

Document public

Caractérisation de l'aléa érosion (2020-2040) de la Côte Aquitaine dans le cadre de l'étude stratégique de gestion du trait de côte Observatoire de la Côte Aquitaine

Rapport final

BRGM/RP-59095-FR
Août 2011

L'Observatoire de la Côte Aquitaine
est cofinancé par l'Union Européenne
L'Europe s'engage en Aquitaine avec
le Fonds Européen de Développement Régional



OBSERVATOIRE
CÔTE AQUITAINE

Réseau d'experts au service du littoral



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Caractérisation de l'aléa érosion (2020-2040) de la Côte Aquitaine dans le cadre de l'étude stratégique de gestion du trait de côte Observatoire de la Côte Aquitaine Rapport final



L'Observatoire de la Côte Aquitaine
est cofinancé par l'Union Européenne
L'Europe s'engage en Aquitaine avec
le Fonds Européen de Développement Régional



BRGM/RP-59095-FR
Août 2011

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 11LITA12

S. AUBIE, C. MALLET et J. FAVENNEC
avec la collaboration de
A. HOAREAU

Vérificateur :

Nom : Y. De la Torre

Date : 16/12/2010

Approbateur :

Nom : N. Lenôtre

Date : 31/05/2011

En l'absence de signature, et pour les rapports diffusés en version numérique, l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.



OBSERVATOIRE
CÔTE AQUITAINE

Réseau d'experts au service du littoral



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Avertissement

La cartographie de l'aléa érosion et mouvements de terrain (à différencier d'une cartographie de risque) est dressée dans un but informatif, dans l'état actuel des connaissances. Ces cartes ne peuvent être agrandies à une échelle plus fine sans procéder à des levés de terrain plus précis sur un support cartographique adapté. Elles sont indissociables du support sur lequel elles ont été réalisées et ne peuvent être directement utilisées à des fins de zonage réglementaire (ex. : PPR).

Mots clés : Littoral, Aléa, érosion, Mouvements de terrain, Aquitaine, Observatoire.

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

S. AUBIE, C. MALLET et J. FAVENNEC en collaboration avec A. HOAREAU (2011) : Caractérisation de l'aléa érosion (2020-2040) de la Côte Aquitaine dans le cadre de l'étude stratégique de gestion du trait de côte. Observatoire de la Côte Aquitaine, rapport BRGM/RP-59095-FR, 59 illus. 97 p., 2 Ann.

Synthèse

Dans le cadre du Contrat de Projet Etat-Région (CPER) 2007-2013, l'Europe (FEDER), l'Etat, le Conseil Régional d'Aquitaine, les départements de la Gironde, des Landes et des Pyrénées Atlantiques, le Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon, le BRGM et l'ONF se sont associés, à travers une convention de partenariat signée le 17/09/2008, pour poursuivre les actions menées par l'Observatoire de la Côte Aquitaine.

C'est dans ce contexte que le GIP Littoral Aquitain a confié au BRGM et à l'ONF, les deux opérateurs principaux de l'Observatoire de la Côte Aquitaine, une mission d'étude du phénomène d'érosion côtière aux horizons 2020 et 2040 dans le cadre de son étude stratégique de gestion du trait de côte. Cette dernière a pour objectif général de poser les bases d'une stratégie régionale de gestion du trait de côte combinant une approche régionale et un guide de l'action locale. Il s'agit d'une approche spatiale à deux échelles mais aussi d'une approche temporelle à moyen (2020) et long terme (2040). La méthodologie d'évaluation de l'aléa érosion a été validée en novembre 2009 par le Comité Scientifique de l'étude stratégique, notamment composé de membres scientifiques de l'Université Bordeaux I (EPOC) et d'experts (EUCC).

La mission confiée à l'Observatoire est :

- d'évaluer le phénomène d'érosion à l'échelle régionale et à l'échelle locale sur trois sites tests (Lacanau, Contis et Ciboure) pour les horizons 2020 et 2040 ;
- de mettre à disposition les données concernant les dispositifs de protection existants ;
- d'apporter un appui technique au GIP Littoral Aquitain et au maître d'œuvre de l'étude stratégique (SOGREAH).

Le présent rapport présente donc une cartographie de l'aléa érosion de la côte aquitaine (hors estuaire de la Gironde et Bassin d'Arcachon) aux horizons 2020 et 2040 et selon les échelles régionale et locale pour les trois sites de Lacanau, Contis et Ciboure. En fonction du type de littoral, sableux ou rocheux, les aléas évalués sont respectivement l'érosion côtière et les mouvements de terrain. La caractérisation des aléas est délivrée sous forme de tableaux et de cartographies, argumentés par une analyse détaillée par secteur. La submersion marine n'a pas été prise en compte dans cette étude et fera l'objet d'analyses ultérieures.

Sommaire

1. Introduction	9
1.1. CONTEXTE	9
1.2. OBJECTIFS DE L'ETUDE	10
1.3. NOTION DE TRAIT DE COTE	10
2. La Côte Aquitaine.....	13
3. Les ouvrages et les aménagements	15
4. La côte sableuse	19
4.1. DONNEES EXPLOITEES	19
4.2. CONTEXTE GEOMORPHOLOGIQUE.....	19
4.2.1. Présentation.....	19
4.2.2. Cellules sédimentaires.....	21
4.3. METHODOLOGIE.....	23
4.4. EVALUATION DU NIVEAU D'ALEA EROSION COTIERE A L'ECHELLE REGIONALE	28
4.5. EVALUATION DE L'ALEA EROSION A L'ECHELLE LOCALE	35
4.5.1. Lacanau	36
4.5.2. Contis.....	43
5. La côte rocheuse.....	51
5.1. ALEA MOUVEMENTS DE TERRAIN A L'ECHELLE REGIONALE.....	51
5.1.1. Données exploitées	51
5.1.2. Description du milieu physique	51
5.1.3. Typologie des mouvements de terrain.....	58
5.1.4. Détermination de l'aléa mouvements de terrain	61
5.1.5. Position des traits de côte en 2020 et 2040	63
5.1.6. Limites de la cartographie.....	65
5.1.7. Chiffres clés	65
5.2. ALEA MOUVEMENTS DE TERRAIN A L'ECHELLE LOCALE : SITE PILOTE DE SOCOA (COMMUNE DE CIBOURE)	68
5.2.1. Données	68
5.2.2. Description du milieu physique du site.....	69
5.2.3. Typologie des instabilités et phénomènes associés	72
5.2.4. Diagnostic géotechnique et analyse des désordres par secteur	77
5.2.5. Conclusion	87
6. Conclusion générale	89
7. Bibliographie	91

Liste des illustrations

Illustration 1 : Géographie de la Côte Aquitaine (en rouge les 3 sites d'études locales, du nord au sud : Lacanau, Contis, Ciboure).....	14
Illustration 2 : Extrait de la base Ouvrages sur le littoral de Soulac-sur-Mer (Gironde)	16
Illustration 3 : Extrait de la base Ouvrages sur le littoral de la côte rocheuse.....	17
Illustration 4 : Extrait de la base Ouvrages sur les modes de gestion sur le secteur de la Pointe de Grave (Gironde)	18
Illustration 5 : Secteur de Saint-Girons (© Observatoire de la Côte Aquitaine - Le Collen, 2009)	20
Illustration 6 : Profil de plage et de dune aquitain	20
Illustration 7 : Budget sédimentaire	21
Illustration 8 : Subdivision du littoral sableux aquitain en cellules sédimentaires	23
Illustration 9 : Digitalisation des différents traits de côte au nord de Lacanau (orthophotographies 2009, GIP ATGéRI).....	25
Illustration 10 : Illustration du calcul de DSAS (Arcgis, ® ESRI). La ligne de base « offshore » est une ligne imaginaire de référence permettant de fournir une origine aux transects perpendiculaires aux différents traits de côte (par ex. ici :1966, 1985, 2009)	27
Illustration 11 : Taux d'évolution par cellule sédimentaire sur la côte sableuse.....	30
Illustration 12 : Taux d'évolution par cellule sédimentaire sur la côte sableuse.....	31
Illustration 13 : Cartographie de l'aléa érosion côtière sur la côte sableuse aux horizons 2020 et 2040.....	32
Illustration 14 : Position des traits de côte 2009, 2020 et 2040 sur le secteur du banc de Saint-Nicolas (Le Verdon-sur-Mer). Légende :1 (aléa faible), 2 (aléa moyen) et 3 (aléa fort).....	34
Illustration 15 : Position des traits de côte 2009, 2020 et 2040 sur le secteur du banc du Pineau (sud du Bassin d'Arcachon). Légende :1 (aléa faible), 2 (aléa moyen) et 3 (aléa fort).....	35
Illustration 16 : Secteur de Lacanau, sous-cellule 3.3 (en rouge)	36
Illustration 17 : Lacanau-Océan sur l'orthophotographie 2009 de l'IGN (© GIP ATGéRI)	37
Illustration 18 : Lacanau Océan en 1962 (© Le Collen)	38
Illustration 19 : Lacanau Océan en 2010 (© Le Collen)	39
Illustration 20 : Scénario d'évolution 2, sur le secteur de Carcans – Lacanau (Favennec, ONF)	41
Illustration 21 : Position des traits de côte 2009, 2020 et 2040 sur le secteur de Lacanau. Légende :1 (aléa faible), 2 (aléa moyen) et 3 (aléa fort)	42
Illustration 22 : Localisation de la sous-cellule 5.2 (en vert) de Mimizan Plage au courant d'Huchet (© Scan 100, IGN).....	43

Illustration 23 : Site de Contis sur les orthophotographies de l'IGN 2009 (©GIP ATGÉRI)	44
Illustration 24 : Scénario d'évolution 3 : alternance de phases d'érosion marine et de répit (Favennec, ONF)	47
Illustration 25 : Scénario 4 à budget sédimentaire légèrement positif (Favennec, ONF)	48
Illustration 26 : Position des traits de côte 2020 et 2040 sur le secteur de Contis (1 : aléa faible, 2 : aléa moyen, 3 : aléa fort).....	49
Illustration 27 : Type de morphologie côtière sur la côte rocheuse	53
Illustration 28 : Carte géologique de la partie occidentale du Pays Basque avec prise en compte des altérites	55
Illustration 29 : Réseau hydrographique de la Côte Basque	57
Illustration 30 : Glissement de terrain (Harotzen Costa, Guéthary, novembre 2009).....	58
Illustration 31 : Glissement banc sur banc (Corniche Basque à Urrugne, 2006).....	59
Illustration 32 : Eboulement (Miramar, Biarritz, 2001)	59
Illustration 33 : Cartographie des mouvements de terrain sur la Côte Basque	60
Illustration 34 : Classification des phénomènes.....	61
Illustration 35 : Critères de définition des niveaux de l'aléa mouvements de terrain.....	63
Illustration 36 : Taux d'évolution par secteur pour 2020 (la « largeur maximale sommet de falaise » correspond à la largeur maximale atteinte en sommet de falaise lors d'un événement de type glissement bancs sur bancs et/ou glissement superficiel)	66
Illustration 37 : Cartographie régionale de l'aléa mouvements de terrain et érosion à échéance 2020.....	66
Illustration 38 : Taux d'évolution par secteur pour 2040 (la « largeur maximale sommet de falaise » correspond à la largeur maximale atteinte en sommet de falaise lors d'un événement de type glissement bancs sur bancs et/ou glissement superficiel)	67
Illustration 39 : Cartographie régionale de l'aléa mouvements de terrain et érosion à échéance 2040 aléa mouvements de terrain à l'échelle locale : site pilote de socoa	67
Illustration 40 : Localisation du secteur d'étude sur © Google Earth.....	69
Illustration 41 : Falaises de Socoa constituées de flyschs marno-calcaires de Socoa.....	70
Illustration 42 : Zone fracturée et broyée située entre l'ancien sémaphore et la route de la Corniche	71
Illustration 43 : Détachement d'un banc de flysch selon la fracturation à l'extrémité de la zone d'étude.....	72
Illustration 44 : Glissement superficiel au sein des altérites (novembre 2009) à la suite de fortes précipitations	73
Illustration 45 : Phénomène de sous-cavage en pied de falaise au droit du nouveau sémaphore (2009).....	74
Illustration 46 : Fort sous-cavage des bancs marneux sur 10 m de profondeur.....	75
Illustration 47 : Ablation frontale formant un sous-cavage après l'ancien sémaphore (à gauche, schéma vu en plan)	76
Illustration 48 : Ablation latérale (à gauche, schéma vu en plan)	76

Illustration 49 : Localisation des sept secteurs diagnostiqués	77
Illustration 50 : Déversement du mur du quai Passicot.....	78
Illustration 51 : Rupture de bancs de flysch au droit de l'émissaire	79
Illustration 52 : Vue du secteur 3 (photos Balloides, 2008 ; à gauche : schéma vu en plan)	80
Illustration 53 : Evolution du secteur 3 depuis 2002.....	81
Illustration 54 : Vue du secteur n°4 entre la crique et l'ancien Sémaphore (photos Balloides, 2008)	82
Illustration 55 : Sous-cavage frontal guidé par la fracturation des bancs (les flèches indiquent la progression de la dégradation des bancs).....	83
Illustration 56 : Sous-cavage frontal guidé par une faille.....	84
Illustration 57 : Vue du secteur 7	85
Illustration 58 : Cartographie de l'aléa mouvements de terrain en 2020 sur le secteur de Socoa.....	86
Illustration 59 : Cartographie de l'aléa mouvements de terrain en 2040 sur le secteur de Socoa.....	87

Liste des annexes

Annexe 1 Composition du Comité Scientifique de l'Etude Stratégique de Gestion du Trait de Côte Aquitain	95
---	----

Annexe 2 CD-ROM contenant l'atlas cartographique de la présente étude

1. Introduction

1.1. CONTEXTE

Dans le cadre du Contrat de Projet Etat-Région (CPER) 2007-2013, l'Europe (FEDER), l'Etat, le Conseil Régional d'Aquitaine, les départements de la Gironde, des Landes et des Pyrénées Atlantiques, le Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon, le BRGM et l'ONF se sont associés, à travers une convention de partenariat signée le 17/09/2008, pour poursuivre les actions menées par l'Observatoire de la Côte Aquitaine.

La mission de l'Observatoire est de produire des éléments et des outils d'aide à la décision et à la gestion du littoral aquitain en améliorant la connaissance sur les processus d'érosion côtière. Ainsi, l'Observatoire :

- collecte des informations sur l'évolution géomorphologique de la côte ;
- établit des expertises gratuites pour les collectivités ;
- diffuse l'information grâce à un vaste partenariat (IFREMER, Conservatoire du Littoral, ONF, BRGM, RRLA,.....).

C'est dans ce contexte que le GIP Littoral Aquitain a confié à l'Observatoire une mission d'analyse du phénomène d'érosion côtière aux horizons 2020 et 2040 dans le cadre de son étude stratégique de gestion du trait de côte. Cette dernière a pour objectif général de poser les bases d'une stratégie régionale de gestion du trait de côte combinant une approche régionale et un guide de l'action locale. Il s'agit d'une approche spatiale à deux échelles (locale et régionale) mais aussi d'une approche temporelle à moyen (2020) et long terme (2040). Cette démarche vient en complément de la démarche des PPR littoraux dont le guide méthodologique est en cours de révision au moment de la rédaction du présent rapport. Cette révision devrait prendre en compte une échéance à 2100 ainsi que l'impact du changement climatique pour l'aléa érosion. La caractérisation de l'aléa faite pour cette étude ne constitue donc pas un aléa de référence.

Trois sites locaux (ou « tests ») ont été choisis par le Comité de Pilotage de cette étude sous le pilotage du GIP Littoral, de manière à représenter différents types d'aléas complémentaires répartis sur l'ensemble des trois départements littoraux aquitain. Ces sites sont :

- Lacanau (Gironde), aléa érosion typique du système de plage et de dune de la côte sableuse aquitaine ;
- Courant de Contis séparant les communes de Saint-Julien-en-Born et Lit-et-

Mixe (Landes), caractéristique d'un petit fleuve côtier landais débouchant sur un littoral sableux mobile ;

- site de Socoa sur la commune de Ciboure (Pyrénées Atlantiques), représentant une falaise rocheuse soumise à la fois aux mouvements de terrain d'origine continentale et à l'érosion marine.

Cette mission pour l'Observatoire de la Côte Aquitaine est confiée à ses deux opérateurs principaux : l'ONF et le BRGM.

Le présent rapport a été transmis aux services de l'Etat (DREAL Aquitaine, DDTM de la Gironde, DDTM des Landes et DDTM des Pyrénées Atlantiques) dont les remarques mineures ont été intégrées.

1.2. OBJECTIFS DE L'ETUDE

La mission confiée à l'Observatoire est :

- d'évaluer le phénomène d'érosion à l'échelle régionale et à l'échelle locale sur trois sites tests (Lacanau, Contis et Ciboure) pour les horizons 2020 et 2040 ;
- de mettre à disposition les données concernant les dispositifs de protection existants ;
- d'apporter un appui technique au GIP Littoral Aquitain et au maître d'œuvre de l'étude stratégique (SOGREAH).

La méthodologie d'évaluation de l'aléa érosion aux horizons 2020 et 2040 a été validée à la suite de trois réunions du Comité Scientifique (voir composition en Annexe 1) de l'étude stratégique entre novembre 2009 et décembre 2010 et d'une consultation par courrier de septembre à octobre 2010.

1.3. NOTION DE TRAIT DE COTE

La notion de trait de côte diffère selon les usages et organismes. En France métropolitaine on distingue par exemple :

- celle employée par le SHOM pour lequel le trait de côte correspond à « la laisse des plus hautes mers dans le cas d'une marée astronomique de coefficient 120 et dans des conditions météorologiques normales (pas de vent du large, pas de dépression atmosphérique susceptible d'élever le niveau de la mer) » (SHOM, 2011) ;
- le « trait de côte dynamique » parfois relevé dans le cadre de programmes de recherche, correspondant à la limite des plus basses mers de vive-eau,
- le zéro issu du Nivellement Géodésique Français (NGF) de l'IGN, etc.

Pour répondre aux besoins de la présente étude, la notion de trait de côte qui a été choisie diffère sensiblement des notions précédentes. En effet, cet indicateur répond à des critères géomorphologiques permettant de faciliter la cartographie des limites estran-dune et estran-falaise en Aquitaine à partir d'observations et de mesures de terrain, de l'analyse et de l'interprétation d'images aériennes ou spatiales. Le suivi diachronique de ce trait de côte est ainsi réalisé de façon satisfaisante depuis de nombreuses années dans le cadre de l'Observatoire de la Côte Aquitaine. Selon les sites, cette définition est assez similaire à celle précitée qui est utilisée par le SHOM correspondant à la limite des plus hautes mers de vive-eau en conditions atmosphériques normales.

La définition du trait de côte utilisée pour cette étude est la suivante :

- pour la côte sableuse (illustration 6) : séparation entre la dune et la plage, correspondant selon la configuration géomorphologique à l'un et/ou l'autre des indicateurs suivants :
 - o pied de falaise dunaire,
 - o rupture de pente topographique,
 - o limite de végétation dunaire,
 - o ouvrage de protection longitudinal ;
- pour la côte rocheuse (cf chap § 5.1.5) : séparation entre la falaise et l'estran, correspondant selon la configuration géomorphologique à l'un et/ou l'autre des indicateurs suivants :
 - o sommet de falaise rocheuse,
 - o ouvrage de protection longitudinal
 - o ou en fond de baie aux mêmes indicateurs que pour la côte sableuse : pied de falaise dunaire, rupture de pente topographique, limite de végétation dunaire.

Cette définition du trait de côte étant différente de la limite officielle définie par le SHOM (2011), ne permet donc pas d'utiliser directement les éléments cartographiques de la présente étude pour des zonages réglementaires de type PPR. Elle permet en revanche de répondre aux objectifs de l'analyse requise qui sont les cartographies des aléas érosion littorale et mouvements de terrains aux horizons 2020 et 2040.

2. La Côte Aquitaine

La côte Aquitaine est une côte basse qui borde le golfe de Gascogne. Entre l'embouchure de la Gironde au nord celle de la Bidassoa au sud, la façade maritime s'étend sur près de 270 km, et représente 1/20 de l'ensemble du littoral français (illustration 1).

Les grandes plages sableuses de la côte Aquitaine s'opposent aux falaises rocheuses et découpées de la Côte Basque situées au sud de l'Adour. Elles sont interrompues par l'embouchure de la lagune du Bassin d'Arcachon et par quelques exutoires lacustres, localement appelés « courants ».

Les plages sableuses s'étendent sur un linéaire de 238 km, de la Pointe de Grave en Gironde à la Pointe Saint-Martin dans le département des Pyrénées Atlantiques. Les falaises rocheuses de la Côte Basque, alternant avec des plages sableuses et des baies, se répartissent sur un linéaire de 40 km, jusqu'à la frontière espagnole.

Les différences de configuration morphologique de la côte Aquitaine, entre plages sableuses et falaises rocheuses, ont rendu nécessaire une méthode différente d'évaluation de l'aléa érosion aux horizons 2020 et 2040.

Sur la côte sableuse, c'est l'évolution diachronique de l'évolution du pied de dune qui a été étudiée pour définir la position du trait de côte en 2020 et 2040.

Sur la côte rocheuse, la démarche est basée sur la méthodologie de cartographie de l'aléa mouvements de terrain élaborée dans le cadre des plans de prévention des risques de mouvements de terrain et non sur la méthodologie de la réalisation des plans de prévention des risques littoraux. L'aléa « érosion côtière » a également été pris en compte pour cette côte, notamment lorsque l'action marine joue un rôle important en pied de falaise et sur les plages de fonds de baies.

Les chapitres suivants présentent la méthodologie et les résultats de cartographie de l'aléa érosion à l'échelle de la côte Aquitaine ainsi qu'à l'échelle des trois sites tests : Lacanau, Contis et Ciboure.

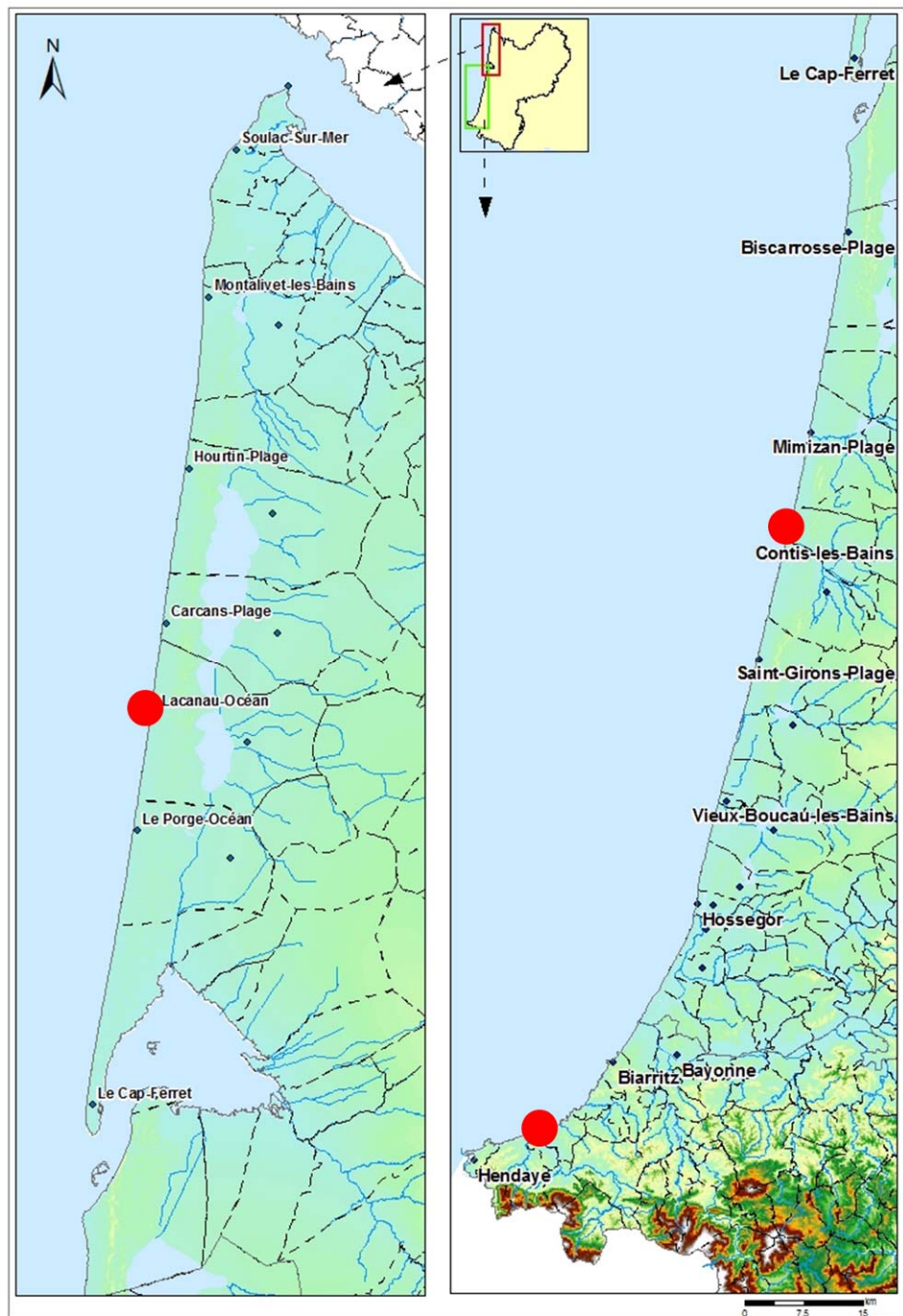


Illustration 1 : Géographie de la Côte Aquitaine (en rouge les 3 sites d'études locales, du nord au sud : Lacanau, Contis, Ciboure)

3. Les ouvrages et les aménagements

L'Observatoire de la Côte Aquitaine a constitué une base de données Ouvrages dans son système d'information géographique à partir de la collecte de différentes sources d'information.

Cette base s'organise selon les trois environnements côtiers :

- la côte sableuse : les données proviennent des études réalisées par l'Observatoire dans le cadre des précédents Contrats de Plan Etat-Région entre 1996 et 2000. Des mises à jour ont été effectuées à partir de la photo-interprétation de l'orthophotographie de 2009 (© BD Ortho IGN, © PIGMA) ;
- le Bassin d'Arcachon : la cartographie des ouvrages a été réalisée par la DDTM de la Gironde ;
- la côte rocheuse : les ouvrages proviennent d'une compilation de données issue de l'ancien service maritime de la DDE des Pyrénées Atlantiques. Ces données ont été mises à jour à partir de la photo-interprétation et de la synthèse des études géotechniques réalisées sur la Côte Basque (voir par exemple Alexandre *et al.*, 2003).

La base de données Ouvrages de l'Observatoire a été mise à disposition du CETE Sud-Ouest qui doit entreprendre une mise à jour de l'ensemble des ouvrages de la Côte Aquitaine. Cette base a également été transmise au CETMEF dans le cadre d'un recensement national des ouvrages littoraux. Lorsque la base sera actualisée, elle sera déversée dans le système d'information géographique de l'Observatoire de la Côte Aquitaine.

Sur la côte sableuse (illustration 2), la typologie des ouvrages a été définie de la façon suivante :

- ouvrages longitudinaux : perrés, enrochements longitudinaux ;
- ouvrages transversaux : épis, digues, pieux hydrauliques,...
- fronts de mer, promenade, ... ;
- ganivelles, aménagements dunaires récents.

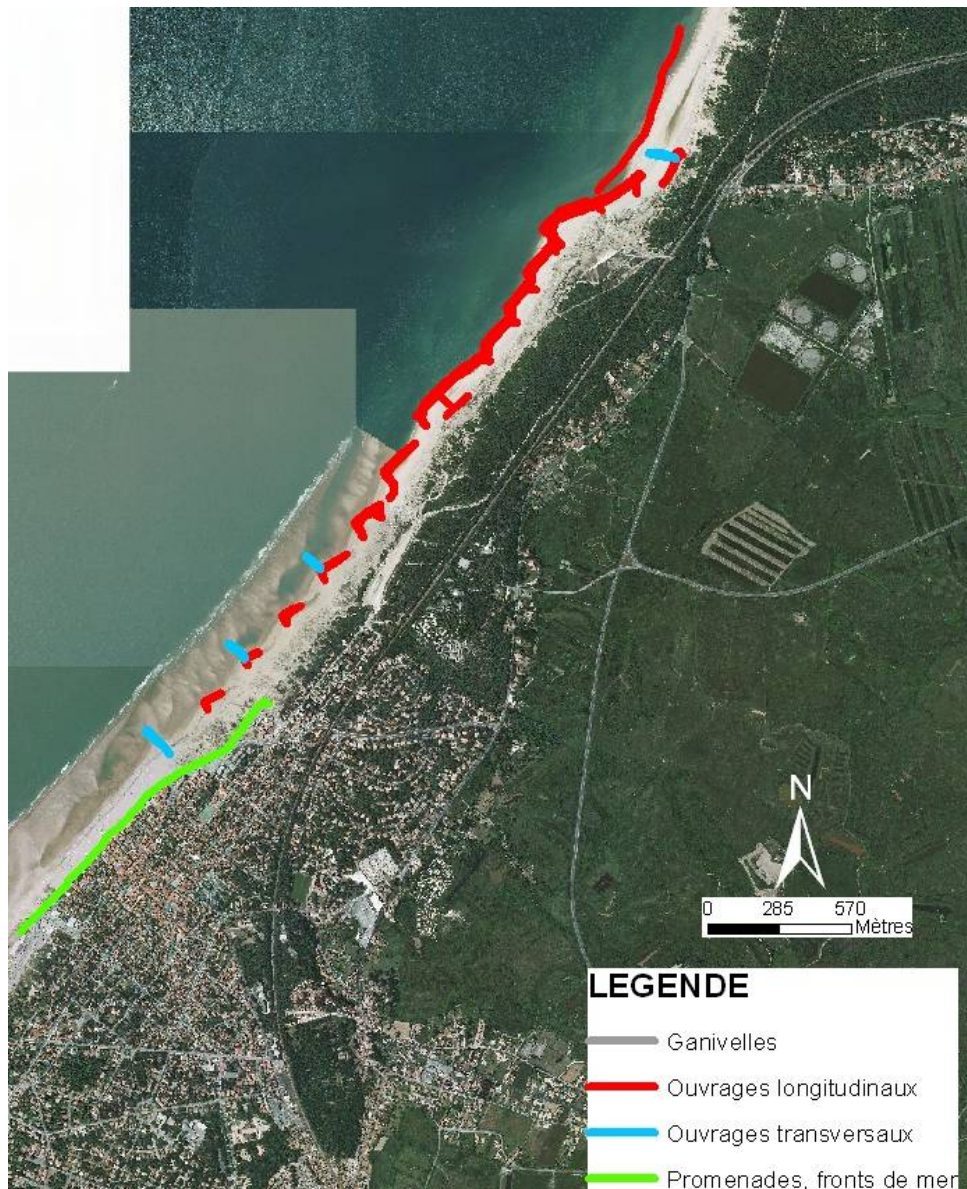


Illustration 2 : Extrait de la base Ouvrages sur le littoral de Soulac-sur-Mer (Gironde)

Sur la côte rocheuse, en complément des ouvrages longitudinaux et transversaux, les ouvrages de confortement des falaises ont été inventoriés (illustration 3).



Illustration 3 : Extrait de la base Ouvrages sur le littoral de la côte rocheuse

La base de données Ouvrages comprend également une couche d'information sur les modes de gestion actuels. Le trait de côte a ainsi été découpé en tronçons caractérisant un mode de gestion particulier (illustration 4) :

- accompagnement du processus : gestion souple des dunes ;
- maintien du trait de côte : présence d'ouvrages sur le littoral souvent accompagnés d'un rechargement des plages en sable ;
- gestion portuaire d'intérêt majeur : présence des ouvrages structurants majeurs tels que les digues : du Verdon-sur-Mer, de l'Adour, de Saint-Jean-de-Luz et de la Bidassoa ;
- évolution naturelle : non intervention, évolution naturelle des sites.

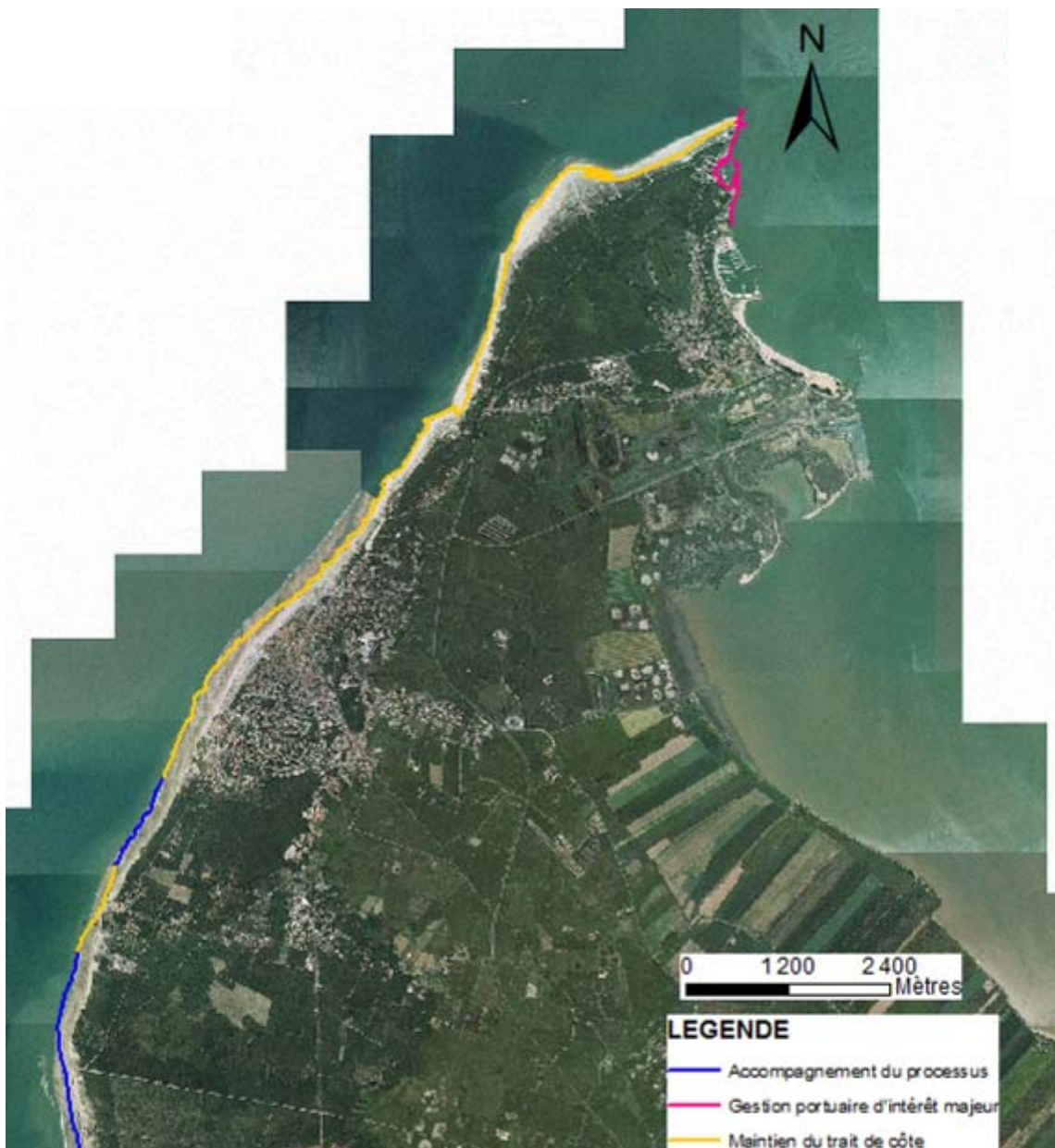


Illustration 4 : Extrait de la base Ouvrages sur les modes de gestion sur le secteur de la Pointe de Grave (Gironde)

4. La côte sableuse

4.1. DONNEES EXPLOITEES

L'évaluation de l'aléa érosion sur la côte sableuse aux horizons 2020 et 2040 est basée sur l'exploitation des données suivantes :

- l'atlas de l'aléa érosion de la côte sableuse pour la période actuelle, réalisé par l'Observatoire de la Côte Aquitaine, en cours de finalisation ;
- l'exploitation des photographies aériennes de l'IGN de 1966, 1985, 1998, 2000 et 2009 ;
- l'exploitation des images spatiales Formosat 2 pour les années 2007, 2008 et 2009 ;
- les relevés au DGPS effectués dans le cadre des travaux de l'Observatoire de la Côte Aquitaine depuis les années 2000.

4.2. CONTEXTE GEOMORPHOLOGIQUE

4.2.1. Présentation

De la Pointe de Grave au nord à la Pointe Saint-Martin au sud, la côte sableuse aquitaine se distingue des autres littoraux français par la présence d'un massif dunaire exceptionnel, long de 238 km. Quasiment rectiligne et pour l'essentiel non urbanisée, elle est formée d'un système de plages de sable dont les caractéristiques varient du nord au sud et d'un système dunaire large de 0,2 à 10 km. Celui-ci comprend un cordon littoral non boisé, modelé par l'Homme au XIX^{ème} siècle, précédant et protégeant de vastes étendues de dunes boisées, en forme de paraboles pour les plus anciennes, de barkhanes pour les plus modernes.

La morphologie actuelle du littoral aquitain est l'héritage d'une histoire géologique relativement récente, datant de la fin de l'Ère Tertiaire et du début du Quaternaire, et en particulier des fluctuations du niveau marin.

D'ouest en est, le système côtier aquitain comporte trois éléments étroitement solidaires et formant un ensemble indissociable : la plage sous-marine, la plage aérienne (souvent limitée à l'estran) et la dune littorale, bourrelet sableux élevé par le vent à partir du sable de l'estran et plus ou moins fixé par une végétation spécifique (illustrations 5 et 6).



Illustration 5 : Secteur de Saint-Girons (© Observatoire de la Côte Aquitaine - Le Collen, 2009)

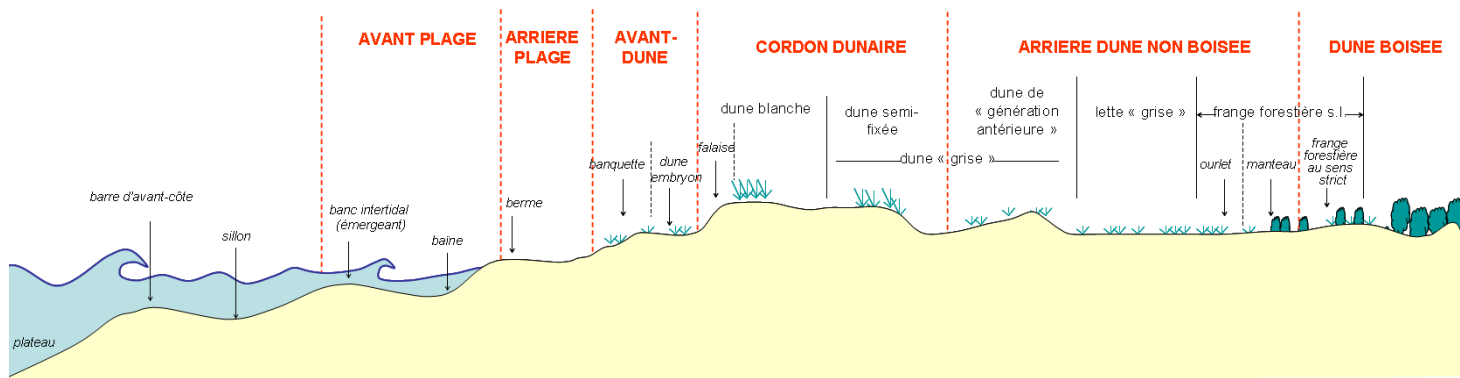


Illustration 6 : Profil de plage et de dune aquitain

Les actions conjuguées de la mer et du vent ont pour effet de déplacer les sables et donc de modifier la morphologie du littoral. Ce transport peut se faire transversalement ou longitudinalement (dérive littorale) à la côte.

La forme de la côte et la dynamique des sédiments permettent d'identifier des cellules sédimentaires, portions de côte homogènes du point de vue de ces deux éléments et donc bien sûr étrangères à toute structure administrative. Il existe une forte interdépendance entre les processus d'une même cellule (érosion/accrétion...).

Chaque cellule se situe dans un cadre composé du bassin versant, de la côte et de l'avant côte.

Le budget sédimentaire fait la balance entre les sédiments entrant et sortant du système côtier (illustration 7). Si ce budget est positif, la plage s'élargit et/ou la côte « prograde ». S'il est négatif, la plage démaigrit et/ou la côte recule.

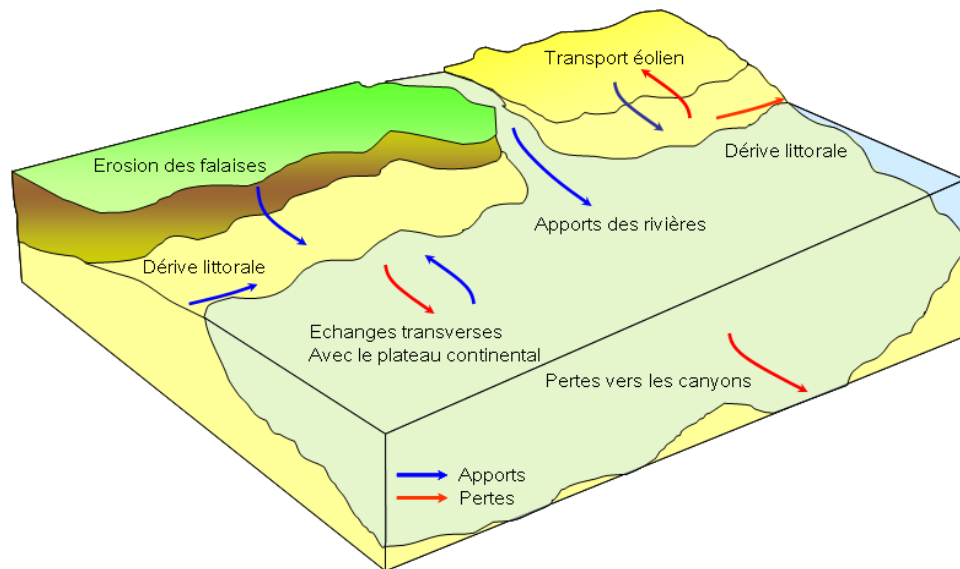


Illustration 7 : Budget sédimentaire

4.2.2. Cellules sédimentaires

La subdivision de la côte sableuse d'Aquitaine en plusieurs cellules sédimentaires s'appuie sur les grandes unités physiographiques du littoral, mais également sur l'expertise scientifique et, en particulier, sur les typologies de plages, de dunes, et de contacts entre plages et dunes.

On définit ainsi sept cellules sédimentaires le long du littoral d'Aquitaine selon des critères géomorphologiques (d'après atlas de l'érosion de la côte sableuse, en cours ; illustration 8), du nord au sud :

- la cellule 1 du Nord Médoc s'étend de la Pointe de Grave à la Pointe de la Négade. Elle est limitée au nord par l'embouchure de la Gironde et au sud par le changement d'orientation de la côte à la Pointe de la Négade qui entraîne une divergence de la dérive littorale. Elle se caractérise donc par une dérive littorale résultante dirigée vers le nord, et par une forte influence estuarienne ;
- la cellule 2 de l'Anse du Gurd forme une petite baie dont le fonctionnement est relativement indépendant des littoraux adjacents ;
- la cellule 3 du Médoc, de Délé au Cap Ferret, constitue la cellule principale du littoral girondin, et se caractérise par une dérive littorale résultante du nord vers le

sud avec une forte dépendance entre le nord en érosion chronique et le sud en équilibre et/ou en accrétion ;

- la cellule 4 correspond à la zone des passes du Bassin d'Arcachon. Elle s'étend du Cap Ferret (au niveau du cimetière de la Bécassière) à Biscarrosse. Elle est très dépendante de la dynamique de l'embouchure. Cette cellule, qui constitue une frontière entre la côte girondine et la côte landaise, présente une dynamique propre liée au cycle des passes du Bassin d'Arcachon ;
- la cellule 5 comprend la quasi-totalité du littoral des Landes, de Biscarrosse au Gouf de Capbreton. Elle est donc limitée par deux entités géomorphologiques majeures : l'embouchure du Bassin d'Arcachon et le canyon de Capbreton ;
- la cellule 6 s'étend du Gouf de Capbreton à l'embouchure de l'Adour. L'orientation du trait de côte est très différente de celle de la cellule 5 et le transport sédimentaire dominant est plus transversal que longitudinal ;
- la cellule 7 s'étend de l'Adour à la Pointe Saint-Martin.

Ces cellules sédimentaires sont elles mêmes divisées en sous-cellules selon les mêmes critères.

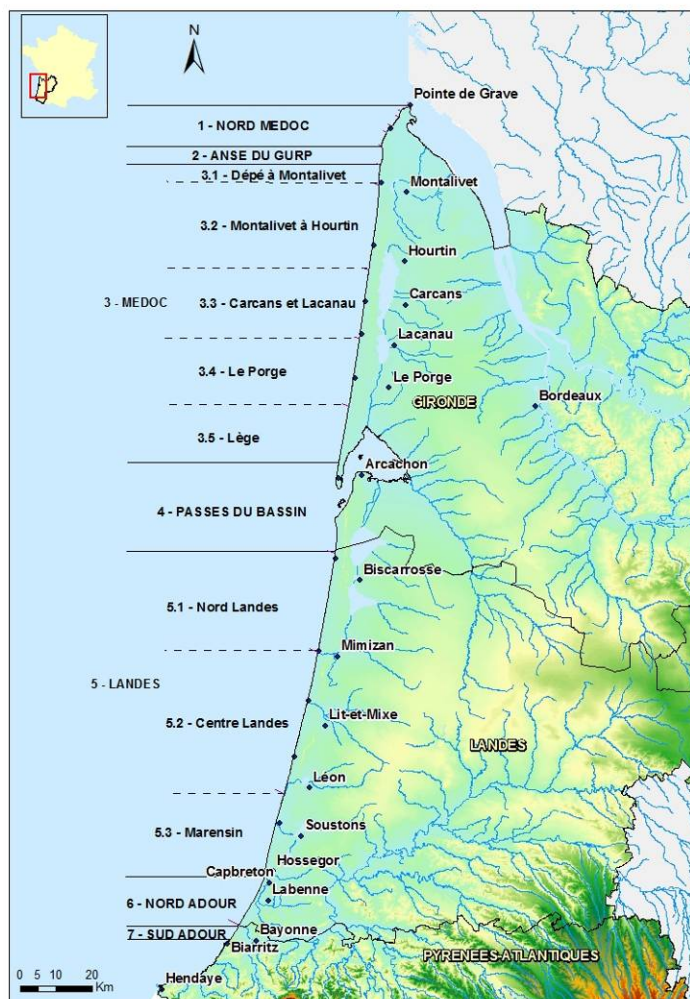


Illustration 8 : Subdivision du littoral sableux aquitain en cellules sédimentaires

4.3. METHODOLOGIE

L'étude de l'évolution du littoral sableux aquitain a été effectuée à partir de l'analyse de photographies aériennes anciennes, d'images satellites Formosat 2 et de mesures prises au DGPS sur le terrain. Les étapes ayant permis de cartographier les traits de côte¹ (TDC) 2020 et 2040 sont présentées dans les paragraphes ci-après.

¹ Trait de côte : dans le cadre de cette étude, correspond au pied de dune sur la côte sableuse (cf. § chap. 1.3)

Synthèse bibliographique

Une synthèse bibliographique réalisée dans le cadre de l'atlas érosion côtière par l'ONF et le BRGM (en cours) a permis de reporter les taux d'évolution par cellule et sous-cellule sédimentaire. Ces données permettent de connaître les taux d'évolution par secteurs du littoral d'après les études antérieures.

Préparation des traits de côte

Les traits de côte de référence correspondent au pied de dune cartographié (illustration 9) selon plusieurs méthodes (en moyenne précision +/- 5 m) :

- 1966 – 1985 – 1998 - 2000 : photo-interprétation,
- 2006 : mesuré au DGPS en avril 2006 (précision centimétrique),
- 2007 – 2008 – 2009 : analyse d'images spatiales Formosat 2 et interprétation.

Le tracé des traits de côte à partir des photos aériennes et des images satellites n'est pas toujours aisé à déterminer et ceci en raison :

- des variations saisonnières et de la végétation ;
- de la qualité des images ;
- des problèmes liés au calage des images ;
- des conditions océaniques et météorologiques au moment de la prise de vue.

Des profils topographiques (orienté perpendiculairement au trait de côte depuis la dune vers la plage), réalisés régulièrement dans l'espace et dans le temps sur la côte sableuse depuis les années 1980 ont été utilisés pour vérifier le calage des différents traits, notamment ceux produits dans le cadre de l'Observatoire de la Côte Aquitaine depuis 2002, fournissant des informations géomorphologiques en plus de la topographie.

Les traits de côte 2006-2007-2008-2009 issus de ces méthodes étant souvent très proches les uns des autres au sein de la zone d'incertitude, ils se croisent parfois sans réalité par rapport à la vérité terrain. Ils sont donc réinterprétés à dire d'expert, de manière à respecter à la fois la dynamique naturelle (érosion majoritairement) et l'incertitude liée à la méthode de mesure, en respect avec la réalité du terrain (données issues de levés DGPS de précision centimétrique). Il en ressort que ces traits ont été positionnés dans la limite d'une bande d'incertitude, afin d'éviter des artefacts numériques issus de l'utilisation de l'outil d'Argis (®ESRI), DSAS dans les étapes suivantes.



Illustration 9 : Digitalisation des différents traits de côte au nord de Lacanau (orthophotographies 2009, GIP ATGéRI)

Création du trait de côte de référence

Il est nécessaire de disposer d'un trait de côte de référence pour les étapes cartographiques suivantes. Pour ce faire, c'est le pied de dune de 2009 qui a été cartographié, étant plus précis et plus récent. On notera qu'à la suite de la tempête Klaus (24/01/2009), antérieure aux prises de vues aériennes de 2009, le littoral aquitain n'a pas subi d'érosion importante (Aubié *et al.*, 2010). Ce qui justifie l'utilisation de ces images puisqu'elles restent représentatives d'une évolution « normale » ou hors événement du contact plage-dune ou plage-falaise. Le tracé du trait de côte de référence de 2009 a été réalisé de la manière suivante :

a) photo-interprétation sous Argis v.9.3 (® ESRI) du trait de côte sur les orthophotos 2009 de l'IGN (© GIP ATGéRI), calage avec données DGPS ;

b) travail géomatique de vérification de la topologie, de manière à créer une polyligne uniforme, uniquement séparée en différents tronçons au niveau des barrières naturelles (Bassin d'Arcachon, courants landais) ;

c) les ouvrages de protection côtière ont été exclus du trait de côte de référence, selon une cartographie à dire d'expert. Cette étape cartographique à dire d'expert a été réalisée en analysant la morphologie de la côte de part et d'autre des ouvrages de manière à estimer la position du trait de côte dans le cas hypothétique où ces ouvrages ne seraient pas présents. Cependant, en accord avec les Comités Scientifiques et Techniques de l'étude, les ouvrages majeurs suivants ont été conservés : les digues portuaires du Verdon, de l'Adour, de Saint-Jean-de-Luz (Socoa, Artha et Sainte-Barbe) et de la Bidassoa. En effet, il a été considéré que compte-tenu de l'efficacité et des rôles avérés de ces ouvrages à l'échelle historique, récente et actuelle, l'étude portée par le GIP Littoral Aquitain qui est de proposer une stratégie de gestion du trait de côte ne les remettrait pas en question. Pour la prise en compte des ouvrages de protection dans l'élaboration des PPR littoraux, le lecteur est renvoyé au guide méthodologique du MATE de 1997, en cours de révision au moment de la rédaction du présent rapport.

Analyse DSAS (Digital Shoreline Analysis)

La méthode géomatique et statistique suivante a été utilisée car elle s'est révélée fiable dans la majorité des cas d'utilisation (permettant de reproduire l'évolution passée du littoral), elle rapidement et facilement opérationnelle et elle permet une grande traçabilité des différentes étapes de construction des traits de côte futurs.

L'outil DSAS permet de réaliser un calcul statistique des taux d'évolution à partir des différents traits de côte. Pour cette étude, le guide d'utilisation fourni avec le logiciel DSAS a été appliqué strictement sur l'ensemble de la côte sableuse aquitaine avec les traits de côte précités, selon des transects espacés de 100 m et en utilisant la méthode des moindres carrés (illustration 10, pour en savoir plus sur la méthode, voir Himmelstoss, 2009).

Exception faite, sur les secteurs de Saint-Nicolas (Soulac-sur-Mer), de la pointe du Cap-Ferret (au sud du « village de blockhaus ») et du banc du Pineau au niveau du wharf de la Salie (La Teste-de-Buch) pour lesquels cette méthode d'extrapolation de l'évolution du trait de côte ne s'applique pas bien. En effet, pour ces sites, le trait de côte évolue dans le sens de l'accrétion ou de l'érosion suivant des processus dynamiques de mouvements des passes complexes liés à l'embouchure de la Gironde et à celle du Bassin d'Arcachon. Par conséquent, pour ces trois sites une cartographie des traits de côtes 2020 et 2040 a été produite à dire d'expert, selon la méthode expliquée dans les paragraphes suivants (§ voir paragraphes « Interprétation des lignes obtenues » et « Zonage de l'aléa érosion côtière sur certains sites particuliers »).

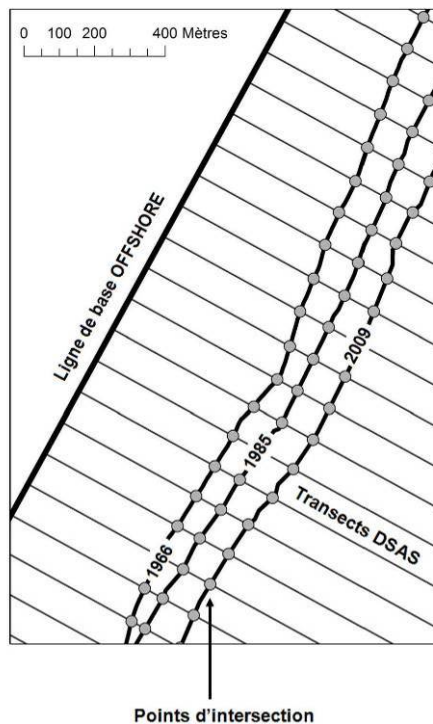


Illustration 10 : Illustration du calcul de DSAS (Arcgis, ® ESRI). La ligne de base « offshore » est une ligne imaginaire de référence permettant de fournir une origine aux transects perpendiculaires aux différents traits de côte (par ex. ici :1966, 1985, 2009)

Identification des secteurs homogènes

A partir des résultats statistiques de l'outil DSAS, de la connaissance du terrain et des données issues de la bibliographie, les secteurs ayant une vitesse d'évolution homogène ont été définis. Le trait de côte de 2009 est ainsi découpé en tronçons, selon ce taux moyen d'évolution. Ces valeurs sont reportées par cellule sédimentaire (illustrations 11 et 12).

Projection à 2020/2040

En considérant que les tendances passées et en cours vont évoluer de manière linéaire, le taux d'évolution moyen a été appliqué sur chacun des secteurs prédéfinis à partir d'une zone tampon pour extrapoler la position du trait de côte de 2009 aux horizons 2020 et 2040 (illustrations 11 et 12).

Ainsi, pour chacun des transects (espacés de 100 m), des points représentant les traits de côte 2020 et 2040 sont cartographiés. Cette information ponctuelle est ensuite transformée de manière géomatique sous Arcmap en deux polygones relatives aux traits de côte 2020 et 2040.

Pour cette étude, aucune hypothèse spécifique de modification des agents dynamiques (houle, vent, tempête, élévation du niveau marin...) n'a été considérée

afin d'estimer les conséquences du réchauffement climatique, compte-tenu des incertitudes des modèles globaux et régionaux et de l'absence de doctrine nationale sur cette thématique. Une éventuelle accélération de l'élévation du niveau de la mer n'est donc pas intégrée dans la qualification de l'aléa érosion aux horizons 2020 et 2040. Cependant, le fait d'utiliser l'évolution des différents traits de côte sur plusieurs décennies, permet de manière intrinsèque de prendre en compte les éventuelles variations de ces agents.

Interprétation des lignes obtenues

Les traits de côte 2020 et 2040 ainsi obtenus sont interprétés à « dire d'expert » afin de supprimer les artefacts et de prendre en compte la géomorphologie réelle du terrain (topographie notamment). Cette étape finale est essentielle dans tout ce processus de cartographie semi-automatique.

Certains secteurs ont été traités de façon particulière, c'est le cas du Banc du Pineau au sud de la Pointe du Verdon, de la Pointe du Cap-Ferret où l'extrême pointe n'est pas prise en compte (partie plus au sud du « village » de blockhaus), car elle nécessite une étude plus approfondie prenant en compte la dynamique des passes du Bassin d'Arcachon. C'est également le cas du banc du Pineau au niveau de la Pointe d'Arcachon (wharf de la Salie), comme vu précédemment, pour lesquels des analyses spécifiques sont nécessaires. Pour ces secteurs particuliers, les traits de côtes 2020 et 2040 ont été cartographiés à dire d'expert, de manière à prendre en compte l'évolution la plus probable des sites dans le cas pessimiste où seule l'érosion se produirait, de façon cohérente avec l'évolution des secteurs avoisinants situés de part et d'autre, au nord et au sud.

4.4. EVALUATION DU NIVEAU D'ALEA EROSION COTIERE A L'ECHELLE REGIONALE

D'après le guide méthodologique des PPR littoraux, « l'aléa de référence est un phénomène naturel défini par une intensité et une probabilité d'occurrence données ».

Pour cette étude, la caractérisation des niveaux d'aléa littoraux est réalisée pour 2020 et 2040 selon les trois critères suivants :

- les scénarios d'évolution des profils plage-dune par cellules sédimentaires définis dans l'atlas « érosion côtière », c'est-à-dire d'après les fonctionnements sédimentaires et géomorphologiques des systèmes de plage et de dunes établis de façon factuelle sur la connaissance du terrain et les événements historiques ;
- les taux moyen d'évolution, selon la méthode définie précédemment :
 - o c'est l'indicateur essentiel pour définir l'aléa à dire d'expert ;

- o c'est à partir de ce taux qu'on extrapole les traits de côte 2020 et 2040, eux même redessinés à dire d'expert ;
- o de façon automatique, on attribue par secteur les 3 niveaux d'aléas :
<1m/an → faible ; compris entre 1m/an et 2m/an → moyen ; >2m/an → fort ;
- l'expertise est le critère déterminant qui permet ensuite d'ajuster le niveau d'aléa en fonction de l'expérience et de la connaissance des sites. Ce niveau est parfois revu à la hausse lorsqu'on suppose que le taux d'évolution est susceptible d'augmenter dans le temps, soit par une accélération des processus de recul (intensité, occurrence) soit par une fragilité du système perçue mais non traduite par les chiffres issus des analyses précédentes. Ce qui explique que l'on puisse avoir des taux d'évolution < 1 m/an avec un aléa moyen, des taux d'évolution compris entre 1 et 2 m/an et un aléa fort, etc.

La cartographie de l'aléa suit donc :

- longitudinalement (du nord au sud), le découpage par tronçons défini précédemment, qui dépend des cellules sédimentaires ;
- transversalement (de l'océan vers la terre), l'enveloppe comprise entre les traits de côte 2009 et 2020 d'une part, et 2009-2040 d'autre part.

En combinant ces critères, trois niveaux d'aléa érosion côtière ont été finalement affectés aux traits de côte 2009, 2020 et 2040 (cf. illustrations 11, 12 et 13) :

- Aléa faible (niveau 1) : secteurs pour lesquels les taux moyens d'évolution sont faibles (< 1 m/an en moyenne) et régulièrement alimentés en sédiment ;
- Aléa moyen (niveau 2) : secteurs avec des taux moyens d'évolution faible à assez élevé (< 2 m/an) et régulièrement alimentés en sédiment ;
- Aléa fort (niveau 3) : secteurs avec des taux moyens d'évolution faible à fort (> 2 m/an) ne disposant pas de stocks sédimentaires naturels suffisant pour permettre leur stabilité actuelle ou future.

Ces niveaux d'aléa sont indispensables car ils permettent de mettre en valeur la vulnérabilité de certains secteurs. Par exemple, pour les courants landais, l'analyse des taux d'évolution révèle des faibles reculs du trait de côte, avec par conséquent peu de distance entre les traits de côte 2020 et 2040. Or ces estuaires sont susceptibles de divaguer. Il est donc possible d'affecter un aléa faible à moyen en 2009 et 2020 qui deviendrait fort en 2040.

Les secteurs en accrétion sédimentaire sont relativement restreints sur la côte sableuse aquitaine, par précaution ils ont été considérés avec un aléa faible (ex. de la Pointe du Verdon, des plages de Tarnos...), outre les sites particuliers du banc Saint-Nicolas, du Cap-Ferret et du banc du Pineau discutés après.

Zone	Limites		Cellule sédimentaire	Taux évolution (ml/an)	Position extrapolée à 2020 par rapport au TC 2009 de référence (m)	Position extrapolée à 2020 par rapport au TC 2009 de référence (m)	Niveau aléa 2020 (*)	Niveau aléa 2040 (*)
Pointe de Grave à Pointe de la Négade	Nord	Sud						
	digue du Verdon	digue du Verdon		0.4	-4.4	-12.4	1	1
	au droit du Sémaphore	au droit du Sémaphore		2.1	-23.1	-65.1	2	2
	nord de la plage océane	nord de la plage océane		4.5	-49.5	-139.5	2	2
	sud de la plage océane	sud de la plage océane		9	-99	-279	2	2
	nord du phare St Nicolas	nord du phare St Nicolas		-1.4	-15.4	-43.4	2	2
	Pointe St Nicolas	Pointe St Nicolas		-5.6	-61.6	-173.6	3	3
	Cantines	Cantines		-1.3	-14.3	-40.3	2	2
	épis nord de Souliac	épis nord de Souliac		-0.2	-2.2	-6.2	2	3
	Musée de Souliac	Musée de Souliac		-1	-11	-31	2	3
	1.5 km au sud de l'Hippodrome	1.5 km au sud de l'Hippodrome		-4	-44	-124	3	3
	500 m au nord de la Pointe de la Négade	500 m au nord de la Pointe de la Négade		-3.5	-38.5	-108.5	3	3
	Pointe de la Négade	Pointe de la Négade		-1.9	-20.9	-58.9	3	3
	Pointe de la Négade	Pointe de la Négade		-0.8	-8.8	-24.8	1	2
Anse du Gulp				-0.7	-7.7	-21.7	1	2
	Euronat	Euronat		-0.8	-8.8	-24.8	1	2
	stèle du Flamand (Montalivet)	stèle du Flamand (Montalivet)		-0.7	-7.7	-21.7	1	2
	Centre Héro-Marin de Montalivet	Centre Héro-Marin de Montalivet		-0.8	-8.8	-24.8	2	3
	nord forêt domaniale du Flamand (670 m)	nord forêt domaniale du Flamand (670 m)		-1.2	-13.2	-37.2	2	2
	nord forêt domaniale du Flamand (1880 m)	nord forêt domaniale du Flamand (1880 m)		-0.7	-7.7	-21.7	2	2
	Lède de St Nicolas	Lède de St Nicolas		-1.1	-12.1	-34.1	2	2
	maison forestière de St Nicolas	maison forestière de St Nicolas		-0.2	-2.2	-6.2	2	2
	1 km au nord du Pin Sec	1 km au nord du Pin Sec		-1.5	-16.5	-46.5	2	2
	600 m au sud du Pin Sec	600 m au sud du Pin Sec		-1.1	-12.1	-34.1	2	3
	garde feu de la Croix	garde feu de la Croix		-0.8	-8.8	-24.8	2	2
	garde feu de Brémontier	garde feu de Brémontier		-0.9	-9.9	-27.9	2	2
	Hourtin plage	Hourtin plage		-1.6	-17.6	-49.6	2	2
	maison forestière des Genêts	maison forestière des Genêts		-0.8	-8.8	-24.8	2	2
Montalivet à Carcans				-1.3	-14.3	-40.3	2	2
	garde feu des Bahines	garde feu des Bahines		-2.1	-23.1	-65.1	2	2
	Crohot de France	Crohot de France		-1.5	-16.5	-46.5	2	2
	garde feu de Malignac	garde feu de Malignac		-0.8	-8.8	-24.8	2	2
	500 m au sud de Carcans	500 m au sud de Carcans		-1.1	-12.1	-34.1	2	2
	maison forestière de l'Alexandre	maison forestière de l'Alexandre		-0.2	-2.2	-6.2	2	2
	Lacanau nord	Lacanau nord		-0.6	-6.6	-18.6	2	2
	1 km au nord du Lion	1 km au nord du Lion		-0.7	-7.7	-21.7	2	2
	garde feu 65	garde feu 65		-0.1	-1.1	-3.1	2	2
	3 km au sud du Grand Crohot	3 km au sud du Grand Crohot		-0.4	-4.4	-12.4	1	1
	Cap Ferret "La Bécassière"	Cap Ferret "La Bécassière"		-0.1	-1.1	-3.1	1	1
	300 m au sud de la plage surveillée	300 m au sud de la plage surveillée		-1.1	-12.1	-34.1	1	2
	axe ouest du phare	axe ouest du phare		-0.5	-5.5	-15.5	2	2
	500 m au nord de l'axe du Sémaphore	500 m au nord de l'axe du Sémaphore		1.9	20.9	58.9	2	2
Pointe d'Arcachon à Biscarrosse				-4	-44	-124	3	3
	150 m au nord du "village de blockhaus"	150 m au nord du "village de blockhaus"		-4	-44	-124	3	3
	nord de la Dune du Pilat (Comiche)	nord de la Dune du Pilat (Comiche)		-2	-22	-62	3	3
	Gallouneys	Gallouneys		-6.4	-70.4	-198.4	3	3
	"Observatoire" de la Pointe d'Arcachon	"Observatoire" de la Pointe d'Arcachon		-3.3	-36.3	-102.3	3	3
	plage de la Salle sud	plage de la Salle sud		1.8	19.8	55.8	3	3
	500 m au sud du wharf	500 m au sud du wharf		-2.3	-25.3	-71.3	3	3
	Sud du Tencat	Sud du Tencat		-0.1	-1.1	-3.1	3	3
	viviers	viviers						

Illustration 11 : Taux d'évolution par cellule sédimentaire sur la côte sableuse

Zone	Limites		Cellule sédimentaire	Taux évolution (m/an)	Position extrapolée à 2020 par rapport au TC 2009 de référence (m)	Position extrapolée à 2020 par rapport au TC 2009 de référence (m)	Niveau aléa 2020 (*)	Niveau aléa 2040 (*)
	Nord	Sud						
Biscarrosse à CEL	Viviers	650 m au sud des "Chalets" (Biscarrosse)	5	-1	-11	-31	3	3
	650 m au sud des "Chalets" (Biscarrosse)	Arroudiouze (CEL)		-0.2	-2.2	-6.2	1	1
	Arroudiouze (CEL)	Arroudiouze (CEL)		-1.4	-15.4	-43.4	1	1
	Arroudiouze (CEL)	650 m au sud de la plage de Lespiciers		-0.2	-2.2	-6.2	1	2
Lespiciers à Cap de l'Homy	650 m au sud de la plage de Lespiciers	garde feu perpendiculaire n°35	5	-1.7	-18.7	-52.7	1	1
	entre gardes feu perpendiculaires n°35 et 36	entre gardes feu perpendiculaires n°35 et 36		-0.2	-2.2	-6.2	1	1
	entre gardes feu perpendiculaires n°36 et 37	entre gardes feu perpendiculaires n°36 et 37		-0.9	-9.9	-27.9	1	1
	entre gardes feu perpendiculaires n°37 et 40	entre gardes feu perpendiculaires n°37 et 40		-0.2	-2.2	-6.2	1	1
	entre gardes feu perpendiculaires n°40 et 41	entre gardes feu perpendiculaires n°40 et 41		-0.9	-9.9	-27.9	1	1
	1690 m au nord de Conis	870 m au sud du Cap de l'Homy		-0.1	-1.1	-3.1	2	2
	garde feu perpendiculaire n°49	garde feu perpendiculaire n°49		-0.1	-1.1	-3.1	1	1
	entre gardes feu perpendiculaires n°49 et 52	entre gardes feu perpendiculaires n°49 et 52		-0.3	-3.3	-9.3	1	1
Cap de l'Homy à Huchet	entre gardes feu perpendiculaires n°52 et 56	entre gardes feu perpendiculaires n°52 et 56	5	-0.1	-1.1	-3.1	1	1
	garde feu perpendiculaire n°56	garde feu perpendiculaire n°56		-0.8	-8.8	-24.8	1	1
	garde feu perpendiculaire n°56	sud de St Grions		-0.1	-1.1	-3.1	1	1
	sud de St Grions	garde feu perpendiculaire n°60		-0.6	-6.6	-18.6	1	1
	entre gardes feu perpendiculaires n°60 et 61	entre gardes feu perpendiculaires n°60 et 61		-0.1	-1.1	-3.1	1	1
	nord d'Anouachot	nord d'Anouachot		-1	-11	-31	1	1
	680 m au nord d'Huchet	680 m au nord d'Huchet		-0.4	-4.4	-12.4	1	1
	sud d'Huchet	sud d'Huchet		-0.1	-1.1	-3.1	2	2
Courant d'Huchet à Hossegor	Courant d'Huchet	Courant d'Huchet	5	-0.3	-3.3	-9.3	2	2
	sud du golf de Moliets	sud du golf de Moliets		-0.1	-1.1	-3.1	1	1
	Courant de Vieux-Boucaut	Courant de Vieux-Boucaut		-0.8	-8.8	-24.8	2	2
	plage de Soustou	plage de Soustou		-0.1	-1.1	-3.1	1	1
	sud de la plage de Soustou	plage de Chaullet		-0.8	-8.8	-24.8	1	1
	plage de Chaullet	plage des Bourdaines		-0.1	-1.1	-3.1	1	1
	plage des Bourdaines	plage des Esagnots		0	0	0	1	2
	plage des Esagnots	Boucaut		-0.1	-1.1	-3.1	1	1
Capbreton à Adour	Boucaut	Labenne - Institut Héliot-marlin	6	-1.2	-13.2	-37.2	3	3
	CERS	Labenne - Institut Héliot-marlin		-1.8	-19.8	-55.8	3	3
	Labenne - Institut Héliot-marlin	nord de la plage de Labenne		-0.3	-3.3	-9.3	2	2
	nord de la plage de Labenne	sud de la plage de Labenne		-1.5	-15.5	-46.5	1	2
	820 m au sud de la plage de Labenne sur 500 m	820 m au sud de la plage de Labenne sur 500 m		-0.6	-6.6	-18.6	1	2
	nord de la plage de Ondres	nord de la plage de Ondres		-1.2	-13.2	-37.2	1	1
	plage du Méro	plage du Méro		-0.6	-6.6	-18.6	1	1
	plage de Tarnos	plage de Tarnos		-0.8	-8.8	-24.8	1	1
Anglet	nord de la digue nord de l'Adour	nord de la digue nord de l'Adour	7	-0.2	-2.2	-6.2	1	1
	plage de la Barre	plage de la Barre		-0.6	-6.6	-18.6	1	1
	plage des Cavaliers	plage du VVF		-0.8	-8.8	-24.8	2	3

Illustration 12 : Taux d'évolution par cellule sédimentaire sur la côte sableuse



Illustration 13 : Cartographie de l'aléa érosion côtière sur la côte sableuse aux horizons 2020 et 2040

Zonage de l'aléa érosion côtière sur certains sites particuliers

La méthode de calcul des taux d'évolution utilisée et développée précédemment s'applique bien en milieu océanique ouvert. En revanche, dans un contexte estuarien, la dynamique côtière est rendue plus complexe compte tenu des processus sédimentaires.

Pour l'Aquitaine, cette méthode n'est pas adaptée sur les secteurs pour lesquels des grands bancs se déplacent : Banc Saint-Nicolas (illustration 14), Pointe du Cap-Ferret, Banc du Pineau (dynamique des passe du Bassin d'Arcachon pour ces deux derniers, illustration 15) et également pour les courants landais. Il faudrait établir pour ces secteurs une étude spécifique par site, notamment en ce qui concerne les courants landais pour lesquels une étude couplée des aléas érosion côtière, inondation et submersion marine devrait être engagée, de manière à définir les événements de référence, améliorer la connaissance topographique fine et l'état des ouvrages ou parades engagées.

C'est pourquoi pour ces sites, la cartographie a été réalisée essentiellement à dire d'expert en l'état actuel des connaissances, à partir des données historiques relatives aux évolutions des traits de côtes concernés, des suivis réguliers et des constats de terrain récents.

Chiffres clés

Les analyses réalisées pour cette étude confirment les tendances moyennes d'évolution du littoral aquitain connues, à savoir : la côte sableuse recule de 1 à 3 m/an selon des vitesses maximales de recul pouvant localement atteindre 6 m/an. L'érosion supérieure à 1 m/an représente environ 25% du linéaire (59 km sur 238 km de côte sableuse).

Par ailleurs à l'horizon de 2020, un linéaire de 53% (125 km) de la côte sableuse aquitaine est concerné par un aléa faible, 33% (79 km) par un aléa moyen et 14% (34 km) par un aléa fort.

A l'horizon de 2040, ces évaluations évoluent sensiblement puisque un linéaire de 37% (88 km) de la côte sableuse aquitaine est concerné par un aléa faible, 44% (104 km) par un aléa moyen et 19% (46 km) par un aléa fort.

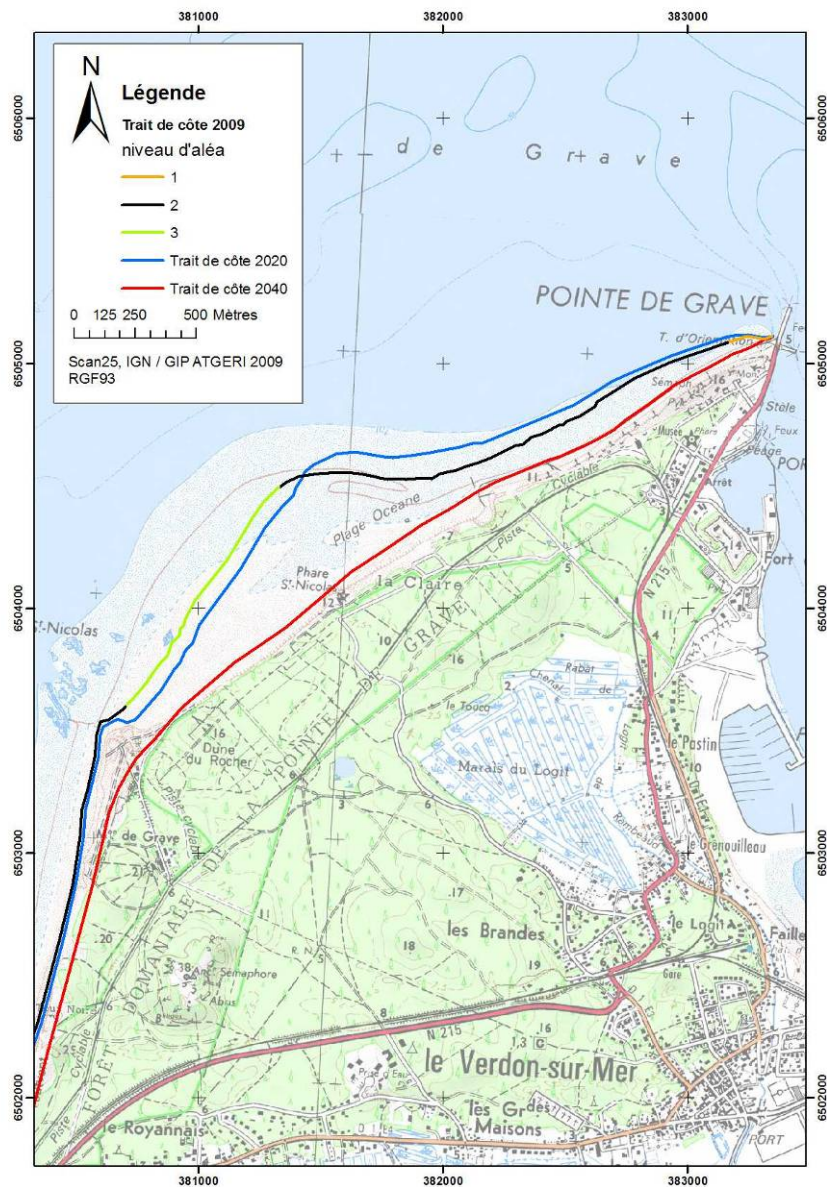


Illustration 14 : Position des traits de côte 2009, 2020 et 2040 sur le secteur du banc de Saint-Nicolas (Le Verdon-sur-Mer). Légende : 1 (aléa faible), 2 (aléa moyen) et 3 (aléa fort)

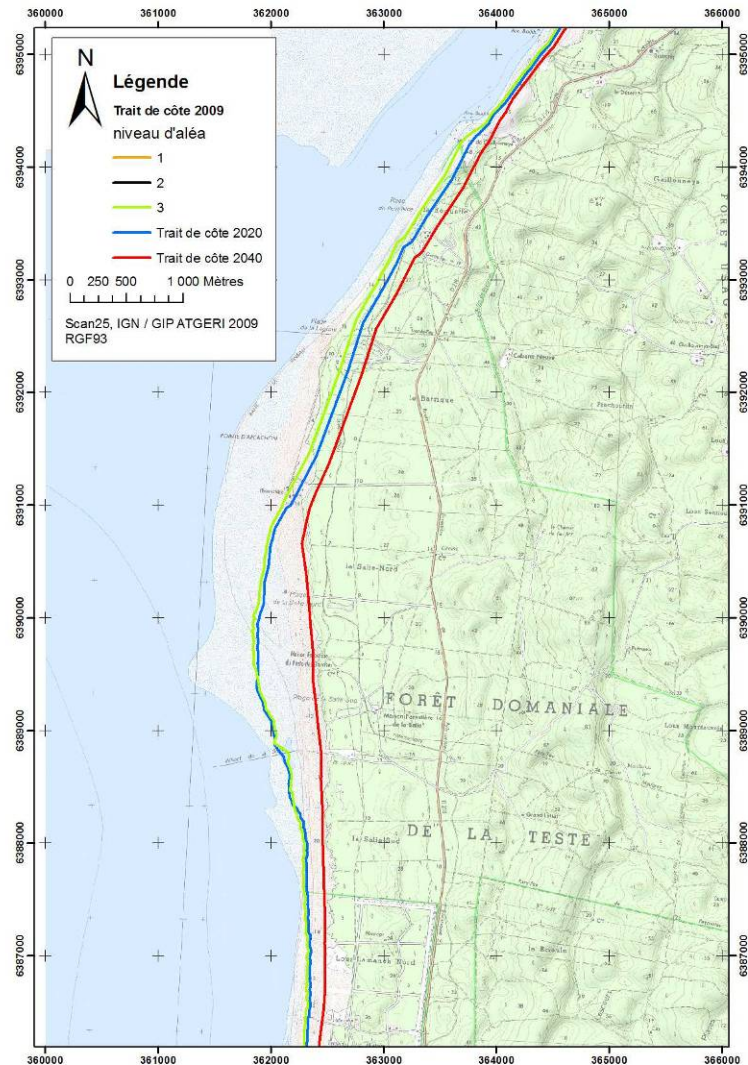


Illustration 15 : Position des traits de côte 2009, 2020 et 2040 sur le secteur du banc du Pineau (sud du Bassin d'Arcachon). Légende : 1 (aléa faible), 2 (aléa moyen) et 3 (aléa fort)

4.5. EVALUATION DE L'ALEA EROSION A L'ECHELLE LOCALE

Sur la côte sableuse, deux sites tests représentatifs du littoral ont été retenus pour faire l'objet d'une analyse détaillée de l'aléa érosion côtière.

4.5.1. Lacanau

Lacanau, situé dans le département de la Gironde, appartient à la sous-cellule sédimentaire 3.3 qui s'étend de Carcans à Lacanau, soit 19 km du PK² 45 au PK 65 (illustrations 16 et 17). Le site a été choisi par le Comité de Pilotage de l'étude car l'aléa érosion est typique du système de plage et de dune de la côte sableuse aquitaine.

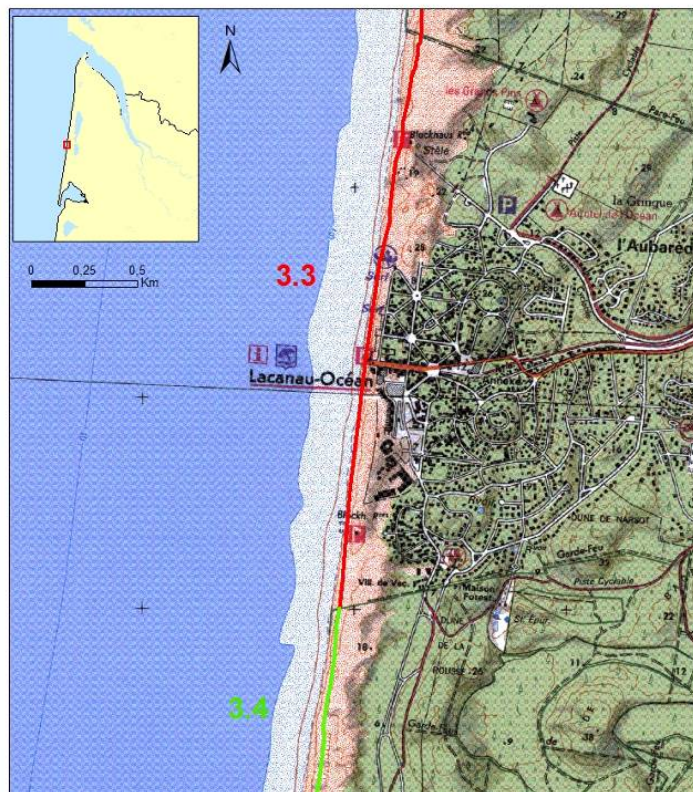


Illustration 16 : Secteur de Lacanau, sous-cellule 3.3 (en rouge)

² PK : Point Kilométrique dont l'origine est située au nord, à la Pointe du Verdon

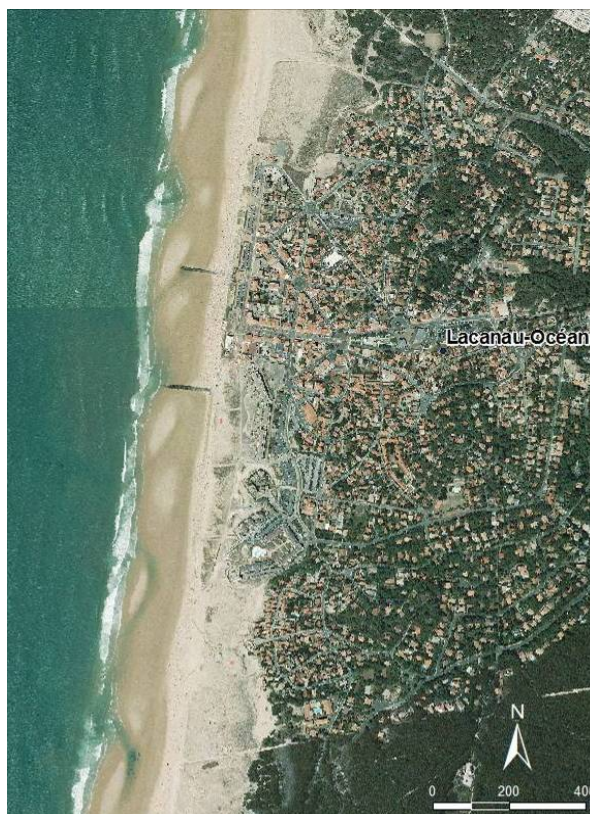


Illustration 17 : Lacanau-Océan sur l'orthophotographie 2009 de l'IGN (© GIP ATGéRI)

Historique des aménagements au droit de Lacanau

La création et le développement de Lacanau-Océan répondent au schéma traditionnel aquitain. Simple projection vers le littoral d'un bourg ancien, l'urbanisation, d'abord implantée dans la lette, est venue s'installer sur la dune bordière et la station récente montre un classique front de mer occupé par des parkings devant de petits immeubles (illustrations 18 et 19).

Sur le secteur de Lacanau, la défense contre l'érosion marine a débutée en 1976 avec un programme expérimental. Afin de protéger les bâtiments les plus menacés (le poste de secours et le restaurant « le Kayoc »), une première protection longitudinale de 130 m en bois, a été installée au pied de la dune, puis a été confortée par des blocs de pierre. Des tempêtes violentes (1979, 1981, 1982) ont détruit partiellement ou totalement cet ouvrage et fortement érodé la plage. Reconstruction et allongement de l'ouvrage ont été plusieurs fois effectués, de même que des rechargements de la plage en sable et l'installation d'un premier escalier d'accès à la plage. Finalement, en 1984 l'enrochement porte le linéaire protégé à 750 m (Clus-Auby, 2000).

Ces travaux ont eu pour effet de protéger deux bâtiments mais l'estran s'est amaigri significativement jusqu'à être menacé de disparition. Ainsi en 1986, un premier épi de 108 m de long a été construit dans la partie sud. En 1988, il a été allongé à 145 m afin

que son extrémité atteigne la ligne de basse mer de vives eaux. En 1992, un deuxième épi de 70 m de long a été ajouté à 300 m au nord du premier, puis est allongé à 115 m en 1993 et à 145 m en 1994 (Clus-Auby, 2000). Les épis constituent une bonne protection au nord et une plage haute est maintenue contre le perré malgré une érosion entre les deux épis. En revanche on constate une érosion de la plage au sud et l'affouillement des épis avec développement de baines (Jossand, 2004).

Dès 1990, des ré-ensablements de plage sont effectués. En 1994, le linéaire protégé par des enrochements et des perrés atteint 1120 m (Jossand, 2004). Ces ouvrages sont régulièrement déchaussés et la zone urbaine est souvent menacée.

Certaines zones entre les enrochements et la dune résiduelle sont annuellement rechargées par du sable extrait en bas de plage. Des travaux de fixation de la dune résiduelle sont également réalisés par pose de ganivelles et de couverture de branchages par endroit, ainsi que par plantation de végétation adaptée (agropyron, oyats). De part et d'autres des ouvrages de protection, sur les zones non urbanisées, des travaux d'entretien similaires sont réalisés sur les dunes afin de limiter leur érosion éolienne.

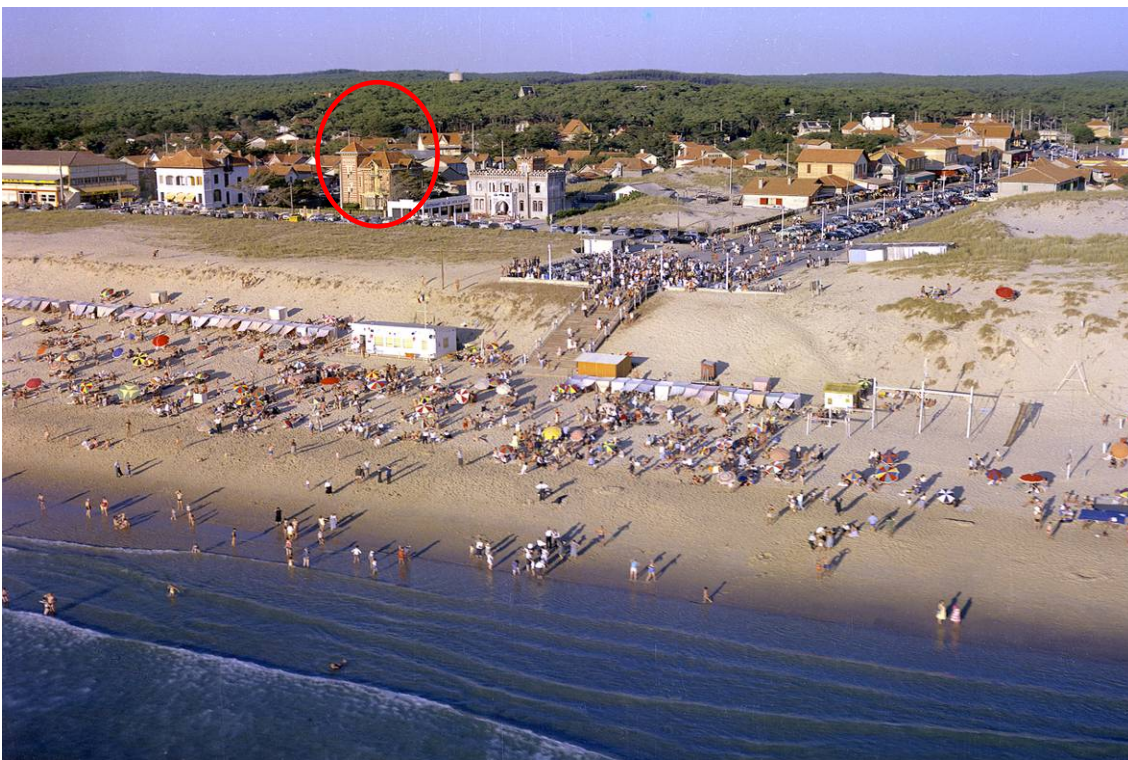


Illustration 18 : Lacanau Océan en 1962 (© Le Collen)



Illustration 19 : Lacanau Océan en 2010 (© Le Collen)

Caractérisation de la sous-cellule 3.3

Type de plage

Il s'agit de plages à larges replats de marée (entre 150 m et 200 m) avec des systèmes de barres et baïnes en général bien caractérisés, organisés de manière longitudinale par rapport à la côte selon une légère obliquité (légère asymétrie des baïnes avec un chenal nord moins développé que le sud). L'orientation de ce linéaire côtier est pratiquement nord-sud (environ 5°N).

Type de dune

Les traces de remodelage du cordon dunaire des années 1960-1980 s'estompent fortement, principalement en raison de l'érosion marine qui sape le pied du versant marin.

La dune est de type tronqué (front en falaise). Sous l'effet des érosions marine et éolienne, elle se déplace progressivement vers l'intérieur avec une petite perte de volume.

Dans son état actuel, le cordon dunaire s'élargit du nord vers le sud (d'environ 150 m à environ 200 m). Cet élargissement correspond au passage d'un secteur en déficit chronique vers un secteur à bilan sédimentaire à faible déficit.

Type de contact entre plage et dune

Les falaises sableuses sont nettement dominantes, alternant avec des zones à contact doux et des avant-dunes précaires.

Ce tronçon connaît une alternance entre phase d'érosion et de répit. Pendant les phases de répit de l'érosion marine, des avant-dunes précaires se forment dans la concavité des entailles.

Évolution passée du trait de côte

Comme pour les secteurs plus au nord, un recul toujours supérieur à 100 m est constaté entre 1825 et 1966.

Les mesures de l'ONF montrent un recul de l'ordre de 0,3 à 0,5 m/an entre 1875 et 1967 dans le secteur de Lacanau. De 1966 à 1998, le recul de la côte mesuré par l'IFREMER (Manaud *et al.*, 2001) a été général, variant de quelques dizaines de mètres jusqu'à 60 m. Au nord et au sud de Lacanau, le recul avoisine 20 à 30 m. Devant la station, il n'y a pas eu de changement à l'extrémité nord des ouvrages de défense, tandis qu'un recul de 20 à 30 m est à noter au centre et au sud de ce même secteur défendu.

L'étude réalisée par SOGREAH-LARAG en 1995 révèle des vitesses de recul moyen au droit de Lacanau de 0,5 à 1,5 m/an au cours des cinquante dernières années.

La comparaison des traits de côte de 1985, 1998 et 2006 montre une décroissance du recul par rapport au secteur de Carcans. Ici, le trait de côte de 2006 est fréquemment proche de celui de 1985, du fait de la présence des ouvrages notamment. Il convient cependant de noter une plus grande fluctuation spatiale des écarts entre les trois situations, ce que reflète la succession d'entailles d'érosion marine récentes avec d'anciennes entailles en phase de rechargement.

Scénario évolutif

Dans l'atlas de l'érosion de la côte sableuse aquitaine (en cours), différents scénarios d'évolution du système plage-dune ont été définis en fonction des secteurs. Celui de Lacanau correspond au scénario 2, avec une alternance entre phases d'érosion marine avec falaise sableuse (vive et éolisée) et phases de répit marquées par la formation d'avant-dunes (illustration 20).

Les phases de répit sont de courte durée et les avant-dunes restent précaires, souvent de type banquettes en appentis qui ne comblent que partiellement les entailles.

Les entailles marines sont fréquentes, de longueur moyenne (de 100 à 500 m environ) et peu espacées.

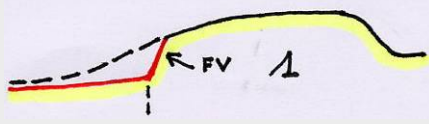
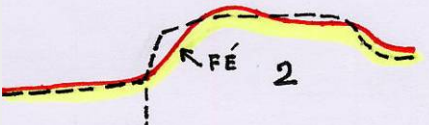
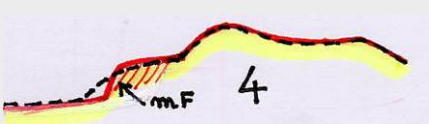
	Des tronçons avec falaise vive (FV) plus ou moins arquée se forment lors des « entailles marines »	
	Les phases d'érosion alternent avec des phases de répit au cours desquelles les falaises s'éolient (FÉ)	
	Des avant-dunes de faible ampleur se forment contre ces falaises (ADP : avant-dunes précaires)	
	Les phases de répit sont relativement courtes (de l'ordre de 10 ans), les nouvelles érosions découpent les avant-dunes précaires en microfalaises (mF)	
	La totalité des avant-dunes est reprise par l'érosion marine... Le cordon dunaire se déforme avec une petite perte de volume. Le trait de côte subit un recul moyen à faible (r, de l'ordre de 1 à 2m/an).	

Illustration 20 : Scénario d'évolution 2, sur le secteur de Carcans – Lacanau (Favennec, ONF)

Evolution prévisible/aléa

Poursuite de l'érosion, recul de l'ordre de 1 m/an jusqu'à 2040. Une cartographie de l'aléa érosion côtière a été établie, révélant un aléa moyen au droit du front de mer (illustration 21). Par manque de données nécessaires (événements de référence, topographie, modélisation des agents dynamiques), cette cartographie a été réalisée de la façon suivante (pour rappel les ouvrages ne sont pas pris en compte) : les traits de côte en 2020 et 2040 ont été définis au droit de la station de manière à s'aligner au nord et au sud sur les tronçons éloignés des traits de côte de 2020 et 2040 pour lesquels les ouvrages n'ont pas d'impact.

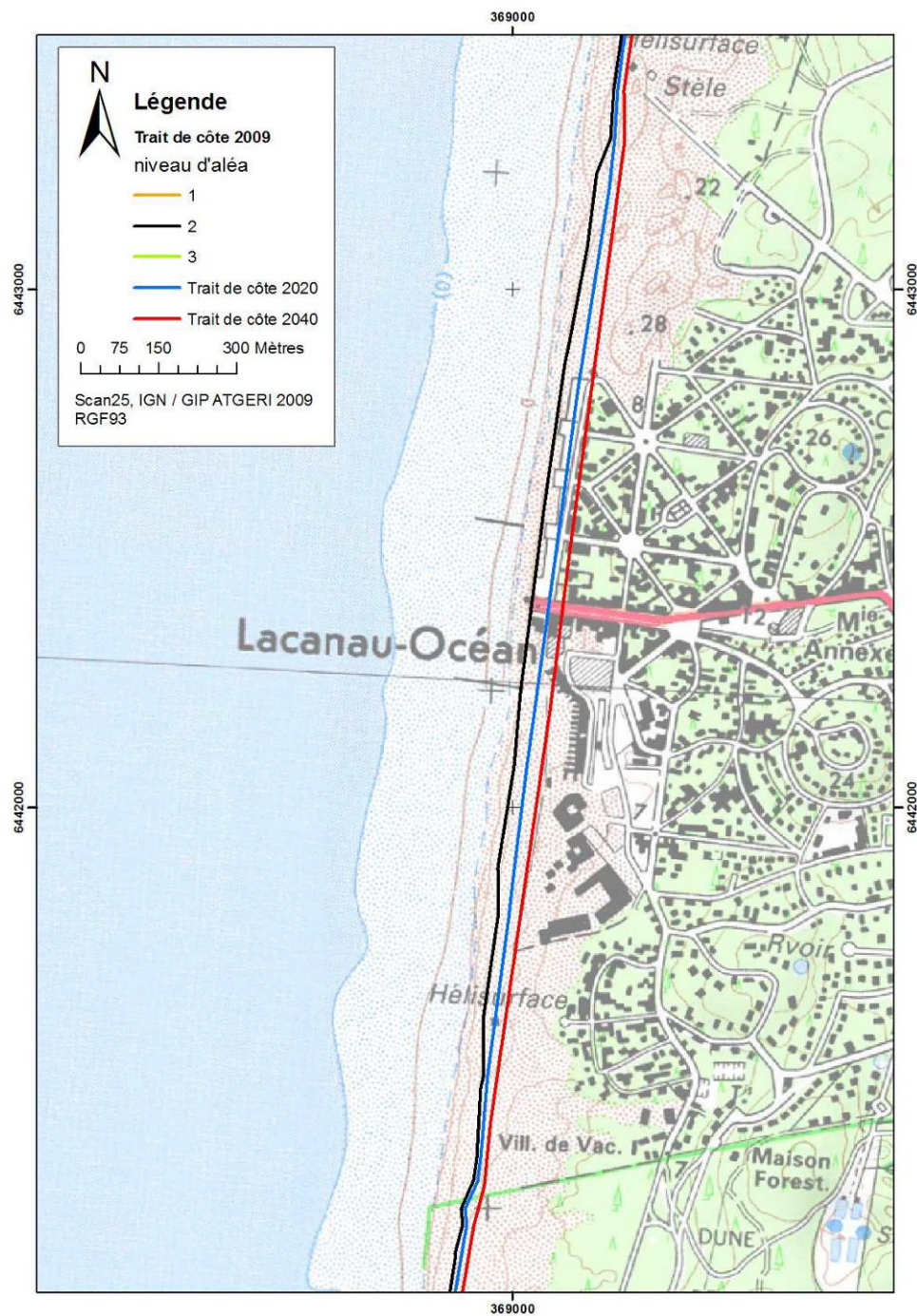


Illustration 21 : Position des traits de côte 2009, 2020 et 2040 sur le secteur de Lacanau.
Légende : 1 (aléa faible), 2 (aléa moyen) et 3 (aléa fort)

4.5.2. Contis

Le Courant de Contis (Contis-les Bains, Landes) sépare les communes de Saint-Julien-en-Born et Lit-et-Mixe. Il appartient à la sous-cellule 5.2 qui s'étend de Mimizan-Plage au courant d'Huchet, soit 37 km du PK 27 au PK 64 (illustrations 22 et 23). Ce site a été choisi par le Comité de Pilotage de l'étude car il est caractéristique d'un petit fleuve côtier landais débouchant sur un littoral sableux mobile.

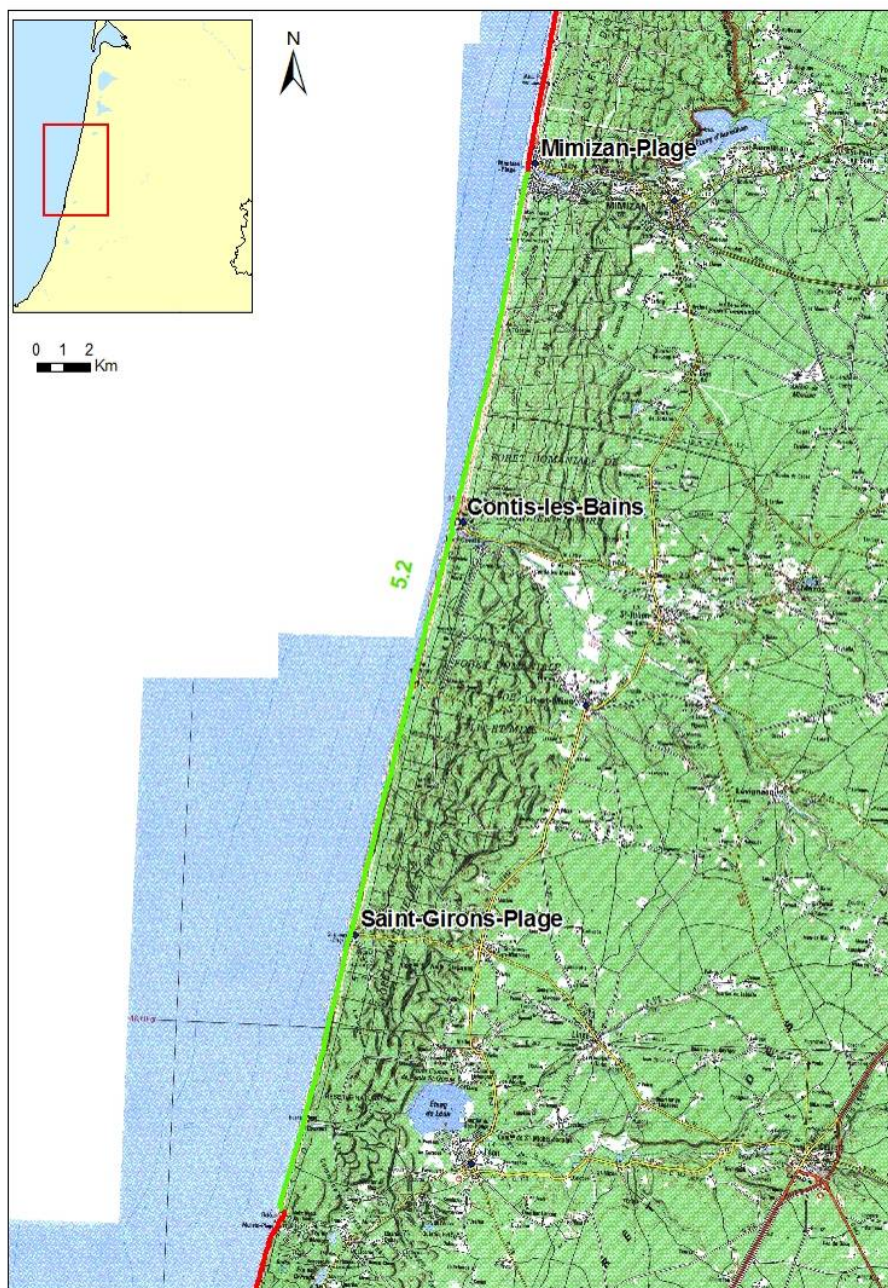


Illustration 22 : Localisation de la sous-cellule 5.2 (en vert) de Mimizan Plage au courant d'Huchet (© Scan 100, IGN)

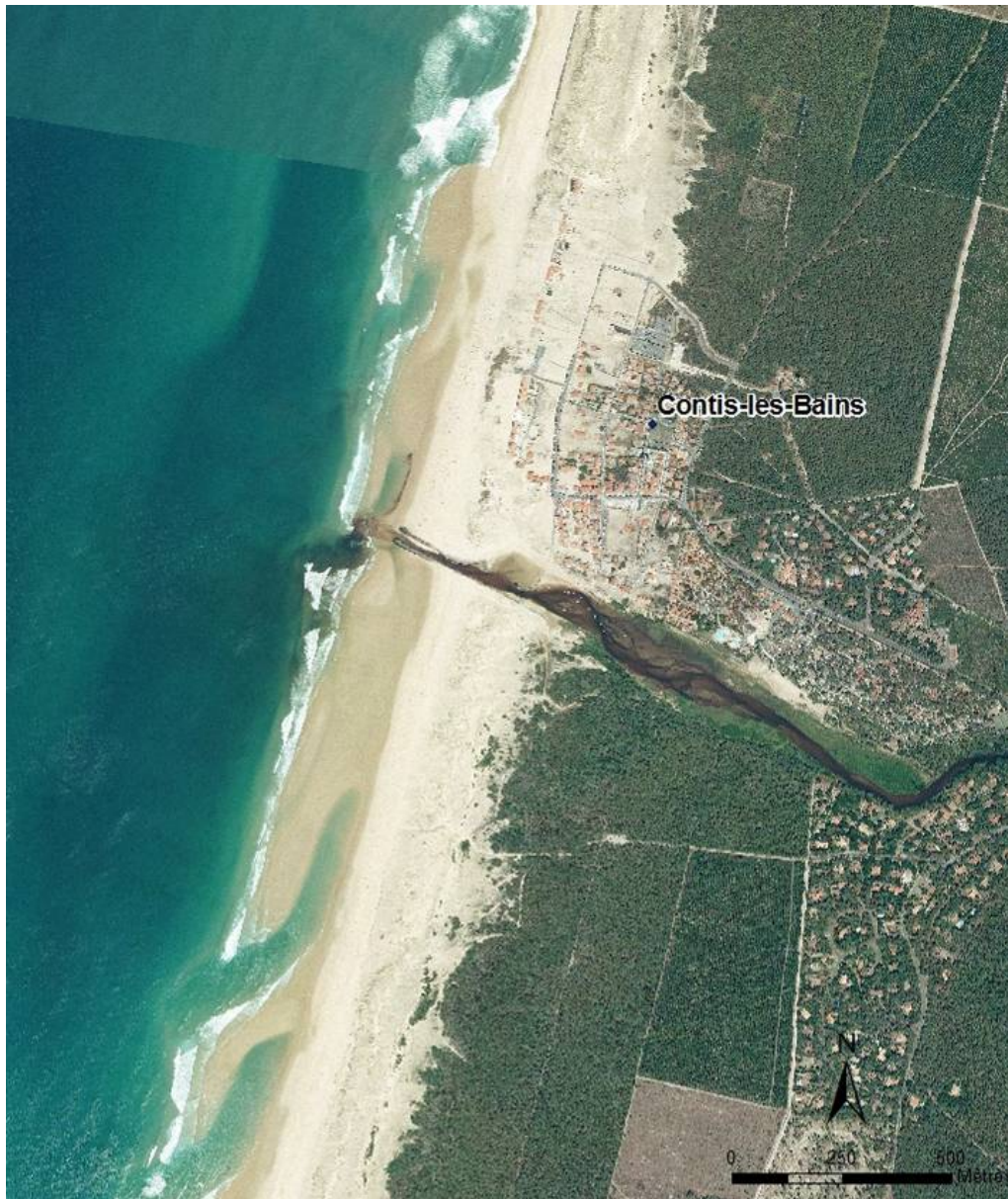


Illustration 23 : Site de Contis sur les orthophotographies de l'IGN 2009 (©GIP ATGéRI)

Description de la sous-cellule 5.2

Type de plage

L'orientation de la côte est de 12°N au nord et 14°N au sud. La plage est relativement étroite (20 à 50 m entre le pied de dune et le zéro marin), et s'élargit vers le sud. L'altitude du trait de côte est assez élevée (5-6 m NGF), indiquant la présence d'un stock sableux important.

Les systèmes de barres-bâines sont très courts (souvent <300 m) et très obliques (-123°N), assez irréguliers, avec les sorties de bâines presque transverses (-90°N) formant des crochons vers le sud très arrondis. Au sud du tronçon, la longueur d'onde des systèmes barres-bâines est légèrement plus importante (de l'ordre de 400-500 m).

- De la limite communale sud de Mimizan à Contis-les-Bains (plage de la Commune de St-Julien-en-Born) : PK 38 à 42

Secteur de dunes en grande partie remodelées dans les années 1970-1980. La partie interne du profil de l'époque est bien conservée (plateau et partie haute du glaciis externe). Dans un contexte d'accrétion, une volumineuse avant-dune s'est superposée au pied du glaciis externe, c'est l'habitat typique de dune blanche à Oyats. Elle est précédée d'une banquette à Agropyron qui démontre la poursuite de l'accrétion, au-delà de la position du pied du versant externe en fin de remodelage.

- De Contis à Cap de l'Homy (plage de Lit-et-Mixe) : PK 42 à 47

L'ancien remodelage des dunes est très visible. Présence d'entailles marines, mais bien compensées par des apports nouveaux depuis la plage. Le bilan sédimentaire est équilibré, voire positif, sur le moyen terme. La présence d'une double ligne d'avant-dunes caractérise bien le tronçon entre Contis et Cap de l'Homy.

- De Cap de l'Homy à St-Girons-Plage (PK 48 à 58)

Alternance d'entailles marines et de phases de répit avec reconstitution du stock de sable perdu en front de dune. Le cordon dunaire est nettement déformé par rapport à un hypothétique profil calibré. Cependant, il conserve dans tout ce secteur un assez fort volume et une largeur de 120 à 160 m. Processus et formes indiquent un bilan sédimentaire proche de l'équilibre.

- De St-Girons-Plage au nord du courant d'Huchet (PK 58 à 64)

C'est à l'arrière de ce tronçon que le système des grands cordons barkhanoïdes se rétrécit pour laisser place au début du système des vieilles dunes paraboliques du Marensin. Le cordon littoral ne porte pas de traces lisible de remodelage, son versant externe est souvent chaotique, découpé de caoudeyres (dépressions dunaires). Cependant ce cordon reste trapu, assez large et bien végétalisé. Les entailles d'érosion marine sont nombreuses et de taille variable. Après les attaques marines, le cordon se cambre et se déplace vers l'arrière. Lors des répits qui suivent, de nouveaux apports depuis la plage viennent compenser les pertes.

Evolution passée du trait de côte

De 1825 à 1966 (Manaud *et al.*, 2001), on observe une dominance de la stabilité, avec un recul à l'aval-dérive (au sud) des embouchures des courants de Mimizan et de Contis (ce recul est plus lié aux divagations des courants qu'à l'érosion marine). Ainsi, le secteur de l'Espécier Nord montre un recul de 80 m (soit -0,6 m/an), mais à l'Espécier Sud, le trait de côte avance de 50 m (soit 0,3 m/an) et de 60 m (soit 0,4

m/an) au cap de l'Homy. Sur la commune de Vielle-Saint-Girons, le nord recule (-50 m, soit -0,3 m/an), mais le sud avance : 80 m au sud de Saint Girons, et 180 m au niveau de Arnaoutchot (soit 1,3 m/an).

En revanche, de 1966 à 1998, c'est l'avancée du trait de côte qui prédomine sur tout le tronçon : + 25 m à l'Espécier nord, + 50 m à l'Espécier sud, + 75 m au Cap de l'Homy, + 80 m au sud de Saint-Girons et + 15 m au niveau de Arnaoutchot. Seul le secteur de Saint Girons est stable sur cette période, même si des reculs importants sont observés par l'ONF de 1990 à 1996 (-6 à -17 m).

Le caractère majeur de l'évolution récente, mesurée en 1985, 1996 et 2006, est la faible fluctuation de la position du trait de côte. La période 1985/1998 est marquée par un léger recul, presque toujours compensé par une accrétion au cours de la période 1998/2006. Il en résulte pour la période 1985/2006 une nette dominance de la stabilité avec quelques nuances suivant les secteurs :

- stabilité ou léger recul entre Mimizan-Plage et le PK 38, limite sud de la Commune de Mimizan ;
- stabilité entre le PK 38 et le PK 50, communes de Saint-Julien-en-Born (plage de Contis) et commune de Lit-et-Mixe (plage du Cap de l'Homy) ;
- léger recul de la côte sud de Lit-et-Mixe, entre les PK 50 et 52 ;
- accrétion entre les PK 52 et 55, nord de la Commune de Vielle-Saint-Girons;
- stabilité de part et d'autre de Saint-Girons, du PK 55 au PK 60 ;
- relative stabilité, avec de légères fluctuations positives et négatives du PK 60 au courant d'Huchet.

L'hiver 2010-2011 fut marqué par de nombreuses entailles d'érosion marine sur l'ensemble de ce secteur au niveau du contact plage-dune, générant un recul généralisé non encore chiffré au moment de la rédaction du présent rapport, mais estimé à environ 2 m maximum.

Scénario évolutif

- De Mimizan-Plage à l'Espécier (PK 28 à PK 34)

Dans l'atlas de l'érosion de la côte sableuse aquitaine (en cours), différents scénarios d'évolution du système plage-dune ont été définis en fonction des secteurs.

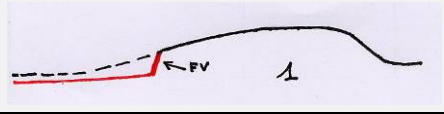
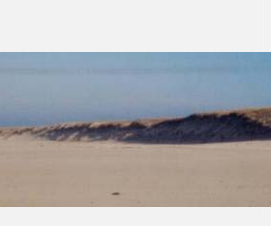
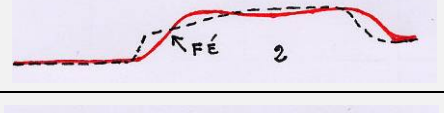
	Le front de dune est périodiquement sapé par des entailles d'érosion marine...	
	Les érosions marines alternent avec des phases de répit bien marquées. D'abord les falaises s'éolisent (FÉ)...	
	... Puis en haut de plage se développent des banquettes (bq), stade initial des avant-dunes.	
	Des répits de longue durée, et des apports de sable suffisants permettent la formation d'avant-dunes bien établies (Avdc) qui comblent totalement les entailles marines.	
	Le trait de côte subit des oscillations (Osc) autour d'un « trait de côte moyen » stable, ou en faible recul (moins de 1 m/an).	

Illustration 24 : Scénario d'évolution 3 : alternance de phases d'érosion marine et de répit (Favennec, ONF)

Celui de Contis correspond au scénario 3 dominant (illustration 24), avec alternance entre phases d'érosion marine (entailles) et phases de répit (avant-dunes établies qui comblent les entailles). Le bilan sédimentaire est proche de l'équilibre ou bien légèrement négatif.

- De Contis au Cap de l'Homy (PK 41 à PK 49)

Pour ce secteur, c'est le scénario de type 4 qui est dominant (illustration 25, d'après l'atlas de l'érosion de la côte sableuse, en cours). Le budget sédimentaire est légèrement positif, avec des oscillations autour d'un *trait de côte moyen* en légère accrétion.

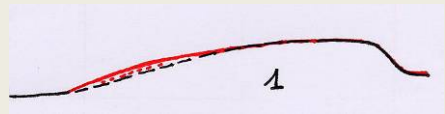
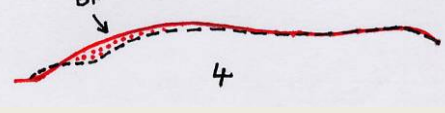
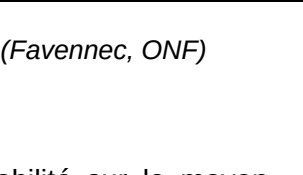
 1	Le front de dune est rarement affecté par des entailles marines. Du sable éolien nouveau provenant de la plage est capté par les végétaux du versant externe du cordon dunaire.	
 2	Le versant externe de la dune littorale devient bombé.	
 3	Périodiquement, se développent des banquettes (ba) puis des avant-dunes adossées (ou plus ou moins superposées) au pied du versant externe.	
 4	Il en résulte un trait de côte stable, ou en légère accrétion. Le cordon dunaire présente un bombement frontal (BF)...	

Illustration 25 : Scénario 4 à budget sédimentaire légèrement positif (Favenec, ONF)

Evolution prévisible/aléa

Poursuite des scénarios actuels : trait de côte proche de la stabilité sur le moyen terme.

Le zonage de l'aléa érosion côtière prend en compte les divagations possibles du courant, en considérant fixe sa partie située à l'amont de ses ouvrages (illustration 26). Pour rappel, ces divagations potentielles découlent du choix hypothétique de ne pas prendre en compte les ouvrages de protection de ce site.

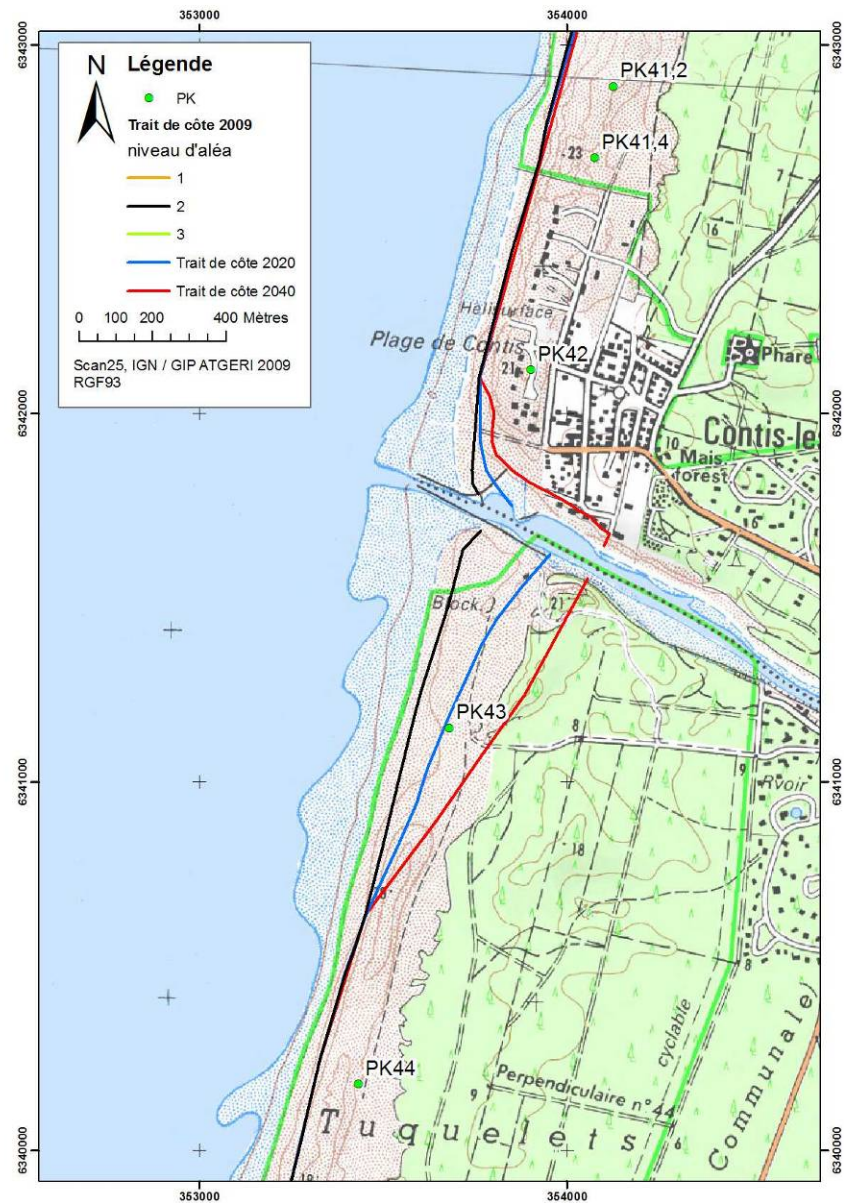


Illustration 26 : Position des traits de côte 2020 et 2040 sur le secteur de Contis (1 : aléa faible, 2 : aléa moyen, 3 : aléa fort)

5. La côte rocheuse

5.1. ALEA MOUVEMENTS DE TERRAIN A L'ECHELLE REGIONALE

5.1.1. Données exploitées

La caractérisation et la qualification de l'aléa mouvements de terrain défini à échéance 2020 et 2040 reposent sur l'exploitation des données suivantes :

- l'étude de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain à l'échelle du 1/20 000 réalisée en 2005 (Nedellec et al, 2005) selon la méthodologie préconisée par le guide méthodologique d'élaboration des PPR du MATE-METL (1997) ;
- l'exploitation des photographies aériennes anciennes et récentes : 1938, 1954, 1968, 1977, 1992, 1996, 2000, 2006, 2008 et 2009 (issues de l'IGN, sauf celles de 2006 provenant de Google Earth) ;
- le recensement et le suivi des mouvements de terrain sur le littoral de la Côte Basque (base de données dans le SIG de l'Observatoire de la Côte Aquitaine) ;
- l'ensemble des expertises réalisées sur le littoral dans le cadre des travaux menés par l'Observatoire de la Côte Aquitaine ;
- les travaux de thèse de Mariane Peter-Borie (2008) sur l'étude des facteurs d'érosion et les mécanismes d'évolution des mouvements de terrain.

5.1.2. Description du milieu physique

Contexte géomorphologique du littoral

La côte rocheuse basque, longue de 40 km se situe au fond du Golfe de Gascogne. Elle est limitée au nord par l'embouchure de l'Adour et au sud par l'embouchure de la Bidassoa. Huit communes bordent ce littoral, il s'agit du nord au sud : d'Anglet, Biarritz, Bidart, Guéthary, Saint-Jean-de-Luz, Ciboure, Urrugne et Hendaye. Sur cette bande côtière, 70 % du littoral est urbanisé. Ces zones alternent avec des secteurs naturels. La pression démographique et foncière est importante sur un littoral en perpétuelle évolution.

La Côte Basque débute au nord, entre l'Adour et la Pointe Saint-Martin par une côte sableuse de 4 à 5 kilomètres correspondant à la terminaison méridionale du système de dunes landais. D'un point de vue méthodologique, ce secteur a été traité avec la côte sableuse.

Les falaises de la Côte Basque dominant des plages de fond de baie, c'est à dire situées entre deux caps rocheux. La hauteur de ces falaises varie entre 10 m et 70 m et la pente est comprise entre 10° et 90°. Jusqu'à la Pointe Sainte-Barbe (commune de Saint-Jean-de-Luz), de petites criques découpent les falaises sub-verticales, atteignant jusqu'à 40 m de hauteur. Plus au sud, les falaises sont interrompues par la baie de Saint-Jean-de-Luz. De Socoa à la baie de Loya, les falaises constituent la Corniche Basque, avec des hauteurs variant entre 20 et 40 m.

L'aléa érosion côtière se caractérise sur la Côte Basque par des mouvements de terrain localisés affectant les falaises rocheuses (Aubié et Peter-Borie, 2006). Les plages situées entre deux pointes rocheuses et non dominées par des falaises (Grande Plage de Biarritz, baies de Saint-Jean-de-Luz et Hendaye) sont soumises à l'aléa érosion de plage et/ou submersion marine.

Une typologie de la côte rocheuse a été définie en 2004 (Genna *et al.*, 2004), en fonction de la géologie, du comportement mécanique des roches et de leur mode de dégradation, sept types de côte ont été définis (illustration 27) :

- Type 1 : roche dure à stratification sub-horizontale, recouverte d'une faible épaisseur de sédiments récents et/ou d'altérites, correspondant à la formation superficielle issue de la dégradation de la roche ;
- Type 2 : roche meuble à stratification déformée avec couverture de sédiments récents et d'altérites ;
- Type 3 : roche dure et plissée avec couverture récente et altérites ;
- Type 4 : roche dure et plissée avec des altérites au sommet ;
- Type 5 : roche dure basculée et non plissée ;
- Type 6 : altérites en relief bas ;
- Type 7 : sables et dunes.



Illustration 27 : Type de morphologie côtière sur la côte rocheuse

Contexte géologique

La géologie conditionne pour partie l'apparition de nombreux phénomènes naturels (glissements de terrain, chutes de blocs, éboulements...), regroupés sous le terme générique de « mouvements de terrain ». De nombreux facteurs géologiques interviennent à des degrés divers dans la dynamique des mouvements de terrain : la nature des roches (lithologie), leur fracturation, leur altération, leur perméabilité y jouent notamment des rôles importants. Les différentes formations géologiques rencontrées sur le littoral basque sont présentées sur l'illustration 28.

• Les formations géologiques

- les calcaires et les marnes gréseuses de l'Oligocène : il s'agit de séquences de grès calcaires, de calcaires gréseux et de marnes, affleurant au niveau de Biarritz ;
- les marnes et les marno-calcaires de l'Eocène : alternance de marnes grises et de marno-calcaires gris-blancs en bancs puissants que l'on rencontre sur la Côte des Basques (Biarritz) et au Nord de Bidart ;

- les marno-calcaires et les flyschs du Crétacé : ils sont constitués d'une alternance souvent décimétrique de marnes et de calcaires, on retrouve ces formations notamment entre Bidart et Urrugne;
- les argiles gypsifères du Trias : argiles rougeâtres contenant des niveaux de gypse, affleurant au niveau de Bidart.

- **Les formations détritiques**

- les colluvions : il s'agit des formations de pente, produit de l'instabilité des formations en place, ayant subi un faible transport (à la différence des alluvions). Ils sont présents sur l'ensemble du linéaire côtier basque ;
- les alluvions quaternaires : graves à matrice sablo-limoneuse. On rencontre cette formation sur une grande partie de la Côte Basque ;
- les formations dunaires quaternaires : sables moyens à grossiers propres. Cet horizon est présent essentiellement au Nord de la zone d'étude, sur les plages d'Anglet et correspond à une formation de couverture.

- **Les formations d'altération**

Les altérites sont des formations superficielles résultant de l'altération et de la fragmentation sur place de roches saines. Elles se développent sur différents types de substratum (marnes, flyschs), et possèdent donc des caractéristiques différentes. Les altérites présentent un intérêt fondamental dans l'étude des instabilités. Ces formations se prolongent à l'intérieur du Pays-Basque jusqu'au pied des premiers reliefs pyrénéens. Elles induisent des instabilités sur toute la zone où elles se développent. Leurs épaisseurs, très variables, peuvent atteindre 50 mètres (Peter-Borie et Aubié, 2009 ; Peter-Borie *et al.*, 2009-a, 2009-b, 2010).

L'altération se développe sur la roche mère (substratum) mais elle ne s'exprime pas de la même manière en fonction de sa nature lithologique. Ainsi, sur le littoral de la Côte Basque, on observe des altérations très différentes (lithologie et degré d'altération). Les altérites, les mieux représentées en termes d'extension géographique et d'épaisseur, sont celles qui se sont développées sur les flyschs à silex de Guéthary.

Ces faciès d'altération, du fait de leur forte concentration en minéraux argileux et de leur compacité souvent médiocre, sont très défavorables pour la tenue des versants.

- **Les cavités naturelles**

Certaines falaises, comme la zone de la Pointe Saint-Martin et du rocher de la Vierge à Biarritz, présentent de nombreuses cavités naturelles issues de la karstification de la roche. Ces cavités procurent une nette fragilité au massif.

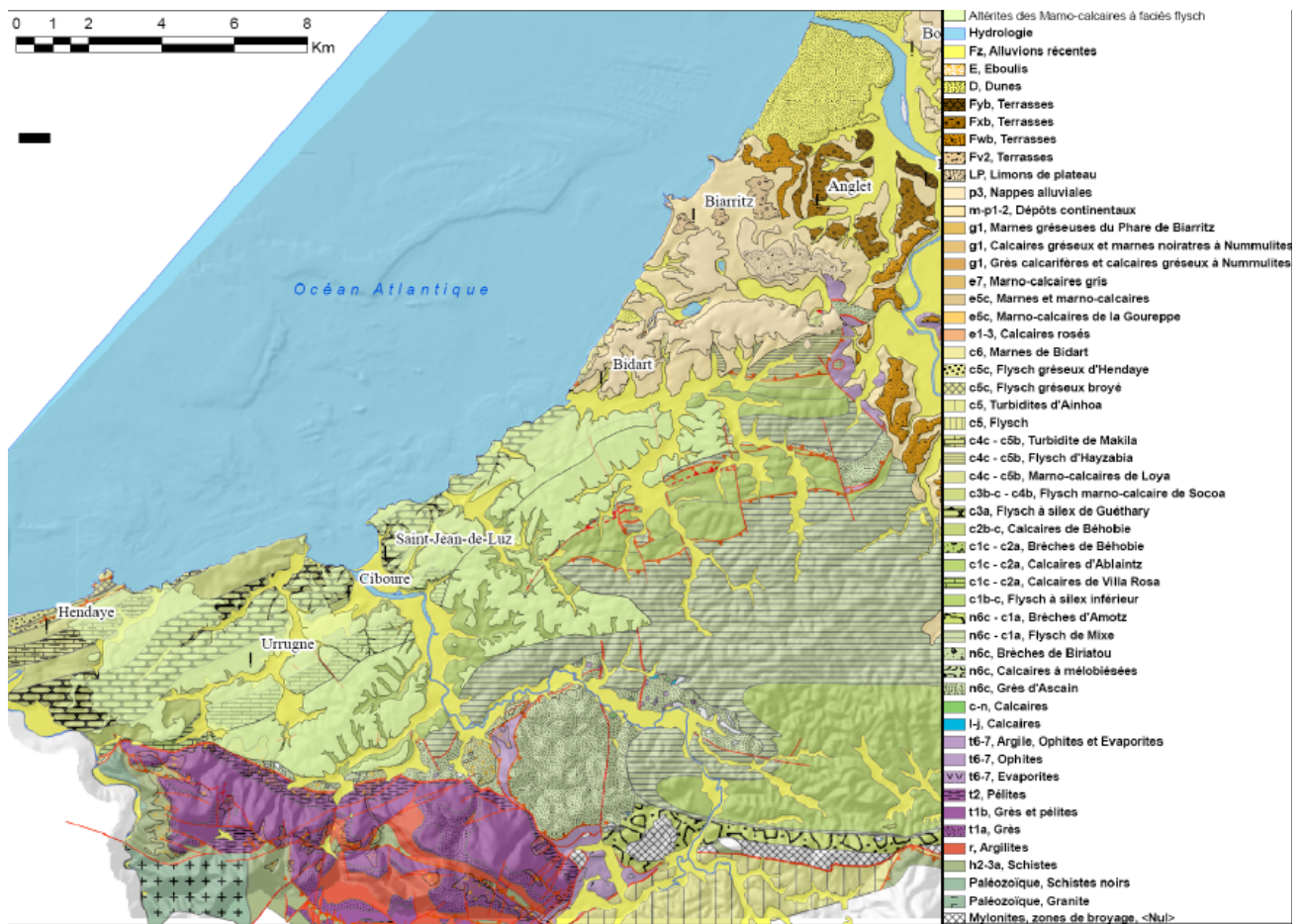


Illustration 28 : Carte géologique de la partie occidentale du Pays Basque avec prise en compte des altérites

Fracturations et structures

Quatre grands types de discontinuités ont été rencontrés sur le littoral basque :

- les plans de stratification qui délimitent chaque banc dans les horizons géologiques. La stratification visible est subhorizontale sur la partie Nord de la zone d'étude, jusqu'à la plage d'Ilbarritz (Bidart). Puis, en progressant vers le Sud, elle est très variable jusqu'à Ciboure. Sur la Corniche d'Urrugne / Hendaye, la stratification devient régulière avec une prédominance marquée de fort pendage vers l'aval du versant. Enfin dans la partie la plus au sud, la stratification redevient variable ;
- les diaclases : il s'agit de fractures sans mouvement apparent des compartiments. Les diaclases sont le plus souvent subverticales.

- les fractures d'appel au vide : ce sont de grandes fractures de traction, sub-parallèles aux parois rocheuses, qui se développent dans les versants très redressés. Elles se développent par décompression naturelle des versants et provoquent l'apparition de grandes écailles subverticales dans les massifs.
- les failles : elles sont le produit de la tectonique cassante. Elles sont marquées par un net décrochement entre les compartiments. Sur la Côte Basque, les plus grandes failles présentent une direction N 110° - N 120° conforme à la structuration des chaînons sub-pyrénéens.

L'orientation, la densité et la persistance (distance de pénétration dans le massif) de ces discontinuités influent directement sur la stabilité des versants.

Hydrologie et hydrogéologie

Le réseau hydrographique du littoral basque est relativement dense avec 173 km de rivières et de fleuves (Illustration 29). La constance des précipitations fait que les cours d'eau sont généralement pérennes. La présence d'eau est un facteur aggravant des mouvements de terrain (Aubié *et al.*, 2008 ; Peter-Borie *et al.*, 2009-a, 2009-b). En effet, outre les dégradations mécaniques liées à l'altération qu'elle occasionne, celle-ci génère des pressions interstitielles ainsi qu'une diminution de la résistance au cisaillement du matériau ou de ses discontinuités, susceptibles de déstabiliser les terrains. La détermination du rôle de l'eau dans le déclenchement et l'évolution des mouvements de terrain est fondamentale.

Les quatre principaux fleuves côtiers du littoral basque sont du nord au sud : l'Adour à Anglet, l'Uhabia à Bidart, la Nivelle dans la baie de Saint-Jean-de-Luz et la Bidassoa à Hendaye dans la baie de Chingoudy. Mis à part l'Adour, les trois autres fleuves se terminent par des estuaires peu profonds argilo-sableux. Outre les fleuves côtiers et les talwegs, de nombreuses émergences sont visibles en falaise. Plusieurs types de venues d'eau sont observables :

- les venues d'eau naturelles correspondant aux suintements, aux ruissellements et aux sources ;
- les venues d'eau anthropiques correspondant aux émissaires des stations d'épuration, aux rejets des eaux usées (habitations non reliées au réseau collectif), aux canalisations débouchant sur le milieu naturel et aux fuites de réseaux.

Les études ont confirmé la présence de deux types d'aquifères distincts et indépendants sur la Côte Basque, en accord avec les formations géologiques :

- aquifère libre alluvial : le premier est formé par les alluvions de l'Adour et de ses affluents ainsi que par les formations mio-plio-quaternaires qui s'étendent entre Anglet et Bidart. Le second système aquifère libre alluvial est formé par les alluvions de la Bidassoa, il correspond à la nappe alluviale de ce fleuve. En zone aval, et jusqu'à Biriadou, l'influence des marées (remontée d'eau salée) est notable sur la qualité des eaux de cette nappe. Ces deux aquifères correspondent à un découpage à petite échelle qui ne prend pas en compte les aquifères locaux de faibles extensions qui peuvent être le siège de circulations d'eau.

- aquifère des flyschs carbonatés : il correspond au massif rocheux du flysch dont la perméabilité est essentiellement liée à la porosité de fractures et de fissures. Les directions d'écoulement sont fonction de la stratification et de la fracturation. Les suivis ont montré que les circulations d'eau au sein de cet aquifère sont responsables du déclenchement des instabilités dans ces formations.

L'ensemble de ces connaissances hydrologiques et hydrogéologiques sont notamment prises en compte pour la définition de l'aléa mouvements de terrain. Une bonne connaissance des circulations d'eaux souterraines est nécessaire à la compréhension des mécanismes de déclenchement des instabilités.

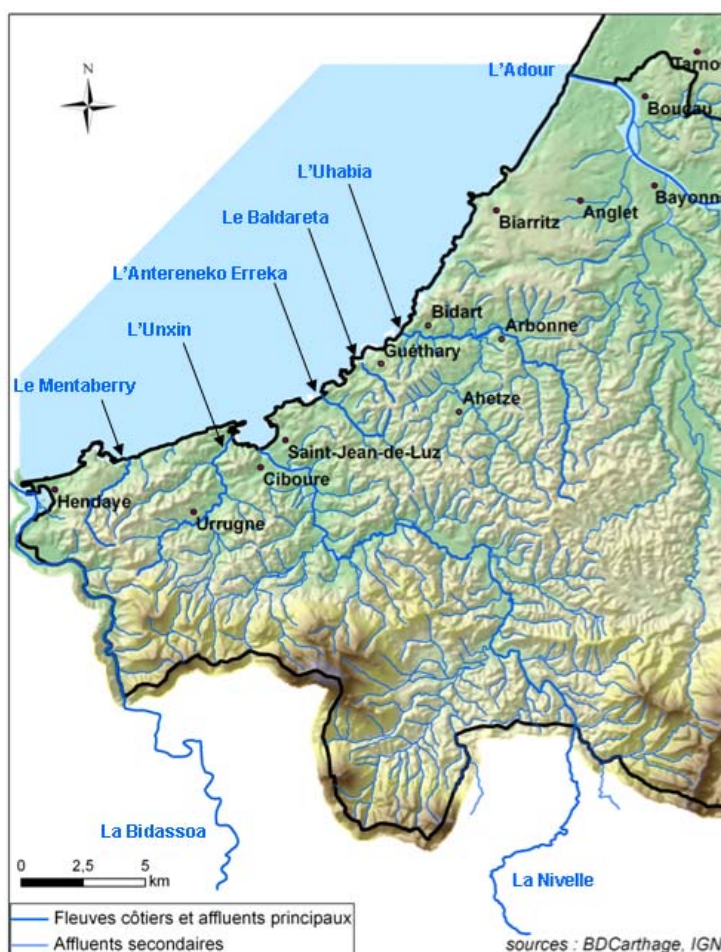


Illustration 29 : Réseau hydrographique de la Côte Basque

Dynamique marine

Les falaises résultent des processus d'érosion littorale (mouvements de terrain et érosion marine). Au contact des formations géologiques, la mer façonne une côte qui

donnera une falaise et une plate-forme d'abrasion. Cette action de la mer s'exprime de différentes manières, selon qu'il s'agit de formations dures ou de formations meubles.

Dans les formations meubles, elle entraîne principalement des coulées boueuses et la purge des matériaux glissés en falaise.

Dans les formations compétentes (dures), elle provoque des phénomènes de dissolution et d'abrasion produisant des cavités et des sous-cavages en pied de falaise.

La dynamique marine locale (Pedreros *et al.*, 2009) a également une action de déblaiement du pied de falaise, empêchant la formation d'un profil d'équilibre.

5.1.3. Typologie des mouvements de terrain

Sous l'expression générique « mouvements de terrain » sont regroupés plusieurs types de phénomènes d'instabilité des terrains, variables en fonction du mécanisme mis en jeu (évolution de l'instabilité, vitesse du mouvement durant la phase d'instabilité majeure, surface de rupture, désorganisation des terrains, ...).

Les principaux types de mouvements de terrain rencontrés sont :

- les glissements de terrain et les coulées de boue affectant les formations meubles (illustration 30) ;



Illustration 30 : Glissement de terrain (Harotzen Costa, Guéthary, novembre 2009)

- les glissements bancs sur bancs dans les formations de type flysch (Corniche Basque, illustration 31) ;



Illustration 31 : Glissement banc sur banc (Corniche Basque à Urrugne, 2006)

- les éboulements et les chutes de blocs affectant les formations rocheuses (calcaires, marnes, illustration 32).



Illustration 32 : Eboulement (Miramar, Biarritz, 2001)

D'autres phénomènes, moins nombreux ont été recensés sur le littoral de la Côte Basque, il s'agit :

- des phénomènes de fauchage ;
- les effondrements ;
- des phénomènes de ravinements et de sous-cavage.

Une mise à jour de la base de données des mouvements de terrain a été effectuée en octobre 2010. 226 événements ont été renseignés dans la base (illustration 33). Ces phénomènes ont été classés en 4 catégories en fonction de leur source d'information et de leur degré de précision (illustrations 34 et 35) :

- les événements de référence : sont des événements datés, dans la majorité des cas et bien renseignés, leur typologie est fiable ;
- les désordres observés ont été identifiés sur le terrain ou à partir de photographies aériennes mais n'ont pas pu être datés avec précision ;
- les indices d'instabilité : sont des désordres identifiés par des photographies aériennes ou des données d'archives ;
- les désordres recensés ont été identifiés à partir de documents techniques ou de rapports d'études, souvent il ne reste pas de traces sur le terrain.

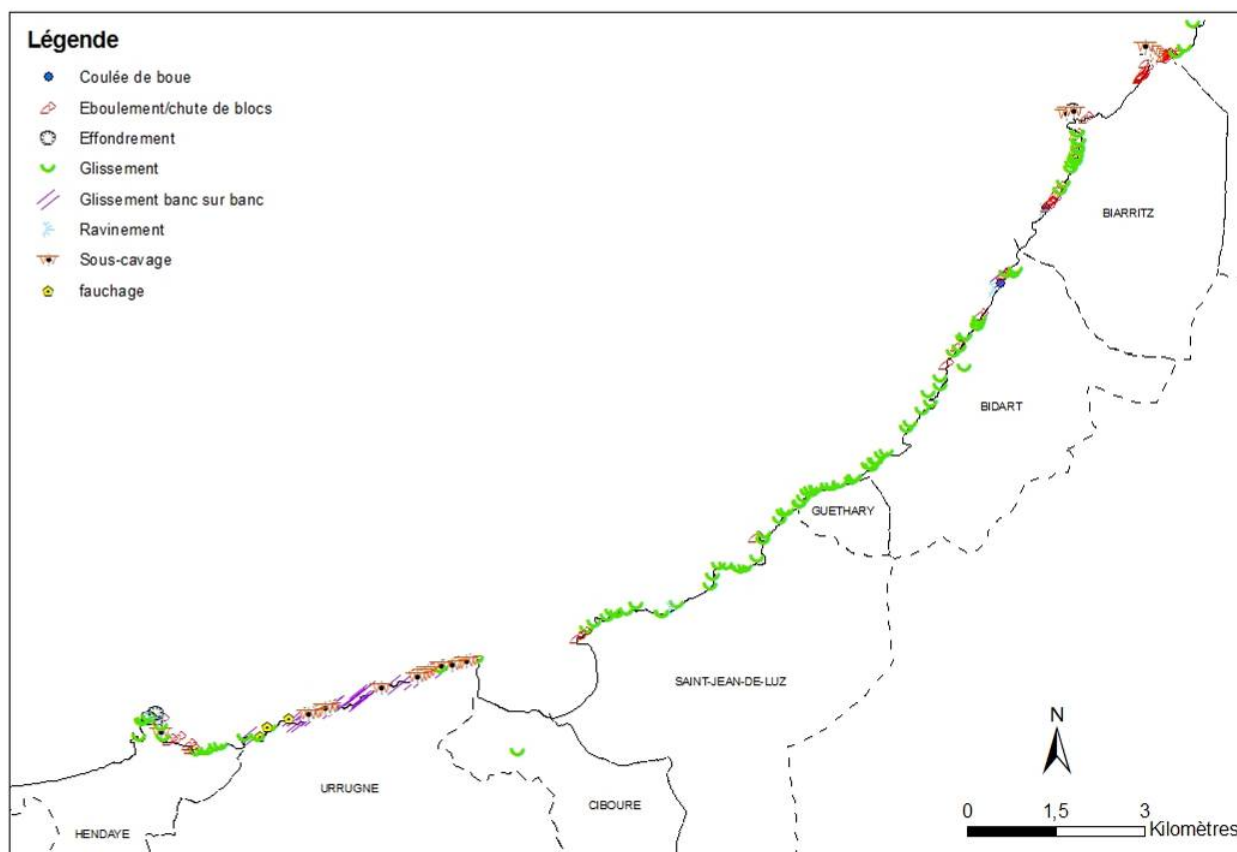


Illustration 33 : Cartographie des mouvements de terrain sur la Côte Basque

Les données disponibles à ce jour sur ces instabilités montrent que l'eau continentale joue un rôle prépondérant dans les processus d'érosion. La dynamique marine joue principalement une action de déblaiement du pied de falaise, empêchant la formation d'un profil d'équilibre, par effacement de ces protections naturelles. Ces éboulis ont en

effet un rôle de protection en pied de falaise et permettent d'alimenter les stocks sédimentaires des plages.

	Événements de référence	Désordres observés	Indices d'instabilité	Désordres recensés
Glissement	28	57	8	21
Glissement banc sur banc	5	15	2	
Eboulement/chute de blocs	15	19	5	9
Coulée de boue		2		
Fauchage		3		
Effondrement		2		1
Ravinement		5		
Sous-cavage		29		
Total	48	132	15	31

Illustration 34 : Classification des phénomènes

5.1.4. Détermination de l'aléa mouvements de terrain

L'aléa correspond à la probabilité d'occurrence d'un phénomène d'intensité donnée, sur une période de référence fixée.

L'apparition d'un phénomène de type mouvements de terrain est le résultat de la conjonction de plusieurs facteurs :

- les facteurs permanents ou de prédisposition : géologie, pente, fracturation, altération,....
- les facteurs déclencheurs ou aggravants : épisodes pluvieux importants, action de la houle, intervention anthropique (terrassements, modification des écoulements,...).

L'approche méthodologique utilisée est conforme à celle du guide PPR « mouvements de terrain » élaboré par le Ministère de l'Ecologie (1999). La qualification de l'aléa définie à échéance 2020 et 2040 s'appuie sur l'étude réalisée en 2005 (Nedellec et *al.*) d'élaboration de la cartographie de l'aléa « mouvements de terrain » à l'échelle 1/20 000.

Méthodologie d'évaluation de l'aléa « mouvements de terrain »

La cartographie de l'aléa mouvements de terrain est basée sur une identification des

zones sensibles aux différents types de mouvements de terrain ainsi que sur une estimation de leur fréquence et de leur intensité.

Une démarche préliminaire a consisté à réaliser une analyse du milieu physique comprenant deux approches : l'une fondée sur l'inventaire des mouvements de terrain anciens ou actuels et l'autre sur l'évaluation de la stabilité du site.

Une carte des données physiques a été réalisée dans le cadre de l'Atlas des phénomènes naturels en 2007 (Aubié *et al.*, 2007) et elle a été mise à jour en 2009. Cette carte a été réalisée à partir :

- de la synthèse des données existantes (*i.e.* Aubié *et al.*, 2005) ;
- de l'interprétation des photographies aériennes de l'IGN de 1938, 1954, 1968, 1977, 1992, 1996, 2000, 2006 et 2009 ;
- des observations de terrain.

La confrontation des différents paramètres physiques (pente, géologie, circulation d'eau, action marine,...), a abouti à la définition de zones à instabilité potentielle et de zones de stabilité apparente en prenant compte le type d'instabilité et le facteur déclencheur prépondérant.

Qualification de l'aléa « mouvements de terrain » à échéance 2020 et 2040

La cartographie de l'aléa, contrairement à l'analyse des données physiques, est une démarche interprétative. A cet effet, nous avons exploité tous les critères de prédisposition quantifiables ou qualifiables (géologie, pente, hauteur de versant, fracturation ...) pour les associer logiquement les uns aux autres et en déduire un niveau d'aléa. Cette approche interprétative permet d'établir une présomption spatiale d'apparition de tel ou tel phénomène.

Par conséquent, le niveau d'aléa d'une zone donnée traduit la susceptibilité de cette zone à être affectée par des phénomènes de type « mouvements de terrain ».

En conséquence, le littoral de la Côte Basque a été découpé en tronçons homogènes définis selon des critères physiques.

La largeur de la bande côtière prise en compte dans la cartographie de l'aléa correspond à la zone directement ou potentiellement affectée par des instabilités. L'extrémité de cette zone est définie par la position des traits de côte établis pour 2020 et 2040 tenant compte de l'évolution du sommet de falaise (cf. paragraphe 5.1.5).

Chaque tronçon a été qualifié par un niveau d'aléa. Le niveau d'aléa s'exprime selon la gradation : nul à très faible, faible, moyen et fort. Le niveau d'aléa a été défini en retenant les critères suivants :

Niveau d'aléa	CRITERES	
	Contexte physique	Parades envisageables
Nul à faible	Pas de phénomène de mouvement de terrain connu	Pas de parade nécessaire
Faible	Phénomènes connus d'ampleur limitée. La présomption d'apparition de mouvements de terrain est faible et les critères de prédisposition de la falaise sont satisfaisants (faible hauteur de falaise, pente faible,...)	Parades supportables financièrement par un propriétaire individuel (maître d'ouvrage individuel)
Moyen	Phénomènes connus d'ampleur et de fréquence moyenne dépassant le cadre de la parcelle, et caractéristiques physiques défavorables (géologie, altération, pendage, venues d'eau.....)	Parades supportables financièrement par un groupe restreint de propriétaires (maître d'ouvrage collectif)
Fort	Zones jugées instables (mouvements de terrain actifs), nombreux glissements de terrain recensés et/ou d'ampleur importante. Caractéristiques physiques défavorables.	Parades d'un coût très important et/ou techniquement difficile

Illustration 35 : Critères de définition des niveaux de l'aléa mouvements de terrain

5.1.5. Position des traits de côte en 2020 et 2040

Traits de côte de référence

Compte tenu de la morphologie de la côte rocheuse, deux types de trait de côte ont été considérés :

- pour les secteurs à falaise : les traits de côte utilisés pour définir un taux d'évolution sont les sommets de falaise de 1954 et de 2009 issus de la photo-interprétation (en moyenne précision +/- 10 m) ;
- pour les secteurs de plages de fond de baie, non dominés par les falaises (Grande Plage de Biarritz, plages d'Ibarriz, plage de l'Uhabia, plage d'Erromardie, baie de Saint-Jean-de-Luz et plage d'Hendaye) : les traits de côte

de référence correspondent au haut de plage (ou pied des perrés) de 1954 et de 2009 cartographiés sur les photographies aériennes (en moyenne précision +/- 10 m).

Le trait de côte de référence extrapolé en 2020 et 2040 est celui de 2009 modifié pour ne pas tenir compte des ouvrages car leur pérennité n'est pas garantie dans le temps. Sur les secteurs de plage de poche, le trait de côte de 2009 a été positionné avec une approche naturaliste, en cartographiant la position du haut de plage en faisant l'hypothèse que les ouvrages n'existent pas.

Détermination de la position du trait de côte en 2020 et 2040

Les traits de côte à échéance 2020 et 2040 sont définis comme étant la limite maximale amont où des instabilités peuvent se produire. Ces traits de côte ont été établis à partir du taux d'évolution moyen historique du sommet de falaise entre 1954 et 2009 pour les secteurs à falaise et le haut de plage entre 1954 et 2009 pour les secteurs de plage.

Pour cette étude, comme sur la côte sableuse, aucune hypothèse spécifique de modification des agents dynamiques (houle, vent, tempête, élévation du niveau marin, hydrologie...) n'a été considérée afin d'estimer les conséquences du réchauffement climatique, compte-tenu des incertitudes des modèles globaux et régionaux et de l'absence de doctrine nationale sur cette thématique. Cependant, le fait d'utiliser l'évolution des différents traits de côte sur plusieurs décennies, permet de manière intrinsèque de prendre en compte les éventuelles variations de ces agents.

L'outil DSAS d'ArcGis (®ESRI) a été utilisé pour réaliser un calcul statistique des taux d'évolution entre les traits de côte de 1954 et 2009 par transects espacés tous les 10 m (orthogonales au sommet de falaise).

A partir de ces résultats et de la connaissance du terrain, un taux d'évolution moyen a été défini par secteur homogène. Ce taux a été appliqué sur chacun des secteurs à partir d'une zone tampon pour extrapoler la position du trait de côte de 2009 à 2020 et 2040 (illustrations 36 et 37).

Pour les secteurs de falaise, il est nécessaire de tenir compte de l'ampleur des événements pouvant survenir en fonction de la morphologie côtière. A la valeur du taux d'évolution du sommet de falaise, on ajoute en 2020 une bande de sécurité variant de 0 à 10 m correspondant à la largeur maximale atteinte en sommet de falaise lors d'un événement de type mouvements de terrain et en 2040 une bande de sécurité variant de 10 à 20 m.

Pour les plages de poches, les taux d'évolution constatés entre 1954 et 2009 sont négligeables puisque le trait de côte correspond aux pieds des ouvrages (haut de plage). **Ces plages de poches** fonctionnent comme des cellules sédimentaires à part entière avec une absence d'apports de sédiment de part et d'autre des caps rocheux. Le budget sédimentaire de ces plages reste plus ou moins constant. La variation du volume de sable sur l'estran n'a pas été prise en compte car peu de données sont

disponibles et elles sont très difficilement cartographiables pour définir un taux d'évolution. Cependant, ce volume peut diminuer au cours du temps et par conséquent induire une aggravation des phénomènes telles que les submersions marines. Il a été considéré sur ces secteurs qu'entre 2020 et 2040, le budget sédimentaire pouvait être légèrement déficitaire avec des pertes en sédiments vers le large lors de phénomènes tempétueux importants. Ceci va se traduire cartographiquement par un recul de l'ordre de 15 cm/an. Sur ces secteurs, l'aléa submersion marine peut être prépondérant à l'aléa érosion côtière, mais il n'a pas été considéré.

Seuls les ouvrages de protection majeurs du littoral ont été considérés : il s'agit des digues de Socoa, de l'Artha et de Sainte-Barbe pour la baie de Saint-Jean-de-Luz et de celles de la Bidassoa. Les autres ouvrages n'ont pas été pris en compte. En effet, la pérennité de ces ouvrages n'est pas garantie dans le temps.

Les traits de côte 2020 et 2040 ont été analysés et interprétés à « dire d'expert » afin de supprimer certains artéfacts et de caler au mieux à la morphologie de la côte. L'incertitude de la position du trait de côte peut être estimée entre 10 et 20 m. Elle est liée à la précision des photographies aériennes et à leur analyse.

5.1.6. Limites de la cartographie

La cartographie de l'aléa mouvements de terrain (illustrations 37 et 39) et de la position des traits de côte à échéance 2020 et 2040 a été dressée sur les orthophotographies de l'IGN de 2009 à l'échelle du 1/20 000. Ce zonage est indissociable du support sur lequel il a été réalisé. Il ne peut être agrandi à une échelle plus fine sans procéder à des levés de terrain plus précis sur un support cartographique adapté comme cela a été fait pour le zonage de l'aléa mouvements de terrain sur le secteur de Socoa.

5.1.7. Chiffres clés

En moyenne, la côte rocheuse aquitaine recule de 20 cm/an. La vitesse de recul moyenne mesurée sur plusieurs décennies peut localement atteindre plus de 50 cm/an, par exemple dans les fonds de baies comme celle d'Erromardie. Le linéaire concerné par une érosion supérieure ou égale à 20 cm/an représente environ 15% de la côte rocheuse aquitaine. Sur certains secteurs un événement peut se produire approximativement tous les 10 ans. En 2020, le linéaire concerné par un aléa faible représente 45% (16 km sur un total de 36 km), 42% (15 km) pour un aléa moyen et 13% (5 km) pour un aléa fort.

Commune	Secteur	Taux évolution (m/an)	Recul extrapolé à 2020 (m)	Largeur maximale sommet de falaise (m)	Position à 2020 par rapport au TC de référence (m)	Type	Source
Anglet/Biarritz	Miramar-VVF	-0,15	-1,65	10	-11,65	falaise	entre 1954 et 2009
Biarritz	Atalaye	0,00	0,00	10	-10,00	falaise	entre 1954 et 2009
Biarritz	Côte des Basques	-0,20	-2,20	10	-12,20	falaise	entre 1954 et 2009
Biarritz	Côte des Basques	-0,50	-5,50	10	-15,50	falaise	entre 1954 et 2009
Biarritz	Grande plage	-0,15	-1,65	0	-1,65	plage	entre 1954 et 2009
Biarritz	Marbella	-0,35	-3,85	10	-13,85	falaise	entre 1954 et 2009
Biarritz	Milady	-0,35	-3,85	0	-3,85	falaise	entre 1954 et 2009
Biarritz	Plage Ibarritz	-0,15	-1,65	0	-1,65	falaise	entre 1954 et 2009
Bidart	Chapelle-Uhabia	-0,05	-0,55	10	-10,55	falaise	entre 1954 et 2009
Bidart	Chemin falaise	-0,20	-2,20	10	-12,20	falaise	entre 1954 et 2009
Bidart	Erretegia sud	-0,20	-2,20	10	-12,20	falaise	entre 1954 et 2009
Bidart	Erretegia-Pavillon	-0,35	-3,85	10	-13,85	falaise	entre 1954 et 2009
Bidart	Ibarritz golf	-0,20	-2,20	10	-12,20	falaise	entre 1954 et 2009
Bidart	Parlementia	-0,30	-3,30	10	-13,30	falaise	entre 1954 et 2009
Bidart	Plage Uhabia	-0,15	-1,65	0	-1,65	plage	entre 1954 et 2009
Bidart	Uhabia	-0,15	-1,65	0	-1,65	falaise	entre 1954 et 2009
Ciboure	Baie St Jean	-0,15	-1,65	0	-1,65	plage	entre 1954 et 2009
Guéthary	Harotzen-Port	-0,15	-1,65	10	-11,65	falaise	entre 1954 et 2009
Guéthary	Senix nord	-0,15	-1,65	10	-11,65	falaise	entre 1954 et 2009
Hendaye	Baie de Loya	-0,10	-1,10	10	-11,10	falaise	entre 1954 et 2009
Hendaye	Plage Hendaye	-0,15	-1,65	0	-1,65	plage	entre 1954 et 2009
Hendaye	Sainte-Anne	-0,05	-0,55	10	-10,55	falaise	entre 1954 et 2009
St Jean de Luz	Baie St Jean	-0,15	-1,65	0	-1,65	falaise	entre 1954 et 2009
St Jean de Luz	Baie St Jean	-0,15	-1,65	0	-1,65	plage	entre 1954 et 2009
St Jean de Luz	Erromardie plage	-0,15	-1,65	10	-11,65	plage	entre 1954 et 2009
St Jean de Luz	Erromardie sud	-0,15	-1,65	10	-11,65	falaise	entre 1954 et 2009
St Jean de Luz	Lafitenia-Senix	-0,15	-1,65	10	-11,65	falaise	entre 1954 et 2009
St Jean de Luz	Sainte-Barbe	-0,15	-1,65	10	-11,65	falaise	entre 1954 et 2009
Urrugne	Corniche	-0,10	-1,10	10	-11,10	falaise	entre 1954 et 2009

Illustration 36 : Taux d'évolution par secteur pour 2020 (la « largeur maximale sommet de falaise » correspond à la largeur maximale atteinte en sommet de falaise lors d'un événement de type glissement bancs sur bancs et/ou glissement superficiel)

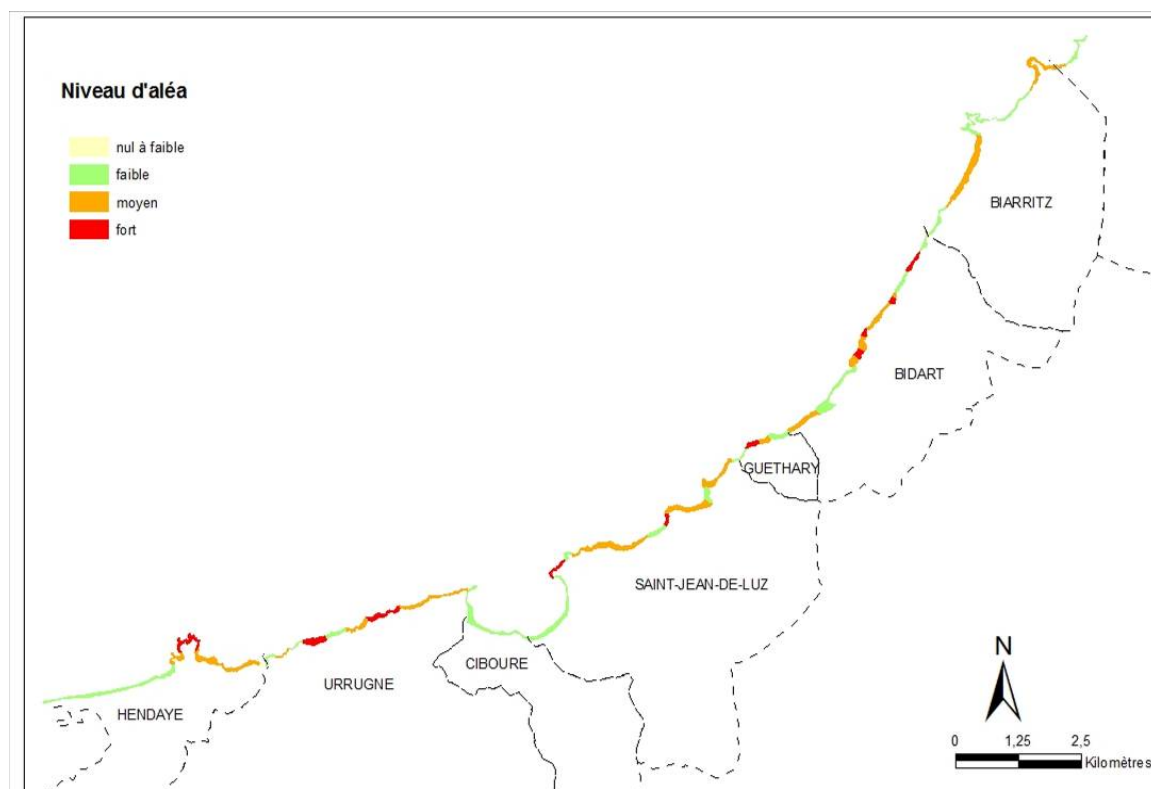


Illustration 37 : Cartographie régionale de l'aléa mouvements de terrain et érosion à échéance 2020

Commune	Secteur	Taux évolution (m/an)	Recul extrapolé à 2040 (m)	Largeur maximale sommet de falaise (m)	Position à 2040 par rapport au TC de référence (m)	Type	Source
Anglet / Biarritz	Miramar/VVF	-0,15	-4,65	20	-24,65	falaise	entre 1954 et 2009
Biarritz	Côte des Basques	-0,20	-6,20	20	-26,20	falaise	entre 1954 et 2009
Biarritz	Côte des Basques	-0,50	-15,50	20	-35,50	falaise	entre 1954 et 2009
Biarritz	Grande plage	-0,15	-4,65	0	-4,65	falaise	entre 1954 et 2009
Biarritz	Ilbarritz plage	-0,15	-4,65	10	-14,65	falaise	entre 1954 et 2009
Biarritz	Marbella	-0,35	-10,85	10	-20,85	falaise	entre 1954 et 2009
Biarritz	Milady	-0,35	-10,85	10	-20,85	falaise	entre 1954 et 2009
Biarritz	Plateau Atalaye	0,00	0,00	10	-10,00	plage	entre 1954 et 2009
Bidart	Chapelle - Uhabia	-0,05	-1,55	20	-21,55	falaise	entre 1954 et 2009
Bidart	Chemin des falaises	-0,20	-6,20	20	-26,20	falaise	entre 1954 et 2009
Bidart	Erretegia nord	-0,35	-10,85	20	-30,85	falaise	entre 1954 et 2009
Bidart	Ilbarritz golf	-0,20	-6,20	20	-26,20	falaise	entre 1954 et 2009
Bidart	Parlementia	-0,30	-9,30	20	-29,30	falaise	entre 1954 et 2009
Bidart	Pavillon Royal	-0,35	-10,85	20	-30,85	falaise	entre 1954 et 2009
Bidart	Reine de Serbie	-0,35	-10,85	20	-30,85	plage	entre 1954 et 2009
Bidart	Uhabia plage	-0,15	-4,65	0	-4,65	falaise	entre 1954 et 2009
Ciboure	Baie St Jean	-0,15	-4,65	0	-4,65	plage	entre 1954 et 2009
Guéthary	Port - Harotzen	-0,15	-4,65	20	-24,65	falaise	entre 1954 et 2009
Guéthary	Sénix	-0,15	-4,65	20	-24,65	falaise	entre 1954 et 2009
Guéthary/St Jean	Sénix-Lafitena	-0,15	-4,65	10	-14,65	plage	entre 1954 et 2009
Hendaye	Baie de Loya	-0,10	-3,10	10	-13,10	falaise	entre 1954 et 2009
Hendaye	Plage Hendaye	-0,15	-4,65	0	-4,65	falaise	entre 1954 et 2009
Hendaye	Sainte-Anne	-0,05	-1,55	20	-21,55	falaise	entre 1954 et 2009
St Jean de Luz	Baie St Jean	-0,15	-4,65	0	-4,65	falaise	entre 1954 et 2009
St Jean de Luz	Baie St Jean	-0,15	-4,65	10	-14,65	plage	entre 1954 et 2009
St Jean de Luz	Erromadie sud	-0,15	-4,65	10	-14,65	falaise	entre 1954 et 2009
St Jean de Luz	Erromardie	-0,15	-4,65	20	-24,65	falaise	entre 1954 et 2009
St Jean de Luz	Erromardie plage	-0,15	-4,65	0	-4,65	plage	entre 1954 et 2009
St Jean de Luz	Erromardie sud	-0,15	-4,65	20	-24,65	falaise	entre 1954 et 2009
St Jean de Luz	Sainte-Barbe	-0,15	-4,65	20	-24,65	falaise	entre 1954 et 2009
Urrugne	Corniche	-0,10	-3,10	10	-13,10	falaise	entre 1954 et 2009
Urrugne	Corniche	-0,10	-3,10	10	-13,10	falaise	entre 1954 et 2009

Illustration 38 : Taux d'évolution par secteur pour 2040 (la « largeur maximale sommet de falaise » correspond à la largeur maximale atteinte en sommet de falaise lors d'un événement de type glissement bancs sur bancs et/ou glissement superficiel)

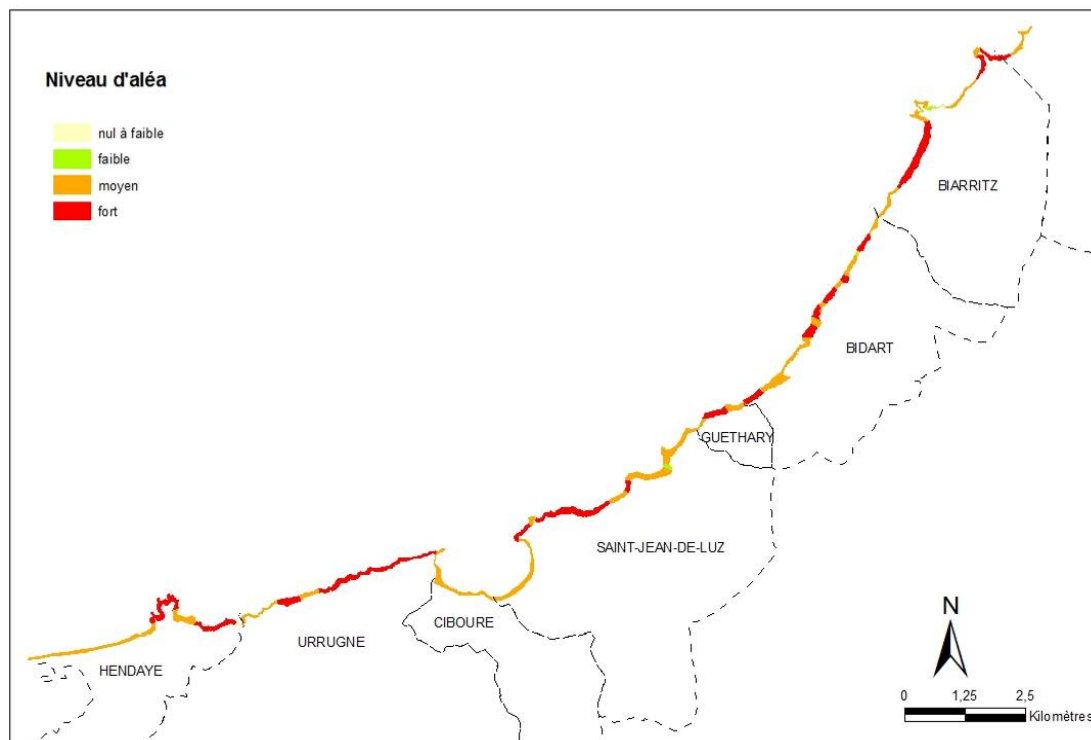


Illustration 39 : Cartographie régionale de l'aléa mouvements de terrain et érosion à échéance 2040 alea mouvements de terrain a l'echelle locale : site pilote de socoa

5.2. ALEA MOUVEMENTS DE TERRAIN A L'ECHELLE LOCALE : SITE PILOTE DE SOCOA (COMMUNE DE CIBOURE)

Dans le cadre de l'étude de stratégie de gestion du trait de côte menée par le GIP Littoral Aquitain, le site des falaises de Socoa, sur la commune de Ciboure, a été retenu pour faire l'objet d'une étude spécifique de qualification et de caractérisation de l'aléa mouvements de terrain à échéance 2020 et 2040.

5.2.1. Données

La présente analyse est basée sur l'exploitation des éléments et des données suivantes :

- l'expertise émise par le BRGM sur une partie du site en 2002 « Expertise relative la protection des falaises de Socoa, Ville de Ciboure, note BRGM 02AQI34 » (Mallet et Aubié, 2008) ;
- l'analyse du document : « Confortement de la falaise de Socoa – Examen et actualisation du programme de confortement ISL – Approche réglementaire – Diagnostic complémentaire de la falaise, proposition de confortement (APS), Juin 2008 – A 50615/A – 38 p » - document établi par le bureau d'études ANTEA (ANTEA, 2008) ;
- l'expertise émise par le BRGM sur « L'avis relatif à la protection des falaises de Socoa sur la commune de Ciboure, rapport BRGM/RP-56756-FR, octobre 2008 » (Aubié, 2008) ;
- l'étude réalisée par le BRGM sur « L'exposition de la route de la Corniche aux phénomènes naturels, commune d'Urrugne, rapport BRGM/RP-57301-FR, août 2009 » (Aubié *et al.*, 2009) ;
- l'examen des missions aériennes anciennes et récentes de l'IGN ;
- le plan topographique à l'échelle du 1/100 réalisé les 29 et 30 septembre 2008 par le géomètre – expert Dominique Drevet sur le secteur proche du fort de Socoa ;
- une visite de terrain de détail effectuée en mars 2009 en pied et en sommet de falaise lors de l'étude sur la route de la Corniche ;
- des visites régulières du site situé à proximité du fort de Socoa depuis 2002.

5.2.2. Description du milieu physique du site

Contexte géomorphologique

Le site concerné se situe à l'Ouest de la baie de Saint-Jean-de-Luz, à proximité du Fort de Socoa sur la commune de Ciboure (illustration 40). Il correspond aux quatre cent premiers mètres des falaises de la Corniche Basque.



Illustration 40 : Localisation du secteur d'étude sur © Google Earth

Les formations géologiques rencontrées sur la commune de Ciboure, et en particulier sur sa bordure littorale, sont les flyschs marno-calcaires de Socoa d'âge Crétacé supérieur (illustration 41).

Ils sont composés d'une alternance de bancs marneux et de bancs calcaires de taille décimétrique. Ils occupent une grande partie de la Corniche Basque. Dans le secteur considéré, ces flyschs ont un pendage de 45° environ orientés vers l'océan. Leur frange supérieure est très altérée et a donné lieu à un recouvrement argilo-calcaireux dont l'épaisseur peut localement atteindre 4 m. L'altération de certains bancs marneux peut même pénétrer *per descensum* jusqu'à mi-falaise.

La hauteur des falaises est variable, elle est comprise entre 15 et 35 m.

Cette série lithologique est affectée par une forte fracturation, des failles, une altération pénétrative et des cavités karstiques.

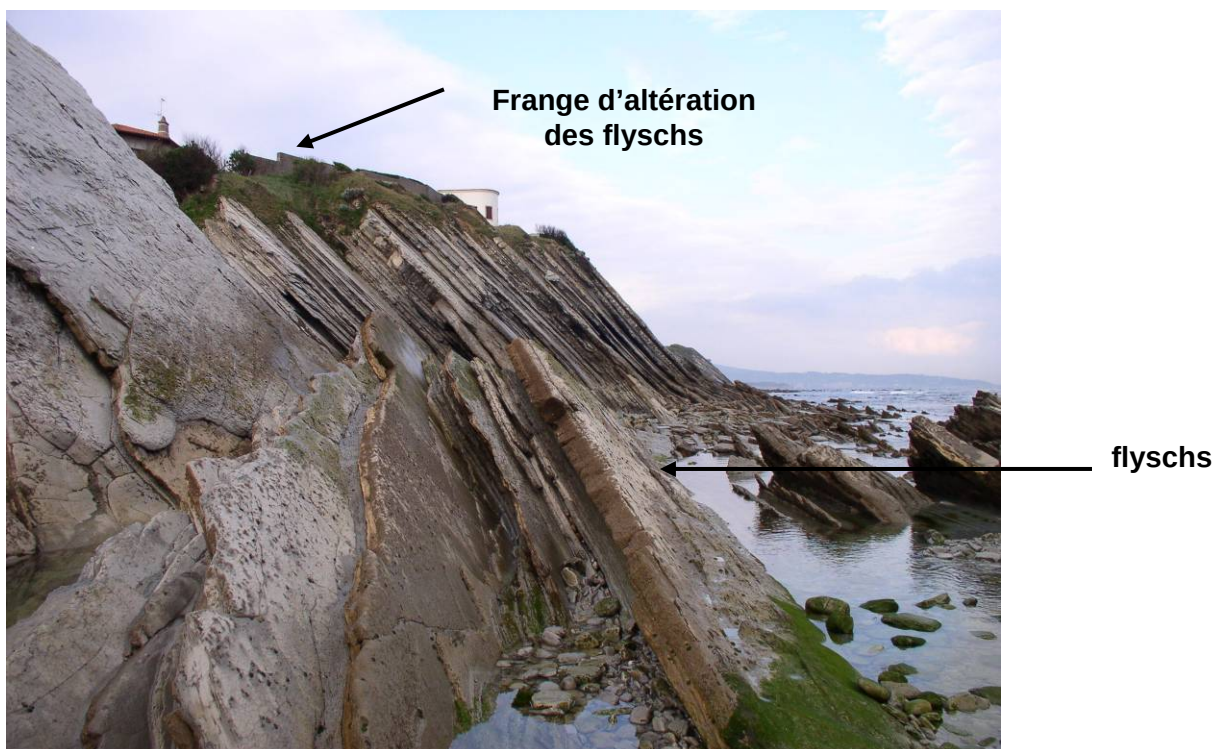


Illustration 41 : Falaises de Socoa constituées de flyschs marno-calcaires de Socoa

Fracturation et structure

Plusieurs types de discontinuités ont été observés sur le secteur des falaises de Socoa.

Observées à grande échelle, ces discontinuités sont généralement des cassures nettes dans la roche (fractures au sens strict ou fissures), à ouverture variable, permettant la circulation d'eau entre les deux épontes. Les discontinuités observées à petite échelle, d'extension plus importante, ont une épaisseur notable (jusqu'à plusieurs mètres). Ce sont des zones plus ou moins broyées, constituées d'un réseau dense de fractures plus ou moins parallèles à la direction générale (illustration 42). Les fractures ont une importance capitale pour les circulations d'eau. Ces différentes échelles de fracturation sont à l'origine d'une hétérogénéité dans la perméabilité.

L'orientation, la densité et la persistance (distance de pénétration dans le massif) de ces discontinuités influent directement sur la stabilité des falaises.



Illustration 42 : Zone fracturée et broyée située entre l'ancien sémaphore et la route de la Corniche

Hydrologie et hydrogéologie

La présence d'eau est un facteur aggravant des mouvements de terrain. En effet, outre les dégradations mécaniques liées à l'altération qu'elle occasionne, celle-ci génère des pressions interstitielles ainsi qu'une diminution de la résistance au cisaillement du matériau ou de ses discontinuités, susceptibles de déstabiliser des bancs de la falaise.

Sur le secteur de Socoa, des émergences sont visibles sur les falaises. Ces venues d'eau se produisent à la faveur des discontinuités du massif rocheux et du contact entre le flysch et la formation argileuse de surface.

Un seul système aquifère a été identifié sur l'ensemble des falaises de la Corniche. Il correspond au massif rocheux du flysch dont la perméabilité est essentiellement liée à la porosité de fractures et de fissures. Les directions d'écoulement sont fonction de la stratification et de la fracturation.

Deux canalisations d'eau ont été identifiées en sommet de falaise. Le ruissellement et le déversement des eaux pluviales depuis le sommet de falaise constitue un facteur aggravant voire déclenchant. L'apport d'eau concentré en sommet est défavorable à la stabilité de la falaise.

Dynamique marine

L'action combinée des vagues et de la marée est également un facteur aggravant des mouvements de terrain. Les vagues provoquent des dégradations mécaniques par impact directe et également par déflation des sédiments situés en pied (sables, graviers, blocs). Cette action évolue au grès des marées sur l'ensemble de la zone intertidale provoquant une abrasion et un déblaiement des matériaux des falaises et des récifs rocheux sous-marins.

5.2.3. Typologie des instabilités et phénomènes associés

Nature des phénomènes observés

Les phénomènes observés sur les falaises de Socoa concernent trois types d'instabilité :

- les glissements banc sur banc affectant les flyschs : ces glissements évoluent le long d'un plan qui correspond à une forte discontinuité lithologique et/ou mécanique (bancs marneux). Ils sont donc contrôlés par la structure et la composition des flyschs (illustration 43). La vitesse des mouvements est généralement lente. Les déclencheurs naturels tels que les circulations d'eau inter ou intra-banc et les ruissellements sont prépondérants dans ce type d'instabilité. Les volumes mis en jeu vont dépendre de la profondeur du plan de rupture et de sa pénétration.

Il est très fréquent d'observer sur la Corniche l'association du glissement banc sur banc et du glissement superficiel au sein des formations altérées.

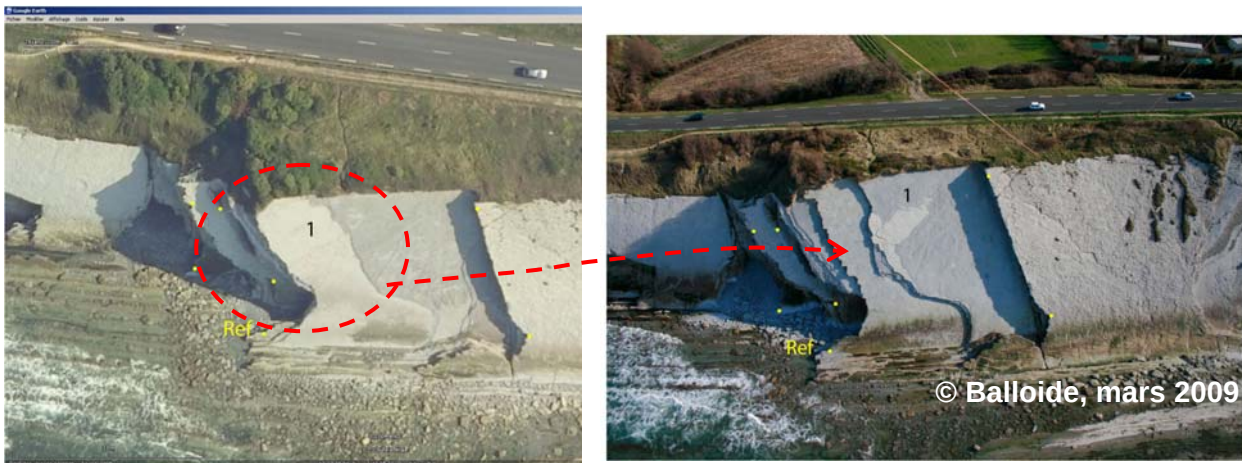


Illustration 43 : Détachement d'un banc de flysch selon la fracturation à l'extrémité de la zone d'étude

- les glissements circulaires superficiels : ils affectent la couverture altérée et argileuse présente sur les flyschs. L'épaisseur de cette altération est comprise entre 1 et 4 m sur le secteur concerné. L'eau, associée à un épisode pluvieux

soutenu est le principal facteur aggravant, en raison des pressions interstitielles qu'elle développe dans le sol et le sous-sol. Des actions anthropiques peuvent aggraver et favoriser le déclenchement de ces mouvements de terrain, notamment la présence de surcharges (ouvrages, remblais,...) et l'absence de collecte des eaux de ruissellement (illustration 44).

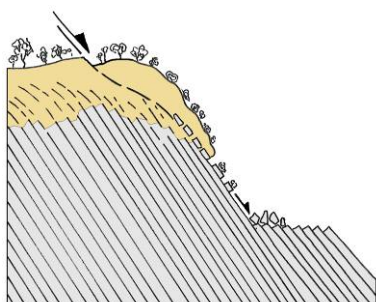


Illustration 44 : Glissement superficiel au sein des altérites (novembre 2009) à la suite de fortes précipitations

- les sous-cavages en pied de falaise : sur le linéaire des falaises de Socoa, 6 sous-cavages importants ont été identifiés. Ils correspondent à :
 - o des zones de faiblesse géologique où se développe une érosion régressive latérale et frontale en suivant la fracturation et les failles (illustration 45). Cette érosion se fait de manière régressive vers le sommet de falaise ;

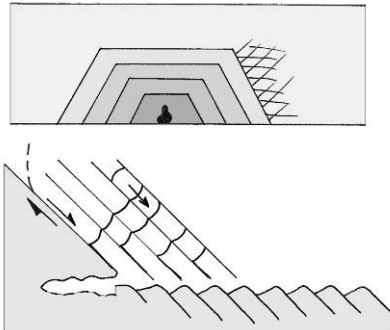


Illustration 45 : Phénomène de sous-cavage en pied de falaise au droit du nouveau sémaphore (2009)

- o une érosion préférentielle des bancs marneux (illustration 46) entraînant une mise en surplomb des bancs calcaires résistants qui vont fléchir et s'effondrer sous l'effet de leur propre poids. Par ailleurs, les flyschs étant fracturés les bancs calcaires vont se découper en dalles de dimension variable (m^3 à dm^3).

D'une manière générale, les instabilités identifiées sur les falaises de Socca concernent de faibles volumes.



Illustration 46 : Fort sous-cavage des bancs marneux sur 10 m de profondeur

Processus de dégradation associés aux phénomènes

L'évolution des falaises de Socoa s'intègre dans un ensemble de processus qui se succèdent dans le temps et dans l'espace, à savoir, une ablation frontale et latérale en fonction de son orientation par rapport aux bancs de flyschs mais également par rapport à la ligne de côte. L'une étant la conséquence de l'autre. Ce type d'ablation est la conséquence directe de la forte anisotropie de la roche due à la fréquence de sa stratification (superposition d'un nombre important de couches sédimentaires).

L'ablation frontale (illustration 47) relève de processus lents et progressifs. Ils sont le résultat de la dissolution ou de processus d'ablations guidées par des structures, plis ou failles.

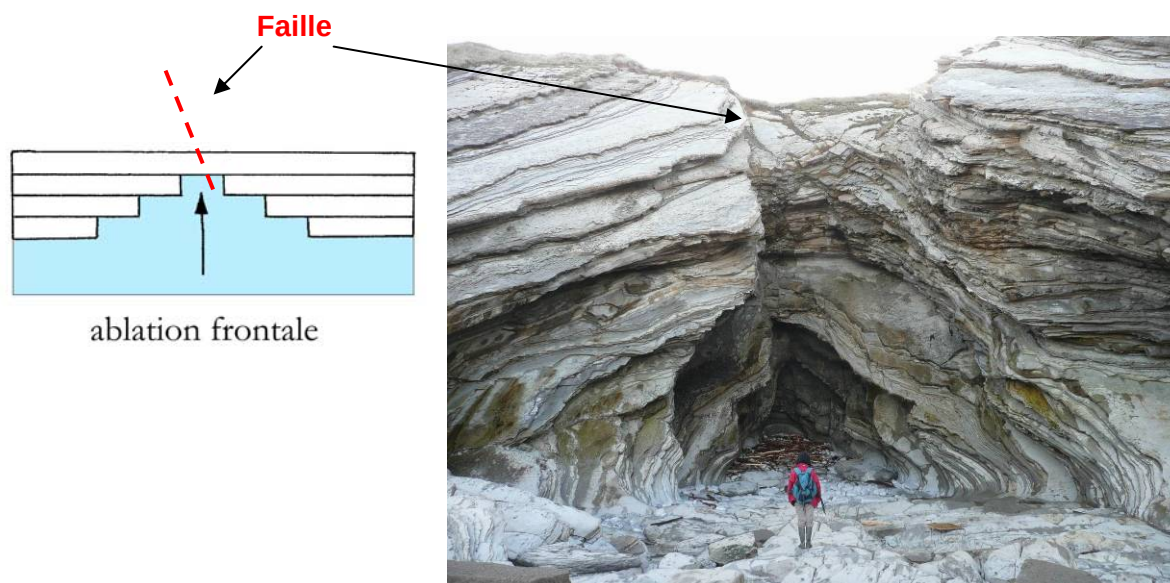


Illustration 47 : Ablation frontale formant un sous-cavage après l'ancien sémaphore (à gauche, schéma vu en plan)

L'ablation latérale (Illustration 48) est généralement un processus plus discontinu, réalisé à partir de cavités ou d'irrégularités de la ligne de côte créées par un processus frontal.

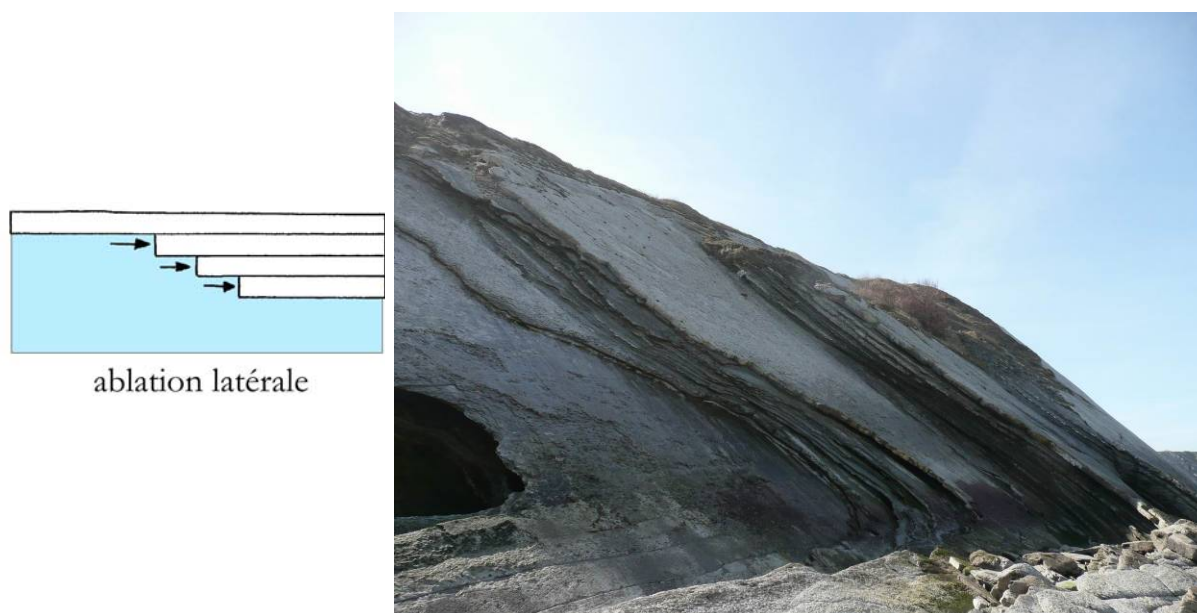


Illustration 48 : Ablation latérale (à gauche, schéma vu en plan)

La dégradation de la falaise est initiée sur des irrégularités du monoclinal qui servent de « point d'attaque » à l'érosion. Il s'agit de « défauts » acquis au cours du temps par : la sédimentation (suite de strates dures et tendres), la tectonique

(failles et plis), l'altération (diaclasses et perméabilité) et la karstification (cavités de dissolution).

5.2.4. Diagnostic géotechnique et analyse des désordres par secteur

Description des secteurs

L'analyse de l'ensemble des données disponibles ainsi que la reconnaissance du site a permis d'identifier des secteurs homogènes vis-à-vis de l'exposition aux phénomènes naturels constatés.

A cet effet, nous avons retenu les critères suivants :

- le contexte géomorphologique, structural, hydrogéologique,... ;
- l'intensité, l'ampleur, la nature et l'occurrence des phénomènes observés ;
- l'évolution de l'état général de la falaise.

Ainsi nous avons identifié 7 secteurs homogènes répartis sur un linéaire de 400 m (illustration 49).



Illustration 49 : Localisation des sept secteurs diagnostiqués

Secteur 1 :

Ce secteur n'est pas directement en lien avec les falaises littorales de Socoa. Il se situe en arrière et correspond au mur de soutènement du quai Passicot affecté de désordres.

Depuis 2003, ce mur continu de se déverser progressivement avec un élargissement des fissures (illustration 50). Ce déversement est lié au fait qu'il n'est pas ancré de façon suffisamment profonde sur le substratum rocheux et ne peut résister à la poussée des terrains situés en arrière (altérites argileuses). Le phénomène est aggravé par la présence d'une végétation arbustive abondante, l'absence de drainage des terrains et la non maîtrise des eaux de ruissellement en sommet de falaise.

Compte tenu des phénomènes, la dégradation et l'évolution de la situation se fait lentement mais cela ne peut exclure à terme un déversement brutal du mur en certains points.



Illustration 50 : Déversement du mur du quai Passicot

Secteur 2 :

La bordure de falaise se situe à environ 15 m de la digue du quai Passicot. Ce secteur est étroit, il correspond à un éperon rocheux de 15 m de longueur et de 8 m de largeur environ.

Les phénomènes observés montrent une érosion préférentielle des bancs marneux mettant en surplomb les bancs calcaires fracturés susceptibles de rompre par flexion.

En 2008, les bancs de calcaire situés en sommet de falaise se sont écroulés (illustration 51). La rupture est un phénomène brutal alors que les processus de dégradation et d'érosion sont lents et continus dans le temps, accrus par l'action marine.

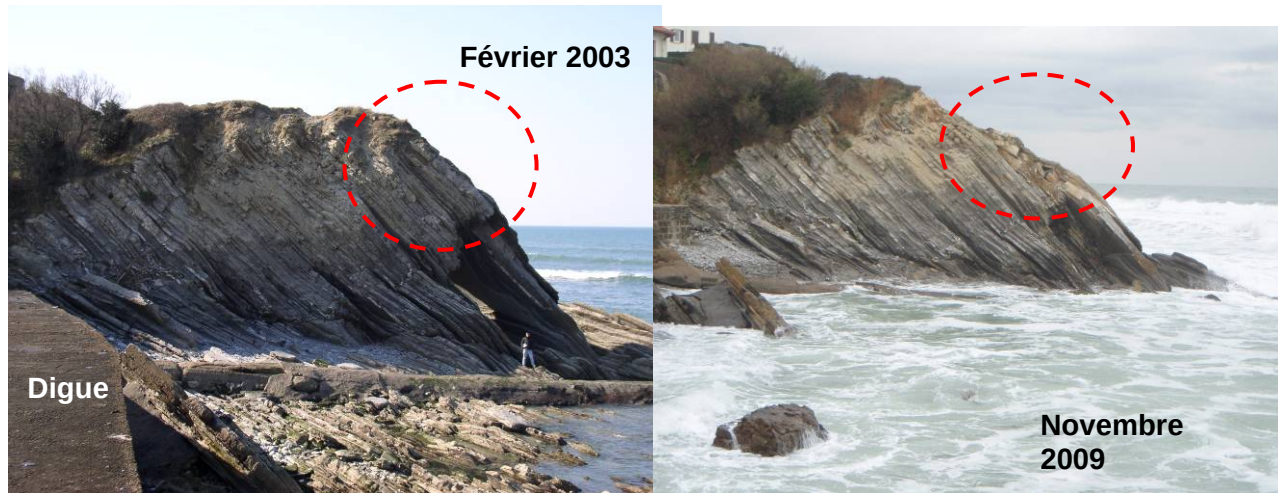


Illustration 51 : Rupture de bancs de flysch au droit de l'émissaire

Secteur 3 :

Ce secteur, d'une longueur de 30 m environ est le plus touché par les instabilités. Son creusement s'est formé à la faveur d'une zone de faiblesse géologique (faille) par ablation frontale (illustration 52). La fragilité de ce secteur est liée à une épaisseur de recouvrement non négligeable (4 m d'altération), à une fracturation très dense, à la forme très concave de la crique et à la faible hauteur de falaise (15 m de hauteur).

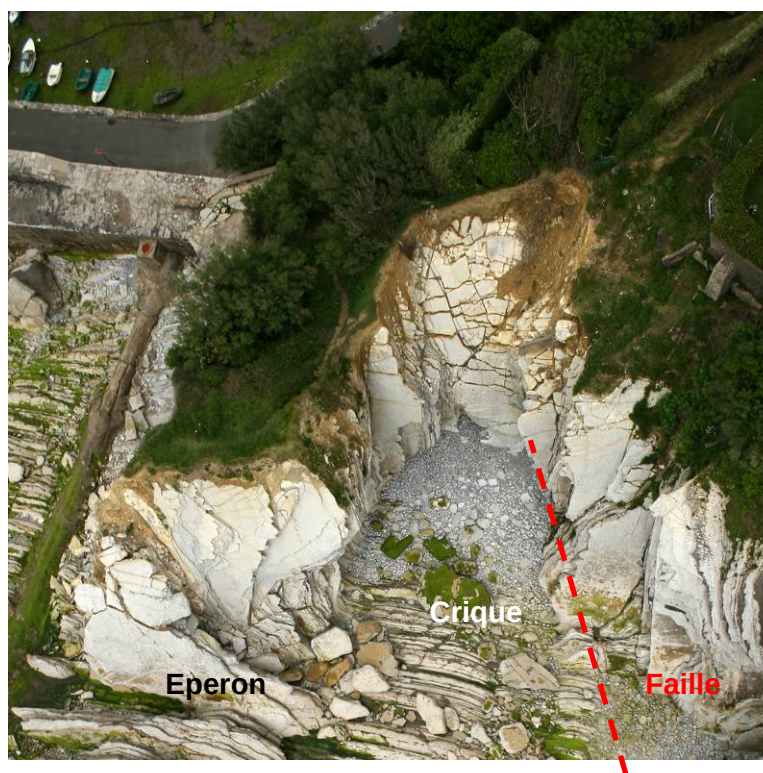
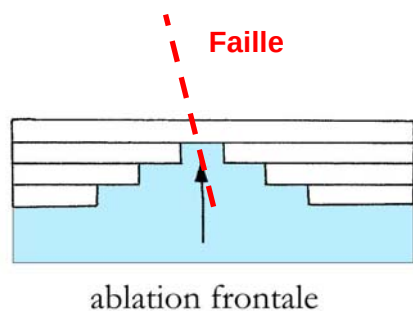


Illustration 52 : Vue du secteur 3 (photos Balloides, 2008 ; à gauche : schéma vu en plan)

Depuis 2002, dans le cadre des travaux de l'Observatoire de la Côte Aquitaine, des visites de terrain ont été réalisées sur ce secteur.

La chronologie des photographies (illustration 53) montre que ce secteur se dégrade depuis 2002 principalement en partie haute de la falaise. Cette dégradation se traduit par des glissements successifs dans les formations superficielles et un faïençage du banc calcaire soumis aux actions de la mer. Depuis 2002, ce banc calcaire est resté en place mais il se démantèle progressivement. Les bords de la crique et le pied de falaise n'ont a priori pas changé de configuration, ils évoluent de manière moins rapide que le sommet de falaise. Deux facteurs favorisent cette érosion : la non maîtrise des eaux de ruissellement en sommet de falaise qui engendre une érosion régressive dans les formations superficielles et l'action de la mer qui fragilise et dégrade les bancs calcaires sous-jacents.

Compte tenu de la configuration géomorphologique du site, la situation va continuer de se dégrader.



Illustration 53 : Evolution du secteur 3 depuis 2002

Secteur 4 :

Ce secteur fait 90 m de longueur environ (illustration 54). La hauteur de falaise atteint une trentaine de mètres. L'épaisseur de recouvrement est faible, comprise entre 1 et 2 m.

L'érosion différentielle des bancs de flysch entraine une mise en surplomb des bancs résistants qui peuvent alors fléchir ou se détacher selon la fracturation. Ces phénomènes de sous-cavage peuvent s'étendre sur plusieurs mètres latéralement et remonter jusqu'à mi-falaise.

Sur ce secteur, les processus de dégradation sont lents et les volumes ainsi mis en jeu sont de faible ampleur.

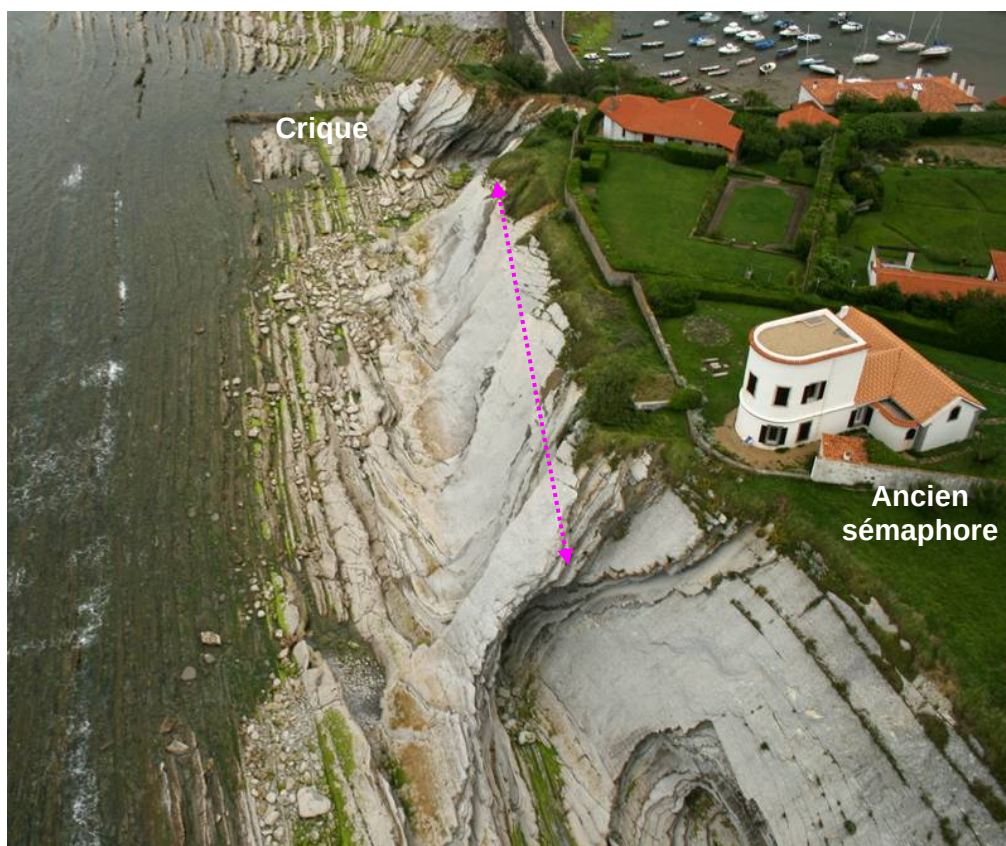


Illustration 54 : Vue du secteur n°4 entre la crique et l'ancien Sémaphore (photos Balloides, 2008)

Secteur 5 :

Ce secteur d'une longueur de 60 m est caractérisé par un sous-cavage frontal qui s'est développé à partir de la fracturation des bancs. Il fait 25 m de long, 8 m de profondeur (à partir des bancs les plus extérieurs) et 10 m de hauteur (illustration 55).

La dégradation des bancs se fait de manière progressive selon la fracturation et régressive vers le haut de falaise. Les processus sont lents et continus sur ce secteur, la stabilité en grand de la falaise n'est pas menacée à court terme.



Illustration 55 : Sous-cavage frontal guidé par la fracturation des bancs (les flèches indiquent la progression de la dégradation des bancs)

Secteur 6 :

Ce secteur d'une longueur de 70 m présente un sous-cavage frontal (illustration 56) initié à partir d'une zone de faiblesse géologique (faille). Depuis les bancs les plus extérieurs, ce sous-cavage a une extension latérale de 40 m, une profondeur de 38 m et remonte vers le sommet de falaise jusqu'à 20 m à partir du bas et dans la direction du plan de falaise. La faible épaisseur de recouvrement limite les phénomènes d'instabilité en sommet de falaise.

Les dégradations sont lentes et progressives avec des phénomènes de faible ampleur mais à moyen (2020) et long terme (au-delà de 2040) le sommet de falaise pourra être affecté par des instabilités.



Illustration 56 : Sous-cavage frontal guidé par une faille

Secteur 7 :

Ce secteur d'une longueur de 100 m s'étend jusqu'à la route de la Corniche. Deux phénomènes de sous-cavage sont observés (illustration 57). Le premier se développe de manière frontale selon la fracturation des bancs calcaires. Il a une extension de 30 m avec une profondeur inférieure à 5 m. Le deuxième s'est formé à partir d'une zone de faille, il a une profondeur de 12 m pour une extension latérale de 8 m.

Ce secteur ne présente pas de signe d'instabilité apparente, la stabilité en grand de la falaise n'est pas menacée à court terme.

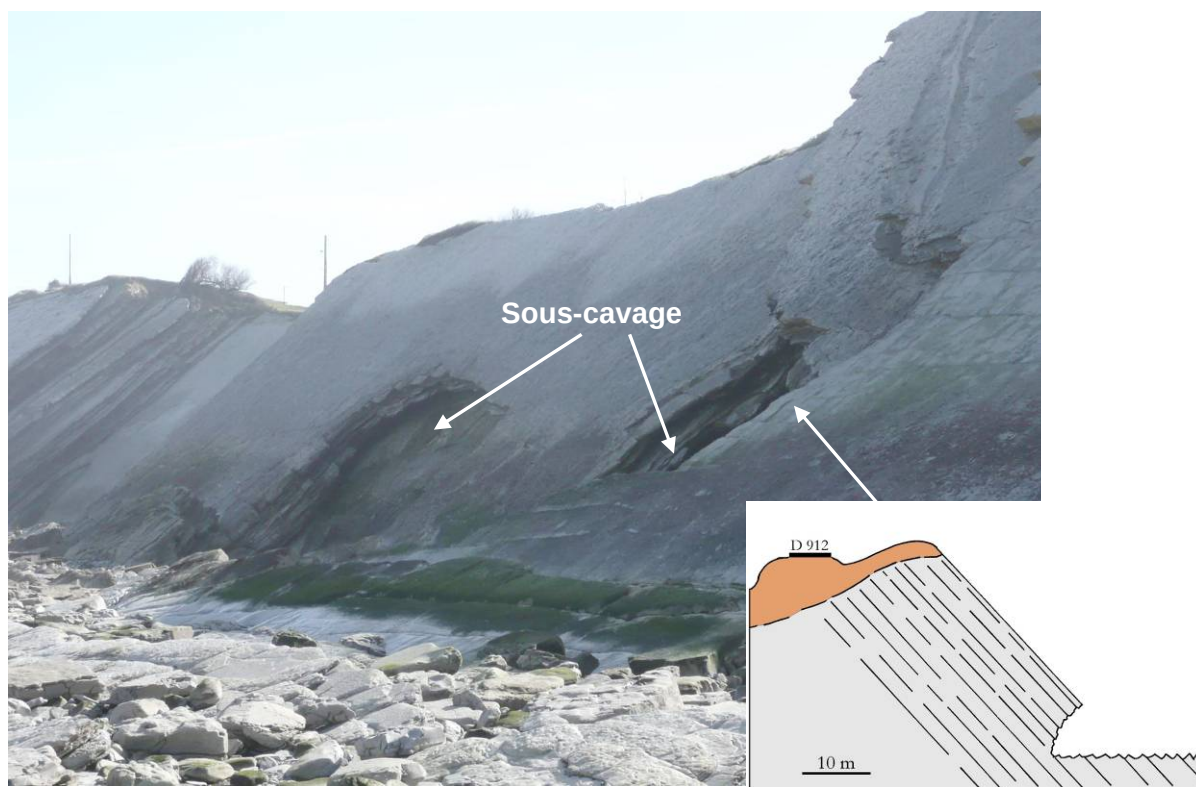


Illustration 57 : Vue du secteur 7

Synthèse :

Les secteurs 1 à 3 ne sont pas stabilisés et vont continuer d'évoluer. Sur le secteur 2, de nouveaux désordres en sommet de falaise vont se produire et menacer à terme l'habitation située en sommet de falaise.

Les secteurs 4 à 7 ne présentent pas de phénomènes actifs actuellement. Les processus de dégradation sont lents et continus dans le temps, la stabilité en grand de la falaise n'est pas menacée à court et moyen terme.

Cartographie de l'aléa mouvements de terrain

L'aléa est défini comme la probabilité d'occurrence d'un phénomène d'intensité donnée à se produire. Trois niveaux d'aléa ont été définis à échéance 2020 et 2040 : faible, moyen et fort. Cette qualification de l'aléa a abouti à un zonage dressé à l'échelle du 1/1 000 sur la BdOrtho 2009 de l'IGN (illustrations 58 et 59).

La bande côtière exposée aux mouvements de terrain est délimitée par la position du sommet de falaise établi pour 2020 et 2040. Le sommet de falaise de référence est celui de 2009 (BdOrtho 2008, IGN). Quelle que soit la géologie, d'après les études historiques et l'expertise, même sur des secteurs jugés stables actuellement, un taux d'évolution moyen de 1 m tous les 10 ans a été appliqué et extrapolé à 2020 et 2040,

soit 1,2 m de recul en 2020 et 3,2 m en 2040. Il est nécessaire de tenir compte de l'ampleur des événements pouvant survenir en fonction de la morphologie côtière. A la valeur du taux d'évolution du sommet de falaise, on a ajouté en 2020 et en 2040 une bande de sécurité de 10 m correspondant à la largeur maximale atteinte en sommet de falaise lors d'un événement de type glissement bancs sur bancs et/ou glissement superficiel.

La position du sommet de falaise à 2040 a été affinée à « dire d'expert » afin de prendre en compte la survenance d'instabilités. Cette position varie peu par rapport à 2020 car les phénomènes sont d'ampleur limitée et c'est le niveau d'aléa qui traduit l'intensité et la fréquence des phénomènes.

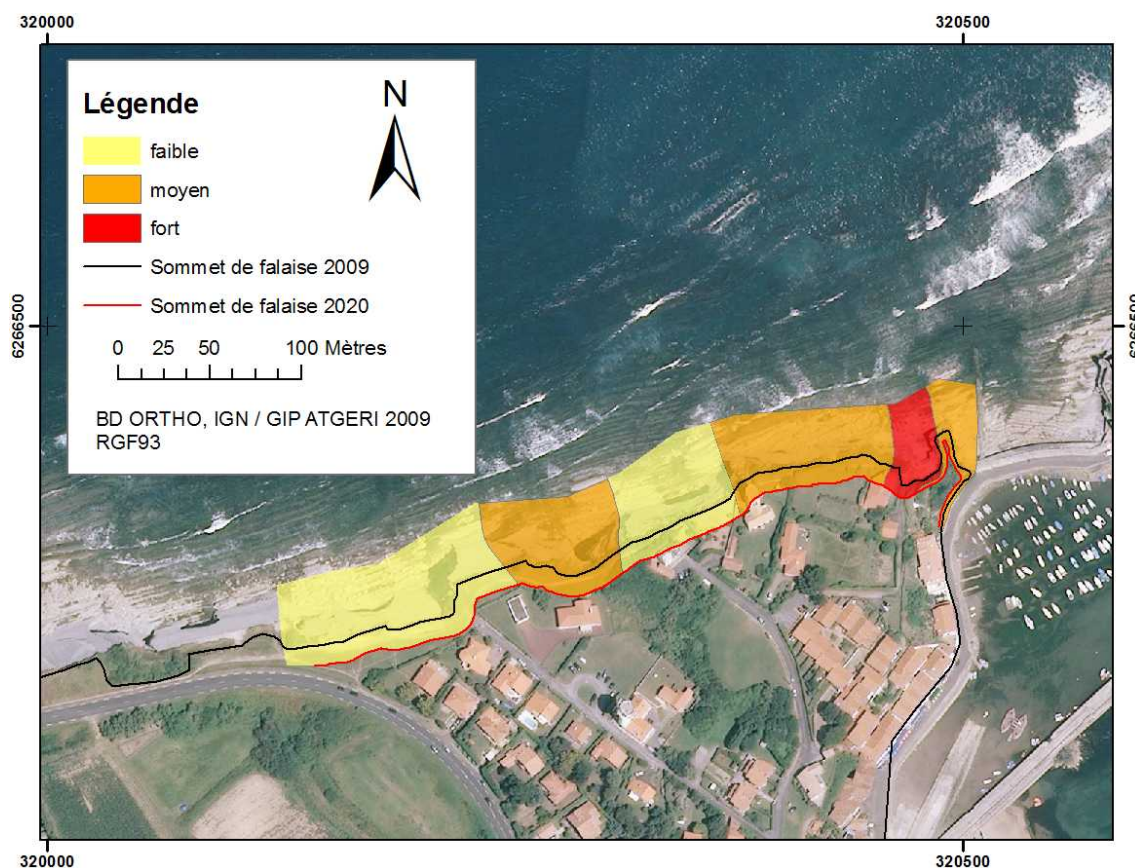


Illustration 58 : Cartographie de l'aléa mouvements de terrain en 2020 sur le secteur de Socoa

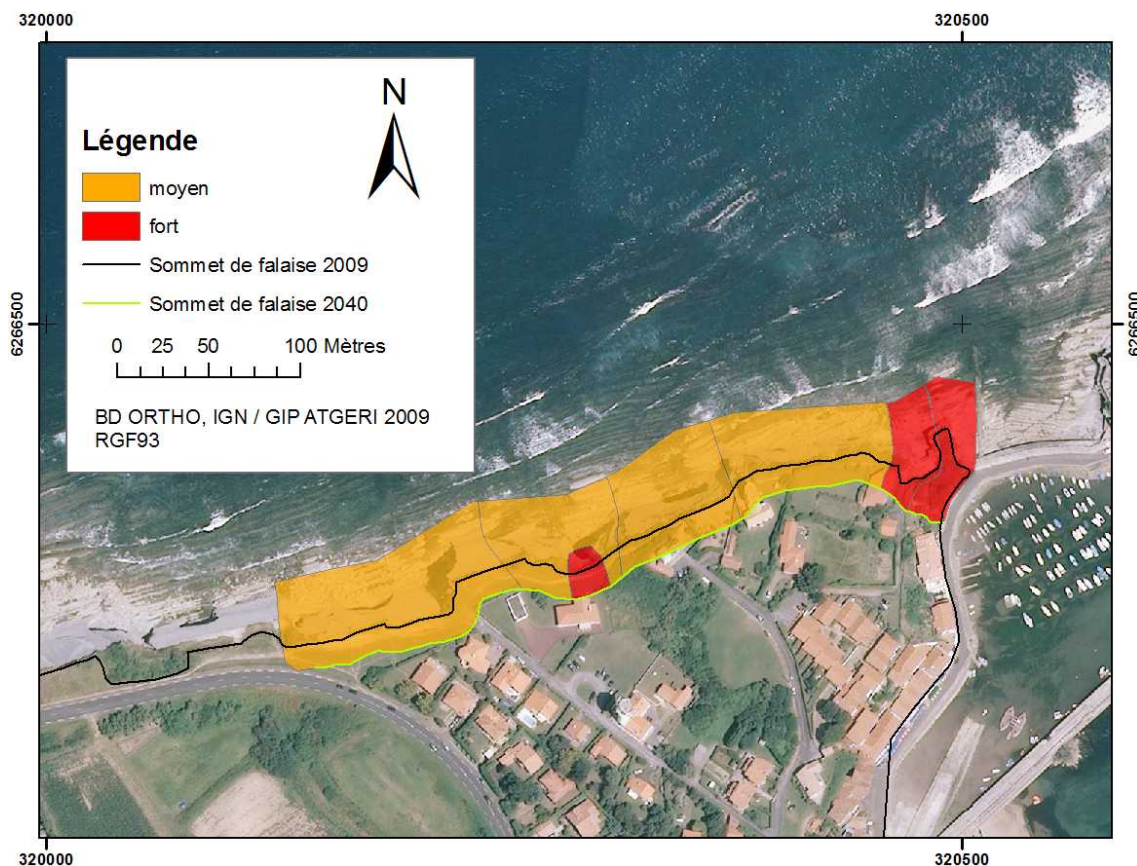


Illustration 59 : Cartographie de l'aléa mouvements de terrain en 2040 sur le secteur de Socoa

5.2.5. Conclusion

Le diagnostic géotechnique des falaises de Socoa permet de mettre en évidence les secteurs fortement exposés aux phénomènes de mouvements de terrain. Il s'agit des secteurs 1 à 3 situés à l'extrémité est de la zone d'étude et le sommet de falaise du secteur 6. Sur les secteurs de 1 à 3, sans mesures conservatoires la situation va continuer de se dégrader.

Les premiers mètres des falaises de la Corniche Basque (secteur 2) sont affectés par des instabilités, entraînant une régression du sommet de falaise. Cette dernière devient plus vulnérable aux événements extrêmes. Afin de mieux connaître l'impact et l'incidence des vagues sur le secteur 2, une étude spécifique a été réalisée par le BRGM (Krien et al, 2010).

Les simulations réalisées montrent que la concomitance d'une houle centennale avec un niveau centennal de marée plus une surcote atmosphérique permet presque d'atteindre le seuil de franchissement en l'absence d'élévation du niveau marin le long du profil topo-bathymétrique considéré (profil perpendiculaire au secteur 2). La probabilité d'occurrence de ce type d'évènement reste toutefois très faible. Néanmoins, en cas d'une importante élévation du niveau marin dans les quelques dizaines

d'années à venir, cette probabilité pourrait augmenter de manière significative. Ceci aura pour conséquence d'induire une attaque plus fréquente du sommet de falaise et donc une accélération de sa dégradation.

6. Conclusion générale

Dans le cadre de son étude stratégique de gestion du trait de côte, le GIP Littoral Aquitain a confié à l'Observatoire de la Côte Aquitaine une mission d'étude du phénomène d'érosion côtière aux horizons 2020 et 2040. Cette dernière a pour objectif général de poser les bases d'une stratégie régionale de gestion du trait de côte combinant une approche régionale et un guide de l'action locale. Il s'agit d'une approche spatiale à deux échelles mais aussi d'une approche temporelle à moyen (2020) et long terme (2040). Ce travail a consisté à :

- évaluer le phénomène d'érosion à l'échelle régionale et à l'échelle locale sur trois sites tests (Lacanau, Contis et Ciboure) pour les horizons 2020 et 2040 ;
- mettre à disposition les données concernant les dispositifs de protection existants ;
- apporter un appui technique au GIP Littoral Aquitain et au maître d'œuvre de l'étude stratégique (SOGREAH).

Ce rapport présente donc une cartographie de l'aléa érosion de la côte aquitaine aux horizons 2020 et 2040 et selon les échelles régionale et locale pour les trois sites de Lacanau, Contis et Ciboure. En fonction du type de littoral, sableux ou rocheux, les aléas évalués sont respectivement l'érosion côtière et les mouvements de terrain.

La méthode utilisée repose sur une analyse des tendances d'évolution du littoral passées et sur la connaissance des processus actuels. Une extrapolation dans le temps de ces phénomènes (sans prendre en compte les impacts éventuels du réchauffement climatique) a permis de dresser une cartographie des traits de côte en 2020 et 2040 à partir d'un traitement géomatique (utilisation combinées des logiciels DSAS et ArcGis ® ESRI). Les résultats de ces traitements ont systématiquement été repris par une cartographie à dire d'expert, de manière à éliminer les artefacts numériques et à réinterpréter les sites pour lesquels les traitements SIG présentent des limites. En effet sur la côte sableuse, cette méthode semi-automatique ne s'applique pas bien pour les secteurs connaissant des fluctuations du trait de côte liés à la dynamique de l'embouchure de la Gironde, des passes du Bassin d'Arcachon ou des courants landais. Pour la côte rocheuse, la méthode géomatique apporte une information quantifiée permettant de reproduire les processus lents et continus des falaises et des baies du littoral basque, mais l'expertise est nécessaire pour prendre en compte les nombreux agents déclencheurs et aggravants des mouvements de terrains et de l'érosion marine.

La caractérisation des aléas est réalisée selon trois niveaux pour l'ensemble du littoral aquitain selon trois niveaux : faible, moyen et fort. Les résultats sont délivrés sous forme de tableaux et de cartographies, argumentés par une analyse détaillée par secteur.

Sur la base des connaissances actuelles, il est ainsi possible d'estimer les évolutions probables du littoral aquitain. Les analyses réalisées pour cette étude confirment les tendances moyennes d'évolution du littoral aquitain connues. La côte sableuse recule de 1 à 3 m/an selon des vitesses maximales de recul pouvant localement atteindre 6 m/an. Par ailleurs à l'horizon de 2020, un linéaire de 53% de la côte sableuse aquitaine est concerné par un aléa faible, 33% par un aléa moyen et 14% par un aléa fort. En moyenne, la côte rocheuse aquitaine recule de 20 cm/an. En 2020, le linéaire concerné par un aléa faible représente 45%, 42% pour un aléa moyen et 13% pour un aléa fort.

La submersion marine n'a pas été prise en compte dans cette étude et fera l'objet d'analyses ultérieures.

7. Bibliographie

Alexandre, A., C. Mallet et J. Dubreuilh (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.

ANTEA (2008) - Confortement de la falaise de Socoa – Examen et actualisation du programme de confortement ISL – Approche réglementaire – Diagnostic complémentaire de la falaise, proposition de confortement (APS), Juin 2008 – A 50615/A, 38 p.

Aubié 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.

Aubié S. et Peter-Borie, M. (2006) - Etude de la dynamique des mouvements de terrain à l'échelle de sites expérimentaux sur le littoral de la Côte Basque -Rapport final. Rapport BRGM/RP-54815-FR, 41 p., 31 ill., 1 ann.

Aubié S. en collaboration avec M. Peter-Borie et A. Genna (2007) - Atlas cartographique des phénomènes naturels et des caractéristiques géologiques du littoral de la Côte Basque Rapport BRGM/RP-55262-FR, 30 illus., 3 ann., 16 p.

Aubié S. (2008) – Avis relatif à la protection des falaises de Socoa sur la commune de Ciboure – Rapport BRGM/RP-56756-FR, 21 p, 6 fig.

Aubié S., Peter-Borie M., en collaboration avec Sirieix C., Naudet V., Corbier P. (2008) - Suivi des conditions hydriques de la falaise d'Harotzen Costa - Commune de Guéthary (64). Rapport BRGM/RP-56876-FR, 20 fig., 43 p

Aubié S., Mathon C., Genna A. (2009) — Exposition de la route de la Corniche aux phénomènes naturels, commune d'Urrugne (64) – Observatoire de la Côte Aquitaine. Rapport BRGM/RP-57301-FR, 51 p, 36 illus, 3 ann.

S. Aubié, B. Daubet, J. Favennec, C. Mallet, J. Mugica avec la collaboration de : A. Bassibey, E. Chartiér, A. Chauchoy, J. Devoti, J.F. Deutsch, B. Duport, J.P. Duval, D. Rambaud, V. Raynaud, D. Robert, D. Rosebery, V. Techoueyre, V. Vidal (2010) – Compte-rendu des observations relatives aux impacts de la tempête Xynthia sur le littoral aquitain. Rapport final BRGM/RP-58511-FR, 40 p., 51 fig.

Clus-Auby C. (2000) – La gestion de l'érosion du littoral dunaire aquitain. Thèse d'Université Michel de Montaigne Bordeaux 3, Géographie pour l'Aménagement, 452 p.

Genna A., Capdeville J.P., Mallet C. et Deshayes L. (2004) - Observatoire de la Côte Aquitaine – Etude géologique simplifiée de la Côte Basque. Rapport BRGM/RP-53258-FR, 42 p.

Himmelstoss E.A. (2009) - "DSAS 4.0 Installation Instructions and User Guide" in: Thieler, E.R., Himmelstoss, E.A., Zichichi, J.L., and Ergul, Ayhan. 2009 Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 — An ArcGIS extension for calculating shoreline change: U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1278.

Jossand R. (2004) – Etude de l'évolution du trait de côte et de l'impact des ouvrages de défense contre la mer de Lacanau-Océan pour la définition de nouvelles solutions de défense. Master de l'Université Bordeaux 1, Génie géologique et génie civil, au Service Maritime et de Navigation de Gironde, 71 p.

Krien Y., Thiebot J., Pedreros R. avec la participation de E. Charles et S. Aubié (2010) – Etude de la submersion marine sur le secteur de Socoa, commune de Ciboure (64). Rapport BRGM/RP-58601-FR, 22. p., 12 fig., 2 tab.

MATE, METL -Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Ministère de l'Equipement, des Transports et du Logement- (1997) - Plan de prévention des risques littoraux (PPR). Guide méthodologique. La documentation française, Paris, 54 p.

Nedellec J.L., Zornette N., Mathon C., collaboration Aubié S. et Imbault M.H. (2005) - Observatoire de la Côte Aquitaine - Evaluation et cartographie de l'aléa mouvements de terrain sur la Côte Basque. BRGM/RP-52783-FR rapport final, 9 illustrations, 2 ann., 41 p.

Observatoire de la Côte Aquitaine (2009) - Atlas de l'aléa érosion côtière du littoral sableux aquitain. Rédaction en cours.

Mallet C. et Aubié S. en collaboration avec Nedellec J.L., Mathon C. et Le Nindre Y.M. (2008) - Bilan des expertises réalisées entre 2002 et 2007 par l'Observatoire de la Côte Aquitaine. Rapport final, BRGM/RP-52883-FR, 221 p., 77 fig.

Manaud F., L'Yavanc J., Negre S., Tourgeron C. et Trut G. (2001) - Elaboration d'un outil de gestion prévisionnelle de la côte Aquitaine. Phase 3 : Diagnostic d'évolution et recommandations. Rapport IFREMER DEL-AR, 119 p., ann.

Pedreros R. en collaboration avec Lecacheux S. et Idier D. (2009) - Etude des conditions de vagues sur le littoral de la Côte Basque. Rapport final BRGM/RP-57173-FR. 51 p, 30 illus, 3 Tab.

Peter-Borie M. (2008) - Les massifs rocheux crétacés supérieurs du Labourd occidental : processus d'altération et instabilités littorales. Bordeaux. Université Bordeaux 1, *Doctorat spécialité Géoressources, Patrimoines et Environnements*: 369 p.

Peter-Borie M., Aubié S. (2009) – Caractérisation du complexe marno-calcaire du Crétacé Supérieur et altérites associées sur la Côte Basque (64) – Observatoire de la Côte Aquitaine – Rapport BRGM/RP-57055-FR, 49 p, 28 illus, 4 ann.

Peter-Borie M., Lucassou F., Aubié S. (2009-a) - Contexte hydrogéologique et hydraulique du littoral basque français et son arrière-pays -Observatoire de la Côte Aquitaine. Rapport BRGM/RP-57054-FR, 55 p., 34 ill.

Peter-Borie M., Gentier S. en collaboration avec Aubié S. (2009-b) – Modélisation des instabilités dans les flyschs et les altérites associées sur le littoral basque français (64), rapport BRGM/RP-57056-FR, 59 p, 25 illus., 1 ann.

Peter-Borie M., Riss J., Karnay G., Lucassou F., Mallet C., Aubié S. (2010) - Modèle géologique des formations superficielles du Pays Basque. Rapport final. BRGM/RP-56064-FR. 51 p, 23 fig., 2 tab, 1 ann.

SHOM (2011) - Descriptif technique du Trait de côte Histolitt – v2.0, relevé sur le site internet du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine <http://www.shom.fr/> en mai 2011,5 p.

Annexe 1

Composition du Comité Scientifique de l'Etude Stratégique de Gestion du Trait de Côte Aquitain

- **Réseau de Recherche Littorale Aquitain**

Partie aléa :

- o CASAGEC, Université de Pau et des Pays de l'Adour : Didier Rihouey
- o EPOC, Université Bordeaux I : Nadia Sénéchal, Jean-Marie Froidefond, Bruno Castelle
- o Geotransfert, Université Bordeaux I : Virginie Lafon

Partie enjeux :

- o CEMAGREF : Clarisse Cazals
 - o Université Bordeaux III : Maurice Goze
 - o Université Bordeaux IV : Patrick Point
- **Observatoire de la Côte Aquitaine** : Sandrine Aubié (BRGM), Cyril Mallet (BRGM), Jean Favennec (ONF)
- **EUCC (Coastal and Marine Union)** : Marie-Claire Prat, Michel Prat
- **SOGREAH** : Vincent Mazeiraud, Emmanuelle Berthelier
- **Experts urbanistes** : Vincent Schoenmakers (A'Urba), Damien Caudron (AUDAP)



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemain
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service Géologique Régional Aquitaine

Parc Technologique Europarc
24, Avenue Léonard de Vinci
33600 – Pessac - France
Tél. : 05 57 26 52 70