

STRATÉGIE DE GESTION DE LA BANDE CÔTIÈRE  
DEPUIS LA GRANDE PLAGE DE GÂVRES JUSQU'AU  
SECTEUR DU LINÈS À PLOUHINEC  
PHASE 5 - PRECONISATION DE SCENARIOS DE GESTION



## INFORMATIONS GENERALES SUR LE DOCUMENT

<b>Contact</b>	<b>CASAGEC INGENIERIE</b> 18 rue Maryse Bastié Z.A. de Maignon 64600 Anglet - FRANCE Tel : + 33 5 59 45 11 03 Web : <a href="http://www.casagec.fr">http://www.casagec.fr</a>
<b>Titre du rapport</b>	Stratégie de gestion de la bande côtière depuis la Grande Plage de Gâvres jusqu'au secteur du Linès à Plouhinec  Préconisation de scénarios de gestion - Phase 5
<b>Maître d'Ouvrage</b>	Mairie de Gâvres
<b>Auteur(s)</b>	Antoine Fégné - Hervé BIZIEN
<b>Responsable du projet</b>	Hervé BIZIEN (bizien@casagec.fr)
<b>Rapport n°</b>	CI-19087-C

## SUIVI DU DOCUMENT

Rev.	Date	Description	Rédigé par	Approuvé par
00	11/06/2021	Première version envoyée au Maître d'Ouvrage	AFE / HBN	DRY
01				
02				

## TABLE DES MATIERES

1.	Contexte et objectifs de l'étude .....	6
1.1.	Contexte général .....	6
1.1.1.	Contexte national .....	6
1.1.2.	Contexte régional .....	6
1.2.	Contexte local .....	7
1.3.	Objectifs de l'étude .....	8
1.4.	Objet et organisation du document .....	8
2.	Pré analyse des modes de gestion active.....	9
2.1.	Préambule .....	9
2.2.	Solutions techniques envisageables .....	9
2.2.1.	Bas de l'estran, petits fonds .....	9
2.2.2.	Estran .....	13
2.2.3.	Pied de dune .....	18
2.2.4.	Dune .....	27
2.3.	Analyse multicritère des techniques de gestion active envisageables.....	30
2.3.1.	Critères analysés .....	30
2.3.2.	Résultats de l'analyse .....	31
2.4.	Conclusion de la pré-analyse .....	35
3.	Elaboration des scénarios .....	36
3.1.	Préambule .....	36
3.2.	Scénario 0 – Inaction .....	37
3.3.	Scénario 1 – Replis stratégique/Relocalisation.....	38
3.3.1.	Préambule .....	38
3.3.2.	Démantèlement de la D158 .....	38
3.3.3.	Mise en place de transports alternatifs .....	38
3.4.	Scénario 2 et 3 – Scénarios d'intervention par secteur .....	41
3.4.1.	Préambule .....	41
3.4.2.	Secteur 1 .....	44
3.4.3.	Secteur 2 .....	45
3.4.4.	Secteur 3 .....	46
3.4.5.	Secteur 4 .....	49
3.4.6.	Secteur 5 .....	50
3.4.7.	Secteur 6 .....	53
3.4.8.	Secteur 7 .....	55
4.	Synthèse, conclusion et perspectives .....	58

## TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Phénomène de franchissement d'ouvrage à Gâvres dans le Morbihan lors de la tempête Johanna (© DDTM 56, BRGM) .....	7
Figure 2 : Dégâts observés le 10 mars 2008 (DHI) .....	7
Figure 3. Grau d'Agde (en haut), La Grande Motte (en bas).....	9
Figure 4. Schémas illustratifs du fonctionnement des brise-lames .....	10
Figure 5. Photographies d'ouvrages atténuateurs de houle sur le Lido de Sète (source BRLI) .....	11
Figure 6. Photographies de Récif type Reef Ball - île Grand Cayman (Lee E. Harris, 2007).....	11
Figure 7. Schéma de principe du fonctionnement de l'atténuateur de houle (exemple avec géotubes).....	12
Figure 8. Exemple d'épi en bois sans bardage à gauche et en enrochements à droite. ....	13
Figure 9. Schématisation du fonctionnement des épis - 1.....	13
Figure 10. Schématisation du fonctionnement des épis - 2.....	13
Figure 11. Photographie d'un reprofilage à gauche et d'un rechargement par « rainbowing » à droite. ....	14
Figure 12. Schéma théorique en coupe d'un rechargement en sable .....	15
Figure 13. Exemple de perré en enrochement à St Germy / Ay.....	18
Figure 14. Exemple de perré en enrochements devant un ouvrage béton à Capbreton.....	18
Figure 15. Schéma illustrant une coupe type sur un perré en enrochements.....	18
Figure 16. Coupe type de l'ouvrage actuel.....	19
Figure 17. Photographie de l'ouvrage actuel étudié.....	19
Figure 18. Profil P10 étudié.....	20
Figure 19. Propagation des houles en pied d'ouvrage.....	22
Figure 20. Masse médiane théoriquement stable en fonction de la perméabilité de l'ouvrage et pour plusieurs horizons.....	22
Figure 21. Exemple de perré en béton à Gâvres .....	25
Figure 22. Schéma illustrant une coupe type sur un perré en béton.....	25
Figure 23. Photographie et schéma de la solution pieux bois longitudinaux .....	26
Figure 24. Schéma illustration de la solution rechargement de Dune .....	27
Figure 25. Photographies et coupe type schématique d'une solution noyau kaolin .....	28
Figure 26. Photos et coupe type schématique d'une solution noyau Géotubes .....	29
Figure 27. Sectorisation de la zone d'étude .....	36
Figure 28. Proximité de la route avec les ouvrages en mauvais état sur le secteur Est.....	37
Figure 29. Plan du réseau de la CTRL. ....	39
Figure 30. Localisation des gués de Kerner et Kerfaute (Source : J-Y et J LE LAN, Histoire-Généalogie) .....	39
Figure 31. Passage à gué de Kerfaute (Source : J-Y et J LE LAN, Histoire-Généalogie).....	39
Figure 32. Projet de pont à la suite des études de 1971 (fond de plan : Google Earth). ....	40
Figure 33. Préconisations réalisées par l'UBS sur le secteur Ouest. ....	41
Figure 34. Cartographie de l'évaluation de la sensibilité du littoral à l'érosion.....	42
Figure 35. Sectorisation envisagée pour le scénario d'intervention.....	43

Figure 36. Vue en plan des aménagements du secteur 1. ....	44
Figure 37. Vue en plan des aménagements du secteur 2. ....	45
Figure 38. Vue en plan des aménagements du secteur 3. ....	46
Figure 39. Photographie de l'ouvrage actuellement en place sur le secteur 3. ....	47
Figure 40. Coupe type des solutions de rechargement de la dune. ....	48
Figure 41. Coupe type de la solution perré en enrochements. ....	48
Figure 42. Vue en plan des aménagements du secteur 4. ....	49
Figure 43. Vue en plan des aménagements du secteur 5. ....	50
Figure 44. Photographie de l'ouvrage de protection du pied de dune sur le secteur 5. ....	51
Figure 45. Localisation en plan des coupes types. ....	52
Figure 46. Coupe type 1 de la solution perré en enrochements pour le secteur 5. ....	52
Figure 47. Coupe type 1 de la solution perré en enrochements pour le secteur 5. ....	53
Figure 48. Vue en plan des aménagements du secteur 6. ....	53
Figure 49. Photographie de l'ouvrage actuel sur le secteur 6. ....	54
Figure 50. Vue en plan des aménagements du secteur 7. ....	55
Figure 51. Photographie du perré en madriers béton. ....	56
Figure 53. Coupe type de la protection en enrochements sur le secteur 7. ....	57

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Résultats des débits de franchissements. ....	23
Tableau 2. Tableau de synthèse de l'analyse multicritères. ....	34
Tableau 3. Récapitulatif des aménagements existants sur le secteur 1. ....	44
Tableau 4. Récapitulatif des aménagements existants sur le secteur 2. ....	45
Tableau 5. Récapitulatif des aménagements existants sur le secteur 3. ....	46
Tableau 6. AMC sur le secteur 3. ....	47
Tableau 7. Récapitulatif des aménagements existants sur le secteur 4. ....	49
Tableau 8. Récapitulatif des aménagements existants sur le secteur 5. ....	50
Tableau 9. AMC sur le secteur 5. ....	51
Tableau 10. Récapitulatif des aménagements existants sur le secteur 6. ....	53
Tableau 11. AMC sur le secteur 6. ....	54
Tableau 12. Récapitulatif des aménagements existants sur le secteur 7. ....	55
Tableau 13. AMC sur le secteur 7. ....	56

## 1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

### 1.1. CONTEXTE GENERAL

#### 1.1.1. Contexte national

Dans le prolongement des recommandations du Grenelle de la mer, et sur propositions d'un groupe de travail composé de cinq collègues (État, collectivités territoriales, ONG, syndicats, professionnels) et présidé par le député Alain Cousin, la France s'est dotée en 2012 d'une Stratégie Nationale de Gestion Intégrée du Trait de Côte et d'un premier programme d'action avec l'ambition de renforcer la connaissance sur le trait de côte et de favoriser la mise en place de stratégies locales pour adapter les territoires aux évolutions du littoral.

Pour faire suite au premier programme d'action 2012 – 2015, un nouveau programme a été adopté en 2017.

Ce nouveau programme 2017-2019 présente :

- Une synthèse des actions réalisées dans le cadre du précédent programme ;
- Les principes communs et recommandations stratégiques en matière de gestion du trait de côte ;
- Les 11 actions et 51 sous-actions identifiées pour la période 2017-2019, sont organisées en 5 axes :
  - Développer et partager la connaissance sur le trait de côte (Axe A) ;
  - Élaborer et mettre en œuvre des stratégies territoriales partagées (Axe B) ;
  - Développer des démarches expérimentales sur les territoires littoraux pour faciliter la recomposition spatiale (Axe C) ;
  - Identifier les modalités d'intervention financière (Axe D) ;
  - Communiquer, sensibiliser et former aux enjeux de la gestion du trait de côte (Axe transversal).

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ÉNERGIE ET DE LA MER,  
EN CHARGE DES RELATIONS INTERNATIONALES SUR LE CLIMAT

Stratégie nationale de gestion  
intégrée du trait de côte  
Programme d'actions 2017-2019



#### 1.1.2. Contexte régional

En 2017, la DREAL Bretagne a publié un guide méthodologique « *Approche prospective pour la gestion durable du trait de côte en Bretagne* ». Ce document est constitué de plusieurs fiches « repères » organisées par phase, qui proposent des jalons pour mener à bien une réflexion prospective sur la gestion des risques littoraux :

- Phase « Émergence » ;
- Phase « Diagnostic » ;
- Phase « Prospective » ;
- Phase « Stratégie » ;
- Phase « Pré-opérationnelle » ;
- Phase « Mise en œuvre ».



## 1.2. CONTEXTE LOCAL

La zone urbanisée de Gâvres (zone à forts enjeux) et le tombolo qui s'étend plus à l'Est sont tous deux exposés aux aléas littoraux. Outre l'érosion du cordon sableux et la ruine des ouvrages côtiers, les événements tempétueux de 2001, 2004 et 2008 combinés à des pleines mers de vives-eaux, se sont accompagnés de phénomènes de submersion marine.

L'épisode du 10 mars 2008 notamment (tempête Johanna, accompagnée d'une surcote exceptionnelle) s'est traduit par la rupture de l'ouvrage de protection et du cordon sur les secteurs de l'ancienne poudrière, du terrain de football et du Boulevard de l'Océan (secteurs très étroits du tombolo), suivie de la submersion de l'ancienne lagune et d'une centaine de maisons qui y avaient été construites (Figure 1 et Figure 2).



Figure 1 : Phénomène de franchissement d'ouvrage à Gâvres dans le Morbihan lors de la tempête Johanna (© DDTM 56, BRGM)



Figure 2 : Dégâts observés le 10 mars 2008 (DHI)

Au vu de l'ampleur des dégâts, la Préfecture avait alors décidé de mettre en place un plan de prévention des risques littoraux (PPRL). Le PPRL de la Grande Plage de Gâvres a été approuvé le 22 décembre 2010 suivi, cinq ans plus tard, du PPRL de la Petite mer de Gâvres (approuvé le 11 janvier 2016). Dès 2012, des aménagements de protection mixant méthodes « douce » et « dure » ont été réalisés sur la plage de Gâvres (avec un rechargement de 300 000 m<sup>3</sup> de sables et la construction de deux épis en bois). Les deux ouvrages ont été raccourcis en 2018 en raison d'effets délétères en aval-transit, et de nouveaux aménagements privilégiant la première méthode sont en cours en 2021. Ces travaux ont été préconisés par l'UBS (Université de Bretagne Sud) et sont réalisés sous maîtrise d'ouvrage de Lorient Agglomération,

dans le cadre de sa compétence GEMAPI et du PAPI qui l'a précédé. Le Département a de son côté également fait réaliser en décembre 2019 un ouvrage de protection de la D158, sur un linéaire de 400 mètres environ.

Les pertes sédimentaires constatées sur site restent en effet importantes, notamment en haute plage, accroissant l'exposition du secteur côtier à l'attaque des vagues et de fait, la mise en danger des biens et des personnes.

Dans ce contexte, les services concernés (Etat, Département, Agglomération, Communes ...) ont décidé d'engager une étude hydro-sédimentaire globale et des modes de gestion possibles compatibles avec la Stratégie Nationale de Gestion Intégrée du Trait de Côte.

### 1.3. OBJECTIFS DE L'ETUDE

La présente étude vise à permettre aux communes de Gâvres et de Plouhinec, ainsi qu'aux autres instances publiques concernées (Services de l'Etat - DDTM/CEREMA/SHOM/IFREMER/..., Conservatoire du Littoral, Département du Morbihan, Lorient Agglomération, ...) de définir progressivement une gestion du site en référence à la Stratégie Nationale de Gestion Intégrée du Trait de Côte (SNGITC).

Cette étude poursuit plusieurs objectifs complémentaires :

- Améliorer l'état des connaissances globales de la dynamique hydrosédimentaire et morpho-sédimentaire du littoral de la Pointe de Gâvres à l'embouchure de la ria d'Étel, et de l'évolution du site, à travers l'analyse des données existantes et la mise en œuvre de modélisations numériques ;
- Apprécier l'état des ouvrages en place et appréhender les effets induits par les travaux de protection du littoral, récents et à venir (épis, rechargements, ganivelles en ligne et en casiers, réorganisation des circulations et des accès aux plages, ...) sur l'évolution de la plage et du trait de côte non protégé ;
- Identifier les gisements sédimentaires potentiels, raisonnablement éloignés des sites à recharger, de comprendre l'origine de leur formation et de leur alimentation actuelle, et enfin d'estimer les volumes exploitables de manière responsable et durable ;
- Proposer des scénarios de gestion du littoral sur la zone urbanisée de Gâvres et le linéaire de la D158 jusqu'au parking du Linès dans un premier temps puis jusqu'à la rivière d'Étel, en cohérence avec la SNGITC ;
- Réaliser une évaluation comparative des scénarios via une Analyse Multicritères (AMC) ;
- Apprécier les impacts environnementaux et notamment morpho-sédimentaires du scénario retenu ;
- Mettre en place des actions de communication visant à sensibiliser le public et toutes les personnes concernées à la future gestion du trait de côte intégrant d'une part la vraisemblable élévation du niveau de la mer et, d'autre part, la non moins vraisemblable poursuite du recul du trait de côte.

### 1.4. OBJET ET ORGANISATION DU DOCUMENT

Le présent document permet de répondre aux objectifs 4 et 5 précédemment cités. Il s'agit donc de définir, pour chacune des zones identifiées comme sensibles aux différents aléas littoraux, des scénarios de gestion du trait de côte. Une fois définis, une évaluation comparative des scénarios via une Analyse Multicritères a été réalisée.

Afin de répondre à cet objectif, la présente étude a été organisée selon les 2 grandes étapes :

- Pré-analyse des modes de gestion active telle que présentée dans la note de janvier 2021 (CI-19087-P5) ;
- Elaboration et comparaison des scénarios.

## 2. PRE ANALYSE DES MODES DE GESTION ACTIVE

Le présent chapitre reprend ici les grands éléments présentés précédemment dans le cadre de la note de janvier 2021 (CI-19087-P5)

### 2.1. PREAMBULE

Cette pré analyse a pour objectif de balayer un très grand nombre de solutions techniques envisageables afin d'en faire ressortir les plus adaptées dans le cadre de la protection du tombolo contre l'érosion. Les solutions qui ressortent de cette pré analyse ont servi de base à l'élaboration des scénarios d'intervention.

Afin d'aborder un grand nombre de solutions techniques, une classification par implantation le long du profil de plage a été retenue. Les différentes typologies d'ouvrage ont donc été réparties selon les classes suivantes :

- Bas de l'estran, petit fond ;
- Estran ;
- Pied de dune ;
- Dune.

De plus, chaque solution a été décrite en accord avec sa typologie et son fonctionnement ou son influence sur les processus hydrosédimentaires. Les solutions techniques ont été définies de manière préliminaire pour un linéaire d'1 km afin de pouvoir les comparer entre-elles. Une première estimation du coût a été réalisée en informant du coût initial, ainsi que du coût associé à l'entretien sur 15 ans.

### 2.2. SOLUTIONS TECHNIQUES ENVISAGEABLES

#### 2.2.1. Bas de l'estran, petits fonds

##### 2.2.1.1. Brise-lame

Ces ouvrages sont implantés parallèlement à la côte et permettent de créer des zones protégées de l'action des houles et ainsi limiter localement les sollicitations sur les plages et favoriser l'accrétion du sable en arrière de l'ouvrage.

Les brise-lames, généralement composés d'enrochements, sont implantés de manière à respecter certains ratios entre :

- La longueur de l'ouvrage et la distance à la côte ;
- L'espacement entre les ouvrages et la distance à la côte.

Ces aménagements nécessitent de réaliser une voie d'accès temporaire pour permettre leur construction par voie terrestre ou la mobilisation d'une barge pour une construction par voie maritime.



Figure 3. Grau d'Agde (en haut), La Grande Motte (en bas)

Ce type d'ouvrage est très courant en Méditerranée car le marnage y est limité, ce qui favorise à la fois la construction et l'efficacité vis-à-vis du fonctionnement hydrosédimentaire. En revanche, dans les régions à fort marnage, il est plus délicat de définir l'implantation, la longueur et le niveau de crête des brise-lames.

La Figure 4 illustre de manière synthétique le fonctionnement des brise-lames et les difficultés associées aux zones de marnage.

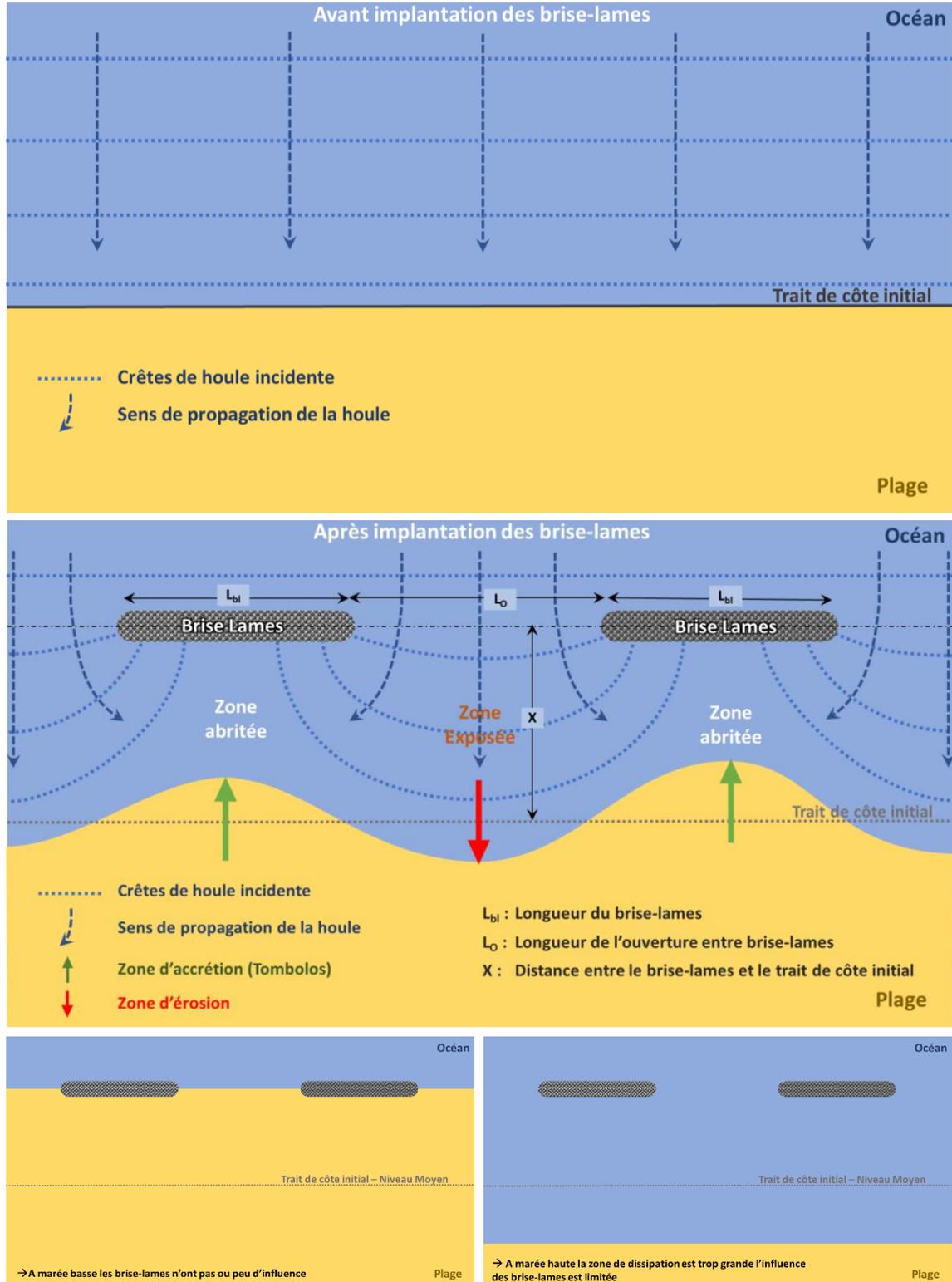


Figure 4. Schémas illustratifs du fonctionnement des brise-lames

L'application de cette solution sur un linéaire d'1km nécessiterait la réalisation de l'ordre de 3 brise-lames de 150 m espacés de 200 m et distants du pied de dune de l'ordre de 200 m. Les caractéristiques préliminaires de ces ouvrages sont les suivantes :

- Niveau de crête : +3 m NGF ;
- Niveau de fondation -3 m NGF ;
- Largeur de crête : 6 m ;
- Pente du talus : 2 horizontal / 1 vertical ;
- Enrochements catégorie min : 3 – 6 t.

L'estimation préliminaire de cet aménagement est de l'ordre de

**5,2 M€ / km**

Le coût associé à 15 ans d'entretien, sur la base de 2 % du cout initial par an, est de :

**1,6 M€ / km**

Soit un total de :

**6,8 M€ / km**

### 2.2.1.2. Atténuateur de houle / Récifs

Les atténuateurs de houle ou récifs sont implantés parallèlement à la côte. Le niveau de crête de l'ouvrage est généralement sous le niveau d'eau afin d'avoir un impact visuel faible et un impact plus nuancé sur l'évolution du trait de côte. En effet, l'objectif est de limiter les sollicitations liées aux vagues notamment lors des événements tempétueux et ainsi réduire l'érosion associée.



Figure 5. Photographies d'ouvrages atténuateurs de houle sur le Lido de Sète (© Thau Agglo)



Figure 6. Photographies de Récif type Reef Ball - île Grand Cayman (Lee E. Harris, 2007)

Ces ouvrages peuvent être composés de géotubes, d'enrochements et/ou d'éléments béton permettant de composer un récif artificiel. L'implantation doit permettre de limiter la hauteur d'eau au-dessus de la crête entre 1 et 2 m. De plus, la largeur de crête de l'ouvrage doit être définie en fonction de la longueur d'onde de la houle (proportionnelle à la période). En effet, plus la période de la houle est grande plus la

largeur de crête de l'ouvrage doit être importante. Pour cette raison ce type d'aménagement est plus fréquemment rencontré dans des zones de faible marnage et de période relativement faible.

La Figure 7 illustre de manière synthétique le fonctionnement de l'atténuateur de houle /récif et les difficultés associées aux zones de marnage.

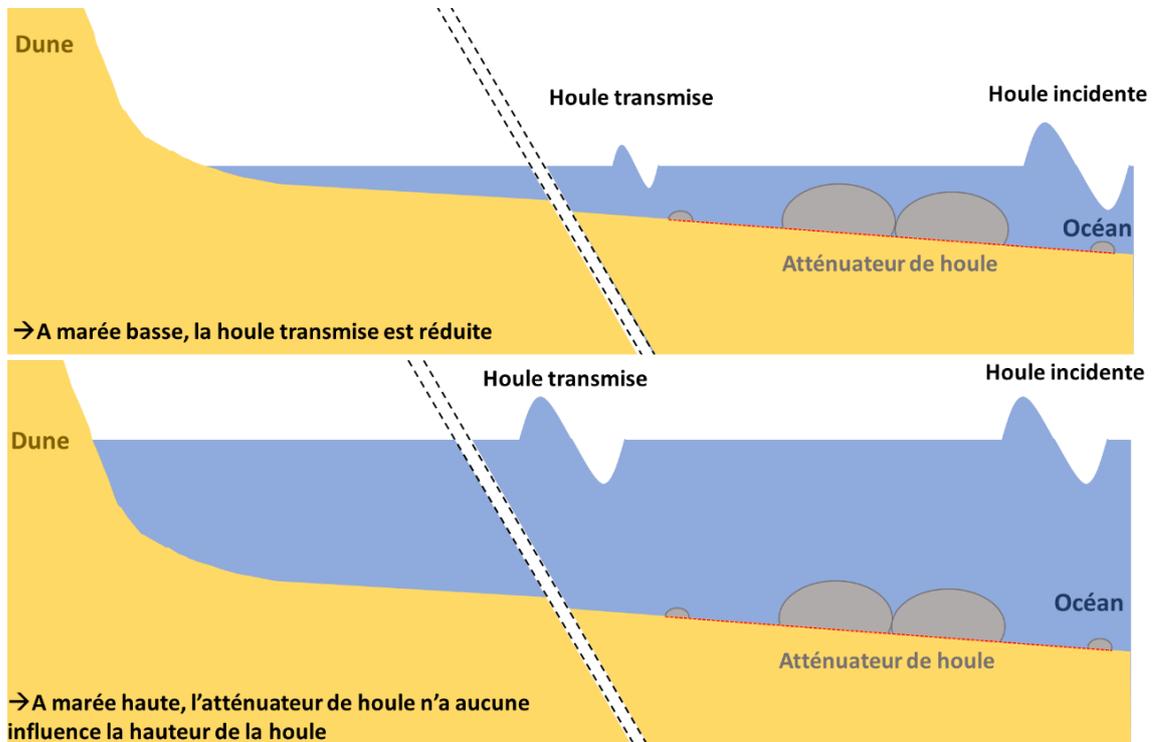


Figure 7. Schéma de principe du fonctionnement de l'atténuateur de houle (exemple avec géotubes)

La réalisation de ce type d'ouvrage apparaît très compliquée sur le site étudié pour un résultat discutable. Toutefois, l'aménagement a été imaginé de manière préliminaire pour un linéaire d'1 km.

L'atténuateur ou le récif doit être en grande majorité submergé, il sera donc implanté à 600 m au large de la dune par des profondeurs de l'ordre -5 m NGF avec un niveau de crête de -2,5 m NGF. L'effet de l'atténuateur pour les niveaux hauts de marée sera très limité. Il est donc nécessaire de prévoir une largeur significative comprise entre 15 et 25 m.

Pour un récif / atténuateur avec des éléments béton ou enrochements, l'estimation préliminaire est de l'ordre de :

**6,1 M€ / km**

Le coût associé à 15 ans d'entretien, sur la base de 2 % du cout initial par an, est de :

**1,8 M€ / km**

Soit un total de :

**7,9 M€ / km**

Pour un atténuateur avec des éléments type sac ou boudin géotextile, l'estimation préliminaire est de l'ordre de :

**3 M€ / km**

Le coût associé à 15 ans d'entretien, sur la base de 7 % du cout initial par an, est de :

**3,2 M€ / km**

Soit un total de :

**6,2 M€ / km**

## 2.2.2. Estran

### 2.2.2.1. Épis en enrochements et en bois

Les épis sont placés perpendiculairement au trait de côte sur l'estran et ont pour objectif de bloquer une partie du transit littoral longitudinal. Les épis peuvent être composés d'un noyau et d'un talus en enrochements ou de pieux et planches de bois avec ou sans renforts, voire de simples pieux implantés de manière un peu plus dense. La longueur de l'épi sera définie en fonction de la largeur de l'estran (fonction du marnage et de la pente des fonds) et de l'effet souhaité sur le fonctionnement hydrosédimentaire du site. La crête de l'ouvrage peut être soit horizontale soit s'abaisser en accord avec le profil moyen de la plage. L'espacement entre les épis est défini en considérant leur longueur, leur efficacité face au blocage du transit et les objectifs d'évolution du trait de côte.



Figure 8. Exemple d'épi en bois sans bardage à gauche et en enrochements à droite.

La figure suivante illustre de manière synthétique le fonctionnement des épis et les difficultés associées aux zones de marnage.

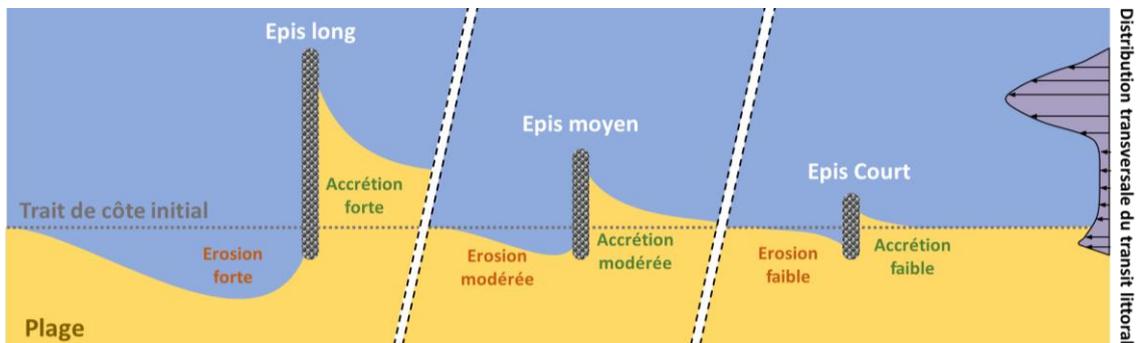


Figure 9. Schématisation du fonctionnement des épis - 1.

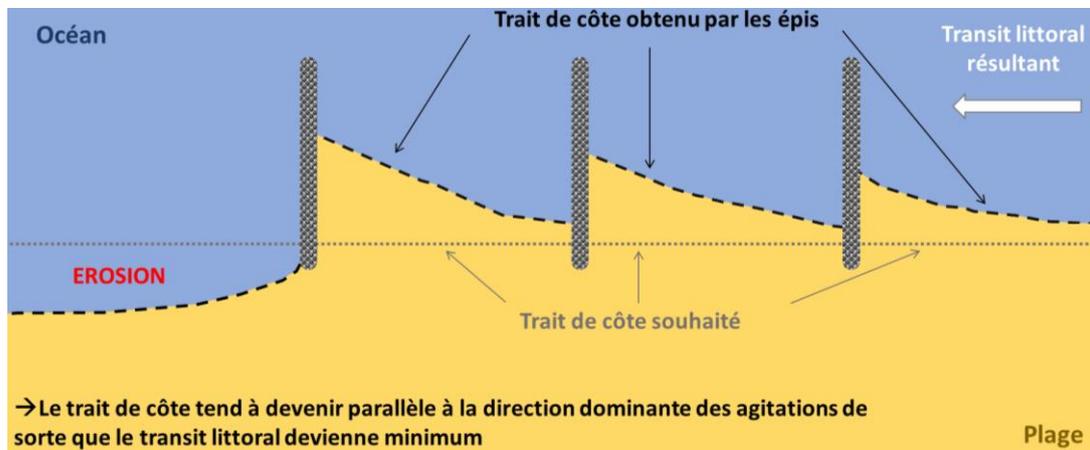


Figure 10. Schématisation du fonctionnement des épis - 2.

Un aménagement préliminaire pourrait consister à réaliser des épis de l'ordre de 200 m de longueur espacés de 350 m. Les épis seraient de type plongeant tels qu'observés au niveau de Gâvres. Dans le cas d'une solution en enrochements la largeur de crête serait de l'ordre de 5 m et les pentes de talus de l'ordre de 3/2 à 2/1. La solution en bois comprendrait des pieux de 6 m de longueur et 30 à 40 cm de diamètre avec environs 4 pieux par mètre.

Pour une solution **épîs en enrochements**, l'estimation préliminaire est de l'ordre de :

**2,4 M€ / km**

Le coût associé à 15 ans d'entretien, sur la base de 2 % du cout initial par an, est de :

**0,8 M€ / km**

Soit un total de :

**3,2 M€ / km**

Pour **une solution épîs en bois** l'estimation préliminaire est de l'ordre de :

**1,0 M€ / km**

Le coût associé à 15 ans d'entretien, sur la base de 5 % du cout initial par an, est de :

**0,8 M€ / km**

Soit un total de :

**1,8 M€ / km**

### 2.2.2.2. Rechargements

#### a. Préambule

Le rechargement en sable de la plage doit permettre d'apporter du sable dans le fonctionnement hydrosédimentaire du site.

Les rechargements peuvent être réalisés :

- Par voie terrestre par l'apport de sable par des camions ;
- Par voie maritime avec des rejets directement sur la plage (via conduite ou rainbowing).

Dans la majorité des cas, un reprofilage des sables est réalisé par des bulldozers.



Figure 11. Photographie d'un reprofilage à gauche et d'un rechargement par « rainbowing » à droite.

Un profil théorique initial est alors obtenu. Ce dernier sera ensuite naturellement reprofilé par les vagues selon le cycle des marées. Toutefois, ce type de solution nécessite bien souvent un rechargement régulier tous les 1, 2 ou 5 ans. La périodicité des rechargements dépend des volumes de sable apportés lors du rechargement initial et des rechargements d'entretien.

La figure suivante permet d'illustrer le principe d'un rechargement de sable.

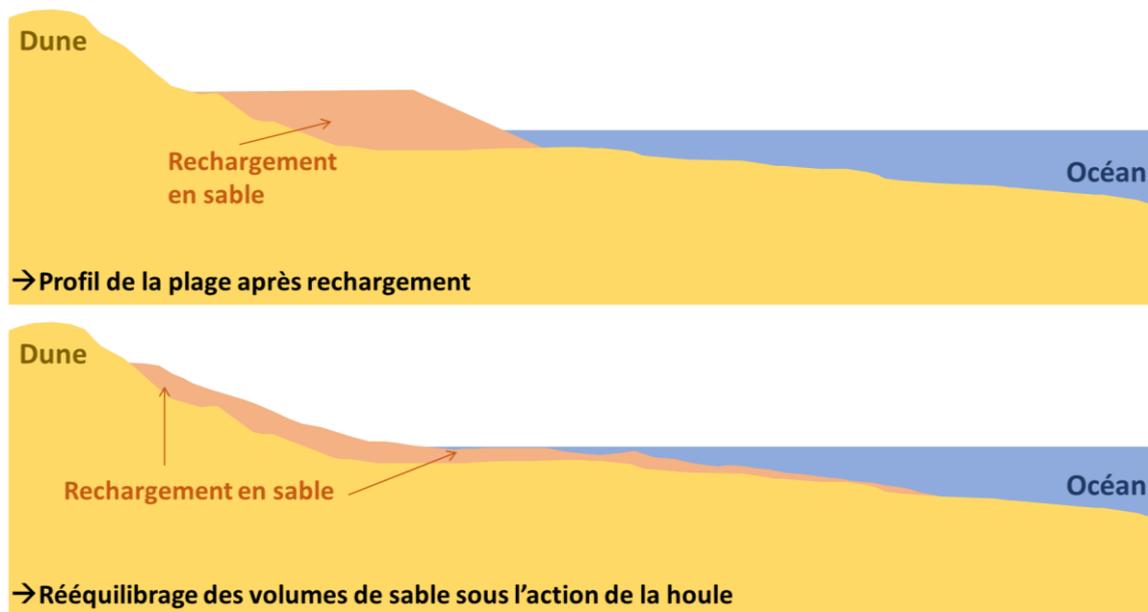


Figure 12. Schéma théorique en coupe d'un rechargement en sable

Dans le cadre de cette étude, une analyse approfondie des gisements sableux en vue d'un rechargement a été réalisée en phase 4. Les conclusions de ce rapport sont reprises ci-après.

#### b. Recensement des gisements sédimentaires

Comme présenté dans le rapport de phase 4, les stocks sédimentaires potentiellement mobilisables à proximité de la zone d'étude ont été définis selon leur position par rapport à la Ligne de Profondeur de Clôture (LPC). Cette LPC correspond à la zone en deçà de laquelle la couverture sédimentaire n'est plus mobilisée par les houles ou les courants côtiers.

A partir de cela, les gisements suivants ont été étudiés :

- Sources de sédiments situées côté terre de la ligne de fermeture :
  - **Ports** : d'après le Schéma de référence des dragages du Morbihan (2010), la majorité des sédiments à draguer dans les ports du Morbihan est qualifiée de vases ou de matériaux sablo-vasards. Seules les opérations d'entretien du chenal du port de commerce de Lorient (Passe de l'Ouest) concernent des extractions de sables de plusieurs milliers de m<sup>3</sup> de sable ;
  - **Embouchures fluviales (deltas de marée)** : ces gisements (principalement la Laita et la Ria d'Étel), exploitables par des moyens maritimes, ne pourront pas faire l'objet d'extractions massives et doivent être considérés comme des sources ponctuelles limitées aux rechargements de plages de proximité dans le cas de travaux terrestres ;
  - **Zones d'accumulation intertidales et source de proximité** : ces gisements ne peuvent faire l'objet que d'extraction par des moyens terrestres et doivent être considérés comme des sources limitées aux rechargements d'entretien ;
  - **Matériaux de carrière** : ces gisements doivent être considérés comme des sources ponctuelles limitées aux rechargements de petits volumes spécifiques comme la constitution de « noyau » de dune ;

- Sources de sédiments situées au large de la LPC :

Le potentiel extractif des fonds marins au droit du littoral morbihannais a été étudié par IFREMER en 2012, en considérant une utilisation en tant que sables à béton essentiellement. Il ressort de cette

analyse que la grande majorité des fonds au large des côtes du Morbihan sont caractérisés par un potentiel extractif moyen. Ce potentiel est nul au niveau du débouché de la Vilaine.

Les sites les plus intéressants en termes de gisements exploitables se situent à distance modérée des côtes du Morbihan, mais restent d'emprise limitée. Ils se trouvent majoritairement entre les presqu'îles de Gâvres et de Quiberon, et de manière anecdotique en Baie de la Vilaine. Le gisement situé en avant de la presqu'île de Gâvres et de son tombolo constitue la source présentant les meilleures caractéristiques.

Situé par des fonds de 10 à 20 m CM, il correspond à des matériaux de comblement de la paléovallée du Blavet, orientée est-ouest. Le gisement se situe au large de la LPC, s'étendant à moins de -10 m CM. La proximité d'un site NATURA 2000 en mer et la présence de maërl, habitat protégé par la convention OSPAR, risquent cependant de compliquer l'obtention d'autorisation d'exploiter ce site. Un précédent projet d'exploitation dans les années 2000 a dû être abandonné à la suite des vives protestations des associations de défense de l'environnement.

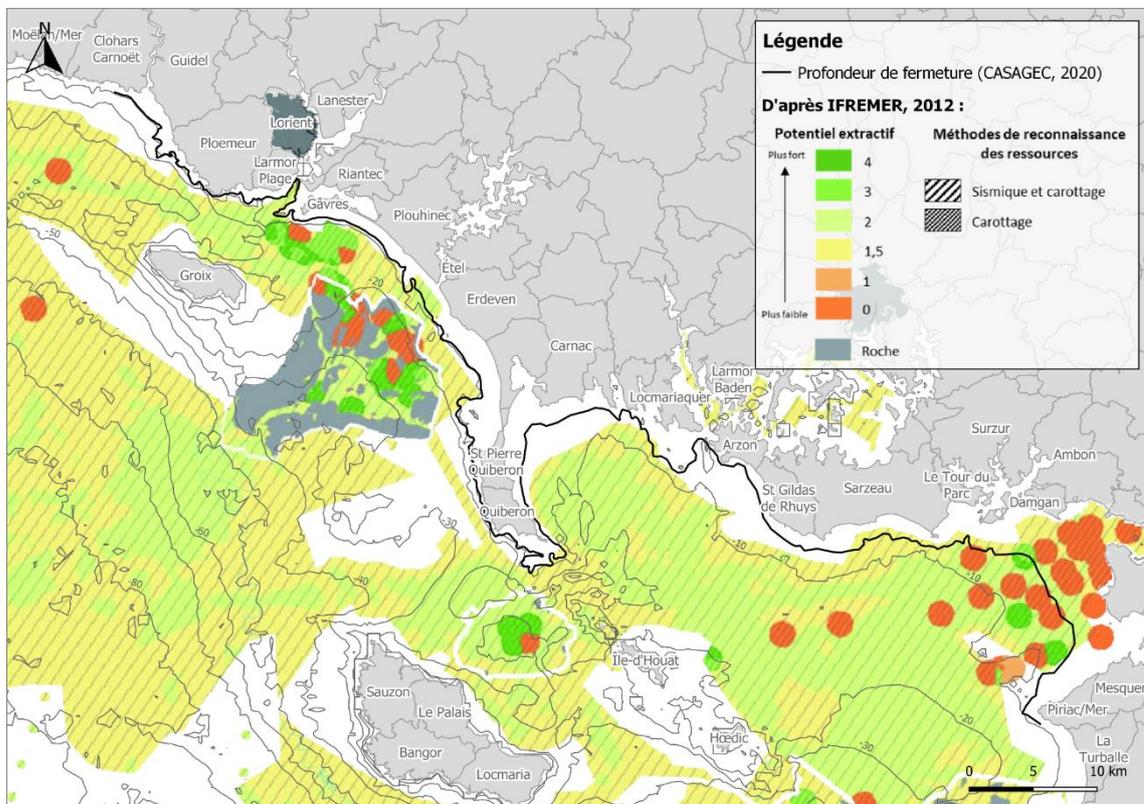


Figure 13. Zones d'intérêt au droit du secteur Morbihan (d'après IREMER, 2012).

### c. Interventions envisageables

Concernant les rechargements envisageables de la plage de Gâvres et du tombolo, les éléments suivants doivent servir de socle à la réflexion :

#### ■ Rechargement massif :

Des opérations de dragage générant des volumes de sables « propres » équivalents à ceux extraits de la passe de l'Ouest à la sortie de la rade de Lorient en 2012, risquent de ne pas se reproduire à court terme. Le Plan de Gestion Opérationnelle des Dragages (PGOD) de la rade de Lorient prévoyait en 2018 l'extraction fractionnée de 180 000 m<sup>3</sup> de sables dans cette passe. Or, la première opération visant à extraire le volume de dépôt envisagé de 60 000 m<sup>3</sup> n'a pas eu lieu, le volume de sédimentation s'étant révélé très inférieur aux estimations.

Le gisement situé dans les Courreaux de Groix constituerait une source présentant de bonnes caractéristiques, étant donné sa nature, son étendue, sa profondeur et sa proximité par rapport au littoral. L'exploitation d'un site en mer nécessite l'obtention d'un Titre Minier, délivré au terme d'une procédure relativement longue et complexe. Des investigations poussées seraient à mettre en œuvre sur le site potentiel d'extraction, visant à caractériser le milieu physique et vivant. Un important travail de concertation serait nécessaire pour permettre l'acceptation du projet.

La barre d'Etel pourrait constituer un gisement potentiel. Toutefois, les prélèvements massifs sur la barre d'embouchure sont à envisager avec précaution, d'une part en raison du contexte hydrodynamique marqué par une agitation très fréquente du plan d'eau, et d'autre part en raison du rôle protecteur de la barre pour le littoral de Plouhinec/Erdeven. Une étude de faisabilité technique et une étude d'impact hydrosédimentaire devraient ainsi être mises en œuvre pour confirmer le potentiel du gisement.

■ Rechargement d'entretien :

Ces rechargements doivent, du fait de leur nature, pouvoir être réalisés « régulièrement » et « facilement » sur le site de besoin.

Bien que relativement éloignée, la plage située à l'Ouest de l'épi du Sémaphore de la Ria D'Etel constitue un gisement potentiel de sédiments pour des opérations de rechargement annuelles. En plus de valoriser les sables accumulés en aval de la même cellule sédimentaire (transfert en amont-transit), cette solution limiterait le dépôt des sables dans le chenal de la rivière d'Etel.

Enfin, des prélèvements ponctuels sur le bas de l'estran peuvent être envisagés pour des rechargements d'urgence.

d. Conclusion

Au regard de ces éléments, un rechargement massif de l'estran semble délicat mais envisageable. En considérant les gisements au niveau de la passe de l'Ouest et/ou de la barre d'Etel, le secteur d'étude pourrait disposer d'un volume de rechargement maximal de l'ordre de 100 000 m<sup>3</sup>.

Étant donné le potentiel accumulé de l'épi du Sémaphore, des extractions de sable par voie terrestre pourraient être envisagées à partir de ce site afin de réaliser des rechargements d'entretien (10 000 à 20 000 m<sup>3</sup>).

Dans le cadre de la pré-analyse des modes de gestion active, un rechargement initial massif de 200 m<sup>3</sup>/ml a été envisagé. Ce volume préliminairement identifié comme nécessaire est conséquent. Afin de comparer les scénarios entre eux, un rechargement virtuel de 200 000 m<sup>3</sup> pour 1 km a été envisagé. Toutefois, sans autre accompagnement tel que des épis, il est fort probable que des rechargements réguliers soient nécessaires. Un rechargement de 15 % du volume initial par an a donc été pressenti soit 30 m<sup>3</sup>/ml/an.

L'estimation préliminaire est de l'ordre de :

**2,7 M€ / km**

Le coût associé à 15 ans d'entretien, sur la base de 15 % du coût initial par an, est de :

**5,9 M€ / km**

Soit un total de :

**8,6 M€ / km**

## 2.2.3. Pied de dune

### 2.2.3.1. Perré en enrochements

#### a. Préambule

La solution perré en enrochements consiste à venir bloquer l'évolution du trait de côte en le protégeant de l'action des houles par la mise en place d'enrochements en pied de dune.

Cet ouvrage parallèle au trait de côte se compose d'une carapace en enrochements résistant à l'attaque des houles et s'appuyant sur une sous-couche et/ou couche filtre permettant d'éviter la perte du sable par écoulement à travers l'ouvrage.

La carapace en enrochements forme une couche poreuse qui permet de dissiper l'énergie des vagues. La crête de l'ouvrage doit être suffisamment haute pour limiter les franchissements susceptibles d'attaquer la dune en arrière. Le pied de l'ouvrage doit être suffisamment ancré pour prendre en considération les fluctuations du profil et notamment l'abaissement de l'estran en lien avec le recul du trait de côte.



Figure 14. Exemple de perré en enrochement à St Germy / Ay



Figure 15. Exemple de perré en enrochements devant un ouvrage béton à Capbreton

Le schéma suivant illustre la coupe d'une solution type perré en enrochements.



Figure 16. Schéma illustrant une coupe type sur un perré en enrochements

S'agissant d'un ouvrage de protection couramment utilisé et dont les règles de dimensionnement s'appuient sur de nombreux documents de référence dans le domaine du génie côtier, une analyse plus fine a été réalisée.

#### b. Etat actuel

Aujourd'hui, près de 1 300 m de protection en enrochements sont déjà présents sur le site d'étude. Le linéaire le plus récemment rénové se situe à l'Est de l'épis bois. En effet, des travaux de réfection ont été réalisés en 2019 sur un linéaire d'environ 400 m.

Les caractéristiques principales de cet ouvrage de protection sont les suivantes :

- Type d'ouvrage : Ouvrage en enrochements et paroi composite ;
- Niveau de crête de l'ouvrage : + 5,85 m NGF ;

- Catégorie de la carapace en enrochements : 0,3 – 1 t ;
- Niveau de crête des enrochements : + 4,00 m NGF ;
- Pente du talus en enrochements : 1/1 (1 Horizontal / 1 Vertical) ;
- Présence d'un géotextile en sous-face.

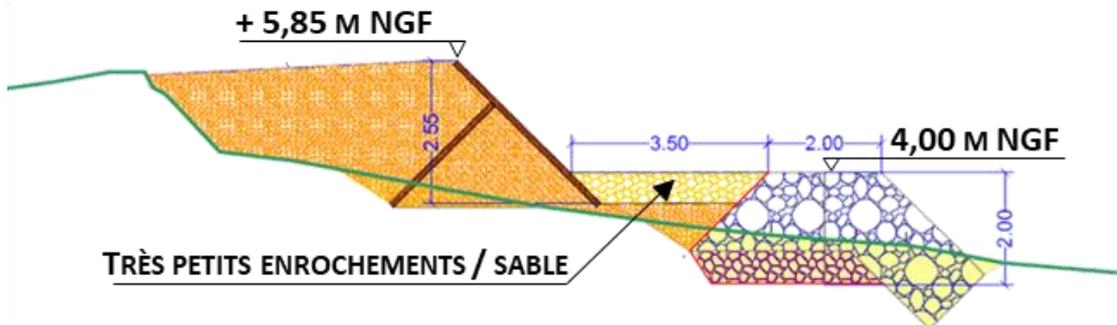


Figure 17. Coupe type de l'ouvrage actuel (Source : CD56).

Au regard des caractéristiques de l'ouvrage et à la suite de la Visite Technique Approfondie (VTA) réalisée en mars 2020, les observations suivantes ont pu être réalisées :

- Les sables de rechargement à l'arrière du perré ont flué sous la base de l'ouvrage ainsi qu'au travers, par les interstices non fermés et par le géotextile discontinu. D'importantes cavités sont observées en arrière du perré. L'ouvrage semble donc attaqué par les franchissements en crête ;
- En mars 2020 des blocs d'enrochements s'étaient déplacés sous l'effet des tempêtes, certains se sont désolidarisés du cordon ;
- L'aspect « imperméable » de la protection en matériaux composite peut générer des problèmes d'écoulement et de réflexion ;
- Les petits enrochements, très mobiles, s'étalent en pied de parois.



Figure 18. Photographie de l'ouvrage actuel étudié.

L'ouvrage dans son aspect actuel ne semble donc pas offrir une pérennité suffisante. Par conséquent, il apparaît nécessaire de réaliser les calculs de dimensionnement usuels pour ce type d'ouvrage afin de mettre en perspective les observations in-situ et d'en faire ressortir une coupe type plus adaptée.

### c. Calculs de dimensionnement

Les vérifications qui ont été effectuées permettent de dimensionner la carapace en enrochements, le niveau de crête ainsi que le niveau du pied d'ouvrage.

Les calculs ont été réalisés pour 3 horizons différents : 2020, 2045 et 2070. Le profil de plage considéré est le profil P10. Ce profil a déjà été étudié dans le cadre de l'étude d'impacts des tempêtes sur l'évolution du littoral (phase 3). Différentes modélisations ont été effectuées :

- SWAN 1D pour la propagation et la définition des houles en pied d'ouvrage : ce code de calcul permet de déterminer les paramètres de houle nécessaires à l'utilisation des formules de Van der Meer (calcul de stabilité de la carapace en enrochements). Une première modélisation en 2D a permis de rapprocher les conditions de houles au point d'entrée du profil. Les valeurs extrêmes de houles sont issues de la base de données ANEMOC ;
- XBEACH pour l'estimation des franchissements.



Figure 19. Profil P10 étudié.

Les conditions de dimensionnement considérées sont les suivantes :

- Conditions de houle au point d'entrée du profil :  $H_s$  (50 ans) = 3,5 m /  $T_p$  = 18 s ;
- Niveaux d'eau :
  - SWAN1D - Etude de stabilité des enrochements : au marégraphe de Port Tudy :
    - 2020 : Niveau extrême haut (50 ans) : + 3,49 m NGF
    - 2045 : Niveau extrême haut (50 ans) + Changement Climatique (Horizon 2045) : + 3,77 m NGF ;
    - 2070 : Niveau extrême haut (50 ans) + Changement Climatique (Horizon 2070) : + 4,03 m NGF ;
  - XBEACH - Etude des franchissements par paquet de mer : au marégraphe de Port Louis :
    - 2020 : PHMA : + 3,10 m NGF
    - 2045 : PHMA + Changement Climatique (Horizon 2045) : + 3,38 m NGF ;
    - 2070 : PHMA + Changement Climatique (Horizon 2070) : + 3,64 m NGF ;
- Profil de plage :
  - A court terme : Profil de plage actuel ;
  - 2045 : Abaissement des fonds devant l'ouvrage de 1 m (décalage horizontal du profil de 8 m) ;
  - 2070 : Abaissement des fonds devant l'ouvrage de 2 m (décalage horizontal du profil de 15 m).

#### **Stabilité de la carapace en enrochements**

La stabilité des enrochements sera vérifiée en considérant les formules développées par Van Der Meer et Van Gent communément admises, présentées dans Guide Enrochements [2009] et décrites ci-dessous :

- En eau profonde :
  - Déferlement plongeant  $\xi_m < \xi_{cr}$  :

$$\frac{H_s}{\Delta \times D_{n50}} = 6,2 \times P^{0,18} \times \left( \frac{S_d}{\sqrt{N}} \right)^{0,2} \times \xi_m^{-0,5}$$

- Déferlement gonflant  $\xi_m \geq \xi_{cr}$  :

$$\frac{H_s}{\Delta \times D_{n50}} = 1,0 \times P^{-0,13} \times \left(\frac{S_d}{\sqrt{N}}\right)^{0,2} \times \xi_m^p$$

- En eau peu profonde :

- Déferlement plongeant  $\xi_m < \xi_{cr}$  :

$$\frac{H_s}{\Delta \times D_{n50}} = 8,4 \times P^{0,18} \times \left(\frac{S_d}{\sqrt{N}}\right)^{0,2} \times \left(\frac{H_s}{H_{2\%}}\right) \times \xi_m^{-0,5}$$

- Déferlement gonflant  $\xi_m \geq \xi_{cr}$  :

$$\frac{H_s}{\Delta \times D_{n50}} = 1,3 \times P^{0,18} \times \left(\frac{S_d}{\sqrt{N}}\right)^{0,2} \times \left(\frac{H_s}{H_{2\%}}\right) \times \xi_{s-1,0}^p$$

Avec :

- N (-) Nombre de vagues incidentes, fonction de la durée de l'état de mer (une durée cumulée de 6 h est retenue soit 1 600 vagues) ;
- H<sub>s</sub> (m) Hauteur significative statistique de la houle incidente en pied d'ouvrage (H<sub>1/3</sub>) ;
- H<sub>2%</sub> (m) Hauteur de la houle dépassée par 2% des vagues ;
- x<sub>m</sub> (-) Paramètre de déferlement calculé à partir de la période moyenne de la houle, T<sub>m</sub> (s), en accord avec une analyse dans le domaine temporel ;
- x<sub>s-1,0</sub> (-) Paramètre de déferlement calculé à partir de la période moyenne de la houle, T<sub>m-1,0</sub> (s), en accord avec une analyse dans le domaine spectral ;
- a (°) Angle du talus (en accord avec l'ouvrage en place 2 horizontal et 1 vertical) ;
- D<sub>n50</sub> (m) Diamètre nominal médian ;
- M<sub>50</sub> (kg) Masse médiane d'une catégorie d'enrochement ;
- D (-) Densité relative déjaugée ;
- r<sub>s</sub> (kg/m<sup>3</sup>) Masse volumique du solide, ici la roche ;
- r<sub>w</sub> (kg/m<sup>3</sup>) Masse volumique de l'eau ;
- P (-) Paramètre de perméabilité nominale de l'ouvrage. Cette valeur est généralement prise égale à 0,1 pour les ouvrages posés sur un noyau imperméable. Cependant, une sensibilité est réalisée sur ce paramètre qui influence fortement les résultats ;
- S<sub>d</sub> (-) Paramètre de dommage. Paramètre de dommage adimensionnel. Les valeurs de S<sub>d</sub> caractéristiques pour une pente de talus de 2/1 sont les suivantes :
  - S<sub>d</sub> = 2,0 début de dommage ;
  - S<sub>d</sub> = 4,0 – 6,0 dommage intermédiaire ;
  - S<sub>d</sub> = 8,0 rupture.

Des S<sub>d</sub> de 2,0 et 4,0 sont retenus pour les calculs afin de nuancer les résultats. Une valeur de 2 permettant de limiter les désordres susceptibles de se produire sur l'ouvrage.

Comme évoqué précédemment, la houle en pied d'ouvrage est définie en considérant le modèle SWAN 1D à partir des profils à court terme et aux horizon 2045 et 2070. Les courbes de propagation de houle apparaissent à la Figure 20.

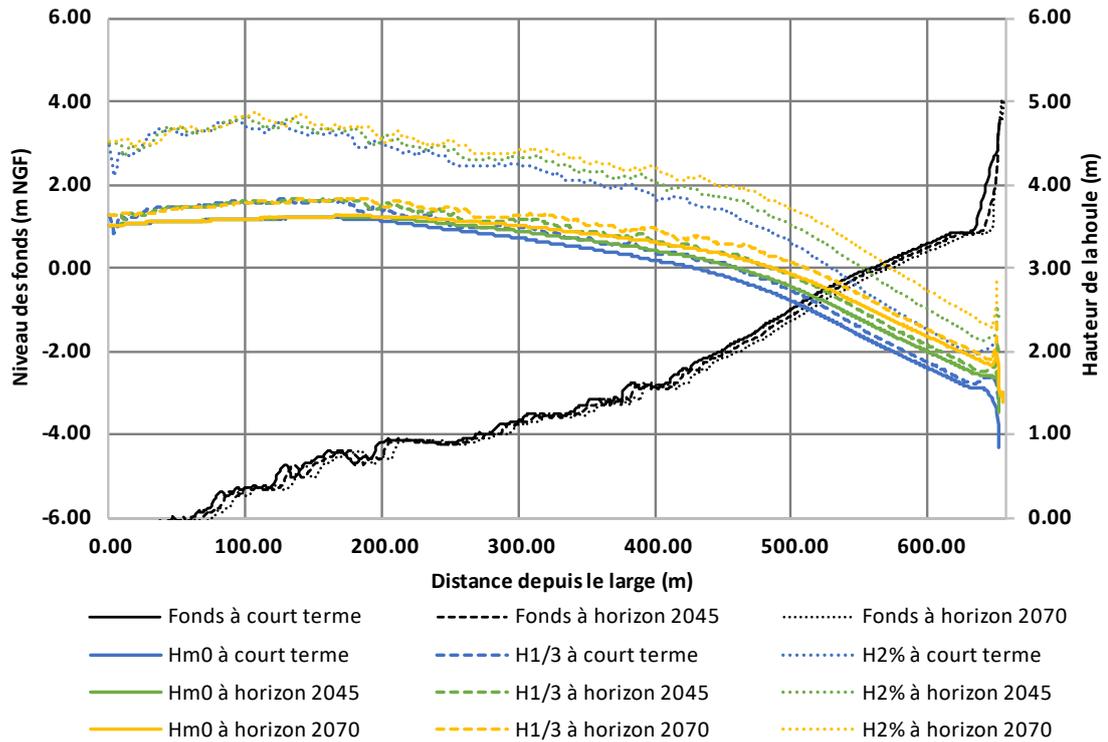


Figure 20. Propagation des houles en pied d'ouvrage.

Les hauteurs de houles en pied d'ouvrage à considérer pour le dimensionnement sont donc les suivantes :

- A court terme :  $H_{1/3} = 1,6$  m et  $H_{2\%} = 1,9$  m ;
- A horizon 2045 :  $H_{1/3} = 1,8$  m et  $H_{2\%} = 2,2$  m ;
- A horizon 2070 :  $H_{1/3} = 2,0$  m et  $H_{2\%} = 2,4$  m.

Les tailles d'engrochements théoriquement stables pour différentes perméabilités d'ouvrage et taux de désordres sont présentées à la Figure 21 en suivant.

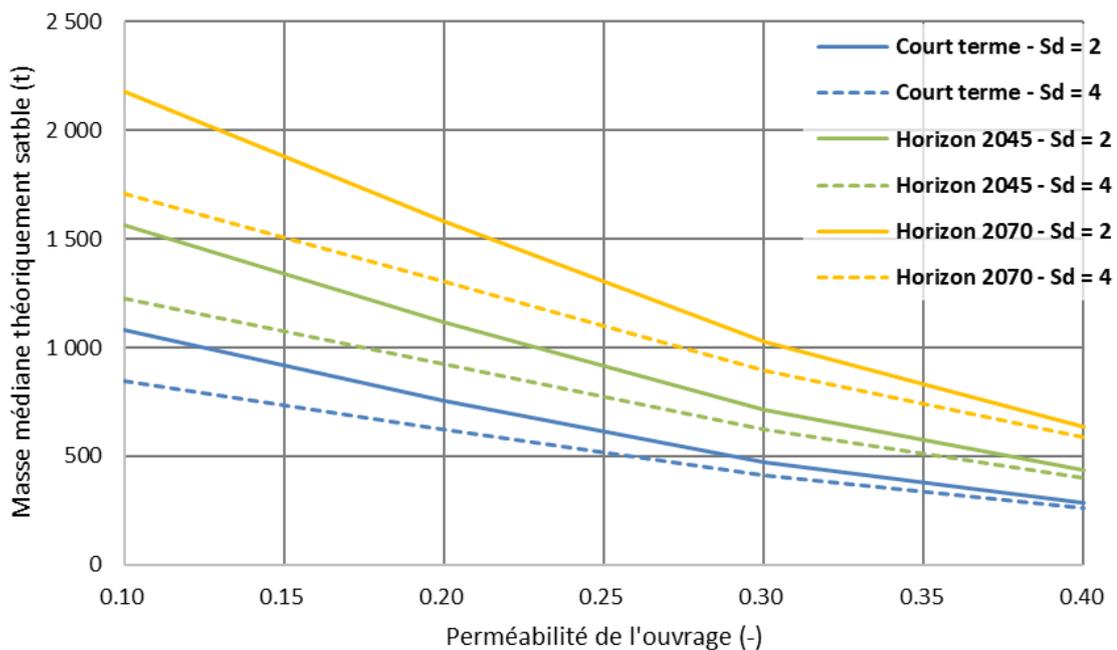


Figure 21. Masse médiane théoriquement stable en fonction de la perméabilité de l'ouvrage et pour plusieurs horizons.

La Figure 21 permet de réaliser les remarques suivantes :

- La stabilité de la carapace en enrochements 0,3-1 t, actuellement en place, offre une marge de stabilité suffisante à court terme. Cependant, elle apparaît à la limite de la stabilité à l'horizon 2045 puis instable à l'horizon 2070 ;
- Une catégorie d'enrochements de 1-3 t permettra de stabiliser la carapace à plus long terme ;
- D'autres calculs ont été effectués, une optimisation de la pente à 3H/2V est possible, à condition d'augmenter l'épaisseur de la sous couche afin d'augmenter la perméabilité de l'ouvrage.

#### **Niveau et configuration de crête**

Le niveau et la configuration de la crête de l'ouvrage sont définis afin de limiter les franchissements, ainsi que l'action érosive de ces derniers en crête d'ouvrage. Afin de définir ces débits de franchissement en crête, l'outil Xbeach a été utilisé.

Les calculs ont été menés en considérant les combinaisons suivantes :

- C1 : Profil de l'ouvrage : Coupe type actuel / Niveau de crête : + 5,85 m NGF ;
- C2 : Profil de l'ouvrage : Carapace en enrochement de talus 2H/1V / Niveau de crête : + 5,85 m NGF ;
- C3 : Profil de l'ouvrage : Carapace en enrochement de talus 2H/1V / Niveau de crête : + 6,00 m NGF ;
- C4 : Profil de l'ouvrage : Carapace en enrochement de talus 2H/1V / Niveau de crête : + 6,50 m NGF ;

Les résultats de débits de franchissements sont donnés dans le tableau suivant :

**Tableau 1. Résultats des débits de franchissements.**

Horizon	Débits de franchissement moyen en l/m/s			
	Combinaison 1	Combinaison 2	Combinaison 3	Combinaison 4
Court terme	2,0	3,3	0,5	0,1
2045	14,8	24,0	6,8	1,7
2070	49,3	66,1	26,3	10,5

Au regard de ces résultats les observations suivantes peuvent être réalisées :

- La configuration actuelle (1) présente des franchissements de l'ordre de 2,0 l/m/s à court terme. Ce débit est cohérent avec l'érosion observée in-situ ;
- Pour une coupe type plus classique en enrochements, si l'on augmente le niveau de crête de 65 cm par rapport au niveau actuel (combinaison 4), les débits de franchissement à l'horizon 2045 sont du même ordre de grandeur que pour le court terme en combinaison 1.

#### **Niveau de pied d'ouvrage**

Le niveau de sable en pied d'ouvrage peut être amené à évoluer de manière ponctuelle lors d'une tempête et en fonction des saisons propices à l'accrétion ou à l'érosion.

De manière arbitraire à ce stade très préliminaire d'étude, il a été considéré un abaissement de l'ordre de 1 m en pied d'ouvrage par rapport au profil actuel à l'horizon 2045 et 2 m à l'horizon 2070.

Les niveaux de sable en pied d'ouvrage considérés sont donc les suivants :

- Court terme : + 2,80 m NGF ;
- Horizon 2045 : + 1,80 m NGF ;
- Horizon 2070 : + 0,80 m NGF

Concernant l'ouvrage actuellement en place, sa fondation est à une altitude de l'ordre de + 1,5 m NGF. Par conséquent, ce niveau apparaît comme suffisant à court terme et à l'horizon 2045. Cependant pour un abaissement de 2 m (horizon 2070), l'ouvrage n'est pas suffisamment ancré. Cela aurait pour conséquence la perte de la butée de pied et donc l'instabilité générale de la carapace.

#### d. Conclusion

L'ouvrage récemment rénové, composé d'une protection en enrochements et d'un panneau composite, ne permet pas de répondre à court terme aux problématiques de franchissements et d'écoulements. Cela pourrait avoir pour conséquence la mise en péril du fonctionnement global de l'ouvrage. De plus, sa paroi « imperméable » et lisse n'est pas favorable vis-à-vis de la réflexion de la houle. Cela accélère l'érosion du sable et des petits enrochements en son pied. Enfin, la partie en enrochements ne sera vraisemblablement pas stable à moyen terme.

Dans le cadre de l'analyse des modes de gestion active, une solution plus usuelle de perré en enrochements est cependant envisageable. Cet ouvrage de protection bénéficie d'un grand retour d'expérience et est relativement réversible. En effet, les enrochements, matériaux inertes, peuvent être démontés et réutilisés par la suite. De plus, sa carapace perméable, permet une meilleure gestion des écoulements et limite la réflexion de la houle. L'érosion du sable en pied est ainsi réduite.

- Les caractéristiques et dimensions principales des sections types qui seront considérées sont les suivantes :
- Niveau de crête : + 6,5 m NGF ;
- Pente du talus de la carapace : 3/2 (3 Horizontal / 2 Vertical) ;
- Catégorie des enrochements de la carapace : 1 - 3 t (masse volumique minimale : 2600 kg/m<sup>3</sup>) ;
- Catégorie des enrochements de la sous-couche : 0,1 - 0,5 t ;
- Noyau : Sable confiné avec géotextile ;
- Niveau de fondation : + 0,00 m NGF.

L'estimation préliminaire d'une telle solution est de l'ordre de :

**3,9 M€ / km**

Le coût associé à 15 ans d'entretien, sur la base de 1,5 % du coût initial par an, est de :

**0,9 M€ / km**

Soit un total de :

**4,8 M€ / km**

### 2.2.3.2. Perré en béton

Le perré béton permet, comme le perré en enrochements, de bloquer le recul du trait de côte en protégeant la dune de l'action des vagues. Cette solution parallèle au trait de côte est totalement étanche et réfléchive en comparaison avec la solution en enrochements qui est poreuse et dissipative.

Cette solution permet de limiter les quantités de matériaux à mettre en œuvre. Toutefois, sa rigidité n'accepte pas les mouvements de sols qui peuvent engendrer des contraintes importantes dans le béton et laisser apparaître des fissures.



Figure 22. Exemple de perré en béton à Gâvres

La Figure 23 permet d'illustrer en coupe un perré en béton.



Figure 23. Schéma illustrant une coupe type sur un perré en béton

La solution envisagée est assez proche de la solution en enrochements avec toutefois un niveau de bêche de -0,5 à -1,0 m NGF car l'ouvrage étant plus réfléchif, il favorise les affouillements en pied d'ouvrage lors des tempêtes. De plus le caractère imperméable a tendance à augmenter les débits de franchissement et il est donc nécessaire de prévoir une crête à +6,5 m NGF. Ce type de solution peut être accompagné d'un rideau d'ancrage en palplanches. La réalisation d'un tel ouvrage nécessite la démolition des ouvrages actuellement en place.

L'estimation préliminaire est de l'ordre de :

**7,1 M€ / km (dont 2,1 M€ pour la démolition)**

Le coût associé à 15 ans d'entretien, sur la base de 1,5 % du cout initial de l'ouvrage (hors démolition) par an, est de :

**1,1 M€ / km**

Soit un total de :

**8,2 M€ / km**

### 2.2.3.3. Pieux bois longitudinaux

Les pieux bois longitudinaux de pied de dune sont généralement positionnés en quinconce selon une maille plus ou moins dense. L'objectif de cet aménagement est de casser la dynamique des vagues en haut de plage. Ce type de solution a un effet relativement modéré notamment pour les événements de niveau d'eau et de houle les plus extrêmes. Cette solution est généralement très transparente pour les vagues et peut générer des écoulements et des érosions associées, localisées le long des pieux pendant le retrait des vagues (run-down).

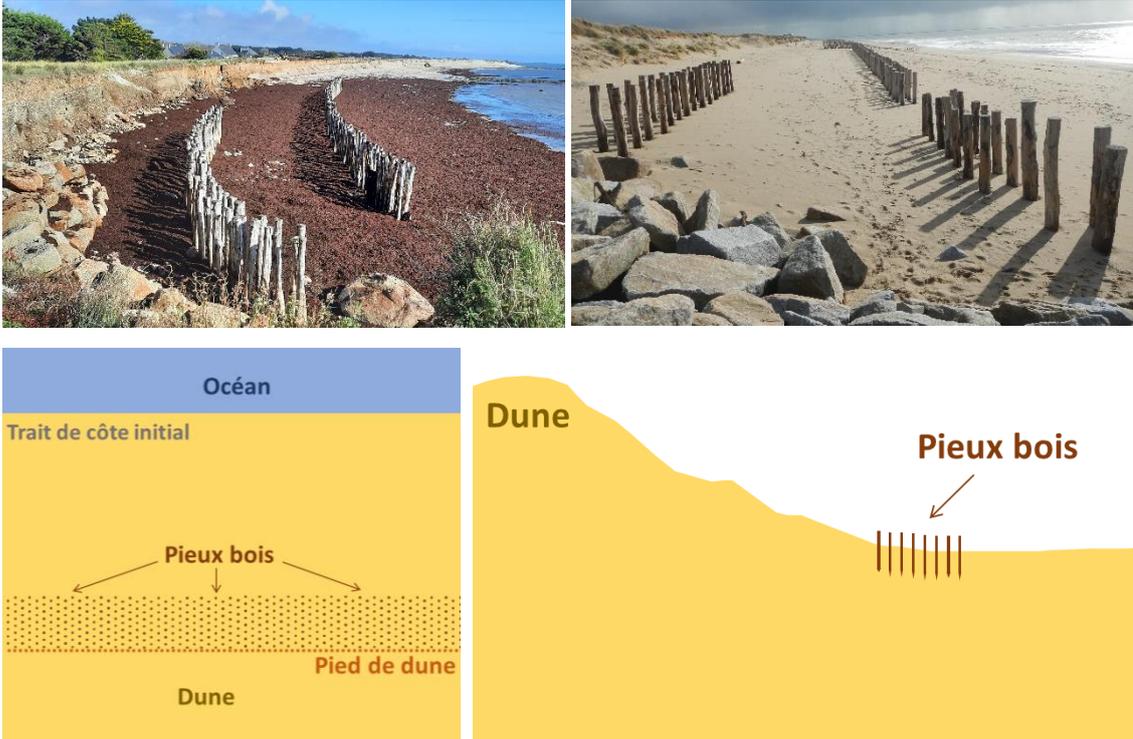


Figure 24. Photographie et schéma de la solution pieux bois longitudinaux

Afin d'obtenir un effet sur les vagues, il semble donc indispensable de réaliser cet aménagement sur une largeur significative et avec une densité de pieux non négligeable. De manière préliminaire l'aménagement suivant a été imaginé pour un linéaire d'1 km :

- Largeur d'implantation de l'ordre de 3,5 m ;
- Avec une maille moyenne d'implantation de l'ordre du 1/2 mètre ;
- Ce qui donne 7 à 8 pieux bois de 4 m de long par mètre linéaire.

Cette solution nécessitera par ailleurs la démolition des ouvrages existants.

L'estimation préliminaire de cette solution technique est de l'ordre de

**2,5 M€ / km (dont 2,1 M€ pour la démolition)**

Le coût associé à 15 ans d'entretien, sur la base de 6 % du cout initial des pieux bois par an (hors démolition), est de :

**0,4 M€ / km**

Soit un total de :

**2,9 M€ / km**

## 2.2.4. Dune

### 2.2.4.1. Rechargements

Cette solution consiste à cibler les rechargements en sable sur la dune afin de la consolider et d'améliorer son rôle de digue. Le rechargement permet d'élargir et de légèrement rehausser la dune. Progressivement, les apports en sable vont s'équilibrer sous l'action des vagues et alimenter les processus hydrosédimentaires. Toutefois, au même titre que pour la solution rechargement de la plage, sans accompagnement, il est fort probable que le sable apporté disparaisse et que le site nécessite des rechargements réguliers.

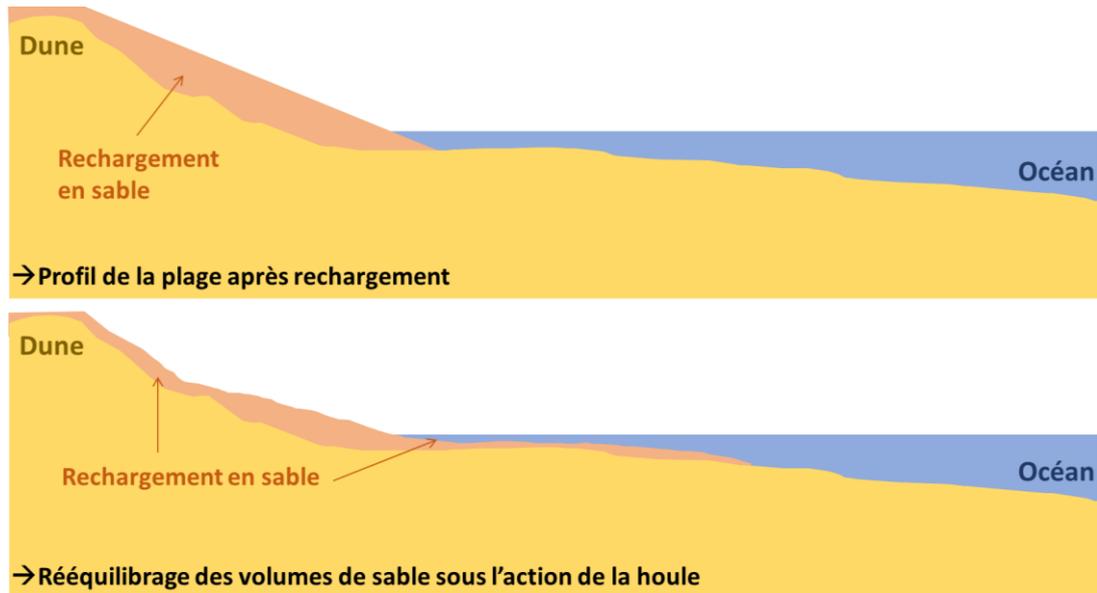


Figure 25. Schéma illustration de la solution rechargement de dune

Les volumes de sables disponibles ont été détaillés précédemment (cf. section 2.2.2.2, p.14), cependant dans le cadre de cette pré-analyse, des volumes théoriques de besoins ont été définis afin de comparer les solutions entre elles.

Le rechargement initial de la dune doit être massif, un volume de 100 m<sup>3</sup>/ml est envisageable soit 100 000 m<sup>3</sup> pour 1 km. Les volumes préliminairement identifiés comme nécessaires sont donc conséquents. De plus, sans autre accompagnement tels que des épis, un rechargement de 10 % du volume initiale par an est pressenti en entretien, soit 10 m<sup>3</sup>/ml/an. La réalisation de ces rechargements nécessite par ailleurs le démantèlement des protections existantes. La mise en place de ganivelles et de plantations doit accompagner ces travaux pour aider au maintien du sable et au développement de la végétation dunaire.

L'estimation préliminaire de cette solution technique est de l'ordre de

**3,8 M€ / km (dont 2,1 M€ pour la démolition)**

Le coût associé à 15 ans d'entretien, sur la base de 10 % du cout initial (hors démolition) par an, est de :

**2,6 M€ / km**

Soit un total de :

**6,4 M€ / km**

### 2.2.4.2. Noyau Kaolin

La sable de Kaolin est un sable grossier qui est disponible localement et issu des carrières de Kaolin. Il peut être valorisé à travers différents types de travaux et notamment les rechargements de plage et de dune. Toutefois, sa granulométrie et son apparence diffèrent des sables rencontrés au niveau du site. De ce fait, le sable de Kaolin est généralement utilisé en cœur de dune pour être ensuite recouvert par un apport en sable de plage.



Figure 26. Photographies et coupe type schématique d'une solution noyau kaolin

De manière préliminaire, le principe de cette solution est de remplacer une partie du sable d'apport du rechargement présenté précédemment par du sable de Kaolin. Les travaux consistent donc à démolir les installations de protection de pied de dune existantes, à mettre en place le sable de Kaolin avec environ 20 m<sup>3</sup>/ml entre les niveaux +1,5 et 4,0 m NGF, puis pour finir, ajouter le sable d'apport pour recouvrir le Kaolin. La mise en place de ganivelles et de plantations doit également accompagner ces travaux pour aider au maintien du sable et au développement de la végétation dunaire.

L'estimation préliminaire de cette solution technique est de l'ordre de

**3,8 M€ / km (dont 2,1 M€ pour la démolition)**

Le coût associé à 15 ans d'entretien, sur la base de 10 % du cout initial (hors démolition) par an, est de :

**2,6 M€ / km**

Soit un total de :

**6,4 M€ / km**

### 2.2.4.3. Géotubes

Des géotubes peuvent également être intégrés au noyau de la dune afin de renforcer cette dernière. L'avantage des géotubes réside dans le fait qu'ils peuvent être remplis avec des matériaux de qualité variée (voire du sable prélevé in situ) et dans le cas de fortes tempêtes, ils peuvent offrir une résistance temporaire limitant ainsi la progression de l'érosion.



Figure 27. Photos et coupe type schématique d'une solution noyau Géotubes

De manière préliminaire, le principe de cette solution est de remplacer une partie du sable d'apport du rechargement présenté précédemment par des géotubes remplis avec un matériau liquéfié. Les travaux consistent donc à démolir les installations de protection de pied de dune existantes, à mettre en place les géotubes et à les remplir avec environ 20 m<sup>3</sup>/ml entre les niveaux +1,5 et 4,0 m NGF, puis pour finir, ajouter le sable d'apport pour recouvrir les géotubes. La mise en place de ganivelles et de plantations doit accompagner ces travaux pour aider au maintien du sable et au développement de la végétation dunaire.

L'estimation préliminaire de cette solution technique est de l'ordre de

**4,7 M€ / km (dont 2,1 M€ pour la démolition)**

Le coût associé à 15 ans d'entretien, sur la base de 10 % du cout initial (hors démolition) par an, est de :

**3,8 M€ / km**

Soit un total de :

**8,5 M€ / km**

## 2.3. ANALYSE MULTICRITÈRE DES TECHNIQUES DE GESTION ACTIVE ENVISAGEABLES

### 2.3.1. Critères analysés

Les différentes solutions techniques ont été comparées sur la base des critères présentés ci-dessous :

- **Coûts** : Les solutions les moins coûteuses sont jugées plus favorablement ;
- **Complexité technique** : Les solutions les plus simples techniquement vis-à-vis de la conception et de la mise en œuvre sont jugées favorablement ;
- **Pérennité et entretien** : Les solutions permettant de limiter les opérations d'entretien et composées de matériaux durables sont jugées favorablement ;
- **Intervention sur l'ouvrage actuel** : Les solutions permettant d'éviter les interventions ou la démolition des ouvrages actuels sont jugées favorablement ;
- **Efficacité** : Les solutions permettant de répondre à l'objectif de protection du cordon dunaire et de la route sont jugées favorablement ;
- **Impacts** :
  - **Sédimentologique** : Certaines solutions peuvent apporter des réponses adéquates au niveau du site d'étude mais décaler les problèmes au niveau de secteurs adjacents. Les solutions limitant cet impact sont jugées favorablement ;
  - **Paysagers** : Les solutions permettant de limiter la modification du paysage actuel ou de l'améliorer sont jugées favorablement ;
  - **Environnemental** : Les solutions ayant le moins d'impact sur l'environnement sont jugées favorablement ;
  - **Sur le fonctionnement du site** : Les solutions permettant de limiter les gênes concernant les activités terrestres et marines pratiquées sur le site sont jugées favorablement ;
- **Faisabilité administrative** : les solutions générant le moins de difficultés vis-à-vis des contraintes administratives sont jugées favorablement ;
- **Compatibilité avec la gestion durable du trait de côte** : Les solutions offrant une efficacité, une durabilité ainsi qu'une possible réversibilité sont jugées favorablement.

Pour chaque critère, une note entre 0 et 5 a été donnée pour chacune des solutions envisagées. La note de 5 correspondant à la meilleure réponse au critère et 0 à la plus mauvaise.

Le choix de la note peut être évident comme dans le cas du coût de l'aménagement ou être plus subjectif comme dans le cas de l'impact paysager. Toutefois, le choix de notation est réalisé de manière argumentée en s'appuyant sur l'expérience de CASAGEC, les règles de l'art et le bon sens.

De plus, une pondération des notations a été réalisée afin de mettre en avant ou d'estomper certains sujets par rapport à d'autres.

## 2.3.2. Résultats de l'analyse

---

### 2.3.2.1. *Détail des résultats critère par critère*

#### a. Coûts

Ce critère est directement associé au coût de la solution. De ce fait il est possible de classer les solutions, de la moins coûteuse à la plus coûteuse, selon le coût total sur 15 ans (investissement initial + entretien).

**Au regard des éléments précédemment présentés, la solution qui apparaît comme la moins coûteuse est la solution épis bois et la plus onéreuse est le rechargement en sable de l'estran.**

#### b. Complexité technique

En termes de complexité, il ressort que les solutions techniques localisées au niveau des petits fonds / bas de l'estran seront à la fois plus complexes à mettre en œuvre et à concevoir. En effet, la conception de ces solutions dans une zone de fort marnage apparaît délicate.

Les autres facteurs pouvant jouer sur la complexité sont les suivants :

- Les solutions de type géotubes et celles nécessitant la mise en œuvre de béton préfabriqué ou coulé en place, demande un savoir-faire technique plus important ;
- La mise en place des pieux bois nécessite la mobilisation de matériels de battage et/ou de fonçage ;
- Les rechargements en sable peuvent nécessiter, selon la provenance des matériaux, la mobilisation de moyens de dragage significatifs ;
- De manière générale les solutions disposant d'un retour d'expérience significatif et d'une conception robuste et simple sont favorisées.

**Au regard des éléments précédemment présentés, la solution qui apparaît comme la plus facile techniquement est la solution perré en enrochements alors que la plus complexe est l'atténuateur de houle.**

#### c. Pérennité et entretien

La notation a été réalisée en considérant les facteurs suivants :

- La nature des matériaux joue un rôle sur la durabilité. Les enrochements sont jugés comme inertes et durables, le béton et béton armé peuvent montrer des signes de vieillissement accéléré en milieu marin, le bois souffre également du milieu marin et nécessite des opérations de maintenance ;
- La localisation des ouvrages rend également les opérations de maintenance plus ou moins complexes. En effet, il est plus complexe d'intervenir sur un atténuateur de houle ou au musoir d'un épi que sur une protection côtière en haut de plage ;
- La typologie même de la solution technique influence la périodicité des travaux d'entretien, en effet des rechargements en sable nécessiteront certainement des interventions régulières.

**Au regard des éléments précédemment présentés, la solution qui apparaît comme la plus pérenne et facile d'entretien est la solution perré en enrochements ou béton alors que la moins durable est la solution atténuateur de houle.**

#### d. Intervention sur l'ouvrage

Les solutions qui permettent d'éviter ou de limiter les interventions sur l'ouvrage existant sont jugées favorablement. Globalement les solutions de dune et de pied de dune (hors enrochements) nécessitent le démentiellement d'aménagements existant.

**Au regard des éléments précédemment présentés, la solution qui nécessite le moins d'intervention sur l'ouvrage en place est la solution perré en enrochements alors que celles qui en nécessitent le plus sont les solutions perré béton, pieux bois longitudinaux et les solutions d'intervention sur la dune.**

#### e. Efficacité

L'efficacité est jugée sur la capacité à :

- Réduire les sollicitations sur le trait de côte ;
- Maintenir le sable en place ;
- Protéger le cordon dunaire et la route.

**Au regard des éléments précédemment présentés, les solutions jugées comme les plus efficaces sont les solutions perré en enrochements et en béton alors que les moins efficaces sont les solutions récif béton, atténuateur de houle et pieux bois longitudinaux.**

#### f. Impacts

##### Sédimentologiques

La notation a été réalisée en considérant les points suivants :

- Les solutions actives vis-à-vis du fonctionnement hydrosédimentaire du site sont jugées moins favorablement que les solutions passives, car elles peuvent générer des impacts sur les sites connexes,
- Les solutions pouvant être considérées comme actives sont les brise-lames, les épis et dans une moindre mesure les atténuateurs de houles,
- Les rechargements en sable peuvent être considérés comme des solutions actives mais ne génèrent d'impact connexe.

**Au regard des éléments précédemment présentés, les solutions ayant le moins d'impact sédimentologique sont les solutions de rechargement en sable de l'estran et les solutions de reprise de dune alors que celle ayant le plus d'impact est la solution épis en enrochements.**

##### Paysagers

L'impact paysager est jugé sur la base des thèmes suivants :

- Les solutions qui modifient l'aspect paysager du site ne sont pas jugées favorablement ;
- Les solutions qui permettent de renaturer le site sont jugées favorablement ;
- L'usage de matériaux naturels dans le cas de réalisation d'ouvrage est jugé favorablement.

**Au regard des éléments précédemment présentés, les solutions ayant le moins d'impact paysager sont les solutions de rechargement en sable de l'estran et les solutions de reprise de dune alors que celle ayant le plus d'impact est la solution épis en enrochements.**

### **Environnemental**

L'impact environnemental est jugé sur la base des thèmes suivants :

- Les solutions qui augmentent l'artificialisation du site ne sont pas jugées favorablement ;
- Les solutions qui permettent de renaturer le site sont jugées favorablement ;
- Les solutions qui peuvent favoriser le développement de la vie marine sont jugées favorablement.

**Au regard des éléments précédemment présentés, les solutions ayant le moins d'impact environnemental sont les solutions récifs béton, rechargement en sable de l'estran et les solutions de reprise de dune alors que celles ayant le plus d'impact sont les solutions épis en enrochements et perré béton.**

### **Sur le fonctionnement du site**

L'impact sur le fonctionnement du site est jugé sur la base des thèmes suivants :

- Les solutions qui peuvent gêner les circulations sur la plage sont jugées défavorablement ;
- Les solutions qui peuvent gêner les activités marines (kitesurf / nautisme) sont jugées défavorablement.

**Au regard des éléments précédemment présentés, les solutions ayant le moins d'impact sur le fonctionnement du site sont les solutions de rechargement en sable de l'estran et les solutions de reprise de dune alors que celles ayant le plus d'impact sont les solutions récif béton, atténuateur géotubes et épi en enrochements.**

#### **g. Faisabilité administrative**

La notation concernant la faisabilité administrative dépend du degré de complexité administrative pour réaliser la solution.

**Au regard des éléments précédemment présentés, les solutions étant les plus faciles de mise en œuvre, administrativement, sont les solutions épis bois et pieux bois longitudinaux alors que les plus complexes sont les solutions de bas de l'estran, épi en enrochements, perré en enrochements et perré béton.**

#### **h. Compatibilité avec la gestion durable du trait de côte**

Les solutions offrant une efficacité, une durabilité ainsi qu'une possible réversibilité sont jugées favorablement.

**Au regard des éléments précédemment présentés, les solutions les plus compatibles avec la gestion durable du trait de côte sont les solutions épis en enrochements et en bois et le perré en enrochements alors que les moins compatibles sont les solutions de bas de l'estran.**

### **2.3.2.2. Tableau de synthèse**

Le Tableau 2 présenté en suivant présente une synthèse des notations obtenues pour chaque solution technique et chaque critère. De plus, le tableau fournit les pondérations, la note globale correspondant à la somme des notes pondérées, ainsi que la même note mais sur 20.

Tableau 2. Tableau de synthèse de l'analyse multicritères.

Critères	Ponderation	Note /5											
		Bas de l'estran / petits fonds			Estran			Pied de dune			Dune		
		Brise-Lames	Récif béton / enrochements	Atténuateur Géotubes	Epi enrochements	Epi bois	Rechargement sable	Perré enrochements	Perré béton	Pieux bois longitudinaux	Rechargement de la dune	Dune Kaolin	Dune Géotubes
1- Coûts	2	1.3	0.4	1.7	4.0	5.0	0.0	2.8	0.2	4.2	1.6	1.6	0.0
2- Complexité technique	1	2.0	1.5	1.0	3.5	3.0	3.0	4.0	2.5	3.5	2.5	2.5	2.0
3- Pérennité et entretien	2	2.0	2.0	1.0	3.5	3.0	1.5	4.5	4.5	3.5	1.5	2.0	2.5
4- Intervention sur l'ouvrage actuel	1	2.5	1.5	1.5	3.0	2.5	2.5	4.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
5- Efficacité	3	1.5	0.5	0.5	3.5	2.0	2.0	4.0	4.0	0.5	1.5	2.0	2.5
6- Impact Sédimentologique	2	3.5	4.5	4.5	2.0	4.0	5.0	3.5	3.0	3.5	5.0	5.0	5.0
7- Impact Paysagers	1	2.5	4.5	4.5	2.0	3.5	5.0	3.5	2.5	3.5	5.0	5.0	5.0
8- Impact Environnemental	2	3.0	5.0	3.0	2.0	3.0	5.0	3.0	2.0	3.0	5.0	5.0	5.0
9- Impact sur le fonctionnement du site	2	3.0	2.0	2.0	2.0	2.5	5.0	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0
10- Faisabilité administrative	2	2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	3.0	2.0	2.0	4.0	3.0	3.0	3.0
11- Compatibilité avec la gestion durable du trait de côte	3	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0	2.0	3.0	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0
Note sur	105	44.1	43.8	39.9	59.0	67.0	61.5	72.1	53.9	59.9	61.2	63.7	62.5
Note sur	20	8.4	8.3	7.6	11.2	12.8	11.7	13.7	10.3	11.4	11.7	12.1	11.9

Légende de la notation

Note / 5	Note / 105	Note / 20
de 3.9 à 5.0	de 81.9 à 105	de 15.6 à 20
de 3.1 à 3.9	de 65.1 à 81.9	de 12.4 à 15.6
de 2.1 à 3.1	de 44.1 à 65.1	de 8.4 à 12.4
de 1.1 à 2.1	de 23.1 à 44.1	de 4.4 à 8.4
de 0.0 à 1.1	de 0,0 à 23.1	de 0,0 à 4.4

## 2.4. CONCLUSION DE LA PRE-ANALYSE

Cette pré-analyse des solutions de gestion active de la bande côtière allant de la Grande Plage de Gâvres jusqu'au secteur du Linès à Plouhinec a permis une première mise à l'écart des solutions non adaptées à la stratégie de gestion. Cela concerne :

- L'ensemble des solutions de bas d'estran/petits fonds : ces solutions sont peu compatibles avec des zones de forts marnages ce qui les rend inefficaces ;
- Pour l'estran : l'épi en enrochements qui a un fort impact sédimentologique, paysager, environnemental et sur le fonctionnement du site ;
- Pour le pied de dune : le perré béton qui a un coût important et les pieux bois longitudinaux qui sont peu compatibles avec les ouvrages en place et relativement inefficaces.

Ainsi, pour la suite de l'étude, les scénarios de gestion active s'appuieront sur l'étude des solutions techniques suivantes :

- Estran : l'épi bois et le rechargement en sable ;
- Pied de dune : le perré en enrochements ;
- Dune : l'ensemble des solutions de dune, à savoir le rechargement en sable, le noyau kaolin ainsi que les géotubes.

### 3. ELABORATION DES SCENARIOS

#### 3.1. PREAMBULE

La zone urbanisée de Gâvres et le tombolo qui s'étend plus à l'Est sont tous deux exposés aux aléas littoraux : érosion du cordon sableux et ruine des ouvrages côtiers. De plus, ces événements tempétueux s'accompagnent de phénomènes de submersion marine. Afin d'agir sur ces aléas, différentes solutions techniques sont envisageables.

La définition des scénarios vise à faciliter l'émergence de ces solutions de gestion du littoral. Il est entendu par scénario, un ensemble de modalités d'action ou d'inaction pour la gestion de la bande côtière. Elles doivent permettre d'envisager un maximum de solutions possibles de gestion afin d'en évaluer leurs effets positifs et négatifs et de les mettre en perspective avec les enjeux identifiés.

Différents modes de gestion sont envisagés pour le secteur côtier s'étendant de la Grande Plage de Gâvres jusqu'au Linès (Plouhinec) :

- Scénario 0 - Scénario d'inaction ou de non-gestion : ce scénario doit être étudié car il sert de base de comparaison pour tous les autres scénarios envisagés. Ce scénario de référence est associé aux enjeux impactés en cas d'inaction et permet de mettre en évidence les avantages économiques d'un scénario de gestion (enjeux protégés) ;
- Scénario 1 - Repli stratégique : l'étude de ce scénario est rendue obligatoire par la Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte. Dans le cadre de cette étude, ce scénario se borne au secteur Ouest (Figure 28) et à la relocalisation de la route d'accès jusqu'à la presqu'île ;
- Scénario 2 et 3 - Scénarios d'intervention :
  - Scénario 2 - Scénario au « fil de l'eau » : il s'agit d'accompagner les processus naturels de dégradation des ouvrages de protection existant. Cela comporte donc un suivi régulier des ouvrages et un entretien à minima de ces derniers ;
  - Scénario 3 - Gestion active : mise en œuvre de nouvelles solutions de gestion active.

Afin de faciliter l'analyse, la zone d'étude a été découpée dans un premier temps en deux grands secteurs. Ce découpage tient compte des enjeux à protéger : pour le secteur Ouest il s'agit principalement d'un système d'endiguement protégeant des biens et des personnes, alors que pour le secteur Est c'est la D158 qui est menacée et cela concerne donc un enjeu de rupture territoriale.

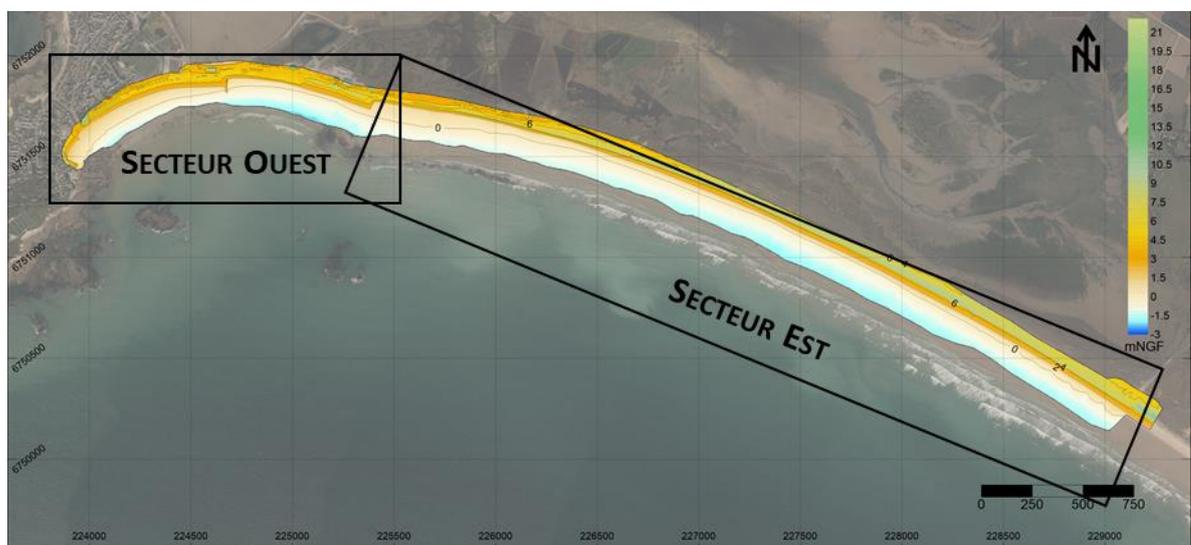


Figure 28. Sectorisation de la zone d'étude.

### 3.2. SCENARIO 0 – INACTION

L'objectif de ce scénario 0 est de stopper l'ensemble des opérations de gestion du trait de côte et de laisser le littoral évoluer naturellement. Ce scénario permet de donner un état de référence pour comparer l'ensemble des scénarios dits « d'intervention ».

Les observations relatives à ce scénario 0 sont les suivantes :

- Au regard de l'analyse réalisée dans le rapport de phase 1 à 3, sur la période 1951-2018, le trait de côte semble avoir alterné entre des phases d'avancée, importantes entre 1951 et 1991, et des phases de recul plus modérées. Ces phases d'accrétion ont notamment été rendues possibles grâce à la mise en place de solutions de gestion active.

Sans entretien des ouvrages en place, un recul drastique du trait de côte ainsi que l'apparition de brèches localisées dans le cordon dunaire sont à prévoir à court/moyen terme ;

- Le diagnostic des ouvrages existants a permis de mettre en avant la vétusté de nombreux ouvrages de protection. Les ouvrages sont pour beaucoup vieillissants, en partie déstructurés et globalement franchis. L'abandon de ces ouvrages aurait pour conséquences :
  - Pour le secteur Ouest : une défaillance du système d'endigement à moyen/long terme entraînant l'abaissement du niveau de protection et donc la mise en danger des personnes et des biens ;
  - Pour le secteur Est : la présence d'un linéaire important d'ouvrages en mauvais état et d'un cordon dunaire étroit (voir très étroit) laisse envisager des dégâts puis la rupture de la D158 à court terme. Cela entraînerait la rupture territoriale de la commune de Gâvres.



Figure 29. Proximité de la route avec les ouvrages en mauvais état sur le secteur Est.

### 3.3. SCENARIO 1 – REPLI STRATEGIQUE/RELOCALISATION

#### 3.3.1. Préambule

L'étude de ce scénario de recomposition spatiale est rendue obligatoire par la Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte. Son objectif est d'écartier les enjeux de la zone d'aléa.

Dans le cadre de cette étude, seule la relocalisation de la route d'accès (secteur Est) à la presqu'île de Gâvres a été étudiée. En effet, concernant le secteur Est, le repli stratégique des habitations n'est pas envisagé car sa faisabilité juridique est compromise et l'aléa érosion est moins fort du fait du meilleur état des ouvrages de protection. Les objectifs de ce scénario 1 sont donc les suivants :

- Démantèlement de la D158 et renaturation du tombolo ;
- Mise en place de transports alternatifs afin de désenclaver l'île de Gâvres :
  - Augmentation de la capacité des liaisons maritimes ;
  - Réhabilitation des passages à gué ;
  - Construction d'un pont.

#### 3.3.2. Démantèlement de la D158

Dans ce scénario de relocalisation, la route d'accès à la presqu'île de Gâvres constitue l'enjeu à déplacer. Le démantèlement de cette route ainsi que de ses ouvrages de protection serait donc requis.

De plus, dans la mesure où le tombolo pourrait retrouver son état d'origine, la commune de Gâvres redeviendrait une île et une renaturation du cordon dunaire afin de favoriser son intégration dans son environnement naturel pourrait être nécessaire.

Le coût préliminairement envisagé pour le démantèlement de la route et des ouvrages est le suivant :

**1 000 à 2 000 € / m**

#### 3.3.3. Mise en place de transports alternatifs

##### 3.3.3.1. Augmentation de la capacité des liaisons maritimes

La presqu'île de Gâvres est déjà accessible via le réseau de transports en commun de la Compagnie de Transport de la Région Lorientaise (CTRL). Ce service de transport en commun organisé par Lorient Agglomération a mis en place cinq lignes maritimes qui fonctionnent toute l'année ainsi que trois lignes estivales. Les lignes suivantes peuvent être citées :

- B2 qui relie directement le port de La Pointe (Port-Louis) au Port de pêche de Lorient :
  - Toutes les demi-heures de 6h30 à 22h00 du lundi au samedi ;
  - Le week-end, la ligne B5 assure cette liaison depuis le centre-ville de Lorient (quai des Indes), via Locmiquélic ;
  - En été, les lignes B6, B7 et B8 assurent la liaison entre Lorient et Port-Louis, la B6 allant jusqu'à l'embarcadère de Gâvres.
- B4 qui permet la traversée entre le Port de Locmalo à Port-Louis et l'embarcadère de Gâvres tout au long de l'année. Les horaires d'été sont les suivants :
  - Toutes les demi-heures heures de 6h40 à 22h30 du lundi au samedi ;
  - Toutes les heures de 9h20 à 19h50 le dimanche et jours fériés.

La Figure 30 permet d'illustrer une partie du plan du réseau de bus et bateaux.



Figure 30. Plan du réseau de la CTRL.

Le réseau maritime en place permet donc de desservir ponctuellement la presqu'île de Gâvres pour le transport humain.

### 3.3.3.2. Réhabilitation des passages à gué

Les passages à gué sont des chaussées immergées permettant un accès piéton/automobile à une île à marée basse. Il s'agit des passages historiques par voie terrestre jusqu'à la presqu'île de Gâvres au travers de la petite mer de Gâvres. Il semble que deux gués aient existé :

- Le gué de Kerner d'une longueur d'environ 750 m reliant Kersahu (Gâvres) à l'île de Kerner (Riantec) ;
- Le gué de Kerfaute d'une longueur d'environ 1 300 m reliant le village de Kerfaute (Plouhinec) au tombolo de Gâvres.



Figure 31. Localisation des gués de Kerner et Kerfaute (Source : J-Y et J LE LAN, Histoire-Généalogie)

Ces deux gués auraient été progressivement abandonnés à partir du 19<sup>ème</sup> siècle. La dernière trace d'utilisation de ces gués remonte à la seconde guerre mondiale. Les Allemands auraient emprunté le gué de Kerfaute pour traverser la petite mer et rejoindre l'ébauche de route dans les dunes (Source : J-Y et J LE LAN, Histoire-Généalogie). Les photographies suivantes permettent d'illustrer les traces de passages à gués historiques.



Figure 32. Passage à gué de Kerfaute (Source : J-Y et J LE LAN, Histoire-Généalogie).

La réhabilitation de ces passages à gué permettrait la traversée terrestre des piétons et des voitures.

### 3.3.3.3. Construction d'un pont

La construction d'un pont jusqu'à l'île de Gâvres permettrait de conserver un niveau de flux humains, matériels et marchands identiques à ce qui existe actuellement.

Le projet de construction de pont permettant de rallier l'île de Gâvres a déjà été évoqué dans les années 1970. En effet, à la fin de la seconde guerre mondiale, la route reliant Gâvres à Plouhinec est devenue peu praticable et plusieurs Gâvrais ont donc exercé le métier de « passeur » par voie maritime. Les deux bacs les plus importants à l'époque étaient le « Trait d'Union » et l'« Aller-Retour ». Suite à l'explosion du navire l'« Aller-Retour » en 1953 (2 morts), seul le « Trait d'Union » offrait la possibilité de traverser la Petite Mer de Gâvres au début des années 1970 (contre 3 bateaux avant-guerre). Par conséquent, l'idée de construction d'un pont a pour la première fois été évoquée par la municipalité.

Cela a donné lieu à la tenue d'une réunion exceptionnelle du conseil municipal. Ce projet de pont a alors fait l'objet d'études en 1971 pour un montant de 130 000 francs. L'ouvrage envisagé était le suivant : ouvrage de type pont-digue d'un linéaire de 1 200 m orienté Nord-Sud. Il devait prendre son origine à la Côte Rouge (limite communale Rianteac / Port-Louis) pour terminer aux « limites de l'agglomération et du polygone ». Les premières estimations financières relatives à cette construction dépassaient le milliard de francs (environ 150 M €). Finalement, à la vue des contraintes, ce projet a rapidement été abandonné et les navettes ont continué la traversée (Source : mairie de Gâvres, rubrique Marie-France).

La figure suivante illustre l'emprise approximative du projet de pont dans les années 1970.



Figure 33. Projet de pont à la suite des études de 1971 (fond de plan : Google Earth).

Cette étude réalisée dans les années 1970 montre qu'il est techniquement envisageable de réaliser un tel projet. Les raisons qui, à l'époque, ont sans doute conduit à l'abandon du projet initial sont toujours d'actualité : intérêt financier, intégration paysagère et impact environnemental. A la vue de projets similaires récents, le coût préliminaire estimatif pour un tel ouvrage est de l'ordre de :

**50 K€ / m**

### 3.4. SCENARIOS 2 ET 3 – SCENARIOS D'INTERVENTION PAR SECTEUR

#### 3.4.1. Préambule

##### 3.4.1.1. Présentation des scénarios d'intervention

L'objectif des scénarios d'intervention est de limiter l'aléa érosion et ainsi de protéger les enjeux. Les modalités d'intervention tiennent compte du type de côte, des aléas et des processus côtiers, de la présence effective d'ouvrages, et de l'importance des enjeux exposés. Pour cela, deux modes de gestion ont été proposés :

- Scénario 2 - Intervention « au fil de l'eau » : conservation des ouvrages de protection en place par le biais d'un suivi et d'un entretien régulier ;
- Scénario 3 - Mise en place de nouvelles solutions de gestion active : ce scénario se base sur les solutions qui sont ressorties de la pré-analyse des modes de gestion active (section 2) ainsi que sur les préconisations déjà réalisées par l'Université de Bretagne Sud (UBS).

Pour chaque secteur, un état des lieux des ouvrages existants a été réalisé. Pour l'ensemble de ces aménagements, une intervention « au fil de l'eau » est proposée (scénario 2). Selon leur état, leur rôle et l'efficacité globale de la protection du secteur, des nouvelles solutions de gestion active ont pu être préconisées (scénario 3). Ces différentes solutions font l'objet d'une Analyse Multicritère, par secteur, afin d'en faire émerger la plus pertinente.

Comme évoqué précédemment, Lorient Agglomération en concertation avec l'Université de Bretagne Sud et la commune de Gâvres a retenu un plan d'aménagement pour prendre en compte les évolutions morphosédimentaires du secteur Ouest. Les différentes actions qui ont été préconisées dans ce plan ont été validées lors de la pré-analyse des modes de gestion active (section 2) et sont intégrées aux scénarios de gestion active de la présente étude.



Figure 34. Préconisations réalisées par l'UBS sur le secteur Ouest.

### 3.4.1.2. Evaluation de la sensibilité du littoral à l'érosion

Afin de faciliter l'étude des scénarios d'intervention, un rappel de l'analyse de sensibilité le long du secteur d'étude est effectué en suivant. Cette analyse de sensibilité a été réalisée en phase 2 afin de mettre en lumière les zones de vulnérabilité.

Trois critères ont été pris en compte pour évaluer la sensibilité du trait de côte à l'aléa érosion :

- L'état général du cordon dunaire, selon trois catégories :
  - - - - - - **Bon** : secteurs globalement bien végétalisés. Quelques cheminements peuvent être observés mais leurs effets ne sont pas exacerbés ;
  - - - - - - **Correct** : présence de quelques secteurs de déflation éolienne, cheminements plus nombreux ;
  - - - - - - **Dégradé** : nombreux secteurs dunaires à nu, déflation éolienne plus prononcée, cheminements nombreux et incontrôlés.
- La largeur du cordon dunaire, selon la distance entre la route et la largeur de crête :
  - ——— **Large** : distance crête d'ouvrage – route > 50 m ;
  - ——— **Modérée** : distance crête d'ouvrage – route comprise **entre 35 et 50 m** ;
  - ——— **Étroite** : distance crête d'ouvrage – route comprise **entre 20 et 35 m** ;
  - ——— **Très étroite** : distance crête d'ouvrage – route < 20 m.
- L'état des ouvrages, selon les trois catégories de la VTA réalisée le 11 mars 2020 :
  - ● **Satisfaisant** ;
  - ● **Moyen** ;
  - ● **Mauvais**.

La cartographie présentée ci-après (Figure 35) dresse un bilan de cette évaluation.

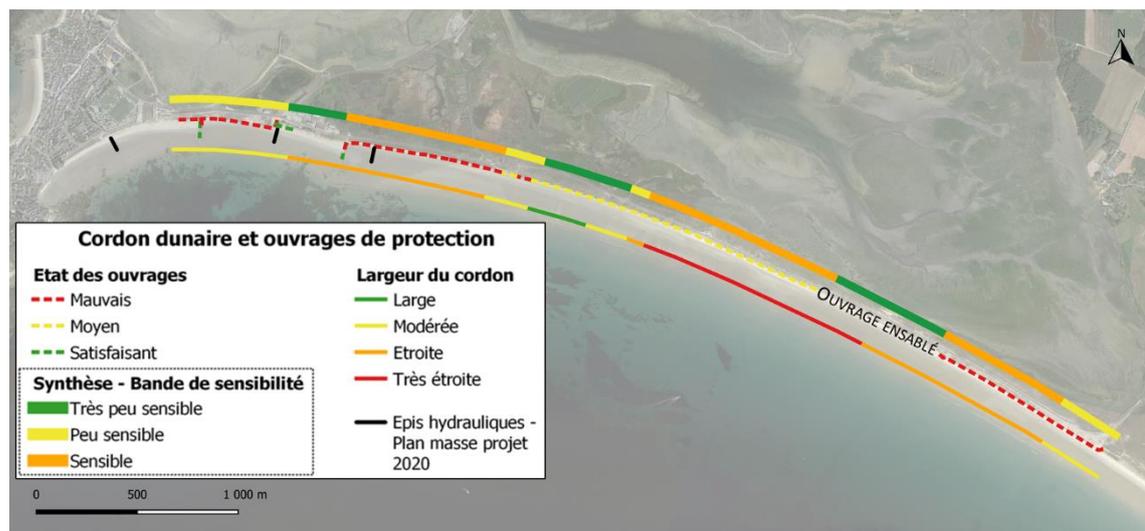


Figure 35. Cartographie de l'évaluation de la sensibilité du littoral à l'érosion.

### 3.4.1.3. Sectorisation

Enfin, afin d'aider à la comparaison des scénarios d'intervention, le périmètre d'étude a de nouveau été subdivisé en différents secteurs homogènes :

- Pour le secteur Ouest : dans la mesure où une stratégie de gestion active est déjà en cours à la suite des préconisations de l'UBS, la sous-sectorisation a été calquée sur ce qui a déjà été présenté (Figure 34) ;
- Pour le secteur Est : la sous sectorisation a été effectuée d'après la typologie et l'état des ouvrages présentés sur la carte de sensibilité du littoral (Figure 35). 3 sous-secteurs sont donc à considérer : S5, S6 et S7.

La répartition en plan des secteurs d'intervention est présentée en suivant à la Figure 36.

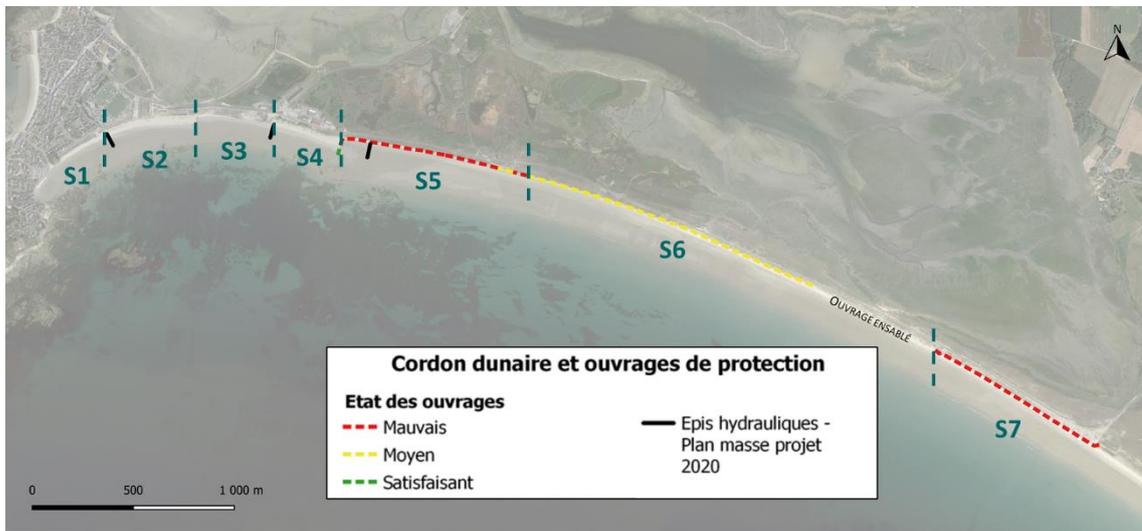


Figure 36. Sectorisation envisagée pour les scénarios d'intervention.

### 3.4.2. Secteur 1

#### 3.4.2.1. Scénario « au fil de l'eau »

Les ouvrages de protection du secteur 1 appartiennent au système d'endigement. Ils ont pour objectifs la protection des biens et des personnes de la presqu'île de Gâvres contre le risque de submersion.

La vue en plan suivante ainsi que le tableau associé permettent de faire un état des lieux des ouvrages en place participant à la protection du secteur 1.

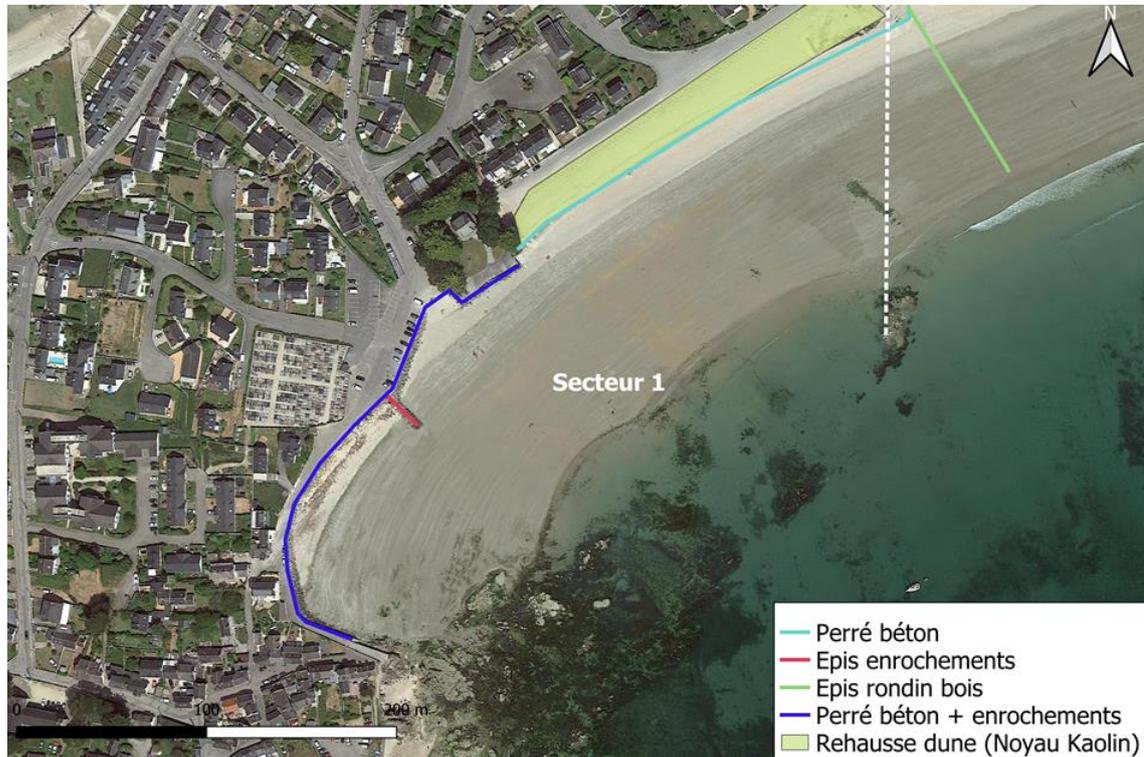


Figure 37. Vue en plan des aménagements du secteur 1.

Tableau 3. Récapitulatif des aménagements existants sur le secteur 1.

Localisation	Ouvrage	Observation	Préconisation UBS	Etat
Estran	Epis enrochements	Réalisé	Non	Satisfaisant
Pied de dune	Perré béton + enrochements	Réalisé	Non	Satisfaisant
	Perré béton	Réalisé	Non	Satisfaisant
Dune	Rehausse dune	Réalisé	Oui	Satisfaisant

Les ouvrages de protection présents sur ce secteur apparaissent en bon état et agissent sur l'ensemble des compartiments le long du profil de plage. Seul un suivi de l'évolution de ces aménagements, associé à des interventions ponctuelles éventuelles est donc envisageable pour ce secteur.

#### 3.4.2.2. Scénario de gestion active

Dans sa configuration actuelle, le secteur 1 ne semble pas nécessiter de nouvelles interventions en lien avec la protection du littoral. Cependant, il est à noter que l'UBS avait fléchi dans son plan de réaménagement global un rechargement en sable de l'estran pour les secteurs 1 et 2.

En effet, le niveau de sable actuel permet un bon fonctionnement du système d'endigement. Or, si ce niveau venait à s'abaisser fortement, cela aurait un impact sur la pérennité des ouvrages et sur l'augmentation des franchissements par paquet de mer. Par conséquent, la conservation d'un niveau de sable minimum est requise.

En considérant les gisements au niveau de la passe de l'Ouest et/ou de la barre d'Etel, le secteur d'étude pourrait disposer d'un volume de rechargement maximal de l'ordre de 100 000 m<sup>3</sup> (Section 2.2.3.1d). Ce volume semble suffisamment conséquent pour réalimenter préliminairement l'estran sableux. Afin de maintenir l'efficacité de ce rechargement massif, des rechargements d'entretien terrestres de l'ordre de 15 000 m<sup>3</sup>/an seraient probablement nécessaires. Ces derniers pourraient être envisagés à partir de l'accumulation de sable au niveau de l'épi du Sémaphore de Plouhinec.

### 3.4.3. Secteur 2

#### 3.4.3.1. Scénario « au fil de l'eau »

Comme le secteur 1, ce secteur appartient au système d'endigement et doit permettre d'offrir un niveau de protection minimal vis-à-vis du risque de submersion.

La vue en plan suivante ainsi que le tableau associé permettent de faire un état des lieux des ouvrages participant à la protection du secteur 2. Il est à noter que les aménagements préconisés par l'UBS, qui seront réalisés à court terme, sont aussi matérialisés.

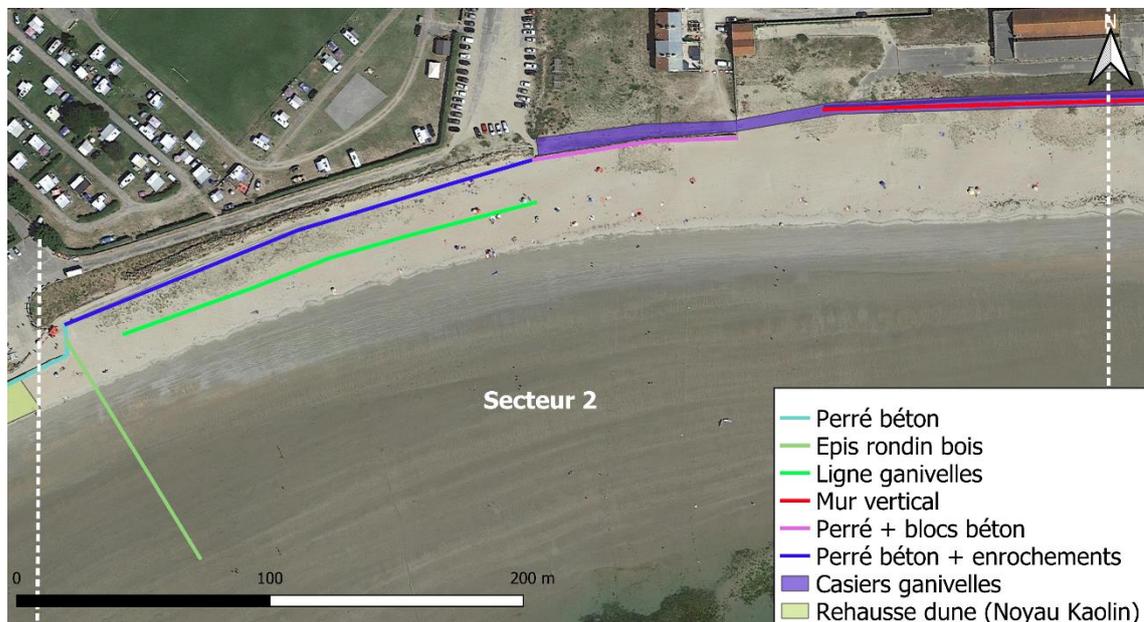


Figure 38. Vue en plan des aménagements du secteur 2.

Tableau 4. Récapitulatif des aménagements existants sur le secteur 2.

Localisation	Ouvrage	Observation	Préconisation UBS	Etat
Estran	Epis rondin bois	Réalisé	Oui	Satisfaisant
Pied de dune	Lignes Ganivelles	Réalisé	Oui	Satisfaisant
Dune	Perré + blocs béton	Réalisé	Non	Moyen
	Mur vertical	Réalisé	Non	Moyen
	Casiers ganivelles	En cours	Oui	-
	Perré béton + enrochements	Réalisé	Non	Moyen

Les ouvrages de protection actuellement en place sur ce secteur apparaissent dans un état moyen et un suivi régulier de ces derniers est requis. Aucune action concrète d'intervention n'est fléchée dans ce présent document car cela ne ressort pas de la stratégie globale de gestion mais des actions relatives aux systèmes d'endigement.

Enfin, il est à noter que les aménagements du secteur 2, dans leur configuration actuelle, offrent une protection suffisante à moyen terme et permettent d'agir sur l'ensemble des compartiments le long du profil de plage.

### 3.4.3.2. Scénario de gestion active

Dans sa configuration actuelle, le secteur 2 ne semble pas nécessiter de nouvelles interventions en lien avec la protection du littoral. Comme pour le secteur 1, le maintien d'un niveau de sable minimum semble nécessaire et ce secteur est intégré au plan de rechargement évoqué dans le paragraphe 3.4.2.2.

### 3.4.4. Secteur 3

#### 3.4.4.1. Scénario « au fil de l'eau »

Ce secteur fait office de zone tampon entre le système d'endigement à l'Ouest et la protection de la route d'accès à la presqu'île de Gâvres à l'Est.

La vue en plan suivante ainsi que le tableau associé permettent de faire un état des lieux des ouvrages participant à la protection du secteur 3. Il est à noter que les aménagements préconisés par l'UBS, qui seront réalisés à court terme, sont aussi matérialisés.

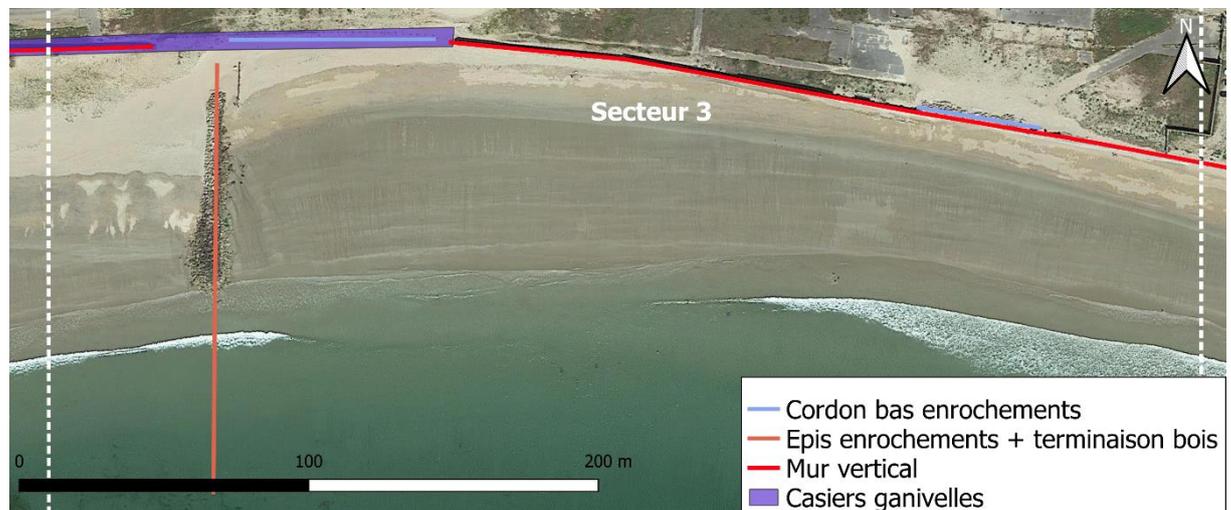


Figure 39. Vue en plan des aménagements du secteur 3.

Tableau 5. Récapitulatif des aménagements existants sur le secteur 3.

Localisation	Ouvrage	Observation	Préconisations UBS	Etat
Estran	Epis enrochements + terminaison bois	Réalisé	Oui	Satisfaisant
Pied de dune	Cordon bas enrochements	Réalisé	Non	Mauvais
	Mur vertical	Réalisé	Non	Mauvais
Dune	Casiers de ganivelles	En cours	Oui	-

Il apparaît que, dans sa configuration actuelle, ce secteur ne permet pas de répondre aux problématiques de protection contre l'aléa érosion. En effet, malgré la présence d'aménagements sur l'ensemble des compartiments le long du profil de plage, l'état des ouvrages de pied de dune ne permet pas d'offrir une protection suffisante. Un simple suivi de leur état n'est pas suffisant et dans le cadre de ce scénario, une reprise ponctuelle est a minima nécessaire.

Il est à noter que cette reprise ponctuelle est techniquement envisageable mais relativement onéreuse car les ouvrages sont dans un état de ruine. De plus, cette solution technique (mur vertical) n'a pas été étudiée lors de la pré-analyse des modes de gestion active et a été écartée d'emblée car son impact sédimentologique et paysager était trop important.



Figure 40. Photographie de l'ouvrage actuellement en place sur le secteur 3.

#### 3.4.4.2. Scénario de gestion active

Comme évoqué précédemment, les ouvrages en place de pied de dune ne permettent pas d'assurer la protection des enjeux. Au-delà du scénario de reprise ponctuelle de l'ouvrage, il apparaît nécessaire d'étudier de nouvelles solutions de gestion active.

Les solutions préliminairement étudiées sont les suivantes :

- Perré en enrochements,
- Rechargement en sable de la dune et reprise de la dune en matériaux kaolin ou en noyau géotubes.

Pour l'ensemble des solutions envisagées les palplanches seraient laissées en place, voire recépées.

Les aménagements au niveau de l'estran ne sont pas étudiés sur ce secteur dans la mesure où ce dernier devrait bénéficier des effets de l'épi en rondins de bois localisé à l'extrême Ouest du secteur 4 et du rechargement massif préconisé sur le secteur Ouest.

#### 3.4.4.3. Comparaison des scénarios

Afin de comparer les différents scénarios et solutions techniques envisageables pour ce secteur, une analyse multicritère a été effectuée. Cette analyse est basée sur la même méthodologie que présentée dans la pré-analyse des modes de gestion active du chapitre 2.

Tableau 6. AMC sur le secteur 3.

CRITÈRES	PONDÉRATION	NOTE /5				
		SCÉNARIO 2	SCÉNARIO 3			
		REPRISE PONCTUELLE	PERRÉ ENROCHEMENTS	RECHARGEMENT DE LA DUNE	DUNE KAOLIN	DUNE GÉOTUBES
1 - COÛTS	2	5.0	3.0	2.4	1.8	1.0
2- COMPLEXITÉ TECHNIQUE	1	2.0	3.5	5.0	4.0	3.0
3- PÉRENNITÉ ET ENTRETIEN	2	1.5	4.5	1.5	2.0	2.5
4- INTERVENTION SUR L'OUVRAGE ACTUEL	1	3.5	1.0	1.0	1.0	1.0
5- EFFICACITÉ	3	2.0	4.5	1.5	2.0	2.5
6- IMPACT SÉDIMENTOLOGIQUE	2	2.0	3.0	5.0	5.0	5.0
7- IMPACT PAYSAGERS	1	2.0	2.0	5.0	5.0	5.0
8- IMPACT ENVIRONNEMENTAL	2	3.0	3.0	5.0	5.0	5.0
9- IMPACT SUR LE FONCTIONNEMENT DU SITE	2	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0
10- FAISABILITÉ ADMINISTRATIVE	2	5.0	2.0	4.0	4.0	4.0
11- COMPATIBILITÉ AVEC LA GESTION DURABLE DU TRAIT DE CÔTE	3	1.5	3.0	2.0	2.0	2.0
NOTE SUR	20	11.2	12.8	12.1	12.1	12.1

A la suite de cette AMC, il apparaît que la solution « au fil de l'eau » peut d'emblée être écartée en raison notamment de son faible degré de pérennité mais également son absence de compatibilité avec la gestion durable du trait de côte

**Finalement, aucune solution de gestion active ne ressort clairement de cette AMC, le choix de l'une d'entre elles dépendra notamment de l'usage souhaité pour le terre-plein arrière.**

Néanmoins, des coupes types illustrant deux scénarios potentiellement envisageables sur ce secteur 3 sont présentées au travers des Figure 41 et Figure 42.

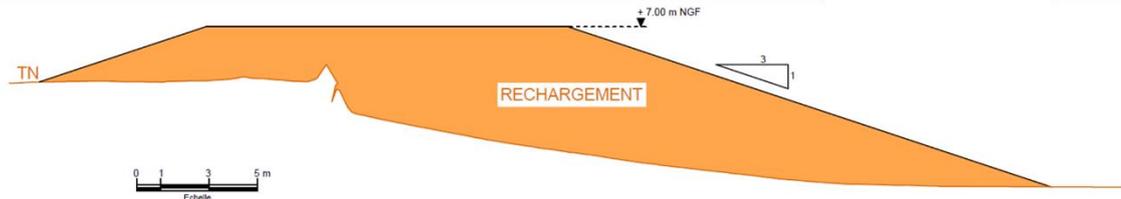


Figure 41. Coupe type des solutions de rechargement de la dune.

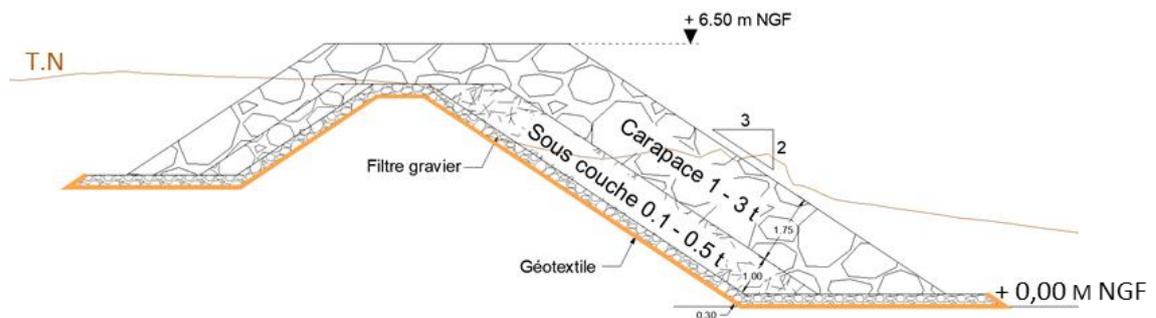


Figure 42. Coupe type de la solution perré en enrochements.

### 3.4.5. Secteur 4

#### 3.4.5.1. Scénario « au fil de l'eau »

Ce secteur fait aussi office de zone tampon entre le système d'endiguement à l'Ouest et la protection de la route d'accès à la presqu'île de Gâvres à l'Est.

La vue en plan suivante ainsi que le tableau associé permettent de faire un état des lieux des ouvrages participant à la protection du secteur 4. Il est à noter que les aménagements préconisés par l'UBS, qui seront réalisés à court terme, sont aussi matérialisés.



Figure 43. Vue en plan des aménagements du secteur 4.

Tableau 7. Récapitulatif des aménagements existants sur le secteur 4.

Localisation	Ouvrage	Observation	Préconisation UBS	Etat
Estran	Epis bois	Réalisé	Oui	Satisfaisant
	Epis rondins bois	Réalisé	Oui	Satisfaisant
Pied de dune	Perré béton (ensablé)	Réalisé	Non	Satisfaisant
Dune	Lignes de ganivelles	En cours	Oui	-

Les ouvrages de protection présents sur ce secteur apparaissent en bon état et agissent sur l'ensemble des compartiments le long du profil de plage. Seul un suivi de l'évolution de ces aménagements, associé à des interventions ponctuelles éventuelles est donc envisageable pour ce secteur.

Il est à noter que, l'état de l'ouvrage perré béton a été jugé satisfaisant à la vue des 50 premiers mètres apparents. De plus, la protection de la dune est effective, tant que le niveau d'ensablement du perré reste à ce niveau élevé. Un suivi particulier de ce niveau de sable est toutefois préconisé.

#### 3.4.5.2. Scénario de gestion active

L'ensemble des compartiments le long du profil de plage sont protégés et dans un bon état. Au-delà du rechargement massif sur le secteur Ouest, ce secteur ne semble pas nécessiter d'intervention supplémentaire de gestion active.

### 3.4.6. Secteur 5

#### 3.4.6.1. Scénario « au fil de l'eau »

L'enjeu principal sur ce secteur est l'unique route d'accès à la presqu'île de Gâvres. L'objectif des aménagements de protection est donc la protection de la D158.

La vue en plan suivante ainsi que le tableau associé permettent de faire un état des lieux des ouvrages participant à la protection du secteur 5.



Figure 44. Vue en plan des aménagements du secteur 5.

Tableau 8. Récapitulatif des aménagements existants sur le secteur 5.

Localisation	Ouvrage	Observation	Préconisation UBS	Etat
Estran	Epis rondins bois	Réalisé	Oui	Satisfaisant
Pied de dune	Perré enrochements/béton	Réalisé	Non	Mauvais
Dune	Lignes de ganivelles	En cours	Oui	-

Il ressort de cet état des lieux que l'unique ouvrage de protection de la D158 sur le secteur 5, est en mauvais état. Le suivi seul de l'ouvrage n'est pas envisageable. En effet, sans intervention à court terme, des brèches dans la dune pourraient apparaître risquant une rupture de continuité territoriale. Une reprise ponctuelle du perré enrochements/béton apparait donc nécessaire avec a minima le nettoyage de la plage et le réagencement de certains ouvrages.

Dans sa configuration actuelle, les remarques suivantes peuvent être effectuées :

- L'alternance de 6 typologies d'ouvrages différentes crée des zones de vulnérabilité ;
- Il existe peu d'informations sur les coupes types des ouvrages en place et une reprise à l'identique est donc délicate ;
- En l'état, il a été observé que l'ouvrage le plus récemment rénové ne permet de répondre qu'à des sollicitations à court terme (section 2.2.3.1).



Figure 45. Photographie de l'ouvrage de protection du pied de dune sur le secteur 5.

### 3.4.6.2. Scénario de gestion active

Comme évoqué précédemment, les ouvrages en place ne permettent pas d'assurer la protection des enjeux. Au-delà du scénario de reprise ponctuelle de l'ouvrage, il apparaît nécessaire d'étudier de nouvelles solutions de gestion active. Pour ce faire, l'ensemble des solutions étudiées dans le cadre de la pré-analyse des modes de gestion active (chapitre 2) a été étudié ici.

Pour l'ensemble des solutions considérées dans le scénario 3, les palplanches seraient laissées en place, voire recépées.

### 3.4.6.3. Comparaison des scénarios

Une analyse multicritère est effectuée pour l'ensemble des scénarios d'intervention envisagés. Cette analyse est basée sur la même méthodologie que pour la préanalyse des modes de gestion active (chapitre 2).

Tableau 9. AMC sur le secteur 5.

Critères	Ponderation	Note /5						
		Scénario 2	Scénario 3					
		Reprise	Epi pieux bois	Rechargement estran	Perré enrochements	Rechargement dune	Dune Kaolin	Dune Géotubes
1 - Coûts	2	5.0	4.6	1.0	3.7	3.5	3.1	2.3
2- Complexité technique	1	4.5	4.0	3.0	4.0	2.0	2.0	1.5
3- Pérennité et entretien	2	1.5	2.5	1.5	4.0	1.5	2.0	2.5
4- Intervention sur l'ouvrage actuel	1	5.0	5.0	5.0	3.0	1.0	1.0	1.0
5- Efficacité	3	2.0	2.0	1.5	4.0	1.5	2.0	2.5
6- Impact Sédimentologique	2	3.0	4.0	5.0	3.0	5.0	5.0	5.0
7- Impact Paysagers	1	3.0	3.5	5.0	3.0	5.0	5.0	5.0
8- Impact Environnemental	2	3.0	3.0	5.0	3.0	5.0	5.0	5.0
9- Impact sur le fonctionnement du site	2	4.0	1.0	5.0	4.0	3.0	3.0	3.0
10- Faisabilité administrative	2	5.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0
11- Compatibilité avec la gestion durable du trait de côte	3	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0
Note sur	20	13.4	12.5	12.9	14.2	11.5	11.8	11.9

Au regard des résultats de cette AMC sur le secteur 5, les observations suivantes peuvent être réalisées :

- Les solutions de reprise de la dune sont écartées. En effet, une intervention sur la dune implique le démantèlement de l'ouvrage actuel. Cette contrainte n'est pas acceptable au regard de la proximité de la route ;
- Concernant les interventions sur l'estran :
  - La mise en place d'aménagements, uniquement au niveau de l'estran, sans tenir compte de la protection de la dune n'est pas envisageable ;
  - Le rechargement sableux associé à une batterie de pieux bois peut être possible si les retours d'expérience sur les autres secteurs sont favorables. Il faut cependant tenir compte de l'impact important pour les usagers de la plage (randonneurs, kitesurfeurs, ...) que cela peut engendrer ;
  - Le rechargement sableux seul n'est pas préconisé.

**La solution qui ressort de cette AMC est la solution perré en enrochement. A la vue des résultats de l'étude de stabilité sur l'ouvrage actuel, une reprise globale de la géométrie, selon les règles de dimensionnement usuelles et à long terme semble la plus adaptée.**

Afin d'homogénéiser la géométrie de la protection, la réutilisation d'une partie des matériaux disponibles in situ pourrait être envisagée. La méthodologie pourrait être la suivante : démanteler dans un premier temps l'existant et ensuite reprendre proprement la nouvelle protection afin de ne pas recréer de nouvelles zones de fragilité.

Ce secteur est à prioriser dans le plan d'investissement car il s'agit de la zone où la largeur de la dune par rapport à la route est la plus étroite.

Préliminairement deux sections types ont été envisagées. En effet, le niveau haut de la dune n'est pas uniforme sur son linéaire. Il est croissant en allant de l'Ouest vers l'Est.

La coupe type 1 (Figure 47) dispose d'un retour en enrochements au niveau de sa crête permettant de limiter les franchissements et l'érosion du sable. Pour la seconde coupe type (Figure 48), le niveau de sable est suffisamment haut pour pouvoir directement s'appuyer sur la dune.



Figure 46. Localisation en plan des coupes types.

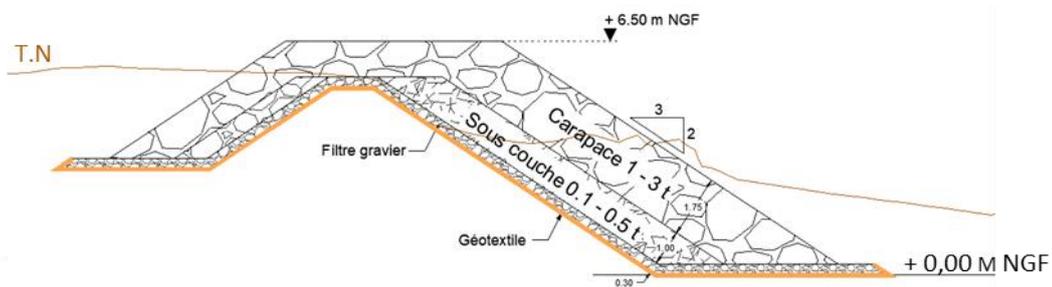


Figure 47. Coupe type 1 de la solution perré en enrochements pour le secteur 5.

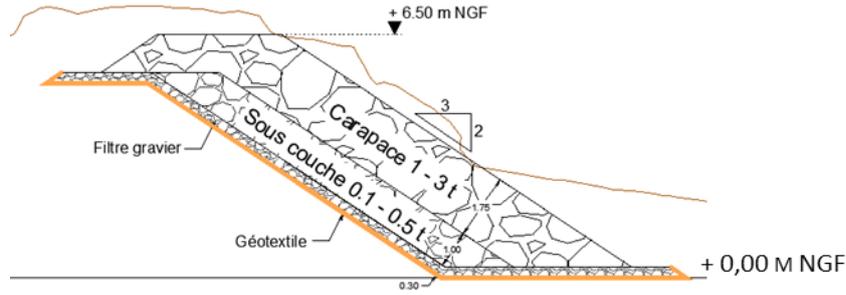


Figure 48. Coupe type 2 de la solution perré en enrochements pour le secteur 5.

### 3.4.7. Secteur 6

#### 3.4.7.1. Scénario « au fil de l'eau »

Tout comme le secteur 5, l'enjeu principal de ce secteur est l'unique route d'accès à la presqu'île de Gâvres. L'objectif des aménagements de protection est donc la protection de la D158.

La vue en plan suivante ainsi que le tableau associé permettent de faire un état des lieux des ouvrages participant à la protection du secteur 6.



Figure 49. Vue en plan des aménagements du secteur 6.

Tableau 10. Récapitulatif des aménagements existants sur le secteur 6.

Localisation	Ouvrage	Observation	Etat
Pied de dune	Perré béton	Réalisé	Moyen

Il ressort de cette analyse des ouvrages existants que l'ouvrage principal de protection de l'unique route d'accès à la presqu'île de Gâvres est en état moyen au niveau du secteur 6. Dans sa configuration actuelle, il offre une protection suffisante. Cependant des interventions ponctuelles sont à préconiser.

En effet le perré béton présente des microfissures et des aciers sont apparents et corrodés en tête d'ouvrage. Pour pallier ces pathologies, différentes méthodes sont envisageables selon l'évolution des dégradations constatées :

- Remplacement du béton et des aciers ;
- Traitements électrochimiques : protection cathodique, galvanique, ...



Figure 50. Photographie de l'ouvrage actuel sur le secteur 6.

### 3.4.7.2. Scénario de gestion active

Au-delà du scénario de reprise ponctuelle du perré béton, il apparaît nécessaire d'étudier de nouvelles solutions de gestion active. Pour ce faire, l'ensemble des solutions étudiées dans le cadre de la pré-analyse des modes de gestion active (chapitre 2) a été étudié ici.

Pour l'ensemble des solutions considérées dans le scénario 3, le perré bétonné serait démantelé et les palplanches laissées en place.

### 3.4.7.3. Comparaison des scénarios

Une analyse multicritère a été effectuée pour l'ensemble des scénarios d'intervention envisagés. Cette analyse est basée sur la même méthodologie que pour la pré-analyse du chapitre 2.

Tableau 11. AMC sur le secteur 6.

Critères	Ponderation	Note /5						
		Scénario 2	Scénario 3					
		Entretien	Epi pieux bois	Rechargement estran	Perré enrochements	Rechargement dune	Dune Kaolin	Dune Géotubes
1- Coûts	2	5.0	4.9	1.0	3.2	3.4	3.0	2.1
2- Complexité technique	1	4.0	4.0	3.0	2.5	2.0	2.0	1.5
3- Pérennité et entretien	2	4.0	2.5	1.5	4.0	1.5	2.0	2.5
4- Intervention sur l'ouvrage actuel	1	5.0	5.0	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0
5- Efficacité	3	3.5	2.0	1.5	4.0	1.5	2.0	2.5
6- Impact Sédimentologique	2	2.0	4.0	5.0	3.0	5.0	5.0	5.0
7- Impact Paysagers	1	3.0	3.5	5.0	2.0	5.0	5.0	5.0
8- Impact Environnemental	2	3.0	3.0	5.0	3.0	5.0	5.0	5.0
9- Impact sur le fonctionnement du site	2	4.0	1.0	5.0	4.0	3.0	3.0	3.0
10- Faisabilité administrative	2	5.0	4.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0
11- Compatibilité avec la gestion durable du trait de côte	3	1.5	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0
Note sur	20	13.9	12.6	12.9	12.4	11.5	11.8	11.8

Au regard des résultats issus de l'AMC, les observations suivantes peuvent être réalisées :

- Les observations effectuées sur le secteur 5 pour les aménagements au niveau de l'estran et au cœur de dune sont applicables au secteur 6 :
  - L'épi pieux bois associé à un rechargement sableux de l'estran est donc **préliminairement** écarté et sa mise en œuvre dépendra du retour d'expérience sur le secteur Ouest ;
  - Les aménagements de cœur de dune sont rejetés ;
- La reprise de la protection du pied de dune en enrochements semble moins adaptée car elle implique notamment le démantèlement du perré en place, en bon état.

**Le scénario qui ressort clairement de cette AMC pour le secteur 6 est le suivi et l'entretien du perré bétonné.**

### 3.4.8. Secteur 7

#### 3.4.8.1. Scénario « au fil de l'eau »

Tout comme les secteurs 5 et 6, l'enjeu principal de ce secteur est l'unique route d'accès à la presqu'île de Gâvres. L'objectif des aménagements de protection est donc la protection la D158.

La vue en plan suivante ainsi que le tableau associé permettent de faire un état des lieux des ouvrages participant à la protection du secteur 7.



Figure 51. Vue en plan des aménagements du secteur 7.

Tableau 12. Récapitulatif des aménagements existants sur le secteur 7.

Localisation	Ouvrage	Observation	Etat
Pied de dune	Perré en madrier béton	Réalisé	Mauvais

Il ressort de cet état des lieux que l'unique ouvrage de protection de la D158 sur le secteur 7, est en mauvais état. Le suivi seul de l'ouvrage n'est pas envisageable. En effet, sans intervention à court terme, des brèches dans la dune pourraient apparaître. Une reprise du perré en madriers béton semble nécessaire.

En effet, une corrosion avancée des aciers et de nombreuses fissures sur l'ensemble du linéaire sont observées sur cet ouvrage. Pour pallier ces pathologies, différentes méthodes sont envisageables selon l'évolution des dégradations constatées :

- Remplacement du béton et des aciers ;
- Traitements électrochimiques : protection cathodique, galvanique, ...



Figure 52. Photographie du perré en madriers béton.

### 3.4.8.2. Scénario de gestion active

L'ouvrage perré en madriers béton ne permet pas d'assurer la protection des enjeux à moyen terme. Au-delà du scénario de reprise de l'ouvrage, il apparaît nécessaire d'étudier de nouvelles solutions de gestion active. Pour ce faire, l'ensemble des solutions étudiées dans le cadre de la pré-analyse des modes de gestion active (chapitre 2) a été étudié ici.

Il a été considéré que pour la solution perré en enrochements, l'ouvrage actuel serait laissé en place et servirait d'appui aux enrochements. Pour les interventions sur la dune, il a été considéré démantelé.

### 3.4.8.3. Comparaison des scénarios

Une analyse multicritère a été effectuée pour l'ensemble des scénarios d'intervention envisagés. Cette analyse est basée sur la même méthodologie que pour la pré-analyse des modes de gestion active (chapitre 2).

Tableau 13. AMC sur le secteur 7.

Critères	Ponderation	Note /5						
		Scénario 2	Scénario 3					
		Entretien	Epi pieux bois	Rechargement estran	Perré enrochements	Rechargement dune	Dune Kaolin	Dune Géotubes
1- Coûts	2	4.2	4.0	1.0	5.0	3.5	3.7	2.4
2- Complexité technique	1	3.5	4.0	3.0	5.0	2.0	2.0	1.5
3- Pérennité et entretien	2	4.0	2.5	1.5	4.0	1.5	2.0	2.5
4- Intervention sur l'ouvrage actuel	1	5.0	5.0	5.0	3.0	1.0	1.0	1.0
5- Efficacité	3	3.0	2.0	1.5	4.0	1.5	2.0	2.5
6- Impact Sédimentologique	2	2.0	4.0	5.0	3.0	5.0	5.0	5.0
7- Impact Paysagers	1	3.0	3.5	5.0	2.0	5.0	5.0	5.0
8- Impact Environnemental	2	3.0	3.0	5.0	3.0	5.0	5.0	5.0
9- Impact sur le fonctionnement du site	2	4.0	1.0	5.0	4.0	3.0	3.0	3.0
10- Faisabilité administrative	2	5.0	4.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0
11- Compatibilité avec la gestion durable du trait de côte	3	1.5	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0
<b>Note sur</b>	<b>20</b>	<b>13.2</b>	<b>12.3</b>	<b>12.9</b>	<b>13.9</b>	<b>11.5</b>	<b>12.1</b>	<b>12.0</b>

Au regard des résultats de l'AMC, les observations suivantes peuvent être réalisées :

- Les observations effectuées sur le secteur 7 pour les aménagements au niveau de l'estran et au cœur de dune sont identiques à celles émises pour les secteurs 5 et 6 :
  - L'épi pieux bois associé à un rechargement sableux de l'estran est donc **préliminairement** écarté et sa mise en œuvre dépendra du retour d'expérience sur le secteur Ouest ;
  - Les aménagements de cœur de dune sont rejetés ;
- L'entretien de l'ouvrage actuel et son confortement par des enrochements ressortent favorablement de cette AMC.

**Cet ouvrage en apparence robuste doit faire l'objet d'une inspection détaillée en lien avec sa pathologie (corrosion). Si son état ne permet pas une protection à moyen terme, une solution de gestion active de type perré en enrochements sera préconisée.**

Préliminairement, la coupe type suivante peut être envisagée pour la solution issue du scénario 3. Cette dernière peut être amenée à évoluer selon la géométrie réelle de l'ouvrage en place et optimisée afin de limiter l'emprise sur le DPM notamment.

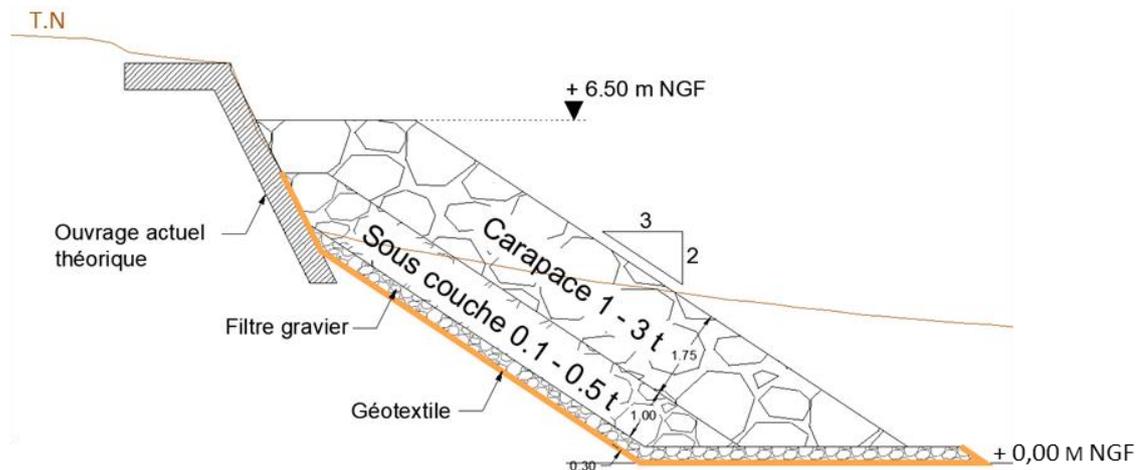


Figure 53. Coupe type de la protection en enrochements sur le secteur 7.

## 4. SYNTHÈSE, CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le présent document s'inscrit dans le cadre de l'étude de Stratégie de Gestion de la Bande Côtière du secteur côtier s'étendant de la Grande Plage de Gâvres à celle du Linès à Plouhinec. Il est consacré à la définition de scénarios de gestion du trait de côte et a permis de présenter et de détailler les réflexions liées au scénario d'inaction, à celui de relocalisation de la route d'accès à la presqu'île de Gâvres, ainsi qu'à ceux d'intervention par secteur (gestion « au fil de l'eau » et gestion active).

À la suite de la réunion 08 avril 2021 où l'ensemble des scénarios ont été présentés, le COPIL s'est réuni le 28 avril 2021. L'ensemble des scénarios de gestion étudiés ont été validés et les solutions d'interventions suivantes ont été retenues par le maître d'ouvrage et ses partenaires :

- **Secteur 1 : Poursuite des actions menées ;**
- **Secteur 2 : Poursuite des actions menées ;**
- **Secteur 3 : Stratégie d'intervention en lien avec le projet de voie verte.** La solution de reconstitution de la dune en matériaux Kaolin a été retenue. Une articulation doit aujourd'hui être trouvée entre la déconstruction du mur, la reconstitution d'une dune et le projet de stationnement à l'arrière ;
- **Secteur 4 : Poursuite des actions menées ;**
- **Secteur 5 : Gestion active du perré en enrochements.** La solution de reprise de la géométrie de l'ouvrage en enrochements selon les préconisations présentées à la section 2.2.3.1 a été retenue. Le Conseil Départemental interviendra de 2022 à 2024 sur cet ouvrage ;
- **Secteur 6 : Reprise des désordres sur tout le linéaire.** La reprise au fil de l'eau de l'ouvrage de type perré en béton est retenue au regard de l'état moyen du tronçon. Pour cela, le traitement des fissures par injection semble adapté. Ces travaux seront réalisés par le Conseil Départemental en fonction de l'évolution constatée des dégradations ;
- **Secteur 7 : Gestion active du perré en enrochements.** Compte tenu de la longueur de l'ouvrage, de l'état d'avancement de l'oxydation des aciers structurants, de la dégradation du béton constitutif des poteaux inclinés et de la pénétration des chlorures marins dans l'ensemble de la structure béton, la réparation de la structure en béton n'est techniquement et économiquement pas envisageable. La mise en œuvre d'enrochements ancrés par une bêche en enrochements ou de type palplanches est aujourd'hui privilégiée. A partir de 2025 et après un examen détaillé des ouvrages et une priorisation des secteurs, le Conseil Départemental interviendra sur une période de 10 à 20 ans pour la mise en œuvre d'enrochements sur une emprise au sol la plus faible possible.

Les phases suivantes (6 et 7) auront pour objectif de préciser les solutions d'interventions, d'en appréhender les impacts et de communiquer les résultats de l'étude via la production d'un rapport synthétique et pédagogique destiné à être diffusé auprès d'un public non spécialiste.

## BIBLIOGRAPHIE

- AUGRIS *et al.*, IFREMER (2012).** Inventaire des ressources en matériaux marins. Façades « Bretagne » et « Sud-Gascogne ». MEDDE.
- CASAGEC (2021).** Stratégie de gestion de la bande côtière depuis la Grande Plage de Gâvres jusqu'au secteur du Linès à Plouhinec. Phases 1 à 4. Mairie de Gâvres.
- CASAGEC (2021).** Préanalyse multicritère des solutions de protection du versant marin du tombolo. Mairie de Gâvres.
- CEREMA (2018).** Stratégie de gestion du trait de côte dans le Morbihan – Phase 1 : Sensibilité des territoires littoraux à l'érosion. DDTM 56.
- CEREMA (2018).** Définition technique d'une solution de reconstitution du cordon dunaire au stade étude préliminaire. Département du Morbihan, Direction des Routes.
- CETMEF (2009).** Guide Enrochement. Version française du Rock Manuel (2<sup>ème</sup> édition).
- CTRL Lorient Agglomération.** Lignes maritimes.
- DDTM56 (2014).** Stratégie de Gestion du Domaine Public Maritime Naturel en Morbihan. Etat des lieux et orientations. Direction Départementale des Territoires et de la Mer du Morbihan. Délégation à la Mer et au Littoral. DDTM 56.
- DREAL Bretagne (2017)** –Approche prospective pour une gestion durable du trait de côte en Bretagne - Guide méthodologique.
- L.E. Harris (2009).** Artificial Reefs for Ecosystem Restoration and Coastal Erosion Protection with Aquaculture and Recreational Amenities. Consulting Coastal and Oceanographic Engineer and Associate Professor of Ocean Engineering.
- LE LAN J.Y. et J. (2006).** Les passages à gué de la Petite Mer de Gâvres.
- Marie France (Non daté).** L'histoire du polygone de Gâvres. Mairie de Gâvres.
- UBS et LGO (2018).** Grande-Plage de Gâvres. Modélisation d'ouvrages de protection. Lorient Agglomération.