



ADAPT  
ACTION



# Gestion des risques côtiers – état des lieux et perspectives

*Lecture - Lutter contre l'érosion des plages : revue de différents types de solutions techniques et d'aménagements*

*Florian Brehin, PhD*

*07/05/2025*

# Sommaire

Introduction

Solutions de lutte active dure

Solutions de lutte active douce

Solutions fondées sur la nature et mesures de gestion souple

Etudes de cas : atténuateur de houle en géoconteneurs

# 01.

## **Introduction**

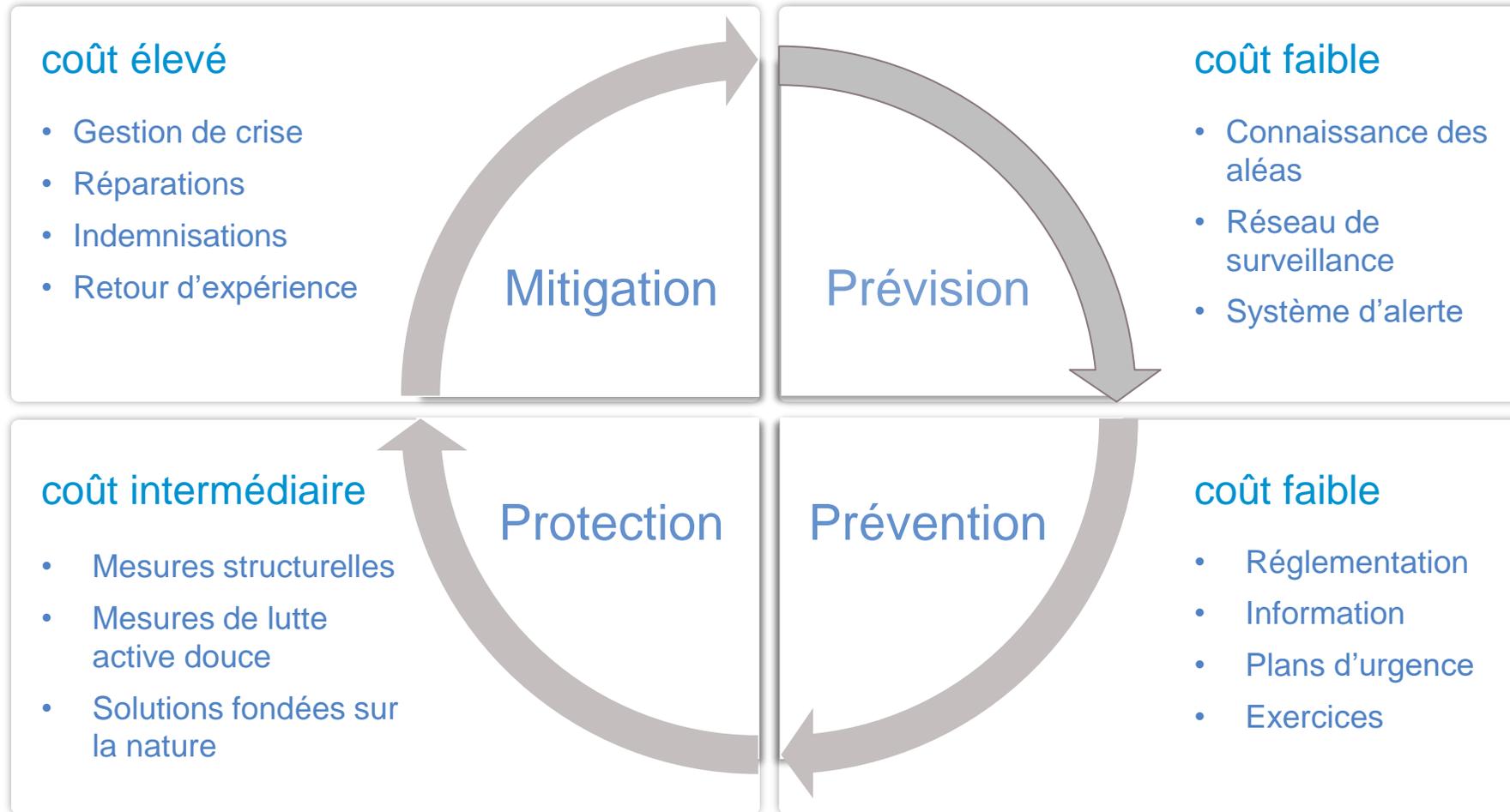
# Introduction

---

## Objectifs

- Pouvoir proposer des solutions adaptées aux risques identifiés
- Comprendre les principaux avantages et inconvénients de ces solutions

# Introduction



# Introduction

---

## Rappel des aléas :

### ○ **Caractérisation du fonctionnement physique :**

- Niveau d'eau : conditions extrêmes, hausse du niveau marin (chgt climatique)
- Climat de houle : franchissements, runup
- Fonctionnement hydrosédimentaire
- Quantification des dynamiques du trait de côte
- Modélisation des submersions marines (statique ou dynamique)

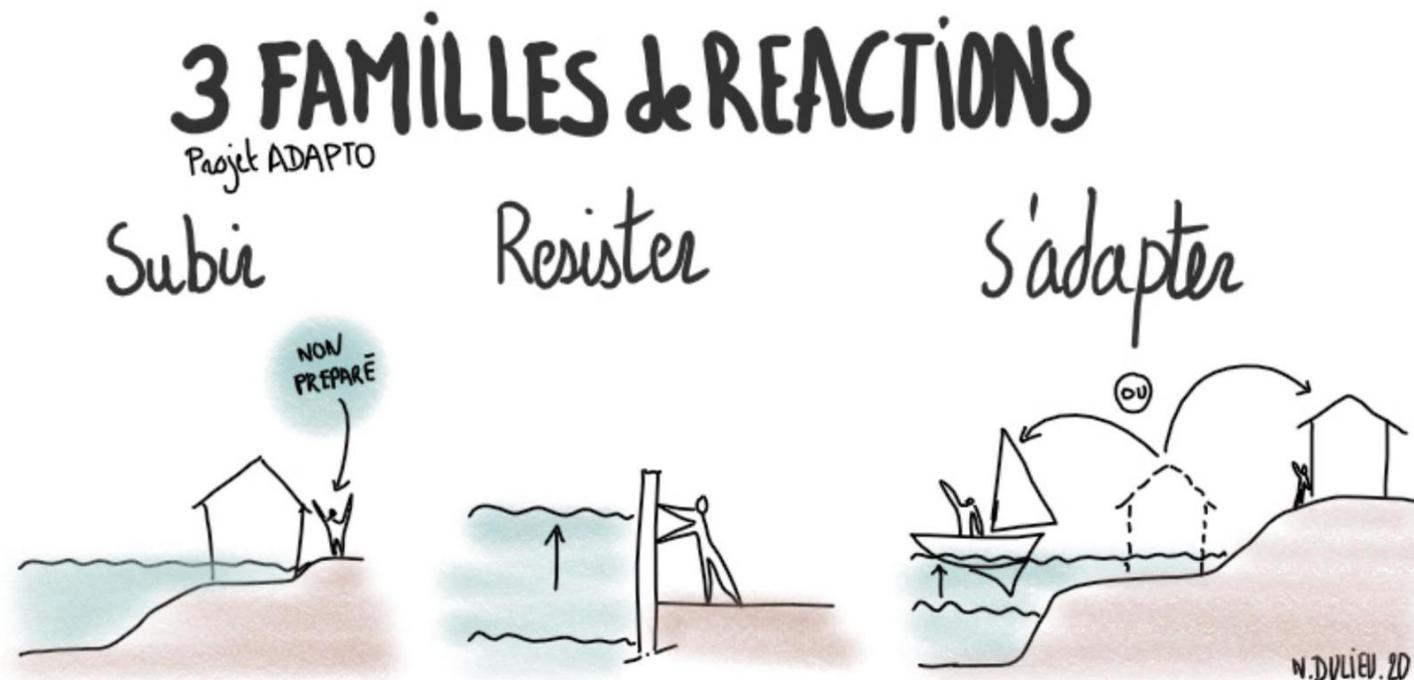
### ○ **Cartographie des aléas :**

- **Aléa érosion** : zones en érosion actuelles et projections du trait de côte (+30, +100 ans)
- **Aléa submersion** : zones submersibles avec prise en compte du recul du trait de côte

# Introduction

Les zones basses et sableuses, souvent très urbanisées, sont très vulnérables aux risques érosion et submersion, exacerbés dans le contexte de changement climatique.

Différentes stratégies :



# Types de solutions de protection du littoral

RÉSISTER		S'ADAPTER
Mesure structurelle	Mesure de lutte active douce	Solutions fondées sur la nature
- Coûts importants	+ Coûts importants	+ Coûts limités
- Lutter contre la nature	+ Lutter avec la nature	+ Faire avec la nature
- Effets adjacents indésirables	+ Effets adjacents limités	+ Réalignement du trait de côte et bénéfiques pour la biodiversité
+ Maintenance limitée	- Maintenance fréquente	- Entretiens et adaptation fréquents
+ Statique (certitude du niveau de protection)	- Dynamique (suivi nécessaire)	- Perçues comme expérimentales, acceptabilité réduite

Transition de la lutte active dure (1970-80) vers la lutte active douce (2000-2010)

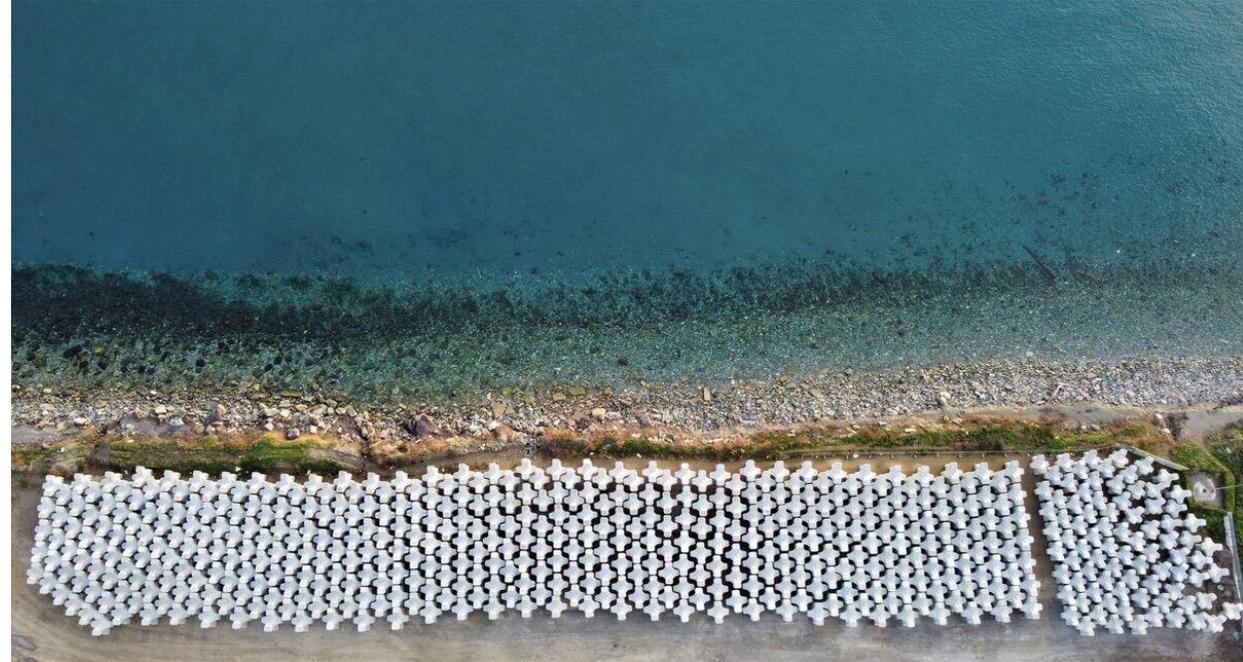
Depuis ~2015, reconnaissance de la valeur des services écosystémiques : tirer parti des processus naturels, sans pouvoir totalement les contrôler ni les prévoir.

# 02.

## **Solutions de lutte active dure (structurelles)**

# Lutte contre l'érosion du littoral – solutions dures / structurelles

- Types de matériaux
- Ouvrages de haut de plage (mur, remblais, etc.)
- Epis
- Brise lames / atténuateurs de houle
  - Emergés
  - Submergés
- Revêtements
- Géotextiles
- Barrières anti-tempête



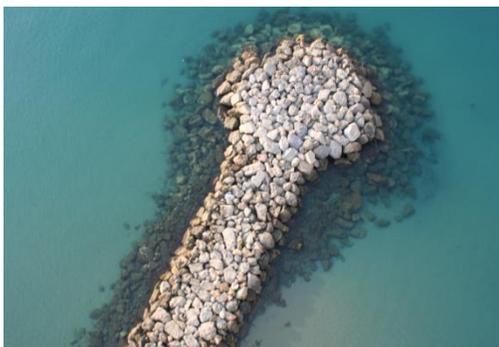
Mesure structurelle =  
choisir où déplacer l'érosion (elle ne disparaît pas)  
Ouvrages longitudinaux / transversaux

# Lutte contre l'érosion du littoral – solutions dures / structurelles

## Types de matériaux



Enrochements



Blocs/ préfabriqués



Géotextile

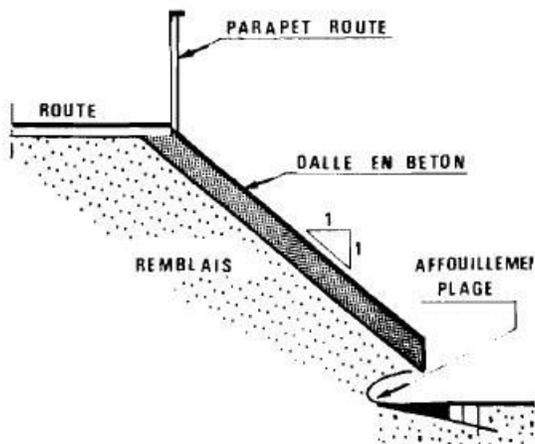


# Lutte contre l'érosion du littoral – solutions dures / structurelles

## Ouvrages de haut de plage

- Murs, perrés, digues
- Séparation de la plage des constructions
- Dernier recours
- Développement de fosses d'affouillement

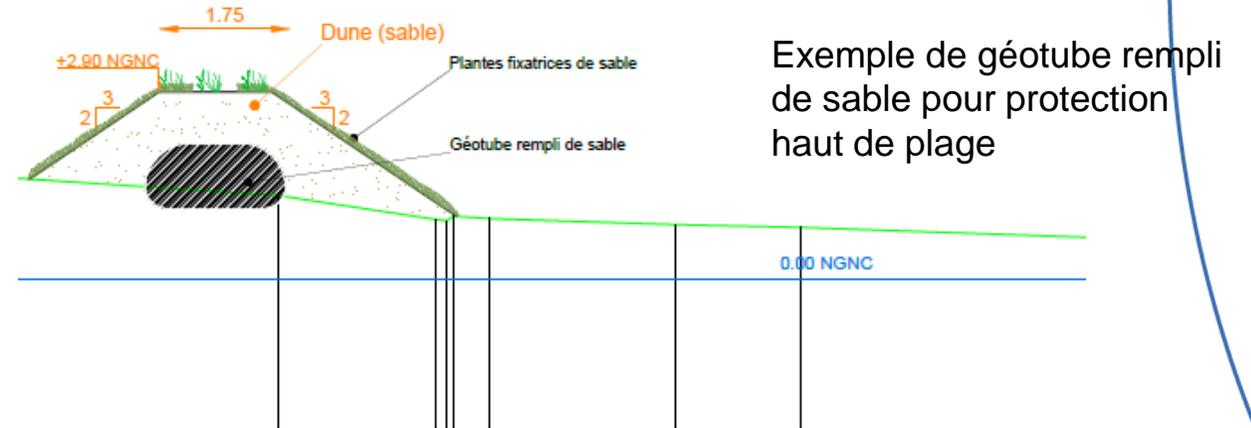
Les ouvrages longitudinaux ne stoppent pas toujours le transit littoral (profondeur en pied d'ouvrage)  
Impact important à l'aval !



# Lutte contre l'érosion du littoral – solutions dures / structurelles

## Ouvrages de haut de plage – géoconteneurs

- Présence de microfalaises d'érosion
- Aménagement en haut de plage (méthode douce)
- Ouvrage (géoconteneurs remplis de sable conseillés) puis couche de sable et végétalisation (liane Batatran)



# Lutte contre l'érosion du littoral – solutions dures / structurelles

## Ouvrages de bas de plage – butée de pied

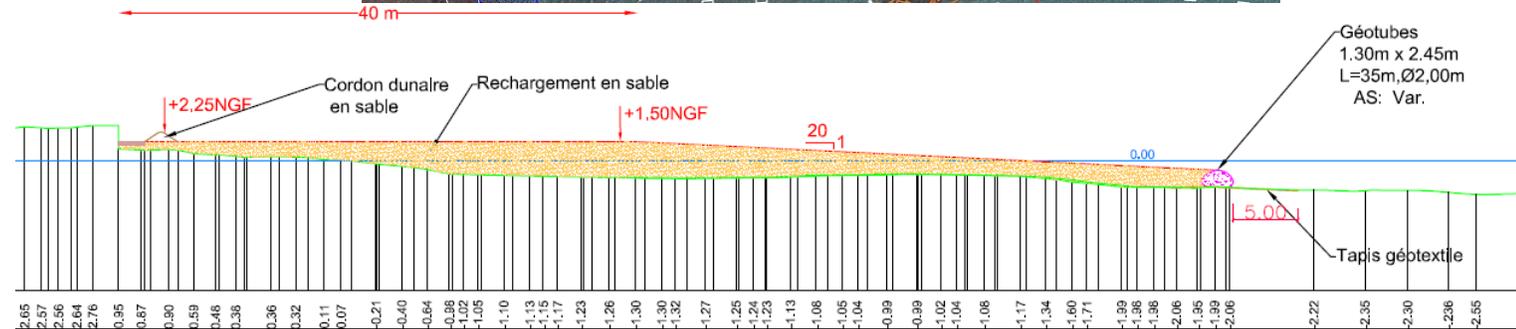
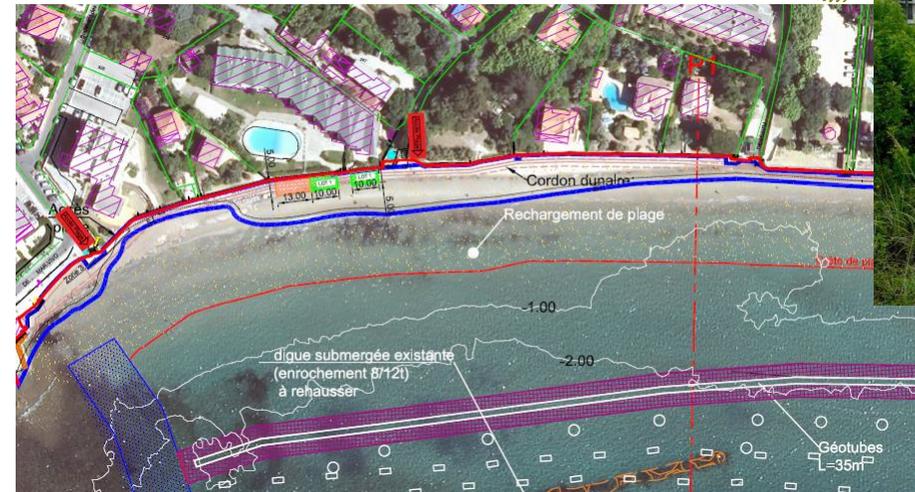
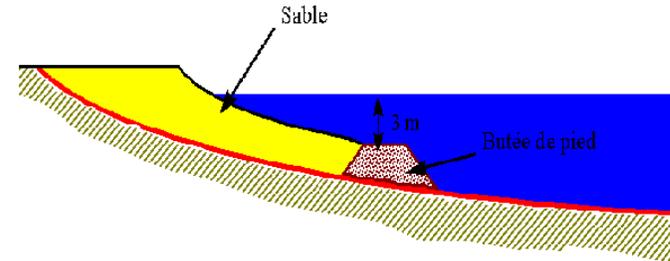
### Concept

Protection contre l'affouillement  
Stabilisation des pentes raides et  
réduction des volumes de rechargement

### Type

enrochements,  
géotextile,  
récif artificiel

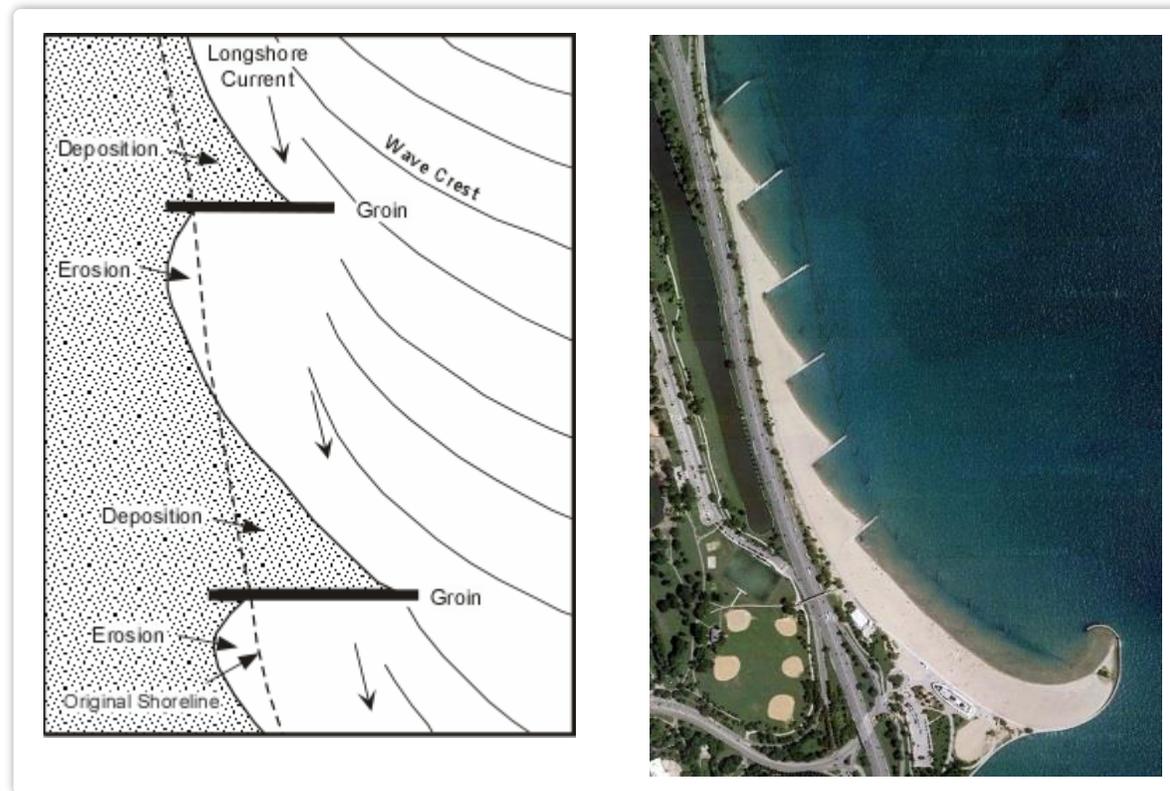
### Coûts importants



# Lutte contre l'érosion du littoral – solutions dures / structurelles

## Ouvrages transversaux – épis

**Concept:** arrêt du transit littoral par réorientation de la côte



# Lutte contre l'érosion du littoral – solutions dures / structurelles

## Ouvrages transversaux – épis

Concept: Arrêt du transit littoral par réorientation de la côte

### AVANTAGES

- Efficace contre l'érosion due à un gradient de transit littoral
- Bonne connaissance
- Possibilité d'influer sur la fraction du transport qui est retenu (dimensions, porosité)
- La plage reste accessible



### INCONVÉNIENTS

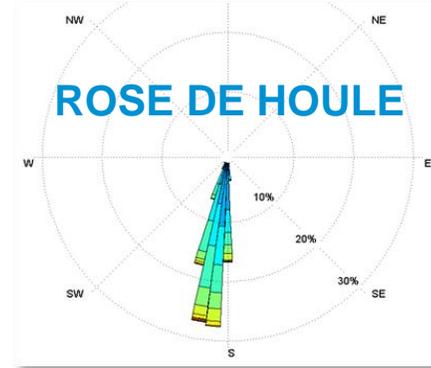
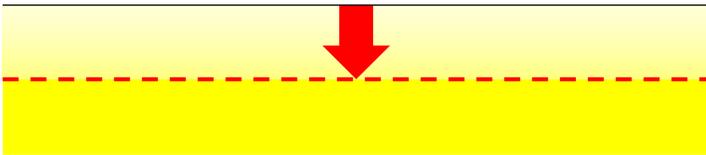
- Inefficace contre l'érosion due aux pertes dans le profil (ex: changement climatique)
- La réorientation de la côte nécessite un rechargement pour ne pas avoir un recul local
- Forte érosion en aval du dernier épi (transmission et amplification du problème chez le voisin)
- Disponibilité des enrochements
- Impact paysager
- Coûts élevés



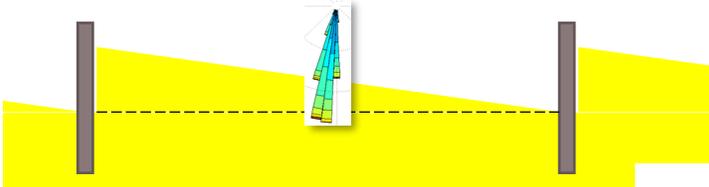
# Lutte contre l'érosion du littoral – solutions dures / structurelles

## Ouvrages transversaux – épis

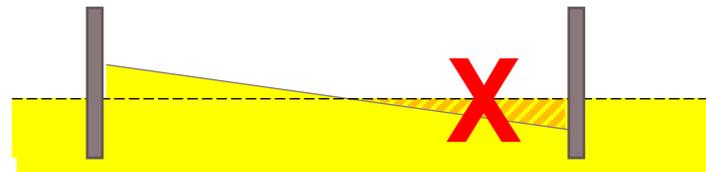
*Avant: érosion / recul*



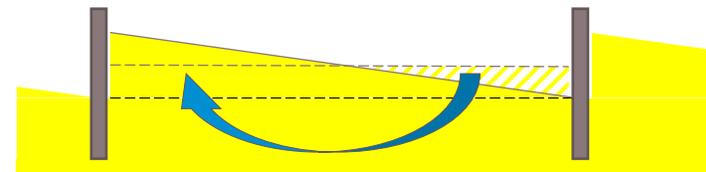
*Solution: Epis pour retenir sable*



*Solution en 2 étapes: construction épis*



*Solution en 2 étapes: rechargement*



# Lutte contre l'érosion du littoral – solutions dures / structurelles

## Ouvrages transversaux – épis (enrochements)



# Lutte contre l'érosion du littoral – solutions dures / structurelles

## Ouvrages transversaux (épaves) – en géoconteneurs



# Lutte contre l'érosion du littoral – solutions dures / structurelles

## Brise lame – atténuateurs de houle

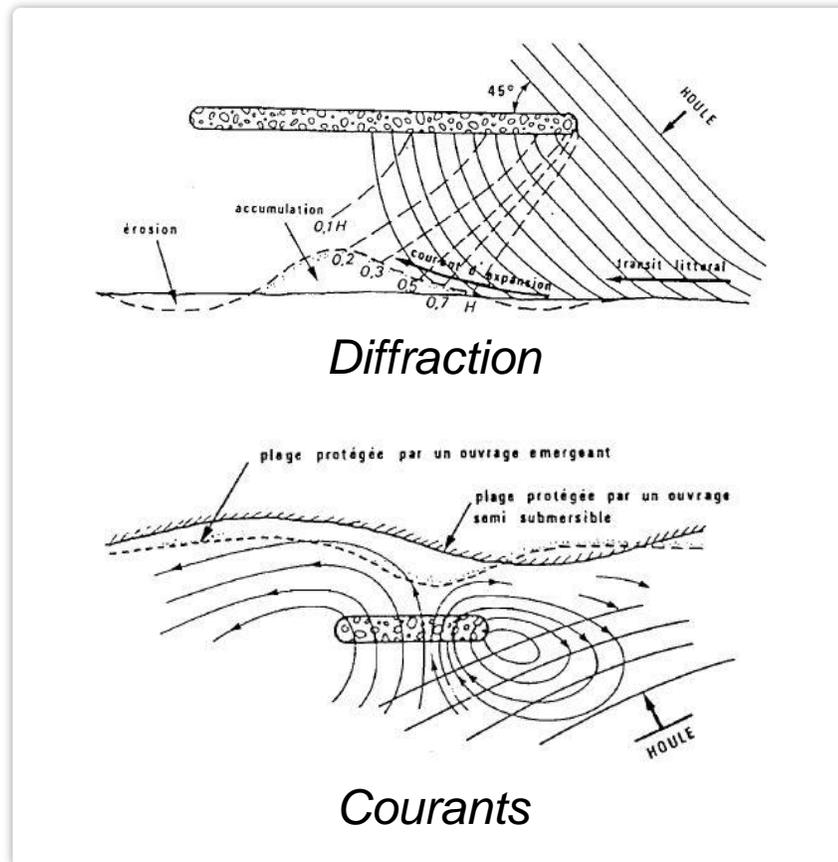
**Concept:** Création d'une zone abritée favorisant un gain de plage et empêchant les sables de se déplacer vers le large

### AVANTAGES

- Efficace contre les pertes dans le profil (sauf rip current)
- Création d'un salient ou tombolo
- Récif artificiel possible

### INCONVÉNIENTS

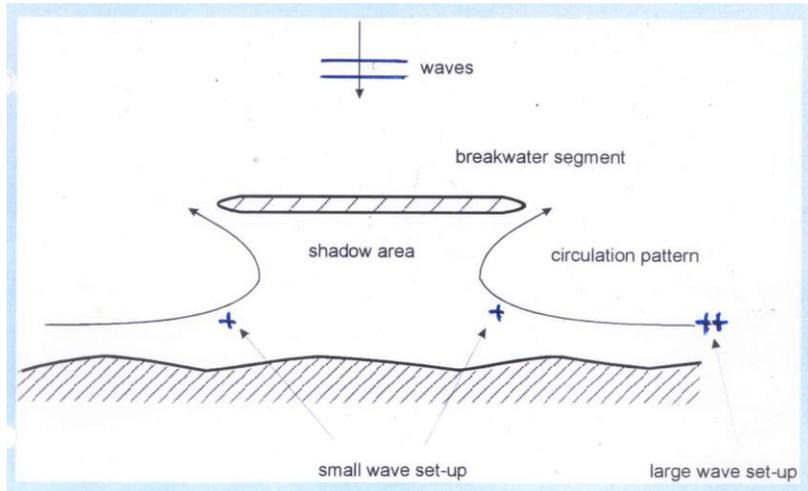
- Erosion en aval du dernier brise-lames
- Coûts élevés (construction par la mer)
- Disponibilité des enrochements
- Recirculation de l'eau: stagnation
- Nécessite une plage initiale (ou rechargement)



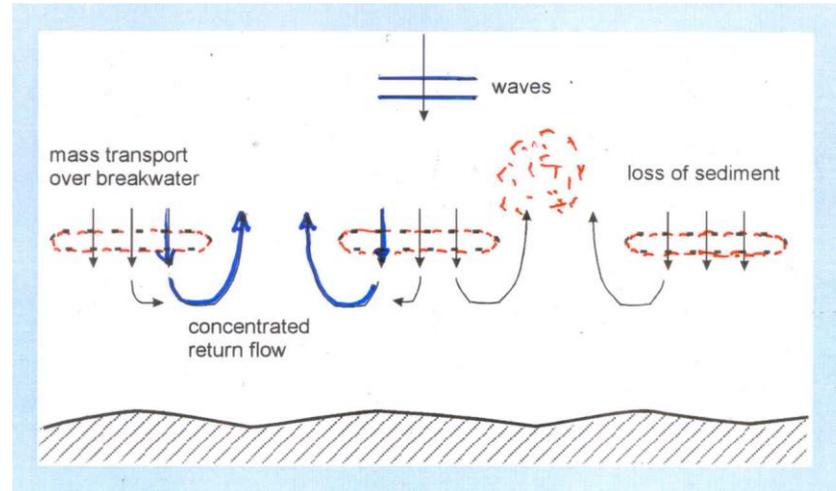
# Lutte contre l'érosion du littoral – solutions dures / structurelles

## Brise lame – atténuateurs de houle

Emergé:



Submergé:



Tombolo plus prononcé  
Fort courant de retour  
Impact paysager

Tombolo moins prononcé  
Courant de retour plus modéré  
Pas d'impact paysager

# Lutte contre l'érosion du littoral – solutions dures / structurelles

## Brise lame – atténuateurs de houle (enrochements)



# Lutte contre l'érosion du littoral – solutions dures / structurelles

## Brise lame – atténuateurs de houle (géotubes)



# Lutte contre l'érosion du littoral – solutions dures / structurelles

## Brise lame – atténuateurs de houle

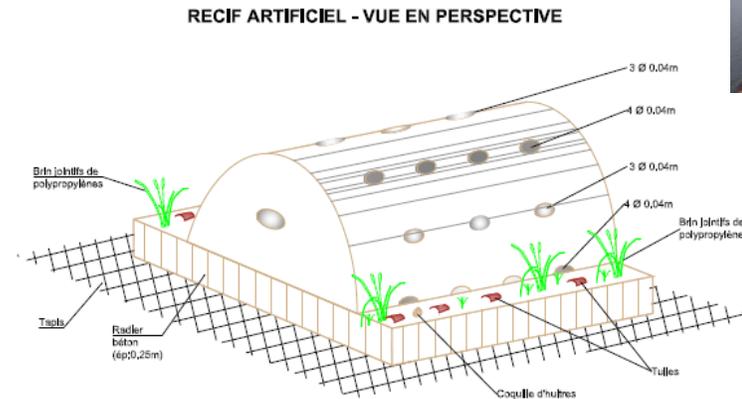
### Récifs artificiels type Reef Ball™ ou équivalent

#### Avantages

- Atténuation de la houle
- Emprise au sol limitée (sauf si tapis anti-affouillement)
- Amélioration de la biodiversité (recrutement larges, poissons, nurserie, etc)
- Vocation ludique (sentiers sous marins)
- Facilité de mise en œuvre et réversibilité
- Processus innovant

#### Inconvénients

- Quid de la solution douce malgré la constitution en béton
- Logistique plus importante et fabrication hors site puis transport (besoin de moules, curage etc...)
- Pas de projet en France
- Expérimentation (suivi nécessaire morphologie + biodiversité)



# Lutte contre l'érosion du littoral – solutions dures / structurelles

## Revêtements

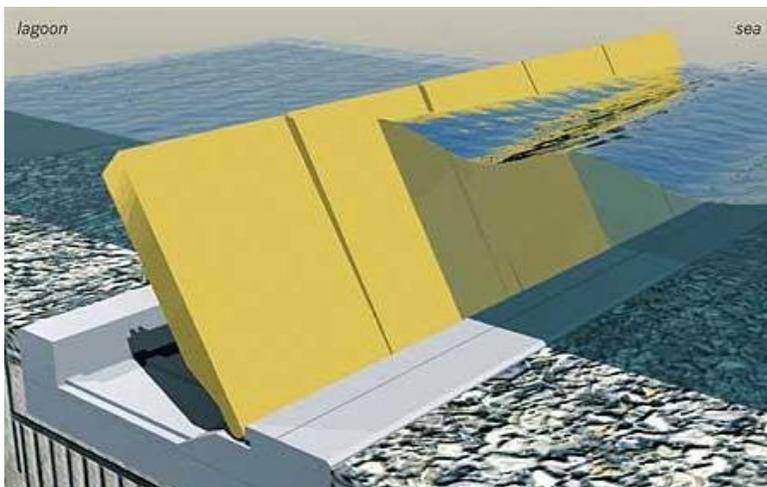
Géotextile, gabions, asphalte, basalte, blocs préfabriqués...

Communément utilisés pour la stabilisation des berges (rivières) et empêcher la migration du chenal de navigation



# Lutte contre l'érosion du littoral – solutions dures / structurelles

## Protection – Barrières anti-tempêtes



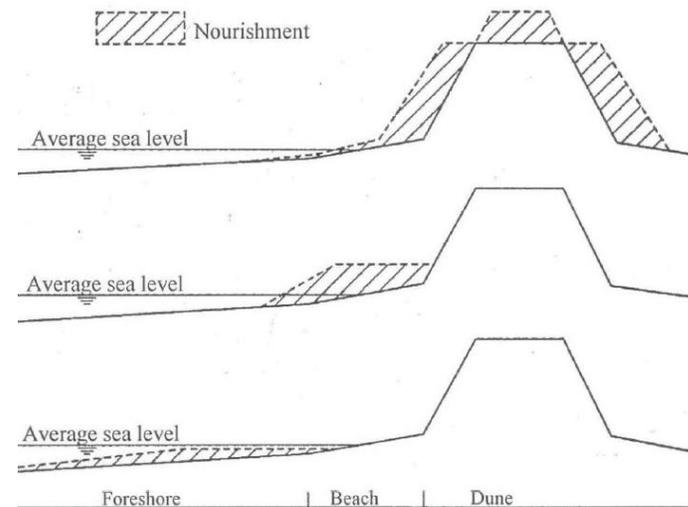
# 03.

## **Solutions de lutte active douce**

# Lutte active douce contre l'érosion du littoral

## Rechargement de plage

- Stock sédimentaire contre érosion future
- Types de rechargement : dune, estran, profil sous eau
- Techniques de rechargement : terrestre / marin / reprofilage
- 10 000 m<sup>3</sup> à 2-5 millions m<sup>3</sup>
- Coûts de mobilisation / démobilisation
- Impact environnemental : permis / suivi / compensation



EXISTANT

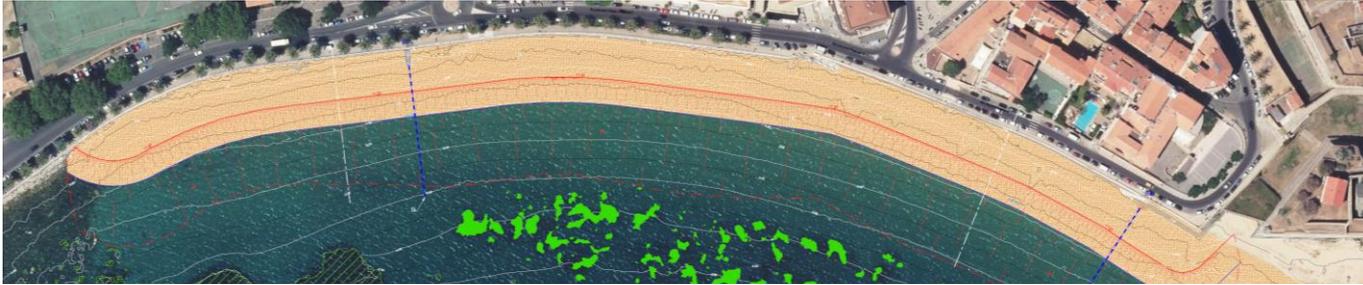


AMÉNAGÉ (plage 20m)



# Lutte active douce contre l'érosion du littoral

## Rechargement de plage



Profil P1 - Echelle: 1/100

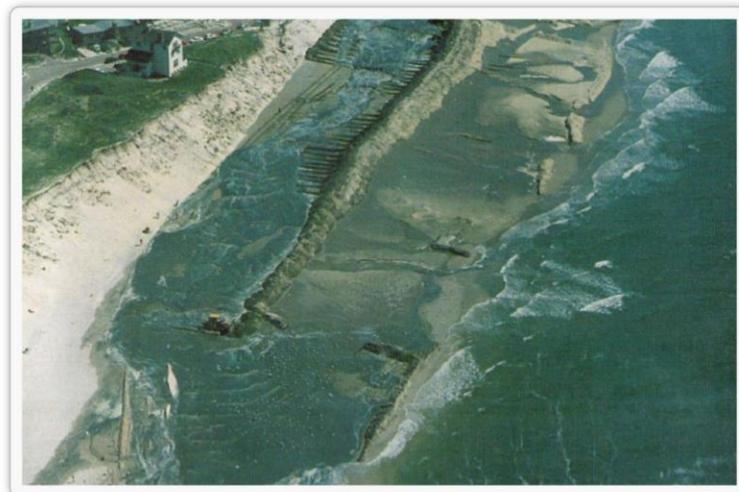
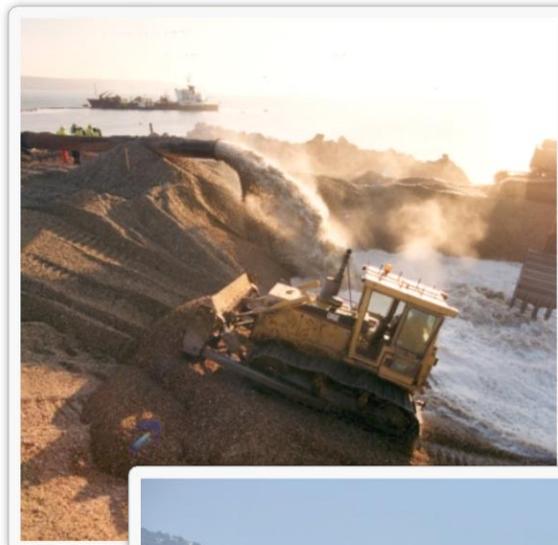


PC : -10.00 m

Altitudes TN	Distances à l'axe TN
4.56	5.96
4.06	5.96
3.56	5.96
3.06	5.96
2.56	5.96
2.06	5.96
1.56	5.96
1.06	5.96
0.56	5.96
0.06	5.96
-0.44	5.96
-0.94	5.96
-1.44	5.96
-1.94	5.96
-2.44	5.96
-2.94	5.96
-3.44	5.96
-3.94	5.96
-4.44	5.96
-4.94	5.96
-5.44	5.96
-5.94	5.96
-6.44	5.96
-6.94	5.96
-7.44	5.96
-7.94	5.96
-8.44	5.96
-8.94	5.96
-9.44	5.96
-9.94	5.96
-10.44	5.96
-10.94	5.96
-11.44	5.96
-11.94	5.96
-12.44	5.96
-12.94	5.96
-13.44	5.96
-13.94	5.96
-14.44	5.96
-14.94	5.96
-15.44	5.96
-15.94	5.96
-16.44	5.96
-16.94	5.96
-17.44	5.96
-17.94	5.96
-18.44	5.96
-18.94	5.96
-19.44	5.96
-19.94	5.96
-20.44	5.96
-20.94	5.96
-21.44	5.96
-21.94	5.96
-22.44	5.96
-22.94	5.96
-23.44	5.96
-23.94	5.96
-24.44	5.96
-24.94	5.96
-25.44	5.96
-25.94	5.96
-26.44	5.96
-26.94	5.96
-27.44	5.96
-27.94	5.96
-28.44	5.96
-28.94	5.96
-29.44	5.96
-29.94	5.96
-30.44	5.96
-30.94	5.96
-31.44	5.96
-31.94	5.96
-32.44	5.96
-32.94	5.96
-33.44	5.96
-33.94	5.96
-34.44	5.96
-34.94	5.96
-35.44	5.96
-35.94	5.96
-36.44	5.96
-36.94	5.96
-37.44	5.96
-37.94	5.96
-38.44	5.96
-38.94	5.96
-39.44	5.96
-39.94	5.96
-40.44	5.96
-40.94	5.96
-41.44	5.96
-41.94	5.96
-42.44	5.96
-42.94	5.96
-43.44	5.96
-43.94	5.96
-44.44	5.96
-44.94	5.96
-45.44	5.96
-45.94	5.96
-46.44	5.96
-46.94	5.96
-47.44	5.96
-47.94	5.96
-48.44	5.96
-48.94	5.96
-49.44	5.96
-49.94	5.96
-50.44	5.96
-50.94	5.96
-51.44	5.96
-51.94	5.96
-52.44	5.96
-52.94	5.96
-53.44	5.96
-53.94	5.96
-54.44	5.96
-54.94	5.96
-55.44	5.96
-55.94	5.96
-56.44	5.96
-56.94	5.96
-57.44	5.96
-57.94	5.96
-58.44	5.96
-58.94	5.96
-59.44	5.96
-59.94	5.96
-60.44	5.96
-60.94	5.96
-61.44	5.96
-61.94	5.96
-62.44	5.96
-62.94	5.96
-63.44	5.96
-63.94	5.96
-64.44	5.96
-64.94	5.96
-65.44	5.96
-65.94	5.96
-66.44	5.96
-66.94	5.96
-67.44	5.96
-67.94	5.96
-68.44	5.96
-68.94	5.96
-69.44	5.96
-69.94	5.96
-70.44	5.96
-70.94	5.96

# Lutte active douce contre l'érosion du littoral

## Rechargement de plage



# Lutte active douce contre l'érosion du littoral

## Construire en harmonie avec la Nature

- « Sand Engine » projet pilote aux Pays-Bas, mars à novembre 2011
- Méga-rechargement 20 million m<sup>3</sup>
- Redistribution naturelle par courants transversaux/longitudinaux
- Protection côte / submersion / inondation à long terme (décennies)



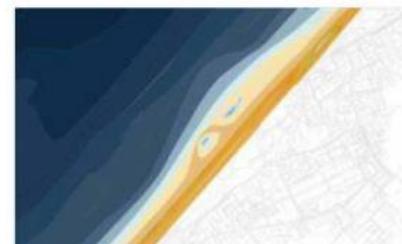
0 years



5 years



10 years



20 years

# Lutte active douce contre l'érosion du littoral

## Bypass sédimentaire

### Concept:

Transporter le sable au-delà de l'obstacle

### Avantages:

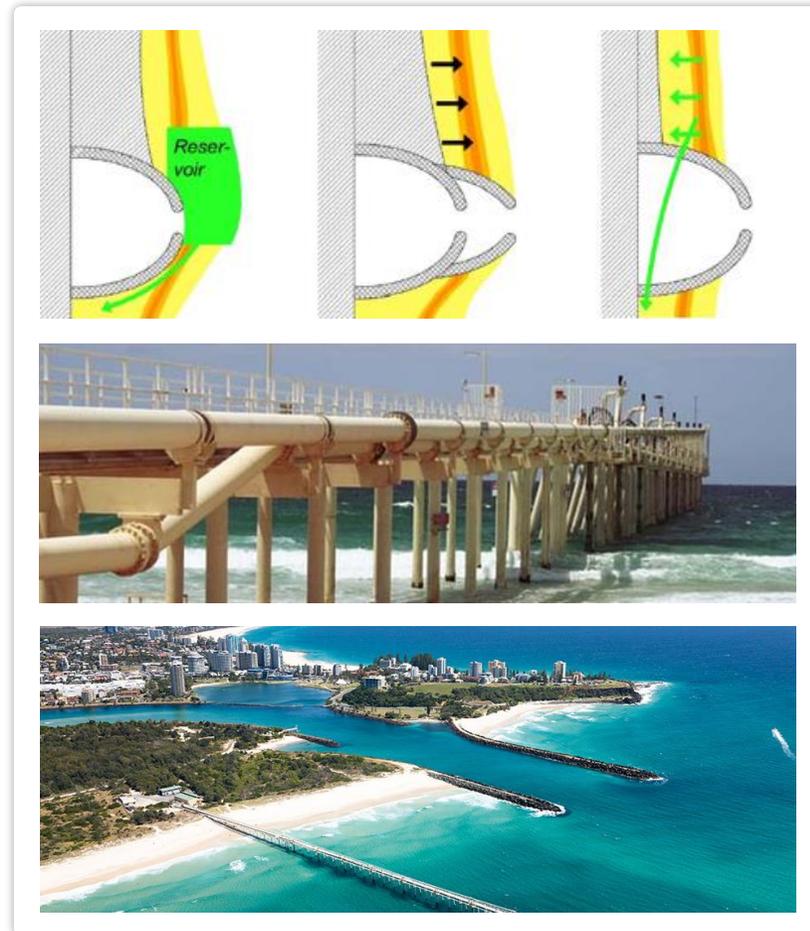
Naturel donc durable

Peut être combiné avec stratégie de dragage

### Inconvénients:

Pompes: coûteuses, maintenance?

Dragage: pas toujours espace de stockage suffisant



04.

**Solutions fondées sur la nature et mesures de gestion souple**

# SfN et gestion souple

---

**Renaturer le littoral** : supprimer les points durs qui entravent les processus sédimentaires naturels pour rendre sa mobilité au trait de côte

**S'appuyer sur les habitats côtiers** pour réduire l'impact des forçages hydrodynamiques (mangroves, herbiers marins, marais côtiers, roselières, pré-salés, etc.)

**Accompagner les processus physiques et biologiques** pour renforcer les barrières naturelles (mesures de gestion souple)

**Le trait de côte doit avoir de la place pour bouger ce qui implique parfois de relocaliser des enjeux** (délais, coûts, acceptabilité, réglementation, etc.)

**Méfiance** des élus et de la population vis-à-vis de ces solutions, souvent jugées comme trop expérimentales, **peu fiables et inefficaces**

Pour les BE, ces sujets ont longtemps été vus comme obligatoires ou cosmétiques + rémunération faible vs responsabilité

# Lutte contre l'érosion du littoral – lutte active douce

## Réhabilitation des dunes et haut de plage

- Mise en place de brise-vent (ganivelles, typhavelles, canisses, fascines)
- Piéger le sable et éviter le piétinement des dunes
- Végétalisations avec des espèces végétales adaptées
- Couverture de débris (herbiers, branchages, coquillages/coraux etc...)



# 05.

## **Etudes de cas : atténuateur houle en géoconteneurs**

# Protection – brise lames / atténuateurs de houle (géotubes)

## Brise lame – atténuateurs de houle

**Géoconteneurs:** structure flexible pour confiner des matériaux de construction

### AVANTAGES

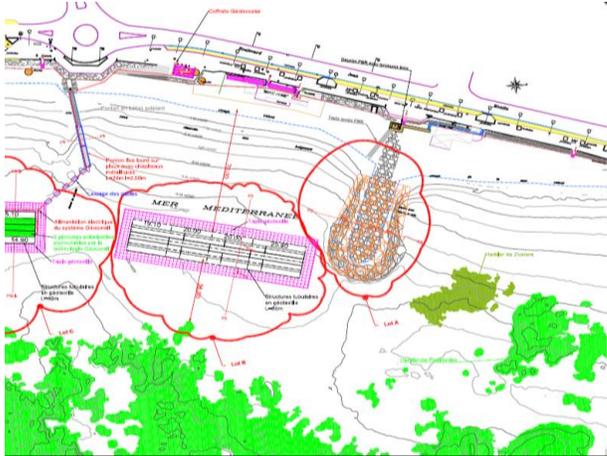
- Réutilisation des matériaux de construction, moins d'espace de stockage
- Remplissage mécanique ou manuel

### INCONVÉNIENTS

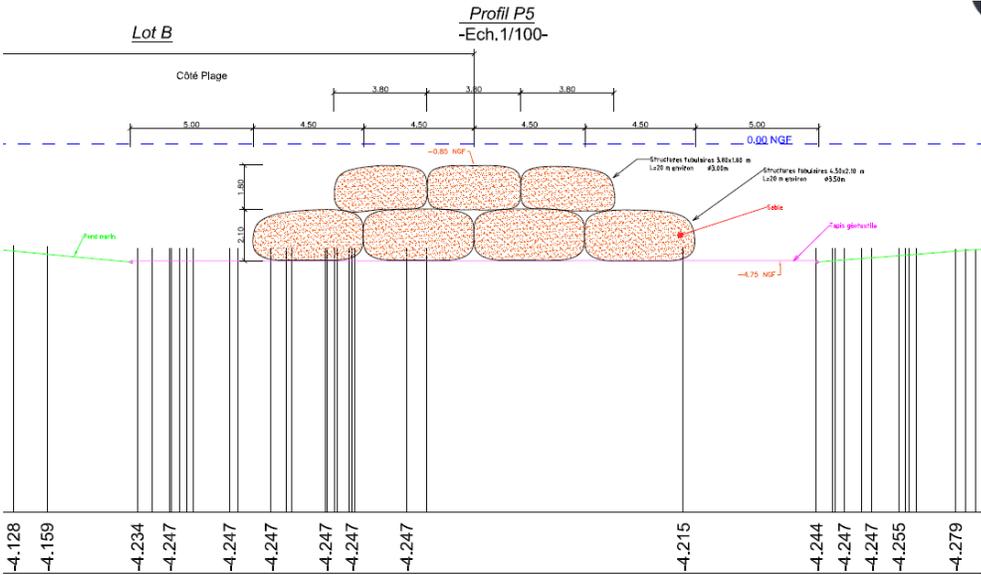
- Instable par fort courant
- Taille limitée par les opérations de manutention et de placement
- Eléments vulnérables à l'abrasion, au vandalisme et aux impacts avec les sédiments grossiers



# Protection – brise lames / atténuateurs de houle (géotubes)



Sainte Maxime, France

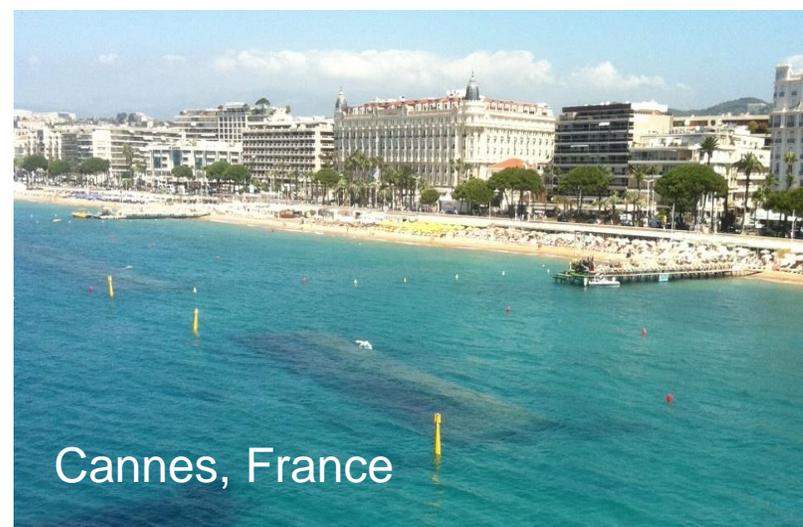


# Protection – brise lames / atténuateurs de houle (géotubes)

## Brise lame – atténuateurs de houle



Surfers Paradise, Australie



Cannes, France

# Questions



# Contacts

---



## **Dr Florian BREHIN**

Chef de projets Aménagements Côtiers - Maitre d'œuvre

[florian.brehin@creocean.fr](mailto:florian.brehin@creocean.fr)

+33 6 07 36 22 90

## **Marion COQUET**

Aménagements côtier et adaptation au changement climatique

[Marion.coquet@creocean.fr](mailto:Marion.coquet@creocean.fr)

+33 6 60 46 31 89



**creocean**

Environnement & océanographie

[creocean.fr](http://creocean.fr)

GROUPE KERAN