



E.U.C.C. - Comité français

Atelier des 6 et 7 avril 2006 Capbreton / Anglet



**Gestion de l'érosion des plages et
problèmes d'aménagement au sud des
embouchures du Boucarot et de l'Adour**

Ce livret-guide a été réalisé par:

Stéphane Abadie

Christine Clus-Auby

Cyril Mallet

Philippe Maron

Marie-Claire Prat

Didier Rihouey

Jacques Veunac

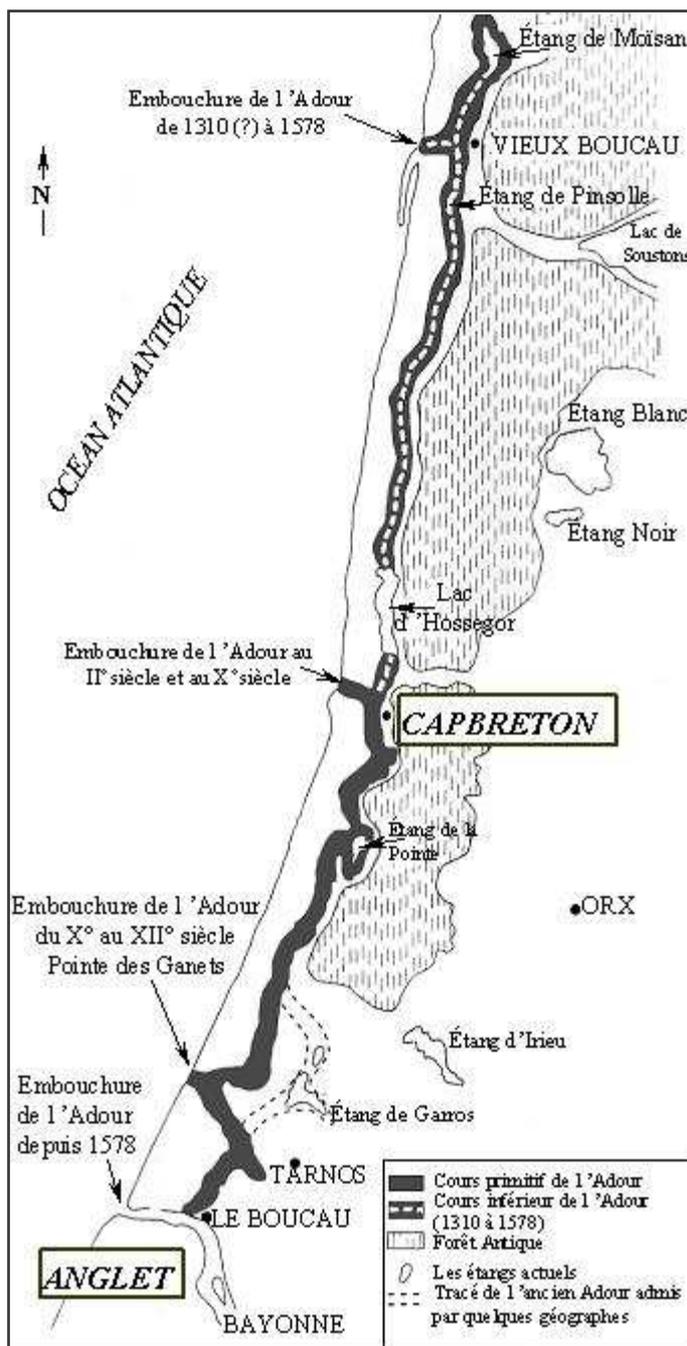
I - PRESENTATION GENERALE DES DEUX SITES

Depuis le début des temps historiques, l'Adour a difficilement trouvé son exutoire vers l'Atlantique et ses divagations ont profondément marqué la géographie physique et humaine du littoral sud des Landes.

Son débouché primitif, il y a environ 80 000 ans, peut être situé un peu au nord de Bayonne. La remontée du niveau marin et les apports de sable sous l'action de la dérive littorale de direction nord-sud ont conduit à l'édification d'une flèche déviant le débouché vers le sud. Lorsque le développement de la flèche était plus rapide que son érosion par les courants de marée, ce qui fut le cas à plusieurs reprises, l'embouchure était obstruée et la zone basse en arrière du cordon dunaire était ennoyée. Cette plaine inondée constituait le nouveau lit du fleuve qui cherchait alors un nouvel exutoire. C'est ainsi que Bayonne, Capbreton et même Vieux-Boucau plus au nord ont accueilli tour à tour l'embouchure de l'Adour, chaque fois ensablée, chaque fois déplacée (fig.1).

C'est en 1578 que le débouché de l'Adour a été artificiellement fixé à Bayonne.

Figure 1. Le lit ancien de l'Adour (d'après Duffart, 1987 et Cuzacq, 1930, modifié)



L'embouchure de l'Adour à Bayonne – Anglet (photo 1)

Depuis 1578, les travaux se sont succédé pour améliorer les conditions de navigation dans le chenal d'accès au port et pour lutter contre la dangereuse barre sableuse qui tend à obstruer le débouché en mer. Ce n'est donc qu'au prix de considérables efforts d'endiguement et de dragage que les accès au port de Bayonne ont pu être assurés. Depuis 1896, 450 000 m³ de sable ont été extraits en moyenne du chenal chaque année. Il convient de leur ajouter les 350 000 m³/an d'emprunts sur les plages entre 1960 et 1977. Il est admis que le bassin versant n'apporte aujourd'hui quasiment plus de sédiments (LCHF, 1987).

Après la construction de la digue nord, en 1963, la côte a reculé d'une quarantaine de mètres en 10 ans au sud de l'embouchure. Les violentes tempêtes de 1975 ont considérablement endommagé l'ancienne route littorale, déchaussé les ouvrages et conduit à la disparition complète de la plage.

Depuis cette date et jusqu'en 1990, les sédiments dragués ont été rejetés en grande partie dans les petits fonds actifs et un certain nombre d'ouvrages ont été reconstruits. La diminution brutale des rejets dans les petits fonds a entraîné une diminution immédiate et rapide du stock sédimentaire des plages d'Anglet.

Remarque : il semble que la dérive littorale s'inverse à Capbreton. Au sud de Capbreton, cette dérive est soit nulle, soit légèrement sud-nord mais très faible (Abadie *et al.*, 2006).



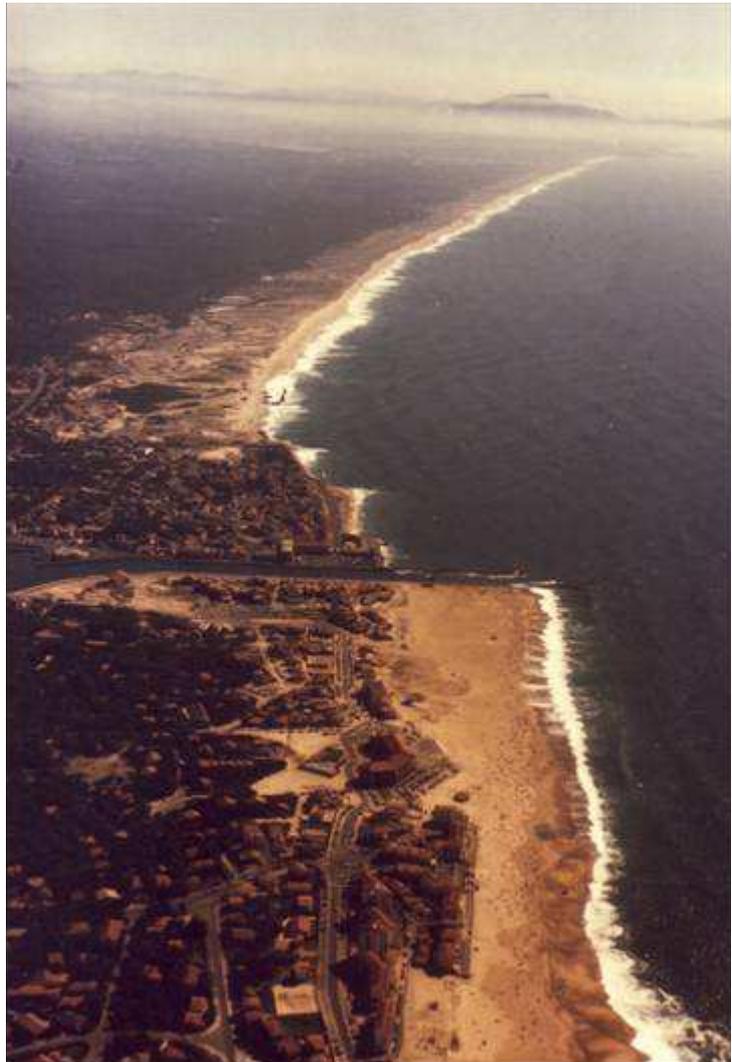
Photo 1. L'embouchure de l'Adour

L'embouchure du Boucarot à Capbreton (photo 2)

Au XIX^e siècle, un ancien bras de l'Adour, appelé Boudigau et Boucarot dans sa partie terminale, occupait encore la l'ette pré littorale. Il « *traçait des méandres et son embouchure variait d'emplacement suivant les marées et l'intensité plus ou moins grande des tempêtes, avec une tendance à se déplacer vers le sud commune à tous les étangs landais* » (Crouzet, 1858). L'ancienne embouchure, très envasée, était envahie à chaque marée jusqu'à son redressement lors du Second Empire. L'endiguement du chenal et l'édification de la dune littorale de part et d'autre du débouché ont permis l'assèchement de cette zone, qui fut ensuite très rapidement urbanisée. A la fin du siècle dernier, le littoral de Capbreton-Hossegor apparaissait quasiment rectiligne, attestant du comblement de la zone auparavant envahie par les hautes mers.

Jusqu'au début des années 1980, les aménagements se sont succédé pour améliorer les conditions de navigation dans le chenal d'accès au port de Capbreton et défendre les fronts de mer urbanisés. Les évolutions récentes du rivage leur sont directement liées.

Photo 2. Vue aérienne des abords de l'embouchure du Boucarot (prise en direction du sud)



L'impact de la digue nord, prolongée en 1974, est spectaculaire : depuis plus de 25 ans, les plages Notre-Dame et d'Hossegor progressent au devant des immeubles menacés par l'érosion quelques années auparavant. Les plages du sud, en revanche, privées d'apports sédimentaires, auraient disparu si elles n'étaient artificiellement rechargées.

Photo 3. L'embouchure du
Boucarot



Photo 4. Le décrochement de la ligne de côte au sud des ouvrages de défense.
(cl. M.C. Prat, janvier 2006).

II - L'EMBOUCHURE DU BOUCAROT A CAPBRETON

A- Les problèmes qui se posent :

Ils sont dus à :

- la présence du Gouf de Capbreton (encadré page 9 et fig. 2) modifiant les caractéristiques de la houle et pouvant jouer un rôle en tant que piège sédimentaire (hypothèse) ;
- la dynamique naturelle de l'embouchure qui subit des divagations et qui forme un obstacle à la dérive littorale nord-sud ;
- l'urbanisation trop proche de l'embouchure et de la plage ;
- la présence des ouvrages (encadré page 11 et fig. 3) destinés à canaliser l'embouchure du Boucarot et à arrêter le recul du système plage-dune en protection de l'urbanisation.

Les premiers ouvrages ayant pour objectif la fixation du chenal du Boucarot mais aussi la protection de la ville contre l'érosion marine et le recul du trait de côte ont été édifiés à partir de 1860. Le perré du front de mer a été construit en 1952. Les épis (Central et Prévent) ont été édifiés en 1954 et 1957. En 1958, la digue Nord a été prolongée jusqu'au niveau de l'Estacade (photo 5).



Photo 5. L'embouchure du Boucarot, l'estacade et le front de mer urbanisé vus de la digue Nord. (cl. C. Mallet, 2002)

Or, la digue Nord du chenal du Boucarot fait obstacle au transport des sédiments par la dérive littorale, majoritairement de direction nord-sud dans ce secteur. Le volume de sable transporté est estimé à 100 000 m³/an environ à l'amont de l'ouvrage. Il est admis que, chaque année, le Gouf de Capbreton piège 10 000 m³ de sédiments et que la digue en arrête 30 000 m³ ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Les références qui ont permis d'élaborer de ce chapitre proviennent pour l'essentiel des documents constituant l'étude de l'évolution du trait de côte du littoral de Capbreton menée par la SOGREAH de 2000 à 2003 et fournis par la DDE des Landes.

A la suite du prolongement de la digue Nord en 1958, la plage Notre Dame a rapidement engraisé. L'avancée du trait de côte a été de 140 m entre 1958 et 1972 (photos 2 et 3). Les plages d'Hossegor ont également bénéficié de ces apports. En 1973 et 1974, la digue Nord a été allongée par une partie courbe lors de la création du port de plaisance et un épi a été construit au Sud au niveau des blockhaus. Au Nord du Boucarot, le trait de côte a avancé de 40 m jusqu'en 1994.

Au sud, en revanche, l'érosion est intense (photos 2, 6 et 7). Pour autant, les plages du front de mer (Estacade, Centrale, Prévent) montrent une dynamique assez différente de celle des plages situées au sud du CERS (Savane, Piste, Océanides, Pointe, Labenne). En fait, l'érosion a été plus importante entre 1974 et le milieu des années 80. Depuis cette date, la saturation de la digue Nord a entraîné un rétablissement partiel du transit littoral qui contourne désormais le musoir de la digue. Si le déficit était de 65 000 m³/an entre 1974 et 1985, il n'est plus que de 5 000 à 10 000 m³/an entre 1989 et 2000. Les conséquences en sont la diminution des vitesses d'érosion au sud du CERS et le développement d'une barre sableuse très dangereuse à la sortie du Boucarot. Les plages du front de mer sont peu affectées par cette nouvelle conjoncture puisque se transit se produit au large et ne rejoint la côte qu'au niveau de la Savane.



Photo 6. Le démaigrissement de la plage de l'Estacade au devant du perré et des enrochements de défense du front de mer. (cl. C. Clus-Auby, 2005).



Photo 7. Les blockhaus partiellement immergés sur la plage de la Savane. (cl. C. Clus-Auby, 2005).

Depuis 1983, la commune de Capbreton a entrepris de recharger par transport terrestre ses plages en érosion avec les sables accumulés au nord de la digue (photos 8 et 9), et de draguer le chenal du Boucarot depuis la digue Nord par une drague. Elle a confié en 2003 à la société SOGREAH le soin de réaliser une étude de l'évolution du trait de côte et de définir des stratégies de réponse aux deux problèmes posés :

- l'ensablement du chenal du Boucarot qui présente des risques importants pour la navigation ;
- la régression des plages méridionales qui menace l'activité balnéaire de la station.



Photo 8. Sur la plage Notre-Dame, préparation du transfert de sable par camions



Photo 9. Réensablement de la plage Centrale

(cl. C. Clus-Auby, 31 mai 2005)

Les objectifs du projet peuvent être résumés de la façon suivante :

- améliorer la tenue des sables rechargés sur les plages de front de mer et élargir, dans la mesure du possible, la largeur de la plage sèche ;
- stabiliser les évolutions du trait de côte sur la plage de la Savane afin de pérenniser les aménagements de stabilisation du cordon dunaire et les diverses infrastructures (accès à la plage, poste de secours, sanitaires,...) ;
- diminuer l'ampleur du recul du trait de côte sur les plages au sud de Capbreton ;
- améliorer les conditions de sortie du port de Capbreton.

Le Gouf de Capbreton (fig.2 et 3)

Au droit de Capbreton, se trouve un canyon sous-marin (le Gouf de Capbreton), au tracé sinueux et aux versants raides, dont les profondeurs atteignent rapidement 500 m. La tête du Gouf se trouve très près du rivage, à 400 m seulement du littoral actuel. L'isobathe -20 m se situe à 300 m de la côte, au lieu de 2 km plus au nord.

Le Gouf de Capbreton coupe transversalement la plate-forme continentale, la séparant en deux parties dont la morphologie est distincte. Il occupe ainsi une position charnière. Au nord du Gouf, le rebord de la plate-forme continentale est incliné dans la direction nord-sud alors que dans la partie méridionale son orientation est parallèle à la côte espagnole. Le plateau continental est également moins large au sud du Gouf et la pente se raidit.

L'origine du Gouf est controversée. Selon Tastet (1997) et Cirac *et al.* (2001), il se situerait dans le prolongement de la fosse nord-pyrénéenne, (de direction Est-Ouest) séparant deux plates-formes continentales, la Nord-Pyrénéenne et la Nord-Ibérique, avec au niveau des systèmes côtiers un changement d'orientation de la ligne de rivage. Mais l'origine de ce canyon sous-marin peut être polygénique. En effet, dès l'Eocène supérieur, le tracé méandrique et l'étagement des terrasses polyphasées sont interprétés comme étant à l'origine de processus d'écoulements gravitaires. La néotectonique affectant les terrains Plio-Quaternaires correspond à un rejeu des anciennes structures. Au Quaternaire, le Gouf a pu accueillir l'Adour et les Gaves pendant les périodes de bas niveau marin, ce qui aurait favorisé les phénomènes de surcreusement. En période de haut niveau marin il a pu également être surcreusé par des courants de turbidité.

Le Gouf est responsable d'un phénomène de réfraction de la houle, créant une zone de divergence des crêtes de houle à l'approche du rivage. Il influence également sur les courants côtiers, avec inversion de la dérive littorale à ce niveau.

Son rôle sur la charge sédimentaire véhiculée par la dérive littorale est discuté. Le volume de sables transitant ainsi le long du rivage avait été estimé par le LCHF à 300 000 m³ au nord de Capbreton et à 100 000 m³ au sud du Gouf. Une partie est bloquée par la digue Nord, mais un volume non négligeable disparaît, probablement dans le Gouf. Certes, les études ont montré la faiblesse des accumulations de sédiments au fond du canyon. Pour Froidefond (1985), l'explication se trouve dans la « barrière dynamique » jouée par le Gouf, les sédiments s'accumulant de part et d'autre du Gouf du fait de l'inversion des dérives. Mais il peut y avoir également une autre explication avec le nettoyage périodique des sédiments par les courants au fond du canyon, notamment les courants de turbidité.

Une étude récente (Abadie *et al.*, 2006) montre que la dérive littorale proprement dite est plutôt de l'ordre de 100 000 m³ au nord du Gouf et quasiment nulle au sud. Au voisinage du Gouf, des courants créés par les gradients de hauteur de vagues générés par le Gouf se superposent à ce schéma.

Les caractéristiques marines à Capbreton

La marée est de type semi-diurne avec une période de 12 h 25 mn. Par coefficient 120, la cote de pleine mer est de 4,45 m (par rapport au 0 des Cartes Marines, soit 2,08 m au dessous du 0 NGF). Des surcotes de 0,5 m voire 1m ont pu être enregistrées.

Figure 2. Carte bathymétrique du Gouf de Capbreton
(SOGREAH, 2003)

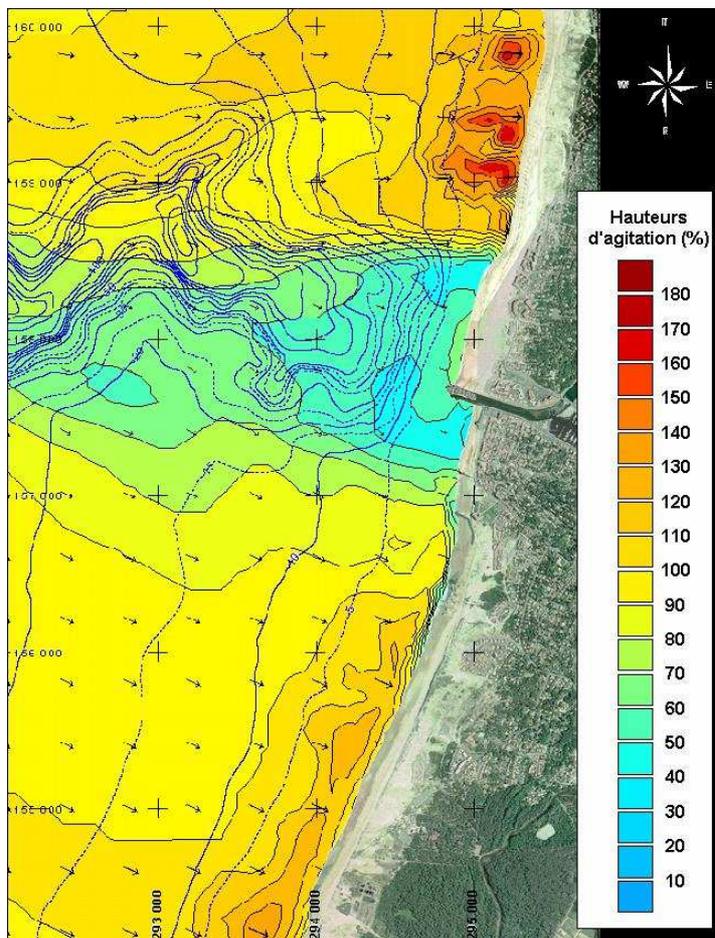
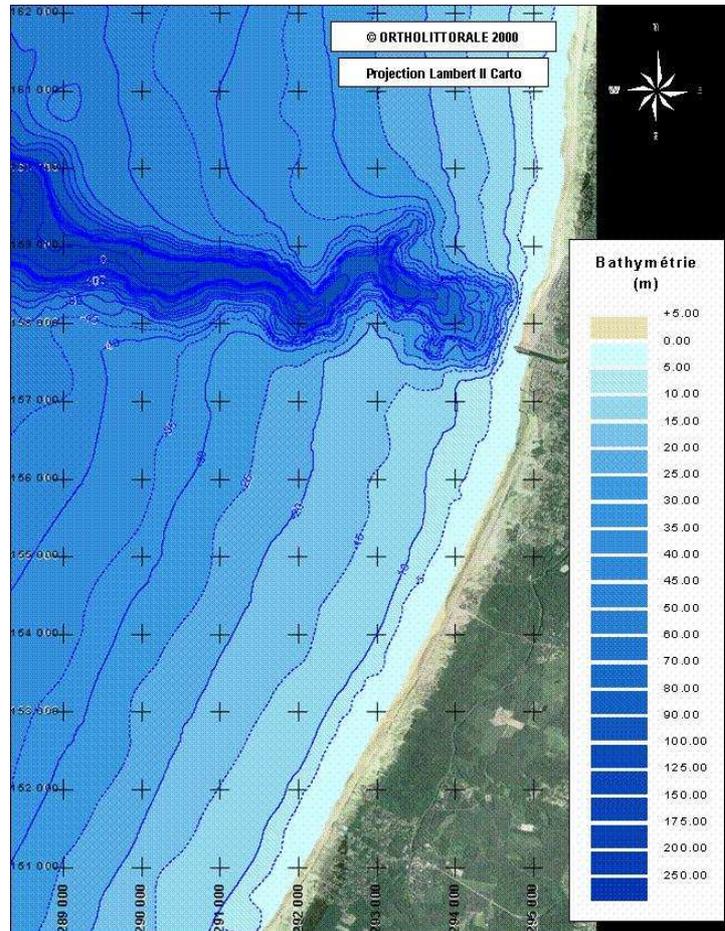


Figure 3. Plan des houles au niveau du Gouf de Capbreton.
(SOGREAH, 2003)

Les ouvrages de protection du littoral (fig.4)

Digue Nord : elle date de 1974 dans sa configuration actuelle. Longue de 84,25 m, elle est légèrement courbe. Elle a été endommagée par les tempêtes de l'hiver 1978-1979. Son état a été qualifié de moyen à mauvais, des travaux de confortement et de réfection sont nécessaires.

Estacade Sud : la première fut construite en 1859. Détruite pendant la deuxième guerre mondiale, elle fut reconstruite à l'identique en 1948/50. Transparente sur presque toute sa longueur, elle a été prolongée en 1992 par une plate-forme submersible de 30 mètres au musoir pour faciliter les opérations de dragage du chenal d'accès au port de Capbreton. Elle ne présente pas de signe de faiblesse.

Epi central : construit en 1954/57 (100 m), il a été restauré en 1978/79 et prolongé à 132 m. Sa structure en enrochements d'ophite présente un état moyen (tassement, démantèlement de certains blocs).

Epi du Préventorium : (épi du Centre Européen de Rééducation Sportive - CERS-) : construit en 1954/57, restauré en 1978/79, il est long de 111 m. Sa structure en enrochements d'ophite présente un état moyen.

Epi sud : construit en 1973/74. Enraciné sur 2 blockhaus, sa partie active atteint 140 m (pour une longueur totale de 180 m). Sa structure en enrochements d'ophite s'est rapidement démantelée jusqu'à sa ruine totale. En 2003, il ne reste que quelques blocs au droit des blockhaus. Il n'a jamais réellement fonctionné en raison de :

- sa faible emprise ne permettant pas d'intercepter de manière suffisante les sables. Ce n'est pas vraiment la dérive qui agit ici mais plutôt des courants induits par les gradients de houle générés par le Gouf) ;
- l'augmentation de l'action des houles dans ce secteur situé au-delà de la zone de protection par le Gouf ;
- l'importance des mouvements dans le profil fragilisant un ouvrage insuffisamment implanté en profondeur.

Perrés de front de mer : la construction d'un boulevard de front de mer au sud de l'estacade date de 1920. De violentes tempêtes ayant emporté une grande partie du front de mer en 1925, des perrés ont été construits mais ils étaient régulièrement démantelés. En 1952, des perrés en béton ont été construits. Actuellement, de l'Estacade au CERS, un linéaire de 750 m est protégé par des murs de béton et des enrochements d'ophite. L'abaissement de la plage pourrait entraîner le déchaussement des ouvrages.

Enrochements : une protection longitudinale a été mise en place en 1981 devant le CERS au sud de l'épi du Préventorium. Elle est depuis réalimentée en blocs pour faire face à l'abaissement de la plage qui se produit à son pied.

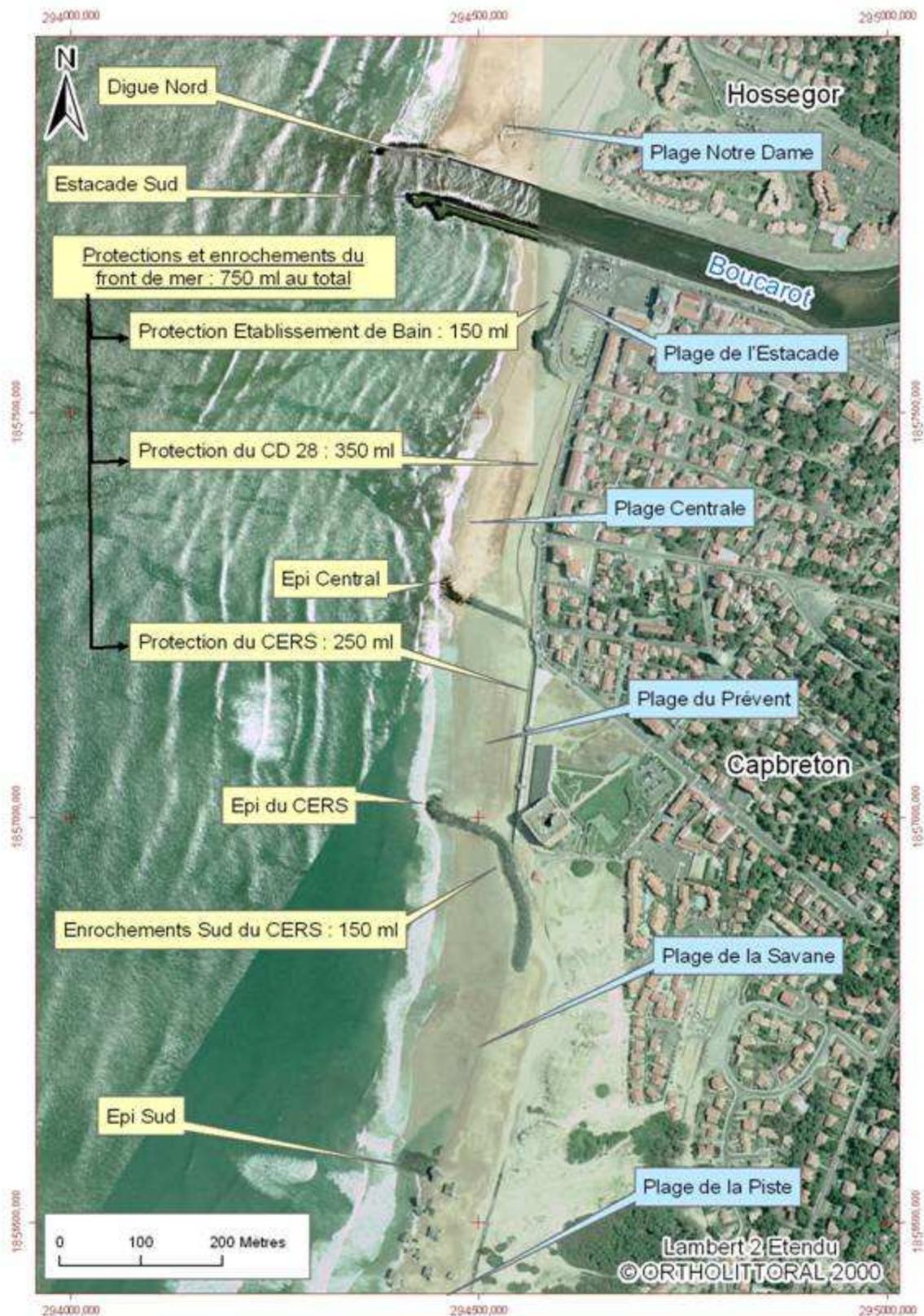


Figure 4. Les plages de Capbreton et les ouvrages de défense
(fond: orthophotographie littorale 2000. Conception: C. Mallet)

B - Le diagnostic de la SOGREAH

Il a été établi dans l'objectif de tester différents scénarios d'extractions/rechargements entre le nord et le sud du Boucarot : arrêt, maintien dans la configuration actuelle ou bien modification des quantités déplacées et du système de rechargement.

1. *Méthodologie adoptée par la SOGREAH. Elle repose sur :*

- *la modélisation de la propagation des états de la mer entre le large et la côte (modèle Swan), afin de connaître les éléments de forçage du modèle d'évolution du trait de côte :*
Le Gouf de Capbreton joue ici un rôle prépondérant sur les caractéristiques des houles. Cette influence se fait particulièrement sentir sur un linéaire de 1 km au nord de la digue (atténuation de l'ordre de 20 % pour les houles les plus fréquentes et 80 à 90 % pour les houles les plus longues) et au sud jusqu'au CERS. De part et d'autre de ce secteur, on peut observer des phénomènes de concentration (au sud de l'ordre de 30 à 60 % dans les conditions classiques et au nord de 60 à 70 % pour les houles les plus longues) qui peuvent se manifester localement par des houles à la côte 1,8 fois plus hautes qu'au large.
- *la modélisation de l'évolution du trait de côte pour les 20 prochaines années :*
Elle a été réalisée à l'aide du modèle GENESIS (*encadré page 14*) pour la période 2001-2021 et selon plusieurs hypothèses d'extractions/rechargements des plages.
- *l'évaluation de l'incidence des évolutions du trait de côte sur les ouvrages :*
Le recul du trait de côte, accompagné ou non d'un abaissement du profil des plages, peut conduire au démantèlement -ou même à la destruction- des ouvrages existants, qui sont pour la plupart beaucoup plus vulnérables aux attaques de la mer lors des épisodes de tempête.

Cette évaluation a conduit à une cartographie des risques littoraux : recul du trait de côte et du massif dunaire, submersion.

2. *Analyse de l'aléa :*

Les taux d'érosion littorale ont été estimés sur la base d'extrapolations des évolutions historiques et pondérées des résultats du modèle sédimentologique. Dans le cas de la poursuite de la gestion actuelle :

- nord du Boucarot : le secteur évoluera très peu si la digue nord conserve sa configuration actuelle,
- front de mer : le trait de côte, figé par des ouvrages longitudinaux, n'évoluera pas si la pérennité des perrés est assurée,
- plages au sud du CERS :

		Plage de la Savane	Plage de la Piste	Plage des Océanides	Plage de la Pointe
<i>Evolution historique</i>	<i>1974-1985</i>	- 3,6 m/an	- 3,6 m/an	- 2,3 m/an	- 1,5 m/an
	<i>1985-2000</i>	- 1,3 m/an	- 3,6 m/an	- 1,0 m/an	- 0,9 m/an
<i>Prévisions GENESIS</i>		- 12 m	- 15 m	- 15 à 17 m	- 20 m
<i>2001-2021</i>		- 0,6 m/an	- 0,75 m/an	- 0,75 à - 0,85 m/an	- 1,0 m/an
<i>Aléa de référence</i>		- 0,8 m/an	- 0,8 m/an	- 0,85 m/an	- 0,9 m/an

En dehors de la zone du front de mer, où il a été qualifié de "faible" en raison de la bonne tenue des ouvrages de défense, l'aléa a été qualifié de "fort" sur le reste du linéaire.

Modèle GENESIS

GENERALIZED model for SIMultating Shoreline change

Le modèle GENESIS, élaboré par Hanson et Kraus à la fin des années 1980, est conçu pour simuler les changements à long terme de la ligne de côte en réponse à l'implantation d'ouvrages susceptibles de modifier le transit sédimentaire littoral.

Il s'agit d'un modèle unidimensionnel - seul le trait de côte est utilisé pour représenter l'évolution de la plage - reposant sur trois hypothèses fondamentales :

- il considère que les variations du trait de côte sont exclusivement liées au transport longitudinal ;
- il considère que le transit longitudinal des sédiments est exclusivement lié aux courants engendrés par les vagues. Les courants de marée ne sont pas pris en compte ;
- il suppose que le profil se déplace parallèlement à lui-même, sans modification de forme.

Après avoir recueilli ou estimé un grand nombre de paramètres (position du trait de côte à différentes époques, profils de plage, caractéristiques des houles, volumes des apports naturels et artificiels, etc...), le programme peut résoudre un certain nombre d'équations complexes (de déferlement, du profil d'équilibre, du transit longitudinal et enfin de la position du trait de côte) pour prévoir l'évolution future du trait de côte.

Avant la phase d'extrapolation, la calibration du modèle est nécessaire, tout autant que la vérification de ses résultats sur plusieurs périodes du passé.

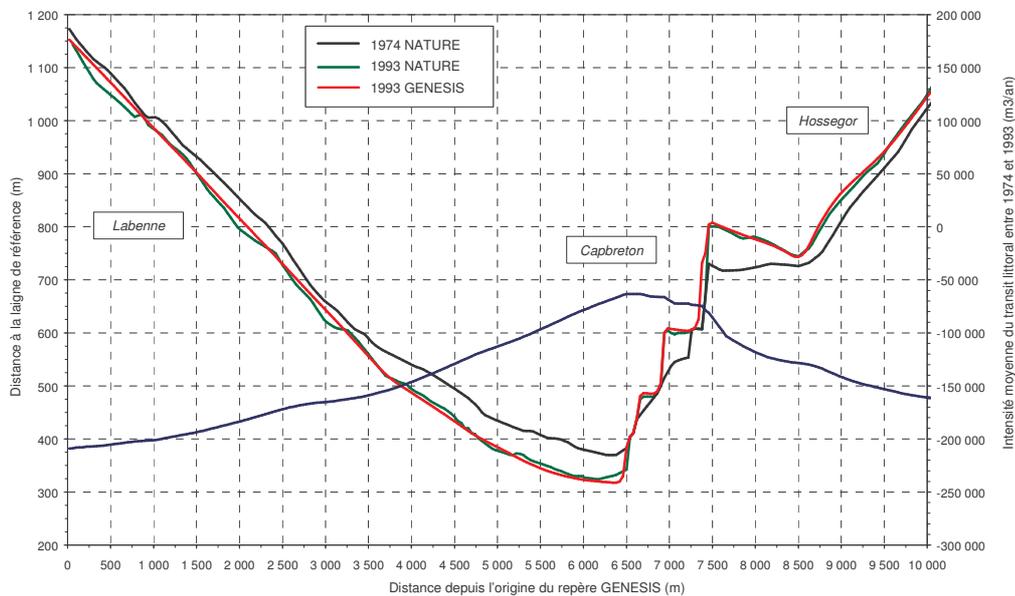


Figure 5. Calibration du modèle Genesis pour le littoral de Capbreton.
(SOGREAH, 2003)

Une littérature abondante a été consacrée au modèle GENESIS. On peut consulter, par exemple : Hanson et Kraus (1989), Pilkey (1993), Young (1995), SOGREAH (1997), Durand (1999), SOGREAH (2003).

3. Analyse du risque :

- Erosion : le risque a été qualifié de moyen à fort au sud du CERS et se traduira par un recul du trait de côte, une attaque régulière du massif dunaire et l'impossibilité d'établir une politique d'aménagement pérenne du cordon dunaire (infrastructures d'accès, de secours, sanitaires, fixation de la dune).
- Avancée dunaire : le risque est qualifié de fort au sud du CERS en particulier sur les sites de la Savane et de la Piste où des lotissements résidentiels sont directement implantés sur l'arrière-dune.

L'ensemble du secteur semble à l'abri du risque moyen de submersion. *On peut toutefois noter que le chantier du parking de la place de la Liberté a été inondé le 1^o décembre 2005 par une marée de coefficient 80...*

C - Les solutions proposées par la SOGREAH (fig.6) :

- 1) les rechargements de plage ont pour objectif d'élargir et de rehausser les plages du front de mer (Estacade, Centrale, Prévent), notamment pour obtenir des plages sèches (non recouvertes par les pleines mers) larges d'au moins 10 à 15 m. La capacité d'accueil en été s'en trouverait augmentée, et en hiver les enjeux du front de mer seraient mieux protégés durant les tempêtes.
- 2) L'allongement de 20 m et le rehaussement des épis en place (Centrale et Prévent) et la construction envisagée d'un nouvel épi au niveau de la plage de l'Estacade permettraient un meilleur maintien des sables apportés.
- 3) Pour la plage de la Savane, des apports de sable permettraient d'élargir la plage en avant d'une dune en fort recul tandis que des boudins géotextiles seraient placés en pied de dune.
- 4) Un système de by-passing hydraulique permettrait de transférer les volumes de sable de la plage Notre-Dame au nord, vers les plages du sud.

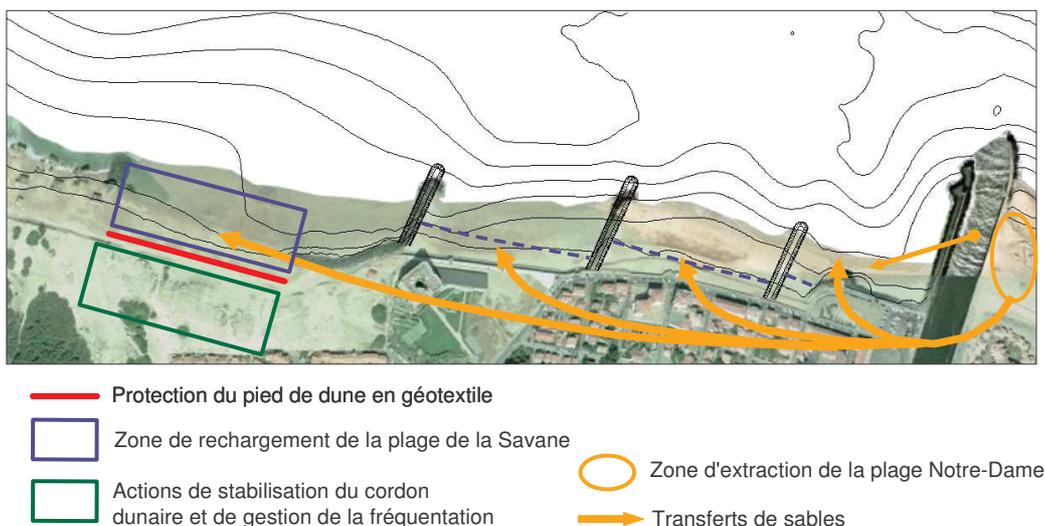


Figure 6. Les aménagements proposés par la SOGREAH.

(Etude de l'évolution du trait de côte du littoral d'Anglet. Phase 3. SOGREAH, 2003)

La zone d'extraction des sables se situe sur la plage Notre Dame au nord de la digue (200 000 m³ sont disponibles sur la plage appartenant à la commune de Capbreton). La granulométrie de ces sables est de 380 à 440 microns, légèrement supérieure à celle des plages du sud (autour de 200 à 250 microns).

Les volumes de sable nécessaires aux rechargements de plage sont estimés par la SOGREA à :

- 10 000 m³ pour la plage de l'Estacade ;
- 20 000 à 25 000 m³ pour la plage Centrale ;
- 15 000 à 20 000 m³ pour la plage du Prévent ;
- 50 000 m³ pour la plage de la Savane.

Mais l'évolution saisonnière des plages et notamment les forts démaigrissements pendant les tempêtes hivernales nécessiteront des recharges régulières estimées à 5 000 m³ pour chacune des plages du front de mer et à 50 000 m³ pour la plage de la Savane (soit autant que les apports initiaux). Ces volumes seraient variables selon les années en fonction de l'hydrodynamique hivernale.

Le système hydraulique de transfert des sables remplacerait le système actuel de transport par voie terrestre (fig 7). Il permettrait d'augmenter les volumes de sable déplacés vers les plages sud, de recharger les plages du Prévent et de la Savane que les véhicules ne peuvent atteindre et d'éliminer les nuisances générées par les passages des camions dans la ville. Il fonctionnerait avec un hydroéjecteur. L'eau claire de la passe du Boucarot, aspirée à partir d'une station de pompage alimenterait l'hydroéjecteur et servirait à désagréger le sable. Le mélange eau/sable serait refoulé depuis l'hydroéjecteur vers la station relais associée à la station de pompage. De là, il serait refoulé vers les plages du sud dans une conduite passant en siphon et ensouillée dans le fond du chenal du Boucarot, puis sous le trottoir du front de mer.

L'évacuation vers chaque plage se ferait par des tuyaux flexibles branchés chacun sur une bouche d'évacuation traversant les ouvrages de protection du front de mer.

Le système serait capable de transférer 180 m³/h de sable en moyenne, ce qui correspond à 12 à 15 semaines d'opération pour le scénario retenu.

Les conditions de sortie du port devraient être améliorées.

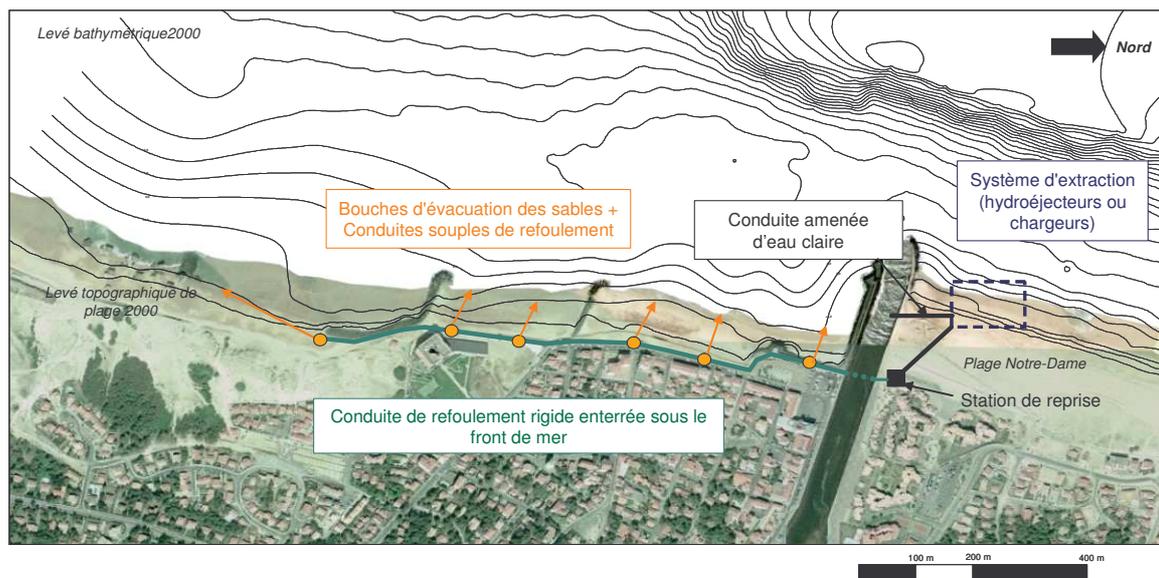


Figure 7. Le projet de by-passing par hydro-éjecteur.

(Etude de l'évolution du trait de côte du littoral d'Anglet. Phase 3. SOGREA, 2003)

C - Estimation globale du coût des équipements prévus :

Le projet, sous maîtrise d'ouvrage de la commune de Capbreton, a été estimé à 2,9 M € HT. Les travaux seront organisés par tranches.

	Ouvrages de font de mer	Protection du pied de dune de la Savane par un boudin en géotextile	Installation du système de transfert hydraulique des sables	Apport de sables
<i>Investissement</i>	730 000 à 760 000 € HT	100 000 € HT	1,2 à 1,3 M€ HT	240 000 à 320 000 € HT
<i>Entretien</i>	-	-	-	140 000 à 245 000 € HT

Le transfert du sable par camions conduirait à des coûts de 30 à 50 % plus élevés du fait des difficultés d'accès aux plages sud.

D - Les procédures administratives

L'ensemble des travaux sera conduit sur le Domaine Public Maritime. Si les opérations de rechargement de plage ou de stabilisation par des méthodes douces sont considérées comme des opérations d'entretien et ne nécessitent pas de titre d'occupation, la construction et la réfection des ouvrages exigent un titre d'occupation domaniale.

La commune de Capbreton, maître d'ouvrage du projet, doit par conséquent obtenir une concession d'utilisation du DPM. La procédure à suivre est définie par le décret n° 2004-308 du 29 mars 2004 :

- Le préfet maritime doit impérativement être saisi pour donner son assentiment, conformément aux dispositions de l'article R.152-1 du Code du domaine de l'Etat.
- Une enquête publique de type Bouchardeau doit être conduite et ce, à plusieurs titres :
 - dans le cadre de l'article 31 de la loi sur l'eau (loi n° 92-3 du 3 janvier 1992, art. L.211-7 du Code de l'environnement). Cette procédure permet en particulier de bien identifier l'opération comme étant d'intérêt général,
 - dans le cadre de l'article 10 de la loi sur l'eau (art. L.214-1 à L.214-7 du Code de l'environnement) établissant que les ouvrages dont le coût dépasse 160 000 € ou dont l'emprise est supérieure à 2 000 m² sont soumis à autorisation et doivent faire l'objet d'une enquête publique,
 - dans le cadre de l'article L.146-6 du Code de l'urbanisme puisque les travaux seront réalisés sur des sites inscrits à l'inventaire des sites remarquables du département et que leur montant excède 160 000 €.

En outre, les ouvrages et travaux réalisés sur le Domaine Public Maritime sont soumis à une étude d'impact au titre du décret n° 77-1141 du 12 octobre 1977. Dans la pratique, cette étude est contenue dans le dossier d'enquête publique.

Le projet doit également entrer en compatibilité avec le SDAGE Adour-Garonne et la directive cadre sur l'eau (directive n° 2000/60/CE du 23 octobre 2000).

II - L'EMBOUCHURE DE L'ADOUR A ANGLET

A- Les problèmes qui se posent :

Les autorités locales sont confrontées depuis plusieurs années à deux problèmes liés au littoral d'Anglet :

- d'une part, l'embouchure de l'Adour présente une tendance continue à s'ensabler et nécessite de ce fait de coûteux travaux de dragage afin de conserver une profondeur suffisante du chenal d'accès au port ;
- d'autre part, le trait de côte recule inexorablement, entraînant la perte d'un potentiel touristique important et un danger pour les aménagements voisins.

De plus, l'Etat comme les collectivités territoriales (Région, Département, Communauté d'Agglomérations BAB, Villes d'Anglet et de Bayonne, ainsi que Mouguerre et Lahonce) sont intéressés de savoir si des prélèvements de sables, même modestes en apparence (50 à 100 000 m³/an), peuvent avoir des incidences sur le trait de côte et sont concernés par un suivi dynamique des effets de grands aménagements réalisés (nouvelle digue, piège à sable).

Les travaux réalisés par le passé afin de lutter contre les deux phénomènes précités (*photo 10 et encadré page 18*) ne s'étant révélés que partiellement efficaces, la Communauté d'Agglomération Bayonne-Anglet-Biarritz (CABAB) a initié un projet d'étude scientifique pour la période 2001-2003. Ce projet, co-financé par le Conseil Général des Pyrénées Atlantiques, la Région Aquitaine et l'Etat, avait pour objectif "*l'amélioration durable de l'état de connaissances du comportement hydro-sédimentaire du site particulier des plages d'Anglet par l'observation continue et la mise au point de modèles numériques fiables permettant aux décideurs de disposer d'une expertise indispensable éclairant leurs choix*".

Le choix de l'équipe d'étude s'est porté sur le Laboratoire de Sciences Appliquées au Génie Civil et Côtier (LaSAGeC²) de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour.



1969



1984



2000

Photo 10. Historique des aménagements côtiers à Anglet

Historique des aménagements côtiers à Anglet

La ville d'Anglet a depuis plus d'un siècle poursuivi une politique de protection de son littoral en luttant contre l'érosion par des ouvrages faits de murs de soutènement et d'épis, en essayant de ralentir le désensablement de ses 4 kilomètres de plage, et en maintenant entre le site urbanisé de la Chambre d'Amour et celui de la barre, une zone côtière « naturelle » aménagée et entretenue pour stabiliser la dune et permettre l'accès aux plages. Aujourd'hui, la promenade littorale et le parc environnemental de la Barre, en cours de réalisation, marquent fortement la continuité de cette politique et la volonté de préserver l'arrière dune après avoir essayé de ralentir l'érosion.

- 1925** Construction d'un mur de soutènement au niveau de la Chambre d'Amour.
- 1928** Construction de l'établissement des bains et de parking à l'arrière du mur de soutènement.
- 1931** Le mur de soutènement a été prolongé vers le nord de 926 m et sa longueur totale est de 1350 m. Entre 1929 et 1931 la Société Foncière de Biarritz-Anglet (SFBA) a construit un boulevard de front de mer d'une longueur de 926 m.
- 1954** Découverte des gisements de gaz naturel de Lacq. Nécessité d'améliorer le port de Bayonne pour l'exportation du gaz.
- 1961** Dégradation du mur de soutènement au niveau de la piscine de la Chambre d'Amour.
- 1962** Construction de l'hôtel de Marinella à 40 m en arrière du mur de soutènement.
- 1963** Début de la construction de la grande digue Nord. La digue mesure 1150 m de long avec une forme curviligne de 1000 m de rayon (coût total estimé à 30 millions de francs). Dégradation du mur de soutènement au niveau de la piscine de la Chambre d'Amour (en mars).
- 1965** Fin de la construction de la digue Nord. Dégradation du mur de soutènement au niveau de la piscine de la Chambre d'Amour (en mai). Construction d'un groupe d'immeuble aux Sables d'Or.
- 1969** Importante dégradation du mur de soutènement (en novembre). Erosion importante sur tout le littoral d'Anglet avec un recul de 10 m au nord.
- 1972** Destruction du mur de soutènement sur 720 m de long (en novembre). Attaque des vagues au niveau des fondations de l'hôtel Marinella.
- 1973** Construction d'une protection en enrochements au pied de l'hôtel Marinella. L'Etat est attaqué devant le tribunal administratif par la SFBA. La plainte porte sur la responsabilité de la digue nord dans les phénomènes d'érosion des plages d'Anglet. La SFBA se plaignait d'avoir perdu 139 000 m² de terrain à bâtir en 1969.
- 1974** A la suite du procès intenté à l'Etat (condamnation de l'Etat à payer 80 % des dommages), et du nouveau jugement de 1976 en Conseil d'Etat (indemnité ramenée à 50 % des dommages), des mesures ont été prises pour limiter l'érosion :
- rejet devant les plages sud d'une partie des sédiments dragués à l'embouchure de l'Adour ;
 - arrêt des extractions de madrague ;
 - construction des six épis et de la digue Sud (entre 1975 et 1977) ;
 - rachat des terrains les plus exposés.
- 2000** Construction d'une « petite » digue à la Barre.

Les dragages

Depuis des décennies, l'embouchure de l'Adour présente une tendance continue à s'ensabler et nécessite de coûteux travaux de dragage afin de conserver une profondeur suffisante du chenal d'accès au port de Bayonne. En 1999, les Services Maritimes de la DDE ont décidé de creuser une "fosse de garde" au sud de l'embouchure afin de limiter l'ensablement du chenal. Toutefois, même si le phénomène d'ensablement du chenal de navigation a diminué considérablement, deux campagnes de dragage par an restent nécessaires pour maintenir l'équilibre du système fosse de garde - chenal de navigation. Les figures ci-dessous illustrent les localisations et les volumes de sédiments dragués et rejetés.

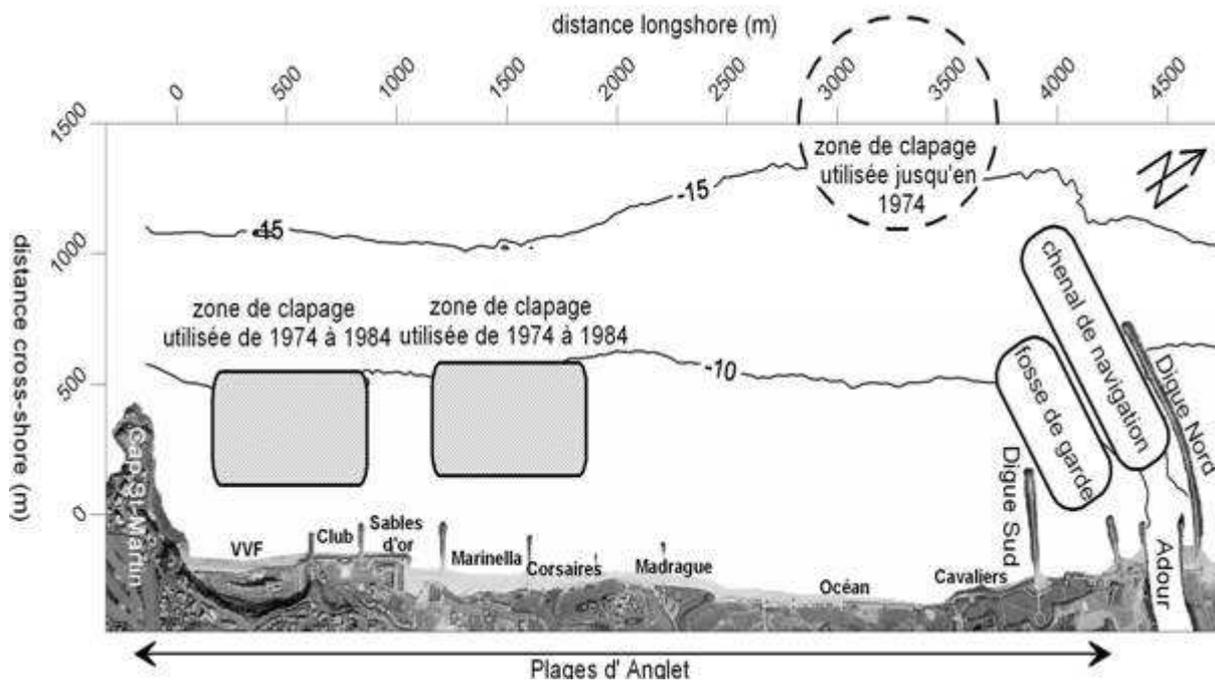


Figure 8. Carte des activités de dragage

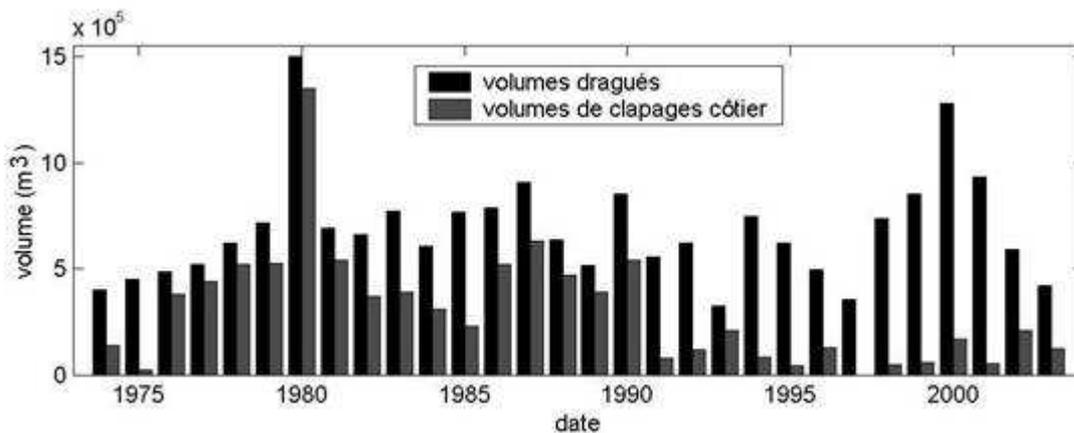


Figure 9. Synthèse des activités de dragage

B - Le diagnostic du LaSAGeC²

L'étude s'est déroulée sur une durée de trois ans. Elle était scindée en différentes phases qui ont légèrement évolué suite aux recommandations du comité de pilotage.

Méthodologie adoptée par le LaSAGeC². Elle repose sur :

- *Une étude préliminaire :*

Analyse bibliographique : synthèse bibliographique des études précédentes, numérisation des cartes bathymétriques de 1973 à 1996.

Méthodologie de mesures : choix des méthodes de mesures de houle au large et à la côte, de courants, de bathymétrie et de topographie. Déploiement des appareils et premiers tests.

Méthodologie d'analyse et de modélisation : Passage en revue des méthodologies d'analyses statistiques et des modèles numériques adaptés à la problématique.

- *Le développement de modèle numérique et la mesure in-situ :*

Mesures hydrodynamiques : Mesures de la houle du large. Campagne de mesures hydrodynamiques.

Mesures d'évolution des fonds : Mesures bathymétriques et topographiques régulières.

Développement du modèle hydrodynamique : Modèle de houle et modèle de courant. Premières simulations.

Développement des outils d'analyse de données : développement des codes d'analyse de données. Premiers résultats.

- *L'analyse du système :*

Analyse des données : Evolution bathymétrique sur le long terme. Analyse statistique des bathymétries. Analyse des mesures hydrodynamiques. Etude statistique des houles.

Modèle numérique : Comparaison et validation du modèle numérique à l'aide des résultats de la campagne hydrodynamique.

Etude du système : Utilisation des deux points précédents en vue d'appréhender la dynamique actuelle du système.

Base de données : Réalisation d'une base de données proposant les données brutes ainsi que les données traitées.

Evolutions bathymétriques

L'analyse de 28 relevés bathymétriques couvrant une durée de 25 ans de 1979 à 2004 a permis de dégager l'évolution long terme de la plage subtidale (sous marine) et de montrer l'importance des activités humaines sur les plages d'Anglet (*encadrés pages 19 et 20*).

1. Analyse statistique

L'utilisation de méthodes statistiques multivariées (Rihouey, 2004) a permis de mettre en évidence les caractéristiques synthétisées ci-dessous :

- Approfondissement du profil moyen sur toute la période d'étude au nord et à partir de l'arrêt des clapages côtiers en 1992 au sud.
- La morphologie et la dynamique des plages sud sont fortement influencées par les clapages côtiers. Les évolutions bathymétriques y ont lieu majoritairement dans la direction perpendiculaire à la côte.
- La morphologie et la dynamique des plages Nord, adjacentes à l'embouchure de l'Adour, sont fortement influencées par les activités de dragage (dragage du chenal de navigation et de la fosse de garde, clapage au large). Les évolutions bathymétriques y ont lieu dans les directions perpendiculaire et parallèle à la côte dans des proportions identiques.

2. Budget sédimentaire

Si durant les années 80, la zone est globalement stable en volume, les années 90 voient en revanche ce volume global de sédiment chuter rapidement. Une analyse plus poussée des données montre l'influence prépondérante des rejets de matériaux de dragage, au sud de la zone d'étude, sur l'évolution du stock sédimentaire (Abadie *et al.*, 2004a et b, 2005b). Si le système est en érosion sur toute la période, la forte proportion de rejets à la côte dans la première décennie permet de masquer le phénomène (au sud). En revanche, la diminution brutale de ces rejets dans la deuxième période entraîne la diminution immédiate et rapide du stock dans toutes les zones. Un bilan sédimentaire permet de montrer que le taux d'érosion du site est important ($\sim 500\ 000\ \text{m}^3/\text{an}$) et constant sur les 2 dernières décennies. Enfin, le volume annuel de sédiments qui sort du système des plages subtidales est du même ordre que le volume d'ensablement de l'embouchure (égal au volume dragué soit $\sim 700\ 000\ \text{m}^3/\text{an}$).

Modélisation numérique

A l'embouchure de l'Adour, la digue Nord protège l'estuaire des vagues. Légèrement plus au sud, la plage des Cavaliers reçoit des houles très énergétiques. En moyenne, cette différence de hauteur de vague engendre un fort courant d'expansion sud-nord interagissant avec les courants de marée et l'écoulement de l'Adour.

Pour modéliser ces processus hydrodynamiques, les modules TOMAWAC et TELEMAC 2D du système TELEMAC (EDF / DRD) ont été utilisés (*encadré page 26*). Dans un premier temps, des statistiques locales de houle ont été établies. Les courants induits par la houle en zone d'embouchure ont ensuite été obtenus par modélisation numérique en considérant différents niveaux fixes du plan d'eau et un débit constant du fleuve.

Une classification de régimes hydrodynamiques a été établie en fonction des paramètres de la houle et l'influence de celle-ci sur la dynamique sédimentaire au sein de l'embouchure a été évaluée.

1. Forçage de houle

Une analyse des paramètres statistiques de la houle pour la zone côtière sud-aquitaine a été réalisée par comparaison de deux jeux de données : une mesure locale sur une période courte et des résultats de simulation du modèle Wavewatch III sur 6 ans et 9 mois (Abadie *et al.*, 2005a).

Il a été montré qu'il existe une très bonne corrélation entre les hauteurs significatives H_s issues respectivement de la mesure et des simulations. La corrélation pour les périodes pic T_p et les directions de pic est moins bonne, du fait respectivement du caractère intrinsèquement instable du paramètre T_p et de la distribution particulièrement étroite de D_p .

Le traitement statistique des sorties du modèle ajusté sur la mesure a permis de donner une évaluation des paramètres statistiques de la houle dans cette zone. Le lien entre les trois paramètres a été analysé sous la forme d'une classification d'états de mer (tableau ci-dessous)

classe	probabilité	H_s	T_p	D_p	classe
1	17,85	1.29	10.15	299.67	Houle, printemps et automne
2	15,46	0.85	8.48	297.21	Houle, été
3	12,74	2.10	11.04	298.96	Houle, automne hiver printemps
4	9,96	2.85	13.02	296.57	Houle, hiver
5	9,60	1.43	12.88	289.29	Houle, hiver++
6	8,11	1.37	5.42	297.82	Mer du vent, été
7	6,90	1.18	5.16	2.72	Mer du vent, été, NORD
8	6,64	3.14	8.41	301.35	Mer du vent, annuel
9	5,11	4.06	13.87	295.94	Houle, hiver, fortes tempêtes
10	3,16	0.81	4.19	57.23	Mer du vent, été, NORD-EST
11	2,38	5.54	12.45	297.04	Houle, hiver, très fortes tempêtes
12	2,10	1.08	4.24	182.83	Mer du vent, automne hiver printemps, SUD

Les cinq premières classes ont un poids total très élevé de 66% et correspondent à des houles d'énergie moyenne à élevée et une direction incidente proche du 300°. Les classes 6, 7, 8, 10 et 12 correspondent à des mers du vent définies par des cambrures plus importantes. Leurs directions incidentes privilégiées sont de 300° récurrent en annuel et du nord en période estivale ; elles représentent un poids total de 27 %. Enfin, la dernière catégorie, dans laquelle on trouve les classes 9 et 11, est constituée des houles de tempête (faible cambrure), qui ont un poids statistique limité de 7,5 %, mais vraisemblablement une action importante sur l'évolution des fonds en zone côtière, compte tenu de leur énergie. La direction de pic de ces deux classes est toujours proche de 300°.

2. Calibration -Validation

Afin d'évaluer la validité de calculs numériques d'hydrodynamique et d'améliorer la connaissance du site d'étude, une campagne de mesures intensives a été réalisée en mars 2003. La campagne a consisté en la mesure simultanée des différents forçages (houle, vent, débit de l'Adour) et de la réponse du système (suivi bathymétrique, mesure de pression et mesure des courants en différents points fixes). Une mesure courantométrique par capteur mobile placé sur le bateau a été réalisée quotidiennement pendant la semaine de mesures.

3. Résultats

Les forces motrices de la houle sont obtenues à l'aide du module TOMAWAC. Les régimes hydrodynamiques au sein de l'embouchure sont obtenus ensuite à l'aide du module TELEMAC 2D en négligeant, dans un premier temps, l'influence du vent ainsi que celle de la marée. Le niveau du plan d'eau est fixé successivement à +0 C.M. et à +2.5 C.M. et +4 C.M.. Le débit de l'Adour est choisi constant à 300 m³/s.

L'utilisation de ce modèle montre l'existence d'un courant induit par la houle dirigé vers l'embouchure qui fait le lien direct entre l'érosion des plages et l'ensablement de l'embouchure. Ce courant est créé par la présence de la digue Nord qui en créant une zone calme derrière l'embouchure jouxtant la zone agitée des Cavaliers force sa génération (fig.10).

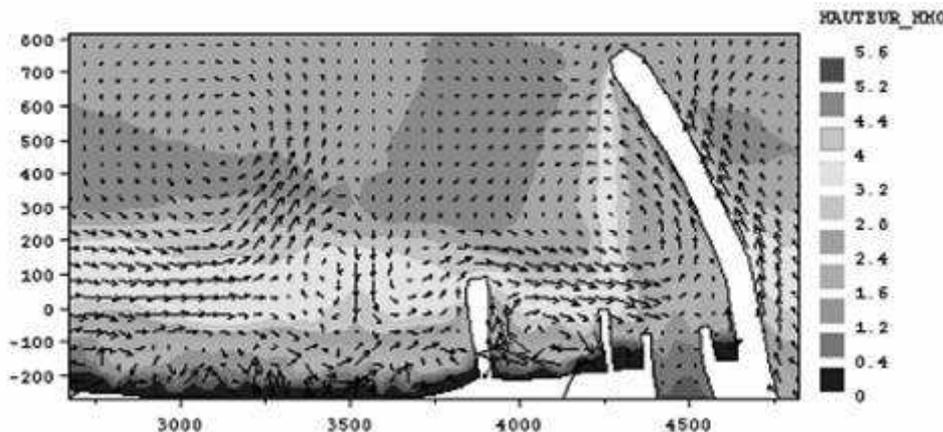


Figure 10. Circulation induite à l'embouchure de l'Adour par les forces motrices de la houle de classe 11 à mi-marée

Les paramètres prépondérants de ce courant sont la hauteur significative de la houle mais également le niveau du plan d'eau (courant actif seulement de mi marée basse à marée basse). Il est établi que seuls les événements suffisamment énergétiques, classifiés comme houles d'hiver et tempêtes, génèrent des circulations susceptibles de transporter des sédiments en zone d'embouchure. **L'action de ces états de mer défavorables couvre environ 1/5^{ème} du temps. Les simulations couplées avec la marée montrent que ce courant de houle reste actif dans ce contexte plus réaliste. Le modèle numérique forcé par les classes de houle montre également que le courant au droit du Cap St Martin est toujours faible (fig.11).**

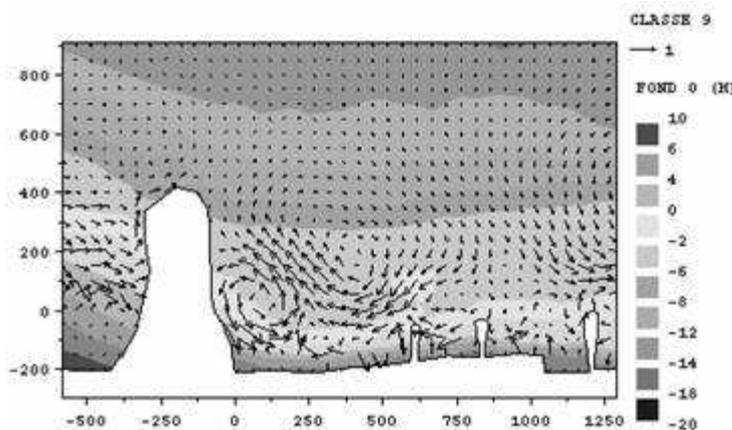


Figure 11. Circulation induite au Cap St-Martin par les forces motrices de la houle de classe 9 à mi-marée.

Conclusions

La figure ci-dessous (*fig.12*) montre l'enveloppe des variations bathymétriques sur la période 1979-2003. La ligne pointillée est la profondeur de fermeture au large de laquelle le sédiment n'est plus remanié. Le flux de sédiment est donc quasi nul à travers cette limite. Au sud, la modélisation numérique a montré l'occurrence de courants toujours très faibles. Enfin, la limite avec la plage (intertidale) est une zone de flux importants mais n'expliquant certainement pas une érosion annuelle de 500 000 m³ qui impliquerait un engraissement totalement irréaliste des plages intertidales (on observe plutôt l'inverse).

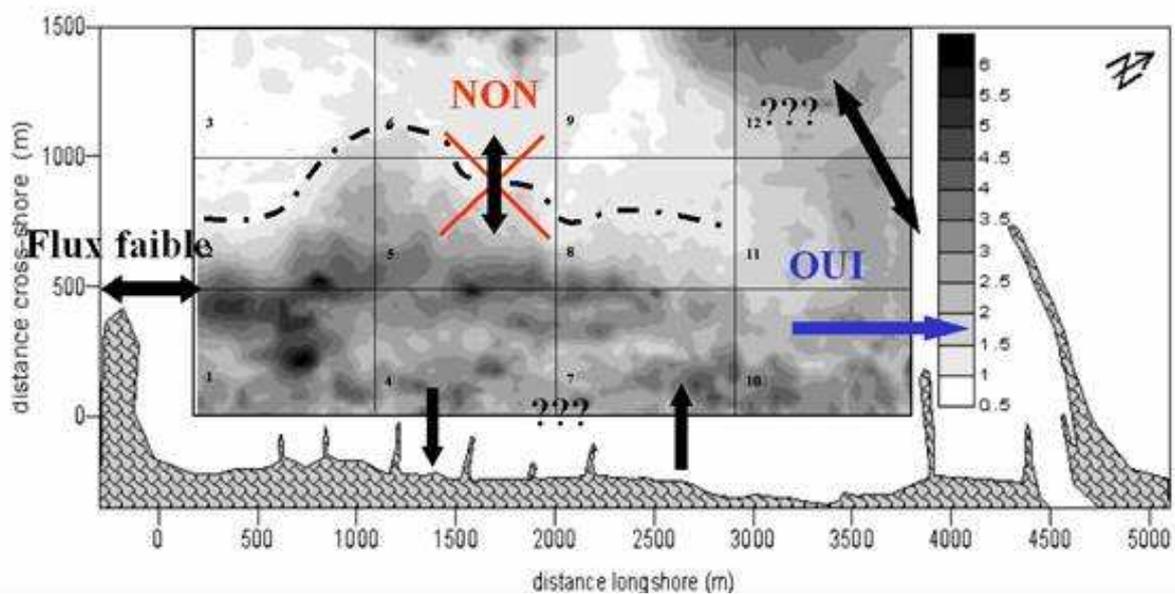


Figure 12. Synthèse des flux sédimentaires

En conclusion, le flux dirigé vers l'embouchure mis en évidence et quantifié par la modélisation numérique est vraisemblablement responsable de la majeure part de l'érosion de la zone suivie.

Système TELEMAC (EDF/ DRD)

Le système TELEMAC (EDF/DRD) est un outil intégré de modélisation dans le domaine des écoulements à surface libre. Les différents modules de simulation utilisent des algorithmes basés sur la méthode des éléments finis. L'espace est discrétisé sous forme de maillage non structuré à éléments triangulaires, ce qui permet en particulier de raffiner le maillage dans les zones présentant un intérêt particulier.

Dans le cadre de l'étude du LaSaGeC², la modélisation numérique de l'hydrodynamique des plages d'Anglet a été réalisée avec les modules TOMAWAC et TELEMAC-2D du système TELEMAC (EDF/DRD).

Module de vague TOMAWAC

TOMAWAC est destiné à modéliser la propagation de la houle en zone côtière. Il résout, par une méthode de type éléments finis, une équation simplifiée de la densité spectro-angulaire d'action d'onde de la houle. Il permet de prendre en compte les phénomènes physiques suivants :

- ✓ Génération de la houle par le vent
- ✓ Réfraction par les fonds
- ✓ Réfraction par courant
- ✓ Dissipation par déferlement bathymétrique
- ✓ Dissipation par déferlement par courant contraire

Module de courant TELEMAC- 2D

TELEMAC-2D permet de simuler les écoulements à surface libre à deux dimensions d'espace horizontales. Le logiciel calcule, en chaque point du maillage, la hauteur d'eau ainsi que les deux composantes de la vitesse. TELEMAC-2D, qui résout les équations de Saint-Venant, permet de prendre en compte les phénomènes physiques suivants :

- ✓ Propagation des ondes longues avec prise en compte des effets non linéaires,
- ✓ Frottement sur le fond, influence de la force de Coriolis,
- ✓ Influence de phénomènes météorologiques : pression atmosphérique et vent, Turbulence,
- ✓ Écoulements torrentiels et fluviaux,
- ✓ Influence de gradients horizontaux de température ou de salinité sur la densité,

Une littérature abondante a été consacrée au modèle TELEMAC. On peut consulter, par exemple : Hervouet (2001), Benoit (1995).

Pour en savoir plus

- ABADIE S., BRIERE C., DUBRANNA J., MARON P, RIHOUEY D. (2004a) - Analyse de l'évolution du volume sédimentaire des plages subtidales d'Anglet. *VII^o Journées Nationales génie Côtier-Génie Civil, Compiègne*.
- ABADIE S, BRIERE C, DUBRANNA J., MARON P, RIHOUEY D. (2004b) - Etude préliminaire du comportement hydrosédimentaire du littoral d'Anglet et de l'entrée du port de Bayonne ; Rapport final, 100 pages.
- ABADIE S, BUTEL R., DUPUIS H., BRIERE C., (2005a) - Paramètres statistiques de la houle directionnelle au large de la côte sud Aquitaine, *C.R. Geoscience*, 337,769-776.
- ABADIE S, BRIERE C, DUBRANNA J., MARON P, RIHOUEY D. (2005b) - Erosion generated by wave induced currents in the vicinity of a jetty : the study case of the relation between Adour river mouth and Anglet beaches - France., *submitted to Journal of Coastal Research*.
- ABADIE S., BUTEL, R., MAURIET, S., MORICHON, D., DUPUIS, H., 2006, Wave climate and Longshore Drift on the South Aquitaine Coast. *En révision pour Continental Shelf Research*.
- ALEXANDRE A., MALLET C., DUBREUILH J. (2003) - Etude de l'érosion de la Côte Basque. Synthèse bibliographique. *Rapport BRGM/RP-52370-FR*, 125 p., 32 fig., 4 tab., 30 photos, 3 ann. En ligne sur littoral.aquitaine.fr
- ALEXANDRE A., MALLET C., LE NINDRE Y.M., BENHAMMOUDA S. (2003) – Evolution du littoral aquitain et impact des ouvrages de protection : secteurs de Biscarrosse, Mimizan et Capbreton. *Rap. BRGM/RP-51877-FR.*, 79 p., 23 fig., 4 tab., 7 photo., 17 ann. En ligne sur littoral.aquitaine.fr
- AUBIE S., GENNA A., PETITJEAN J., avec la collaboration de C. MALLET ET J.P. CAPDEVILLE (2005) : Evolution historique du littoral basque français. *Rapport BRGM/RP-53454 -FR*, 32 illustrations, 1 ann., 59 p. En ligne sur littoral.aquitaine.fr
- BENOIT M., (1995). Logiciel TOMAWAC de modélisation des états de mer en éléments finis, notice théorique, *note EDF / DRD*.
- BRIERE C., (2005) - Hydrodynamique d'une zone côtière anthropisée : l'embouchure de l'Adour et les plages adjacentes d'Anglet. *Thèse de doctorat, Université de Pau et des Pays de l'Adour*.
- CARRERE C. (1994) - Le cas particulier de Capbreton. *Rapport D.D.E.*, 50 p.
- CIRAC P., BOURILLET J.F., GRIBOULARD R., NORMAND A., MULDER T. et l'équipe ITSAS1 (2001) - Le canyon de Capbreton : nouvelles approches morphostructurales et morphosédimentaires. Premiers résultats de la campagne Itsas. *C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la Terre et des planètes / Earth and Planetary Sciences*, 332, pp. 447–455.
- CLUS-AUBY C. (2003) – La gestion de l'érosion des côtes : l'exemple aquitain. *PUB*, 227 p.
- DUPLANTIER F. (1976) – Etude sédimentaire de la zone côtière et du proche plateau continental de la région de Capbreton : paléogéographie et évolution actuelle. *Thèse de 3^{ème} cycle de Géologie. Université de Bordeaux I*, 139 p.
- ETEN (2005) - Travaux de protection du trait de côte. Commune de Capbreton. Demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau. Demande de concession d'utilisation du Domaine Public maritime. 155 p.
- FROIDEFOND J.M (1985) – Méthode de géomorphologie côtière : application à l'étude de l'évolution du littoral aquitain. *In : Mém.Inst.Geol.du Bassin Aquitain, n° 18*, 273 p.
- HERVOUET J.M., (2001). TELEMAT 2D version 3.0, principe note, *LNHE / EDF – DRD*.
- KLINGEBIEL A. et LEGIGAN P. (1978) - Histoire géologique des divagations de l'Adour. *Actes du congrès de Bayonne des 28 et 29 octobre 1978 organisé pour le IV^o centenaire du détournement de l'Adour*, pp. 23-34.

- LE NINDRE Y.M., BENHAMMOUDA S., ROUZEAU O., HAAS H., QUESSETTE J.A. (2001) - Elaboration d'un outil de gestion prévisionnelle de la côte Aquitaine. Phase 3: diagnostic d'évolution et recommandations. *Contribution du BRGM Rap. BRGM/P-0822-FR.*, 115 p., 55 fig., 5 tabl., 2 ann. En ligne sur littoral.aquitaine.fr
- LCHF (1979) - Etude en nature de la côte aquitaine entre la pointe de Grave et l'embouchure de l'Adour. 4 volumes. *Rapport établi pour le compte de la MIACA.*
- LCHF (1986) - Protection contre les érosions du littoral Sud de Capbreton. *Rapport d'étude établi pour le compte de la municipalité de Capbreton.*
- MANAUD F., L'YAVANC J., NEGRE S., TOUGERON C., TRUT G. (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. En ligne sur littoral.aquitaine.fr
- MAZEIRAUD V. et VIGUIER J. (2004) - L'utilisation de systèmes hydrauliques de transfert de sables dans la réhabilitation d'une plage urbaine : le cas de Capbreton (Landes). *VII^e Journées Nationales génie Côtier-Génie Civil, Compiègne.*
- RIBATET G.(1997) – L'évolution du littoral landais entre Hossegor et Tarnos : trait de côte et milieu dunaire. *D.E.A. L.G.P.A, Université de Bordeaux 3*, 65 p.
- RIHOUEY D., MARON P., (2003) - Decadal Morphological Behavior from long-term Bathymetric Surveys along the Beaches of Anglet using Eigenfunction Analysis. *Coastal Sediment 2003, St Petersburg, USA.*
- RIHOUEY D., (2004) - Analyse statistique de l'évolution morphodynamique des plages sableuses - Application aux sites d'étude du Programme National d'Environnement Côtier et aux plages d'Anglet. *Thèse de doctorat, Université de Pau et des Pays de l'Adour*
- SALOMON J.N et PRAT M.C (1999) - Le littoral sud-landais : environnement et développement durable. *Travaux du Laboratoire de Géographie Physique Appliquée. Université de Bordeaux 3*,143 p.
- SAINT-JOURS B. (1921) - L'Adour et ses embouchures. *Bulletin de la Société de Borda. Dax*, pp. 3-15.
- SOGREAH (2003) - : Etude de l'évolution du trait de côte du littoral de Capbreton.
Phase 1: diagnostic de l'état actuel, 30 p. + annexes.
Phase 2 : modélisation mathématique de l'évolution du trait de côte et incidence sur le risque littoral, 29 p + annexes.
Phase 3 : recherche de solutions d'aménagement du littoral, 56 p. + annexes.
Rapport établi pour le compte de la municipalité de Capbreton.
- SOGREAH (2005) – Aménagement du littoral de Capbreton : avant-projet, rapport final.