

PREFECTURE DE LA REGION AQUITAINE
Contrat de Plan Etat-Région



Ministère de l'Economie,
des Finances et
de l'Industrie

CONSEIL REGIONAL



AQUITAINE

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE
DE LA RECHERCHE
ET DE LA TECHNOLOGIE

DOCUMENT PUBLIC

Diagnostic d'évolution et recommandations
Contribution de l'IFREMER

Phase 3

2001

IFREMER DEL/AR



Mots clés : Littoral, Côte Aquitaine, Gironde, Landes, Pyrénées-Atlantiques, évolution, surveillance

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

F. MANAUD, J. L'YAVANC, S. NEGRE, C. TOUGERON, G. TRUT (2001) – Elaboration d'un outil de gestion prévisionnelle de la côte Aquitaine. Phase 3 : diagnostic d'évolution et recommandations. Contribution de l'IFREMER. Rapport IFREMER DEL-AR. Août 2001

SOMMAIRE

<u>I. DIAGNOSTIC</u>	9
<u>1 MESURES DU DÉPLACEMENT DU TRAIT DE CÔTE AQUITAIN</u>	9
<u>1.1 DÉPLACEMENT SUR DE LONGUES PÉRIODES</u>	9
<u>1.1.1 Déplacement 1825-1966</u>	9
<u>1.1.2 Déplacement 1966-1998</u>	11
<u>1.1.3 Tendances</u>	13
<u>1.1.4 Conclusion</u>	14
<u>1.2 DÉPLACEMENTS SUR DE COURTES PÉRIODES</u>	15
<u>1.2.1 Cartes</u>	15
<u>1.2.2 Profils</u>	15
<u>1.2.3 Photographies aériennes</u>	17
<u>1.2.4 Conclusion sur les déplacements à court terme</u>	20
<u>1.3 CONCLUSION GÉNÉRALE SUR LES DÉPLACEMENTS DU TRAIT DE CÔTE</u>	20
<u>1.3.1 Grandes tendances</u>	20
<u>1.3.2 Fluctuations par rapport aux grandes tendances</u>	20
<u>1.3.3 Limites d'appréciation</u>	20
<u>2 ANALYSE DU DÉPLACEMENT DU TRAIT DE CÔTE AQUITAIN</u>	21
<u>2.1 FACTEURS NATURELS</u>	21
<u>2.1.1 Variations du niveau relatif océan / continent</u>	22
<u>2.1.2 Océanographie-Climat</u>	23
<u>2.1.3 Géomorphologie</u>	29
<u>2.1.4 Effet des facteurs naturels (conclusion)</u>	52
<u>2.2 INTERVENTIONS</u>	53
<u>2.2.1 Extractions de matériaux</u>	53
<u>2.2.2 Travaux dunaires</u>	54
<u>2.2.3 Travaux de plages</u>	55
<u>2.2.4 Ouvrages maritimes de défense</u>	56
<u>2.2.5 Effet des interventions</u>	94
<u>2.3 CONCLUSION GÉNÉRALE DE L'ANALYSE</u>	95
<u>3 DEVENIR DU TRAIT DE CÔTE</u>	96
<u>3.1 SÉDIMENTOLOGIE PRÉVISIONNELLE</u>	96
<u>3.1.1 Principe</u>	96
<u>3.1.2 Application</u>	96
<u>3.1.3 Bilan</u>	96
<u>non</u>	97
<u>3.2 MODÈLES</u>	98
<u>3.2.1 Modèles géométriques</u>	98
<u>3.2.2 Modèles statistiques</u>	100
<u>3.2.3 Conclusion</u>	101
<u>4 TYPOLOGIE DU TRAIT DE CÔTE AQUITAIN</u>	102
<u>4.1 DÉFINITION DES CRITÈRES</u>	103
<u>4.1.1 Tendance évolutive (critère I)</u>	103
<u>4.1.2 Vulnérabilité (critère II)</u>	104
<u>4.1.3 Gestion (critère III)</u>	105
<u>4.1.4 Occupation (critère IV)</u>	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
<u>4.2 GRILLE D'ÉVALUATION DE LA SENSIBILITÉ</u>	107
<u>4.3 SECTEURS PROBLÉMATIQUES</u>	108

<u>II. RECOMMANDATIONS</u>	110
<u>1. SUR LA MISE EN PLACE DES RÉSEAUX DE SUIVI</u>	110
<u>2. SUR LES AMÉNAGEMENTS</u>	110
<u>RÉSUMÉ</u>	112
<u>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</u>	113

Liste des figures

- Fig. 1 : Côte aquitaine
- Fig. 2 : Traits de côte 1825 (Beautemps-Beaupré) et 1966 (IGN, 1968)
- Fig. 3 : Déplacement du trait de côte entre 1825 et 1966
- Fig. 4 : Extrait de la topobathymétrie IFREMER, 1998
- Fig. 5 : Déplacement du trait de côte entre 1966 et 1998
- Fig. 6 : Comparaison du déplacement du trait de côte 1825-1966 et 1966-1998
- Fig. 7 : Relation vent-surcote (OLAGNON et TOUGERON, 1999)
- Fig. 8 : Régularisation : traits de côte 1825 et 1998
- Fig. 9 : Statistiques d'orientations du trait de côte
- Fig. 10 : Orientations de la côte par segments de 1000 et 2000 m
- Fig. 11 : Statistiques d'angles d'incidence de la houle à la côte
- Fig. 12 : Angles d'incidence de la houle à la côte
- Fig. 13 : Niveaux topographiques du contact plateau/océan
- Fig. 14 : Localisation des enregistrements sonar entre Le Gulp et Arcachon
- Fig. 15 : Localisation des enregistrements sonar entre Arcachon et St Girons
- Fig. 16 : Localisation des enregistrements sonar entre St Girons et Vieux-Boucau
- Fig. 17 : Extraits de sondages multifaisceaux dans le Nord-Médoc
- Fig. 18 : Partie de profils sismiques du proche plateau médocain
- Fig. 19 : Partie de profils sismiques sur le proche plateau landais
- Fig. 20 : Mosaïque d'imagerie multifaisceaux au large de La Salie
- Fig. 21 : Dissymétrie de placages sableux (La Salie)
- Fig. 22 : Grandes mégarides à polarité dirigée vers l'Est (Gastes)
- Fig. 23 : Disposition des grandes mégarides (La Salie)
- Fig. 24 : Petites mégarides d'oscillation (Cap de l'Homy)
- Fig. 25 : Petites mégarides d'oscillation (St Girons)
- Fig. 26 : Photographie du fond à La Salie
- Fig. 27 : Evolution des formes sédimentaires à La Salie entre 1984 et 1998
- Fig. 28 : Embouchure de la Gironde (situation 1963)
- Fig. 29 : Embouchure de la Gironde, évolution de l'isobathe 10 m entre 1812 et 1998
- Fig. 30 : Passe Sud Gironde, évolution des isobathes 5 m et 3 m entre 1963 et 1993
- Fig. 31 : Passes d'Arcachon : zones morphologiques
- Fig. 32 : Passes d'Arcachon : évolution isobathe 10 m
- Fig. 33 : Passes d'Arcachon : bathymétries de 1825 et 1864
- Fig. 34 : Passes d'Arcachon : bathymétries de 1828 et 1929
- Fig. 35 : Passes d'Arcachon : bathymétries de 1936 et 1957
- Fig. 36 : Passes d'Arcachon : bathymétries de 1979 et 1988
- Fig. 37 : Passes d'Arcachon : bathymétries de 1991 et 1998
- Fig. 38 : Passes d'Arcachon : étude comparative de l'évolution du trait de côte entre 1826 et 1998
- Fig. 39 : Quelques dispositifs de protection à mettre en œuvre : les enrochements (Atelier Central de l'Environnement, repris par Levoy et Larsonneur, 1992)
- Fig. 40 : Effets dommageables d'un ouvrage de protection longitudinal sur l'estran (R. Paskoff, 1985, repris par Levoy et Larsonneur, 1992).
- Fig. 41 : Effets dommageables sur le trait de côte d'un ouvrage de protection longitudinal (Levoy et Larsonneur, 1992)
- Fig. 42 : Quelques dispositifs de protection à mettre en œuvre : les épis (Atelier Central de l'Environnement, 1986, repris par Levoy et Larsonneur, 1992)
- Fig. 43 : Effets dommageables des épis sur le trait de côte (R. Paskoff, 1985, repris par Levoy et Larsonneur, 1992)
- Fig. 44 : Principe des ganivelles hydrauliques (Service Maritime et de Navigation du Verdon)
- Fig. 45 : Déversement des matériaux par petits fonds (Service Technique Central des Ports Maritimes et des Voies Navigables, 1998)

Liste des figures (suite)

- Fig. 46 : Quelques dispositifs de protection à mettre en œuvre : la reconstruction dunaire (Atelier Central de l'Environnement, 1986, repris par Levoy et Larsonneur, 1992)
- Fig. 47 : Répartition des ouvrages de défense sur la côte aquitaine
- Fig. 48 : Engraissement de la plage Saint Nicolas
- Fig. 49 : Impact des ouvrages – Le Verdon
- Fig. 50 : Impact des ouvrages de Soulac
- Fig. 51 : Impact des ouvrages de Montalivet
- Fig. 52 : Impact des ouvrages de Lacanau
- Fig. 53 : Impact des ouvrages Ferret-Pyla
- Fig. 54 : Evolution historique du courant de Mimizan
- Fig. 55 : Impact des ouvrages de Mimizan
- Fig. 56 : Modification du trait de côte à Contis
- Fig. 57 : Impact des ouvrages à St Julien
- Fig. 58 : Recul du trait de côte à Vieux Boucau entre 1807 et 1979
- Fig. 59 : Impact des ouvrages à Vieux Boucau
- Fig. 60 : Recul du trait de côte à Seignosse-Le Penon
- Fig. 61 : Impact des ouvrages de Seignosse
- Fig. 62 : L'embouchure du Boudigau à Capbreton avant et après construction des ouvrages
- Fig. 63 : Impact des ouvrages d'Hossegor-Capbreton
- Fig. 64 : Impact des ouvrages de Tarnos-Anglet
- Fig. 65 : Mouvements sédimentaires à l'embouchure de l'Adour(CREOCEAN,2002).
- Fig. 66 : Schéma théorique de l'évolution du trait de côte. (PRAT et SALOMON, 1997)
- Fig. 67 : Généralisation de la tendance évolutive
- Fig. 68 : Histogramme des classes de critères
- Fig. 69 : Sensibilité des secteurs côtiers de 200 m (Gironde)
- Fig. 70 : Sensibilité des secteurs côtiers de 200 m (Landes + Anglet)
- Fig. 71 : Exemple de secteur sensible : Lacanau Sud
- Fig. 72 : Exemple de secteur modérément sensible : Biscarrosse Nord

Liste des tableaux

- Tableau 1 : Tendances globales de déplacement à long terme de la côte aquitaine
Tableau 2 : Photo-interprétations du littoral Aquitain
Tableau 3 : Evolution de la surface des communes littorales entre 1966 et 1998
Tableau 4 : Statistiques de hauteur de houles dans la zone sud-Gascogne (CETMEF, 1998)
Tableau 5 : Tempêtes au Cap-Ferret (Données Météo-France)
Tableau 6 : Zonage des orientations du trait de côte (DUPLANTIER, 1976)
Tableau 7 : Récapitulation de l'impact des ouvrages : secteur du Verdon sur Mer
Tableau 8 : Récapitulation de l'impact des ouvrages : secteur de Soulac-sur-Mer
Tableau 9 : Récapitulation de l'impact des ouvrages : secteur de Montalivet
Tableau 10 : Récapitulation de l'impact des ouvrages : secteur de Lacanau
Tableau 11 : Récapitulation de l'impact des ouvrages : secteur d'Arcachon
Tableau 12 : Récapitulation de l'impact des ouvrages : secteur de Mimizan
Tableau 13 : Récapitulation de l'impact des ouvrages : secteur de Contis (St Julien en Born)
Tableau 14 : Récapitulation de l'impact des ouvrages : secteur de Moliets
Tableau 15 : Récapitulation de l'impact des ouvrages : secteur de Vieux-Boucau
Tableau 16 : Récapitulation de l'impact des ouvrages : secteur de Seignosse
Tableau 17 : Récapitulation de l'impact des ouvrages : secteur de Hossegor-Capbreton
Tableau 18 : Récapitulation de l'impact des ouvrages : secteur de Tarnos-Anglet
Tableau 19 : Vérification des prévisions d'évolution du LCHF (LORIN et MIGNIOT, 1986)
Tableau 20 : Classification des secteurs de côte selon leur tendance évolutive
Tableau 21 : Classification des secteurs de côte selon leur vulnérabilité
Tableau 22 : Classification des secteurs de côte selon leur gestion
Tableau 23 : Classification des secteurs de côte selon leur occupation
Tableau 24 : Classification résultante des secteurs côtiers selon leur « sensibilité »

=====

Liste des photos

- Photo 1 : La côte aquitaine à Vieux Boucau. Photo IFREMER (V. CHAPRON)
Photo 2 : Engin amphibie PONCET effectuant les levés GPS de l'estran (Photo IFREMER)
Photo 3 : Bornage ONF 1990 (gris) et 1996 (jaune) ; Le Pin Sec, commune de Naujac
Photo 4 : Partie centrale de l'ouvrage des Arros (Photo IFREMER)
Photo 5 : Extrémité Nord de l'ouvrage longitudinal et rangée Nord de ganivelles hydrauliques.
L'Amélie-sur-Mer (Photo IFREMER)
Photo 6 : Ouvrage de la Corniche et côte de la dune du Pilat (Photo IFREMER)

=====

Liste des annexes

- Annexe 1 : Liste des cartes bathymétriques
Annexe 2 : Liste des mises à jour topographiques IGN
Annexe 3 : Profils O.N.F.
Annexe 4 : Evénements climatiques/dégâts.

Introduction

Du fait de son ampleur, de son caractère inhospitalier, de la rareté des repères, de la difficulté de pénétration à travers les dunes, la côte Aquitaine (Fig. 1) est restée longtemps peu précisément cartographiée, et, par suite, ses déplacements sont demeurés incertains et sujets à controverse.

La prise de conscience du besoin de rationaliser la perception des phénomènes naturels côtiers pour définir un plan d'action n'est pas nouvelle comme en témoigne l'exhortation de HAILS (1977), « *il est urgent d'entreprendre des études quantitatives pour pouvoir mettre en perspective les différentes causes de l'érosion côtière* » (...) *de manière à formuler une politique d'aménagement* ».

Quant aux moyens pour y parvenir, ils n'ont rien que de très classique : « *Il ne sera possible de cerner l'aspect quantitatif des problèmes que par la poursuite des mesures et des expérimentations* » (PENIN, 1980).

Mais l'expérience du passé désigne le principal écueil d'une telle démarche : la difficulté, pour un linéaire côtier étendu, d'assurer la continuité et la simultanéité des relevés dans le temps et dans l'espace.

Depuis le XIX^{ème} siècle, les services des Ponts et Chaussées et des Eaux et Forêts ont archivé les seules mesures fiables et comparables, mais qui n'intéressent qu'un nombre limité de points d'observation (LAVAL, 1847 ; BUFFAULT, 1942 ; ONF, 1968).

La Mission Interministérielle d'Aménagement de la Côte Aquitaine (MIACA) confia dans les années 1970 au Laboratoire Central Hydraulique de France (LCHF) la révision exhaustive du problème de l'évolution de la Côte Aquitaine. Il en résulta un remarquable travail d'analyse et de synthèse, mais dont, finalement, les recommandations sont restées peu suivies d'effets ; notamment, la mise en place d'un réseau d'observation est restée éphémère.

Par contre, l'Office National des Forêts, avec une remarquable continuité, a perfectionné depuis 1967 son propre réseau de surveillance du cordon littoral, en tant qu'élément majeur de la protection de l'espace forestier.

Simultanément, les Services de l'Equipement, en charge des ouvrages d'accès et de défense de la côte, ont rassemblé pour ce faire une somme fondamentale de connaissances.

C'est pour tirer profit de cet acquis de mesures échelonnées sur près de deux siècles en les actualisant, que le Conseil Régional d'Aquitaine a demandé au BRGM et à l'IFREMER de l'aider à construire un outil de gestion prévisionnelle sous la forme d'un système d'information géographique (SIG).

Ces mises à jour, non seulement vérifient nombre d'avis antérieurs, mais apportent également de nouveaux éléments liés à l'exhaustivité et la précision des levés permise par l'utilisation des techniques nouvelles.

A l'issue de ces trois années de travail et en introduction à l'outil informatique proprement dit, il est possible de présenter un diagnostic d'évolution ainsi que des recommandations pour l'aménagement de la côte.

Le présent rapport ne reprend pas l'exposé détaillé des rapports de première et seconde phase du programme BRGM-IFREMER.

I. DIAGNOSTIC

1 MESURES DU DEPLACEMENT DU TRAIT DE COTE AQUITAIN

Le recul par érosion du littoral Aquitain a été observé depuis très longtemps mais la mesure du phénomène a pu être nettement améliorée par le présent programme.

Il est rarement fait mention du phénomène inverse d'avancée par accrétion (sédimentation), simplement assimilé à un répit de l'érosion.

1.1 Déplacement sur de longues périodes

1.1.1 Déplacement 1825-1966

L'évaluation des modifications du trait de côte, durant cette période, repose sur deux documents (Fig. 2), à savoir :

- ↳ Les minutes de BEAUTEMPS-BEAUPRE ont été mises en cohérence dans une projection géoréférencée. La numérisation d'échelle comprise entre 1/14 400 et 1/48 700 est obtenue à une précision de ± 5 à 20 m (3 à 4/10° de millimètre) selon l'échelle de la numérisation.
- ↳ La carte I.G.N. éditée en 1968 a été réalisée d'après les levés photogrammétriques complétés sur le terrain entre 1957 et 1966 pour la côte d'Aquitaine. Elle constitue un document cartographique homogène de l'ensemble de la côte entre la pointe de Grave et la pointe Saint-Martin. C'est le premier levé complet et fiable depuis les travaux de BEAUTEMPS-BEAUPRE. La précision cartographique usuelle pour une carte de cette échelle est de l'ordre de ± 12 m (CROWELL *et al.*, 1991) et la précision de la numérisation (écarts sur le suivi du trait cartographié) se situe à $\pm 7,5$ à 10 m à l'échelle du 1/25 000.

La comparaison des levés de 1825 et de 1966 (Fig. 3) permet de retracer le déplacement du littoral en un siècle et demi environ. En considérant les résultats de cette comparaison, il faut garder à l'esprit que les erreurs sur la position du trait de côte prennent d'autant plus d'importance que ses déplacements sont moindres.

L'analyse de l'évolution du trait de côte entre 1825 et 1966 sur l'ensemble du littoral entre la Pointe de Grave et la Pointe St Martin met en évidence des mouvements importants et variés. Dans cette étude, « une avancée » représente une sédimentation c'est à dire un gain du continent sur la mer et « un recul » représente une érosion c'est à dire une perte du continent au profit du domaine marin.

Le recul du littoral est particulièrement marqué aux environs de la Pointe de Grave et dans l'anse des Huttes jusqu'aux années 1840, époque à laquelle le littoral compris entre la Pointe de Grave et Soulac fait l'objet, pour l'essentiel, de travaux de défense importants.

Un recul toujours supérieur à 100 m est constaté entre la Pointe de Grave et le Sud de Lacanau soit sur environ 70 km. Cette zone de recul est interrompue, au sud de Soulac, par une légère avancée du rivage due, en grande partie, aux apports observés à proximité de l'Hippodrome, jusqu'en 1903. (cf. .2.1.3.5.)

A cette zone d'érosion succède une côte relativement **stable** sur 30 km environ, du Sud de Lacanau aux abords du Bassin d'Arcachon.



Photo 1 : La Côte Aquitaine à Vieux-Boucau. Photo IFREMER (V. CHAPRON)

Le secteur des **passes d'Arcachon** est marqué :

- avant 1826, par un afflux sédimentaire massif déjà sensible en 1813 (levé de RAOUL).
- entre 1825 et 1864 par un phénomène sédimentaire considérable consistant en **un retrait** très important de la Pointe du Cap Ferret (2020 m vers le Nord) et **une avancée** vers le large de 400 à 600 m de son rivage extérieur ;

- entre 1864 et 1966 le mouvement résiduel de la Pointe du Cap-Ferret montre un **allongement**, vers le Sud, de 800 m environ tandis que la ligne extérieure de rivage manifeste des **avancées** vers le large de l'ordre de 100 m entrecoupées de zones stables.

Parallèlement aux mouvements observés à la Pointe du Cap-Ferret, la côte située entre le Moulleau et la Pointe d'Arcachon subit **une érosion** considérable qui atteint 1400 m au Nord de cette Pointe.

Les avancées et reculs successifs de la pointe du Cap Ferret et de la pointe d'Arcachon sont liés à la dynamique particulière que crée l'évolution cyclique et complexe des passes d'Arcachon. Il ne faut pas assimiler ces déplacements considérables de rivages avec ceux du littoral océanique, mais faire intervenir l'évolution cyclique des passes dans l'interprétation des mouvements des côtes adjacentes à l'embouchure (cf. 3.2.3.)

Au Sud du Bassin, de la Pointe d'Arcachon à l'Adour, les modifications de la ligne de rivage sont faibles et peuvent se regrouper en deux zones.

Une zone située entre la Salie et Mimizan qui représente un linéaire de 35 km marqué par une **légère avancée** vers le large du trait de côte.

Une zone de 45 km, entre Mimizan et Vieux-Boucau, consécutive à la précédente, est marquée par une **stabilité** relative du trait de côte.

Le recul du rivage est observé sur 15 km de côte entre Vieux-Boucau et Capbreton ainsi qu'aux embouchures des courants de Mimizan et de Contis.

Entre Capbreton et le Cap-St Martin, les indentations de la côte de 1825 correspondant aux anciennes embouchures de l'Adour s'effacent **et la ligne de cote se maintient globalement en position**. Elle avance toutefois nettement au Nord de l'embouchure actuelle de l'Adour (Tarnos).

1.1.2 Déplacement 1966-1998

L'ensemble des données concernant le trait de côte n'est connu que sur un plan horizontal car jusqu'à des temps très récents, la cotation altimétrique sur un linéaire très important était pratiquement impossible à réaliser dans des délais très courts.

Aujourd'hui, les moyens technologiques modernes permettent de positionner en continu et en trois dimensions (x, y et z), avec une précision de quelques centimètres, un mobile qui se déplace sur la mer ou sur la terre. (photo 2)



Photo 2 : Engin amphibie PONCET effectuant les levés GPS de l'estran (Photo IFREMER)

A l'aide de cette technique, l'ensemble de la côte d'Aquitaine a pu être cartographié¹. Ce levé topographique géoréférencé sur le plan horizontal et rapporté au Nivellement Général de la France. (IGN69) sur le plan vertical, permet de représenter la zone d'estran, proche du haut de plage, par un réseau de courbes de niveau. Ce travail constitue un état de référence pour des études futures. Désormais, l'estimation de l'évolution de la ligne de rivage ne se fera plus sur une ligne (définie comme le trait de côte) dont l'altitude est fluctuante et inconnue mais sur un réseau de courbes de niveau plus représentatif de la ligne de rivage. (Fig. 4)

L'actualisation des données permet, par comparaison avec la **carte IGN de 1966**, d'évaluer l'évolution de la position du trait de côte survenue au cours des trente dernières années.

La courbe de limite d'estran de la carte 1966 figure la laisse de Pleine-Mer.

C'est la courbe de niveau +3,5 m IGN-69 de 1998 qui a été choisie pour être comparée avec la précédente.

Pour la côte d'Aquitaine, cette altitude représente la ligne la plus à terre qu'atteint la mer aux plus grandes marées avec des conditions de houle faibles.²

La figure 5 synthétise les modifications intervenues sur la ligne de rivage pendant cette période de trente ans. L'analyse de l'évolution montre :

- **une avancée** importante (environ 500 m) entre la pointe de Grave et les Roches de Saint-Nicolas,
- **un recul** dans toutes les zones non défendues situées **entre Soulac et le Grand Crohot**. Ce recul du trait de côte prolonge l'évolution observée entre 1825 et 1966,
- **une légère instabilité** au sud du Grand Crohot,
- **des modifications importantes des abords du bassin d'Arcachon**, marqués par une dynamique particulière engendrée par l'évolution cyclique des passes d'Arcachon ; c'est ainsi que :
 - * la pointe du Cap Ferret présente un retrait résiduel vers le nord et sa face océanique est en recul,
 - * la côte Sud des passes a reculé entre la dune du Pyla et la pointe d'Arcachon et avancé entre la pointe d'Arcachon et la Salie.
- **une évolution irrégulière du trait de côte landais** avec des zones **d'avancée** (de Biscarrosse à Mimizan, du sud de St Girons au Sud de Huchet, de Vieux Boucau à Capbreton, d'Ondres à l'Adour) entrecoupées par des zones de **recul** (au Nord de Biscarrosse, de Mimizan au Nord de St Girons, au Nord de Vieux Boucau, de Capbreton à Ondres, Anglet).

Des événements climatiques, comme le montrent les études réalisées par le LCHF autour de 1980 pour le compte de la Mission d'Aménagement de la Côte d'Aquitaine (MIACA), engendrent des changements morphologiques locaux très importants en accélérant brutalement le recul de certaines parties de la côte. A l'inverse, certaines zones comme la côte Sud de la Pointe de Grave (St Nicolas), amorcent une avancée vers le large depuis plusieurs décennies.

L'exploitation de données à moindre intervalle de temps devraient pouvoir renseigner sur ces phénomènes.

¹ Levé réalisé entre mars et juin 1998 par J-D. GAFFET, J. L'YAVANC (Chef de Mission), F.MANAUD, G. YOUENOU avec l'aide logistique du personnel de la Station IFREMER d'Arcachon.

² Les niveaux de pied de dune attaqués par les houles de tempêtes peuvent atteindre +4,5 m NGF.

1.1.3 Tendances

Les valeurs de déplacement du trait de côte ont été obtenues uniquement à partir des données 1825, 1966 et 1998 (Phase 1, Annexe 4, rapport IFREMER R.INT.DEL/97-12), (Phase 2, Annexe 1, rapport IFREMER R.INT.DEL/99-00).

Les données de déplacement obtenues sur de longues périodes, que ce soit par les cartes, les levés ou les photographies aériennes, doivent être considérées comme des résultantes qui traduisent des tendances.

Pour les comparer (Fig. 6), les valeurs du déplacement ont été calculées sur des radiales régulièrement espacées de 200 m. soit un peu plus d'un millier pour toute la côte. Cet écart a été choisi comme compatible avec la précision du levé 1998 (NEGRE, 2000).

Les environs immédiats des embouchures, dont les mouvements répondent pour partie à des processus indépendants des grandes tendances de la côte, sont exclus de l'analyse.

1.1.3.1 Zones à conservation de tendance

On a d'abord déterminé les secteurs où le déplacement résultant a été homogène (sens identique et taux peu différent) sur les deux périodes (141 ans : 1825-1966 et 32 ans : 1966-1998). Le raisonnement est basé sur la comparaison du sens et du taux annuel moyen de déplacement de la côte perpendiculairement à son linéaire.

Sur la côte comprise entre la Pointe de la Négade et le Sud de Carcans (43 km) à laquelle s'applique la tendance, le taux de recul moyen annuel sur cette zone s'élève à 1,11 m entre 1825 et 1966 et à 1,09 m entre 1966 et 1998. **Autant dire qu'à l'erreur d'appréciation près, cette zone a globalement évolué selon la même tendance sur 173 ans.**

Les secteurs où l'on trouve plus d'une radiale par km de côte où le taux annuel moyen s'écarte de moins de 20% du taux de recul moyen sur cette zone sont les suivants :

- 7,5 km du Sud de Montalivet à la Maison forestière de St Nicolas (taux annuel de recul compris entre 0,90 m et 1,51 m)
- 14 km de Hourtin-Plage à Carcans-Plage (taux de recul compris entre 0,55 m et 1,14 m)
- 5 km entre Le Porge-Océan et La Jenny (taux d'avancée compris entre 0,12 m et 0,43 m)
- 16 km de la commune de Biscarrosse (taux moyen d'avancée 0,52 m à 1,04 m).

La zone de Biscarrosse, située entre la limite du département des Landes au Nord et la limite communale de Gastes au Sud (17 km), illustre la tendance opposée : l'avancée moyenne annuelle s'élève à 0,63 m entre 1825 et 1966 et à 0,89 m entre 1966 et 1998 soit une augmentation de 41% du taux entre les deux périodes. **Ce dernier résultat constitue un acquis nouveau de la présente étude .**

D'autres zones plus petites ont évolué dans le même sens sur 173 ans : Le Verdon (Les Huttes) en recul, Vielle-St-Girons, Tarnos, en avancée.

1.1.3.2 Zones à inversion de tendance

Sur ces zones, on constate un déplacement inverse entre les deux périodes sans pouvoir cependant dater exactement l'inversion de tendance.

1.1.3.2.1 Passage de la tendance à l'avancée à la tendance au recul

Au Sud de chacune des deux zones précédentes (zone Négade-Carcans et zone Biscarosse), on a assisté à une inversion de la tendance à l'avancée (1825-1966) vers la tendance résultante au recul (1966-1998) :

- Sur la côte de Lacanau à Lège-Cap Ferret (35 km), l'avancée moyenne annuelle de 0,30 m entre 1825 et 1966 est suivie d'un recul moyen de 0,55 m entre 1966 et 1998.
- Dans la zone de Mimizan (L'Espécier) à Lit-et-Mixe (Cap-de-l'Homy) sur 15 km d'une côte pratiquement stable (recul moyen de 0,19 m), on passe à un recul moyen de 1,03 m.

1.1.3.2.2 Passage de la tendance au recul à la tendance à l'avancée

Inversement, entre Soustons et Capbreton, la tendance au recul observée entre 1825-1966 a cédé le pas à la tendance à l'avancée entre 1966 et 1998.

1.1.4 Conclusion

Le résultat global pour l'ensemble de la zone d'étude, exprimé en % du linéaire, est présenté dans le tableau suivant.

Tendance	1825-1966 (%)	1966-1988 (%)
- avancée	49	30
- recul	51	70

Tableau 1 : Tendances globales de déplacement à long terme de la Côte Aquitaine.

Les faibles valeurs de déplacements considérées comme peu significatives, inférieures à + ou - 20 m (1825-1966), ou inférieures à + ou - 10 m (1966-1998). Ces valeurs se répartissent également entre avancée et recul. Elles représentent 14 % du total dans la première période, et 21% dans la seconde.

On constate que «Le pourcentage de linéaire de côte en recul a augmenté fortement dans les trente dernières années par rapport à la période précédente de presque un siècle et demi.

Si l'on considère tous les paramètres qui concourent au mouvement résultant d'une côte aussi vaste, et connaissant la variabilité des phénomènes naturels, on peut être surpris de la netteté des résultats obtenus ; il apparaît en effet clairement que :

- pour des tendances identiques sur les deux périodes, les taux restent du même ordre ;
- les changements de tendances vont la plupart du temps dans le sens du recul.

Bien entendu, ces résultats ne doivent pas cacher qu'il existe, à l'intérieur des grandes périodes, des fluctuations par rapport à ces tendances. Nous les examinons maintenant à travers les données de déplacements à court terme.

1.2 Déplacements sur de courtes périodes

Nous avons fait appel à des sources de données complémentaires pour évaluer les déplacements de l'ensemble du trait de côte sur de plus courtes périodes intermédiaires.

1.2.1 Cartes

1.2.1.1 Cartes hydrographiques

(cf. annexe 1)

Les cartes hydrographiques, données de type continu dans l'espace et géoréférencées, mais dont les mises à jour se limitent aux secteurs de côtes proches des embouchures en raison de leur fonction de document de navigation à grande échelle, couvrent les accès des ports (Gironde, Arcachon, Adour).

Une centaine de ces cartes, fournies par le Service Hydrographique de la Marine à Brest, le Port Autonome de Bordeaux et les Services Maritimes, ont été numérisées sous forme de courbes de niveau et collationnées pour définir l'évolution des petits fonds proches de la côte.

Ces comparaisons apportent un élément explicatif dans l'analyse de l'évolution des côtes bordant les embouchures (§ 2.1.3.).

1.2.1.2 Cartes topographiques

Les cartes topographiques IGN, fournissent des données de type continu dans l'espace et géoréférencées, mais dont les mises à jour sont limitées également à quelques zones d'embouchures en raison de leur plus grande mobilité (cf. annexe 2).

L'I.G.N. a produit depuis 1968 un certain nombre de rééditions de la carte de base au 1/25 000, en effectuant des mises à jour de faible extension de la topographie ; ces mises à jour ont été collationnées par nos soins : elles fournissent des positions intermédiaires du trait de côte au Verdon, à Soulac, à Lège-Cap Ferret, à La Teste et à Moliets (cf. Annexe CartoIGN).

1.2.2 Profils

Les profils (O.N.F., L.C.H.F., Services Maritimes...) résultent de mesures perpendiculaires à la côte à deux dimensions (longueurs et hauteurs) de type ponctuel dans l'espace car séparés de plusieurs kilomètres. Les plus récents sont géoréférencés.

1.2.2.1 Données LCHF (1978-1985)

A la demande de la MIACA, le LCHF avait entrepris d'implanter un réseau de suivi de l'évolution du trait de côte composé de 75 repères en 1978 et étendu à 150 repères en 1985. La cessation d'activité de ce laboratoire parallèlement à la mise en sommeil de la MIACA n'a pas permis d'exploiter ce réseau. Cependant, le rapport LCHF de 1986 expose un certain nombre de résultats, dont nous pouvons tirer profit pour la période 1978-1985.

En particulier, des profils topographiques ont été réalisés en 1979 (LORIN *et al.*, 1979) et comparés aux profils ONF de 1967. A propos des résultats de ces comparaisons, qui ont servi de base à de nombreuses analyses de l'évolution, dont celle de AUBIE et TASTET (2000) pour ne citer que la plus récente, on ne dispose pratiquement d'aucune information sur la manière dont elles ont été obtenues. En l'absence de référence méthodologique précise, il est difficile de leur accorder un total crédit.



Photo 3 : Bornage ONF 1990 (gris) et 1996 (jaune) ; Le Pin Sec, Commune de Naujac.

1.2.2.2 Données ONF (1968 et 1990-1992-1995)

(cf. annexe 3)

L'ONF a périodiquement relevé des profils réguliers de la dune littorale incluant notamment le pied de dune côté océan ce qui permet d'approcher une position du trait de côte.

1.2.2.2.1 Recueil des données

En 1967, une première série de « *Profils en travers de la zone littorale* » avait été effectuée d'une manière systématique (extraits du rapport ONF, 1968, Notice explicative p.6) (cf. annexe 3).

Comme nous l'avons vu précédemment, les profils ONF-1967 ont été utilisés par le LCHF pour déduire le déplacement du pied de dune entre décembre 1968 et mars 1979, début du réseau MIACA. Il semblerait donc que le LCHF ait refait un certain nombre de ces profils en 1979 (P.K.17 à 98 en Gironde et P.K.55 à 104 dans les Landes), mais les rapports d'études ne présentent que des documents insuffisamment détaillés pour être utilisables.

En 1990, l'ONF, à la demande de la MIACA et de la DRAE, a mis en place un bornage régulier espacé de 4 à 6 km délimitant 40 profils entre la Pointe de Grave et l'Adour.

Ces profils ont été levés à trois reprises : en 1990, 1992 et 1995-96.

(cf. rapport de 1^{ère} phase, annexe 1, tableau 7)

Enfin, 1996 a vu l'implantation et la mise en place d'un nouveau bornage proche de celui de 1990 (Photo 3), mais géoréférencé par GPS. Les profils 1997 ont été levés par rapport à ce nouveau bornage.

1.2.2.2.2 Exploitation des données

L'ONF a présenté les dessins de ces profils sans en fournir d'interprétation.

Il a confié en 1999 à l'Université de Bordeaux I (R. PEDREROS) le soin d'en réaliser l'exploitation en incluant les profils 1997 après rattachement des repères des deux générations et contrôle des altitudes. Dans l'état d'avancement de ce travail, il n'est donc possible d'utiliser que les résultats préliminaires partiels qui nous ont été communiqués, à savoir :

Dans la période 1990-1997 sur la côte girondine investiguée, un premier examen porte sur le déplacement du niveau +5m NGF des profils.

La résultante sur 7 ans se traduit par :

- un recul au Nord de Carcans pouvant aller jusqu'à 26 m (L'Amélie)
- une avancée dans le Sud de Carcans qui atteint de 32 m à Lège (Bayle).

A l'intérieur de ces 7 années, on observe une alternance d'avancées et de reculs survenus au cours des trois inter-périodes (1990-1992, 1992-1995/96 et 1996-1997) qui s'élèvent souvent à plusieurs dizaines de mètres et atteindraient même 80 m au Cap Ferret.

1.2.3 Photographies aériennes

Les photographies aériennes sont universellement utilisées pour l'étude de l'évolution morphologique des côtes ; aussi les difficultés inhérentes à leur exploitation sont-elles bien connues : parmi lesquelles

-L'identification du trait de côte :

- de manière habituelle « *le trait de côte est déduit en repérant la laisse de pleine-mer (dépôts d'algues et détritiques). Or pour les différentes missions, les coefficients de marée ne sont pas identiques. Il s'ensuit de légères erreurs pour l'appréciation de l'évolution du littoral. Mais en général, l'amplitude du recul (ou de l'avancée) est supérieure à l'erreur (maximum : 10 m) résultant du déplacement horizontal de la laisse de pleine-mer selon l'amplitude de la marée.* » (FERAL, 1985).

La qualité des images :

- de plus, la plupart des auteurs estiment que les échelles moyennes de prises de vues (1/25 000 à 1/40 000) sont peu adaptées à une interprétation du trait de côte.

Le géoréférencement des images :

Il peut être obtenu :

- par coordonnées cartographiques des points homologues identifiables à la fois sur image et sur carte IGN (précision décimétrique) ;
- par levé direct de points remarquables sur le terrain (précision métrique).

Sur un tel littoral, parmi les rares repères utilisables en photo-interprétation, la voirie, les garde-feu, les maisons forestières, les blockhaus tiennent une place importante.

Les blockhaus de la dernière guerre sont fréquemment utilisés à cause de leur taille qui facilite leur identification sur les clichés standard au 1/30 000 de l'IGN, et de leur masse qui les rend « *insensibles à l'action des agents dynamiques, si bien que la distance qui les sépare de la position actuelle des crêtes de dune correspond au recul de l'édifice dunaire* (PEDREROS, 1994). Remarquons que cette évaluation reste seulement approchée faute de la connaissance de la position initiale de la crête de dune par rapport à ces ouvrages lors de leur construction. Une autre incertitude concerne tous les blockhaus basculés ou descendus de la dune à la plage.

1.2.3.1 Travaux du BRGM

L'exploitation de trois séries de photographies aériennes (1957, 1974 et 1996), couvrant l'ensemble de la côte a été réalisée au cours du présent programme (Phase 1, Annexe 5, rapport BRGM 97-E-101 « Evolution de la côte entre 1957 et 1974 »; Phase 2, Annexe 2, rapport BRGM 98-E-203 « Evolution de la côte entre 1974 et 1996 »).

Citons le rapport de Synthèse Avril 1999 :

« La comparaison de la position du pied de dune à partir des photos aériennes sur 40 ans entre 1957, 1973 et 1997 fait apparaître des grands ensembles dont le comportement reste constant durant toute cette période. On notera en particulier les ensembles suivants :

- de Montalivet à La Jenny, en phase de recul
- de La Jenny à l'Herbe, en avancée
- de Biscarrosse au Nord de Mimizan, en légère avancée
- du sud de Mimizan à Saint-Girons, relativement stable, avec des reculs locaux dans la dernière période (cap de l'Homy)
- de Saint-Girons à Biarritz, un ensemble plus complexe alternant les deux tendances mais plutôt stable en dehors de l'influence des ouvrages(le recul concerne essentiellement le tronçon Capbreton-Ondres en décroissant du Nord au sud). »

1.2.3.2 Travaux universitaires

Un certain nombre d'interprétations ont été réalisées dans le cadre de travaux universitaires ayant pour objet de définir l'évolution de différents secteurs particuliers de la côte Aquitaine.

Les principaux travaux ont été réalisés à l'Université de Bordeaux ; la plupart traitent du littoral Girondin (tableau ci-dessous).

Zone géographique couverte	Période	Auteur
Soulac, Le Junca, Carcans, Lacanau, Le Porge, Cap-Ferret	1957-59 ; 1973-74. 1977 (Lacanau)	AMINI, 1979
Cap-Ferret	1937 à 1982 (multi-échelles)	POUGET, 1984
Nord-Médoc de Le Verdon à Montalivet	1982-1994	PEDREROS, 1994
Côte du Département de la Gironde	1959 à 1991 (1/25 000) et 1985 à 1994 (1/5 000)	SOGREAH-LARAG, 1995
Côte du Département de la Gironde	1985 et 1994 (1/5 000)	AUBIE, 1996
Sud-Landes (Seignosse)	1945-1997 : 1/40000 ; 1/5000 ; 1989, 1994 ; 1/8000 ; 1998.	SALOMON <i>et al.</i> , 1999

Tableau 2 : Photo-interprétations du littoral Aquitain.

Les résultats obtenus sont les suivants

1.2.3.2.1 Gironde

PEDREROS (1994) a utilisé les blockhaus identifiés sur les photos de 1991 pour reconstituer la position du trait de côte de 1942 et en déduire, par exploitation des photographies aériennes de 1982, 1991 et 1994, le recul de la côte du Nord-Médoc, de Le Verdon à Montalivet.

En ne retenant que ces dernières dates, pour les raisons précédemment évoquées, sur l'ensemble de cette zone, sauf aux Huttes et à La Négade, s'est manifestée « **une tendance nettement plus érosive entre 1991 et 1994 que dans la période 1984-1991** ».

Une exploitation des missions aériennes à grande échelle (1/5 000) réalisées pour les besoins de l'O.N.F. a permis à AUBIE (1996) d'apprécier l'évolution du rivage entre 1985 et 1994 en 27 points du littoral du département de la Gironde. L'évaluation du recul en 10 ans de la corniche dunaire par rapport à des édifices repères, est donnée à une précision meilleure que 1 m.

Les données rassemblées ont permis à AUBIE et TASTET (2000) de synthétiser le comportement de la côte girondine durant trois périodes, à savoir :

- période 1 (1967-1979),
- période 2 (1979-1985) et
- période 3 (1985-1994).

Remarquons que ces périodes subdivisent assez bien la seconde grande période 1966-1998 analysée précédemment (1.1.2.).

L'évolution constatée est la suivante :

- le secteur de Soulac-L'Amélie a accéléré son recul qui était de 1 m/an dans la période 1 à 5,5 m/an dans la période 3 ;
- le secteur de Carcans est passé d'une stabilité relative (avancée 0,2 m/an) dans les périodes 1 et 2, à un recul de 2,5 m/an dans la période 3 ;
- le secteur du Grand-Crohot qui était en recul durant les périodes 1 et 2, s'est avancé de 1,6 m/an durant la période 3.

Même si l'on ne prend pas en compte les mesures LCHF de 1979 (1.2.2.1.), l'analyse reste valable puisque les périodes 1 et 2 qui encadrent cette date, montrent un comportement similaire.

1.2.3.2.2 Landes

Seul le Sud de la côte landaise a fait l'objet de mesures de déplacement du trait de côte par interprétation de photographies aériennes de 1945, 1989, 1994 et 1998 : « *l'étude menée par le LGPA montre que les zones d'accrétion se situent surtout à Hossegor (...). Par contre le secteur de Seignosse est en faible érosion Mais le bilan général est négatif* » (SALOMON et al, 1999).

Les résultats par périodes et secteurs sont les suivants :

- Entre 1945 et 1985, sur le secteur de **Seignosse**, un recul moyen de 40 m (variant de -80 à +10 m) a été mesuré et sur le secteur d'**Hossegor** une avancée de plus de 100 m.
- Entre 1985 et 1994, sur le secteur de Seignosse, « *les zones d'érosion se situent essentiellement au Nord (entre 8 et 24 m de recul aux Casernes), alors que les zones d'accrétion se situent surtout dans le Sud où la plage Nord d'Hossegor a progressé de 48 m (...). En fait, il s'agit d'une tendance constante pour ce secteur qui dure au moins depuis 1985 (...). Enfin, il existe une dizaine de zones de stagnation (stabilité), les plus importantes se situent dans le secteur d'Hossegor* ».
- Entre 1994 et 1998, une certaine stabilité se retrouve dans le secteur compris de la plage du Penon jusqu'aux Estagnots.
- de 1989 à 1998, sur le secteur de **Ondres-Tarnos** « *la tendance générale serait à une certaine stabilité de l'ensemble de la côte. Les zones d'érosion sont limitées aux zones d'accès aux plages* ».

1.2.4 Conclusion sur les déplacements à court terme

Les analyses à moyen et court terme mettent en lumière une certaine évolution des tendances survenue depuis une quinzaine d'années :

- en Gironde, une accentuation du recul dans le Nord-Médoc se propageant vers le centre (Carcans) et une inversion récente de tendance vers l'avancée dans le Sud (Grand-Crohot) ;
- Dans les Landes, une intensification du recul au Nord du secteur de Seignosse, une stabilisation au Sud du secteur de Seignosse vers Hossegor, une stabilisation de Ondres à Tarnos.

1.3 Conclusion générale sur les déplacements du trait de côte

1.3.1 Grandes tendances

Les déplacements à long terme (1825-1998) qui viennent d'être mesurés dans le cadre de ce programme permettent de discerner les principes généraux suivants :

- une tendance au recul dans le Nord et à la stabilité ou même à l'avancée dans le Sud,
- une rectification des irrégularités du linéaire,
- dans les 30 dernières années (1966-1998), un accroissement de la proportion du linéaire en recul (70%) par rapport au siècle et demi précédent (50%).

Les déplacements à long terme (30 ans et plus) peuvent être considérés comme des **tendances** à prendre en compte dans l'aménagement pour en définir les grands principes. L'évolution des territoires communaux sous l'effet du déplacement du trait de côte est représenté ci-contre (Tableau 3).

1.3.2 Fluctuations par rapport aux grandes tendances

Les mesures de profils effectuées entre 1978 et 1985 (LCHF) et entre 1990 et 1996 (ONF) sur des écarts de quelques années tendraient à montrer que le trait de côte ne se déplace pas de manière constante. Il semblerait même parfois que la valeur de ces déplacements à court terme puisse dépasser celle des déplacements à long terme. Cette valeur, critique pour définir la largeur à donner aux « bandes de sécurité » à interposer entre le trait de côte instantané et les aménagements destinés à durer, devra faire l'objet d'une attention particulière dans la poursuite du programme.

Quant aux déplacements à moyen terme définis à partir des études sur photographies aériennes, ils se rapprochent davantage des tendances des déplacements à long terme.

1.3.3 Limites d'appréciation

D'une manière générale, on doit reconnaître que les mesures des déplacements du littoral restent peu nombreuses, hétérogènes, insuffisamment documentées, ce qui rend difficile leur exploitation scientifique et la détermination du phénomène.

L'inorganisation et le manque de continuité des opérations de mesure du déplacement du trait de côte par le passé ont engendré un retard considérable dans l'établissement d'un diagnostic fiable sur lequel étayer l'aménagement de la Côte Aquitaine.

Le présent projet et les mesures qu'il préconise dans le cadre du plan Etat-Région doivent contribuer notamment à acquérir une base de données permettant de combler cet handicap.

2 ANALYSE DU DEPLACEMENT DU TRAIT DE COTE AQUITAIN

Le constat ne dispense pas de l'explication si l'on veut pouvoir sinon réagir du moins raisonner et, dans une certaine mesure, prévoir.

2.1 Facteurs naturels

Ce chapitre a pour objet d'analyser l'évolution du trait de côte aquitain, tout au moins de ce que nous en savons, dans le contexte évolutif général, car «*la défense du littoral doit d'abord envisager la dynamique globale avant de se pencher sur tel ou tel aspect particulier*» (DUPARC, 1983).

La translation du littoral sous l'effet de l'érosion marine représente un processus au long cours qui affecte la côte dans son ensemble.

«*Ces longues plages rectilignes se sont formées en à peu près 6000 ans mais elles ont été et sont encore soumises à des modifications. Certaines se déplacent vers la mer, d'autres vers la terre.(...) Dans l'ensemble, c'est la plage qui recule* » (KING, 1972).

A partir des connaissances sur la côte Est des Etats-Unis, LEATHERMAN (1980) met en cause l'emploi du terme «*érosion* » pour qualifier le processus de retrait de la côte car les cordons littoraux «*en tant qu'unités écologiques, sont capables de migrer* ».

Ce concept s'applique spécialement aux cordons littoraux transgressifs lagunaires, mais probablement pas à l'ensemble du cordon de la côte aquitaine, depuis que sa migration a été freinée par la fixation des dunes.

En Aquitaine, le processus de retrait du littoral aquitain a été clairement exposé par FROIDEFOND (1985), (cf. rapport I^ophase, ch.3.1.).

«- *La rupture de pente (ou encoche) nettement marquée sur cette coupe autour du niveau moyen, traduit incontestablement un travail d'érosion du plateau landais par l'action de la mer.*

- *La partie vive du littoral, où s'opèrent la plupart des mouvements sédimentaires, se situe entre – 20 m de profondeur et la limite intérieure de la dune littorale³.*

- *Cette bande littorale est modelée par la houle qui détermine des transports dans le profil² et le long de la côte (dérive littorale) et par le vent qui façonne la dune.*

- *La morphologie du profil de plage est révélatrice du stade érosion/accrétion de la bande littorale (ensemble cordons pré-littoraux, plage, dune) dans le secteur considéré.*

Il semblerait exister une relation entre les secteurs de forte progression des dunes vers l'est et ceux des fortes érosions du littoral (LORIN et MIGNIOT, 1986)

³ ORGERON (1974) montre que les sables moyens (0,2-04 mm) situés à une profondeur supérieure à –12 m, ne sont pas déplacés par les houles sur le littoral aquitain.

² Les sables situés au dessus de –12 m sont par contre redistribués jusqu'à ce que le profil transverse de la plage sous-marine atteigne une forme parabolique appelée «*profil d'équilibre* » (LARRAS, 1958).

Le facteur général évoqué dans le processus de retrait de la côte est la remontée du niveau marin. Mais au-delà du déplacement induit par les mouvements verticaux à long terme qui affectent toute la côte, il existe des facteurs de changements de configuration du linéaire qui sont dus à des conditions locales ou qui surviennent à plus court terme :

« *Face aux mécanismes à court terme (conditions dynamiques littorales) la côte aquitaine n'apparaît pas comme une unité, mais semble se diviser en secteurs indépendants les uns des autres (PENIN, 1980).*

Une liste des critères de différenciation des comportements des côtes sous l'effet des processus côtiers a été fournie par FOX et DAVIS (1976) ; elle inclut :

- la position par rapport aux trajectoires des tempêtes,
- l'orientation de la côte,
- l'amplitude de la marée,
- la topographie littorale

Nous examinons ces facteurs en commençant par le plus général.

2.1.1 Variations du niveau relatif océan / continent

Le niveau marin moyen évolue dans son ensemble selon les processus glacio-eustatiques, mais la perception de ce phénomène est modifiée par les mouvements verticaux des continents. C'est la variation locale de l'écart entre les deux niveaux, marin et terrestre, qui commande le déplacement du trait de côte et détermine en conséquence les choix d'aménagements littoraux.

A variation égale de niveau, l'amplitude du déplacement de la côte dépendant de la pente du continent (cf. KLINGEBIEL et LARSONNEUR, 1980), il apparaît clairement que les côtes basses sont susceptibles de connaître des déplacements plus importants que les côtes accores.

2.1.1.1 Variation du niveau marin

Cette question fait l'objet des travaux du groupe de travail de l'IPCC : « *Les prévisions déc. 1990 ont été revues à la baisse en 1995 ; toutefois, les estimations les moins élevées de remontée du niveau marin durant le 21^{ème} siècle équivalent à 2 à 4 fois le taux relevé durant les cent dernières années* » (Climate Change 95, Scientific-Technical Analyses)

Une remontée globale de 40 cm est prévue à l'horizon 2100, mais des différences régionales importantes sont à prévoir.

2.1.1.2 Variation du niveau continental

Se référant aux travaux d'ABOURS (1979) qui trouve un mouvement négatif du sol entre Ychoux et Marcheprime de l'ordre de 0,5 mm/an, PENIN (1980) est d'avis que « *la néotectonique influencerait le tracé de la ligne de côte. Elle peut expliquer, en partie, l'engraissement des plages de la région de St Girons – Cap de l'Homy (...) et l'érosion exceptionnelle au Sud de Moliets . Elle agirait également sur le recul du trait de côte dans les Pyrénées occidentales : les érosions importantes au Sud de l'Adour, entre Biarritz et St Jean-de-Luz sont, en partie, dues à la subsidence qui atteint 2,5 mm/an.*».

La carte de France des mouvements verticaux obtenue par comparaison des nivellements (LENÔTRE, 1993) montre une surrection de la côte aquitaine.

2.1.1.3 Variation du niveau relatif

Il s'agit du mouvement résultant entre mouvement du niveau marin et mouvement du niveau du continent. Cette variation est mesurée par les marégraphes :

- pour l'Aquitaine, le plus fiable est celui du Verdon qui fournit des enregistrements depuis 1975. Mais sa localisation à l'embouchure de la Gironde (Grave) rend délicate une exploitation visant à déterminer une variation à long terme du niveau relatif.
- Sur la façade atlantique, la référence du marégraphe de Brest donne une série de données couvrant la période des deux derniers siècles : **le niveau moyen de la mer s'est élevé de 0,8 mm/an en moyenne sur la période 1807-1993.**

2.1.2 Océanographie-Climat

2.1.2.1 Amplitude de la marée

L'amplitude maximale (coeff. 120) de la marée varie de 4,3 m à l'embouchure de l'Adour (Boucau) à 5,5 m à l'embouchure de la Gironde (Pte de Grave). (SHOM vol. 805 et I.N.C2) pour des niveaux de mi-marée sensiblement équivalents, situé aux environs de +0,30 m NGF.

Une telle différence de marnage est de nature à influencer sur la géométrie des plages notamment :

- leur largeur qui est supérieure au Nord à pente égale,
- le niveau maximum d'attaque des dunes par la houle qui est également supérieur au Nord.

De ce fait, il est vraisemblable que la micro-falaise ou la limite de végétation de bas de dune se trouveront à un niveau NGF plus haut de quelques décimètres au Nord qu'au Sud.

Une explication de la plus forte érosion de la Gironde par rapport aux Landes pourrait résulter de différence de puissance des courants de houle due à la différence de marnage *car « lorsque l'amplitude varie de 10%, le débit liquide varie de 20% environ »* (SITARZ, 1963).

D'autre part, HARLE (1920) avait déjà évoqué l'influence de la différence d'amplitude des niveaux de marée entre le nord et le sud de la côte aquitaine sur la reprise par le vent du sable des plages. En effet, à pente égale, la surface de plage susceptible de sécher au cours du cycle vive-eau/morte-eau augmente avec le marnage, ce qui doit augmenter la quantité de sable prélevée par le vent, car *« c'est la partie de plage atteinte seulement par les hautes marées (soit le mètre ou mètre et demi supérieur) »* -et asséché en morte-eau – *« qui fournit le sable des dunes repris par le vent »*. Le volume de cette reprise serait fonction de la surface et donc de la pente de la haute plage.

2.1.2.2 Vent

L'édition 1989 des Instructions nautiques INC2.3. fournit un tableau comparatif de la fréquence (en pourcentage) et de la direction des coups de vent de force 8 (18-21 ms⁻¹ ; 62 à 74 km/h) et plus touchant les zones côtières des deux extrémités de la Côte Aquitaine (observations sémaphoriques tri-journalières).

	NW	W	SW	S
La Coubre	3	5	1	0
Socoa	6	9	4	6

D'après ces données, la zone Sud de la côte serait beaucoup plus souvent touchée que la zone Nord par les coups de vent et ce, quels que soient les secteurs du vent.

2.1.2.2.1 *Effet du vent sur le niveau marin*

La surcote est la différence entre la hauteur d'eau mesurée à un instant donné et celle obtenue par un modèle de marée. Sur un cycle métonique de 19 ans, qui correspond à la période pour laquelle les nouvelles lunes et pleines lunes se répètent les mêmes jours, il a été calculé les hauteurs d'eau liées à marée toutes les 10 minutes. Ainsi, on a pu en déduire le niveau moyen de la mer, la hauteur maximale et la hauteur minimale de l'eau sur 19 ans (de -2,21 à 2,10 mètres). La probabilité de retour de chaque hauteur d'eau a été calculée.

Ensuite, pour chaque événement exceptionnel, on a calculé la hauteur minimale de la journée, la hauteur maximale de la journée, le rapport entre la hauteur maximale de la journée et la hauteur maximale sur 19 ans, et le marnage de la journée sur le marnage maximal du cycle métonique.

De 1984 à 1993, les hauteurs d'eau au Boucau ont été relevées. Nous avons donc relevé la valeur maximale de la hauteur d'eau mesurée pour chaque événement compris entre ces deux dates. Cette valeur, diminuée du niveau moyen de la mer et de la hauteur d'eau maximale calculée précédemment, correspond à la surcote du jour de l'événement.

Pour déterminer une relation entre le vent et la surcote, une relation linéaire entre le vent et les hauteurs d'eau a été calculée par OLAGNON et TOUGERON (TOUGERON, 1999) (Fig. 7) :

$$He=0.005*V + 0.251$$

He : Hauteur d'eau (m)

V : Vent (km/h)

La loi de distribution alors la plus ajustée est la loi normale. Ainsi, la loi jointe existant entre la surcote (S en m) et le vent (V en km/h) est la suivante :

$$S = N (\text{moyenne} = 0.005*V - 0.252 ; S = (0.005*\exp(0.024*V))^{1/2})$$

Ainsi, pour un niveau L et une prédiction de marée (almanach) A, la probabilité que la surcote (L-A) ne soit pas dépassée se calcule en effectuant la somme sur toute les conditions de vent possibles :

$$P(s < L - A) = \int_0^8 P(S < L - A - V) P(V) d(V)$$

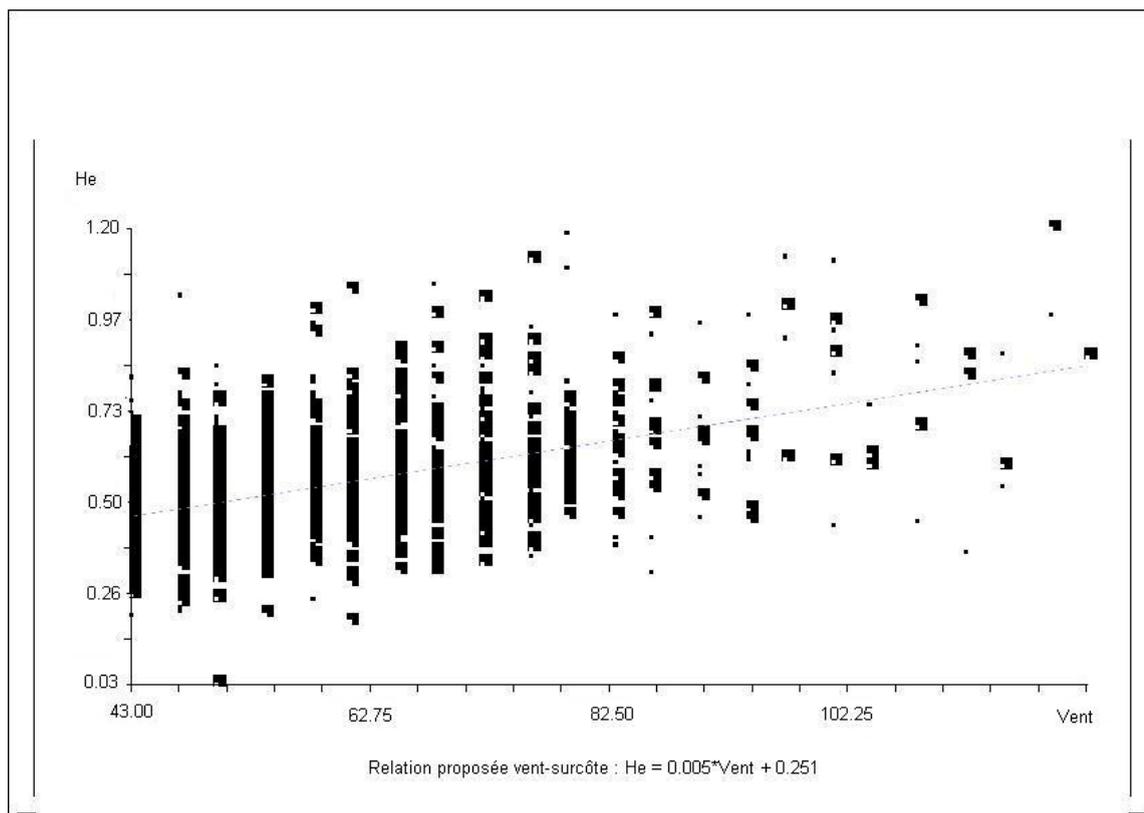


Fig. 7 : Relation vent-surcote (TOUGERON, 1999)

2.1.2.2 Effet éolien régional sur la sédimentation

Les données de reprise par le vent recueillies par HARLE (1920) indiquent que « *le vent enlève par mètre courant de plage et porte dans l'intérieur des terres de 20 à 25 m³ de sable, chaque année, dans la région Arcachon, Biscarrosse, Mimizan, et environ 15 m³ dans celle Lacanau-Hourtin* ».

Ces calculs, effectués à partir des différences de cubatures de la dune littorale sur 62 ans (1853-1915), portent sur le secteur de Léouges (Biscarrosse) actuellement compris dans le C.E.L. On constate qu'il s'agit d'un secteur d'avancée du trait de côte entre 1825 et 1998, (cf. 1.2.1.) donc un secteur d'abondance sédimentaire.

Les travaux récents de PEDREROS (2000) permettent de pondérer les données précédentes ou tout au moins de recentrer le gros des flux éoliens de sédiment dans les seuls épisodes de tempêtes, ce que WEBER (1978) avait déjà montré à La Salie.

2.1.2.3 Houle

L'orientation de la ligne de côte par rapport à la direction dominante des houles constitue un facteur important à prendre en considération pour apprécier les gradients de compétence des courants de houle et donc, le comportement de la côte.

GUILCHER *et al.* (1952) insistent sur la « *nécessité, sur les plages largement ouvertes sur l'Océan, de considérer les houles lointaines et non pas seulement les vents locaux, qui n'expliquent rien dans les Landes.* ».

2.1.2.3.1 Hauteurs

PENIN (1980) note que « les **amplitudes** de houles mesurées à l'embouchure de la Gironde, Biscarrosse et Biarritz sont pratiquement identiques, autant pour le mois de Juin (faible amplitude) que pour le mois de Novembre (forte amplitude).

Les **données statistiques de houle** extraites du catalogue CANDHIS du CETMEF (Tableau 4) en 1998 permettent de noter les hauteurs suivantes :

Houlographe	Houle annuelle (H 1/3 m) et interv.confiance	Houle décennale(H 1/3 m) et interv.confiance
Gironde Passe Ouest	5,8 (5,5 - 6,3)	7,2 (6,7 - 7,9)
Biscarrosse CEL	6,2 (5,8 - 6,7)	8,5 (7,7 - 9,4)
Capbreton	6,9 (6,0 - 8,4)	10,6 (9,0 - 13,1)
Bayonne	5,5	7,3
Biarritz	5,0 (4,6 - 5,6)	7,2 (6,5 - 8,0)

Tableau 4 : Statistiques de hauteur de houles dans la zone Sud-Gascogne (CETMEF, 1998)

On constate que les valeurs les plus fortes se rencontrent à Biscarrosse et surtout à Capbreton.

2.1.2.3.2 Périodes

Les périodes dominantes de 11s et 13,5s sont caractéristiques respectivement de l'été et de l'hiver. Ce sont « des **périodes** relativement longues capables d'entraîner d'importants remaniements des matériaux » (LORIN *et al.*, 1982)

2.1.2.3.3 Directions

D'une part, les houles (du Golfe de Gascogne) proviennent en majeure partie du secteur Ouest à Nord-Ouest.

Mais d'autre part, PENIN (1980) note justement que « les houles de secteurs WSW, SW et SSW se produisent le plus souvent en automne. »

Cette saisonnalité a des conséquences étendues en hydrodynamique et par voie de conséquence sur l'évolution de la côte à cause de l'angle d'attaque de la houle et de l'inversion de la dérive littorale.

Les houles du large subissent une modification de direction à l'approche de la côte par **réfraction** due à la remontée du fond. Des observations simultanées à la plate-forme Neptune-Gascogne et au houlographe de Biscarrosse montrent ces modifications (GOURHANT, 1977).

2.1.2.4 Météorologie

2.1.2.4.1 Tendances

Les indications qui suivent sont extraites du chapitre 2.13 « Variabilité du Climat » du rapport OSPAR (OSPAR, 2000).

L'oscillation Nord-Atlantique (NAO) est basée sur la variation du gradient de pression atmosphérique au niveau de la mer entre le synclinal d'Islande et l'anticyclonal des Açores. Les valeurs positives de

l'index NAO correspondant à un fort gradient. Dans ces circonstances on observe de forts vents d'Ouest sur l'Atlantique Nord et des températures au-dessus de la normale sur l'Europe du Nord-Ouest. Les valeurs négatives de l'index sont associées aux effets inverses. Les périodicités caractéristiques de la NAO sont de 24, 8 et 2 ans.

La chronologie des phases observées a été la suivante :

De 1900 aux années 1930, à l'exception des hivers 1916 à 1919, les tempêtes d'ouest ont été anormalement fortes (...) avec une influence tempérée accrue de l'Océan sur l'Europe de l'Ouest.	Index NAO positif
Des années 1940 au début des années 1970, la tendance a été inversée (hivers inhabituellement froids).	Index NAO négatif
Les dernières 25 années, excepté 1996, ont montré de nouveau un accroissement du gradient de pression qui a été fortement positif dans les derniers 15 ans, contribuant à l'augmentation de la température de surface dans l'hémisphère Nord.	Index NAO positif

Ces variations de l'indice NAO sont accompagnées par des changements de trajectoire des tempêtes et des précipitations. Au cours des hivers à haut index NAO, les tempêtes et les précipitations se déplacent vers le Nord.

Selon les variations de l'indice NAO, le début d'une période 2000-2020 à faible gradient de pression laisse prévoir le retour d'hivers plus calmes et plus froids.

2.1.2.4.2 *Historique des événements climatiques exceptionnels*

Une liste des événements est fournie en annexe 4

Certaines **périodes ont concentré les événements** et de ce fait, leur étude a retenu davantage l'attention.

Dans son rapport général (LORIN *et al.*, 1979), le LCHF cite les périodes suivantes :

- 1872
- 1882
- années 1893 à 1895
- années 1913-1915 et 1918
- tempêtes des années 1939 à 1942
- tempêtes des années 1960 (1959 à 1961 et 1965)
- la tempête du 30 novembre au 5 décembre 1976 analysée de manière détaillée par VASSAL (1980)
« a permis de caractériser le schéma météorologique correspondant aux plus fortes houles :
- une aire génératrice de grande dimension, de l'Amérique du Nord ou du Groenland, à la France,
- des vents violents, résultant de gradients de pression et de température élevés,
- un synchronisme jusqu'à l'état de « mer complètement développée ».

La hauteur caractéristique $h_{1/10}$ a atteint 13 m le 2 décembre à 12 h. La durée de retour de l'événement est de 3 ans.

Les perturbations provoquées par une telle tempête à l'équilibre littoral sont « moins bien connues, les observations ou les relevés éventuels n'ayant pas été diffusés ».

Pourtant, à cette époque, deux chercheurs effectuaient des mesures de terrain :

A partir de l'analyse de profils effectués entre La Salie-Nord et Le Trincat, WEBER (1978) trouve qu'« une tempête ne correspond pas forcément à une érosion du haut de plage. En effet, « des

conditions dynamiques fortes telles celles de la tempête du mois de décembre, par un faible coefficient de marée, correspond un apport de sable sur l'estran et le profil reste (cependant) concave. »

Par contre le débit éolien calculé pour la période du 25 novembre au 9 décembre 1976 représente 20 000 m³ (comparés aux 50 000 annuels 1976-1977).

GOURHANT (1977) travaillant dans le même secteur, arrive à une conclusion identique : « Outre l'influence de la localisation, il ressort de ces observations une grande variabilité des profils de côte, sensibles à tous événements de moindre importance météorologique que la tempête en question, mais coïncidant avec des niveaux marégraphiques plus élevés. »

Par conséquent, dans la **hiérarchie des événements**, les conjonctions tempêtes – marées de grands coefficients prennent une place majeure : « il est évident que trois tempêtes se suivant à de courts intervalles n'ont pas le même effet sur l'évolution du littoral que 3 tempêtes espacées de un ou plusieurs mois. En outre une longue période de mauvais temps comportera inévitablement des fortes marées ; le niveau d'attaque de la mer sera plus élevé et plus dangereux » (BEAUCHESNE et al., 1969).

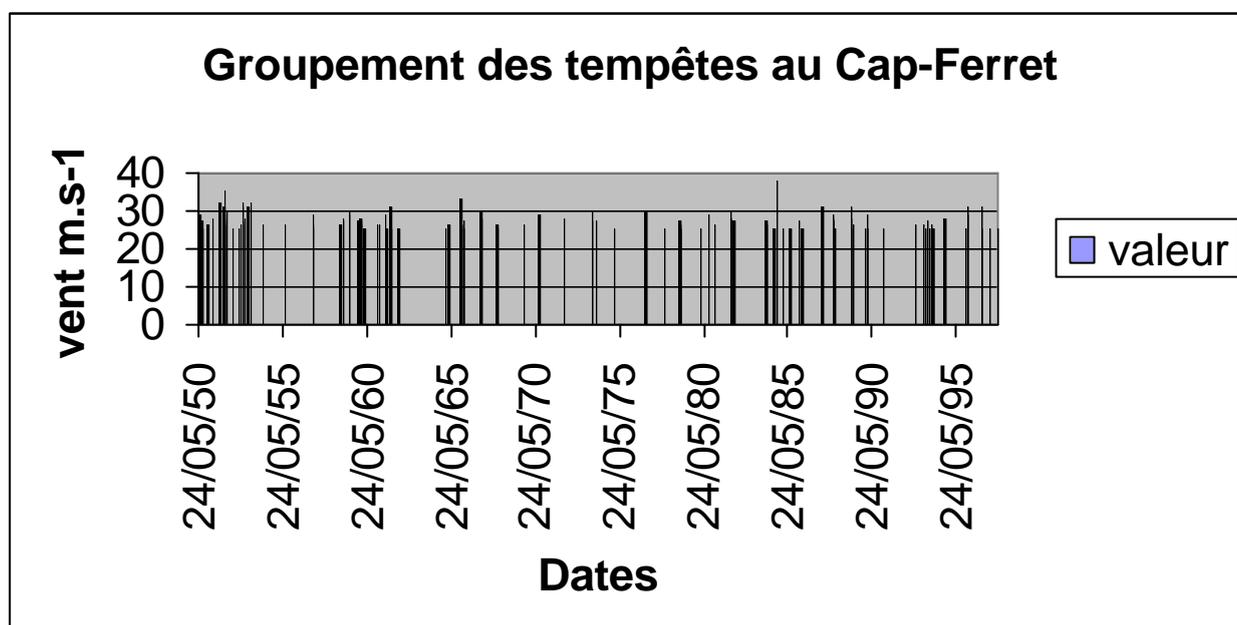


Tableau 5 : Tempêtes au Cap Ferret (données METEO-FRANCE)

On peut remarquer que :

- l'hiver 1978-1979 présente un caractère exceptionnel qui peut expliquer le recul important du littoral pendant cette période (PENIN, 1980) .
- cette période marque le début des importantes études du LCHF pour la MIACA et que certaines conclusions concernant l'évolution peuvent avoir été influencées par ces évènements.

TOUGERON (1999) a essayé d'établir une échelle particulière des « dégâts à partir des articles de presse. Cette opération s'est avérée délicate ; en effet (...) le jugement de chaque article est subjectif et nous n'avons pas disposé d'un échantillon de données assez important » (cf. Annexe 4).

2.1.2.5 Conclusion

En conclusion, l'érosion et les dommages entraînés par le recul de la côte ont un caractère intermittent lié à l'occurrence aléatoire des événements climatiques.

Le long de la côte Aquitaine, il ne semble pas y avoir de différence des caractéristiques de la houle telle qu'elle puisse induire des différences de comportement de la côte du Nord au Sud.

Toutefois, la position de la côte aquitaine par rapport aux trajectoires des grandes tempêtes permet de distinguer quelques différences d'exposition selon les secteurs :

- la partie Nord de la Côte (Le Verdon et Nord de Soulac), par mauvais temps de Nord-Ouest, n'est atteinte que par des houles réfractées ;
- il en est de même pour les côtes internes du Cap Ferret et du Pyla, plus exposées par mauvais temps de Sud-Ouest ;
- à l'inverse, la partie de la côte située approximativement au Sud de Capbreton, qui se trouve en position d'abri relatif par mauvais temps de Sud à Sud-Ouest, demeure très exposée au Nord-Ouest.

La déflation est d'autant plus active que la haute plage est développée et semble donc corrélée à l'abondance de la sédimentation de la plage.

2.1.3 Géomorphologie

Plusieurs paramètres morphologiques sont impliqués dans l'évolution du trait de côte :

- la forme en plan et l'orientation de la plage peuvent servir à apprécier sa stabilité (KING, 1972) par comparaison avec des formes en équilibre.
- la pente topographique et le volume dunaire définissent la « vulnérabilité » de la côte (Cf. § 4.1.2.),
- enfin les caractéristiques du substrat liées aux processus de mise en place des sédiments influent sur leur compacité et donc leur faculté à résister à l'érosion hydraulique et éolienne.

2.1.3.1 Forme du linéaire

Malgré son apparente rectitude, un examen détaillé en plan révèle qu'une côte sableuse se construit en réalité selon un enchaînement de courbes d'échelles variées.

2.1.3.1.1 *Processus de régularisation*

C'est un processus de géomorphologie largement accepté dont le principe et les conséquences pratiques sont les suivantes :

La régularisation est bien la tendance générale de l'évolution de la ligne de rivage ; *« elle se fait par une série de tâtonnements correspondant à des états d'équilibre provisoire entre l'accumulation et l'érosion, mais elle s'accomplit sûrement. Cette régularisation se fait de telle sorte que la côte tend à prendre une direction perpendiculaire à la houle dominante »*. Ainsi, *« il est possible de prévoir l'orientation que tend à prendre la côte, prévision qui est du plus grand intérêt pratique. »* (DERRUAU, 1962).

Dans le phénomène de régularisation, *« ce n'est pas la configuration de la ligne de côte elle-même qui cause directement des différences d'érosion ou d'accrétion mais l'influence de la forme de la côte sur l'énergie de la houle. »* (LAKHAM et PEPPER, 1997) et principalement des barres sous-marines d'avant-côte (GALLISSAIRES, 1992).

C'est ainsi que la concentration de l'énergie de la houle sur les protubérances tend à effacer ces dernières (BLOOM, 1978 ; PETHICK, 1984) et à égaliser le linéaire.

Une formalisation mathématique de la régularisation a été présentée par LARRAS (1957) pour différents cas de figure.

Thériquement, « une fois la régularisation de la côte acquise, il y a recul de la côte parallèlement à lui-même » (GUILCHER, 1954) mais de multiples facteurs, surtout humains, tendent à altérer ce schéma.

2.1.3.1.2 Application à la côte aquitaine

Le schéma de l'évolution holocène du littoral aquitain a été présenté dans le Rapport de 1^{ère} Phase, Annexe 2 « Bilan des connaissances », fig. 5 et fig. 9.

Le tracé du linéaire côtier aquitain, sa configuration en plan, a fortement évolué au cours du temps par effacement des irrégularités (caps et baies) : la comparaison des linéaires de 1825 et de 1998 en est une preuve flagrante. (Fig. 8)

Rappelant les lois de LEWIS et de SCHOU, GUILCHER *et al.*, (1952) avancent une solution à la question de savoir « *pourquoi la côte landaise (c.a.d. des Landes de Gascogne) n'est pas perpendiculaire à la houle : peut-être est-ce dû à un manque d'évolution. Elle recule sensiblement au Nord ; s'il était démontré quelle recule peu ou point au sud, cette hypothèse se trouverait renforcée* ».

Les déplacements du trait de côte que nous venons de définir (1.3.2.) satisfont cette condition : la côte médocaine recule davantage que la côte landaise, elle-même souvent stable ou en avancée.

Il est donc raisonnable d'affirmer que la configuration actuelle de la Côte Aquitaine et son évolution passée témoignent d'une côte en voie de régularisation et d'en tirer les conclusions à long terme sur les différents secteurs côtiers en fonction de la configuration de leur linéaire et de leur latitude:

- affaiblissement/ablation chronique des secteurs en relief,
- renforcement/comblement des secteurs en creux.
- recul de la côte linéairement décroissant du Nord au Sud.

Bien entendu, il s'agit de tendances propres à une côte naturelle, auxquelles peuvent s'opposer localement les facteurs contraires parmi lesquels les embouchures tiennent une place majeure (cf. 2.1.3.) ainsi que les ouvrages qui leurs sont associés.

2.1.3.2 Orientation du linéaire

On sait que la capacité du transport sédimentaire par la dérive littorale croît avec la hauteur, la période et l'obliquité de la houle par rapport à la côte (LORIN *et al.*, 1982).

2.1.3.2.1 Zonage des orientations

L'orientation des différents secteurs de la côte a été présentée par DUPLANTIER (1976) tableau ci-dessous :

Secteur	Azimuth en degrés, minute
Sud-Montalivet au Nord-Cap Ferret	6
Biscarrosse- à Mimizan	7,30
Mimizan à Sud-Vieux-Boucau	11
Sud-Vieux-Boucau à Capbreton	9
Capbreton à Ondres	23
Ondres à Biarritz	28

Tableau 6 : Zonage des orientations du trait de côte (DUPLANTIER, 1976).

Ce tableau « met en évidence *deux ensembles côtiers distincts de part et d'autre de Capbreton (...), donnée essentielle pour la compréhension des phénomènes dynamiques littoraux, que ce soit à l'échelle du sud des Landes ou à celle de l'ensemble du littoral aquitain.* » (DUPLANTIER, 1976).

On pourrait même déterminer un troisième ensemble de Montalivet à Mimizan, donnant globalement à la côte Aquitaine la forme d'une courbe concave.

2.1.3.2.2 Analyse des orientations

L'étude des écarts de position (résidus) par rapport à la droite de régression (tendance) des points matérialisant le trait de côte donne une vision exagérée des sinuosités.

C'est la raison pour laquelle l'analyse des orientations n'a été effectuée que sur des segments de côte de 1000 et 2000 m (NEGRE, 2000).

Les histogrammes (Fig. 9) présentent la distribution des angles d'orientation par rapport au Nord Lambert pour les segments. On peut y déceler la domination des valeurs comprises entre 5 et 10 degrés aussi bien pour les tronçons de 1000 m que pour les tronçons de 2000 m. La carte (Fig. 10) présente de façon synthétique les orientations du trait de côte 1998 avec discrétisation des valeurs intervalles égaux pour les classes intermédiaires (5°), même seuils pour les deux séries de données afin de faciliter les comparaisons.

2.1.3.2.3 Conséquences des différences d'orientation de la côte

L'angle d'incidence de la houle à la côte est un des paramètres qui détermine l'efficacité de la dérive littorale pour le transit sédimentaire. Dans son rapport de 1982 (LORIN *et al.*, 1982), le LCHF propose pour les sables la formule suivante:

$$Q = (Kg/c)H^2Tf(a)t$$

$$Q = (Kg/c)H^2Tf(\alpha)t$$

avec

Q	débit solide en m ³
H, T, c,	hauteur (m), période (s), cambrure de la houle
F(a)	fonction de l'obliquité de la houle: F(a) = sin (7a/4)
K	coefficient de transport des sables (3.10 ⁻⁶)
T	temps d'action de la houle (s)

Il était donc important de connaître les changements d'orientation de la côte qui permettent de mettre en évidence différents angles d'incidence de la houle dominante. On pourra déduire de ces angles d'incidence le niveau d'efficacité de la dérive littorale.

Tout comme pour l'orientation des tronçons de côte, les angles d'incidence de la houle ont été répartis en classes. Les histogrammes (Fig. 11) font apparaître une majorité d'angles compris entre 60 et 70 degrés aussi bien pour des tronçons de 1000 mètres que de 2000 mètres.

L'interprétation de la carte de synthèse (Fig. 12) permet de mettre en évidence l'efficacité de la dérive littorale et même ses changements d'orientation le long de la côte. En effet, du point de vue du transit sédimentaire, l'efficacité de la dérive littorale est maximale lorsque la houle a un angle d'incidence à la côte voisin de 50 degrés. Elle diminue lorsque l'angle augmente (se rapprochant de 90, houle perpendiculaire à la côte) ou diminue (se rapprochant de 0, houle parallèle à la côte). On a procédé à la discrétisation des valeurs : intervalles égaux pour les classes intermédiaires (10°), même seuils pour les deux séries de données afin de faciliter les comparaisons.

Concrètement, à l'intérieur des zones d'orientation homogène, on doit trouver un flux sédimentaire saturé n'entraînant pas de disparité morphologique.

Par contre aux limites de ces zones, les variations de l'efficacité de la dérive littorale sont susceptibles d'induire des zones de dépôt (lorsque l'angle d'incidence de la houle s'écarte de la valeur optimale (50°), ou, inversement de reprise de sédiment là où il s'en rapproche.

On peut donc s'attendre à rencontrer de telles zones en aval des points de «rupture d'orientation». C'est probablement ce qui se produit entre Le Porge et Lège (zone de dépôt consécutive au passage de la classe de moins 70° à la classe de plus 70°) et inversement en descendant vers le Cap Ferret.

2.1.3.2.4 Conclusion sur les orientations

La configuration instantanée du linéaire côtier résulte d'une évolution à long terme (régularisation) et induit actuellement des disparités dynamiques entre les secteurs du fait de ses différences d'orientation par rapport à la houle.

A l'échelle globale, la côte dessine une vaste courbe concave qui tend à minimiser vers le Sud l'érosion et le transport sédimentaire par la dérive littorale.

Les sinuosités à échelle moyenne (10-20 km) découlent d'effets structuraux de caps (St Nicolas, Négade, Pinasse), d'embouchures : convexité d'origine deltaïque (Cap Ferret, Pointe d'Arcachon, côte de Seignosse-Hossegor) ou encore d'interventions humaines (entretien du cordon littoral et ouvrages de défense).

Enfin des sinuosités d'échelle inférieures au kilomètre sont générées par les vagues de sable (désignées localement par les termes de « bancs et baïnes ») et les barres sous-marines en croissants, toutes formes dûes à l'obliquité de la houle par rapport à la côte.

Les zones de changement d'orientation peuvent être le siège de dépôts ou de reprises d'érosions.

2.1.3.3 Pente topographique (en coupe)

Pour une valeur donnée de la remontée du niveau marin (2.1.1.), l'amplitude du déplacement de la côte est une fonction inverse de la pente continentale.

Ce facteur, souvent (mais pas partout) masqué en Aquitaine par la présence d'un volumineux cordon littoral dunaire, a tendance à être sous-estimé. D'autant plus que la permanence de ce cordon n'est pas assurée sur le long terme.

Bien que l'exploitation topométrique de la **pente du plateau landais** dans sa partie Ouest aux abords de l'Océan n'ait pas, semble-t-il, été menée de façon systématique, il apparaît qu'elle varie peu dans son ensemble, mais que des nuances régionales existent qui peuvent influencer sur le rythme d'évolution. D'une manière générale cette pente augmente du Nord au Sud de l'Aquitaine passant de 1,9 à 3,3 pour mille dans les dix kilomètres les plus côtiers. (cf. Figure 13) en parallèle au rétrécissement du plateau continental dont la pente passe de 0,3 % au Nord à 1% au Sud (LORIN *et al.*, 1979).

Il faut également remarquer qu'à pente égale, les niveaux topographiques peuvent être très différents (Fig. 13) de même que les volumes sédimentaires.

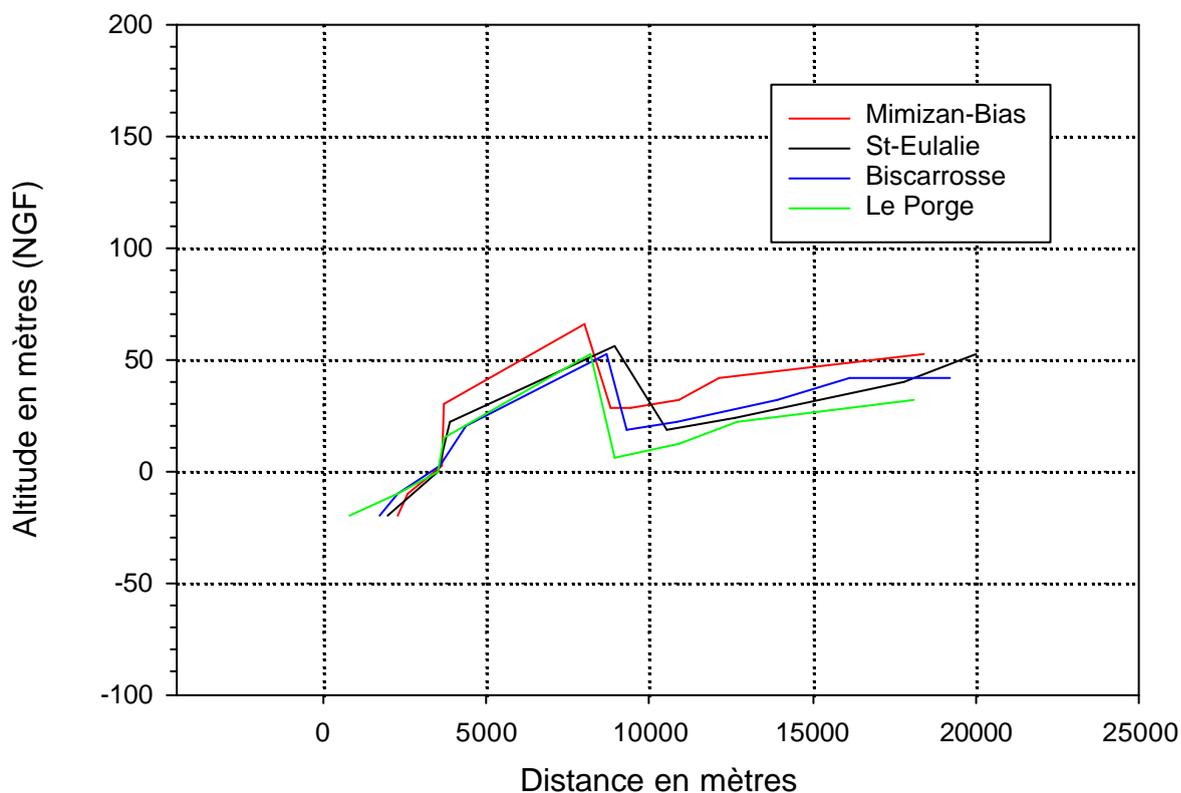


Fig. 13 : Niveaux topographiques du contact plateau/océan

La presqu'île du Cap Ferret ainsi que les interfluves situés entre les lacs et l'océan ne présentent pas de pente structurale uniforme similaire à celle de la surface du plateau landais, mais une surface composite correspondant à la superposition de plusieurs formations de comblement des anciens estuaires et passes et de plusieurs épisodes dunaires.

2.1.3.3.1 *Volume dunaire*

Les dunes littorales forment un bourrelet superposé au plateau landais dans sa partie Ouest.

Ces « 10 à 20 milliards de m³ de dunes » (FROIDEFOND, 1985) représente un stock sédimentaire remobilisable par les mécanismes littoraux qui s'interpose au recul du littoral. Certains secteurs de la côte sont pratiquement dépourvus de grandes dunes et de ce fait plus exposés à ce recul.

Dans un but de reconstitution de l'évolution holocène, les géologues et les géographes ont cherché à quantifier ce volume situé au dessus du niveau 10 m NGF pour des bandes de 2 km de large perpendiculaires à la côte. Le travail effectué par planimétrie sur cartes IGN 1/25 000 «ne donne qu'un ordre de grandeur» selon leurs auteurs.

En Gironde le volume évolue entre 0,15 (Le Verdon-Soulac) et 91,5 millions de m³ (Hourtin) au km linéaire de littoral (POMPARAT, 1970) et dans les Landes entre 46 (Lit-et-Mixe) et 22 millions de m³ (St Vincent de Tyrosse), le secteur de Mimizan n'ayant pas été mesuré (SUBRENAT, 1970).

FROIDEFOND (1985) estime entre 10 et 20 milliards de m³ le volume du massif dunaire littoral aquitain. Entre Capbreton et l'Adour le volume des sables dunaires serait compris entre 300 et 500 millions de m³ selon le modèle topographique continental utilisé.

2.1.3.3.2 *Influence de la pente topographique et du volume dunaire sur le déplacement du trait de côte*

A partir du concept intuitif selon lequel plus le bourrelet dunaire susceptible de faire barrage à la transgression est volumineux, plus il retardera le recul de la côte, il résulte que la partie centrale de la côte Aquitaine paraît naturellement mieux défendue que ses extrémités Nord et Sud.

En cumulant les effets de la pente et des accumulations dunaires, on obtient a priori des zones où le recul sera potentiellement facilité : il s'agit du Nord-Médoc, du Cap Ferret, de la côte Sud entre Capbreton et l'Adour.

La théorie de BRUNN établit que, « lorsqu'une situation d'équilibre est atteinte, si le niveau marin s'élève, les matériaux érodés sur le haut de plage sont déposés sur le proche plateau au dessous du niveau d'action de la houle. Le haut de plage est déplacé vers l'intérieur à mesure que les matériaux migrent vers le large. Le volume déplacé est égal au volume érodé. » (KING, 1972).

Bien entendu, la correspondance locale des volumes sédimentaires érodés et déposés ne se vérifie qu'en l'absence de transport latéral du sédiment (d'un endroit de la côte à un autre) . En présence d'un tel transport, spécialement sous l'effet de la dérive littorale, on distinguera des zones « sources » et des zones « puits » respectivement situées en amont et en aval du champ d'action de la dérive littorale.

Cette théorie a été confirmée expérimentalement par modèle d'après les changements à court terme de profils engendrés par la variation du niveau de marée (SCHWARTZ, 1967).

Le modèle a été appliqué à différentes **échelles de temps** :

- micro-échelle (la marée qui engendre des **changements de niveau de plage** d'ordre décimétrique),

- macro-échelle (le cycle vive-eau/morte-eau et le cycle saisonnier qui engendrent des changements d'ordre métrique) et
- méga-échelle (changements à long terme couvrant la dernière transgression -10 000 à 20 000 ans- qui engendrent des changements d'ordre décimétrique à hectométrique).

Les deux premières échelles s'appliquent à la plage, tandis que **la dernière s'applique à la côte**.
Le schéma évolutif théorique consiste en une remontée significative du niveau, suivie d'un arrêt.

C'est approximativement le processus de la dernière transgression. Il ne s'est pas encore passé suffisamment de temps (5000 à 6000 ans) pour que l'état d'équilibre soit atteint. Cela peut demander 10 à 20 000 ans. Il est raisonnable de s'attendre à ce que de nombreuses côtes reculent pendant l'établissement du nouveau profil d'équilibre.

Un ordre de grandeur du déplacement potentiel du trait de côte sous l'effet de l'élévation du niveau marin peut s'apprécier de la manière suivante :

- l'élévation possible du niveau relatif des océans définie précédemment (0,8 mm/an) pourrait produire une élévation de l'ordre de 0,04 m à l'échéance 2100.
- une telle élévation rapportée à une pente moyenne du continent de 2,6 (1,9 à 3,3) pour mille donnerait un recul de 15,3 m.

Nous avons vu que les reculs observés sont le plus souvent supérieurs d'un ordre 10.

Par conséquent, même en tenant compte de l'incertitude sur le taux de remontée du niveau marin, il faut faire appel à d'autres facteurs pour expliquer l'évolution constatée.

2.1.3.4 Substrat

2.1.3.4.1 Lithologie

La présence d'affleurements rocheux peut ralentir le rythme de recul de la côte .

A propos de l'embouchure de la Gironde, ALLEN (1972) remarque que « la seule zone qui présente des mouvements morphologiques de grande envergure, est celle où il n'y a pas d'affleurements de roches ».

Ces affleurements déterminent sur la côte Aquitaine un nombre relativement réduit de caps :

- La Pointe St Nicolas, prolongement des Roches St Nicolas et du plateau de Cordouan qui « *sont autant de zones à faible variation topographique, car (...) la proximité des affleurements rocheux « fige » en quelque sorte les sédiments qui s'y trouvent* » (ALLEN, 1972).
- La Pointe de la Négade (Soulac-Grayan).
- La Pointe de la Pinasse (Grayan-Vensac).
- La Pointe St-Martin (Biarritz).

Ces caps constituent des points d'appui où le recul de la côte est freiné, engendrant par «érosion différentielle» des courbures concaves de la côte dans les secteurs de liaison avec la côte libre (Gurp, Anglet-VVF...).

2.1.3.4.2 Niveaux phréatiques

Les couches imperméables aliotiques ou tourbeuses, en maintenant la nappe phréatique près de la surface du sol, humidifient les horizons sableux superficiels, y compris les hautes plages, entravant localement les actions éoliennes. Mais « *les restrictions lithologiques à la formation des dunes concernent tout au plus un quart du littoral* » (DUPARC, 1983).

Par contre, la liquéfaction (phénomène comparable à la solifluxion des sols glaciaires) des strates sableuses des niveaux phréatiques en période humide fragilise la base des falaises dunaires et accentue l'effet érosif des tempêtes d'hiver. Ce phénomène est couramment observé à Dédé (Grayan).

La localisation exhaustive des affleurements phréatiques à la côte a été relevée par FABRE (1939) et BUFFAULT (1942).

2.1.3.4.3 Anciennes embouchures

Les anciennes embouchures comblées recèlent des niveaux argileux pouvant avoir des effets proches des niveaux phréatiques. Certains exemples ont été documentés :

- L'ancien débouché de l'Étang de Cazaux-Sanguinet :

La fermeture du courant de Biscarrosse daterait du 17^{ème} siècle. En 1817, LE BOULLENGER (in HARLE, 1920) signalait « *une forte résurgence d'eau douce sur la plage, à l'emplacement de l'embouchure disparue. L'écoulement hypodermique alimentait jusqu'en 1955 une mare permanente située dans la lette de Jaouge Soule, juste au Nord de Biscarrosse-Plage.* »

Or ce secteur souffre actuellement d'un affaiblissement chronique du cordon qui semble accentuer localement le recul du trait de côte (cf. 4.3. Secteurs problématiques).

- Les anciennes embouchures de l'Adour :

Les études géologiques menées ces dernières années (DESERCES 1973 ; AUGRIS *et al.*, 1978) ont montré l'existence de deux paléo-reseaux fluviaux, datant de plusieurs milliers d'années, de direction Est-Ouest, entre Capbreton et l'embouchure actuelle de l'Adour. L'un se situe au Nord immédiat de l'Adour et s'appuie, sur sa rive gauche sur le grand affleurement rocheux maintenant bien identifié (cf. carte des formations superficielles). L'autre se situe au Sud de Capbreton ; ils pourraient correspondre à la trace du lit de l'Adour, lors d'un stationnement prolongé au cours de sa migration . » Le rapport comporte un rappel historique résumé du « *détournement de l'Adour* » qui fait état de la présence :

- en 1694 de l'embouchure de l'Adour près de la Pointe St Martin (probablement actuel lieu-dit Marinella).

- dès 1826, d'un banc parallèle au rivage (devant l'Adour) constitué de graviers (...) dont les reliques seraient représentées encore de nos jours par les sédiments grossiers repérés à l'Ouest immédiat de l'embouchure actuelle».

S'il en était ainsi, l'incapacité des sables à fossiliser ces graviers constituerait une preuve de la faiblesse des apports sableux (ou de leur tenue) dans ce secteur (AUGRIS *et al.*, 1999).

2.1.3.5 Sédimentation du Plateau Continental⁴

Le secteur étudié prend en compte le proche plateau interne, entre les isobathes -10 et -50 m, depuis Le Gurg au nord jusqu'à Vieux Boucau au sud.

L'étude de cette zone est particulièrement intéressante parce qu'elle constitue une « zone charnière » où se produisent les transits et les échanges de stocks sédimentaires entre le littoral et le plateau continental. Cette zone correspond en effet, à la base et au prolongement du prisme littoral, là où débouchent les « rip currents » et là où les courants de retour sur le fond produits par les tempêtes sont les plus violents (SWIFT et FREELAND, 1978 ; REIMNITZ *et al.*, 1976 ; CACCHIONE *et al.*, 1984).

⁴ Extrait du rapport de P. CIRAC, Département de Géologie et Océanographie de l'Université de Bordeaux I; rédigé dans le cadre du contrat universitaire 1999/5587013 IFREMER - projet « Trait de Côte ».

Le plateau interne aquitain être subdivisé longitudinalement en deux parties :

- au Nord, entre l'embouchure de la Gironde et le Bassin d'Arcachon, la couverture sédimentaire est essentiellement sableuse et uniforme, les formes sédimentaires sont peu nombreuses ou mal discernables ;
- au sud, entre Arcachon et Capbreton, la couverture sédimentaire est plus hétérogène, elle présente des formes sédimentaires variées.

Les données utilisées sont de deux types :

- a) des sonogrammes et imageries monofaisceaux des campagnes FASEC (1982, 1984 et 1989) et multifaisceaux EM1000 de la campagne ITSAS (1998) ;
- b) des profils de sismique très haute résolution sparker effectués le long du littoral aquitain lors de la mission ITSAS.

La localisation des enregistrements est exposée dans les cartes des figures 14, 15 et 16.

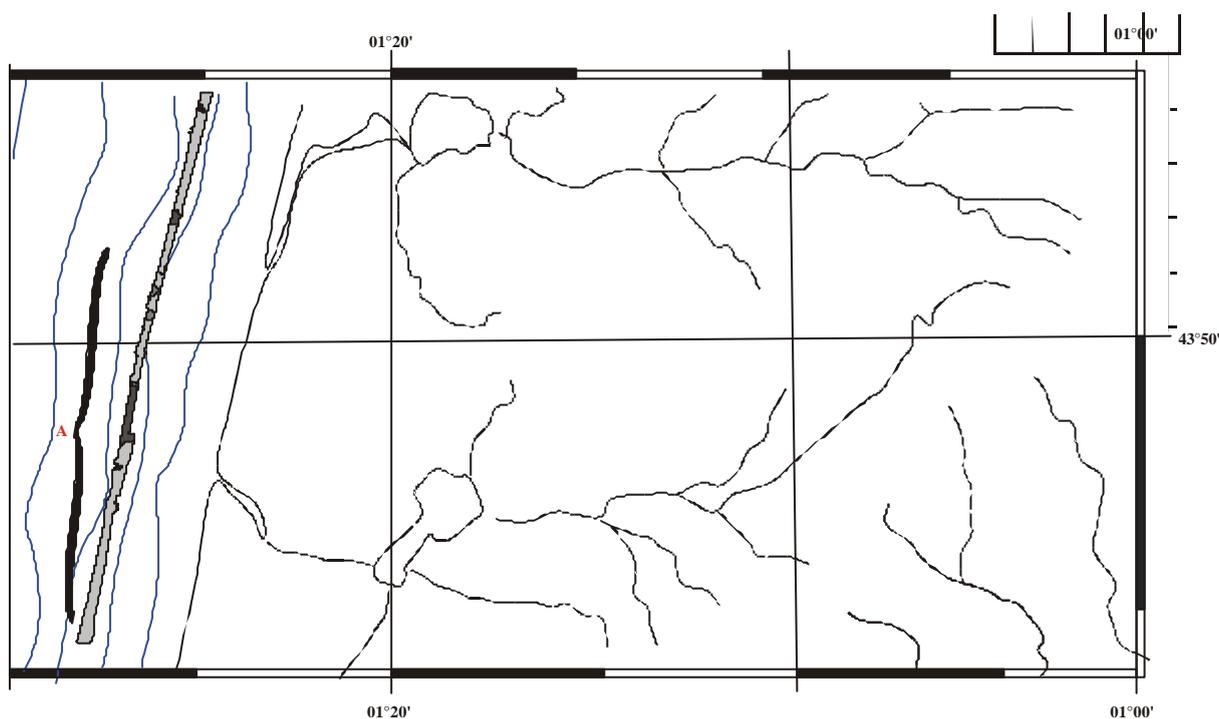


Fig. 16 : Localisation des enregistrements sonar entre St Girons et Vieux-Boucau

2.1.3.5.1 Le plateau interne nord aquitain

Le plateau interne nord aquitain se caractérise, dans sa partie nord, par un recouvrement sableux discontinu et peu épais laissant apparaître des affleurements rocheux (Oligo-miocène et Eocène) entre Le Gurg et Montalivet. La figure 17A représente un extrait d'imagerie multifaisceaux montrant un écho-faciès sombre, d'aspect « rugueux » et pouvant être attribué à de la roche. Ce faciès passe progressivement vers le sud à des placages sableux irréguliers et peu épais (figure 17B), puis à un recouvrement sableux uniforme se poursuivant ainsi jusqu'au Cap Ferret.

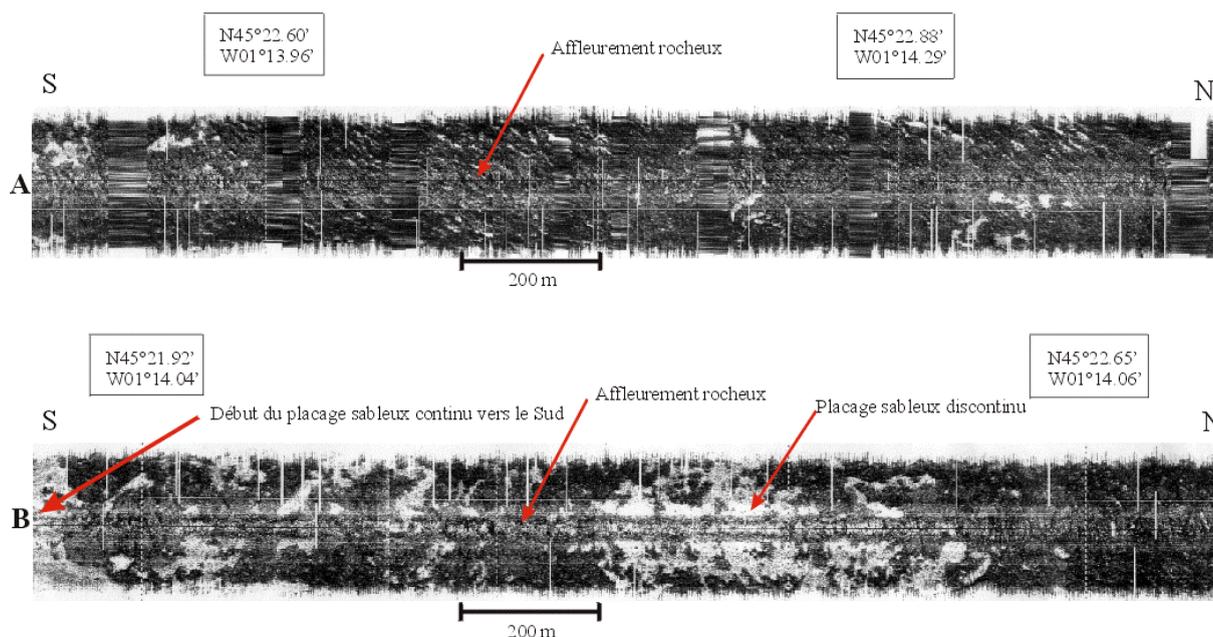


Fig 1 : Extraits de sonogrammes de multifaisceaux Em1000 au large de Lamélie (nord Médoc), montrant :
 A : un écho-faciès sombre d'aspect "rugueux" attribué à des affleurements rocheux ;
 B : vers le Sud, l'apparition de placages sableux (clairs) discontinus, marquant le début du recouvrement sableux qui va en s'épaississant et s'uniformisant vers le Sud

Fig. 17 : Extraits de sondages multifaisceaux dans le Nord-Médoc

Les profils de sismique sparker, dont nous donnons des extraits ci-dessous (Fig. 18) (voir la situation sur la figure 14), montrent que ce recouvrement augmente régulièrement d'épaisseur vers le sud, pour atteindre, dans la région du Cap Ferret, une épaisseur d'une vingtaine de mètres (25 m).

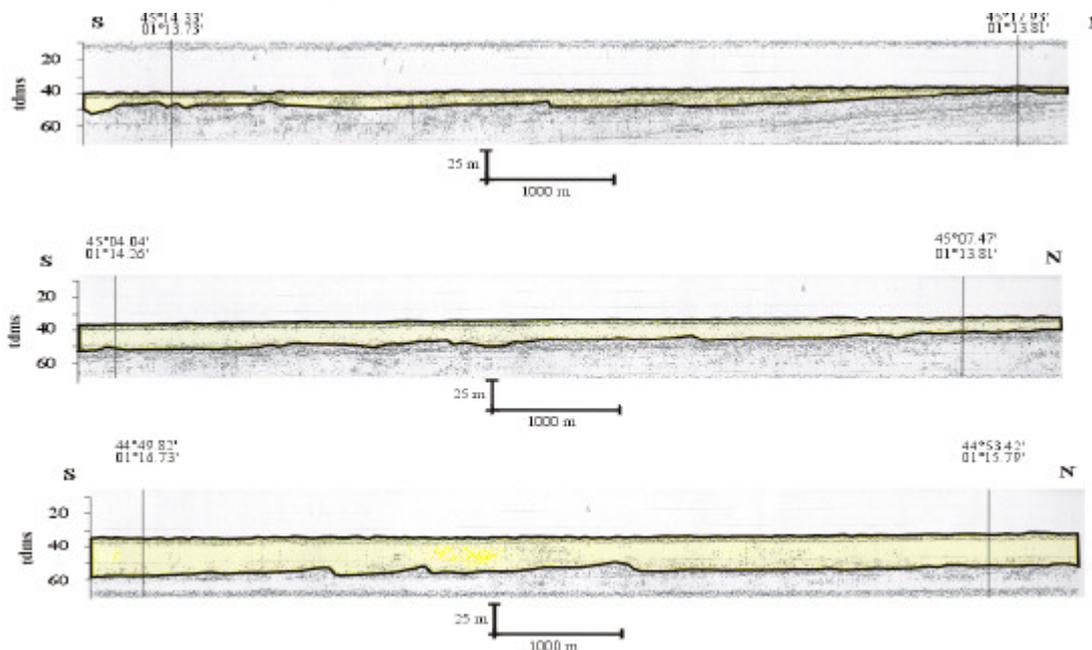


Fig. 18 : Partie de profils sismiques du proche plateau médocain

2.1.3.5.2 Le plateau interne landais

Les profils très haute résolution de la figure 19 effectués le long du littoral landais (localisation fig.15 et 16) montrent une couverture sédimentaire meuble d'épaisseur variable en raison de nombreuses entailles dans le substratum mio-pliocène. Cette épaisseur peut varier de quelques mètres à une vingtaine de mètres. Les entailles représentées sur la figure 19 sont probablement d'origine fluvio-estuarienne au débouché des cours d'eau landais. Par ailleurs, la couverture sédimentaire se caractérise par des faciès sismiques présentant des réflexions de forte amplitude probablement liée à un fort contraste d'impédance entre des niveaux de sables et de graviers. Cette interprétation, notamment la présence de niveaux de graviers et de sables grossiers, est confirmée (ainsi que le calage du substratum mio-pliocène) par des forages géotechniques situés à proximité (ALVINERIE *et al.*, 1967).

Cette partie méridionale se différencie également de la partie septentrionale par une plus grande disparité des formes et des corps sédimentaires.

A la limite du plateau interne médian, entre les isobathes -30 m et -50 m, on observe (Fig. 20) un large couloir (de 4 à 5 km de large), longeant le littoral landais à environ 8 Km de distance. Ce type de couloir, dont le fond est constitué de sédiments grossiers (sables grossiers, graviers, galets), s'apparente avec des formes décrites sous le terme de « zone de déflation » par analogie avec le phénomène éolien en milieu continental. Le substrat de sédiment grossier, dont la sismique très haute résolution montre qu'il se poursuit sous les placages sableux, correspond à un niveau résiduel (lag deposit) résultant du vannage des particules sableuses sous l'effet de courants parallèles à la côte. Le sédiment vanné s'accumule latéralement sous forme de placages sableux relativement peu épais (2 mètres en moyenne) organisés en une superposition de quelques séquences de tempêtes (CIRAC *et al.*, 1999).

Sur la partie proximale de plateau interne, entre -10 et -30 m de fond, les placages sableux s'organisent en formes sédimentaires au contour arqué et plus ou moins coalescentes. Ces formes arquées mesurent entre 500 et 4000 m de long, et entre 50 et 250 m de large sur la zone de La Salie.

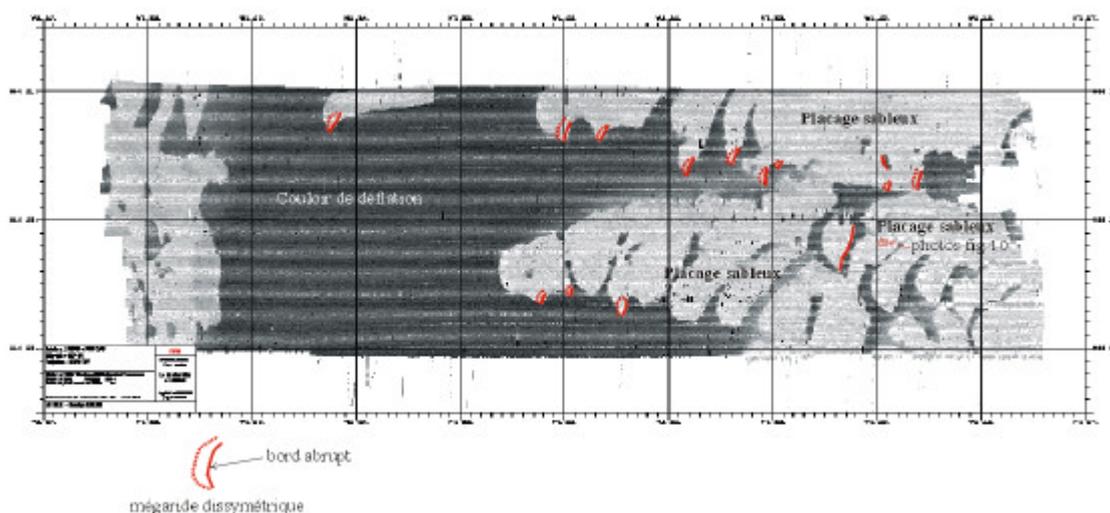


Fig. 20 : Mosaïque d'imagerie multifaisceaux au large de La Salie

Vus en coupe, ces placages présentent une surface relativement plane (Fig.21) et un profil dissymétrique avec :

- un bord abrupt et net, dont on ne sait pas encore dire s'il correspond à une érosion ou à une surface d'avalanche progradante ;
- un bord en biseau, d'aspect diffus et associé souvent à de petites mégarides que nous décrirons plus loin.

Surimposées à ces formes sédimentaires de grande échelle (kilométrique), on observe des formes et des corps sédimentaires de plus petite taille :

- de grandes mégarides ou dune sous-aquatiques d'échelle hectométrique ;
- de petites mégarides d'oscillation d'échelle métrique.

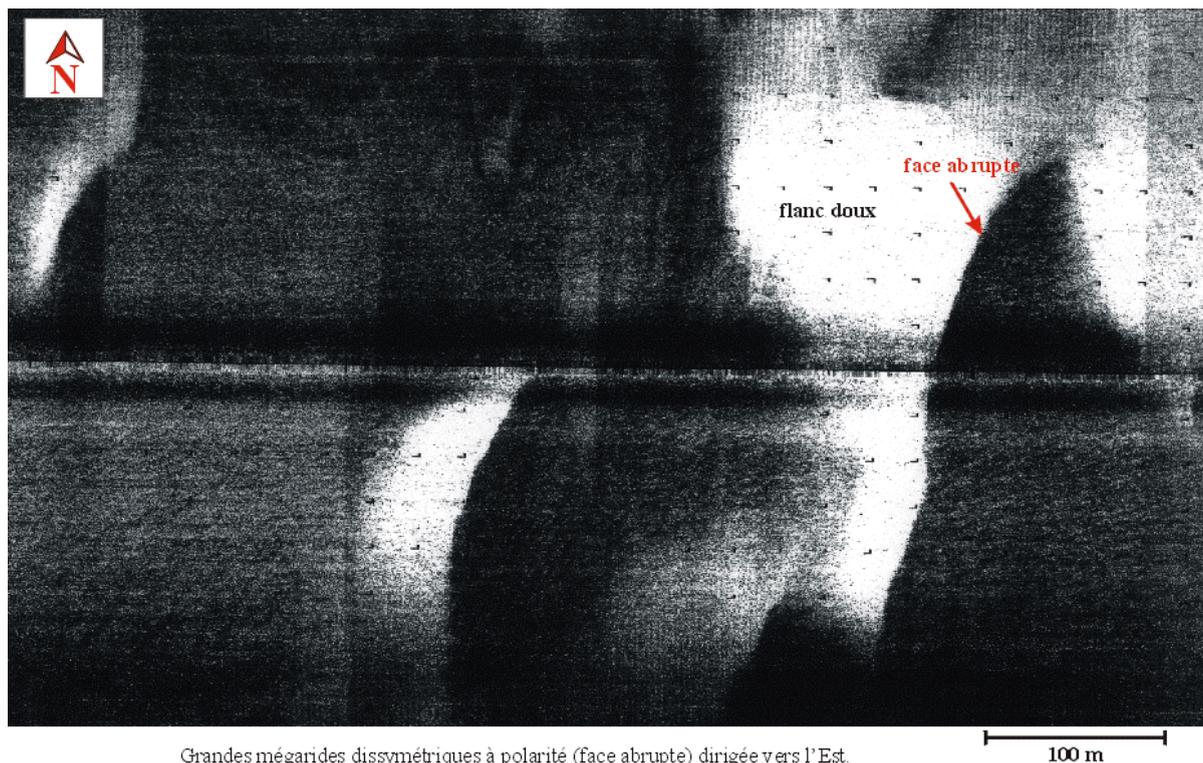
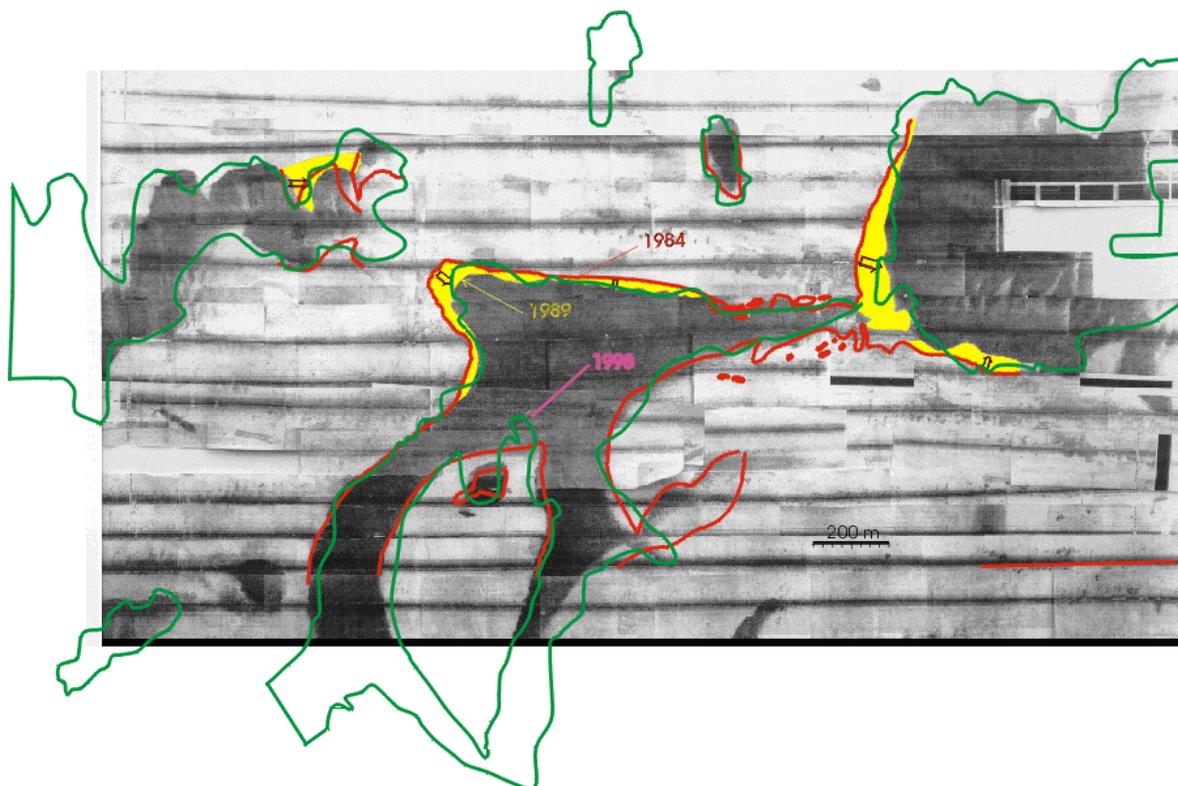


Fig. 22 : Grandes mégarides à polarité dirigée vers l'Est (Gastes)

Les grandes mégarides sableuses (faciès clair) apparaissent par contraste sur le fond sombre des couloirs sablo-graveleux (Fig. 22 et 23). Cependant, elles existent aussi sur les placages sableux où le manque de contraste rend leur identification délicate. Ces grandes mégarides, de 10 à 50 m de longueur d'onde et 1 à 2 m d'amplitude, sont dissymétriques avec une face abrupte correspondant à un bord net, et une face en pente douce se terminant en biseau par une bordure diffuse et très irrégulière. Cette polarité indiquerait une probable progression vers l'est (vers le littoral).

Les petites mégarides de 2 à 4 m de longueur d'onde et 10 à 50 cm d'amplitude sont fréquentes et bien visibles sur le faciès sombre des couloirs sablo-graveleux (Fig. 24 et 25). Ce sont des mégarides symétriques à crêtes rectilignes d'orientation Nord-Sud, mises en place par l'oscillation provoquée par les fortes houles d'Ouest. Elles apparaissent par intermittence sur les faciès clairs et sableux, lorsque ceux-ci sont peu épais et correspondent plutôt à un « voile sableux ». Lorsque le placage sableux est plus épais, on ne les distingue plus sur les sonogrammes par manque de contraste. Elles sont cependant toujours présents, comme les montre les photographies prises sur le fond (Fig. 26).



Evolution des contours des formes sédimentaires par comparaison des mosaïques d'imagerie effectuées en 1984, 1989 et 1998 sur la zone de "La Salie".

Fig. 27 : Evolution des formes sédimentaires à La Salie entre 1984 et 1998

2.1.3.5.3 *La Salie*

La comparaison de mosaïques d'imagerie (Fig. 27) effectuées en 1984, 1989 et 1998 sur la zone de « La Salie », montre que les formes sédimentaires de grande échelle ont peu ou pas évolué dans leur contour général. On les retrouve identiques à elles-mêmes sur une période de 15 ans. Seuls certains détails, très localisés, semblent avoir évolué, indiquant des déplacements de l'ordre de 10 à 100 mètres au maximum vers l'est. Les déplacements les plus notables semblent se produire sur des zones où nous avons repéré de grandes mégarides dissymétriques dont la polarité indique justement un déplacement vers l'est.

On peut supposer que l'intensité des courants combinés sur le fond, engendrés par les tempêtes, n'ont pas été suffisamment puissants ces 15 dernières années pour provoquer d'importantes modifications dans la morphologie générale des grandes formes sédimentaires. Seules ont été affectées, par les fortes tempêtes d'ouest, les grandes mégarides.

2.1.3.5.4 Conclusion

Sur le proche plateau interne aquitain, entre les isobathes -10m et -30m, les formes sédimentaires et en particulier les grandes mégarides dissymétriques, indiquent qu'actuellement le sédiment peut bouger. La polarité (versant abrupt dirigé vers l'Est) de ces mégarides montre qu'elles se déplacent vers le littoral.

L'étude comparative de l'imagerie sur 14 ans (1984-1998), **dans la zone de La Salie**, a montré que les placages sableux évoluent peu ou pas. La seule évolution se situe dans les zones à mégarides et indique effectivement un transit sédimentaire de l'ordre de 10 à 100 m vers le continent comme cela a été envisagé ci dessus. Ces déplacements sont très probablement provoqués par l'impact des grandes houles d'ouest sur le prisme littoral. Il est possible que la relativement faible importance de ces déplacements soit à mettre en rapport avec l'absence, au cours de la période considérée, de grandes tempêtes de type exceptionnel (décennales ou centenaires).

Le houlographe de Biscarrosse n'aurait enregistré entre 1988 et 1993 aucune amplitude de houle supérieure à 7 m. Les dernières tempêtes significatives signalées par METEO France se situent entre 1984 et 1989, période au cours de laquelle les déplacements de mégarides ont été les plus importants. Pour mémoire, signalons que les plus fortes tempêtes décrites par VASSAL (1980) sont celles de 1966 et 1976, durant les quelles l'amplitude maximum des houles a atteint 12 m.

Cependant, on ne connaît pas encore l'impact des courants de retour sur le fond occasionnés par les grandes tempêtes et dont certains auteurs (REIMNITZ *et al.*, 1976 ; CACCHIONE *et al.*, 1984) ont démontré, sur des plates-formes au même hydrodynamisme que le plateau aquitain, l'importance sur les grandes formes sédimentaires (rubans sableux et couloirs d'érosion). De la même façon, des entraînements de sable de la côte pourraient se faire par moment vers le large, comme le laisse présager l'étude des structures sédimentaires de certaines carottes de La Salie.

Le schéma suivant est proposé :

- Les dunes sous aquatiques dissymétriques (10 à 50 m de longueur d'onde) transitent vers la côte lors des fortes tempêtes annuelles ou pluriannuelles.
- Les grandes formes, placages et couloirs, évoluent peu dans leur morphologie générale, sauf probablement lors des tempêtes exceptionnelles (décennales ou centenaires). Dans ces cas il peut y avoir transit vers le large.
- Sur le prisme littoral ou la plage sous marine (entre 0 et 20 m) il peut y avoir l'évolution contrastée suivante :
 - * beau temps (houles faibles à moyennes) : transit vers la terre par les dunes hydrauliques dans les petits fonds (10-15 m),
 - * mauvais temps (fortes houles) : transit vers le large avec effacement des dunes hydrauliques par le courant de retour au fond. Les grandes formes (rubans et couloirs) demeurent car elles sont plus profondes que les dunes.

Le proche plateau interne aquitain, entre les isobathes -10 et -30 m présente une grande disparité de répartition des formes sédimentaires sur le fond :

- dans sa partie septentrionale, on observe une répartition uniforme des sables sans différenciation en couloir sablo-graveleux et placage de bandes sableuses ;
- dans sa partie méridionale, on observe, au contraire, une différenciation de la couverture sédimentaire en une alternance de couloirs d'érosion à substrat de graviers et galets et de placages sableux.

Cette disparité pourrait s'expliquer de deux façons :

- a) une hydrodynamique de tempête plus intense au sud permettant aux courants de retour sur le fond de façonner des couloirs et des sillons érosifs ;
- b) une plus grande abondance de graviers et galets sur la partie méridionale du plateau interne aquitain, galets et graviers apportés vraisemblablement par les exutoires repérés sur les profils sismique.

Les environs du Gouf de Capbreton ont particulièrement retenu l'attention du fait du rôle présumé de « puits » sédimentaire attribué à cette zone. Malgré les efforts déployés pour argumenter cette hypothèse, aucune évidence de tels dépôts n'a pu être, pour l'instant apportée.

Une mosaïque sonar due à C. SATRA, acquise lors de la mission ITXAS (1999) représente le document le plus récent.

Aux environs de l'Adour, la carte des formations superficielles du domaine marin côtier basque réalisée en 1996 (AUGRIS *et al.*, 1999) montre que, notamment devant Anglet : « *la forme des placages de sables moyens, la direction de leur allongement, la présence et l'orientation des mégarides symétriques (longueur d'onde comprise entre 1 et 2 m observables jusqu'à une profondeur de 45 m) permettent d'attribuer leur mise en place à la houle ...(...) les observations réalisées par caméra sous-marine, en particulier sur les sables fins à moyens, ont également montré la présence de rides symétriques d'orientation N35° et de longueur d'onde 0,5 m, non détectables au sonar latéral.* ». Ces formes témoignent de la vigueur des oscillations sur le fond devant la côte d'Anglet.

2.1.3.6 Embouchures

Les embouchures jouent le rôle majeur dans la dynamique sédimentaire de la côte. Elles sont d'abord des lieux d'introduction, de stockage et de redistribution des sédiments par l'intermédiaire de leurs deltas sous-marins.

Ces derniers déforment les houles à leur approche et absorbent une partie de leur énergie, atténuant généralement leur effet direct sur les rivages encadrants, et surtout modifiant la dérive littorale soit en l'interrompant soit en l'inversant. Pour ces raisons, l'évolution historique des deltas (bancs et chenaux) permet d'expliquer l'évolution particulière des côtes encadrantes.

L'évolution des deltas ressort des comparaisons bathymétriques en termes volumiques et morphologiques.

Un essai de comparaison des sondes, effectué sur le delta extérieur de la Gironde, n'a pas donné de résultats significatifs pour les raisons suivantes :

- trop grande emprise (450 km²) et couvertures par conséquent souvent incomplètes,
- hétérogénéité des levés et disparité entre les densités de sondes qui conditionnent la prise en compte de la morphologie très développée des dunes hydrauliques.

C'est pourquoi, seule la méthode de comparaison des isobathes a pu être raisonnablement retenue en tant que comparaison bathymétrique ; elle permet d'intéressantes observations sur les trois zones disposant de levés bathymétriques multiples, à savoir : les parages de la Gironde au Nord, ceux d'Arcachon au centre, de Capbreton et de l'Adour au Sud.

2.1.3.6.1 Gironde (Entre Pointe de Grave et Pointe de la Négade)

La côte océane de la Pointe du Médoc constitue en même temps la rive Sud du delta de jusant de l'estuaire de la Gironde (Fig. 28). Le delta de jusant a constitué de tout temps un stock sédimentaire à redistribuer, notamment à partir de et vers la côte ; ces mouvements ont été à la fois freinés par la présence de seuils rocheux et jugulés par l'édification d'ouvrages de défense.

Evolution

La configuration naturelle de la côte avant travaux est parfaitement décrite par les cartes du début et de la fin du XVIII^e siècle (MASSE, 1708 et TEULERE, 1776)

Au cours du XIX^e siècle, « *les gigantesques travaux exécutés à la Pointe-de-Grave ont mis une barrière à cet envahissement incessant, (par la mer) et l'on peut dire aujourd'hui que les dépôts formés le long du rivage sont en plusieurs points supérieurs à l'érosion. La comparaison des sondages de 1855 et de 1872 nous en donne la preuve, notamment au Vieux-Soulac et à la Négade.* » (ARTIGUE, 1873).

Actuellement, on assiste à une reprise des sédiments du Sud de la côte (Négade) vers le Nord (Le Verdon) *via* Soulac.

Au Verdon, l'épi de St Nicolas marque la séparation entre la zone d'érosion des Huttes, seul point non-défendu de la commune, et la zone de sédimentation au Nord (Phare et ouvrages de St Nicolas).

A Soulac, l'aggravation de l'érosion côtière accompagne le creusement de chenaux entre les bancs (Banc de Soulac, Banc des Olives) et la côte. C'est ce que l'on observe depuis le début du siècle entre le banc des Olives et la Pointe de la Négade (Fig. 30) :

« *L'évolution des plages de Soulac est directement liée à l'évolution hydrographique de l'estuaire extérieur de la Gironde avec dérive des sables du Sud vers le Nord.*

Le creusement des passes (Sud) et l'écrêtement des bancs au large entraînent une érosion des petits fonds marins et par voie de conséquence le recul des plages par recrudescence de l'énergie des courants de marée et des houles :

- l'écrêtement concerne le Banc des Olives, le Banc du Chevrier, le Banc du Gros-Terrier...

- l'approfondissement et l'élargissement des chenaux se font aussi bien entre le Banc du Chevrier et le Banc des Olives qu'entre le Banc des Olives et le littoral. » (LORIN et MIGNIOT, 1986).

En 1982, le LCHF avait mis en évidence un approfondissement général des fonds marins au large de Soulac et l'évolution du banc de Soulac vers le Nord-est.

« *Cette situation engendre un renforcement de l'énergie de la houle mise en jeu sur le rivage.*

Afin de vérifier si l'évolution décelée par le LCHF se poursuivait ou non, un levé bathymétrique a été réalisé au large de Soulac en novembre 1994.

La comparaison de ce levé avec des données hydrographiques recueillies en 1983 montre une tendance générale à l'érosion des fonds marins. Pour la zone étudiée, la hauteur moyenne érodée entre 1983 et 1994 est de 0,40 m, le volume érodé pour une surface de 33,5 km² est de 13,6 Mm³.

Des zones de sédimentation apparaissent cependant en particulier dans la fosse localisée au large immédiat, entre les Cantines et les Arros, où localement la sédimentation atteint et dépasse 2 m. » (SOGREAH-PAB, 1995).

Au Sud de Soulac, les fonds sont passés de -5 m à -9 m entre 1826 et 1981. « *La fosse pré-littorale du Sud de Soulac qui isole vers le large le Banc des Olives joue, face au littoral, un rôle aussi désastreux que celle située à hauteur du Banc de Soulac.* » (LORIN et MIGNIOT, 1986)

L'étude comparative des cartes bathymétriques de la Passe Sud établies par le P.A.B. en 1983 et 1993 (HOWA, 1987 ; PEDREROS, 1994) montre un creusement de l'ordre de 2 m des engainements Nord

et Sud de la Passe, l'allongement et la migration vers la côte du chenal de la Passe parallèlement à son axe, le creusement d'un chenal secondaire de sortie.

Le recul vers le Nord-Est de l'ordre d'un km du front du delta (isobathe 10 m) devant La Négade entre 1963 et 1984 (Fig. 29) traduit sa régression globale .

Flux sédimentaire

« *Les volumes de sables qui sont évacués par la Gironde ou y pénètrent n'ont pu être estimés* » (FROIDEFOND, 1985)

CASTAING et HOWA (1985) ont calculé « *une perte de matériaux vers le large enregistré dans le système Passe-Sud-littoral Nord-médocain à plus de 18 Mm³ en 42 ans (...) déficit d'autant plus important que (...) la passe Sud se présente comme un système isolé par rapport à la partie Nord de l'embouchure et au plateau continental interne* ».

Les travaux de BRAUD (1986) concluent à une « *faible (lente) évolution des fonds de la passe Sud-Gironde et à un transport sédimentaire constant dirigé au flot dans le chenal de Soulac créant un déficit comblé en partie par les sables pris aux plages avoisinantes* ».

Une interprétation de la direction des transits sédimentaires d'après la dissymétrie des riddins de la Passe Sud-Gironde observés par sonar (SOGREAH-CREOCEAN, 1997) confirme ces résultats : elle fait apparaître une « *prépondérance de la direction Sud-Nord dans la région de St Nicolas et de convergence plus au Nord sur le Platin de Grave* ».

Conclusion

En se limitant au secteur Sud de l'embouchure, la comparaison bathymétrique effectuée dans le cadre du présent rapport a mis en lumière les faits suivants :

- 1- Les bancs du Chevrier et du Gros Terrier, situés dans l'ouest de la Passe Sud présentent une bonne stabilité. L'influence de l'évolution de ces bancs reste faible sur les transformations de la côte du Médoc.
- 2- Par contre les modifications observées dans le tracé des bancs à l'est de la Passe Sud (ouverture d'une passe entre le Platin et la pointe de Grave, décroissance du banc de Soulac, ouverture d'un chenal dans le banc des Olives) jouent un rôle capital dans le devenir de cette partie de la côte du Médoc.
- 3- Le lobe externe du delta et la passe Sud (isobathe -10 m) évoluent depuis 1812 autour d'une position moyenne ; dans la dernière période 1963-1993, le premier semble avoir régressé (vers le Nord).

Le point 3 traduirait une diminution du volume sédimentaire de la partie côtière du delta. L'étude de l'évolution des bancs et des chenaux de l'embouchure de la Gironde montre que les modifications observées dans la partie ouest de l'embouchure (Passe Nord puis Ouest, pointe de la Coubre, banc de Montrevel, Passe du Matelier et Battures de Cordouan) n'ont pas ou peu de répercussion sur l'évolution de la Passe Sud.

2.1.3.6.2 Arcachon (secteur des passes d'entrée)

Dans le secteur des passes d'entrée du Bassin d'Arcachon situé entre le Cap Ferret (phare) et La Salie (Fig. 31), le déplacement des chenaux entretenus par les courants de marée est la conséquence de la dérive littorale sédimentaire générée par la houle qui règne le long de la côte du Médoc.

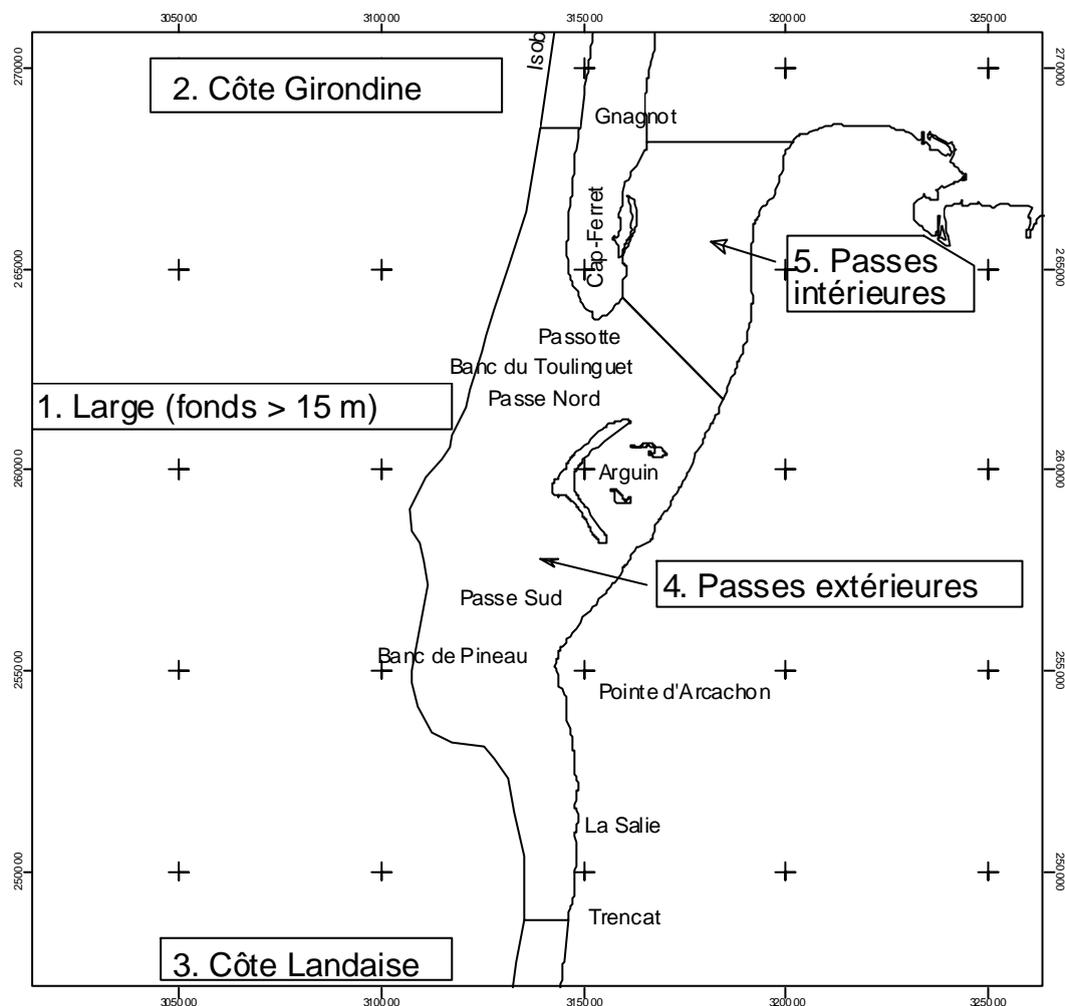


Fig. 31 : Passes d'Arcachon : zones morphologiques

En observant de manière détaillée ces mouvements, on a pu mettre en évidence un cycle temporel qui fournit des indications sur les configurations à venir non seulement des passes mais aussi des côtes encadrantes (Ferret-Pyla), ainsi que de celles situées aux abords immédiats, en amont ou en aval de la dérive littorale (au sud de l'embouchure).

Passes extérieures

L'examen de l'évolution des Passes depuis le bathymétrique de 1928 montre l'ouverture d'une nouvelle Passe Nord entre les levés de 1967 et 1988 et plus certainement entre 1979 et 1988. L'historique des modifications dans la position et la forme des chenaux caractérisées par la courbe de niveau de 10 m (Fig. 32) fait ressortir une grande similitude dans la position et la forme des Passes entre les levés de 1928 et 1998. Un cycle entier a ainsi pu être suivi sur la base des documents bathymétriques fiables sur des périodes successives courtes.

La comparaison des levés successifs montre que :

- La situation des Passes en 1957 ressemble beaucoup à celle de 1864. Ces deux levés montrent l'existence d'une seule Passe. En 1864, la Passe longe la côte au sud du Moulleau puis, par une large boucle, l'extrémité s'oriente vers le nord en remontant largement vers la pointe du Cap Ferret. En 1957 la Passe longe également la côte sud du Moulleau puis s'oriente à l'ouest à hauteur de la pointe d'Arcachon. Les différences sont dans la position géographique de l'extrémité des Passes et dans leur orientation. Ces deux levés montrent l'atterrissement d'un banc très important à la pointe d'Arcachon.
- La situation des Passes en 1988 ressemble à celle de 1928-1929. Ces deux levés montrent l'existence de deux Passes liées entre elles par un chenal profond. Les deux Passes Sud sont accolées à la côte et repoussées vers la pointe d'Arcachon. Leur extrémité est orientée au sud. L'extrémité de la Passe Nord en 1928 est orientée au nord-ouest alors que celle de 1988 est orientée au sud-ouest. La côte nord de la pointe d'Arcachon, pour les deux levés, est bordée par la Passe Sud. Le banc découvrant, cartographié en 1864 et en 1957, est repoussé vers la partie sud de la pointe d'Arcachon.
- la Passe Nord s'est ouverte entre 1979 et 1988. En prenant le levé de 1912 comme référence, il est probable qu'une Passe Nord se soit ouverte au début des années 1900.

L'étude de ces trois points communs de base permet de reconstituer les phases importantes dans le cycle d'évolution des Passes d'Arcachon.

1/ 1864 (Fig. 33)

- une seule Passe, orientée au nord-ouest dans sa partie terminale, est cartographiée.
- atterrissement d'un banc découvrant d'une superficie très importante à la pointe d'Arcachon.

2/ 1900 - 1905

- ouverture d'une Passe Nord (une quarantaine d'année après l'atterrissement d'un banc découvrant à la pointe d'Arcachon),
- présence d'un banc découvrant dans la partie sud de la pointe d'Arcachon (levé de 1912).

3/ 1928-1929 (Fig. 34)

- présence de deux Passes séparées. La Passe Sud est orientée au sud et accolée à la côte. La Passe Nord est orientée au sud-ouest,
- amaigrissement et déplacement du banc découvrant dans le sud de la pointe d'Arcachon.

4/ 1957 (Fig. 35)

- présence d'une seule Passe orientée au sud-ouest,
- atterrissement d'un banc découvrant d'une superficie importante à la pointe de d'Arcachon. Ce banc est appelé « banc du Pineau »

5/ 1979-1988 (Fig. 36)

- ouverture d'une Passe Nord. Les deux Passes sont reliées par un chenal profond.
- l'ancien banc découvrant est accolé à la côte dans le sud de la pointe d'Arcachon. Il est directement intégré au trait de côte.

6/ 1998 (Fig. 37)

- les deux Passes sont séparées,
- rectification par érosion de la pointe d'Arcachon. La zone d'engraissement de la côte est située entre cette pointe et le sud du wharf de la Salie.

L'examen détaillé de l'évolution du trait de côte de la pointe d'Arcachon, en relation avec l'évolution cyclique d'environ 80 ans couramment admise des passes extérieures du bassin d'Arcachon, montre :

- Une érosion très importante de la partie Nord de cette pointe (Fig. 38). Cette érosion s'explique par la présence de la Passe Sud, très proche de la côte, qui est soumise pendant une longue période (de 1928 à 1957 pour ce qui est des levés bathymétriques dans le cycle analysé) à un régime hydraulique très actif.
- Une avancée vers l'ouest et vers le sud de la partie sud de la pointe d'Arcachon. Cette avancée est due en grande partie à atterrissement d'un important banc découvrant qui vient s'accoler à cette pointe (1864 et 1957). Ce mouvement s'effectue dans la période où la liaison entre la Passe Sud et la Passe Nord est interrompue, faisant perdre au régime hydraulique de la Passe Sud son intensité au profit de la Passe Nord. Dans un premier temps ce banc découvrant comble l'extrémité sud de la Passe Sud et protège la partie nord de la pointe d'Arcachon de l'érosion. Dans un deuxième temps, les sédiments sont érodés et repoussés vers la partie sud de la pointe d'Arcachon pour former un processus d'accumulation sédimentaire (progradation) qui contribue à l'avancée de la côte vers l'ouest.
- Que la situation de 1998 correspond, suivant le cycle observé et admis, à la période du début de l'érosion de la pointe d'Arcachon et à la migration de l'accumulation sédimentaire vers le sud (situation de 1928-1929). Toujours suivant ce cycle admis, cette période pourrait se prolonger durant une trentaine d'années.

Les passes intérieures du Bassin d'Arcachon sont parcourues du nord au sud par le chenal du Ferret qui longe la côte du Cap Ferret et par un chenal du Pyla qui prolonge l'extrémité nord de la Passe Sud jusqu'au Moulleau. Ces deux chenaux sont séparés par le banc de Bernet.

L'évolution des passes intérieures du bassin d'Arcachon a été étudiée entre autres par GASSIAT (1989), BABIN (1990), THAURONT (1994), MICHEL (1997) et TOUGERON (1998).

La comparaison des courbes de niveau et en particulier celle de 10 m qui marque le contour des passes dans cette étude fait apparaître une situation particulière. Cette situation est représentée par le levé de Beautemps-Beaupré en 1826 (Fig. 33) qui montre un axe hydraulique qui prolonge le chenal de Piquey pour joindre un chenal qui longe la côte de la pointe du Cap Ferret (chenal du Ferret). L'axe hydraulique en direction de la rade d'Eyrac est entrecoupé de bancs découvrants et de seuils dont les profondeurs sont inférieures à 5m. La communication principale avec le Bassin d'Arcachon reste le chenal de Piquey.

Le levé de 1864 (Bouquet de la Grye) (Fig. 33) montre que l'axe hydraulique en provenance du chenal de Piquey est interrompu par des seuils dont les profondeurs sont inférieures à 5 m. A l'inverse, l'axe en direction de la rade d'Eyrac se creuse pour venir se joindre au chenal du Ferret. Au sud de ce nouvel axe des accumulations sédimentaires amorcent la formation du banc de Bernet. A l'est l'extrémité nord de la passe sud s'enclave profondément entre ce banc en formation et la côte du Moulleau. Le chenal de Pyla est ainsi définitivement créé.

A partir de 1864 la liaison du chenal du Ferret avec la rade d'Eyrac et le chenal du Teychan devient l'axe hydraulique principal du bassin d'Arcachon.

Au cours des années suivantes et jusqu'à au moins 1998 (date du dernier levé pris en compte), cet axe est repoussé légèrement au nord en direction du Grand Banc et à l'ouest en suivant l'évolution de la côte du Cap-Ferret. Le banc de Bernet comme le chenal du Ferret et l'extrémité nord de la Passe Sud, toujours présente et située près de la côte du Moulleau, subissent des fluctuations sans présenter des transformations importantes. C'est une stabilité relative qui marque les Passes internes du bassin d'Arcachon.

L'évolution des secteurs munis d'ouvrages de défense (Bélisaire-La Pointe et Pereire-Pyla) sont examinés plus loin dans le chapitre consacré à l'impact des ouvrages (2.4.4.2.)

A la pointe du Cap Ferret, les relations entre les modifications géographiques importantes et les évolutions des Passes internes et externes sont complexes et ne peuvent être abordées par la simple comparaison bathymétrique.

Bien que la latitude de la Pointe en 1998 soit de 175 m plus au sud qu'en 1864 (Figure 38), le mouvement résiduel a été le recul durant un cycle entier des passes.

D'autres paramètres tels que les courants de marée et les conditions de houles doivent être pris en compte pour aborder l'étude de ces fluctuations. La seule grande modification courantologique capable de s'opposer à l'allongement de la flèche paraît être le changement d'axe hydraulique principal du Bassin vu plus haut à propos des Passes intérieures. La réduction de l'apport sédimentaire par la dérive littorale du fait, par exemple, d'une modification du climat de houle, demeure la dernière hypothèse vraisemblable.

Dans le secteur Dune du Pilat–Gallouneys (Fig. 38), la rotation de côte autour du point fixe de La Corniche induit un recul de plus en plus rapide en allant vers le Sud mais le groupe de blockhaus des Gallouneys produit un effet d'épi qui perturbe la courbure concave du linéaire.

L'effet de méandre de la passe Sud, contribue probablement davantage à ce recul en situation de passe unique.

Dans le secteur de la Pointe d'Arcachon (Fig. 38) :

- en configuration de passe unique, ce secteur bénéficie d'un important atterrissement, le banc de Pineau qui déplace le trait de côte vers le large de plus d'un kilomètre

- en configuration à deux passes, ce secteur subit un recul du trait de côte rapide qui conduit non seulement à l'enlèvement du banc de Pineau précédent mais à l'attaque de la côte primitive.

Ce mouvement alternatif pseudo-séculaire est le plus important observable sur les côtes françaises.

D'une manière générale, la perspective d'une prochaine configuration de passe (chenal) unique -la dernière étant centrée autour du milieu des années 1960 (1945-1985), compte tenu du délai de retour de phase de 80 ans, la prochaine devrait s'installer d'ici 2015-2020- laisse augurer un ralentissement du recul des côtes de l'embouchure.

Sur la côte extérieure

En situation de passe unique (1945-1985), du fait de l'extension maximale vers le large du lobe du delta, la côte de La Salie subit une nette érosion provoquée par le déficit sédimentaire dû à l'effet de réfraction de la houles qui annule localement la dérive

Inversement, en situation de passe double (1990-2010) la côte sud reçoit les sédiments issus du démantèlement du grand lobe de la passe unique précédente et de l'érosion du Banc de Pineau. Dans un premier temps, il y a donc pléthore de sable et anarchie des isobathes, puis successivement, réduction progressive des bancs sous-marins, attaque des plages et recul de la côte sous l'effet du déplacement terminal de la passe Sud.

La reconstitution d'un nouveau grand lobe de passe unique (vers 2020) devrait replacer un nouveau banc de Pineau et déterminer une nouvelle zone d'érosion côtière, ces deux nouveaux éléments se retrouvant décalés vers le Sud par rapport aux précédents, du fait de la dérive générale des passes

L'embouchure d'Arcachon pourrait donc alternativement appauvrir puis enrichir la dérive littorale sédimentaire de la côte des Landes avec une périodicité de 40 ans (demi phase des passes).

Les effets de ces fluctuations se répercuteraient en fonction de la distance et la côte de Biscarrosse apparaît encore directement dépendante de l'embouchure jusqu'au Naouas (GOURHANT, 1977).

2.1.3.6.3 *Courants landais* (Mimizan, Contis, Huchet, Soustons)

La présence de la brèche incisée dans la ligne de côte par l'embouchure des Courants, permet une attaque par la houle des rives de l'entrée et des rives intérieures de l'estuaire.

Une trop grande section de l'embouchure par rapport au volume oscillant permet l'introduction de sable côtier et son accumulation en bancs d'estuaire.

Le seul exemple d'embouchure restée quasi-naturelle, celle du Courant d'Huchet, permet de se figurer les autres embouchures (Mimizan, Contis, Soustons) avant leur rectification, dans l'état cartographié par Beautemps-Beaupré (cf. fig. 55, 57, 59).

Les divagations incessantes et les occlusions périodiques de ces embouchures ont été fidèlement relatées dans l'histoire locale à cause de leur effet désastreux sur l'économie agricole de la partie exploitable d'un pays par ailleurs très pauvre (TAILLANTOU, 1999).

La rectification des embouchures a été maintes fois remise en cause par contournement des ouvrages insuffisamment entretenus (récemment à Contis en 1950).

Nous examinerons plus loin l'effet des ouvrages associés aux embouchures des courants (2.2.4.2.6).

2.1.3.6.4 *Capbreton* (Embouchure de l'ensemble Boudigau, Bouret, lac d'Hossegor)

Le Gouf de Capbreton constitue la principale discontinuité bathymétrique du plateau continental aquitain. Les fonds de 100 m s'approchent à 1500 m de l'entrée du port de Capbreton (estuaire du Boucarot, alors qu'il sont normalement distants de la côte de plusieurs dizaines de kilomètres.

La comparaison de deux levés bathymétriques de la tête du Gouf, établis respectivement en 1963 (HMD) et 1978 (DDE Bayonne) montre qu'il y aurait eu sédimentation dans la partie Nord et érosion dans la partie Sud. Il faut voir vraisemblablement dans ces faits l'influence importante sur le transit littoral de la jetée Nord ainsi qu'une réorganisation des stocks sédimentaires sous l'influence très particulière des conditions dynamiques dans ce secteur (divergence de houle) (PENIN, 1980).

Par ailleurs, rappelons que l'analyse bathymétrique de la tête du Gouf (FROIDEFOND, 1985) n'a pas apportée de réponse à la « disparition » des sédiments véhiculés par la dérive littorale.

Sachant que « *les pentes des versants du canyon dépassent 50 % (...) des glissements sédimentaires affecteraient les rebords nord et sud du canyon et provoqueraient des exhaussements relativement discrets des zones basses* » (*ibid.*).

La diffraction de la houle dominante WNW induite par le Gouf entraîne un engraissement de la côte en face du canyon et une érosion de la côte de part et d'autre (*ibid.*).

Enfin le Gouf joue le rôle de barrière dynamique - divergence des courants de dérive - (DUPLANTIER, 1976) qui s'applique à la dynamique sédimentaire.

Façe aux phénomènes liés au Gouf, le rôle sédimentaire de **l'embouchure du Boucarot - port de Capbreton** apparaît mineur.

La tendance générale au comblement de cette embouchure, (comme de celle de Vieux-Boucau) est la conséquence lointaine de la dérivation du cours de l'Adour à Boucau-Neuf. Le calibrage de l'embouchure demeurant une fonction du volume oscillant de l'estuaire - même augmenté de celui du lac d'Hossegor -, il n'est pas étonnant que le rôle sédimentaire de cette embouchure tout au long du XIX^e siècle soit resté celui d'un modeste piège à sable.

Conclusion

L'évolution bathymétrique de la côte de Capbreton de part et d'autre de l'embouchure apparaît contrastée selon les périodes :

Il ne paraît pas y avoir eu de changement notable des isobathes -10 et -20 m entre 1825 et 1993.

Par contre, au sud de Capbreton, l'isobathe -5 m s'est déplacé vers l'est de 100 à 300 m entre 1963 et 1993, en correspondance avec le recul de la côte à cet endroit.

Il paraît difficile d'admettre un sens de dérive littorale résultante Sud-Nord entre l'Adour et Capbreton.

Nous étudierons plus loin le rôle des ouvrages maritimes (cf. §2.2.4.2.8.) dans cette évolution récente.

2.1.3.6.5 Adour

Bien que très précocement détourné (1578) l'estuaire de l'Adour a continué à divaguer dans la plaine littorale jusqu'au milieu du XVIII^{ème} siècle. Les côtes environnantes actuelles ont donc été gagnées sur la mer et fixées durant les deux siècles qui ont suivi.

Les évolutions du cours de l'Adour, du littoral et des fonds avoisinants sont parmi celles que l'on connaît le mieux sur la côte française (LCHF, 1987). Par conséquent, ce chapitre emprunte l'essentiel de sa substance aux travaux approfondis consacrés à l'étude de cette embouchure et de ses abords.

Depuis le début du siècle, la côte d'Anglet n'échappe pas à l'érosion générale du littoral (du Golfe de Gascogne) et ceci durant toute la première partie du siècle, c'est à dire avant que la digue Nord de protection de l'embouchure n'ait été réalisée

- **Entre 1826 et 1953** les sondages du SHOM accusaient déjà des érosions pouvant atteindre 3 à 4 m dans les petits fonds de -7 à -3 m ; on remarquait également que sous l'action des courants de l'Adour canalisés par le « convergent » et des dragages, une partie des matériaux était entraînée vers le large par des fonds de 15 m et plus où ils ne pouvaient être repris que très partiellement par les houles. On peut évaluer à 200 000 m³ par an le volume des matériaux érodés devant la côte d'Anglet à cette époque, ce volume ne prenant pas en compte la totalité du littoral d'Anglet.» (LCHF, 1975)

- **Entre 1898 et 1959** on notait un recul de la laisse de pleine mer de 50 m à 400 m au sud de la jetée Sud.

- **Entre 1952 et 1963** (...) le littoral a reculé de 3 à 4 m par an en moyenne sur une longueur de plus de 2 km au Sud de l'embouchure ; au delà (vers le Sud), l'examen des délimitations du DPM au 15 Décembre 1931 et au 15 Mars 1954 conduirait à une érosion de 50 à 75 m, c'est à dire de 3 m par an. Ces résultats sont confirmés par les photographies aériennes effectuées par l'IGN en 1938, 1954 et 1962. (LCHF, 1975)

Depuis la construction de la digue Nord en 1964, la comparaison des sondages de **1953 et de 1975** montre que durant cette période :

- Le littoral au Nord de l'embouchure ne s'est modifié que faiblement. Sur une distance de 2500 m, l'estran s'est érodé de 700 000 m³ environ et les petits fonds marins ont sédimenté de 300 000 m³ (bilan négatif). Au dessous des fonds de 10 m les mouvements sédimentaires ont été négligeables.

- Au Sud de l'embouchure, les mouvements sont beaucoup plus importants et s'étendent sur une zone de 800 à 1000 m de largeur où l'on observe des érosions pouvant atteindre 4 à 5 millions de m³. Au large on trouve une importante zone de sédimentation dépassant 10 m d'épaisseur provenant du dépôt des produits de dragages.

Quant au trait de côte, la comparaison des profils d'estran levés presque chaque année montre :

- Une avancée du littoral immédiatement au Sud de la petite jetée Sud, c'est à dire dans la zone protégée par la digue Nord.

- Plus au Sud, la côte aurait reculé de 40 m en moyenne entre 1963 et 1973, soit 4 m par an, le maximum de régression se situant en 1973 à 2300 m (au Sud), avec 4,7 m, les érosions gagnant au cours du temps de plus en plus vers le Sud.

Entre 1973 et 1981,

- Au Nord de l'Adour, depuis l'arrêt des extractions à la côte, le littoral est, d'une manière générale, en voie de sédimentation.
- Au Sud de l'Adour, on constate une tendance à la stabilisation de l'estran particulièrement sensible entre 1979 et 1981 et une sédimentation générale par profondeurs supérieures à -3 m environ et une tendance au retour à l'état initial après engraissement (dépôts) par petits fonds. L'implantation de la digue Sud(1977) a contribué à limiter les transits vers la Nord des sable de l'estran d'Anglet.

Au cours des vingt dernières années, les profondeurs du chenal de navigation ont été augmentées. La construction de la nouvelle digue Sud et de la fosse de garde en 1999 pour empêcher les retours de sable dans le chenal contribuent probablement à réduire les départs de sable du littoral d'Anglet.

Finalement, parmi les causes de l'érosion de la côte d'Anglet seules les trois premières sont naturelles :

- phénomènes géologiques (sédimentologie littorale et estuarienne),
- déperdition des éléments fins vers le large dans les courants de compensation due à la houle,
- contournement du Cap St martin par une petite fraction des matériaux.

Les autres sont liées aux interventions humaines commandées par les impératifs de développement :

- ouvrages réfléchissants tels que le mur des Sables d'Or, l'ancien mur de protection du front de mer, etc...
- dragages des accès de Bayonne et digue Nord,
- expulsion des matériaux par l'action des courants de l'Adour
- prélèvements de matériaux des plages (plus de 200 000 m³ au Nord de l'Adour et jusqu'à 75 000 m³ au sud).

En définitive, on peut considérer le littoral d'Anglet et même indirectement celui de Tarnos, comme artificialisés. L'effet des facteurs naturels ne peut être séparé, ici moins qu'ailleurs, de celui des interventions humaines, principalement des dragages et des ouvrages de défense. Jusqu'au début du siècle approximativement, les difficultés constantes de Bayonne provenaient d'une surabondance sédimentaire qui entravait la navigation.

A partir de 1896, 35 millions de m³ ont été dragués et 6 millions de m³ extraits des plages entre 1960 et 1977. Le maintien des conditions d'accès au Port de Bayonne avec un chenal à -10 m ne peut être obtenu qu'avec des ouvrages d'endiguements associés à des dragages importants (750 000 m³/an), soit environ quatre fois l'apport naturel par le transit littoral.

Les matériaux dragués avant 1974 peuvent être considérés comme soustraits au stock «actif » car déposés trop au large pour participer à l'engraissement des plages.

Il apparaît donc certain que ces dragages ont participé aux processus d'érosion de cette partie du littoral.

2.1.4 Effet des facteurs naturels (conclusion)

Depuis l'holocène, la côte Aquitaine a peu résisté à la transgression marine à cause de sa faible altitude et du caractère généralement peu cohésif du substrat ; aussi se trouve-t-elle aujourd'hui en phase de régularisation avancée.

Vu en coupe, le phénomène de recul de la côte strictement dû à l'élévation du niveau de la mer étant très inférieur au recul observé, on doit donner à l'effet de l'érosion par la houle et le vent le premier rôle dans ce recul, par enlèvement des sédiments littoraux, respectivement vers le large et vers le continent.

Vu en plan, le processus de régularisation du linéaire est favorisé par l'activité exceptionnelle de la dérive littorale (effet de houle) et contrarié par les embouchures (effet de courant de marée), spécialement celle du Bassin d'Arcachon, panneau subsident du dispositif.

Le déplacement du littoral n'est pas un mouvement constant car les conditions océanographiques qui le génèrent évoluent de manière cyclique : l'influence de ces cycles (solaires et climatiques) n'est cependant pas encore suffisamment reconnue pour qu'on puisse leur attribuer la tendance. La meilleure garantie actuellement pour s'affranchir des fluctuations est d'adopter la tendance établie sur le plus long terme possible.

L'évolution des embouchures naturelles provoque une certaine perturbation de la dérive littorale en aval, avec pour conséquence une alternance de pénurie et d'abondance sédimentaire sur les côtes et les aménagements qui y sont établis.

2.2 Interventions

Par interventions, on entend les activités humaines qui agissent – ou sont supposées agir – sur les mouvements des sédiments, et par là même modifier le déplacement naturel du trait de côte.

La responsabilité humaine dans ces changements est dénoncée par l'intensité et la rapidité avec laquelle ils interviennent après des travaux de génie civil (MORTON, 1979).

Contrairement à la difficulté d'influer sur les facteurs naturels, il est possible de faire évoluer les pratiques et les comportements dans un sens plus favorable à la protection du littoral.

On peut distinguer les actions qui tendent à altérer (extractions) ou au contraire maintenir les stocks sédimentaires littoraux (par ex. construction d'ouvrages adéquats, entretien dunaire) et ceux qui n'ont pour effet que de les redistribuer (rechargement, reprofilage) de manière à faciliter l'usage des lieux.

2.2.1 Extractions de matériaux

Les données historiques disponibles sont extraites du rapport LCHF (1987) et rappelées dans le rapport de 1^{ère} phase (1997).

Des permis d'extraction ont été renouvelés en 1998 pour les bancs de l'embouchure de la Gironde (Platin de Grave). Compte tenu des données disponibles, il est pratiquement impossible d'avoir une idée objective de l'effet de ces extractions sur l'équilibre de la côte.

Au Sud (Landes et Pyrénées Atlantiques) on relève des prélèvements de matériaux des plages (plus de 200 000 m³ au Nord de l'Adour et jusqu'à 75 000 m³ au sud.

« L'analyse globale de l'érosion du littoral a mis en évidence la relation qui existerait entre l'érosion de la portion du littoral comprise entre le Sud de Moliets et Vieux-Boucau et les extractions de sable et de madrague » : « on trouve au Sud de Moliets de la madrague malheureusement exploitée ce qui est à l'origine du recul du pied dunaire » (LCHF, 1979).

Depuis 1900, dans ce secteur plus de 100 millions de m³ ont été extraits (SOGREAH, 1988).

2.2.2 Travaux dunaires

La constitution du cordon dunaire littoral continu que nous connaissons résulte d'une volonté délibérée de l'Etat de protéger le massif forestier. Les travaux entrepris à la Restauration ont abouti sous le Second Empire, menés d'abord par les services des Ponts et Chaussées, puis par les Eaux et Forêts. Certaines parties limitées de ce linéaire, correspondant généralement aux sites balnéaires, ont été concédées ou vendues au cours du temps à des particuliers ou à des collectivités. Ces aliénations ont conduit à des disparités d'entretien du cordon littoral. Or l'intensification de la progression des dunes résulte la plupart du temps de défauts d'entretien.

Dans un contexte de réduction du stock sableux disponible, le maintien ou non d'un volume de sable le long du trait de côte influe sur son déplacement et sur les risques de submersion des terrains adjacents (2.2.2.). C'est ainsi qu' « *il semblerait exister une relation entre les secteurs de forte progression des dunes vers l'est et ceux des fortes érosions du littoral* » (LORIN et MIGNIOT, 1986).

2.2.2.1 En milieu forestier

La gestion est menée par l'O.N.F. : elle a essentiellement consisté à provoquer l'édification d'une dune bordière par la pose de palissades parallèles à la côte et au vent au plus près possible du trait de côte (quelques dizaines de mètres) en fonction des moyens techniques du moment.

L'état actuel de la dune est le résultat cumulé des périodes de travaux et d'abandons qui ont jalonné ces presque deux siècles d'histoire et dont les conséquences détaillées dans l'espace et dans le temps sur le déplacement du trait de côte restent à analyser.

Cependant, qualitativement, on peut conclure globalement à un effet retardateur du recul du trait de côte par accrétion et stabilisation des volumes sédimentaires.

Mais cette action stabilisatrice doit être souple car, même ralenti, le recul inéluctable du trait de côte tend à amincir la dune côtière fixée (contrairement à la dune libre) ; en même temps la dune fixée s'élève (jusqu'à plus de 30 m) et devient « *plus difficile à stabiliser que les profils primitifs optimaux (12-15 m)* » (BARRERE, 1990).

La fixation totale en position de la dune conduirait donc à sa disparition. Pour l'éviter, on doit lui ménager une marge de progression vers l'intérieur.

2.2.2.2 En milieu urbanisé

Si le linéaire non géré par l'ONF (façades balnéaires communales, propriétés privées...) ne représente qu'un peu moins d'un quart du linéaire côtier : Gironde : 32 km sur 126, Landes : 27 km sur 109 (ONF, 1996 ; CLUS-AUBY, 2000), il s'agit pourtant de la partie la plus visible de la côte qui retient donc l'essentiel de l'attention.

Par rapport à la situation précédente, le choix d'une implantation permanente d'immeubles et de voirie en dur implique de maintenir rigoureusement la dune en position y compris le versant intérieur, sous peine d'envahissement des immeubles par le sable (Lacanau, Ferret ...).

Comme nous l'avons vu précédemment, cette exigence, accompagnée de déblaiements, conduit à la perte de substance de la dune et donc à favoriser, à terme, le recul de la côte, voire le percement du cordon et l'invasion par la mer de l'arrière pays.

Il semble donc qu'on ne puisse trouver de solution durable que dans une harmonisation au moins partielle de la gestion de la dune bordière urbaine avec celle des secteurs forestiers qui a fait ses preuves.

2.2.3 Travaux de plages

2.2.3.1 Rechargement/reprofilage

2.2.3.1.1 Objectif

Le rechargement répond au double besoin de reconstitution d'espace balnéaire et de confortement d'ouvrages maritimes déchaussés.

Certaines opérations légères mais fréquentes s'apparentent à des reprofilages d'estran par transfert de sédiments dans le profil, d'autres, au contraire, entraînent des remblaiements massifs de plusieurs centaines de milliers de m³, ou enfin la combinaison des deux.

Le dépôt est généralement effectué directement en haut de plage, mais on procède aussi à des dépôts sur les fonds pré littoraux (Anglet).

2.2.3.1.2 Méthode

Il s'agit le plus souvent d'opérations ponctuelles effectuées selon un cycle de travaux de périodicité annuelle (avant la belle saison) de manière à profiter le plus longtemps des améliorations.

Les opérations de reprofilage sont menées sur de très nombreuses plages parmi lesquelles on peut citer celle de Montalivet à partir de 1988 (DURAND, 1997).

Les plages d'Arcachon (Pereire, Abatilles, Moulleau), La Teste de Buch (Pyla) sont rechargées par prélèvements sur le banc de Bernet au moyen de la drague hydraulique du District Sud-Bassin.

Les plages océanes font l'objet de rechargement par engins terrestres. Parmi celles-ci, citons Soulac (49 000 m³ printemps 1994) (SOGREAH-LARAG, 1995).

A Soustons-Plage, les matériaux extraits de l'ancien estuaire de l'Adour à Vieux-Boucau (Opération MIACA Port d'Albret) ont été déposés au Sud de l'embouchure du courant (1975).

Les Plages centrales de Capbreton sont régulièrement remblayées par transfert de sable par moyens terrestres à partir de la Plage Notre-Dame.

2.2.3.1.3 Effet

« Des rechargements ont été faits sur la côte d'Anglet : efficaces sur l'estran, associés à des épis, ils ne sont efficaces en mer que s'ils sont faits dans des fonds inférieurs à 3 m. » (LCHF, 1987).

De tels rechargements ont été conseillés pour Soulac en 1995 en complément d'une protection de haut de plage en enrochement (SOGREAH-LARAG, 1995).

2.2.3.2 Nettoyage

2.2.3.2.1 *Objectif*

Avant 1970 en Gironde et dans les Landes les plages n'étaient pas nettoyées en dehors de quelques zones prises en charge par les communes intéressées.

Du fait de l'augmentation des échouages d'épaves et de déchets de toute sorte sur les plages, qui nuisent à leur attrait touristique, la collecte et la destruction de ces déchets ont été organisées avec une fréquence et une efficacité croissante.

Un nettoyage annuel a été initié par la MIACA au début des années 1970 ; il était effectué à la fin du printemps.

Lors de la campagne 1971, 100 000 m³ de débris divers ont été collectés et incinérés (MIACA, 1975).

Un nettoyage systématique répété a été organisé au début des années 1990.

2.2.3.2.2 *Méthode*

Le sable de la haute plage est ratissé et tamisé pour en extraire les déchets qui sont ensuite soit brûlés et enfouis, soit enlevés et éliminés.

La chronologie des opérations est la suivante :

Dans le département de la **Gironde** « Les nettoyages hors saison touristique sont assez rares, hors plages surveillées » (Pierre Verdet, Sud-Ouest, 31-03-01).

Dans le département des **Landes** à partir de Mai-Juin 1991 au rythme suivant (OYARZABAL, 1999) :

- l'hiver (octobre à mai) une fois par mois sur l'ensemble du littoral et 1 fois par semaine devant les stations,
- l'été (juin à septembre) une fois par semaine sur l'ensemble du littoral et tous les 3 jours devant les stations.
- le littoral du CEL étant lui nettoyé deux fois par an (août et fin décembre).

2.2.3.2.3 *Effet*

L'impact sédimentaire des travaux de nettoyage n'a pas été apprécié mais il convient d'en mentionner l'éventualité.

Le sable de la haute plage est détassé par le hersage sur une profondeur de l'ordre de 0,5 m ce qui provoque une aération et accélère le séchage. Ces facteurs sont de nature à faciliter la reprise du sable par le vent.

De plus, l'enlèvement des bois flottés qui ont la particularité de s'enchevêtrer et de s'ensabler sur les laines de pleine-mer, contribuent certainement à affaiblir la haute-plage.

Ces possibles inconvénients demandent à être vérifiés, pour éventuellement, adapter le nettoyage.

2.2.4 Ouvrages maritimes de défense

Du fait même de la fonction des ouvrages maritime de défense, « l'évolution que l'on peut aujourd'hui observer ne correspond généralement pas à un recul d'origine exclusivement naturelle, elle paraît de

plus en plus liée à la présence des différents ouvrages de protection (...) qui ont changé la dynamique côtière » (DEMARTY, 1990).

La prolifération des ouvrages au cours du temps est considérée comme une première difficulté analytique car, « *dans les vingt dernières années, la construction accélérée d'ouvrages de protection a accru la complexité des problèmes d'évolution du littoral en changeant les paramètres de l'érosion par surimposition de conditions ponctuelles au système dynamique général. L'espace et la durée de fonctionnement de systèmes dynamiques homogènes ont été subdivisés au rythme de l'implantation de ces ouvrages, à tel point que la mesure de leur impact ne peut être conduite que sur des périodes de plus en plus courtes.* » (LASCOSTES, 1990)

De plus, pour un site donné, la superposition au cours du temps d'ouvrages de type différent ajoute une difficulté supplémentaire à l'analyse.

2.2.4.1 Typologie des impacts selon les ouvrages

Ce chapitre a été réalisé par C. TOUGERON (1999) à l'aide d'un document édité par le Service Technique Central des Ports Maritimes et Voies Navigables de 1998, faisant état des recommandations pour la conception et la réalisation des aménagements de défense du littoral contre l'action de la mer, principalement le chapitre III « Protection d'une côte sableuse – Réalisation des ouvrages ».

Cette typologie distingue essentiellement les ouvrages longitudinaux et transversaux. Seuls sont retenus les types d'ouvrages représentés sur la Côte aquitaine.

2.2.4.1.1 Les ouvrages longitudinaux de haut de plage

Il s'agit d'une ligne d'ouvrages bâtis ou d'enrochements disposés parallèlement à la côte sur la limite haute de l'estran et enfouis sur la plus grande part de leur hauteur.

Principe

Les ouvrages longitudinaux sont placés en haut de plage, souvent contre le pied de la dune, de manière à la protéger des actions de la mer et à fixer le trait de côte. Ils s'opposent ainsi aux attaques frontales de la houle et à l'action des courants (Figure 39).

Ces défenses de haut de plage ont pour caractéristiques communes de n'apporter de protection qu'aux terrains situés immédiatement derrière elles. Ainsi, on les retrouve devant les installations urbaines, le long des fronts de mer (STCPMVN, 1998).

Sur la côte aquitaine, on les retrouve le plus souvent pour la protection des fronts de mer (Lacanau, Anglet...) mais aussi pour la protection de l'enracinement d'ouvrages « semi-maritimes » comme l'émissaire de La Salie.

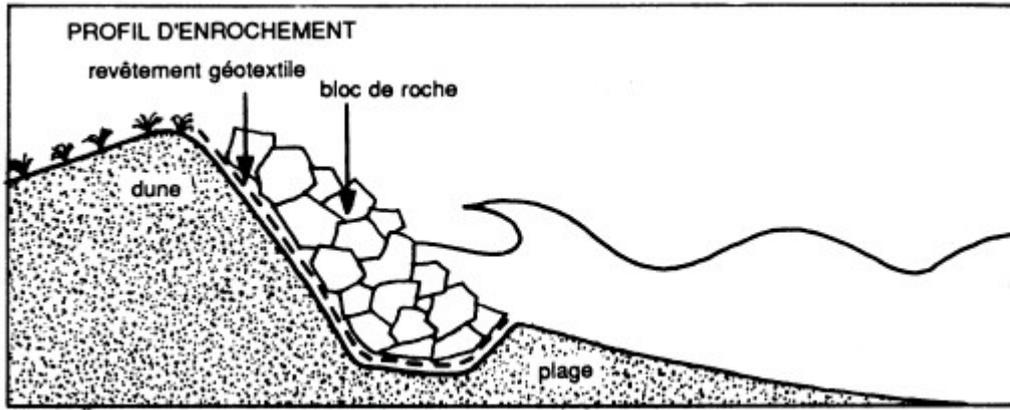
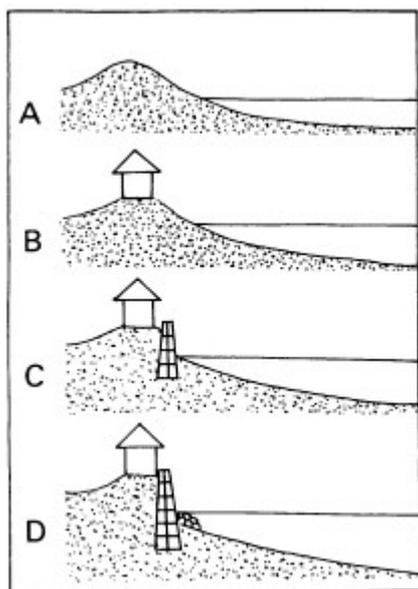


Figure 39 : Quelques dispositifs de protection à mettre en œuvre : les enrochements (Atelier Central de l'Environnement, repris par Levoy et Larssonneur, 1992)

Efficacité

Ce type d'ouvrage a pour conséquence immédiate sur les plages sableuses d'entraîner un abaissement du profil de la plage et de diminuer sa largeur par réflexion des houles et clapots à leur pied (Figure 40).

Le seul moyen pour y remédier est de concevoir un ouvrage le moins réfléchissant possible, ce qui conduit à des ouvrages à très faible pente aussi absorbants que possible (enrochements) et perméables.



A : Au départ existent une plage et une dune bordière en état d'équilibre dynamique.

B : On édifie une maison sur la dune bordière pour se trouver à proximité même de la plage.

C : Le sort naturel d'une dune bordière est d'être érodée lors des tempêtes et restaurée pendant les périodes de beau temps. Pour mettre la maison à l'abri de l'action destructives des vagues, un mur de protection est érigé . En interdisant tout échange de matériaux entre la dune et la plage d'une part, en renforçant la turbulence de l'eau déferlante d'autre part, il déclenche un démaigrissement et un recul de la plage.

D : Le mur de protection étant bientôt soumis à l'impact direct des vagues, il faut le renforcer tandis que la plage finit par disparaître.

Figure 40 : Effets dommageables d'un ouvrage de protection longitudinal sur l'estran (R. Paskoff, 1985, repris par Levoy et Larssonneur, 1992).

De plus, il semblerait que ce type d'ouvrage puisse aggraver les tendances à l'érosion dans les zones adjacentes non protégées contre l'action des houles de tempêtes (Figure 41). En effet, leur dimensionnement doit tenir compte, de l'érosion à l'amont d'un tel ouvrage qui continuera sans réduction après sa construction, et de l'érosion à l'aval, qui sera probablement accrue.

Les protections de haut de plage sont efficaces contre l'action des lames de tempête. Cette technique doit être complétée par du rechargement de plage ou par des épis lorsqu'aucun abaissement du niveau de la plage ne peut être admis.

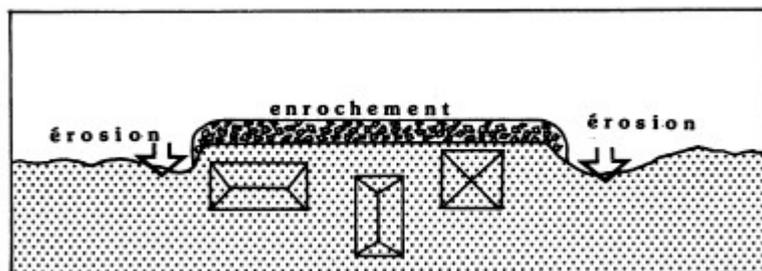


Figure 41 : Effets dommageables sur le trait de côte d'un ouvrage de protection longitudinal (Levoy et Larsonneur, 1992)

En définitive, la protection de haut de plage a pour principale fonction de constituer un « seuil de garantie » (SOGREAH-LARAG, 1995).

« Ce type de protection ne peut empêcher l'abaissement de l'estran mais évitera le recul du haut de plage (en hiver, en attendant) un reprofilage de l'estran en mai-juin pour créer une plage sèche » (SOGREAH-LARAG, 1995).

Les défenses de haut de plage n'assurent :

- ni protection des zones voisines situées à l'amont ou à l'aval à l'égard du transport littoral,
- ni arrêt du recul du rivage au droit de leur implantation et des zones voisines, lorsqu'un tel recul était en cours avant leur réalisation.

Seule la mise en œuvre de mesures complémentaires (rechargement de plage, épis...) peut permettre d'enrayer le recul de la plage (STCPMV, 1998).

2.2.4.1.2 Les ouvrages transversaux : les épis

Dans les sites où il existe un transport de sable dû à la dérive littorale, on peut placer des épis perpendiculairement au sens de la dérive afin de retenir les sédiments transportés. Le sable s'accumule alors en amont de l'épi (Figure 42).

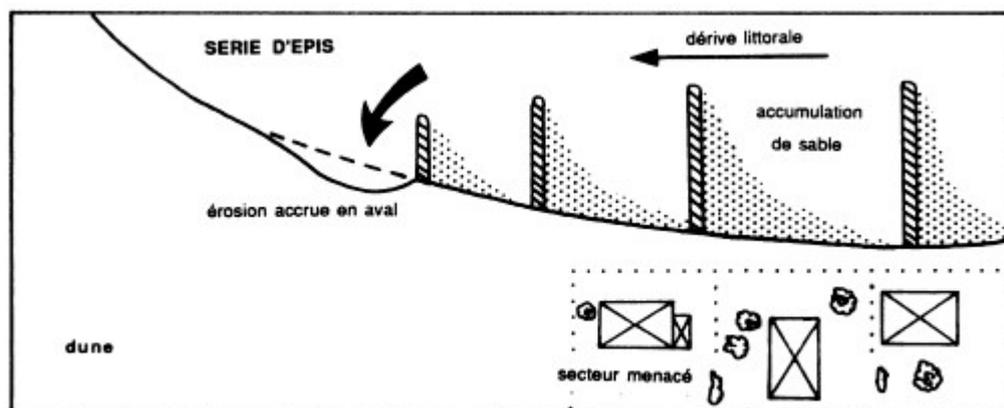
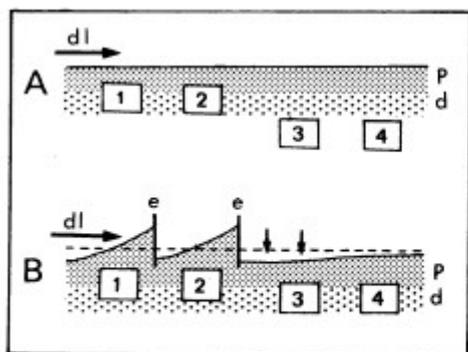


Figure 42 : Quelques dispositifs de protection à mettre en œuvre : les épis (Atelier Central de l'Environnement, 1986, repris par Levoy et Larsonneur, 1992)

Il existe de nombreux types d'épis, qui peuvent être distingués, soit d'après leurs caractéristiques fonctionnelles (épis courts, longs...), soit d'après leur structure (enrochements, palplanches...). Le long de la côte Aquitaine, comme nous le verrons plus loin, de nombreux épis de structures diverses ont été réalisés. Il semble cependant, que l'enrochement soit la structure la plus répandue pour les épis construits récemment.

La mise en œuvre d'épis présente, lorsqu'ils sont convenablement conçus, plusieurs avantages. Ils sont notamment efficaces pour stabiliser une plage soumise à une baisse chronique de son niveau en réduisant le taux de pertes. De plus, en améliorant l'ensablement de la plage, les épis conservent la liaison plage/dune.

Ils présentent toutefois certains inconvénients. Ils provoquent des phénomènes d'érosion en aval des ouvrages au regard de la dérive littorale. C'est pourquoi, il faut les placer en série, et non isolés, sur tout le secteur à protéger. Cet aspect peut alors poser plusieurs problèmes liés au coût d'une part, et à l'impact direct sur le paysage d'autre part. Leur utilisation combinée avec des rechargements de plage peut permettre d'éviter la construction d'une batterie d'épi et les phénomènes d'érosion en aval (Figure 43).



Les maisons 1 et 2, imprudemment construites sur l'emplacement de la dune bordière (d), sont menacées par les vagues de tempête, ce qui n'est pas le cas de celles (3 et 4) installées en arrière (A). Afin de mettre à l'abri de la destruction les maisons en danger, on décide d'élargir la plage (p) par l'implantation d'épis (e). Les épis freinent la dérive littorale (dl) et l'obligent à déposer une partie de sa charge. Le résultat est un déficit en sédiments immédiatement à l'aval, d'où un recul de la plage qui met à la portée des vagues des maisons jusque là hors de leur atteinte (B). Pour les protéger, il faut alors construire des épis en face d'elles, épis qui en appelleront bientôt d'autres à côté.

Figure 43 : Effets dommageables des épis sur le trait de côte (Paskoff, 1985, repris par Levoy et Larsonneur, 1992)

2.2.4.1.3 Les digues d'embouchure

Ces ouvrages, implantés au débouché en mer de fleuves ou de passes, peuvent avoir plusieurs fonctions. Ils sont principalement construits pour guider les courants de marée et les courants fluviaux de façon à modifier le champ de courant et éviter les dépôts dans un chenal. Ils ont aussi un rôle de stabilisation d'une passe et de protection de l'entrée d'un chenal contre l'agitation provoquée par la houle.

En outre, ils jouent généralement le même rôle qu'un épi : engraissement sur leur face amont et érosion à l'aval. Les volumes mis en jeu dépendent de la longueur de l'ouvrage, de la profondeur d'eau, de son orientation.

Sur la côte Aquitaine, on trouve les digues construites pour canaliser le débouché des courants : le type ancien en « cage » (pieux et moises contenant des roches), des rideaux de pieux en bois, des digues à talus en enrochements, submersibles ou non submersibles.

Au plan sédimentologique, les digues sont efficaces pour leurs objectifs premiers que nous avons énoncés ci-dessus. Cependant, elles ont l'inconvénient d'être particulièrement coûteuses et de

provoquer à leur aval, du point de vue du transport littoral, des phénomènes d'érosion encore plus graves que ceux résultant de la mise en place d'un système d'épis. Nous pouvons étudier deux exemples de ce type sur la côte Aquitaine (Capbreton, Anglet).

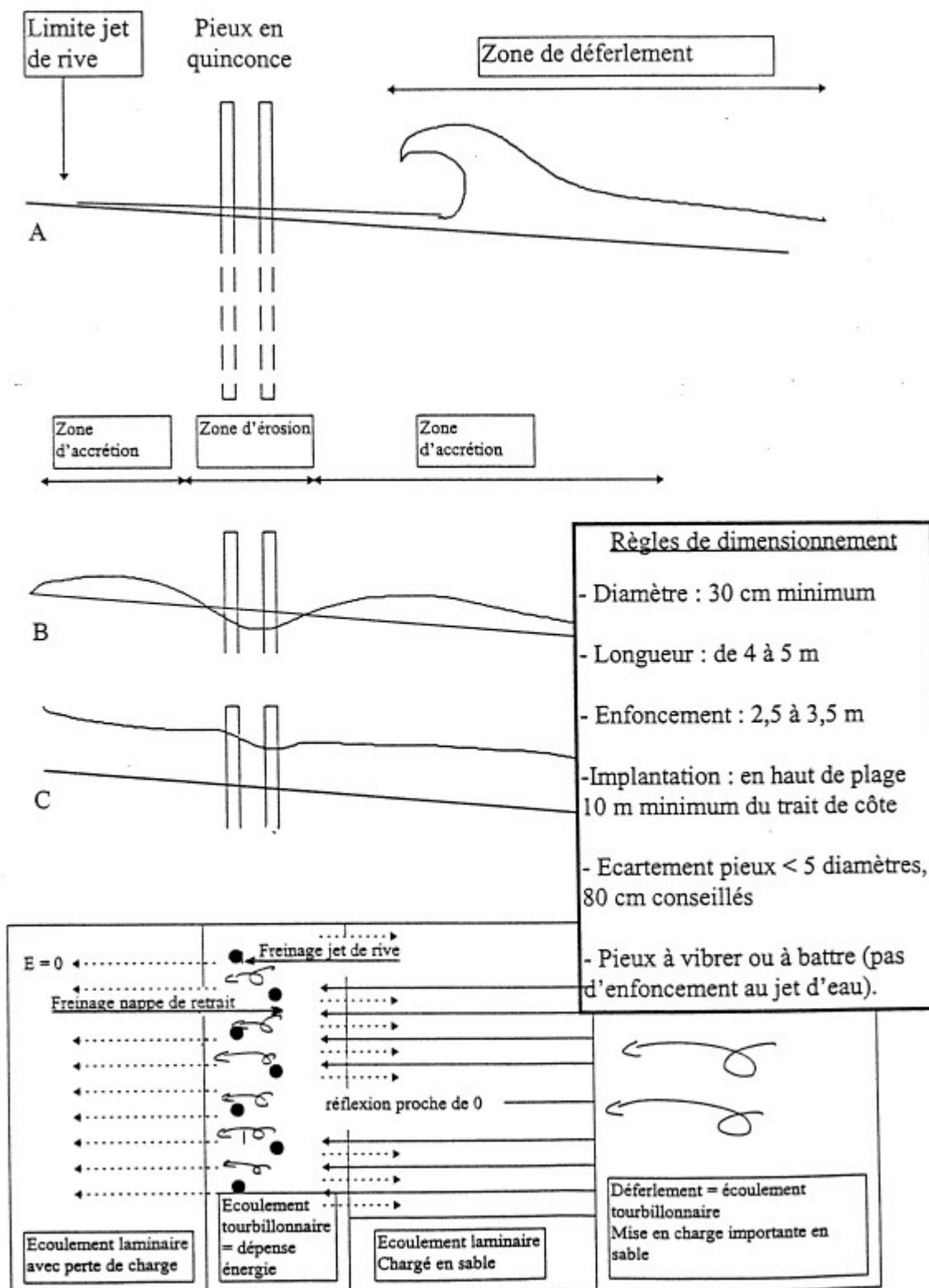


Fig. 44 : Principe des ganivelles hydrauliques (Service Maritime et de Navigation du Verdon).

2.2.4.1.4 Les ganivelles hydrauliques

Il s'agit de rangées de pieux en bois de pin disposés perpendiculairement et parallèlement au trait de côte. Le rôle de ce type d'ouvrage est celui d'un brise-lames qui dissipe l'énergie des vagues lorsque celles-ci progressent vers la côte et protège ainsi les zones comprises entre ces aménagements et le pied de dune (Figure 44).

Ce dispositif, déjà utilisé à Sangatte dans le Nord-Pas-de-Calais, a prouvé son efficacité dans cette région en captant le sable et en stabilisant la plage (DESFOSSEZ, 1996).

En Aquitaine, un tel système existait déjà à Mimizan (plage Nord) au moins depuis 1950, et il équipe l'estran de l'Amélie sur Mer depuis février 1998. Quatre rangées de pieux non jointifs en quinconce ont ainsi été mis en place : deux sont perpendiculaires à la plage (longs de 75 mètres), les deux autres sont parallèles (longs de 100 mètres). Les pieux en pin ont un diamètre de 0,20 mètres (DURAND, 1999).

Sur la côte Aquitaine, d'autres moyens de protection contre l'érosion ont été effectués le plus souvent en complément d'une protection classique d'ouvrages en « dur ». Ces moyens sont le rechargement de la plage, la stabilisation et la création de dunes.

2.2.4.1.5. Le rechargement de plage

Le rechargement de plage a deux objectifs principaux : la reconstitution d'une plage, en compensant le déséquilibre résultant d'une érosion naturelle ou d'interventions humaines (ouvrages côtiers...), ou la création d'une plage artificielle, destinée à la protection de l'arrière pays ou à une utilisation balnéaire.

Cette méthode peut se révéler coûteuse lorsqu'elle est effectuée sur un petit linéaire. En effet, la mise en œuvre d'un tel procédé est complexe et nécessite l'utilisation d'engins lourds comme par exemple les dragues. En outre, elle requiert, soit des interventions périodiques d'importances comparables, soit une intervention initiale principale et des travaux d'entretien ultérieurs assez fréquents et importants.

Des études approfondies sur la bathymétrie, la topographie, la dynamique sédimentaire, la courantologie, et le choix du matériaux pour le remblaiement (granulométrie des sédiments) sont nécessaires afin d'assurer le maximum d'efficacité à ce type de système.

Lorsqu'il peut être mis en œuvre dans des conditions économiques convenables, un rechargement de plage constitue une méthode intéressante pour la protection du littoral. Les avantages sont nombreux. C'est une méthode qui peut être utilisée en complément d'ouvrages de type épi de façon à limiter les effets négatifs en réduisant l'érosion en aval. Utilisé seul, et avant la période estivale, ce procédé permet d'assurer la présence d'une plage pour le tourisme balnéaire, et à la différence des ouvrages en « dur », il a un impact paysager positif.

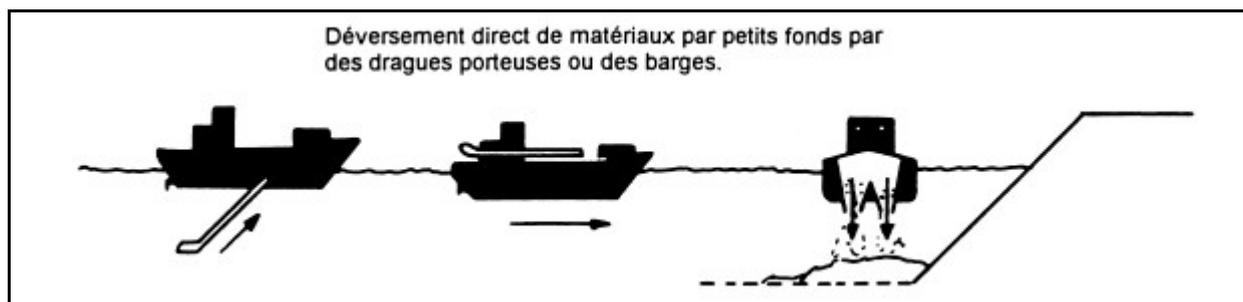
Toutefois, les études sur les zones de prélèvements doivent être effectuées de façon très approfondies (localisation et répercussions sédimentologiques) afin d'éviter l'accélération du recul de la côte et ainsi de déplacer le problème.

Ce procédé est utilisé de manière habituelle sur les plages de Soulac, du Bassin d'Arcachon, de Capbreton.

2.2.4.1.5 *Déversement de matériaux par petits fonds*

Ce procédé constitue en quelque sorte une variante du précédent. Les produits de dragage provenant d'une zone d'accès à un port (chenal), peuvent être réutilisés pour alimenter une plage en les déposant dans la zone des petits fonds (Figure 45).

Sous réserve d'être convenablement conçu et mis en œuvre, ce mode d'apport peut permettre de réduire substantiellement les frais de mise en place des sédiments de ré-alimentation. Ce procédé est utilisé avec succès à Anglet avec les produits de dragage du chenal de l'Adour.



**Figure 45 : Déversement des matériaux par petits fonds
(Service Technique Central des Ports Maritimes et des Voies Navigables, 1998)**

L'efficacité d'un tel procédé dépend essentiellement des possibilités de déversements, qui doivent être effectués aussi près que possible de l'estran, donc des moyens de mise en œuvre.

En outre, la remontée des sédiments vers la côte ne se produit que s'ils sont déposés à une profondeur inférieure à une limite qui dépend des conditions hydrodynamiques locales et des caractéristiques des matériaux.

Ce procédé est utilisé de manière habituelle pour soutenir les plages d'Anglet.

2.2.4.1.6 *La stabilisation des dunes*

Les lignes de dunes forment une bonne protection naturelle en s'opposant, d'une part, aux houles et marées de tempête, et en constituant, d'autre part, une réserve de sable pour l'alimentation de la plage.

Les méthodes utilisées pour stabiliser une dune sont essentiellement basées sur la mise en place de pièges à sable constitués de barrières et de végétation (Figure 46). Les barrières sont constituées de ganivelles plus ou moins espacées, qui limitent l'action du vent sur la dune et le piétinement de la dune. Les espèces utilisées sont celles qui sont le plus adaptées à la dune (type oyat), dont les longues racines stabilisent la dune et les parties aériennes freinent l'action érosive du vent.

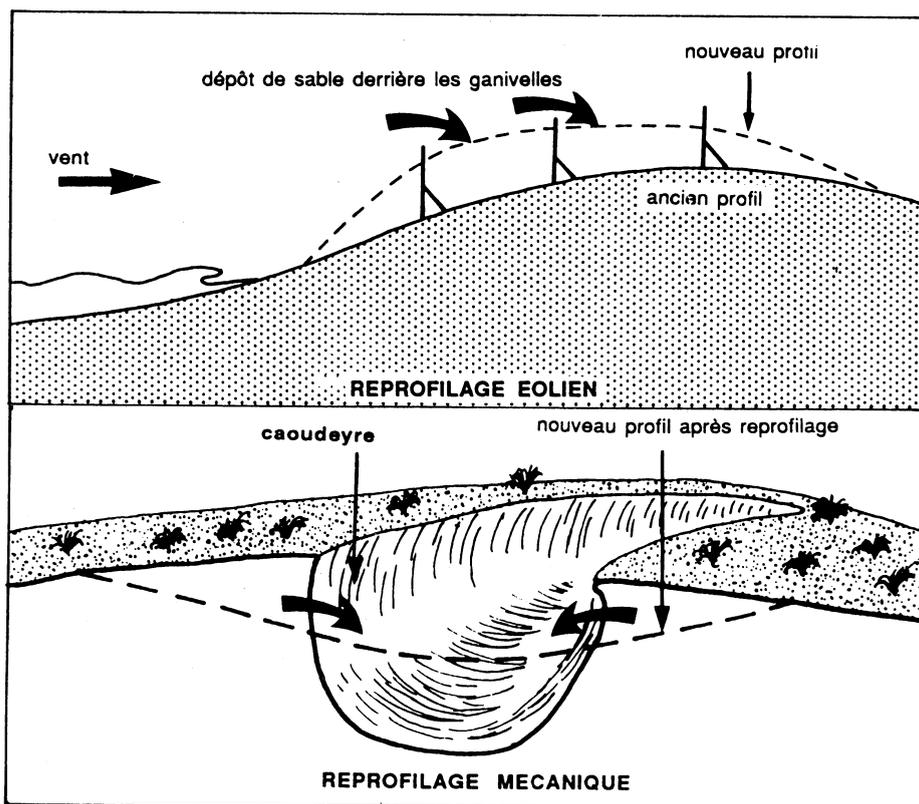


Figure 46 : Quelques dispositifs de protection à mettre en œuvre : la reconstitution dunaire (Atelier Central de l'Environnement, 1986, repris par Levoy et Larsonneur, 1992)

La stabilisation des dunes est une méthode très utile pour éviter une diminution du stock sédimentaire littoral disponible, ainsi que les effets défavorables de la dispersion des matériaux sur la zone située en arrière de la côte.

Cependant, cette méthode, utilisée de manière excessive, peut entraîner l'érosion sur la plage si elle interrompt les échanges sédimentaires entre la dune et la plage. En outre, ces procédés ne sont pas à même d'enrayer le phénomène d'érosion de la plage et de recul de la ligne de rivage, mais seulement de le freiner. En tenant compte de l'importance des zones à protéger, d'autres types d'interventions s'avèrent nécessaires.

Conclusions

Bien qu'elle exige des dépenses parfois conséquentes et puisse soulever des objections au regard de certaines préoccupations, d'environnement notamment, la réalisation d'ouvrages plus ou moins importants ne peut toujours être évitée.

Mais l'expérience acquise en matière de lutte permet aujourd'hui de bien évaluer les avantages et les inconvénients de chaque ouvrage, et de mesurer l'efficacité et l'intérêt des techniques douces comme le rechargement des plages.

L'efficacité des ouvrages de protection dépend naturellement de la technique utilisée et des sites. Un siècle et demi après les premiers travaux importants de lutte contre l'érosion, il semble, selon les cas, que l'homme parvient à freiner le recul de la côte mais pas à l'interrompre totalement.

2.2.4.2 Impact des ouvrages aquitains

L'analyse de l'impact des ouvrages de défense est menée à partir des éléments contenus dans le système d'information géographique (SIG) de la Côte Aquitaine (Fig. 47). Elle est également documentée par les avis issus des expertises disponibles.

La topo-bathymétrie IFREMER 1998 a fourni à TOUGERON (1999) un moyen privilégié pour conduire un tel examen puisqu'elle couvre la quasi totalité de la côte sableuse aquitaine. Les Services de l'Équipement de la Gironde, des Landes et des Pyrénées-Atlantiques ont bien voulu fournir les levés complémentaires (Ferret-Mimbeau, Vieux-Boucau et Anglet).

2.2.4.2.1 *Le Verdon sur Mer*

Situation

Dès le XVIII^{ème} siècle, l'érosion importante du littoral de Grave menaçait la stabilité des accès maritimes à l'estuaire de la Gironde. C'est pourquoi, des travaux importants de défense ont été mis en œuvre dès 1841 par les Services des Ponts et Chaussées. Dès lors, les réparations, les destructions, reconstructions, confortements n'ont pas cessé jusque dans les années 1960 (LORIN *et al.*, 1982).

La proximité de l'embouchure de la Gironde et de la modification de la position des passes ont pour conséquences des conditions hydrodynamiques particulières dans ce secteur, avec une inversion de dérive littorale dont la direction est Sud – Nord entre la Pointe de la Négade et la Pointe de Grave.

Evolution du littoral – historique des aménagements

- ***Evolution du littoral de 1841 à 1950***

Les ouvrages de défense mis en place dans ce secteur sont représentés sur la figure A en annexe 1 tirées des documents du Port Autonome de Bordeaux.

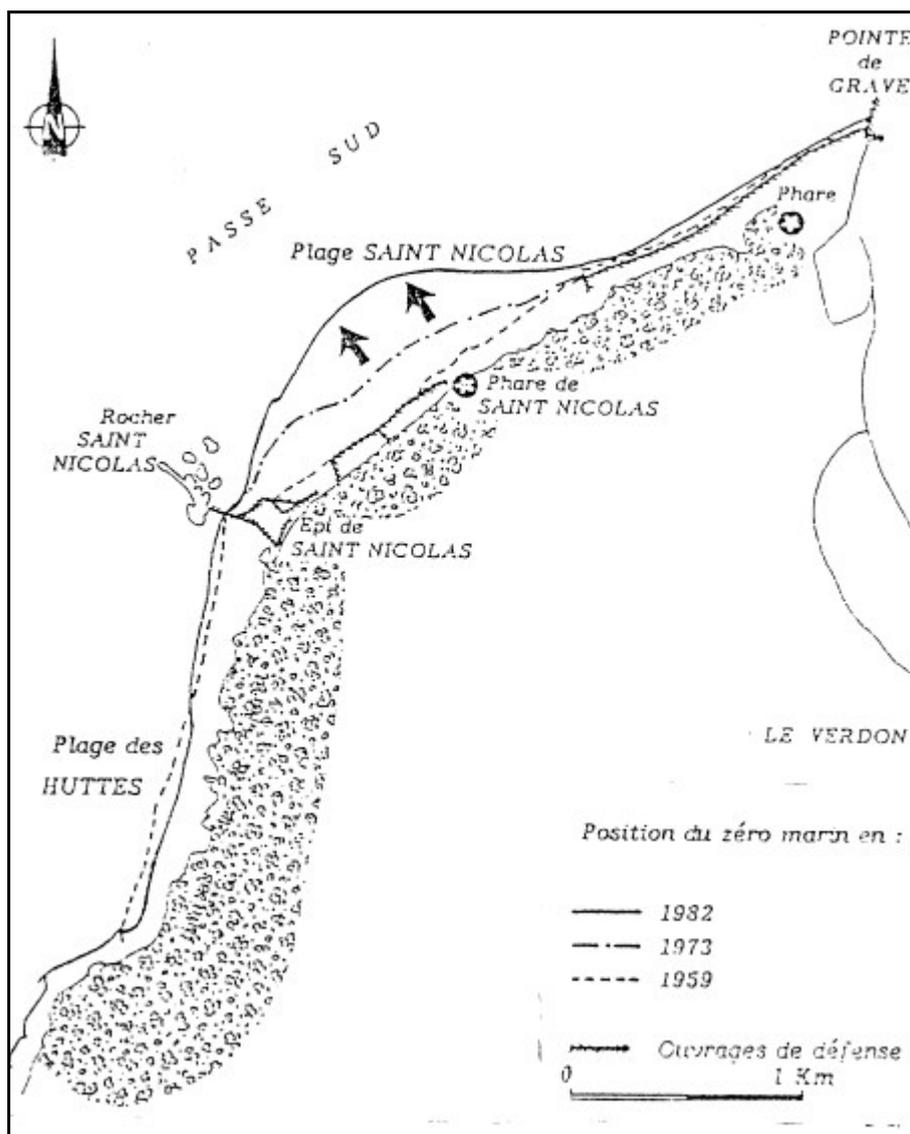


Fig. 48 : Engraissement de la Plage Saint Nicolas

→ *Secteur Saint Nicolas (Fig. 48)*

Situé entre la pointe de Grave et le phare Saint Nicolas, ce secteur a été intégralement protégé sur 3 kilomètres. Le recul de cette partie du littoral a été difficilement contenu au prix de gros efforts (LORIN *et al.*, 1979).

Construite en 1844, la jetée fut le premier élément du système de protection à être mis en place. Par la suite, en 1847, un éperon en enrochement est venu compléter cet ouvrage, afin de combattre une érosion alors importante à l'Est de la jetée. Puis, de 1850 à 1881, deux digues en maçonnerie et des blocs d'enrochements dans l'anse du Fort ont été réalisés pour conforter l'ensemble de l'ouvrage.

Le secteur situé entre la jetée du Verdon et le phare de Saint Nicolas a été intégralement protégé par divers ouvrages, construits successivement entre 1863 et 1960. En 1955, on constatait une forte érosion dans ce secteur (Fig. 48).

- L'épi de Saint Nicolas, construit le premier entre 1863 et 1865 au Sud de ce secteur, est un épi digue existant encore aujourd'hui.
- Le brise-mer de la Claire est ensuite mis en place en 1896 à partir de la jetée de Grave.

- Puis, entre les deux ouvrages précédemment cités, une succession de brise-mer et de revêtement de dunes sont venus compléter le dispositif de défense entre 1913 et 1960.

® Secteur de Saint-Nicolas aux Cantines des Huttes

Dans le secteur des Huttes, l'épaisseur du cordon dunaire de 400 mètres en 1841, est réduit à 150 mètres en 1949. Aucun ouvrage ne peut être maintenu dans la zone de 2 kilomètres de long qui reste non protégée (HOWA, 1987).

→ Secteur des Huttes

Entre les Cantines (extrémité Nord du brise-mer des Huttes) et Soulac, 3 kilomètres de littoral ont reculé de 250 mètres de 1842 à 1930 où la construction des ouvrages des Huttes et des Arros ont stabilisé la côte.

Une succession de brise-mer a été mis en place à partir de 1853 dans le secteur des Huttes :

- Le premier ouvrage construit en 1853 est appelé « ancien brise mer des Huttes ». En 1949, cet ouvrage a entièrement disparu et est partiellement remplacé par le « nouveau brise-mer de l'anse des Huttes » qui sera achevé en 1952.
- Associé à cet ouvrage, le « nouveau brise-mer des Huttes » est mis en place au Sud du premier en 1897. De 1935 à 1938, on remplace celui-ci par un ouvrage submersible.
- En 1993, un épi est mis en place à l'extrémité du brise-mer des Huttes, dans le but de limiter l'affouillement de l'ouvrage.

La construction de ces ouvrages de défense d'une très grande dimension a nécessité à cette époque la participation de plusieurs milliers d'hommes et la mise en place de moyens techniques importants.

Du fait de l'érosion devenue menaçante au Nord de Soulac sur Mer de 1930 à 1936, le brise-mer des Arros est mis en place (photo 1 et photo 3 en annexe 1). Il est complété par trois épis. En janvier 1995, l'épi n°1 est restauré (PAB, SOGREAH, 1995).

• Evolution du littoral de 1950 à 1987

→ Le secteur de Saint Nicolas

Compris entre la pointe de Grave et l'épi Saint Nicolas, ce secteur où sévissaient des vitesses d'érosion exceptionnelles, a donc été intégralement protégé. Dès lors, et très brutalement, une avancée sableuse a commencé à se construire. De 1973 à 1984, la largeur de l'atterrissement est passé de 210 mètres à 600 mètres de large (HOWA, 1987). Actuellement, mis à part l'épi Saint Nicolas, les autres ouvrages sont tous recouverts de sable.

→ Le secteur de l'épi Saint-Nicolas aux Huttes

Ce secteur, non protégé par des ouvrages, a bénéficié cependant de gros travaux d'entretien. La dune est reprofilée et protégée par des plantations d'oyats ou des couvertures de fascines (HOWA, 1987).

L'année 1950 est une période d'érosion. Au Nord et au Sud de la zone, deux anses se creusent. C'est cette situation qui a conduit à la construction du brise-mer de l'Anse des Huttes. Son effet fut bénéfique, car en 1957 cette anse est en partie comblée. Sur les documents de 1965 et 1973, on constate un engraissement du pied de dune, puis l'érosion reprend de la vigueur (HOWA, 1987).

→ **Le secteur des Huttes**

En 1950, les ouvrages du secteur compris entre les Cantines et Soulac sont vides et la plage est en retrait de la ligne de défense. Dès 1957, les ouvrages s'ensablent, la ligne de plage se déplace en avant des ouvrages. Des bancs sableux, découverts à marée basse, avancent d'environ 200 mètres sur la mer. Les photographies aériennes prises entre 1965 et 1973 présentent une situation identique (HOWA, 1987).

En 1982 et 1984, on constate que les casiers des Huttes sont de nouveau vides et les accumulations sableuses au pied des ouvrages ont disparu. Même si parfois on observe des attaques partielles ou très localisées du cordon dunaire, cette ligne de défense a permis l'arrêt du recul du trait de côte.



Photo 4 : Partie centrale de l'ouvrage des Arros (Photo IFREMER)

• **Conclusions**

Entre la pointe de Grave et l'épi Saint Nicolas, l'évolution de la plage est dépendante du déplacement de la passe Sud Gironde (HOWA, 1987). On ne peut donc pas attribuer le fort engraissement de ce secteur à l'effet des ouvrages de protection (aujourd'hui ensablés).

En revanche, l'épi Saint Nicolas a un impact non négligeable sur l'évolution du trait de côte. La dérive littorale étant de direction Sud/Nord, on observe un engraissement au Sud de l'ouvrage et une érosion ponctuelle de la plage au Nord immédiat de l'épi.

La zone non protégée située entre l'épi Saint Nicolas et les Huttes donne actuellement quelques inquiétudes. En effet, sur une bande de 900 mètres, le cordon dunaire qui sépare l'Océan de l'estuaire n'est plus large que de 200 mètres. L'épi construit en 1993 à l'extrémité Nord des ouvrages des Huttes ne semble pas avoir interrompu l'affouillement constaté. Au contraire, il accentue même l'érosion en aval. Si aucune amélioration n'est observée, un autre type d'aménagement doit être proposé comme le prolongement de l'ouvrage des Huttes jusqu'au niveau de l'épi.

La figure 49 comporte la topobathymétrie IFREMER 1998 avec les tracés de la côte 1966 (bleu), de la côte 1998 (rouge) et des ouvrages dont la partie visible en 1998 figure en noir et la partie ensablée en gris.

De nombreux ouvrages anciens ont disparu, soit par enfouissement, soit par destruction pure et simple ; citons par exemple la batterie d'épis de St-Nicolas et l'ancien ouvrage longitudinal des Huttes (première moitié du XIXème siècle). Le tableau 7 récapitule l'impact des ouvrages de la figure 49.

Nom des ouvrages	Dates de construction	Impacts des ouvrages
Brise-mer de la Claire	1896-1960	Secteur dépendant de l'évolution de la passe Sud-Gironde : impact de l'ouvrage seul difficile à analyser Ouvrages actuellement ensablés
Epi Saint Nicolas	1865	Engraissement au sud de l'ouvrage entraînant une bonne défense du secteur Saint Nicolas
Brise-mer des Huttes	1853-1938	Stabilisation du trait de côte
Brise-mer des Arros	1930-1936	Stabilisation du trait de côte et amélioration de la défense du littoral Nord de Soulac en favorisant le dépôt des sédiments issus de la dérive littorale

Tableau 7 : Récapitulation de l'impact des ouvrages : Secteur du Verdon sur Mer

Les points principaux suivants caractérisent la côte du Verdon :

1. Dans l'ensemble Aquitain, c'est le seul tronçon maintenu artificiellement depuis le XVIIIème siècle : le développement exceptionnel des ouvrages de défense ainsi que ses contrastes zonaux la rendent atypique.

2. Le contexte de dérive sédimentaire Sud-Nord (cf. 2.1.3.4.a) conduit à une analyse conjointe de la côte du Verdon et de la côte de Soulac.

3. Le long de la côte du Verdon on distingue du Sud (Arros) au Nord (Grave):

- a- une zone fixée par les ouvrages, des Arros aux Huttes,
- b- une zone de recul au Nord des Huttes permise par l'absence d'ouvrage,
- c- une zone d'avancée au Sud de la Pointe St Nicolas, correspondant à l'effet de l'épi,
- d- une zone d'avancée étendue entre St Nicolas et la Pointe de Grave, un banc nouveau ayant ensablé les ouvrages actifs en 1960 (trait de côte 1966).

En résumé, les ouvrages ont bien rempli leur mission, mais leur actuelle vétusté et surtout l'absence de défense au centre du dispositif laissent planer une menace sur la tenue de la côte du Verdon.

2.2.4.2.2 *Soulac-sur-mer*

Evolution du littoral – historique des aménagements

La station balnéaire de Soulac, très touristique, n'a pas été défendue avec les mêmes méthodes que celles présentées précédemment.

Les ouvrages de défense ne concernent que le front de mer de la station. Ils sont complétés par des travaux d'entretien des dunes et des plages.

L'année 1913 a été marquée par la démolition de l'ensemble des ouvrages de défense de la ville. Le trait de côte se trouvait alors au pied du boulevard actuel, c'est à dire en retrait de 30 à 50 m par rapport à sa position actuelle (PAB-SOGREAH, 1995). Ce qui signifie que sous la ligne du boulevard se superposent les vestiges d'ouvrages invisibles (ensablés) hérités d'un siècle de travaux de défense.

Entre 1914 et 1966 l'action des houles s'est traduit par le glissement vers le Nord d'une masse sédimentaire sableuse et la formation de la « dune de Soulac ».

Entre 1966 et 1982 s'est développée une phase d'érosion (LCHF, 1985) qui se poursuit jusqu'à nos jours (PAB-SOGREAH, 1995).

Sur la plage, des travaux de rechargements ont été entrepris depuis 1994. Chaque printemps, 500 m³ de sable sont remontés par jour du bas estran. De plus, des filets en nylon ont été mis en place en haut de plage pour la protéger contre l'érosion éolienne. En outre, on peut noter la position des ouvrages des Arros à l'extrémité Nord de la plage et notamment de l'épi n°1 des Arros reconstruit en janvier 1995.

A l'Amélie, entre 1888 et 1979, la côte a reculé de plus de 300 mètres, engloutissant deux rues habitées.

Mais les vitesses de recul ne sont pas régulières au cours du temps, avec des périodes de stabilité et de fortes érosions. En effet, des événements catastrophiques (1913, 1924, 1978-1979) ont provoqué des érosions violentes et brutales (HOWA, 1987).

Une première tentative de défense a été mise en place avant les érosions de l'hiver 1961-1962. Ceux-ci étaient constitués de pieux en pins disposés parallèlement à la plage. Ces ouvrages trop rudimentaires n'ont pas résisté (LORIN *et al.*, 1979).

Ultérieurement, des travaux de rechargement en matériaux sableux ont été effectués en mai-juin 1970 et en juin 1971. La mer a rapidement dispersé ces apports dès que les premières houles hivernales ont attaqué la base du rechargement (SOTTOLICHIO, 1994).

D'après le rapport PAB-SOGREAH (1995), l'érosion à l'Amélie Nord de 1983 à 1994 a été de 3,3 m/an et de 4,6 m/an à l'Amélie Sud. HOWA (1987) a mis en évidence pour la période comprise entre 1982 et 1984 un recul de 20 mètres de la dune. De 1991 à 1994, PEDREROS (1994) a estimé l'érosion à 8,5 m/an.

En mars 1994, après la spectaculaire érosion de l'hiver 93-94, un cordon d'enrochements, d'une longueur de 270 mètres, a été édifié pour contrer cette érosion importante (photo 5). Lors de l'hiver 1995-1996, il a subi de graves dégâts. En effet, il s'est affaissé sous l'impact de la houle et la dune a reculé d'environ 3 à 5 mètres. La dégradation de l'ouvrage en enrochements a nécessité en mai 1996 des travaux de restauration. Des ouvrages en retour placés aux deux extrémités du cordon ont été ajoutés afin « d'éviter le recul du trait de côte au Sud et au Nord de l'ouvrage » (PAB-SOGREAH, 1995).

En février 1998, sur le haut de plage, quatre épis, constitués de pieux en quinconce, ont été implantés. Deux sont perpendiculaires à la dune (épis 2 et 3, d'une longueur de 75 mètres), deux autres sont parallèles (épis 1 et 4, d'une longueur de 100 mètres). Les pieux en pin ont un diamètre de 0,20 mètres.

Ils sont espacés de 0,80 mètres dans la même rangée et de 0,50 mètres entre les deux rangées (photo 4). Le rôle de ces pieux est celui d'un brise - lame qui dissipe l'énergie des vagues lorsque celles-ci progressent vers la côte et protège les zones comprises entre le pied de dune et ces aménagements (DURAND, 1999).

Actuellement, on constate que la dune, derrière les épis de ganivelles parallèles au rivage, est fortement érodée et que des falaises importantes se sont formées. Au Nord, le phénomène est de plus grande ampleur qu'au Sud (Photo 5).



Photo 5 : Extrémité Nord de l'ouvrage longitudinal et rangée Nord de ganivelles hydrauliques. L'Amélie-sur-Mer (Photo IFREMER)

Analyse de l'impact des ouvrages

Les données SIG sont rassemblées figure 50

® Evolution du site entre 1825, 1966 et 1998

Sur la figure 50, on observe le recul du trait de côte entre 1825 et 1966 d'environ 130 mètres, ce qui confirme l'évolution décrite ci-dessus. En 1966, le recul était déjà plus accusé sur le site de l'Amélie lui-même qu'au Nord et au Sud. Ensuite, l'ouvrage longitudinal en enrochements a été mis en place stabilisant la position du trait de côte. En 1998, l'isoligne 3,5 mètres a pu être cartographié au Sud du site en retrait par rapport à l'ouvrage longitudinal.

® Morphologie de la plage en 1998

On observe nettement, en juin 1998, que le niveau de la plage est particulièrement bas entre les deux épis de ganivelles perpendiculaires au rivage et au droit de l'ouvrage longitudinal en enrochement. En effet, il n'excède pas l'altitude 0,5 mètres NGF.

D'autre part, on constate que la position du trait de côte (3,5 mètres) au Sud est en recul de près de 20 mètres par rapport au cordon d'enrochements. Le tableau 8 récapitule l'impact des ouvrages de la figure 50.

Nom des ouvrage	Dates de construction	Impacts des ouvrages
Epi n°1 des Arros	1930-1936, 1995	Impact positif sur le littoral Nord de Soulac en complément de l'ouvrage des Arros
Ouvrage longitudinal en enrochements de l'Amélie	1994	<ul style="list-style-type: none"> - Stabilisation du trait de côte de façon très locale - Formation d'un "cap" provoquant la convergence des axes de houles sur le site - Réflexion de la houle sur l'ouvrage en enrochements provoquant le départ des sédiments et la baisse du niveau de la plage
Epis de ganivelles hydrauliques de l'Amélie	1998	<ul style="list-style-type: none"> - Amélioration de la défense au Sud en favorisant le piégeage des sédiments issus de la dérive littorale

Tableau 8 : Récapitulation de l'impact des ouvrages : Secteur de Soulac-sur-Mer

Conclusion

Contrairement à la côte du Verdon, la côte de Soulac n'est défendue que sur moins de 10 % de son linéaire. Elle s'appuie au Nord sur l'ouvrage des Arros et au Sud sur la Pointe de la Négade (2.1.3.3.).

Entre ces deux points, l'ouvrage de défense isolé de l'Amélie freine localement le recul par rapport au recul quasi-naturel observé au Nord et au Sud de cet ouvrage. Le décalage, visible en plan, ne peut que s'accroître en fonction de l'effort de défense. Par suite, la protubérance produite concentre d'autant plus d'énergie sur l'ouvrage.

L'examen des courbes isobathes 1998 montre le rétrécissement et l'affaissement de l'estran devant l'ouvrage ce qui affaiblit la tenue de ce dernier.

La côte de Soulac contraste de plusieurs façons avec celle du Verdon :

- bien que comprise dans la même « province » sédimentaire, elle assure la fonction « source » du système (celle d'où provient le sédiment).
- elle apparaît peu défendue, ce qui donne une qualité esthétique à la plage de la ville . Ce caractère n'a pu être conservé que grâce à la présence de l'ouvrage des Arros, et plus précisément de l'épi n°1. Mais ces ouvrages sont insuffisants pour maintenir à eux seuls la plage qui nécessite un entretien constant.

Le recul d'ensemble de la côte au Sud de la station rend intenable la position isolée de l'Amélie.

2.2.4.2.3 *Montalivet*

Evolution du littoral – historique des aménagements (Figure 51 a)

Le recul du trait de côte entre la Pointe de la Pinasse (Dépé) et Montalivet a été en moyenne de 0,7 m/an entre 1825 et 1998.

La défense du cordon dunaire de la station balnéaire de Montalivet est constituée de deux rangées de pieux jointifs de 2,2 m de long qui émergent très peu de la plage en été. Des rangées de pieux perpendiculaires à la première et situées aux limites Nord et Sud de ce long ouvrage forment un vaste casier.

Des pieux de pin d'une longueur de 2,6 mètres ont été mis en place à partir de 1979. Cette longueur demeure insuffisante (LORIN *et al.*, 1979).

Pour mémoire, deux épis perméables à panneaux, pourtant visibles sur les photographies des années 1950, ne sont nulle part mentionnés dans les rapports techniques.

Devant Montalivet, la valeur de recul antérieurement admise était de 0,4 m/an sur la période 1975-1991. Dans la période de 1982 à 1992, le taux d'érosion est plus élevé, de l'ordre de 1,1 m/an.

En 1990, des pieux disposés en zig-zag ont été implantés en haut de plage, de direction parallèle au trait de côte, de façon à casser l'énergie de la houle. En outre, le rechargement du haut estran est effectué tous les ans.

Les phénomènes érosifs se sont intensifiés puisque, après les grandes marées de mars 1994, le profil de plage présentait en limite des hautes eaux, un aplomb d'une hauteur variant de 2 à 6 mètres. La Subdivision des phares et Balises du Verdon a estimé à 20 000 m³ le volume de sable emporté. De plus, les pieux, très visibles en été, émergeaient sur une hauteur d'environ 1,8 mètre. En 1994, avant la saison touristique, des travaux de reprofilage de la plage ont nécessité l'apport de 68 000 m³ de sable.

Face à ce recul, la ville a décidé de construire un épi. Les matériaux constitutifs ont été fournis par la destruction des blockhaus. Mais, ils se sont avérés inadaptés face aux courants littoraux qui les ont emportés (AUBIE, 1996).

Enfin, un second épi a été édifié en juin 1998 au Nord du premier épi qui a été conforté à cette même date.

Analyse de l'impact des ouvrages

® Morphologie de la plage en 1998 (Fig. 51 b)

On observe que les courbes de niveau sont régulièrement espacées tout le long de la plage. Aucune perturbation n'apparaît au niveau des ouvrages, ce qui est logique, compte tenu que la topobathymétrie a été effectuée sur ce secteur avant la mise en place de l'épi Nord. L'épi Sud, jusqu'à cette même date, non encore conforté, n'avait pas d'impact sur la morphologie de la plage.

Les pieux disposés en haut de plage étaient ensablés au moment du levé et n'ont pu, de ce fait, être cartographiés. Le tableau 9 récapitule l'impact des ouvrages de la figure 51.

Nom des ouvrages	Dates de construction	Impacts des ouvrages
Rangées de pieux jointifs	1960	Freinage effectif du recul dans le secteur défendu
Epis en enrochements	1998	- Pas de données encore disponibles sur l'impact de ces ouvrages - Etudes d'impacts faussées par les travaux de reprofilage de la plage

Tableau 9 : Récapitulation de l'impact des ouvrages : Secteur de Montalivet

Conclusions

Montalivet est à citer en exemple pour sa politique menée face au recul du trait de côte.

Cette portion du littoral bénéficie d'affleurements d'argile à la plage, de roche et de galets au large maintenant des profondeurs faibles qui limitent l'énergie de la houle. Tout ceci explique le succès relatif de cette défense (...) sans qu'il soit possible de prétendre (...) que cette solution puisse être étendue à d'autres sites du littoral (LORIN *et al.*, 1979).

Les travaux de défense entrepris par la commune avec des moyens modestes ont contribué à enrayer l'érosion marine (SOGREAH-LARAG, 1997).

L'étude effectuée par DURAND (1999) montre qu'il est difficile de déterminer l'effet des nouveaux épis à cause des opérations de reprofilage. Selon le cycle saisonnier des plages, pour que le maximum d'efficacité soit donné au reprofilage, celui-ci doit être effectué préférentiellement au printemps, avant la saison estivale.

2.2.4.2.4 Lacanau

Evolution du littoral – historique des aménagements

Le recul du trait de côte à Lacanau pour la période 1928-1994 peut être estimé à 1.4 m/an. En dépit des phénomènes d'érosion accélérés au droit de la station, la décision de maintenir la ligne de rivage actuelle est une détermination que les aménageurs tentent d'assumer (AUBIE, 1996).

Le Syndicat Mixte de Lacanau a engagé dès 1979 un programme de travaux pour protéger la partie urbanisée de Lacanau-Océan (SMNG, 1994). De 1979 à 1995, 1220 mètres linéaire d'enrochements ont été mis en place en haut de plage. Deux épis de 145 mètres de long espacés de 300 mètres ont été construits en plusieurs étapes de 1986 à 1995 devant la plage de Lacanau.

En outre, un apport artificiel de sable étalé en haut de plage, aux abords des enrochements, et prélevé sur le bas d'estran a été effectué en mai (3000 m³ en volume total pour l'année 1986). Ce type d'intervention est effectué depuis de nombreuses années (1979), le rechargement en sable est généralement enlevé pendant les tempêtes d'hiver suivant (PRADEAU, 1988).

Des remodelages successifs du remblai ont aussi été effectués pour conserver l'étendue initiale du parking. Ces aménagements sont accompagnés par la pose de fascines pour empêcher le départ du sable par le vent et la stabilité du remblai.

Analyse de l'impact des ouvrages

• Description des données SIG

® *Evolution du trait de côte entre 1825, 1966 et 1998 (Fig. 52a)*

On observe le recul du trait de côte entre 1825 et 1966 d'environ 150 mètres. Ensuite, de 1966 à 1998, on constate un recul du trait de côte d'au maximum 30 mètres par rapport à l'alignement de l'ouvrage longitudinal, au Nord et au Sud de ce dernier.

→ *Morphologie de la plage en 1998 (Fig.52b)*

Au Nord de l'épi n°2, les courbes de niveau sont régulièrement espacées, montrant une plage à la pente régulière. Entre les deux épis, on note un changement de morphologie avec une plage à la forme concave et des courbes de niveau resserrées en haut de plage. Enfin, au Sud de l'épi n°1, on observe le même type de morphologie que précédemment, avec une plage de forme concave, qui se poursuit ensuite vers le Sud. Le tableau 10 récapitule l'impact des ouvrages de la figure 52.

Nom des ouvrages	Dates de construction	Impacts des ouvrages
Ouvrage longitudinal en enrochements	1979-1995	<ul style="list-style-type: none"> - Stabilisation du trait de côte - Réflexion de la houle sur l'ouvrage accentuant l'érosion au centre du site, entre les deux épis - Phénomène d'affouillement à l'extrémité sud de l'ouvrage
Epis en enrochements	1986-1995	<ul style="list-style-type: none"> - Bonne protection au Nord du site - Démaigrissement de la plage au centre et au Sud du deuxième épi

Tableau 10 : Récapitulation de l'impact des ouvrages : Secteur de Lacanau

• *Conclusions*

Les épis mis en place sur la plage de Lacanau ont une efficacité controversée. En effet, l'épi Nord joue bien son rôle en arrêtant le sable issu du transit littoral et en formant une plage bien engraisée. Alors, qu'immédiatement au Sud de celui-ci, on observe un démaigrissement de la plage, sans doute accentué par la réflexion de la houle sur l'ouvrage longitudinal en enrochements. En outre, la présence des épis a un impact négatif directement au Sud de la zone, sur environ 500 mètres, avant que la plage ne retrouve la morphologie observée plus au Nord.

2.2.4.2.5 Bassin d'Arcachon

Le secteur côtier dont les ouvrages ont été cartographiés a été limité vers l'intérieur du Bassin à la jetée de Bélisaire (Lège-Cap Ferret) et à la pointe du Bernet (Arcachon) : il correspond aux rivages des « passes » et au linéaire concerné par le Plan de Prévention des Risques Naturels (Fig. 53).

Evolution du littoral – historique des aménagements

L'évolution naturelle de l'entrée du Bassin d'Arcachon a été analysée au chapitre 2.1.3.6.2

Second ensemble important d'ouvrages de défense de la côte girondine après Le Verdon, l'équipement du Bassin d'Arcachon a répondu à l'urbanisation balnéaire des rivages et non, comme au Verdon, à des impératifs de stabilité des chenaux de navigation.

Le pourtour du Bassin d'Arcachon est défendu soit par des digues (côtes basses et marais de l'intérieur) construites depuis le XVIIIème siècle, soit par une grande variété de perrés (sur le linéaire exposé) continuellement complétés depuis le milieu du XIXème siècle.

Analyse de l'impact des ouvrages

- Description des données SIG

A la pointe du Cap Ferret, les ouvrages qui se sont développés à partir des années 1950 pour pallier l'érosion provoquée par l'affaiblissement de l'axe hydraulique parallèle du bassin Ouest (Piquey) au bénéfice de l'axe hydraulique incident du Teychan (cf. 2.1.3.6.2), ont répondu à leur objectif en maintenant globalement le rivage sur sa position.

On remarque, par contraste, le recul, non seulement de la flèche du Mimbeau, mais de tout l'estran à l'extrémité Nord de la ligne de défense. Ce recul a pu être accentué par l'interruption progressive de la dérive sédimentaire contournant la Pointe du fait des ouvrages. En effet, dans ce secteur, le sable ne peut pénétrer dans le Bassin que par l'estran (LORIN *et al.*, 1969) qui, de fait, n'existe plus.

Sur la Côte Arcachon-La Teste, une ligne continue de perrés fixe le linéaire : commencée à Arcachon vers 1840 par ou à la demande des propriétaires des terrains bordiers, puis au Moulleau voici un siècle, elle s'est développée finalement jusqu'à Pyla-Plage, complétée par de nombreux épis. A mesure de l'abaissement de l'estran dû au déplacement latéral du chenal de Moulleau-Pyla, ces perrés ont dû être constamment exhausés en sous-œuvre pour pallier à leur déchaussement.

Au sud de la zone urbanisée, le recul de la côte naturelle de la dune du Pilat crée un décalage avec le linéaire fixé (Photo 6) qui s'amplifie depuis les années 1960 (voir Trait de côte 1966).



Photo 6 : Ouvrage de la Corniche et côte de la dune du Pilat (Photo IFREMER).

Ce décalage, par la sinuosité qu'il exagère, ne peut que contrarier le transit sédimentaire de l'estran en provenance du Sud, ce qui nuit à la stabilité de la côte du Moulleau-Pyla, et concentrer sur le point précis de La Corniche-Haïtza l'énergie de la houle.

Le tableau 11 récapitule l'impact des ouvrages de la figure 53.

Nom des ouvrages	Dates de construction	Impacts des ouvrages
Perrés du Moulleau-Pyla	1900-1993	Fixation de la côte en position : Abaissement de la plage
Ouvrage de la Corniche (Aïtza)	1994	Entrave au transit sédimentaire vers le Nord et concentration de l'énergie
Perrés du Ferret (Hortense)	1960	Fixation de la côte en position : Abaissement de la plage
Digue de la Pointe	1985-1995	Fixation de la côte en position : Entrave au transit sédimentaire vers le Nord

Tableau 11 : Récapitulation de l'impact des ouvrages : Secteur d'Arcachon

Conclusion

Ces deux exemples illustrent l'enchaînement de processus évolutifs – déjà évoqués au Verdon- que l'on rencontre dans les secteurs de transition entre linéaire défendu et linéaire naturel soumis à des conditions dynamiques similaires. Seules des solutions assurant une continuité de la ligne de défense - en cas de hiatus - ou une terminaison très progressive de cette ligne en cas d'interruption, paraissent de nature à éviter l'effet de rupture qui amplifie les réactions observées à ces aménagements.

2.2.4.2.6 Courants landais

L'histoire de l'endiguement des embouchures des courants landais pour contenir leurs divagations, montre que, si la technique est maîtrisée, l'on a dû s'y reprendre à plusieurs fois par oubli d'entretien des ouvrages.

La comparaison des embouchures de Mimizan, Contis et Vieux-Boucau soulève la question du réglage de la longueur des jetées (digues) pour remplir leur rôle de chenalisation tout en atténuant au maximum leur effet d'épi.

1. Mimizan

Evolution du littoral – historique des aménagements

A Mimizan, la première digue Sud fut réalisée au XIX^{ème} siècle afin de canaliser le débouché en mer du courant constituant l'exutoire du lac d'Aureilhan (Figure. 54). Des digues ont été ensuite réalisées en 1958 pour la digue Sud (350 m) et 1967 pour la digue Nord (Figure 55a). Les deux digues s'avancent jusqu'à la laisse de basse mer. Pour compléter ce dispositif, deux épis ont été construits au Nord, l'épi n°2 en 1961 et l'épi n°3 en 1966 (LCHF, 1987).

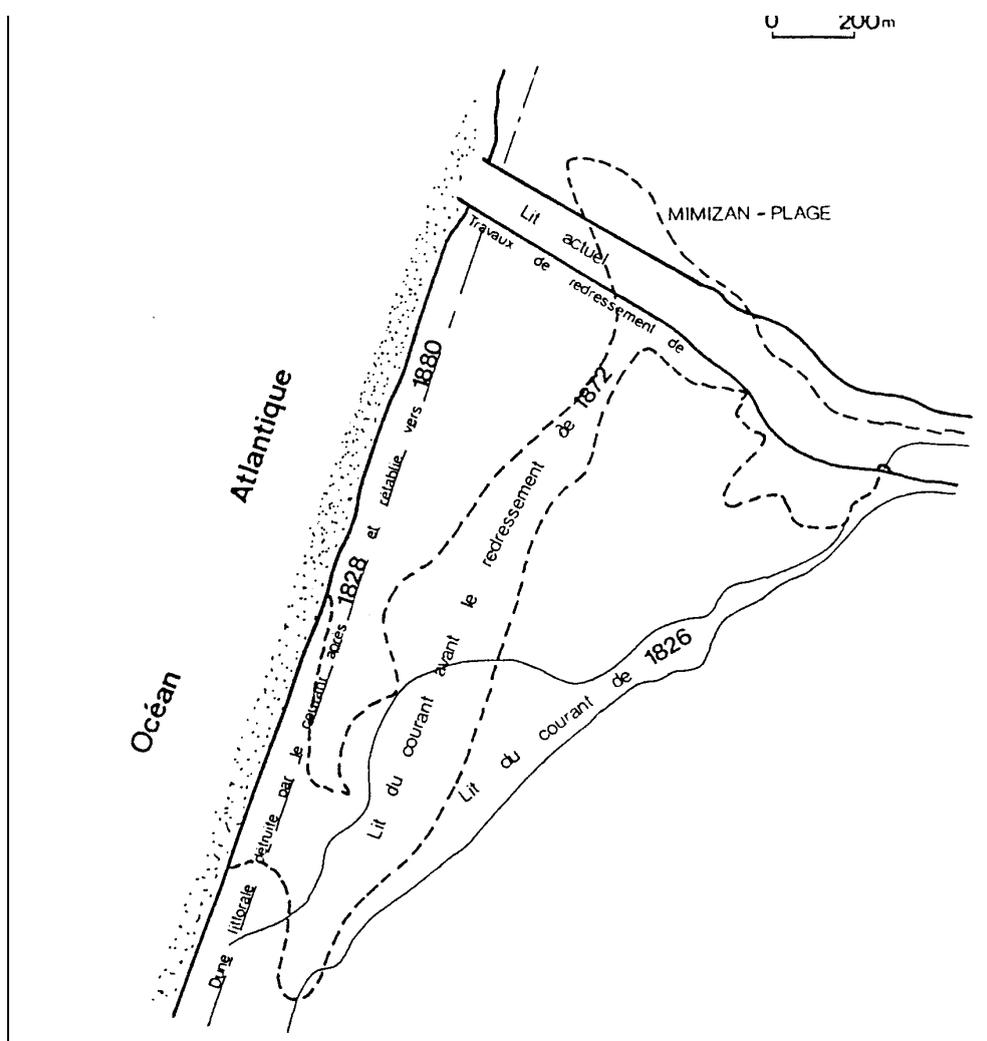


Fig. 54 : Evolution historique du courant de Mimizan (L.C.H.F.)

Analyse de l'impact des ouvrages

• Description des données SIG

® Evolution du trait de côte entre 1825, 1966 et 1998 (Fig. 55a)

Entre 1825 et 1966, on observe une avancée du trait de côte d'environ 80 mètres au maximum, au Sud du secteur. Cet engraissement est consécutif au redressement artificiel en 1872 du débouché du courant, qui se trouvait en 1825, à plus d'un kilomètre au Sud.

Entre 1966 et 1998, on observe pas de grands changements dans la position du trait de côte. Stable au Nord, il a toutefois reculé d'environ 30 mètres immédiatement au Sud du courant. Ensuite, en allant vers le Sud, la position du trait de côte est restée stable puis s'est avancée.

Les lèvres de l'embouchure ont été particulièrement attaquées lors de la conjonction de fortes houles et de forts coefficients les 30 et 31 janvier 1990 (SOGREAH, 1992).

® Morphologie de la plage en 1998 (Fig. 55b)

Au Nord de l'épi n°3, les courbes de niveaux sont bien espacées, démontrant que le littoral est bien alimenté. Toutefois, entre les deux épis n°2 et n°3, la plage semble avoir une morphologie différente avec des courbes de niveaux resserrées en haut de plage. Cette forme concave montre que la plage est en déficit de sable. Au Sud, de l'épi n°2, ce type de morphologie semble s'accroître.

Au Sud du courant, on retrouve une plage dont les courbes de niveaux sont régulièrement espacées. L'alimentation en sable semble être satisfaisante. Le tableau 12 récapitule l'impact des ouvrages de la figure 55.

Nom des ouvrages	Dates de construction	Impacts des ouvrages
Digue Nord (épi n°1)	1958	Impact insuffisant sur la morphologie de la plage Nord du fait du mauvais état des ouvrages
Digue Sud	1967	Impact négligeable sur plage Sud
Epi n°2	1961	- L'épi n°3 retient le sable au Nord
Epi n°3	1966	- Démaigrissement de la plage entre l'épi n°2 et l'épi n°3
Rangées de pieux obliques (ganivelles hydrauliques)		- Erosion de la plage au sud de l'épi n°2
		Ces ouvrages ne défendent pas convenablement la plage Nord

Tableau 12 : Récapitulation de l'impact des ouvrages : Secteur de Mimizan

Conclusions

Le LCHF affirmait en 1987 que l'on n'observait pas de dissymétrie importante entre le comportement des plages Nord et Sud. Le Comité d'Expansion Aquitaine (WALRYCK *et al.*, 1993) reprenait ces résultats en indiquant que la digue Nord et les deux épis, assurait une bonne protection du littoral Nord.

En 1998, la plage Nord ne semble pas aussi bien protégée. En effet, on observe un profil de plage plutôt en érosion entre les deux épis et entre l'épi n°1 (digue Nord) et l'épi n°2, l'engraissement de la plage ne semble pas significatif. L'épi n°1 ne semble donc pas avoir un impact important sur le transit littoral Nord-Sud. On observe même une érosion du pied de la dune située contre la digue Nord.

On peut attribuer cet impact négligeable des digues sur le littoral à leur faible saillant sur la côte et donc à une action limitée sur le transit littoral. En outre, la digue Nord est en mauvais état et est ainsi perméable au matériel se déplaçant le long du littoral.

La reconstruction récente 2000-2001 des digues et du pont rend l'analyse partiellement caduque.

2. Contis (Saint Julien en Born-Lit-et-Mixe)

Evolution du littoral – historique des aménagements

Les principales évolutions sont liées à la construction des deux digues destinées à régulariser le débouché du courant de Contis (Fig. 56). Elles ont été réalisées dans un premier temps au XIXème siècle puis en 1958 (digue Sud) et 1968 (digue Nord). Les deux ouvrages s'avancent environ jusqu'à la laisse de basse mer (LCHF, 1987).

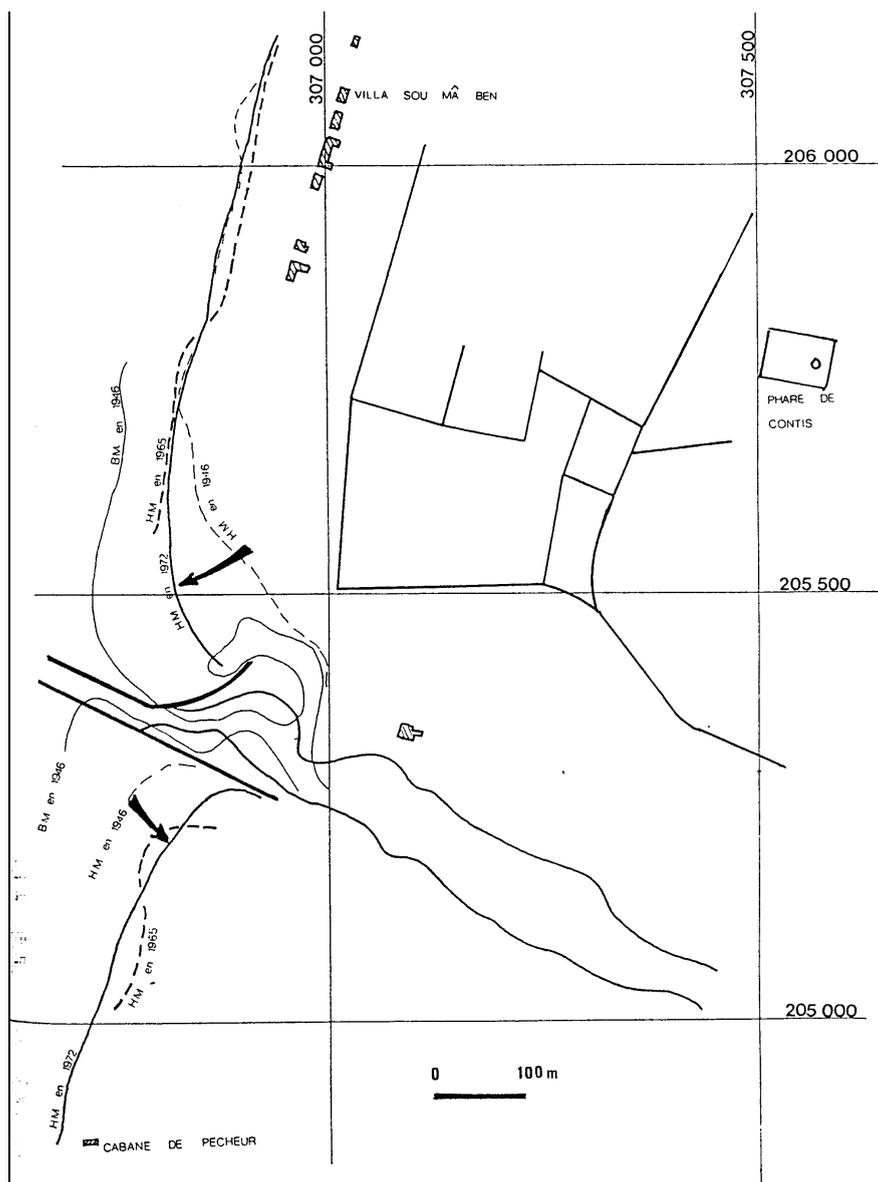


Fig. 56 : Modification du trait de côte à Contis (L.C.H.F.)

En outre, la divagation du courant vers le Nord à l'arrière des digues a nécessité la réalisation d'un épi ancré sur la partie courbe de la digue Nord au début de l'année 1969.

Analyse de l'impact des ouvrages

- Description des données SIG

® Evolution du trait de côte entre 1825, 1966 et 1998 (Fig. 57a)

On observe deux tendances différentes entre le Nord et le Sud de l'embouchure du courant. Au Nord, entre 1825 et 1966, on observe un recul au maximum de 20 mètres, en excluant la proximité de l'embouchure du Courant, où le recul est plus important. Entre 1966 et 1998, du Nord vers le courant, on observe l'alternance d'une zone d'érosion d'environ 20 mètres suivie d'une zone d'engrèvement en amont de la digue Nord.

Au Sud de l'embouchure du Courant, on enregistre, entre 1825 et 1966, un recul plus important du trait de côte, de l'ordre de 80 mètres; il a continué de reculer de 50 mètres en moyenne entre 1966 et 1998

→ **Morphologie de la plage en 1998** (Fig. 57b)

La morphologie de la plage est sensiblement la même au Nord et au Sud du Courant. On peut remarquer qu'à la proximité immédiate des digues, la largeur de la plage diminue, montrant une tendance érosive. Toutefois, la plage Nord est avancée d'environ 120 mètres par rapport à la plage Sud. Le tableau 13 récapitule l'impact des ouvrages de la figure 57.

Nom des ouvrages	Dates de construction	Impacts des ouvrages
Digue Nord	1968	Impact des digues d'embouchure très important : - fort engraissement et bonne protection de la plage Nord - Erosion forte au Sud
Digue Sud	1958	

Tableau 13 : Récapitulation de l'impact des ouvrages : Secteur de Contis (St-Julien-en-Born).

Conclusions

L'impact des digues du Courant sur le transit littoral est important. En effet, le décrochement de la plage Sud par rapport au Nord du Courant se constate nettement sur le SIG. Par contre, il semble que l'épi construit dans le Courant ait stabilisé ce dernier.

L'impact des digues sur le transit littoral est beaucoup plus important à Contis qu'à Mimizan. Contrairement à Mimizan, la plage Nord de Contis s'engraisse, avec une avancée du pied de la dune située directement contre la digue Nord.

3. Moliets

La question des conséquences de la divagation de l'embouchure du courant d'Huchet sur l'érosion de la côte et les risques balnéaires a été traitée par LORIN *et al.* (1979)

Le rapport préconise que « *pour éviter les divagations on devra s'inspirer des ouvrages existants (...) on devra toutefois s'assurer que la canalisation du courant n'entraîne pas un arrêt important du transit littoral préjudiciable au maintien de la plage actuelle de Moliets* ».

Mais les vestiges d'ouvrages anciens que l'on peut rencontrer actuellement à Moliets ne sont pas de nature à influencer sur l'évolution de la côte et ne nous ont pas semblés pour cette raison nécessiter une analyse d'impact. Le tableau 15 récapitule l'impact des ouvrages de Moliets.

Nom des ouvrages	Dates de construction	Impacts des ouvrages
digue Sud courant (vestiges)		Impact négligeable : divagations libres et forte érosion de la côte Sud .

Tableau 14 : Récapitulation de l'impact des ouvrages : Secteur de Moliets.

4. Vieux Boucau

Evolution du littoral – historique des aménagements

Entre 1807 et 1979, le recul moyen annuel a été de 0,5 m/an (Fig. 58), mais avec la conjugaison de périodes de plus fort recul de l'ordre de 1,3 m/an avec de plus faibles de l'ordre de 0,2 m/an (LCHF, 1987).

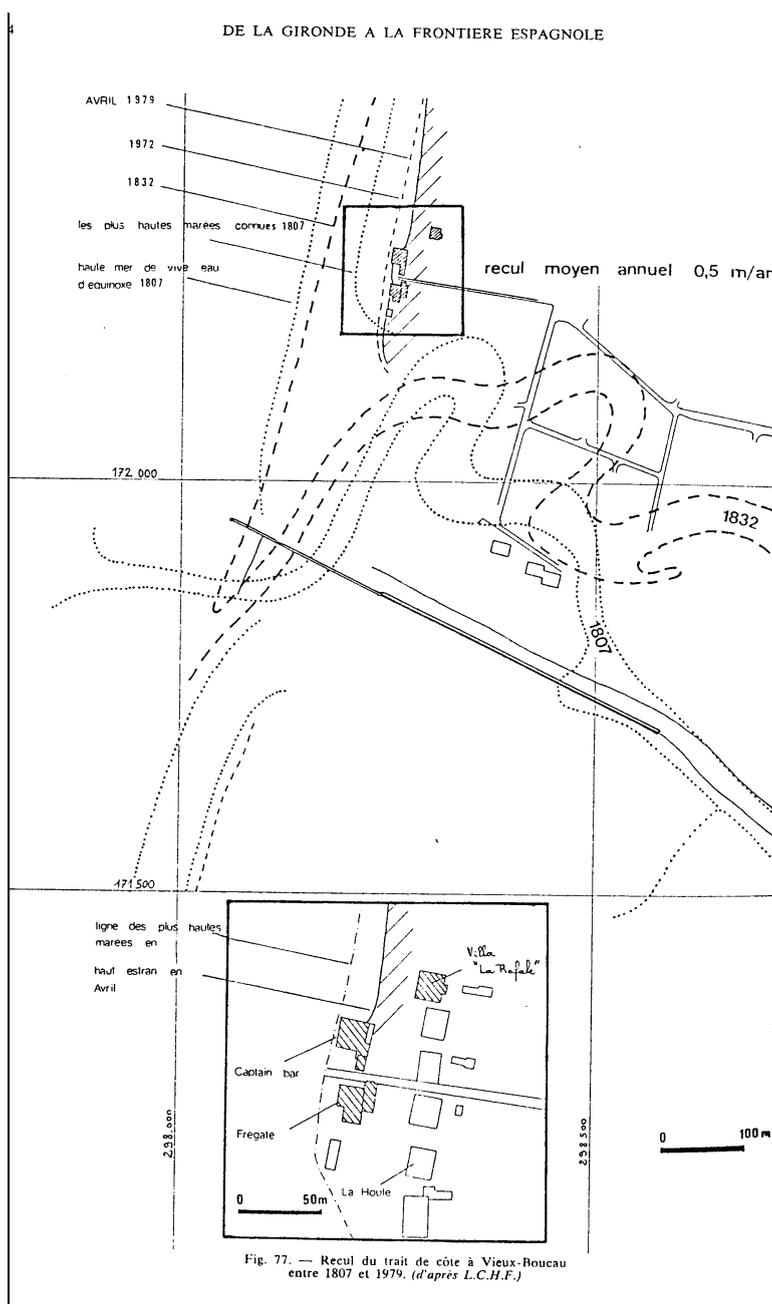


Fig. 58 : Recul du trait de côte à Vieux Boucau entre 1807 et 1979 (L.C.H.F.)

La sortie du Courant de Soustons a été aménagée pour la réalisation, au siècle dernier d'une digue Sud. Elle a été détruite puis reconstruite en 1958. Cet ouvrage, long de 386 mètres (prolongée à l'amont

d'un perré de 215 mètres) s'avance jusqu'à la laisse de basse-mer (photo 8). En 1979, une digue Nord fut construite afin de lutter contre l'érosion de la plage Nord plus importante que celle du Sud (LCHF, 1987).

En 1978-1979, 350 000 m³ de matériaux (provenant des dragages à l'intérieur du courant) ont été rejetés au Sud de l'embouchure. Ils étaient plus fins que les sables naturels de la plage et ont été rapidement dispersés (LCHF, 1987).

Analyse de l'impact des ouvrages

- Description des données SIG

® Evolution du trait de côte entre 1825, 1966 et 1998 (Fig. 59a)

Entre 1825 et 1966, on observe un recul assez important au niveau de l'embouchure du courant. Elle atteint au maximum 150 mètres. Toutefois, au Nord et au Sud de la zone, le recul est de moins en moins important, jusqu'à s'annuler, voir s'inverser à certains endroits. Entre 1966 et 1998, la position du trait de côte évolue peu, à l'exception de zone à proximité de la digue Sud où le recul est de 70 mètres maximum sur 500 mètres.

® Morphologie de la plage en 1998 (Fig. 59b)

La plage est moins large que dans les secteur de Saint Julien en Born. Les courbes de niveaux sont toutes assez resserrées au Nord et au Sud du courant. Le recul de la plage Sud par rapport à la plage Nord est d'environ 50 mètres. Le tableau 15 récapitule l'impact des ouvrages de la figure 59.

Nom des ouvrages	Dates de construction	Impacts des ouvrages
Digue Nord	1979	Impact non négligeable des digues d'embouchure : - engraissement de la plage Nord - recul de plage Sud Ce décalage entre le Nord et le sud est de moins grande ampleur qu'à Saint Julien en Born
Digue Sud	1958	

Tableau 15 : Récapitulation de l'impact des ouvrages : Secteur de Vieux-Boucau.

Conclusions

En 1998, la construction de la digue Nord semble avoir eu un impact positif sur l'évolution de la plage Nord. En effet, en 1979, le littoral Sud, qui semblait être en meilleure position que celui du Nord, est actuellement 50 mètres en retrait par rapport au Nord. On retrouve ainsi une tendance identique mais de moins grande ampleur que dans le secteur de Saint Julien en Born.

Effets comparés des digues d'embouchures des courants

Les ouvrages de Mimizan semblent atteindre un meilleur compromis entre chenalisation et défense de côte que les ouvrages de Vieux-Boucau et surtout de Contis.

Pourtant leurs caractéristiques paraissent assez proches et il semble qu'il faille tenir compte de facteurs autres que les ouvrages pour expliquer la différence de comportement de la côte de ces trois secteurs :

- les dernières grandes divagations de l'embouchure du courant de Contis (années 1950) sont beaucoup plus récentes que celles du courant de Mimizan (1867), si bien que le cordon Sud de Contis reste relativement faible et peut être la cause du recul actuel du trait de côte à cet endroit.
- le cordon Sud de l'embouchure de Vieux-Boucau (à Soustons-Plage) a bénéficié d'importants dépôts de dragages (350 000 m³) dans les années 1970, dont les deux tiers enlevés dès 1979 (LORIN et al., 1979). L'effet de confortement qui en est résulté semble donc n'avoir été que temporaire. Depuis lors, le décalage entre les alignements de la côte au Nord et au Sud s'amplifie, sans toutefois atteindre les valeurs de Contis.

2.2.4.2.7 *Seignosse*

Evolution du littoral – historique des aménagements

Dans la zone de Seignosse, l'érosion entre 1948 et 1965 a été de 0,3 m/an. De 1965 à 1979, elle fut de 0,5 m/an au Nord du club-house et de 1 m/an dans la zone de l'épi central (Fig. 60).

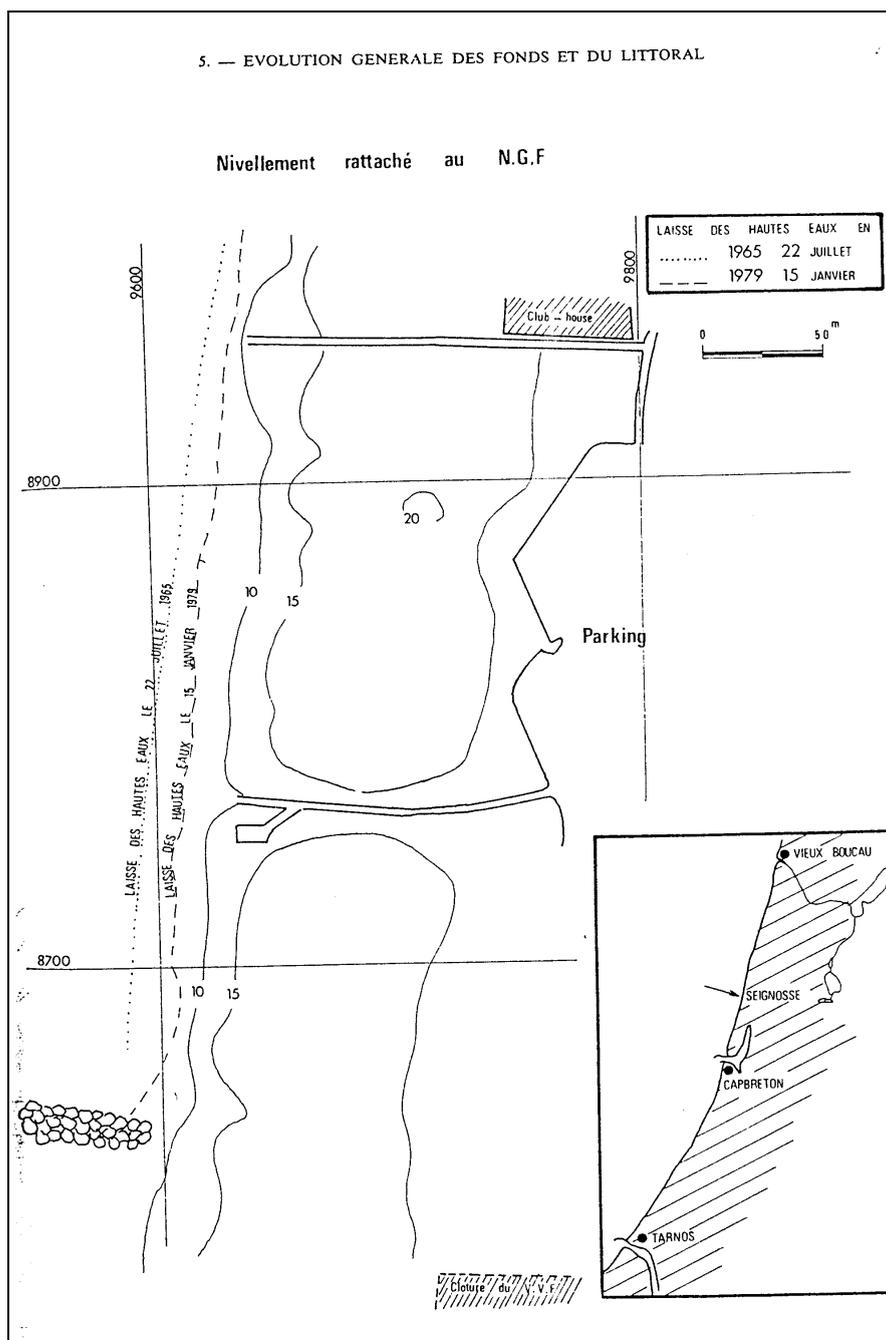


Fig. 60 : Recul du trait de côte à Seignosse-Le Penon(L.C.H.F.)

L'épi Nord du Penon a été réalisé en 1980 pour la protection de la plage Nord (photo 11). Précédemment, en 1974, l'épi Sud du Penon est construit, suivi de l'épi des Bourdaines en 1975 et de celui des Estagnots (1976). Ces différents ouvrages construits trop haut ont subi de nombreux dégâts, notamment lors de l'hiver 1977-1978.

Analyse de l'impact des ouvrages

• Description des données SIG

® **Evolution du trait de côte entre 1825, 1966 et 1998 (Fig. 61a)**

Entre 1825 et 1966, on observe un recul du trait de côte d'environ 50 mètres. Par contre, entre 1966 et 1998, se présente une succession de zones d'érosion et de sédimentation.

® **Morphologie de la plage en 1998 (Fig. 61b)**

Sur ce secteur, on observe deux systèmes de barre - baine. Au Nord de l'épi Nord du Penon, la plage est large, et semble bien alimentée en sables. A 150 mètres environ au Sud de ce même épi, se produit un resserrement des isobathes qui démontre une certaine érosion.

Par contre, aux abords des deux autres épis (épi du Penon Sud et des Bourdaines), la morphologie de la plage évolue peu.

L'épi des Estagnots, non levé car complètement ensablé en 1998, traduit l'engraissement de la plage en allant vers le Sud.

Mais, « *s'il y a eu accrétion (entre 1994 et 1998) cette dernière a été plus faible que celle de la décennie précédente.* » (SALOMON *et al.*, 1999).

Cette observation correspond assez bien à l'inversion de tendance d'avancée vers recul (*via* une période de stabilité) présentée dans l'évolution à long terme (cf. 1.1.5.2.)

Une remarque porte sur « *l'accentuation de l'érosion en face des accès aux plages* » (SALOMON *et al.*, 1999).

Le tableau 16 récapitule l'impact des ouvrages de la figure 61.

Nom des ouvrages	Dates de construction	Impacts des ouvrages
Epi du Penon	1980	Engraissement de la plage au Nord et démaigrissement au Sud de l'épi
Epi sud du Penon	1974	Effet peu sensible
Epi des Bourdaines	1975	Partiellement ensablé
Epi des Estagnots	1976	Complètement ensablé

Tableau 16 : Récapitulation de l'impact des ouvrages : Secteur de Seignosse.

Conclusions

Les ouvrages de Seignosse ont été mis en place dans le but de prévenir l'érosion de la côte pour protéger la station balnéaire nouvellement construite.

Ils n'ont pas été placés aux cotes (niveaux) prescrites et ont été de ce fait particulièrement malmenés par les éléments. C'est ainsi que entre 1985, « *date du dernier rechargement* », et 1994, « *les épis sont complètement déchaussés et ne remplissent plus leur rôle* » si bien que « *le maximum d'érosion – et de recul- de la côte se situe entre les épis des Bourdaines* » (SALOMON *et al.*, 1999).

Il est difficile de conclure sur leur efficacité propre dans un contexte dominé par l'effet croissant en allant vers le Sud de la zone de dépôt de Capbreton Nord.

2.2.4.2.8 *Hossegor – Capbreton*

- Données historiques

· **HOSSEGOR**

Les deux épis réalisés en 1953 sont les plus anciens de la côte Landaise. Ils sont situés aux deux extrémités d'un front de mer construit en 1952 et dont ils assuraient la protection (LORIN *et al.*, 1979). Ces deux ouvrages ont été repris en 1976 pour celui du Sud et en 1978 pour celui du Nord. Ce dernier est complètement recouvert actuellement.

· **Capbreton**

L'évolution dans le secteur de Capbreton est liée aux aménagements de l'embouchure du Boudigau afin de lutter contre les divagations du chenal vers le Sud (photos 10 et 11). De 1859 à 1860, on a commencé par prolonger sur 60 mètres la digue du Boudigau qui longe la rive Sud (Fig. 62). A partir de cette tête, on a construit une estacade sur 40 mètres en 1980. En 1958, la première partie de la digue Nord est réalisée. Son prolongement en mer sera effectué en 1974 (LCHF, 1987).

Une batterie d'épis est réalisée au Sud de l'embouchure du Boudigau. Du Nord vers le Sud, l'épi Nord, qui fut construit en 1965 pour protéger l'établissement de bains, est abandonné après 1979. L'épi central, construit en 1954, est remis en état en 1980. Ensuite, deux épis viennent protéger le Préventorium, appelé aujourd'hui Centre Hélio-marin. Le premier, le plus au Nord, est élaboré en 1958, et le deuxième en 1975. Plus récemment, des ouvrages longitudinaux ont été mis en place, pour d'une part protéger le Préventorium (ouvrage en enrochement de 1981) et d'autre part, protéger l'établissement de bains (ouvrage construit en 1982).

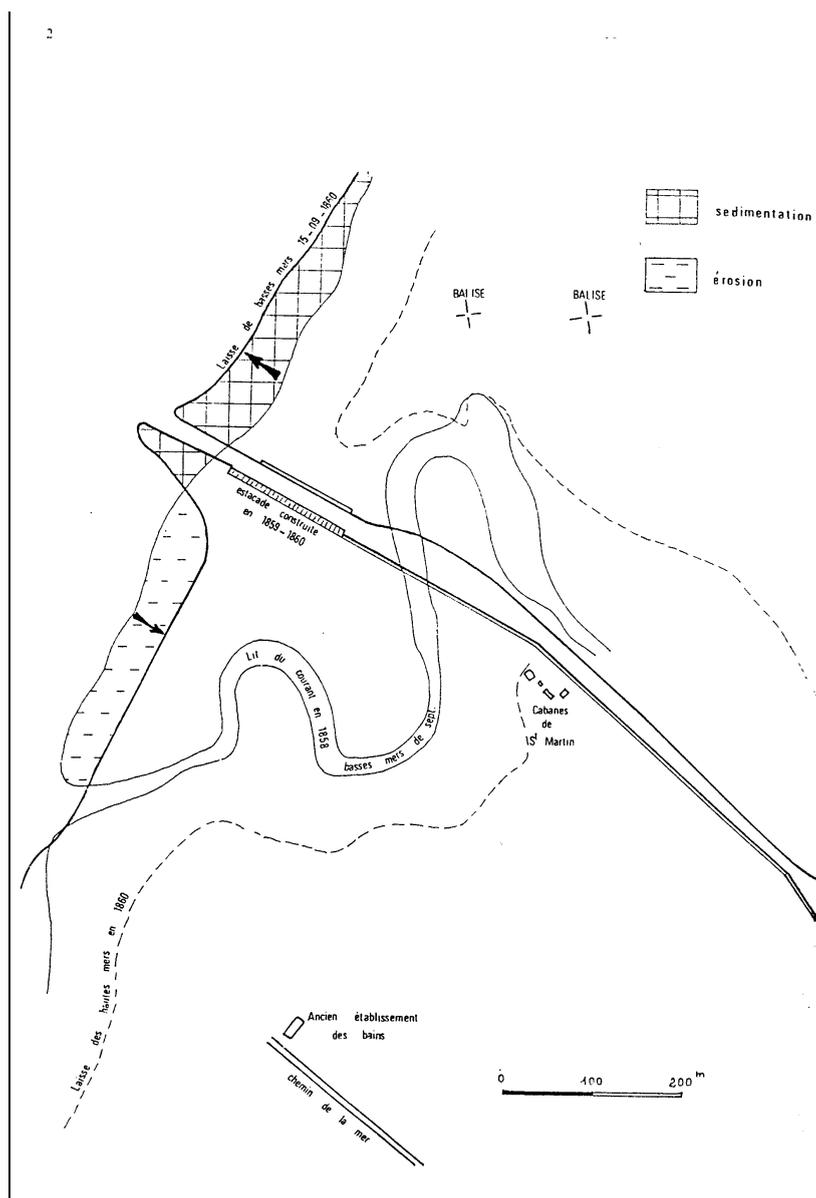


Fig. 62 : L'embouchure du Boudigau à Capbreton avant et après construction des ouvrages

- Analyse de l'impact des ouvrages

- Description des données SIG

® Evolution du trait de côte entre 1825, 1966 et 1998 (Fig. 63a)

Entre 1825 et 1966, l'embouchure du Boudigau est stabilisée. Au Nord et au Sud, on observe une érosion qui atteint au maximum 60 mètres. Ensuite, entre 1966 et 1998, on constate une évolution différente du littoral entre le Nord et le Sud de l'embouchure du Boudigau. Au Nord, on observe un engraissement de 60 mètres. Au Sud, le trait de côte est stabilisé par les ouvrages de défense mis en place, alors que, au delà des ouvrages, le littoral a reculé de 65 mètres.

® Morphologie de la plage en 1998 (Fig. 63b)

Au Nord, à Hossegor, la plage est bien alimentée. Entre les ouvrages de haut de plage (front de mer) et le trait de côte, on observe une grande plage d'une largeur d'environ 130 mètres. Plus bas, entre 3,5 et 1 mètres, les courbes de niveaux sont très resserrées, la plage présente alors une pente importante.

Au Sud de l'embouchure, on observe, entre la digue Sud et l'épi central, le trait de côte positionné par les ouvrages longitudinaux de Capbreton. Il en est de même entre l'épi central et l'épi Nord du Centre Hélio-marin, où la faible largeur de la plage et les courbes de niveau très resserrées montrent une plage dont la pente est forte. Entre les deux épis du Centre Hélio-marin, le trait de côte a reculé de 100 mètres, tandis que la plage semble par contre plus large.

· Impacts des ouvrages de défense

La réalisation en 1958 de la première partie de la digue Nord avait dans un premier temps stabilisé le littoral au Nord du Boudigau alors en érosion et provoqué ensuite un ensablement important. Cette sédimentation s'est encore accrue depuis le prolongement en mer de la digue Nord en 1974. L'ensablement remonte jusqu'à l'épi d'Hossegor.

Il semble que la première partie de la digue Nord était déjà un obstacle important au transit littoral, aidé par l'épi hydraulique que constitue le chenal du Boudigau et à un moindre degré par les fondations de l'estacade. La digue de 1972 crée un obstacle beaucoup plus important en arrêtant une plus grande partie de ce transit et en rejetant une partie des sédiments vers le large à proximité du Gouf (LCHF, 1987). Les données du SIG confirme cette évolution.

Au Sud de l'embouchure du Boudigau, on observe un déficit important de sable dû principalement à l'arrêt de l'alimentation en matériel issu de la dérive littorale par la digue Nord. Entre la digue Sud et l'épi central, la position du trait de côte est stabilisée par les ouvrages longitudinaux de haut de plage. Cependant, à marée haute, le niveau de la mer atteint ces ouvrages et la réflexion de la houle sur ceux-ci peut accentuer l'érosion de la plage.

L'ouvrage longitudinal présent est un obstacle, comme précédemment, pour la houle sur lequel elle se réfléchit et accentue le phénomène d'érosion. Au Sud de l'épi Nord du Centre Hélio-marin, le trait de côte est positionné, dans un premier temps, par un ouvrage longitudinal qui prolonge cet épi. Cet ouvrage semble avoir accentué l'érosion à son extrémité Sud, où le trait de côte a reculé de 90 mètres par rapport à sa position au niveau du Centre Hélio-marin. Toutefois, au Sud, où il n'y a pas d'ouvrage longitudinal, la morphologie de la plage est différente. Les courbes de niveaux sont plus espacées, montrant alors une plage plus large. Sur ce site, les ouvrages longitudinaux de haut de plage ont un impact négatif important sur l'évolution du littoral.

Les trois épis de Capbreton, ne semblent pas avoir d'impact sur le littoral, la morphologie des plages n'évoluant pas aux abords de ces ouvrages. Le LCHF (1987) expliquait que la sous-alimentation du transit et la succession d'ouvrages du Nord au Sud semblent être la cause du mauvais fonctionnement des épis du secteur Sud. De plus, l'agitation est trop importante (du fait de la position des ouvrages longitudinaux) pour que le sédiment puisse se déposer.

Le tableau 17 récapitule l'impact des ouvrages de la figure 63.

Nom des ouvrages	Dates de construction	Impacts des ouvrages
Epis Hossegor	1952	Pas d'impact notable sur le littoral Nord
Front de mer Hossegor	1928-1952	Léger abaissement du profil de plage
Digue Nord	1958, prolongée en 1974	Impacts important sur l'évolution du littoral : - fort engraissement de la plage Nord - Recul de la plage Sud
Digue Sud (sous estacade)	1960	
Ouvrage longitudinal	1982	Impact négatif dû à la réflexion de la houle sur l'ouvrage provoquant le départ du matériel présent déjà en petite quantité
Epi central	1954	L'ensemble de ces trois ouvrages ont un impact négatif sur l'évolution de la plage du Centre Hélio-Marin : - L'épi central ne laisse pas passer le peu de sédiment issu de la dérive littorale. - l'ouvrage longitudinal empêche le sédiment de venir se déposer sur la plage - L'épi Nord ne peut jouer son rôle du fait du manque de sédiment. L'ensemble aggrave la situation au Sud
Digue Centre Hélio-Marin	1935-	
Epi Nord	1958	
Ouvrage longitudinal Centre Hélio-Marin	1981	- Cet ouvrage stabilise la position du trait de côte - Affouillement présent à son extrémité Sud et ainsi de l'accélération de l'érosion à cet endroit.
Epi Sud	1975	Cet ouvrage n'a pas d'impact apparent sur le littoral

Tableau 17 : Récapitulation de l'impact des ouvrages : Secteur de Hossegor-Capbreton.

2.2.4.2.9 Tarnos-Anglet

L'évolution morphologique de l'embouchure de l'Adour est traitée en 2.1.3.6.5.

- Données historiques

Le système de défense des abords de l'embouchure de l'Adour possède l'ouvrage le plus important de la côte aquitaine : la digue Nord, longue de 1 200 m.

La figure 64 représente l'ensemble des ouvrages de défense existants en 1998 ; par conséquent, la nouvelle digue intérieure Sud de l'embouchure construite en 1999 n'est pas représentée.

Depuis le rectification de l'embouchure de l'Adour (1578) les très nombreux travaux destinés à améliorer l'accès du port de Bayonne ont directement ou indirectement influé sur l'évolution des côtes encadrantes de Tarnos et d'Anglet.

Une collaboration s'est engagée entre le port, la commune d'Anglet et le district BAB pour redonner un espace balnéaire (...) en reconstituant les plages dégradées en utilisant le sable dragué dans l'avant port (LA PRAIRIE, 1999).

La figure 64 montre que cet objectif n'a pu être que partiellement atteint : le trait de côte (3,5m NGF) se trouve en retrait en 1998 par rapport à sa position en 1966 d'une distance pouvant atteindre 80 m.

Analyse de l'impact des ouvrages

Entre le trait de côte 1825 et celui de 1966, cette partie du littoral manifeste une avancée de la côte consécutive au comblement extensif des anciennes embouchures (abords Nord de l'Adour et secteur Sud d'Anglet) qui s'est déroulé durant le XIX^{ème} siècle à la suite de la fixation définitive de l'embouchure vers 1750.

Bien que sensible depuis le début du siècle, le recul de la côte d'Anglet s'est accentué à partir de 1969, soit postérieurement à la construction de la digue Nord de l'Adour (1964).

Des ouvrages réfléchissants tels que le mur des Sables d'Or, l'ancien mur de protection du front de mer, etc... ont favorisé l'abaissement du niveau de l'estran. L'enfouissement progressif de la protection longitudinale de haut de plage en blocs d'ophite nécessite un rechargement périodique (STCPMVN, 1998).

Actuellement, l'action combinée d'apport des dépôts de dragages et de maintien latéral du sédiment par les épis permet de freiner la tendance au recul de la côte d'Anglet sans toutefois l'annuler puisqu'elle resterait comprise entre 1,5 et 3 m/an aux Sables d'Or (SOGREAH, 1993).

Le déplacement des sédiments aux alentours des ouvrages de l'Adour est schématisé (fig.65) Pour plus de détail sur l'historique et l'impact des ouvrages de ce secteur on se reportera au Catalogue sédimentologique des côtes françaises (LCHF, 1987) et à l'étude SOGREAH (1993) Le tableau 18 récapitule l'impact des ouvrages de la figure 64.

Nom des ouvrages	Dates de construction	Impacts des ouvrages
Digue Nord de l'Adour	1964	Avancée du trait de côte à Tarnos-Plage Intensification du recul de la côte d'Anglet
Digue Sud	1977	
Epis d'Anglet n°1 à 5	1975-1977	Ralentissement du recul de la côte
Front de mer de la Chambre d'Amour		Stabilisation du trait de côte plage réduite

Tableau 18 : Récapitulation de l'impact des ouvrages : Secteur de Tarnos-Anglet.

2.2.4.3 Conclusion :

La côte aquitaine peut être qualifiée de côte naturelle dans le sens où elle reste peu harnachée par les ouvrages de défense. Si l'on excepte les embouchures où ils conditionnent la navigabilité, les ouvrages ne sont devenus indispensables que pour la défense des secteurs bâtis sans respect suffisant de l'évolution naturelle du trait de côte.

2.2.4.3.1 *Effet des ouvrages*

Les efforts déployés ont été relativement couronnés de succès quand les ouvrages ont été conçus comme les parties d'un ensemble lié et continu assez étendu par rapport à la « province sédimentologique » qu'ils avaient pour destination de protéger (le Verdon-Soulac, Moulleau-Pyla.).

A l'inverse, les fronts de mer isolés (Lacanau...), tout comme les compromis port-front de mer-plage (Capbreton, Anglet...) s'avèrent plus difficiles à tenir.

Les cas examinés démontrent que les défenses longitudinales empêchent la tenue d'une plage de qualité balnéaire sans rechargement.

L'adjonction d'**épîs**, qui, « *en période de temps calme, permettent d'accumuler une fraction du transit sédimentaire qui passe sur l'estran* » (SOGREAH, 1995), ne parvient pas partout à compenser l'effet néfaste des ouvrages longitudinaux.

Par conséquent, le recours à des rechargements et reprofilages des plages s'impose de plus en plus.

Finalement, ces efforts se traduisent par un freinage plus ou moins sensible du recul du trait de côte face aux stations balnéaires, mais au prix d'une plage et d'un front de mer également étriqués.

2.2.4.3.2 *Problèmes analytiques*

Nous avons vu qu'il est parfois difficile de distinguer l'effet particulier des ouvrages maritimes de défense de l'effet de tous les autres facteurs qui interfèrent sur l'évolution résultante du trait de côte.

La principale limite à l'analyse est, une fois de plus, temporelle : en effet on ne dispose que d'une évolution résultante sur trente ans ou plus, alors que les ouvrages sont souvent plus récents.

C'est ce qui peut prêter à confusion lors des études d'impact : le LCHF (1975) a par exemple souligné que la côte d'Anglet avait commencé sa régression dans les années cinquante, bien avant la construction de la grande jetée de l'Adour (1964) ; il n'en demeure pas moins que le phénomène s'est intensifié à la suite de cette construction.

Mais tous les cas ne sont pas aussi nets et cette difficulté particulière pour établir un diagnostic fiable amène à souligner une fois de plus l'impérieuse nécessité du suivi.

Dans l'avenir, avec les facilités offertes pour la mise à jour des données par le développement du SIG de l'Observatoire de la Côte Aquitaine, des analyses quantitatives plus poussées pourront être effectuées.

2.2.5 **Effet des interventions**

On rencontre de la difficulté, dans les zones aménagées, à distinguer l'effet des facteurs naturels de l'effet des interventions humaines : d'où l'intérêt décisif du couplage chronologique ouvrages/trait de côte malheureusement encore fragmentaire.

L'idée générale que nous retirons (pour la côte Aquitaine s'entend) est que le déficit sédimentaire est naturel, (remontée du niveau de base diminuant la compétence des cours d'eau) « *même si des actions humaines (extractions, barrages) tendent à l'aggraver* » (PASKOFF, 2000).

Certains auteurs pensent que « *la récente accélération de l'érosion côtière, outre l'effet de la remontée du niveau marin, peut aussi traduire le franchissement d'un seuil d'équilibre dans lequel les altérations d'origine humaine jouent un rôle de plus en plus important* » (MORTON, 1979).

La discussion est ouverte tant que l'on ne disposera pas de bilans comparatifs des flux et des stocks. En attendant, c'est la prudence qui paraît convenir vis à vis des interventions les plus néfastes, comme les extractions directes sur les plages, qui ont pu être supprimées.

Des modes indirects de prélèvements doivent être aussi évalués, tels la déflation accentuée par le nettoyage mécanique répété des plages ou le réemploi hors du contexte littoral du sable d'invasion des vannes.

Hors de la plage, les atteintes à la dune participent à l'affaiblissement du cordon : globalement, les travaux d'entretien dunaire ont freiné depuis le XIX^{ème} siècle le retrait naturel de la côte mais les périodes de relâchement ont conduit à une accélération du processus naturel d'ensemble. De même, spatialement, les mailles négligées ou maltraitées déterminent des points faibles dans la trame.

Enfin les ouvrages de défense ne jouent en Aquitaine qu'un rôle modeste : ils n'influencent l'évolution de la côte que sur un dixième environ du linéaire.

2.3 Conclusion générale de l'analyse

L'analyse de l'évolution du trait de côte constitue, comme nous venons de le voir, un exercice ardu et la conclusion ne peut nous satisfaire pleinement.

Ce qui peut dérouter le lecteur dans une réflexion qui s'étend nécessairement sur le long terme, c'est l'incessant rappel d'événements du passé pouvant nous éclairer sur l'avenir.

Nous avons raisonné sur ce qui apparaît le moins discutable : une **généralisation du recul** de la côte dans les trente dernières années, liée aux facteurs naturels, recul le plus souvent contrarié avec succès par les soins apportés au cordon littoral.

Ainsi, dans une situation qui devrait perdurer, les interventions humaines gardent toute leur importance modératrice ou perturbatrice.

3 DEVENIR DU TRAIT DE COTE

Dans les 30 dernières années (1966-1998), on mesure un accroissement de la proportion du linéaire en recul par rapport au siècle et demi précédent, témoignant vraisemblablement des **progrès de la régularisation du littoral** (1 et 2) sous l'effet de la remontée du niveau marin (effet direct et indirect).

Il est maintenant intéressant de voir ce que l'on peut tirer de l'observation et de l'analyse pour prévoir le devenir du trait de côte aquitain. Le LCHF (LORIN *et al.*, 1982) a utilisé la «sédimentologie prévisionnelle» ; de son côté, le groupement d'étude SOGREAH-LARAG (1995) a utilisé pour la détermination des Plans de Prévision des Risques Naturels en Gironde, la prolongation de la tendance observée.

3.1 Sédimentologie prévisionnelle

3.1.1 Principe

Le dernier rapport du LCHF à la MIACA (LORIN et MIGNIOT, 1986) intitulé « Diagnostic de février 1985 » avançait un certain nombre de pronostics sur l'évolution de la côte aquitaine établis à partir des « *notions de sédimentologie prévisionnelle* » utilisant la théorie des pics d'érosion et des wagons sédimentaires (LORIN et MIGNIOT, 1984) ainsi exposée :

« Outre les irrégularités de quelques centaines de mètres du profil longitudinal de l'estran, il présente aussi des irrégularités de grande longueur (25 à 50 km) que LORIN interprète comme étant des « wagons sédimentaires » car ils se déplacent vers le sud à une vitesse proche de 0,5 à 1 km par an. Il en résulte qu'outre une érosion régulière à l'échelle géologique les divers points de la côte peuvent passer par des alternances d'érosion et d'engraissement au rythme du passage de ces wagons » (L.C.H.F., 1985).

3.1.2 Application

Cette théorie a amené le L.C.H.F. à présenter, voici une quinzaine d'années, un certain nombre de prévisions d'évolution ; leur vérification à posteriori (1998) est présentée ci-dessous :

3.1.3 Bilan

Les résultats obtenus apparaissent de prime abord encourageants : sur les 10 sites sur lesquels le LCHF s'est prononcé, six voient leur évolution vérifier la prévision, et un (Vieux-Boucau) doit être confirmé. A regarder de plus près, deux cas vérifiés (Ferret et Salie) sont traités en faisant appel aux connaissances du fonctionnement cyclique des passes d'Arcachon et non à la théorie des pics d'érosion. Il en va de même pour Moliets dans un contexte ressemblant mais à moindre échelle.

Si l'on considère que l'on n'a pas à faire appel à la théorie des pics pour expliquer le recul de la côte de Soulac et de Lacanau, il ne reste plus qu'un seul cas concluant : St-Girons.

Site	Diagnostic effectué en 1985	Prévision émise en 1985 (ou autre date spécifiée)	Vérification (1998)
SOULAC	« réduction du stock sédimentaire et accroissement de l'énergie de la houle, exigeant de prendre des mesures (LCHF,1982)	Erosion « Difficile de préciser la tendance à 20 ou 30 ans »(SOGREAH,1995)	oui
LACANAU	« érosion »	« recul du trait de côte (...) phénomène inéluctable »	oui
CAP-FERRET	« érosion recul de la Pointe (N-S) bathy insuffisante pour diagnostic	« on attend dans un avenir proche l'ouverture naturelle de la Passe Nord. Il s'ensuivrait une érosion de la Pointe du Cap-Ferret»	oui
LA SALIE	« la tendance, qui depuis la construction du wharf était à l'érosion, s'inverse : on assiste à la mise en mouvement d'un wagon sédimentaire (accumulation de sable migrant vers le Sud)	« il n'y a pas de risque d'érosion (...) pendant les 5 à 10 prochaines années (soit 1990-1995)	oui
BISCARROSSE	Nécessité de suivi de la côte du CEL	« pourrait bénéficier des apports sédimentaires en provenance de La Salie dans un délai de l'ordre de 10 ans (soit vers 1995) et se trouverait relativement protégé de l'érosion marine pour environ 20 ans (soit entre 1995 et 2015). (1)	non
CONTIS	« légère érosion au sud du courant à rattacher à la présence d'un pic d'érosion et aux effets néfastes d'extractions de sable au nord du courant »(stoppés en 1985)	« amélioration envisagée »	non
ST GIRONS		« si la progression régulière (1 km/an) du pic d'érosion principal(PK 43) se poursuivait, les plages du Cap de L'Homy seraient soumises à l'érosion d'ici 5 ans environ (soit en 1990).	oui
MOLIETS	« érosion dûe aux divagations du courant »	(...) continuera en l'absence de défenses »	oui
VIEUX-BOUCAU	Dégâts importants en 1953 et 1978-79 ; « engraissement de la plage nord depuis 1980 du fait de la construction de la digue nord »	« les plages seraient de nouveau fortement affectées avant 2005 »	?
CAPBRETON	« l'érosion moyenne annuelle de 4 m à 1 km au sud (...)seraient en faveur du passage à Capbreton au cours des dernières années d'un pic d'érosion principal »	Pas de prévision explicite mais suggestion d'une réduction de l'érosion depuis 1985	non

(1) Cet avis serait à confirmer après une analyse des mouvements du trait de côte dans l'enceinte du CEL depuis 1967 (cf. note 1)

Tableau 19 : Vérification des prévisions d'évolution du LCHF (LORIN et MIGNIOT, 1986)

Sans que l'on puisse définitivement rejeter la méthode, ces résultats semblent en réduire l'intérêt.

Le LCHF lui-même, dans le même rapport 1985, préconisait de :

« -vérifier que les érosions excessives qui ont eu lieu en 1978-79 dans la portion de côte La Salie-Biscarrosse correspondaient bien aux effets d'un pic d'érosion secondaire situé à mi-distance entre les pics d'érosion principaux du Cap Ferret et de Mimizan,
- calculer la vitesse moyenne de progression annuelle de ce pic d'érosion secondaire,
- estimer la progression du wagon sédimentaire actuellement en mouvement vers le sud et localisé au sud de la Pointe d'Arcachon. »

DUPARC (1983) oppose la théorie de LORIN « qui a cru déceler une migration constante et régulière des érosions vers le sud » aux opinions de BUFFAULT (1908) pour qui « les attaques de la mer et du vent sont essentiellement variables dans le temps et dans l'espace » et de JUNET (1965) qui voit dans les épisodes d'érosion « des phénomènes brutaux apparaissant à l'occasion des fortes marées en des points imprévisibles où l'action de l'érosion marine se concentre (liés à la forme que prennent transitoirement certains bancs de sable situés un peu au-dessous du niveau des basses mers » et conclut que « de multiples exemples justifient la prudence des praticiens ».

Mais plus loin, cet auteur, citant un article de ARTIGUES (1876) sur l'évolution des fonds de l'entrée sud de la Gironde, explique que « le déplacement des grandes unités sédimentaires répondrait à une périodicité d'environ 25 ans ».

AUBIE et TASTET (2000), à partir de la constatation de l'absence de toute migration notable de la zone d'érosion maximale sur la côte girondine entre 1967 et 1994, estiment que les « wagons sédimentaires (LORIN et MIGNIOT, 1980) ne semblent pas se produire » (car) « il n'existe pas de relation simple en fonction du temps des oscillations des zones d'érosion et d'accrétion ».

Par conséquent, faute, encore une fois, de mesures suffisantes, nous ne trouvons pas, pour l'instant, de raison de valider la méthode de sédimentologie prévisionnelle. Il n'est pas exclu cependant d'y revenir plus tard à la lumière de nouveaux résultats obtenus à partir des données futures de l'Observatoire.

3.2 Modèles

3.2.1 Modèles géométriques

3.2.1.1 Régression

CROWELL *et al.* (1997) concluent « qu'en l'absence de changements tels qu'ouvertures de passes ou construction d'ouvrages maritimes, la régression linéaire des positions successives du trait de côte sur la plus longue période possible représentait la prédiction la plus fiable de la tendance d'évolution du littoral à échéance de 30 ans et plus ».

Encore faut-il disposer d'un assez grand nombre de ces positions : dans le cas qui nous occupe, l'insuffisance du nombre de points de référence chronologique de la position du trait de côte (trois actuellement) nous place dans l'incapacité statistique de déterminer une marge d'erreur.

Translation linéaire

Dans le but de définir une bande territoriale inconstructible dans le cadre des Plan de Protection des Risques Naturels, le groupement d'études SOGREAH-LARAG (1995) a proposé d'appliquer une translation linéaire du littoral en fonction du temps ; les taux annuels moyens de déplacement du trait de côte (choisi à +6mCM) ont été définis à partir d'une analyse des données existantes : « ces extrapolations tiennent compte de la morphologie de la zone d'étude et des phénomènes cycliques qui peuvent exister ; par contre « dans les zones protégées par des ouvrages, le trait de côte futur est évalué comme si ces derniers n'existaient pas ».

La première disposition est sage mais sans les données nouvelles obtenues par la présente étude, les taux de déplacement appliqués apparaissent par trop monolithiques ; quant à faire comme si les ouvrages n'existaient pas, c'est rendre irréalistes les dispositions qui découlent du plan.

Ce caractère hybride entre démarche scientifique et démarche administrative n'a pas été toujours bien perçu.

Ce n'est donc pas la méthode qui est en cause ici, mais plutôt ses modalités d'application.

Translation de sinusöide

Du fait du déplacement méridien des vagues sédimentaires le long de la côte, l'évolution localisée et à courte échéance à partir des modèles linéaires n'est pas réaliste.

Le modèle élaboré par PRAT et SALOMON (1997) à partir de l'évolution de la Côte d'Arvert –dont la morphogénèse est proche de celle de la Côte Aquitaine, est basé sur la combinaison des deux déplacements suivants :

- le déplacement transversal moyen (Ouest-Est) du linéaire représentant la tendance à terme définie pour le secteur considéré.
- le déplacement longitudinal parallèlement au linéaire (le plus souvent Nord-sud) d'une sinusöide reproduisant l'effet sur le trait de côte de la dérive des «vagues de sable » (système de barres et baïnes) censé traduire les fluctuations par rapport à la tendance (Fig. 66).

De ce fait, *il est possible de prédire qu'un point fixe sur le littoral sera atteint dans 10, 20 ou 30 ans selon sa position initiale par rapport au trait de côte ».*

Ce modèle « *semble bien fonctionner entre Seignosse et Hossegor* » où l'on constate un décalage vers le Sud de 150 mètres en 50 ans des zones d'érosion et d'accrétion.

Cependant, la monotonie de la sinusöide ne peut tenir compte de l'hétérogénéité des vagues de sable réelles.

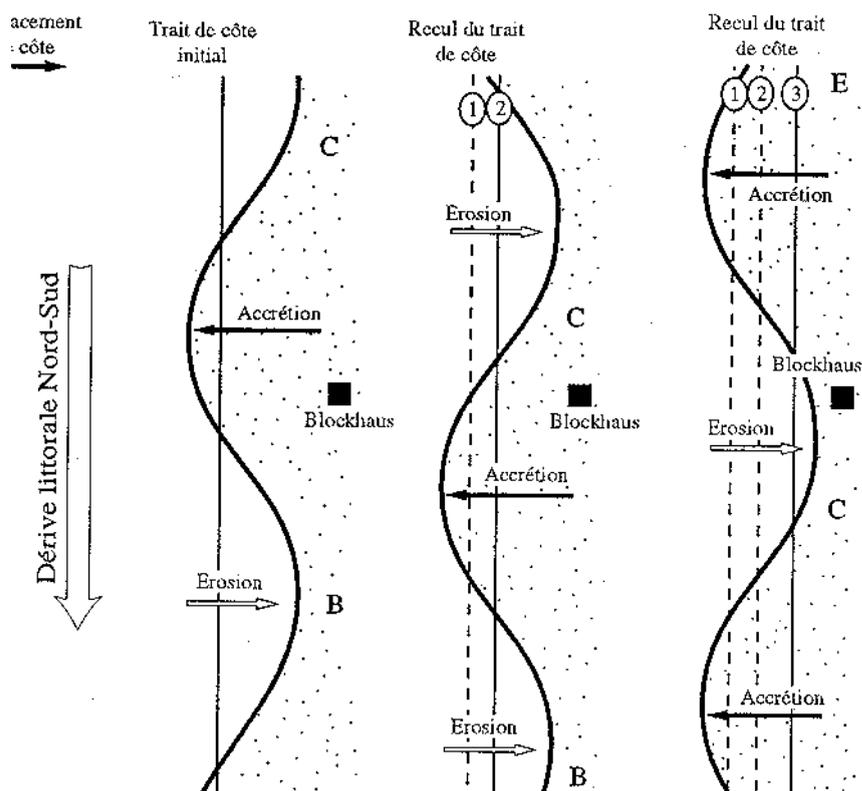


Fig. 66 : Schéma théorique de l'évolution du trait de côte. Hypothèse du train sinusoïdal (PRAT et SALOMON, 1997).

3.2.2 Modèles statistiques

3.2.2.1 Analyse de données topo-bathymétriques

BLANC (1996) propose le traitement des données du littoral (profils) de Faraman (delta du Rhône) recueillies entre 1988 et 1992 au pas mensuel, par les méthodes suivantes:

- les courbes de tendance,
- le modèle de Brown (lissage exponentiel),
- le modèle ARIMA Box-Jenkins (autorégression de moyennes mobiles),
- l'analyse des matrices de transitions (passage d'un état à un autre).

Des analyses prévisionnelles ont été réalisées en chiffrant l'ajustement du modèle avec les profils réels évolutifs ainsi qu'avec un profil de référence.

La situation actuelle se caractérise par « un bilan sédimentaire très déficitaire : érosion 74%, sédimentation 26 % de la surface testée.

A long terme, l'évolution naturelle semble tendre vers une diminution des processus érosifs si on néglige – ce qui paraît peu raisonnable – la tendance actuelle à l'élévation du niveau marin (= 1,3 mm/an) » (ibid.).

3.2.2.2 Analyse de données climatiques

Selon les variations de l'indice NAO (cf. 2.1.2.), le début d'une période 2000-2020 à faible gradient de pression laisse prévoir le retour d'hivers plus calmes et plus froids.

L'approche investiguée par OLAGNON in TOUGERON (1999) consiste à fournir une approximation de la loi de probabilité de l'évolution du trait de côte, sur une durée donnée, à partir de conditions de site données.

Pour ce faire, on simule un très grand nombre d'historiques climatologiques possibles, pour la durée donnée, et on effectue les statistiques empiriques sur les effets de ces historiques simulés.

La cartographie constitue le mode de représentation le plus expressif des prévisions de déplacement du trait de côte.

Mais il faut différencier la représentation du résultat de la tendance à long terme -ligne la plus probable à 30, 50, 100 ans) que l'on utilise par exemple dans les P.E.R.-, de la représentation des déplacements à court terme -le « battement » de la côte- mieux représenté sous la forme **d'une bande de terrain susceptible d'être balayée de part et d'autre d'un trait de côte donné**. La largeur de cette bande peut être choisie égale au plus grand déplacement observé à court terme (jour, mois, an)

3.2.3 Conclusion

Faute de données en nombre suffisant, aucune de ces méthodes ne peut être encore appliquée à la côte Aquitaine. En attendant les acquisitions à venir définies dans le cadre du présent programme, on a recours à l'extrapolation de tendance :

« En l'absence de données spécifiques du site pour les différentes variables, telles que les changements de profil et les taux de dérive littorale, la simple extrapolation des tendances historiques est considérée comme une technique de prévision fiable (LEATHERMAN, 1990).

Notons que, même si elle est justement utilisée dans le calcul prévisionnel à long terme, la vitesse moyenne de déplacement (ou taux en mètres/an) ne doit pas être présentée en tant que telle ; en effet cette notion abstraite peut facilement induire en erreur, par confusion du déplacement moyen avec le déplacement effectif.

La tendance observée en Aquitaine se résume en **une progression de la régularisation et une généralisation de l'érosion** sous l'effet de la remontée du niveau marin.

A long terme on assisterait donc à une résorption latérale des zones d'avancée par extension des zones de recul. Compte tenu de l'augmentation de la proportion de linéaire en recul dans les 32 dernières années qui est passé de 50 à 70 % (Fig. 67) on peut prévoir, si le rythme d'élévation du niveau marin ne change pas, que **la côte serait, à peu de chose près, entièrement en érosion vers 2050.**

A court terme, cette extrapolation serait corrigée par les probabilités de retour des événements climatiques exceptionnels, éventuellement les apports vérifiés de la sédimentologie prévisionnelle, enfin par l'effet des ouvrages récents.

Généralisation de la tendance au recul pour la Côte Aquitaine

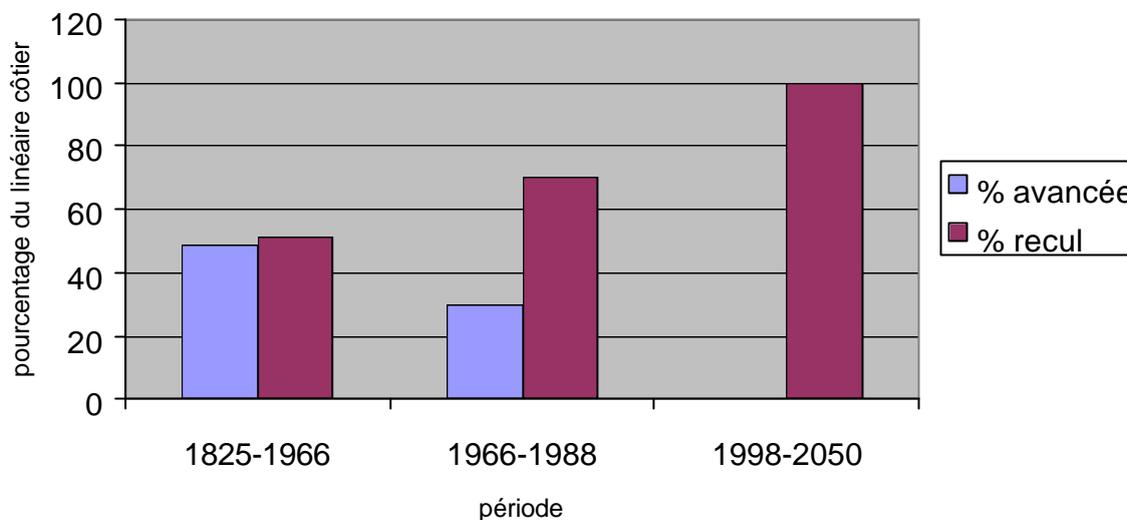


Fig. 67 : Généralisation de la tendance évolutive

Conclusion

On dispose de trop peu de positions chronologiques du trait de côte (3) dont la précision soit connue pour construire une ou plusieurs courbes (modèle) d'évolution pour les différents secteurs.

Il est donc actuellement impossible de produire des prévisions quantifiées du déplacement du trait de côte, c'est à dire de fournir des valeurs du déplacement futur **assorties de marges d'incertitudes**, donc de tracer des traits de côte à 20 ans et plus.

Pour l'instant, et dans l'attente de nouvelles données obtenues par les suivis en cours, on devra se contenter de prolonger les tendances observées en privilégiant le schéma général de régularisation à long terme du littoral.

Cette méthode conduit à prévoir une **généralisation du recul à l'ensemble du littoral à l'échéance 2050** pour un taux d'élévation du niveau marin inchangé.

C'est ainsi que les secteurs déjà soumis à cette tendance ne devraient continuer leur recul – hormis certains secteurs d'embouchures - tandis que les secteurs stables commenceront à reculer, et que les secteurs en avancée se stabiliseront.

4 TYPOLOGIE DU TRAIT DE COTE AQUITAIN

Le zonage sédimentologique présenté par la LCHF (1987) subdivisant la « province aquitaine » en cinq sous-ensembles a été présenté dans le rapport de 1^o phase (Annexe 2, p.33).

DEMARTY, (1990) tout en reconnaissant que « *la réalisation du zonage est délicate* » préconise « *que chaque segment représente une certaine unité (quant à sa structure, à l'importance du recul constaté et à la nature de l'occupation humaine).* »

A partir des données que nous avons rassemblées, nous proposons ici un zonage de « sensibilité » du trait de côte basé sur l'appréciation combinée de quatre critères élémentaires dans 1180 sections littorales de 200 m de linéaire (Nord-Sud) et de 600 m de profondeur (Est-Ouest).

Ainsi, la précision de l'affectation d'un point particulier de la côte à telle section ne doit pas être recherchées au delà de +/- 100 m.

D'autre part, la prise en compte dans cette analyse des côtes des passes intérieures du Bassin d'Arcachon peut donner des résultats légèrement différents de ceux exposés précédemment à propos des tendances évolutives.

4.1 Définition des critères

Des événements identiques ne retiennent pas également l'attention selon qu'ils surviennent sur différents secteurs de la côte. Cette constatation induit à considérer le facteur subjectif comme prépondérant dans l'analyse.

Au contraire nous essayons d'introduire dans l'approche suivante une certaine dose d'objectivité en utilisant le plus possible de critères basés sur des facteurs tangibles rigoureusement comparables.

Mais cela n'enlève pas le rôle de l'appréciation et de son caractère intuitif. Aussi cette démarche doit elle ouvrir sur la discussion.

Pour effectuer ce classement de « sensibilité », quatre critères ont été choisis pour leur disponibilité dans le Système d'Information Géographique. Les deux premiers sont basés sur les caractéristiques naturelles des sites (I et II) et ~~les deux derniers~~ **le dernier** (III ~~et IV~~) sur le type de traitement qui leur est appliqué.

4.1.1 Tendances évolutives (critère I)

L'intensité de l'évolution constatée et prévisible constitue le critère le plus directement compréhensible –sinon facilement applicable – de la classification des secteurs côtiers.

Il représente, par ailleurs, le critère majeur des PPR.

En se référant aux cartes de tendances à long terme, et spécifiquement aux résultats des déplacements du trait de côte sur la dernière période de 30 ans (1966-1998) (cf. Fig. 6), on retient 5 classes pour les secteurs côtiers de 200 m, à savoir :

Classe	Définition	Effectif	%
1	avancée > à la moyenne (63 m).	23	2
2	avancée < à la moyenne (63 m).	175	15
3	stabilité (déplacements non significatifs)	297	25
4	recul < à la moyenne (49 m)	464	39
5	recul > à la moyenne (49 m).	221	19

Tableau 20 : Classification des secteurs de côte selon leur tendance évolutive

L'application de la tendance à la côte ouverte convient dans la mesure où l'on admet la poursuite du phénomène de régularisation en cours.

Par contre son application systématique à des secteurs d'évolution cyclique connue, comme l'embouchure du Bassin d'Arcachon, conduirait à une disqualification que nous avons évitée en introduisant « manuellement » la tendance nous paraissant la plus appropriée.

De la même façon, les secteurs équipés d'ouvrages de défense linéaire n'évoluant que peu ou pas du tout, par définition, sont classés « stables ».

Statistiquement, la classe 4 représente le mode dominant (Fig. 68).

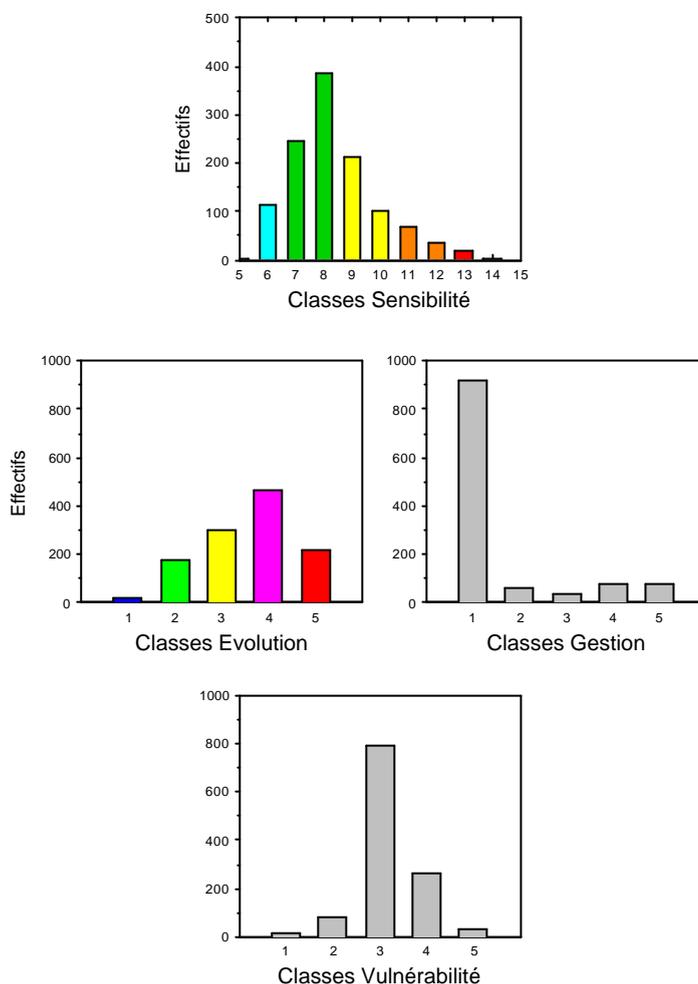


Fig. 68 : Histogramme des classes des critères

4.1.2 Vulnérabilité (critère II)

La vulnérabilité d'un littoral se mesure en fonction de critères topographiques : altitude terrestre et volume du cordon dunaire.

Les espaces littoraux terrestres d'altitude inférieure à 5 m NGF peuvent être atteints par les pleins-mers de tempêtes et par conséquent entrent dans la catégorie des secteurs naturellement submersibles par la mer, mais le volume du cordon dunaire littoral interposé entre ces espaces et l'océan constitue un facteur majeur de protection (cf. 2.1.3.3).

Les valeurs de niveau moyen NGF de deux bandes de terrain contigües de 300 m de large représentant :

- le niveau moyen (et par extension le volume) du cordon dunaire littoral d'une part, qui représente la capacité défensive à court terme de la côte.

- le niveau altimétrique de la lette d'autre part, qui représente la submersibilité de la côte, ont été extraites de la BD.Alti de l'IGN élaborée à partir de la cartographie 1966 au 1/25 000. La précision affichée en altitude équivaut à l'équidistance des isohypses, soit 5 m.

Il ne faut donc pas en attendre des résultats précis, mais répondant cependant à notre objectif de différenciation altimétrique des différents secteurs, couvrant l'ensemble de la côte.

La bande de terrain prise en compte étant limitée vers l'Ouest au trait de côte 1998, les valeurs d'altitude extraites sont représentatives de la configuration terrestre, abstraction faite des éventuelles modifications du modèle dunaire.

De manière à donner plus d'importance à la dune littorale, les classes de « vulnérabilité » sont déterminées par la formule de pondération suivante :

$$\text{Vulnérabilité} = (\text{niveau moyen bande 0-300 m} \times 2) + \text{niveau moyen bande 300-600 m} / 3$$

On obtient ainsi cinq classes représentatives de la vulnérabilité physique du littoral :

Classe	Niveaux NGF	Commentaires	Effectif	%
1	> 30 m	Niveaux exceptionnels des dunes littorales.	19	2
2	entre 15 et 30 m	Niveaux hauts des dunes littorales.	82	7
3	entre 10 et 15 m NGF	Niveaux hauts des lettes littorales et des basses dunes littorales.	788	66
4	entre 5 et 10 m NGF	Niveaux bas des lettes littorales	259	22
5	< 5 m NGF	Zones pouvant être atteinte par les niveau marins extrêmes.	32	3

Tableau 21 : Classification des secteurs de côte selon leur vulnérabilité

Les secteurs peu vulnérables se situent au dessus de 10 m NGF, les secteurs vulnérables (les points faibles du littoral) se situant au dessous : ces derniers représentent statistiquement ¼ du linéaire dont 6 km de côte très vulnérable (classe 5) parmi lesquelles le Cap Ferret et Capbreton. La classe 3 représente le mode très dominant d'un littoral extrêmement monotone.

Après les facteurs naturels, la sensibilité d'un littoral peut être atténuée ou aggravée par des actions ou des décisions : la présence ou l'absence d'interventions de gestion ou d'occupation, et leur nature.

4.1.3 Gestion (critère III)

Le choix du type de traitement appliqué par les gestionnaires à la côte est conditionné par les objectifs poursuivis (choix et partie d'aménagement), mais ceux-ci ne sont pas toujours bien définis ni constants dans le temps.

Les classes définies résultent d'une combinaison des actions et des politiques de gestion qui résultent de ces choix.

4.1.3.1 Secteurs dépourvus d'ouvrages de défense

Ces secteurs couvrent la très grande majorité du linéaire Aquitain (environ 85 %) ce qui fait d'ailleurs l'originalité de cette côte. Du point de vue des effets de la gestion sur le déplacement du trait de côte, les secteurs dépourvus d'ouvrages maritimes se subdivisent en :

4.1.3.1.1 *Secteurs entretenus*

Il s'agit pour l'essentiel du linéaire accolé au Domaine de l'Etat, du Conservatoire (gérés par l'O.N.F.) mais aussi de certains territoires communaux.

D'une manière générale, les programmes d'entretien de la côte, bien qu'ayant pu varier dans le temps, sont intégrés dans une politique de « défense élastique » tendant à freiner le recul du trait de côte.

L'ensemble du linéaire de cette catégorie est **classé 1** lorsqu'il est dépourvu de tout ouvrage ou aménagement.

4.1.3.1.2 *Secteurs non entretenus ou « indéfinis »*

Ces secteurs ne font pas l'objet d'une politique bien définie de défense ; on constate qu'il s'agit en majorité des zones marginales de certaines stations balnéaires, sur lesquelles, pour des raisons diverses, les actions sont inexistantes ou discontinues.

Cette absence d'entretien facilite l'enlèvement des matériaux et affaiblit la côte car « *l'invasion du continent par les sables et le recul du littoral sous l'action de l'érosion marine sont deux faits en étroite interdépendance* » (WELSCH, 1909, in BUFFAULT, 1942).

Cette situation nuit donc aux secteurs voisins, défendus ou non, et à l'ensemble de l'équilibre de la ligne de côte en laissant se développer un point faible « artificiel ». Cela explique l'affectation de ces secteurs en **classe 5**.

4.1.3.2 **Secteurs pourvus d'ouvrages de défense**

Les données sur les ouvrages maritimes sont issues de la couverture des ouvrages SIG Côte Aquitaine, situation 1998. (rapport Phase 2, Annexe 1).

4.1.3.2.1 *Défense fixe par ouvrages longitudinaux*

Il s'agit en majorité des fronts de mer des stations balnéaires nettement urbanisées : par exemple Soulac, Lacanau, Pyla, Capbreton. On peut ici parler de défense fixe **classée en 4**.

4.1.3.2.2 *Défense fixe par ouvrages transversaux*

Les secteurs munis d'épis ou de « digues » de débouché des courants, dont on a vu l'effet plus ou moins favorable sur la tenue de la côte, mais qui n'entraînent pas de problèmes majeurs, sont **classés 3**.

4.1.3.2.3 *Défense mobile (ouvrages légers)*

A l'opposé des ouvrages lourds (longitudinaux et transversaux), existe une variété d'ouvrages légers, (palissades, rangées de pieux, ganivelles, descentes...) qu'il est possible de déplacer en accompagnement du déplacement du trait de côte. Ils équipent les sites balnéaires « naturels » (**Classe 2**)

La répartition des secteurs côtiers selon ces classes de gestion / équipement apparaît dans le tableau 22 ci-dessous :

Classe	Définition	Effectif	%
1	Entretien	920	78
2	Défense légère	62	5
3	Défense fixe transversale (épis, digues de courants...).	38	3
4	Défense fixe longitudinale(front de mer).	81	7
5	Indéfini	79	7

Tableau 22 : Classification des secteurs de côte selon leur gestion

La classe 1 très dominante qui résulte du statut foncier particulier de cette côte méritera d'être détaillée ultérieurement.

On remarque que seulement 10 % du linéaire sont équipés d'ouvrages de défense (classes 3 et 4) et que 7% (15 km de côte) ne bénéficient pas d'un traitement défini (classe 5).

4.2 Grille d'évaluation de la sensibilité

La somme des classes affectées à chaque critères aboutit à un classement des secteurs selon leur « sensibilité » croissante.

Classe	Somme des classes des critères I à IV	Sensibilité	Effectif	%	km
1	5-6	faible	113	10	23
2	7-8		628	53	125
3	9-10	moyenne	313	26	63
4	11-12		103	9	20
5	13-14	forte	23	2	5
		total	1180	100	236

Tableau 24 : Classification résultante des secteurs côtiers selon leur « sensibilité »

En pratique, les valeurs obtenues vont de 5-6 (peu sensible) à 13-14 (très sensible) et sont figurées sur les figures 69 (Gironde) et 70 (Landes + Anglet).

Une analyse sommaire des résultats montre que les secteurs classés « très sensibles » représentent un total de 4,6 km (2 % du linéaire).

La raison principale de leur mauvais classement (facteurs pénalisants) vient le plus souvent du critère de gestion – plus précisément de l'absence d'entretien – de certaines marges de zones urbanisées (critère III).

Ces questions sont examinés ci-après.

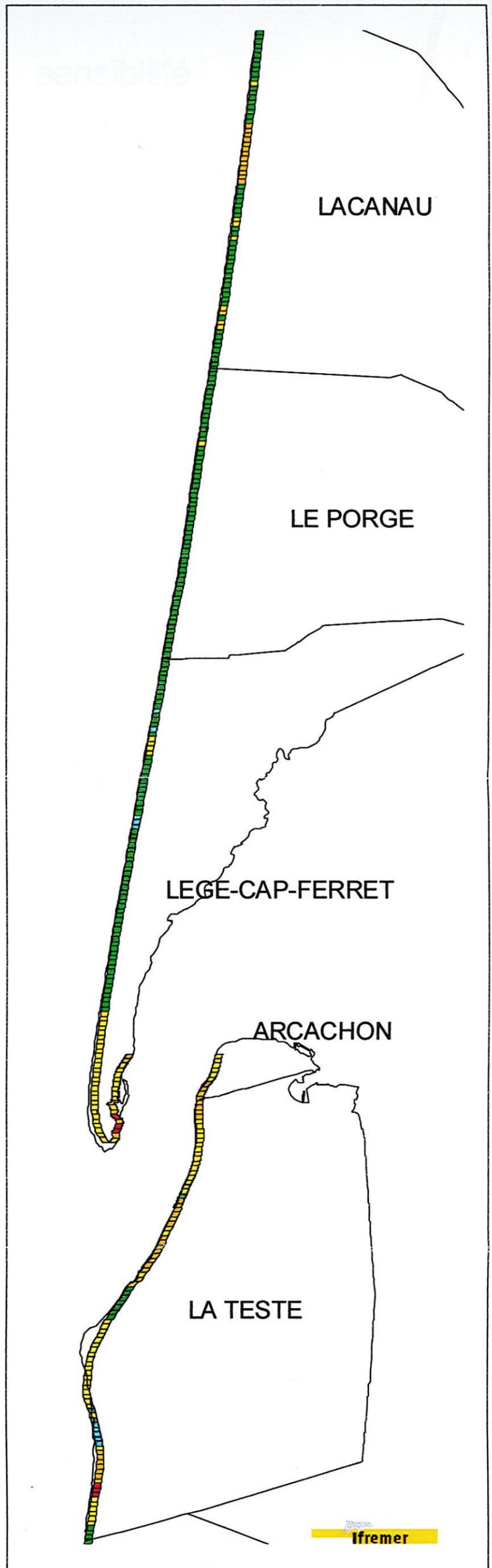
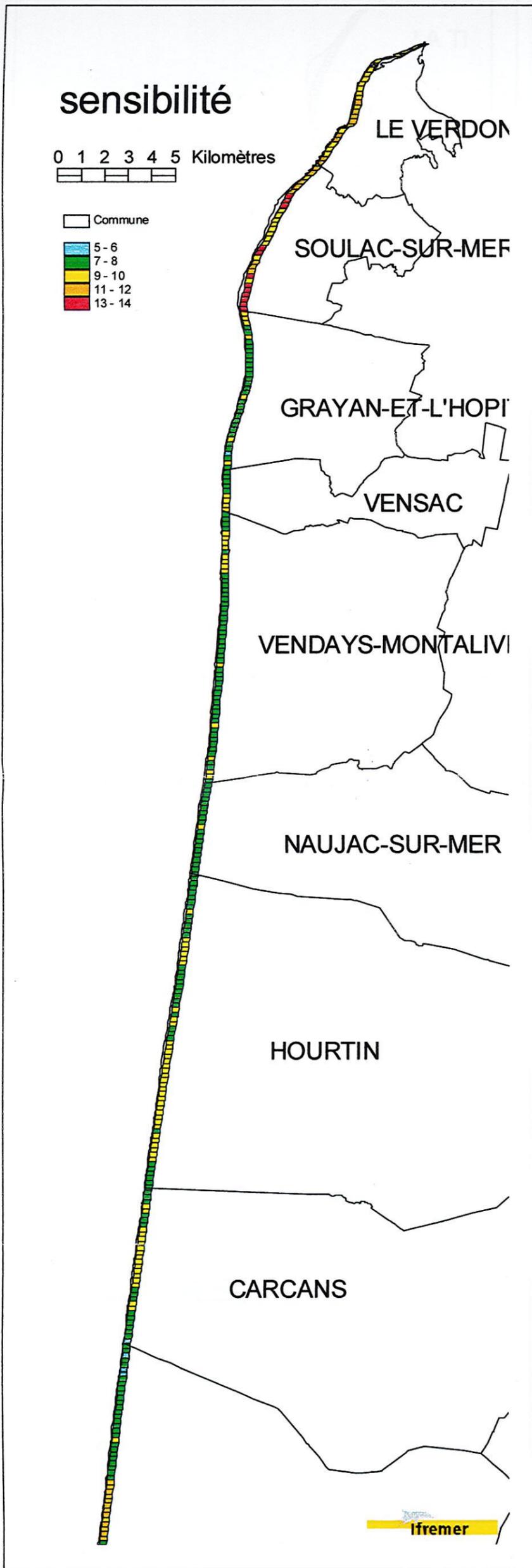


Fig. 69 : Sensibilité des secteurs côtiers de 200 m (Gironde)

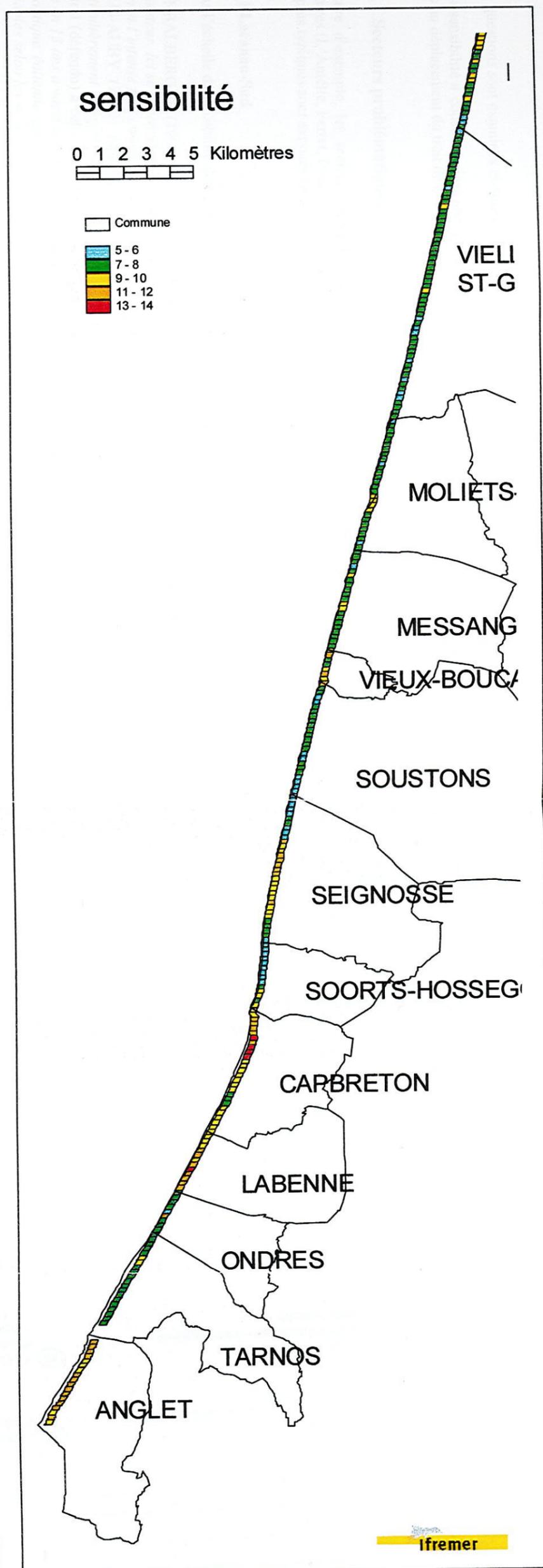
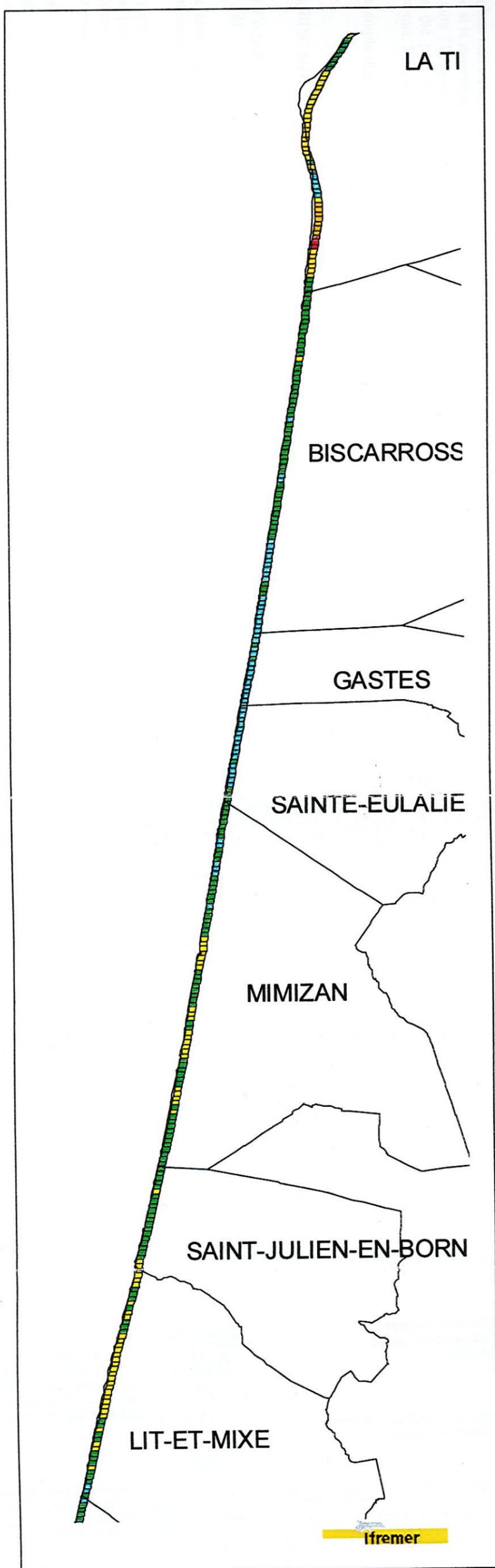


Fig. 70 : Sensibilité des secteurs côtiers de 200 m (Landes + Anglet)

4.3 Secteurs problématiques

A titre d'exemple, les secteurs péri-urbanisés de Lacanau-Nord et Sud, Biscarrosse-Nord, parmi d'autres (L'Amélie, Ferret, Pyla, Vieux-Boucau-Nord...), posent un certain nombre de problèmes dont les plus typiques sont exposés ci-après :

4.3.1 Lacanau-Sud

Dans l'échelle de sensibilité que nous avons établie, ce secteur est classé fort (11-12).

VANBALBERGHE (1992) cite « *la fenêtre municipale : c'est là que l'évolution est la plus sensible du secteur. Ici se trouvent réunies deux circonstances s'aggravant l'une l'autre : l'absence d'entretien suivi et l'intense fréquentation touristique...* »

CLUS-AUBY (2000) rappelle le « *décrochage (entre l'enrochement et la dune non-protégée) particulièrement marqué à l'extrémité Nord* ». GENEVESIO (1999) compare l'évolution du secteur central (défendu) à celle du secteur Nord et Sud (Dune Labat) et constate que « *le recul du trait de côte en 13 ans a varié de 10 à 40 m selon les secteurs : il est maximal au Nord et au Sud* » et que « *la dynamique éolienne génère un recul du cordon dunaire vers l'intérieur des terres à des vitesses variables selon les secteurs* ».

Ces observations tendent à montrer que le recul local du trait de côte pourrait être en quelque sorte freiné si la dune était entretenue.

La figure 71 apporte une confirmation à cette assertion en montrant que le recul du trait de côte sur 32 ans a été plus important à la hauteur de ce secteur dunaire dégradé qu'à hauteur des secteurs entretenus. Il en va de même pour le secteur Lacanau-Nord.

Cet exemple illustre le cas d'un secteur dont la sensibilité est accrue par des facteurs humains.

4.3.2. BISCARROSSE-NORD

Dans l'échelle que nous avons établie, ce secteur est classé de sensibilité faible à modérée (9-10) (Fig. 72).

Le secteur de la Lette de Jaougue-Soule situé au Nord de la Station balnéaire de Biscarrosse-Plage semble correspondre à un point faible de la côte marqué par une concavité du trait de côte 1998.

Une perte ancienne de matériau du cordon, matérialisé par le vaste épandage de sable dans la lette, a pu se produire avant la reprise de l'entretien du cordon littoral par l'ONF (PK1 à PK2) ; elle expliquerait cette faiblesse locale. Mais on peut y voir aussi des causes structurales liées à d'anciennes embouchures (cf. 1.1.1.4.3.)

Qu'elle qu'en soit l'origine, la proximité de ce point faible a pu faciliter le recul récent du trait de côte de Biscarrosse-Plage depuis la date du levé, dans le contexte général des fluctuations de la dérive littorale propre à ce secteur sous la dépendance du cycle des passes du Bassin d'Arcachon (SOGREAH, 2000).

Cet exemple illustre le cas d'un secteur dont la sensibilité est légèrement accrue par la conjonction probable de facteurs humains et de facteurs naturels de faible incidence mais dont l'effet peut se répercuter sur un secteur aménagé limitrophe.

Conclusion sur les secteurs sensibles

La carte de sensibilité hiérarchise les secteurs côtiers aquitains en fonction d'un critère synthétique issu de la conjonction de trois critères physiques fondamentaux. Elle permet d'établir une statistique des zones problématiques

Bien entendu, la répartition des secteurs les plus sensibles ne surprend pas ; dans le détail cependant, on peut s'étonner du classement de certains secteurs, ce qui nous amène à une profitable réflexion sur ce qui motive ce classement et, éventuellement, à revoir en conséquence des idées préconçues.

Une fois l'attention attirée sur tel ou tel secteur, il convient ensuite d'approfondir la question : c'est ainsi que, les deux exemples présentés, très dissemblables montrent qu'au delà du classement de sensibilité établi sur les facteurs généraux, il convient, pour traiter les problèmes de chacune de ces zones, de mener des études de cas.

Ces études sortent du cadre du présent programme, mais le Système d'Information Géographique établi à cette occasion offre le gros avantage de replacer facilement de telles études dans leur contexte.

II. RECOMMANDATIONS

En fonction des réalités rencontrées sur une côte basse sédimentaire, il y a trois options possibles pour les responsables du développement (LEATHERMAN, 1990) :

« - renforcer le rivage par des ouvrages lourds, ce qui revient cher et peut compromettre la ressource, (par exemple par la perte de plage récréative),

- programmer le recul, qui est la meilleure option dans un espace faiblement occupé,

- engraisser les plages, qui est l'option la plus intéressante quand il faut à la fois protéger un espace urbain dense et conserver une plage attractive.

Le choix de la réponse appropriée doit découler des conditions existant sur chaque site.

Les coûts et les bénéfices de la fixation par rapport au recul doivent être soigneusement examinés car ils seront élevés dans les deux cas ».

Soulignons d'abord que ces coûts seront fortement réduits grâce à l'investissement préalable consenti pour suivre puis prédire l'évolution :

Pour ce faire, la première opération consiste à acquérir des données de terrain fiables.

La seconde opération (en cours) consiste à organiser ces données pour en permettre l'interprétation par les personnes compétentes et finalement à mettre à disposition et diffuser l'information utile qui en résulte (Observatoire).

1. SUR LA MISE EN PLACE DES RESEAUX DE SUIVI

Profils

Le réseau O.N.F. a été bien conçu et, moyennant quelques améliorations, doit être reconduit comme base de mesure indispensable.

Pour compléter et aider à l'interprétation de ces mouvements de profils, DUPARC (1983) préconise «le relevé annuel des zones d'érosion (...) à chaque kilomètre au minimum et sur une longue période.» Cette tâche, confiée aux agents de l'O.N.F., devrait être facilitée et optimisée par la réalisation conjointe par le BRGM et l'ONF de fiches d'observations adaptées.

Levés généraux

De plus, à une fréquence de l'ordre de 10 ans, une couverture topographique complète est nécessaire si l'on veut disposer à terme de données suffisantes pour modéliser le déplacement de la côte ; on recherchera des méthodes permettant un levé à la fois précis, rapide et financièrement abordables, telles que la télédétection photographique, satellitale ou laser, cette dernière « aujourd'hui pleinement opérationnelle » comme le levé d'estran de la Baie de l'Aiguillon l'a démontré (BARREAU, 2000).

Assurer la continuité du suivi représente un impératif ; nous avons vu à quel point notre capacité de prévision était réduite par le faible nombre de données disponibles, à la fois fiable et étalées dans le temps et dans l'espace

2. SUR LES AMENAGEMENTS

Comment rappeler plus clairement ce que des générations d'aménageurs ont établi que cette citation de DUPARC (1983) ?

« Il n'existe pas de technique miracle, ni même de bons ou de mauvais procédés. La conservation du dispositif de protection exige seulement des travaux appliqués à bon escient (...°) c'est au niveau de l'aménagement régional que la stabilisation des dunes doit redevenir un objectif prioritaire (...) les

décisions prises détermineront si le littoral s'enfonce dans le désordre ou si, au contraire, il redevient la réalisation exemplaire de l'héritage du siècle précédent. » (DUPARC, 1983).

Dans un contexte de **rivages d'embouchures fixées** (Gironde, Passes intérieures du Bassin d'Arcachon, courants landais, Capbreton, Adour, ...) il n'y a guère de choix que d'entretenir les ouvrages dans la mesure où le coût se justifie par la conservation d'une ressource ou d'un patrimoine public ou privé.

L'engraissement des plages - par dépôt de sable continental de préférence - doit accompagner l'entretien des ouvrages et assurer leur tenue dans des conditions qui devraient empirer.

Dans un contexte de **rivages d'embouchures libres** comme celles du Bassin d'Arcachon (passes extérieures) ou du courant d'Huchet, il convient d'intégrer dans les programmes d'aménagement à la fois le déplacement de l'encadrement côtier (le trait de côte), d'une part, et, d'autre part, la cyclicité du déplacement des chenaux, des bancs encadrants et des zones d'érosion et de sédimentation. Ici, l'investissement intellectuel sera donc prioritaire.

Sur la **côte ouverte**, la pseudo-périodicité des épisodes d'avancée et de recul du trait de côte liés au passage des vagues sédimentaires et aux événements climatiques ne peut encore faire l'objet de prévisions détaillées, bien que les progrès de la télédétection approchent ce moment ; il convient donc de s'en tenir à la réservation foncière d'une bande de sécurité de largeur équivalente à l'amplitude maximale connue de ces déplacements.

Une différence fondamentale sur le concept de défense de la côte apparaît : si dans le premier cas une défense lourde se justifie, dans les suivants cette défense doit être évolutive et, de ce fait nécessairement plus légère. Elle consiste essentiellement à éviter la dispersion du sable de la plage à l'intérieur des terres pour conserver en état le cordon littoral, véritable « ceinture de sauvetage »..

Résumé des Recommandations

1) Suivis cognitifs

La continuité du suivi représente un impératif :

Actuellement, la capacité de prévision est réduite par le faible nombre de données disponibles, à la fois fiables et étalées dans le temps et dans l'espace.

2) Anticipation et accompagnement de l'évolution prévisible :

Actions

- Fronts de mer balnéaires sur embouchures :
 - entretien des défenses,
 - rétablissement du transit de sédiment (by-pass) ;
 - rechargement des plages.
- Fronts de mer balnéaires sur côte ouverte: se limiter à un dispositif de retardement :
 - homogénéiser le traitement de la dune entre secteurs forestiers et secteurs urbains (végétalisation et allègement des aménagements),
 - défense non-reflectrice en pied de dune,
 - rechargements de plage avant saison

Planification :

- prévoir une « bande inconstructible »
- urbaniser en profondeur.

Résumé

Le déplacement de l'ensemble du trait de côte Aquitain sur les derniers 173 ans a pu être précisé dans le cadre des travaux du présent programme.

Il résulte de la somme de mouvements saccadés d'amplitude proportionnelle à la vigueur des événements climatiques générateurs.

Dans son ensemble - hormis l'embouchure du Bassin d'Arcachon qui suit une évolution cyclique- la côte est en phase de régularisation avancée et tend vraisemblablement vers la généralisation du mouvement de lent recul à l'horizon 2050.

Des travaux de défense importants ont été créés pour sécuriser la navigation dans les embouchures ; d'autres pour protéger l'urbanisation balnéaire.

Bien que globalement peu développé (10% du linéaire), ce dispositif pose problème : en particulier, les ouvrages de défense isolés qui introduisent des points durs dans ce système éminemment mobile subissent des dégâts constants et deviendront de plus en plus difficiles à maintenir en position.

Par conséquent, il apparaît souhaitable de ne pas essayer de stopper le mouvement de recul mais de le freiner par des moyens de défense légers et des travaux d'entretien dunaire et ce, de manière homogène en étendant ce dispositif à la plus grande proportion possible du linéaire, y compris les secteurs balnéaires qui s'y prêtent.

Les données existantes permettent déjà de préparer ce «recul programmé » qui pourra être encore affiné grâce aux résultats des suivis en cours et prévus (CPER 2000-2006).

Références bibliographiques

- ABOURS S., 1979.** Apport du nivellement à la mise en évidence des mouvements verticaux de la croûte terrestre : Application à la région Pyrénées-Aquitaine. Thèse 3^e Cycle n° 1183, Univ. de Strasbourg.
- ALLEN G.P., 1972.** Etude des processus sédimentaires dans l'estuaire de la Gironde. Thèse Sc. Nat., Univ. Bordeaux, n°369, 310 p., 134 fig., 13 tabl.
- AMINI M., 1979.** Etudes des processus dynamiques et de l'évolution sédimentaire sur la côte sableuse d'Aquitaine. Thèse d'Etat, Université de Bordeaux I, n°623, 390 p.
- ARTIGUE H., 1873.** De l'envahissement par la mer des côtes de France sur le littoral de l'océan dans la partie comprise entre Bayonne et Royan. Actes Soc. linn. Bordeaux, 29, 505-513.
- AUBIE S., 1996.** L'érosion du littoral aquitain et l'impact des aménagements sur le trait de côte (de la Pointe de Grave au Cap Ferret). D.E.S.S., Université de Bordeaux, D.G.O., 61 p.
- AUBIE S., TASTET J-P., 2000.** Coastal Erosion, Processes and Rates : An historical study of the Gironde coastline, southwestern France. J. coast. Res., 16, 3, 756-767.
- AUGRIS C., CRESSARD A., GERARD B., 1978.** Recherche de granulats marins pour
- AUGRIS C., MAZE J-P., SATRA C., CIRAC P., BOURILLET J-F., NORMAND A., 1999.** Le domaine marin côtier du Pays-Basque (Pyrénées-Atlantiques) : Carte morpho-bathymétrique et carte des formations superficielles. DRT-Aquitaine, C.G.Pyrénées-Atlantiques, DDE-Pyrénées-Atlantiques, DGO-Univ. Bordeaux I, Editions IFREMER, 32 p., 4 cartes 1/20 000.
- BABIN P., 1990.** Morphologie, sédimentologie et processus dynamiques des passes intérieures du Bassin d'Arcachon : un exemple d'évolution cyclique d'une communication lagune/océan. Thèse n°465, Département Géologie et Océanographie, Univ. Bordeaux I, 312 p., 122 fig.
- BARREAU G., 2000.** Apport de l'altimétrie par laser aéroporté à la cartographie des estrans. DESS Applications des technologies spatiales, Univ. Strasbourg, IFREMER, 67 p., 53 fig.
- BARRERE P., 1990.** Dynamique des milieux dunaires gascons. Actes Coll. Soc. Hist. Arch. Arcachon, Oct. 1990, 7-20.
- BEAUCHESNE P., BELLESSORT M., COURTOIS M., URLACHER J., BERTRAND F., DELANNOY B., 1969.** Etude Hydraulique du Bassin d'Arcachon. Mission d'observation en Nature. L.C.H.F., Départ. de la Gironde, Service Maritime, rapport général fév. 1969, 68 p. + rapport sédimentologie mars 1969, 65 p.

- BLANC J.J., 1996.** Plages en recul et dynamique des profils littoraux à Faraman (Camargue, Delta du Rhone)-Méthodes d'études ; essai d'analyse prévisionnelle. Quaternaire, 7, 1, 53-62.
- BLOOM A.L., 1978.** Geomorphology : A Systematic Analysis of Late Cenozoic Landforms. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall, 510 p.
- BRAUD F., 1986.** La dynamique sédimentaire à l'embouchure d'un estuaire, intérêt du sonar latéral à l'étude de la passe Sud-Gironde. Thèse 3^o cycle, Univ. de Bordeaux I, 278 p.
- BUFFAULT P., 1908.** Le littoral de Gascogne. Communication au Congrès des Sociétés françaises de Géographie, Bordeaux, 1907, p.149-183.
- BUFFAULT P., 1942.** Histoire des Dunes maritimes de la Gascogne.. DELMAS, Bordeaux, 441 p.
- CACCHIONE D.F.A., DRAKE D.E., GRANT W.D., TATE G.B., 1984.** Rippled scour depressions on the inner continental shelf off central California. J. Sediment. Petrol., 54, 1280-1291.
- CASTAING P., HOWA H., 1985.** Erosion de la côte médocaine à l'embouchure de la Gironde. Etude des conditions naturelles. IGBA-Université de Bordeaux I, Contrat CNEXO-IGBA n°84/7528, rapport 42 p.
- CLUS-AUBY C., 2000.** La gestion de l'érosion du littoral dunaire aquitain. Thèse Géogr. Aménag., Université de Bordeaux III, 452 p.
- CROWELL M., LEATHERMAN S.P., BUCKLEY M.K., 1991.** Historical shoreline change : Error analysis and mapping accuracy. J. coast. Res., 7, 3, 839-852.
- DEMARTY O., 1990.** Les Difficultés de la présentation cartographique de l'évolution du Littoral : le cas de la Loire-Atlantique et de la Vendée. Cah. Nant., 35-36, 107-118.
- DERRUAU M., 1962.** Précis de géomorphologie. Masson et Cie Ed., Paris. 413 p.
- DESERCES R., 1973.** Etude géologique du quaternaire récent de la basse vallée de l'Adour et de ses dépendances marines. Thèse de 3^o cycle n°1046, Univ. Bordeaux I, 92 p.
- DESFOSEZ D., 1996.** Evolution du trait de côte. Suivi par photographies du comportement des ouvrages de défense de la plage de Sangatte-Fort Mahon. Mémoire de DEUST, Université du Littoral, 60 p.
- DUGAS F., 1966.** Etude du déplacement des sables sur la partie Nord du littoral des Landes. Thèse de 3^o Cycle , Géol. dyn., Faculté des Sciences, Université de Paris, 77 p.
- DUPARC J.L., 1983.** La restauration des dunes littorales de Gascogne. Thèse Univ. Bordeaux III, Mémoires et documents du Laboratoire de Géographie Physique Appliquée, n°1, 260 p.

- DUPLANTIER F., 1976.** Etude sédimentologique de la zone cotière et du proche plateau continental de la région de Capbreton, paléogéographie et évolution actuelle. Thèse de Géologie marine, Université de Bx I, n°1329, 131 p.
- DURAND F., 1999.** Evolution topographique et morphologique des plages de l'Amélie et de Montalivet. District de la Pointe du Médoc, Service Maritime et de Navigation du Verdon, rapport 40 p.
- FABRE A., 1939.** Les terrains de revêtement de Médoc. Etudes Géol. sur le dép. de la Gironde, E. DROUILLARD Ed., Bordeaux, 344 p.
- FENSTER M.S., DOLAN R., 1994.** Large scale reversals in shoreline trends along the U.S. mid-Atlantic coast. *Geology*, 22, 543-546.
- FERAL A., 1985.** Etude de l'évolution du littoral de la presqu'île du Cap Ferret. P.A.B./S.M.N.G., rapport déc. 85, 40 p., 35 fig.
- FOX W.T., DAVIS R.A., 1976.** Weather patterns and coastal processes in Beach and Nearshore Sedimentation, Soc. Econ. Paleo. and Min., special Pub. n°24, oct. 1976., 1-23.
- FROIDEFOND J.-M., 1985.** Méthode de géomorphologie côtière. Application à l'étude de l'évolution du littoral aquitain. *Mémoire I.G.B.A.*, 18, 1-273.
- GALLISSAIRES J.-M., 1992.** Etude des transits sableux sur la zone côtière. Application aux littoraux aquitain (France) et Fluminense (Brésil). Thèse n°534, Université de Bordeaux I, 283 p.
- GASSIAT L., 1989.** Hydrodynamique et évolution sédimentaire d'un système lagune-flèche littorale. Le Bassin d'Arcachon et la flèche du Cap Ferret. Thèse Université de Bordeaux I, 228 p.
- GOURHANT J., 1977.** Les conditions nautiques du bassin d'Arcachon et l'évolution des rivages. Thèse Doctorat 3° cycle Géographie, Université de Bx III, 224 p.
- GUILCHER A., GODARD A., VISSEAUX E., 1952.** Formes de plage et houle sur le littoral des Landes de Gascogne, particulièrement à Mimizan. *R.G.P.S.O.*, XXIII, 99-117.
- HAILS J.R., 1977.** Applied geomorphology in coastal-zone planning and management, in *Applied Geomorphology*, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, 317-362.
- HARLE E., HARLE J., 1920.** Mémoire sur les dunes de Gascogne avec observations sur la formation des dunes. Extrait du *Bull. Section Géogr.*, 1919, 145 p.
- HOWA H., 1987.** Le Littoral du Nord Médoc (Gironde). Evolution d'une côte sableuse en érosion. Thèse de Doctorat d'Etat n°146, Université de Bordeaux I, 258 p.
- JOUNET G., 1965.** La restauration des dunes littorales de la côte de Gascogne aux environs de Mimizan-Plage. 12° Congrès National de la S.M.A.R., 11p.

- KING C.A.M., 1972.** Beaches and Coasts, Edward Arnold Ed., 2° Ed., 570 p.
- KLINGEBIEL A., LARSONNEUR C., 1980.** Modèle de sédimentation littorale actuelle en zone tempérée, la façade maritime française de l'Atlantique à la Manche.. Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine, Bordeaux, n° 27 : 113-164, 23 fig.
- L.C.H.F., 1975.** Etude de la protection du littoral entre le Cap St Martin et l'embouchure de l'Adour - Synthèse des résultats obtenus en nature et sur modèle réduit. Département des Pyrénées atlantiques, Ville d'Anglet, DDE-64, rapport oct. 75, 24 p.
- L.C.H.F., 1987.** Catalogue sédimentologique des côtes françaises : côtes de la Manche et de l'Atlantique de la Baie du Mont Saint-Michel à la frontière espagnole. Partie C : de la Gironde à la frontière espagnole. Coll. Dir. Et. Rech. E.D.F., Ed. Eyrolles, n°65, pp.371-552 [+ index général pp.553-559].
- LA PRAIRIE X., 1999.** Le présent et l'avenir. Congr. Soc. Sci. Lettres et Arts de Bayonne, 16 et 17 avril 1999, 17 p.
- LAKHAN V.C., PEPPER D.A., 1997.** Relationship between concavity and convexity of a coast and erosion and accretion patterns. J. coast Res., 13, 1, 226-232. l'approvisionnement de la région de Bayonne (août 1978). Rapport CNEXO-COB, 20 p.
- LARRAS J., 1958.** Plages et côtes de sable. Eyrolles Ed., Paris.
- LASCOSTES P., 1990.** Etude rétrospective de l'évolution du Trait de Côte (Nord-Vendée) par photogrammétrie Cah Nant. 35-36, 123-132.
- LAVAL, 1847.** Mémoire sur les dunes du Golfe de Gascogne. Ann. Ponts et Chaussées, 20, 181, 218-268.
- LEATHERMAN S.P., 1980.** Barrier Island Handbook. University of Maryland, National Park Service, 2° Edition, memento 108 p.
- LEATHERMAN S.P., 1990.** Modelling shore response to sea-level rise on sedimentary coasts. Prog. phys. Oceanogr., 14, 4, 447-464.
- LENOTRE N., 1993.** Niveau de la mer et tectonique actuelle - Carte de France des mouvements verticaux actuels (comparaison des nivellements). Colloque "Elévation du niveau de la mer - Etude, impact". Séminaire Eau et Environnement n° 4, Paris 6-7 déc 1993, 99-101.
- LEVOY F., LARSONNEUR C., 1992.** Notice d'impact en vue de travaux de protection contre la mer. Guide méthodologique. Centre Régional d'Etudes Côtières, D.R.A.E. de Basse Normandie, Lab.de Géologie marine, Univ. de Caen, 72.
- LORIN J., MIGNIOT C., 1980.** Erosion du littoral de Gascogne - Notion de sédimentologie prévisionnelle. Congrès géologique international, Paris 1980, résumés BRGM., 2, 2, 461.

- LORIN J., MIGNIOT C., 1984.** Recul du trait de côte le long du littoral aquitain - Notion de sédimentologie prévisionnelle. Bull. Soc. hydrotech. Fr., XVIII^e Journées de l'Hydraulique, Marseille, 11-13 sept.1984, "L'hydraulique et la maîtrise du littoral" ,II.6.1-9 , .
- LORIN J., MIGNIOT C., 1986.** Evolution de la Côte Aquitaine. Diagnostic. Mission de contrôle. L.C.H.F., MIACA, rapport fév. 1985, 28 p., multigraphiques et cartes.
- LORIN J., VIGUIER J., MIGNIOT C., 1979.** Etude en nature de la Côte Atlantique entre la Pointe de Grave et l'embouchure de l'Adour. L.C.H.F., M.I.A.C.A., rapport général 269 p., 237 fig., 169 photos.
- LORIN J., VIGUIER J., MIGNIOT C., 1982.** Etude de l'évolution du littoral de la Côte Aquitaine entre la pointe de Grave et l'embouchure de l'Adour. Synthèse des études L.C.H.F., DATAR-MIACA, rapport 56 p. + 50 photos.
- M.I.A.C.A., 1975.** L'aménagement de la côte aquitaine. Où en est-on ? Mission Intermin. pour l'Aménagement de la Côte aquitaine, rapport janv. 1975, 87 p.+ cartes.
- MICHEL D., 1997.** Evolution morphodynamique d'un littoral sableux situé à l'aval d'une embouchure lagunaire. Université de Bordeaux I, Thèse n°1670, 162 p.
- MORTON R.A., 1979.** Temporal and spatial variations in shoreline changes and their implications, examples from the Texas Gulf coast. J. Sediment. Petrol., 49, 4, 1101-1112.
- NEGRE S., 2000.** Contribution à l'élaboration d'un outil de gestion de la côte Aquitaine. DESS Systèmes d'Information Géographique, Univ. de Caen, IFREMER, 59 p., 27 fig., 11 cartes, 3 photos.
- OSPAR, 2000.** Bilan de Santé 2000. Commission OSPAR, Londres. 108 + VII p.
- OYARZABAL J., 1999.** Le nettoyage des plages dans le département des Landes : mode opérationnel et filières de traitement des déchets. Actes du Colloque Atlantique, Messanges, 8 juin 1999 , 4-9.
- P.A.B., 1983.** Embouchure de la Gironde, Passe du Sud, Sondages généraux, 1/20 000. Archives hydrographiques, carte bathymétrique, quadrillage Lambert II.
- P.A.B., 1993.** Généraux Passe Sud - Passe d'entrée de la Gironde, 1/20 000. Archives hydrographiques, carte bathymétrique, quadrillage Lambert II.
- P.A.B., S.O.G.R.E.A.H., 1995.** Diagnostic de l'évolution du littoral au droit de la Commune de Soulac-sur-Mer - Propositions de solution de protection. Mairie de Soulac, rapport ref. SOGREAH 51 1451/JVr, janv.1995, 8 p. + fig., note complémentaire mars 1995, 9 p. + annexes.
- PASKOFF R., 2000.** L'érosion des plages.est due à un déficit naturel en sédiments. Pour la Science, 269, 21-22.

- PEDREROS R., 1994.** Dynamique sédimentaire résiduelle de deux systèmes côtiers : un littoral d'embouchure, une baie. D.E.A. "Envir. Océan. Act. Paleocli.Paleoocéan.", Univ.de Bx I, 27 p.
- PEDREROS R., 2000.** Quantification et modélisation du transport éolien au niveau des zones cotières – Application au littoral girondin-. Thèse n°2312, Océanographie, Univ. Bordeaux I, 195 p.
- PENIN F., 1980.** Le prisme littoral aquitain : histoire holocène et évolution récente des environnements morphosédimentaires. Thèse de 3^o cycle n°1577, Géologie et appl.dom.marin, Univ. Bordeaux I, 129 p.
- PETHICK J., 1984.** An Introduction to Coastal Geomorphology. London : Edward Arnold, 260 p.
- POMPARAT D., 1970.** Etude Géomorphologique du littoral médocain entre Le Verdon et Le Porge. T.E.R., Institut de Géographie, Université de Bordeaux III, 47 p.
- POUGET F., 1984.** Télédétection de l'évolution du littoral - Exemple du Cap Ferret. Conservatoire National des Arts et Métiers, Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes, Rapport d'Ingénieur, 139 p. + annexes.
- PRAT M-C., SALOMON J-N., 1997.** L'évolution récente du littoral charentais - Lignes de rivage et systèmes dunaires. Quaternaire, 8, 1, 21-37.
- REIMNITZ E., TOIMIL L.J., SHEPARD F.P., GUTIERREZ-ESTRADO M., 1976.** Possible rip current origine for bottom ripple zone to 30 m depth. J. Geol., 4, 395-400.
- S.M.N.G., 1994.** Note explicative. Dossier d'appel d'offres pour le prolongement de l'épi Nord et la poursuite des enrochements au Nord de Lacanau.
- S.O.G.R.E.A.H., 1988.** Littoral d'Anglet. D.D.E. 64, rapport SOGREAH 51 126/JVR.
- S.O.G.R.E.A.H., 1992.** Etude sur le débouché du Courant de Mimizan. Commune de Mimizan, rapport n° 5 1350, Oct. 1992, 42 p. + 45 figures.
- S.O.G.R.E.A.H., 1993.** Littoral d'Anglet - Projet d'aménagement de la plage des Sables d'Or (Nord) - Avis technique. Mairie d'Anglet, rapport n° 5 1389 Fév. 1993, 14 p. + 9 figures et annexes.
- S.O.G.R.E.A.H., C.R.E.O.C.E.A.N., 1997.** Etude d'impact, Dossier d'extraction de granulats. Platin de Grave.
- S.O.G.R.E.A.H., L.A.R.A.G., 1995.** Littoral de la Gironde - Evolution prévisible. Préfecture de la Gironde, rapport réf. SOGREAH 51 1456/JMG, décembre 1994, actualisation juin 1995, 70 p. + figures et photos + plans.

- S.T.C.P.M.V.N., 1998.** Recommandations pour la conception et la réalisation des aménagements de défense du littoral contre l'action de la mer. Rapport ERPM n°98.01.
- SALOMON J-N., PRAT M-C., DESGRE C., LABOMME R., RIBATET G., COURREGES-BLANC M., 1999.** Le littoral Sud-Landais : environnement et développement durable. Trav. Lab. Géogr. phys. appliquée, Univ.Bordeaux III, Numéro spécial 1999, 150 p.
- SCHWARTZ M.L.,1967.** The Bruun theory of sea level rise as a cause of shore erosion. J. Geol. 75, 76-91.
- SITARZ J.A., 1963.** Contribution à l'étude de l'évolution des plages à partir de la connaissance des profils d'équilibre. Trav. C.R.E.O. Tome V, fasc. II, III, IV, 1-199.
- SUBRENAT M., 1970.** Géomorphologie dunaire du littoral aquitain, région s'étendant du courant de Contis à l'Adour. T.E.R., Institut de Géographie, Université de Bordeaux III, 83 p.
- SWIFT D.J.P., FREELAND G.L., 1978.** Current lineations and sand waves on the inner shelf, Middle Atlantic Bight of North America. J. Sediment. Petrol., 48 (4), 1257-1266.
- TAILLENTOU J.J., 1999.** Les landais à la conquête de leur littoral (évolution de la côte sud des landes 1780-1840). Bull. Soc. Borda, 453, 124-160.
- THAURONT F., 1994.** Les transits sédimentaires subtidaux dans les passes internes du Bassin d'Arcachon. Thèse Université de Bordeaux I, 262 p.
- TOUGERON C., 1998.** Evolution morphodynamique des passes internes du bassin d'Arcachon. Mémoire de Maîtrise, Université de Bordeaux I - DGO, 20 p. + annexes.
- TOUGERON C., 1999.** Elaboration d'un outil de gestion de la côte Aquitaine - Etude de l'impact des ouvrages de défense contre la mer. IFREMER-DEL-Aracachon, Stage DESS,Univ. de Caen-Univ. de Rouen, mémoire 65 p.+ annexes cartographiques.
- VASSAL J.-P., 1980.** Les houles exceptionnelles et leurs conséquences. Estimation des conditions maximales de l'état de la mer sur le Golfe de Gascogne. Analyse d'une forte tempête récente : 30 novembre- 5 décembre 1976. Thèse d'Université n°111, Univ.de Bx I, 119 p.
- WALRYCK A., CUNCHINABE E., COQUELIN C., 1993.** Etude d'évaluation des enjeux socio-économiques concernant l'aménagement du littoral aquitain. Projet IFREMER : Génie Côtier - Actions exploratoires pour l'élaboration d'un programme technologique. Rapport IFREMER, 2, 92/2 "320 364, 108.
- WEBER O., 1978.** Evolution morphologique, granulométrique d'un profil littoral de la dune à la plage sous-marine à La Salie (Gironde) en fonction des saisons. Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine, 23.

Annexe 1

Catalogue des figures construites à partir des fichiers de numérisation des cartes bathymétriques (J. L'YAVANC, 1999)

- Figure 1 : Embouchure de la Gironde – Situation de 1963
- Figure 2a : Embouchure de la Gironde. Levé de Raoul (1812)
- Figure 2b : Embouchure de la Gironde. Levé de Beautemps-Beaupré (1825)
- Figure 3a : Embouchure de la Gironde. Levé de La Roche-Poncie (1853)
- Figure 3b : Embouchure de la Gironde. Levé de Manem (1868)
- Figure 4a : Embouchure de la Gironde. Levé de Fichot (1912)
- Figure 4b : Embouchure de la Gironde. Levé de Volmat (1924)
- Figure 5a : Embouchure de la Gironde. Levé du Service Maritime de la Gironde (1929)
- Figure 5b : Embouchure de la Gironde. Levé du Service Maritime de la Gironde (1933)
- Figure 6a : Embouchure de la Gironde. Levé du Port Autonome de Bordeaux (1963)
- Figure 6b : Embouchure de la Gironde. Levé du Port Autonome de Bordeaux (1984)
- Figure 7a : Embouchure de la Gironde. Levé du port Autonome de Bordeaux (1993)
- Figure 7b : Embouchure de la Gironde. Levé du port Autonome de Bordeaux (1999)
- Figure 8a : Embouchure de la Gironde. Période de 1812 à 1929
- Figure 8b : Embouchure de la Gironde. Période de 1929 à 1998
- Figure 9a : Embouchure de la Gironde. Evolution de la passe Nord. Période de 1812 à 1868
- Figure 9b : Embouchure de la Gironde. Evolution de la passe Nord. Période de 1868 à 1929
- Figure 9c : Embouchure de la Gironde. Evolution de la passe Ouest. Période de 1929 à 1963
- Figure 9d : Embouchure de la Gironde. Evolution de la passe Ouest. Période de 1963 à 1998
- Figure 10a : Embouchure de la Gironde. Evolution de la Pointe de la Coubre. Période de 1812 à 1929
- Figure 10b : Embouchure de la Gironde. Evolution de la Pointe de la Coubre. Période de 1929 à 1985
- Figure 11 : Embouchure de la Gironde. Bonne Anse. Période de 1812 à 1929
- Figure 12 : Embouchure de la Gironde. Bonne Anse. Période de 1929 à 1984
- Figure 13a : Embouchure de la Gironde Banc de Montrevel. Période de 1812 à 1929
- Figure 13b : Embouchure de la Gironde Banc de Montrevel. Période de 1929 à 1993
- Figure 14 : Embouchure de la Gironde. Passe du Matelier Battures de Cordouan. Période de 1812 à 1868
- Figure 15 : Embouchure de la Gironde. Passe du Matelier Battures de Cordouan. Période de 1868 à 1929
- Figure 16 : Embouchure de la Gironde. Passe du Matelier Battures de Cordouan. Période de 1929 à 1993
- Figure 17a : Embouchure de la Gironde. Passe Sud. Période de 1812 à 1924
- Figure 17b : Embouchure de la Gironde. Passe Sud. Période de 1924 à 1993
- Figure 18 : Embouchure de la Gironde. Platin de Grave. Période de 1812 à 1912
- Figure 19 : Embouchure de la Gironde. Platin de Grave. Période de 1912 à 1963
- Figure 20 : Embouchure de la Gironde. Platin de Grave. Période de 1963 à 1993
- Figure 21a : Embouchure de la Gironde. Passe Sud. Période de 1812 à 1868
- Figure 21b : Embouchure de la Gironde. Passe Sud. Période de 1868 à 1929
- Figure 22a : Embouchure de la Gironde. Passe Sud. Période de 1929 à 1963
- Figure 22b : Embouchure de la Gironde. Passe Sud. Période de 1963 à 1993
- Figure 23 : Embouchure de la Gironde. Passe Sud. Période de 1812 à 1853
- Figure 24 : Embouchure de la Gironde. Passe Sud. Période de 1853 à 1929
- Figure 25 : Embouchure de la Gironde. Passe Sud. Période de 1929 à 1963

Annexe 1 (suite)

- Figure 26 : Embouchure de la Gironde. Passe Sud. Période de 1963 à 1993
- Figure 27a : Passes d’Arcachon. Evolution de la courbe de niveau de 20 m
- Figure 27b : Passes d’Arcachon. Evolution de la courbe de niveau de 15 m
- Figure 28a : Passes d’Arcachon. Evolution de la courbe de niveau de 10 m. (1825, 1864, 1928, 1936, 1957, 1967)
- Figure 28b : Passes d’Arcachon. Evolution de la courbe de niveau de 10 m (1979, 1988, 1991, 1998)
- Figure 29a : Passes d’Arcachon. Levé de Beautemps-Beaupré (1825)
- Figure 29b : Passes d’Arcachon. Levé de Bouquet De La Grye (1864)
- Figure 30a : Passes d’Arcachon. Evolution de la courbe de niveau de 3 m (1825, 1864, 1928, 1936)
- Figure 30b : Passes d’Arcachon. Evolution de la courbe de niveau de 3 m (1936, 1957, 1967, 1979)
- Figure 31a : Passes d’Arcachon. Evolution de la courbe de niveau de 0 m (1825, 1864, 1928, 1936)
- Figure 31b : Passes d’Arcachon. Evolution de la courbe de niveau de 0 m (1936, 1957, 1967, 1979)
- Figure 32a : Passes d’Arcachon. Levé de Brunel (1928)
- Figure 32b : Passes d’Arcachon. Levé de Brunel (1929)
- Figure 33a : Passes d’Arcachon. Levé du Service Maritime de la Gironde (1936)
- Figure 33b : Passes d’Arcachon. Levé du Port Autonome de Bordeaux (1957)
- Figure 34a : Passes d’Arcachon. Levé du Port Autonome de Bordeaux (1966)
- Figure 34b : Passes d’Arcachon. Levé du Service Hydrographique de la Marine (1967)
- Figure 35a : Passes d’Arcachon. Levé du Port Autonome de Bordeaux (1979)
- Figure 35b : Passes d’Arcachon. Levé du Port Autonome de Bordeaux (1988)
- Figure 36a : Passes d’Arcachon. Levé du Port Autonome de Bordeaux (1991)
- Figure 36b : Passes d’Arcachon. Levé du Service Maritime et de Navigation de la Gironde (1998)
- Figure 37 : Passes d’Arcachon. Evolution de la courbe de niveau de 3 m
- Figure 38 : Passes d’Arcachon. Evolution de la courbe de niveau de 0 m
- Figure 39a : Passes d’Arcachon. Evolution de la courbe de niveau de 7 m (1825, 1864, 1928, 1936)
- Figure 39b : Passes d’Arcachon. Evolution de la courbe de niveau de 7 m (1936, 1957, 1967, 1979)
- Figure 40 : Passes d’Arcachon. Evolution de la courbe de niveau de 7 m (1979, 1988, 1991, 1998)
- Figure 41a : Passes d’Arcachon. Evolution de la courbe de niveau de 5 m (1825, 1864, 1928, 1936)
- Figure 41b : Passes d’Arcachon. Evolution de la courbe de niveau de 5 m (1936, 1957, 1967, 1979)
- Figure 43a : Etude comparative de l’évolution du trait de côte. Secteur des passes d’Arcachon, de 1826 à 1998.
- Figure 43b : Etude comparative de l’évolution du trait de côte. Secteur de la pointe d’Arcachon, de 1826 à 1998.
- Figure 44 : Environs de Capbreton 1825
- Figure 45 : Environs de Capbreton 1860
- Figure 46 : Environs de Capbreton 1863
- Figure 47 : Environs de Capbreton 1993

Annexe 2**Mises à jour de la côte sur les cartes IGN entre 1968 et 1998****- Edition de 1980 de la Carte de France (IGN-Série Bleue, 1/25 000°).**

Les feuilles de "série bleue" (format ½ de 1/50 000 Est ou Ouest) à plat ou pliées, remplacent progressivement, à partir de 1976, la première édition des années 60.

Tab.1. Carte de France (IGN-Série Bleue, 1/25 000°).

4.4 Nom	n° feuille	n° mission photo aérien.	Année	Echelle	Révisé	Edité	Mises à jour de la côte
ROYAN-	1332 E	FR 2715 P	1976	1/30 000	1976	1980	
ST VIVIEN SOULAC	1433 O	F 1333-1733	1979	1/30 000	1980	1982	De la Pte de Grave aux Huttes(Le Verdon)
HOURTIN Forêt.de Junca	1434 O	F 1334-1534	1979	1/30 000	1980	1982	
LACANAU Etg.Carcans	1335 E	F 1335-1635	1979	1/30 000	1980	1982	
LE PORGE	1336 E	F 1336-1636 ?	1979	1/30 000	1980	1982	
ARCACHON	1337 E	F 1337-1637	1979	1/30 000	1980	1982	
LA TESTE Etg.CAZAUX	1338 E	F 1338-1638	1979	1/30 000	1980	1982	Pte Cap-Ferret(Lège) Arguin-Salie(La Teste)
BISCARROSSE	1339 E	F 1339-1639 FR 2889 (1)	1979 1977	1/30 000 1/20 000	1980	1982	
MIMIZAN	1340 E	FR 2889 (1)	1977	1/20 000	1979	1981	
LIT-ET-MIXE	1341 E	FR 2889 (1)	1977	1/20 000	1979	1981	
SOUSTONS	1342 O	FR 2889 (1)	1977	1/20 000	1979	1981	Embouchure du courant d'Huchet(Moliets)
ST-VINCENT	1343 O	FR 2889 (1)	1977	1/20 000	1979	1981	
BAYONNE	1244 E	FR 2889 (1) F 1244-1644	1977 1977	1/20 000 1/30 000	1979	1981	Sud embouchure de l'Adour(Anglet)

Edition de 1990 la Carte de France (IGN-Série Bleue et TOP25,1/25 000°)

Tab.2 : IGN-Série Bleue et TOP25 (1°Edition), 1/25 000 (1985-1992)

Nom	n°feuille	n° mission photo aérien.	Année	Echelle	Révisé	Edité	4.5 Mises à jour de la côte
ROYAN-	1332 E	F 1332-1532 F 1332-1432	1984 1989	1/30 000 1/30 000	1985	1988	
ST VIVIEN- SOULAC	1433 O	non-indiqué	1988 ou 1989	1/30 000	1989		
HOURTIN	1434 O	non-indiqué	1988-89	1/30 000	1989		
LACANAU	1335 E	1335-1336	1991	1/30 000	1992		
LE PORGE	1336 E	1335-1336	1991	1/30 000	1992		
ARCACHON	1337 ET	F 1337-1637 FR 8552	1985	1/30 000	1987	1989	
LA TESTE Etg.CAZAUX	1338 E	F 1338-1638	1985	1/30 000	1987	1989	Pte Cap-Ferret(Lège) Arguin-Salie(La Teste)
BISCARROSSE	1339 E	non indiqué					
MIMIZAN	1340 E	F 1340	1987	1/30 000	1988	1990	
LIT-ET-MIXE	1341 E	1341	1987	1/30 000	1989		
SOUSTONS	1342 O	1342	1987	1/30 000	1990		
ST-VINCENT	1343 O 1343 OT	IFN 40	1985	1/25 000	1986	1989	
BAYONNE - Anglet-Biarritz	1344 OT	F 1244-1344 FD 64	1985 1988	1/30 000 1/30 000	1986 *1989	1990	

*mise à jour partielle

Tab.3 . IGN-Série Bleue et TOP25,1/25 000(2°Edition,1991 et suivantes)

Nom	n°feuille	n° Mission photo aérien.	Année	Echelle	Révisé	Edité	Mises à jour de la côte
ROYAN-	1332 ET	FD 17	1989	1/30 000	1990	1991	
SOULAC	1433 OT	F1333-1436	1995	1/30 000	1996	1997	Du Verdon à Montalivet
HOURTIN	1434 OT	F1333-1436	1995	1/30 000	1996	1997	
LACANAU	1336 ET	F1333-1436	1995	1/30 000	1996	1997	
ARCACHON	1337 ET	FR4934-4	1994	1/30 000	1994	1995	De le Pointe Cap-Ferret au Pt Nice(La Teste)
BISCARROSSE	1339 ET	F1338-1342	1995	1/30 000	1995	1997	Du Pt Nice (La Teste) au Nord de Biscarrosse
MIMIZAN	1340 OT	F1338-1342	1995	1/30 000	1995	1997	
CASTETS	1341 OT	F1338-1342	1995	1/30 000	1995	1997	
CAP-BRETON	1343 OT	FD64	1994	1/25 000	1994	1995	
BAYONNE	1344 OT	FD64	1994	1/25 000	1995	1996	

Annexe 3

Profils ONF

Les profils de côte effectués par l'ONF se réfèrent à trois générations de bornages.

Bornage 1967

Extraits du rapport ONF, 1968, (Notice explicative p. 6) :

« Les profils en travers de la zone littorale sont soit des profils moyens par secteurs communaux, soit des profils schématiques tracés à partir des relevés précis effectués tous les 2 km au cours de l'hiver 1967-1968 (enquête en cours pour l'établissement d'un programme général de travaux de dunes).

Ces profils indiquent la largeur de la dune nue littorale, de la lette ou dune grise, de la forêt de protection ainsi que les altitudes par rapport à la laisse des hautes mers (altitude positive variable souvent voisine de + 5) (imprécision de quelques décimètres selon Mr Roland CANY, responsable du secteur du Médoc (Montalivet-Le Porge) à l'époque de travaux.

Note : Travail effectué soigneusement au niveau. »

« L'importance de l'érosion marine (recul du rivage) est indiquée à l'occasion de chaque profil à titre de comparaison (pas de signification physique précise de l'évaluation en moyenne m/an) »

Les 27 profils situés entre Montalivet et Lacanau sont référés à un double bornage situé à 100-150 m à l'Est des PK. Ces bornes, si elles existent encore, ne sont pas géoréférencées.

Les profils ONF-1967 ont été utilisés par le LCHF pour déduire le déplacement du pied de dune entre décembre 1968 et mars 1979, début du réseau MIACA. Il semblerait donc que le LCHF ait refait un certain nombre de ces profils en 1979 (P.K.17 à 98 en Gironde et P.K.55 à 104 dans les Landes), mais les rapports d'études ne contiennent que des documents peu détaillés.

Bornage ONF 1990

(extraits lettre ONF du 13 Mars 1998)

« ...1990 a vu la mise en place de points (bornes géodésiques IGN pour certains, poteaux béton pour d'autres et utilisation de monuments existants) effectuée de la façon suivante.

- pour la Gironde (...): un point principal + un point secondaire pour alignement. Ces points sont repérés en altitude par levé topographique à partir de RN de l'IGN souvent distants de plusieurs kilomètres. Les cotes X, Y du Lambert sont mesurées approximativement sur la carte au 1/25 000.

- pour les Landes (...): 1 point principal repéré en azimuth avec des points fixes et remarquables (phare, château d'eau, etc...), l'altitude est approximative.

Mode opératoire des levés de profils

L'ONF (Bureau des Etudes - Bordeaux) a levé les 20 profils de la Gironde et les 10 profils du nord des Landes au moyen d'un appareil WILD T1 et d'une mire stadimétrique, les calculs et le tracé étant effectués sous environnement DESIGN-CAD.

Le Service Maritime des Landes a levé les 10 profils du sud des Landes au moyen d'un appareil WILD T1, puis d'un NIKON avec mire à réflecteur et effectué le tracé sous logiciel AUTOCAD.

Bornage ONF 1996

(extraits lettre ONF du 13 Mars 1998)

« 1996 a vu l'implantation et la mise en place de nouvelles bornes (jaunes), repérées au moyen d'un GPS par un géomètre. Certains points existants ont été repris.

Les écarts entre les repères 1990 et 1996 sont dus, soit à la mauvaise estimation de 1990, soit au déport sur l'axe initial des nouvelles bornes pour faciliter le travail au GPS ou pour éviter les problèmes d'ensablement. »

Annexe 4 :**Repertoire chronologique des évènements climatiques et des dégâts correspondants relatés (TOUGERON, 1999)***Evénements climatiques / dégâts*

<i>Année</i>	<i>Mois</i>	<i>Jour</i>	<i>Nbre Total</i>	<i>Coeff.</i>	<i>Vitesse max. vent km/h</i>	<i>Hauteur maximale. de la houle en m</i>	<i>Domage</i>	<i>Objet</i>	<i>Site touché</i>	<i>Source documentaire</i>
1777										n.c.
1780										n.c.
1802										n.c.
1810										n.c.
1811										n.c.
1836										n.c.
1858	6	26								n.c.
1872										Ragot : pages locales 10
1875	10	14								n.c.
1880							Erosion	Côte-plage	Soulac	Artigue, 1880
1882	10	28								n.c.
1893										n.c.
1894										n.c.
1895								Jetée endommagée	Arcachon Eyrac	n.c.
1897								Clocher démoli	Arcachon St Ferdinand	n.c.
1904	1						Erosion	Côte-dune	Le Verdon-Les Huttes	Degrange-Touzin, 1904
1905	11	13 ou 19						Perrés détruits, jetée endommagée	La Chapelle, Arcachon Thiers	n.c.
1912										n.c.
1913										n.c.
1914	12									n.c.
1915	1						Recul 10-15 m	Côte	Nord Lacanau PK 54-60	Sogreah, 1966
1916										n.c.
1917										n.c.
1922										n.c.
1924	2	1 semaine							Arcachon	Avenir d'Arcachon
1931	11	9	3				Destruction	Epis bois	Moulleau-Pyla	SMNG

Evénements climatiques / dégâts

<i>Année</i>	<i>Mois</i>	<i>Jour</i>	<i>Nbre Total</i>	<i>Coeff.</i>	<i>Vitesse max. vent km/h</i>	<i>Hauteur maximale. de la houle en m</i>	<i>Domage</i>	<i>Objet</i>	<i>Site touché</i>	<i>Source documentaire</i>
1936	1						Erosion	Côte	Le Verdon-St Nicolas	Fabre ,1936
1939										n.c.
1940										n.c.
1941										n.c.
1942								Construction du 1 ^{er} perré	CF Hortense	Sud-Ouest 05/12/84
1944								Extrémité jetée	Arcachon Thiers	n.c.
1946								Chênes abattus	Arcachon Thiers	n.c.
1948	8	8	104				Démoli 120 m	Brise-mer La Claire	Le Verdon	BCEOM, 1973
1949	1						Erosion 400 ml	Côte	Le Verdon	BCEOM, 1973
1949	12	9							Bayonne	S.O. 10/12/49
1950	2	6		98			Dégâts	Ouvrages	Biarritz	S.O. 08/02/50
1950	9						Désensablement	Brise-mer La Claire	Le verdon,	BCEOM, 1973
1950	11	12	1	99						S.O. 13/11/50
1951	1	15	4	50			Destruction	Ouvrages	Hossegor	S.O. 17/01/51
1951	12	27	4	80			Erosion	Côte	Aquitaine	S.O. 31/12/51
1952	12	17		3			Dégâts	Ouvrages	Moulleau-Pyla, parcs	S.O. 18/12/52
1952	12	20					Recul dune de 20 m sur 300 m		Le verdon	BCEOM, 1973
1954	2	2					Brèche, désensablement	Brise-mer La Claire	Le Verdon	BCEOM, 1973
1954	5	4		105						S.O. 05/05/54
1954	10	9	1	71	CF 100 km/h					S.O. 10/10/54
1955	1	13	2	80						S.O. 05/02/55
1955	2	4	3	65	CF 100 km/h		Dégâts	Parcs à huîtres	Arcachon	S.O. 07/02/55
1957	2	12	4	73	BX 120 km/h CF 100 km/h SO 110 km/h	Grave 10 m	Dégâts	Brise-mer La Claire	Le Verdon	BCEOM, 1973
1957	2	12	4	73			Dégâts	Ouvrages	Ferret	S.O. 16/02/57
1958	12	13	5	96	CO 100 km/h		Dégâts	Ouvrages	Biarritz	S.O. 15/12/58
1959	12	7	9	55		Forte houle	Dégâts	Ouvrages	Pyla-Haïtza	S.O. 09/12/59
1960	12	28	1	56	CF 100 km/h					S.O. 10/10/60
1961	3	10	2	49	CF 90 km/h	CF 6 m				S.O. 11/03/61
1961	7	13	1	78			Erosion	Dune	Ferret-Tram	S.O. 14/07/61
1961	9	14	1	82						S.O. 15/09/61
1961	11	11	3	90	CF 90 km/h					S.O. 13/11/61

Evénements climatiques / dégâts

<i>Année</i>	<i>Mois</i>	<i>Jour</i>	<i>Nbre Total</i>	<i>Coeff.</i>	<i>Vitesse max. vent km/h</i>	<i>Hauteur maximale. de la houle en m</i>	<i>Domage</i>	<i>Objet</i>	<i>Site touché</i>	<i>Source documentaire</i>
1962	1	11	1	86	CF 90 km/h					S.O.12/01/62
1962	2	13		46	SO 83 km/h					S.O. 14/02/62
1962	3	12		67		BA mer 5				S.O. 13/03/62
1962	4	2	2	82						S.O. 04/04/62
1962	11	5	3	45	CF SW moy 64 km/h	BA mer 7				S.O. 09/11/62
1962	12	11	2	99	CF 74 km/h SO 106 km/h	BA mer 5				S.O. 13/12/62
1963	2	6								LCHF, 1969
1963	2	20		49	CF 90 km/h	CF 7 m				S.O. 21/02/63
1963	3	8	1	76	CF 82 km/h					S.O. 09/03/63
1963	3	12	2	89	CF 75 km/h		Dégâts	Bâti	Ch. d'Amour Pereire	S.O. 13/03/63
1963	4	23	1	110	CF WSW 108 km/h					S.O. 24/04/63
1963	9	1	1	65	CF WSW 60 km/h					S.O. 02/09/63
1964	3	14	2	100	CO 120 Km/h CF 80 km/h SO 80 km/h					S.O. 16/03/64
1964	8	18	1	39	LR, CF 98 km/h					S.O. 19/08/64
1964	10	7	1	98	CF W 95 km/h					S.O. 08/10/64
1964	12	15	1	63	CF WNW 100 km/h					S.O. 15/12/64
1964	12	27	1	51	CF W 126 km/h	Forte houle				S.O. 28/12/64
1965	1	18	1	100	Verdon 140 km/h Socoa 120 km/h		Dégâts	Ouvrages	Adour	S.O. 19/01/65
1965	1	20	1	99	CF 130 km/h BA 120 km/h	Bayonne mer 7	Erosion	Ouvrages	Moulleau-Pyla (Brisants-casino) Parcs	S.O. 21/01/65
1965	3	22	1	76			Recul de 10 m dune l'Amélie		Soulac	BCEOM, 1973
1965	4	20	1	73	Cap Ferret WNW 80 km/h					S.O. 21/04/65
1965	8	7	1	42	Cap Ferret SW 55 km/h					S.O. 07/08/65
1965	8	23	1	55	Cap Ferret NNW 80 km/h					S.O. 24/08/65
1965	11	9	1	95	Cap Ferret 90 km/h					S.O. 10/11/65
1965	11	18	2	60	Cap Ferret 100 km/h	Forte houle				S.O. 19/11/65
1965	11	29	1	47	Bayonne 83 km/h	Mer 6				S.O. 30/11/65

Evénements climatiques / dégâts

<i>Année</i>	<i>Mois</i>	<i>Jour</i>	<i>Nbre Total</i>	<i>Coeff.</i>	<i>Vitesse max. vent km/h</i>	<i>Hauteur maximale. de la houle en m</i>	<i>Domage</i>	<i>Objet</i>	<i>Site touché</i>	<i>Source documentaire</i>
1966	1				+ forte tempête dont on se souviendra en Médoc (BCEOM, 1973)		Destruction	Ouvrages, constructions, enrochements	CF Hortense-Moulleau-Pyla	S.O. 05/12/84
1966	2	14		41			Erosion	Côte/ouvrages	Lacanau	S.O. 24/02/66
1967	1	3		66	Cap Ferret WNW 100 km/h					BCEOM, 1973
1967	1	23	1	55	CF 100 km/h					S.O. 25/01/67
1967	2	18		38	CF 110 km/h					S.O. 18/02/67
1967	3	12	2	88	CF 80 km/h		Dégâts	Parcs à huîtres	Arcachon	S.O. 14/03/67
1967	4	9	1	85	CF 80 km/h					S.O. 10/04/67
1967	5	25	1	96	Pte de grave 110 km/h					S.O. 06/11/67
1967	11	1	2	106			Recul	Dune La Claire	Le verdon	BCEOM, 1973
1967	11	4	2	107	Cap Ferret 96 km/h					S.O. 10/04/67
1968	1	7	1	51	Cap Ferret WSW 100 km/h	Bayonne mer 7				S.O. 08/01/68
1968	2	6	1	47	Cap Ferret 95 km/h	Neptune Gasc. 9 m				S.O. 07/02/68
1968	4	29	1	82		Cap Ferret 7 à 8 m				S.O. 30/04/68
1968	9	15	1	30	Cap Ferret 120 km/h					S.O. 16/09/68
1968	12	14	5	50			Erosion	Ouvrages	Pyla rue des Merles	S.O. 19/12/68
1969	1	7	7	73		Forte houle				S.O.
1969	11	7		75	Cap Ferret 100 km/h	Forte houle		Ouvrages	Anglet, Chbre d'Amour – route littorale, Marinella	S.O. 18/01/73
1970	2	9	5	108			Recul	Dune La Claire	Le Verdon	BCEOM, 1973
1970	1	11	6	96		Forte houle				S.O. 16/01/70
1971	1	21	7	40	Cap Ferret 123 km/h	Cap ferret 6 m	Erosion	Plages, ouvrages	Arcachon, Salie, Pyla	S.O. 28/01/71
1971	2	16	1	67	Cap Ferret 122 km/h	Bayonne mer 8				S.O. 17/02/71
1972	1						Menace	Hôtel-Restaurant	Lacanau	BCEOM, 1973
1972	1				120 km/h		Erosion	Ouvrages		S.O. 18/01/73
1972	2	12	2	58	135 km/h	Bayonne mer 7			Anglet Marinella	S.O. 14/02/72
1972	4	11		80	Cap Ferret 97 km/h					S.O. 13/04/72
1973	1						Erosion	Bâti	Anglet Marinella (constuit 1960)	S.O. 18/01/73
1974	1	9		103	140 km/h	Houle 10 m				S.O. 10/01/74

Evénements climatiques / dégâts

<i>Année</i>	<i>Mois</i>	<i>Jour</i>	<i>Nbre Total</i>	<i>Coeff.</i>	<i>Vitesse max. vent km/h</i>	<i>Hauteur maximale. de la houle en m</i>	<i>Domage</i>	<i>Objet</i>	<i>Site touché</i>	<i>Source documentaire</i>
1975							Erosion	Villa engloutie Parcs à huître	CF Hortense	S.O. 24/11/84
1976	11	10		77			Erosion	Côte Est	Cap Ferret	S.O. 09/11/76
1976	12	1	2	49	140 km/h	Houle 8 à 10 m				S.O. 03/12/76
1977	1	21		99			Erosion	Villa engloutie	CF Hortense	S.O. 24/11/84
1977	2	28		34			Erosion	Villa Bergholz	CF Hortense	S.O. 24/11/84
1977	6	13	1	60	SO 94 km/h	Houle 7 m à Bayonne				S.O. 15/06/77
1977	8	17	8	94	Cap Ferret 85 km/h					S.O. 23/08/77
1978	2	25		95			Erosion	Côte	Cap Ferret	
1979	1	16		80			Erosion	Parcs à huîtres		S.O. 24/11/84
1979	2	14					Erosion	Côte/ouvrages	Grave, Montalivet, Lacanau, Ferret, Capbreton	S.O. 16/02/79
1979	5	15		89			Erosion	Parcs à huîtres	Cap Ferret	S.O. 24/11/84
1979	12						Erosion	Côte/ouvrages	Médoc, Montalivet, Lacanau	
1980	2			113			Erosion	Parcs à huîtres	Cap Ferret	S.O. 20/02/80
1980	12						Erosion	Ouvrages	CF Hortense	S.O. 06/12/80
1981	12	12		105			Erosion	Côte	CF Pointe	S.O. 17/12/81
1983							Submersion	Agglomération	Arcachon Gujan	S.O. 14/12/81
1984	1	24		76		10 m à Bayonne mer 7				S.O. 25/01/84
1984	10	4	8	38	Hortense CF 165 km/h		Erosion	Plages, Parcs à huîtres	Mouleau épi risque tout	S.O. 06/10/84
1984	11	16	1	44	Klaus LR 94 km/h LV, SO, CF 130 km/h	BA mer 7				S.O. 17/11/84
1984	11	22		102			Erosion	Villa Balguerrie	CF Hortense	S.O. 05/12/84
1985	4	5	3	117			Erosion	Villa Balguerrie démolie ESSO menacé	CF Hortense CF Pointe	S.O. 09/04/85
1985	11	6		34	Vent S-S-E assez fort		Erosion	Villa Chantecaille	CF Hortense CF Pointe	
1986	3	25	1	51	CF 130 km/h					S.O. 25/03/86
1987	3	1	1	107			Erosion	Côte/ouvrages	Montalivet	S.O. 05/03/87
1987	6	7	1	54	120 kmh	7 m côte Landes et Basque	Erosion	Basculement block.	CF – Tram	S.O. 09 et 18 /06/87
1988	1						Défense	Graves désordres	Anglet – Cavaliers	SOGREAH 1988
1988	1	30		48	CF 110 km/h		Ensablement	Clos des dunes, route	Cap Ferret	S.O.

Evénements climatiques / dégâts

<i>Année</i>	<i>Mois</i>	<i>Jour</i>	<i>Nbre Total</i>	<i>Coeff.</i>	<i>Vitesse max. vent km/h</i>	<i>Hauteur maximale. de la houle en m</i>	<i>Domage</i>	<i>Objet</i>	<i>Site touché</i>	<i>Source documentaire</i>
								départementale		
1988	2	19		113			Erosion	Ouvrages	CF L'Herbe	S.O. 22/02/88
1988	8	1	3	103			Erosion	Côte	CF – tram	S.O. 04/08/88
1989	2				Vent SW		Erosion/ensablement	Côte	CF-Pointe CF-bernaches	S.O. 19/02/89
1989	2	27	1	58			Ensablement	Voierie, ESSO	CF-Pointe	S.O. 27/02/89
1990	2	1	2	83			Erosion	Côte	Médoc-Montalivet	
1990	2	14	3	81	130 km/h		Erosion/ensablement	Côte	Soulac, Cap Ferret, Pyla, Biscarrosse, Capbreton, Labenne	S.O. 28/02/90
							Erosion		CF-Pointe CF-Bernaches	S.O. 19/02/90
1992	1						Ensablement	Bâti	CF-Bernaches	S.O. 23/01/92
1992	6						Ensablement	Ouvrages	Wharf Salie	S.O. 25/06/92
1992	9	27		114	Vent SW 110 km/h	Forte houle	Erosion	Ouvrages	CF Hortense	S.O. 29/09/92
1992	12	3	2	41	SW CF 100 km/h SO 115 KM/h	Houle 8 m				S.O. 05/12/92
1993	3	10	1	119			Erosion	Ouvrages	CF-Bartherotte, ESSO	S.O. 12/03/93
1993	8	15		65			Erosion	Côte	CF-Bartherotte, ESSO	S.O. 18/08/93
1993	9	13	2	67	Vent SSW CF 140 km/h	Forte houle	Erosion	Ouvrages	Pyla,Pilat	S.O. 15/09/93
							Ensablement	Parcs à huîtres	CF-Bernaches	S.O. 15/09/93
1994	2	9		85			Erosion	Ouvrages	CF-Bartherotte	S.O. 12/02/94
1994	4	1	1	66	CF 115 km/h					S.O. 02/04/94
1994	9	6		105	CF 110 km/h		Erosion	Ouvrages	CF-Bartherotte, Pyla	S.O. 08/09/94
1995	2	1	3	104			Erosion	Côte/ouvrages	Soulac	S.O. 04/02/95
1996	2	5	1	85	CF 140 km/h					S.O. 07/02/96
1996	2	7	1	87	CO 160 km CF 140 km/h	CR houle 83 LR surcote de 0,75 m				S.O. 09/02/96
1998	5 ?						Erosion dune		Biscarrosse	S.O. 03/07/98
1998	12	20		82				Baraques	Arcachon-Thiers	
1999	1	4		98			Erosion	Ouvrages	CF Hortense, Prop. Doat, Biscarrosse	S.O. 07/01/99

Evénements climatiques / dégâts

<i>Année</i>	<i>Mois</i>	<i>Jour</i>	<i>Nbre Total</i>	<i>Coeff.</i>	<i>Vitesse max. vent km/h</i>	<i>Hauteur maximale. de la houle en m</i>	<i>Domage</i>	<i>Objet</i>	<i>Site touché</i>	<i>Source documentaire</i>
1999	12	12		68	Soulac 101 km/h CF 115 km/h Biscarrosse 108 km/h					
1999	12	26		94	Soulac 101 km/h CF 115 km/h Biscarrosse 108 km/h					
1999	12	27		77	Carcans 130 km/h CF 173 km/h Biscarrosse 166 km/h Biarritz 158 km/h		Inondations	Dégâts à terre	Gironde, Seudre, Bassin	Meteo.France Autan, Déc 99
1999	12	28		71	Carcans 101 km/h CF 119 KM/h Biscarrosse 115 km/h Biarritz 112 km/h					