

**DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT
ET DE L'AMENAGEMENT LITTORAL**

***LUTTE CONTRE L'EROSION LITTORALE
A L'ECHELLE REGIONALE***

par

Béatrice PERSON



R.INT.DEL/93.15/BREST

IFREMER - Brest

Département d'Environnement Littoral

LUTTE CONTRE L'EROSION LITTORALE

A L'ECHELLE REGIONALE

- Béatrice PERSON -

Juin 1993

Responsables scientifiques : JL. MAUVAIS
P. BASSOULET

Tuteur scientifique : LR. LAFOND

Ecole Pratique des Hautes Etudes

LABORATOIRE DE GEOMORPHOLOGIE

**LUTTE CONTRE L'EROSION DU LITTORAL
A L'ECHELLE REGIONALE**

- SOMMAIRE -

	Pages
INTRODUCTION.....	6
PARTIE I : L'EROSION DU LITTORAL A TRAVERS 5 EXEMPLES	
1 ^{er} exemple : <u>la Baie de Wissant</u>	
1/ LE CONTEXTE	
1.1/ ORIGINALITE DU SITE.....	9
1.2/ CADRE MORPHOLOGIQUE.....	10
1.3/ ACTION DES AGENTS DYNAMIQUES	
1.3.1/ LES VENTS.....	11
1.3.2/ L'AGITATION.....	11
1.3.3/ LES COURANTS DE MAREE.....	11
2/ CONSTAT D'EVOLUTION DU LITTORAL	
2.1/ MOUVEMENTS ET BILAN SEDIMENTAIRES	
2.1.1/ CARACTERISTIQUES GRANULOMETRIQUES.....	12
2.1.2/ LES MOUVEMENTS SEDIMENTAIRES.....	12
2.1.3/ CAS DES BANCS SABLEUX.....	12
2.2/ LES PROBLEMES D'EROSION PROPREMENT DITS.....	14
3/ LE PROCESSUS D'EROSION.....	16
4/ AVENIR DU SITE ET LUTTE CONTRE L'EROSION	
4.1/ EVOLUTION PROBABLE DU SITE DANS LES CONDITIONS ACTUELLES.....	17
4.2/ COMMENT LUTTER CONTRE L'EROSION.....	17

2^{eme} exemple : La Tranche sur Mer

1/ LE CONTEXTE	
1.1/ ORIGINALITE DU SITE.....	19
1.2/ CADRE MORPHOLOGIQUE.....	19
1.3/ ACTION DES AGENTS DYNAMIQUES	
1.3.1/ LES VENTS.....	20
1.3.2/ L'AGITATION.....	21
1.3.3/ LES COURANTS.....	21
2/ CONSTAT D'EVOLUTION DU LITTORAL	
2.1/ MOUVEMENTS ET BILAN SEDIMENTAIRES	
2.1.1/ CARACTERISTIQUES GRANULOMETRIQUES.....	21
2.1.2/ LES MOUVEMENTS SEDIMENTAIRES.....	22
2.1.3/ LES DEPLACEMENTS DE STOCKS SABLEUX.....	23
2.2/ LES PROBLEMES D'EROSION PROPREMENT DITS.....	24
3/ LE PROCESSUS D'EROSION.....	25
4/ AVENIR DU SITE ET LUTTE CONTRE L'EROSION	
4.1/ EVOLUTION PROBABLE DU SITE DANS LES CONDITIONS ACTUELLES.....	26
4.2/ COMMENT LUTTER CONTRE L'EROSION	

3^{eme} exemple : La Conche des Baleines (île de Ré)

1/ LE CONTEXTE	
1.1/ ORIGINALITE DU SITE.....	27
1.2/ CADRE MORPHOLOGIQUE.....	27
1.3/ ACTION DES AGENTS DYNAMIQUES	
1.3.1/ LES VENTS.....	28
1.3.2/ L'AGITATION.....	28
1.3.3/ LES COURANTS DE MAREE.....	29
2/ CONSTAT D'EVOLUTION DU LITTORAL	
2.1/ MOUVEMENTS ET BILAN SEDIMENTAIRES	
2.1.1/ CARACTERISTIQUES GRANULOMETRIQUES.....	30
2.1.2/ LES MOUVEMENTS SEDIMENTAIRES.....	30
2.1.3/ LE CAS DU BANC DU BUCHERON.....	31
2.2/ LES PROBLEMES D'EROSION PROPREMENT DITS.....	32
3/ LE PROCESSUS D'EROSION.....	33

4/ AVENIR DU SITE ET LUTTE CONTRE L'EROSION

- 4.1/ EVOLUTION PROBABLE DU SITE DANS LES
CONDITIONS ACTUELLES.....34
- 4.2/ COMMENT LUTTER CONTRE L'EROSION.....34

4^{eme} exemple : La Palmyre

1/ LE CONTEXTE

- 1.1/ ORIGINALITE DU SITE.....36
- 1.2/ CADRE MORPHOLOGIQUE.....36
- 1.3/ ACTION DES AGENTS DYNAMIQUES
 - 1.3.1/ LES VENTS.....37
 - 1.3.2/ L'AGITATION.....38
 - 1.3.3/ LES COURANTS DE MAREE.....38

2/ CONSTAT D'EVOLUTION DU LITTORAL

- 2.1/ MOUVEMENTS ET BILAN SEDIMENTAIRES
 - 2.1.1/ CARACTERISTIQUES GRANULOMETRIQUES.....38
 - 2.1.2/ LES MOUVEMENTS SEDIMENTAIRES.....39
- 2.2/ LES PROBLEMES D'EROSION PROPREMENT DITS.....42

3/ LE PROCESSUS D'EROSION.....42

4/ AVENIR DU SITE ET LUTTE CONTRE L'EROSION

- 4.1/ EVOLUTION PROBABLE DU SITE DANS LES
CONDITIONS ACTUELLES.....43
- 4.2/ COMMENT LUTTER CONTRE L'EROSION.....43

5^{eme} exemple : Le Cap Ferret

1/ LE CONTEXTE

- 1.1/ ORIGINALITE DU SITE.....45
- 1.2/ CADRE MORPHOLOGIQUE.....45
- 1.3/ ACTION DES AGENTS DYNAMIQUES
 - 1.3.1/ LES VENTS.....46
 - 1.3.2/ L'AGITATION.....46
 - 1.3.3/ LES COURANTS DE MAREE.....47

2/	CONSTAT D'EVOLUTION DU LITTORAL	
2.1/	CARACTERISTIQUES GRANULOMETRIQUES.....	47
2.2/	MOUVEMENTS ET BILAN SEDIMENTAIRES	
2.2.1/	MOUVEMENTS SEDIMENTAIRES AUTOUR DE LA FLECHE DU CAP FERRET.....	48
2.2.2/	CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES DU BASSIN D'ARCACHON.....	49
2.2.3/	LES PASSES EXTERIEURES.....	50
3/	LE PROCESSUS D'EROSION.....	51
4/	AVENIR DU SITE ET LUTTE CONTRE L'EROSION	
4.1/	EVOLUTION PROBABLE DU SITE DANS LES CONDITIONS ACTUELLES.....	52
4.2/	COMMENT LUTTER CONTRE L'EROSION.....	52

PARTIE II : QUE RETENIR DES ETUDES DE CAS ? - CONCLUSIONS

1/	COMPARAISON DES SITES ET SYNTHESE	
1.1/	LES CAUSES D'EROSION	
1.1.1/	LES ATTAQUES DIRECTES DE L'OCEAN.....	53
1.1.2/	L'ACTION EOLIENNE DIRECTE.....	54
1.1.3/	LA PRESENCE D'UN OBSTACLE SEDIMENTAIRE.....	54
1.1.4/	LA PRESENCE D'UN CHENAL LONGEANT LA COTE...	54
1.1.5/	LA FORMATION D'UNITES MORHO-SEDIMENTAIRES..	54
1.2/	LES MOYENS DE LUTTE CONTRE L'EROSION ET L'AVENIR	
1.2.1/	CE QUI A ETE FAIT JUSQU'A PRESENT.....	55
1.2.2/	LES TRAVAUX EN COURS OU EN PROJET.....	56
1.2.3/	D'AUTRES SOLUTIONS SONT-ELLES ENVISAGEABLES ?.....	57
1.2.4/	CONCLUSION.....	58
1.3/	LES INTERETS EN JEU ET L'URGENCE D'AGIR	
1.3.1/	L'INTERET SOCIAL.....	59
1.3.2/	L'INTERET ECONOMIQUE.....	60
1.3.3/	L'INTERET ECOLOGIQUE.....	60
1.4/	LES COUTS FINANCIERS.....	61
1.5/	CONCLUSION.....	63
2/	L'INTERET D'UNE APPROCHE REGIONALE ET SES LIMITES	
2.1/	EVITER DES AMENAGEMENTS INCONSIDERES.....	64
2.2/	PROTEGER PAR DES AMENAGEMENTS DYNAMIQUES PLUTOT QUE STATIQUES.....	64

2.3/ LES LIMITES DE L'APPROCHE REGIONALE.....	65
3/ RECOMMANDATIONS EN MATIERE DE LUTTE CONTRE L'EROSION	
3.1/ CONDITIONS POUR QU'UNE ETUDE REGIONALE SOIT EFFICACE.....	66
3.2/ CONDITIONS A RESPECTER LORS DE LA MISE EN OEUVRE D'UNE LUTTE CONTRE L'EROSION	
3.2.1/ MESURES PREVENTIVES.....	67
3.2.2/ RECHARGEMENT DES PLAGES PAR DES PRODUITS DE DRAGAGES.....	67
3.2.3/ MISE EN PLACE D'OUVRAGES DE DEFENSE.....	68
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	70
LISTE DES FIGURES.....	73

- INTRODUCTION -

Actuellement le pourcentage des côtes meubles en voie d'érosion atteint 20 à 40% selon les pays. En France la majeure partie du littoral recule et la plupart des zones meubles perdent environ 0.2 à 0.5 m/an.

Lorsque l'Homme, par des aménagements inconsidérés, n'est pas la cause première de l'érosion, celle-ci s'explique par l'action des facteurs naturels sur la milieu :

La remontée progressive du niveau marin est de l'ordre de 1.5 à 2 mm/an, ce qui correspond à une perte de sédiments de 1 à 3 m³/ml/an (SOGREAH, 1990).

L'agitation engendre des mouvements sédimentaires dans les profils de plage prélevant 50 à 500 m³ de sable par mètre linéaire et par an, ainsi que des transports par dérive littorale.

Les courants et les vents, dont l'action de déflation concerne 2 à 10 m³/ml/an, jouent également un rôle important dans le déplacement des sédiments.

Sans intervention, la disparition de nombreux secteurs littoraux est donc inéluctable et l'Homme tente de lutter contre l'érosion, processus naturel qui vient menacer des zones d'habitation ou des secteurs d'intérêt économique, touristique ou écologique.

Jusqu'à présent les aménagements du littoral français en matière de lutte contre l'érosion, sont essentiellement des ouvrages statiques (épis, perrés) s'opposant à la mer.

Le schéma classique entraînant la réalisation de tels travaux est la plupart du temps le suivant : les attaques incessantes de la mer font progressivement reculer le trait de côte et finissent bien souvent lors d'une tempête, par atteindre des zones que l'Homme tient à préserver. Les communes qui constatent les faits, se sentent biensûr menacées et

demandent alors des moyens de protection avant que la situation ne devienne catastrophique.

Les travaux entrepris souvent précipitamment, représentent un palliatif à un phénomène d'érosion locale, qui peut s'avérer à plus long terme, néfaste pour l'équilibre sédimentaire du secteur.

En effet, les digues parallèles au rivage construites pour le protéger des attaques frontales de la mer, fixent le trait de côte, mais coupent les échanges entre la dune et la plage. De plus la réflexion des vagues sur la base des ouvrages ne fait qu'accentuer l'érosion de la plage.

Les épis, dont la fonction est de retenir une partie du sable qui transite sur la plage, peuvent se montrer totalement inefficaces si leur dimensionnement est incorrect ou si les mouvements dans le profil sont trop importants dans le secteur à défendre.

Le milieu peut donc être fortement perturbé lorsque les aménagements de défense réalisés ne tiennent pas compte, volontairement ou non, de l'ensemble des caractéristiques physiques du littoral.

Bien souvent les processus d'érosion ne peuvent s'expliquer uniquement par les conditions hydrodynamiques et sédimentologiques locales. Une approche régionale, lors de l'analyse d'un problème d'érosion littorale, paraît beaucoup plus appropriée.

Le but de cette étude est par conséquent, d'essayer grâce à des exemples concrets, de considérer l'érosion d'un secteur comme le résultat de l'action conjuguée de plusieurs facteurs dynamiques régissant un système plus vaste, et de ne plus se limiter à une vision conduisant à des aménagements ponctuels.

En essayant de comprendre un processus d'érosion dans son ensemble, il sera peut-être possible de lutter plus efficacement contre celui-ci en utilisant des moyens dynamiques, moins perturbateurs pour l'environnement que les ouvrages statiques.

Nous nous intéressons ici, uniquement aux causes naturelles d'érosion (tempêtes, surcotes marines, migration de bancs sableux, remontée du niveau marin, action régulière des agents hydrodynamiques...).

L'ensemble des côtes françaises offrant une très grande diversité tant sur le plan morphologique, océanographique que sédimentologique, nous avons ciblé l'étude sur les zones

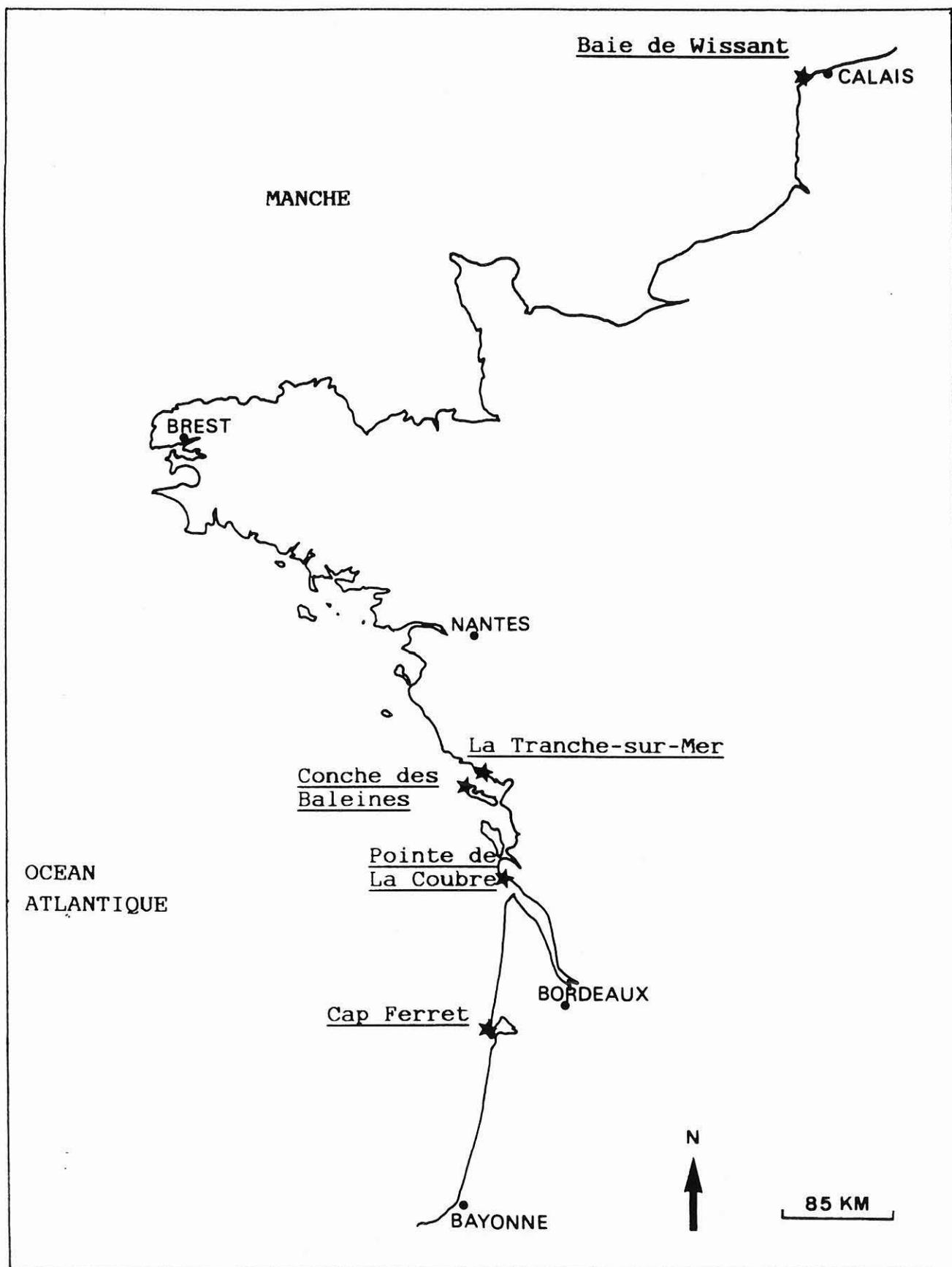


FIG.1 : LOCALISATION DES SITES ETUDIÉS

sableuses en voie d'érosion sur les côtes à marée.

Cinq sites ont été choisis (FIG.1) :

- la Baie de Wissant (Pas de Calais),
- le littoral de La Tranche-sur-Mer (Vendée),
- la Conche des Baleines à l'île de Ré (Charente-Maritime),
- la flèche de La Coubre et le côte de La Palmyre (Charente-Maritime),
- la flèche du Cap Ferret (Gironde).

Cette étude a été réalisée en 4 mois. Elle reprend par conséquent les résultats de nombreux travaux, thèses, rapports de recherche, etc, qui ont dans certains cas été complétés par des informations plus récentes.

Les caractéristiques et processus d'évolution de chaque site feront l'objet d'une première partie de l'étude.

Les informations ainsi obtenues permettront dans un second temps de faire un inventaire des méthodes utilisées pour protéger le littoral, et de montrer l'intérêt et les limites d'une approche régionale dans la lutte contre l'érosion. Ceci devrait nous amener à faire un certain nombre de recommandations en matière de protection du littoral.

PARTIE I :

L'EROSION DU LITTORAL A TRAVERS

5 EXEMPLES

1^{er} exemple : *LA BAIE DE WISSANT*

1/ LE CONTEXTE :

1.1/ ORIGINALITE DU SITE :

La Baie de Wissant est limitée au SW par le cap Gris-Nez, au NE par le cap Blanc-Nez (FIG.2). La plage s'est constituée vers la fin de la transgression flandrienne (-7500/-5000 ans BP), par le dépôt de sables marins et la mise en place d'un cordon dunaire a isolé du milieu marin, une zone marécageuse, le marais de Tardinghen.

Le bilan sédimentaire négatif de la Baie de Wissant résulte de l'action des différents agents dynamiques (houles, courants et vents) rendue plus complexe par la présence d'une dune hydraulique qui s'étend entre le cap Gris-Nez et Wissant : le Banc à la Ligne.

L'originalité du site tient en fait à la complexité des phénomènes sédimentaires côtiers, due aux relations qui existent entre l'évolution du Banc à la Ligne et celle du littoral de Wissant. Cette zone est donc caractérisée par une nette différence entre la dynamique sédimentaire de la baie et celle du large.

Il faut noter la présence entre le cap Gris-Nez et Dunkerque, de 13 bancs sableux dont le Banc à la Ligne. Les autres bancs sont les bancs de Calais (bancs de Calais et bancs de la Rade) et les bancs du large (Dyck et Out-Ruytingen).

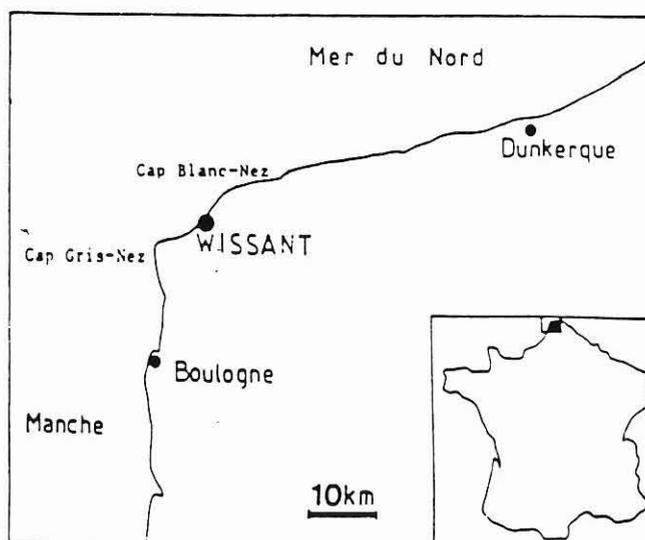


FIG.2 :
Situation géographique
de la baie de Wissant

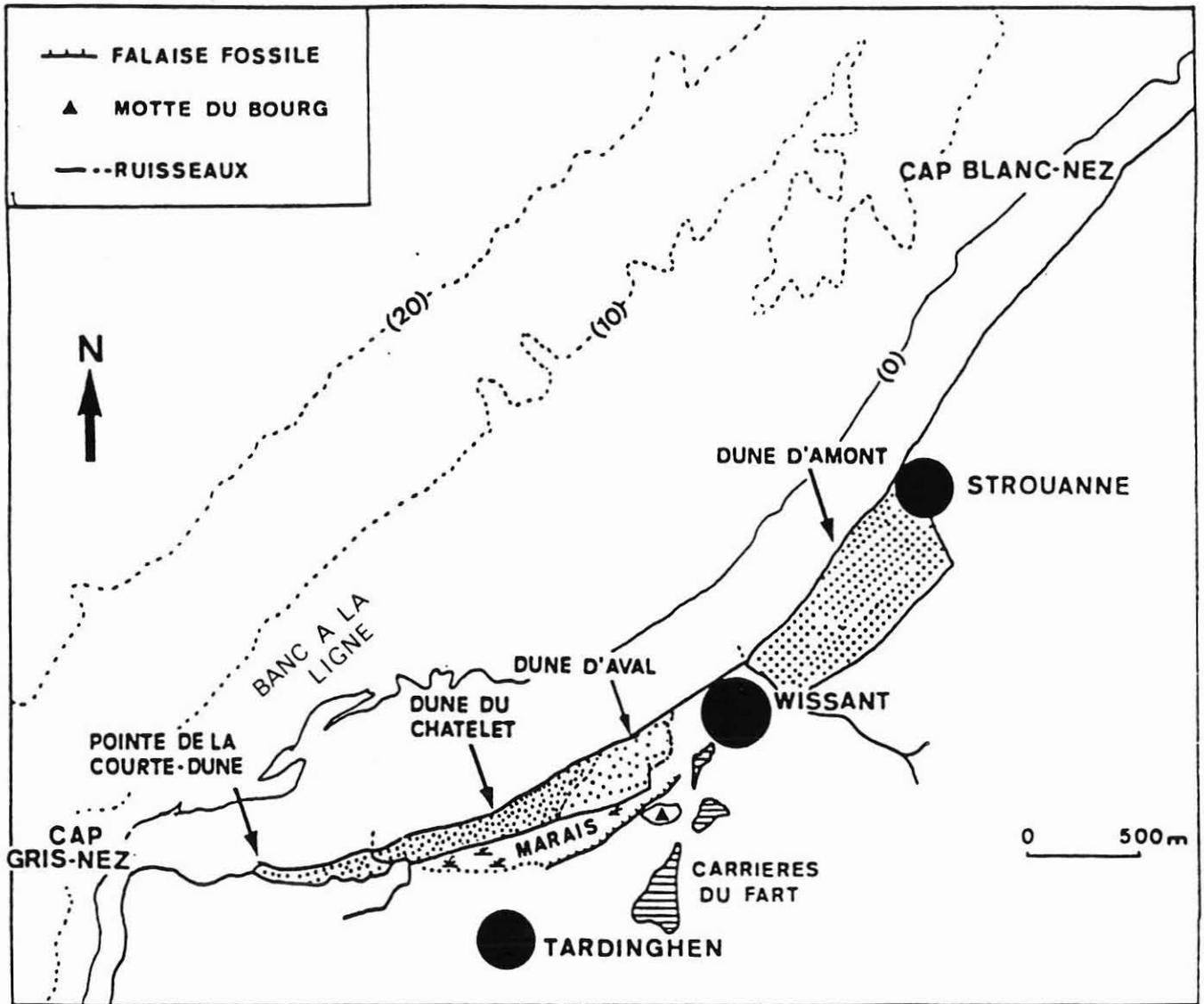


FIG.3 : SCHEMA GEOMORPHOLOGIQUE DU LITTORAL DE WISSANT

1.2/ CADRE MORPHOLOGIQUE :

La Baie de Wissant, largement ouverte vers le milieu marin est limitée d'une part côté terrestre vers le Sud et l'Est par une falaise qui culmine à 38 m et s'amortit rapidement vers le SW, d'autre part par un cordon dunaire de 6.5 km (230 ha) interrompu au niveau de l'agglomération de Wissant (FIG.3).

On distingue de l'Est vers l'Ouest :

- la dune d'Amont, située à l'Est de Wissant. Il s'agit d'une dune fixée qui peut atteindre jusqu'à 20-30 m de hauteur ;
- la dune d'Aval, à l'Ouest de Wissant, qui est par contre une dune vive. Elle subit actuellement une forte érosion ;
- la dune du Châtelet, dont le degré de fixation augmente vers l'Ouest. Sa largeur est actuellement de 80 m à l'Ouest et de 150 m à l'Est. Des buttes séparées par des couloirs creusés par l'érosion éolienne, lui donne un aspect très irrégulier.
- la Pointe de la Courte Dune, qui est la plus haute. Elle atteint partout plus de 20 m. Son érosion est très localisée et est essentiellement due à la fréquentation humaine.

Les dunes font suite à un estran très large, pouvant atteindre dans certains secteurs, 600 à 700 m de large, lors des basses mers d'équinoxe. Cet estran présente une morphologie marquée, où des barres sableuses sensiblement parallèles au rivage, sont séparées par des bâches. Ces barres sont interrompues par de nombreux chenaux d'évacuation des eaux lors du jusant.

En ce qui concerne le Banc à la Ligne, celui-ci, au cours des siècles, a progressé depuis le large vers la côte, et a finalement été raccordé au cap Gris-Nez. En 1911, il est accolé à la plage(3).

Depuis, le banc ne subit pas de mouvements latéraux importants et son extension semble peu varier(8).

(3) d'après Briquet A, 1930

(8) d'après Clabaut P, 1984

1.3/ ACTION DES AGENTS DYNAMIQUES :

1.3.1/ LES VENTS :

Les vents dominants par leur fréquence et leur vitesse, sont de secteur WSW à SSW. Ils agissent sur l'estran, vaste étendue sableuse qui constitue donc une zone de déflation importante.

Leur action sur l'estran permet l'alimentation de la dune d'Amont qui est perpendiculaire à la direction de ces vents. La dune d'Aval par contre, a une position sensiblement parallèle aux vents, et subit donc une forte érosion éolienne.

1.3.2/ L'AGITATION :

Du cap Gris-Nez à Calais, les houles portent vers le SSW. Lors des tempêtes, leur action est dominante sur le sommet du Banc à la Ligne proche de l'isobathe 0 m ainsi que sur les niveaux inférieurs de l'estran. En Baie de Wissant, les houles de tempête agissent sur des profondeurs inférieures à 5 m(9).

La houle atteint généralement le rivage selon une direction oblique. Elle provoque une dérive littorale vers le NE, dont le débit est important : $1.7 \text{ m}^3/\text{ml}/\text{jour}$ (14).

La houle est en partie responsable de l'érosion de l'estran et du recul du pied de dune. En fait, en période calme, l'estran est stable. Alors qu'en période de tempête, il évolue rapidement, l'épaisseur des remaniements sédimentaires pouvant atteindre 1 m.

1.3.3/ LES COURANTS DE MAREE :

Au large de la baie, les courants de marée ont un caractère alternatif bien marqué. On constate toutefois une diminution des vitesses de ces courants lorsque l'on s'éloigne du cap Gris-Nez ou que l'on se rapproche de la côte(14).

La vitesse des courants est fonction des coefficients de marée, mais partout dans le détroit du Pas de Calais, les courants côtiers sont supérieurs à 0.8 m/s (1.5 noeud)(29).

(9) d'après Clabaut P, 1988

(14) d'après Ifremer/Région Nord-Pas de Calais, 1987

(29) d'après Wissocq L, 1992

Le changement d'orientation de la côte au niveau du cap Gris-Nez, provoque une modification importante des courants dans la baie par rapport au courant de flot dominant (SW-NE). Cette divergence côtière s'accroît à proximité immédiate du cap en un tourbillon centré sur le sommet du Banc à la Ligne.

A l'approche de la côte, les courants sont déviés vers celle-ci. Le transit littoral qui en résulte est globalement orienté W-E, alors que sa direction au large est parallèle à la côte, c'est à dire SW-NE.

Une autre caractéristique de la Baie de Wissant est l'apparition, à la fin du flot, d'un contre courant portant au SW.

2/ CONSTAT D'EVOLUTION DU LITTORAL :

2.1/ MOUVEMENTS ET BILAN SEDIMENTAIRES :

2.1.1/ CARACTERISTIQUES GRANULOMETRIQUES :

La granulométrie des sédiments de la baie est caractérisée par l'absence d'éléments fins (<315 μm).

Il semblerait que ceci soit dû aux crêtes rocheuses du cap Gris-Nez, qui servent de "tremplin" aux matériaux fins qui mis en suspension, peuvent alors migrer directement au-delà du cap Blanc-Nez. La fraction plus grossière (315-500 μm) se dépose par contre au pied du Banc à la Ligne et transite par charriage sur le fond⁽¹⁵⁾.

2.1.2/ LES MOUVEMENTS SEDIMENTAIRES (FIG.4) :

La dynamique sédimentaire actuelle de la Baie de Wissant est relativement complexe. Elle fait intervenir :

- les courants de marée, qui génèrent un déplacement des sédiments vers le NE dans la partie orientale du Banc et un transit vers l'Ouest dans sa partie occidentale,

- les houles de tempêtes, dont l'action se traduit par des mouvements dans le profil et surtout par une dérive littorale vers le NE,

- les vents dominants, qui proviennent du SW et entraînent un transit vers le NE et une érosion de l'estran.

(15) d'après Ifremer/Région Nord-Pas de Calais, 1990

Les apports de la dérive littorale sont les seuls à alimenter la baie : les sédiments issus de la façade Ouest transitent parallèlement au pied du Banc à la Ligne en direction des bancs de Flandre.

Le transport sédimentaire en Baie de Wissant s'effectue principalement par charriage. Son débit est estimé à $0.34 \text{ m}^3/\text{ml}/\text{jour}$ (14) à l'extrémité NE du Banc à la Ligne, ce qui est assez élevé. L'épaisseur du sédiment remanié est également importante : 30 cm (14).

Des systèmes d'échanges existent entre la plage et le Banc à la Ligne.

Au niveau de l'estran, l'épaisseur de sable remanié en un cycle de marée est de l'ordre de 50 cm . Le débit total de sédiments transportés sous l'action des houles et du vent, est de $1.6 \text{ m}^3/\text{ml}/\text{jour}$ (14).

2.1.3/ CAS DU BANC A LA LIGNE :

Le Banc à la Ligne, ne semble plus se déplacer aussi rapidement qu'au cours des siècles passés mais il continue d'évoluer de façon régulière :

Ainsi, d'après une comparaison des situations de 1911 et 1975(9), le banc progresse en direction de la côte d'environ $6 \text{ m}/\text{an}$. Sa vitesse d'évolution est plus lente à l'Ouest de la baie, où sous les sables de surface existent des cailloutis qui stabilisent sans doute la structure.

D'une façon générale, l'isobathe 0 m migre vers le littoral et entraîne une réduction de la largeur de l'estran.

La partie orientale du banc s'érode fortement sur son flanc et son sommet. D'une superficie de 8 km^2 , cette zone perdrait environ 335000 m^3 de sédiments par an.

Dans la partie occidentale du banc (4 km^2) l'érosion est moins importante, elle concerne des volumes de $70000 \text{ m}^3/\text{an}$.

Le sommet du banc a tendance à s'abaisser. Ainsi entre les isobathes 0 et 5 m , la perte de matériau est d'environ $200000 \text{ m}^3/\text{an}$, ce qui correspond à une érosion verticale de $2 \text{ cm}/\text{an}$.

(14) Ifremer/Région Nord-Pas de Calais, 1987

(9) d'après Clabaut P, 1988

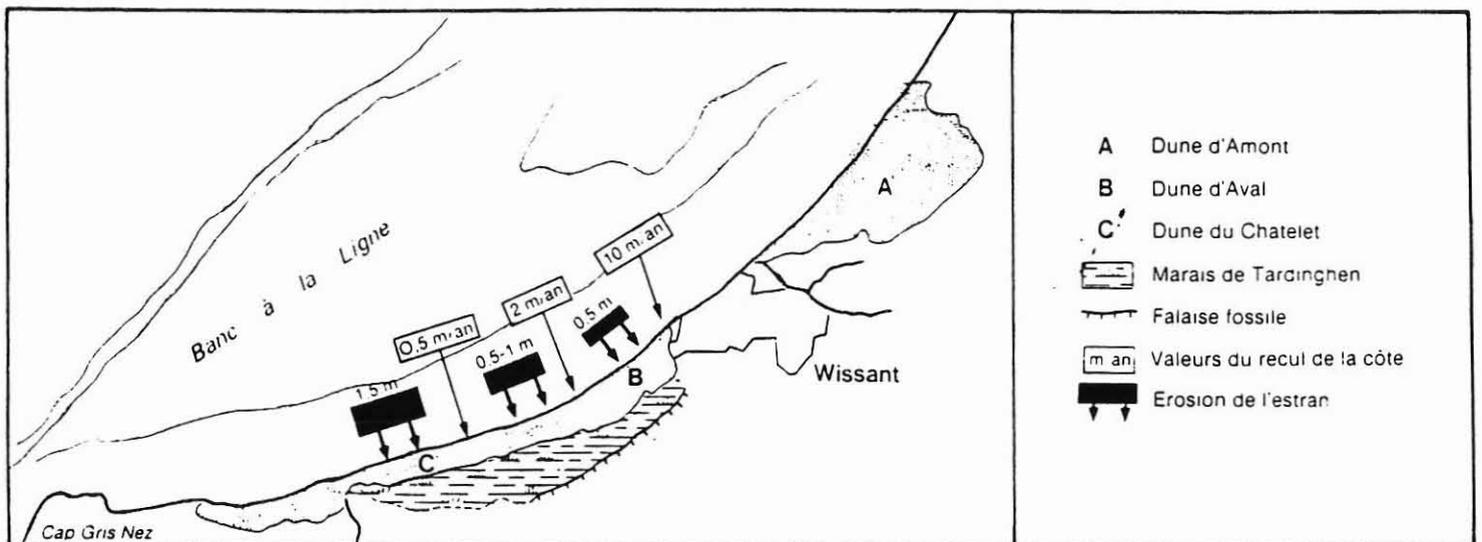


FIG.5 : EVOLUTION DU LITTORAL DE WISSANT AU COURS DE L'HIVER 1983-1984

De tous ces mouvements sédimentaires résulte une tendance continue à l'amaigrissement du stock sableux de la baie. L'alimentation n'est pas suffisante pour compenser les pertes de sédiments engendrées par les agents dynamiques. Que ce soit au niveau de la plage, du cordon dunaire ou du Banc à la Ligne, le bilan sédimentaire est donc négatif.

2.2/ LES PROBLEMES D'EROSION PROPREMENT DITS :

La vitesse de recul de la côte a été estimée à 7 m/an(6) au niveau de la dune d'Aval. La zone la plus touchée par l'érosion est comprise entre l'extrémité ouest de l'agglomération de Wissant et le centre de la baie (FIG.5).

Comme nous l'avons vu précédemment, l'érosion marine y affecte fortement le flanc et le sommet du Banc à la Ligne, à l'exception de la zone la plus côtière, occupée par un chenal.

Les niveaux inférieurs de l'estran sont également touchés et le recul de l'isobathe 0 m vers la côte est maximal au centre de la baie où il atteint 15 m/an. La tendance érosive diminue lorsque l'on se rapproche du cap Gris-Nez.

A l'Ouest de Wissant, les surfaces occupées par les bouchots sont par contre des lieux d'accumulation sédimentaires dues au ralentissement des courants par les obstacles que constituent ces bouchots. Les matériaux transportés ont alors le temps de se déposer sur le fond.

Le cordon dunaire n'échappe pas non plus à ce phénomène d'érosion, qui affecte surtout les dunes d'Aval et du Châtelet, directement soumises à l'action des houles.

Le mouvement du sable vers l'Est et le Sud a créé à l'amont des dunes, des zones très déprimées où le niveau est peu différent de la cote 4.25 m (NGF), que peut atteindre la mer lors d'une forte marée avec surcote due au vent(25).

Bien qu'il n'y ait pas de suivi régulier de l'évolution des dunes, leur recul est estimé entre 1 et 5 m/an. La dune d'Aval aurait ainsi perdu 25 à 30 ha en 100 ans(12). Au cours de l'hiver 1989-90, la mer est finalement passée derrière le massif dunaire.

(6) d'après le Catalogue sédimentologique, 1986

(25) d'après Rapport DDE 62, 1983

(12) d'après l'"Espace Naturel Régional"

Au Sud de la digue protégeant l'agglomération de Wissant, le "mur de l'atlantique" est une fortification bétonnée, haute de plusieurs mètres et sur laquelle s'appuie la dune d'Aval. L'action de la houle provoque de fortes turbulences au pied de cet ouvrage, entraînant son effondrement progressif et une érosion de la dune très importante. Le démaigrissement de la plage s'observe d'ailleurs nettement à la base des ouvrages longitudinaux.

La plage de La Sirène, située près du cap Gris Nez, montre également des signes importants d'érosion : la pénurie en sable fait apparaître la base argileuse sous-jacente. Le recul du trait de côte dans cette zone atteint encore 2m/an(26).

L'action éolienne a également une grande influence sur l'érosion de la Baie de Wissant. En effet, côté terre, l'action des vents dominants (SW) entraîne l'envahissement par la dune du Sud de Wissant, où plusieurs habitations sont menacées. La vitesse d'avancée de la dune dans ce secteur au cours d'une tempête peut atteindre 6 m(8).

La dune envahit aussi le marais arrière-littoral de Tardinghen, sous l'action des vents de NW. Lors des tempêtes de 1989-90, la côte aurait reculé d'environ 50 m dans la région de Tardinghen(29).

En résumé, l'érosion se traduit par :

- un recul du cordon dunaire, de 2 à 5 m/an en moyenne pour la dune d'Aval,
- une réduction de la largeur de l'estran pouvant atteindre 15 m/an au droit des dunes d'Aval et du Châtelet,
- un abaissement du Banc à la Ligne et des petits fonds pouvant atteindre jusqu'à 8 cm/an,
- un déplacement vers la côte du flanc du banc, décroissant de Wissant vers le cap Gris-Nez.

(26) d'après les Services Maritimes

(8) d'après Clabaut P, 1984

(29) d'après Wissocq L, 1992

3/ LE PROCESSUS D'EROSION :

La Baie de Wissant doit être considérée comme un secteur indépendant de la zone du large, comme l'indiquent d'ailleurs les directions de transports sédimentaires.

Le phénomène de recul du littoral en Baie de Wissant était déjà signalé au 14^e siècle, et a été régulièrement observé depuis. On a pu ainsi noter que l'érosion qui continue d'affecter la zone située entre Wissant et le Pointe de la Courte Dune, semble s'être déplacée du NE vers le SW depuis un siècle environ(8).

Le site subit une forte érosion marine, combinée pour la dune d'Aval à une forte érosion éolienne. Il est de plus marqué par la relation étroite qui existe entre l'évolution du Banc à la Ligne et celle du littoral. Comme il est remarqué dans le rapport IFREMER/Région Nord-Pas de Calais de 1985, le secteur infra-littoral situé immédiatement à l'Ouest de Wissant et dont l'évolution est rapide, se trouve exactement face à la zone dunaire la plus érodée (dune d'Aval).

L'érosion que l'on constate surtout au niveau du cordon dunaire, par son aspect spectaculaire, traduit en fait une dynamique littorale qui fait intervenir l'ensemble des agents dynamiques.

Les houles et les courants de marée agissent d'une part sur le Banc à la Ligne, d'autre part sur l'estran et la dune. Il résulte de leur action un départ direct de sable vers le NE. Cette perte en sable n'étant pas compensée par les apports venant de l'Ouest, le stock sédimentaire de l'ensemble du littoral s'appauvrit.

Le Banc à la Ligne joue un rôle primordial dans l'évolution du littoral. Sa présence permet l'amortissement des houles du large avant que celles-ci n'atteignent le rivage et ne l'attaquent ainsi fortement.

Par contre, la présence du chenal qui sépare le Banc à la Ligne de l'estran, ne peut que favoriser "l'arrachement" de matériaux par les courants de marée.

Les vents quant à eux, agissent sur l'estran et le cordon dunaire, en prélevant du sable. L'orientation de l'ensemble dune d'Aval / dune du Châtelet par rapport à la direction principale des transports sédimentaires, ne permet pas son alimentation.

(8) d'après Clabaut P, 1984

Malgré les nombreux facteurs dynamiques qui interviennent dans le processus d'érosion de la Baie de Wissant, son explication reste relativement simple et le résultat est un démaigrissement général du littoral (Banc à la Ligne, petits fonds, estran et dune non fixée).

4/ AVENIR DU SITE ET LUTTE CONTRE L'EROSION :

4.1/ EVOLUTION PROBABLE DU SITE DANS LES CONDITIONS ACTUELLES :

A l'Ouest de Wissant, si les conditions actuelles persistent, le profil dunaire va continuer à s'abaisser. L'érosion marine deviendra de plus en plus prédominante par rapport à l'érosion éolienne et son action risque d'entraîner progressivement la création de brèches dans le cordon dunaire. La mer pourra alors atteindre le marais de Tardinghen. Cette avancée de la mer aboutira, avec la présence du ruisseau du Phare, à l'ouverture d'un estuaire(25).

Au rythme d'érosion actuelle, la dune du Châtelet subsistera pendant 50 ans à son extrémité ouest et 25 ans à son extrémité est, plus large mais plus attaquée(25).

Dans les secteurs où la dune a encore une largeur considérable, comme l'Est de la dune d'Aval, elle continuera à reculer progressivement, envahissant les terrains situés immédiatement derrière.

Quant à la dune d'Amont qui est actuellement en voie d'engraissement(12), son évolution continuera sans doute dans ce sens.

4.2/ COMMENT LUTTER CONTRE L'EROSION ?

En 1983, dans le cadre d'un plan de protection du littoral, la DDE du Pas de Calais a proposé pour la fixation de la dune d'Aval, le programme d'intervention suivant :

1^{ère} phase : un terrassement visant principalement à dégager le lotissement.

(25) d'après Rapport DDE 62, 1983

(12) d'après l'"Espace Naturel Régional"

"Le sable sera évacué vers la mer à l'arrière de la partie effondrée du "Mur de l'Atlantique", où il contribuera par un effet de rechargement de plage, à freiner temporairement l'érosion marine. Cette opération de terrassement devra également aboutir à régulariser au maximum le profil de la dune.

2^{ème} phase : fixation de l'extrémité est de la dune d'Aval par pose de filets et par plantation et terrassement de la partie amont de la dune. Cette dernière opération vise à régulariser le profil de l'amont de la dune par aplanissement des parties hautes et rechargement des parties basses.

3^{ème} phase : fixation et plantation de la partie amont de la dune.

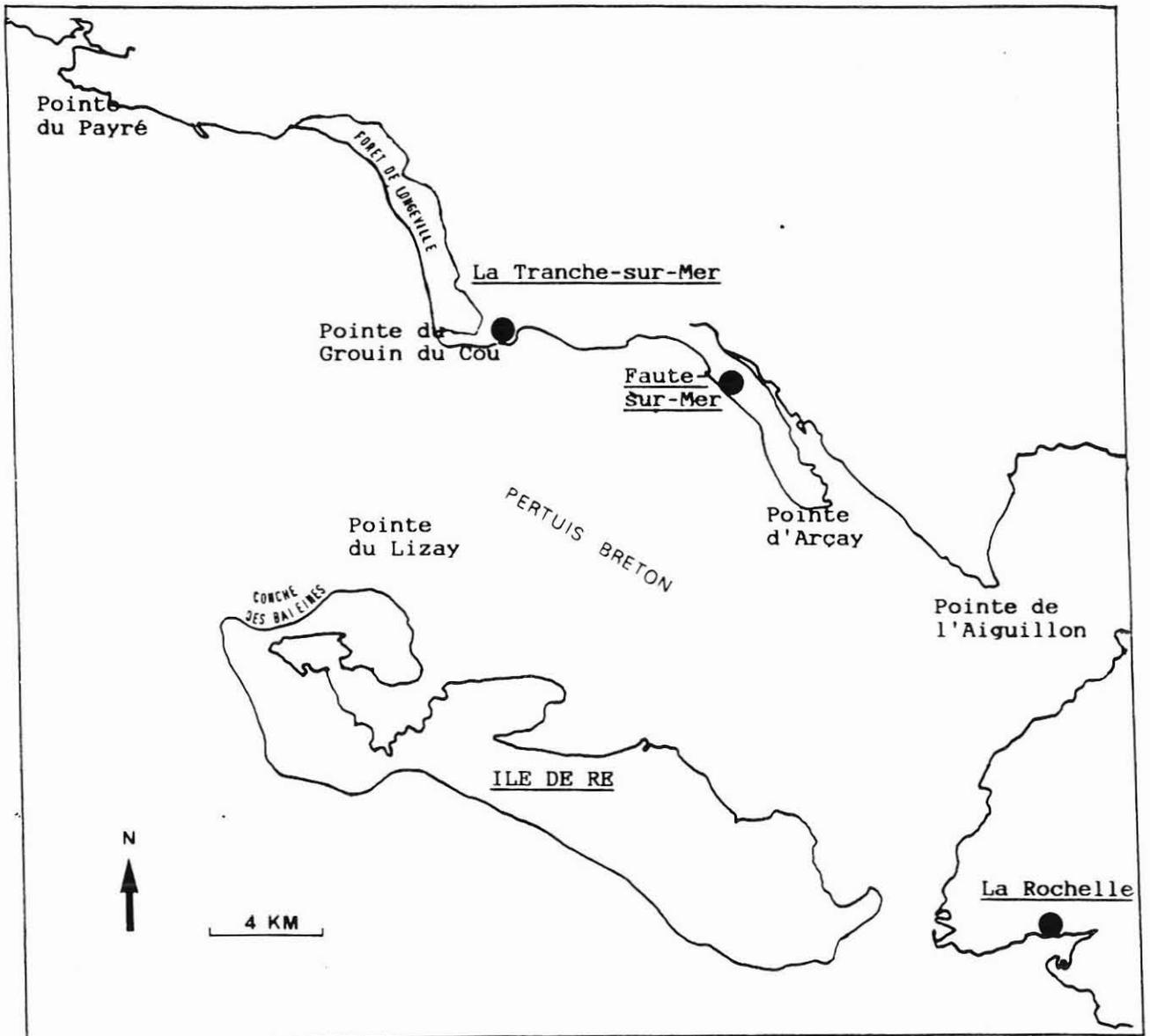


FIG.6 : SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA TRANCHE SUR MER ET DE LA CONCHE DES BALEINES

2 ^{eme} exemple : <i>LE LITTORAL DE LA TRANCHE-SUR-MER</i>

1/ LE CONTEXTE :

1.1/ ORIGINALITE DU SITE :

La Tranche-sur-Mer, station balnéaire du Sud de la Vendée (FIG.6), est située à l'Ouest de la pointe du Grouin du Cou. Son littoral s'étend d'une part vers le NNW sur 3 km, d'autre part vers l'Est sur près de 8 km.

Nous nous intéressons ici plus particulièrement à ce second secteur, situé entre la pointe du Grouin du Cou et la pointe d'Arçay, et qui est séparé de l'île de Ré par le pertuis Breton.

Le littoral de la Tranche-sur-Mer connaît actuellement des problèmes d'érosion qui nécessitent des interventions ponctuelles et fréquentes afin d'offrir un cadre agréable aux estivants.

Le besoin de protéger le littoral contre les attaques éventuelles de la mer, s'explique notamment par la présence de nombreuses habitations construites au voisinage immédiat du rivage.

L'originalité du site tient donc à la fois de son aspect urbain et de sa dynamique sédimentaire particulière. En effet, l'orientation W-E du rivage, quasiment perpendiculaire à l'orientation générale de la côte atlantique (NNW-SSE), lui évite les attaques frontales classiques de l'océan. Par ailleurs, il existe une grande mobilité des sables dans ce secteur, ce qui rend difficile le traitement de l'érosion.

1.2/ CADRE MORPHOLOGIQUE :

Au Nord de la pointe du Grouin du Cou, la forêt de Longeville occupe un cordon littoral long de 9 km sur 1 km de large. Il relie le calcaire bathonien de Longeville aux calcaires marneux de la pointe du Grouin.

La côte orientée W-E est plus rocheuse, bien qu'elle soit soit également longée par un cordon dunaire.

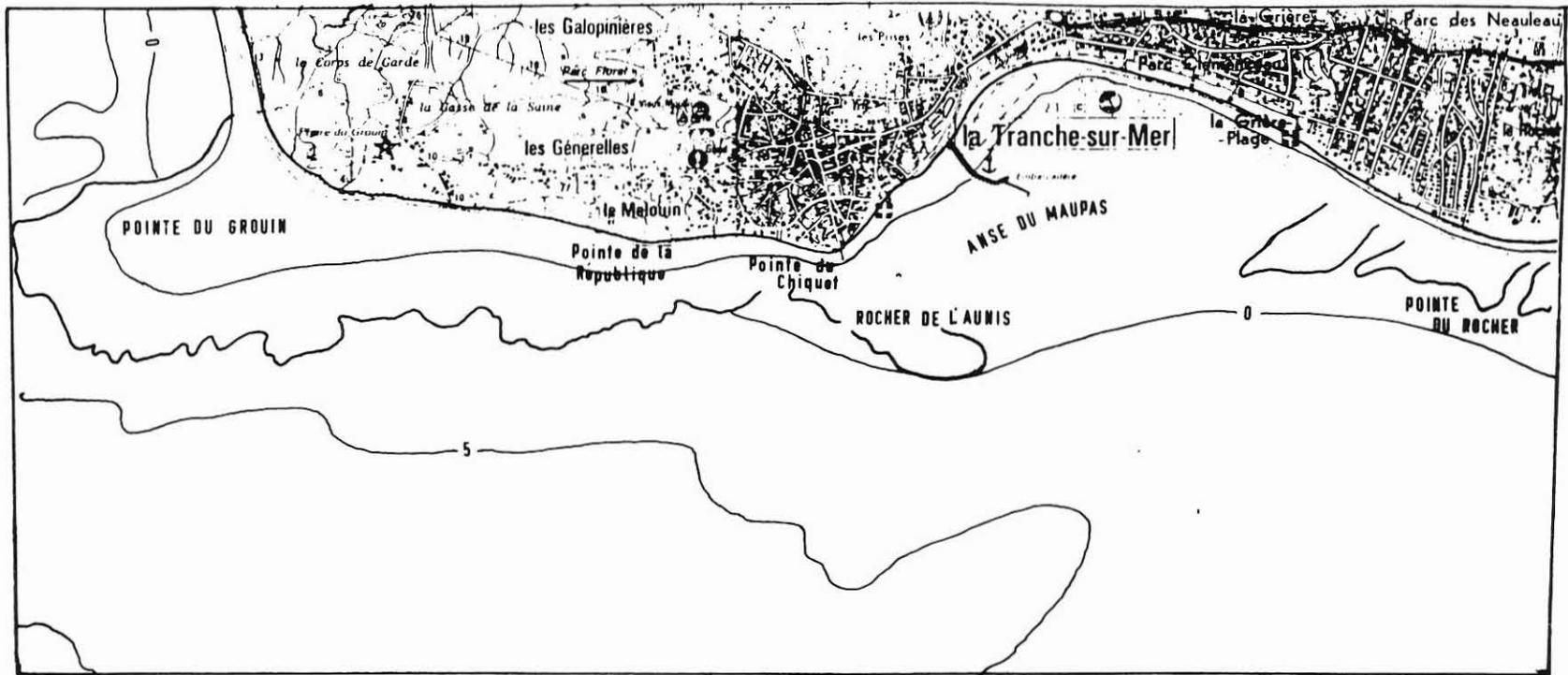


FIG.7 : LE LITTORAL DE LA TRANCHE SUR MER - CADRE GENERAL

Ainsi de l'Ouest vers l'Est, sur le bas estran, des platiers rocheux, accompagnés ou non de falaises basses sur le haut de l'estran, apparaissent à la pointe du Grouin, au Rocher de l'Aunis et à la pointe du Rocher (FIG.7). En fait, de la pointe du Grouin à l'Ouest, à celle d'Arçay à l'Est, le rivage présente une variation très progressive de la nature du substrat : en quelques kilomètres, on passe d'un platier calcaire plus ou moins ennoyé sous les sables, à des sédiments meubles de plus en plus fins.

La côte de La Tranche-sur-Mer est en grande partie protégée de l'attaque directe des houles, qui sont amorties au niveau de ces platiers rocheux.

Deux importantes flèches sableuses se sont développées en direction du SE. Il s'agit des pointes d'Arçay et de l'Aiguillon.

Sur l'ensemble de la côte, l'arrière plage est occupée par un massif dunaire. La dune bordière est selon les secteurs plus ou moins haute et large, et plus ou moins densément occupée par les villas. Les dunes ne dépassent cependant jamais 10 m de haut et s'étendent au maximum sur une largeur de 500 m au niveau de la Faute-sur-Mer, à l'Est de la Tranche-sur-Mer.

L'estran sableux dont la pente moyenne est de l'ordre de 1.5%, occupe une largeur moyenne d'environ 150 m.

Les rochers découvrants s'étendent au maximum sur 1200 m, le plus souvent leur surface ne dépassant pas une largeur de 400 m.

Quant à la zone des petits fonds, elle a une pente moyenne très faible, de l'ordre de 0.1 à 0.2%.

Les fonds marins proprement dits atteignent en général une profondeur de 10 à 20 m, sauf dans la fosse de Chevarache, située à environ 6 km au SO de la Tranche-sur-Mer et où les profondeurs peuvent atteindre 40 à 60 m.

1.3/ ACTION DES AGENTS DYNAMIQUES :

1.3.1/ LES VENTS :

Les vents les plus fréquents proviennent des secteurs NW à SW. Ce sont ceux d'WSW à NW qui dominent par leur vitesse. Les vents ont donc une action très limitée sur toute la partie du littoral qui fait face au SE, entre le Rocher de l'Aunis et la Grière.

Les vents de SW peuvent engendrer à marée haute des clapots assez importants pour menacer temporairement la côte.

1.3.2/ L'AGITATION :

Les houles océaniques arrivent généralement dans le pertuis Breton, très atténuées, et ce sont surtout les actions des mers de vents et des clapots qui jouent un rôle important pour les transports littoraux.

1.3.3/ LES COURANTS :

Les courants de marée atteignent en vives-eaux des vitesses maximales d'environ 1 m/s(7).

Sur le littoral tranchais, les courants de jusant peuvent avoir des vitesses relativement élevées, leur permettant le transport vers le large de matériaux, alors définitivement perdus pour les plages.

De l'action de l'ensemble des agents dynamiques, résulte un transit littoral dirigé globalement vers l'Est et le SE.

2/ CONSTAT D'EVOLUTION DU LITTORAL :

2.1/ MOUVEMENTS ET BILAN SEDIMENTAIRES :

La morphologie générale du rivage est classique : platiers rocheux, plages de sable, dunes. Les mouvements sédimentaires, dont le SE est la direction principale, sont cependant quelque peu compliqués par le tracé de la côte.

2.1.1/ CARACTERISTIQUES GRANULOMETRIQUES :

Entre le haut et le bas estran existe un contraste granulométrique très net.

(7) d'après le Catalogue Sédimentologique, 1987

Les sables qui forment la haute plage sont plutôt grossiers, alors que le bas estran est constitué de sables très fins(22).

Les sédiments superficiels marins se répartissent sur les fonds de la façon suivante(18) :

Entre le Rocher de l'Aunis et Faute sur mer, la frange côtière est constituée principalement de sables grossiers et de cailloutis (>0.5 mm) sur environ 3 km.

En se rapprochant de la fosse de Chevarache, la granulométrie des sables devient moyenne (0.25 à 0.5 mm).

A l'Ouest comme à l'Est du pertuis, les sédiments superficiels sont des sables fins. Plus au large, à une vingtaine de km de la pointe du Grouin du Cou, on retrouve des sables moyens.

2.1.2/ LES MOUVEMENTS SEDIMENTAIRES :

C'est l'érosion qui affecte la pointe du Grouin et la côte depuis les Sables d'Olonne, qui permet l'alimentation par l'Ouest, du littoral de La Tranche-sur-Mer.

Les sables transitent à la fois sur le haut et le bas estran. Les sables grossiers tendant à remonter le profil de plage, qui est marqué par des contrepentes dues aux accumulations sableuses. Les particules fines sont par contre entraînées par les eaux vers le bas estran. Il s'agit donc d'un système mobile dont la résultante est un transit sédimentaire vers l'Est et le SE.

L'alimentation des plages en sable, se fait donc par des mouvements qui suivent la ligne de rivage, ainsi que par des mouvements dans le profil de plage.

Les sables en transit proviennent principalement des cordons dunaires, dont l'érosion amont permet l'engraissement dans les secteurs situés en aval. Les matériaux sédimentaires qui parviennent à l'extrémité de la pointe d'Arçay forment des crochons successifs qui assurent l'allongement de la flèche. Une partie de ces sables vient ensuite alimenter la pointe de l'Aiguillon.

(22) d'après Miossec A, 1993

(18) d'après Carte du LCHF, 1987

A l'intérieur du pertuis Breton comme dans les pertuis Charentais, ce sont les mouvements en suspension qui sont prédominants. Les matériaux ainsi transportés, se déposent dans des zones calmes. 170000 m³/an se déposent dans le pertuis Breton et 750000 m³/an dans la baie de l'Aiguillon(7).

En dehors de la sédimentation en baie de l'Aiguillon, l'évolution du littoral est marquée par une progression de la pointe d'Arçay d'environ 20 m/an depuis 1824, ce qui représente une accumulation de 100000 à 150000 m³ de matériaux par an. La pointe de l'Aiguillon croît également de près de 1.3 m/an(7). Il faut toutefois noter le recul progressif des faces occidentales de ces flèches.

Globalement, le littoral de la Tranche-sur-Mer se trouve entre deux zones côtières qui évoluent différemment :

- au NW la côte vendéenne, directement attaquée par les houles océaniques et qui subit une érosion de l'ordre de 0.5 m/an(7),
- à l'Est, la pointe d'Arçay et la baie de l'Aiguillon, zones en sédimentation.

Selon la SOGREAH, le transit littoral atteint 100000 m³/an. La comparaison de photographies aériennes prises entre 1957 et 1990 montre une irrégularité des mouvements sableux devant la pointe de la République, et entre le rocher de l'Aunis et l'anse de Maupas(22).

2.1.3/ LES DEPLACEMENTS DE STOCKS SABLEUX :

L'irrégularité des mouvements sédimentaires correspond en fait au déplacement de stock sableux vers le Sud, depuis la pointe du Grouin, à des rythmes très variables dans le temps(22).

Ce phénomène entraîne l'érosion de la côte lors du passage d'un corps sableux au droit de celle-ci, comme cela se produit pour les côtes landaises.

Il semble donc que les volumes de sables alimentant le littoral tranchais soient dépendants des déplacements le long de la côte, de bancs sableux se trouvant plus au large.

(7) d'après le Catalogue Sédimentologique, 1987

(22) d'après Miossec A, 1993

Etant donnée la variabilité de ces mouvements, il est difficile d'avancer des chiffres pour un bilan sédimentaire moyen du secteur. Les zones sous-alimentées existent cependant et vont être le sujet du chapitre suivant.

2.2/ LES PROBLEMES D'EROSION PROPREMENT DITS :

L'érosion marine s'observe sur la plus grande partie du littoral de La Tranche-sur-Mer, notamment après des périodes de tempête.

A l'Ouest, entre la pointe du Grouin du Cou et l'épi de l'Aunis, le phénomène d'érosion se manifeste par la formation de falaises en pied de dunes. Le recul du trait de côte autour de la pointe du Grouin, est de l'ordre de 1 à 2 m/an(28).

Entre les pointes du Grouin et de la République, les massifs dunaires sont de plus dégradés à cause de leur importante fréquentation.

Au cours des tempêtes de l'hiver 1989-90, les plages situées à l'Est du pavillon de l'Aunis et aux Générelles, ont été fortement attaquées.

D'après une étude réalisée en 1990 par la SOGREAH, les secteurs les plus menacés actuellement par l'érosion sont la pointe du Grouin, la pointe de la République et la Grande Plage.

On peut également noter le problème d'érosion posé par une dune artificielle : la construction d'une digue-épi dans l'anse du Maupas avait pour but la création d'un plan d'eau et une dune bordière a été artificiellement créée au droit de celui-ci. Cependant, les conditions d'équilibre naturelles du site ne lui permettant pas de se stabiliser, elle est actuellement en voie d'érosion. "En quelques années, la mer a ramené les choses le plus près possible de la situation initiale."(MIOSSEC A, 1993)

La commune de La Tranche-sur-Mer a demandé récemment (septembre 1991) que des travaux de défense contre la mer soient entrepris. Un programme de protection des côtes a donc été mis en place. Celui-ci, soumis à enquête publique, a entraîné une importante polémique entre les aménageurs (administrations et bureaux d'études) et la population tranchaise, notamment les associations de défense de l'environnement. Ce projet d'aménagement sera évoqué dans le chapitre concernant l'avenir du site et la lutte contre l'érosion.

(28) d'après Sogreah, 1990

3/ LE PROCESSUS D'EROSION :

Dans sa thèse sur "la Gestion de la Nature Littorale en France Atlantique", Alain MIOSSEC nous fait part de la situation du littoral de la Tranche-sur-Mer et notamment des principaux facteurs agissant sur l'évolution de la côte : il semblerait que le recul du trait de côte soit peu important. La limite des dunes étant restée sensiblement la même depuis 1957, les variations observées concernent surtout la largeur des plages de sable. Selon les époques, le platier rocheux apparaît plus ou moins sur les photographies aériennes. Ce phénomène est notamment constaté entre les pointes de la République et de l'Aunis.

Ces changements de largeur de plage au cours du temps s'expliquent par le déplacement des stocks sableux depuis la pointe du Grouin du Cou vers le Sud, constat déjà évoqué.

La morphologie littorale ralentit le transit de ces masses sableuses qui peuvent se trouver coincées entre la dune et le platier rocheux. Dans ce cas, afin de permettre l'écoulement lors du jusant, on assiste à la formation de casses, qui viennent compliquer encore la dynamique sédimentaire. Le sable bloqué pendant un certain temps, n'alimente plus correctement la plage dont la largeur se réduit. L'érosion menace alors. C'est ce qui s'est produit en 1991 entre la pointe de la République et le Rocher de l'Aunis. Jusqu'à présent, il s'est agit de phénomènes temporaires, qui se sont résorbés naturellement, les plages concernées s'étant finalement bien reconstituées.

A l'Est du Rocher de l'Aunis, le secteur est abrité des houles du large et par conséquent des vents dominants. La dune est donc naturellement peu développée. Ce sont surtout les clapots locaux qui ont une action sur l'évolution de la côte.

A partir de l'épi de l'Aunis, des flèches sableuses mobiles peuvent se former, isolant alors les casses. Le développement de ces flèches se fait selon les conditions hydrodynamiques du moment et génère au niveau de la largeur de la plage une dissymétrie, entre l'Ouest (plus étroit) et l'Est.

Le cas de la Tranche-sur-Mer est donc très particulier. L'érosion existe, mais ne peut s'expliquer par un processus régulier mettant en jeu des acteurs de façon constante. L'équilibre hydro-sédimentaire du littoral tranchais est entièrement dépendant de la dynamique des zones sableuses situées en amont, c'est à dire sur la côte vendéenne entre Fromentine et la pointe du Grouin du Cou. D'un point de vue morpho-sédimentaire, le littoral est sans cesse en mouvement, accumulation sableuse et érosion étant des phénomènes fluctuants.

Etant donnée l'orientation de la côte, l'influence des conditions hydrodynamiques et sédimentologiques du large est très limitée.

4/ AVENIR DU SITE ET LUTTE CONTRE L'EROSION :

4.1/ EVOLUTION PROBABLE DU SITE DANS LES CONDITIONS ACTUELLES :

Bien qu'il soit difficile d'estimer l'évolution du trait de côte sur une longue période, MIOSSEC affirme qu'il est sensiblement le même depuis 1957, puisque le cordon dunaire n'a pas reculé. Si les conditions actuelles se maintiennent, la stabilité toute relative du littoral semble donc plausible.

Toutefois il existe un risque qu'il ne faut pas négliger : même si cela ne s'est jamais produit, une période de répit trop brève entre deux tempêtes pourrait empêcher une reconstitution suffisante des plages. Cela entraînerait alors un démaigrissement important qui pourrait s'avérer être une véritable menace pour les habitations construites en front de mer.

4.2/ COMMENT LUTTER CONTRE L'EROSION ?

A la suite des attaques subies par le littoral de La Tranche-sur-Mer pendant l'hiver 1989-90, la commune a trouvé nécessaire de mettre en place un système de protection. Celui-ci proposé en 1991, comprenait entre Les Générelles et La Grière :

- la réhabilitation des dunes,
- la construction de 7 épis dont 2 sur la plage des Générelles et 5 dans l'anse du Maupas, juste au Nord de la digue-épi,
- la construction de 820 m de perré répartis entre Les Générelles, le Nord de l'épi de l'Aunis et le Nord de la digue-épi de l'anse du Maupas.

Ces aménagements auraient eu, s'ils avaient été réalisés ainsi, une emprise considérable sur le littoral (14900 m²).

Le projet a été rejeté à deux reprises en enquête publique. Les habitants de la Tranche-sur-Mer sont notamment hostiles aux épis, qui ont finalement été supprimés du projet.

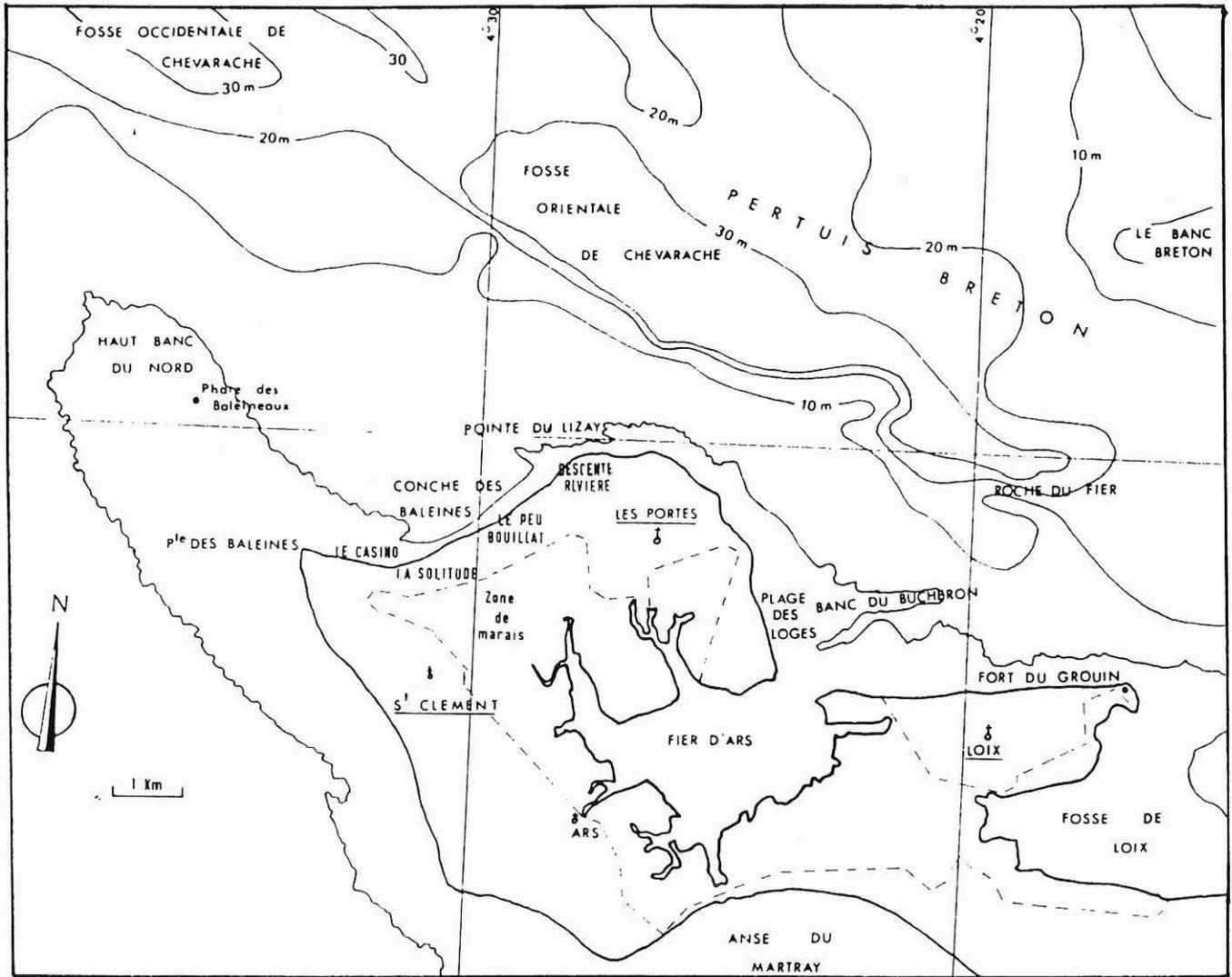


FIG.8 : LE LITTORAL DE LA CONCHE DES BALEINES - CADRE GENERAL

3 ^{eme} exemple : <i>LA CONCHE DES BALEINES</i>
--

1/ LE CONTEXTE :

1.1/ ORIGINALITE DU SITE :

L'île de Ré, située au large de La Rochelle (FIG.6), est bordée au Nord par le pertuis Breton et au Sud par le pertuis d'Antioche. Une des particularités de l'île est la présence dans sa partie occidentale d'une lagune entourée de marais salants, le Fier d'Ars, qui communique avec l'océan par un étroit passage ouvert sur le pertuis Breton (FIG.8).

La Conche des Baleines, une des plages les plus fréquentées de l'île de Ré, est située au NW de l'île (et de l'entrée du Fier). Elle s'étend sur près de 4 km entre le phare des Baleines et la pointe du Lizay. Cette plage en forme d'arc, constitue la face nord d'un cordon dunaire recouvrant une paléofalaise et qui relie aujourd'hui les anciens îlots d'Ars et des Portes.

L'originalité du site résulte de sa sensibilité particulière aux influences dynamiques du large. Deux unités morphologiques évoluent ainsi simultanément mais de façon presque indépendante : l'estran, qui est modelé par l'action de la houle et du vent, et l'avant-côte, qui elle, est plutôt soumise à l'action des courants de marée.

1.2/ CADRE MORPHOLOGIQUE :

Le cordon dunaire, étroit à l'extrémité ouest de la plage, est par contre très développé vers l'Est, où l'arrière-dune est occupée par la forêt domaniale du Lizay. Vers le Sud, l'ensemble dunaire fait place au marais salants du Fier d'Ars.

La Conche des Baleines est protégée au NW par des rochers découvrants qui s'étendent sur 2700 m, jusqu'au phare des Baleineaux, puis sur une distance équivalente par des fonds rocheux inférieurs à -5 m dans la même direction.

Au NE, la limite de la Conche des Baleines est constituée par les platiers de la pointe du Lizay qui réapparaissent sous

les sables, et par une falaise calcaire. Dans ce secteur la plage est réduite à un mince liseré de galets et de sables grossiers.

Entre les 2 zones rocheuses qui viennent d'être évoquées, s'étend la plage de la Conche des Baleines bordée de dunes dont la hauteur dépassent rarement une dizaine de mètres. L'estran de pente moyenne de 2% prolonge une zone de petits fonds dont la pente est faible (0.4%), l'isobathe 5 m se situant à 1200 m du 0 hydrographique.

Au large, le pertuis Breton présente une dépression dans sa partie centrale : la fosse de Chevarache (-62 m). Celle-ci se forme à l'Ouest, entre le Banc du Grouin du Cou, appendice de la côte vendéenne, et le Haut-Banc du Nord, prolongement de la pointe des Baleines.

L'étranglement constitué par le Haut-Banc du Nord et le Banc du Grouin du Cou joue un rôle important, puisqu'il modifie l'action des facteurs hydrodynamiques, avant que ceux-ci atteignent les côtes rétaises.

1.3/ ACTION DES AGENTS HYDRODYNAMIQUES :

1.3.1/ LES VENTS :

Les vents sont en général de secteur NW. Ils ont une action de déflation importante sur la plage et permettent l'alimentation du massif dunaire. Leur action sur l'évolution du littoral reste cependant relativement limitée par rapport à celle des houles et des courants.

1.3.2/ L'AGITATION(19) :

Les houles de secteur ouest atteignent le littoral après avoir été déviées par les hauts-fonds du large. Elles attaquent la côte selon une direction WNW-ESE, induisant un transport sédimentaire de l'Ouest vers l'Est. Ces houles se forment très au large et sont donc peu influencées par les vents locaux.

Par contre lorsque les vents sont de secteur Est ou Nord, ils engendrent des houles dans le pertuis Breton. Celles-ci créent par de multiples interférences (réflexions sur les côtes et réfractions sur les hauts-fonds), un clapot qui peut atteindre 0.80 m sur la Conche des Baleines à marée haute par vent de force 5.

(19) d'après Long B, 1975

Par rapport aux autres facteurs de transit, l'action de la houle est dominante sur la côte et provoque le transport des matériaux meubles. Celui-ci se concrétise notamment par le déplacement latéral des matériaux par rapport à la côte, au niveau de la zone de déferlement et sous l'action de 2 phénomènes : la dérive littorale et le courant de retour.

On peut noter également que l'énergie mise en oeuvre par la houle du large augmente à proximité du littoral et que les houles ont une influence croissante sur la côte lorsqu'on se rapproche de la pointe du Lizay.

1.3.3/ LES COURANTS DE MAREE(19) :

Dans le pertuis Breton, le système d'écoulement des courants de marée est alternatif et suit un axe WNW-ESE.

Au voisinage des côtes, la morphologie particulière des fonds entraîne de fortes variations des caractéristiques du courant tant en direction qu'en vitesse : à l'Ouest de la Conche des Baleines, la pointe rocheuse du Haut-Banc du Nord forme un écran de 5 à 6 m de hauteur, qui modifie le sens des courants. De plus il amortit et détourne les houles d'Ouest.

Ainsi à l'entrée du pertuis Breton, un vaste mouvement de rotation se crée; en particulier en fin de flot, et le courant s'oriente SW-NE au NNW de la pointe des Baleines. Il s'infléchit ensuite vers le Sud au droit de la pointe du Grouin du Cou et se trouve finalement rabattu vers le SE par la côte rétaise.

Les vitesses maximales de courant de marée, au niveau de la Conche des Baleines, sont en vive eau de l'ordre de 1.4 à 2 noeuds. L'action de la marée est prépondérante sur l'avant-côte par rapport aux autres facteurs hydrodynamiques et en fin de flot, sur le secteur élargi que constitue la Conche des Baleines, le courant est encore relativement fort puisqu'il atteint 0.2 m/s (0.4 noeud).

Les courants et les houles ont ainsi sur l'avant-côte de la Conche, 2 résultantes : l'une dirigée vers le rivage, l'autre en direction des zones internes du pertuis Breton.

(19) d'après Long B, 1975

2/ CONSTAT D'EVOLUTION DU LITTORAL :

2.1/ MOUVEMENTS ET BILAN SEDIMENTAIRES :

2.1.1/ CARACTERISTIQUES GRANULOMETRIQUES(16) :

Les sables de la Conche des Baleines ont des granulométries moyennes différentes suivant les secteurs :

- au niveau de la dune du Lizay et sur les plages alimentées par le recul de la dune (La Solitude), le diamètre moyen des grains est de 300 μm ;

- les sables du bas de haute-plage sont un peu plus grossiers (320 μm) ;

- au niveau des zones érodées de l'Ouest, il ne reste que des sables grossiers (650 μm) et des graviers (2 mm).

2.1.2/ LES MOUVEMENTS SEDIMENTAIRES(19) :

Les masses sédimentaires présentes au large de l'île de Ré sont actuellement en état instable. Les matériaux qui les constituent, remis en mouvement, peuvent alimenter les transits actuels.

Les sables venus du large franchissent le Haut-Banc du Nord et atteignent la Conche des Baleines. Seule une partie de ces sables vient ensuite alimenter la plage, où la dynamique littorale se manifeste par plusieurs phénomènes :

- le transit par jet de rive, qui se manifeste par des mouvements sédimentaires en dents de scie dûs à l'attaque oblique de la houle par rapport à la plage, au niveau de La Solitude,

- le stockage des sédiments au niveau des brisants, conduisant à la formation d'un bourrelet sédimentaire parallèle à la côte (La Solitude, Le Peu Bouillat),

- la présence de courants d'arrachement lors de tempêtes ou des hautes mers de vive eau (Le Peu Bouillat),

- la sédimentation temporaire à l'abri d'une barrière rocheuse (Descente Rivière),

- l'entraînement en direction du NE au Lizay (Descente Rivière).

(16) d'après Lafond LR, 1991

(19) d'après Long B, 1975

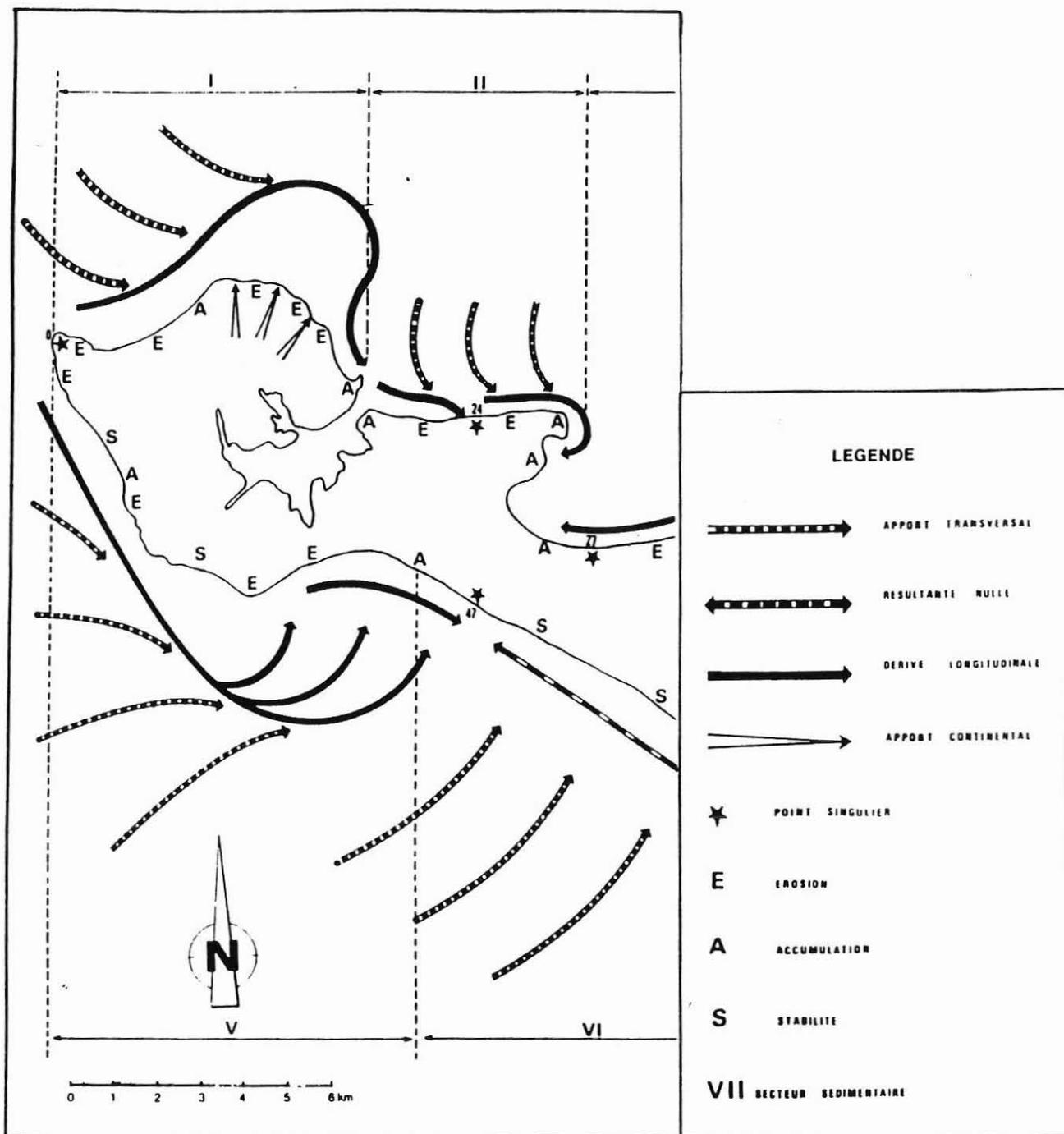


FIG. 9 : DEPLACEMENT DES SABLES LITTORAUX⁽¹⁹⁾

Ces mouvements sub-instantannés malgré leur faible ampleur intrinsèque, jouent à la longue un rôle important en déplaçant des masses sédimentaires considérables.

Le transit général des sables (FIG.9) atteignant la Conche des Baleines, se caractérise d'abord par la migration des sédiments vers l'Est. Ceux-ci sont ensuite momentanément piégés, avant d'être éliminés vers le large, à la pointe du Lizay.

Le matériel prélevé, qui provient pour 2/3 du cordon dunaire et pour 1/3 de l'avant-côte, rejoint les nappes sableuses du couloir d'alimentation du Lizay. A ce niveau, les déplacements sédimentaires sont estimés à 35000 m³/an.

Les déplacements sédimentaires se poursuivent soit sur le platier rocheux, soit vers des secteurs plus internes du pertuis Breton, à l'Est du Lizay.

Les sables fins vont se déposer essentiellement sur le plateau de Loix, les sables moyens s'accumulent sur le Banc du Bûcheron. Le Fier d'Ars, dont l'entrée est située entre les 2 zones citées, reçoit un matériel varié.

Les apports sableux ne compensant pas les pertes, la Conche des Baleines est par conséquent en voie d'érosion, son démaigrissement annuel représentant un volume d'environ 20000 m³.

2.1.3/ LE CAS DU BANC DU BUCHERON :

L'équilibre dynamique du Banc du Bûcheron, qui contribue à la sédimentation du Fier d'Ars, dépend de l'intensité des courants de marée et du transit littoral lié aux houles. Le Banc du Bûcheron est en effet alimenté par la dérive littorale ouest-est due aux houles obliques et qui se manifeste surtout sur le bas estran et les petits fonds de la Conche des Baleines.

Les remaniements sédimentaires du banc sont donc constants et sa morphologie générale est variable(24).

La granulométrie des sables du Banc du Bûcheron se caractérise par un bon triage et une homogénéisation du matériel dont le diamètre moyen des grains est de 350 µm(16).

(24) d'après Rapport DDE 17, 1992

(16) d'après Lafond LR, 1991

Les comparaisons de levées bathymétriques et de photographies aériennes ont montré que le banc s'engraisse et s'allonge progressivement vers l'Est. Sa croissance est estimée à $30000 \text{ m}^3/\text{an}(24)$.

2.2/ LES PROBLEMES D'EROSION PROPREMENT DITS :

Jusqu'à maintenant peu d'ouvrages de protection ont été réalisés sur la Conche des Baleines. En fait seule la partie occidentale de la plage a été protégée. Une digue d'Etat et une batterie d'épis ont été mis en place devant le phare des Baleines au siècle dernier, puis en 1955, 4 épis ont été construits devant Le Casino.

La dune bordière, dont le volume global des apports sableux est estimé à $10000-15000 \text{ m}^3/\text{an}(10)$, est très largement développée en avant des dunes boisées. Elle est par contre taillée en falaise dans d'autres secteurs.

On peut admettre que l'ensemble de la dune recule progressivement en réalimentant la plage (qui a d'ailleurs pratiquement disparu au niveau de la falaise du Lizay). Mais en fait, comme l'indique le LCHF dans son rapport de 1979, l'évolution de la côte de la Conche des Baleines est irrégulière. La partie occidentale semble stable alors que les parties centrale et orientale évoluent (FIG.10).

Actuellement les parties centrale et est reculent d'environ $1 \text{ m}/\text{an}$. Le cordon dunaire est en régression depuis le lieu-dit La Solitude jusqu'au Petit Bec (FIG.26). Au Lizay, sur le haut de l'estran, l'érosion a réactivé la falaise, qui produit des galets et commence à reculer.

A ce recul progressif de la côte, constaté depuis plus d'un siècle, vient s'ajouter un phénomène saisonnier : à la fin de l'été, un sillon se forme au pied de la dune. Important au centre de la Conche, il s'atténue aux 2 extrémités. Les tempêtes hivernales font disparaître ce couloir, et peuvent alors attaquer la dune, provoquant la formation d'une falaise sableuse pouvant atteindre 3 m de haut(19).

L'érosion du littoral de la Conche des Baleines pose problèmes à cause des risques de disparition du cordon littoral, principalement dans 2 secteurs :

(24) d'après Rapport DDE 17, 1992

(10) d'après Creoccean, 1991

(19) d'après Long B, 1975

- entre La Solitude et Le Casino,
- entre Les Fontaines et Le Petit Bec, secteur au niveau duquel s'est effectuée la dernière jonction entre l'îlot d'Ars et celui des Portes vers la fin du premier millénaire .

3/ LE PROCESSUS D'EROSION :

La pointe des Baleines protège des vagues tout le secteur ouest. L'action des houles à la côte ne devient donc sensible qu'à partir du Casino. Elle est prépondérante sur la moitié NE de la plage, qui est la moins abritée par le Haut-Banc du Nord. La partie orientale de l'estran est quant à elle, protégée par la pointe rocheuse du Lizay. L'orientation du rivage est donc un facteur essentiel du processus d'érosion.

Au niveau de La Solitude, le sable est entraîné vers l'Est dans 2 zones privilégiées de l'estran⁽¹⁹⁾ :

- la zone de jet de rive (déplacement en dents de scie),
- la zone de déferlement (dérive littorale).

La morphologie particulière de la plage au Peu Bouillat est responsable de courants d'arrachement. Le déplacement des sédiments est alors commandé par 3 processus (le jet de rive, le mouvement de retour, un courant sagittal).

La morphologie générale de la plage intervient également dans le processus d'érosion :

Lors du retrait de la mer, la haute plage bordée d'un cordon dunaire, permet la création d'une gouttière longitudinale écrétant les vagues. L'évacuation de l'eau, qui est ainsi assurée par un canal transversal, est responsable d'une érosion intense de l'estran⁽¹⁹⁾.

En conclusion, on peut donc dire que les houles sont à l'origine du processus d'érosion de la Conche des Baleines, qui se manifeste par plusieurs phénomènes locaux auxquels s'ajoute un transit sédimentaire général vers l'Est. De ce processus d'érosion résultent, d'une part le recul progressif de la Conche des Baleines, d'autre part le développement du Banc du Bûcheron.

(19) d'après Long B, 1975

4/ AVENIR DU SITE ET LUTTE CONTRE L'EROSION :

4.1/ EVOLUTION PROBABLE DU SITE DANS LES CONDITIONS ACTUELLES :

Si les conditions hydrodynamiques continuent de s'exercer comme elles le font actuellement - et il n'y a aucune raison naturelle que cela change - la Conche des Baleines va subir une érosion progressive, telle que nous l'avons décrite. Le cordon dunaire va continuer de reculer et sa largeur diminuera peu à peu.

Entre La Solitude et Le Casino, la disparition du cordon dunaire pourrait entraîner l'inondation des terres situées actuellement juste derrière la dune. De même, si rien n'arrête l'érosion entre Les Fontaines et Le Petit Bec, l'ancienne passe pourrait se rétablir et les territoires situés à une altitude inférieure au niveau des hautes mers risquent alors d'être immergés.

4.2/ COMMENT LUTTER CONTRE L'EROSION ?

Un programme de protection et de réhabilitation du littoral rétais a été réalisé fin 1992 sous la direction des Services Maritimes, par un comité scientifique regroupant les principaux auteurs des études déjà réalisées sur le sujet. Il a ainsi été proposé un calendrier des aménagements à mettre en oeuvre et qui permettent la prévention des risques, en gérant les stocks sableux disponibles.

Dans cette optique, prélever du sable sur le Banc du Bûcheron ou en prendre dans le delta de flot à l'intérieur du Fier pour recharger la plage de la Conche des Baleines et empêcher ainsi le recul trop important de la côte dans ce secteur, est apparu comme une solution envisageable.

La plupart des informations qui vont suivre sont tirées du rapport réalisé pour les Services Maritimes en 1992.

Le sable du Banc du Bûcheron appartient à la même province sédimentologique que celui de la Conche des Baleines et possède les qualités nécessaires pour être utilisé pour le rechargement de cette plage, à savoir une granulométrie moyenne supérieure à celle du matériau en place.

De plus, une nouvelle rupture naturelle du banc, au niveau de l'ancienne passe des Goélants semble s'amorcer actuellement. Créer un nouveau chenal à ce niveau, peut donc être envisagé, et permettrait d'une part d'améliorer les conditions de navigation entre le Fier et l'océan, d'autre part de fournir un matériau sableux utilisable.

L'exploitation de ce gisement n'aura pas de conséquence d'ordre sédimentologique ou biologique, le sable dragué étant dépourvu de fines susceptibles de rester en suspension et étant trop mobile pour constituer un biotope pour des espèces marines.

Bien que le stock sableux constituant l'éventail de flot soit un peu plus chargé en fines, les remarques concernant le Banc du Bûcheron restent valables pour le delta de flot.

Pour canaliser plus fortement les courants de marée et améliorer l'auto-entretien du nouveau chenal, il a été également proposé d'utiliser une partie du matériau dragué pour réduire la capacité du chenal de sortie actuel du Fier. Cette opération fournirait un matériau qui se retrouvera finalement le long de la côte nord de Loix, actuellement sous-alimentée.

Bien que cette opération d'aménagement semble tout à fait convenir aux caractéristiques du site et résoudre à priori les problèmes qui se posent actuellement, il ne faut pas oublier qu'il ne s'agit pas d'une opération ponctuelle et que des dragages d'entretien devront être effectués. En effet, la poussée des sables sous l'influence des houles, notamment en tempête, tendra constamment à faire progresser les sables vers l'Est, à travers le nouveau chenal.

L'efficacité du système dépendra donc en partie de l'assiduité avec laquelle les rechargements seront effectués, ainsi que des volumes de sédiments mis en jeu. En effet, 200000 à 300000 m³ de sable sont nécessaires pour obtenir un rechargement significatif de l'ensemble de la Conche des Baleines, soit 20 à 30 m³/ml.

Pour freiner ensuite le transit littoral, la construction d'épis paraît intéressante : un premier épi au niveau de la pointe du Lizay permettra d'éviter une perte trop importante de sable vers l'Est. Ultérieurement d'autres épis pourraient lui être associés en amont, à mesure que s'observe le remplissage des casiers délimités. Les épis permettront ainsi de réduire les rechargements d'entretien.

Les travaux prévus devraient également toucher la dune bordière (reprofilage du versant abrupt, protection contre le piétinement, revégétalisation). Plage et dune constituent en effet, un ensemble dont l'évolution est intimement liée.

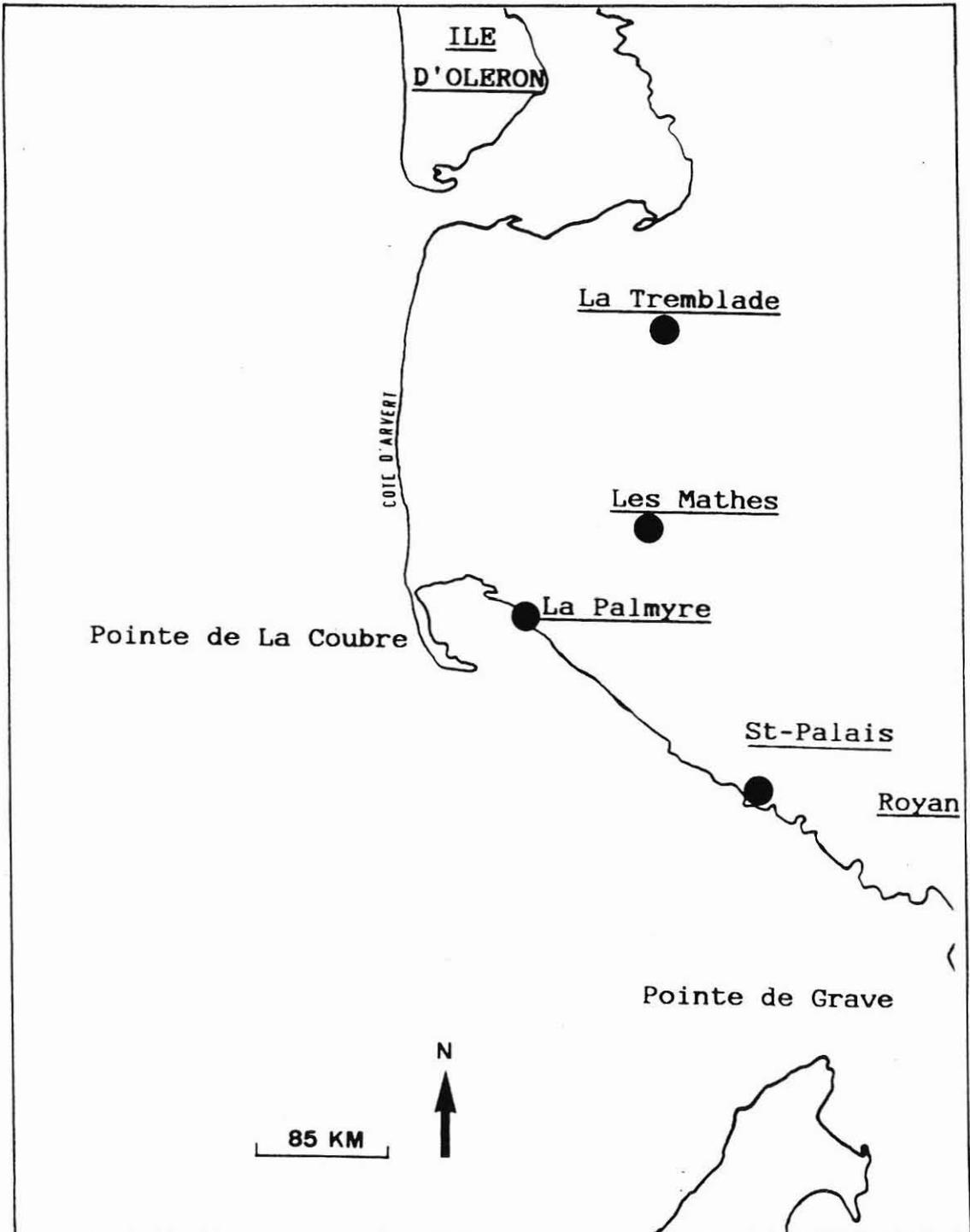


FIG.11 : SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA POINTE DE LA COUBRE ET DE LA PALMYRE

4^{eme} exemple : *LA FLECHE DE LA COUBRE*
ET LA COTE DE LA PALMYRE

1/ LE CONTEXTE :

1.1/ ORIGINALITE DU SITE :

L'ensemble du secteur étudié fait partie de la commune des Mathes, dans le Sud de la Charente-Maritime (FIG.11).

La flèche de La Coubre est située sur la rive droite de l'estuaire de la Gironde. Sa façade ouest prolonge la Côte d'Arvert vers le Sud. Côté Est, elle délimite la lagune de Bonne Anse (FIG.12). Par sa position intermédiaire entre océan et estuaire, elle subit à la fois les influences océaniques et les conditions estuariennes.

Actuellement la flèche de La Coubre est bordée à l'Ouest par des hauts-fonds sableux affleurants (Banc de La Coubre, Banc de la Mauvaise) et au Sud par le chenal de navigation principal de la Gironde.

Cette flèche sableuse, apparue il y a une centaine d'années, s'est développée très rapidement. Son évolution qui résulte de plusieurs facteurs hydrodynamiques, n'est d'ailleurs pas achevée. Aujourd'hui sa longueur est d'environ 5 km pour une largeur maximale de 500 m.

L'action des agents dynamiques a des répercussions sur le littoral constituant la rive nord de l'estuaire, à l'Est de Bonne Anse. La situation de la côte de La Palmyre est ainsi directement liée à l'évolution de la flèche de La Coubre. Celle-ci empêche actuellement les éléments sableux transportés par le transit littoral d'atteindre la plage de La Palmyre et les secteurs situés plus à l'Est comme la Grande Côte, entraînant par conséquent l'érosion du rivage.

1.2/ CADRE MORPHOLOGIQUE(17) :

La presqu'île d'Arvert est constituée par un ensemble dunaire dont l'extension s'est poursuivie tout au long de la période holocène.

(17) d'après Lafond LR, 1992

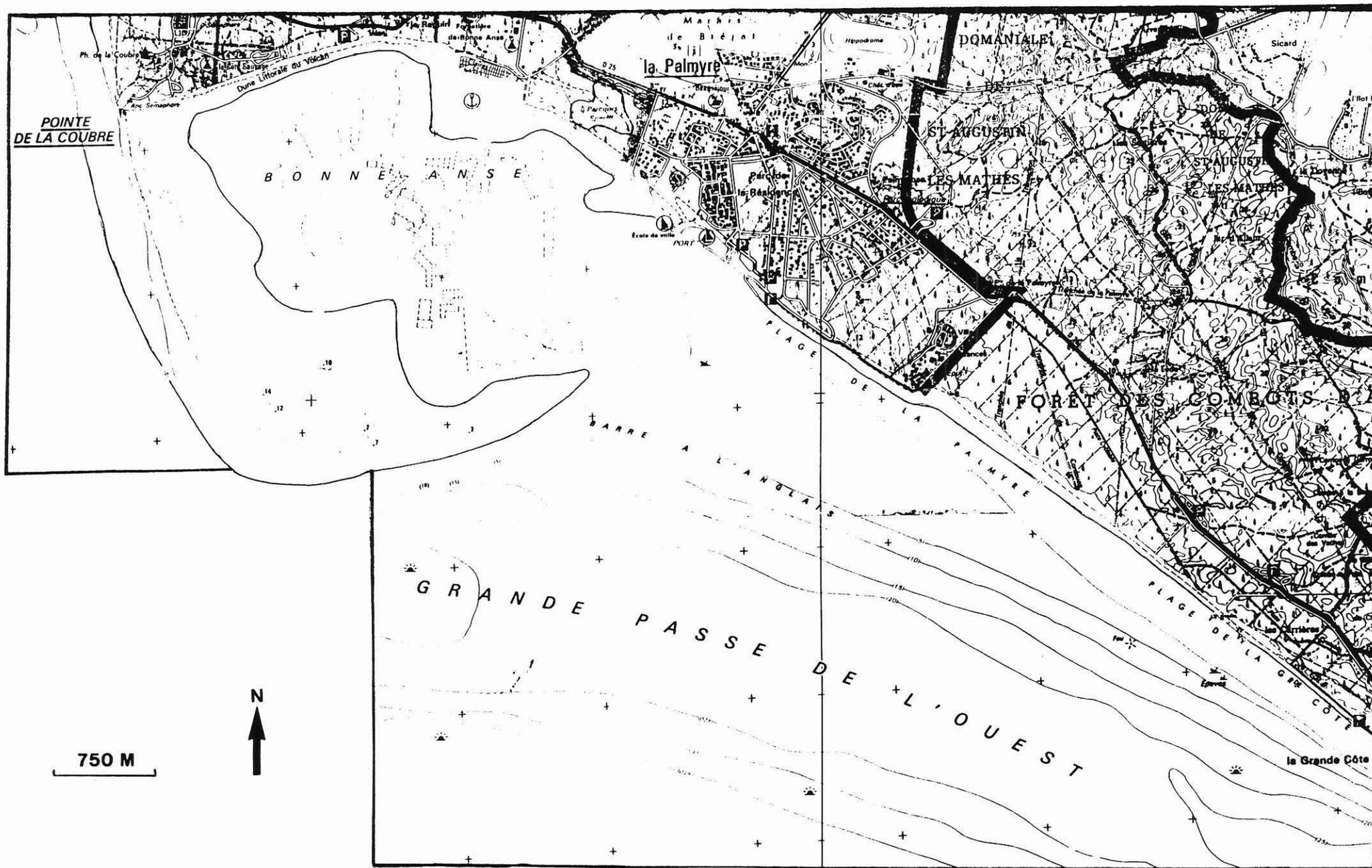


FIG.12 : LE LITTORAL DE LA PALMYRE - CADRE GENERAL

C'est au début du 20^{eme} siècle que la formation de la flèche de La Coubre vient modifier la morphologie côtière (FIG.13).

La flèche sableuse, qui aujourd'hui a une forme courbe bien marquée, s'est développée par :

- formations successives de crochons,
- avancée vers le Sud de la pointe de la flèche principale,
- recul de la côte occidentale.

Le rivage de la flèche orienté N-S, est occupé par une plage en régression, bordée par un massif dunaire. C'est la partie de la flèche O-E, qui subit principalement des modifications morphologiques.

Les conditions dynamiques du site entraînent en même temps que la croissance progressive de la surface lagunaire de Bonne Anse, la tendance de la pointe de la flèche à rejoindre la côte de La Palmyre en un point toujours situé plus à l'Est.

La rupture de la flèche est possible lors de tempêtes exceptionnelles, mais une flèche subsidiaire se reconstitue rapidement et isole à nouveau la lagune de Bonne Anse. Celle-ci ne communique avec l'océan, que par un chenal situé entre la côte de La Palmyre et le musoir de la flèche.

Les fonds situés entre le chenal principal de la Gironde et la côte subissent également l'influence de l'évolution de la flèche de La Coubre. Ainsi, la Barre à l'Anglais qui à l'origine, était une ride parallèle à la côte et située à l'Est de La Coubre, n'est plus représentée que par un haut-fond sur lequel a progressé la flèche sableuse. Le chenal de la Gironde passe maintenant à proximité de la plage occupant le Sud de la flèche et limite par conséquent sa progression dans cette direction.

Au large de La Palmyre, des dunes hydrauliques perpendiculaires à l'axe du chenal de la Gironde (orienté NW-SE) apparaissent. Leur amplitude varie de 4 à 6 m et leur espacement de 60 à 150 m(4).

1.3/ ACTION DES AGENTS DYNAMIQUES :

1.3.1/ LES VENTS :

Les vents dominants sont de secteurs ouest et NW. Ils ont

(4) d'après Castaing P et Froidefond JM, 1978

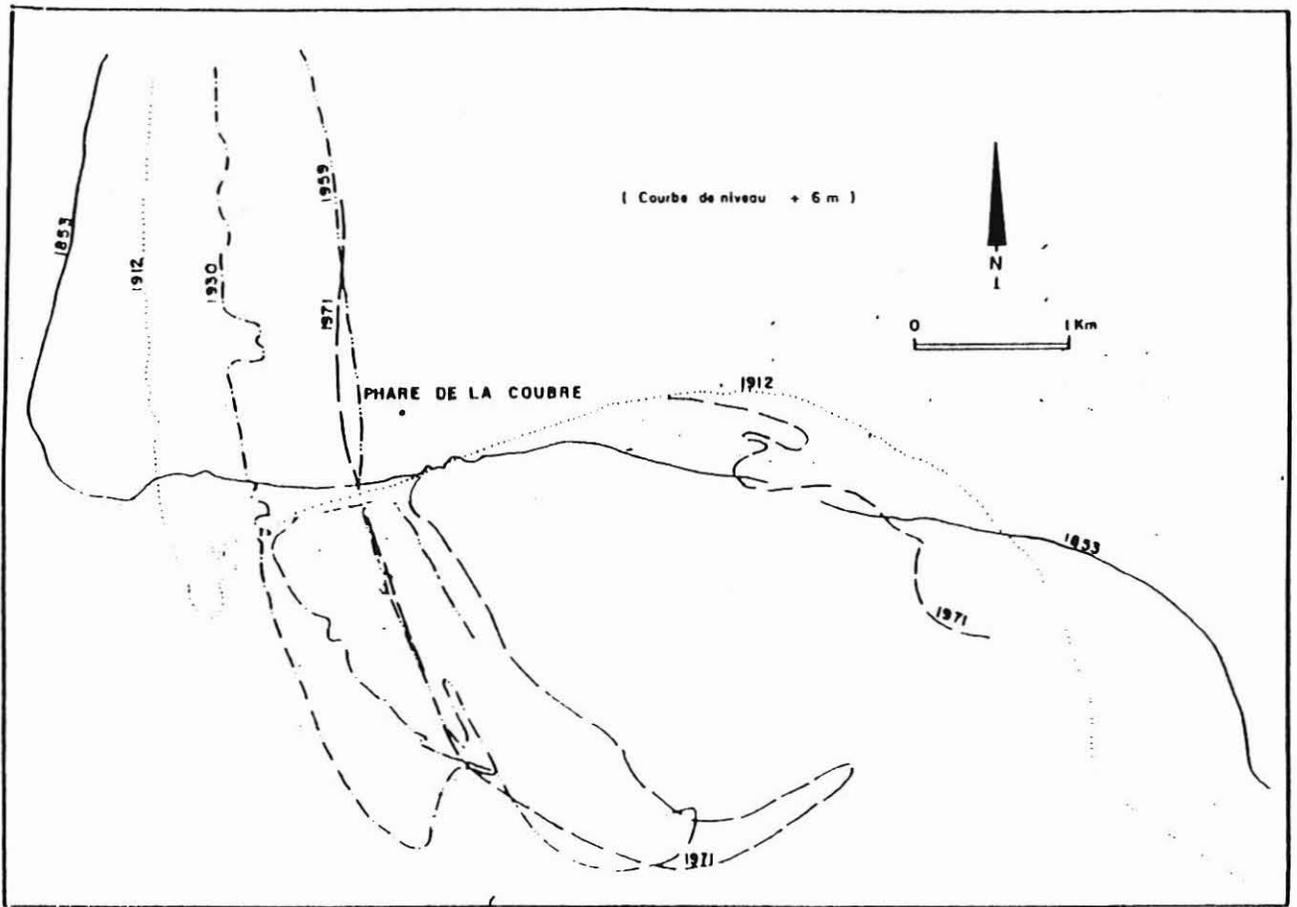


FIG.13 : EVOLUTION DE LA POINTE DE LA COUBRE ENTRE 1953 ET 1971⁽⁷⁾

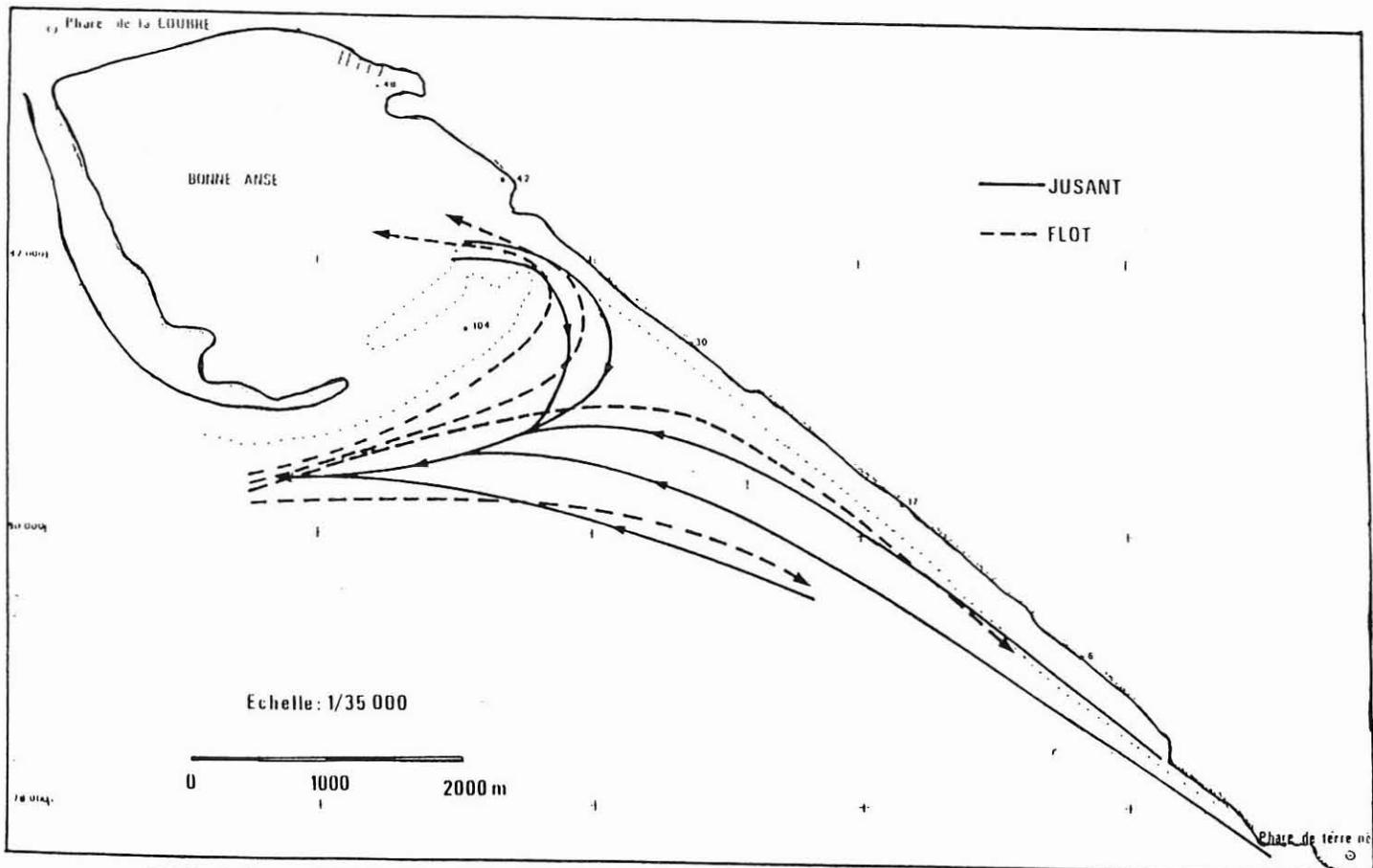


FIG.14 : COTE DE LA PALMYRE - PLAN SCHEMATIQUE DES COURANTS⁽²⁷⁾

permis la formation de massifs dunaires importants sur le corps principal de la flèche, et tendent sans cesse à rehausser le niveau supérieur de la lagune de Bonne Anse par des apports sédimentaires. Les transports éoliens dans le secteur sont estimés à $20 \text{ m}^3/\text{ml}/\text{an}$ (27).

1.3.2/ L'AGITATION :

Les houles dominantes proviennent du NW et de l'Ouest. Elles sont fortement réfractées et ne parviennent au rivage qu'avec une faible obliquité. Leur action se traduit donc surtout par des mouvements dans le profil.

Les houles océaniques sont diffractées à l'embouchure de la Gironde ainsi qu'au voisinage du musoir de la flèche subsidiaire.

L'agitation prédomine sur les faces ouest et SE de la flèche tournées respectivement vers l'océan et l'estuaire.

Les vents génèrent sur le littoral océanique d'orientation NNW-SSE, des clapots et des mers de vents qui participent au transit littoral.

Les clapots estuariens atteignent sans obstacle la face est de la flèche de La Coubre et les plages de la Grande Côte.

1.3.3/ LES COURANTS DE MAREE :

Au Nord du parallèle du phare de Cordouan, les courants sont de type alternatif, avec une nette prédominance du jusant. Dans la passe, le flot porte à l'Est et atteint 0.6 m/s ; le jusant porte à l'Ouest et atteint 1 m/s . Sur le banc de La Mauvaise, au NW de la pointe de La Coubre, le flot s'oriente vers le SE (0.5 m/s) et le jusant vers le NW (0.8 m/s)(7).

A l'intérieur de la barre, dans les chenaux les courants deviennent très violents. Dans la passe principale, le flot porte vers l'Est et l'ESE, atteignant 1.4 m/s . Au jusant le courant est maximal en direction de l'Ouest (2.3 m/s)(7).

Devant le littoral de La Palmyre à St-Palais (FIG.14), les courants longent la côte avec une vitesse atteignant 0.5 à 0.8 m/s en vive eau(17).

(27) d'après Sogreah, 1987

(7) d'après le Catalogue Sédimentologique, 1987

(17) d'après Lafond LR, 1992

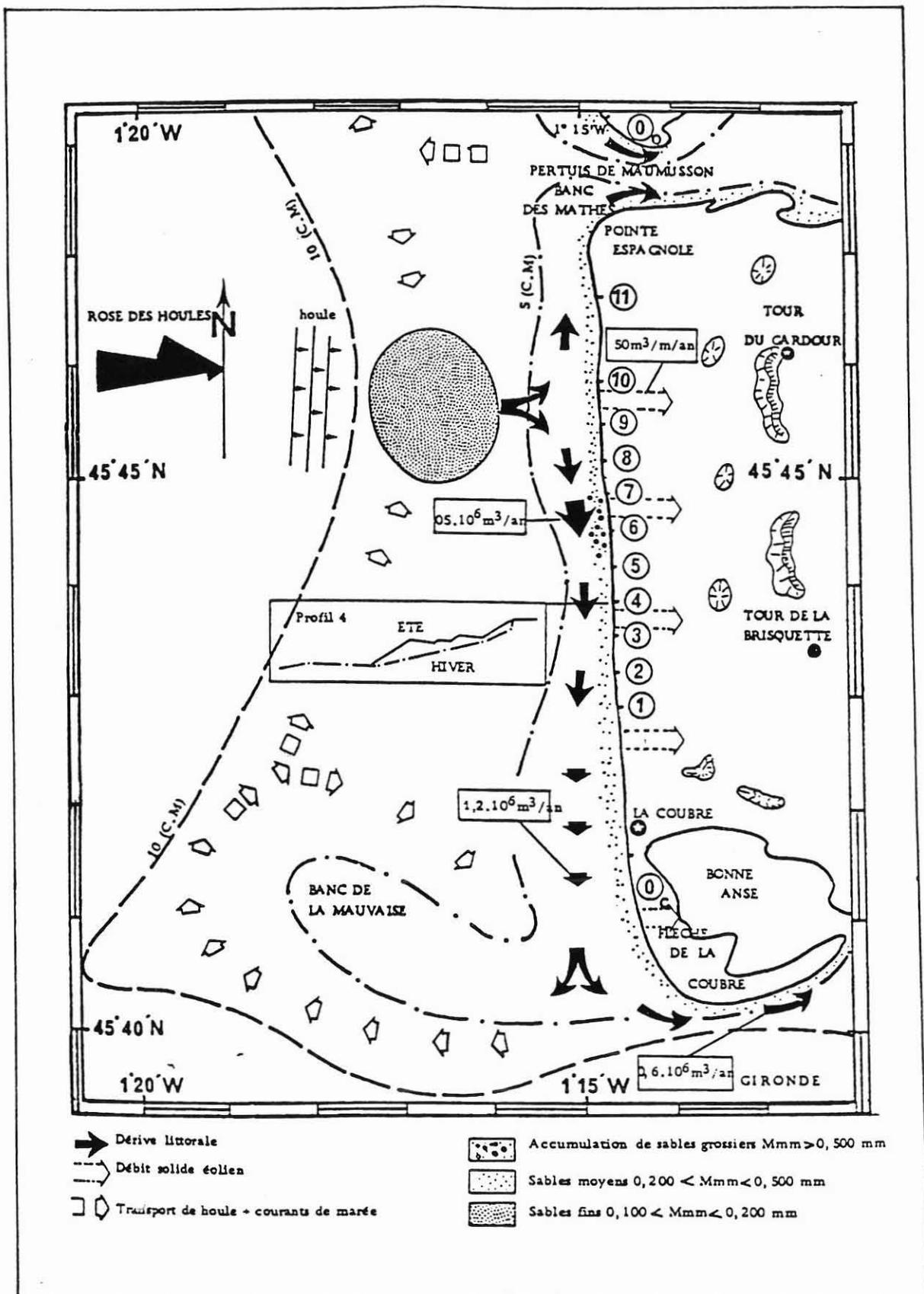


FIG.15 : SYNTHESE DES PROCESSUS SEDIMENTAIRES SUR LA COTE D'ARVERT (7)

Le développement de la flèche de La Coubre déporte les courants de marée vers l'Est, dans l'estuaire de la Gironde. Ce phénomène provoque l'érosion de la côte de La Palmyre par migration du chenal de Bonne Anse vers celle-ci(27).

Il faut également signaler pour la lagune de Bonne Anse, la prédominance des courants de flot sur les courants de jusant, ce qui induit un déséquilibre dans le bilan sédimentaire.

2/ CONSTAT D'EVOLUTION DU LITTORAL :

2.1/ MOUVEMENTS ET BILAN SEDIMENTAIRES :

2.1.1/ CARACTERISTIQUES GRANULOMETRIQUES :

Sur l'estran et les petits fonds, les matériaux sableux ont un grain moyen de 0.2 à 0.3 mm.

Dans Bonne Anse, vases sableuses et sables vaseux sont prédominants.

Les sables de la passe ouest sont très fins, ceux du banc de la Mauvaise sont de l'ordre de 0.2 mm.

2.1.2/ LES MOUVEMENTS SEDIMENTAIRES :

La zone comprise entre l'embouchure de la Gironde et le pertuis de Maumusson est considérée comme la plus vivante du littoral français en ce qui concerne les mouvements sédimentaires et l'évolution des fonds (FIG.15).

a) La flèche de La Coubre évolue à une échelle de temps humaine qui semble divisée en 3 périodes jusqu'à aujourd'hui. La première flèche s'est développée selon un rythme moyen de 120 m/an. La croissance de la seconde atteignait 200 m/an) (5).

(27) d'après Sogreah, 1987

(5) d'après Castaing P et Jouanneau JM, 1976

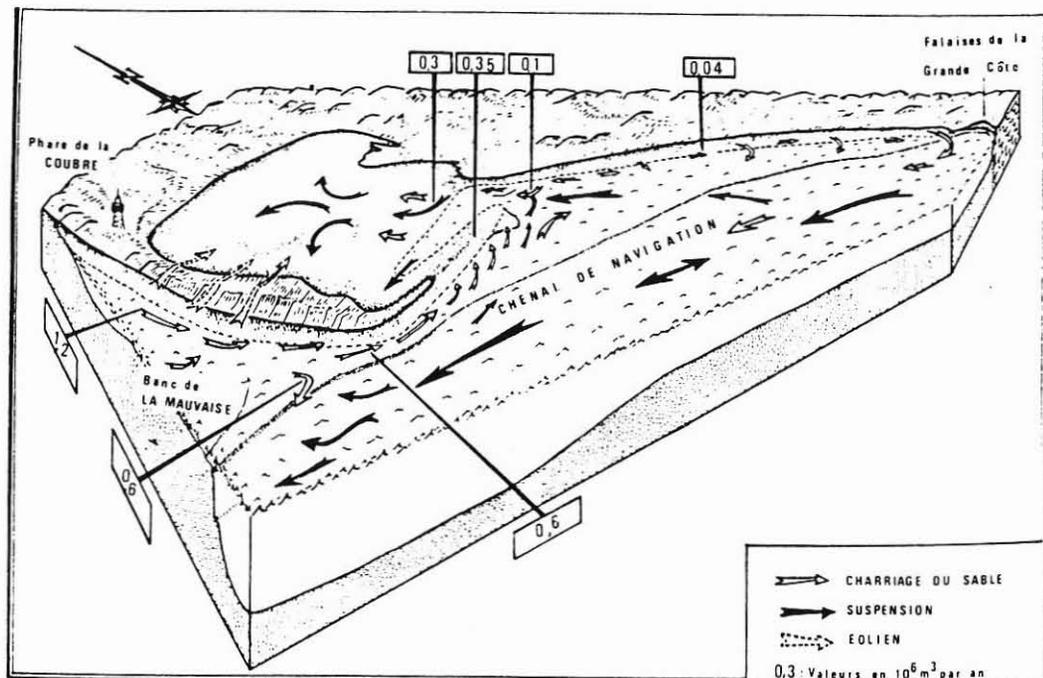


FIG.16 : SCHEMA SYNTHETIQUE DES PROCESSUS DYNAMIQUES ET SEDIMENTAIRES A LA POINTE DE LA COUBRE⁽⁷⁾

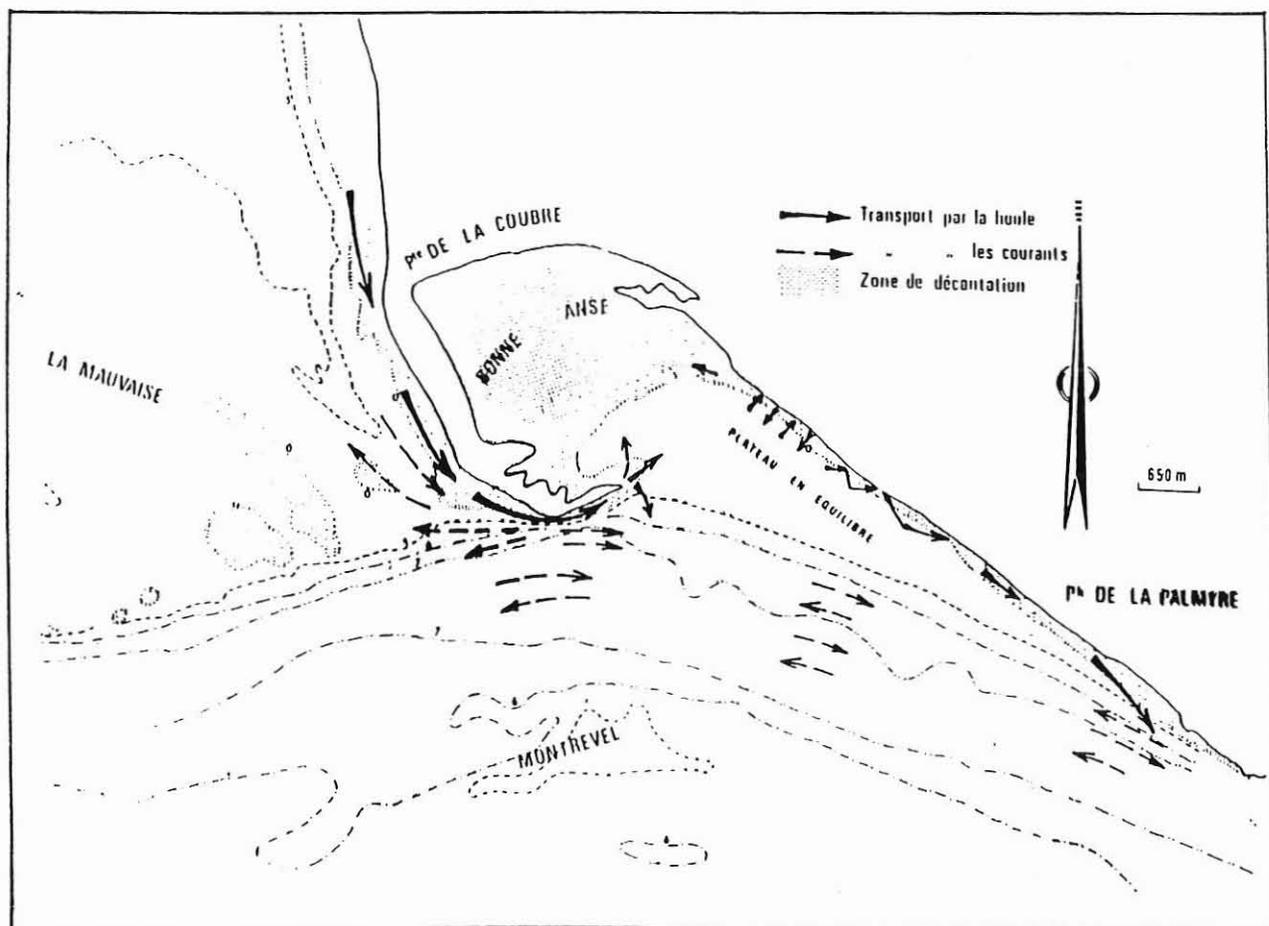


FIG.17 : SCHEMA DES MOUVEMENTS SEDIMENTAIRES⁽²⁷⁾

Ce phénomène est le résultat de transports sédimentaires orientés N-S, le long de la Côte Sauvage de la presqu'île d'Arvert. Celle-ci est en effet en voie d'érosion. Le stock sableux ainsi prélevé au Nord, vient alimenter la flèche de La Coubre. Le transit littoral généré par les houles, est estimé à $500000 \text{ m}^3/\text{an}$ sur l'estran et les petits fonds le long de la flèche (27).

La flèche de La Coubre tend à se développer toujours plus à l'Est, vers le haut-fond de la Barre à l'Anglais. Entre 1984 et 1991, le chenal de Bonne Anse s'est ainsi déplacé de 300 à 350 m en direction de l'Est (17).

b) La Lagune De Bonne Anse(17) :

Les houles d'Ouest sont diffractées au niveau du musoir de la flèche de La Coubre, et les sables qui pénètrent dans la lagune migrent par ce phénomène, vers le NW, c'est à dire au niveau des défenses actuelles de la côte de La Palmyre. Le reste de la lagune n'est donc pas alimenté par ce processus.

Par contre la puissance des courants de flot, supérieure à celle des courants de jusant, entraîne une sédimentation importante dans la lagune, estimée par SOGREAH à $200000-250000 \text{ m}^3/\text{an}$.

Les apports sédimentaires à la lagune concernent à la fois les sables qui sont charriés sur les fonds et des éléments plus fins transportés en suspension (FIG.16).

Actuellement le volume oscillant dans Bonne Anse est suffisant pour maintenir en place un chenal aux abords de la côte de La Palmyre, permettant la communication entre la lagune et le domaine océanique.

c) La Côte De La Palmyre(17) :

Le sable qui n'est pas retenu par la flèche de La Coubre ou à l'intérieur de la lagune de Bonne Anse, transite vers le SE sur la Barre à l'Anglais (FIG.17).

Bien que très faible, il existe malgré tout un transit littoral le long des plages de La Palmyre et de la Grande Côte. L'alimentation du littoral reste cependant insuffisante, ce qui se traduit par le recul du trait de côte et l'approfondissement de la zone des petits fonds.

(27) d'après Sogreah, 1987

(17) d'après Lafond LR, 1992

Le haut-fond, entre La Palmyre et la grande passe de l'Ouest, est instable et les isobathes se déplacent progressivement vers la côte. L'isobathe -3 m aurait ainsi migré de près de 20 m/an en direction du rivage, entre 1976 et 1991.

d) L'embouchure De La Gironde :

Alors qu'en période de flot la dispersion du matériau sableux se fait vers Bonne Anse, les courants de jusant entraînent le sable vers le chenal de la Gironde.

En fait il existe un déséquilibre au niveau des transports sédimentaires : en bordure nord du chenal de la Gironde, l'action des vagues et des courants de jusant de l'estuaire provoquent une dispersion des sables vers l'Ouest. Sous l'action des houles et du contre courant de jusant, ces sables repartent en direction du NE(17).

De plus le développement de bancs sableux à proximité du chenal contrarie l'écoulement du jusant vers le NW, empêchant une partie des sables d'atteindre le banc de la Mauvaise dont la face NW s'érode et joue par conséquent moins bien son rôle d'atténuateur des houles océaniques(7). La puissance érosive de la mer est donc accentuée sur le littoral adjacent.

Les dunes hydrauliques de l'embouchure de la Gironde sont globalement stables. Les sables se déplacent d'une dune à l'autre en fonction des courants, la géométrie générale des dunes n'est pas altérée(4).

e) En résumé :

D'après l'étude réalisée par SOGREAH en 1987, il semblerait qu'un mécanisme d'échanges permanents existe entre les petits fonds et le littoral, avec prélèvement d'une certaine partie des matériaux mis en jeu. Le stock sableux s'étendant du pertuis de Maumusson à la Gironde serait donc sans cesse en mouvement, sous l'action des houles et des courants.

Le vent jouant également un rôle important puisqu'il déplace 300000 à 700000 m³ de sable par an sur la côte d'Arvert(27).

(17) d'après Lafond LR, 1992

(7) d'après le Catalogue Sédimentologique, 1987

(4) d'après Castaing P et Froidefond JM, 1978

(27) d'après Sogreah, 1987

2.2/ LES PROBLEMES D'EROSION PROPREMENT DITS :

Face à l'océan, la côte sud de la presqu'île d'Arvert recule vers l'Est, sur plus de 10 km. Entre 1950 et 1970, le recul du trait de côte aurait atteint 18 m/an(7).

Le littoral nord de l'embouchure de la Gironde recule entre Bonne Anse et Terre Nègre de 3 à 6 m/an (valeur obtenues sur une période allant de 1955 à 1972)(7).

La zone la plus touchée est située au regard de l'extrémité de la flèche de La Coubre. L'incurvation du chenal de Bonne Anse est une des principales causes de l'importance de l'érosion dans le secteur de La Palmyre.

Malgré l'installation d'ouvrages de défense longitudinaux depuis 1969, le long de cette côte, le littoral est encore actuellement en voie d'érosion. Dans le domaine forestier des "Combots d'Ansoine", le recul du trait de côte atteint ainsi depuis 1950, 5 m/an(17).

3/ LE PROCESSUS D'EROSION :

L'érosion de la côte de La Palmyre est engendrée par l'érosion qui s'exerce en amont, sur près de 10 km, sur la Côte Sauvage de la presqu'île d'Arvert. Le matériau prélevé à cette côte et transporté par la dérive littorale, vient alimenter l'extrémité SO de la presqu'île, permettant le développement de la flèche de La Coubre.

Malgré des épisodes de rupture de la flèche sableuse, celle-ci tend, après une progression vers le SSE, l'ESE puis le NE, à rejoindre aujourd'hui la côte de La Palmyre.

C'est cette évolution de la flèche de La Coubre qui conditionne le recul ou l'avancée du littoral dans le secteur de La Palmyre. En effet, plus le sable s'accumule sur la flèche, sous l'action des houles d'Ouest, plus les courants se trouvent déportés vers l'Est.

Dans ces conditions, le chenal de Bonne Anse s'incurve en formant un méandre dont la rive concave érode les fonds puis la plage(17).

(7) d'après le Catalogue Sédimentologique, 1987

(17) Lafond LR, 1992

4/ AVENIR DU SITE ET LUTTE CONTRE L'EROSION :

4.1/ EVOLUTION PROBABLE DU SITE DANS LES CONDITIONS ACTUELLES :

L'étude réalisée en 1992 par le professeur LAFOND, permet de prévoir l'évolution probable du site :

Il ne semble pas exister de phénomène cyclique dans la progression de la flèche, et l'éventualité d'une nouvelle rupture de celle-ci est de plus en plus à écarter. La flèche tendra toujours à rejoindre la côte de La Palmyre et à progresser sur ce qui fut la Barre à l'Anglais. Sa progression sera retardée par le jeu du chenal de Bonne Anse.

L'allongement et le renforcement de la flèche sont toutefois inéluctables, poussant progressivement vers l'Est le chenal d'entrée dans la lagune de Bonne Anse.

Actuellement, ce chenal est maintenu par l'alternance des courants de marée. Les apports de matériaux sédimentaires dans la lagune réduisent peu à peu sa profondeur et par conséquent la capacité de chasse au niveau du chenal. La lagune de Bonne Anse risque donc à terme de disparaître, transformée en marais maritimes.

Tant que la lagune restera en communication avec l'océan, le bilan sédimentaire de la côte de La Palmyre restera déficitaire et l'ouvrage de défense longitudinal en place continuera à connaître des problèmes d'affouillement et à nécessiter un entretien constant.

Par contre la fermeture du chenal de Bonne Anse permettrait aux matériaux qui transitent actuellement dans la lagune de s'accumuler le long de la côte. Ce phénomène pourrait rééquilibrer le bilan sédimentaire de l'ensemble du littoral actuellement en érosion.

Dans la lagune de Bonne Anse, les activités humaines telles que l'ostréiculture, ne font qu'accélérer le processus de colmatage en réduisant les vitesses de courant et en piégeant les sédiments.

4.2/ COMMENT LUTTER CONTRE L'EROSION ?

Depuis 1972, aucun levé bathymétrique complet n'a été réalisé, ce qui limite la précision concernant les tendances d'évolution des fonds marins depuis 20 ans.

On sait que l'évolution de la côte de La Palmyre ne dépend pas de processus locaux mais d'un vaste système régissant l'évolution de l'ensemble de la flèche de La Coubre. Il est donc très difficile de trouver une solution contre l'érosion qui soit efficace à long terme.

En 1987, SOGREAH a étudié sur modèle-réduit les solutions de défense du littoral envisageables, ainsi que leurs impacts. Plusieurs propositions concernant le secteur de Bonne Anse, avaient donc été faites :

- L'accroissement de la section de communication par creusement d'une 2^{ème} passe. Cette option s'est rapidement révélée trop dangereuse pour la côte.

- La suppression de la communication existante permettrait un rétablissement progressif de la ligne de rivage de La Palmyre et de La Grande Côte. Elle condamne cependant la lagune de Bonne Anse, qui présente actuellement un intérêt pour la navigation et surtout pour l'ostréiculture.

- Le déplacement de la passe vers le Sud améliorerait dans un premier temps la situation, puis serait une nouvelle menace pour la côte.

- La fixation de la passe actuelle, entreprise dès 1976, sous la forme d'un ouvrage de guidage qui reste inachevé (il manque 300 m par rapport au projet initial), permettrait, combiné à des aménagements tels que rechargements et épis, d'obtenir à long terme une situation satisfaisante.

Le maintien en état de la lagune de Bonne Anse nécessite des opérations de dragages périodiques de l'ordre de 200000 à 300000 m³/an.

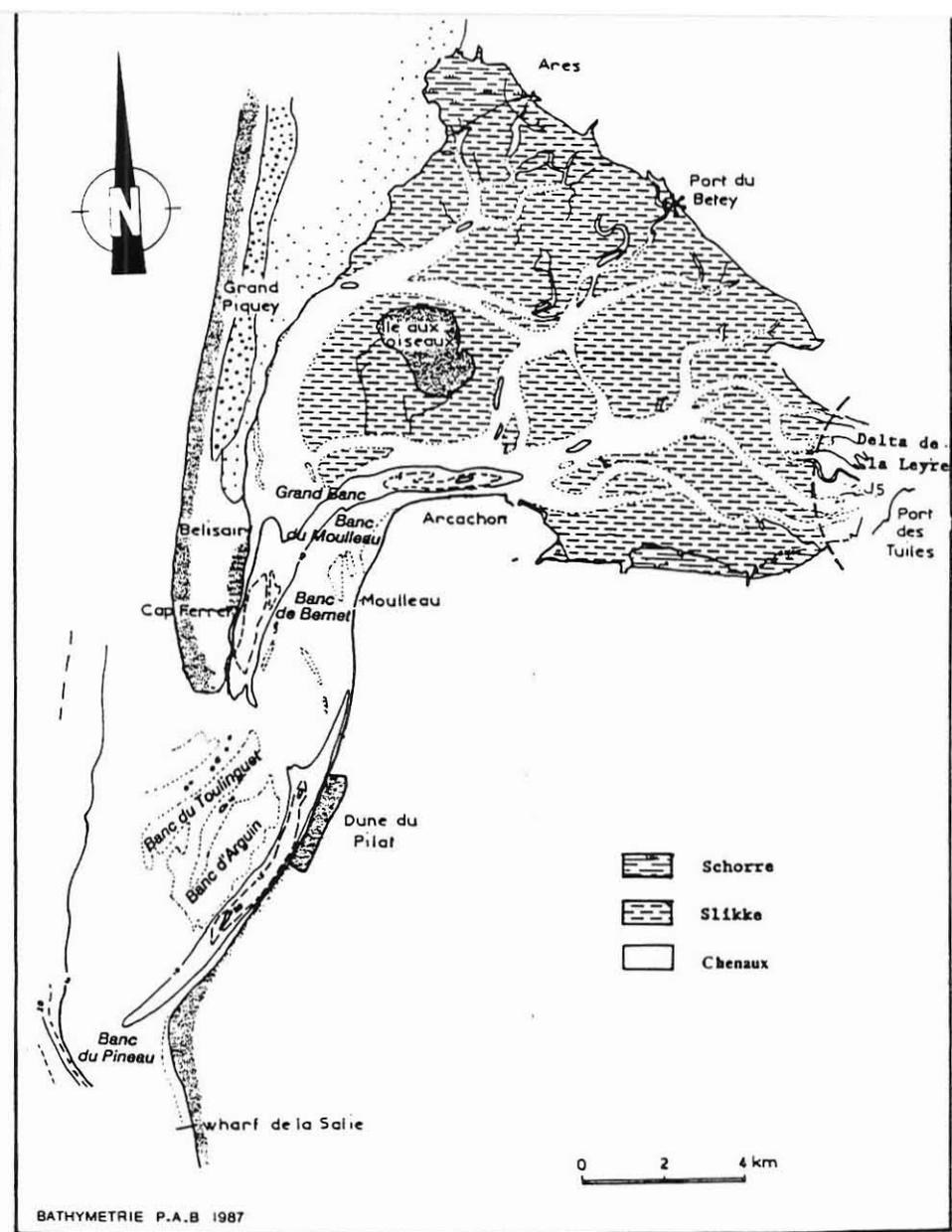
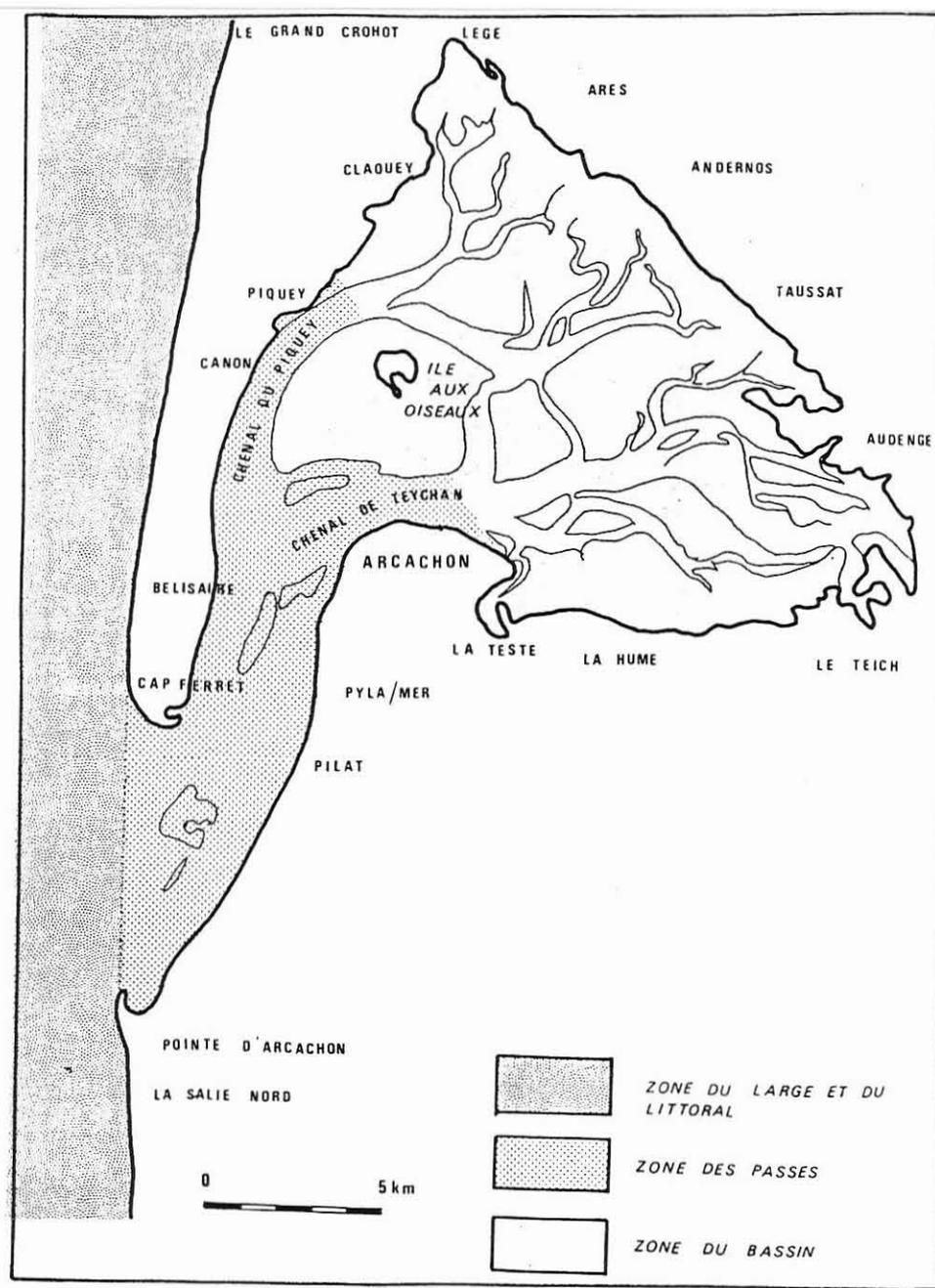


FIG.18 ET 19 : LA FLECHE DU CAP FERRET ET LE BASSIN D'ARCACHON
- CADRE GENERAL⁽⁷⁾ et ⁽¹³⁾

5 ^{eme} exemple : <i>LA FLECHE DU CAP FERRET</i>

1/ LE CONTEXTE :

1.1/ ORIGINALITE DU SITE :

Le littoral aquitain qui s'ouvre sur le golfe de Gascogne, recule progressivement vers l'Est. La flèche sableuse du Cap Ferret n'échappe pas à cette tendance érosive générale, bien que par sa position particulière les mouvements sédimentaires y soient plus complexes et moins nets que sur une côte linéaire.

Le développement de la presqu'île du Cap Ferret a débuté il y a près de 2000 ans et entraîne le comblement progressif de l'embouchure du Bassin d'Arcachon.

Longue de 18.8 km pour une largeur variant du Nord au Sud de 5 à 1 km, la flèche du Cap Ferret barre partiellement l'entrée du Bassin d'Arcachon, grande lagune communiquant avec l'océan Atlantique par un goulet large de 3 km et long de 5 km entre Arcachon et Le Pilat. Celui-ci est encombré par des bancs sableux tels que le banc d'Arguin (qui par ailleurs est une réserve ornithologique). Le Cap Ferret constitue donc une frontière naturelle entre le domaine océanique et le domaine lagunaire du Bassin d'Arcachon.

L'originalité de l'évolution du site du Cap Ferret par rapport à l'ensemble du littoral aquitain, tient à la fois de la morphologie de sa flèche sableuse, des influences lagunaire et marine qui règnent dans le domaine des passes reliant le bassin à l'océan, et des conditions hydrodynamiques particulières (marée, houles et courants) (FIG.18 et 19).

1.2/ CADRE MORPHOLOGIQUE :

Pour comprendre le processus d'évolution du Cap Ferret, celui-ci doit être replacé dans un cadre plus large comportant 3 domaines morphologiques bien distincts. Il s'agit :

- du domaine lagunaire que constitue le Bassin d'Arcachon : la superficie de son plan d'eau atteint 160 km² en haute mer de vive eau et n'est plus que de 40 km² lors des basses mers de vive eau.

- de la zone des passes : elle est composée d'un chenal principal de marée (du chenal du Ferret au chenal du Pilat), du delta de jusant (avec les bancs de Toulinguet et d'Arguin), ainsi que du littoral sud bordant le chenal de marée entre Le Moulleau et La Salie.

- de la flèche du Cap Ferret qui correspond à une accumulation de matériaux sableux sur une épaisseur d'environ 20 m et reposant sur un substrat de sables marins grossiers. Par endroit la dune se réduit à des buttes séparées par de larges couloirs de déflation.

Du côté océanique la dune a une hauteur moyenne de +13 m NGF. L'estran est large (250 m en moyenne) et la plage sous-marine est très développée, avec un système de baïnes et de crêtes littorales important.

A la pointe de la flèche, la dune atteint +10 m NGF. Dans la partie occidentale la largeur de l'estran est de 300 m et se réduit à une cinquantaine de mètres à l'Est. La plage sous-marine correspond à l'exutoire du chenal du Ferret.

Sur la côte orientale, la dune est basse (+6.5 m NGF au maximum), l'estran est large d'environ 50 m pour une pente relativement forte (7%). La plage sous-marine correspond au chenal du Ferret.

1.3/ ACTION DES AGENTS DYNAMIQUES :

1.3.1/ LES VENTS :

Les vents dominants sont de secteur ouest. Ils atteignent donc frontalement la côte océanique de la flèche du Cap Ferret qui subit une forte érosion éolienne. Toujours côté océan, ces vents génèrent des houles qui viennent à leur tour attaquer le rivage.

1.3.2/ L'AGITATION :

En domaine océanique, c'est l'action de la houle qui est prédominante. Elle est sensible entre l'isobathe -10 m et le niveau des pleines mers et engendre un courant de dérive dirigé vers le Sud.

A l'extrémité sud du Cap Ferret, l'action de la houle lorsqu'elle est prédominante, va permettre des dépôts sédimentaires importants.

Dans le Bassin d'Arcachon, la houle disparaît complètement. Elle reste toutefois suffisante pour générer le long de la rive interne du Cap Ferret, une dérive littorale de résultante nord.

De plus, lorsque la vitesse du vent est supérieure à 5 m/s et que la hauteur de marée dépasse 1.60 m, se forme un clapot dont la période est de 3 s et l'amplitude moyenne de 0.3 m dans la zones des passes internes.

1.3.3/ LES COURANTS DE MAREE :

C'est principalement l'action de la marée qui contrôle l'hydrodynamisme dans le Bassin d'Arcachon même et dans la zones des passes internes.

Les courants de marée, lorsqu'ils sont prédominants à la pointe de la flèche du Cap Ferret, ont une action érosive sur le littoral.

2/ CONSTAT D'EVOLUTION DU LITTORAL :

2.1/ CARACTERISTIQUES GRANULOMETRIQUES(7) :

Sur la face ouest de la flèche, où l'estran est battu, les sables sont grossiers voire graveleux. Sur la face est, on passe rapidement des sables grossiers ravinés par les courants de marée, à des sédiments plus fins et fréquemment envasés.

Les sables dunaires ont des médianes comprises entre 0.25 et 0.4 mm. Sur l'estran la granulométrie moyenne est de l'ordre de 0.3-0.5 mm.

Les fonds océaniques sont globalement constitués de sables moyens (200-400 μ m) sur une largeur de 40 km.

En fait, on trouve à environ 1 km à l'Ouest de la côte, des sables fins (160-200 μ m) auxquels font suite vers le large des sables moyens (200-300 μ m) puis à environ 10 km de la côte une zone de graviers relativement limitée.

Au Sud de la flèche, les fonds sont constitués de sables moyens que l'on trouve également le long de la flèche, côté lagune, au niveau de Canon et de Picquey. A l'Est de Bélisaire, les sédiments sont plus grossiers (graviers et galets).

(7) d'après le Catalogue Sédimentologique, 1987

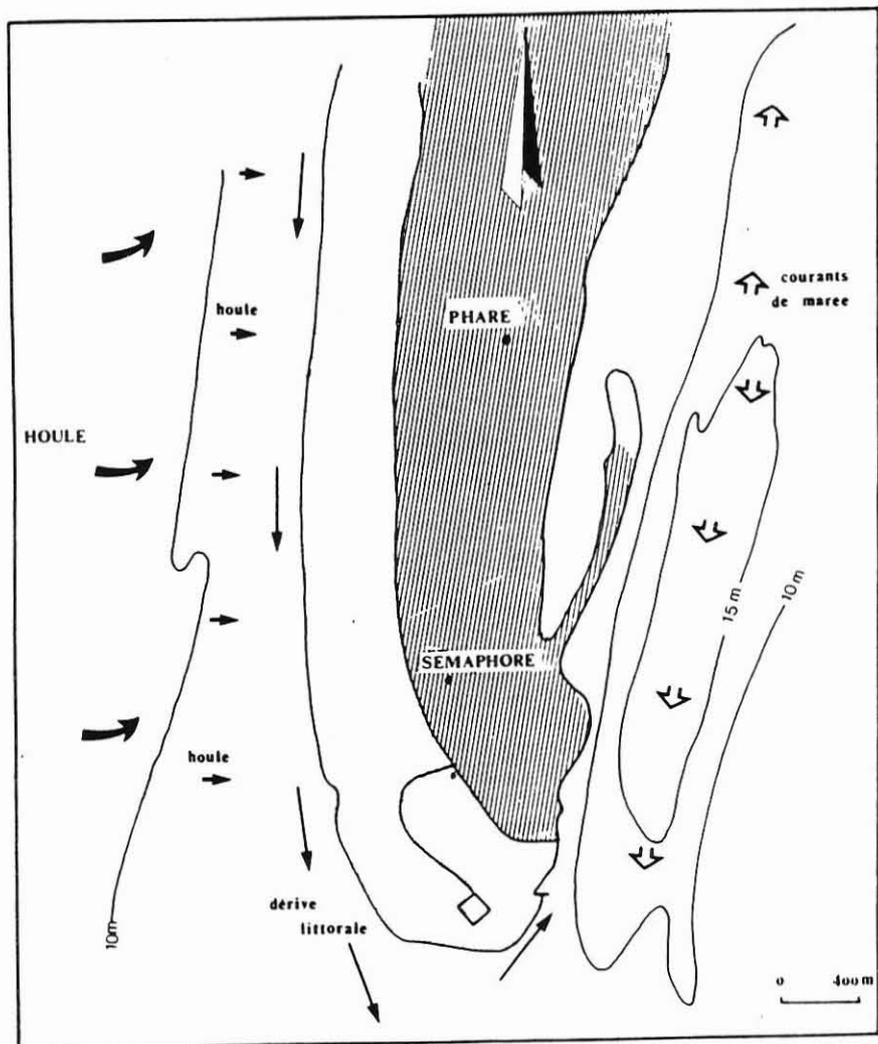


FIG.20 : LES TRANSITS SEDIMENTAIRES AUTOUR DE LA FLECHE⁽¹³⁾

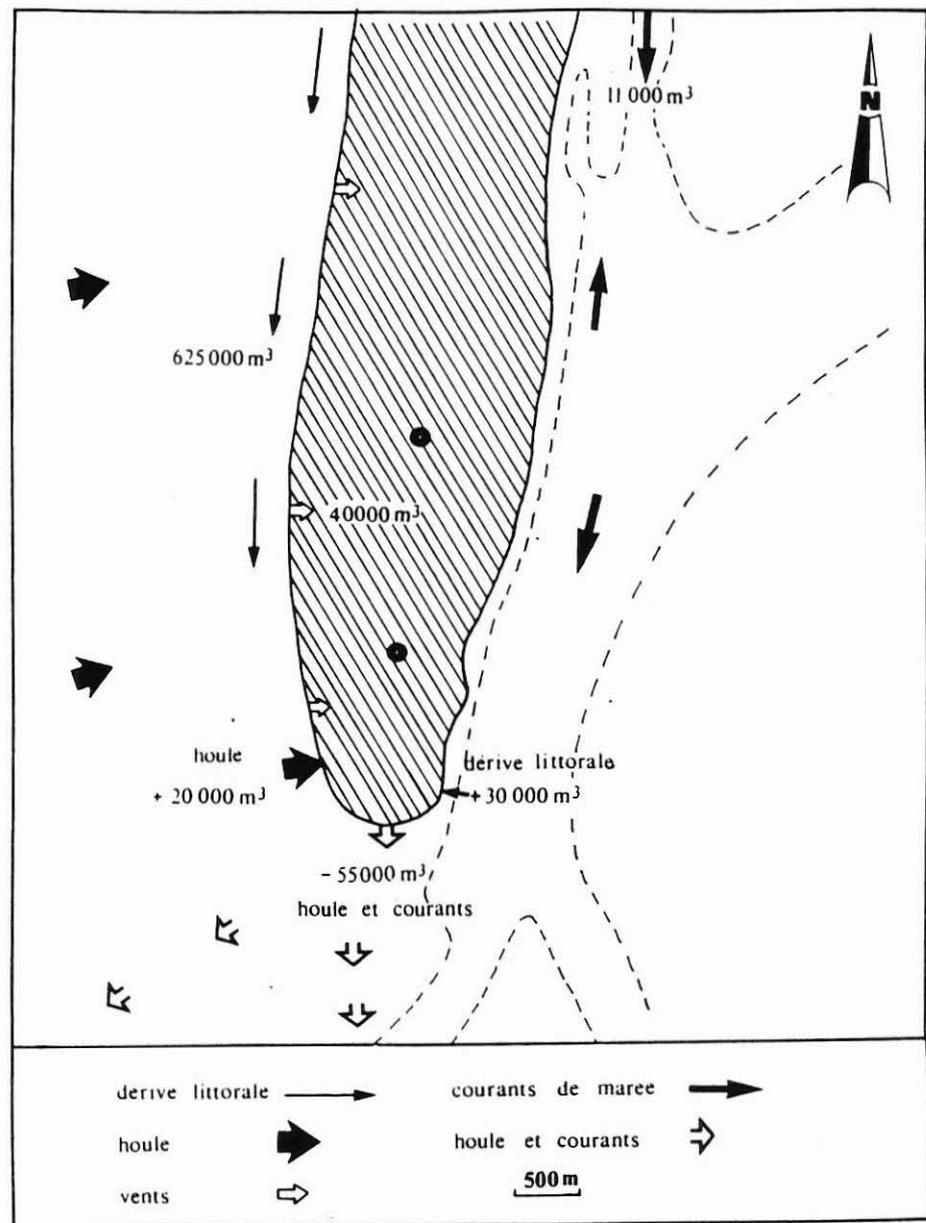


FIG.21 : SCHEMA SYNTHETIQUE DES TRANSITS SEDIMENTAIRES A LA POINTE DU CAP FERRET⁽¹³⁾

Les crassats restent dominants sur l'ensemble du Bassin d'Arcachon.

2.2/ MOUVEMENTS ET BILAN SEDIMENTAIRES :

2.2.1/ MOUVEMENTS SEDIMENTAIRES AUTOUR DE LA FLECHE DU CAP FERRET (FIG.20 et 21) :

a) En domaine océanique, les houles de NW, WNW et Nord, provoquent lorsque leur amplitude est supérieure à 2 m, un transit sédimentaire vers le Sud, estimé par le LCHF en 1969 à 625000 m^3 . La flèche du Cap Ferret est une illustration de la dérive des courants côtiers vers le Sud, phénomène déjà observé à la pointe de La Coubre.

Sur la plage sous-marine (pour des cotes inférieures à -5 m CM), le transit est dirigé vers l'Est avec généralement une dérive vers le Nord.

L'action directe des vents est également à prendre en compte. Le volume annuel moyen de sable transporté par les vents d'Ouest depuis le littoral est estimé à 40000 m^3 . Une partie de ce sable est dispersée dans le chenal du Ferret.

En fait par vent fort, le sable est transporté directement du domaine océanique dans le chenal du Ferret. Dans des conditions normales, à marée basse le vent prélève le sable sur l'estran et le repousse vers la dune littorale.

Sur l'estran, le transit littoral est à l'origine de la formation de bancs et de baïnes, intégrés dans des unités de dimensions plus importantes, qui se distinguent par leur bilan sédimentaire positif ou négatif. Sur les 700 derniers mètres de la flèche, le bilan sédimentaire global serait légèrement excédentaire, avec une zone en érosion au Nord ($-88000 \text{ m}^3/\text{an}$) et une zone d'accumulation au Sud ($+100000 \text{ m}^3/\text{an}$)(13).

b) Dans le domaine intermédiaire (entre océan et lagune), les mouvements sableux dépendent de l'équilibre entre les actions de la houle et des courants de marée. Sur les 2 années de mesures effectuées par GASSIAT, ce domaine a perdu environ 27000 m^3 de sédiments par an.

A l'extrémité sud du Cap Ferret, les mouvements sableux concernent principalement le bas de plage avec des amplitudes verticales atteignant 5 m.

Le bilan moyen annuel montre que la dérive littorale déplace 630000 m^3 de sédiments dans la zones des passes.

(13) d'après Gassiat L, 1989

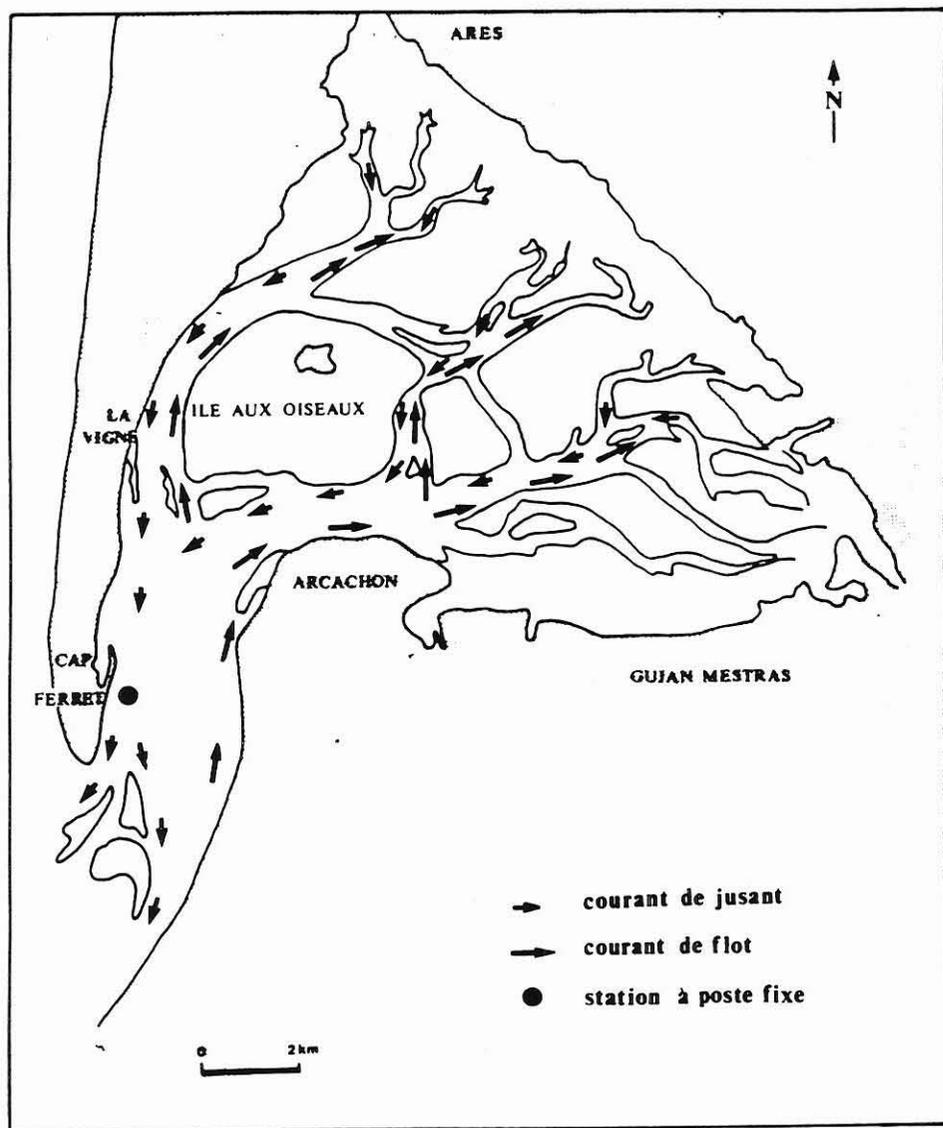


FIG.22 : LES COURANTS DOMINANTS DANS LES CHENAUX DU BASSIN D'ARCACHON⁽¹³⁾

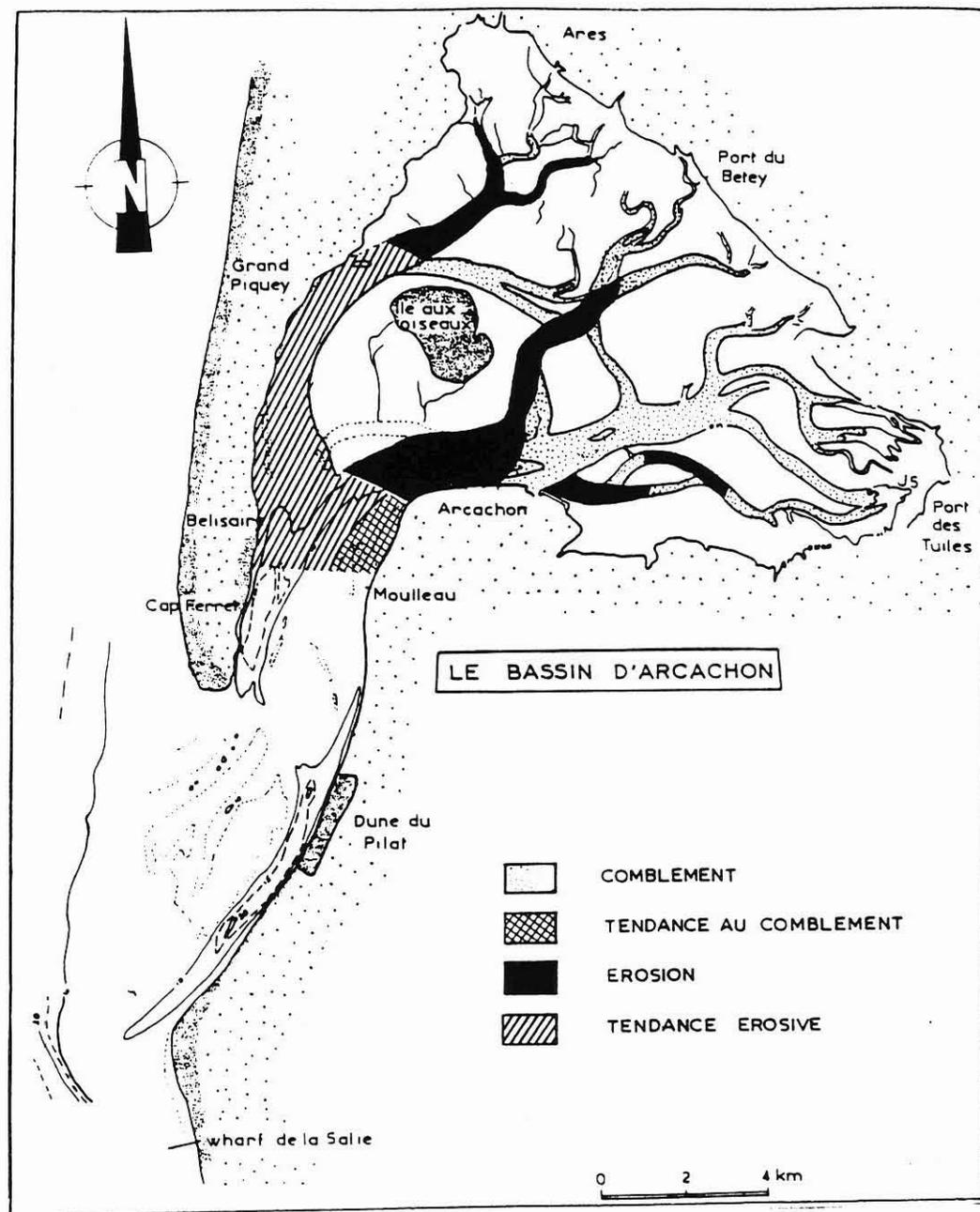


FIG.23 : EVOLUTION GENERALE DU BASSIN D'ARCACHON ENTRE 1892 ET 1987⁽¹³⁾

Sous l'action de la houle, une partie du sable est stockée, tout au moins de façon temporaire, dans les bancs du delta de jusant ; une autre partie est dispersée vers le large et vers le littoral sud.

c) En domaine lagunaire, pour des profondeurs inférieures à 1.50 m, le transport littoral est engendré par la houle de faible amplitude et surtout par le clapot. Il s'effectue par jet de rive et est dirigé globalement vers le Nord.

Dans les zones plus profondes, ce sont les courants de marée qui gouvernent le transit sableux. Ils agissent principalement dans le chenal du Ferret. D'une façon générale, au Nord du Mimbeau, le charriage s'effectue vers le Nord, au Sud de celui-ci les sables sont charriés vers le Sud.

Seule une faible partie des sédiments en provenance du domaine externe arrive le long de la flèche du Cap Ferret. En 2 ans les dépôts sédimentaires dans cette zone ont été de 30000 m³ (13).

2.2.2/ CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES DU BASSIN D'ARCACHON (FIG.22 et 23) :

Le Bassin d'Arcachon se comble progressivement dans sa partie amont. Ce phénomène s'explique par le développement de crassats et par la sédimentation dans les chenaux, générant des dunes hydrauliques.

Simultanément, les axes hydrologiques principaux se développent. Un premier axe longe la flèche du Cap Ferret, un second est constitué par les chenaux de Teychan, du Mapouchet et de Cirouase. La direction de ce dernier tend à se rapprocher de celle de l'axe du Ferret, c'est à dire NNE-SSW.

En fait l'ensemble des chenaux poursuit une rotation vers le SSW (à l'exception du chenal du Moulleau). Ces mouvements de bascule se répètent à une cadence plus rapide dans le système des passes d'entrée du Bassin d'Arcachon, autour d'un axe situé à la pointe extrême du Cap Ferret(2).

Les mouvements qui règnent dans le bassin se répercutent au niveau de cette zone. L'agencement des bancs sableux est par conséquent directement lié à la position des axes des chenaux et inversement. Les bancs sableux du delta de jusant peuvent détourner, voire condamner, un chenal de marée. De même celui-ci peut, suivant l'intensité des courants qu'il draine, provoquer l'érosion de ces bancs. Ces évolutions sont entièrement dépendantes les unes des autres(13).

(13) d'après Gassiat L, 1989

(2) d'après Bouchet 1968

2.2.3/ LES PASSES EXTERIEURES :

D'après GASSIAT, les passes extérieures évoluent selon un cycle de 80 ans environ, qui comporte 3 stades :

- 2 passes d'inégale importance et reliées entre elles à leur sommet ou par un chenal intermédiaire,
- 1 seule passe,
- 2 passes bien individualisées.

L'évolution des bancs du delta de jusant obéit aux mêmes influences hydrodynamiques : depuis 1950, le banc d'Arguin, tout en se développant, s'est déplacé de 950 m vers le Sud.

2.3/ LES PROBLEMES D'EROSION PROPREMENT DITS :

Depuis 1875 la côte nord aquitaine présente une tendance érosive générale, avec une zone relativement stable au Sud du Cap Ferret. De 1927 à 1979, cette tendance s'est accentuée, avec une vitesse moyenne de recul de 1 à 2 m/an.

La flèche sableuse du Cap Ferret, sous l'influence des houles et des courants de marée, subit des mouvements de progradation et de régression. La résultante de ces mouvements depuis 2 siècles, est une avancée de la flèche d'environ 3500 m vers le Sud(13). Toutefois il semble que depuis 1970, la tendance générale soit à l'érosion. D'après les mesures effectuées par le LCHF, le Cap Ferret aurait reculé de 1.40 m/an entre 1967 et 1979, et de 5 m/an entre 1982 et 1985.

Les observations réalisées de part et d'autre du Cap Ferret montre que celui-ci constitue un système en érosion accolé à des sites actuellement en engraissement.

Côté océan, les sédiments prélevés sur l'estran, peuvent soit être stockés au pied de la dune et lui servir de protection, soit être transportés à travers les siffle-vents à l'arrière où ils sont définitivement perdus pour la plage.

L'érosion se manifeste alors au niveau des dunes par la formation de falaises.

Les blockhaus présents sur l'estran et la crête des dunes participent également à l'évolution du littoral : ils favorisent la formation de "noyaux" d'érosion sur l'estran, et bien qu'ils freinent ponctuellement le recul de la dune en piégeant le sable, ils sont surtout à l'origine de la formation de siffle-vents.

(13) d'après Gassiat L, 1989

L'extrémité sud du Cap Ferret constitue un secteur particulièrement sensible à l'érosion. Ce domaine a perdu 27000 m³ de sédiments par an entre 1987 et 1989.

Du côté de la lagune, l'érosion est généralement provoquée par le clapot, qui au cours d'une marée montante met en place des microfalaises d'érosion pouvant atteindre 0.50 m.

3/ LE PROCESSUS D'EROSION :

La flèche du Cap Ferret évolue donc sous l'influence des agents dynamiques, qui ont une action plus ou moins importante selon les secteurs considérés. Bien qu'il existe un transit littoral permettant le dépôt de matériaux sédimentaires provenant des régions situées plus au Nord, le Cap Ferret est soumis actuellement à l'action érosive.

En effet, les volumes de sable prélevés par l'action des houles et des courants à la dune et à l'estran, sont perdus au profit du large. Quant à la dynamique éolienne, elle contribue sur l'ensemble de la flèche, au recul de la dune vers l'Est et à la dispersion des sables dans le chenal du Ferret, augmentant le processus de sédimentation de la lagune.

La pointe de la flèche du Cap Ferret est particulièrement sensible au facteur éolien par sa large surface de déflation qui peut atteindre 800 m d'Ouest en Est.

Comme le domaine des passes externes, elle est sous l'influence d'une double dynamique : la houle océanique et les courants de marée, dont les actions antagonistes sont à l'origine du recul ou de l'avancée du trait de côte.

Dans ce secteur, il ne s'agit pas véritablement d'un processus d'érosion, puisqu'en fait, érosion et progression alternent dans le temps et ont conduit jusqu'à maintenant au développement de la flèche du Cap Ferret vers le Sud.

Côté lagune, le problème d'érosion s'explique par l'attaque des clapots ainsi que par la présence du chenal du Picquey, qui peut soustraire des matériaux sédimentaires à la côte.

4/ AVENIR DU SITE ET LUTTE CONTRE L'EROSION :

4.1/ EVOLUTION PROBABLE DU SITE DANS LES CONDITIONS ACTUELLES :

Dans sa thèse, Laurence GASSIAT propose pour la flèche du Cap Ferret et le Bassin d'Arcachon, l'évolution future suivante :

La morphologie actuelle des passes d'entrée montre que l'on se situe à l'amorce d'un nouveau cycle d'évolution, correspondant à l'ouverture de 2 passes extérieures distinctes. Cette évolution est directement influencée par le basculement des axes hydrologiques du Bassin d'Arcachon. Le développement de la passe nord devrait ainsi limiter dans les 100 prochaines années, la progression de la flèche du Cap Ferret vers le Sud. Celle-ci reprendra cependant à plus long terme.

Il faut noter que cette progression provoque l'érosion de la rive sud du Bassin d'Arcachon dans la zone du Pilat, l'écoulement hydraulique tendant à maintenir la section mouillée.

Dans un même temps, la zone des passes, qui au départ était orientée E-W, pivote progressivement vers le Sud pour s'orienter parallèlement à la côte.

Si la transgression holocène se poursuit, la fermeture de la lagune est donc inéluctable, la diminution continue de la puissance hydraulique entraînant une réduction de la section mouillée.

4.2/ COMMENT LUTTER CONTRE L'EROSION ?

Côté océan, l'érosion n'est pas un problème majeur puisque les valeurs de recul du trait de côte ne sont pas très importantes. De plus les zones d'habitation, situées à plus de 500 m de la laisse des plus hautes mers et séparées de celle-ci par le massif dunaire, ne sont pas directement menacées.

Côté lagune, le problème, en partie résolu par la mise en place d'épis, peut néanmoins ressurgir : en effet, l'engraissement des compartiments entre les épis entraîne une augmentation de la pente de la plage sous-marine et risque de fragiliser l'ensemble côtier.

Le même phénomène pourrait se produire dans la zone intermédiaire, où l'impact de la flèche se fait sentir sur la côte est de la passe (Le Pilat). La lutte contre l'érosion dans ce secteur, a essentiellement consisté jusqu'à présent à installer des équipements lourds.

PARTIE II :

QUE RETENIR DES ETUDES DE CAS ?

CONCLUSIONS

La première partie de cette étude a été consacrée à la présentation de 5 sites montrant actuellement des signes d'érosion marines. Chaque exemple était traité individuellement.

Maintenant, en nous intéressant de façon globale à ces cas, nous allons essayer de mettre en évidence leurs points communs et leurs divergences face aux problèmes de l'érosion côtière.

1/ COMPARAISON DES SITES ET SYNTHÈSE :

1.1/ LES CAUSES D'ÉROSION :

Bien que nous n'ayons choisi que 5 sites, les causes d'érosion sont apparues nombreuses et variées. Elles peuvent toutefois être regroupées en 5 catégories principales. On distingue ainsi :

1.1.1/ LES ATTAQUES DIRECTES DE L'OCEAN :

Les zones en voie d'érosion subissent les rudes conditions océaniques que leur imposent un ou plusieurs facteurs dynamiques (vents, agitation, courants).

C'est le cas de la Baie de Wissant et de la côte occidentale du Cap Ferret, dont les transports sédimentaires résultants se font à la fois perpendiculairement et parallèlement au rivage et concerne aussi bien l'estran que les dunes.

La Conche des Baleines subit également ce genre d'attaque mais dans des proportions moindres. Ce sont surtout les houles qui agissent, entraînant des mouvements sédimentaires parallèles à la côte.

La Baie de Wissant	houles et courants de marée
La Tranche-sur-Mer	obstacles sédimentaires
La Conche des Baleines	houles
La côte de La Palmyre	obstacle sédimentaire
Le Cap Ferret - côté océan - côté lagune	- houles - courants

Les facteurs dominants dans les processus d'érosion de chaque site

1.1.2/ L'ACTION EOLIENNE DIRECTE :

Les plages exposées aux vents dominants sont souvent soumises à une action érosive intense. Elles sont d'autant plus vulnérables que leur estran est large et offre par conséquent aux vents de grande surface de déflation (Baie de Wissant, pointe du Cap Ferret).

1.1.3/ LA PRESENCE D'UN OBSTACLE SEDIMENTAIRE :

Lorsque le transit sédimentaire est freiné ou bloqué avant son arrivée sur une plage, celle dernière se trouve alors sous-alimentée en sable.

La flèche de La Coubre constitue ainsi un obstacle en empêchant les matériaux sableux d'atteindre la côte de La Palmyre. La flèche du Cap Ferret joue également le même rôle au détriment des rivages qui lui font face (Arcachon, Pilat).

Dans le secteur de La Tranche-sur-Mer, l'alimentation des plages est ralentie, voire stoppée, lors du passage de "convois sédimentaires" qui constituent pour les mouvements des sables littoraux, de véritables obstacles mobiles.

1.1.4/ LA PRESENCE D'UN CHENAL LONGEANT LA COTE :

Dans certaines zones, une partie du stock sédimentaire est emporté par les courants qui se concentrent dans un chenal.

Ce phénomène s'observe en Baie de Wissant, au droit du Banc à la Ligne, le long des plages de La Palmyre et de la Grande Côte, et surtout dans le bassin d'Arcachon où le chenal du Picquey vient fortement éroder la côte orientale de la flèche du Cap Ferret.

1.1.5/ LA FORMATION D'UNITES MORPHO-SEDIMENTAIRES :

La présence d'unités, d'origine dynamique, et dont la taille varie d'une dizaine à une centaine de mètres, peuvent apparaître sur l'estran. Il s'agit de dépressions ayant la particularité de générer des érosions telles que les bâches de la Baie de Wissant, les casses de La Tranche-sur-Mer ou encore les baïnes du littoral aquitain, souvent accompagnées de formes d'accumulation (barre ou bourrelet sédimentaire).

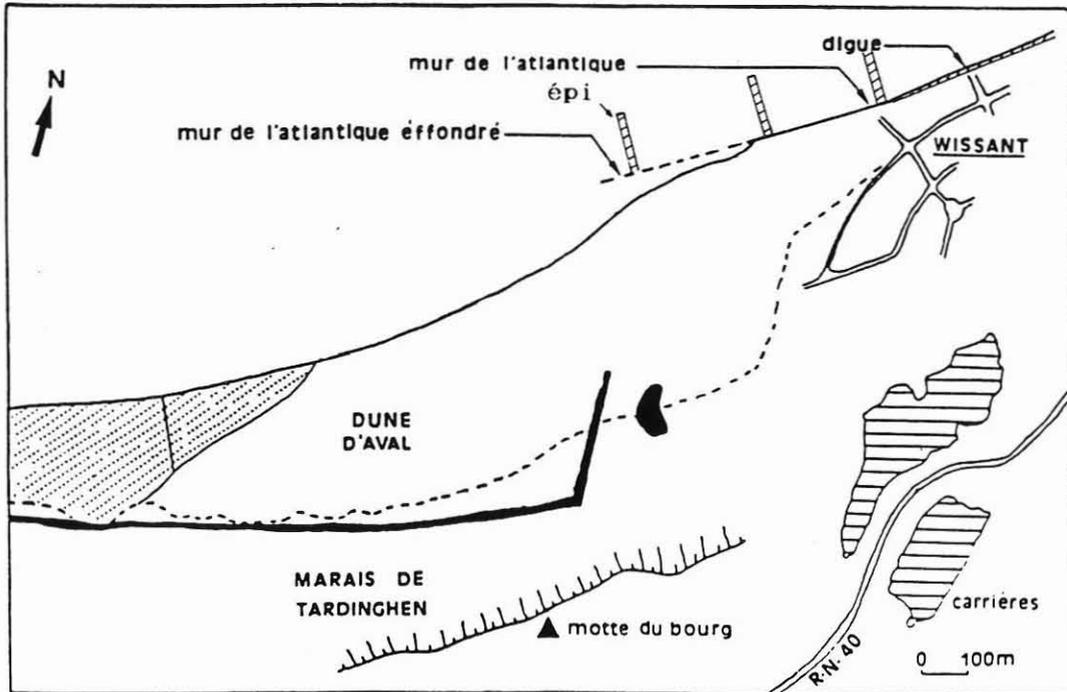


FIG.24 : OUVRAGES DE DEFENSE EN PLACE EN BAYE DE WISSANT

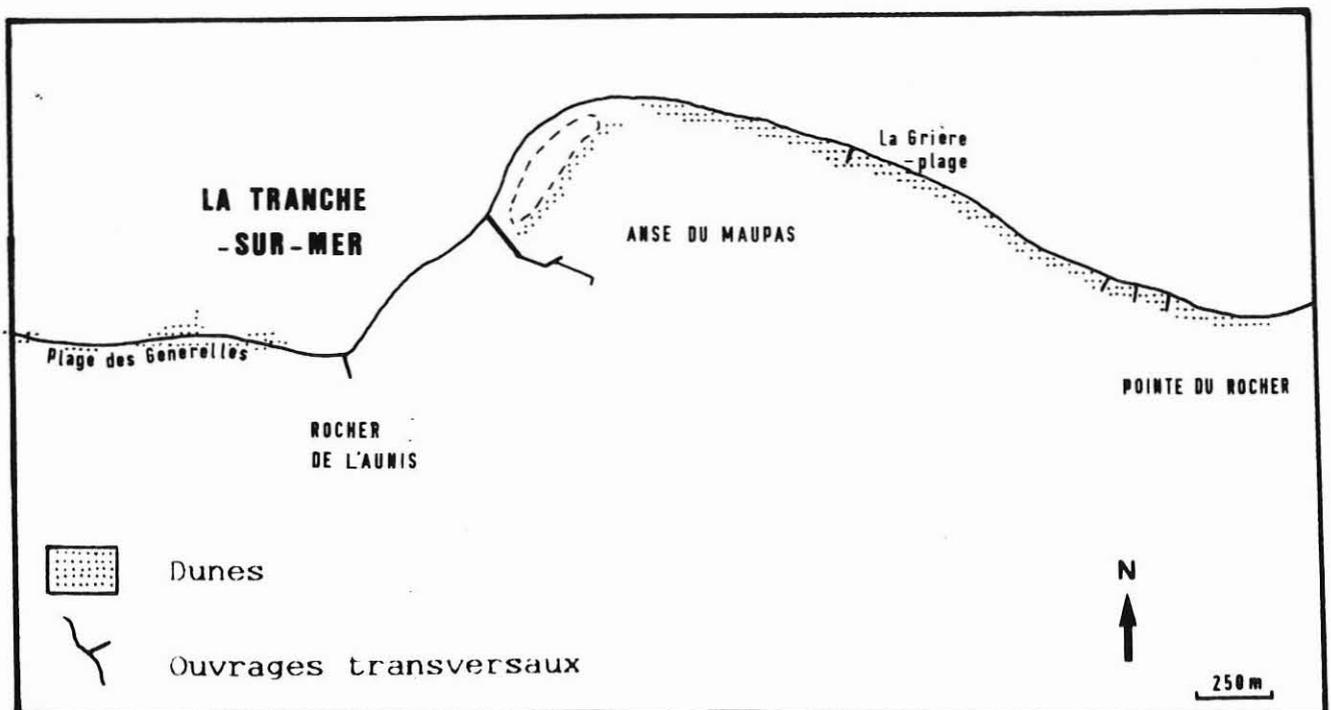


FIG.25 : OUVRAGES DE DEFENSE EN PLACE A LA TRANCHE SUR MER

1.2/ LES MOYENS DE LUTTE CONTRE L'EROSION ET L'AVENIR :

1.2.1/ CE QUI A ETE FAIT JUSQU'A PRESENT :

Des ouvrages longitudinaux ont été construits sur tous les sites étudiés :

A Wissant une digue prolongeant le "Mur de l'Atlantique" vers l'Est, protège l'agglomération. Devant la dune d'Aval, des enrochements ont été mis en place en haute-plage pour renforcer le "mur de l'Atlantique". Toutefois ces derniers n'ont pas été suffisants pour arrêter l'attaque des vagues et leur base présente des signes d'affouillement.

Une digue d'Etat protège le secteur du phare depuis le siècle dernier, à l'Ouest de la Conche des Baleines.

Devant La Palmyre, les zones habitées ont été protégées à partir de 1975 par une digue de 1500 m de long. Un guide-eau de 800 m a également été réalisé. A Bonne Anse, une digue en enrochements, longue de 350 m a été construite en 1977 ainsi qu'un déflecteur de 200 m en 1978.

Sur la côte orientale de la flèche du Cap Ferret, une jetée a été construite à Belisaire, et des perrés sont installés entre le phare et la pointe de la flèche.

Des épis ont également été employés pour essayer de retenir plus de sable sur les plages. En Baie de Wissant, il existe actuellement devant le "Mur de l'Atlantique" plus ou moins effondré, 3 épis en pieux, longs d'une centaine de mètres et espacés d'environ 150 m (FIG.24).

A La Tranche-sur-Mer, des ouvrages de défense perpendiculaires au rivage ont été mis en place depuis une trentaine d'années (FIG.25) :

- une digue-épi de 250 m de long sur la côte ouest de l'anse du Maupas. Cette dernière a d'ailleurs eu un impact plutôt négatif sur le littoral, en bloquant le transit sédimentaire s'effectuant en direction du NE. Les plages situées en aval de l'ouvrage se sont trouvées insuffisamment alimentées en sable et le cordon dunaire a commencé à reculer ;

- une batterie de 7 épis, à l'Est de l'agglomération, entre La Grière et la pointe du Rocher,

- un épi de près de 150 m de long au niveau du Rocher de l'Aunis.

Sur la Conche des Baleines, une batterie de 7 épis accompagne la digue protégeant le phare. Deux de ces épis semblent jouer correctement leur rôle en retenant du sable en

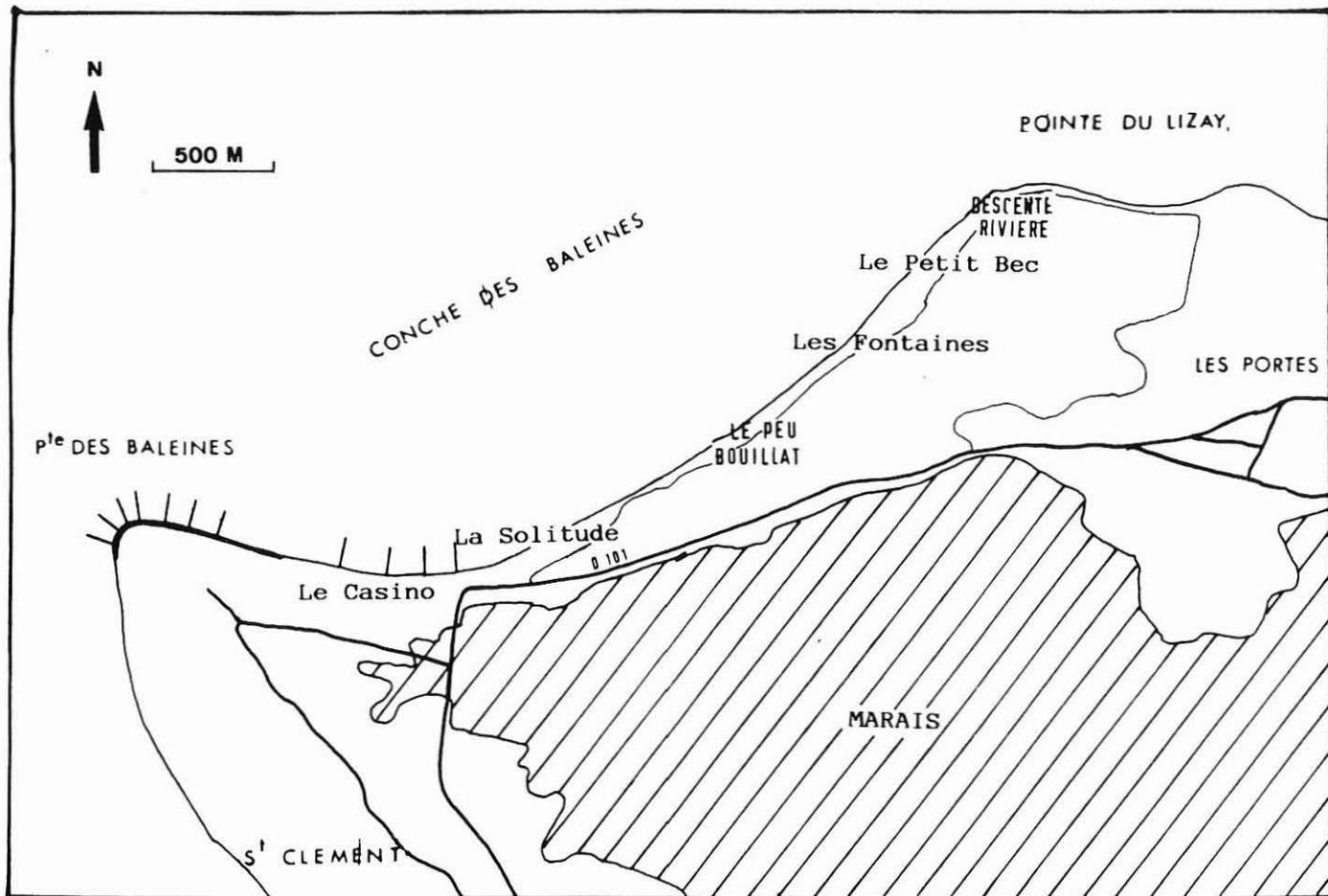


FIG.26 : OUVRAGES DE DEFENSE EN PLACE SUR LA CONCHE DES BALEINES

haute-plage, ils sont situés complètement à l'Est de la Conche, au niveau du Poulitier. Plus récemment (1955), 4 épis ont été installés devant Le Casino (FIG.26).

Côté lagunaire, la flèche du Cap Ferret est aussi protégée par des épis qui contribuent à l'engraissement vertical de la côte alimentée par la dérive littorale. En fait, il existe sur le pourtour du Bassin d'Arcachon divers ouvrages de protection (digues, épis, perrés) mais c'est dans le chenal d'accès qu'ils sont les plus nombreux. Sur la côte Est de la passe d'entrée, la protection est pratiquement continue depuis Arcachon jusqu'au Pilat-Plage.

Des aménagements plus légers ont également été utilisés, comme en Baie de Wissant par exemple où des fascines avaient été installées pour tenter de réhabiliter la dune. Celles-ci n'ont malheureusement pas tenu.

A La Tranche-sur-Mer, des remodelages de la plage ont déjà été effectués, comme sur la côte occidentale de la flèche du Cap Ferret où existe depuis 1972, un système qui semble efficace pour freiner l'érosion générée par la formation des baïnes. Il s'agit de les obstruer avec le sable des bancs se trouvant au voisinage immédiat, à l'aide d'engin de terrassement. C'est donc un travail permanent et ponctuel de reprofilage de l'estran. Cette technique est peu onéreuse et améliore la sécurité pour la baignade(7).

1.2.2/ LES TRAVAUX EN COURS OU EN PROJET :

Il n'existe actuellement aucun projet concernant la lutte contre l'érosion en Baie de Wissant.

Des projets d'aménagement sont actuellement laissés en suspens à :

- La Tranche-sur-Mer (cf. 1^{ère} partie), en mai 1993 le projet soumis une nouvelle fois à enquête publique, était donc en voie de délibération.

- La Palmyre, où la construction d'un port de plaisance est envisagée juste au regard de la pointe de la flèche de La Coubre !

A l'île de Ré, le programme de protection et de réhabilitation du littoral décrit en 1^{ère} partie, est en cours de réalisation depuis le début de l'année.

(7) d'après le Catalogue Sédimentologique, 1987

Rappelons qu'il consiste pour la zone qui nous intéresse, en rechargements de la Conche des Baleines en sable ; celui-ci provenant des dragages effectués pour réhabiliter une ancienne passe à l'entrée du Fier d'Ars. Des épis pourront éventuellement être installés progressivement sur la plage.

Nous n'avons pas pu obtenir d'informations récentes (antérieures à 1989) sur le secteur du Cap Ferret.

1.2.3/ D'AUTRES SOLUTIONS SONT-ELLES ENVISAGEABLES ?

Pour la Baie de Wissant :

Dans les zones non urbanisées, où le recul du trait de côte ne s'avère donc pas catastrophique, les ouvrages de défense longitudinaux sont à bannir puisqu'ils se sont révélés inefficaces, et ont même accéléré le processus d'érosion.

Le rechargement en sable pourrait être une solution intéressante. Pour cela elle devrait concerner à la fois le bas et le haut estran, qui sont tous deux en voie d'érosion. Il s'agirait d'une opération à renouveler régulièrement puisque la dérive littorale ne sera pas arrêtée pour autant.

Trouver le matériau convenant aux rechargements est également un problème qui se pose. En effet, pour qu'un rechargement soit efficace, il faut que le sable apporté ait une granulométrie égale ou légèrement supérieure à celle du matériau en place (315-500 μm). Or les bancs sableux du large, qui représentaient des sources potentielles de sédiments utilisables, ont une granulométrie moyenne inférieure à 500 μm .

Par contre, reprendre le sable de l'arrière-dune pour réalimenter l'estran et la plage semble tout à fait réalisable.

A condition que les informations concernant l'engraissement de la dune d'Amont soient exactes, le sable provenant de l'Ouest et s'accumulant dans cette zone pourrait également être utilisé pour réalimenter le secteur en érosion. Dans les deux cas, les sables concernés étant de même nature, rien ne s'oppose d'un point de vue sédimentologique à cette solution.

Toutefois, étant donnée la rapidité du recul du trait de côte, de simples opérations de rechargements devraient être effectuées très fréquemment, ce qui reviendrait donc relativement cher. L'installation d'épis semble par conséquent également intéressante.

Pour le littoral de La Tranche-sur-Mer :

On peut se demander si l'installation de tant d'équipements lourds est vraiment nécessaire. Comme nous l'avons déjà dit, l'érosion menace le littoral tranchais surtout en hiver, à chaque forte tempête. Il ne s'agit pas cependant d'un problème permanent et le résoudre par la construction irréversible d'aménagements statiques n'est peut-être pas la meilleure solution. Les habitants, premiers concernés, ont d'ailleurs manifesté leur désaccord. La situation ne doit donc pas être trop catastrophique.

De plus le traitement global de près de 2 km de côte empêchera toute réhabilitation du littoral si le comportement de la dynamique sédimentaire a été mal estimé.

Des reprofilages des zones touchées par l'érosion sont envisageables. Dans le secteur des Générelles par exemple, "un remodelage de la plage modifiant le système de la casse actuelle devrait suffire..." (MIOSSEC, 1993).

Si des rechargements en sable étaient nécessaires, il faudrait trouver des gisements potentiels, ce qui ne semble pas évident si l'on étudie les cartes sédimentologiques des fonds marins de la région. Cette solution reste toutefois intéressante pour l'anse du Maupas, zone particulièrement abritée.

1.2.4/ CONCLUSION :

Différentes solutions sont possibles pour protéger le littoral. Bien qu'elles ne concernent pas tous les sites étudiés, les principales méthodes utilisables aujourd'hui, sont :

- la mise en oeuvre de mesures préventives,
- l'action directe sur les matériaux (remodelage de l'estran, rechargement de la plage, déversement de matériaux sur les petits fonds, établissement d'un transit artificiel, stabilisation et création de dunes),
- la réalisation d'ouvrages (ouvrages longitudinaux sur le haut, le bas de plage et les petits fonds), qui bien souvent ne peut être évitée, les mesures et procédés déjà cités se révélant inefficaces, impossibles à mettre en oeuvre ou encore n'ayant pas été utilisés en temps utile.

L'exemple de la Conche des Baleines montre qu'il est possible d'intervenir pour protéger le littoral sans que celui-ci en pâtisse d'une façon ou d'une autre. Cependant le

programme de défense de la côte n'a pu être mis en oeuvre que grâce aux conditions favorables réunies pour ce site :

Les menaces qui pèsent sur le littoral sont encore relativement faibles.

Les rechargements en sable sont possibles d'une part parce que les caractéristiques hydrodynamiques de la plage s'y prête (les mouvements sédimentaires parallèles au rivage étant plus importants que les mouvements dans le profil), d'autre part parce que le coût financier de l'opération est acceptable : le gisement sableux est facilement accessible et sera de plus exploité dans une double optique (rechargements et création d'un chenal).

1.3/ LES INTERETS EN JEU ET L'URGENCE D'AGIR :

Si les conditions existant actuellement sur les différents sites persistent, l'évolution de ceux-ci va sans doute progressivement menacer divers intérêts.

1.3.1/ L'INTERET SOCIAL :

Les habitations construites en bord de mer sont biensûr une des premières causes d'inquiétude lorsque l'érosion vient menacer des zones urbanisées. Parmi les exemples traités, ceux de La Tranche-sur-Mer, de La Palmyre et du Cap Ferret évoquent tout à fait ce genre de situation, avec des maisons ou des terrains en front de mer qui peuvent être fortement attaqués.

Toutefois à La Palmyre comme dans le Bassin d'Arcachon, les secteurs urbanisés ne sont généralement plus du tout menacés, des ouvrages de protection étant déjà en place.

A Wissant, ce sont les maisons situées juste en arrière de la dune d'Aval, qui risquent de disparaître, ensevelies sous le massif sableux qui recule.

Pour l'île de Ré, le risque d'inondation dans certaines zones des communes de St-Clément des Baleines et des Portes-en-Ré fait également prendre conscience de l'importance de préserver le littoral.

On peut considérer comme intérêt social, tout ce qui a trait au mode de vie de la population locale (équipements et loisirs) et qui peut se trouver dégradé par l'érosion côtière.

Sur un plan purement pratique, certains aménagements routiers proches du rivage, peuvent être submergés ou endommagés, devenant inutilisables. Leur protection est donc indispensable. A l'île de Ré, la D101 entre les lieux-dits Le

peuvent les définir.

On entend par approche régionale des problèmes d'érosion, une vision des phénomènes essayant de prendre en compte l'ensemble du système dynamique mis en jeu. Aucun facteur susceptible d'avoir une action sur le site étudié ne doit être négligé, afin d'obtenir un bilan convenable de la situation.

2.1/ EVITER DES AMENAGEMENTS INCONSIDERES :

L'approche régionale permet d'avoir une connaissance suffisante du milieu pour que les impacts néfastes pouvant survenir lors d'aménagement (travaux, dragages...), soient évités.

Une bonne perception des mouvements sédimentaires littoraux est nécessaire lorsque l'on envisage de construire une digue en front de mer, afin d'éviter des affouillements à sa base (cas de Wissant et de La Palmyre).

Un projet d'ouvrage perpendiculaire au rivage demande également un minimum de connaissances concernant notamment la direction des matériaux sédimentaires en transit, leurs origines et destinations. Ceci, afin d'éviter par exemple, la sous-alimentation des secteurs voisins (cas de la digue-épi de La Tranche-sur-Mer).

Il s'agit en fait de prévoir l'évolution du littoral dans le but d'éviter l'urbanisation de zones vulnérables à moyen terme (quelques dizaines d'années). La réalisation des constructions doit se faire suffisamment en retrait de la côte. "Une limite comprise entre 50 et 100 fois l'érosion moyenne annuelle semble être un compromis entre la sécurité et les aspects économiques"(21).

Il s'agit également d'essayer de remédier aux impacts négatifs que peut avoir la réalisation d'ouvrages ou de tout autre aménagement qui s'avère nécessaire.

2.2/ PROTEGER PAR DES AMENAGEMENTS DYNAMIQUES PLUTOT QUE STATIQUES :

En réussissant à cerner correctement l'ensemble de la dynamique qui intervient lors de l'érosion d'un site, il apparaît intéressant d'essayer de résoudre les problèmes de recul du trait de côte par des solutions moins préjudiciables à l'environnement que les aménagements lourds classiques.

(21) d'après Migniot C, 1992

Les équipements lourds ne sont bien sûr pas remplaçables partout (pour le moment en tout cas), mais pour certains secteurs des rechargements ou reprofilages de plages par exemple, peuvent tout à fait convenir comme moyen de lutte contre l'érosion.

De nombreuses techniques nouvelles de protection du littoral sont testées actuellement. Il s'agit de "murs d'eau", brises-lames, utilisation de géotextiles, rechargement de plages par by-passing, algues artificielles... Cependant aucun procédé ne semble actuellement montrer une efficacité significative⁽²³⁾.

Aujourd'hui la lutte contre l'érosion des côtes sans employer d'équipements lourds, est donc relativement difficile, que ce soit dans des secteurs où les ouvrages ne se sont pas montrés efficaces ou dans un but esthétique. Les principales raisons de cette situation sont :

- l'absence de stocks sableux utilisables,
- la difficulté à trouver des techniques "douces" adaptées.

2.3/ LES LIMITES DE L'APPROCHE REGIONALE EN MATIERE DE LUTTE CONTRE L'EROSION :

Bien qu'en théorie une bonne étude de l'évolution d'un trait de côte soit sensée prendre en compte tous les facteurs ayant un impact sur le littoral, la mise en pratique n'est pas toujours évidente.

En effet, l'évolution dans le temps des caractéristiques dynamiques et sédimentologiques des milieux côtier et sous-marin, n'est généralement pas suivie régulièrement en tout point du littoral, ce qui empêche bien souvent la bonne compréhension de la situation actuelle.

L'utilisation des photographies aériennes et satellitaires permet de comparer l'évolution du tracé côtier, des formes sédimentaires ou encore de la végétation, à différentes époques. Mais il existe souvent des lacunes dans les informations nécessaires pour lutter de façon efficace contre l'érosion, que ce soit au niveau de la dynamique érosive d'un site (comme l'importance des mouvements dans le profil par rapport à la dérive littoral) ou dans la recherche de moyens de lutte (comme la localisation et l'exploitation des gisements sableux).

(23) d'après Monadier P, 1992

Les perspectives de protection du littoral par une approche régionale sont donc aujourd'hui essentiellement limitées par l'absence de suivi de l'évolution des phénomènes littoraux et/ou l'insuffisance des paramètres étudiés.

3/ RECOMMANDATIONS EN MATIERE DE LUTTE CONTRE L'EROSION :

3.1/ CONDITIONS POUR QU'UNE ETUDE REGIONALE SOIT EFFICACE :

- Le cadre de l'étude doit être suffisamment large pour que les phénomènes en cause et l'impact des mesures envisagées puissent être convenablement appréciés.

- De nombreux paramètres doivent être pris en compte pour comprendre les causes d'évolution du littoral : tracé, orientation et topographie du rivage, bathymétrie des fonds, caractéristiques des marées, courants, houles (hauteurs, périodes, directions, cambrures, réfraction, diffraction, déferlement, ...) et vents, caractéristiques physiques et granulométriques des matériaux.

- L'évolution du site, des bancs sableux susceptibles d'être utilisés, ... doit être suivie sur plusieurs années.

- Les moyens financiers disponibles doivent être suffisants pour permettre la réalisation d'études complètes, la mise en oeuvre d'aménagements fiables, leur surveillance et leur entretien.

- Les dynamiques sédimentaires des petits fonds, de l'estran, de la plage et de la dune sont la plupart du temps étroitement liées. Lors d'une étude concernant l'érosion, ces unités ne doivent donc pas être dissociées et les moyens de lutte à mettre en oeuvre doivent essayer de prendre en compte l'ensemble du littoral.

3.2/ CONDITIONS A RESPECTER LORS DE LA MISE EN OEUVRE D'UNE LUTTE CONTRE L'EROSION :

3.2.1/ MESURES PREVENTIVES :

A condition que le problème soit traité assez tôt, des mesures préventives peuvent s'avérer suffisantes pour protéger le littoral sans qu'il y ait besoin d'avoir recours à des aménagements importants. C'est là l'intérêt principal de l'approche régionale.

Une protection efficace peut être dans ce cas assurée si certaines disposition sont respectées(23) :

- appréciation convenable des répercussions sédimentologiques des aménagements côtiers et fluviaux voisins,
- contrôle des extractions de matériaux dans le lit des fleuves et le long du littoral,
- entretien des ouvrages de protection déjà en place,
- protection de la zone littorale contre les dégradations au niveau de la végétation et de l'écoulement des eaux,
- acceptation d'un certain recul du rivage.

3.2.2/ RECHARGEMENT DES PLAGES PAR DES PRODUITS DE DRAGAGES :

Le matériau de rechargement doit pouvoir rester en place dans les conditions hydrodynamiques du site et donc avoir une granulométrie au moins équivalente à celle du matériau initial ainsi qu'un bon classement.

Le matériau doit être disponible en quantité suffisante et à une distance raisonnable du site.

Une estimation des pertes inévitables de matériau est indispensable, tant à la mise en oeuvre que pour l'entretien périodique ultérieur.

Une première opération sur un volume réduit de matériaux, doit être réalisée à titre expérimental, afin de suivre l'évolution effective du milieu et l'impact des travaux.

Trois méthodes de rechargement de plages peuvent être envisagées : rejets directs sur la plage, rejets dans les petits fonds devant la plage, by-passing.

(23) d'après Monadier P, 1992

En ce qui concerne les rejets sur les petits fonds, il existe une profondeur critique à partir de laquelle les mouvements sédimentaires deviennent très faibles (environ 2.5 à 3 fois la hauteur des vagues). De plus les remontées importantes des sables vers la côte ne peuvent se faire que par de faibles profondeurs de -6 à -7 m, les éléments les plus fins remis en suspension ayant tendance à être dispersés vers le large(21).

Quant au système by-pass qui permet de reprendre le matériau accumulé à un endroit pour le redéposer à l'aval sur l'estran et rétablir ainsi le transit sédimentaire de façon artificiel, il demande(21) :

- une maîtrise de prélèvement (zone de prélèvement englobant le secteur où se produisent les apports littoraux),
- une continuité de fonctionnement même en période de gros temps,
- une faible vulnérabilité à l'attaque des vagues,
- un faible impact visuel.

3.2.3/ MISE EN PLACE D'OUVRAGE DE DEFENSE :

" Il n'y a pas d'ouvrage universel mais des types d'ouvrages correspondant à chaque cas particulier". (MIGNIOT C, 1992)

Pour une bonne tenue et une efficacité maximale, les ouvrages longitudinaux de haute-plage doivent :

- être très peu réfléchissants (ouvrages de faible pente et aussi absorbants que possibles),
- ne pas présenter d'affouillement à leur base,
- ne pas être imperméables,
- ne pas être submersibles par les vagues et les embruns,
- être réalisés avec des matériaux très résistants aux chocs,
- s'intégrer au maximum dans le paysage,
- être réalisés, si possible, au-delà du niveau des pleines mers de vives eaux.

Relativement faciles à mettre en place dans une mer sans marée, la construction de brises-lames dans les mers à marées devient très délicate, notamment lorsque le marnage est fort et impose des dimensionnements d'ouvrages très importants.

Le coût moyen de tels ouvrages est de plus relativement élevé, puisqu'en 1988 il dépassait déjà 50000 F/ml (toutes mers confondues)(20).

(21) d'après Migniot C, 1992

(20) d'après Migniot C, 1990

Le dimensionnement des épis et son évaluation sur la ligne de rivage ne répondent pas pour le moment à des lois précises, cependant leur réalisation doit tenir compte :

- du profil de plage,
- des conditions de transports sédimentaires du littoral,
- de la provenance des houles dominantes,
- de la largeur de plage souhaitée,
- de l'impact sur le paysage.

- REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES -

- (1) Atlas des Espaces Naturels du Littoral, 1991.
- (2) BOUCHET, 1968.
Etude océanographique des chenaux du Bassin d'Arcachon.
Thèse d'Etat, Bordeaux, n°212, T1.
- (3) BRIQUET A, 1930.
Le littoral du Nord de la France et son évolution
morphologique.
Thèse d'Etat, 484p., A. Colin, Paris.
- (4) CASTAING P et FROIDEFOND JM, 1978.
Etude morphologique et dynamique des dunes hydrauliques à
l'embouchure de la Gironde.
Bull. Inst. Géol. Bassin Aquitaine, n°24, pp 131-145.
- (5) CASTAING P et JOUANNEAU JM, 1976.
Les mécanismes de formation de la flèche de la Coubre, à
l'embouchure de la Gironde.
Bull. Inst. Géol. Bassin Aquitaine, n°19, pp 197-208.
- (6) Catalogue Sédimentologique des Côtes Françaises, 1986.
Côtes de la Mer du Nord et de la Manche.
LNH, LCHF.
- (7) Catalogue Sédimentologique des Côtes Françaises, 1987.
Côtes de la Manche et de l'Atlantique.
LNH, LCHF.
- (8) CLABAUT P, 1984.
Dynamique sédimentaire du littoral de Wissant et de ses
abords.
DEA Géol. Appl., Univ. de Lille, 51p.
- (9) CLABAUT P, 1988.
Dynamique sédimentaire dans le détroit du Pas de Calais.
Thèse, Univ. de Lille, 251p.
- (10) CREOCEAN, 1991.
Présentation d'aménagements côtiers.
DDE 17.
- (11) Le Domaine Marin du Nord-Pas de Calais, nature,
morphologie et mobilité des fonds, 1990.
Région Nord Pas de Calais / IFREMER, 95p.
- (12) "Espace Naturel Régional".
Communication téléphonique.

- (13) GASSIAT L, 1989.
Hydrodynamique et évolution sédimentaire d'un système lagune-flèche littoral, le Bassin d'Arcachon et la flèche du Cap Ferret.
Thèse, Univ. de Bordeaux I, 228p.
- (14) Rapport IFREMER / Région Nord-Pas de Calais, 1987.
- (15) Rapport IFREMER / Région Nord-Pas de Calais, 1990.
- (16) LAFOND LR, 1991.
Le Fier d'Ars, étude des conditions hydrologiques et sédimentologiques naturelles, conséquence sur l'aménagement.
Rapport de recherche.
- (17) LAFOND LR, 1992.
Etude Sédimentologique de la côte de La Palmyre, projet de port de plaisance.
Rapport de recherche 24p.
- (18) LCHF, 1987.
Carte de répartition des sédiments superficiels entre la Loire et la Gironde.
Catalogue Sédimentologique.
- (19) LONG B, 1975.
Le littoral NW de l'île de Ré, les processus dynamiques de la sédimentation et l'évolution côtière résultante.
Thèse 3^{eme} cycle, Géol. Région. Struct. et Appl., Univ. de Toulouse, 236p.
- (20) MIGNIOT C, 1990.
Manuel sur l'hydrodynamique sédimentaire et, l'érosion et sédimentation du littoral.
ENTPE, Fac. des Sciences d'Orsay, 2^{eme} partie, 104p.
- (21) MIGNIOT C, 1992.
Importance de l'érosion contemporaine des littoraux, le cas des côtes Françaises.
Rapport de Session ENPC-IPER.
- (22) MIOSSEC A, 1993.
La gestion de la nature littorale en France atlantique.
Thèse, Univ. de Bretagne Occidentale, T1 469p.
- (23) MONADIER P, 1992.
Diversité des ouvrages de protection du littoral français soumis ou non à la marée.
Rapport de Session ENCP-IPER.
- (24) Rapport DDE 17, 1992.
- (25) Rapport DDE 62, 1983.

- (26) Service Maritime de Boulogne-Calais.
Communication téléphonique.
- (27) SOGREAH, 1987.
Etude prospective du littoral de la Charente-Maritime.
DDE 17.
- (28) SOGREAH, 1990.
Notice d'impact concernant le programme de travaux de
défense contre la mer à la Tranche-sur-Mer.
- (29) WISSOCQ L, 1992.
Impact géomorphologique des tempêtes de 1989-1990 sur le
littoral de cap Blanc Nez.
Hommes Et Terres Du Nord 1992, pp 132-135.

- LISTE DES FIGURES -

n° de figures	pages
FIG.1 : localisation des sites étudiés.....	8
FIG.2 : situation géographique de la baie de Wissant.....	9
FIG.3 : schéma géomorphologique du littoral de Wissant....	10
FIG.4 : orientation des transits sédimentaires en baie de Wissant ⁽¹¹⁾	12
FIG.5 : évolution du littoral de Wissant au cours de l'hiver 1983-1984 ⁽⁸⁾	14
FIG.6 : situation géographique de la Tranche-sur-Mer et de la Conche des Baleines.....	19
FIG.7 : le littoral de la Tranche-sur-Mer, cadre général..	20
FIG.8 : le littoral de la Conche des Baleines, cadre général.....	27
FIG.9 : déplacement des sables littoraux ⁽¹⁹⁾	31
FIG.10 : évolution de la Conche des Baleines entre 1943 et 1974 selon le LCHF.....	32
FIG.11 : situation géographique de la pointe de La Coubre et de La Palmyre.....	36
FIG.12 : le littoral de La Palmyre, cadre général.....	37
FIG.13 : évolution de la pointe de La Coubre entre 1853 et 1971 ⁽⁷⁾	38
FIG.14 : côte de La Palmyre, plan schématique des courants ⁽²⁷⁾	38
FIG.15 : synthèse des processus sédimentaires sur la côte d'Arvert ⁽⁷⁾	39

FIG.16 : schéma synthétique des processus dynamiques et sédimentaires à la pointe de La Coubre ⁽⁷⁾	40
FIG.17 : schéma des mouvements sédimentaires ⁽²⁷⁾	40
FIG.18 et 19 : la flèche du Cap Ferret et le Bassin d'Arcachon, cadre général (7) et (13).....	45
FIG.20 : les transits sédimentaires autour de la flèche.....	48
FIG.21 : schéma synthétique des transits sédimentaires à la pointe du Cap Ferret ⁽¹³⁾	48
FIG.22 : les courants dominants dans les chenaux du Bassin d'Arcachon ⁽¹³⁾	49
FIG.23 : évolution générale du Bassin d'Arcachon entre 1892 et 1987 ⁽¹³⁾	49
FIG.24 : ouvrages de défense en place en baie de Wissant....	55
FIG.25 : ouvrages de défense en place à La Tranche-sur-Mer.....	55
FIG.26 : ouvrages de défense en place sur la Conche des Baleines.....	56