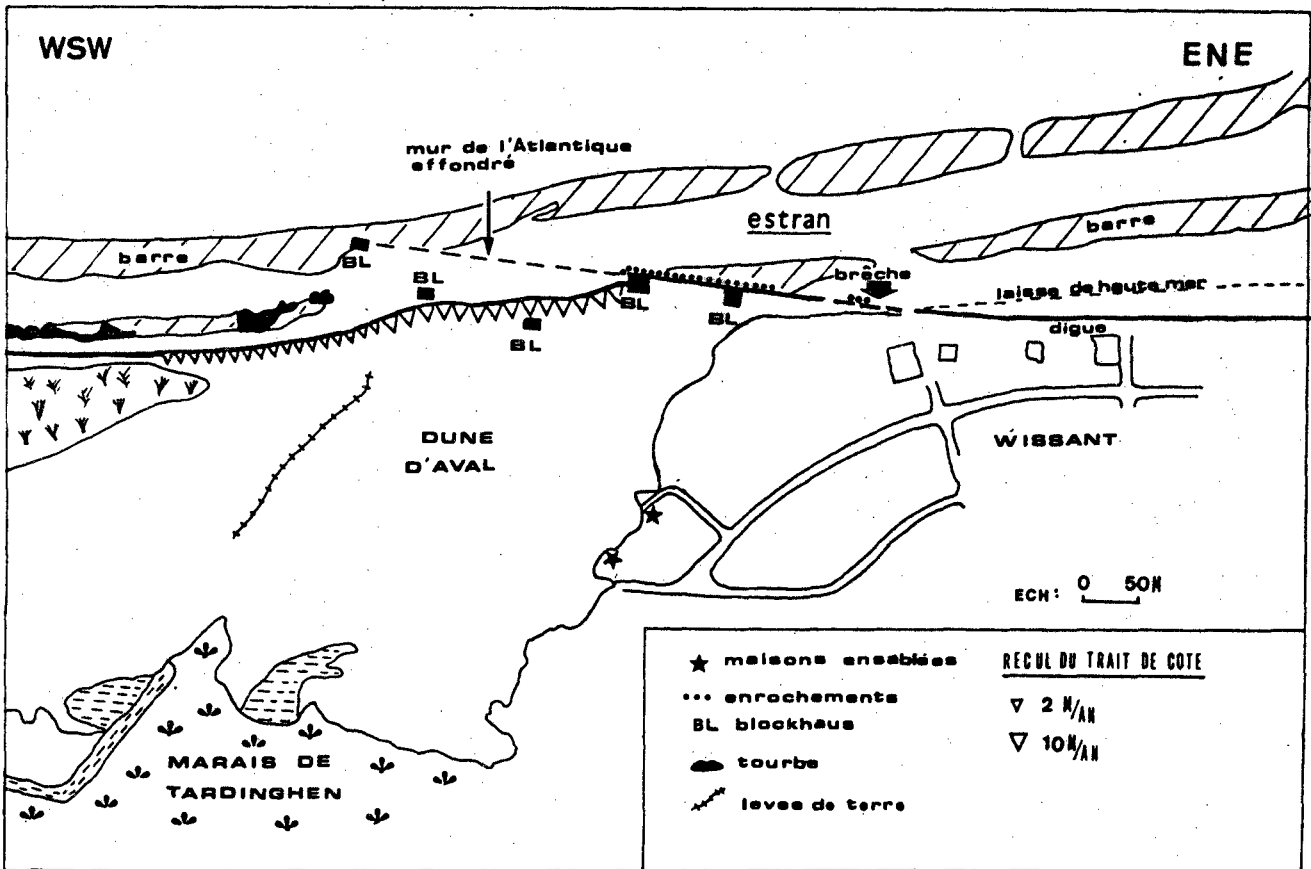


Fig.11 .- Morphologie de l'estran et des dunes aux abords de Wissant.

A.3 - ETAT DE FIXATION DE LA DUNE

3.1 - Dune d'Amont

Située au NE de Wissant, dans un secteur non menacé par l'érosion marine, la dune d'Amont montre deux aspects :

Dans sa partie interne, la plus éloignée de l'estran, c'est une dune élevée, qui atteint des hauteurs de 20 à 30 m. En fait, ce n'est pas une véritable dune, mais un placage éolien sur des terrains sableux d'âge crétacé inférieur (A. BRIQUET, A. S. G. N., 1906).

Elle est parfaitement fixée par une végétation à forte tendance arbustive. Cette dune se raccorde en direction de la mer, par l'intermédiaire d'une pente assez forte, d'environ 20° à une dune basse (fig.12 ).

Cebourrelet unique, qui n'atteint pas 5 m de hauteur, est cependant bien colonisé par une végétation caractéristique des dunes embryonnaires, composée d'*Agropyrum pungens* (chiendent des sables) et d'*Ammophila arenaria* (oyat).

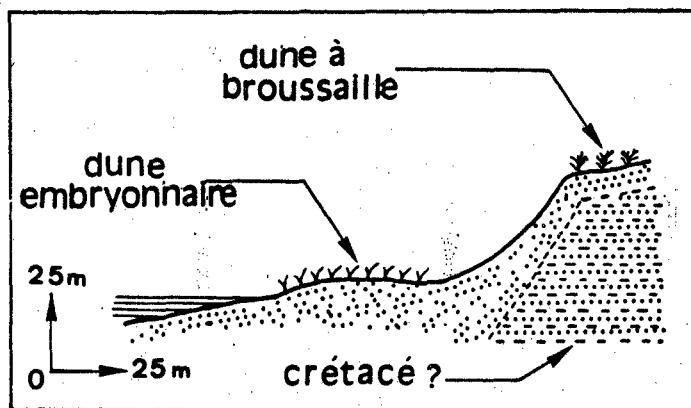


Fig. 12 .- Profil de la dune d'Amont.

### 3.2 - Dune d'Aval

Cette étendue de 40 ha n'est stabilisée par aucune végétation. Il s'agit d'une dune vive caractéristique qui subit une forte érosion éolienne et marine.

Côté marin, son recul est particulièrement net derrière le "mur de l'Atlantique" effondré.

Côté terre, et sous l'influence des vents dominants de secteur SW, elle envahit le Sud de Wissant, où plusieurs habitations sont menacées. L'avancée de ce véritable "Front dunaire" est très rapide : une progression de 6 m a été mesurée lors de la première tempête de l'hiver, en septembre 83 (photo.5). La dune d'Aval envahit aussi le marais arrière-littoral de Tardinghen, sous l'action de vents de secteur NW.

Ceci conduit parfois à l'observation paradoxale de roseaux émergeant au-dessus du sable dunaire (photo.6).

### 3.3 - Dune du Châtelet

Située à l'W de la dune d'Aval, elle n'est que partiellement fixée dans la partie la plus proche de celle-ci. La végétation, composée d'oyats, reste assez clairsemée pour permettre une érosion éolienne à la périphérie des peuplements. Ceci confère à cette zone un aspect assez irrégulier, où des buttes fixées par la végétation sont séparées par de véritables "couloirs" où l'érosion éolienne est active.

Vers l'E, le degré de fixation de la dune du Châtelet augmente : la végétation est essentiellement arbustive (argousier, troëne, sureau). Sur cette dune noire, très basse, se sont installées des habitations temporaires.

### 3.4 - Pointe de la Courte Dune

Située à l'extrême Ouest de la baie, c'est la dune la plus haute : elle atteint partout au moins une vingtaine de mètres de hauteur.

Elle est bien fixée par les oyats, au sommet de l'unique bourrelet, et par une végétation arbustive en arrière de ce cordon. Son érosion n'est que très localisée, au niveau de quelques couloirs ou "siffle-vents", où la végétation s'est dégradée, à cause d'une fréquentation importante.

## B - OBSERVATION DES VARIATIONS SAISONNIERES

### B.1 - MORPHOLOGIE DE L'ESTRAN EN PERIODE ESTIVALE

Cette morphologie est d'abord caractérisée par l'absence d'une haute-plage bien individualisée, avec une terrasse d'atterrissage sédimentaire nettement marquée. Elle correspond à une période calme et de dépôt.

Le passage de l'estran au pied de dune se fait par une pente régulière de 5 à 6°.

Des ébauches de haute-plage ont été observées seulement dans la partie ouest de la baie, près du chemin de Tardinghen, lors des périodes de temps exceptionnellement calme.

Cette rupture de pente en haute-plage a toutefois été rapidement détruite lors de l'augmentation du coefficient de marée.

Devant la dune d'Aval et la partie est de la dune du Châtelet, des niveaux de tourbe discontinus affleurent en permanence à quelques mètres du pied de dune. Les apports de sable sont insuffisants pour les masquer.

La zone intertidale, continuellement soumise à l'action des houles, présente une série de barres sableuses, dues au déferlement, séparées par des sillons ou baches (fig. 13).

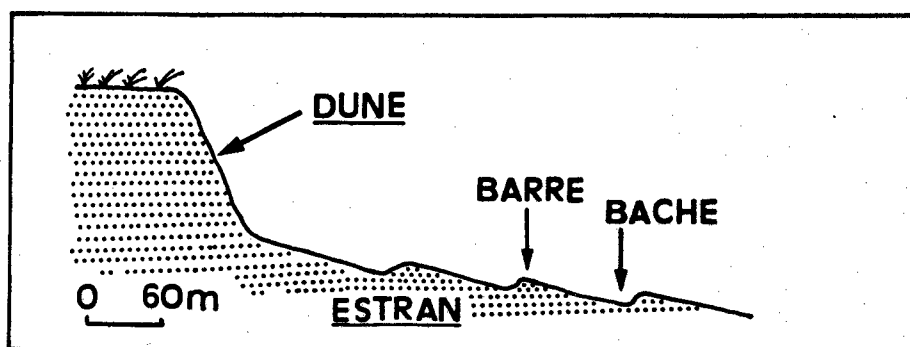


Fig. 13 .- Profil estival de l'estran.

Ces barres, au nombre de 6 lors des basses mers d'équinoxe, à la fin de l'été, sont rigoureusement parallèles au rivage. Elles présentent aussi une remarquable similitude de morphologie sur tout l'estran, dans leur longueur d'onde comme dans la valeur des pentes (fig. 14).

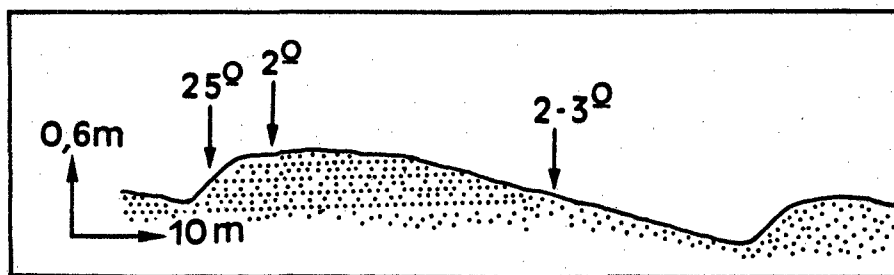


Fig. 14 .- Profil détaillé d'une barre sableuse d'estran.

L'évacuation de l'eau des baches se fait par des chenaux à peu près perpendiculaires aux barres.

Les modifications qui vont affecter cette morphologie, sous l'action à la fois d'une variation du régime des vents et de l'hydrodynamisme, sont :

- une modification de l'orientation des chenaux d'évacuation des baches,
- puis une modification de l'orientation des barres et baches elles-mêmes,
- une variation du profil de l'estran.

## B.2 - VARIATIONS SAISONNIERES DE LA MORPHOLOGIE DE L'ESTRAN

### 2.1 - Modification de l'orientation des chenaux d'évacuation des bâches

Pendant la période juillet-août 83, ces chenaux étaient déviés vers le SW par rapport à une direction perpendiculaire à celle des barres, sous l'action des vents de secteur NE.

Dès le passage à un régime de vents de secteur SW au début du mois de septembre, ces chenaux ont subi une déviation vers le NE. Cette rapide réorientation est due exclusivement à une action éolienne (fig. 15).

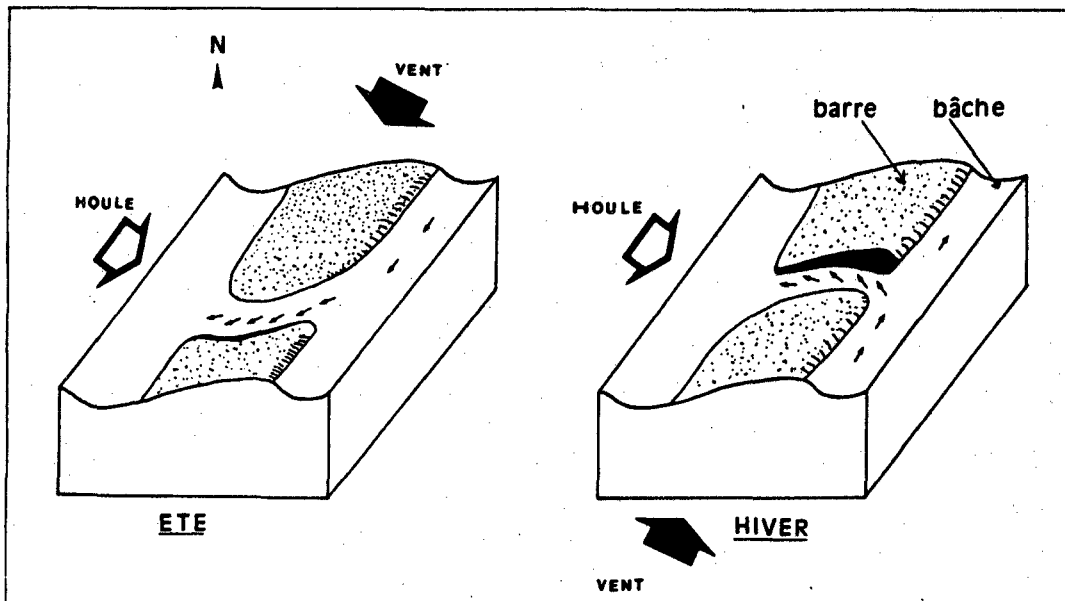


Fig. 15 .- Variation saisonnière de l'orientation des chenaux.

### 2.2 - Modification de l'orientation des barres et des bâches

En période estivale, ces structures étaient orientées parallèlement au rivage.

Après l'installation des conditions de vent de secteur SW plus fort, elles ont pris une orientation légèrement oblique par rapport au rivage, identique à l'incidence des houles

### 2.3 - Variations du profil de l'estran

Ces variations réversibles ont lieu principalement lors d'événements hydroclimatologiques exceptionnels tels que grandes marées et tempêtes. La période août-septembre 83 a constitué un bon exemple d'approche de ces phénomènes, car on a pu y observer la succession des conditions suivantes :

- les 21 et 22 août, marées de vives eaux ,
- puis période de beau temps ;
- les 2 et 3 septembre, forte tempête de secteur SW ;
- les vents de secteur SW sont restés forts pendant une dizaine de jours après cette tempête ;
- enfin, retour à des conditions météorologiques quasi-estivales jusqu'à la fin du mois de septembre.

a) Effet des marées de vives eaux

Ces marées de vives eaux n'ont pas entraîné d'érosion notable à la côte, les houles venant s'amortir à moins d'1 m du pied de dune ; seul le profil de plage a subi d'importantes modifications :

- La forte pente d'environ 30° à l'avant de chaque barre sableuse s'est fortement atténuée, d'environ 20°. Le profil de chaque barre est alors devenu plus symétrique

- La zone sommitale de chaque barre, dont la pente est très faible en été, a subi des affouillements localisés. Ceci s'est traduit par des figures sédimentaires en forme de croissants de plusieurs mètres de longueur, quasiment orthogonales à la direction des barres.

Ces croissants peuvent communiquer par des petits chenaux au débouché desquels se forme un micro-delta.

Elles montrent que le bilan sédimentaire de ces marées de vives eaux a été négatif en haut-estran, nul en moyen et bas-estran. Devant le ruisseau du Châtelet, une épaisseur de 10 cm de sable a été enlevée sur la barre sableuse la plus proche de la côte. Cette valeur diminue quand on se déplace vers l'Est de la baie, pour devenir négligeable devant la dune d'Aval.

Des mesures d'estimation du bilan sédimentaire ont été faites à l'aide de piquets implantés au sommet de chaque barre sableuse, et dont la hauteur par rapport à l'estran a été relevée à chaque basse mer.

b) Effet d'une tempête

Cette tempête ayant eu lieu en période de mortes-eaux, les vents très forts de secteur SW (des pointes de 36 m/s, soit 130 km/h ont été relevées) ont balayé en permanence la partie supérieure de l'estran. Ils ont entraîné un transport important de la Courte Dune vers Wissant. Le décapage éolien a été maximal à l'W, devant la Courte Dune, où une épaisseur de 10 à 20 cm a été enlevée. Vers l'E, cette épaisseur diminue, les apports (provenant des zones situées à l'W) compensant le déblai éolien.

Le sable sec de la haute-plage et des premières barres sableuses étant plus facilement mobilisable, l'estran a subi un nivellement important, avec disparition de la "terrasse" d'accumulation estivale. Ce sable, prélevé surtout à l'W de la baie, a d'abord été transporté parallèlement à la côte, puis obliquement, en raison du changement d'orientation du trait de côte, qui passe d'W-E à SW-NE. Ce sable a ainsi abouti devant Wissant, sur la digue et sur la dune d'Amont, où il a été fixé par la végétation. Ces apports n'ont pas été observés sur la dune d'Aval. Le changement d'orientation de la côte par rapport à la direction des vents les plus forts est donc une des raisons de l'engraissement de la dune d'Amont.

En domaine immergé, la houle très forte (environ 1,50 m de hauteur au déferlement) a elle aussi entraîné une érosion nette des barres sableuses, surtout dans la zone la plus proche du niveau des hautes mers. Ceci a été mesuré à l'aide des piquets déjà utilisés lors des marées de vives-eaux.

Lors des tempêtes, l'érosion est donc maximale en haut-estran, autant par action éolienne que marine. Le profil évolue alors vers une surface plane.

Après cette tempête et la période agitée qui a suivi, le retour à des conditions météorologiques quasi-estivales s'est traduit par un nouvel engraissement de la haute-plage. Le profil est rapidement redevenu de type "estival" (fig.13)

c) Evolution vers un profil de type "hivernal"

D'octobre à février, des conditions météorologiques et hydrodynamiques marquées par deux tempêtes de secteur SW (les 14-15 octobre et 14-15 janvier) ont abouti à un profil de type "hivernal", caractérisé par une érosion de la haute-plage.

- A l'W de la baie, cette érosion a été maximale. Entre le blockhaus (BL1) et le chemin de Tardinghen, le niveau de l'estran a baissé d'environ 1,50 m, dégagant d'autant le cordon de galets. Ce secteur particulier sera étudié dans le paragraphe suivant.

A l'E de cet accès à la mer, des bancs de tourbe ont été dégagés sur une épaisseur de 1,50 m, à une distance d'environ 150 m de la côte. Cet escarpement de tourbe s'atténue progressivement pour disparaître 1,5 km plus à l'E. En haut-estran, l'humidité a permis le maintien d'une faible épaisseur de sable.

Vers le niveau des basses mers, où la tourbe n'existe pas à l'affleurement, l'estran présente un aspect assez plat, ce qui souligne le rôle de protection contre l'érosion secondaire joué par ces dépôts anciens. L'évolution du profil face à la dune du Châtelet est résumée sur la figure 16.

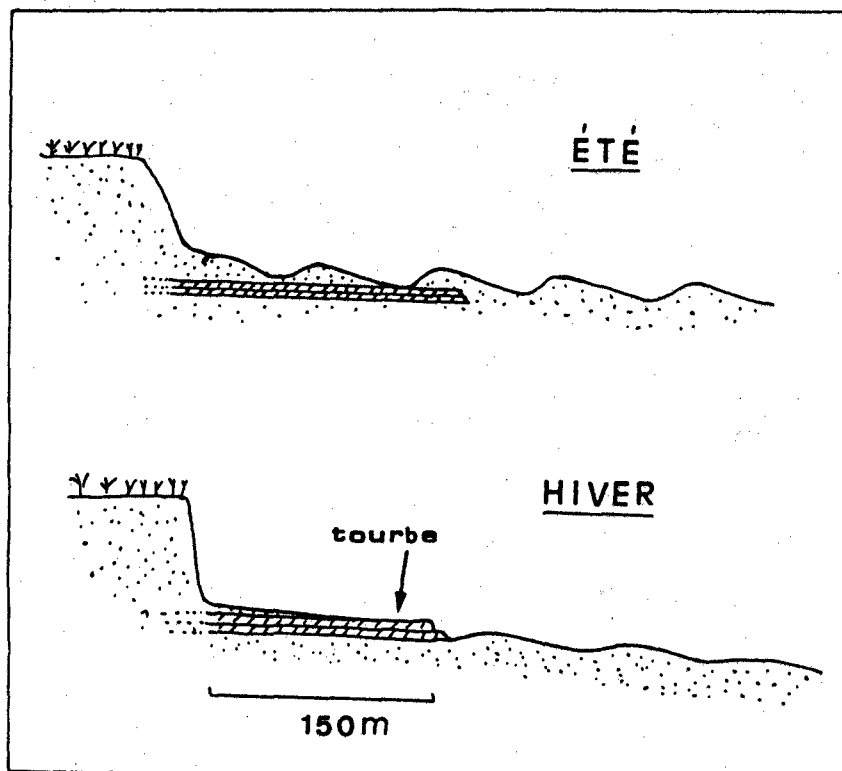


Fig. 16 .- Evolution saisonnière du profil de l'estran face à la dune du Châtelet.

- Plus à l'E, et jusqu'à Wissant, les bancs de tourbe n'ont pas été dégagés par l'érosion, et des barres sableuses peu marquées ont même pu être préservées, du fait d'une érosion marine plus faible.

Ces barres apparaissent beaucoup plus proches du littoral que sur le profil de type "estival". Elles ont subi une migration d'une cinquantaine de mètres vers la côte par rapport à leur position pendant l'été.

Au niveau de la saillie que constitue le mur de l'Atlantique effondré, la barre la plus proche de la côte s'est interrompue (cf. fig. 11, p. 12). Le déferlement a donc lieu au niveau du mur lui-même, accélérant sa destruction.



- Devant la dune d'Amont et la digue de Wissant, le profil demeure plus bombé, avec des barres symétriques, ce qui souligne la faiblesse de l'érosion dans ce secteur. On note cependant une légère érosion en forme de croissant au niveau de la haute plage (fig.17) .

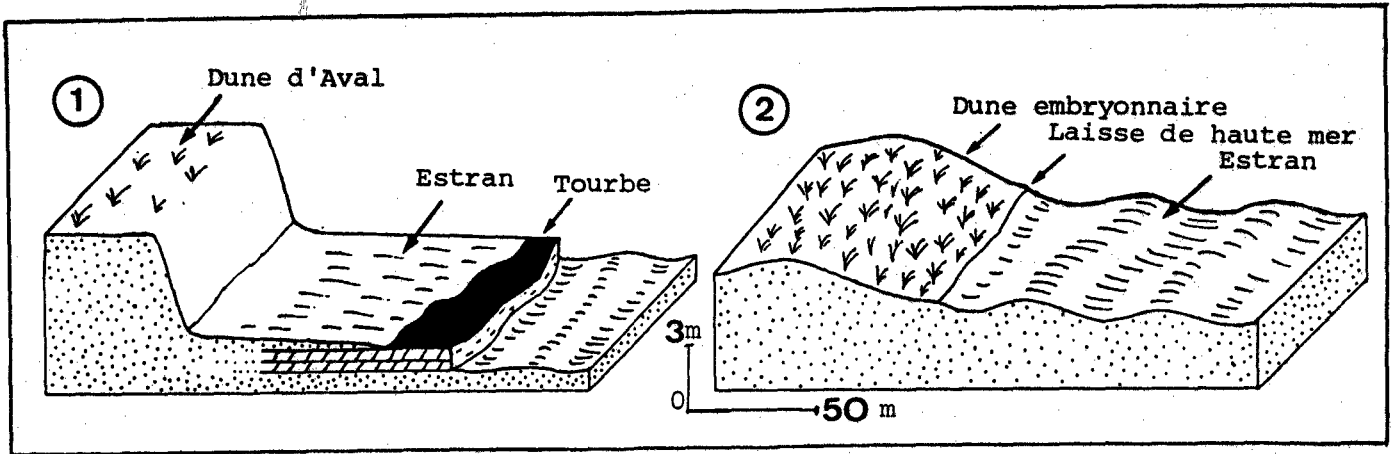


Fig. 17 .- Profil hivernal de l'estran devant : 1) la dune d'Aval ;  
2) la dune d'Amont.

- Entre l'extrémité est de la dune d'Amont et Strouanne, l'érosion est à nouveau plus active et dégage en haut-estran les argiles du Gault (fig.10,p.11 ) .

#### d) Conclusion

Un gradient hydrodynamique décroissant de la Courte Dune vers la dune d'Amont, en relation avec un gradient d'érosion sur l'estran, peut être identifié grâce aux observations saisonnières.

Ce gradient devrait logiquement influencer la vitesse de recul du trait de côte

#### 2.4 - Influence de la modification du profil d'estran sur le mode d'écoulement des eaux

Sur un estran de type "estival", à morphologie en barres et bâches bien marquées, l'évacuation de l'eau des bâches se fait par des chenaux d'orientation variable en fonction du régime des vents (cf.fig.15,p.15)

A ce type d'écoulement très chenalisé, succède, principalement lors des tempêtes, un écoulement de type diffus, en relation avec le nivellement de l'estran. L'eau s'écoule alors uniformément sur toute la surface de l'estran.

L'augmentation de l'hydrodynamisme est donc responsable de cette modification du type d'écoulement.

### B.3 - VITESSE D'EROSION A LA COTE

#### 3.1 - Influence de la modification du profil de l'estran sur la vitesse d'érosion à la côte

La variation du profil de l'estran, et plus particulièrement du raccord estran-dune, a entraîné une fragilisation du pied de dune.

Sur le profil d'été, la pente est assez forte (4 à 5°) et ne présente pas de variation latérale entre Wissant et le chemin de Tardinghen. Le prélèvement d'une épaisseur de 30 à 40 cm de sable à ce niveau, à la fois par voie éolienne et marine, entraîne un abaissement du niveau de la haute-plage et une diminution de sa pente. Sur le profil d'hiver, cette pente atteint des valeurs moyennes de 2°, mais est quasiment nulle (moins de 1°) à l'extrémité est de l'affleurement de tourbe sur l'estran.

Pour des marées de même coefficient, dans les mêmes conditions hydrodynamiques, le niveau atteint par la mer sera plus proche du pied de dune en hiver qu'en été, à cause du départ du sable à ce niveau (fig.18).

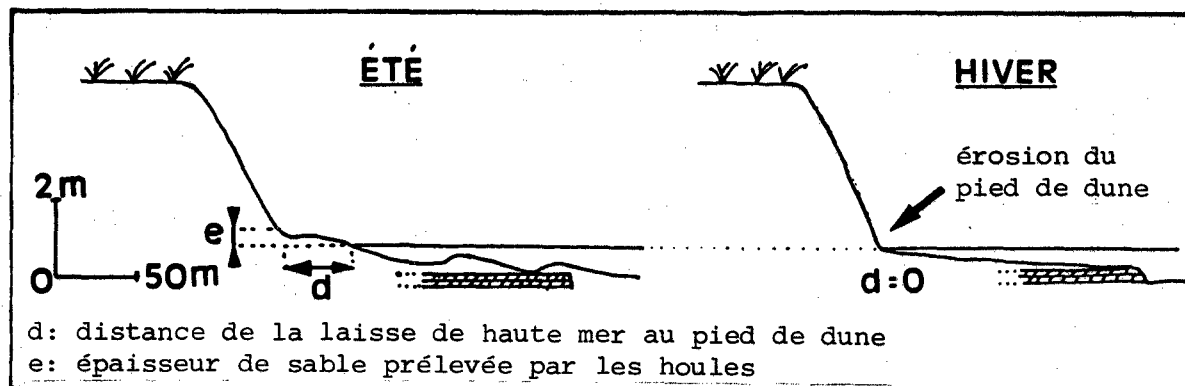


Fig. 18 .- Influence de l'érosion de la haute-plage sur la distance de la laisse de haute-mer au pied de dune.

Par contre, cette pente faible mais régulière sur une grande distance, joue un rôle très important sur l'amortissement de la houle. Par exemple, en baie du Mont St-Michel, on a parfois de la vase sur l'estran, très près de la côte. (B.Caline;1982). A l'inverse, une pente très forte provoque un déferlement de haute énergie, souvent responsable d'une érosion rapide.

Le pied de dune est donc plus vulnérable en période hivernale à cause d'un rapprochement relatif de la laisse de haute-mer.

### 3.2 - Mesure de la vitesse de recul du trait de côte dans la baie

#### a) Technique de mesure

Afin de mesurer à la fois le recul du trait de côte et la variation du niveau du raccord estran-dune, des piquets ont été implantés en septembre 83 entre Wissant et l'embouchure du ruisseau du Châtelet, à des intervalles de 50 à 100 m.

Des relevés étaient prévus après tous les événements exceptionnels tels que marées de vives eaux et tempêtes. Malheureusement, ces piquets n'ont pu être utilisés que pendant environ 1 mois, par suite de déprédations dans ce secteur de forte fréquentation humaine.

Des repères complémentaires, tels que piquets de clôture situés à l'intérieur de la dune du Châtelet, ont été utilisés par la suite pour évaluer le recul du front de dune.

#### b) Résultats

Pendant l'année d'étude, le recul du pied de dune a été le plus fort au niveau de la dune d'Aval. Derrière le mur de l'Atlantique effondré, ce recul a atteint 10 m d'extension. Vers l'W, et jusqu'à la limite est de la dune noire du Châtelet, il est d'environ 2 m. De cette limite jusqu'à la pointe de la Courte Dune, l'érosion marine est quasiment nulle.

Au N de la dune d'Amont, et jusqu'à Strouanne, l'érosion atteint 1 m/an, la résistance des argiles grises du Gault à l'action des houles étant élevée.

Cette érosion a été observée surtout au début de l'hiver, par exemple à la fin du mois de septembre, lors des marées d'équinoxe.

#### c) Interprétation

La vitesse de recul du pied de dune, dépourvue de variation continue au long de la baie de Wissant, n'apparaît pas en accord avec le gradient continu d'hydrodynamisme défini précédemment.

Ceci souligne l'importance de la morphologie et du degré de fixation du front de dune sur la résistance à l'action des houles, et par conséquent la liaison étroite qui réunit érosion marine littorale et érosion dunaire.

- Le recul est maximal au niveau de la dune d'Aval, qui est particulièrement fragile en raison de sa hauteur et de l'absence de couverture végétale.

- A l'inverse, la dune noire du Châtelet, très basse et fixée par une végétation arbustive, offre une grande résistance. Même si elle a permis l'entrée des vagues en plusieurs endroits, l'enchevêtrement de la laisse de haute-mer avec les arbustes interdit tout départ important de sable. Le recul de la côte y est donc faible, malgré une forte érosion sur l'estran.

- Entre ces deux comportements extrêmes, se trouve le cas du littoral situé au niveau de dunes grises (partie est de la dune du Châtelet), fixées par une végétation de type oyats.

Le rôle de la hauteur du front de dune est alors prépondérant :

. Si la hauteur n'excède pas la longueur du réseau racinaire très dense des oyats, soit environ 1 m, le départ de sable sous l'action de la houle est fortement ralenti et le recul est faible (par exemple dans la partie est de la dune du Châtelet)

. Par contre, si le front de dune a une hauteur de plusieurs mètres, les racines des oyats ne protègent pas le pied de la dune, qui recule rapidement.

#### d) Conclusions

- Le recul du pied de la dune côté mer, par les vagues à la côte, sera d'autant plus rapide que :

- . l'hydrodynamisme est fort,
- . le départ de sable en haute-plage est important,
- . la dune est haute,
- . la couverture végétale est faible.

- La vitesse de recul de la côte apparaît faible par rapport aux statistiques des 30 dernières années, qui indiquent une vitesse de 7 m/an (P. M. CLIQUE, L. N. H., *Catalogue sédimentologique de la frontière belge à la baie de Somme*-1980) -

Ceci peut être dû au fait que, durant notre période d'observation limitée à 8 mois, les tempêtes, au nombre de 5, ont toujours coïncidé avec des marées d'amplitude moyenne ou faible.

La situation serait certainement différente si des vents de tempête soufflaient en période de marées d'équinoxe par exemple.

### B.4 - EVOLUTION DU CORDON DE GALETS DE TARDINGHEN

#### 4.1 - Localisation

Ce cordon s'étend dans la partie ouest de la baie, entre le chemin de Tardinghen et le blockhaus (BL1) situé à l'W du débouché à la mer du ruisseau du Châtelet, sur une distance de 550 m (fig.19).

Entre ce blockhaus et la pointe de la Courte Dune, le cordon est masqué par une épaisseur de 10 à 30 cm de sable marin ; pendant toute la période d'observation, il n'a jamais été dégagé.

Vers l'E, ce cordon ne semble pas se prolonger de manière continue.

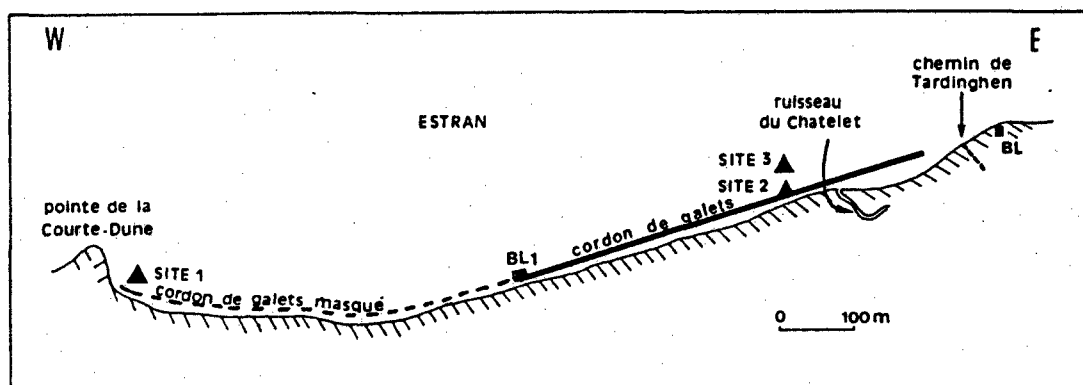


Fig. 19 .- Extension du cordon de galets de Tardinghen.

#### 4.2 - Variations saisonnières

Si l'extension longitudinale du cordon a peu varié au cours de l'année d'étude, il n'en est pas de même pour son extension verticale.

- Pendant la période estivale, le niveau de l'estran était suffisamment haut pour ne laisser affleurer que le sommet du cordon, sur une hauteur de 20 à 30 cm et sur une largeur d'environ 1 m.

- Lors des marées à forts coefficients d'août 83, le cordon a commencé à affleurer plus largement. Sous l'action des houles, un affouillement s'est en effet produit à son pied, provoquant un départ plus au large du sable de l'estran. Une bêche s'est créée immédiatement au pied du cordon, qui affleurerait alors sur une hauteur de 50 cm et sur environ 3 m de largeur.

- Ce phénomène s'est accentué pendant la période de septembre à décembre, le cordon s'opposant de plus en plus à la propagation des houles.

Le cordon a atteint son extension maximale en janvier 84, au coeur de l'hiver, où il affleurerait sur une hauteur de 1,50 m au niveau du ruisseau du Châtelet, et sur plus de 20 m de largeur (fig.20)

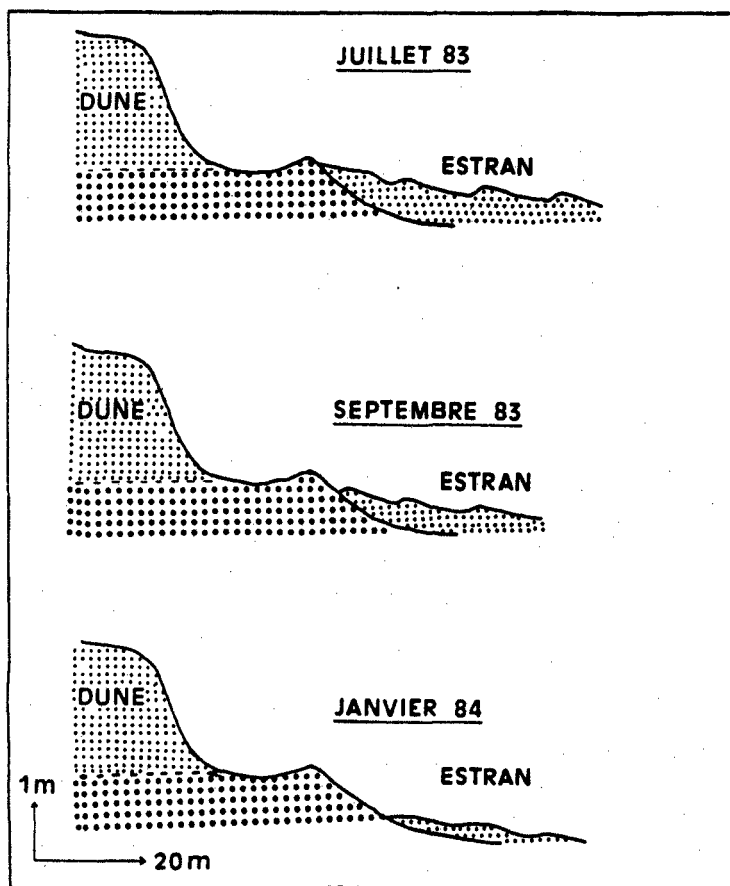


Fig. 20 .- Variations saisonnières de la hauteur du cordon de galets.

La mise à l'affleurement du cordon de galets résulte d'une érosion primaire, post-estivale. Elle est importante car le sable enlevé est très mobile. Le cordon de galets représente alors une protection importante pour le pied de dune, constituant alors une véritable digue naturelle. Cette digue est d'autant plus efficace qu'elle est partiellement mobile et s'adapte aux différentes actions des houles qui viennent y déferler, en modifiant sa pente. Plusieurs terrasses peuvent parfois y être observées, correspondant à des coefficients différents de marée.

La pente du sommet du cordon a varié de  $10^\circ$  à  $30-32^\circ$ , durant la période d'observation. La mobilité de forme du cordon est facilitée par le fort gradient de taille des galets. En effet, le sommet du cordon est surtout formé de galets de calcaire jurassique, provenant de l'érosion de la falaise de la pointe de la Courte Dune et du Cap Gris-Nez. Ces galets sont assez aplatis (4 à 10 cm d'épaisseur) et leur longueur peut atteindre 30 cm. Par contre, le pied du cordon est constitué de galets de silex, de dimensions beaucoup moins importantes : leur longueur moyenne est de 5 à 10 cm. Ces deux types de roches sont les constituants essentiels du cordon, dans lequel on peut trouver, en faible quantité, des morceaux de granite, gneiss, ...

Une faible partie des silex peut être emmenée par la dérive littorale, et alimenter des zones situées plus à l'E. Des galets de silex épars ont ainsi été observés jusqu'au niveau de la dune d'Aval. Cependant, les stocks de galets transportés restent trop peu importants pour pouvoir constituer un cordon continu vers l'E, ou provoquer un amaigrissement sensible du domaine ouest.

#### 4.3 - Mesure des indices d'hétérométrie

Des mesures d'indice d'éroussé et d'aplatissement ont été effectuées sur plusieurs stocks de galets de silex, qui représentent le matériel le plus répandu et le plus résistant du cordon de Tardinghen.

Pour chaque site d'étude, on a prélevé un stock de 50 à 60 galets de silex, mesurant 5 à 10 cm de longueur ; pour chaque galet on a mesuré la longueur  $L$ , la largeur  $l$ , l'épaisseur  $e$ , et le rayon de courbure  $r_i$ . On a calculé les indices d'éroussé  $E = 2 r_i / L$  et d'aplatissement  $At = L + l/2e$  (CAILLEUX et TRICART, 1959).

Afin d'identifier une éventuelle polarité du cordon, et par conséquent l'origine de ces silex, cinq sites de prélèvements ont été étudiés (cf. fig.20):

- Le site n° 1 se trouve près de la pointe de la Courte Dune.
- Les sites n° 2 et 3 sont situés face au ruisseau du Châtelet, le site n° 2, sur le cordon de galets lui-même, le site n° 3, sur le haut-estran, face au cordon.
- Les sites n° 4 et 5, choisis à titre de référence, se trouvent respectivement :
  - dans la carrière du Fart en arrière de Wissant (cf. carte hors texte)
  - au pied de la falaise du Petit Blanc-Nez ; ces silex proviennent directement de l'érosion de la falaise de craie.

#### Résultats :

Les indices d'éroussé et d'aplatissement apparaissent assez similaires pour les cinq sites ; nous donnons à titre d'exemple les histogrammes de fréquence et courbes cumulatives relatifs au site n° 1. (fig.21) .

L'indice d'éroussé le plus répandu est de 0,25 (mode : 0,25 ; médiane : 0,2 à 0,27). Les silex du site n° 3, en haut-estran, face au ruisseau du Châtelet, sont plus éroussés, (mode = 0,35 ; médiane = 0,33), probablement à cause de leurs mouvements actuels, sous l'action des houles.

L'indice d'aplatissement des silex des sites n° 1 à 4 est assez constant (mode = 1,5 à 1,8, médiane = 1,5 à 1,9). Par contre, les galets du site n° 5 (Petit Blanc-Nez) sont plus aplatis (mode = 2,5, médiane = 2,23).

Ces silex, d'âge crétacé supérieur, peuvent donc être distingués par leur indice d'aplatissement, des silex d'âge quaternaire des autres sites.

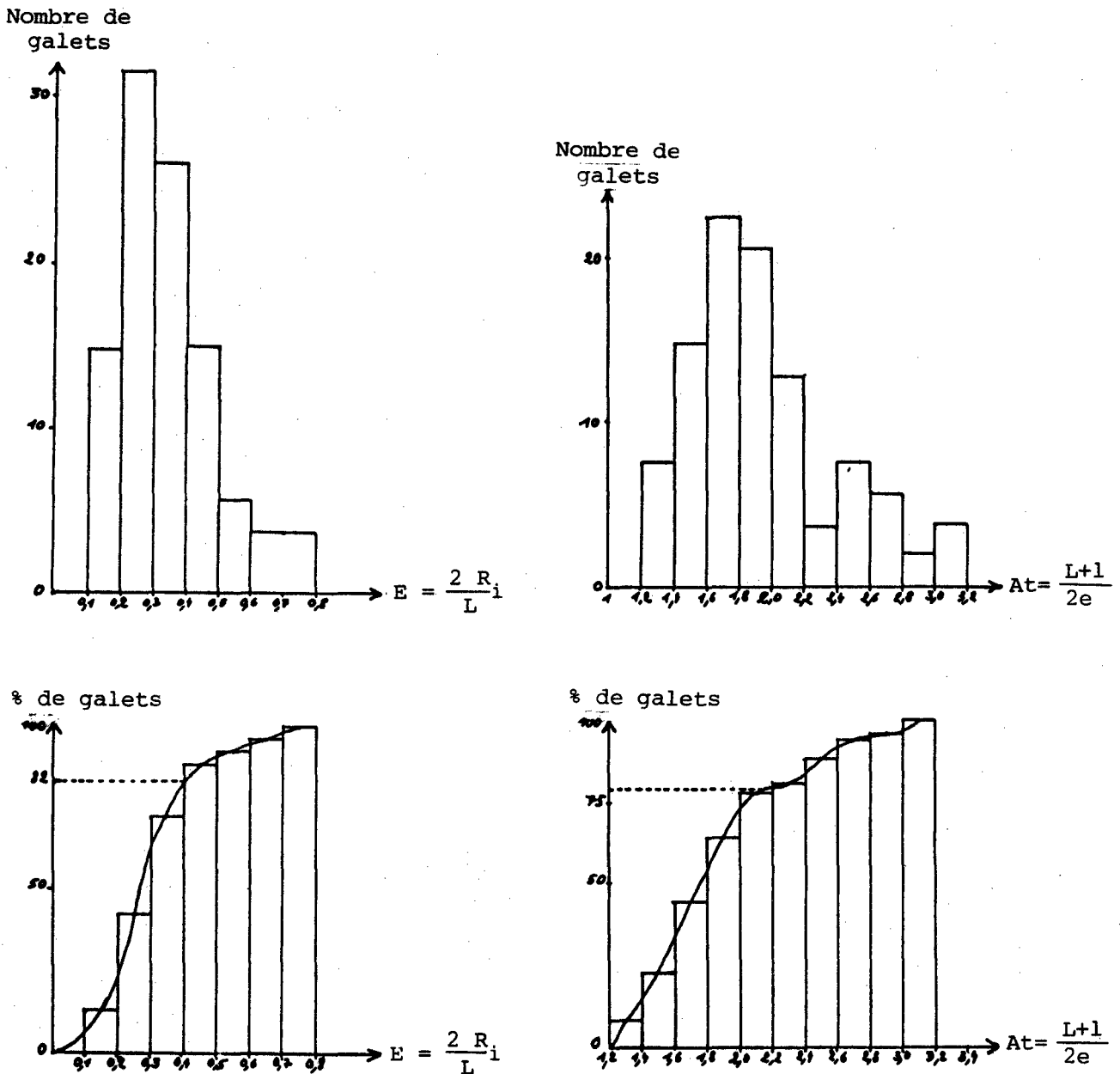


Fig. 21 .- Indices d'hétérométrie des galets du site 1.

Aucune conclusion ne peut donc être tirée sur le sens du transport éventuel des galets, les silex étant particulièrement résistants à l'usure mécanique, ce qui s'oppose à l'identification des gradients sur de courtes distances.

Cependant, la similitude des indices des galets du cordon littoral et du cailloutis ancien des carrières du Fart permet de supposer une origine commune. Le cordon littoral actuel semble issu du modelage secondaire d'un cailloutis ancien, lors de la transgression flandrienne. Ceci explique sa position supérieure par rapport à la tourbe, plus récente, et permet de supposer une extension verticale du cordon littoral assez faible.

N. B. : Un troisième ensemble de galets et graviers est connu au large du banc à la Ligne, à une profondeur supérieure à 20 m. Ses relations avec le cordon littoral et le cailloutis de la falaise pléistocène ne sont pas connues actuellement. (Ces galets exploités jusque 1975 font l'objet d'une nouvelle demande d'exploitation industrielle.)

## B.5 - HYPOTHESE D'UNE VARIATION SAISONNIERE DU SENS DE LA DERIVE LITTORALE DANS LA BAIE

### 5.1 - Généralités

La dérive littorale, due à l'incidence oblique des houles à la côte, est responsable de l'essentiel des mouvements sédimentaires parallèles à la côte.

Lors du déferlement, le sable mis en suspension est déplacé vers le rivage puis repart selon la ligne de plus grande pente de la plage. Ceci entraîne un transfert des particules "en dents de scie". Il en résulte une sorte de "fleuve de sable" entre la zone de déferlement et la côte.

Le long des côtes du Boulonnais, la dérive littorale est orientée du S vers le N entre Boulogne et le Cap Gris-Nez, puis de l'W vers l'E, à partir du Cap Gris-Nez.

### 5.2 - En baie de Wissant

#### a) En période estivale

Le sens de la dérive littorale locale est conforme à celui de la dérive littorale régionale, c'est-à-dire de l'W vers l'E. Cette orientation a été vérifiée à l'aide de flotteurs (bouteilles plastique lestées de manière à éviter toute prise au vent), largués à basse mer devant les blockhaus BL1 (Courte Dune) et BL2 (Strouanne). Pour des vents de secteur SW, de 6 à 7 m/s, ces flotteurs ont dérivé d'environ 500 m vers l'E durant une phase de flot. Ce régime paraît être le plus fréquent dans la zone d'étude.

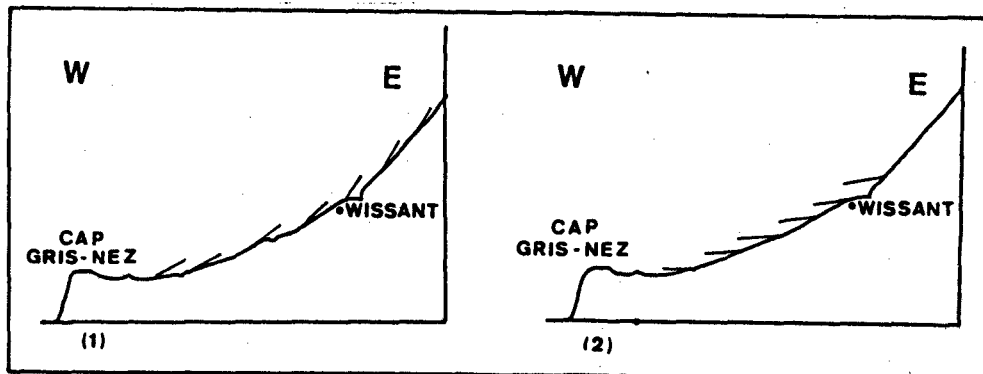


Fig. 22 .- Incidence des houles à la côte : 1) cas général ;  
2) cas de certaines houles d'hiver.

#### b) En période hivernale

A la fin du mois de janvier 1984, on a observé une incidence de houles à la côte très différente (fig.22 ). Leur direction de propagation était alors du NE vers le SW. Cette orientation des houles a été observée entre Wissant et la Courte Dune, et plus particulièrement au niveau de l'anse située à l'abri de la pointe de la Courte Dune. Les houles venaient s'amortir dans cette anse, à l'W de la baie

### 5.3 - Conclusion

La propagation de certaines houles d'hiver du NE vers le SW, en baie de Wissant, peut entraîner, localement et temporairement, une dérive littorale inverse de celle qui domine par ailleurs, et notamment de celle de la période estivale.

Toutefois, cette dérive singulière est encore mal connue, autant par les phénomènes qui lui donnent naissance, que par ses effets sur les mouvements sédimentaires littoraux.

Un des objectifs des études futures sera de la caractériser avec précision, afin de mieux apprécier le bilan sédimentaire propre à la baie de Wissant.

## B.6 - EVOLUTION DU PROFIL DE LA DUNE D'AVALE

### 6.1 - Observations

Une série de sept profils transversaux (fig.24) a été levée en mai 1983 sur cette dune totalement déstabilisée. Par comparaison à un profil de dune "idéal" établi par l'Office National des Forêts, on montre que la dune d'Aval évolue vers le type "dune basse étalée" (fig.23). D'autre part, on observe une nette dissymétrie du NE au SW de la dune : le profil est de plus en plus bas vers le SW. Près de Wissant, la cote maximale de la dune est de + 15 m N. G. F., alors qu'à proximité de la dune du Châtelet, elle n'est que de + 5 m N. G. F.

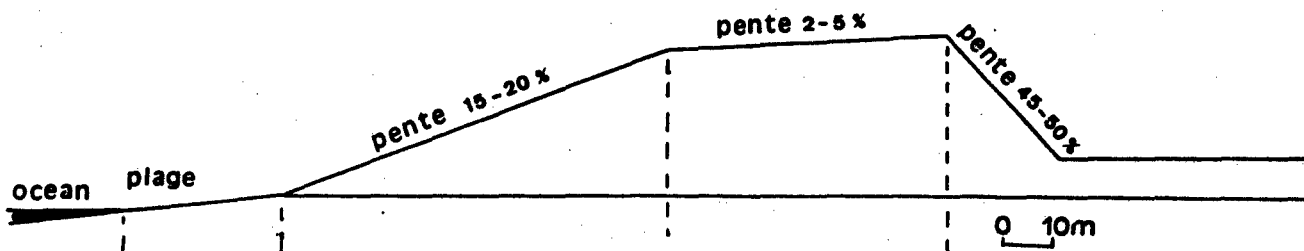


Fig.23.- Profil idéal d'une dune littorale. (d'après O. N. F. région Aquitaine -1979).

### 6.2 - Interprétation

La dissymétrie observée est due à l'orientation du cordon dunaire parallèle à la fois à la côte et aux vents dominants. La partie W de la dune ne peut recevoir d'apports ni de l'estran, ni de la dune du Châtelet, fixée. Elle subit donc une forte déflation éolienne à la périphérie des peuplements végétaux. Un véritable "chenal" se creuse dans cette zone. (On y a observé la formation d'une micro-falaise d'érosion d'une hauteur de 50 cm, après 24 h de tempête).

- Lors des tempêtes, le sable prélevé par le vent va alimenter la partie NE de la dune. Un front de dune, d'environ 5 m de hauteur se forme au niveau du lotissement de Wissant et du marais de Tardingen, ainsi que des barkhanes sur la dune elle-même. Ces dunes mobiles témoignent d'un engraissement local. La dynamique du front de dune et des barkhanes est identique : le sable s'accumule en arrière de points hauts, jusqu'à ce que la pente atteigne une valeur à la limite de l'instabilité. Cette pente limite varie avec le diamètre du grain. A Wissant, elle est de 30-32°. A partir de cette valeur, le front de dune s'affaisse subitement vers l'arrière, d'un seul bloc. Toutefois, ces apports en provenance de la partie SW de la dune, et peut-être de l'estran, sont nettement insuffisants pour maintenir constante l'altitude de la dune au NE. Il en résulte là aussi un abaissement du profil, moindre qu'au SW cependant. A titre d'exemple, en arrière du Mur de l'Atlantique effondré, une "digue de terre", que l'on apercevait à peine en juillet 1983, s'est trouvée délogée sur une hauteur de 1,80 m à la fin de l'hiver.

### 6.3 - Conclusion

L'envahissement des zones adjacentes à la dune d'Aval vers l'E et le NE ne constitue qu'une première étape de l'érosion de cette dune. Les apports de sable ne compensant pas les départs, le stock sableux n'est pas maintenu, et le profil va continuer à s'abaisser. Dès lors une érosion marine risque de succéder à cette érosion éolienne. En effet, à la faveur des marées d'équinoxe ou des tempêtes, une brèche pourrait s'ouvrir, notamment dans le secteur SW surbaissé de la dune d'Aval. Cela provoquerait la mise en communication de l'estran et du marais de Tardingen, dont le niveau est, comme le "chenal" dunaire, à environ + 5 m N. G. F.



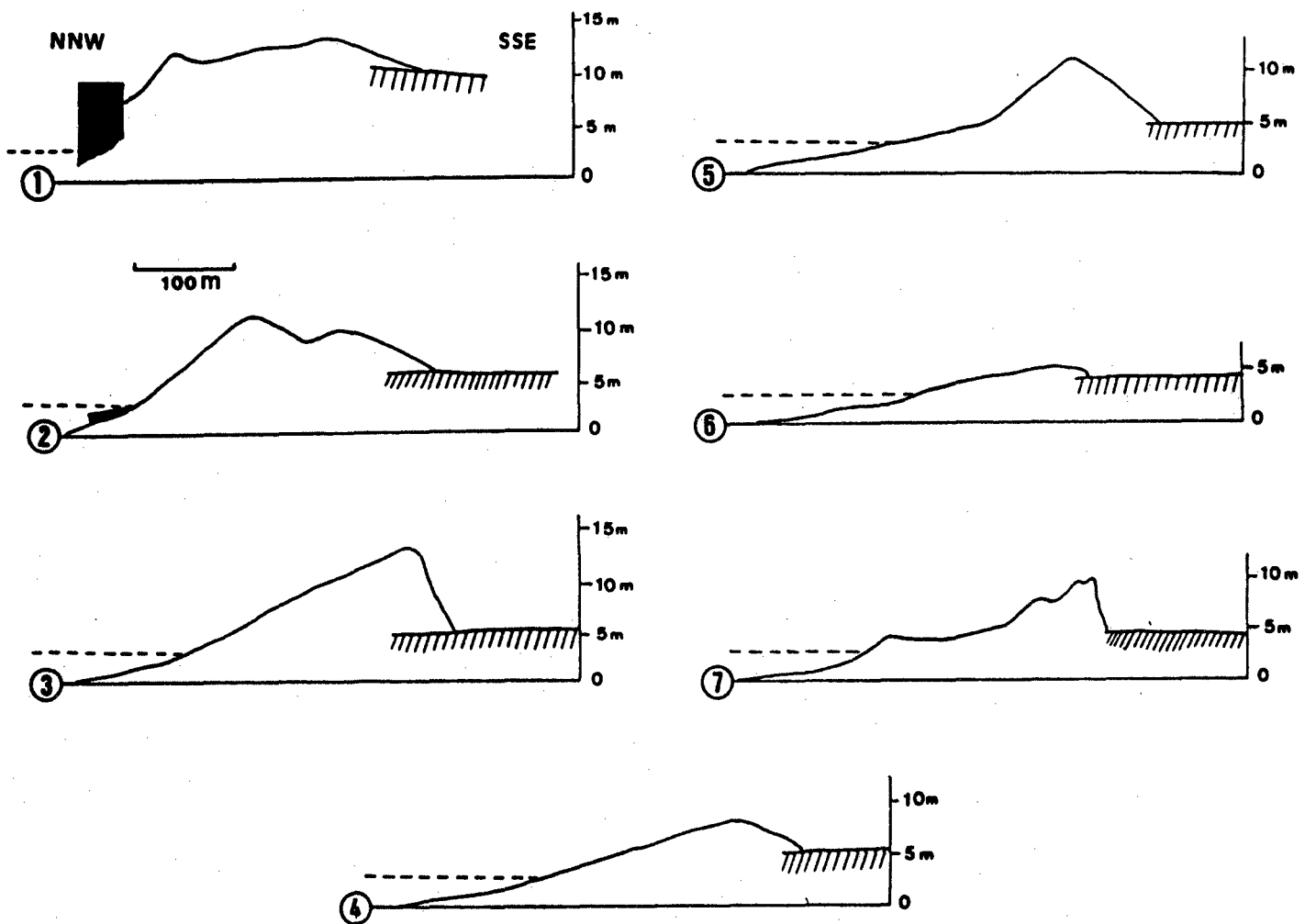
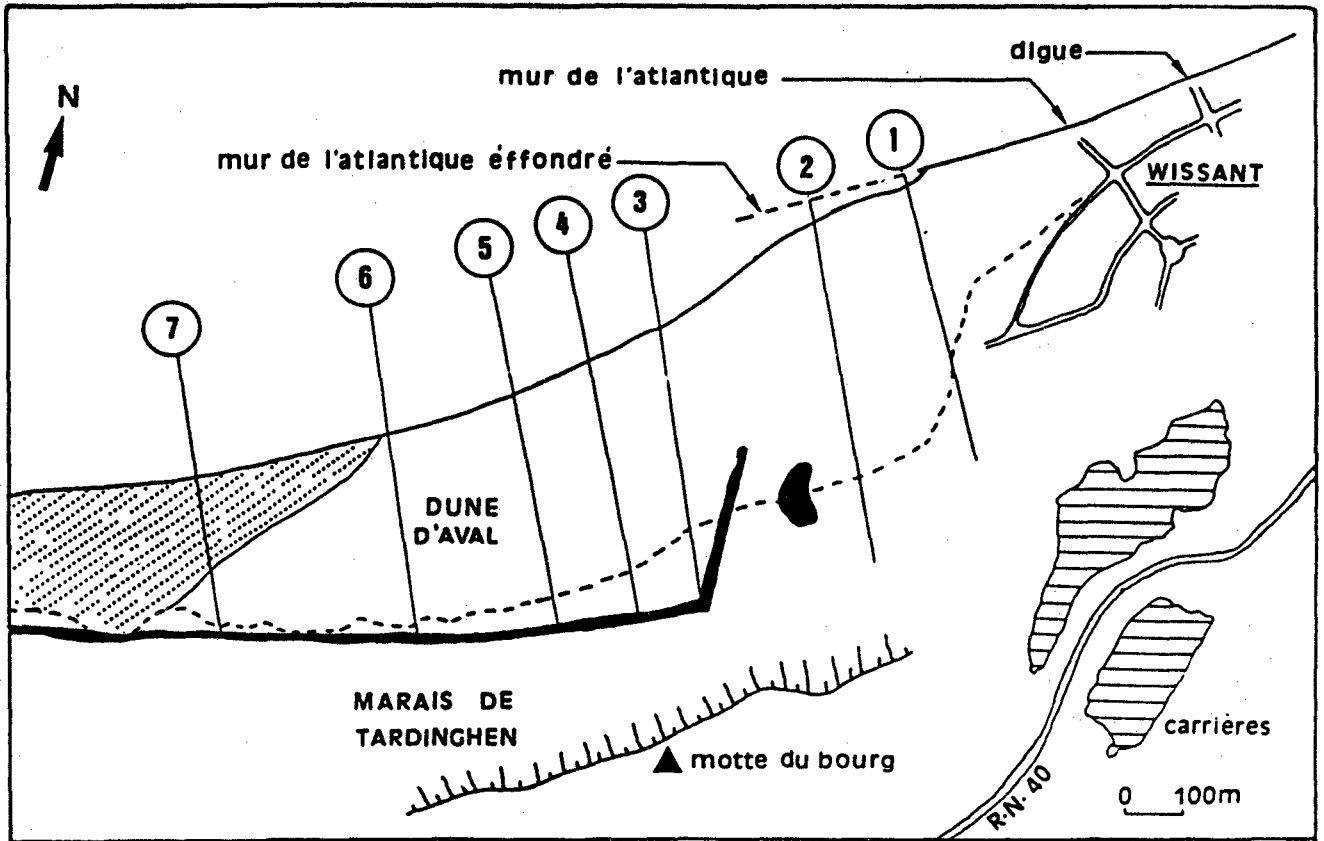


Fig.24.- Profils transversaux de la dune d'Aval. (d'après Mme Pavageau -1983)-

### B.7 - CONCLUSIONS

La baie de Wissant est marquée par une relation étroite entre érosions dunaires et marine.

En domaine dunaire, l'action des vents dominants sur l'estran détermine l'engraissement de la dune d'Amont, située perpendiculairement à ces vents. En revanche, ces mêmes vents, agissant sur la dune d'Aval qui leur est sensiblement parallèle, entraînent une érosion importante, qui risque de provoquer à court terme une incursion marine en arrière des dunes. Ce phénomène prend une importance aiguë actuellement en raison de la disparition de la végétation qui a débuté pendant la seconde guerre mondiale, et s'est accentuée par la suite.

En domaine marin, la houle est responsable d'une importante érosion de l'estran, mais aussi du recul du pied de dune.

Deux phases sont à distinguer dans cette érosion marine :

- La phase primaire, forte, dégage les bancs de tourbe de l'estran, ainsi que le cordon de galets de Tardinghen. Elle érode aussi le pied des dunes d'Aval et du Châtelet, ainsi que la falaise de Strouanne.

- Lors de la phase secondaire, hivernale, les formations de tourbe et de galets, de même que les éboulis, font obstacle à la houle et contribuent temporairement à protéger le pied de dune de l'érosion marine.

Le recul du trait de côte entre Wissant et Tardinghen résulte ainsi de l'antagonisme de deux agents : le degré de fixation du pied de dune et le gradient hydrodynamique décroissant d'W en E.

## C - ETUDES DE LABORATOIRE

### C.1 - TECHNIQUES UTILISEES

#### 1.1 - Mode d'échantillonnage

##### a) En milieu marin

Cent quatre vingt neuf échantillons ont été prélevés dans le but de suivre l'évolution des paramètres granulométriques et minéralogiques des sables de la baie de Wissant, aussi bien transversalement (du pied de dune au niveau des basses mers) que latéralement (de la Courte Dune au Petit Blanc-Nez). Ces échantillons sont répartis de la manière suivante (fig.25):

- Selon des radiales perpendiculaires à la côte, comprenant, selon le coefficient de marée, 7 à 13 stations. Parmi les 11 radiales échantillonnées en août 1983, 5 seulement ont été retenues en octobre 1983, puis seulement 3 en février 1984 ; ceci en raison de l'homogénéité des paramètres étudiés dans les différents secteurs. Ces 3 radiales principales (A, B, C) sont situées respectivement :
  - . à l'W de la baie, donc dans un secteur menacé par l'érosion, face au blockhaus BL1
  - . en face de la digue de Wissant, dans un secteur en cours d'accumulation ;
  - . à l'E de la baie, à nouveau dans un secteur érodé, face au blockhaus BL2.

Sur ces radiales la première station est située à quelques mètres du pied de dune ; les suivantes se trouvent alternativement au creux de chaque bêche et au sommet de chaque barre, jusqu'au niveau des plus basses mers.

- Selon des lignes parallèles à la côte, comprenant 13 stations, 2 échantillonnages longitudinaux ont été effectués :
  - . le premier en août 1983, au niveau de la barre sableuse la plus proche du littoral ;
  - . le second en février 1984, au niveau de la deuxième barre sableuse à partir de la côte.

Dix-huit échantillons complémentaires ont été prélevés sur des estrans, entre Wimereux au S et Sangatte au N, selon des radiales à la côte (fig.25) .

##### b) En milieu dunaire

Vingt et un échantillons ont été prélevés sur les dunes d'Amont, d'Aval, du Châtelet et la Pointe de la Courte-Dune, en décembre 1983. La position des échantillons est portée sur la fig.32.

Quelques échantillons pris à titre de comparaison proviennent des dunes de Slack, près d'Ambleteuse.

#### 1.2 - Analyses granulométriques

##### a) Traitement des échantillons

Une quantité de 100 g de chaque échantillon, préalablement lavé et séché à l'étuve, à une température de 40° C, a été tamisée à sec sur une colonne de sept tamis de type AFNOR, de diamètre de maille compris entre 80 µm et 415 µm.

Les résultats des pesées des différents refus de tamis ont permis de construire un histogramme de fréquence et une courbe cumulative pour chaque échantillon.

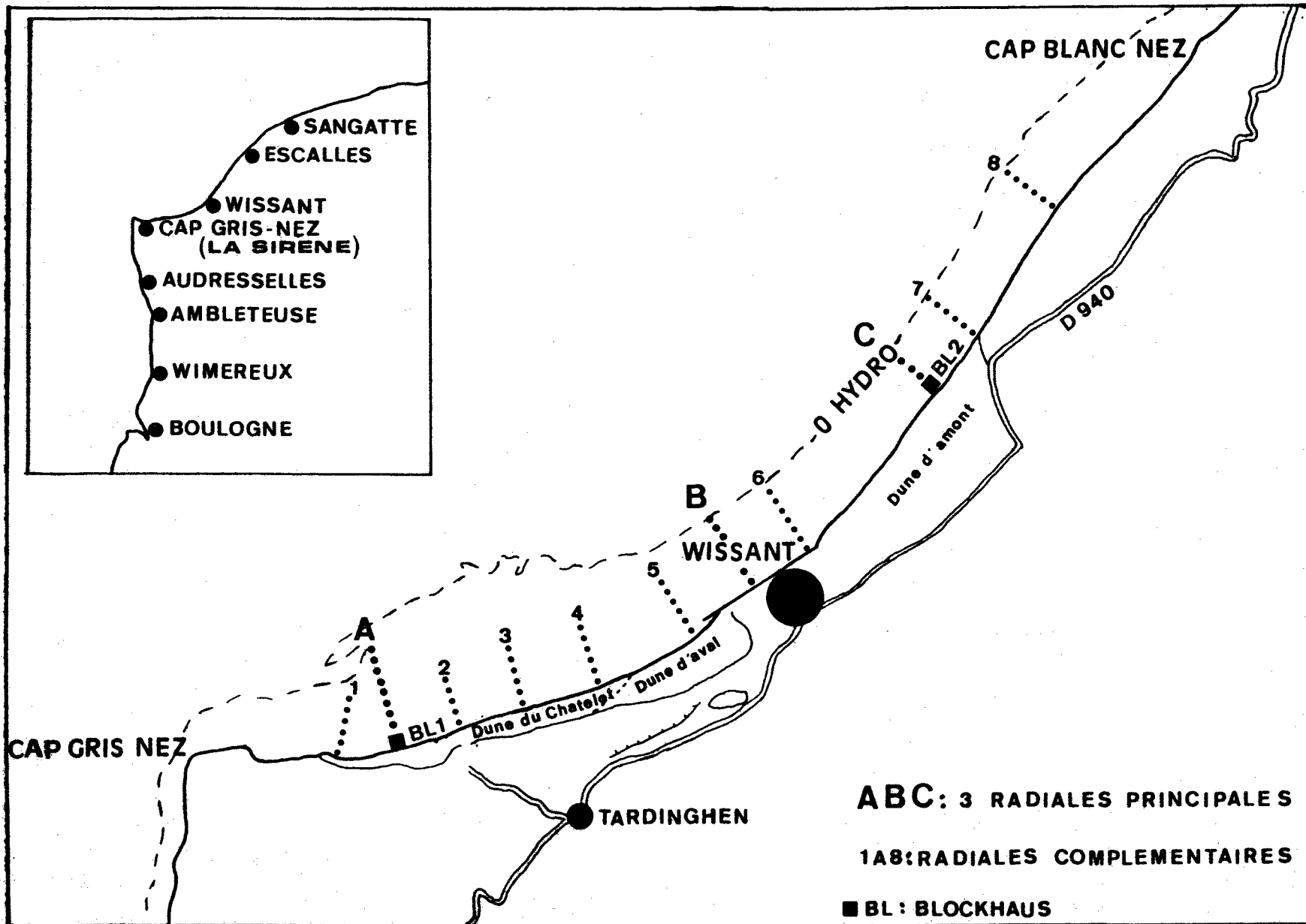


Fig.25.- Situation des radiales d'échantillonnage.

b) Traitement des données

Deux types de paramètres ont été définis :

- les paramètres de position : mode, médiane (Q50), quartiles (Q25 et Q 75) ;
- les paramètres de dispersion :
  - . L'indice de classement ou "Sorting Index" (So) représente la dispersion des tailles de grain de part et d'autre du mode. On a retenu l'indice de Trask :

$$So = \sqrt{Q25/Q75}$$

Le classement est d'autant plus mauvais que So est davantage supérieur à 1

CLASSEMENT DU SEDIMENT	VALEUR DU So DE TRASK
Très bien classé	1,00 à 1,17
Bien classé	1,17 à 1,20
Moyennement bien classé	1,20 à 1,35
Moyennement classé	1,35 à 1,87
Mauvais classement	1,87 à 2,75
Très mauvais classement	sup. à 2,75
Extrêmement mal classé	

Tableau 2 .- Correspondance entre So et le classement du sédiment. (D'après Friedman G. M., 1962).

- . L'indice d'asymétrie ou "Skewness" (SK) caractérise le mode de distribution de l'échantillon par rapport à la médiane (fig.26) . L'indice de Trask s'exprime par la relation :

$$Sk = Q25 \times Q75 / (Q50)^2$$

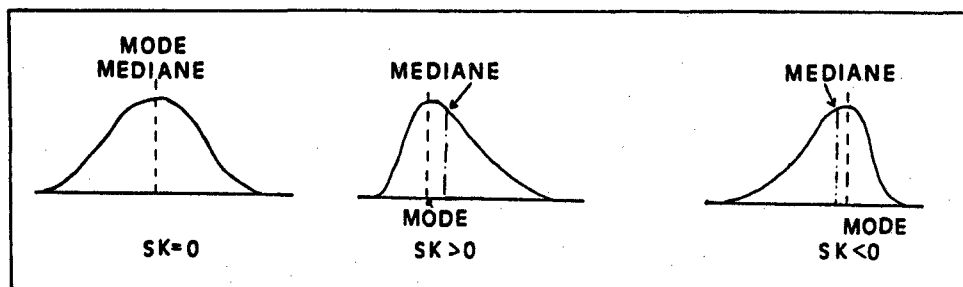


Fig.26.- Indice d'asymétrie et forme de la courbe de fréquence. (d'après Friedman G. M. - 1962).

Compte-tenu de la similitude d'ensemble des courbes cumulatives et des indices So et Sk dans le domaine d'étude, nous avons calculé la valeur du grain moyen, plus parlante. Pour ceci, nous avons utilisé une échelle particulière, dite échelle  $\psi$ , qui correspond aux logarithmes de base 2 de l'inverse des dimensions de particules exprimées en millimètre (A. Rivière, 1977).

La formule utilisée a été la suivante :

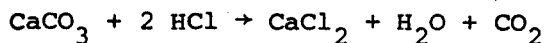
$$GM(\psi) = \frac{\psi_{10} + \psi_{30} + \psi_{50} + \psi_{70} + \psi_{90}}{5}$$

Les variations du grain moyen sont d'abord considérées d'W en E de la baie, à différentes périodes de l'année, puis dans chacun des secteurs à différentes saisons. L'étude de la variation du pourcentage des fractions granulométriques encadrant les valeurs du grain moyen a complété ces analyses.

### 1.3 - Dosage du calcaire

#### a) Principe du calcimètre Bernard

Le principe de l'analyse repose sur la mesure du volume de gaz carbonique dégagé lors de l'attaque du  $\text{CaCO}_3$  par l'acide chlorhydrique :



#### b) Préparation des échantillons

On prélève une quantité de quelques grammes de sédiment brut, que l'on broie. Après séchage à l'étuve à  $105^\circ \text{C}$ , on pèse avec précision 1 g de matière, que l'on dose.

### 1.4 - Morphoscopie et comptage des débris

Un stock de 300 grains de chaque échantillon fait l'objet d'un comptage des différents composants sédimentaires (quartz, débris organiques, glauconie, ...), sous une loupe binoculaire.

Les divers degrés d'usure des grains de quartz sont également distingués.

## C.2 - ANALYSES GRANULOMETRIQUES

### 2.1 - Echantillons de la baie de Wissant

#### a) Résultats

##### a.1 - Généralités

En baie de Wissant, le grain moyen du sable varie de  $190 \mu\text{m}$  au minimum à  $315 \mu\text{m}$  au maximum. L'ensemble de ces sables est bien à très bien classé (So de 1,05 à 1,21) et de répartition symétrique par rapport à la médiane (Sk de 0,86 à 1,14).

Le grain moyen des sables marins diminue depuis le haut-estran (300-315  $\mu\text{m}$ ) en direction du niveau inférieur de l'estran, à environ 600 m de la côte (190-200  $\mu\text{m}$ ). Ceci suggère l'existence d'un hydrodynamisme décroissant depuis la côte vers le large.

##### a.2 - Variations du grain moyen d'W en E de la baie, à différentes périodes de l'année (fig.27) -

- en août 1983

Pour des distances de la côte identiques, les valeurs du grain moyen sont très voisines selon les trois transversales A, B, C. Le grain moyen décroît régulièrement de la première barre sableuse (280-315  $\mu\text{m}$ ) où a débuté l'échantillonnage, en direction du niveau des basses mers (230-260  $\mu\text{m}$  à 400 m de la côte). On peut donc définir un gradient granulométrique moyen décroissant vers le large sur l'ensemble de la baie. Il est de  $- 20 \mu\text{m}/100 \text{ m}$  en période estivale. La radiale (B) devant Wissant se distingue des deux autres par la présence de deux secteurs à grain moyen maximal, contre une seule zone sur les radiales (A) et (C).

Un échantillonnage complémentaire a été effectué au niveau de la barre sableuse la plus proche de la côte, entre Strouanne et la Courte Dune. Il montre un grain moyen légèrement croissant d'E en W, qui pourrait traduire un hydrodynamisme croissant vers l'W.

- en octobre 1983

La zone la plus proche de la côte, atteinte seulement par les marées de coefficient moyen ou fort, est une zone de mélange, à double influence éolienne et marine. A basse mer ou pendant les marées de morte-eau, cette zone peut recevoir, par suite d'érosion éolienne, du sable séché, des apports de grains légèrement plus fins, provenant de zones inférieures de l'estran. Ces transports de sable par voie éolienne sont sensibles à partir d'une vitesse de vent de 5 m/s (18 km/h) (Bellessort;1983). Ces apports, s'ils ne sont pas repris par les houles, contribuent à abaisser légèrement le grain moyen près de la côte. Un tel type d'apport a été observé à différentes périodes. Les vents de secteur NE engraisaient de façon assez importante la haute-plage et même le front de la dune.

. Le grain moyen atteint des valeurs maximales de 270 à 310  $\mu\text{m}$ , à une centaine de mètres de la côte sur les radiales A et C. A partir de ce secteur, il diminue régulièrement vers le niveau des basses mers, en relation avec un hydrodynamisme décroissant.

. Par contre, sur la radiale B, devant Wissant, la courbe montre deux zones où le grain moyen est maximal, comme en été.

Le gradient granulométrique moyen varie aussi selon les trois radiales : à l'W et à l'E de la baie, il est de 8  $\mu\text{m}/100\text{ m}$ , alors que devant Wissant, il est de 70  $\mu\text{m}/100\text{ m}$ .

Remarque : De même qu'en août, des chenaux d'écoulement, à granularité nettement plus forte, (les grains sont de taille millimétrique) ont été observés en octobre à l'W et à l'E de la baie, à environ 500 m de la côte.

- en février 1984

Comme à l'automne, la zone proche de la côte présente des mélanges de grains d'origine éolienne et marine, et représente la transition entre l'estran et la dune. Cette zone a une largeur moindre qu'aux périodes précédentes (60 m contre 120 m en octobre). Puis le grain moyen diminue vers le large, à partir d'une zone à valeur maximum (285 à 305  $\mu\text{m}$ ), mais les différences entre les gradients des trois secteurs sont accrues :

- . à l'E de la baie, le gradient granulométrique moyen est de 12  $\mu\text{m}/100\text{ m}$  ;
- . devant Wissant, il est de 10  $\mu\text{m}/100\text{ m}$  ;
- . à l'W enfin, il est irrégulier, sa valeur est d'abord de 75  $\mu\text{m}/100\text{ m}$  en partant de la côte, puis de 2  $\mu\text{m}/100\text{ m}$  jusqu'au niveau des basses mers.

Un échantillonnage a été effectué entre Strouanne et la Pointe de la Courte Dune, au niveau de la seconde barre sableuse, selon une ligne longitudinale. Le grain moyen apparaît maximal devant Wissant (290  $\mu\text{m}$ ). Il décroît à la fois vers l'W et l'E de la baie pour atteindre des valeurs de 200  $\mu\text{m}$  à la Courte Dune et 250  $\mu\text{m}$  à Strouanne.

En résumé, les variations longitudinales et transversales du grain moyen diffèrent selon les saisons :

- . en août, le grain moyen décroît vers le large de manière homogène dans l'ensemble de la baie ;
- . en octobre, la variation transversale est beaucoup plus rapide devant Wissant qu'à l'W et l'E de la baie ;
- . en février, le grain moyen, plus élevé sur la transversale située devant Wissant, s'affine rapidement le long de la transversale située à l'W de la baie.

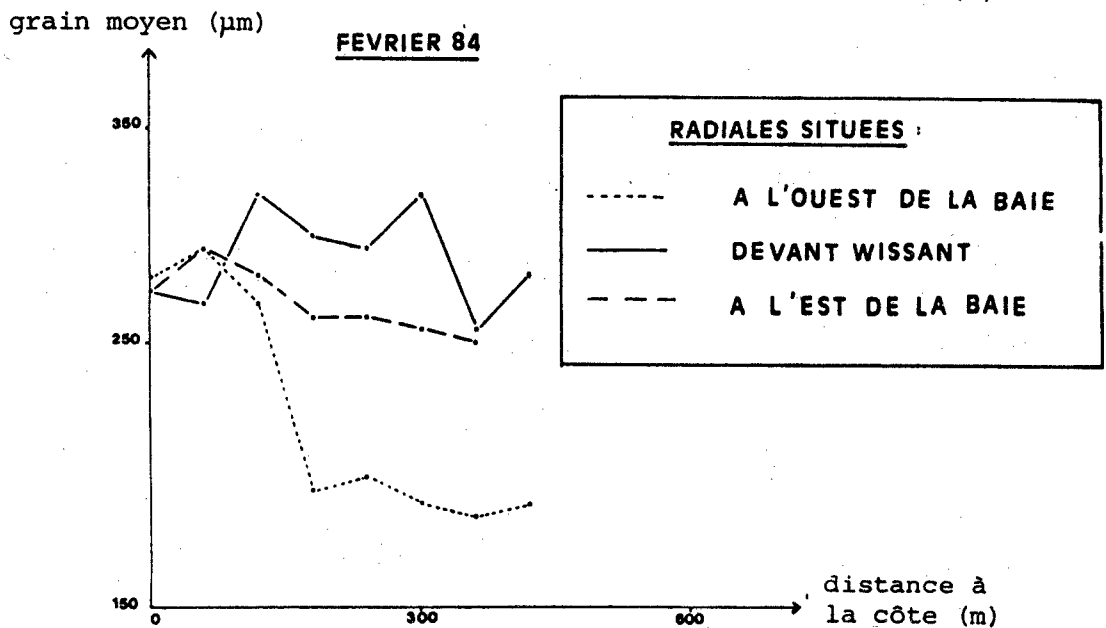
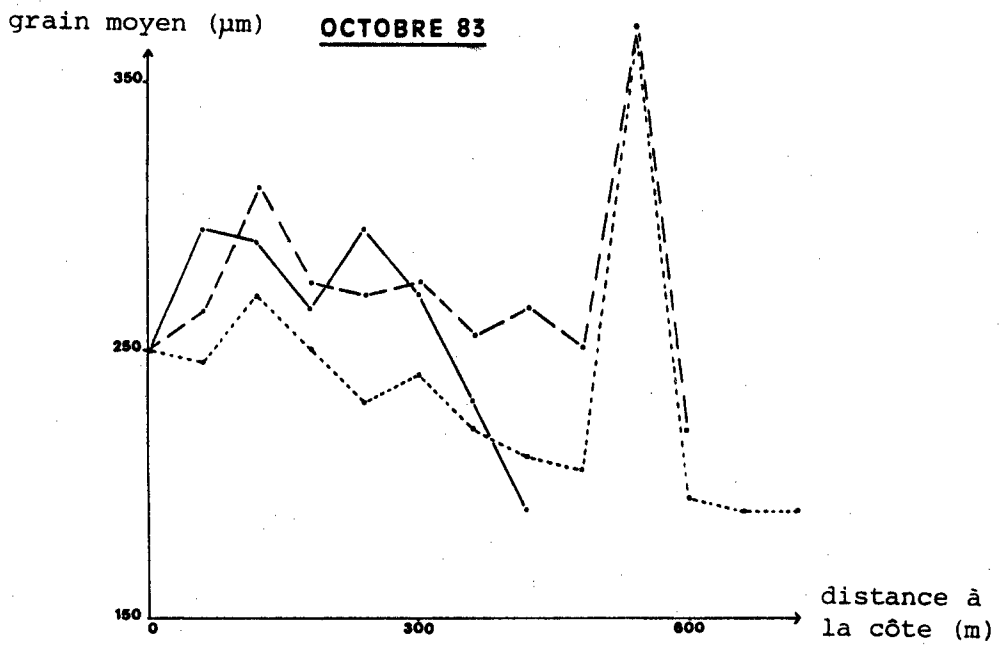
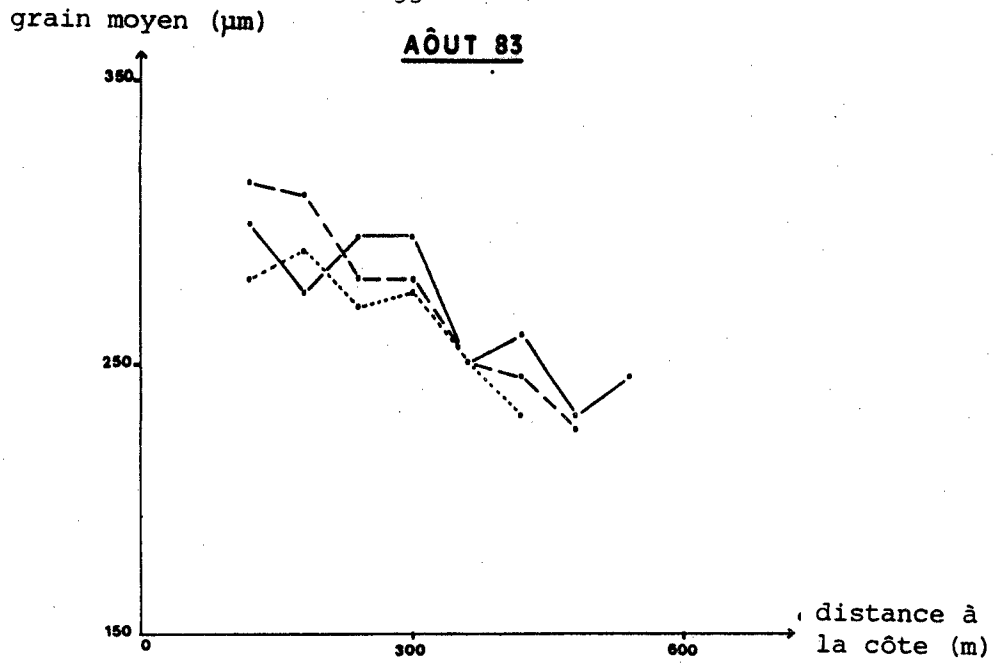


Fig.27.- Variations du grain moyen d'Ouest en Est de la baie, à différentes périodes de l'année.



a.3 - Variations saisonnières du grain moyen dans chaque secteur de la baie (fig.28) -

- à l'W (selon la radiale A) :

- . La zone de transition, à proximité de la côte, montre une augmentation du grain moyen d'octobre 1983 à février 1984 (cette zone n'a pas été échantillonnée en août 1983), en relation avec des conditions météorologiques plus fortes.
- . Par contre, au-delà de cette zone, on observe une diminution nette du grain moyen d'août à février, pour des distances à la côte identiques.

Ce résultat paraît en contradiction avec l'évolution des conditions météorologiques pendant la même période : après un été particulièrement calme, on a compté 5 tempêtes de septembre à février. Afin de déterminer la fraction granulométrique responsable de cette variation, il sera nécessaire d'étudier, pour chaque échantillon, l'évolution saisonnière de chaque fraction.

. On remarque aussi la présence, en août et octobre, au niveau du bas-estran, de chenaux où la granularité est beaucoup plus forte (0,5 - 1 mm). Ces chenaux ont disparu en février, par suite de la modification du profil de l'estran (voir II - B.2).

- devant Wissant (selon la radiale B) :

- . Au-delà de la zone de transition, et comme sur la radiale A, le grain moyen diminue d'août à octobre, malgré un hydrodynamisme accru. Vers le bas-estran, les variations du grain moyen sont accentuées.
- . Par contre, d'octobre à février, on observe une augmentation importante du grain moyen. Les valeurs sont même supérieures à celles d'août.

On note donc, entre octobre et février, une inversion de l'évolution du grain moyen devant Wissant.

- à l'E de la baie (selon la radiale C) :

- . Les variations du grain moyen sont moins importantes qu'ailleurs. L'écart maximal est ici de 40  $\mu\text{m}$ , alors que devant Wissant, on atteint des différences de 85  $\mu\text{m}$  pour un même niveau de l'estran.

Deux zones peuvent être distinguées, au-delà de la zone de transition dune-estran :

- . la partie supérieure de l'estran où le grain moyen diminue d'août à février ;
- . la partie inférieure, où le grain moyen est plus élevé en octobre qu'en août (pas d'échantillonnage en février).

En résumé, malgré un hydrodynamisme accru d'août à février, le grain moyen diminue régulièrement durant cette période selon la radiale située à l'W de la baie.

Devant Wissant, le grain moyen diminue d'août à octobre, puis augmente nettement entre octobre et février.

A l'E de la baie, les variations sont peu marquées.

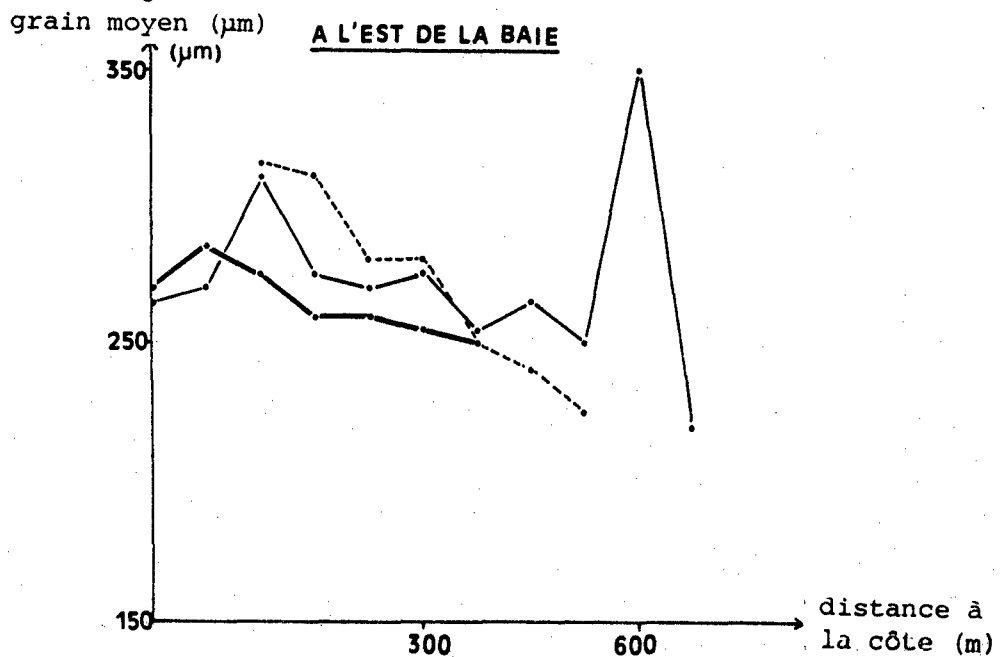
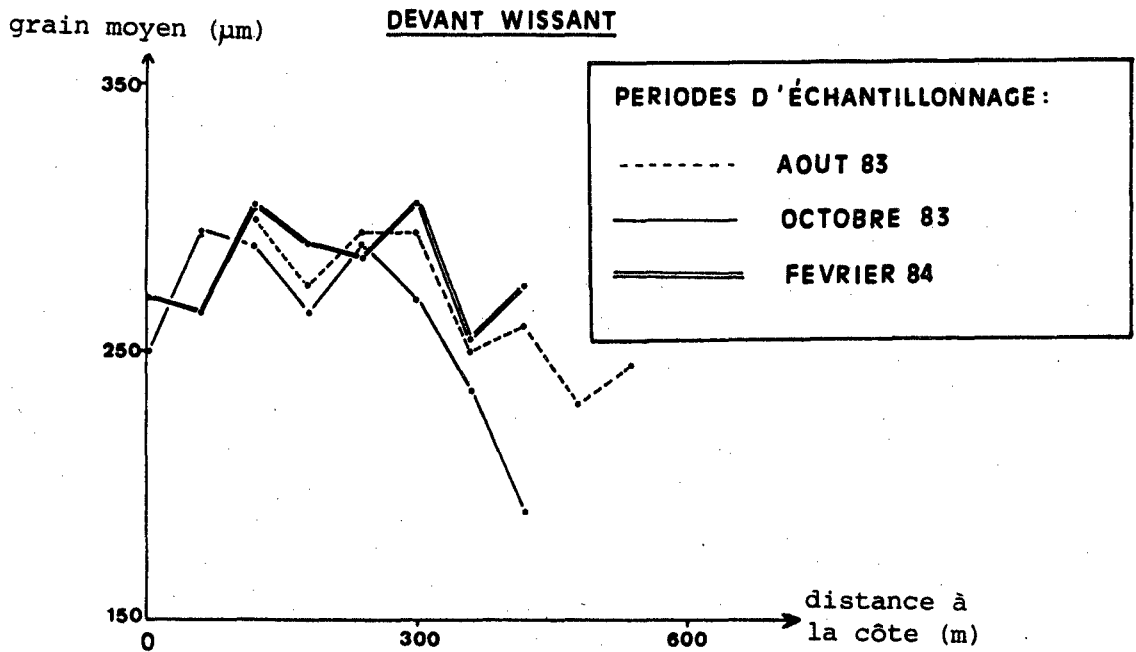
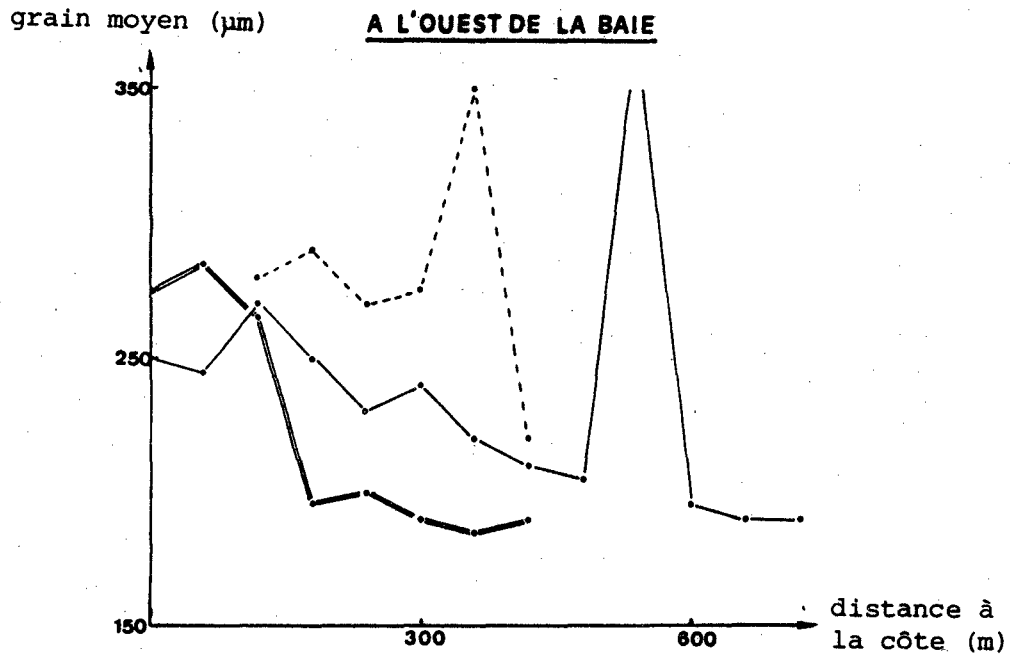


Fig.28.- Variations saisonnières du grain moyen dans chaque secteur de la baie.

a.4) Variations saisonnières du pourcentage des fractions granulométriques encadrant les valeurs du grain moyen, selon chaque transversale

Afin de déterminer la ou les fractions granulométriques responsables de la diminution du grain moyen vers le large et des variations saisonnières selon les trois radiales principales, on a étudié les variations saisonnières de chaque fraction granulométrique.

Les différentes classes ont été regroupées en trois ensembles :

- l'un où la granularité varie de 185 à 326  $\mu\text{m}$ , intervalle correspondant aux variations du grain moyen et de la médiane ;
- les deux autres de part et d'autre de ces valeurs : le grain est supérieur à 326  $\mu\text{m}$  pour l'un, inférieur à 185  $\mu\text{m}$  pour l'autre.

Comme les sables de la baie de Wissant sont très bien classés et de répartition symétrique par rapport à la médiane, on a comparé les variations relatives des fractions extrêmes ( $> 326 \mu\text{m}$  et  $< 185 \mu\text{m}$ ) selon chaque profil .

+ A l'W de la baie :

De la côte vers le niveau des plus basses mers, on trouve d'abord la zone de transition estran-dune, marquée par un pourcentage de particules grossières ( $> 326 \mu\text{m}$ ) inférieur à celui du haut-estran. Au-delà du haut estran, le pourcentage de ces particules diminue en direction du niveau des basses mers, de manière identique lors des trois échantillonnages (fig.29) . Il passe de valeurs normales de 20-24 % à des valeurs de 4-8 % à 420 m de la côte, distance à laquelle s'est terminé l'échantillonnage d'août.

Par contre, le pourcentage des particules les plus fines ( $< 185 \mu\text{m}$ ) subit des variations saisonnières importantes. A proximité de la côte, il est faible (1 à 8 %) et assez constant. Puis, à partir de distances à la côte décroissantes d'août à février (300 m en août, 240 m en octobre, 120 m en février), il augmente rapidement pour atteindre des valeurs élevées.

A 420 m de la côte, elles sont de 21 % en août, 16 % en octobre, 52 % en février.

Interprétation :

En août et octobre, le gradient hydrodynamique décroissant vers le large se traduit par une diminution de particules les plus grossières vers le large et une augmentation parallèle des particules les plus fines.

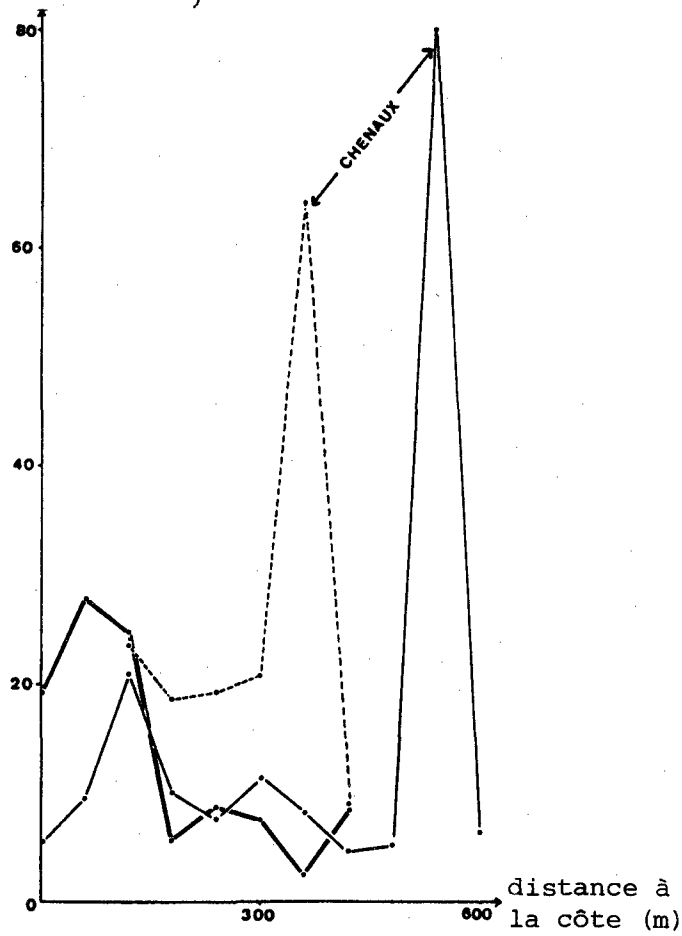
Par contre, en février, la variation des particules grossières demeure comparable à celle des périodes antérieures, mais l'augmentation des particules fines est beaucoup plus importante. On note un excès d'environ 30 % de particules  $< 185 \mu\text{m}$  par rapport à août et octobre. Ceci conduit à envisager l'apport hivernal de sables fins sur la partie W de l'estran de la baie de Wissant.

Remarque :

Le fait que le pourcentage des particules les plus fines augmente à partir de distances à la côte décroissantes d'août à février peut être dû à la modification du profil d'estran, qui, en s'aplanissant, entraîne un amortissement plus fort de la houle. La capacité de transport de cette houle diminue alors, et les particules les plus fines sont transportées plus près de la côte qu'en période estivale.

L'hypothèse d'un niveau hivernal du Banc à la Ligne plus élevé, qui abriterait l'W de la baie des houles du large, peut aussi être émise pour expliquer cette augmentation nette des particules les plus fines.

% de particules  
supérieures à 326  $\mu\text{m}$



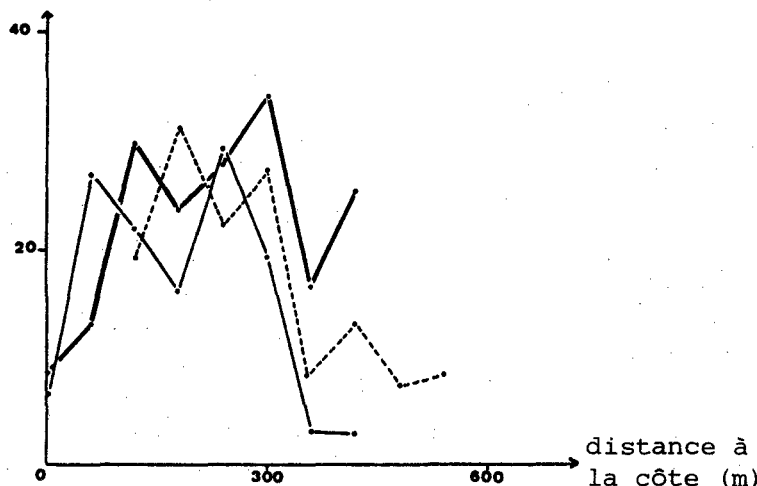
% de particules  
inférieures à 185  $\mu\text{m}$



Fig.29.- Variations saisonnières du pourcentage des fractions granulométriques extrêmes, à l'Ouest de la baie.

+ Devant Wissant :

% de particules  
supérieures à 326  $\mu\text{m}$



% de particules  
inférieures à 185  $\mu\text{m}$

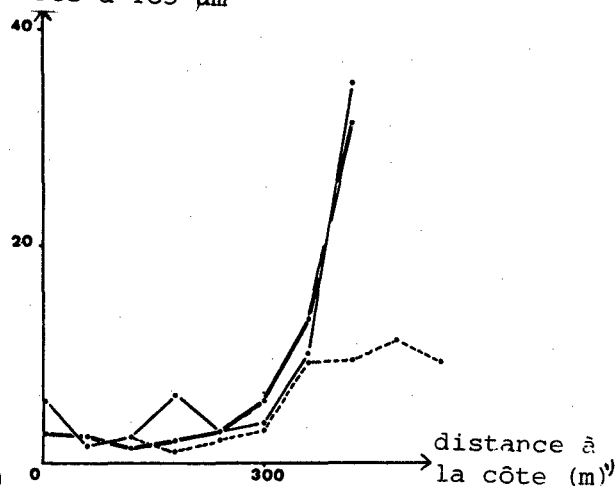


Fig.30.- Variations saisonnières du pourcentage des fractions granulométriques extrêmes, devant Wissant.

Au-delà de la zone de transition dune-estran, le pourcentage de particules supérieures à 326  $\mu\text{m}$  demeure élevé (maximum de 34 %) jusqu'à une distance à la côte de 300 m environ.(fig.30).

Il diminue ensuite vers le large, de manière irrégulière : à 420 m de la côte, il est de 13 % en août, 3 % en octobre, 26 % en février. On observe donc une diminution du pourcentage de particules grossières d'août à octobre, suivie d'une augmentation d'octobre à février.

Le pourcentage des particules les plus fines (< 185  $\mu\text{m}$ ), stable à proximité de la côte (1-6 %), augmente rapidement, à chaque échantillonnage, à partir d'une distance à la côte de 300 m.

A 420 m de la côte, ce pourcentage représente 9,5 % du sédiment total en août, 31,5 % en octobre et 35,5 % en février.

#### Interprétation :

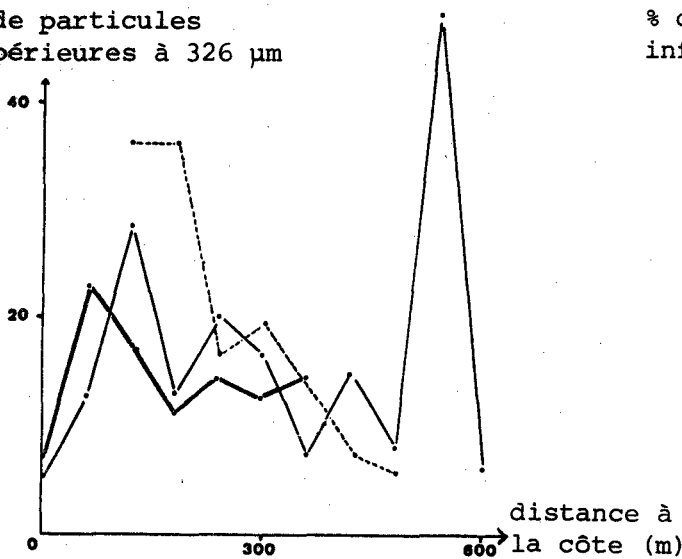
Devant Wissant, on a observé, de manière constante pendant la période d'étude, une zone particulière qui s'étend de la côte à l'estran moyen soit sur une longueur d'environ 300m. Dans cette zone, le pourcentage élevé de particules grossières et l'absence relative de particules inférieures à 185  $\mu\text{m}$  semblent traduire un hydrodynamisme important et relativement localisé.

Plus au large, la variation du pourcentage des particules grossières montre une double tendance : diminution en automne, puis augmentation nette en période hivernale. Ceci traduit une modification, difficilement explicable au stade actuel des recherches, des conditions hydrodynamiques du bas-estran, entre octobre et février.

Les apports de particules inférieures à 185  $\mu\text{m}$  se produisent plus tôt qu'à l'W de la baie : on les observe en effet dès octobre. Ces apports semblent responsables de la brutale variation du grain moyen en octobre. En février ils ont été "compensés" par une augmentation des particules grossières.

+ A l'E de la baie :

% de particules  
supérieures à 326  $\mu\text{m}$



% de particules  
inférieures à 185  $\mu\text{m}$

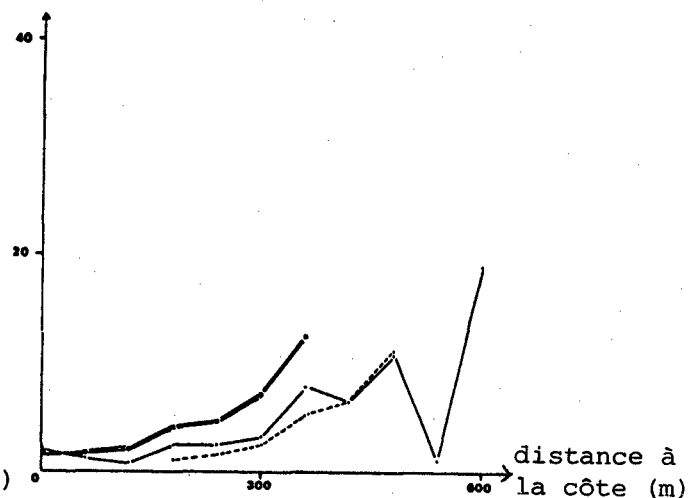


Fig.31.- Variations saisonnières du pourcentage des tractions granulométriques extrêmes, à l'Est de la baie.

Le pourcentage de particules supérieures à 326  $\mu\text{m}$  diminue d'autant plus rapidement vers le large qu'il est plus élevé en haut-estran. En fait, seule varie la répartition de ces particules aux différents niveaux de l'estran. (En août, ce pourcentage est de 36 % en haut-estran et de 8 % à 360 m de la côte. En février, il est seulement de 23 % en haut-estran, mais de 14 % à la même distance de la côte). (fig.31).

Le pourcentage de particules inférieures à 185  $\mu\text{m}$ , faible à la côte (2 %) augmente très modérément vers le large, lors des trois échantillonnages. A 360 m de la côte, il atteint 5 % en août, 8 % en octobre, 12 % en février.

Ce secteur de la baie ne semble donc pas subir d'apport hivernal de sable plus fin.

En résumé, si les variations saisonnières du pourcentage des particules les plus grossières dans les trois secteurs de la baie semblent homogènes et peu importantes, il n'en est pas de même pour les particules les plus fines : on observe des apports importants de sable plus fin devant Wissant à partir d'octobre, puis à l'W de la baie en février. Le secteur E de la baie ne reçoit pas d'apports saisonniers particuliers.

#### b) Conclusions

En août, le grain moyen est homogène d'W en E de la baie, et diminue de la même manière vers le large dans l'ensemble de la baie. Cette homogénéité de l'hydrodynamisme estival s'observe aussi dans les variations du pourcentage des particules les plus fines et les plus grossières.

- En octobre, le grain moyen diminue à l'W de la baie, malgré des conditions hydrodynamiques plus fortes. Devant Wissant, des apports de sable fin entraînent une nette diminution du grain moyen. A l'E de la baie, en revanche, le grain moyen varie peu.

En février, le grain moyen est plus élevé devant Wissant, c'est-à-dire dans une zone en accumulation. L'hydrodynamisme renforcé près de la côte détermine le report des sables plus fins vers le large. Ces sables fins atteignent la partie W de la baie, où le grain moyen diminue nettement.

c) Comparaison avec des échantillons d'estrans adjacents

Vingt échantillons ont été prélevés en janvier 84 sur des estrans proches de la baie de Wissant, entre Wimereux au S et Sangatte au N (cf. fig. 25, p. 29). Par rapport à Wissant, tous ces estrans sont de dimensions relativement réduites. Les transversales d'échantillonnage sont donc plus courtes. Elles comprennent trois à cinq stations.

Résultats :

Pour chaque échantillon, on a calculé le grain moyen et les indices  $S_o$  et  $S_k$  de Trask (cf. § C.1). Les résultats sont portés sur le tableau suivant :

SANGATTE	: 290 à 320 $\mu\text{m}$	: 1,11 à 1,14	: 0,92 à 1,07
ESCALLES	: 250 à 285 $\mu\text{m}$	: 1,12 à 1,15	: 0,95 à 1,06
CAP GRIS-NEZ (LA SIRENE)	: 255 à 330 $\mu\text{m}$	: 1,12 à 1,22	: 0,95 à 1,04
WISSANT	: 190 à 315 $\mu\text{m}$	:	:
AUDRESSELLES	: 300 à 370 $\mu\text{m}$	: 1,12 à 1,16	: 1,00 à 1,02
WIMEREUX	: 195 à 245 $\mu\text{m}$	: 1,21 à 1,39	: 1,00 à 1,08
	: G. M.	: $S_o$	: $S_k$

Tableau 3 .- Valeurs du grain moyen, de  $S_o$  et de  $S_k$  des sables d'estrans voisins de Wissant.

Interprétation :

Les sables provenant de la zone située à l'E du Cap Gris-Nez, c'est-à-dire des plages de la Sirène, d'Escalles et de Sangatte, sont comparables à ceux de Wissant : leur grain moyen (de 255 à 330  $\mu\text{m}$ ) correspond aux sables de la partie supérieure de l'estran de Wissant. Ils sont, comme eux, bien à très bien classés ( $S_o$  de 1,11 à 1,22) et de répartition symétrique par rapport à la médiane ( $S_k = 0,92$  à 1,07).

Par contre, au S du Cap Gris-Nez, les sables paraissent différents. A Audresselles, leur grain moyen est plus élevé (330 à 370  $\mu\text{m}$ ), alors qu'à Wimereux, il est plus fin (195 à 245  $\mu\text{m}$ ), le classement y est aussi moins bon.

Il semble donc y avoir une homogénéisation ou un tri granulométrique des sédiments qui subissent le transfert littoral en direction du NE, à partir d'une zone située au-delà du Cap Gris-Nez et du banc à la Ligne.

2.2 Echantillons des dunes bordant la baie de Wissant

En raison de la largeur variable du cordon dunaire, on a envisagé deux types d'échantillonnages

- selon des radiales de quatre stations, perpendiculaires à la côte, dans les secteurs les plus larges de la dune d'Aval, et de la limite dune d'Aval - dune du Châtelet ;

- selon une ligne longitudinale, dans les zones où la dune est moins large, c'est-à-dire au niveau de la dune d'Amont récente, de la dune du Châtelet, et de la Pointe de la Courte Dune.

Le grain moyen des sables étudiés varie de 240 à 275  $\mu\text{m}$  ; leur indice de classement  $S_o$ , compris entre 1,12 et 1,19 traduit un classement bon à très bon et indique une légère prépondérance des fractions fines par rapport à la médiane.

Le grain moyen des sables dunaires est équivalent à celui d'un sable prélevé sur l'estran moyen de Wissant.

Aucun gradient longitudinal ni transversal n'a pu être mis en évidence. Ceci reflète d'une part l'homogénéité des sédiments de la baie qui nourrissent la sédimentation dunaire, d'autre part la capacité élevée de transport des vents les plus forts, largement supérieure au grain moyen de ces sables.

N. B. : Les deux échantillons des dunes de Slack, près d'Ambleteuse, montrent des caractéristiques identiques à ceux des dunes de Wissant (grain moyen : 255  $\mu\text{m}$  ;  $S_o$  : 1,18 à 1,19 ;  $S_k$  : 0,95 à 1,00).

### C.3 - DOSAGE DU CALCAIRE

#### 3.1 - Estran

La fraction carbonatée des échantillons prélevés sur l'estran représente 10 à 25 % du sédiment total en août 1983 (à l'exception des sédiments grossiers des chenaux du bas-estran, beaucoup plus riches en carbonates) et 13 à 20 % du sédiment en février 1984.

Aucun gradient longitudinal (d'W en E) ou transversal (de la côte vers le large) n'apparaît de manière significative. La fraction carbonatée de ces sables varie peu selon le niveau et la saison. En particulier, on ne peut pas différencier par la teneur en calcaire les apports hivernaux, plus fins, du stock sédimentaire initial de l'estran. Ceci signifie que la fraction carbonatée est distribuée dans un éventail de tailles voisin de celui des autres minéraux de l'estran, qu'elle n'est donc pas responsable des variations saisonnières observées dans le grain moyen, et qu'elle se comporte probablement de manière comparable au quartz en présence des agents hydrodynamiques.

#### 3.2 - Dunes

De façon générale, le sable de l'estran est plus riche en calcaire que le sable des dunes. Les teneurs s'échelonnent entre 10 à 25 % de  $\text{CO}_2\text{Ca}$  dans le premier cas, entre 3 à 7 % dans le second. Cette différence, qui résulte probablement de l'usure plus facile des carbonates par rapport au quartz lors des transferts éoliens répétés, peut permettre de mesurer l'importance des apports récents de sable de l'estran aux dunes. Dans ce but, on a effectué un échantillonnage des dunes en janvier 1984, après une tempête de secteur SW. La position des échantillons est portée sur la figure 32.

##### a) Résultats

- Les sables des dunes d'Aval et du Châtelet présentent des teneurs variables, que l'on peut regrouper en deux ensembles :

- . l'un typiquement dunaire (3 à 7 %  $\text{CO}_2\text{Ca}$ ) ;
- . l'autre à teneur plus élevée (10 à 20 %), qui correspond à celle des sables de l'estran récemment apportés.

- Les sables de la dune d'Amont contiennent environ 20 % de  $\text{CO}_2\text{Ca}$  ; ceci est dû à l'importance de l'alimentation actuelle de cette dune par les sables de l'estran (cf B.2.3, p. 15).



### b) Interprétation

La teneur en  $\text{CO}_3\text{Ca}$  des dunes d'Aval et du Châtelet permet de distinguer deux zones : (Fig.-32)

- l'une, située vers le SW, plus proche du marais de Tardingen, où la faible teneur en  $\text{CO}_3\text{Ca}$  traduit l'absence d'apports récents de sable de l'estran. Ceci est particulièrement net au niveau du "chenal" de déflation de la dune d'Aval (cf B.6, p. 25).

- l'autre, plus proche de l'estran, et située davantage vers le NE, où les teneurs plus fortes traduisent des apports éoliens récents de sable de l'estran.

Cette différence est due à l'obliquité croissante du trait de côte par rapport aux vents dominants, depuis la dune du Châtelet à l'W vers la dune d'Amont à l'E.

Ainsi la teneur en  $\text{CO}_3\text{Ca}$  permet de refléter le mode actuel des relations qui existent entre les mécanismes propres à l'estran et ceux propres à la dune. Elle illustre indirectement les mécanismes qui sont responsables de la modification du trait de côte, côté mer et côté terre.

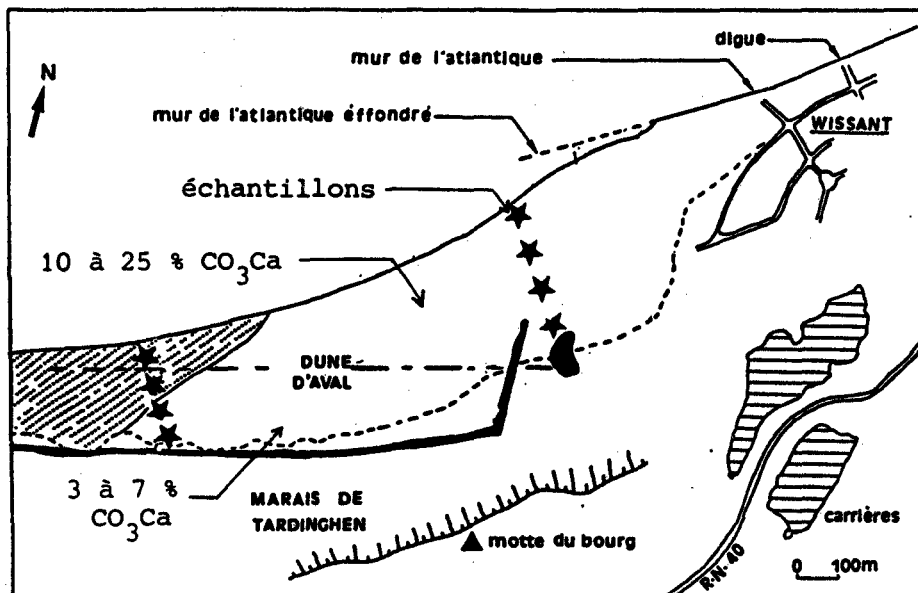


Fig.32.- Position des échantillons prélevés dans la dune d'Aval et la zone de transition dune d'Aval - dune du Châtelet.

### C.4 - MORPHOSCOPIE ET COMPTAGE DE DEBRIS

Ce type d'étude a pour but principal de vérifier par une étude microscopique les différences observées à l'oeil nu entre les sédiments de l'estran prélevés en période estivale d'une part, en période hivernale d'autre part.

En effet, ces sables, de couleur beige en été, acquièrent une couleur grise en hiver, dans les zones où ils ont reçu les apports hivernaux plus fins ; il est utile de savoir à quoi correspond ce changement saisonnier dans la couleur des sables.

#### a) Résultats

Les comptages de particules (300 par échantillons), effectués sur dix échantillons, montrent que les sables de l'estran sont composés de 70 à 80 % de particules de quartz, qui se présentent sous deux aspects différents : assez anguleux et translucides, ou plus arrondis et mats.

Les débris coquilliers, relativement nombreux, représentent environ 10 à 15 % du sédiment de l'estran. Il s'agit surtout de fragments de coquilles de mollusques (lamellibranches principalement), habituellement très roulés et de même taille que les grains de quartz. On a aussi observé des foraminifères benthiques, entiers, en faible quantité (1 %). Ils appartiennent aux groupes de Miliolidés, des Rotaliidés (*Ammonia beccarii*), des Elphidiidés (*Elphidium*), des Nummulitidés.

N. B. : Les Nummulites, très usées, ont été identifiées dans les chenaux à granularité élevée du bas-estran. Ces fossiles appartiennent à l'espèce *Nummulites laevigatus* du Lutétien inférieur (détermination A. BLONDEAU). Elles résultent de remaniements de bancs résiduels de Tertiaire inférieur, situés sous les limons du Nord de la France. La distinction de ces particules biogéniques calcaires avec les débris de roches calcaires, également très usés, est difficile. Les débris coquilliers ne peuvent être identifiés de manière sûre que lorsqu'ils se présentent sous forme de lamelles nacrées, ce qui est rare dans nos sables.

D'autres composants apparaissent en faible quantité dans ces sables, ce sont :

- des débris lithiques non calcaires, en particulier des grains de glauconie, dont l'origine reste à déterminer (Jurassique affleurant au SW, ou grès verts de l'Albo-Aptien affleurant au NE de la baie) ;
- des débris réduits, provenant de l'érosion des bancs de tourbe qui affleurent à la surface de l'estran ;
- des restes anthropiques.

Les comptages de ces différents types de particules sont actuellement trop préliminaires pour permettre la distinction entre les stocks sédimentaires d'été et d'hiver. Toutefois, le changement de couleur du sédiment semble avoir pour cause des teneurs hivernales en débris réduits plus élevées, et peut-être des teneurs en matière organique différentes.

#### b) Conclusion

Si cette étude n'a pas permis de différencier les deux stocks sédimentaires d'été et d'hiver, elle a souligné l'intensité des facteurs hydrodynamiques en baie de Wissant. En effet, les débris coquilliers subissent un triturage mécanique important, qui les réduit à des particules de tailles et formes comparables à celles du quartz.

#### C.5 - CONCLUSIONS

Les analyses granulométriques, les calcimétries et les comptages de débris se sont complétés pour préciser plusieurs traits essentiels de la dynamique de la baie de Wissant :

- Les analyses granulométriques des sables de l'estran ont permis de mettre en évidence des variations saisonnières de l'hydrodynamisme, en particulier dans la zone comprise entre Wissant et la Pointe de la Courte Dune.
- Les calcimétries ont montré l'approvisionnement en sable marin d'une grande partie du cordon dunaire.
- L'analyse des débris a souligné l'intensité des agents hydrodynamiques.

### Chapitre III - COMPARAISON DES TENDANCES ACTUELLES ET PASSES

#### PREMIERES INDICATIONS

Divers documents, tels que publications anciennes, cartes marines et photographies aériennes, permettent d'analyser deux aspects importants de l'évolution de la baie de Wissant : les zones d'érosion à la côte et les déplacements du banc à la Ligne.

#### A - LES ZONES D'EROSION A LA COTE

Après les phases d'érosion dunaire qui ont entraîné l'ensablement du port et de l'ancien village de Wissant, d'abord au 14<sup>ème</sup> siècle, puis en 1738 et 1777 (A. BRIQUET, 1930) (pl. photo n° 1)), plus aucune érosion marine n'a été signalée jusqu'à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle.

De 1883 à 1893, la dune d'Amont aurait subi un recul de 25 à 30 m (A. BRIQUET, 1930). Cette érosion s'est poursuivie :

- en 1906, toujours selon A. BRIQUET, qui mentionne la présence d'un "affleurement de forêt sous-marine", c'est-à-dire de tourbe contenant des débris de bois, entre les ruisseaux de Haute-Sombre et de Wissant (ou d'Herlen). (photo.n°2).

- en 1926 où un cordon de galets s'est développé dans cette même zone (A. P. DUTERTRE, 1926).

- en 1930, l'érosion touche la digue-promenade de Wissant, construite une vingtaine d'années auparavant. Son extrémité orientale fait saillie d'une dizaine de mètres par rapport à la ligne de rivage (A. BRIQUET, 1930). L'érosion est également active entre la Pointe de la Courte Dune et le ruisseau du Châtelet, où un cordon de galets affleure. Les photographies aériennes de 1947 montrent la dune d'Amont bordée d'une dune embryonnaire. L'érosion marine est donc interrompue à ce niveau. Par contre, elle atteint maintenant la dune d'Aval.

Depuis cette période, l'érosion a continué à affecter la zone située entre Wissant et la Pointe de la Courte Dune.

Le recul maximal, de l'ordre de 220 m en 30 ans, a été mesuré au niveau de la dune d'Aval.

La zone d'érosion semble donc s'être déplacée du NE vers le SW depuis un siècle environ.

#### Remarque :

L'observation par A. P. DUTERTRE en 1926 de blocs de tourbe noire, arrachés aux affleurements du pied de la dune d'Amont, sur tout l'estran entre Wissant et la Courte Dune, suggère l'existence d'une dérive orientée du NE vers le SW à cette époque.

## B - LES DEPLACEMENTS DU BANC A LA LIGNE

La comparaison des cartes marines anciennes utilisées par A. BRIQUET (1930), et des cartes plus récentes établies pour le S. H. O. M. (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine) montre deux phases principales d'évolution du banc à la Ligne.

### B.1 - LA PREMIERE PHASE,

de 1640 à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, est marquée par la migration du banc à la Ligne depuis le large vers la côte, d'environ 1 km depuis le 18<sup>ème</sup> siècle (fig.34). Cette migration s'est accompagnée d'un début d'affleurement lors des basses mers. Le banc a commencé à émerger avant 1776 et a été raccordé au Cap Gris-Nez avant 1879. En 1911, il est accolé à la plage (A. BRIQUET, 1930).

### B.2 - LA SECONDE PHASE,

depuis le début du 20<sup>ème</sup> siècle, est caractérisée par l'absence de mouvement latéral important du banc à la Ligne. D'après les cartes marines, l'extension de ce banc semble peu varier, à l'échelle de la baie. Toutefois, des variations faibles de son extension ou de son niveau sont possibles ; leur identification nécessiterait un suivi détaillé. Notons que, contrairement à la fin du siècle dernier, le banc à la Ligne n'émerge plus actuellement lors des plus basses mers (fig.33).

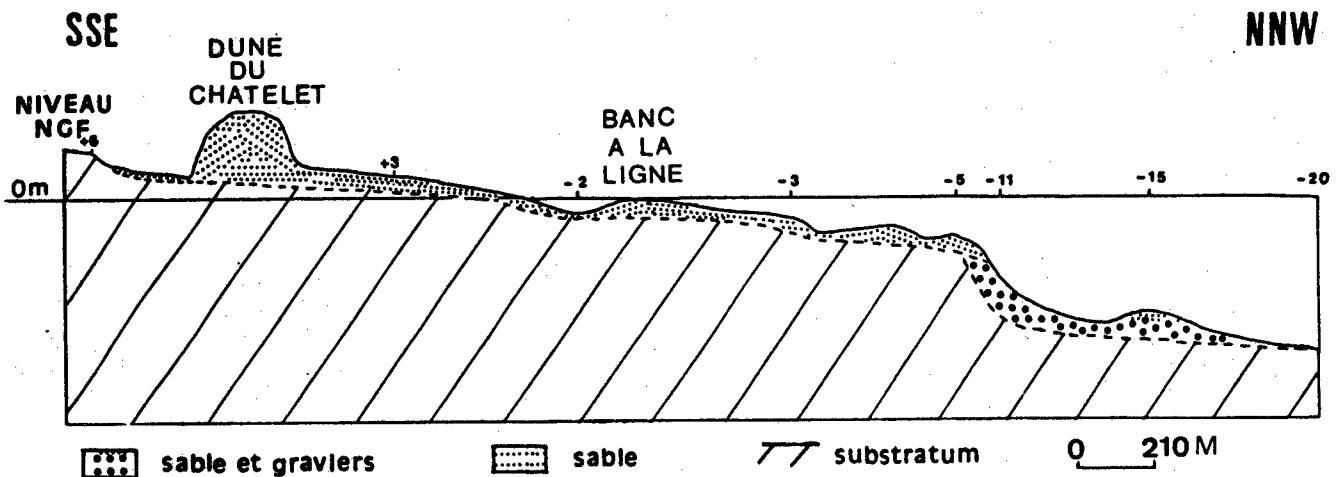


Fig.33.- Profil bathymétrique de la dune au pied du banc à la Ligne, devant Tardingenhen.

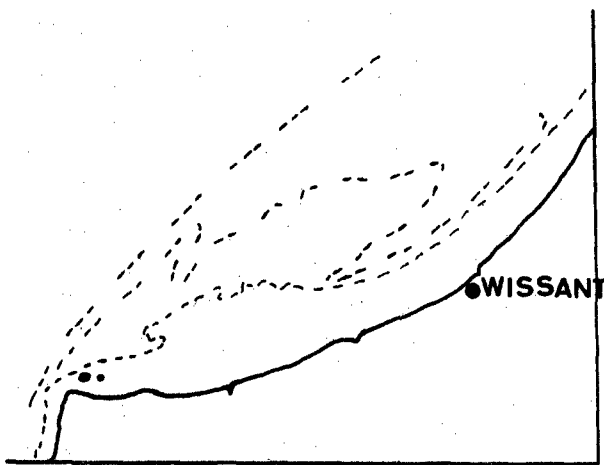
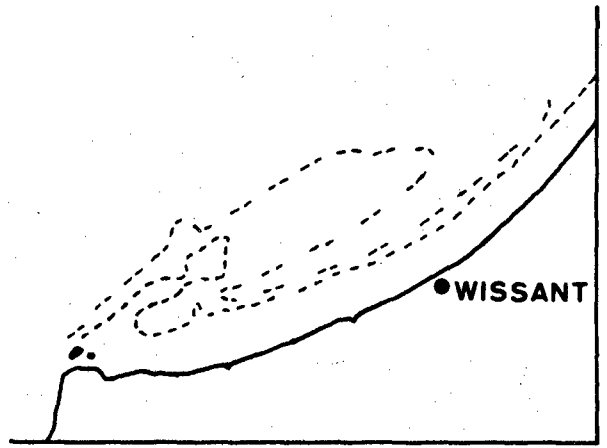
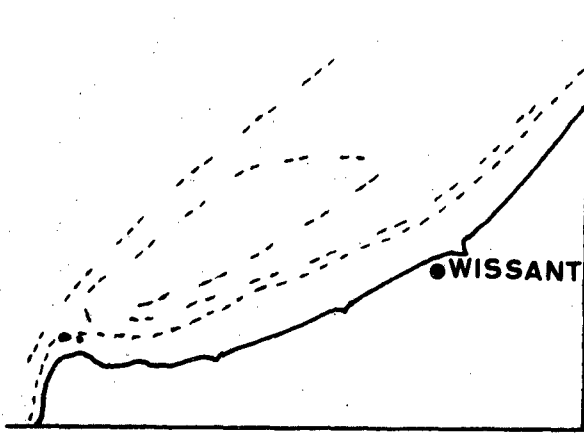
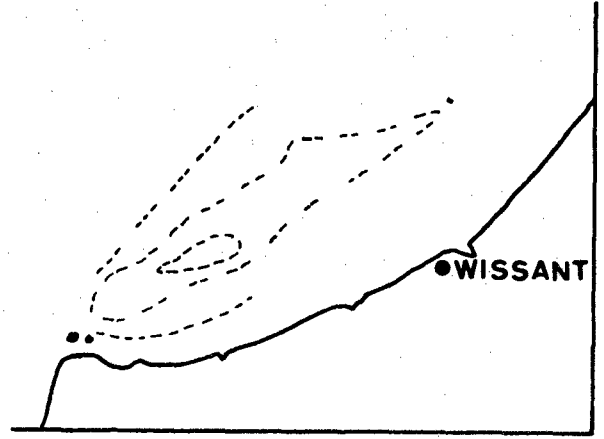
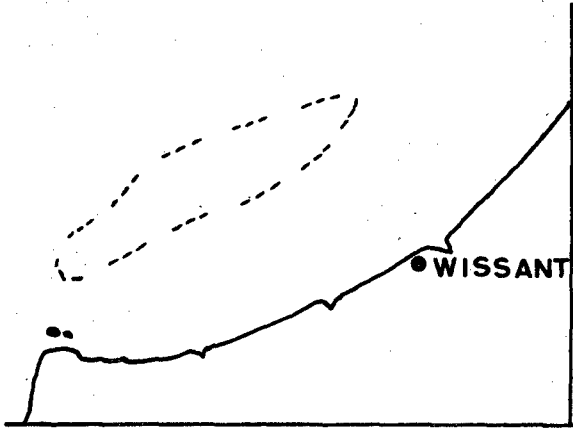
## C - CONCLUSIONS

A. BRIQUET, en 1906, établissait la corrélation entre la position du banc à la Ligne et la zone d'érosion à la côte. Pour lui, le banc à la Ligne, proche du rivage, protégeait la partie W de la baie de l'érosion et modifiait la direction des courants, qui venaient de ce fait éroder la dune d'Amont.

Cependant, le banc à la Ligne, accolé à la plage, n'a plus subi de migration importante, alors que la zone d'érosion à la côte s'est, elle, déplacée vers le SW. L'effet de protection du banc à la Ligne ne peut donc être seul invoqué. Des variations du banc dans les trois dimensions de l'espace ont pu modifier la réfraction des houles qui ont érodé des zones de la côte variables selon l'époque. Cette hypothèse invite à des études plus approfondies du secteur sous-marin de la baie de Wissant.

W

E



ISOBATHES: --- 0 m  
          - - - 5 m  
          - - - 10 m

0 1 2 km

Fig.34.- Déplacements du banc à la Ligne. (d'après A. Briquet - 1930).

## CHAPITRE IV - CONCLUSIONS GENERALES : OBSERVATIONS SUR LES MOUVEMENTS SEDIMENTAIRES EN BAIE DE WISSANT

*La dynamique sédimentaire actuelle de la baie de Wissant est marquée par deux types de phénomènes, éoliens et marins, étroitement liés.*

*Les phénomènes éoliens sont importants en raison des vitesses élevées des vents lors des tempêtes et de la vaste étendue de l'estran découvrant à marée basse. Leur action sur le cordon dunaire est conditionnée par l'orientation du trait de côte.*

*- Si les directions des vents dominants et du trait de côte sont parallèles, les sables sont exportés et on n'observe pas d'engraissement de la dune. L'érosion éolienne peut alors être importante, notamment si la dune est mal fixée. C'est le cas actuellement de la dune d'Aval. L'aboutissement probable de l'évolution consiste dans une rupture du cordon dunaire et l'envahissement par la mer du marais situé en arrière. Le problème de l'érosion éolienne de la dune d'Aval est donc essentiellement un problème de fixation.*

*- Si les directions des vents sont obliques par rapport au trait de côte, l'érosion éolienne de l'estran lors des tempêtes tend à provoquer un engraissement de la dune. C'est le cas actuellement de la dune d'Amont. Toutefois, la dune d'Amont s'engraisse non seulement parce qu'elle reçoit des apports arrachés par le vent à l'estran, mais aussi et surtout parce qu'elle ne subit pas l'action des houles. Par contre, la dune d'Aval subit une érosion marine d'autant plus importante que le degré de fixation est faible. L'érosion marine s'ajoute donc à l'érosion éolienne, selon des modalités complexes, dont on a identifié certains aspects :*

*En domaine intertidal, existe un gradient hydrodynamique décroissant d'W en E, qui détermine une érosion maximale de l'estran à l'W de la baie. Cette érosion primaire dégage en début de période hivernale des formations sous-jacentes, plus résistantes à l'érosion, comme de la tourbe ou le cordon de galets de Tardinghen. Elle contribue ensuite à protéger le cordon dunaire d'une érosion secondaire. Paradoxalement, dans cette partie W de la baie, où l'érosion de l'estran est maximale, entre août et février, le grain moyen du sable diminue en période hivernale.*

*Un processus analogue au précédent peut être envisagé entre l'estran et les petits fonds, et plus particulièrement au niveau du banc à la Ligne : l'érosion primaire de l'estran peut conduire à engraisser le banc à la Ligne, dans les trois dimensions de l'espace. Cette migration du sable littoral vers le banc immergé en hiver pourrait provoquer une modification de la réfraction des houles, qui tendraient à pivoter autour de cet obstacle davantage au NE, en induisant à la côte une dérive littorale "inverse" de la dérive estivale ; il en résulterait un amortissement de la houle près de la Courte Dune en hiver, une atténuation de l'hydrodynamisme à l'W de la baie et une diminution du grain moyen des sédiments.*

*Le banc à la Ligne, engraisé en hiver, constituerait en outre un obstacle aux apports de sable plus fin, qui transiteraient ainsi au large du banc, sous l'action de courants orientés W-E, jusque devant Wissant, où le banc s'estompe.*

*Ces apports pourraient ensuite être repris par la dérive littorale, qui les transporterait vers l'W de la baie.*

Cette hypothèse permettrait d'expliquer la présence de sable fin seulement devant Wissant en Octobre, puis à l'W de la baie en Février. (Fig. 35).

Notons que ces apports ne peuvent provenir que d'une zone située vers le Gris-Nez, ou plus au Sud, car ils ne sont jamais observés à l'E de la baie.

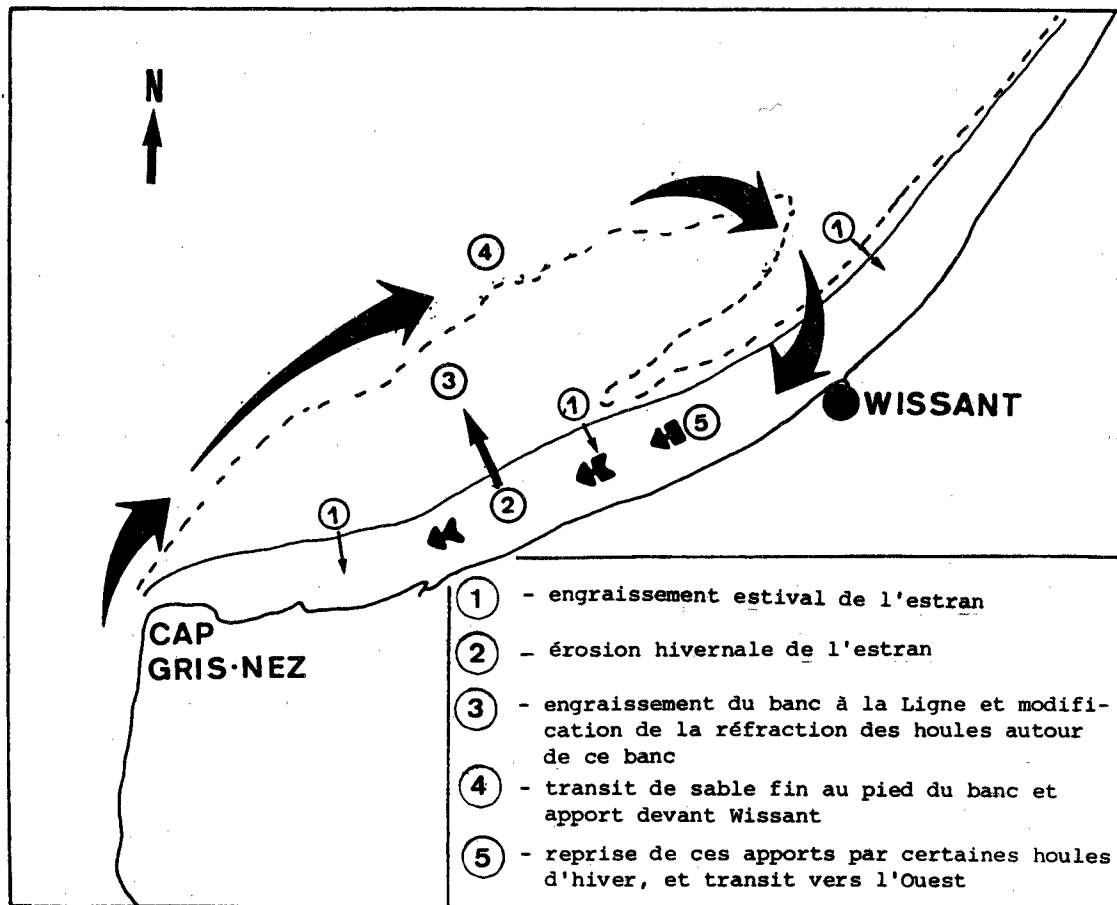


Fig.35.- Hypothèse de cycle hydrosédimentaire en baie de Wissant.

L'hypothèse d'une semi-fermeture hydrosédimentaire de la baie de Wissant en période hivernale se dessine donc. Toutefois, des arguments supplémentaires sont à rechercher, surtout en domaine infratidal. Un suivi saisonnier du niveau et de l'extension tridimensionnelle du banc à la Ligne, avec évaluation des volumes sédimentaires déplacés, et la comparaison avec les volumes enlevés par l'érosion sur l'estran doivent être envisagés. Des traçages fluorescents ou radioactifs, d'une part entre estran et petits fonds, d'autre part au large du banc à la Ligne, deviennent indispensables pour vérifier les transits sédimentaires. La connaissance de la nature précise des sédiments marins au large de la baie de Wissant, et de leur organisation en bancs sédimentaires s'avère indispensable pour comprendre les interactions existant entre l'estran et le domaine immergé.

De même, des plans de vagues, effectués pour les divers régimes météorologiques permettront de vérifier ou non la modification de la réfraction des houles.

Au niveau de l'estran et du trait de côte, plusieurs problèmes subsistent : pourquoi observe-t-on la succession d'une zone en érosion à l'W de la baie, d'une zone en accumulation devant Wissant, puis d'une nouvelle zone en érosion à l'E de la dune d'Amont ? Le banc à la Ligne est-il seul responsable de ce phénomène ? Comment se déroule, entre hiver et été, la mise en place d'une nouvelle morphologie d'estran estivale ? Les études entreprises à la suite des investigations rassemblées dans le présent mémoire permettront peut-être de répondre à ces questions.

- BIBLIOGRAPHIE -

- BELLESORT B., 1983 .- Facteurs dynamiques intervenant sur l'évolution du littoral et des fonds marins. *Coll. ASTEO* (Groupement Interprofessionnel pour l'Exploitation des Océans). Paris.
- BRIQUET A., 1906 .- Notes sur quelques formations quaternaires du littoral du Pas-de-Calais. *Ann. Soc. géol. Nord*, XXXV : 211-236.
- BRIQUET A., 1930 .- Le littoral du Nord de la France et son évolution morphologique. *Thèse Etat*, 484 p., A. Colin, Paris.
- CAILLEUX A. et TRICART J., 1959 .- Initiation à l'étude des sables et galets. *C. D. U.*, 3 T, Paris.
- CALINE B., 1982 .- Le secteur occidental de la baie du Mont St Michel (morphologie, sédimentologie et cartographie de l'estran). *Documents du B. R. G. M.*, 42 : 250 p.
- CLIQUE P. M., 1980 .- Catalogue sédimentologique de la frontière belge à la baie de Somme. E. D. F. - L. N. H. (Laboratoire National d'Hydraulique).
- DELATTE C., MERIAUX E. et WATERLOT M., 1973 .- *Guide géologique régional : Région du Nord*. 175 p., Masson éd.
- DUTERTRE A.-P., 1926 .- Les formations quaternaires du bassin de Wissant (Pas-de-Calais). *Ann. Soc. géol. Nord*, LI : 260-265.
- FRIEDMANN G.-M., 1962 .- On sorting, sorting coefficients, and the lognormality of the grain-size distribution of sandstones. *J. Geol.*, 70 : 737-753.
- JELGERMA S. *et al.*, 1970 .- The coastal dunes of the Western Netherlands, geology, vegetational history and archeology. *Meded. Rijks Geol. Dienst*, n. s. 21 : 93-167.
- MAUPAS A., 1977 .- *Courants de marée*. Editions cartographiques maritimes. 14 p.
- MORTIER R. et BOËLS M., 1980 .- The morphological evolution of the littoral region in Wissant. *Bull. Ass. franç. Etude du Quaternaire*, 1-2 : 41-45.
- MORZADEC-KERFOURN M.-T. et DELIBRIAS G., 1972 .- Analyses polliniques et datation radio-carbone des sédiments quaternaires prélevés en marche centrale et orientale. *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, 79 : 160-165.
- MUNAUT A.-V. et GILOT E., 1977 .- Recherches palynologiques et datation <sup>14</sup>C dans les régions côtières du Nord de la France. *Bull. Ass. franç. Etude du Quaternaire*, 52 : 17-25
- PAVAGEAU C., 1983 .- Rapport littoral. *Direction départementale de l'Équipement*. 59 p.
- RIVIERE A., 1977 .- *Méthodes granulométriques - Techniques et interprétations*. 170 p., Masson.
- SOMME J., 1975 .- *Les plaines du Nord de la France et leur bordure - Etude géomorphologique*. T. 1 : 810 p., T. 2 : 187 p. Librairie Honoré Champion, Paris.
- SOMME J., 1979 .- Le Quaternaire et l'environnement de l'homme préhistorique. *Rev. Archéologia*, n° 137.

Autres documents consultés :

- Atlas of the seas around the British Isles. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food.
- I. G. N. : Photographies aériennes de 1949, 1957, 1963, 1976, 1977, 1979, 1981. (Echelles variant de 1/25 000, 1/125 000).
- I. G. N. : Cartes topographiques à 1/50 000, 1/25 000 et 1/10 000.
- O. N. F. (Office National des Forêts) Région Aquitaine : Dunes et forêts littorales de Gascogne. Mars 1979, 29 p.
- S. H. O. M. (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine) : Cartes marines de 1902, 1949, 1972, 1973, 1975, 1977.



- LISTE DES FIGURES -

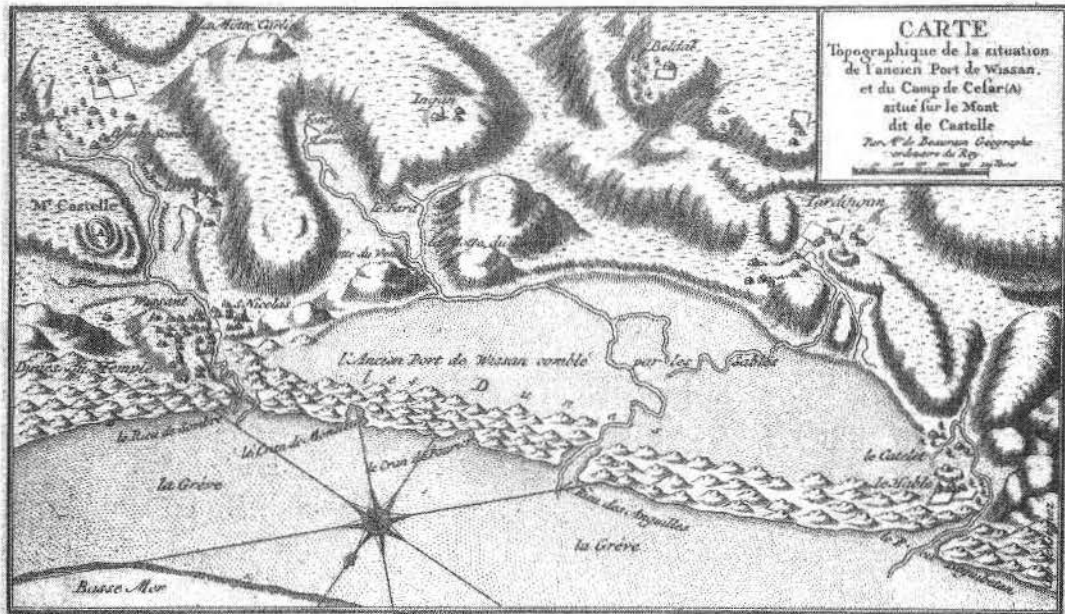
	Page
Fig. 1 .- Situation géographique .....	1
Fig. 2 .- Coupe théorique des carrières du Fart .....	2
Fig. 3 .- Schéma géomorphologique du littoral de Wissant .....	3
Fig. 4 .- Chronostratigraphie du Quaternaire .....	4
Fig. 5 .- Coupes transversales du marais de Tardinghen .....	5
Fig. 6 .- Marnage moyen .....	6
Fig. 7 .- Vitesse maximale, en noeuds, des courants de marée .....	6
Fig. 8 .- Rose des vents annuelle à Boulogne-sur-Mer .....	8
Fig. 9 .- Roses des vents saisonnières à Boulogne-sur-Mer .....	8
Fig. 10 .- Type de recul de la côte au Nord de la dune d'Amont .....	11
Fig. 11 .- Morphologie de l'estran et des dunes aux abords de Wissant	12
Fig. 12 .- Profil de la dune d'Amont .....	12
Fig. 13 .- Profil estival de l'estran .....	14
Fig. 14 .- Profil détaillé d'une barre sableuse d'estran .....	14
Fig. 15 .- Variation saisonnière de l'orientation des chenaux .....	15
Fig. 16 .- Evolution saisonnière du profil de l'estran face à la dune du Châtelet .....	17
Fig. 17 .- Profil hivernal de l'estran devant : 1) la dune d'Aval 2) la dune d'Amont ...	18
Fig. 18 .- Influence de l'érosion de la haute-plage sur la distance de la laisse de haute-mer au pied de dune .....	19
Fig. 19 .- Extension du cordon de galets de Tardinghen .....	20
Fig. 20 .- Variations saisonnières de la hauteur du cordon de galets .	21
Fig. 21 .- Indices d'hétérométrie des galets du site 1 .....	23
Fig. 22 .- Incidence des houles à la côte : 1) cas général 2) cas de certaines houles d'hiver .....	24
Fig. 23 .- Profil idéal d'une dune littorale .....	25
Fig. 24 .- Profils transversaux de la dune d'Aval .....	26
Fig. 25 .- Situation des radiales d'échantillonnage .....	29
Fig. 26 .- Indice d'asymétrie et forme de la courbe de fréquence .....	30
Fig. 27 .- Variations du grain moyen d'Ouest en Est de la baie, à dif- férentes périodes de l'année .....	33
Fig. 28 .- Variations saisonnières du grain moyen dans chaque secteur de la baie .....	35
Fig. 29 .- Variations saisonnières du pourcentage des fractions granu- lométriques extrêmes, à l'Ouest de la baie .....	37
Fig. 30 .- Variations saisonnières du pourcentage des fractions granu- lométriques extrêmes, devant Wissant .....	38

	Page
Fig. 31 .- Variations saisonnières du pourcentage des fractions granulométriques extrêmes, à l'Est de la baie .....	39
Fig. 32 .- Position des échantillons prélevés dans la dune d'Aval et à la limite dune d'Aval - dune du Châtelet .....	42
Fig. 33 .- Profil bathymétrique de la dune au pied du banc à la Ligne, devant Tardinghen .....	45
Fig. 34 .- Déplacements du banc à la Ligne .....	46
Fig. 35 .- Hypothèse de cycle hydrosédimentaire en baie de Wissant ...	48
Tabl. 1 .- Distance de la côte aux isobathes 0, -5, -10 et -20 m en différents points du littoral .....	10
Tabl. 2 .- Correspondance entre $S_0$ et le classement du sédiment .....	30
Tabl. 3 .- Valeurs du grain moyen, de $S_0$ et $S_k$ des sables d'estrans voisins de Wissant .....	40

PLANCHE I

PHOTO 1 : Carte topographique de la région de Wissant au 18ème siècle.  
(collection personnelle P. CORSIN ).

PHOTO 2 : Erosion de la dune d'Amont.  
Au premier plan : bancs de tourbe.  
(photo A. P. DUTERTRE ; 1926 ;  
collection personnelle P. CORSIN).



1



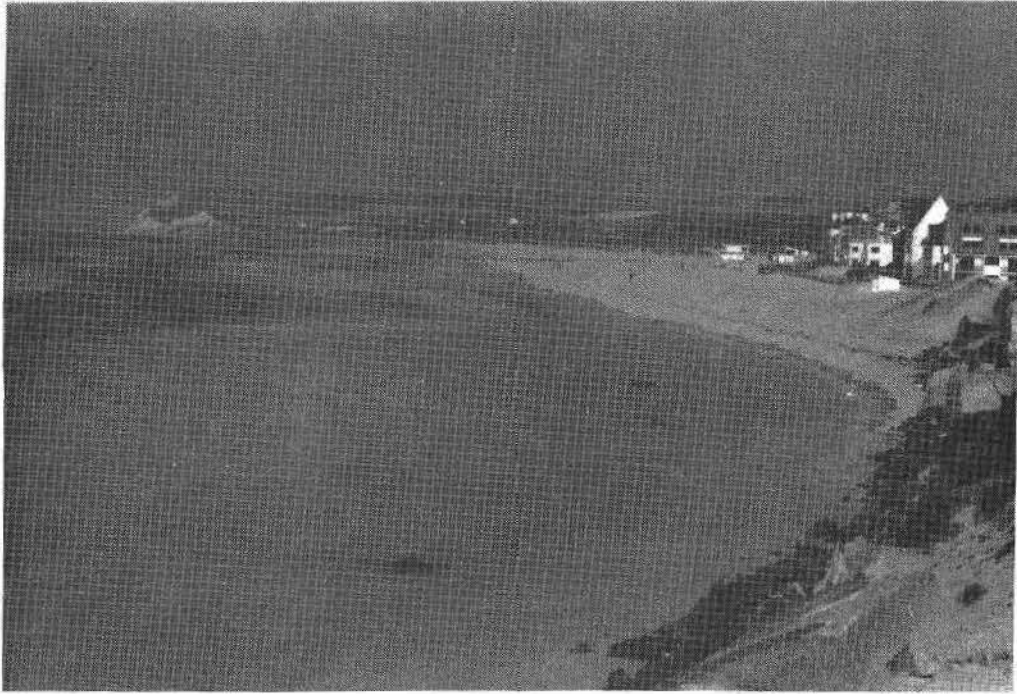
2

PLANCHE II

PHOTO 3 : Niveau de la laisse de haute-mer de vives-eaux aux abords de Wissant.

- Au premier plan : le mur de l'Atlantique affouillé par les eaux.
- Au second plan : devant Wissant et la dune d'Amont, la laisse de haute-mer n'atteint pas le rivage.

PHOTO 4 : Vue de la brèche ouverte dans le mur de l'Atlantique.



3



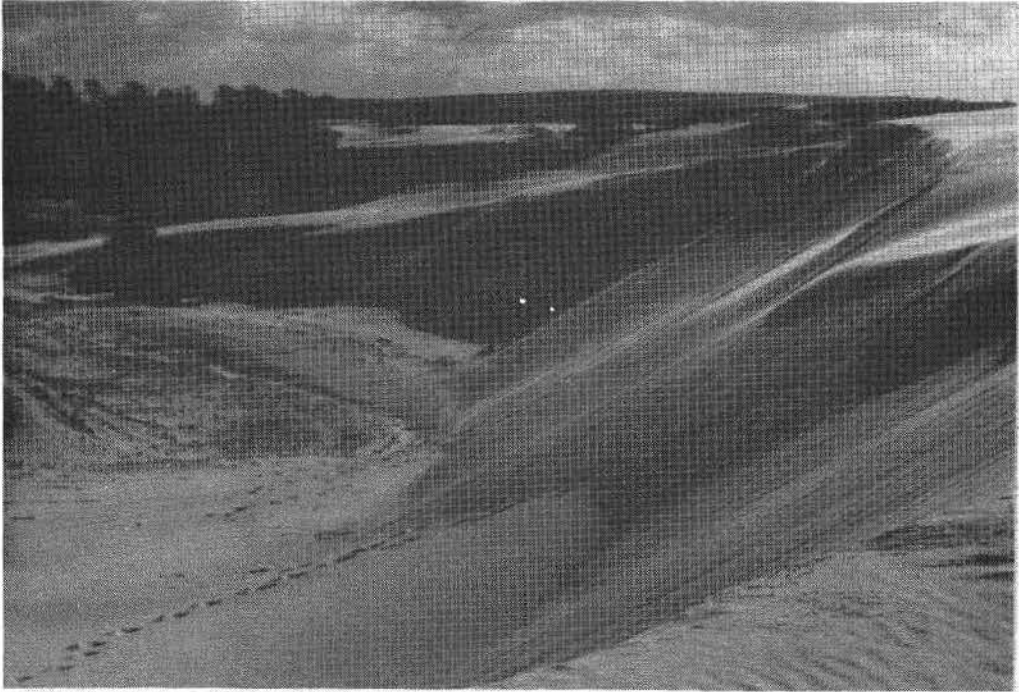
4



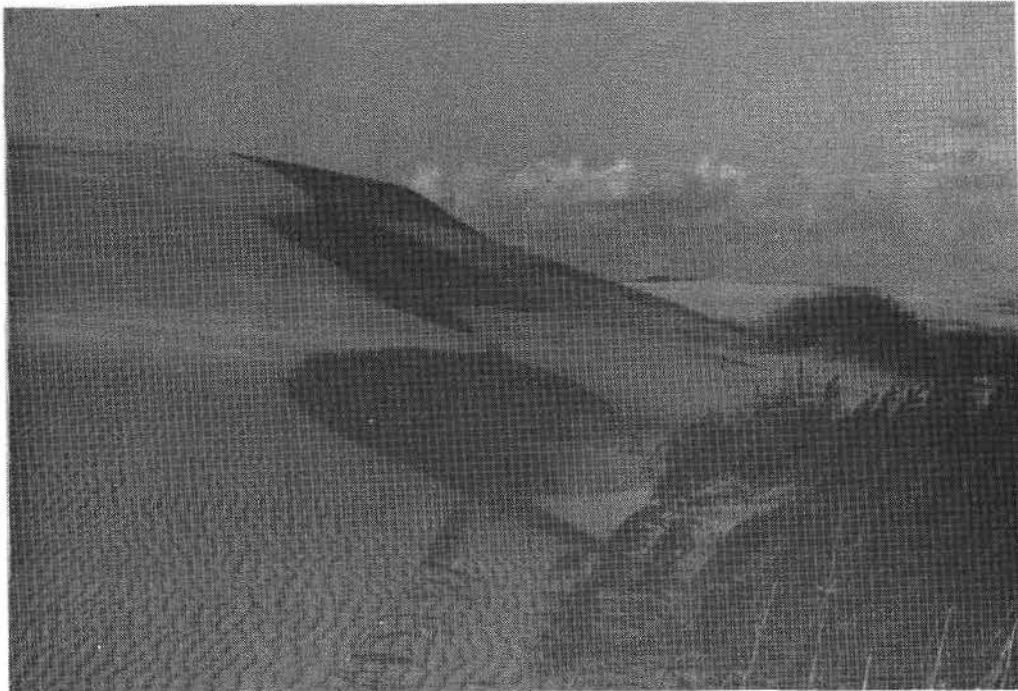
PLANCHE III

PHOTO 5 : Aspect du front de la dune d'Aval au Sud de Wissant.

PHOTO 6 : Avancée des barkhanes vers le marais de Tardingen.  
Les roseaux émergent du sable dunaire.



5



6

**AUTRES DOCUMENTS - NOTES PRÉSENTÉES  
AU SÉMINAIRE D'AMBLETEUSE,  
SEPTEMBRE 1985**

# ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE DU LITTORAL DE WISSANT

par

P. CLABAUT, H. CHAMLEY et C. BECK

Université de Lille I

Laboratoire de Sédimentologie et Géochimie

## INTRODUCTION

La baie de Wissant est située entre le Cap Gris-Nez au SW et le Cap Blanc-Nez au NE. Dans sa partie W, l'estran et le cordon dunaire qui le borde sont instables et font l'objet d'érosions ou de sédimentations spécifiques. Afin d'identifier et d'expliquer les phénomènes responsables de l'évolution du trait de côte, phénomènes particulièrement importants sur le plan de l'environnement et de la protection du littoral, deux types d'approches sont envisagées :

- l'observation directe du terrain et des variations morphologiques saisonnières ;
- les analyses, au laboratoire, de sédiments prélevés à différentes périodes de l'année.

## I - PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Les formations quaternaires de la baie de Wissant sont limitées au S et à l'E par une falaise fossile au pied de laquelle s'étend le marais de Tardinghen. Cette petite plaine maritime est isolée du domaine marin par un cordon dunaire qui comprend la dune du Châtelet, la dune d'Aval et la dune d'Amont. Vers le large, s'étend, selon la direction des courants de marée, un banc sableux appelé "Banc à la Ligne".

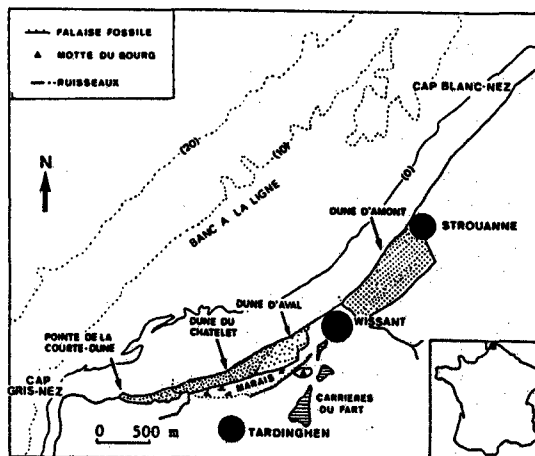


fig.1: Situation et géomorphologie simplifiée de la baie de Wissant.

## II - OBSERVATION DES VARIATIONS MORPHOLOGIQUES SAISONNIERES

### 1) PHENOMENES EOLIENS

#### a) Erosion de l'estran

Sur cette vaste étendue sableuse, les vents forts de secteur SW entraînent des quantités importantes de sédiment de l'estran vers le NE. En raison de la courbure du trait de côte, ce sable vient engraisser la dune d'Amont.

III - ANALYSES GRANULOMETRIQUES

En baie de Wissant, le grain moyen des sables diminue depuis le haut-estran (300-315  $\mu\text{m}$ ) en direction du niveau inférieur de l'estran (190-200  $\mu\text{m}$ ). Ceci suggère l'existence d'un hydrodynamisme décroissant depuis la côte vers le large.

L'ensemble des 190 échantillons prélevés est bien à très bien classé (le "Sorting Index"  $S_o$  de Trask varie de 1,05 à 1,21) et symétrique par rapport à la médiane (le skewness  $S_k$  varie de 0,86 à 1,14).

a) Variation du grain moyen d'W en E de la baie

Les variations du grain moyen entre pied de dune et bas-estran, homogènes sur l'ensemble de la baie en août 1983, ont évolué différemment dans chaque secteur au cours de l'hiver 1983-1984.

Si le grain moyen est resté stable à l'E de la baie lors des 3 échantillonnages, on a noté une nette diminution devant Wissant dès octobre, puis à l'W de la baie en février 1984 ; ceci malgré un renforcement des conditions météorologiques d'août à février.

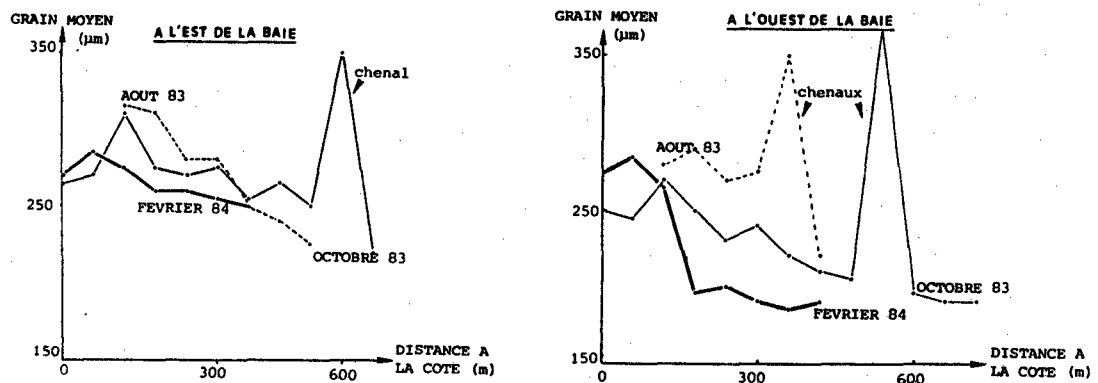
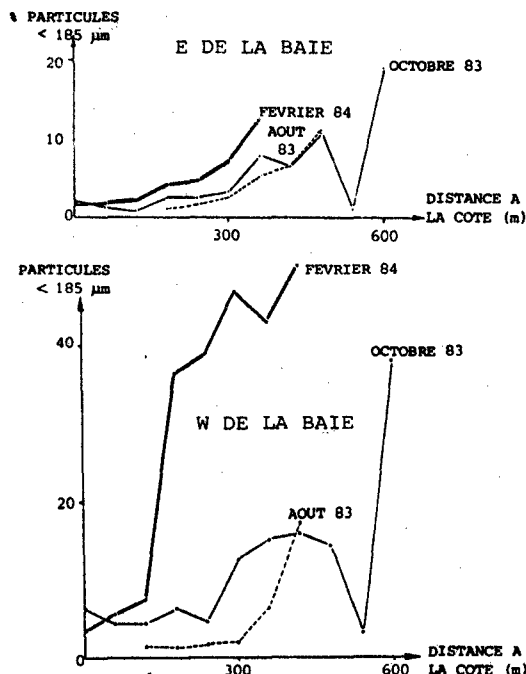


fig.3: variations saisonnières du grain moyen en baie de Wissant.

b) Variations saisonnières de chaque fraction granulométrique

Parmi les différentes classes granulométriques, seules les plus fines (100 à 185  $\mu\text{m}$ ) ont montré une variation importante, autant entre les différentes radiales que d'un échantillonnage au suivant (fig. 4) :



- A l'E de la baie, le pourcentage de particules inférieures à 185  $\mu\text{m}$  augmente faiblement du pied de dune vers le bas-estran. Cette augmentation est assez constante lors des 3 échantillonnages.
- Devant Wissant, l'augmentation vers le large est faible en août, puis plus forte en octobre et février, à partir d'une distance à la côte de 300 m.
- A l'W de la baie, le pourcentage de particules inférieures à 185  $\mu\text{m}$  augmente fortement en février, à partir d'une distance à la côte faible

fig.4: Variations saisonnières du % de particules inférieures à 185  $\mu\text{m}$ .

## b) Erosion dunaire

Avant sa fixation (printemps 1985), la dune d'Aval, totalement déstabilisée, envahissait les zones voisines : l'avancée du front dunaire vers le lotissement situé au S de Wissant a été de 6 m en 24 h de tempête.

Vers l'W, en bordure de la dune du Châtelet, la couverture végétale discontinue permet une déflation éolienne à la périphérie des peuplements, qui détermine des "couloirs" d'érosion.

## 2) PHENOMENES MARINS

### a) En domaine intertidal

Le renforcement hivernal de l'hydrodynamisme entraîne un aplatissement et une érosion importante de l'estran (fig. 2). Ce phénomène saisonnier met à l'affleurement des bancs de tourbe, sur une hauteur maximale à l'W de la baie (1,5 m), et décroissante vers Wissant. Ceci traduirait un hydrodynamisme décroissant d'W en E.

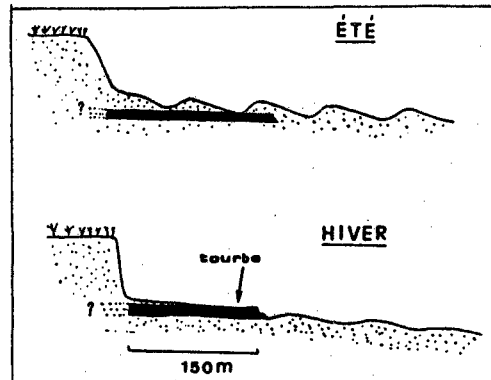


fig.2: Evolution saisonnière du profil de l'estran.

Ces bancs de tourbe et le cordon de galets de Tardinghen, préalablement dégagés, tendent à protéger le pied de dune de l'action des houles.

### b) Au niveau du trait de côte

D'après l'évolution du trait de côte au cours de l'hiver 1983-1984, on a défini 3 zones (fig. 5) :

- α) Au NE de la dune d'Amont, le recul de côte est de 0,5 m/an.
- β) Devant la dune d'Amont et la digue de Wissant, on a un engraissement.
- γ) Au SW de la digue, l'érosion est très active : la dune d'Aval recule de 10 m/an ; la bordure de la dune du Châtelet de 2 m/an. Vers l'W, l'érosion est plus faible.

Ainsi, la vitesse de recul du pied de dune, dépourvue de variation continue au long de la baie de Wissant, n'apparaît pas en accord avec le gradient d'hydrodynamisme défini précédemment. Ceci souligne l'importance de la morphologie et du degré de fixation au front de dune sur la résistance à l'action des houles, et la liaison étroite entre érosion marine littorale et érosion dunaire.

### c) En conditions hydroclimatologiques exceptionnelles

Pendant l'hiver 1983-1984, les cinq tempêtes responsables du recul du trait de côte ont eu lieu par faible coefficient de marée. Par contre, le 23 novembre 1984, la conjonction de vents violents (166 km/h au Cap Gris-Nez) et d'une pleine mer de vive-eau a entraîné un recul de côte plus important : 17 m au niveau de la dune d'Aval ; 10 m au niveau de la dune du Châtelet, avec un début de pénétration du cordon dunaire (l'une des 6 brèches provoquées par la mer avait une profondeur de 100 m).

Ceci souligne la fragilité du milieu lors de conditions hydrodynamiques exceptionnelles, et le risque de rupture du cordon dunaire.

#### IV - CONCLUSION

La dynamique sédimentaire actuelle de la baie de Wissant est marquée par deux types de phénomènes, éolien et marin, étroitement liés. En domaine intertidal, un gradient hydrodynamique décroissant d'W en E détermine une érosion maximale à l'W de la baie. Paradoxalement, dans cette partie de la baie, le grain moyen du sable diminue en hiver. On peut donc évoquer l'hypothèse d'une semi-fermeture hivernale de la baie de Wissant : l'érosion de l'estran viendrait engraisser le Banc à la Ligne, qui constituerait un obstacle à la propagation des houles. Celles-ci tendraient à pivoter autour de l'extrémité NE du banc, et viendraient s'amortir à l'W de la baie, induisant une atténuation de l'hydrodynamisme et une diminution du grain moyen des sédiments.

Les études actuelles (prélèvements de sédiment, courantologie, sonar latéral et bathymétrie) ont pour but de définir la dynamique du domaine marin et ses relations avec les phénomènes littoraux.

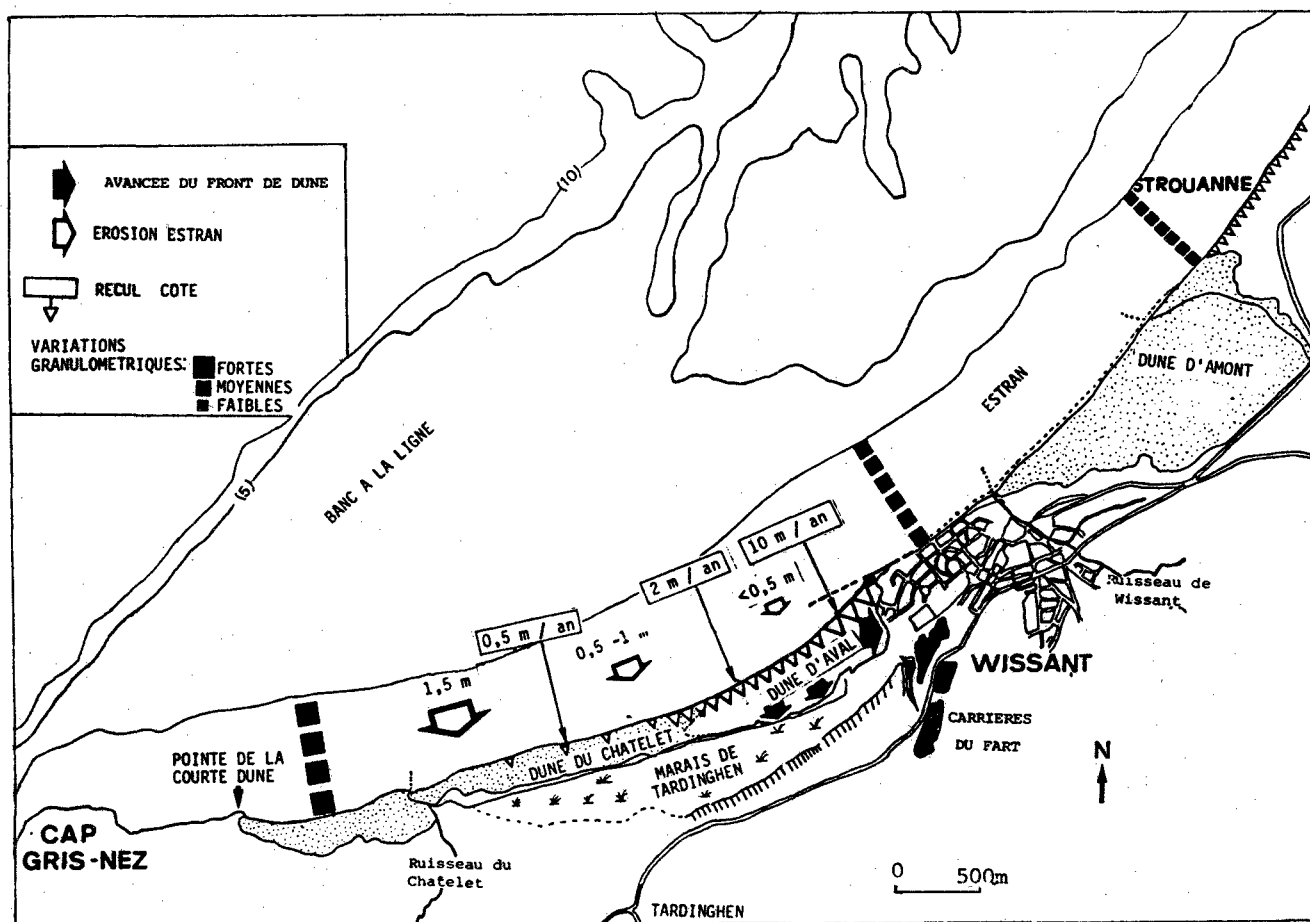


fig.5:BAIE DE WISSANT :Morphologie et dynamique littorales.

(Les valeurs indiquées sont celles de l'hiver 1983-1984).



## REPARTITION DES FORMATIONS SUPERFICIELLES

AU LARGE DE BOULOGNE SUR MER

(Cap Gris-Nez -Baie d'Authie)

par claude AUGRIS\* et philippe CLABAUT\*\*

(\*) IFREMER- Centre de BREST -DERO- GM .

(\*\*) Laboratoire de Sédimentologie et Géochimie  
Université de LILLE 1

### I- Objet de l'étude:

La convention de coopération Région Nord - Pas-de-Calais - IFREMER prévoit le soutien prioritaire de quatre thèmes de recherche. L'un d'entre eux a pour objet la mise en valeur de sites exploitables de sables et graviers marins. Dans cet objectif, diverses techniques ont été mises en oeuvre par IFREMER, lors de deux missions à la mer (Avril 1984- N/O PELAGIA; Août 1985- N/O CRYOS):

- Le sonar à balayage latéral, qui donne la représentation de la forme et de la nature des fonds marins.
- La sismique-réflexion, qui permet de déterminer l'épaisseur des sédiments et la morphologie du substratum.
- Le sondage bathymétrique.
- Le vibrocarottage permet un échantillonnage vertical de plusieurs mètres de sédiment.

L'ensemble des routes et des prélèvements est repéré grâce au système de radio-navigation SYLEDIS, mis en oeuvre par GENAVIR.

### II- Cadre géographique:

Les limites de la zone d'étude correspondent aux limites administratives de la région, c'est à dire respectivement à la frontière belge (NE), et à la baie d'Authie (S).

Vers l'W et le NW, la zone est limitée par le rail de navigation pour des raisons, d'une part, de sécurité (les navires scientifiques remorquent des engins à faible vitesse), d'autre part, d'impossibilité d'exploitation d'agrégats dans ce secteur. Vers l'E et le SE, le domaine côtier n'est accessible aux navires utilisés qu'au-delà de l'isobathe 10 mètres.

Ainsi délimitée, la zone d'étude occupe une superficie de 700 km<sup>2</sup> environ.

### III- Organisation générale de la façade boulonnaise:

#### III.1- De la baie d'Authie à Boulogne-sur-Mer:

Cette zone est marquée par 3 bancs sableux, de direction NNE-SSW, parallèles aux courants de marée et à la côte (fig. 1).

D'Ouest en Est, on trouve les bancs du Vergoyer, de la Bassure de Baas et de la Battur, qui culminent à environ 5m sous le zéro des cartes marines. Ces 3 bancs sont nettement dissymétriques: ils présentent une pente faible vers le large, et une pente plus forte vers la côte. Entre les bancs s'étendent de grandes dépressions allongées dont la couverture sédimentaire est seulement composée d'une faible épaisseur de cailloutis.

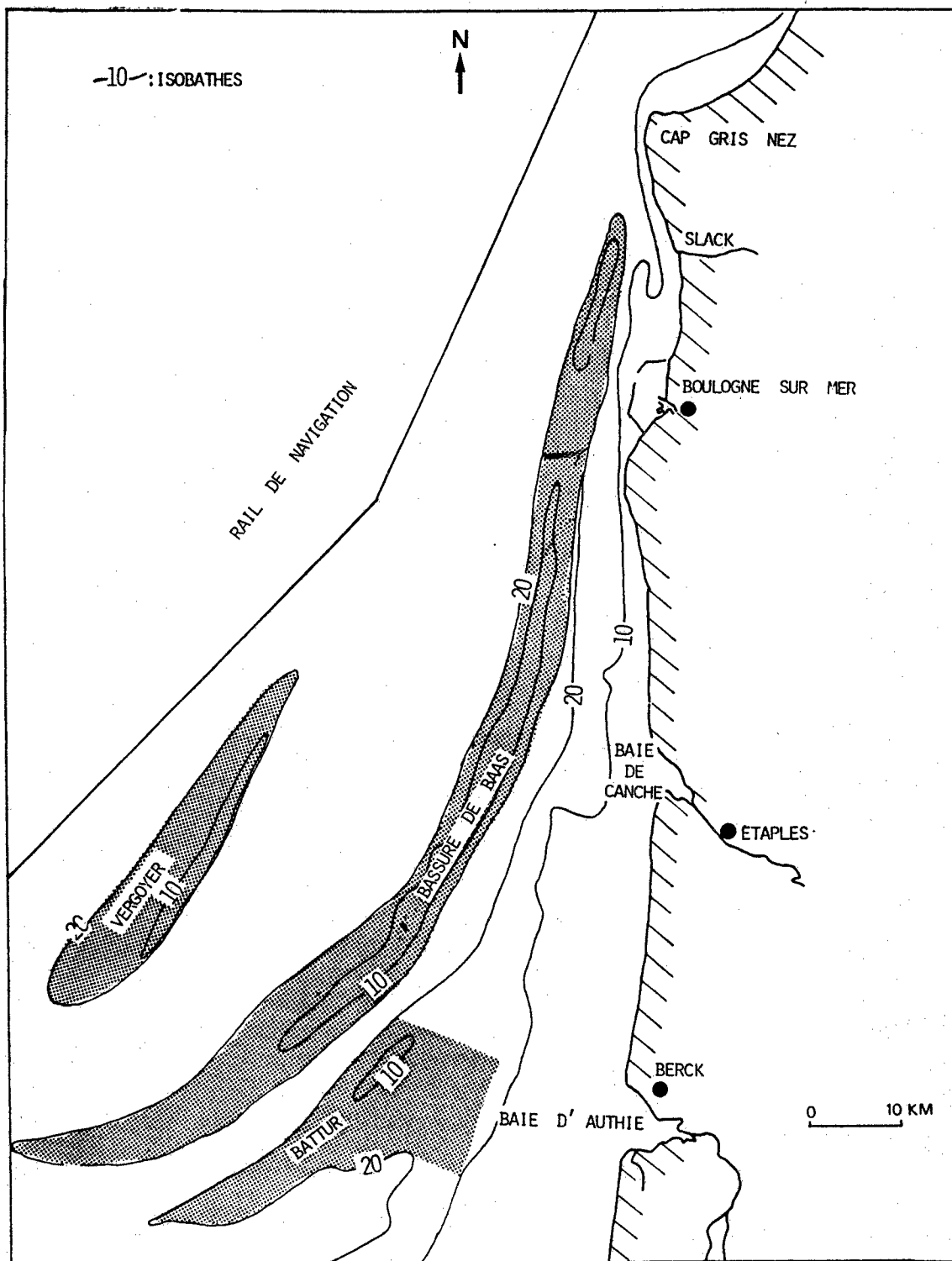


FIG.1: Organisation générale de la façade Boulonnaise.

### III.2- De Boulogne-sur-Mer au Cap Gris-Nez:

L'originalité de cette zone réside dans la présence d'un seul banc sableux, la Bassure de Baas, qui vient se souder au domaine côtier vers le Sud, aux abords de Boulogne-sur-Mer, et s'atténue au Nord devant Ambleteuse.

### IV- Les apports des missions "sonar latéral-bathymétrie" de 1984 et 1985:

La mise en oeuvre du sondeur bathymétrique et du sonar à balayage latéral apporte une vision plus détaillée des ensembles sédimentaires et de leur organisation.

#### IV.1- Au niveau des bancs sableux:

Les profils bathymétriques effectués selon une direction W-E, c'est à dire transversalement aux bancs, ont permis de préciser le caractère dissymétrique des bancs. A titre d'exemple, sur le banc du Vergoyer (fig. 2), la pente est de 1,5% environ vers le large et de 3% vers la côte.

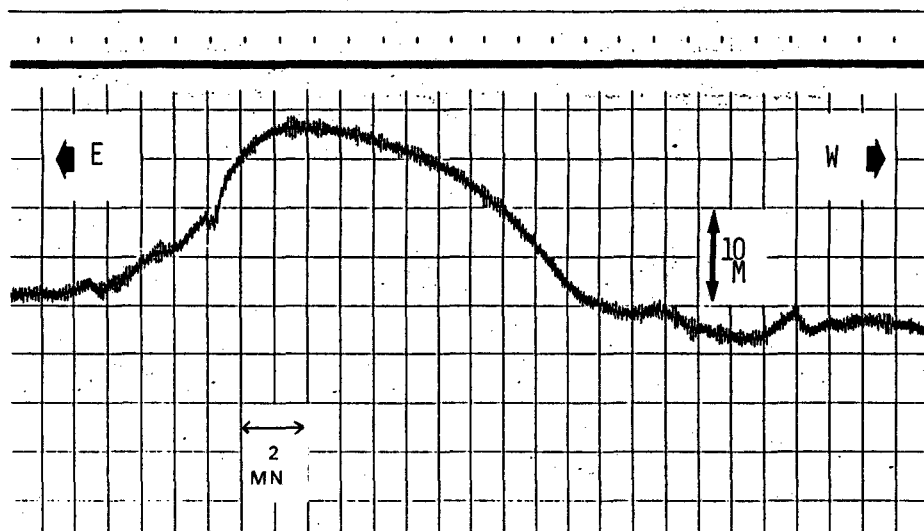


Fig.2: Profil bathymétrique du banc du Vergoyer

Par ailleurs, des figures sédimentaires différentes apparaissent sur les deux faces du banc. Alors que la face orientée vers la côte, plus abrupte, est pauvre en figures sédimentaires, la face vers le large, à pente plus faible, présente de nombreuses figures de courant, le plus souvent orientées vers le Nord, dans le sens de la résultante des courants de marée. Selon leur longueur d'onde, elles sont réparties en 3 ensembles:

- Des mégarides (vagues de sable), dont la hauteur peut atteindre 6 à 10 mètres, sont caractérisées par une longueur d'onde de 100 à 400 mètres.
- Des rides de courant de longueur d'onde de 10 à 15 mètres sont fréquentes sur la face externe des bancs.
- Des rides de courant de longueur d'onde inférieure ou égale à 5 mètres se rencontrent à la base de cette face externe, en pied de banc.

Au sein des interbancs à faciès généralement caillouteux existe un vaste domaine sableux. A partir des indices relevés lors de la mission d'Avril 1984, on a pu définir, entre les bancs du Vergoyer et de la Bassure de Baas, un vaste champ de mégarides. Celui-ci s'étend de la latitude de Berck à celle du cap d'Alprech, au Sud de Boulogne-sur-Mer, sur une largeur de 2 à 4 km, et comporte des structures pouvant atteindre 12 m de haut (fig.3).

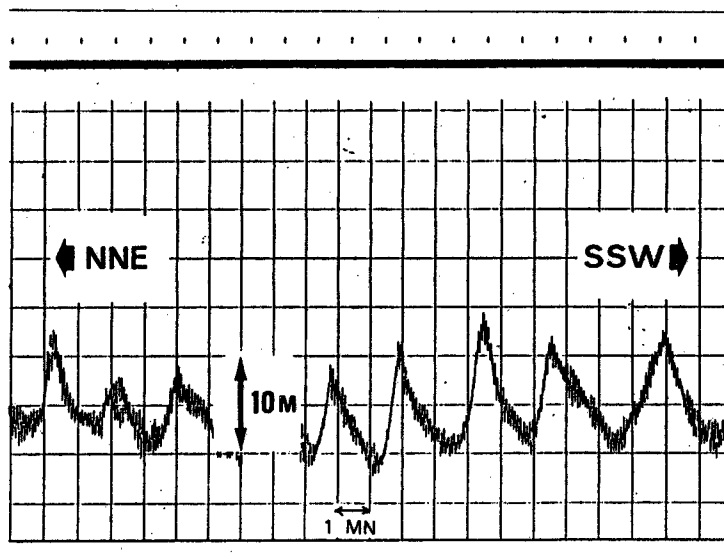


FIG.3: Profil bathymétrique de mégarides de sable

#### IV.2- Les phénomènes associés:

Ils se présentent sous forme de rubans sableux, d'orientation générale NNE-SSW, couverts ou non de rides de courant. Ils n'ont été observés qu'entre Boulogne-sur-Mer et Ambleteuse, en périphérie de la Bassure de Baas, et leur présence semble liée aux courants de marée, plus violents à l'approche de la zone de resserrement entre les côtes françaises et anglaises.

#### IV.3- Le substratum rocheux:

Devant Boulogne-sur-Mer, les affleurements du substratum rocheux sont épars, de petite taille, et ne présentent pas de structures particulières.

Par contre, aux abords immédiats du Cap Gris-Nez, la roche affleure de manière continue et structurée (fig.4). Elle présente des alignements de direction N-S et marque le prolongement en mer des falaises jurassiques du Cap Gris-Nez.

#### V- Conclusions:

Les résultats de la récente campagne à la mer (Août 1985) complètent ceux de 1984, et permettront, grâce aux 1200 km de profils sonar réalisés, d'établir une cartographie précise de la couverture sédimentaire du plateau continental de la région Nord - Pas-de-Calais, et d'en connaître les principaux phénomènes dynamiques.

Les images indirectes acquises sur la forme, la structure et la nature des fonds sous-marins doivent maintenant être étalonnées par un échantillonnage précis de sédiments, pour les différents faciès reconnus. Cela permettra de caler les images bathymétriques et sismiques, d'aboutir à une cartographie précise, et d'éviter des erreurs possibles d'interprétation. En effet, dans certains cas, une confusion reste possible. C'est le cas des réponses acoustiques sonar de fonds caillouteux et vaseux, identiques en raison de leur uniformité.

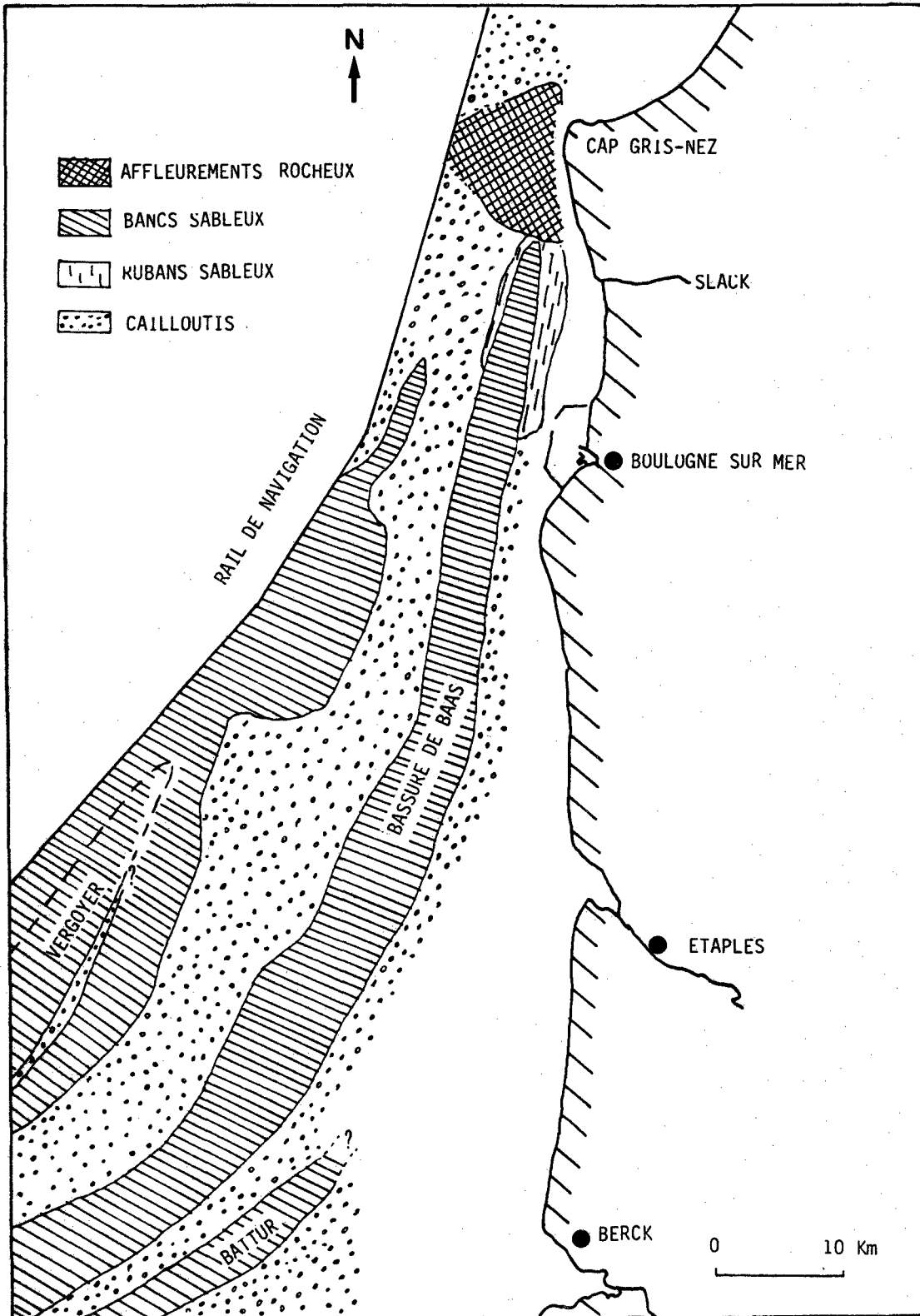


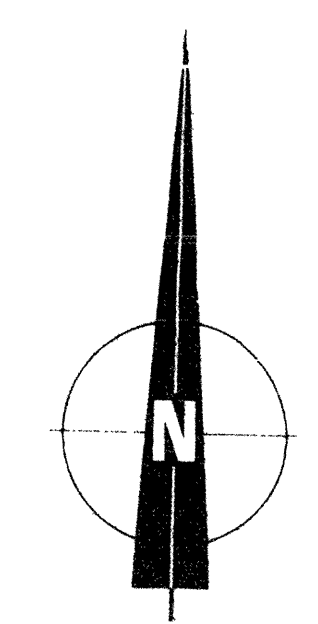
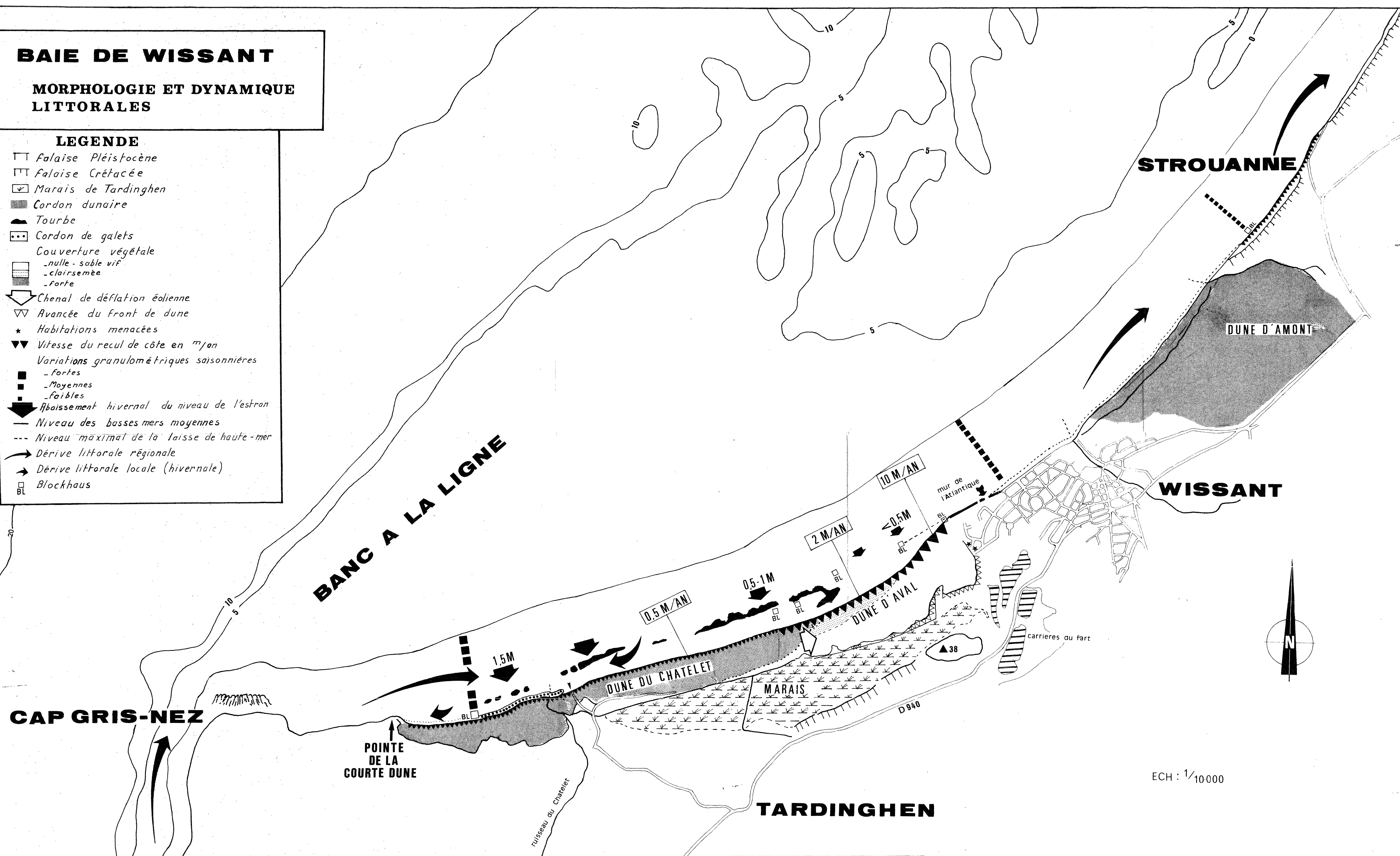
FIG.4 : Cartographie simplifiée des faciès reconnus .

# BAIE DE WISSANT

## MORPHOLOGIE ET DYNAMIQUE LITTORALES

### LEGENDE

- Falaise Pléistocène
- Falaise Crétacée
- Marais de Tardinghen
- Cordon dunaire
- Tourbe
- Cordon de galets
- Couverture végétale**
- nulle -sable vif
- clairsemée
- forte
- Chenal de déflation éolienne
- Avancée du front de dune
- Habitations menacées
- Vitesse du recul de côte en m/an
- Variations granulométriques saisonnières**
- fortes
- Moyennes
- faibles
- Abaissement hivernal du niveau de l'estran
- Niveau des basses mers moyennes
- Niveau maximal de la laisse de haute-mer
- Dérive littorale régionale
- Dérive littorale locale (hivernale)
- Blockhaus



ECH : 1/10000