

Commissariat général au développement durable



# Le service de régulation de l'érosion côtière en Aquitaine

AVRIL 2018

## 6 – Messages clés à l'attention des décideurs

## 9 – Introduction

## 11 – Les politiques publiques relatives à l'érosion du trait de côte

Cette partie présente comment l'érosion côtière est prise en compte dans les politiques publiques à différents niveaux.

## 15 – L'érosion du trait de côte, un phénomène naturel amplifié par les activités humaines

Après avoir défini l'érosion côtière, les pratiques qui influent ce phénomène seront présentées ainsi que la façon dont l'érosion affecte les côtes européennes, françaises et aquitaines.

## 23 – Le rôle des écosystèmes côtiers sableux en Aquitaine

Cette partie s'intéresse à la contribution des écosystèmes côtiers sableux à la régulation de l'érosion côtière en Aquitaine.

## 33 – Évaluation du service de régulation de l'évolution du trait de côte en Aquitaine

Afin de contribuer à l'aide à la décision des acteurs du territoire, cette partie présente des éléments d'évaluation économique.

## 47 – Discussion des résultats et perspectives

Cette partie discute des limites des résultats obtenus et met en avant les besoins de données et de connaissances pour être en mesure de proposer des valeurs plus précises pour la décision.

## 53 – Annexes : Glossaire – Bibliographie - Tables des matières

Document édité par :

**Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable (SEEIDD)**

Les auteurs remercient les partenaires suivants qui ont été contactés et associés : Yann Kervinio, Ophélie Darses, Philippe Puydarieux, Delphine Rouchon, Sabine Moreau, Boris Leclerc, Mireille Guignard (MTES), Anne Guchan (Région Aquitaine), Patrick Bazin (Conservatoire du littoral), Arnaud Gueguen (GIP Littoral Aquitain), Cyril Mallet (BRGM), Nicolas Rocle (IRSTEA), Loïc Gouguet et Francis Maugard (ONF), Amélie Roche (CEREMA), Virginie Duvat (Université La Rochelle), Rémi Mongruel (IFREMER), Harold Levrel (CIRED-AgroParisTech), Eric Thiébaud et Jean-Michel Salles (CNRS), Diane Vaschalde (AFB), André Gesta (DREAL Aquitaine), Bruno Castelle et Guy Bachelet (Université de Bordeaux), Laurent Couzi (LPO), Laurent Soulier (CSRPN Aquitaine), Yves Bannel (association pour la protection de Soulac sur Mer contre l'érosion marine) ainsi que les membres de la Commission gestion des écosystèmes de l'UICN France.

## contributeurs



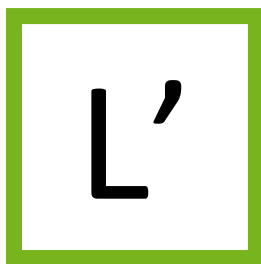
Les études du Comité français de l'UICN reposent sur la participation et l'association des membres et des experts de l'UICN ainsi que de partenaires et experts spécifiques identifiés sur des thématiques précises. Pour cette étude, ceux-ci ont été rassemblés au sein d'un groupe de suivi qui a contribué à la validation des objectifs, aux recherches bibliographiques et à l'accès aux données disponibles.

Ce groupe de suivi a accompagné également l'application de la méthode la plus appropriée pour réaliser cette évaluation. Il s'est réuni le 14 avril 2015 à Bordeaux et le 15 septembre 2015 à Paris. Des échanges par mail et téléphone ont également eu lieu avec les différents membres du groupe de suivi. Au préalable, une réunion du groupe de suivi « services écologiques » du Comité français de l'UICN élargie avait eu lieu le 12 décembre 2014 avec les experts de l'UICN en associant des experts aquitains qui avait permis de débattre sur le sujet de l'évaluation économique.



Cette étude s'inscrit dans le cadre du programme EFESE. À ce titre, elle a fait l'objet d'une revue critique de la part du Conseil scientifique et technique du programme. Les messages clés qui en sont issus ont été co-écrits entre les auteurs de l'étude et l'équipe projet du ministère et ont fait l'objet d'une discussion et d'une validation par le Comité national des parties prenantes de l'EFESE le 12 juin 2017.

## avant-propos



érosion de notre littoral constitue une préoccupation forte à laquelle nos écosystèmes peuvent offrir des réponses. Des efforts importants d'évaluation de ce potentiel aujourd'hui trop peu exploité méritent d'être menés, en particulier, sur l'identification des caractéristiques spécifiques qui freinent le recul du trait de côte et sur les mesures de protection et de gestion nécessaires à leur développement.

Ces connaissances permettront d'assurer, *in fine*, la pleine intégration des possibilités offertes par ces milieux dans les processus de planification engagés pour faire face au recul du trait de côte sur différents territoires. Cette étude constitue une avancée dans ce sens.

**Laurence Monnoyer-Smith**

COMMISSAIRE GÉNÉRALE AU DÉVELOPPEMENT DURABLE

# Préface

*Le Comité français de l'UICN s'est engagé depuis 2008 à contribuer à une meilleure connaissance du concept de services écosystémiques et à son appropriation par les décideurs et les différents acteurs en France. L'objectif est de favoriser une pleine prise en compte du rôle des écosystèmes, et donc de l'importance de leur conservation, dans les politiques et projets. Dans ce cadre, le Comité français de l'UICN a produit un ensemble de publications, présentant les services écologiques rendus par les grands types d'écosystèmes en France, et, dans le prolongement de ces études nationales, des déclinaisons régionales en régions Centre et Aquitaine<sup>1</sup>.*

*Dans le cadre d'une convention avec le ministère de l'Environnement, le Comité français de l'UICN a conduit une étude d'évaluation du service de régulation de l'évolution du trait de côte en Aquitaine, objet de la présente publication. Si seul ce service est étudié ici, il est important de rappeler que la conservation et la gestion durable des écosystèmes permettent de préserver tout une gamme de services contribuant au bien-être humain. Cette dimension multifonctionnelle des écosystèmes marins et côtiers aquitains, à l'origine de nombreux autres services, a été détaillée dans une publication<sup>2</sup> réalisée en partenariat avec la Région Aquitaine.*

*La présente étude montre le rôle que peuvent jouer des écosystèmes préservés dans la gestion des risques naturels, appliqué ici au cas de l'érosion côtière en Aquitaine. C'est ce que l'UICN appelle les « solutions fondées sur la nature », c'est-à-dire des actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés, pour relever directement les enjeux de société de manière efficace et adaptative tout en assurant le bien-être humain et des avantages pour la biodiversité.*

*L'étude apporte également des éléments chiffrés afin de rendre plus explicite l'intérêt économique des services rendus par les écosystèmes et notamment celui de régulation du trait de côte, par rapport à la mise en place et l'entretien d'infrastructures. Cela répond à la demande croissante de la part des décideurs et acteurs locaux de mieux évaluer les avantages, y compris économiques, apportés par la nature.*

*L'étude rappelle enfin l'importance de diminuer les pressions sur les milieux naturels, en particulier l'artificialisation des territoires, pour garder la fonctionnalité et la résilience des écosystèmes, ceci afin de préserver la biodiversité et pouvoir fournir des solutions fondées sur la nature efficaces pour répondre aux défis pressants posés par le changement climatique et les risques naturels.*

**Sébastien Moncorps**

Directeur du Comité français de l'UICN

---

<sup>1</sup> [www.uicn.fr/Services-ecologiques.html](http://www.uicn.fr/Services-ecologiques.html)

<sup>2</sup> UICN France, 2014.



## Préface



# Messages clés à l'attention des décideurs

**1. Les écosystèmes sableux aquitains (barres sableuses, plages, dunes, forêts dunaires) contribuent à la régulation de l'évolution du trait de côte à long terme et sur de vastes étendues.** Ils contribuent à ce service de régulation selon 3 processus :

- (i) l'atténuation de l'énergie éolienne par la végétation<sup>1</sup> ;
- (ii) le maintien d'une réserve de sable locale grâce aux végétaux qui stabilisent le substrat, ce qui permet la réalimentation naturelle des plages suite aux événements climatiques érosifs<sup>2</sup> ;
- (iii) l'atténuation de l'énergie éolienne et de la houle par les reliefs dunaires<sup>3</sup>.

**La préservation et la gestion durable des écosystèmes sableux aquitains constituent donc une solution fondée sur la nature** susceptible de répondre aux enjeux à long terme de gestion intégrée du trait de côte aquitain<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Partiellement établi mais accepté (§ III.1)

<sup>2</sup> Partiellement établi mais accepté (§ III.1)

<sup>3</sup> Partiellement établi mais accepté (§ III.1)

<sup>4</sup> Partiellement établi mais accepté (§ III.1)

**2. En plus de contribuer à la régulation de l'évolution du trait de côte, la préservation et la gestion des écosystèmes sableux aquitains présentent des synergies** avec de nombreux autres services écosystémiques tels que la régulation de la migration dunaire (ensablement)<sup>1</sup> ou les services de récréation<sup>2</sup>. **Une gestion des écosystèmes littoraux réalisée à cette fin offre donc des avantages supplémentaires. Les coûts de cette gestion apparaissent très limités**, en comparaison de ceux consentis pour le rechargement des plages ou la mise en place et l'entretien d'ouvrages de protection<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Partiellement établi mais accepté (§ I.3)

<sup>2</sup> Partiellement établi mais accepté (§ I.3)

<sup>3</sup> Bien établi et accepté (§ III.3)

**3. Les écosystèmes côtiers sableux aquitains font cependant l'objet de multiples pressions**, au premier rang desquelles figure l'artificialisation du littoral<sup>1</sup>. Ces pressions se traduisent par une faible résilience et une disparition de ces écosystèmes<sup>2</sup>. Ils sont ainsi particulièrement vulnérables notamment dans le contexte de changement climatique<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Bien établi et accepté (§ I.1)

<sup>2</sup> Bien établi et accepté (§ I.1)

<sup>3</sup> Bien établi et accepté (§ I.1)

**4. L'intégration de la gestion des écosystèmes côtiers sableux à la réflexion sur la gestion du trait de côte** permettra d'identifier et de mettre en place :

(i) des mesures de réduction des impacts des activités humaines sur les écosystèmes (limitation de l'artificialisation du littoral) et le bilan sédimentaire<sup>1</sup> ;

(ii) des solutions fondées sur la nature pertinentes sur le long terme (protection des dunes, gestion durable des écosystèmes sableux) qui pourront être combinées à des ouvrages de protection répondant aux enjeux de recul du trait de côte localisés et de court terme<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> *Bien établi et accepté*  
(§ IV.1)

<sup>2</sup> *Bien établi et accepté*  
(§ IV.1)

**5. Pour tout cela, la connaissance du service écosystémique de régulation de l'évolution du trait de côte reste à approfondir. Afin de mieux comprendre et bénéficier pleinement de cette solution fondée sur la nature, les besoins de connaissance prioritaires** sont les suivants :

**(i) poursuivre les efforts d'observation ;**

**(ii) modéliser et quantifier les processus, y compris écologiques, participant à la régulation de l'évolution du trait de côte dans un contexte de changement climatique<sup>1</sup>.** C'est à travers une telle approche que pourra être prise la mesure du rôle que peuvent jouer les écosystèmes côtiers sableux d'Aquitaine dans la gestion intégrée du trait de côte<sup>1</sup> ;

**(iii) caractériser les liens entre l'état de ces écosystèmes et le niveau de régulation de l'évolution du trait de côte<sup>2</sup>.** Il est notamment important de mieux connaître la contribution particulière des composantes vivantes de l'écosystème à la régulation de l'évolution du trait de côte afin de mieux gérer ces écosystèmes.

<sup>1</sup> *Bien établi et accepté*  
(§ IV.1)

<sup>2</sup> *Bien établi et accepté*  
(§ IV.1)



## Encadré : Rappel sur les messages clés issus des évaluations EFESE

### Messages recherchés :

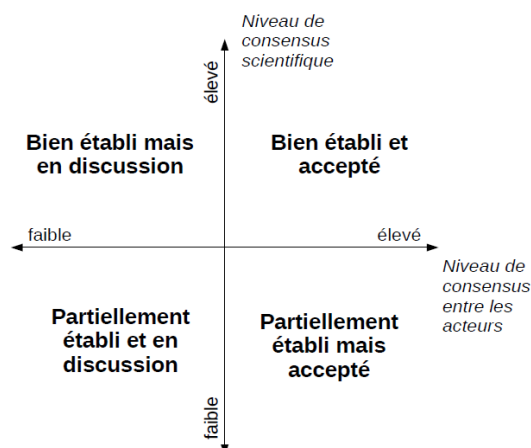
1. Des messages pertinents pour les décideurs mais non-prescriptifs ;
2. Des messages étayés par le rapport et qui en reflètent le contenu de manière équilibrée ;
3. Des messages clairs et synthétiques ;
4. Des messages qualifiés et partagés.

### Modalités de qualification des messages :

1. Le **degré de consensus scientifique** est évalué sur deux niveaux (élevé / faible) ; cette évaluation fait l'objet d'une proposition des auteurs et d'un arbitrage du Conseil scientifique et technique de l'EFESE ;
2. Le **degré de consensus entre les acteurs** est évalué sur deux niveaux (élevé / faible) ; le niveau élevé est proposé par défaut et fait l'objet d'un arbitrage du Comité national des parties prenantes de l'EFESE.

Cela donne lieu à quatre formulations (figure 1).

Figure 1 - Les quatre formulations d'évaluation



# Introduction

Cette étude s'intéresse au rôle des écosystèmes côtiers sableux aquitains dans le contexte de l'érosion côtière et en particulier à la contribution de la biodiversité (tissu vivant des écosystèmes). Les écosystèmes étudiés ici présentent une composante géomorphologique jouant un rôle important dans la régulation du recul du trait de côte.

L'érosion du littoral est un phénomène naturel. Il peut induire un recul du trait de côte quand il est non compensé par l'engraissement (accumulation de sable) local. Il fait partie des aléas littoraux, au même titre que la submersion marine (incursion de la mer dans les terres) et les mouvements de sable (migration dunaire).

La définition du recul du trait de côte choisie dans le cadre de cette étude correspond au déplacement vers l'intérieur des terres de la limite entre le domaine marin et le domaine continental. Ce phénomène a donc pour conséquence une perte de matériaux sur le littoral terrestre.

Les dernières tempêtes hivernales sur la façade Atlantique, et en particulier celles de l'hiver 2013-2014, ont engendré un recul du trait de côte particulièrement important, en certains endroits, accompagné de dégâts non négligeables aussi bien matériels qu'écologiques notamment en Aquitaine. Ces événements ont conduit l'opinion publique et les décideurs à accentuer les efforts de recherche et d'action liés au phénomène d'érosion côtière.

Le littoral est, par ailleurs, de plus en plus aménagé et les aléas côtiers peuvent ainsi constituer des risques plus importants en présence d'enjeux humains et économiques.

Pour répondre à cette problématique de l'érosion qui menace les infrastructures et les activités humaines du bord de mer, les acteurs et les gestionnaires de l'espace côtier peuvent faire appel à différents types d'intervention qui peuvent se combiner spatialement et temporellement :

- la lutte active : mise en place de brise-lames, épis, récifs artificiels, enrochements, perrés, rechargements de plage,...
- l'accompagnement des processus naturels (gestion et entretien des dunes par l'ONF) ;
- l'évolution naturelle (sans intervention humaine) ;
- la relocalisation.

Les solutions choisies aujourd'hui pour protéger les activités ou l'occupation humaine sur le littoral, des tempêtes et de l'érosion du trait de côte, sont majoritairement des solutions de génie civil avec la mise en place d'ouvrages de protection qui visent à la fixation du trait de côte.

---

## Introduction

---

On trouve ainsi en France des ouvrages côtiers sur près de 20 % du littoral métropolitain<sup>3</sup>. Ces aménagements impactent fortement les écosystèmes côtiers qui sont également menacés par l'urbanisation.

L'enjeu de leur préservation est primordial aujourd'hui dans un contexte d'érosion de la biodiversité associée aux changements globaux. Ces écosystèmes abritent une biodiversité particulièrement riche et permettent l'existence d'activités économiques importantes en Aquitaine comme le tourisme et les loisirs, ainsi que la pêche et la production forestière rétro-littorale.

Ainsi, un certain nombre d'espaces protégés ont été mis en place sur le littoral aquitain avec plusieurs sites Natura 2000 et les Parcs Naturels Marins dont le bassin d'Arcachon et l'estuaire de la Gironde. On compte également de nombreux sites domaniaux gérés par l'ONF ou encore des propriétés du Conservatoire du Littoral.

Dans ce contexte, il apparaît nécessaire de mieux appréhender le fonctionnement des milieux littoraux pour proposer des mesures, permettant une réduction de l'impact de l'érosion, durables et compatibles avec leur bon état de conservation.

Les objectifs de ce projet sont donc :

- d'identifier la contribution des écosystèmes côtiers sableux dans la limitation des phénomènes de recul du trait de côte en Aquitaine ;
- d'alimenter les arbitrages en matière d'aménagement du territoire et concernant les options de gestion de ce type de littoraux (protection de l'écosystème, rechargement, lutte active...);
- de réunir et de mobiliser les différents acteurs présents pour la gestion et la préservation des écosystèmes côtiers sableux en Aquitaine autour de l'enjeu de régulation de l'évolution du trait de côte.

Après avoir présenté le phénomène d'érosion et ses interactions avec les activités humaines, le fonctionnement des écosystèmes côtiers sableux sera étudié et leurs bénéfices vis-à-vis du recul du trait de côte en Aquitaine évalués.

Enfin, une discussion présentera les limites, applications et perspectives découlant de cette évaluation.

L'étude contribuera à évaluer l'intérêt des solutions fondées sur la nature<sup>4</sup> qui prônent l'investissement dans la protection et la gestion des écosystèmes.

Ce projet se base sur la collecte d'études et d'informations disponibles sur le fonctionnement des écosystèmes et les modalités de gestion du littoral en région Aquitaine.

---

<sup>3</sup> Estimation sur la base du linéaire de trait de côte Histolitt, produit commun SHOM-IGN.

<sup>4</sup> Ce sont les solutions qui s'appuient sur les écosystèmes afin de relever les défis globaux comme la lutte contre le changement climatique. Des solutions fondées sur la nature pour lutter contre les changements climatiques. UICN France, 2015.



## Introduction



## Partie 1

# Les politiques publiques relatives à l'érosion du trait de côte

Cette partie présente comment l'érosion côtière est prise en compte dans les politiques publiques à différents niveaux.



Les politiques de gestion des littoraux mettent en jeu un grand nombre d'outils et de mesures. S'agissant de l'érosion côtière, plusieurs types d'instruments sont aujourd'hui disponibles à différents niveaux.

### AU NIVEAU NATIONAL ET EUROPÉEN

En 2012, une stratégie spécifique à l'érosion côtière a été développée au niveau français : la Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte (SNGITC). Dans une perspective d'accélération de la montée du niveau marin, les options de relocalisation sont de plus en plus étudiées et un appel à projets du ministère en charge de l'environnement de 2012 à 2015 a été lancé dans le cadre de cette stratégie pour étudier, sur cinq sites pilotes, les conditions de réalisation d'une telle action. Plusieurs sites en Aquitaine ont été sélectionnés dans cet appel à projets.

La SNGITC est un élément de la stratégie nationale pour la mer et le littoral (SNML), qui rappelle et reprend les principes de la gestion intégrée des zones côtières (GIZC), reprise au niveau européen à travers la recommandation de l'Union européenne de 2002. La SNML fait l'objet de déclinaisons dans les documents stratégiques de façade. Les plans d'actions pour le milieu marin (réponse nationale à la mise en œuvre de la Directive-cadre stratégie pour le milieu marin (DCSMM)) sont les chapitres environnementaux de ces documents stratégiques de façade.

Parmi les principes qui fondent les démarches de GIZC, figure l'approche écosystémique, suivant la Convention sur la diversité biologique de Rio de 1992. Une attention de plus en plus grande est ainsi donnée au rôle et aux services retirés des écosystèmes dans la régulation des dynamiques littorales et des risques associés. À ce titre, une circulaire du 20 janvier 2012, relative à la gestion durable et intégrée du domaine public maritime naturel, indique que le service de régulation de l'évolution du trait de côte pourrait être pris en compte dans l'élaboration des stratégies de gestion du Domaine Public Maritime naturel.

Au niveau européen, la Directive-cadre sur l'eau (DCE) et la DCSMM obligent les États membres à préserver ou à restaurer un bon état « écologique » ou « environnemental » des masses d'eau, en particulier des masses d'eau côtières où la morphologie littorale est prise en compte pour le rôle qu'elle joue sur le transport sédimentaire et la qualité des eaux littorales.

### AU NIVEAU AQUITAIN

Au niveau local, l'érosion côtière peut être intégrée dans les zonages et les mesures associées des Plans de prévention des risques naturels littoraux (PPRL). Ces zonages réglementaires créent des servitudes d'utilité publique, annexées aux Plans locaux d'urbanisme (PLU), visant à limiter l'augmentation de la vulnérabilité des enjeux humains et bâtis dans les zones soumises au risque de recul du trait de côte.

Cependant, peu de PPRL identifient des zones soumises à l'érosion côtière. L'accent a été mis ces dernières années sur la submersion marine (le nombre total de PPR restant toutefois relativement faible comparé au nombre de communes pouvant être concernées par ces aléas). Ainsi sur 691 communes ayant un PPRL prescrit ou approuvé, 273 traitent du recul du trait de côte dans ce document<sup>5</sup>.

Les SCoT peuvent également aborder les risques littoraux dans une partie spécifique et permettre d'identifier les zones à préserver de l'urbanisation pour leur intérêt dans la prévention des risques. Ceci est cependant rarement mis en œuvre.

Au-delà des documents de planification, une dynamique collective s'est mise en place en Aquitaine autour de stratégies régionales et locales de gestion de la bande côtière. Le Groupement d'Intérêt Public (GIP) Littoral Aquitain, associant l'État et les collectivités territoriales du littoral aquitain, a ainsi élaboré une stratégie régionale définissant les grands principes et des outils méthodologiques pour la mise en place de stratégies locales. Dans le cadre du plan de développement durable du littoral aquitain, ces principes visent à assurer des modalités de gestion en adéquation avec les dynamiques côtières et les enjeux locaux propres à chaque territoire.

Parmi les différents scénarios étudiés dans ces stratégies, la relocalisation des biens et des activités en arrière-côte contient l'idée de restaurer une dynamique littorale et de bénéficier du rôle de protection que peut jouer cette dynamique naturelle pour se prémunir des risques potentiels.

L'Aquitaine (au travers du GIP Littoral Aquitain) a ainsi répondu à l'appel à projets national sur la « relocalisation des activités et des biens » lancé par le ministère en charge de l'Environnement avec trois sites : les communes de Lacanau, de la Teste-de-Buch et de Labenne réunies autour du GIP Littoral Aquitain.

Dans ce cadre, différents travaux ont été conduits, dont une étude sociologique sur les représentations sociales et les connaissances liées à l'érosion marine et à ses enjeux sur la commune de Lacanau en Gironde<sup>6</sup>. Cette étude a permis de montrer qu'une majorité de personnes (résidents principaux et secondaires, professionnels, touristes et excursionnistes) est concernée par et sensible aux dynamiques d'érosion marine et à ses effets à l'échelle locale. À titre d'exemple, 72 % des personnes interrogées déclarent l'avoir observée à Lacanau (95 % des

---

<sup>5</sup> Boris Leclerc, 2016. Communication personnelle.

<sup>6</sup> Rocle N., Bouet B. et coll., 2014.

## Partie 1 - Les politiques publiques relatives à l'érosion du trait de côte

---

résidents principaux et professionnels résidant à Lacanau, 62 % des résidents secondaires et touristes - excursionnistes) et il s'agit d'un sujet de discussion avec l'entourage pour 92 % des résidents principaux et 69 % des résidents secondaires et des touristes - excursionnistes<sup>7</sup>.

Concernant les modes de gestion à envisager, les limites (dans le temps et dans l'espace) des ouvrages de protection étant majoritairement reconnues, les méthodes de « lutte active douce » (entretien des dunes, rechargement ou reprofilage des plages...) sont davantage plébiscitées.

Quant à une éventuelle relocalisation des biens et des activités humaines, même si cette démarche est moins connue que les autres modes de gestion (45 % contre 71 % en moyenne pour l'ensemble des modalités de gestion), les résultats ne démontrent pas de rejet *a priori* d'une telle action qui pourrait être envisagée à court, moyen ou long terme pour 77 % de l'échantillon. Ces résultats ne peuvent être généralisés au-delà du périmètre de l'étude mais informent cependant sur le degré de réceptivité et d'information des populations locales quant au phénomène d'érosion, par ailleurs largement médiatisé depuis quelques années à différentes échelles d'action publique. Cependant, en l'état actuel du droit, la faisabilité de la relocalisation reste plutôt faible<sup>8</sup>.

Enfin, il existe, en Aquitaine, un outil particulier qui permet d'organiser l'accueil du public et la pratique de loisirs tout en veillant à préserver les espaces naturels côtiers : les plans-plages. Ceux-ci ont permis de mettre en place une organisation de la fréquentation qui permet de limiter les fréquentations sauvages et anarchiques et la dispersion dans les milieux naturels<sup>9</sup> et donc de limiter la dégradation des milieux naturels.

---

<sup>7</sup> Sur la base d'un échantillon de 507 personnes, réalisé selon la méthode des quotas.

<sup>8</sup> GIP Littoral Aquitain, 2015a.

<sup>9</sup> Ibid.



## Partie 2

# L'érosion du trait de côte, un phénomène naturel amplifié par les activités humaines

Après avoir défini l'érosion côtière, les pratiques qui influent ce phénomène seront présentées ainsi que la façon dont l'érosion affecte les côtes européennes, françaises et aquitaines.



Il s'agit, dans un premier temps, de comprendre le phénomène d'érosion côtière avant de s'attacher à étudier le rôle de l'écosystème par rapport à cet aléa. L'érosion côtière résulte d'une dynamique naturelle d'échanges de sédiments entre différents compartiments ; elle est aujourd'hui accrue du fait d'un déficit global en sédiment et de certaines activités humaines.

### DÉFINITION ET INTERACTIONS AVEC LES ACTIVITÉS HUMAINES

La mobilité des dunes, des estuaires et du trait de côte est naturelle. Elle résulte de l'action combinée des vagues, du vent, des courants et des flores fixatrices des sables et vases là où elles existent, qui vont déplacer le sable. Ce sable est principalement issu de l'érosion des roches continentales et de la remobilisation des stocks anciens mais il provient également de la production par la faune (débris coquilliers notamment).

La notion de trait de côte diffère selon les usages et organismes. La définition choisie pour l'étude est celle utilisée par les acteurs aquitains dans l'étude « 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 »<sup>10</sup>. Il s'agit de la séparation entre la dune et la plage<sup>11</sup> correspondant selon la configuration géomorphologique à l'un et/ou l'autre des indicateurs suivants :

- pied de falaise dunaire ;
- rupture de pente topographique ;
- limite de végétation dunaire pérenne ;
- ouvrage de protection longitudinale.

L'érosion doit s'observer sur des périodes suffisamment longues pour éliminer les effets du climat, des tempêtes et des régimes locaux de transports sédimentaires<sup>12</sup>. C'est en effet un phénomène continu mais qui peut s'accroître fortement lors d'épisodes de tempêtes plus ponctuels.

**Cette érosion peut être d'origine éolienne ou marine.** Le recul du trait de côte est majoritairement dû à l'érosion marine mais il met en jeu les deux types d'érosion qui sont liés.

Ce processus naturel, dû à un déficit sédimentaire global, peut être amplifié par les activités anthropiques.

Comme le souligne l'étude européenne EuroSION ainsi que d'autres travaux de recherche, les principaux facteurs anthropiques augmentant l'érosion sont :

- Les constructions d'ouvrages (barrages, digues) sur les cours d'eau : ils ont diminué les transports solides en piégeant des millions de mètres cubes de sédiments par an. Ces sédiments n'arrivent donc plus jusqu'à l'embouchure des fleuves et sur les littoraux voisins

---

<sup>10</sup> Aubié S., Mallet C., Favennec J., 2011.

<sup>11</sup> Espace côtier situé entre les limites de haute et de basse mer, formé de sable ou de gravier (mais non de vase).

<sup>12</sup> EuroSION, 2004a.

ce qui crée un déficit sédimentaire important car l'apport fluvial constitue une source importante de sédiments littoraux<sup>13</sup>.

- Les activités de dragage qui modifient les bilans sédimentaires. Les dragages ayant des répercussions sur les dunes côtières sont ceux qui sont réalisés à une certaine distance de la côte, près d'estuaires insérés dans des systèmes plage-dunes<sup>14</sup>. Ils exportent des matériaux sableux hors de la zone d'influence des vagues qui ne sont alors plus disponibles pour les plages.
- Les gravières sous-marines et dans les lits des rivières<sup>15</sup>, lorsqu'elles sont autorisées, qui diminuent les volumes de sédiments qui peuvent alimenter les plages.
- La destruction de la végétation côtière due par exemple aux activités de loisirs (piétinement), alors que celle-ci joue un rôle positif car elle augmente la résistance à l'érosion<sup>16</sup>.
- L'urbanisation de la côte qui a réduit la surface des écosystèmes côtiers et a impacté leur fonctionnement global.

D'autre part, les ouvrages de protection (enrochements, brise-lames, jetées...), destinés à protéger les biens situés sur la côte de l'assaut de la mer par la fixation du trait de côte, modifient les modalités de transport des sédiments côtiers et peuvent accélérer les phénomènes érosifs en reportant latéralement l'érosion et/ou en provoquant un abaissement de la plage<sup>17</sup>.

Les connaissances ne sont pas assez importantes pour hiérarchiser l'importance de ces différents impacts sur l'érosion car bien qu'ils soient connus qualitativement, ils sont difficiles à quantifier et nécessitent des études locales, au cas par cas<sup>18</sup>.

Les conséquences défavorables de l'érosion côtière les plus fréquemment rencontrées en Europe sont :

- l'augmentation de la vulnérabilité de zones au risque de submersion, résultant de l'érosion des dunes. En effet, lorsque les cordons dunaires ne sont plus assez épais pour faire écran à la mer, celle-ci peut faire incursion dans les terres lors d'une tempête ;
- le recul des falaises, plages et dunes causant la perte de terres à valeurs économiques et écologiques<sup>19</sup> et la destruction du bâti.

---

<sup>13</sup> Ley de la Vega C., Favennec J. et coll., 2012.

<sup>14</sup> Ibid.

<sup>15</sup> Cerema, 2016.

<sup>16</sup> EuroSION, 2004.

<sup>17</sup> Cerema, 2016.

<sup>18</sup> Ibid.

<sup>19</sup> EuroSION, 2004c.

Avec une tendance en Europe<sup>20</sup> allant vers un déficit de sédiment, une urbanisation de la côte, une perte de résilience des écosystèmes côtiers et une accélération de l'élévation du niveau marin, l'érosion côtière et les risques de submersions marines auront des impacts croissants dans les années à venir. Ces impacts devraient induire un coût supplémentaire pour nos sociétés à travers notamment les risques pour les vies humaines et les biens matériels, la perte croissante d'habitats naturels et des services associés, la dépendance à une gestion croissante de l'érosion des côtes et le coût de la protection qui devient de moins en moins soutenable économiquement<sup>21</sup>.

### UNE ÉROSION DU TRAIT DE CÔTE QUI AFFECTE PARTICULIÈREMENT LES CÔTES SABLEUSES

La dernière étude menée par le Cerema sur l'évolution du trait de côte en France<sup>22</sup> a montré que 22 % des côtes sont en recul avec des vitesses variant de 0,1 à 8 m/an. Les taux de recul les plus importants (supérieurs à 3 m/an) se trouvent très majoritairement en Atlantique (Charente-Maritime et Gironde) et en Méditerranée (Gard et Bouches-du-Rhône)<sup>23</sup>.

Comme le montre l'analyse statistique réalisée par le ministère de l'Environnement, sur l'ensemble des côtes érodées, les côtes sableuses sont les plus touchées avec un recul sur plus de la moitié de leur linéaire (1 150 km), ce qui représente alors deux tiers des côtes en recul (1 720 km)<sup>24</sup>. Cette proportion est comparable à la proportion européenne où près de 60 % des littoraux en recul sont des littoraux sableux<sup>25</sup>. Les côtes sableuses sont donc particulièrement menacées par l'érosion côtière.

Le projet européen EuroSION a produit une carte de sévérité de l'exposition des côtes européennes à l'érosion côtière (figure 2) qui montre que la France métropolitaine figure parmi les pays européens les plus exposés.

Les littoraux sableux aquitains sont des littoraux particulièrement sensibles à l'érosion en comparaison aux littoraux qui présentent des herbiers (de posidonies ou de zostères), des forêts de laminaires, ou bien des récifs coralliens et des mangroves. En effet, ils ne présentent pas d'éléments de biodiversité jouant le rôle de barrière de protection dans la zone immergée comme pour ces autres types d'écosystèmes.

---

<sup>20</sup> EuroSION, 2004a.

<sup>21</sup> Ibid.

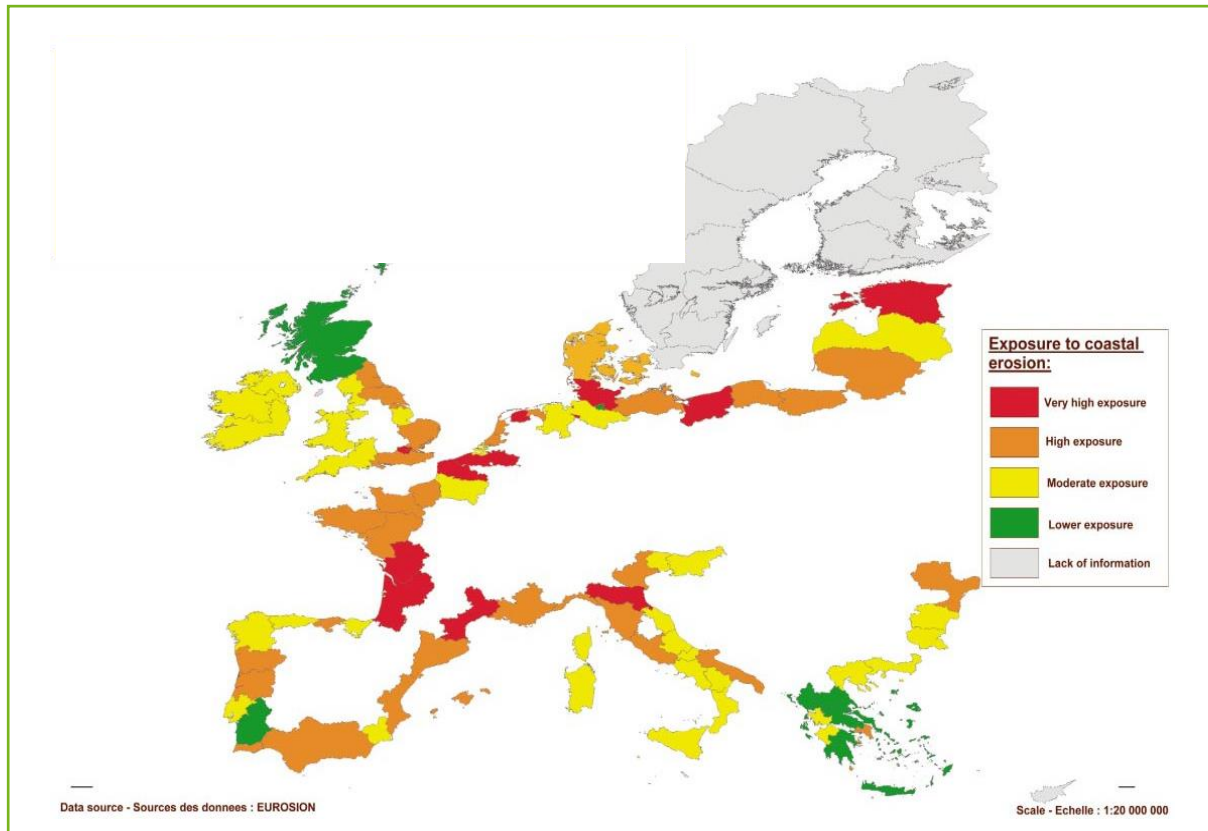
<sup>22</sup> Cerema, 2016.

<sup>23</sup> Ibid.

<sup>24</sup> <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lessentiel/ar/368/1239/submersion-marine-lerosion-cotiere.html>

<sup>25</sup> EuroSION, 2004d.

Figure 2 - Exposition des régions européennes à l'érosion côtière



EuroSION, 2004d.

### UN LITTORAL AQUITAIN SABLEUX QUI SUBIT UNE ÉROSION IMPORTANTE

L'Aquitaine présente 275 km de côte dont 171 km de dunes domaniales gérées par l'ONF. Le Conservatoire du littoral est propriétaire de quelques cordons dunaires gérés également par l'ONF.

Ce littoral sableux résulte des apports massifs de sédiments transportés par les fleuves vers l'océan et repris par les vents depuis la dernière période glaciaire<sup>26</sup>.

Aujourd'hui, les stocks de sédiments accumulés sur le plateau continental pendant la dernière période glaciaire se sont épuisés et l'équilibre entre flux sédimentaires océaniques, fluviaux et

<sup>26</sup> Déqué M., 2007.

## Partie 2 - L'érosion du trait de côte, un phénomène naturel amplifié par les activités humaines

---

terrestres n'est plus assuré<sup>27</sup>. Les plages sont de nos jours soumises à un phénomène d'érosion et de recul<sup>28</sup>.

Si l'évolution du niveau marin et le transport des sédiments par le vent ont joué un rôle majeur dans l'évolution du littoral depuis la dernière glaciation, aujourd'hui l'action des vagues et des courants qu'elles induisent ainsi que la disponibilité des stocks sédimentaires sont les principaux déterminants de l'évolution du trait de côte aquitain<sup>29</sup>.

À la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, les dunes historiques ont été fixées par un boisement de pins maritimes à l'initiative de l'État. Elles sont aujourd'hui gérées par l'ONF<sup>30</sup>. Ceci a permis de réduire, en Aquitaine, la problématique de cette période liée au risque de progression des sables sur les terres.

Au XXI<sup>e</sup> siècle, l'inquiétude est désormais l'érosion côtière d'une part (voir figure 3) et le risque de submersion marine d'autre part, qui s'accroît avec la pénurie sédimentaire et la tendance à l'élévation du niveau de la mer liée au changement climatique. Les tempêtes de l'hiver 2013-2014 ont engendré un recul du trait de côte en Aquitaine très important, évalué à plus de 20 m sur de nombreux sites. Par ailleurs, certains sites où le trait de côte était plutôt stable auparavant se voient aujourd'hui érodés. On constate donc une modification de l'érosion moyenne observée ces dernières décennies sur le littoral sableux.

Le suivi dans le temps de ce trait de côte est réalisé depuis de nombreuses années dans le cadre des travaux de l'Observatoire de la Côte Aquitaine par les opérateurs techniques que sont l'ONF et le BRGM. L'érosion est un phénomène prégnant en Aquitaine (figure 3).

---

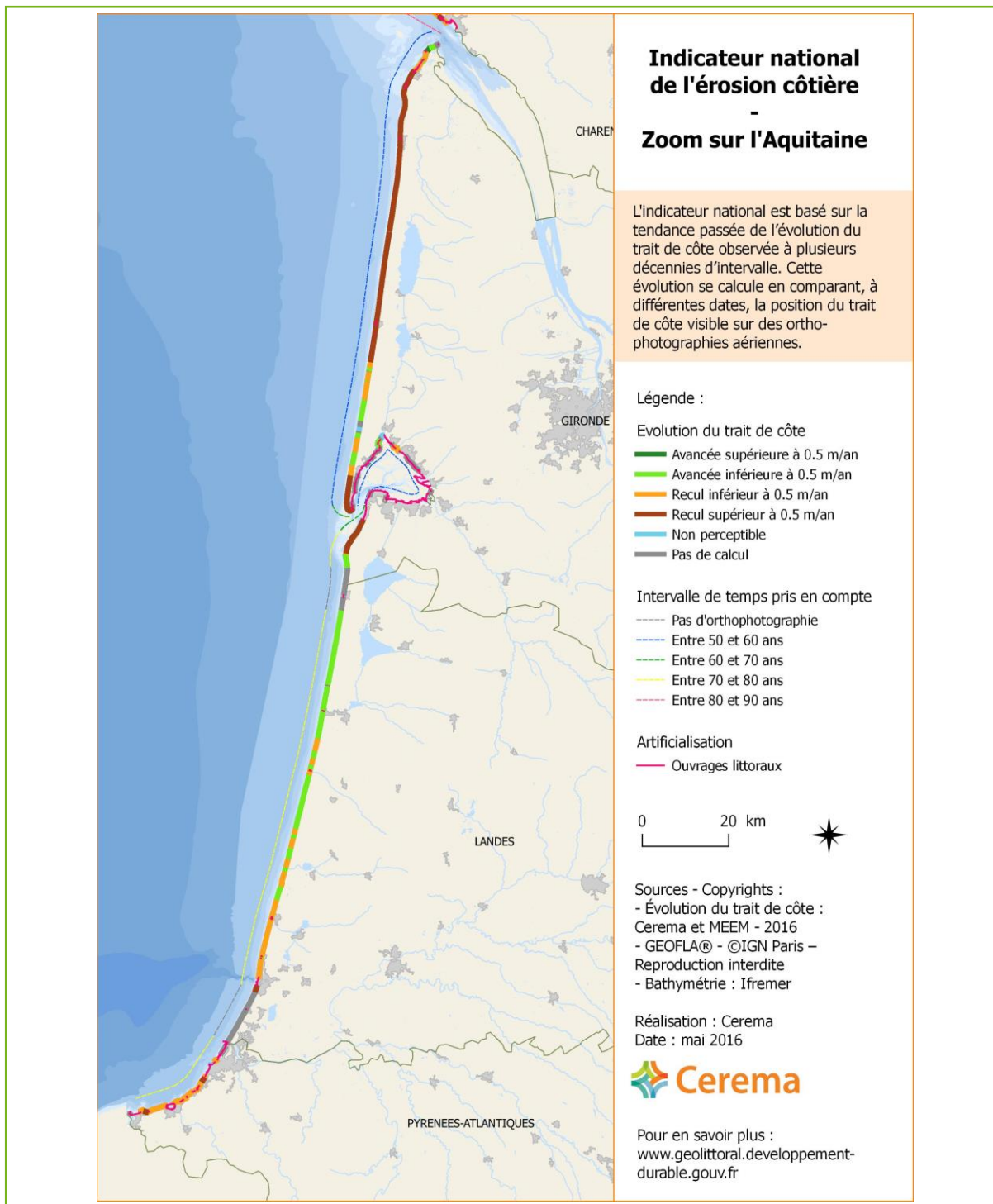
<sup>27</sup> Le Treut H. (coord.), 2013.

<sup>28</sup> GIP Littoral Aquitain, 2015.

<sup>29</sup> Le Treut H. (coord.), 2013.

<sup>30</sup> Favennec J., 2003a.

Figure 3 - Indicateur national de l'érosion côtière - zoom sur le littoral aquitain



---

## Partie 2 - L'érosion du trait de côte, un phénomène naturel amplifié par les activités humaines

---



### Partie 3

# Le rôle des écosystèmes côtiers sableux en Aquitaine

Cette partie s'intéresse à la contribution des écosystèmes côtiers sableux à la régulation de l'érosion côtière en Aquitaine.



Le service de régulation de l'évolution du trait de côte en Aquitaine repose sur le fonctionnement des écosystèmes côtiers sableux. Afin de mieux comprendre ce service, il est nécessaire de connaître les différentes composantes de l'écosystème qui y contribuent puis de rassembler les connaissances existantes sur son fonctionnement. Au préalable, la définition du type de côte étudié et du périmètre géographique et écologique permettra de bien cerner l'objet étudié.

### PÉRIMÈTRE DE L'ÉCOSYSTÈME ÉTUDIÉ

L'écosystème étudié est celui de la côte sableuse aquitaine.

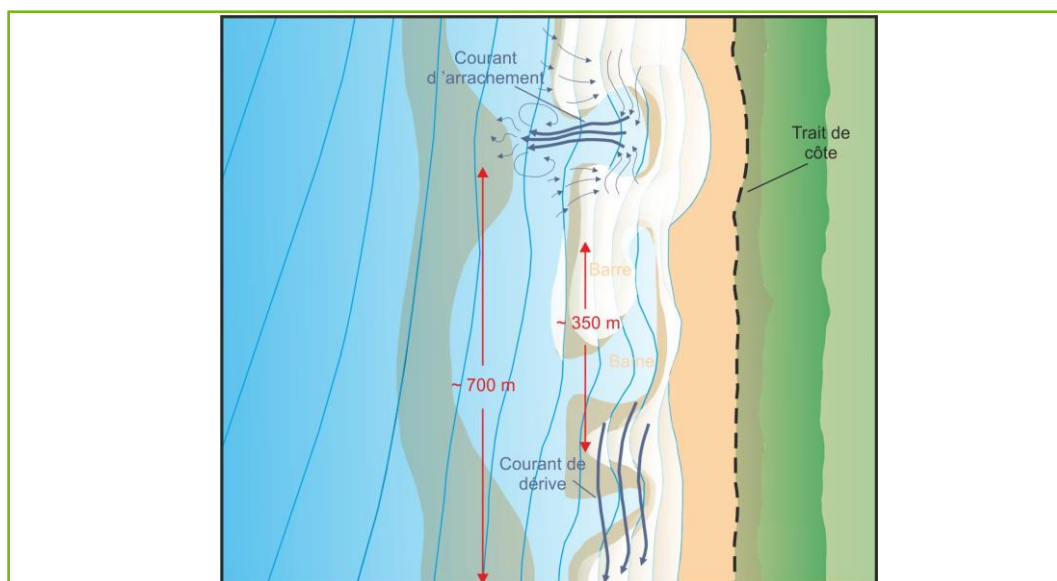
Cet écosystème est non seulement le siège de l'érosion marine et éolienne mais aussi de l'accrétion et du dépôt de sédiments en provenance de la mer ou de la terre. Il participe ainsi à la dynamique sédimentaire.

La côte sableuse étant le type de côte majoritaire en Aquitaine, elle représente un ensemble emblématique et caractéristique de la région étudiée.

L'écosystème sableux étudié ici comprend :

- Les **barres sableuses** pré-littorales et intertidales. Les barres sableuses intertidales correspondent au système de barres/bâines et présentent une alternance de dépressions et de reliefs, caractéristiques de la côte aquitaine et qui se répète avec une grande régularité le long du littoral<sup>31</sup>. Les barres sableuses pré-littorales se trouvent plus au large, sous le niveau des plus basses mers.

Figure 4 - Schéma des barres sableuses en Aquitaine



Source : *Castelle B., 2012*

<sup>31</sup> Desmazes F., 2005.

Les barres sableuses sont des structures caractérisées par des dimensions importantes (parfois plusieurs kilomètres de longueur) et une amplitude qui peut dépasser 5 mètres. Les stocks de sédiments qu'elles représentent les placent au centre du fonctionnement de la plage. Par conséquent, leur évolution va influencer le fonctionnement du milieu littoral. Celle-ci est aujourd'hui encore mal comprise malgré les recherches intensives menées sur certaines plages<sup>32</sup>. Leur présence n'est pas systématique et leur nombre varie en fonction de l'environnement étudié et du stade d'évolution de la plage.

- Le **cordon dunaire**, c'est-à-dire la plage, la dune non boisée et la forêt dunaire de protection. Cette dernière est la partie de la forêt qui est affectée par les mouvements de sable. Le cordon dunaire peut représenter quelques centaines de mètres depuis le trait de côte.

Les barres sableuses et le cordon dunaire sont le siège d'échanges sédimentaires : le sable circule d'un compartiment à l'autre. Ils appartiennent à une même cellule sédimentaire. Ils sont donc étudiés conjointement dans cette évaluation.

La présente évaluation se concentrera donc sur **l'écosystème de la côte sableuse aquitaine et sur ses contributions à la régulation du phénomène d'érosion côtière** marine et éolienne (la submersion marine ne sera pas prise en compte).

L'étude d'un service écosystémique suppose d'étudier le rôle de la fraction vivante, la biodiversité, dans la fourniture d'un bénéfice pour les sociétés humaines, ici la régulation de l'évolution du trait de côte. D'autres facteurs comme la courantologie participent au fonctionnement de l'écosystème mais ne seront pas détaillés ci-dessous car ils représentent plutôt des facteurs physiques, non liés directement à la biodiversité.

### LE FONCTIONNEMENT DES ÉCOSYSTÈMES CÔTIERS SABLEUX EN AQUITAINE

Le littoral aquitain présente des entités naturelles, agricoles et forestières (figure 5).

Le littoral sableux résulte des apports massifs de sédiments transportés par les fleuves vers l'océan et repris par les vents depuis la dernière période glaciaire<sup>33</sup>.

Le littoral sableux aquitain s'étend sur 230 km, limités au Nord par l'embouchure de la Gironde et au Sud par l'embouchure de l'Adour.

Peu artificialisé en Aquitaine, c'est un écosystème très dynamique dont l'équilibre dépend en grande partie des échanges de sédiments et des circulations d'eau.

Cet écosystème très riche, qui représente le premier foyer d'endémisme végétal régional, reste encore relativement méconnu<sup>34</sup>.

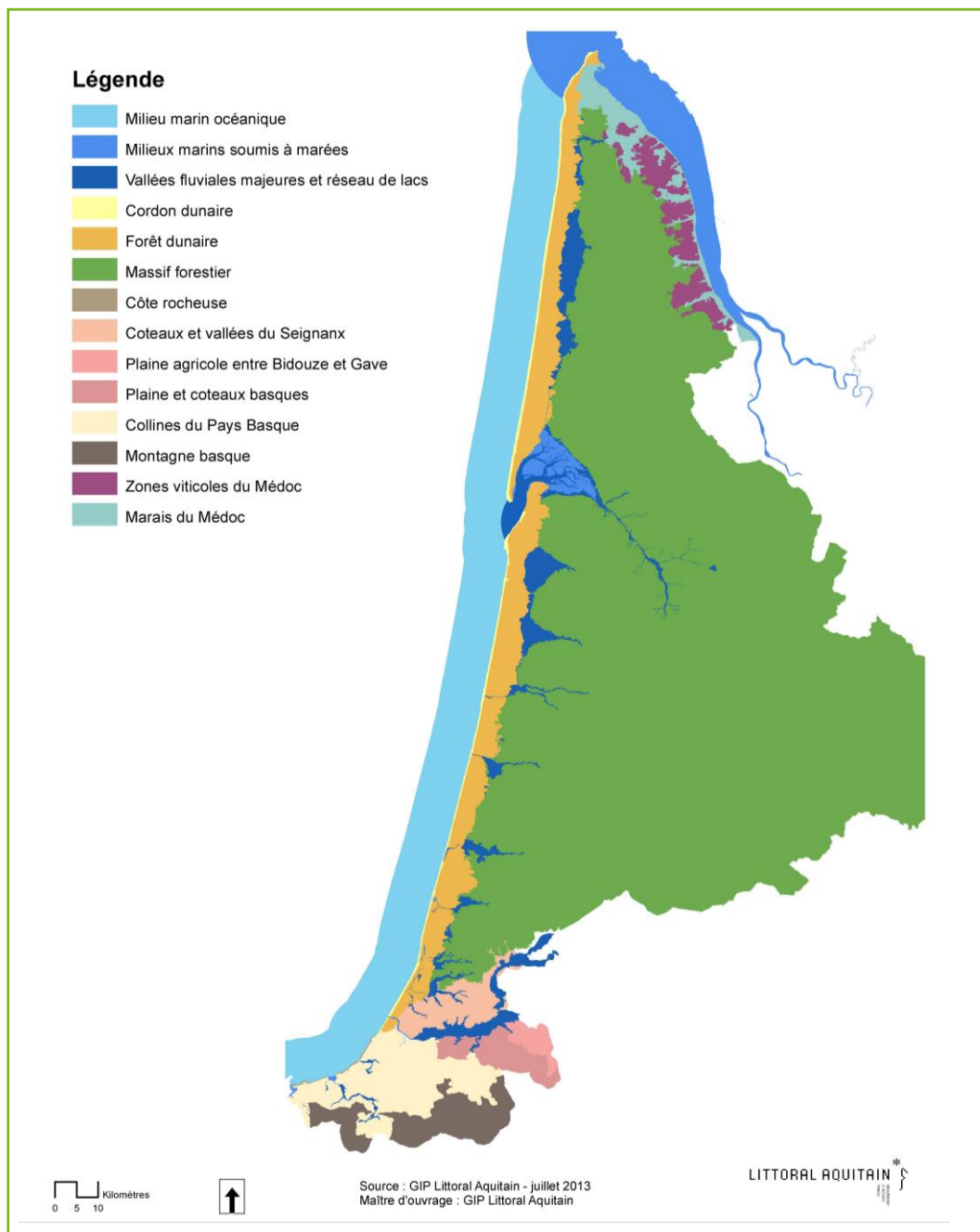
---

<sup>32</sup> Desmazes F., 2005.

<sup>33</sup> Déqué M., 2007.

<sup>34</sup> GIP Littoral Aquitain, 2015a.

Figure 5 - Entités naturelles, agricoles et forestières du littoral aquitain



Source : GIP Littoral Aquitain, 2013.

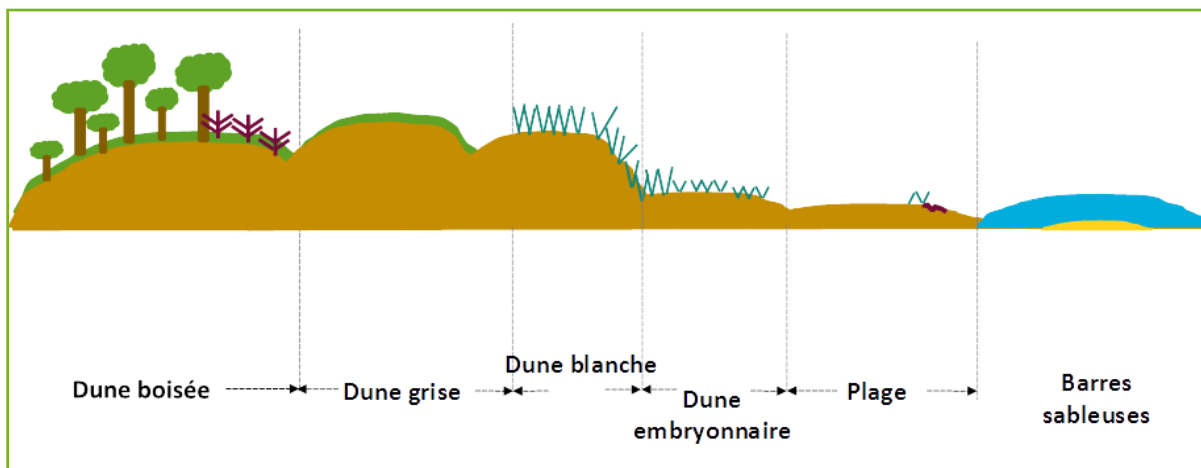
### Partie 3 - Le rôle des écosystèmes côtiers sableux en Aquitaine

Les littoraux sont des milieux caractérisés par une faune et une flore extrêmement spécialisées et très diversifiées notamment en raison des fortes contraintes écologiques dont ils sont l'objet<sup>35</sup> (salinité, vent...). Les espèces végétales ont notamment développé :

- des morphoses particulières en raison des vents forts (port en drapeau, faible croissance des ligneux qui restent plaqués au sol...);
- une adaptation à de fortes concentrations en sel pour les espèces halophiles et halorésistantes (ces dernières peuvent se développer en l'absence de sel contrairement aux halophiles). Leur pression osmotique intracellulaire est supérieure à celle de la solution du sol, ce qui permet de maintenir l'alimentation en eau des tissus végétaux dans un milieu salé (les plantes ne développant pas de telles adaptations sont brûlées par les dépôts de sel);
- une adaptation à la rareté de l'eau (sécheresse estivale) : phénologie, systèmes racinaires profonds ou traçants, limitation de l'évapotranspiration par les cuticules, duvet...

Les écosystèmes à substrat sableux sont composés de plusieurs entités écologiques interdépendantes formant un complexe écologique (barre sableuse, laisse de mer, plage, dune embryonnaire, dune blanche, dune grise, dune boisée). La figure 6 illustre l'organisation schématique de ces différents éléments de l'écosystème.

Figure 6 - Description de l'écosystème sableux du littoral aquitain



Source : UICN France, en cours de rédaction. La Liste rouge des écosystèmes en France - Chapitre écosystèmes côtiers méditerranéens de France métropolitaine.

Les plages abritent une endofaune particulière et sont le lieu d'échanges biogéochimiques originaux<sup>36</sup>. Elles sont le support de **la laisse de mer** qui est le premier habitat émergé du littoral<sup>37</sup>. Celle-ci fournit les nutriments, l'humidité et l'abri qui favorisent la croissance de la

<sup>35</sup> Bellan-Santini D., Lacaze J. C., Poizat C., 1994a et Heurtefeux H., Richard P., 2010.

<sup>36</sup> Lagardère J.P., 1966.

<sup>37</sup> Thomas H., 2011.

végétation pionnière. Cette dernière va ensuite freiner le vent et permettre le dépôt de sable transporté, ce qui crée les conditions nécessaires à la formation des dunes qui pourront s'étendre en fonction de l'approvisionnement en sable, la croissance de la végétation et les conditions de vent<sup>38</sup>.

Grâce aux laisses de mer, de petits monticules de sable se développent donc et fusionnent progressivement jusqu'à former de petits bourrelets : cet ensemble constitue la dune embryonnaire (ou avant-dune). Les laisses de mer sont plus ou moins présentes selon les territoires.

**La dune embryonnaire** prend naissance entre le haut de plage et le pied de dune. Elle est totalement émergée, uniquement humectée par les vagues lors des grandes tempêtes hivernales. Le substrat est sableux, de granulométrie fine à grossière. Si la laisse de mer est située en pied de dune, le substrat peut être mêlé de dépôts organiques. La végétation de la dune embryonnaire est peu diversifiée et peu recouvrante : les espèces capables de se développer dans de telles conditions présentent des caractéristiques particulières et sont peu nombreuses (4 à 5). Leur système souterrain est notamment beaucoup plus dense que leur système aérien. Il s'agit d'une végétation herbacée moyenne, dominée par les espèces vivaces géophytes, présentant une seule strate, dont le recouvrement n'est jamais très élevé (maximum 40 %), adaptée à un enfouissement régulier lié au saupoudrage éolien à partir du haut de plage. Leurs systèmes racinaires permettent l'accumulation et le maintien du sable, formant les premiers bourrelets des dunes embryonnaires. Ce processus conduit à un relèvement progressif du substrat et donc une diminution de sa salinité<sup>39</sup>. Les espèces végétales sont variables en fonction du contexte écologique et géographique<sup>40</sup>. Par exemple, *Elymus farctus*, *Atriplex laciniata* et *Cakile maritima* sont les espèces pionnières dominantes des dunes embryonnaires. D'autres espèces apparaissent ensuite au contact avec la dune blanche, comme l'oyat (*Ammophila arenaria*)<sup>41</sup>.

L'accumulation de sable et de matière organique entraîne une élévation du substrat qui conduit à la formation de **la dune blanche**. La salinité du milieu diminue avec l'élévation du substrat. L'eau de pluie, en s'infiltrant dans la dune blanche, crée une lentille d'eau douce qui se superpose à la nappe salée : des plantes moins tolérantes au sel que celles de la dune embryonnaire peuvent alors croître. Cette végétation stabilise un peu plus le sable, c'est pourquoi la dune blanche est qualifiée de semi-fixée. Le substrat sableux, essentiellement minéral, de granulométrie fine à grossière reste toujours soumis à l'action directe du vent et des embruns, et n'est pas encore totalement stabilisé. Cet écosystème se distingue de la dune embryonnaire par sa topographie nettement plus élevée. La végétation qui se développe sur la dune blanche est parfaitement adaptée et même favorisée par un enfouissement régulier sous le sable. Elle est composée d'une végétation herbacée moyenne, dominée par les espèces vivaces : l'oyat est l'espèce caractéristique de ces formations. Elle participe activement à l'édification dunaire. Son système racinaire rampant lui permet un ancrage optimal, et il est suffisamment profond pour atteindre les réserves d'eau profonde quand elles existent<sup>42</sup>. Le recouvrement végétal de la dune blanche peut atteindre 75 %. Les espèces végétales présentes sont variables en fonction du contexte

---

<sup>38</sup> Ley de la Vega C., et al., 2012.

<sup>39</sup> Heurtefeux H., Richard P., 2010.

<sup>40</sup> Bensettiti F. et coll., 2004.

<sup>41</sup> Bellan-Santini D., Lacaze J. C., Poizat C., 1994.

<sup>42</sup> Ibid.

géographique mais les espèces dominantes, en plus de l'oyat, sont *Medicago marina* et *Calystegia soldanella*<sup>43</sup>. Certaines espèces à valeur patrimoniale telles que le panicaut maritime (*Eryngium maritimum*) et le diotis cotonneux (*Otanthus maritimus*) sont inféodées à ces milieux.

À mesure que l'on s'éloigne de la haute plage, la salinité, mais aussi les apports sableux diminuent, et ce sont cette fois les plantes moins tolérantes à l'ensablement qui apparaissent. Le substrat s'enrichit progressivement en matière organique, le recouvrement du sable augmente : la dune se fixe, on la qualifie de dune grise. Le substrat sableux meuble est semi-stabilisé. **Les dunes grises** s'installent entre les végétations de la dune mobile à oyat et les fourrés littoraux. Le substrat s'enrichit progressivement en matière organique, permettant un recouvrement plus important par la végétation et une plus grande diversité végétale. Deux types principaux de pelouses se trouvent en mosaïque, régies par des perturbations, naturelles ou anthropiques (ensablement), et la richesse du substrat en matière organique. La végétation de la dune grise est nettement dominée par l'Immortelle des sables (*Helichrysum stoechas*), accompagnée de nombreuses espèces thermophiles telles que la Silène de Porto (*Silene portensis*), le Vulpin à une seule glume (*Vulpia fasciculata*) ou l'Hélianthème à goutte (*Tuberaria guttata*). Il s'agit d'une végétation adaptée à la sécheresse, mais particulièrement sensible aux apports de sables. La déstabilisation de l'édifice dunaire provoque un mitraillage de ces formations qui aboutit rapidement à leur régression. En arrière de cette dune grise, des ligneux bas, mieux protégés des embruns, prennent racine et constituent parfois une lisière préforestière avec l'habitat dunaire le plus éloigné du rivage ; on parle alors de **dunes boisées**. Au sein de ce complexe, d'autres habitats peuvent cohabiter en mosaïque comme les zones humides<sup>44</sup>. Cette organisation peut être totalement bouleversée par les impacts anthropiques.

Les systèmes composés de barres sableuses, de plages et de dunes sont caractérisés par du sable très mobile qui transite d'un compartiment à un autre. Ils sont donc interdépendants. Par exemple, le sable se déplace entre les plages et les dunes par l'action du vent mais également lors d'épisodes d'érosion.

Les données sur le littoral aquitain manquent pour quantifier ces rétroactions<sup>45</sup>. Cependant, il a été prouvé qu'un obstacle empêchant le sable de transiter d'un stock à l'autre peut ainsi perturber l'ensemble de ce système et provoquer des phénomènes d'érosion ou d'accrétion aggravés<sup>46</sup>.

Les quantités de sable dans chaque compartiment évoluent en fonction des facteurs de changement climatique (héritage des périodes glaciaires récentes, variations du niveau marin...), météorologiques (houle, vent, marée) et anthropiques (urbanisation, prélèvements de sable...)<sup>47</sup>.

Les sables sont soumis à deux types de mouvements<sup>48</sup> :

- Un mouvement perpendiculaire à la côte dont les moteurs sont la houle dans la zone immergée et le vent dans la zone émergée et qui se produit pendant des cycles périodiques.  
Lors des tempêtes, la houle érode la plage et la dune, en transportant le sable vers la mer et le déposant dans des barres sableuses plus ou moins proches de la côte. Ces barres

---

<sup>43</sup> Bensettiti F. et coll., 2004.

<sup>44</sup> Heurtefeux H., Richard P., 2010.

<sup>45</sup> Le Treut H. (coord.), 2013.

<sup>46</sup> <http://littoral.aquitaine.fr/Les-transits-sedimentaires.html>

<sup>47</sup> Ibid.

<sup>48</sup> Ley de la Vega C. et al., 2012.

jouent un rôle protecteur important car elles provoquent le déferlement des vagues avant qu'elles n'arrivent à la plage, réduisant ainsi leur action destructive. Pendant les périodes de calme, la houle de beau temps fait remonter le sable lentement, des barres à la plage. Depuis cette zone, le vent transporte le sable vers la dune où il est retenu par la végétation.

- Un mouvement parallèle à la côte, produit essentiellement par la houle et les courants, la dérive littorale. Sur la côte aquitaine, ce transport longitudinal est essentiellement orienté vers le Sud, sous l'action des houles dominantes d'Ouest/Nord-Ouest<sup>49</sup>.

**L'écosystème sableux participe donc aux échanges de sables entre le continent et la mer. Il est à la fois affecté par l'érosion côtière et peut contribuer à réguler son impact.**

### DES ÉCOSYSTÈMES MENACÉS

L'écosystème sableux aquitain est un milieu très sollicité sur lequel se sont développées de nombreuses activités humaines plus ou moins impactantes et qui ont des effets de natures différentes. Son fonctionnement dynamique détaillé précédemment et cette très forte sollicitation auxquels s'ajoutent des phénomènes climatiques d'ampleur grandissante en font un écosystème fragile. Il présente de nombreuses espèces végétales et animales inscrites dans la Liste rouge des espèces menacées en France comme l'Alysson des sables, l'euphorbe péplis ou le pélobate cultripède.

La principale menace directe qui pèse sur les écosystèmes sableux d'Aquitaine est l'urbanisation de la côte qui participe à la destruction du milieu naturel et à la réduction de la surface de ces espaces.

L'urbanisation de l'arrière-pays est également dommageable de façon indirecte. En effet, le recul du trait de côte implique une translation des espaces naturels littoraux vers l'intérieur des terres qui n'est plus possible lorsque ces territoires sont urbanisés. Les espaces littoraux régressent alors en surface. La réduction de ces écosystèmes affecte leur fonctionnement et leur résilience face aux tempêtes<sup>50</sup>. Or dans le contexte des changements climatiques, la fréquence et l'intensité des tempêtes et événements climatiques risque de s'accroître et le niveau de la mer monter ce qui amplifie ces menaces<sup>51</sup>.

Par ailleurs, le tourisme peut contribuer à la dégradation de ces écosystèmes par le piétinement, la construction d'équipements touristiques mais aussi le développement de voies de circulation pour permettre l'accès aux plages...

Parmi les impacts indirects, l'extraction de granulats au large peut impacter la dynamique des écosystèmes côtiers sableux et déséquilibrer le budget sédimentaire. Ceux-ci sont principalement localisés au niveau de l'embouchure de l'estuaire de la Gironde. Les impacts ne sont pas aujourd'hui bien connus et des études supplémentaires seraient nécessaires afin de mieux appréhender les conséquences de ces prélèvements.

---

<sup>49</sup> Idier D., Castelle B., Charles E., Mallet C., 2013.

<sup>50</sup> Loïc Gouguet/Christophe Rollier, ONF, 2015. Communication personnelle ; EuroSION, 2004a.

<sup>51</sup> Conservatoire du littoral, 2012 ; EuroSION, 2004a.



---

### Partie 3 - Le rôle des écosystèmes côtiers sableux en Aquitaine

---

Enfin, comme mentionné précédemment, les ouvrages de protection tendent à amplifier les phénomènes d'érosion côtière aux abords directs des espaces protégés par l'ouvrage, ce qui se traduit par une dégradation des écosystèmes côtiers sableux. En Aquitaine, ces amplifications se vérifient sur des zones comme Lacanau-Océan par exemple où la présence d'ouvrages protégeant la ville conduit à une érosion plus prononcée sur les parties non protégées de part et d'autre de cette infrastructure, confirmée par des projections aux horizons 2020 et 2040<sup>52</sup>.

Les différentes pressions qui affectent cet écosystème sont susceptibles de dégrader sa capacité à réguler l'évolution du trait de côte ainsi que celle à offrir d'autres services écosystémiques. En effet, un écosystème en bonne santé est un écosystème résilient qui permet un retour rapide à un état fonctionnel face aux différents changements qui l'affectent comme l'érosion et les tempêtes par exemple. La résilience dépend de deux facteurs clés : les sédiments et l'espace disponible pour les processus côtiers<sup>53</sup>. La résilience de l'écosystème sableux face à l'érosion s'exprime par exemple lorsqu'à la suite d'une tempête, la plage érodée par la mer est réalimentée par le sable disponible des dunes. La plage peut alors se reconstituer. Or, on observe aujourd'hui plutôt des déficits chroniques de sédiments et des limites imposées à l'espace nécessaire aux écosystèmes côtiers sableux pour faire face au retrait naturel des systèmes sédimentaires et à la redistribution des sédiments par suite de ce retrait.

Afin de préserver le fonctionnement des écosystèmes côtiers sableux et leur rôle dans l'atténuation de l'érosion côtière, il est primordial de gérer durablement ces zones et de favoriser la conservation d'habitats naturels dynamiques<sup>54</sup> et résilients face à l'érosion.

---

<sup>52</sup> GIP Littoral Aquitain / SOGREAH, 2011.

<sup>53</sup> EuroSION, 2004a.

<sup>54</sup> Ibid.



### **Partie 3 - Le rôle des écosystèmes côtiers sableux en Aquitaine**



## Partie 4

# Évaluation du service de régulation de l'évolution du trait de côte en Aquitaine

Afin de contribuer à l'aide à la décision des acteurs du territoire, cette partie présente des éléments d'évaluation économique.



Afin de contribuer à l'aide à la décision des acteurs du territoire, cette partie présente des éléments d'évaluation économique du service de régulation de l'évolution du trait de côte en Aquitaine.

Des études d'évaluation économique du service de régulation de l'évolution du trait de côte ont été menées dans divers contextes (aux États-Unis, en Asie, dans les Collectivités françaises d'outre-mer, aux Philippines, en Indonésie, dans les Caraïbes...) et ont mis en valeur le rôle des écosystèmes sableux<sup>55</sup>, des zones humides côtières<sup>56</sup>, des récifs composés de coquillages (*oyster reefs*)<sup>57</sup>, des herbiers<sup>58</sup>, des mangroves<sup>59</sup> et des récifs coralliens.

Les études menées par l'IFRECOR (Initiative française pour les récifs coralliens) ont, par exemple, permis de produire des données sur ce service et ces écosystèmes en Nouvelle-Calédonie, à Saint-Martin, à Mayotte, à la Guadeloupe, à la Réunion et en Martinique<sup>60</sup>. En Europe continentale, le service de régulation de l'évolution du trait de côte lié aux écosystèmes côtiers sableux a cependant été peu évalué. Il sera donc intéressant d'apporter des premiers éléments pour faire progresser la connaissance sur ce sujet.

L'évaluation proposée consiste à évaluer la contribution des écosystèmes au ralentissement du recul du trait de côte. Ceci suppose d'être en mesure de quantifier le ralentissement du recul du trait de côte dû à la présence des écosystèmes. Or s'il est possible de mesurer l'évolution du recul du trait de côte, la contribution des écosystèmes à son maintien n'est pas facilement observable. Elle pourrait être estimée *via* des modèles géologiques ou hydrographiques, non disponibles dans le cas de l'Aquitaine. Cette évaluation économique du service écosystémique peut néanmoins être approchée par la méthode des coûts de remplacements, appliquée ici dans le cadre de notre étude. Cette méthode des coûts de remplacement consiste à évaluer les coûts qui seraient engagés en remplacement du rôle des milieux naturels. L'évaluation économique du service écosystémique consistera donc en une comparaison des coûts liés à la gestion des écosystèmes à ceux liés à la mise en place et à l'entretien des ouvrages de protection.

**Il faut cependant préciser que cette comparaison est simplificatrice car le fonctionnement de l'écosystème ne peut être « remplacé » à l'identique par des ouvrages de protection. De plus, ces deux scénarios répondent à des échelles de temps et d'espaces différentes.**

Dans un premier temps, le service de régulation de l'évolution du trait de côte sera décomposé puis les différents ouvrages mis en place dans la gestion du trait de côte seront présentés et enfin la méthode d'évaluation économique du service écosystémique sera explorée avec les données existantes.

---

<sup>55</sup> Pompe J.J. and Rinehart J.R., 1999.

<sup>56</sup> Costanza R. et coll., 2008. Feagin et al., 2010.

<sup>57</sup> Grabowski J.H. et coll., 2012.

<sup>58</sup> Costanza R. et coll., 1997.

<sup>59</sup> Sathirathai, S., and Barbier E.B., 2001.

<sup>60</sup> Pascal N., 2010. Failler P, Pêtre E., Maréchal J-P., 2010.

## CARACTÉRISATION DU SERVICE DE RÉGULATION DE L'ÉVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE

**Plusieurs éléments de l'écosystème sableux jouent un rôle dans la régulation du recul du trait de côte vers l'intérieur des terres : les barres sableuses (pré-littorales et intertidales) et le cordon dunaire composé de la plage, des dunes et de la forêt dunaire de protection.**

En Aquitaine, ces écosystèmes font l'objet d'importants travaux de gestion notamment assurés par l'ONF sur les dunes domaniales et publiques<sup>61</sup>. En effet, l'ONF met en place des travaux de contrôle souple qui consistent à freiner la vitesse du vent avec des brise-vent mécaniques, des couvertures de branchages, ou encore des plantations d'oyats. Ceci permet de piéger le sable au plus près de sa source et de créer des conditions favorables au développement de la végétation<sup>62</sup>. Cette végétation permettra ensuite la constitution de la dune.

L'évaluation du service de régulation de l'évolution du trait de côte évalué sera donc la résultante non seulement du fonctionnement de l'écosystème mais aussi de la gestion mise en place par l'ONF.

Il n'est pas possible de distinguer les avantages résultant du fonctionnement autonome des écosystèmes côtiers sableux de ceux résultant de l'effort de gestion permettant leur maintien.

La contribution des écosystèmes côtiers sableux au phénomène d'érosion<sup>63</sup> côtière, se décompose en trois rôles principaux qui agissent de manière plus ou moins directe :

- I. **La stabilisation du substrat** : les parties aériennes des végétaux provoquent le dépôt du sable transporté par le vent. Ce sable est ensuite stocké au niveau des dunes émergées et de la forêt dunaire de protection. Il est maintenu grâce aux racines des espèces végétales présentes sur les dunes et au sein des forêts dunaires. L'Oyat, ainsi que l'Euphorbe, le Panicaut et le Liseron se développent ainsi dans la zone de transit et d'accumulation du sable<sup>64</sup> des dunes.  
La partie disponible de ce sable peut être mobilisée après les tempêtes et permettre la réalimentation de la plage. Ceci permet ainsi le maintien d'une partie du sédiment au plus près de la plage<sup>65</sup> et peut également alimenter les barres sableuses.
- II. **L'atténuation de l'énergie de la houle** : les différentes barres sableuses au large et au niveau intertidal dissipent l'énergie des vagues qui viennent déferler sur la côte<sup>66</sup> grâce à leur relief. De plus, les dunes aériennes amortissent l'action érosive des vagues et servent de zone tampon lors des tempêtes. Comme vu précédemment, ces différents éléments (barres sableuses, plage et dunes) sont interdépendants car des échanges sédimentaires s'effectuent en leur sein. Ils appartiennent à une même cellule sédimentaire.

---

<sup>61</sup> GIP Littoral Aquitain, 2015a.

<sup>62</sup> Gouguet L., Roche A., 2014.

<sup>63</sup> Ibid.

<sup>64</sup> ONF, 2012.

<sup>65</sup> Le Treut H. (coord.), 2013.

<sup>66</sup> GIP Littoral Aquitain, 2012.

## Partie 4 - Évaluation du service de régulation de l'évolution du trait de côte en Aquitaine

En constituant des obstacles aux vagues, ces barres sableuses permettent de réduire la force de ces dernières et donc d'éviter une emprise de la mer sur le sable trop importante.

- III. **L'atténuation de l'énergie éolienne** : la dune et la forêt agissent comme une surface molle qui absorbe une grande quantité d'énergie<sup>67</sup>. La végétation des dunes et des forêts joue également un rôle de brise-vent naturel. Ils réduisent donc l'énergie du vent et par conséquent l'érosion éolienne.

**Le service de régulation de l'évolution du trait de côte fourni par les écosystèmes côtiers sableux repose donc sur les phénomènes suivants :**

- stabilisation du substrat ;
- atténuation de l'énergie de la houle ;
- atténuation de l'énergie éolienne.

Les différentes composantes de l'écosystème apportent des contributions majoritaires à ces trois phénomènes (tableau 1).

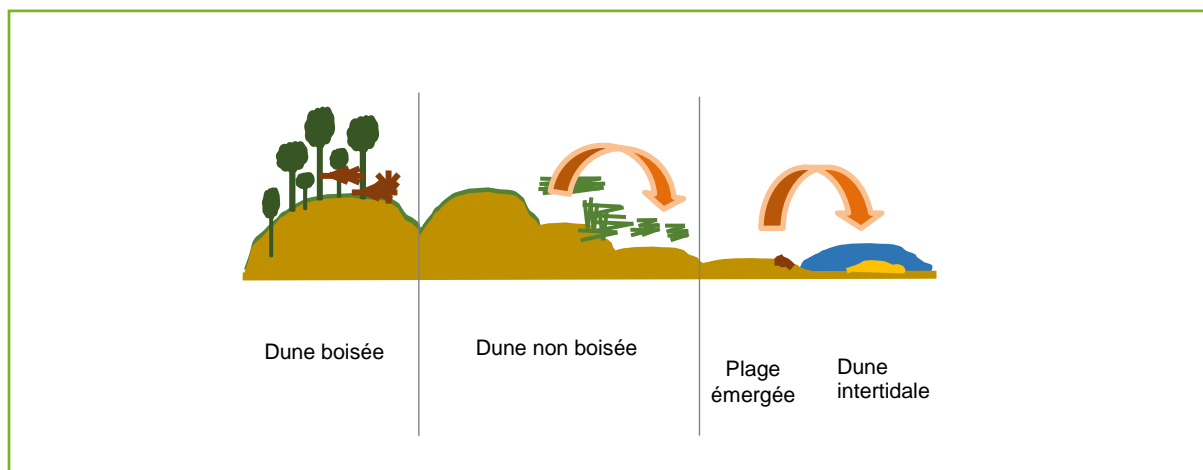
**Tableau 1 - Contributions des différentes composantes de l'écosystème à la régulation de l'évolution du trait de côte**

	Protection contre l'érosion côtière au niveau local	Stabilisation du substrat	Atténuation de l'énergie de la houle	Atténuation de l'énergie éolienne
Barres sableuses	X	X	X	
Plage		X		
Dunes		X	X	X
Forêt dunaire de protection		X		X

Les processus en jeu après une tempête sont représentés sur la figure 6.

<sup>67</sup> Ley de la Vega C. et al., 2012.

Figure 7 - Schéma de l'écosystème sableux et des échanges sédimentaires après tempête



Source : UICN France, en cours de rédaction. La Liste rouge des écosystèmes en France - Chapitre écosystèmes côtiers méditerranéens de France métropolitaine.

Ces trois rôles joués par l'écosystème sableux dans la régulation de l'évolution du trait de côte sont connus mais de manière plutôt empirique<sup>68</sup>. Il manque aujourd'hui des données scientifiques de quantification de cette contribution mais aussi des modèles descriptifs de ces phénomènes. Des études sont nécessaires pour mieux appréhender le fonctionnement de cet écosystème et améliorer les connaissances sur les flux de sédiments entre les différentes composantes de l'écosystème (évaluation sur le terrain et modélisation) avec notamment la compréhension de la contribution différentielle de la forêt par rapport aux dunes vis-à-vis du rôle de stabilisation du substrat.

Le rôle que l'écosystème sableux joue dans la régulation de l'évolution du trait de côte varie en intensité selon l'état de l'écosystème et l'intensité des phénomènes érosifs. Par exemple, une dune fortement piétinée peut voir sa végétation stabilisatrice disparaître et par conséquent le rôle de stabilisation du substrat de cette végétation sera fortement affecté<sup>69</sup>.

Les connaissances sur ces liens entre l'état de l'écosystème et l'intensité du service écosystémique sont aujourd'hui limitées. De plus, la gestion menée par l'ONF répond aux situations locales, très différentes les unes des autres et au besoin d'organiser le recul du trait de côte. Cette gestion est plutôt réactive et ne répond pas à un cahier des charges générique applicable à toutes les situations<sup>70</sup>. À l'heure actuelle aucune quantification du lien entre la gestion mise en œuvre et son impact sur l'atténuation de l'érosion n'a été réalisée.

Au-delà des espaces gérés, il existe, sur le littoral aquitain, moins de 2 km de dunes en libre évolution (non gérées), principalement sur la zone militaire de Trencat. Ces espaces ne font pas l'objet d'études particulières si ce n'est un suivi grâce à des photos aériennes. Il n'est pas possible de tirer des conclusions sur l'évolution de ces espaces uniquement grâce à ce suivi.

<sup>68</sup> Loïc Gouguet/Christophe Rollier, ONF, 2015. Communication personnelle.

<sup>69</sup> Clus-Auby, 2003.

<sup>70</sup> Gouguet L., communication personnelle.

Ce service bénéficie à la fois aux habitants des villes côtières mais également aux touristes qui peuvent profiter d'un milieu naturel préservé et d'installations touristiques protégées. Du côté des activités économiques, les ports et industries du tourisme profitent également de ce service. Les structures qui supportent les coûts liés à ce service sont l'ONF (mission confiée par le ministère de l'Agriculture) et les communes concernées.

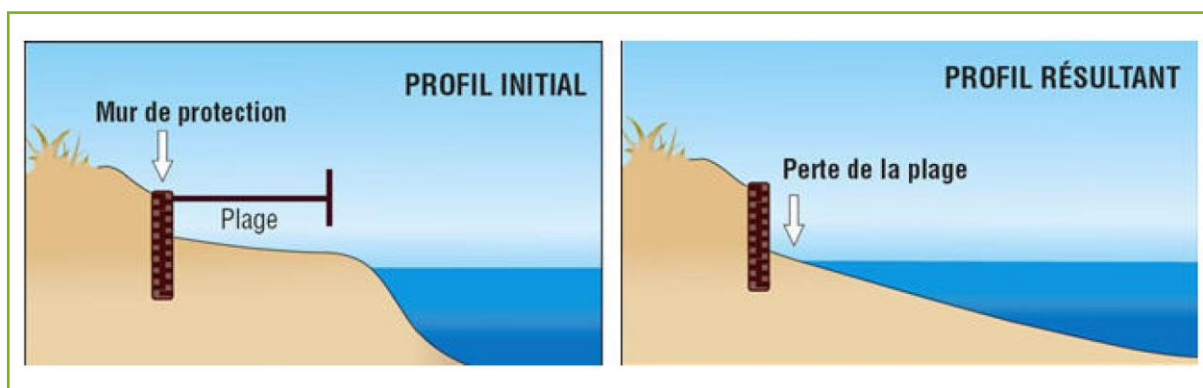
### LES PRINCIPAUX AMÉNAGEMENTS ET OUVRAGES DE PROTECTION

Plusieurs ouvrages et aménagements sont décrits ci-dessous et permettent de montrer les différentes options d'aménagement qui peuvent être mises en place lorsque l'on décide d'utiliser la protection en dur pour réduire l'érosion du trait de côte. Les coûts sont illustrés grâce à une étude menée à Lacanau qui a évalué différentes options de protection du trait de côte.

**Les ouvrages longitudinaux** (perrés, enrochements...) sont disposés le long du trait de côte pour contrer l'érosion côtière. Ils agissent comme une barrière de protection face à la houle et sont souvent utilisés en dispositif de protection d'urgence suite à une tempête.

Ces ouvrages sont cependant inefficaces lorsque l'érosion est due à un transport de sédiments parallèle au rivage.

Figure 8 - Schéma de l'impact d'un ouvrage longitudinal sur la plage



Source : Balouin Y. et coll., 2012.

La limite principale de ces ouvrages réside dans la réflexion de la houle par ces murs de protection, qui amplifie l'érosion en pied d'ouvrage<sup>71</sup> et entraîne une disparition progressive de la plage par abaissement des fonds et donc une déstabilisation progressive de l'ouvrage. Par ailleurs, on observe un accroissement de l'érosion de part et d'autre de l'ouvrage<sup>72</sup> dû à la diffraction ou au contournement des vagues.

De plus, ces aménagements ont comme inconvénient de couper les échanges sédimentaires naturels entre la dune et la plage.

<sup>71</sup> Balouin Y et coll., 2012.

<sup>72</sup> Gouguet L., Roche A., 2014.



Côté biodiversité, la modification de ces échanges plage/dune par la structure mise en place va entraîner une disparition des habitats et des espèces animales et végétales inféodées à la plage. De plus, l'apport et la mise en place de matériaux (terre, remblais...) risque de se doubler d'un apport d'espèces rudérales indésirables ou d'espèces ubiquistes au détriment des endémiques des milieux dunaires<sup>73</sup>.

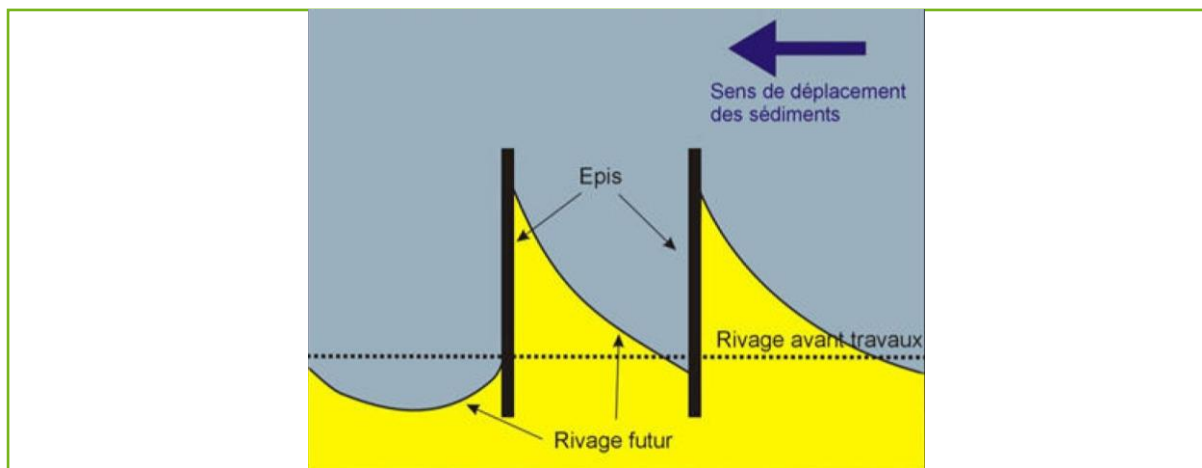
La mise en place de protections en enrochements estimées nécessaires à Lacanau pour protéger les 700 mètres linéaires de front de mer s'élève<sup>74</sup> à 11 500 €/ml. Ceci représente un investissement de 8 millions d'euros pour la construction de l'ouvrage.

**Les ouvrages transversaux** de type épis (en enrochements ou en géotextile), positionnés perpendiculairement au trait de côte, ont pour objectif d'interrompre le transit sédimentaire littoral.

Ce type d'ouvrage est cependant inefficace si l'évolution est dominée par du transport sédimentaire dans le profil (de la côte vers le large)<sup>75</sup>. Ils permettent un élargissement de la plage en amont de l'ouvrage au détriment de la zone aval où l'érosion est accrue.

La mise en place d'épis longs estimés nécessaires à Lacanau pour protéger les 700 mètres linéaires de front de mer s'élève<sup>76</sup> à 4 500 €/ml. Ceci représente un investissement de 5 millions d'euros pour la construction de l'ouvrage.

Figure 9 - Schéma de l'impact d'un épi sur la plage



Source : d'après Balouin et coll., 2012.

<sup>73</sup> Ibid.

<sup>74</sup> GIP Littoral Aquitain, 2015b.

<sup>75</sup> Balouin Y. et coll., 2012.

<sup>76</sup> GIP Littoral Aquitain, 2015b.

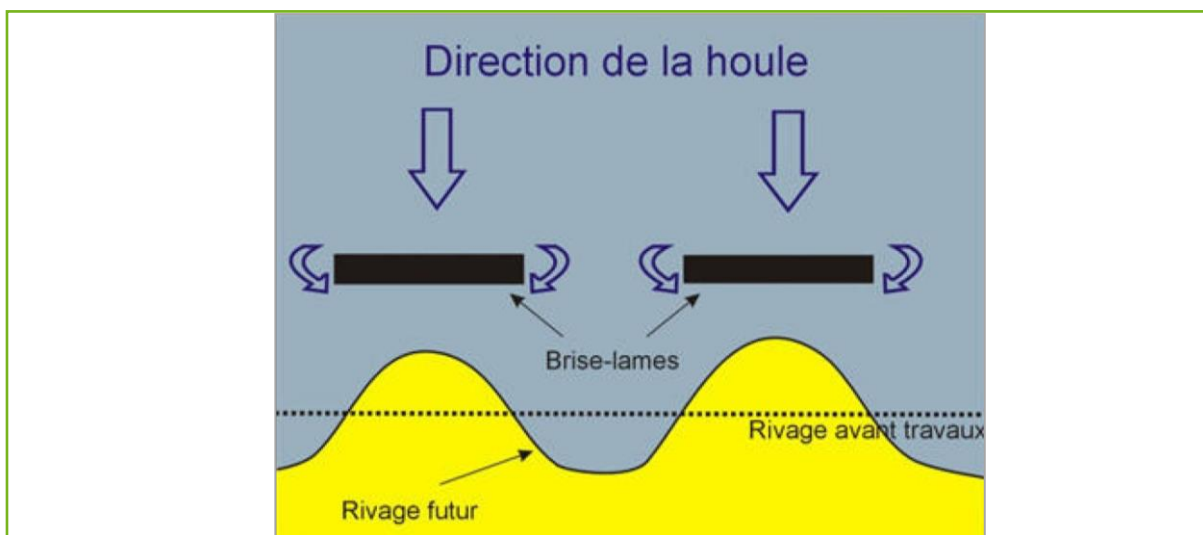
**Les structures en géotextiles** sont constituées de tubes en polyester remplis de sable par injection hydraulique. Ce matériau est utilisé pour la réalisation d'ouvrages longitudinaux ou transversaux. Ces installations sont relativement fragiles et peuvent être percées par des débris. Ce type d'ouvrage entraîne les mêmes inconvénients que les ouvrages en enrochements (érosion en aval et sur les zones adjacentes).

La mise en place de boudins géotextiles (longitudinaux) estimés nécessaires à Lacanau pour protéger les 700 mètres linéaires de front de mer s'élève<sup>77</sup> à 10 000 €/ml. Ceci représente un investissement de 7 millions d'euros pour la construction de l'ouvrage.

Les ouvrages transversaux ou longitudinaux ne sont pas définitifs : ils nécessitent des entretiens réguliers assez onéreux.

**Les brise-lames** sont installés en mer parallèlement au trait de côte pour amortir l'énergie de la houle et limiter le transport sédimentaire dans le profil. Ils sont adaptés aux secteurs où le transit parallèle à la plage n'est pas prédominant. Ils peuvent présenter un impact paysager très fort lorsque leurs dimensions sont importantes (cas des côtes de l'Aquitaine où le marnage est important).

Figure 10 - Schéma de l'impact d'un brise-lames sur la plage



Source : d'après Balouin Y. et coll., 2012.

L'engraissement obtenu est localisé derrière l'ouvrage, souvent au détriment des zones adjacentes où le trait de côte recule. Les effets d'un brise-lames vont dépendre de la longueur de l'ouvrage, de sa distance à la côte et de sa côte d'arasement.

<sup>77</sup> GIP Littoral Aquitain, 2015b.

La mise en place de brise-lames estimés nécessaires à Lacanau pour protéger les 700 mètres linéaires de front de mer s'élève<sup>78</sup> à 79 000 €/ml. Ceci représente un investissement de 55 millions € pour la construction de l'ouvrage.

**Les récifs artificiels** sont des structures métalliques, en béton ou en géotextile, qui sont immergées dans des profondeurs relativement faibles permettant de limiter le déferlement de la houle et donc une dissipation de l'énergie de cette houle qui va atténuer les impacts sur la côte. Ce rôle d'atténuation des houles peut également induire des phénomènes de réfraction, concentrant l'énergie sur certains secteurs du littoral. Les retours d'expérience sur ces systèmes restent très faibles.

**Les rechargements en sable** (apport de sable provenant de l'extérieur de la cellule sédimentaire) des plages et avant-plages compensent de manière artificielle le déficit sédimentaire du littoral dû à l'érosion naturelle ou exacerbée par la présence d'ouvrages de protection. Le rechargement n'a pas pour but de stopper le phénomène d'érosion mais il permet de le limiter et d'agir sur ses effets<sup>79</sup>. Les techniques de rechargement de plage et d'avant-plage sont distinctes<sup>80</sup> :

- le rechargement de plage permet d'augmenter la surface de la plage émergée. L'efficacité de l'opération est optimisée par la mise en place d'un sédiment d'emprunt identique ou légèrement plus grossier que le sédiment naturel ;
- le rechargement d'avant-plage consiste à alimenter en sable la zone des petits fonds au droit<sup>81</sup> des barres littorales.

Ce sont les caractéristiques du site (type de sédiment, volume nécessaire, morphologie sous-marine, hydrodynamisme, fréquentation...) qui vont jouer un rôle important dans le choix de la technique<sup>82</sup>.

Le ré-ensablement n'est pas efficace seul (sans épis ou brise-lames) dans des conditions de houle importante<sup>83</sup>. Son utilisation est conditionnée à la disponibilité de la ressource exploitable qui se fait de plus en plus rare<sup>84</sup>. Ainsi, une des grandes difficultés est de trouver un site d'emprunt peu éloigné du lieu de rechargement pour limiter les coûts de transport. Le transport du sable peut se faire par voie terrestre (camions) ou maritime (dragues) voire hydraulique selon que le gisement source et que le dépôt sont à terre ou en mer.

De plus, le rechargement n'est pas efficace si les plages sableuses sont soumises à un transit littoral trop important (le rechargement est dans ce cas diffusé très rapidement et le sable emporté)<sup>85</sup> sauf dans des cas bien précis qui utilisent cette dérive littorale pour répartir un volume de sable disposé en amont de la dérive. Il implique de nombreuses études préalables, un

---

<sup>78</sup> GIP Littoral Aquitain, 2015b.

<sup>79</sup> Ministère en charge de l'Écologie, 2009.

<sup>80</sup> DREAL Languedoc-Roussillon, 2011.

<sup>81</sup> Au même niveau.

<sup>82</sup> De la Torre Y. et coll., 2014.

<sup>83</sup> GIP Littoral Aquitain, 2015b.

<sup>84</sup> Gougnet L., 2015. Communication personnelle.

<sup>85</sup> Le Treut H. (coord.), 2013.

## Partie 4 - Évaluation du service de régulation de l'évolution du trait de côte en Aquitaine

entretien régulier qui peut être coûteux et des impacts sur la faune et la flore possibles selon les modalités de prélèvement et de dépôt<sup>86</sup>. Il faut également veiller à ce que le prélèvement de sable n'impacte pas l'alimentation d'une cellule sédimentaire liée à la zone d'emprunt de sédiment.

Le rechargement en sable estimé nécessaire à Lacanau pour protéger 1,2 km de front de mer s'élève<sup>87</sup>, pour une année, à 250 000 € pour 72 000 m<sup>3</sup> soit un coût de 8 900 €/m<sup>3</sup> pour une période de 25 ans (rechargement annuel de 60 m<sup>3</sup>/ml). Ceci représente un investissement de 6,2 millions d'euros à l'horizon 2040.

**Tableau 2 - Récapitulatif des principaux rôles, au niveau local, des ouvrages décrits ci-dessus par rapport aux phénomènes érosifs**

Type de structure	Protection contre l'érosion côtière au niveau local (au droit de l'ouvrage)	Atténuation de l'énergie de la houle	Stabilisation du substrat	Atténuation de l'énergie éolienne
Ouvrages longitudinaux (enrochements)	X			
Épis	X		X	
Brise-lames	X	X	X	
Récifs artificiels	X	X		
Rechargement en sable	X	X	X	

Au-delà de ces rôles qui permettent de réduire le recul du trait de côte en Aquitaine, il est important de noter que ces ouvrages ont, pour la plupart, un impact négatif sur l'érosion de part et d'autre de leurs limites et qu'ils peuvent également modifier la dynamique sédimentaire en constituant un obstacle aux échanges de sable.

<sup>86</sup> Atlantic States marine Fisheries Commission/Karen Greene, 2002.

<sup>87</sup> GIP Littoral Aquitain, 2015b.

### DES ÉLÉMENTS D'ÉVALUATION ÉCONOMIQUE

L'utilisation de la méthode des coûts de remplacement consiste à comparer les coûts liés à la gestion et au maintien du milieu naturel à ceux qui seraient nécessaires à mettre en œuvre pour compenser la perte du milieu naturel avec la mise en place d'un aménagement ou d'un ouvrage qui jouerait un rôle comparable. Il n'y a pas d'équivalence stricte comme vu précédemment.

Dans le cadre de notre étude, nous avons distingué trois rôles qui contribuent à la régulation de l'évolution du trait de côte :

- l'atténuation de l'énergie de la houle, rôle qui peut être rempli par l'écosystème sableux ou par la mise en place de brise-lames, de rechargement de plage ou de récifs artificiels ;
- la stabilisation du substrat, rôle qui peut être rempli par l'écosystème sableux ou grâce au rechargement en sable ou par la mise en place d'épis ou de brise-lames ;
- l'atténuation de l'érosion éolienne, à laquelle aucun ouvrage ne peut répondre directement, et qui est donc uniquement retirée grâce à la présence de l'écosystème sableux.

#### Les hypothèses

Il n'existe pas de données permettant d'estimer quantitativement le rôle joué par l'écosystème sableux dans la régulation de l'évolution du trait de côte. Il serait donc trop approximatif de vouloir estimer la surface d'un ouvrage de protection « équivalent » à cet écosystème.

Sur les trois rôles précédemment décrits, seuls ceux d'atténuation de l'énergie de la houle et de stabilisation du substrat pourraient être remplis par des ouvrages et des aménagements (rechargement).

Pour ces deux rôles, l'objectif est d'approcher, dans la mesure des connaissances existantes, une dimension de l'ouvrage pertinente par rapport au rôle joué par l'écosystème :

- Les barres sableuses et les dunes émergées vont amortir l'énergie de la houle et réduire son impact sur l'arrachement de sable. Nous n'avons pas d'estimation quantitative de la quantité d'énergie amortie par les barres sableuses et la dune.
- En première approximation, nous estimerons donc que ces écosystèmes et un récif artificiel standard ou un brise-lames ont la même contribution (au moins localement) à la réduction de l'énergie de la houle par mètre linéaire.
- L'estimation de la quantité de sable stockée par l'écosystème sableux et mobilisable pour réalimenter la plage est complexe. Elle dépend de la forme de la dune, de la plage, de la granulométrie du sable...
- À titre d'indication, nous pouvons citer les exemples suivants qui présentent des données disparates concernant des quantités de sable rechargées ou érodées sur différents territoires :

- À Chatelaillon (17), la reconstitution d'une plage (solarium) a été faite en apportant environ 277 m<sup>3</sup>/ml de sable<sup>88</sup> en rechargement ;
- En Bretagne, entre 5 et 12 m<sup>3</sup>/ml de sable ont été arrachés lors d'une tempête<sup>89</sup> ;
- Sur 2 km de la plage de la zone du Truc Vert en Gironde (33), il a été constaté en 4 mois, durant l'hiver 2013/2014 une érosion de 90 m<sup>3</sup>/ml de dune et 90 m<sup>3</sup>/ml de plage. La plage a ensuite repris 120 m<sup>3</sup>/ml en 20 mois, tandis que la dune n'avait pas encore réellement repris de sable<sup>90</sup>.

Attention, ces chiffres sont assez variables d'un cas à l'autre et représentent des situations différentes.

Il est donc compliqué aujourd'hui de pouvoir quantifier le sable retenu par les écosystèmes sableux et qui pourra réalimenter la plage par la suite. Néanmoins, puisque nous étudions le cas du littoral sableux aquitain, il est judicieux de se baser sur les données existantes en Aquitaine. Les données sur le rechargement envisagé dans l'étude effectuée sur Lacanau pourront être mises en avant.

### Les données en Aquitaine

Concernant la gestion de l'écosystème, nous disposons des données concernant les cordons dunaires domaniaux gérés par l'ONF. Celui-ci comptabilise les coûts liés aux études effectuées et à l'entretien de ces espaces.

La gestion des dunes répond à différents objectifs dont ceux liés à l'érosion côtière. Les chiffres considérés pour l'évaluation du service de régulation de l'évolution du trait de côte sont donc supérieurs à ceux réellement attribués à cette thématique mais il est difficile de pouvoir distinguer des coûts spécifiques à cet enjeu.

Les données concernant les ouvrages permettent de donner des ordres de grandeur des différentes hypothèses envisagées. Cependant, elles varient grandement en fonction du contexte et de la situation locale. Ainsi, les données correspondant à l'étude de Lacanau (citées précédemment) sont souvent bien supérieures aux valeurs moyennes citées. Les valeurs sont dépendantes des enjeux à protéger et des phénomènes météo-marins (notamment la houle), particuliers à chaque site.

Les chiffres issus de l'étude du CETMEF<sup>91</sup> permettent de fournir un coût moyen actualisé. Ils sont caractérisés par niveau de marée et correspondent ici aux données pour les marées moyennes supérieures à 6 m concernant notamment les départements Gironde, Landes et Pyrénées-Atlantiques.

---

<sup>88</sup> MEEDDM, 2010.

<sup>89</sup> Suanez S., Cabriole J.-M., 2010.

<sup>90</sup> Castelle, B., Bujan, S., Ferreira, S., 2016.

<sup>91</sup> CETMEF, 2002.

**Tableau 3 - Récapitulatif des coûts pour différents ouvrages et aménagements et la gestion de l'écosystème**

Type de structure	Coûts moyens de mise en place au mètre linéaire d'ouvrage et coûts liés aux études d'ingénierie	Coûts d'entretien et de maintenance annuel moyen	Commentaires
<b>Rechargement en sable</b>	On considère plutôt un coût d'entretien car il faut recharger régulièrement dans la plupart des cas.	Coût moyen actualisé de <b>540 €/ml/an</b>	On se base sur un rechargement envisagé de l'ordre de 60 m <sup>3</sup> /ml <sup>92</sup> avec un coût moyen actualisé qui oscille autour de 9 €/m <sup>3</sup> de sable déplacé (variations entre 2 et 15 €/m <sup>3</sup> ) <sup>93</sup>
<b>Brise-lames</b>	Environ <b>4 000 €</b> pour un brise-lame émergé et <b>6 200 €</b> pour un semi-immersé <sup>94</sup>	3 à 5 % du prix de l'installation par an <sup>95</sup>	DM pour les études
<b>Ouvrages longitudinaux (enrochements)</b>	Coût actualisé compris <b>entre 650 et 2 700 €</b> <sup>96</sup> selon la taille des enrochements (300 à 3 500 kg)	On considère en général que l'entretien représente 1/30 <sup>e</sup> du coût initial de l'ouvrage par an <sup>97</sup>	DM pour les études
<b>Récifs artificiels</b>	<b>1 300 €</b> <sup>98</sup>		DM pour les études
<b>Dune gérée</b>	Non applicable en Aquitaine car on part toujours d'une dune existante	<b>5,4 €/ml/an</b> <sup>99</sup> dont <b>1,5 €/ml/an</b> pour les études, la surveillance et les suivis	Données calculées à partir des travaux d'entretien courant menés par l'ONF moyenne sur 171 km de dunes.

Pour les ouvrages de protection, les données concernant le coût des études et de l'entretien ne sont que très peu disponibles (mention DM pour données manquantes).

Il est à noter que le service rendu par les écosystèmes côtiers sableux s'étend sur des emprises spatiales plus larges que dans le cas d'ouvrages d'ingénierie, très localisés. À une échelle très locale, le rôle joué par les écosystèmes peut ne pas être perçu et il est important de considérer un territoire plus étendu.

<sup>92</sup> GIP Littoral Aquitain, 2015b.

<sup>93</sup> CETMEF, 2002.

<sup>94</sup> BCEOM, 2004.

<sup>95</sup> Ibid.

<sup>96</sup> CETMEF, 2002.

<sup>97</sup> Gueguen A., 2015. Communication personnelle.

<sup>98</sup> BCEOM, 2004.

<sup>99</sup> ONF, 2014.

## Partie 4 - Évaluation du service de régulation de l'évolution du trait de côte en Aquitaine

---

À titre d'exemple, une comparaison des coûts de rechargement en sable à ceux de gestion des écosystèmes dunaires conduit, sur la base des chiffres proposés, à constater une différence d'un facteur 100 (540 € par an et par mètre linéaire pour le rechargement contre 5,4 € par an et par mètre linéaire pour la gestion des écosystèmes dunaires). Ce rapport de 1 à 100 suppose de l'effet de rechargement moyen lié à la présence de forêt et de végétation dunaire soit équivalent au volume considéré pour l'action de rechargement en sable, à savoir ici 60 m<sup>3</sup> par mètre linéaire et par an. Cette donnée biophysique (la quantité de sable retenu par un écosystème dunaire) n'est actuellement pas disponible mais mériterait d'être évaluée pour comparer plus directement le rapport coût efficacité des deux solutions. Par ailleurs, cette comparaison devrait aussi prendre en compte et quantifier les autres services rendus par un écosystème dunaire en bon état écologique.



## Partie 5

# Discussion des résultats et perspectives

Cette partie discute des limites des résultats obtenus et met en avant les besoins de données et de connaissances pour être en mesure de proposer des valeurs plus précises pour la décision.

### LIMITES ET MANQUES DE DONNÉES POUR L'ÉVALUATION ÉCONOMIQUE

#### **L'évaluation économique des services écosystémiques, le reflet d'une partie de la valeur des écosystèmes**

Le concept de service écosystémique correspond à une vision anthropocentrée de la nature axée sur les bénéfices apportés par les écosystèmes au bien-être humain. Il offre l'avantage de communiquer autrement et de compléter l'argumentaire sur la protection des écosystèmes, en visant un public peu ou pas sensibilisé à la protection de la biodiversité. Ce concept permet également de faciliter la prise en compte de la biodiversité dans les décisions politiques et les choix d'aménagement.

Les services écosystémiques peuvent être évalués de différentes façons, de manière biophysique ou économique, qualitative ou quantitative. Chaque type d'évaluation répond à un besoin et à un enjeu identifiés, l'objectif étant de mieux prendre en compte les services retirés du bon fonctionnement des écosystèmes et donc la préservation de ceux-ci dans les projets et les décisions.

Dans les travaux d'évaluation des services, un enjeu méthodologique et de connaissance important concerne l'intégration de l'état des écosystèmes dans l'analyse. En effet, la dégradation actuelle ou future des écosystèmes étudiés n'est pas prise en compte dans ces études et n'a pu être intégrée ici.

Parmi les différents types d'évaluation, l'évaluation économique des services écosystémiques a fait l'objet de nombreux travaux internationaux et nationaux (rapport TEEB, rapport de la commission Chevassus-au-Louis,...) et continue de prendre de l'ampleur en France, notamment avec le programme EFESE. L'évaluation économique des services écosystémiques peut être un moyen pertinent et efficace pour dialoguer avec les acteurs économiques et les décideurs et revaloriser la biodiversité dans leurs prises de décision, face aux enjeux économiques. Elle permet également de rendre plus explicites les arbitrages auxquels la société doit faire face<sup>100</sup>. L'évaluation économique des services retirés des écosystèmes n'implique pas de leur attribuer un prix mais de leur reconnaître une valeur, possiblement non marchande, gage de notre volonté de consacrer des efforts et des ressources à la préservation du bon fonctionnement des écosystèmes naturels.

Tout en développant la réflexion concernant l'évaluation économique, il convient donc de reconnaître que celle-ci ne définit qu'une dimension de la valeur des écosystèmes<sup>101</sup>. Certains services sont difficilement quantifiables économiquement comme ceux liés au paysage par exemple. De plus, la temporalité est à mieux prendre en compte en intégrant les coûts sur le long terme (entretien, réparation, paramètres d'actualisation des coûts...).

#### **Une contribution de l'écosystème par rapport à l'érosion du trait de côte à mieux connaître**

L'évaluation économique des services écosystémiques repose sur une connaissance très fine du fonctionnement des écosystèmes et une quantification des bénéfices issus de ce fonctionnement. Ces deux prérequis étant peu documentés dans le cas de la contribution des écosystèmes

---

<sup>100</sup> Puydarrieux P., Devaux J., 2013.

<sup>101</sup> Guiral C., 2013.

sableux à la régulation de l'évolution du trait de côte en Aquitaine, l'évaluation reste un exercice délicat et nécessite d'investir dans l'amélioration des connaissances quantitatives sur la dynamique à long terme et à large emprise spatiale du fonctionnement de l'écosystème et de sa contribution à la régulation de l'évolution du trait de côte. Dans le cas du littoral aquitain, le rôle particulier de la végétation des écosystèmes sableux dans ces échanges est à mieux connaître car aujourd'hui peu d'éléments permettent de quantifier ces phénomènes et de répondre aux questions telles que : quelle quantité de sable peut être stockée par une dune ? De combien la puissance du vent est-elle réduite grâce à la végétation et aux arbres ?

Le fait que l'écosystème soit impacté par l'érosion et qu'en même temps, il puisse en atténuer les effets complexifie également la problématique. Cela nécessiterait d'approfondir les connaissances sur ces interactions et sur divers paramètres comme la sédimentologie locale, le bilan sédimentaire...

En effet, les mécanismes et l'importance des mouvements de sable entre la plage, la dune et les barres littorales sont aujourd'hui encore peu connus.

La nature et l'amplitude de la contribution des écosystèmes sableux demanderaient donc à être précisées et quantifiées. Pour cela, il faudrait, entre autres, mettre en œuvre des modèles de la dynamique sédimentaire locale et faire des suivis des stocks de sable avant et après végétalisation ou mise en place de mesures de préservation.

Il est également crucial de comprendre comment et pourquoi l'intensité du service de régulation de l'évolution du trait de côte varie. Ce service peut être plus ou moins effectif en relation avec l'intensité de l'érosion marine par exemple. En effet, il a été démontré que plus les tempêtes sont longues et rapprochées et plus la capacité du système littoral à se régénérer diminue car les échanges sédimentaires entre la plage et la dune ne se font plus<sup>102</sup>. Le fonctionnement de l'écosystème est donc affecté et le service retiré plus faible. En cas d'érosion marine massive, la contribution de l'écosystème géré est ainsi limitée. Les connaissances sur ces liens entre état de l'écosystème et intensité du service écosystémique sont aujourd'hui limitées et sont à enrichir, en particulier dans le contexte des changements climatiques qui engendreront des conséquences sur les écosystèmes et les ouvrages en dur.

Enfin, dans la comparaison des scénarios, le cas de la dune en libre évolution n'a pas été considéré car peu de sites sont présents en Aquitaine mais aussi parce que leur fonctionnement notamment dans la régulation de l'évolution du trait de côte a été peu étudié. Des suivis supplémentaires sont également nécessaires pour apporter des éléments sur cette thématique.

### **Des éléments complémentaires à inclure dans l'évaluation économique du service**

Pour compléter l'évaluation réalisée ici, il serait intéressant de pouvoir inclure les coûts des impacts environnementaux des différents types d'ouvrage comme le coût de la mise en place de mesures compensatoires, les coûts liés aux changements d'usages comme la perte d'accès à certaines zones pour les engins de pêche ou autres activités socio-économiques.

Les coûts des dommages générés par l'érosion du trait de côte (qui incombent aux particuliers car l'érosion côtière n'est ni assurable ni éligible aux dispositifs de solidarité nationale type catastrophe naturelle) et les coûts pour le secteur du tourisme induits par une disparition de la

---

<sup>102</sup> Suanez S., Cabriole J.-M., 2010.

plage pourraient également être intégrés et apporteraient des éléments supplémentaires au scénario de protection de l'écosystème sableux.

Avec des éléments de modélisation permettant la production de la fonction de dommages, les résultats pourraient être complétés avec ceux de la méthode des dommages évités, autre méthode pouvant être utilisée pour réaliser une évaluation économique du service écosystémique.

### INTERPRÉTATION ET UTILISATION POSSIBLE DES RÉSULTATS

Après avoir précisé les différentes limites liées à l'exercice d'évaluation économique, nous discuterons des éléments d'enseignements tirés de ce travail exploratoire et de l'interprétation possible de la comparaison des coûts correspondants au maintien de l'écosystème sableux et à la mise en place d'un ouvrage en dur.

#### **La protection des écosystèmes sableux en Aquitaine : une solution qui présente de nombreux avantages**

Cette étude a permis, en première approche, de montrer que la gestion souple d'écosystèmes sableux constitue une solution peu coûteuse et efficace, à large échelle et dans le cas de phénomènes érosifs non extrêmes, qui mérite d'être considérée étant donné le coût élevé et la durée de vie limitée des ouvrages en dur mis en place dans l'objectif de protéger les logements et les activités économiques de l'érosion du trait de côte.

Le maintien du milieu naturel présente, par ailleurs, de multiples bénéfices socio-économiques au-delà de la protection des enjeux en arrière de la dune. Cette solution offre en effet un espace de nature pour les touristes et les habitants et permet également le maintien d'une biodiversité côtière importante<sup>103</sup>.

En Aquitaine, sur la côte sableuse, deux situations sont présentes :

- des espaces où les écosystèmes sont relativement préservés et font l'objet, pour certains, d'une gestion à vocation de limiter l'érosion du trait de côte ;
- des espaces plus urbanisés où l'écosystème sableux est réduit voire totalement détruit et où des ouvrages de protection sont souvent présents afin de protéger les enjeux côtiers de l'érosion.

Dans le premier cas, la gestion des écosystèmes côtiers en tant que régulateur de l'évolution du trait de côte constitue une réponse possible à la problématique de l'érosion côtière sur le long terme tout en préservant les écosystèmes et leur biodiversité. Cela constitue une solution fondée sur la nature. Il est donc important de maintenir ces écosystèmes et leurs fonctionnalités en les protégeant de l'urbanisation notamment pour garantir leur rôle de protection à moindre coût.

Dans le second cas, il est nécessaire de mettre en avant une gestion plus naturelle de l'espace côtier en valorisant la restauration d'écosystèmes existants dégradés et en proposant des solutions qui laissent plus de place aux bénéfices que peuvent apporter les écosystèmes avec

---

<sup>103</sup> UICN France, 2014.

par exemple des projets de relocalisation ou de retrait des activités du bord de mer. Ainsi au-delà d'une action directe sur l'évolution à court terme du trait de côte, il est également crucial de repenser l'aménagement du littoral pour améliorer la résilience des écosystèmes sur le long terme afin de protéger plus durablement les biens et les personnes face aux risques littoraux<sup>104</sup>.

### **Inverser l'arbre décisionnel pour la gestion des risques littoraux**

Cette étude vise à souligner le rôle central des écosystèmes sableux dans la régulation de l'évolution du trait de côte et à attirer l'attention sur l'intérêt de leur préservation comme option dans les stratégies de gestion des risques côtiers.

Les deux options proposées dans l'évaluation économique ne sont pas exclusives, la gestion naturelle concerne plutôt le temps long et des échelles spatiales larges tandis que les solutions de génie civil répondent à des enjeux locaux, à court terme.

Les structures en dur sont en effet des réponses possibles dans le cas des fronts côtiers urbanisés et constituent une protection temporaire et limitée face aux éléments naturels<sup>105</sup>. Cependant, de par la rupture du fonctionnement des milieux dunaires mobiles et la modification des échanges sédimentaires, ces aménagements font, dans le temps, empirer les phénomènes et induisent des coûts de gestion et d'entretien difficilement soutenables pour les populations riveraines<sup>106</sup>.

Il faut donc préconiser une intervention graduée en fonction des risques et de la gravité des enjeux dans les choix d'aménagement et la décision politique : les solutions fondées sur la nature (préservation, gestion et restauration des écosystèmes) doivent être considérées au même titre que la construction d'ouvrages de protection. Ces deux solutions peuvent être complémentaires en fonction des enjeux, de l'urgence de la situation et des échelles de temps d'action.

### **Mobiliser les connaissances pour la décision publique et la sensibilisation des acteurs locaux**

Une meilleure connaissance du rôle des écosystèmes dans la réduction des impacts de l'érosion pourra être utilisée dans les schémas et plans locaux de gestion comme les stratégies locales de gestion de la bande côtière, en particulier dans les analyses coûts-bénéfices réalisées comme aide à la décision pour les scénarios de gestion. Elle permettra de fournir des éléments utiles aux stratégies et documents d'urbanismes locaux (PLU, SCoT).

Cette étude contribue également à enrichir les réflexions et actions actuelles dans le cadre de la Stratégie nationale de gestion du trait de côte. En effet, dans le cadre de mesures de relocalisation, les biens et services rendus par les écosystèmes côtiers sableux sont encore faiblement pris en compte dans les débats et les analyses économiques des scénarios imaginés.

Plus largement, ces travaux peuvent être mobilisés dans divers forums publics (Association nationale des élus du littoral, conférences et séminaires, etc.) pour sensibiliser sur les modalités et les options futures de gestion du littoral en France. Des actions d'éducation et de sensibilisation des acteurs au rôle protecteur des écosystèmes (perçus souvent comme des

---

<sup>104</sup> Cerema, 2016.

<sup>105</sup> Gouguet L., Roche A., 2014.

<sup>106</sup> Ibid.



## Partie 5 - Discussion des résultats et perspectives

---

menaces d'où viennent les risques) permettraient de faire évoluer les opinions et de former le plus grand nombre à une meilleure connaissance de leur environnement.

La participation des populations est également un élément important des choix futurs en matière d'aménagement de cet espace littoral. En effet, les expériences locales qui ont été menées ces dernières années, dans le cadre de la stratégie nationale de gestion du trait de côte, ont souvent engendré des dynamiques positives de concertation entre différents acteurs publics et privés. Confronter les visions de ces acteurs autour du rôle et des évolutions des écosystèmes côtiers sableux dans la régulation des changements environnementaux participerait ainsi à construire progressivement une vision commune et partagée de l'avenir des systèmes littoraux, socle d'une gestion intégrée et durable du littoral.

## **ANNEXES**

**Glossaire**

**Bibliographie**

**Table des matières**



### GLOSSAIRE

Ces définitions sont issues de L'Évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques (EFESE) – Cadre conceptuel. CGDD, 2017 Collection Théma Balises.

#### **Biodiversité**

Variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes (CDB, 1992).

#### **Cellule sédimentaire**

Portion du littoral ayant un fonctionnement sédimentaire relativement autonome par rapport aux portions voisines. Au sein d'une cellule sédimentaire le bilan sédimentaire est nul : les apports en sédiments sont égaux aux pertes, et la réserve sédimentaire est donc constante.

#### **Écosystème**

Complexe dynamique de populations végétales, animales et de micro-organismes, associées à leur milieu non-vivant (biotope) et interagissant en tant qu'unité fonctionnelle (MEA, 2005).

#### **Écosystème côtier sableux (considéré dans cette étude)**

Ecosystème situé sur la côte et qui est composé des barres sableuses pré-littorales et intertidales et du cordon dunaire, composé de la plage, la dune sableuse non boisée et la forêt dunaire de protection. Cette dernière est la partie de la forêt qui est affectée par les mouvements de sable.

#### **État d'un écosystème**

Conditions physique, chimique et biologique d'un écosystème à un moment donné (MAES, 2013).

#### **Évaluation**

Approches qualitatives ou quantitatives visant à décrire la biodiversité et sa contribution aux sociétés humaines (FRB, 2012).

#### **Évaluation économique**

Évaluation des coûts et des avantages liés à des choix ou des actions, notamment en présence d'externalités (positives ou négatives), en vue d'intégrer ces éléments dans la réflexion sur la conception et la mise en place de politiques publiques.

#### **Résilience des écosystèmes**

Capacité des écosystèmes à retrouver un fonctionnement normal après avoir subi une perturbation importante (ici une tempête).

#### **Service écosystémique**

Utilisation par l'homme des fonctions écologiques de certains écosystèmes, à travers des usages et une réglementation qui encadrent cette utilisation (SNB 2011-2020). Ils peuvent être décrits à travers les avantages retirés par l'homme de son utilisation actuelle ou future de diverses fonctions des écosystèmes, tout en garantissant le maintien de ces avantages dans la durée.

Service écologique est utilisé comme synonyme par le Comité français de l'UICN qui a choisi ce terme dans le cadre de ses publications.



### BIBLIOGRAPHIE

1. Atlantic States marine Fisheries Commission/Karen Greene, 2002. Beach nourishment: a review of the biological and physical impacts. ASMFC Habitat Management Series#7.
2. Aubié S., Mallet C., Favennec J., 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 final. BRGM.
3. Balouin Y., Belon R., Stépanian A., Bodéré G., 2012. Étude générale pour la protection du littoral de la Plaine orientale de Corse – Préconisations de gestion. Rapport BRGM.
4. BCEOM, 2004. Etude générale pour la protection et la mise en valeur du littoral des communes de Frontignan-La-Peyrade et de Villeneuve-lès-Maguelone.
5. Bellan-Santini D., Lacaze J. C., Poizat C., 1994. Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée : synthèse, menaces et perspectives. Muséum National d'Histoire Naturelle.
6. Bensettiti F., Bioret F., Roland J., Lacoste J. P. (coord), 2004. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 2 - Habitats côtiers. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation Française, Paris, 399 p. + cédérom.
7. Castelle B. et al., 2007. Impact of storms on beach erosion: broadbeach (Gold Coast, Australia). Journal of coastal research, SI 50, 534-539.
8. Castelle B., 2012. Modélisation et analyse physique des processus hydro-sédimentaires contrôlant l'évolution des littoraux sableux. Habilitation à Diriger des Recherches, Université Bordeaux I, 101 pages ([http://www.epoc.u-bordeaux.fr/indiv/Castelle/Docs/HdR\\_Castelle2012.pdf](http://www.epoc.u-bordeaux.fr/indiv/Castelle/Docs/HdR_Castelle2012.pdf))
9. Castelle, B., Bujan, S., Ferreira, S., 2016. Beach and dune evolution at Truc Vert (SW France) after the winter 2013/2014 severe storms. International Coastal Symposium 2016.
10. CDB, 2010. Aichi Biodiversity targets.
11. Cerema, 2016. Développer la connaissance et l'observation du trait de côte. Contribution nationale pour une gestion intégrée.
12. CESER Aquitaine, 2012. L'Aquitaine face aux risques naturels : mieux connaître et prévenir, pour ne pas subir.
13. CETMEF, 2002. Analyse des coûts des différents types d'ouvrages de défense contre la mer réalisés sur le littoral français. Les repères.
14. CGDD, 2017. L'Évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques (EFESE) – Cadre conceptuel. Collection Théma Balises.
15. Clus-Auby, 2003. La gestion de l'érosion des côtes : l'exemple aquitain. Presses universitaires de Bordeaux. 261 p.
16. Conservatoire du littoral, 2012. Le conservatoire du littoral face au changement climatique. [http://ec.europa.eu/environment/iczm/state\\_coast.htm](http://ec.europa.eu/environment/iczm/state_coast.htm).

17. Coreau A. et Conversy P. (Coord.), 2014. BioPIQuE 2013 : 25 questions émergentes pour les politiques publiques de biodiversité. Rapport pour le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. 40 p.
18. Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Rabber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R., Paruelo J., Raskin R., 1997. The value of the world's ecosystem service and the natural capital. *Nature*, 387, 253-260.
19. Costanza R., Perez-Maqueo O., Martinez M.L., Sutton P., Anderson S.J., Mulder K., 2008. The value of coastal wetlands for hurricane protection. *Ambio* 37 : 241–248.
20. De la Torre Y., Belon R., Balouin Y. et Stepanian A., 2014. Inventaire et analyse des solutions douces de lutte contre l'érosion côtière et applicabilité au littoral corse. Rapport final. BRGM/RP-63034-FR, 59 p.
21. Déqué M., 2007. Frequency of precipitation and temperature extremes over France in an anthropogenic scenario: Model results and statistical correction according to observed values. *Global and Planetary Change* 57 (1-2), 16-26, DOI 10.1016/j.gloplacha.2006.11.030, extreme Climatic Events.
22. Desmazes F., 2005. Caractérisation des barres sableuses d'une plage de la côte aquitaine. Exemple de la plage du truc vert. Thèse de l'Université de Bordeaux I.
23. DREAL Languedoc-Roussillon, 2011. Document de cadrage préalable des études d'impact relatives aux opérations côtières de protection du littoral sableux du Languedoc-Roussillon.
24. EuroSION, 2004a. Vivre avec l'érosion côtière en Europe : espaces et sédiments pour un développement durable. Conclusions.
25. EuroSION, 2004b. Vivre avec l'érosion côtière en Europe : espaces et sédiments pour un développement durable. Guide d'incorporation de l'analyse des coûts et bénéfices dans l'application des mesures de gestion du trait de côte.
26. EuroSION, 2004c. Vivre avec l'érosion côtière en Europe : espaces et sédiments pour un développement durable. Lignes directrices pour la gestion de l'érosion côtière en Europe : les enseignements.
27. EuroSION, 2004d. Vivre avec l'érosion côtière en Europe : espaces et sédiments pour un développement durable. Part II – maps and statistics.
28. Failler P., Pêtre E., Maréchal J-P., 2010. Détermination de la valeur socio-économique des récifs coralliens des mangroves et herbiers de phanérogames de la Martinique. IFRECOR.
29. Favennec J., 2003. Mieux gérer les dunes littorales : la mise en place d'indicateurs de gestion multifonctionnelle. XII Congrès forestier mondial ; Québec city, Canada.
30. Feagin et al., 2010. From - Analysis of the costs and benefits of using tidal marsh restoration as a sea level rise adaptation strategy in San Francisco Bay – ESA PWA.
31. Garcin M., Bulteau T., Lenotre N., Oliveros C., 2010. Synthèse des travaux menés sur l'observation de l'évolution du trait de côte.
32. GIP Littoral Aquitain / SOGREAH, 2011. Stratégie de gestion du trait de côte en Aquitaine – façade océanique. Site test : Lacanau.
33. GIP Littoral Aquitain, 2012. Stratégie régionale de gestion de la bande côtière. Sensibilité régionale à l'érosion côtière.

34. GIP Littoral Aquitain, 2015a. Synthèse des enjeux – organisation de l'espace.
35. GIP Littoral Aquitain, 2015b. La relocation des activités et des biens en Aquitaine. Site atelier de Lacanau. Avant-projet de lutte active 2040 et 2100.
36. Gouguet L., Roche A., 2014. Evolution de la gestion des dunes domaniales : les nouvelles stratégies.
37. Grabowski J.H., Brumbaugh R.D, Conrad R.F., Keeler A.G., Opaluch J.J., Peterson C.H., Phiehler M.F., Powers S.P., Smyth A.R., 2012. Economic Valuation of Ecosystem Services Provided by Oyster Reefs. *BioScience* Vol. 62, No. 10, 900-909
38. Guiral C., 2013. Les valeurs de la biodiversité : un regard sur les approches et le positionnement des acteurs. Rapport FRB, série expertise et synthèse, 53 p.
39. Heurtefeux H., Richard P., 2010. Inventaire et évaluation des écosystèmes dunaires et des aménagements de protection douce sur le littoral du Languedoc-Roussillon. CPER 2007-2013. Gérer durablement le littoral - Études stratégiques et prospectives sur l'évolution des risques littoraux, EID Méditerranée, 48 p.
40. Idier D., Castelle B., Charles E., Mallet C., 2013. Longshore sediment flux hindcast: spatio-temporal variability along the SW Atlantic coast of France.
41. IFEN, 2007. Analyse statistique et cartographique de l'érosion marine. Les dossiers n° 6.
42. Lafon V., De Melo Apoluceno D., Dupuis H., Michel D., Howa H. and Froidefond J. M., 2004. Morphodynamics of nearshore rhythmic sandbars in a mixed-energy environment (SW France). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*.
43. Le Treut H. (coord.), 2013. Les impacts du changement climatique en Aquitaine. Dynamiques environnementales – À la croisée des sciences.
44. Ley de la Vega C., Favennec J., Gallego-Fernandez J., Pascual Vidal C. (eds), 2012. Conservation des dunes côtières. Restauration et gestion durables en Méditerranée occidentale. UICN, Gland, Suisse et Malaga, Espagne. 124 p.
45. Mazières A. et al., 2011. Analyse morphobathymétrique et suivi de l'évolution actuelle de la couverture sédimentaire superficielle du plateau interne aquitain : exemple de la zone de La Salie entre 1984 et 2010. 13<sup>e</sup> Congrès Français de Sédimentologie. ASF, Dijon.
46. Ministère en charge de l'Écologie, 2009. À l'interface entre terre et mer : la gestion du trait de côte.
47. MEEDDM, 2010. La gestion du trait de côte, Éditions Quae, 290 p.
48. Ministère en charge de l'Écologie, 2015. L'Évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques (EFESE) – Volume 1 : Objectifs, cadre conceptuel et glossaire analytique.
49. Observatoire de la Côte aquitaine, 2014. Évolution de l'impact des tempêtes de l'hiver 2013-2014 sur la morphologie de la Côte Aquitaine. Rapport final.
50. ONF, 2012. Guide de la flore des dunes littorales – de la Bretagne au sud des Landes. Sous la direction de Jean Favennec.
51. Pascal N., 2010. Valeur économique des récifs coralliens et écosystèmes associés de la Nouvelle-Calédonie. IFRECOR.

52. Pompe J.J. and Rinehart J.R., 1999. Establishing fees for beach protection: Paying for a public good. *Coastal Management*, 27 (1), 57-67
53. Puydarrieux P., Devaux J., 2013. Quelle évaluation économique pour les services écosystémiques rendus par les prairies en France métropolitaine ? Notes et études socio-économiques n° 37.
54. Rocle N., Bouet B., Chasseriaud S., Lyser S., Salles D., 2014. Étude sociologique des perceptions, représentations sociales et connaissances liées à l'érosion marine et ses enjeux sur la commune de Lacanau en Gironde. Rapport final, Irstea, 79 p. + annexes.
55. Sathirathai, S., and Barbier E.B., 2001. Valuing mangrove conservation, Southern Thailand. *Contemporary Economic Policy* 19, 109–122.
56. Somda J. and Awaïss A., 2013. Évaluation économique des fonctions et services écologiques des écosystèmes naturels : Guide d'utilisation de méthodes simples. UICN. 32 p.
57. Suanez S., Cabriolet J.-M., 2010. L'action des tempêtes sur l'érosion des dunes : les enseignements de la tempête du 10 mars 2008. Université de Bretagne occidentale.
58. UICN France, 2014. Panorama des services écologiques fournis par les écosystèmes français – étude de cas : les écosystèmes marins et côtiers d'Aquitaine. Paris, France.
59. UICN France, 2015. Des solutions fondées sur la nature pour lutter contre les changements climatiques. Paris, France.

### SITES INTERNET

<http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/>

<http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/>

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Strategie-nationale-de-gestion.html>

<http://littoral.aquitaine.fr/>

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Strategie-nationale-de-gestion.html>

<http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lessentiel/ar/368/1239/submersion-marine-lerosion-cotiere.html>

<http://littoral.aquitaine.fr/>

## Table des matières

Préface .....	5
Messages clés à l'attention des décideurs .....	7
Introduction .....	10
<b>Partie 1 - Les politiques publiques relatives à l'érosion du trait de côte .....</b>	<b>133</b>
Au niveau national et européen.....	14
Au niveau aquitain .....	15
<b>Partie 2 - L'érosion du trait de côte, un phénomène naturel amplifié par les activités humaines .....</b>	<b>177</b>
Définition et interactions avec les activités humaines .....	18
Une érosion du trait de côte qui affecte particulièrement les côtes sableuses....	20
Un littoral aquitain sableux qui subit une érosion importante .....	21
<b>Partie 3 - Le rôle des écosystèmes côtiers sableux en Aquitaine .....</b>	<b>25</b>
Périmètre de l'écosystème étudié.....	26
Le fonctionnement des écosystèmes côtiers sableux en Aquitaine.....	27
Des écosystèmes menacés .....	32
<b>Partie 4 - Évaluation du service de régulation de l'évolution du trait de côte en Aquitaine.....</b>	<b>35</b>
Caractérisation du service de régulation de l'évolution du trait de côte .....	37
Les principaux aménagements et ouvrages de protection .....	40
Des éléments d'évaluation économique .....	45
<b>Partie 5 - Discussion des résultats et perspectives.....</b>	<b>49</b>
Limites et manques de données pour l'évaluation économique .....	50
Interprétation et utilisation possible des résultats.....	52
<b>ANNEXES.....</b>	<b>55</b>
Glossaire .....	56
Bibliographie.....	57
Sites internet.....	60



**Annexes**



### **Conditions générales d'utilisation**

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille - 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (loi du 1<sup>er</sup> juillet 1992 — art. L. 122-4 et L. 122-5 et Code pénal art. 425).

**Directrice de la publication : Laurence Monnoyer-Smith**

**Dépôt légal : Avril 2018**

**ISSN : 2552-2272**

*Mise en page : [www.laboiteaverbe.fr](http://www.laboiteaverbe.fr)*



Ce document est le résultat d'une étude menée par le Comité français de l'UICN dans le cadre de l'Évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques (EFESE).

Cette étude porte sur les écosystèmes sableux en Aquitaine. Elle met en lumière le rôle que peuvent jouer ces écosystèmes dans la régulation de l'évolution du trait de côte dans une région où cet enjeu constitue une préoccupation forte. La comparaison du rôle des écosystèmes à celui joué par des ouvrages de protection montre que non seulement les ouvrages ont une action plus limitée dans le temps et dans l'espace que les écosystèmes mais qu'en outre ils affectent les écosystèmes littoraux ainsi que la dynamique sédimentaire.

Cette étude souligne également un besoin d'amélioration des connaissances afin de faciliter l'intégration des écosystèmes littoraux et leur gestion dans les processus de planification et de décision qui sont mis en place pour faire face à l'érosion littorale.



**Le service de  
régulation de  
l'érosion côtière  
en Aquitaine**



## Commissariat général au développement durable

Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du  
développement durable  
Sous-direction de l'économie des ressources naturelles et des  
risques  
Tour Séquoia  
92055 La Défense cedex  
Courriel : [efese@developpement-durable.gouv.fr](mailto:efese@developpement-durable.gouv.fr)

[www.ecologique-solidaire.gouv.fr](http://www.ecologique-solidaire.gouv.fr)

