



# adapto

## ARGUMENTAIRE

### La gestion souple de la bande côtière comme stratégie d'adaptation au changement climatique

Mise en perspective des intérêts de la gestion souple de la bande côtière au regard des enjeux d'adaptation des territoires littoraux, dans le cadre du projet Life adapto.

Le projet Life adapto, mené par le Conservatoire du littoral de 2017 à 2022, a expérimenté une gestion souple de la bande côtière sur dix sites pilotes français, pour lesquels le Conservatoire dispose d'une assise foncière significative et d'outils de gestion éprouvés. Les actions conduites dans ce cadre ont permis de vérifier, pour des territoires littoraux à dominante naturelle, la faisabilité des solutions d'adaptation prônées notamment par la stratégie nationale de gestion intégrée du trait côte.

Cet argumentaire réunit l'ensemble de ces enseignements, leur champ d'application et leurs limites, ainsi que de nombreux exemples documentés issus principalement des sites démonstrateurs identifiés adapto.





Cet argumentaire a bénéficié de la relecture d'un comité éditorial composé des principales administrations, opérateurs et partenaires concernés par l'adaptation des littoraux au changement climatique, que nous tenons à remercier :

Olivier BRIVOIS, Éric DAVID et Gonéri LE COZANNET  
**Bureau de recherches géologiques et minières ;**

Arthur DE CAMBIAIRE, Constantin DE PONTBRIAND et Emmanuelle THIESSE  
**Direction de l'eau et de la biodiversité,  
Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires ;**

Sybille MULLER et Hortense BLANCHET  
**Direction Générale de la Prévention des Risques,  
Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires**

Amélie ROCHE  
**Cerema ;**

Isabelle GAILHARD-ROCHER et Mathilde LOURY  
**Office français de la biodiversité ;**

Loïc GOUGUET  
**Office national des forêts ;**

Yorick REYJOL et Marianne DEBUE  
**Muséum national d'histoire naturelle ;**

Anne-Cerise TISSOT  
**Réserves naturelles de France ;**

Jean JALBERT  
**Tour du Valat ;**

Élodie MARTINIE-COUSTY  
**France Nature Environnement ;**

Toutes les équipes du Conservatoire du littoral impliquées dans le projet adapto.

Rédaction :

Mathilde CHIARADIA, sous la coordination de Patrick BAZIN et Adrien PRIVAT  
**Direction de la gestion patrimoniale,  
Conservatoire du littoral**

Le Conservatoire du littoral et le BRGM assurent la responsabilité des propos tenus dans ce document.

Citation de l'ouvrage :

Conservatoire du littoral, 2023. Argumentaire pour une gestion souple de la bande côtière comme stratégie d'adaptation au changement climatique.

# Sommaire

## 7

### Introduction

## 8

### La gestion des espaces côtiers confrontée à de nouveaux défis

## 8

#### **Une approche historique fondée sur la fixation du trait de côte, voire la conquête de nouvelles terres sur la mer, aujourd'hui confrontée aux effets du changement climatique**

Des ouvrages confrontés  
à la force des éléments marins 8

Des travaux d'entretien  
croissants et des ouvrages  
à redimensionner 9

Une vulnérabilité croissante  
des enjeux humains  
et économiques 11

## 12

#### **Des impacts sédimentaires, écologiques et paysagers**

Des impacts sur les échanges  
hydro-sédimentaires au niveau  
du site et au-delà 12

Des impacts  
sur les milieux naturels 13

Des impacts paysagers :  
discontinuités physiques  
et perte de naturalité 13

# 14

La gestion souple, une perspective d'aménagement durable de la bande côtière intégrant les écosystèmes

## 14

**Une solution flexible et pertinente en matière de gestion des effets des aléas naturels côtiers**

Des espaces d'interface capables d'atténuer les aléas	14
Des barrières physiques naturelles comme les cordons sableux	17
Des solutions modulables selon la typologie des territoires littoraux et des risques considérés	19

## 21

**Une solution qui favorise la présence d'habitats naturels patrimoniaux et fonctionnels**

Une bande côtière large accueillant une biodiversité souvent remarquable et menacée	21
Des milieux supports de nombreux services écosystémiques	23
La transformation des habitats naturels ne correspond pas nécessairement à une perte de biodiversité et de fonctionnalité globale	23

## 25

**Un levier contribuant à la résilience de la bande côtière**

Redonner de l'espace au littoral pour assurer la mobilité du trait de côte	25
Favoriser des milieux résilients vis-à-vis des événements et du contexte du changement climatique	26
L'absence ou la diminution des enjeux socio-économiques au sein de la bande côtière	26

# 27

La gestion souple, une solution économique à moyen et long terme, qui participe à l'élaboration collective de stratégies d'adaptation

## 27

**Des intérêts économiques pour la gestion du site et le territoire au long terme**

L'adaptation coûte moins cher que l'attente ou la résistance à long terme	28
Des gains économiques selon les services rendus par les écosystèmes littoraux	29

## 29

**Des trajectoires d'adaptation anticipées pour assurer la co-construction d'un projet de territoire**

Une anticipation bénéfique pour se projeter sur les évolutions territoriales à venir	29
Une intégration des usages et enjeux au sein des démarches locales	31
Une stratégie vectrice de concertation territoriale et une possibilité de réponse à certaines attentes sociales	32

# 35

Conclusion

Il est ici envisagé de concilier enjeux patrimoniaux, environnementaux et usages des espaces naturels, à travers une stratégie d'accompagnement progressif du recul du trait de côte.



**Baie de Lancieux**

Cet estuaire picard est le théâtre d'échanges sédimentaires complexes où l'érosion du cordon dunaire met en péril l'arrière-pays situé au niveau de la mer.



**Baie d'Authie**

Un projet agricole et écotouristique doit permettre de rétablir l'équilibre sédimentaire littoral perturbé par la création de rizières dans les années 80 et conserver un hotspot continental de biodiversité.



**Rizières de la Mana**



**Marais de Moëze**

Sur ce vaste marais fort d'un patrimoine historique, naturel et humain, la digue côtière est fragilisée par les aléas climatiques récurrents. Plusieurs scénarios de gestion/d'évolution du trait de côte sont à étudier pour le devenir du site.

**Estuaire de l'Orne**

L'Orne, fortement chenalisée, manque d'espace d'expansion : cela pose la question du décloisonnement des polders et marais attenants dans une perspective d'adaptation au changement climatique.



GUYANE

MÉTROPOLE

**Estuaire de la Gironde**

**Polders de Mortagne**

À la suite de la tempête de 1999, une brèche dans la digue du polder aval a reconnecté ce site au milieu naturel estuarien. Quels enseignements en tirer pour les polders avoisinants ?



**L'Île Nouvelle**

Plus en amont, l'Île Nouvelle a suivi une trajectoire similaire : la tempête Xynthia a provoqué une brèche dans sa partie Nord-Ouest, l'île progressivement reconnectée au fleuve la Gironde, a vu sa diversité biologique croître considérablement. Ces sites font l'objet de nombreux suivis scientifiques.



**Petit et Grand Travers**

Une concertation approfondie a permis de supprimer la route littorale pour renaturer le cordon dunaire et améliorer l'accueil du public sur ce lido séparant l'Etang de l'Or de la Méditerranée.



**Vieux Salins d'Hyères**

Cette zone humide littorale permet d'envisager la mise en œuvre d'actions de gestion adaptative telles que le désenrochement du trait de côte dans une perspective de renaturation.



**Delta de la Leyre**

**Domaine de Certes et Graveyron**  
Dans d'anciens réservoirs à poissons, il a été choisi de ne pas empêcher la reconnexion marine de la pointe, plus exposée aux aléas marins.



**Île de Malprat**

Ce même choix de gestion permet d'accroître les surfaces de prés-salés, contribuant ainsi à atténuer l'érosion et les submersions provoquées par les lames d'eau.



**Delta du Golo**

Les fortes dynamiques naturelles à l'œuvre sur ce linéaire côtier doivent être comprises et utilisées pour organiser la coexistence avec des enjeux économiques importants à travers l'élaboration de schémas d'intentions pour une gestion intégrée de l'espace littoral.



# Introduction

À l'interface de la terre et de la mer, le littoral est un espace soumis aux forces de la mer, du vent et des fleuves côtiers. Souvent mouvant à l'état naturel, l'espace côtier a été progressivement aménagé et valorisé au cours des derniers siècles, et des ouvrages de défense contre la mer ont fixé peu à peu une bonne part du trait de côte.

Avec le changement climatique et l'élévation du niveau de la mer associée, il est aujourd'hui certain que les conditions historiques qui ont permis l'aménagement des littoraux sont en train de changer. L'ampleur et la rapidité des phénomènes attendus font l'objet d'incertitudes, mais les territoires littoraux ont pris conscience qu'ils devront s'organiser progressivement pour un nouvel aménagement de leur espace.

## Résister ?

Pour protéger les enjeux socio-économiques et naturels des terrains littoraux, on peut chercher à lutter contre ces aléas en renforçant les défenses et en fixant le trait de côte dans sa position actuelle. Mais une autre stratégie est parfois possible.

## La gestion souple ou comment « vivre avec la mer »

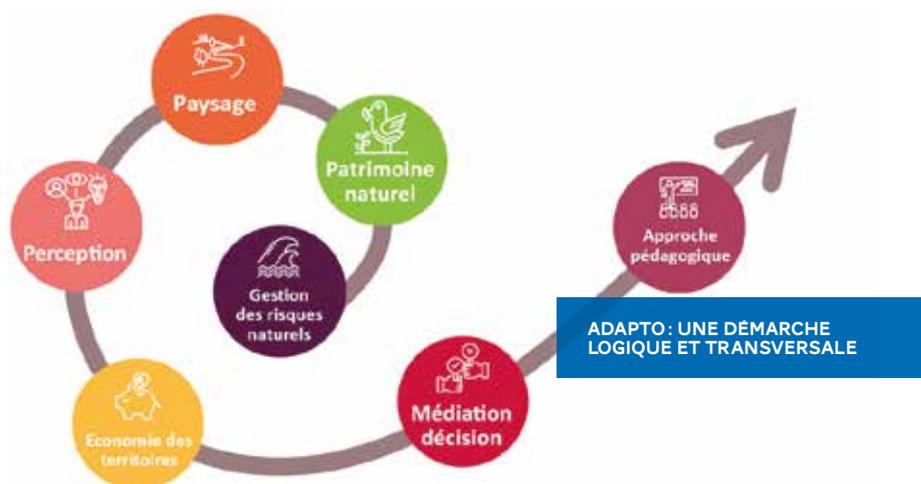
La gestion souple encourage à considérer le littoral comme un espace large et mobile. Cette gestion dynamique accepte certains mouvements de la mer, en cherchant à profiter des bénéfices de protection et d'atténuation des aléas offerts par les milieux naturels côtiers. S'appuyant sur les dynamiques naturelles littorales pour protéger les intérêts humains et la biodiversité, la gestion souple de la bande côtière fait partie des stratégies relevant des « Solutions fondées sur la nature »<sup>1</sup>.

Comme elle mobilise généralement une surface significative dans l'interface terre-mer, sa mise en œuvre s'envisage plus facilement dans les espaces à dominante naturelle et agricole. Partout où ces secteurs sont encore présents, le choix est encore possible.

## Le projet adapto

Propriétaire de près de 20 % du linéaire côtier national (métropole et DROM), le Conservatoire du littoral intervient depuis plusieurs années sur l'adaptation des terrains littoraux au changement climatique et aux aléas littoraux. Le projet adapto propose une mise en pratique des solutions de gestion souple sur des territoires aux milieux et contextes variés, à dominante agricole ou naturelle. Au travers de multiples thématiques d'études et des mises en œuvre concrètes, adapto met en lumière les intérêts de ce type de gestion et identifie aussi les leviers d'application, leurs limites et des outils d'accompagnement pertinents. Sur 10 sites pilotes, le projet adapto s'est notamment appliqué à « donner à voir » les enjeux de demain, par des projections à différents horizons temporels et en prenant en compte les effets du changement climatique. De même, la stratégie d'adaptation par la gestion souple a été étudiée en parallèle à d'autres choix de gestion (« Résister » ou « Attendre »), de manière à en analyser les intérêts respectifs, pour les aménagements locaux et au niveau du territoire dont ils dépendent.

Dans le cadre de la capitalisation du projet, ce document propose une synthèse des intérêts de la gestion souple et dynamique de la bande côtière. Il se fonde en particulier sur les résultats et les retours d'expériences obtenus par les actions de gestion souple sur les différents sites du projet adapto, disponibles sur le site du projet adapto : <https://www.lifeadapto.eu/>.



<sup>1</sup> Actions visant à protéger, à gérer durablement et à restaurer les écosystèmes naturels et modifiés de manière à relever les défis sociétaux de façon efficace et adaptative, afin d'assurer à la fois le bien-être humain et la biodiversité. (IUCN 2016).

# La gestion des espaces côtiers confrontée à de nouveaux défis

Le développement agricole, industriel ou urbain des espaces littoraux s'est longtemps accompagné de la mise en place d'ouvrages de défense contre la mer fixant peu à peu le trait de côte. Dès le XII<sup>e</sup> siècle, des terrains sont gagnés sur la mer par des endiguements successifs, afin de pouvoir cultiver sur de nouveaux espaces agricoles très fertiles. À la fin du XVI<sup>e</sup> siècle, les marais humides sont largement asséchés et convertis en pâturage ou terres arables. Espace stratégique de par la proximité de la mer et des estuaires, le littoral est aménagé à des fins commerciales et militaires, et se retrouve progressivement jalonné de routes côtières, de chemins de fer, d'infrastructures touristiques et d'habitations situées au plus près de la mer. Ce phénomène d'urbanisation (ou « littoralisation ») s'est amplifié dans les années 1960 et sa tendance se poursuit de nos jours. Ce développement massif contribue à une dégradation accélérée voire une disparition des espaces naturels littoraux d'interface et les fragilisent également vis-à-vis des effets liés aux dynamiques marines.

Une augmentation très nette de la construction d'ouvrages de défense contre la mer est constatée depuis cette période, et demeure aujourd'hui encore l'option privilégiée pour réduire l'exposition aux aléas littoraux.

En Europe, ces ouvrages sont présents sur plus de 70 % du littoral (digues, murs, brise-lames, épis)<sup>2</sup>. En France métropolitaine et sur les 5 départements et régions d'outre-mer, environ 30 % du trait de côte sont considérés comme artificialisés<sup>3</sup> (donc dans des proportions moindres que dans d'autres pays). Pour défendre les biens et les personnes contre la mer, les outils juridiques et financiers se multiplient depuis la fin du XX<sup>e</sup> siècle : Directive inondation, plans de Prévention des Risques Naturels Majeurs, Programmes d'Action de Prévention des Inondations et plus récemment dans le cadre de la Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations (submersions marines) ou dans la loi Climat et Résilience (érosion). Pourtant, la mise en place d'une protection cohérente contre les aléas implique en pratique de réinterroger le statut et la fonctionnalité de l'ensemble des ouvrages hydrauliques du territoire, mais aussi le rôle potentiel des espaces naturels au regard d'un aménagement cohérent du territoire. Dans certains cas, et au vu des limites qu'ils présentent, la pertinence du maintien d'ouvrages peut se questionner, en particulier s'ils protègent des terrains à dominante agricole ou naturelle. Dans d'autres cas, lorsque des espaces naturels sont présents à l'interface entre la terre et la mer, l'aménagement futur du littoral ne doit pas renforcer la vulnérabilité du territoire et son besoin de protection.

2 Commission européenne. (2004). Eurosion : Vivre avec l'érosion côtière en Europe. Sédiments et espace pour la durabilité.

3 Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. (2015). Développer la connaissance et l'observation du trait de côte.

## 1. Une approche historique fondée sur la fixation du trait de côte, voire la conquête de nouvelles terres sur la mer, aujourd'hui confrontée aux effets du changement climatique

### Des ouvrages confrontés à la force des éléments marins

Les ouvrages littoraux sont régulièrement confrontés aux heurts de la mer et du temps : à défaut d'un entretien constant, voire de renforcements réguliers, ils subissent une érosion chronique de la base de l'ouvrage (affouillement), des dégradations dues à la végétation (systèmes racinaire) ou aux animaux (terriers). Ils peuvent également être endommagés lors de surverses accidentelles.

Au niveau du site de la **baie de Lancieux**, dans les Côtes d'Armor, le polder de Beaussais présente une digue qui a déjà subi de multiples brèches : en 1990, 2006 et en 2020. Elles sont dues à la dégradation de l'ouvrage par la mer, mais aussi aux animaux fouisseurs ou encore à des erreurs techniques. Les agriculteurs possédant des terrains à l'arrière de cet ouvrage avaient notamment installé une bâche en plastique lors des travaux de consolidation de la digue, qui a par la suite favorisé le départ brutal de matériaux. Les terrains agricoles ont ainsi été inondés plusieurs fois.

FIGURE 1 : BRÈCHES ET DÉGRADATIONS DE LA DIGUE DU POLDER DE BEAUSSAIS, LANCIEUX © Conservatoire du littoral



1990



2001



2006



2020

Les digues présentes dans le périmètre des autres sites adaptés ont aussi présenté des brèches successives ou des surverses lors d'épisodes de hauteurs d'eau extrêmes (surcotes et tempêtes) et de forts coefficients de marée. Ces événements ont alimenté les réflexions sur le devenir de ces ouvrages.

À plus long terme, les aléas littoraux d'érosion et de submersions marines vont devenir de plus en plus fréquents et intenses, pouvant mettre à mal les ouvrages de protection côtière existants et les enjeux situés à l'arrière. À l'échelle mondiale, le niveau moyen de la mer a déjà augmenté de 20 cm depuis le siècle précédent, la vitesse d'élévation ayant doublé au XXI<sup>e</sup> siècle<sup>4</sup>. À l'horizon 2100, cette élévation pourrait être **supérieure à 1 m** si les émissions de CO<sub>2</sub> n'étaient pas réduites d'ici là, alors qu'une baisse effective des émissions de gaz à effet de serre pourrait maintenir cette élévation sous les 1 m. Sur certains territoires et selon les projections basées sur les estimations du GIEC, le dimensionnement actuel des ouvrages de défense n'assure plus une protection efficace des enjeux rétro littoraux dans le futur. L'élévation du niveau moyen de la mer occasionnera des surverses plus fréquentes à marée haute ou lors d'événements extrêmes.

## Des travaux d'entretien croissants et des ouvrages à redimensionner

Les coûts d'entretien et de réparations ponctuelles sont significatifs, auxquels il faudra ajouter de nouveaux investissements à moyen terme. Pour des ouvrages protégeant des zones naturelles ou agricoles de la submersion marine, zones souvent situées à des altitudes plus basses que le niveau moyen de la mer, l'entretien courant concerne des linéaires de digues ou d'enrochements importants. Les coûts moyens des travaux de confortement, d'entretien et de réparation sont estimés à 460 €/ml pour des travaux continus et à 100 €/ml pour des travaux ponctuels. Dans le cas de travaux d'urgence, les coûts de construction sont estimés à 1 800 €/ml pour une digue en enrochements, à 2500 €/ml pour un épi et à 4000 €/ml un brise-lame<sup>5</sup>. Ces travaux sont d'autant plus nécessaires régulièrement si les ouvrages sont exposés directement aux aléas côtiers (ouvrages de premier rang). D'autre part, la construction d'ouvrages de protection contre l'érosion peut être limitée par des blocages administratifs ou financiers, celle-ci n'étant pas considérée comme un risque naturel majeur et donc non éligible aux mécanismes de financements dédiés.

Les ouvrages de premier rang, confrontés directement aux éléments marins, sont aussi plus sensibles aux effets de l'érosion qui devrait, dans certains cas, s'intensifier.

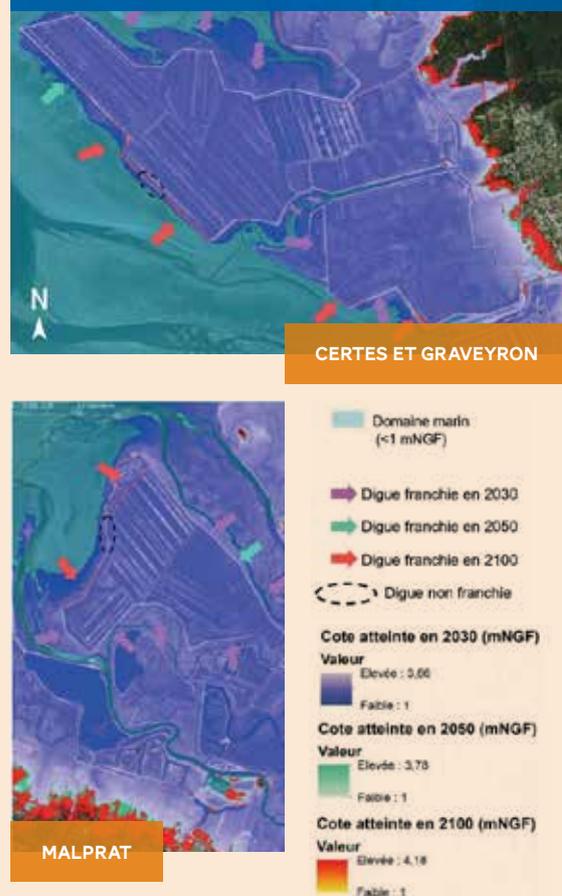
4 Cooley, S., D. Schoeman, L. Bopp, P. Boyd, S. Donner, D.Y. Ghebrehiwet, S.-I. Ito, W. Kiessling, P. Martinetto, E. Ojea, M.-F. Racault, B. Rost, and M. Skern-Mauritzen, 2022: Oceans and Coastal Ecosystems and Their Services. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

5 Cerema, 2018. Coût des protections contre les aléas littoraux.

## Zoom sur les bassins endigués du Delta de la Leyre

Les domaines de Certes et Graveyron et l'île de Malprat sont d'anciens bassins endigués, utilisés auparavant pour la saliculture puis l'élevage de poissons. À l'avenir, les digues de premier rang seront franchies à de multiples endroits (flèches Figure 2), du fait de l'élévation du niveau de la mer. Toutes les digues seraient franchies en 2100 lors d'événements extrêmes du type de la tempête Xynthia (2010). Il s'agit donc de réfléchir dès aujourd'hui à l'avenir des différentes digues, dans le cadre d'un plan de gestion évolutif intégrant ces paramètres.

FIGURE 2: CARTOGRAPHIE DES ZONES SITUÉES SOUS LE NIVEAU MARIN MAXIMAL PRÉVU EN 2030, 2050 ET 2100, SELON LE SCÉNARIO D'ÉLEVATION DU NIVEAU MARIN RCP 8.5 EN NOUVELLE-AQUITAINE  
source : Durand E. 2021



## La gestion des espaces côtiers confrontée à de nouveaux défis

Au-delà de la maintenance régulière des ouvrages, leur **redimensionnement** sera obligatoirement à considérer pour garantir leur fonctionnalité à long terme. Alors que les estimations du GIEC projettent une élévation du niveau de la mer à plus d'1m d'ici 2100<sup>6</sup>, c'est d'autant qu'il faudra adapter en hauteur mais aussi en largeur les ouvrages de protection côtière (digues, enrochements, épis, perrés, etc.).

Enfin, ces frontières physiques artificielles entre la terre et la mer ne préservent pas des évolutions souterraines. Conjointe à l'élévation du niveau de la mer, la **salinisation** des terrains littoraux par remontée du biseau salé est une conséquence difficile à contrôler mais qui menace dès à présent la qualité des espaces agricoles et naturels littoraux.

<sup>6</sup> Sans réduction des émissions de CO2 (RCP 8.5). IPCC. (2022).

Summary for policymakers. Climate Change 2022 : Impacts, Adaptation and Vulnerability.

Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

### Zoom sur La baie de Lancieux

Pour protéger les deux polders, le scénario de reconstruction des digues de **Lancieux** et **Beaussais** en vue d'assurer leur fonctionnalité dès à présent (événement centennal) engagerait à doubler leur largeur. Celle-ci serait même triplée si les effets du changement climatique et l'élévation du niveau marin étaient pris en compte (+ 80 cm d'ici 2100). La reconstruction des 2,5 km de digues des polders a été estimée à plus de 10 millions d'euros<sup>7</sup>. Alors que le polder de **Lancieux** comporte plusieurs habitations et enjeux économiques, l'absence d'enjeux humains notables dans la zone protégée par la digue du polder de Beaussais a dirigé les acteurs du territoire à s'orienter vers une reconexion modérée à la mer avec un effacement de la digue de 1<sup>er</sup> rang et un repositionnement des digues de protection en retrait.

<sup>7</sup> En intégrant une élévation de 60 centimètres du niveau de la mer, le pied de digue mesurerait 15 à 20 mètres de large et 4 mètres en crête de digue. L'estimation du coût de ces ouvrages intègre un volet étude et ingénierie, une construction de l'ouvrage et un entretien de l'ouvrage sur 30 ans. Résultat de l'analyse coût-bénéfice réalisée sur le site de la Baie de Lancieux.

« QUAND ON S'EST RENDU COMPTE QUE RÉPARER CORRECTEMENT UNE DIGUE POUR FAIRE FACE À L'ÉLEVATION DU NIVEAU DE LA MER, C'ÉTAIT LA SURÉLÉVER D'UN MÈTRE EN HAUTEUR POUR 12 MÈTRES EN PIED, ON S'EST DIT : "ET SI ON NE LA RÉPARAIT PAS ?" »

Un élu local,  
récit de site de la Baie de Lancieux

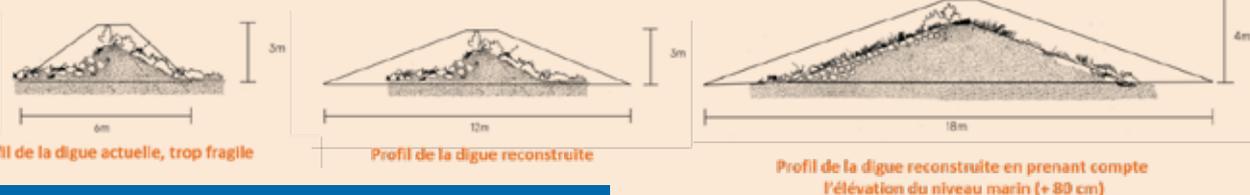


FIGURE 3: PROFILS À CONSIDÉRER POUR ASSURER LA FONCTIONNALITÉ DE LA DIGUE DU POLDER DE BEAUSSAIS.  
© ENSP 2020.

## Une vulnérabilité croissante des enjeux humains et économiques

À l'échelle européenne, les inondations côtières représentent à elles seules plus de 1,4 milliards d'euros de dommages par an dans le contexte actuel<sup>8</sup>. En France, la vulnérabilité des côtes littorales à la submersion marine s'est notamment révélée lors de la tempête Xynthia en 2010. Plus de 200 km de digues ont été endommagés par la tempête, les dégâts matériels ont été estimés à plus de 2,5 milliards d'euros (dommages subis par les particuliers, dégâts sur les activités économiques, biens non assurables)<sup>9</sup>. À l'horizon 2100, les dommages provoqués par les inondations côtières à l'échelle européenne pourraient atteindre 210 milliards d'euros par an<sup>10</sup>, alors que le recul du trait de côte menacerait entre 5 000 et 50 000 logements en France métropolitaine et dans les DROM, pour une valeur immobilière estimées entre 0,8 et 8 milliards d'euros<sup>11</sup>.

Concernant l'érosion, l'étude de l'indicateur national de l'érosion côtière montre qu'en métropole et dans les DROM (hors Guyane), près de 20 % du trait de côte est en recul, soit environ 920 km de côte (en majorité les côtes basses sableuses) (données 2018). Sur les secteurs en recul, près de 30 km<sup>2</sup> de terres ont été érodés sur un période de 50 ans (superficie de la Rochelle ou 4200 terrains de football)<sup>12</sup>.

Dans les secteurs exposés, les pouvoirs publics s'efforcent de limiter autant que faire se peut la présence et l'augmentation d'enjeux économiques et humains vulnérables, notamment en renforçant les règles d'urbanisme. De même, les moyens de protection active sont de plus en plus réservés aux secteurs comportant des enjeux importants et difficiles à relocaliser, ce qui signifie que les secteurs considérés comme moins stratégiques bénéficieront plus difficilement de l'édification ou du renforcement d'ouvrages. Dans ce contexte, la création d'ouvrages de défense contre la mer dans les secteurs faiblement artificialisés a un effet paradoxal : dans les espaces « protégés », le sentiment de sécurité généré par les ouvrages rend beaucoup plus difficile la modération en matière de développement d'activités et d'infrastructures.

La présence d'ouvrages côtiers peut inciter au développement de nouvelles activités socio-économiques à proximité : plus les enjeux augmentent dans le temps et dans l'espace, plus leur relocalisation à venir sera difficile et coûteuse (on peut alors parler de maladaptation).

8 Vousdoukas, M., Mentaschi, L., Hinkel, J., Ward, P., Mongelli, I., Ciscar, J.-C., & Feyen, L. (2020). Economic motivation for raising coastal flood defenses in Europe. *Nature Communications*, 11, 2119.

9 Xynthia : les leçons d'une catastrophe (rapport d'étape). Rapport d'information n° 554 (2009-2010) de M. Alain ANZIANI, fait au nom MCI sur les conséquences de la tempête Xynthia, déposé le 10 juin 2010.

10 Vousdoukas, M., Mentaschi, L., Hinkel, J., Ward, P., Mongelli, I., Ciscar, J.-C., & Feyen, L. (2020). Economic motivation for raising coastal flood defenses in Europe. *Nature Communications*, 11, 2119. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15665-3>

11 CEREMA, Evaluation des enjeux potentiellement atteints par le recul du trait de côte

12 Ministère de la Transition Écologique. Indicateur national de l'érosion côtière. Premiers enseignements.

### Zoom sur Le littoral corse du delta du Golo

Une forte érosion est constatée sur certains secteurs du littoral, et menace des infrastructures privées. Suite à la destruction d'une partie de l'établissement lors d'une tempête, l'Hôtel Pineto a fait construire en 2008 un enrochement sur la plage pour pouvoir installer de nouveau une terrasse. Malgré cette protection localisée, la plage ne cesse de se rétrécir et la mer menace un peu plus l'établissement chaque année, qui maintient pour l'instant ses activités touristiques.

FIGURE 4: PHOTOGRAPHIES DE L'HÔTEL PINETO (BIGUGLIA)  
© Conservatoire du littoral



Le modèle classique de gestion côtière s'est développé pour protéger les activités humaines sur le littoral. Son maintien deviendra de plus en plus coûteux au fur et à mesure de l'élévation du niveau de la mer, il est donc devenu nécessaire de rechercher des alternatives lorsque les questions de risques ne sont pas les seuls enjeux en présence. En France, ces situations sont fréquentes car l'artificialisation du littoral est moins systématique que dans d'autres pays. La grande variété des littoraux français est une chance de ce point de vue, car elle offre par endroits la possibilité de **solutions d'adaptation** peut-être moins coûteuses que la lutte pour fixer le trait de côte. Dans les secteurs à dominante naturelle ou agricole, la hiérarchisation des enjeux se partage entre gestion des risques, biodiversité, services écosystémiques, usages agricoles, attractivité du territoire, tourisme, etc. ; si bien que la palette de solutions est plus ouverte, incluant la possibilité de recomposition de la bande littorale avec potentiellement un bilan global positif sur l'ensemble de ces activités.

## 2. Des impacts sédimentaires, écologiques et paysagers

### Des impacts sur les échanges hydro-sédimentaires au niveau du site et au-delà

De manière générale, les ouvrages de défense contre la mer provoquent des **bouleversements dans les dynamiques hydro-sédimentaires**, à une échelle qui dépasse celle de leur seul emplacement.

Localement, une digue ou un ouvrage de protection restreint voire supprime les transferts sédimentaires vers les milieux situés à l'arrière. Dans le cas des côtes sableuses, cela isole la dune de la plage et limite sa mobilité, elle peut alors subir les effets du ressac contre l'ouvrage et voir son niveau s'abaisser progressivement, ainsi que la surface de l'estran<sup>13</sup>. Dans le cas des côtes basses abritées soumises aux marées, l'accumulation de sédiments à l'avant de l'ouvrage crée un différentiel d'altitude parfois important avec les terrains rétro-littoraux. Ceux-ci ne bénéficient plus des apports sédimentaires et sont parfois soumis au tassement dû à leur usage agricole. En conséquence, les terrains à l'arrière, plus bas que les terrains devant l'ouvrage, deviennent plus vulnérables aux submersions.

Les ouvrages perpendiculaires au trait de côte, comme les épis, perturbent le déplacement des sédiments le long de la côte, appelée dérive littorale. Ils retiennent les sédiments – c'est leur

fonction – qui viennent alors à manquer sur les zones littorales adjacentes en aval du courant, provoquant ainsi une érosion. Par leurs effets connexes, les mises en place de protection locales successives tendent à aggraver et multiplier les phénomènes d'érosion et les risques de submersion sur les autres secteurs. Ainsi, la présence de plusieurs épis au niveau de Carnon (Hérault) a causé un blocage de la dérive littorale et une érosion au niveau d'un secteur du site du **Petit et Grand Travers**, situé à l'est, à l'aval de la dérive littorale. De même, la construction des jetées portuaires de Port Miramar (La Londe-les-Maures, Var) dans les années 1950 a bloqué l'alimentation en sédiments du cordon dunaire à l'ouest, entraînant son érosion progressive. Pour pallier cette érosion, des enrochements du cordon sur près de 800 m ont été édifiés par les saliniers d'Hyères entre 1970 et 1992. S'ils ont fait obstacle au recul du trait de côte sur le secteur est des **Vieux-Salins d'Hyères**, ils ont conduit à décaler la cellule d'érosion plus à l'ouest, menaçant ainsi directement des enjeux humains.

Enfin, les ouvrages présents au niveau des fleuves (barrages, digues) peuvent aussi limiter les apports sédimentaires vers la mer et donc l'engraissement naturel des plages.

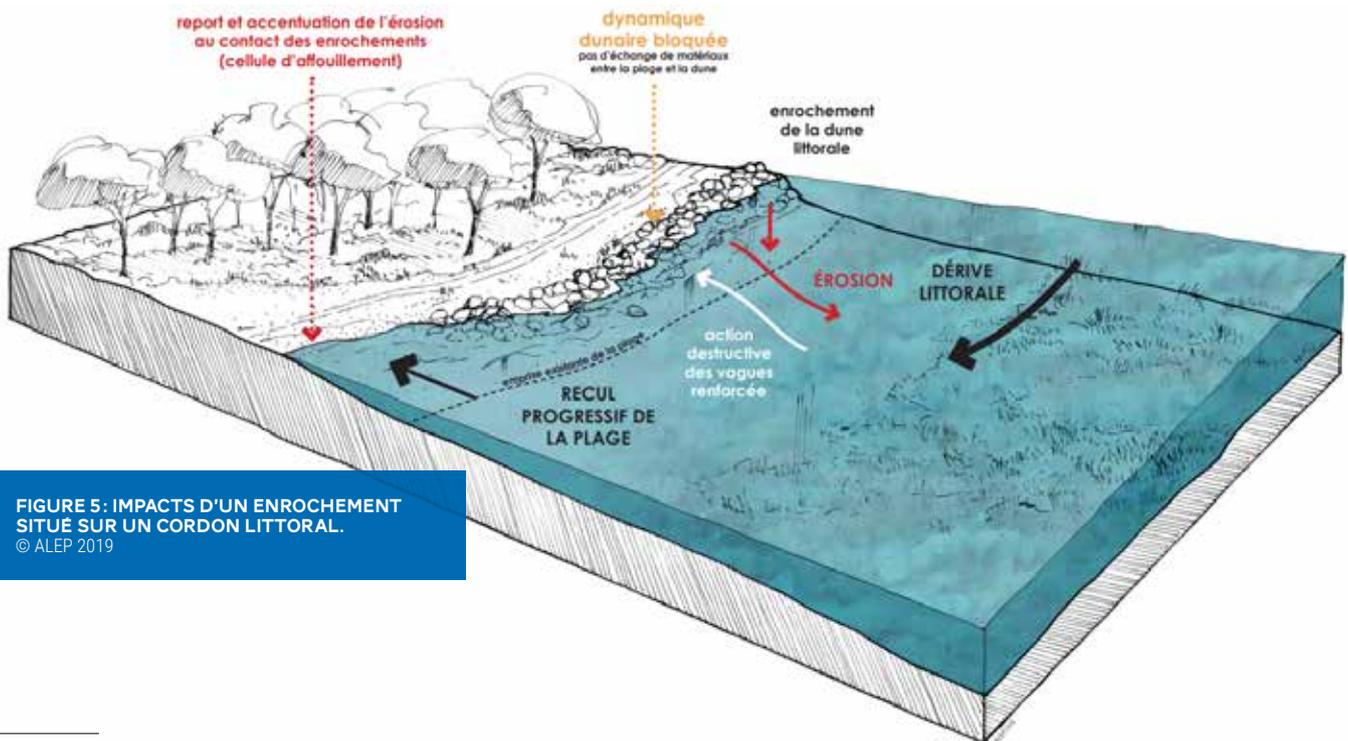


FIGURE 5 : IMPACTS D'UN ENROCHEMENT SITUÉ SUR UN CORDON LITTORAL.  
© ALEP 2019

<sup>13</sup> Estran ou zone intertidale : zone de balancement des marées, bande littorale située entre les limites extrêmes des plus hautes et des plus basses marées.

## Des impacts sur les milieux naturels

Les effets des ouvrages de protection côtière se manifestent aussi sur les milieux naturels d'interface terre-mer. D'une part, les infrastructures de défense créent une **rupture des continuités écologiques entre espaces terrestres et marins** : en séparant l'eau salée de l'eau douce et les habitats côtiers du domaine terrestre, elles réduisent les échanges utiles à la biodiversité et à la productivité primaire.

D'autre part, une ligne de défense en front de mer, par sa fixité face à l'élévation du niveau de la mer, réduit l'espace disponible pour les espaces naturels de l'interface terre-mer : c'est le phénomène de **compression côtière** ou *Coastal squeeze*<sup>14</sup>. Il limite grandement voire interdit les capacités d'adaptation et de migration des écosystèmes côtiers vers la terre, qui sont donc voués à disparaître progressivement. Pour peu que les modes d'occupation des sols en arrière des protections soient peu favorables à la biodiversité, cela conduit à un appauvrissement généralisé de la nature littorale.

14 Doody, J. P. (2013). Coastal squeeze and managed realignment

## Des impacts paysagers : discontinuités physiques et perte de naturalité

Ces discontinuités écologiques **contrarient de plus l'aspect naturel des paysages de ces rivages**. Or, celui-ci représente un atout touristique des territoires côtiers, et un attrait important pour beaucoup de français : le lien terre-mer est socialement très important, une transition douce étant préférée à une rupture nette entre deux milieux<sup>15</sup>.

Alors que pour certains espaces, les ouvrages historiques font aussi partie intégrante du paysage actuel, comme les digues végétalisées de la **Baie d'Authie** ou de l'**estuaire de l'Orne**, ou ont une valeur patrimoniale importante comme la digue aux moines du XIII<sup>e</sup> siècle (**Lancieux**), d'autres forment une discontinuité et une empreinte paysagère anthropique importante. En majorité rectilignes, ces ouvrages côtiers contrarient l'idée d'un littoral naturel. Les matériaux utilisés (blocs de bétons, roches) peuvent aussi participer à une perte de l'aspect sauvage et naturel d'un site. Le redimensionnement des ouvrages pour répondre à l'élévation du niveau de la mer peut aussi accentuer ces ruptures paysagères, voire même occulter la vue de l'estran depuis les terres.

15 Binet, T., Borot de Battisti, A., Diazabakana, A., Smidt, O., 2015. Bénéfices patrimoniaux de la protection sur les sites du Conservatoire du Littoral. Vertigo Lab, Conservatoire du littoral.

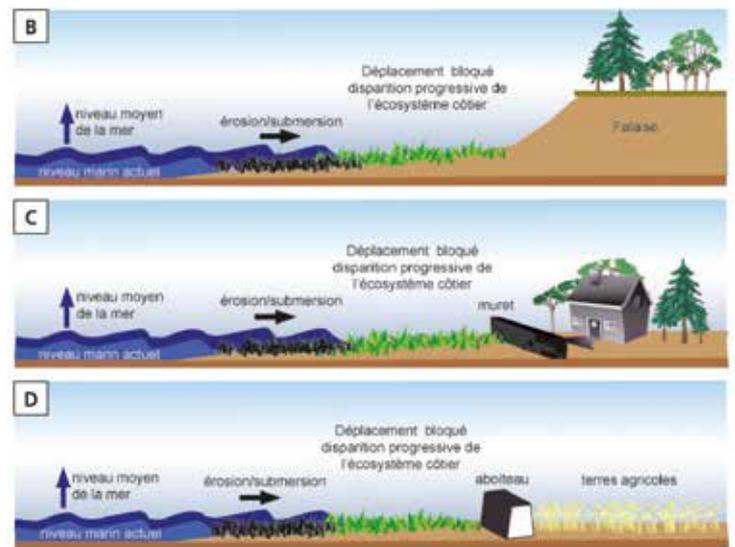


FIGURE 6: SCHEMA DU PHENOMENE DE "COASTAL SQUEEZE" OU COMPRESSION COTIERE.

© Bernatchez & Quintin 2016 d'après (Pontee, 2013).

Bien que ces ouvrages de défense soient cohérents pour protéger localement des enjeux très importants et critiques (enjeux humains, bâtis), leurs effets dans le temps et dans l'espace et leur coût dans le contexte du changement climatique engagent à réfléchir à une autre forme de gestion de la frange côtière là où c'est envisageable. La Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte (SNGITC) abonde en ce sens, en prônant un accompagnement des territoires littoraux dans leur recomposition spatiale et l'intégration des écosystèmes côtiers dans la définition de solutions adaptées. La gestion souple peut offrir ces alternatives, en particulier sur des terrains concernés par des enjeux naturels et agricoles.

# La gestion souple, une perspective d'aménagement durable de la bande côtière intégrant les écosystèmes

La gestion souple de la bande côtière part du principe que le littoral est une interface dynamique et non une ligne de rivage fixe. Dans la mesure où les phénomènes naturels qui s'y déroulent peuvent servir un projet de territoire, il peut être profitable de les conforter et de les orienter plutôt que de dépenser des efforts considérables pour s'y opposer. Une nouvelle ingénierie, associant des disciplines aussi variées que la géomorphologie, le génie civil, l'écologie, le paysage et la

conduite de projet émerge pour donner corps à ce principe. Elle s'appuie sur la protection, la restauration et la gestion de milieux littoraux d'interface fonctionnels, capables d'absorber ou réduire les effets des aléas marins et vecteurs de nombreux services écosystémiques. Elle peut s'appliquer à une multitude de milieux et de sites : les côtes sableuses comme les cordons dunaires ou les lidos mais aussi les zones humides côtières comme les marais maritimes, les estuaires ou les mangroves.

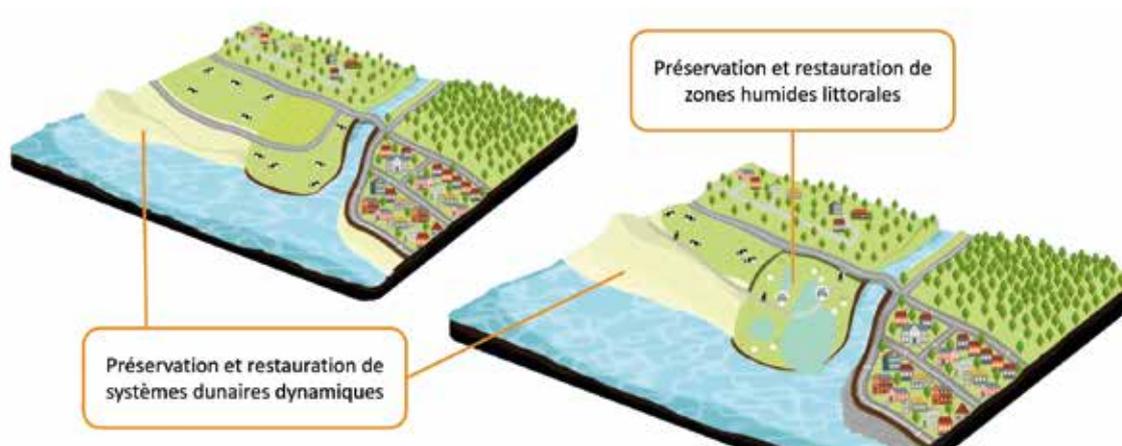


FIGURE 7 : PRINCIPE DES SOLUTIONS DE GESTION SOUPLE : DES BARRIÈRES SABLEUSES RESTAURÉES ET MOBILES ET DES ZONES HUMIDES QUI ATTÉNUENT LES EFFETS DES ALÉAS LITTORAUX.

© Frapadoc et CDL 2021

## 1. Une solution flexible et pertinente en matière de gestion des effets des aléas naturels côtiers

La gestion souple intègre la présence de milieux littoraux fonctionnels, susceptibles d'évoluer dans le temps. Seuls ou en association plus ou moins étroite avec des infrastructures classiques, ils participent alors à l'atténuation des aléas et à la protection des terrains rétro-littoraux vis-à-vis de l'érosion et de la submersion marine.

La gestion souple peut se décliner en deux catégories : la restauration et la protection des espaces d'atténuation (zones humides littorales et habitats benthiques côtiers), et celle des barrières physiques naturelles (cordons sableux).

### Des espaces d'interface capables d'atténuer les aléas

Plusieurs sites adapto de la façade Atlantique (**marais de Brouage, Mortagne, Ile Nouvelle, delta de la Leyre, rizières de Mana**), de la façade Manche (**Lancierieux, Orne et Authie**) et de la façade méditerranéenne (**Vieux Salins d'Hyères**) intègrent la

protection et la restauration de zones humides littorales. Celles-ci dissipent en partie l'énergie des vagues de faible ampleur et réduisent leur hauteur. Elles stabilisent aussi le rivage et, dans certaines conditions, favorisent la sédimentation.

## Le rôle de la végétation des estrans et des récifs sur l'atténuation de l'énergie marine

Les zones humides littorales telles que les prés-salés, les roselières et les mangroves constituent des milieux d'interface entre la mer et la terre. La végétation composant ces milieux joue un rôle clé dans la réduction d'aléas, en particulier sur l'atténuation de la houle. Celle-ci peut varier dans le temps et l'espace, bien qu'elle soit la plus importante sur les dix premiers mètres d'un pré-salé, dès le contact avec la végétation de schorre<sup>16</sup>, à savoir la partie haute d'un marais maritime submergée aux grandes marées. Le taux d'atténuation de la houle sur les prés-salés est variable selon les sites, selon le type, la densité et la hauteur de végétation mais aussi la hauteur d'eau et l'énergie des vagues considérées<sup>17</sup>. Il est souvent compris entre 0,3 %/m et 1 %/m<sup>18</sup>, mais peut atteindre 6 %/m<sup>19</sup>. Au niveau d'un secteur du **marais de Brouage**, la hauteur des vagues est réduite de 1.3 %/m sur les 50 premiers mètres d'une zone végétalisée, composée principalement de spartines et d'obiones. Ces dernières provoquent une dissipation des vagues particulièrement élevée (5%/m) dû à leur forte densité et leur nombreuses ramifications<sup>20</sup>. Au niveau de la **baie de Lancieux**, à l'avant des ouvrages, il a été constaté une atténuation plus forte dans les zones de haut schorre (> 0,2 % /m), que dans les zones de salicorne et d'obione (0,1 à 0,2%/ m)<sup>21</sup> ou de slikke (estran vaseux sans végétation).

Les mangroves, herbiers et récifs coralliens sont aussi des espaces naturels qui atténuent l'énergie des houles en agissant

comme des brises-vagues. Leur préservation et leur restauration participent ainsi à la gestion des effets locaux des aléas littoraux et assurent la complémentarité avec les actions de gestion souple. Les mangroves atténuent ainsi jusqu'à 90 % de l'énergie des vagues, mais fonctionnent aussi comme une zone tampon vis-à-vis des vents forts et favorisent la stabilité des berges par les racines des palétuviers<sup>22</sup>. Leur existence dépend parfois de la présence de bancs de vase près du rivage, comme au niveau des **rizières de Mana**, qui contribuent eux aussi à l'atténuation de l'érosion du rivage. En Méditerranée, les herbiers sous-marins de Posidonie sont capables d'atténuer l'énergie des houles jusqu'à 20 %, en augmentant la rugosité du fond de la mer tout en retenant aussi les sédiments<sup>23</sup>. Par ailleurs, les feuilles de posidonie, une fois déposées sur le rivage, se superposent et forment des banquettes. Celles-ci protègent alors le cordon sableux de l'érosion et favorisent la formation de dunes embryonnaires en retenant le sable qui s'y dépose. Sur le site des **Vieux Salins**, l'herbier de posidonie affleurant contribue à atténuer la houle et les banquettes formées stabilisent les cordons sableux.

Aujourd'hui menacés par les activités humaines, ces habitats peuvent être protégés localement : en limitant ou réorganisant le mouillage des bateaux de plaisance (dont l'ancre et la chaîne arrachent les herbiers de posidonie), ou encore en évitant le nettoyage mécanique des plages.



FIGURE 8: HERBIERS DE POSIDONIE ET BANQUETTE DE POSIDONIE LE LONG DU RIVAGE, VIEUX-SALINS D'HYÈRES.

© Semantic T.S. et Conservatoire du littoral

16 Möller, I., & Spencer, T. (2002). Wave dissipation over macro-tidal saltmarshes: Effects of marsh edge typology and vegetation change. *Journal of Coastal Research*, 36, 506–521

17 Cooper, N. J. (2005). Wave dissipation across intertidal surfaces in the Wash tidal inlet, eastern England. *Journal of Coastal Research*, 21(1), 28–40.

18 Tanguy P. & Dussutour P (2020). Reconnexion marine et changement climatique - En quoi la gestion souple du trait de côte participe à la réduction des aléas d'érosion et de submersion marine ?

19 Yang, S. L., Shi, B. W., Bouma, T. J., Ysebaert, T., & Luo, X. X. (2012).

Wave Attenuation at a Salt Marsh Margin: A Case Study of an Exposed Coast on the Yangtze Estuary. *Estuaries and Coasts*, 35(1), 169–182

20 Dans la réserve de Moëze-Oléron, « la Pointe aux herbe ».

Lavaud, L., LECHEVALIER, A., Coulombier, T., Bertin, X., & Martins, K. (2020). Effet de la végétation sur la dissipation des vagues au niveau d'un pré salé.

21 Lambert N. (2017) Biogéomorphologie et estimation du service d'atténuation du marais maritime de la Baie de Lancieux

22 Ministère de la Transition Écologique. (2018). L'évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques, les milieux marins et littoraux français. Ministères Écologie Énergie Territoires.

23 Leredde Yann, B. K., Michaud Héloïse, Jacob Céline, Schwartz Thibault, Thorin Sébastien et Marsaleix Patrick. 2016. L'atténuation des vagues par les herbiers de Posidonies, un service écosystémique contre l'érosion côtière. Toulon.

## La gestion souple, une perspective d'aménagement durable de la bande côtière intégrant les écosystèmes

### Le rôle de la sédimentation naturelle dans les espaces reconnectés à la mer

La reconnexion marine favorise le retour des échanges hydro-sédimentaires, les espaces reconnectés étant souvent soumis aux marées. Des chenaux vont se créer pour accueillir puis évacuer l'eau. Son étalement sur une faible hauteur, associé à la végétation de prés-salés qui abaisse la vitesse du courant, favorisent le dépôt des sédiments en suspension dans l'eau de mer. La végétation limite aussi la remobilisation des sédiments déjà déposés. Ces dépôts successifs de sédiments, à chaque marée, permettent au marais de s'élever : c'est le phénomène d'**accrétion verticale**. Il forme alors une zone de protection et d'atténuation vis-à-vis de l'érosion et de la submersion. Dans le cas d'une ouverture de polder, les différences de niveau des terrains situés de part et d'autre de l'ancien ouvrage vont se réduire progressivement au fil des années.

La **reconnexion du polder aval de Mortagne** a entraîné une forte sédimentation sur les terres tassées par des décennies de grandes cultures. Entre 1999 et 2021, les sondages montrent une élévation du polder comprise entre 70 cm et 1,50 m, conjointe à une reconquête végétale progressive. Les surfaces en eau libre et vases nues ont laissé place à une végétation rase de prés-salés puis de roselières, aujourd'hui essentielle dans l'atténuation des risques.

La reconnexion marine permet donc le retour d'une végétation jouant un rôle d'atténuation et de source de biodiversité. Cette technique ne nécessite pas de travaux sur de grandes surfaces puisque ces phénomènes sont spontanés dès lors que les échanges avec la mer sont restaurés. Parfois, cette reconnexion est elle-même spontanée, par brèche accidentelle de la digue. L'option de ne pas intervenir constitue alors un choix de gestion déterminant, qui pour être compris et validé doit être soigneusement anticipé (voir par exemple le cas de Lancieux). Des travaux ponctuels peuvent aussi être décidés pour reconnecter le polder, selon différentes modalités.

Le temps de mise en place d'un marais maritime est variable : retrouver une couverture végétale équivalente aux marais naturels n'est pas équivalent à retrouver un marais fonctionnel vis-à-vis de l'atténuation des aléas côtiers. La temporalité de ces deux aspects est complexe à généraliser, car elle est dépendante de nombreux facteurs : l'historique des terrains reconnectés, la vitesse de la sédimentation, la présence de marais maritimes à proximité (banque de graines disponible et locale) ou encore le taux de salinité de l'eau.



FIGURE 9: SCHEMA DE L'INTERACTION ENTRE LA VÉGÉTATION ET LA SÉDIMENTATION (D'APRÈS FAGHERAZZI ET AL. 2012).

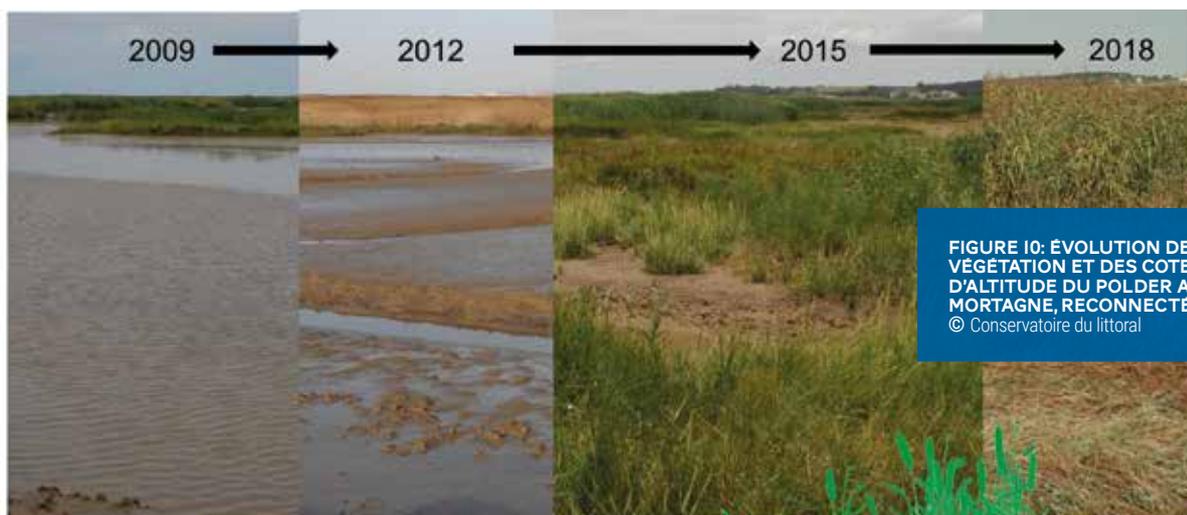
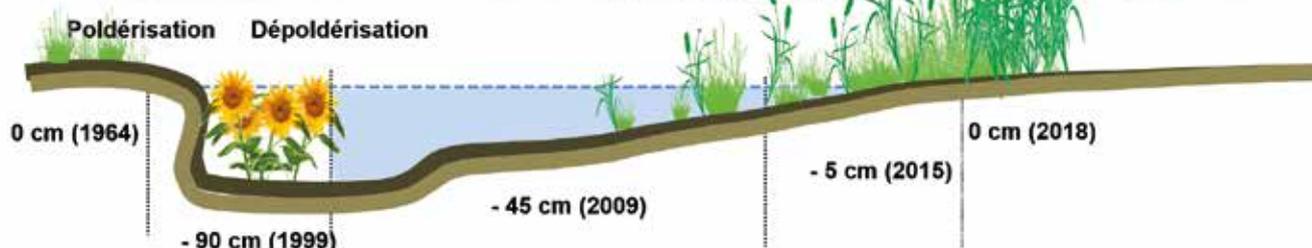


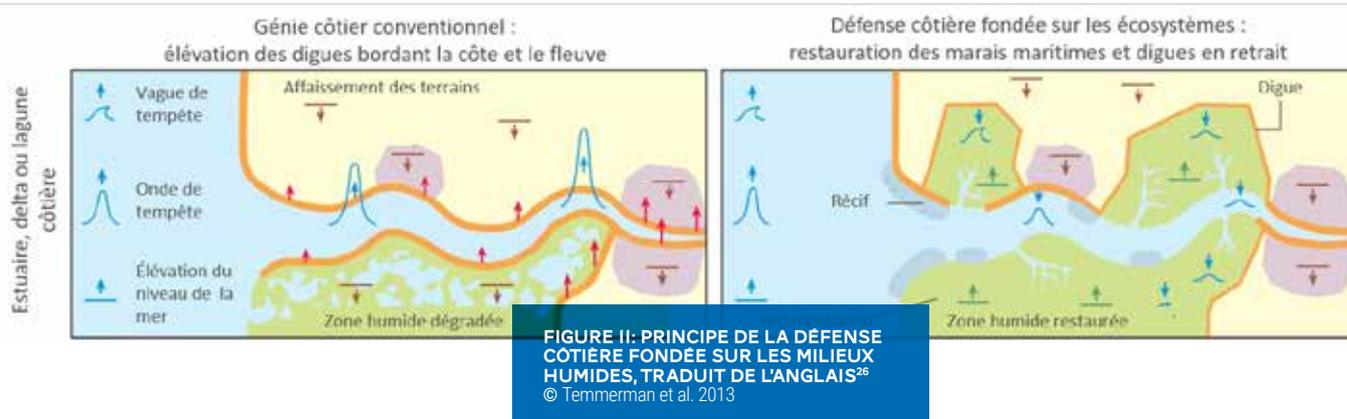
FIGURE 10: ÉVOLUTION DE LA VÉGÉTATION ET DES COTES D'ALTITUDE DU POLDER AVAL DE MORTAGNE, RECONNECTÉ EN 1999  
© Conservatoire du littoral



## La création de zones d'expansion de submersions marines

En cas d'événements extrêmes, les surfaces de milieux humides représentent aussi des **zones d'expansion de crues**, en particulier dans les estuaires ou les baies. Plus la superficie de la zone d'expansion est importante et plus la hauteur d'eau sera diminuée. Cette capacité d'étalement est primordiale pour la gestion des risques de submersion marine en cas d'évènement extrême<sup>24</sup>. Ainsi, en 2010, l'inondation des prairies humides en aval de Rochefort - dont une partie du marais de Brouage - a permis de réduire la hauteur d'eau au niveau du fleuve bordant la ville<sup>25</sup>. La reconnexion à la mer d'espaces littoraux au niveau

de l'**Estuaire de la Gironde** (Ile Nouvelle, Mortagne) ou celle envisagée dans l'**Estuaire de l'Orne** (marais de Cagny) participe également à multiplier les zones d'expansion. Mais cette fonction dépasse les seuls espaces reconnectés de façon permanente : les zones humides d'eau douce, non liées à la mer de façon ordinaire, offrent les plus importantes surfaces d'expansion en cas d'évènement extrême. Ces marais, généralement résilients aux submersions marines exceptionnelles, jouent donc un rôle complémentaire et doivent être préservés de l'urbanisation et de l'intensification agricole.



24 V Tanguy P. & Dussutour P (2020). Reconnexion marine et changement climatique - En quoi la gestion souple du trait de côte participe à la réduction des aléas d'érosion et de submersion marine ?

25 Bafoil, F. (2022). Adaptation des territoires au changement climatique. Étude comparative de territoires européens (p. 415 p.). Caisse des dépôts - Institut pour la recherche et Banque des territoires.

26 Temmerman, S., Meire, P., Bouma, T. J., Herman, P. M. J., Ysebaert, T., & De Vriend, H. J. (2013). Ecosystem-based coastal defence in the face of global change. *Nature*, 504(7478), Art. 7478.

## Des barrières physiques naturelles comme les cordons sableux

Dans le cadre du projet adapto, les sites méditerranéens (**Petit et Grand Travers, Vieux Salins d'Hyères**) ainsi qu'une partie des sites de la **baie de Lanciaux** et de la rive nord de la **baie d'Authie** sont concernés par des restaurations dunaires. Dans le cas des sites méditerranéens, ces cordons dunaires, appelés lidos, sont généralement situés entre la mer et une lagune ou un salin. Les cordons dunaires fonctionnels et en bon état écologique, du fait de leur hauteur et de leur largeur, sont des protections efficaces contre la submersion des zones basses rétro-littorales ou des étangs littoraux. Intégrés à un système hydro-sédimentaire plage-dune fonctionnel, ils dissipent l'énergie des vagues et peuvent subir des périodes d'érosion sans dommages pour les activités humaines si celles-ci ne sont pas trop proches. L'intérêt d'un cordon dunaire naturel face aux risques littoraux est triple : il retarde voire empêche la submersion marine ; il est peu coûteux à l'entretien ; il amortit l'énergie marine et évite ainsi le report

d'érosion sur les secteurs adjacents. Son efficacité d'atténuation est néanmoins conditionnée par sa taille, son caractère plus ou moins naturel et l'espace d'évolution dont il dispose en arrière de sa position actuelle.

La résistance des cordons dunaires est meilleure lorsqu'ils ont la capacité d'ajuster leur profil et leur emplacement au gré des mouvements sédimentaires et éoliens, ce qui suppose de maintenir ou restaurer leur caractère naturel et donc dynamique. La restauration des dunes favorise l'accumulation de sable et contribue à limiter son départ, essentiellement grâce à la végétation dunaire. Une solution peu coûteuse à moyen terme est la pose de ganivelles (ou de filets en fibres naturelles coco) sur les zones qui ont besoin d'être engraisées en sable. Le vent, ralenti par ces brise-vent, dépose le sable qu'il transporte à la base des ganivelles. Selon leur disposition

## La gestion souple, une perspective d'aménagement durable de la bande côtière intégrant les écosystèmes

et leur configuration, ces techniques peuvent aussi réduire le piétinement en canalisant le public, et ainsi permettre le développement d'espèces végétales dunaires. L'Oyat (*Ammophila arenaria*) garantit à la fois un dépôt de sable en atténuant le vent par ses feuilles, mais aussi la fixation du sable via son système racinaire très profond. Dans les secteurs soumis à de fortes érosions et sans capacité de développement végétal naturel, la pose localisée de couvertures de branchages à même le sable, accompagnée de la plantation d'Oyats permet de piéger le sable<sup>27</sup>. La présence de végétation sur la plage et au pied de la dune (laisses de mers, herbiers de posidonie séchés, Agropyron) permet d'accroître le stockage de sable transporté par le vent.

**La mobilité** potentielle des cordons dunaires est indispensable à leur résistance, car lorsqu'elle est réduite, elle diminue

27 Gouguet Loïc, 2018. Guide de gestion des dunes et des plages associées.

considérablement leur résilience aux aléas côtiers. C'est notamment le cas lorsque des surfaces artificielles sont directement construites sur la dune (stationnement, route, voie d'accès) ou à sa base sur la plage (enrochements, perrés). La relocalisation ou le retrait de ces aménagements, lorsqu'ils peuvent être envisagés selon les enjeux rétro-littoraux qui y sont associés, restaurent le fonctionnement dunaire protecteur. Dans le cas de dunes qui ne peuvent plus assurer leurs fonctionnalités vis-à-vis d'enjeux forts, des méthodes plus actives de reconstruction par rechargements en sable et reprofilages peuvent compléter les actions de gestion souple. Ces opérations doivent être correctement anticipées pour favoriser le retour à une évolution naturelle des processus (granulométrie du sable, identification des cellules d'érosion...).

### Zoom sur

### la renaturation du cordon littoral des Vieux Salins d'Hyères

À la suite du retrait des enrochements du cordon littoral et des actions de gestion dunaire (rechargement en sable, pose de ganivelles), les dynamiques sédimentaires ont rapidement été rétablies localement. Bien qu'un recul du trait de côte immédiat ait été observé suite au désenrochement de 2019, l'accumulation de sable dans la laisse de mer a permis au trait de côte de s'avancer à la position où était situé l'ouvrage dès 2020. Le secteur en érosion est maintenant en accrétion, la plage s'étant élargie de 5 à 10 m entre 2018 et 2021. De plus, les reports d'érosion sur les secteurs en aval des courants côtiers ont été amoindris. Le bon état de conservation de l'herbier de posidonie, qui fait office d'atténuateur de houle, participe au succès de ce mode de gestion. L'absence de grosses tempêtes depuis l'hiver 2020-2021 est aussi un élément clef dans la réussite du projet, le cordon dunaire ayant ainsi le temps de se reconstruire et de se végétaliser.

26 septembre 2019



25 mai 2020



4 avril 2019



9 juillet 2019



FIGURE 12: ÉVOLUTION DU CORDON SABLEUX À LA SUITE DES OPÉRATIONS DE DÉSENROCHEMENT ET DE LA POSE DE GANIVELLES, VIEUX SALINS D'HYÈRES.  
© Conservatoire du littoral

## Des solutions modulables selon la typologie des territoires littoraux et des risques considérés

Lorsqu'elles sont anticipées, ces techniques de gestion sont modulables selon la vulnérabilité des enjeux locaux et les temporalités du projet envisagées. Les opérations de restauration du cordon dunaire peuvent accompagner un recul de celui-ci, alors qu'en cas de risque pour les enjeux, la gestion des cordons dunaires peut avoir pour objectif de maintenir un volume sableux conséquent, par des méthodes de fixation du sable. C'est la technique développée localement sur le site du **delta du Golo**, où l'érosion est très variable selon les secteurs, mais a atteint un taux de -2,5 m/an au niveau des embouchures. Par l'identification des zones à enjeux (bâtis), une gestion du cordon dunaire localisée peut être mise en place, avec un déplacement de sable pour initier un bourrelet dunaire et la mise en place de ganivelles. Dans le cas d'une érosion forte et de faibles enjeux rétro-littoraux, la translation de la dune vers les terres peut être encouragée par libre évolution, en accompagnant des processus naturels de dynamique éolienne.

De même, les **reconnexions marines** peuvent se traduire sous différentes formes selon les enjeux considérés. Une reconnexion naturelle peut être envisagée, par libre évolution d'une brèche ou l'arasement totale d'une digue, ou **une reconnexion maîtrisée par un ouvrage de régulation de la marée** (Régulation tidal exchange). La création d'un ouvrage permettra de fixer un débit maximal, mais aussi de maintenir une continuité de cheminement sur la digue, qui peut constituer un enjeu important. Plus l'ouverture est large (brèche ou suppression de la digue), plus les milieux marins seront favorisés. Plus elle est étroite, plus les fonctions liées au bassin versant (épuration des eaux, habitats saumâtres) seront présentes. Pour la reconnexion des terrains François dans l'**estuaire de l'Orne**, il a été choisi de conserver la digue de premier rang pour protéger le site à l'arrière de l'impact des vagues, tout en restaurant progressivement des milieux humides salés saumâtres. Ce dispositif assure la continuité du sentier côtier à marée haute, un souhait cher aux riverains.



FIGURE 13: RECONNEXION MAÎTRISÉE DES TERRAINS FRANÇOIS (SALLENELLES) PAR LA POSE D'UN DALOT  
©Port de Normandie et Conservatoire du littoral 2022

La mobilisation d'une bande côtière d'une certaine épaisseur et d'espaces naturels d'atténuation et de protection permet de concevoir des systèmes associant plusieurs types de **solutions complémentaires**, comme par exemple des espaces de gestion souple en interface directe avec la mer et des ouvrages de protection de deuxième rang. Le développement de milieux naturels atténuateurs et faisant office de zone tampon à l'avant

de ces ouvrages peut réduire l'impact des vagues sur ces ouvrages et diminuer leur vulnérabilité à moyen terme. Il s'agit d'entretenir et de consolider des digues de second rang déjà existantes ou, dans d'autres cas, d'en construire de nouvelles. Cet effet atténuateur a été constaté au niveau des bassins reconnectés du **delta de la Leyre** : suite à la reconnexion à la mer de certains bassins dès 1996, les terrains se sont

## La gestion souple, une perspective d'aménagement durable de la bande côtière intégrant les écosystèmes

exhaussés (+3,5cm/an)<sup>28</sup> et des surfaces de prés-salés se sont développées. Cette végétalisation de l'espace à l'avant des digues restantes, anciennement de second rang, les préserve de dégâts trop importants et limite leur entretien à moyen terme. À plus long terme, cette solution se révèle cohérente pour accompagner la montée du niveau marin, bien que son efficacité reste dépendante des conditions hydro-sédimentaires du site (vitesse d'élévation du niveau marin, vitesse de sédimentation). La construction d'une digue rétro littorale au niveau du bois

des Sapins (**Baie d'Authie**) est une illustration concrète de cette solution, qui permet d'envisager à terme une atténuation des effets de la houle sur la digue par les espaces naturels situés à l'avant (prairies, milieux dunaires). Pour l'instant en France, les modèles de calcul de dimensionnement des ouvrages ne prennent pas en compte l'apport des milieux naturels en interface entre l'énergie marine et les ouvrages. Des avancées en termes de connaissance et de traductions techniques sont nécessaires pour faire évoluer l'ingénierie en la matière.

28 BARCASUB (2013). La submersion marine et ses impacts environnementaux et sociaux dans le Bassin d'Arcachon (France) : Est-il possible, acceptable et avantageux de gérer ce risque par la dépoldérisation ? Rapport de synthèse

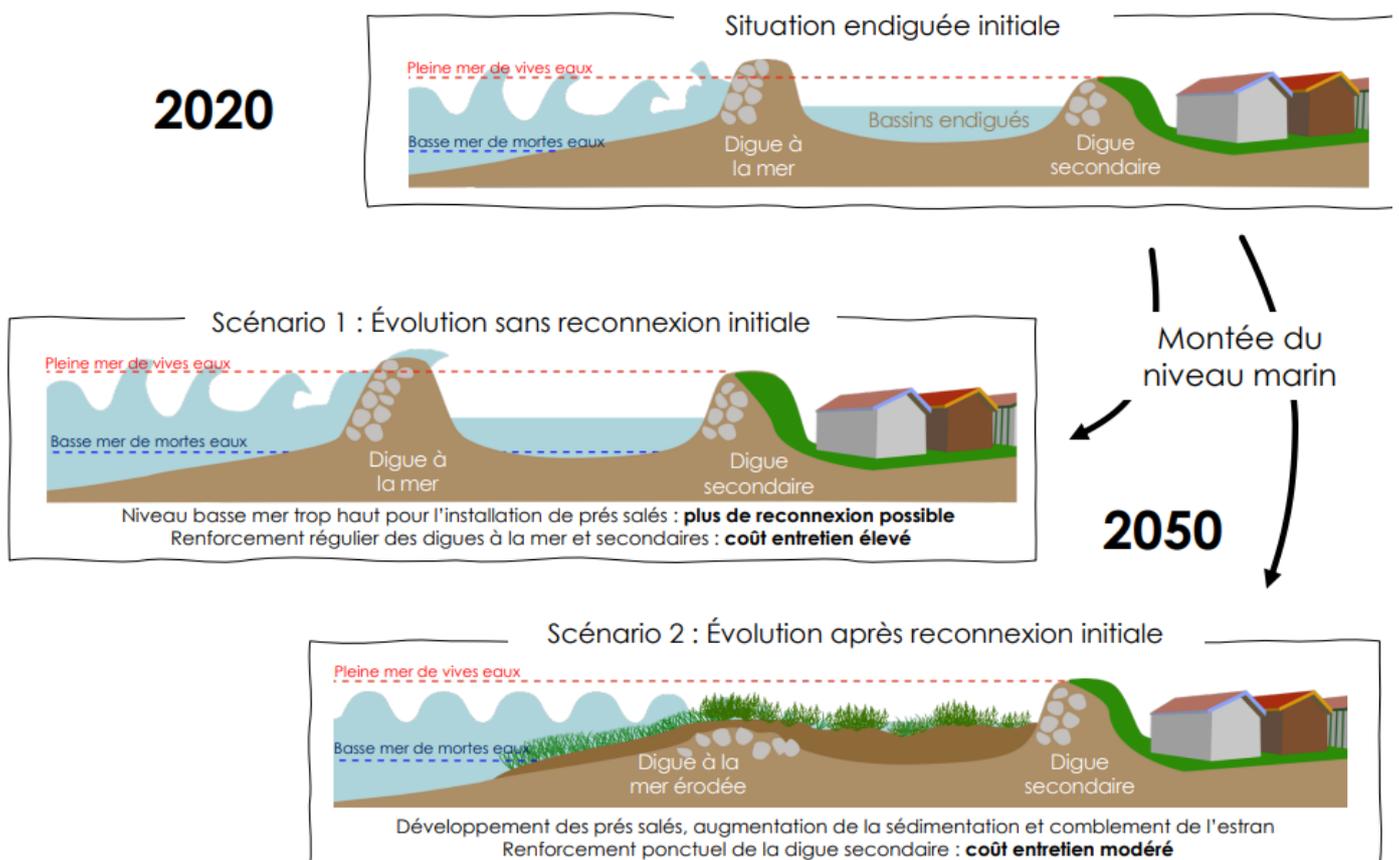


FIGURE 14: INTÉRÊT DE LA RECONNECTION MARINE DE CERTAINS BASSINS ENDIGUÉS DU DELTA DE LA LEYRE ©Terre&Océan

## 2. Une solution qui favorise la présence d'habitats naturels patrimoniaux et fonctionnels

Une grande partie des écosystèmes côtiers et estuariens sont détériorés par une forte pression anthropique et subissent un déclin de leur surface. La gestion souple de la bande côtière

est alors une opportunité de retrouver ces habitats naturels, supports de biodiversité et de nombreuses fonctions comme la séquestration du carbone atmosphérique.

### Une bande côtière large accueillant une biodiversité souvent remarquable et menacée

La gestion souple permet de redonner de l'espace **aux habitats côtiers patrimoniaux**<sup>29</sup>. C'est le cas des zones humides (vasières, prés-salés, lagunes, marais saumâtres, etc.) et des systèmes dunaires (dune blanche, grise, boisée) qui représentent des habitats fonctionnels de haute valeur pour la biodiversité.

La mise en défens du cordon sableux du site des **Vieux Salins d'Hyères**, pour éviter son piétinement et sa dégradation, a favorisé la reconquête de la végétation dunaire (augmentation de 49 % de la surface de végétation de dune embryonnaire<sup>30</sup>). Suite à la démolition de la route littorale qui scindait en deux le cordon dunaire du **Petit Travers**, près de 35 000 m<sup>2</sup> de milieux dunaires ont été restaurés.

Selon les solutions retenues, la gestion souple peut modifier considérablement la **biodiversité** du site. Lors d'une reconnexion marine sur des terrains agricoles (prairies, cultures), un changement de cortège des espèces présentes est constaté, du fait de la salinisation et de la submersion des terrains. La diversité d'espèces végétales terrestres diminue, mais fait place progressivement à une plus grande abondance d'espèces de prés-salés, plus tolérantes au sel. La diversité des invertébrés augmente, tout comme l'abondance en poissons (augmentation des surfaces en eau) et en limicoles (création de vasières)<sup>31</sup>.

Ces changements de milieu et d'espèces ont pu être constatés sur plusieurs sites du projet adapto. Les suivis effectués sur **l'île Nouvelle** à la suite de sa reconnexion à la Gironde au nord de l'île illustrent une explosion des populations d'oiseaux : on y observe plus de 80 espèces (Blongios nain, Spatule blanche, grande diversité de limicoles et anatidés...), dont plus de la moitié sont des espèces migratrices<sup>32</sup>. La présence d'espèces piscicoles estuariennes, marines et migratrices (anguille, mulot porc, bar moucheté, sole commune, ...) en zone dépoldérisée a aussi été constatée et démontrée par des modèles trophiques cohérents. Les mêmes observations ont été faites suite à la reconnexion marine du polder aval de **Mortagne**. Sur ce site, les polders agricoles ont d'abord laissé place à de grandes surfaces en eau favorables aux limicoles, anatidés, poissons et crustacés, puis la végétalisation du site (prés-salés puis roselières) a été favorable aux passereaux paludicoles à fort enjeu, dont des espèces menacées (Phragmite aquatique) et protégées (Gorgebleue à miroir).

#### « LES ENJEUX ÉCOLOGIQUES ONT ÉTÉ PRÉSERVÉS.

LE RÉSEAU DE MARES ACCUEILLE DIVERSES ESPÈCES D'AMPHIBIENS ET DE LIBELLULES.

L'ANCIENNE ROUTE SE VÉGÉTALISE AVEC UN TAUX DE RECOUVREMENT CROISSANT DEPUIS 2016 »

**Service de la collectivité,**  
récit de site Petit et Grand Travers



**IBIS ROUGE, GUYANE**  
H. Breton

29 La notion de patrimonialité des habitats naturels renvoie à une valeur intrinsèque et un besoin de conservation, du fait de leur statut de protection, de leur rareté, de leur niveau de menace ou encore de leur fonctionnalité.

30 Girardier M., Noble V. (2022) Actualisation de la cartographie des habitats naturels des Vieux Salins d'Hyères). Rapport d'étude. Conservatoire botanique national méditerranéen.

31 Debue, Marianne, Dakis-Yaoba Ouédraogo, Romain Sordello, et Yorick Reyjol. « Impacts of Coastal Realignment on Biodiversity. A Systematic Review and Meta-Analysis ». Basic and Applied Ecology 60 (1 mai 2022)

32 Projet de recherche pluridisciplinaire sur la dépoldérisation de l'île Nouvelle, volet « Poissons et Macrocrustacés », rapport final, programme ADERA, 83. Pages. Auteurs : A. Lechêne. Décembre 2015

## La gestion souple, une perspective d'aménagement durable de la bande côtière intégrant les écosystèmes

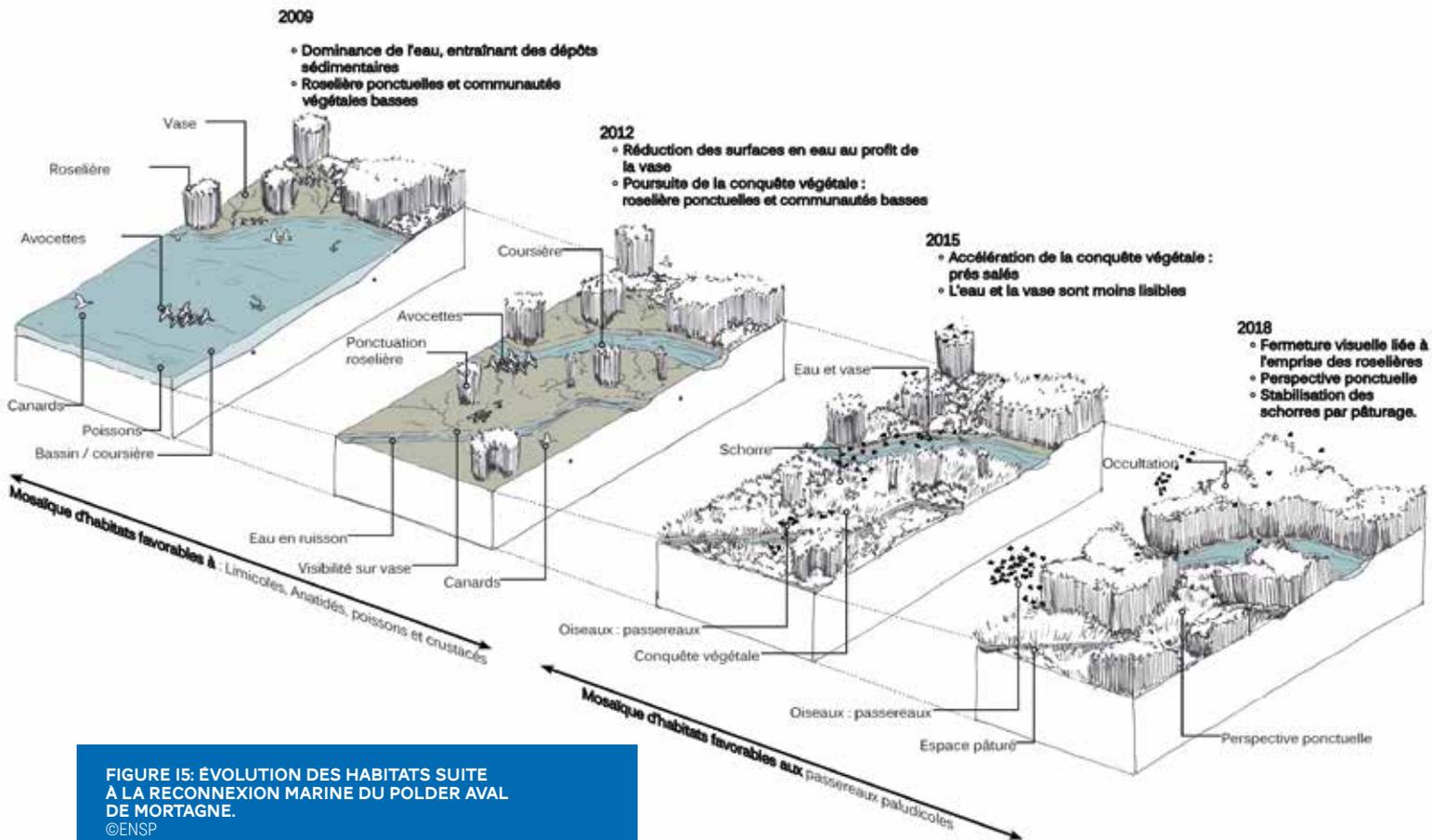
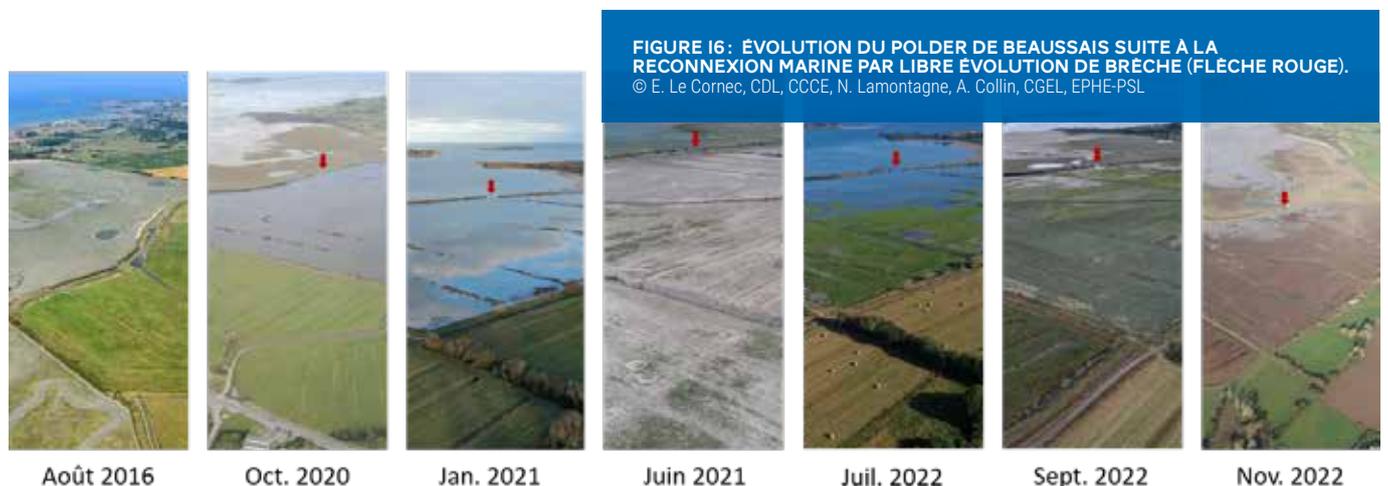


FIGURE 15: ÉVOLUTION DES HABITATS SUITE À LA RECONNEXION MARINE DU POLDER AVAL DE MORTAGNE. ©ENSP

La vitesse des évolutions de la végétation du **polder de Beaussais (Lancieux)**, suite à la brèche et à la reconnexion marine survenue en 2020, est flagrante. Des chenaux à marée apparaissent et le sol est en accrétion. La prairie a laissé place

à une végétation halophile de pré-salé en deux années de reconnexion, et des espèces de milieux salés commencent déjà à fréquenter le site. Des crabes verts et nombreux poissons juvéniles colonisent les chenaux.



---

## Des milieux supports de nombreux services écosystémiques

Ces milieux côtiers sont sources de multiples **services et fonctionnalités**. La restauration des habitats naturels côtiers favorise tout d'abord l'accueil, l'alimentation ou encore la reproduction de nombreuses espèces, parfois spécifiques à certains de ces milieux. Par exemples, les herbiers, prés-salés et les mangroves servent de refuge (protection vis-à-vis de certains prédateurs, des vents forts ou tempêtes), de nurserie (taux important de matière organique) pour de nombreuses espèces de poissons et d'espèces benthiques.

Les écosystèmes côtiers fournissent également des services de régulation. Ils contribuent fortement à la **séquestration du carbone atmosphérique** et participent ainsi à la régulation du climat. Les mangroves, les marais littoraux (prés-salés, roselières « éphémères ») ou encore les herbiers de posidonie constituent de très bons puits de carbone bleu<sup>33</sup> : il est stocké à court terme dans la biomasse végétale (tiges, feuilles, racines) et à long terme dans les sédiments, qui s'accumulent au fur et à mesure.

Le taux de séquestration médian des prés-salés est estimé à 5,2 tonnes de CO<sub>2</sub> par hectare et par an<sup>34</sup>.

De plus, la végétation des milieux humides augmente les capacités de filtration des eaux et de stockage des polluants (filtration bénéfique pour la conchyliculture, la baignade...) et favorise la sédimentation.

Conjointement à ces fonctions, les milieux naturels côtiers offrent des services de production. Les mangroves peuvent fournir des produits forestiers et les prés-salés des zones de pâturage, de cueillette de salicornes, tout en favorisant l'accueil de poissons.

Enfin, ils offrent des services socio-culturels variés : ce sont des supports de loisirs (promenade, pêche à pied, chasse) et des lieux d'attractivité, d'éducation, de recherche, qui peuvent aussi contribuer à l'économie touristique locale<sup>35</sup>.

---

33 On appelle « Carbone bleu », la séquestration de carbone par les écosystèmes marins et côtiers.

34 Le taux de séquestration des prés-salés peut varier de 2,4 à 8 tCO<sub>2</sub>/ha/an. Beaumont, N. J., Jones, L., Garbutt, A., Hansom, J. D. and Toberman, M. (2014) The value of carbon sequestration and storage in coastal habitat. En comparaison, les prairies peuvent séquestrer 0,2 à 1 tCO<sub>2</sub>/ha/an, les arbres (forêts, haies bocagères, agroforesterie...) de 5,6 à 14,8 tCO<sub>2</sub>/ha/an selon la densité et le rythme de croissance des arbres.

35 Barbier, E. B., Hacker, S. D., Kennedy, C., Koch, E. W., Stier, A. C., & Silliman, B. R. (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs*, 81(2), 169-193.

---

## La transformation des habitats naturels ne correspond pas nécessairement à une perte de biodiversité et de fonctionnalité globale

La gestion souple peut donc **engendrer la transformation des habitats naturels**. Ce faisant, elle peut sembler contradictoire sur certains points aux politiques de conservation de la nature. Il s'agit alors de trouver des compromis entre conservation des enjeux naturels, restauration écologique et protection des populations.

Élaboré par le Muséum national d'histoire naturelle (MNHN, unité mixte PatriNat), l'indicateur de qualité écologique littorale permet d'estimer les évolutions possibles de la patrimonialité, de la biodiversité et de la fonctionnalité des espaces naturels à la suite d'une reconnexion marine ou d'une recombinaison des espaces littoraux<sup>36</sup>.



M. Debut

---

36 Debut, Marianne, Lucille Billon, Olivier Brivois, Rémy Poncet, et Yorick Reyjol. (2022) « Assessing and Forecasting the Effects of Submersion on Biodiversity. A Method to Implement an Ecological-Quality Indicator in a Context of Coastal Realignment and Rising Sea Levels ». *Ecological Indicators* 142.

## Zoom sur l'indicateur de qualité écologique littoral (IQE)

L'indicateur de qualité écologique littoral permet de visualiser l'évolution possible d'un ensemble de paramètres écologiques (diversité, patrimonialité, fonctionnalité) à partir de la réalisation de cartographies d'habitats avant et après reconnexion marine. Les cartographies des habitats passés ou présents sont respectivement obtenues par photo-interprétation ou télédétection. Elles sont ensuite couplées à une matrice de submersion afin d'obtenir des cartographies prédictives des habitats futurs sur un site reconnecté. Le croisement de ces différentes cartographies avec une matrice - dite de capacité biologique - permet alors d'estimer les évolutions possibles du site en termes de patrimonialité, de diversité et de fonctionnalité.

L'application de l'indicateur de qualité écologique littoral pour les sites adapto concernés par une reconnexion marine met en évidence qu'une telle opération pourrait s'accompagner de l'augmentation du potentiel en habitats patrimoniaux sur les sites, du fait de la conversion d'espaces naturels ou agricoles (prairies, cultures) en prés-salés (**Authie, Orne, Lancieux**) ou en roselières (**Mortagne, Ile Nouvelle**). L'évolution de la richesse spécifique et des fonctionnalités pourraient en revanche être variables selon les taxons et les fonctions considérés.

La diversité des espèces végétales, des mammifères ou encore des lépidoptères (papillons) aurait tendance à diminuer du fait de la salinisation et de la submersion des terrains tandis qu'elle devrait augmenter pour le necton, en particulier les poissons et quelques crustacés. De même, des fonctions comme la pollinisation, mieux assurée sur des espaces de prairies que de prés-salés, pourraient être impactées négativement par une reconnexion marine alors que d'autres comme l'atténuation des perturbations physiques, la régulation du climat (stockage du carbone), la formation et la rétention des sols pourraient au contraire être renforcées. Ainsi, les solutions de gestion souple qui engagent des modifications dans la structure et la composition des milieux naturels littoraux peuvent être analysées au regard des évolutions prévisibles en termes de biodiversité et de fonctionnalité globales du site. Ces analyses peuvent ensuite participer à éclairer les choix de scénarios à privilégier.

Ces résultats généraux s'envisagent sur le site de l'**estuaire de l'Orne**, en particulier sur des scénarios de reconnexion marine du marais de Cagny, sur des surfaces variables (de 115 à 170 ha).

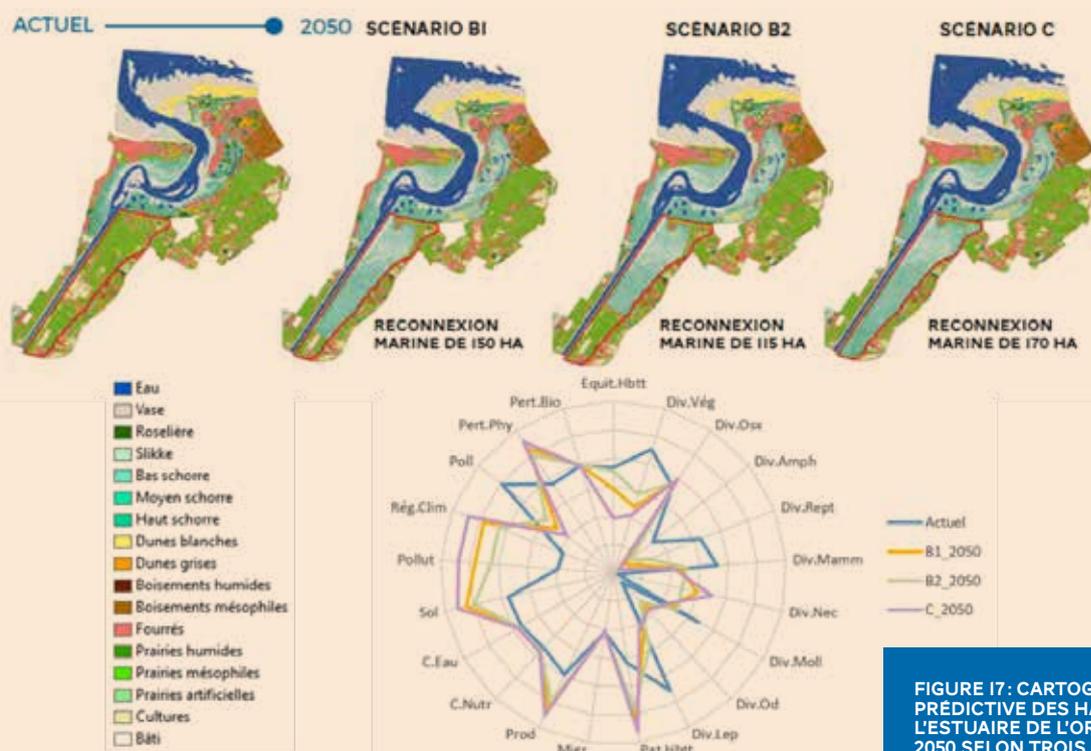


FIGURE 17 : CARTOGRAPHIE PRÉDICTIVE DES HABITATS DANS L'ESTUAIRE DE L'ORNE À L'HORIZONS 2050 SELON TROIS SCÉNARIOS DE RECONNEXION ET DIAGRAMME RADAR<sup>37</sup> ASSOCIÉ À L'ÉCHELLE DU MARAIS DE CAGNY (ZONE EN ROUGE).

37. Equit.Hbtt : Equitabilité des habitats ; Div.Vég : Diversité végétale ; Div.Osx : Diversité oiseaux ; Div.Amph : Diversité amphibiens ; Div.Rept : Diversité reptiles ; Div.Mamm : Diversité mammifères ; Div.Nec : Diversité necton ; Div.Moll : Diversité mollusques ; Div.Od : Diversité odonates ; Div.Lep : Diversité lépidoptères ; Pat.Hbtt : Potentiel en habitats patrimoniaux ; Migr : Halte migratoire pour les oiseaux ; Prod : Productivité primaire ; C.Nutr : Cycle des nutriments ; C.Eau : Cycle de l'eau ; Sol : Formation et rétention des sols ; Pollut : Stockage des polluants ; Rég.Clim : Régulation du climat ; Poll : Pollinisation ; Pert.Phy : Atténuation des perturbations physiques ; Pert.Bio : Atténuation des perturbations biologiques

### 3. Un levier contribuant à la résilience de la bande côtière

Les solutions de gestion souple peuvent contribuer à la résilience de la bande côtière, c'est-à-dire sa « faculté à s'adapter aux changements provoqués par l'élévation du niveau de la mer, par des événements extrêmes et par des impacts humains

occasionnels tout en conservant ses fonctions sur le long terme »<sup>38</sup>. Elle permet de préparer efficacement les futures transformations et adaptations des territoires littoraux et des milieux sous l'effet du changement climatique.

38 Commission européenne. (2004). Eurosion : Vivre avec l'érosion côtière en Europe. Sédiments et espace pour la durabilité.

#### Redonner de l'espace au littoral pour assurer la mobilité du trait de côte

La gestion souple assure la présence d'un **espace de transition** dans lequel le trait de côte évolue naturellement sans mettre en péril les activités humaines qui s'y adaptent. Cette bande côtière accueille les évolutions cycliques naturelles (marées) mais aussi plus exceptionnelles (fortes marées, événements tempétueux). La gestion souple a pour objectif de prendre en compte, lorsque les connaissances et données sont disponibles, les évolutions futures de cet espace : élévation du niveau moyen de la mer, accélération de l'érosion ou de l'accrétion, augmentation des

fréquences de submersion. La gestion souple permet ainsi d'anticiper les évolutions futures, par exemple en permettant à la mer de reprendre sa place initiale dans un polder gagné sur la mer il y a quelques décennies, voire quelques siècles, comme sur les sites de la **baie d'Authie**, de l'**estuaire de l'Orne**, de **Lancieux** ou du **marais de Brouage**. Sur les **rizières de Mana**, c'est aussi adapter la gestion du site aux contraintes érosives exceptionnelles en veillant à ne pas y installer des activités fixes ou vulnérables.

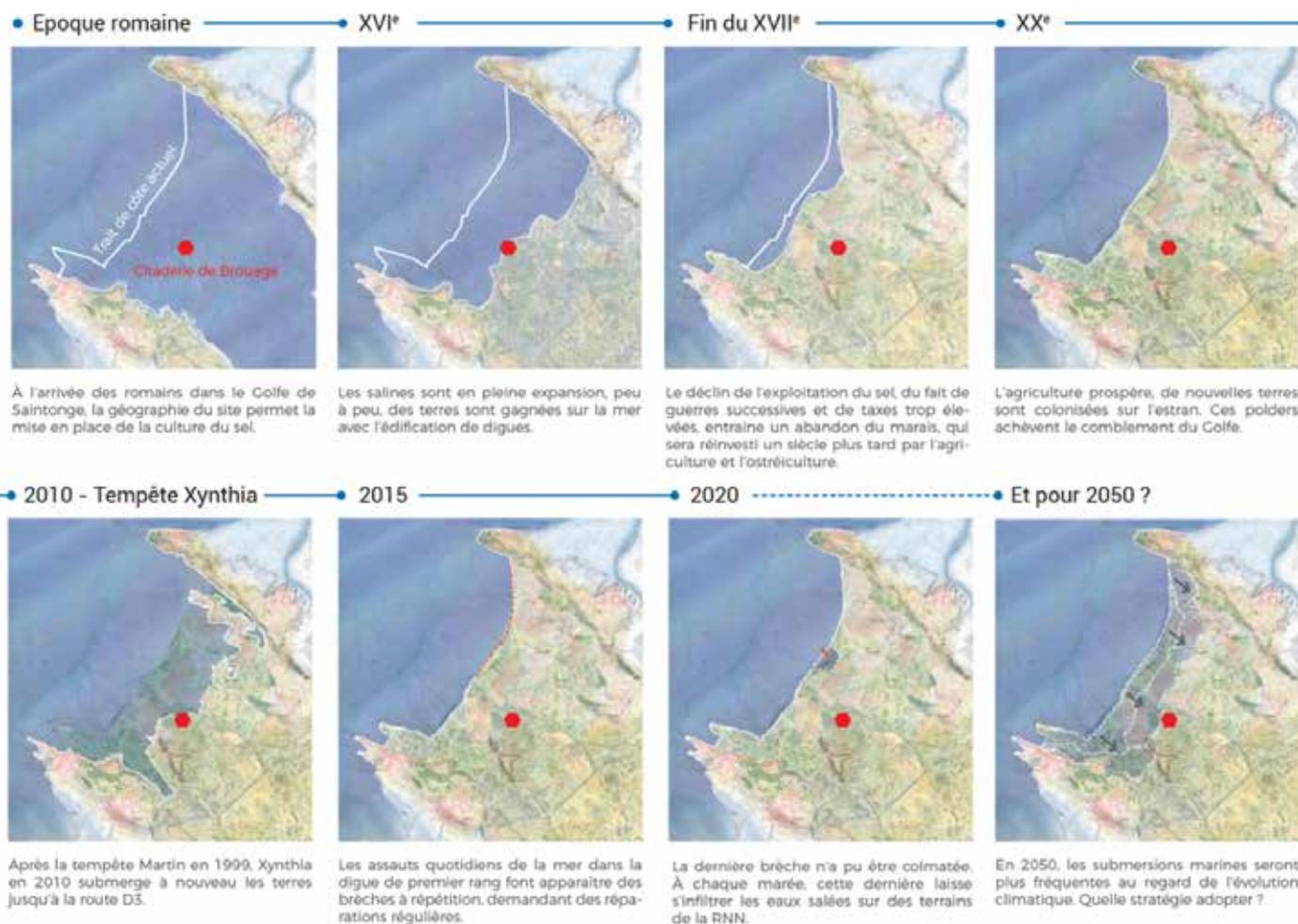


FIGURE 18 : ÉVOLUTION HISTORIQUE DU MARAIS DE BROUAGE ©ENSP 2022

### Favoriser des milieux résilients vis-à-vis des événements et du contexte du changement climatique

Dans certaines configurations, les habitats naturels présents sont résilients vis-à-vis des événements et peuvent disposer d'une capacité d'adaptation à des phénomènes plus progressifs. Cette résilience dépend de la fréquence et de l'intensité des perturbations, mais aussi de paramètres locaux variés (disponibilités en sédiments, espace de migration, mode de gestion). Les prés-salés, par des mécanismes de rétroaction et d'accommodation, peuvent ainsi s'adapter à une élévation progressive du niveau marin par accrétion verticale (sédimentation et végétalisation progressive)<sup>39</sup>. Les cordons dunaires, par des périodes d'érosion et d'engraissement, peuvent s'auto-entretenir par des jeux d'échanges sédimentaires.

La faculté d'adaptation des écosystèmes naturels s'exprime également par leur capacité à migrer latéralement sur le profil côtier. Lorsque les évolutions sont progressives, les herbiers, les marais, les mangroves, les cordons dunaires peuvent accompagner le déplacement de la frange côtière.

Plusieurs éléments peuvent contraindre cette migration : la largeur de l'espace disponible, la topographie et les infrastructures présentes sur les terrains rétro-littoraux (ouvrages longitudinaux, bâtis, infrastructures).

Les espèces de ces habitats naturels peuvent dans certains cas être adaptées aux conditions de changement climatique. Cependant, cela dépend des espèces considérées, qui tolèrent plus ou moins bien des changements à court et long terme. La productivité des espèces végétales de marais pourrait s'accroître avec le changement climatique, compte tenu de l'augmentation des températures et du taux de CO<sub>2</sub> atmosphérique. Cela aurait un effet fertilisant sur la croissance et la biomasse aérienne et racinaire des végétaux de prés-salés, qui participent ainsi à une meilleure séquestration de carbone<sup>40</sup>.

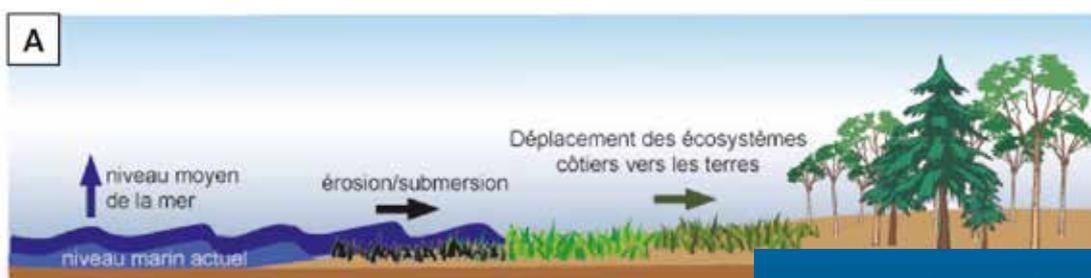


FIGURE 19: SCHÉMA DU PHÉNOMÈNE DE MIGRATION DES MILIEUX NATURELS CÔTIERS.  
©Bernatchez & Quintin 2016 d'après (Pontee, 2013).

39 Crosby, S. C., Sax, D. F., Palmer, M. E., Booth, H. S., Deegan, L. A., Bertness, M. D., & Leslie, H. M. (2016).

Salt marsh persistence is threatened by predicted sea-level rise. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*.

40 Ratliff, K. M., Braswell, A. E., & Marani, M. (2015). Spatial response of coastal marshes to increased atmospheric CO<sub>2</sub>.

*Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*

### L'absence ou la diminution des enjeux socio-économiques au sein de la bande côtière

En dédiant des milieux naturels à cette fonction d'atténuation des effets du changement climatique, la gestion souple légitime de fait la limitation, la réduction voire la relocalisation des enjeux anthropiques qui pourraient s'y développer. Cela contribue ainsi à **réduire la vulnérabilité des territoires** et l'exposition d'enjeux au recul du trait de côte ainsi qu'à des aléas littoraux qui pourraient s'intensifier. Dans les nombreux secteurs exposés qui demeurent encore aujourd'hui faiblement urbanisés, la maîtrise de l'aménagement et le maintien d'un faible niveau d'enjeu sur

une largeur appropriée (comme la « bande des 100 ans ») est la meilleure mesure de prévention contre les dommages futurs. Pour des espaces plus urbanisés, la possibilité d'une gestion souple nécessite préalablement la relocalisation des enjeux humains et économiques les plus exposés, à moins d'envisager de développer une interface nouvelle en avant des défenses existantes, ce qui paraît peu concevable dans le contexte national.

# La gestion souple, une solution économique à moyen et long terme, qui participe à l'élaboration collective de stratégies d'adaptation

La question de l'adaptation des littoraux vient percuter l'édifice de nos outils de planification et de gestion des territoires. Ce n'est pas une nouvelle thématique qui vient s'ajouter à celles existantes, mais une question transverse à toutes les autres. Ainsi, les démarches de gestion souple impliquent une vision

territoriale de la bande côtière. Pour être pertinentes, elles doivent s'inscrire dans un projet de territoire, ou à défaut susciter son émergence. Dès lors, elles nourrissent ce projet territorial par leur capacité à associer les différents regards et à proposer des visions prospectives préalables à des choix de gestion.

## 1. Des intérêts économiques pour la gestion du site et le territoire au long terme

Les solutions de gestion souple peuvent offrir des opportunités économiques par rapport à des stratégies d'inaction ou de

fixation du trait de côte. Les analyses coûts-bénéfices éclairent les conditions dans lesquelles elles apparaissent préférables.

### Zoom sur

#### Les scénarios de gestion des aléas littoraux au sein du projet adapto

Afin d'étudier les répercussions économiques et sociales locales du changement climatique selon les choix d'aménagement du territoire, le projet adapto s'est fondé sur l'étude de trois scénarios, portés sur les postures éventuelles d'un territoire à court et moyen terme. Les trois scénarios définis répondent aux principes suivants :

#### • Subir :

Etre en posture d'attente. Pas de démarche d'anticipation collective sur les évolutions à venir et poursuite des habitudes de gestion des ouvrages sans changement particulier tant qu'aucun événement ne se produit, même si les impacts potentiels sur le bâti, la biodiversité et les activités économiques sont connus. Le territoire est vulnérable aux futurs phénomènes météorologiques (tempêtes et submersions).

#### • Résister :

Maintenir activement la ligne de rivage actuelle, par renforcement du dispositif existant ou par redimensionnement et construction d'ouvrages au détriment des habitats naturels. Garder intact les usages et l'organisation spatiale existante.

#### • S'adapter :

Anticiper et organiser une recomposition de la bande littorale. Modifier les systèmes d'endiguement ou de défense du trait de côte et accompagner collectivement l'évolution des usages sur les secteurs fonciers concernés afin d'en réduire la vulnérabilité et de bénéficier des avantages offerts par la restauration de milieux naturels littoraux fonctionnels.

Chaque scénario a été traduit localement, en étudiant les enjeux (économie locale, usages, perception), les opportunités, la cohérence et la gouvernance du territoire.

## La gestion souple, une solution économique à moyen et long terme, qui participe à l'élaboration collective de stratégies d'adaptation

### L'adaptation coûte moins cher que l'attente ou la résistance à long terme

Selon les estimations réalisées pour certains sites, les solutions de gestion souple sont plus économiques que les aménagements de fixation du trait de côte. À l'horizon 2050, pour le site des **Vieux Salins d'Hyères** et de **Lancieux**, les coûts liés aux travaux

et à l'entretien dans le scénario d'adaptations sont parfois même près de **3 fois moins coûteux** que des ouvrages de fixation du trait de côte <sup>41</sup>.

41 Résultats des analyses coûts-bénéfices menées au niveau des sites adapto.

A l'horizon 2050	Résister		S'adapter	
<b>Vieux Salins d'Hyères</b>	Enrochement total et entretien sur 30 ans	Entre 5,5 et 38 millions d'euros	Désenrochement total et entretien sur 30 ans	1,6 millions d'euros
<b>Lancieux</b>	Remplacement des digues des deux polders (digues plus hautes et larges): études, construction et entretien sur 30 ans	10,4 millions d'euros	Ouverture modérée à la mer, construction et entretien de trois digues de second rang (plus courtes et moins hautes)	3,38 millions d'euros
<b>Estuaire de l'Orne</b>	Maintien du polder agricole via la reconstruction, le rehaussement et l'entretien sur 20 ans de la digue	8 millions d'euros	Reconnexion marine partielle du marais de Cagny par la construction de digues en retrait	5 millions d'euros

Pour les acteurs du territoire, défendre les terrains contre la mer par des ouvrages de premier rang atteint rapidement des limites financières. La poursuite des habitudes de gestion du littoral actuelles, sans anticipation, engage de même des pertes économiques potentielles considérables. Lors d'événements climatiques exceptionnels, les coûts des dommages matériels (infrastructures, terrains, perte de production agricole et d'attractivité) indemnisés s'additionnent aux coûts de mise en place d'une nouvelle stratégie de lutte contre la mer.

Ainsi, les solutions de gestion souple sont un moyen d'anticiper les changements et de réorganiser le territoire pour limiter les dommages sur les enjeux locaux. En se basant sur la préservation et la restauration de milieux naturels côtiers et leur processus de fonctionnement naturel, les scénarios d'adaptation engagent des coûts initiaux (études et travaux de reconnexion, de réaménagement, relocalisation etc.) qui se réduisent rapidement dans le temps.

#### Zoom sur Le marais de Brouage

Le maintien et le rehaussement de 22 km de digues pour protéger l'ensemble du marais<sup>44</sup> ont été chiffrés à 56 millions d'euros, avec un coût d'entretien de plus de 1,7 million d'euros par an, dans les propositions de scénarios du Programme d'actions de prévention des inondations (PAPI) d'intention. Ce montant dépasse largement les premières estimations réalisées (entre 16 et 22 millions d'euros), qui invitaient déjà à la prudence de la part de certains élus locaux :

44 Valeurs estimées pour protéger le marais de toute entrée d'eau salée lors d'un évènement Xynthia + 20 cm.

**« CONCRÈTEMENT, LA DIGUE DE PREMIER RANG REPRÉSENTE 20 MILLIONS D'EUROS, AUTREMENT DIT, C'EST À CE PRIX QU'ON PRÉTEND SAUVER TOUTES LES TERRES EN L'ÉTAT, SANS SAVOIR SI DANS 10 ANS, ON NE LE REFERA PAS PARCE QUE LES CALCULS AURONT ÉTÉ DÉJOUÉS »**

**Un élu local,**  
du marais de Brouage<sup>45</sup>

45 Bafoil, F. (2022). Adaptation des territoires au changement climatique. Étude comparative de territoires européens (p. 415 p.). Caisse des dépôts - Institut pour la recherche et Banque des territoires.

---

## Des gains économiques selon les services rendus par les écosystèmes littoraux

Les scénarios d'adaptation basés sur la gestion souple génèrent des services rendus par les écosystèmes littoraux qui procurent des gains économiques au territoire. La valeur de ces services est souvent calculée selon le type d'habitat considéré et sa surface, mais aussi en estimant les coûts évités et les coûts de remplacement par la présence de tels habitats ou encore les coûts du marché pour les biens issus de ces écosystèmes. Par exemple, la reconnexion du nord de l'**île Nouvelle** a offert un potentiel d'épuration des eaux très élevé (estimé à 2,5 millions d'euros entre 2000 et 2020) par le développement de roselières et de prés-salés, mais aussi un potentiel de pêche lié à l'accueil et l'alimentation de plusieurs espèces de poissons

(1,72 millions d'euros)<sup>42</sup>. Sur l'**estuaire de l'Orne**, dans le scénario de réouverture totale du marais à la mer, les services de régulation (séquestration du CO<sub>2</sub>, étiage,...) ont été estimés sur les 30 prochaines années à près de 10 millions d'euros, contre 2,7 millions d'euros dans le cas d'un renforcement de ma digue pour maintenir le marais dans sa situation actuelle<sup>43</sup>.

La prise en compte de ces fonctionnalités mérite d'être intégrée aux évaluations économiques préalables aux stratégies et aux choix de gestion du trait de côte pour apporter une vision complète des avantages économiques comparés des différentes options.

---

42 Analyse coût-bénéfice menée pour le site adapto de l'île Nouvelle, 2022.

43 Résultats des analyses coûts-bénéfices menées au niveau des sites adapto.

## 2. Des trajectoires d'adaptation anticipées pour assurer la co-construction d'un projet de territoire

Les démarches de gestion souple représentent de réelles **opportunités pour les projets de territoires**. Elles proposent un équilibre entre les différents enjeux du territoire : la gestion des risques, les enjeux environnementaux, l'économie locale. Elles peuvent notamment contribuer à alimenter les réflexions sur les documents de planification en matière d'urbanisme et de gestion des risques.

---

### Une anticipation bénéfique pour se projeter sur les évolutions territoriales à venir

Afin d'adapter au mieux les techniques de gestion souple au contexte local et de garantir une efficacité optimale, des études sur les conditions d'application de cette ingénierie écologique sont indispensables. L'analyse des contextes historiques et actuels du territoire (socio-économique, écologique, géologique, hydro-sédimentaire) est une aide précieuse dans la formulation d'une solution pertinente. Ce diagnostic du territoire peut ensuite être mis en parallèle avec la projection des effets du changement climatique. Enfin, il apporte une connaissance partagée aux acteurs qui peut participer à renforcer l'identité spécifique du territoire en question.



### Résultats de l'enquête de perception sociale

Les 1678 usagers enquêtés dans le cadre du projet adapto (11 sites d'étude) perçoivent en grande majorité le changement climatique comme une réalité planétaire et collective, qui a des conséquences sur le littoral :

- > élévation du niveau de la mer,
  - > érosion des côtes,
  - > impacts sur la biodiversité
- (les trois effets les plus cités).

## La gestion souple, une solution économique à moyen et long terme, qui participe à l'élaboration collective de stratégies d'adaptation

L'anticipation de ces effets permet à la population de visualiser localement et concrètement les effets du changement climatique sur le territoire, afin d'alimenter la culture du risque, mais aussi d'instaurer le dialogue avec les acteurs locaux et la population sur les solutions existantes pour y répondre. L'utilisation des scénarios d'études « Subir », « Résister » et « S'adapter » a permis d'illustrer différentes possibilités d'aménagements du territoire et a facilité une discussion collective.

Selon les données à disposition et les thèmes étudiés (analyse historique, aléas, paysage, patrimoine naturel), la gestion souple se pose bien souvent comme une alternative pertinente sur un temps long. Ces différentes données accompagnent le dialogue avec les acteurs locaux et la population sur les solutions et les aménagements du territoire. Lors d'événements majeurs (submersions, forte érosion), ces projections anticipées peuvent favoriser un passage rapide à l'action.

De même, cette anticipation des possibles changements à venir dessine la réorganisation des usages et enjeux au niveau du site, voire du territoire.

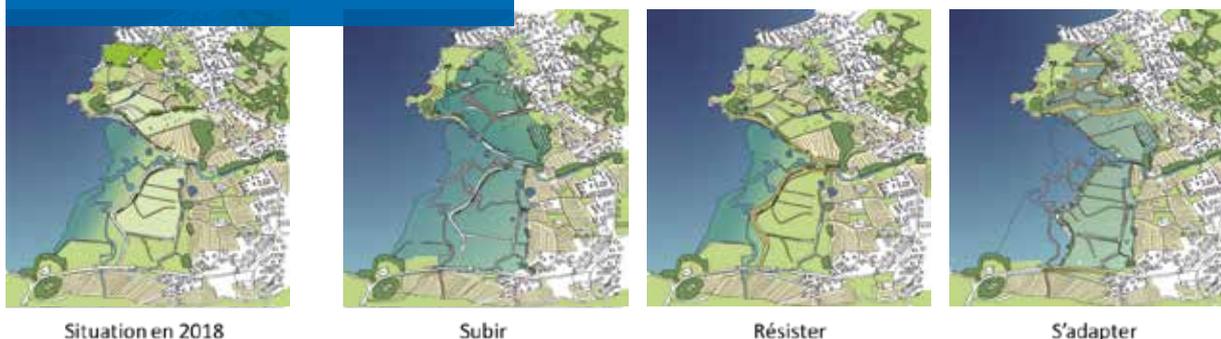
---

**« POUR ÉVITER DE TOMBER DANS LES PEURS, IL EST IMPORTANT DE MONTRER COMMENT LE SECTEUR POURRAIT ÉVOLUER, COMMENT FAIRE D'UNE MENACE UN AVANTAGE. »**

---

**Un élu,**  
récit de site de Lancieux

**FIGURE 20: SITE DE LANCIEUX – PROPOSITION DE SCÉNARIOS D'ÉVOLUTION À L'HORIZON 2050**  
© Conservatoire du littoral



### Résultats de l'enquête de perception sociale

Sur les postures à adopter vis-à-vis des effets du changement climatique sur le littoral, les usagers des sites adapto plébiscitent en majorité la posture de l'adaptation (87 %) : il faut composer avec la mer et accompagner les évolutions nécessaires du territoire. Les autres postures proposées étaient de résister par tous les moyens contre la mer, d'attendre avant d'agir au vu des incertitudes,

ou encore, de subir les changements car il n'y a plus rien à faire.

Concernant ce souhait de s'adapter, les usagers des 11 sites se disent plutôt confiants (70 %) dans des modes de gestion faisant appel aux espaces naturels comme supports de prévention et d'atténuation des risques côtiers.

---

## Une intégration des usages et enjeux au sein des démarches locales

Les espaces littoraux sont des supports de nombreux usages qu'ils soient professionnels (activités agricoles et aquacoles, animation, gestion...) ou de loisirs (promenade, sport, observation, chasse, pêche). Les différents projets menés sur ces sites ont montré que les solutions de gestion souple sont souvent compatibles avec le maintien de ces usages, et offrent l'opportunité de tendre vers une culture du risque et de l'anticipation.

Le maintien de l'accès au public sur la majorité des sites littoraux est essentiel, par la présence de voies d'accès, d'aires de stationnement, de sentiers pédestres. Parfois déjà menacés par des phénomènes d'érosion ou de submersion, les aménagements présents peuvent être réorganisés (relocalisation, canalisation) tout en tenant compte des habitudes des usagers. Sur le cordon dunaire du **Petit Travers**, des cheminements doux canalisant la fréquentation ont été réalisés. Lors des travaux de renaturation dunaire des **Vieux Salins d'Hyères** (désenrochement notamment), un sentier alternatif a été proposé aux visiteurs. Plus largement, les solutions de gestion souple peuvent être des supports attractifs et pédagogiques, grandeur nature, qui illustrent l'intérêt d'une adaptation du territoire au changement climatique et de la restauration d'écosystèmes côtiers.

L'anticipation des démarches de gestion souple permet aussi de réfléchir au devenir du foncier : il s'agit de discuter et d'établir **une stratégie foncière partagée** avec les professions (agricoles notamment) afin d'envisager de relocaliser des usages ou des équipements. Sans cette maîtrise foncière, les solutions de gestion souple sont plus difficiles à mettre en place et à généraliser. L'étude concernant le devenir agricole du marais de Cagny (**estuaire de l'Orne**) a permis d'ouvrir le dialogue avec la Chambre d'Agriculture de Normandie et la SAFER pour considérer des solutions foncières pour relocaliser les agriculteurs.

---

**« IL ÉTAIT INTÉRESSANT DE CONFRONTER NOS LOGIQUES RESPECTIVES, DE RAPPELER QU'ON DOIT METTRE UN MODÈLE ÉCONOMIQUE VIABLE EN FACE D'UNE VOLONTÉ ENVIRONNEMENTALE. [...] L'AUTRE VERTU DE CE TRAVAIL D'ANTICIPATION EST DE RÉFLÉCHIR À LA FAÇON DE RÉAFFECTER LE FONCIER AGRICOLE LIBÉRÉ DANS LE SECTEUR »**

---

**Une technicienne,**  
récit de site de l'estuaire de l'Orne.

Des opportunités de production sur les terrains reconnectés à la mer sont aussi considérées, comme l'élevage ovin ou la cueillette de salicornes. Cette dernière a été étudiée en baie d'Authie, avec un travail d'identification des secteurs favorables à la salicorne et des méthodes de culture, en lien avec les professionnels de la pêche à pied.

---

**« UNE RECONNEXION MARINE, CE NE SONT PAS SEULEMENT DES ESPACES "RENDUS À LA MER": CE PEUT AUSSI ÊTRE UN TERRITOIRE QUI CHANGE D'AFFECTATION ET SUR LEQUEL SE DÉVELOPPE UNE AUTRE ACTIVITÉ ÉCONOMIQUE »**

**Un représentant des pêcheurs à pied professionnels**  
récit de site de la Baie d'Authie

---

Ces activités agricoles, soutenues par les Mesures agro-environnementales de l'État, permettent aussi de maintenir une mosaïque d'habitats et parfois d'éviter la fermeture d'un milieu : le projet mené sur les **rizières de Mana** en est un exemple. Ces anciennes rizières sont à l'abandon depuis les années 2010 et les milieux tendent à se fermer. Pourtant, ces espaces forment une zone humide d'intérêt international pour l'accueil des oiseaux migrateurs. Le plan de gestion s'est donc orienté vers un projet agropastoral et écotouristique afin de valoriser les usages vivriers locaux tout en maintenant une gestion favorable aux zones humides et aux espèces associées.

## La gestion souple, une solution économique à moyen et long terme, qui participe à l'élaboration collective de stratégies d'adaptation

### Une stratégie vectrice de concertation territoriale et une possibilité de réponse à certaines attentes sociales

Du fait de l'approche territoriale de ces solutions d'adaptation, la planification et la concertation des acteurs locaux permettent de gagner en efficacité d'application. Par leur forte adaptabilité au niveau du territoire en termes d'aménagements, d'emprise, d'accompagnement ou encore de temporalité, les solutions de gestion souple résultent souvent de **compromis**. Cette dimension est une force en soi, car en instaurant le dialogue au-delà du site naturel concerné et en s'intéressant à l'ensemble du territoire, ces projets sont de véritables **liens de cohésion**. Ils constituent **un réseau** pour répondre collectivement aux problématiques littorales soumises au changement climatique, dont on sait qu'elles occuperont une place de plus en plus importante dans les décisions politiques à venir. Les scénarios d'adaptation au niveau d'un estuaire (**Orne**), d'une baie (**Authie, Lancieux**) ou encore d'un cordon littoral (**Golo**) engagent à dépasser les limites du site et les limites administratives afin de travailler sur un ensemble cohérent. Ainsi, un travail collectif a été engagé sur les 9 communes corses présentes sur les 29 km de lido du **delta du Golo**, à l'échelle de trois intercommunalités. Les projets adaptés se sont aussi intégrés à des réflexions territoriales existantes : le projet de gestion souple de l'**estuaire de l'Orne**, mené sur deux

intercommunalités <sup>46</sup> s'est parfaitement inscrit dans l'initiative régionale « Notre littoral pour demain » (2019), qui vise à mobiliser et soutenir les élus du littoral normand pour s'engager vers une gestion durable et intégrée de la bande côtière.

Les solutions de gestion souple et la méthodologie associée peuvent aussi contribuer à l'élaboration de plans de gestion, ou encore de documents stratégiques de territoire comme les PAPI. Au niveau du **marais de Brouage**, adapto a apporté des éléments stratégiques pour la définition de la stratégie PAPI du marais, qui réunit la Communauté d'Agglomération Rochefort Océan (CARO) au nord du marais et la Communauté de Communes du Bassin de Marennes (CCBM) au sud. Les outils proposés (scénarios d'études et études paysagères notamment) ont pu ouvrir le dialogue sur l'adaptation à la montée du niveau de la mer de ce territoire en zone basse, à l'identité forte et au souhait partagé de protéger le patrimoine local.

La décision finale de ces aménagements de gestion souple revient aux élus locaux. Ils ont un rôle de portage politique essentiel pour assurer la continuité du projet.

46 Communauté urbaine Caen la mer Normandie et Communauté de communes Normandie Cabourg Pays d'Auge, Communauté de communes Cœur de Nacre



FIGURE 21: ATELIER DE CONCERTATION ET RENCONTRE PASTORALE SUR LE SITE DU MARAIS DE BROUAGE.  
© Conservatoire du littoral

« TOUS LES ÉLUS DOIVENT OUVRIR LES YEUX SUR LA NÉCESSITÉ DE TRANSITION, ON N'A PAS LE CHOIX. LE CDL DOIT CONTINUER À REMUER LES CONSCIENCES POUR SORTIR DES ACTIONS COMME LE RÉENSABLEMENT SYSTÉMATIQUE »

Un élu,  
récit de site du Petit et grand Travers

Ce sont eux qui sont cités en majorité comme les acteurs les plus légitimes pour organiser la concertation sur l'adaptation aux risques côtiers, d'après les usagers des sites adapto interrogés<sup>47</sup>. Lors de la brèche qui a eu lieu en mars 2020 dans la digue du polder Beaussais (Lancieux), malgré une peur liée au risque de submersion, la position des élus vis-à-vis de la libre évolution

de la brèche est restée constante et a été déterminante dans le projet. Les projections et les ateliers de concertation autour de propositions d'aménagements des polders de Beaussais et de Lancieux ont contribué à faciliter la prise de décision face à l'urgence de la situation.

47 Réponses à choix multiples de 1517 interrogés à la question « Selon vous, parmi les acteurs suivants, lesquels devraient se concerter sur l'adaptation de ce territoire aux risques côtiers ? ». Hilbert M. (2022) Rapport général de l'enquête de perception sociale sur les sites adapto.



**FIGURE 22 : RÉUNION ET PROPOSITION D'AMÉNAGEMENTS DES POLDERS DE BEAUSSAIS ET DE LANCIEUX ISSUE DE DIFFÉRENTS ATELIERS DE CONCERTATION ET ÉCHANGES AVEC LES ACTEURS LOCAUX**  
© Conservatoire du littoral 2021



Alors que les élus peuvent être confrontés à certains obstacles, liés à l'appréhension d'une telle gestion sur leur territoire, plusieurs outils se révèlent alors pertinents pour soutenir leur prise de décision et pour accompagner les riverains dans la compréhension des projets. Le **paysage** est une clé d'entrée faisant appel au sensible. Elle est pertinente et appréciée, car cette thématique touche à la perception et à l'attachement au territoire des acteurs locaux et des usagers du site, tout en permettant d'illustrer la mobilité historique du rivage et de donner une image des paysages potentiels à l'avenir. Les études paysagères appellent à imaginer le futur et à accompagner les changements par une entrée accessible de la même manière par tous et moins anxiogène.

L'implication de la population locale dans le projet de gestion souple est à considérer dès le début du projet, dans les réflexions initiales, en plus d'une communication active sur le projet et une possible médiation.

**« JE N'ÉTAIS PAS CONVAINCU AU DÉPART PAR L'APPROCHE PAYSAGÈRE. AU FINAL, CELA A ÉTÉ LA FORCE DE LA DÉMARCHE. CETTE STRATÉGIE A PERMIS DE PARLER VRAIMENT DU SITE AVEC TOUTES LES PERSONNES QUI LE CONNAISSENT OU Y INTERVIENNENT. »**

**Un fonctionnaire des services de l'État,**  
récit de site de l'estuaire de l'Orne

**« ON PEUT ÊTRE TRÈS BON TECHNIQUEMENT AVEC UN ÉTAT DE CONNAISSANCES AVANCÉ, MAIS SANS CAPACITÉ À GÉRER L'ACCEPTABILITÉ SOCIALE OU LES OPPOSITIONS, IL Y A PEU DE CHANCE QUE LE PROJET ABOUTISSE. »**

**Service de l'État,**  
récit de site Petit travers

## La gestion souple, une solution économique à moyen et long terme, qui participe à l'élaboration collective de stratégies d'adaptation

La gestion souple engage à préserver des paysages littoraux naturels, ce qui participe en partie à l'**adhésion de la population**. Sur le site des **Vieux Salins d'Hyères**, si les usagers du site et les riverains se sont d'abord montrés inquiets vis-à-vis des travaux de désenrochement prévus, craignant une altération de ce lieu de repos et une disparition du sentier littoral, il ressort globalement une bonne acceptation des opérations réalisées : 75 % des personnes interrogées sont satisfaites des travaux, alors que seulement 50 % en connaissent les raisons (enquête menée auprès de 184 usagers du site, en 2020). De même, les transformations du site du **Petit travers** sont perçues de manière positive, et notamment la suppression de la route et la renaturation du cordon dunaire (91 % des usagers sont satisfaits des travaux). L'aspect sauvage et naturel est plébiscité par les usagers, qui viennent profiter de cet îlot de nature sur un littoral fortement urbanisé.

Enfin, la gestion souple est un moyen de favoriser la **sensibilisation** des acteurs locaux aux risques littoraux et aux mesures d'adaptation, en amont et tout au long du projet. La gestion souple, tout comme les autres solutions fondées sur la nature, présente de multiples intérêts pour l'acculturation de la population aux risques et au fonctionnement écologique de leur territoire.



FIGURE 23 : SORTIE PÉDAGOGIQUE AVEC DES ÉLÈVES DE L'ÉCOLE JEAN PAPEAU SUR LE SITE DE MORTAGNE-SUR-GIRONDE ©CPIE Marennes Oléron



FIGURE 24 : SORTIE ET EXPOSITION SUR LE SITE DES VIEUX SALINS D'HYÈRES ©CPIE Côte Provençale



### Résultats de l'enquête de perception sociale

Une part importante des usagers interrogés (66% des 1678 personnes enquêtées) ne se sentent pas bien informés des mesures engagées sur leur territoire pour s'adapter aux risques côtiers, et souhaiteraient être mieux informés (65%). Sur les moyens pour communiquer et sensibiliser le public fréquentant les sites littoraux aux questions relatives aux enjeux d'adaptation aux risques côtiers, ils préconisent en premier lieu la sensibilisation des jeunes à l'école, puis les panneaux d'information ou encore les réseaux sociaux et la presse locale.

Par ailleurs, la transmission des connaissances acquises est utile pour améliorer la perception de la gestion souple de la bande côtière. Les connaissances historiques, mémorielles des acteurs du territoire sont de puissants leviers pour développer le sentiment d'identification au territoire et une réflexion collective sur son adaptation. Sur les sites adapto, des actions pédagogiques et de sensibilisation ont été proposées à divers publics, notamment des scolaires, des citoyens, et aux gardes et agents du littoral. Qu'elles soient organisées pour des élus, techniciens, gestionnaires ou riverains, les visites de sites sont aussi des moments de sensibilisation et de valorisation très efficaces, qui permettent de lier la théorie au terrain, de comprendre le contexte des sites et les aménagements, d'échanger sur la façon de conduire les opérations.

#### Chiffres clés adapto



4 322  
ÉLÈVES  
SENSIBILISÉS



1 963  
PARTICIPANTS À  
DES SORTIES ET  
ANIMATIONS,



5  
EXPOSITIONS



128  
OUTILS  
PÉDAGOGIQUES



5  
VISITES INTER-  
SITES D'ÉCHANGES  
D'EXPÉRIENCES

# Conclusion

Face à l'urgence climatique, la possibilité de s'adapter doit être considérée comme une réelle opportunité pour les territoires. Le littoral français, même s'il a connu une certaine artificialisation et l'implantation de nombreux enjeux socio-économiques, a la chance de présenter des espaces où des choix d'anticipation sont encore possibles. Les solutions de gestion souple de la bande côtière s'illustrent comme des stratégies d'adaptation pertinentes, réalisables et applicables collectivement dès aujourd'hui. À travers le projet adapto, de nombreux co-bénéfices ont été mis en lumière : des avantages économiques sur le long terme, des habitats naturels côtiers restaurés et résilients, ou encore, de nouvelles opportunités en matière de cadre de vie et de paysage.

Les principales conditions d'application de telles démarches sont aussi identifiées : le besoin d'un projet cohérent, notamment vis-à-vis des enjeux économiques du site et de ses valeurs socio-culturelles, d'une inclusion des acteurs locaux et des personnes exposées, d'une gouvernance et des institutions capables d'anticiper et d'accompagner les transformations du territoire à court, moyen et long terme. La temporalité de ce type de démarche est longue, une décennie en moyenne, et représente le temps d'informer, d'étudier et de partager, d'accompagner les acteurs locaux et de s'accorder avec eux sur le projet.

Plusieurs initiatives de solutions fondées sur la nature émergent : le projet Life intégré ARTISAN, le projet Life Natur'Adapt, les projets portés par le ministère de la Transition écologique

dans le cadre de l'appel à projet « Des solutions fondées sur la nature pour des territoires littoraux résilients », les initiatives initiées ou soutenues par plusieurs Régions. Ainsi, en réponse à une problématique parfois très locale, les projets d'adaptation côtière par la gestion souple peuvent potentiellement rayonner à plusieurs échelles : collectivités, régions, politiques publiques nationales et européennes...

Ces solutions aspirent à être consolidées, mais aussi davantage connues, appliquées et inscrites dans l'action publique. À cet égard, l'expérience adapto incite à poursuivre l'action sur plusieurs plans :

- Améliorer la compréhension fine des phénomènes côtiers de façon à mieux définir leurs apports possibles aux projets d'adaptation ;
- Poursuivre les expérimentations, les suivis et les évaluations pour consolider une ingénierie de la gestion souple de la bande côtière documentée et robuste ;
- Constituer un réseau de sites et d'acteurs démonstrateurs pour échanger, confronter et diffuser les expériences menées ;
- Enfin, dans une nouvelle configuration du littoral plus mouvante et plus incertaine, articuler et ajuster en permanence les politiques publiques de prévention des risques, d'urbanisme et de préservation de l'environnement.



# Bibliographie

BAFOIL, F. (2022). *Adaptation des territoires au changement climatique*. Étude comparative de territoires européens (p. 415 p.). Caisse des dépôts - Institut pour la recherche et Banque des territoires.

BARBIER, E. B., HACKER, S. D., KENNEDY, C., KOCH, E. W., STIER, A. C., SILLIMAN, B. R. (2011). *The value of estuarine and coastal ecosystem services*. *Ecological Monographs*, 81(2), 169-193.

BARCASUB (2013). *La submersion marine et ses impacts environnementaux et sociaux dans le Bassin d'Arcachon (France) : Est-il possible, acceptable et avantageux de gérer ce risque par la dépoldérisation ?* Rapport de synthèse.

BEAUMONT, N. J., JONES, L., GARBUTT, A., HANSOM, J. D. and TOBERMAN, M. (2014). *The value of carbon sequestration and storage in coastal habitat*. *Estuarine Coastal and Shelf Science*.

BINET, T., BOROT DE BATTISTI, A., DIAZABAKANA, A., SMIDT, O. (2015). *Bénéfices patrimoniaux de la protection sur les sites du Conservatoire du Littoral*. Vertigo Lab, Conservatoire du Littoral.

CEREMA (2020). *Evaluation des enjeux potentiellement atteints par le recul du trait de côte*.

CEREMA (2018). *Coût des protections contre les aléas littoraux*.

COMMISSION EUROPÉENNE (2004). *Erosion : Vivre avec l'érosion côtière en Europe. Sédiments et espace pour la durabilité*.

COOLEY, S., D. SCHOEMAN, L. BOPP, P. BOYD, S. DONNER, D.Y. GHEBREHIWET, S.-I. ITO, W. KIESSLING, P. MARTINETTO, E. OJEA, M.-F. RACAULT, B. ROST, and M. SKERN-MAURITZEN (2022). *Oceans and Coastal Ecosystems and Their Services*. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

COOPER, N. J. (2005). *Wave dissipation across intertidal surfaces in the Wash tidal inlet, eastern England*. *Journal of Coastal Research*, 21(1), 28–40.

CROSBY, S. C., SAX, D. F., PALMER, M. E., BOOTH, H. S., DEEGAN, L. A., BERTNESS, M. D., & LESLIE, H. M. (2016). *Salt marsh persistence is threatened by predicted sea-level rise*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*.

DEBUE, Marianne, OUÉDRAOGO Dakis-Yaoba, SORDELLO Romain, et REYJOL Yorick (2022) *Impacts of Coastal Realignment on Biodiversity*. A Systematic Review and Meta-Analysis. *Basic and Applied Ecology* 60.

DEBUE, Marianne, BILLON Lucille, BRIVOIS Olivier, PONCET Rémy, et REYJOL Yorick (2022). *Assessing and Forecasting the Effects of Submersion on Biodiversity. A Method to Implement an Ecological-Quality Indicator in a Context of Coastal Realignment and Rising Sea Levels*. *Ecological Indicators* 142.

DOODY, J. P. (2013). *Coastal squeeze and managed realignment*. *Ocean & Coastal Management* 79.

IPPC. (2022). *Summary for policymakers. Climate Change 2022 : Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

GIRARDIER M., NOBLE V. (2022). *Actualisation de la cartographie des habitats naturels des Vieux Salins d'Hyères*. Rapport d'étude. Conservatoire botanique national méditerranéen.

GOUGUET Loïc (coord.) (2018). *Guide de gestion des dunes et des plages associées*. Quae.

LAMBERT N. (2017). *Biogéomorphologie et estimation du service d'atténuation du marais maritime de la Baie de Lancieux*.

LAVAUD, L., LECHEVALIER, A., COULOMBIER, T., BERTIN, X., & MARTINS, K. (2020). *Effet de la végétation sur la dissipation des vagues au niveau d'un pré salé*. Journées Nationales Génie Côtier - Génie Civil.

LECHÊNE A. (2015). *Projet de recherche pluridisciplinaire sur la dépoldérisation de l'île Nouvelle, volet « Poissons et Macro crustacés », rapport final, programme ADERA, 83 pages*.

LEREDDE Yann, B. K., MICHAUD Héloïse, JACOB Céline, SCHVARTZ Thibault, THORIN Sébastien et MARSALEIX Patrick (2016). *L'atténuation des vagues par les herbiers de Posidonies, un service écosystémique contre l'érosion côtière*. Journées Nationales Génie Côtier - Génie Civil.

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE (2015). *Développer la connaissance et l'observation du trait de côte*.

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE (2022). *Indicateur national de l'érosion côtière. Premiers enseignements*.

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE (2018). *L'évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques, les milieux marins et littoraux français*. Ministères Écologie Énergie Territoires.

MÖLLER, I., & SPENCER, T. (2002). *Wave dissipation over macro-tidal saltmarshes: Effects of marsh edge typology and vegetation change*. Journal of Coastal Research, 36, 506–521.

RATLIFF, K. M., BRASWELL, A. E., & MARANI, M. (2015). *Spatial response of coastal marshes to increased atmospheric CO2*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.

TANGUY P., DUSSUTOUR P. (2020). *Reconnexion marine et changement climatique - En quoi la gestion souple du trait de côte participe à la réduction des aléas d'érosion et de submersion marine ?*

TEMMERMAN, S., MEIRE, P., BOUMA, T. J., HERMAN, P. M. J., YSEBAERT, T., & DE VRIEND, H. J. (2013). *Ecosystem-based coastal defence in the face of global change*. Nature, 504(7478), Art. 7478.

VOUSDOUKAS, M., MENTASCHI, L., HINKEL, J., WARD, P., MONGELLI, I., CISCAR, J.-C., & FEYEN, L. (2020). *Economic motivation for raising coastal flood defenses in Europe*. Nature Communications, 11, 2119.

*Xynthia : les leçons d'une catastrophe* (rapport d'étape). Rapport d'information n° 554 (2009-2010) de M. Alain ANZIANI, fait au nom MCI sur les conséquences de la tempête Xynthia, déposé le 10 juin 2010.

YANG, S. L., SHI, B. W., BOUMA, T. J., YSEBAERT, T., & LUO, X. X. (2012). *Wave Attenuation at a Salt Marsh Margin: A Case Study of an Exposed Coast on the Yangtze Estuary*. Estuaries and Coasts, 35(1), 169–182.

---

## GLOSSAIRE

SNGITC : Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte

GEMAPI : Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations

PAPI : Programmes d'Action de Prévention des Inondations

GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

SAFER : Société d'aménagement foncier et d'établissement rural

CPIE : Centre permanent d'initiatives pour l'environnement

## Partenaires nationaux



## Partenaires locaux

### Authie



### Orne

### Lancieux



### Brouage



### Mortagne

### Ile nouvelle

### Delta de la Leyre





### Petit et Grand Travers

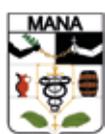


### Vieux salins



### Golo

### Mana



Certains partenaires locaux sont intervenus pour plusieurs sites adapto »

## CONTACT

---

Conservatoire du littoral  
Siège : Corderie Royale, CS 10137,  
17306 Rochefort Cedex  
Tél. : 05 46 84 72 50 (Standard)  
[adapto@conservatoire-du-littoral.fr](mailto:adapto@conservatoire-du-littoral.fr)

ACCÉDEZ À TOUTES LES  
RESSOURCES DU PROJET  
ADAPTO SUR LE SITE  
[WWW.LIFEADAPTO.EU](http://WWW.LIFEADAPTO.EU)

