



Confortement de l'encoche dunaire de la Corniche (La Teste-de-Buch) – recherche d'une solution technique optimisée

Phase 1 : Etat des lieux

NOTE

Version 5



Confortement de l'encoche dunaire de la Corniche (La Teste-de-Buch) – recherche d'une solution technique optimisée

Phase 1 : Etat des lieux

SIBA

Note

VERSION	DESCRIPTION	ÉTABLI PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
5	Intégration de la carte des propriétaires au niveau du site d'étude	TSD		06/05/2022
4	Prise en compte des remarques du SIBA sur le rapport phase 2	TSD	TSD	06/01/2022
3	Prise en compte des remarques formulées lors de la réunion du 15 oct. 2021	TSD		20/10/2021
2	Prise en compte des remarques du SIBA du 16/08/2021 et de la réunion visio du 8 sept. 2021	TSD		9/09/2021
1	Version provisoire	TSD	RSD	10/08/2021

ARTELIA Eau & Afrique, Moyen-Orient
6 rue de Lorraine, 38130 Echirolles, France – TEL + 33 (0) 4 76 33 40 00

ARTELIA

16 rue Simone Veil, 93400 Saint-Ouen, France

Note – Phase 1 : Etat des lieux - *version n°4*

CONFORTEMENT DE L'ENCOCHE DUNAIRE DE LA CORNICHE (LA TESTE-DE-BUCH) – RECHERCHE D'UNE SOLUTION TECHNIQUE OPTIMISEE

SOMMAIRE

A.	CONDITIONS NATURELLES DU SITE	5
1.	SITUATION	6
2.	NIVEAU DE RÉFÉRENCE.....	6
3.	TOPO-BATHYMÉTRIE.....	6
4.	VENTS.....	9
5.	SOLLICITATIONS HYDRAULIQUES.....	10
5.1.	Niveaux d'eau	10
5.1.1.	Marée astronomique.....	10
5.1.2.	Surcotes et niveaux d'eau exceptionnels	10
5.2.	Courants de marée	11
5.2.1.	Contexte général	11
5.2.2.	Courant au droit du site.....	12
5.3.	Agitation	12
5.3.1.	Houle	12
5.3.2.	Mer de vents	13
5.3.3.	Bilan.....	14
B.	SENSIBILITE ENVIRONNEMENTALE ET URBANISTIQUE DU SITE.....	15
1.	CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES.....	16
2.	CONTRAINTES D'AMÉNAGEMENTS ET D'URBANISME	17
3.	CONTRAINTES FONCIÈRES	19
4.	CONTRAINTES D'USAGES.....	19
C.	DESCRIPTION DES OUVRAGES EXISTANTS	20
1.	HISTORIQUE DES AMÉNAGEMENTS DE PROTECTION	21
2.	ETAT ACTUEL DES OUVRAGES DE PROTECTION	24

D.	FONCTIONNEMENT HYDROSEDIMENTAIRE DU SITE ..	26
1.	CONTEXTE GÉNÉRAL D'ÉVOLUTION HYDROSÉDIMENTAIRE DES PASSES DU BASSIN D'ARCACHON	27
2.	FONCTIONNEMENT HYDROSÉDIMENTAIRE DU SITE DE LA CORNICHE	29
2.1.	Mouvement sédimentaire au niveau du site d'étude.....	29
2.2.	Evolution hydrosédimentaire du site de la Corniche.....	30
E.	SYNTHESE	31

TABLEAUX

Tableau 1: Niveaux d'eau caractéristiques de marée à Pilat Plage (source : SHOM-RAM, 2020).....	10
Tableau 2 - Niveaux extrêmes sur la zone d'étude (source CETMEF 2012)	10

FIGURES

Figure 1 : Localisation du périmètre d'étude (source : d'après données geoportail)	6
Figure 2 : Vue en plan de la topo-bathymétrie du site (source : SIBA)	7
Figure 3 : Localisation des profils	8
Figure 4 : Profils 1 à 3 (source : SIBA)	8
Figure 5 : Profil 4 (source : OCA 2000).....	9
Figure 6 : Distribution de la direction des vents (‰) à la station Cap-Ferret (source : CASAGEC).....	9
Figure 7 : Vitesses des courants en vive eau à l'entrée du Bassin (source : CASAGEC)	11
Figure 8 : Simulation des vitesses lors du flot(a) et du jusant (b) d'une marée de vive-eau (source : CASAGEC)	12
Figure 9 : Caractéristiques de la houle au large du Bassin (source : CANDHIS)	13
Figure 10 : Résultats de la modélisation de l'agitation (source : CASAGEC).....	13
Figure 11: Agitation générée par un vent d'Ouest de a) 20 m/s à pleine mer et b) pleine mer + 3h. (source : CASAGEC)	14
Figure 12 : Protection environnementale	16
Figure 13 : Protection du paysage.....	17
Figure 14 : Extrait du plan du PLU	17
Figure 15 : Zone du SCOT de 2013 (néanmoins annulé)	18
Figure 16: Propriétaires fonciers.....	19
Figure 17 : Photos aériennes de 1954 et 1968 (source : Remonter le temps)	21
Figure 18 : Photos aériennes de 1973, 1984 et 1993 (source : Remonter le temps)	21
Figure 19: Travaux de protection du musoir réalisés en 1995 (d'après SOGREAH 2011)	22
Figure 20: Photos aériennes entre 1995 et 2000	23
Figure 21: Synthèse des aménagements réalisés en 2002	23
Figure 22: Opération test de réensablement en février 2020 sur le site (source : SIBA)	24
Figure 23: Partie Nord de la protection en enrochements	24
Figure 24: Partie Sud de la protection.....	25
Figure 25: Synthèse de l'état visuel de la protection.....	25
Figure 26 : projection de l'évolution des passes (source ARTELIA)	28
Figure 27: Mouvements sédimentaires sur le site.....	29

CONTEXTE

Le littoral de la « Corniche » situé en limite de la zone urbanisée et de la dune du Pilat est sujet à de fortes érosions qui ont entraîné la réalisation d'un ouvrage de protection en enrochements en 1995. Les renforcements opérés en 1995 puis en 2002 avec la mise en place d'une structure en géotextiles n'avaient pas donné satisfaction à cette époque. L'ouvrage a continué de montrer des signes de fragilisation et la plage au droit des enjeux a continué de reculer.

Face à ces désordres, la commune de La Teste-de-Buch a mandaté en 2007 et en 2011 ARTELIA pour réaliser un diagnostic visuel de l'état de l'ouvrage et proposer des solutions permettant de stabiliser la zone. Des solutions d'allongement/prolongement de la protection en enrochements avaient été proposées.

Ensuite, en 2014, la mairie de La Teste-de-Buch a missionné ARTELIA pour définir l'évolution hydrosédimentaire des passes du Bassin d'Arcachon et établir les bases de la stratégie de gestion de la bande côtière (SLGBC). Cette dernière a été réalisée et finalisée par CASAGEC en 2018.

A l'issue de cette SLGBC, la philosophie des scénarios suivants a été retenue :

« La philosophie des scénarios S3A et S3B

- S3A : le « maintien de l'ouvrage et rechargement » (remise en état de l'ouvrage et réensablements),
- S3B : le « maintien de l'ouvrage et consolidation de l'encoche » (remise en état de l'ouvrage et installation d'un géotube),

a été retenue lors de la validation de la stratégie locale en 2018 : lutte active par reprise de l'ouvrage en enrochements avec une reconfiguration si nécessaire dans son emprise actuelle, mise en œuvre de rechargements réguliers, et étude complémentaire de faisabilité pour la décision de consolidation de l'encoche dunaire par un ouvrage géotextile. »

C'est dans ce contexte que le SIBA a confié, en juin 2021, une mission à ARTELIA pour analyser les solutions de protections du secteur de la Corniche.

La mission comporte trois phases :

- Phase 1 : Etat des lieux ;
- Phase 2 : Propositions techniques ;
- Phase 3 : Etude de faisabilité/avant-projet de la solution technique retenue.

Le présent document correspond au rapport de la phase 1.



A. CONDITIONS NATURELLES DU SITE

1. SITUATION

Le site d'étude est au pied de la Dune du Pilat, sur la commune de La Teste-de-Buch (département de la Gironde). Il marque la limite entre :

- Au Nord : la zone urbanisée, caractérisée par une protection type perré à son extrémité Sud ;
- Au Sud : une zone naturelle avec la présence de la Dune du Pilat.

Le site est donc situé en sortie de Bassin.

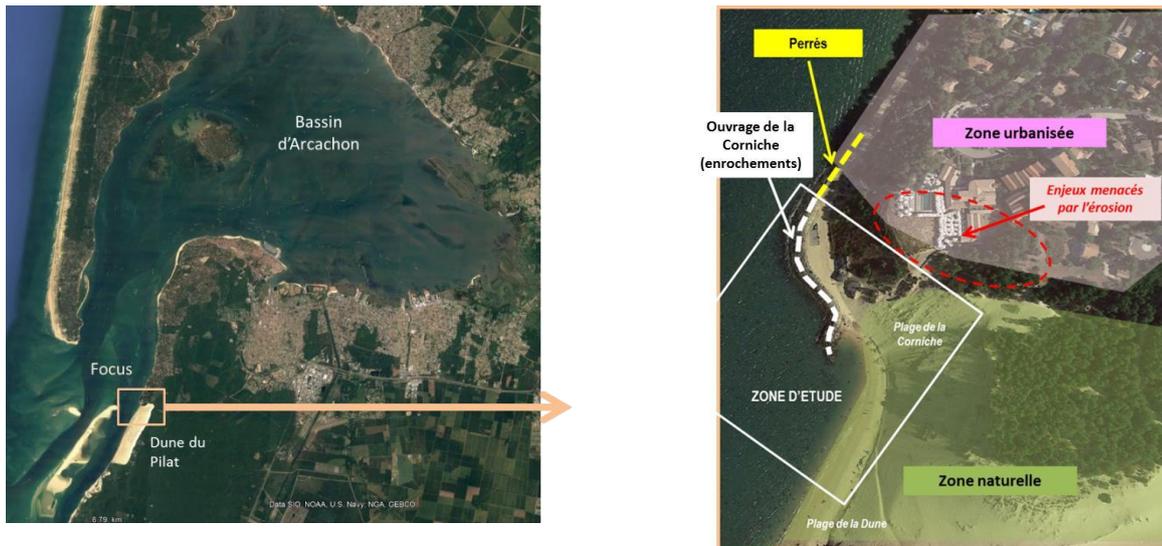


Figure 1 : Localisation du périmètre d'étude (source : d'après données geoportail)

2. NIVEAU DE REFERENCE

Les données sources planimétriques sont rapportées en Lambert 93 – CC46 et sont exprimées en mètres (m).

Les données sources altimétriques sont rapportées au zéro hydrographique CM (Cote Marine) référencé au Pilat-Plage et sont exprimées en mètres (m). Ce zéro hydrographique (CM) est situé à -1.98 m en dessous du zéro IGN69 référencé au Cap Ferret.

3. TOPO-BATHYMETRIE

De nombreuses données topo-bathymétriques sont présentes sur le site d'étude. Elles sont issues :

- Des suivis très réguliers de la zone réalisés par le SIBA : ils couvrent essentiellement la plage/estran (l'ouvrage de la Corniche n'est cependant pas systématiquement levé et seul le pied de la Dune est levé) ;
- Des levés LIDAR par l'Observatoire de la Côte Nouvelle Aquitaine (OCNA) avec une fréquence de 1 à 2 ans réalisés sur l'ensemble de la côte aquitaine, incluant l'ouvrage de protection (non pris en compte dans le dernier levé du SIBA) et la dune du Pilat.

Note – Phase 1 : Etat des lieux - *version n°4*

CONFORTEMENT DE L'ENCOCHE DUNAIRE DE LA CORNICHE (LA TESTE-DE-BUCH) – RECHERCHE D'UNE SOLUTION TECHNIQUE OPTIMISEE

Les figures ci-dessous représentent les données du levé SIBA de 2021 et de l'OCA.

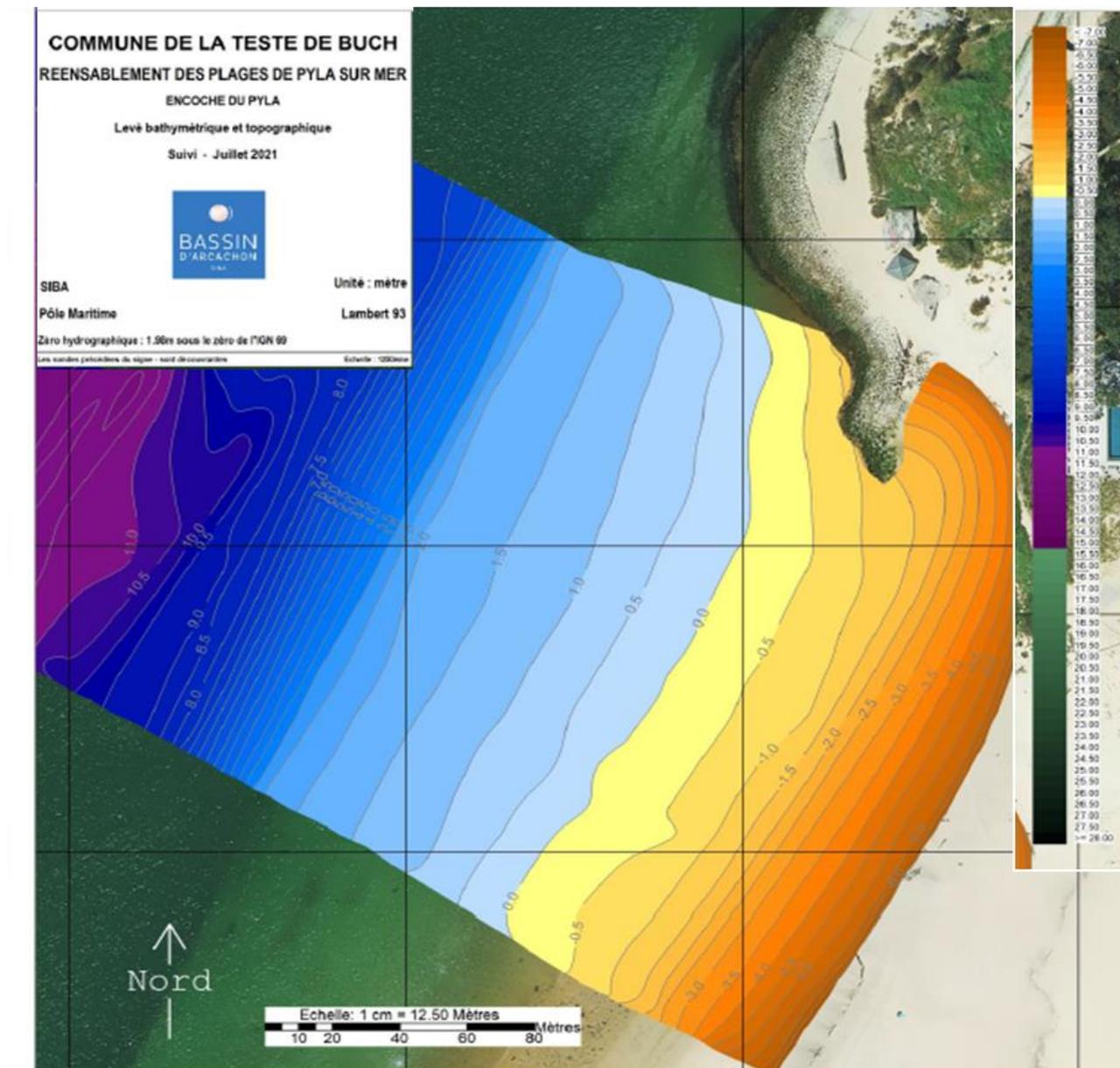


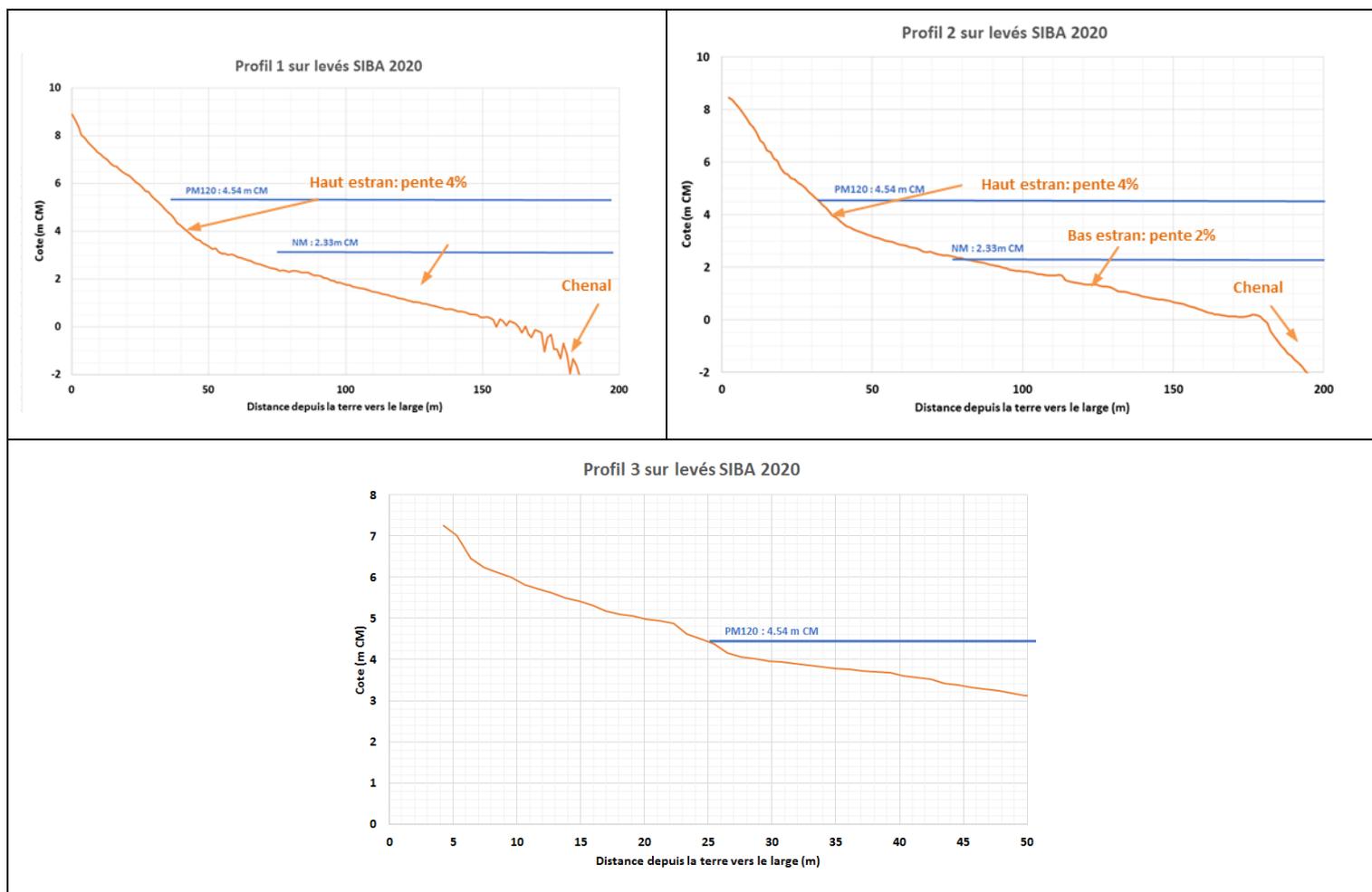
Figure 2 : Vue en plan de la topo-bathymétrie du site (source : SIBA)



Légende :

- Profils 1, 2 et 3 : source : SIBA
- Profil 4, 5 et 6 : source OCA (permet d'avoir les cotes de l'ouvrage de protection)

Figure 3 : Localisation des profils



PM120 : Plein mer de coefficient 120
 NM : Niveau Moyen

Figure 4 : Profils 1 à 3 (source : SIBA)

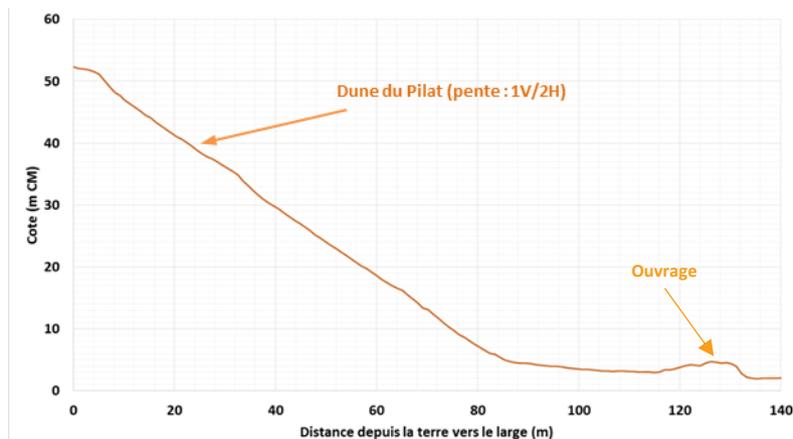


Figure 5 : Profil 4 (source : OCA 2000)

Les principales caractéristiques de la topo-bathymétrie du site sont les suivantes :

- Bathymétrie au droit du site : chenal à moins de 100 m de l'ouvrage ;
- Plage devant la Dune du Pilat :
 - Cote de la plage autour de 1 à 4 m CM ;
 - Pente bas estran : 2% ;
 - Pente haut estran : 4%.
- Dune : pente autour de 1V/2H.

4. VENTS

Les vents sont un facteur important dans les caractéristiques du milieu, puisqu'ils sont générateurs de vagues, courants, fluctuations du niveau d'eau et de transport éolien.

L'analyse des données de vents disponibles au niveau de la station météorologique Météo France du Cap-Ferret permet de caractériser les climats de vents caractéristiques du Bassin :

- 73% des vents ont des vitesses inférieures à 10m/s et 25% entre 10 et 20 m/s ;
- Les vents proviennent préférentiellement des secteurs Ouest à Nord-Nord-Ouest (54% des vents annuels).

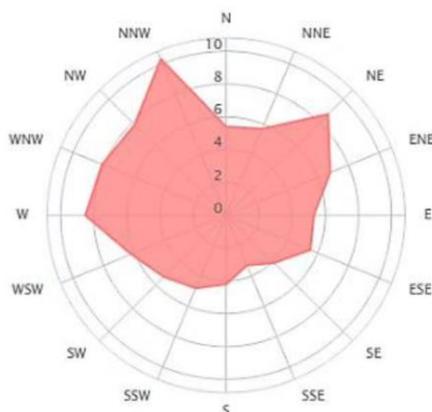


Figure 6 : Distribution de la direction des vents (%) à la station Cap-Ferret (source : CASAGEC)

Note – Phase 1 : Etat des lieux - *version n°4*

CONFORTEMENT DE L'ENCOCHE DUNAIRE DE LA CORNICHE (LA TESTE-DE-BUCH) – RECHERCHE D'UNE SOLUTION TECHNIQUE OPTIMISEE

5. SOLLICITATIONS HYDRAULIQUES

5.1. NIVEAUX D'EAU

5.1.1. Marée astronomique

La marée est de type semi-diurne, c'est-à-dire que deux pleines-mers et deux basses-mers se succèdent par jour. Les niveaux de marée à Pilat Plage sont rapportés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1: Niveaux d'eau caractéristiques de marée à Pilat Plage (source : SHOM-RAM, 2020)

Niveau caractéristique	Valeur (m CM)
Plus Haute Mer Astronomique (PHMA)	4.54
Pleine Mer de Vive-Eau moyenne (PMVE)	4.05
Pleine Mer de Morte-Eau moyenne (PMME)	3.20
Basse Mer de Morte-Eau moyenne (BMME)	1.30
Basse Mer de Vive-Eau moyenne (BMVE)	0.45
Plus Basse Mer Astronomique (PBMA)	-0.09

Niveau moyen : +2.33 m CM.

Nota : ces niveaux n'intègrent pas le set-up.

Ces renseignements sont donnés à titre indicatif, les niveaux d'eaux étant influencées par les conditions atmosphériques (vent et pression, voir ci-après).

5.1.2. Surcotes et niveaux d'eau exceptionnels

Une surcote, s'ajoutant au niveau de marée statique, peut être générée par les conditions atmosphériques, le vent et la houle. La combinaison de ces facteurs peut générer des niveaux dits « exceptionnels », dont la période de retour statistique peut être estimée. Les estimations réalisées par le SHOM et le CETMEF (2012) sur la zone d'étude sont les suivantes :

Tableau 2 - Niveaux extrêmes sur la zone d'étude (source CETMEF 2012)

Période de retour	Valeur (m CM)	Valeur (m IGN69)
100 ans (pleine mer)	5.1 m	3.1
10 ans (pleine mer)	4.9 m	2.9

5.2. COURANTS DE MAREE

5.2.1. Contexte général

Le remplissage et la vidange du bassin par la marée induisent des courants de flot et de jusant dans l'ensemble du Bassin, également observés au droit du Pyla.

Les courants de marée empruntent des voies préférentielles différentes au niveau des passes, selon qu'il s'agit du flot ou du jusant. Giratoires dans le domaine océanique, ils deviennent alternatifs dans l'axe des chenaux. Ils sont les artisans du modelage des fonds, du creusement des chenaux et de leur évolution.

D'une façon générale, le flot emprunte préférentiellement le chenal Sud (chenal du Pyla), alors que le jusant s'écoule surtout par le chenal Nord (chenal du Ferret), tout en empruntant dans une moindre mesure le chenal du Pyla.

Des mesures réalisées par le LCHF (Laboratoire Hydraulique de France) en 1968 indiquent qu'au niveau du Pilat-Plage, le jusant est plus intense que le flot de 30% environ en moyenne et ne dure que 80% du temps du flot. Ensuite, celles réalisées en 1991 et 1992 mettent en évidence un phénomène inverse : un flot plus intense que le jusant. Au flot, les vitesses peuvent atteindre 1,4 m/s, contre 1,1 m/s pour le jusant (coefficient 100-102).

Plus récemment, dans le cadre de l'élaboration de la SLGBC de la Commune de La Teste-de-Buch, une modélisation hydraulique a été réalisée par CASAGEC, dont les principales conclusions sont rappelées ci-après :

- Les intensités des courants modélisées sont plus faibles que les mesures in situ de 1968 et 1991-1992 ;
- Les courants les plus forts sont observés au niveau de la Passe Nord ;
- En vive-eau, les maxima de courants s'observent à PM+4 avec des vitesses de l'ordre de 2m/s ;
- En morte-eau, les maxima de courants s'observent à PM+4 avec des vitesses de l'ordre de 1m/s ;
- Une asymétrie flot / jusant est observée avec :
 - Des courants de jusant plus forts au niveau de la passe nord que les courants de flot.
 - Des courants de jusant au niveau du secteur des « Perrés » plus forts que les courants de flot.

Les courants, pour une marée de vive-eau pendant le jusant et pendant le flot, sont représentés sur la figure ci-dessous :

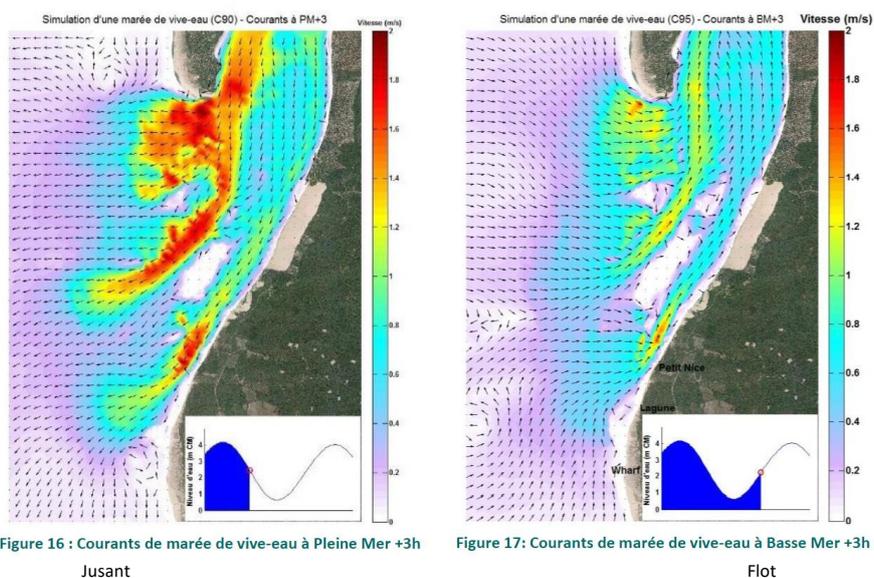


Figure 7 : Vitesses des courants en vive eau à l'entrée du Bassin (source : CASAGEC)

Note – Phase 1 : Etat des lieux - *version n°4*

CONFORTEMENT DE L'ENCOCHE DUNAIRE DE LA CORNICHE (LA TESTE-DE-BUCH) – RECHERCHE D'UNE SOLUTION TECHNIQUE OPTIMISEE

5.2.2. Courant au droit du site

La modélisation au droit du site réalisée dans le cadre de la SLGBC montre les points suivants :

- Une asymétrie flot / jusant dans le chenal avec des vitesses plus fortes au flot et une accélération au droit du musoir ;
- Un phénomène de recirculation au jusant et un entrainement des sédiments du talus vers le chenal.

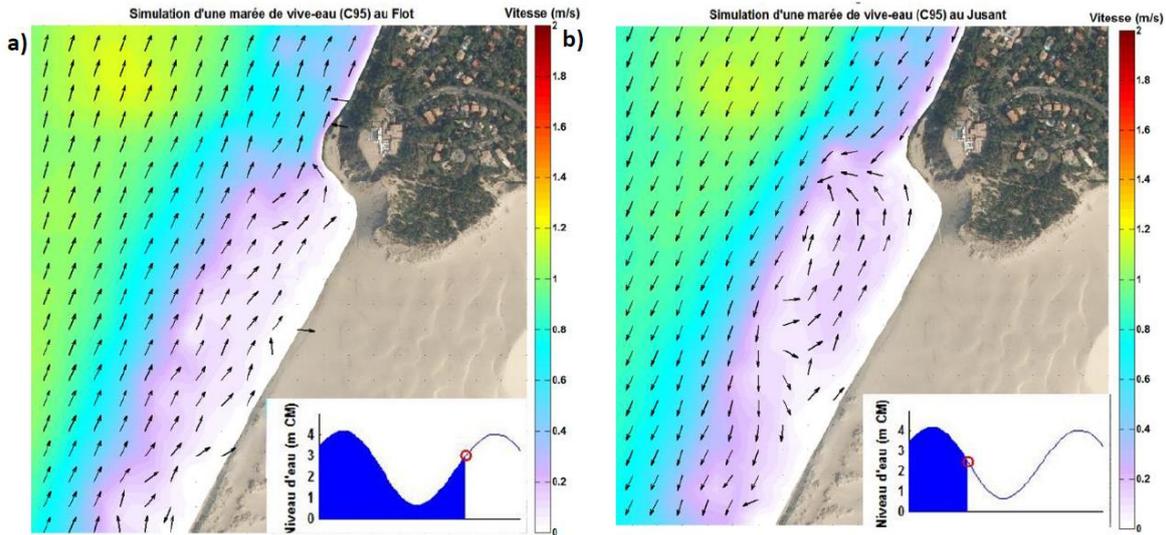


Figure 8 : Simulation des vitesses lors du flot(a) et du jusant (b) d'une marée de vive-eau (source : CASAGEC)

5.3. AGITATION

Dans les passes du Bassin d'Arcachon, plusieurs types d'agitation sont à prendre en compte :

- Les houles d'origine océanique, générées très loin dans l'Océan Atlantique : elles peuvent atteindre la zone à l'étude avec des caractéristiques très modifiées par le franchissement des passes ;
- Les mers de vent qui se développent sous l'action directe des vents agissant sur une zone d'extension limitée.

5.3.1. Houle

Les houles au large sont décrites à partir de mesures réalisées par la bouée CANDHIS 03302. gérée par le CETMEF (<http://candhis.cetmef.developpement-durable.gouv.fr/>). Cette bouée a enregistré les houles au large du Cap-Ferret entre 2001 et 2019. Il ressort de la lecture des histogrammes de synthèses fournis par Candhis que, sur toute l'année :

- Les houles sont majoritairement orientées d'Ouest-Nord-Ouest ;
- Pendant 30% du temps, la hauteur reste inférieure à 1m ;
- Pendant 70% du temps, la hauteur reste inférieure à 2m.

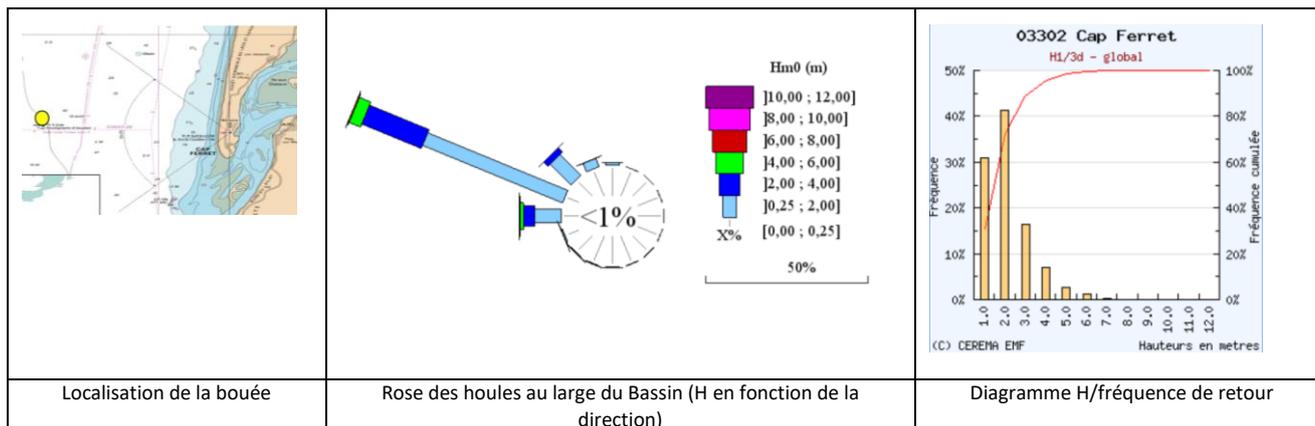


Figure 9 : Caractéristiques de la houle au large du Bassin (source : CANDHIS)

Dans le cadre de la SLGBC de la commune de La Teste-de-Buch, CASAGEC a réalisé une modélisation de transfert de la houle à la côte. Les résultats présentés concernent uniquement une houle au large de 2m (soit une houle qualifiée de « usuelle »), largement inférieure à une houle de période de retour 1 an (7-8m).

La figure ci-dessous représente les résultats de cette modélisation :

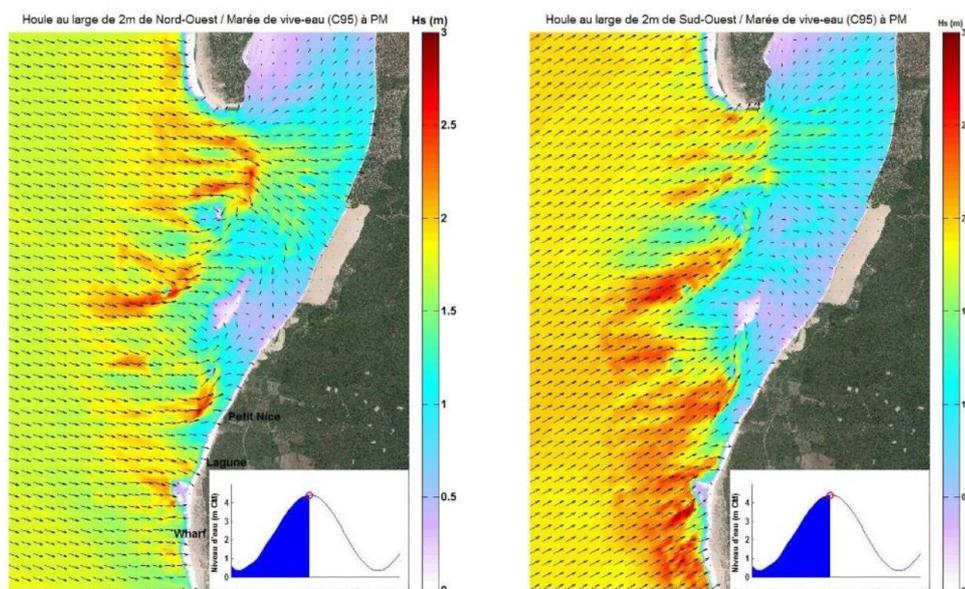


Figure 19: Houle de Nord-Ouest (Hs 2m) sur la figure de gauche et houle de Sud-Ouest (Hs 2m) pour la figure de droite.

Figure 10 : Résultats de la modélisation de l'agitation (source : CASAGEC)

Il ressort que la hauteur de houle peut atteindre 1-1.5 m pour une houle usuelle de 2m au large.

Cependant, même pour des houles de période de retour plus importante, la hauteur des houles à la côte devrait restée limitée grâce aux faibles profondeurs au large du site

Ainsi, il peut être retenu, en première approche, que les houles au droit du site ne dépasseront que rarement 1.5 m, voir 2m en période de fortes tempêtes hivernales. Il conviendra d'affiner ces estimations par une analyse statistique plus poussée lors d'éventuelles études de conception suivant les ouvrages retenus.

5.3.2. Mer de vents

Dans le cadre de la SLGBC, CASAGEC a réalisé une modélisation des mers de vents. Il ressort les conclusions suivantes pour le secteur de la Corniche :

Note – Phase 1 : Etat des lieux - *version n°4*

CONFORTEMENT DE L'ENCOCHE DUNAIRE DE LA CORNICHE (LA TESTE-DE-BUCH) – RECHERCHE D'UNE SOLUTION TECHNIQUE OPTIMISEE

- Pour des vents d'Ouest moyens (10 m/s) : le clapot généré atteignant la côte est faible, entre 0,3 m et 0,6 m ;
- Pour les vents « forts » : il est observé l'agitation significative au niveau des différents secteurs dont les hauteurs peuvent atteindre entre 1.5 et 2 m.

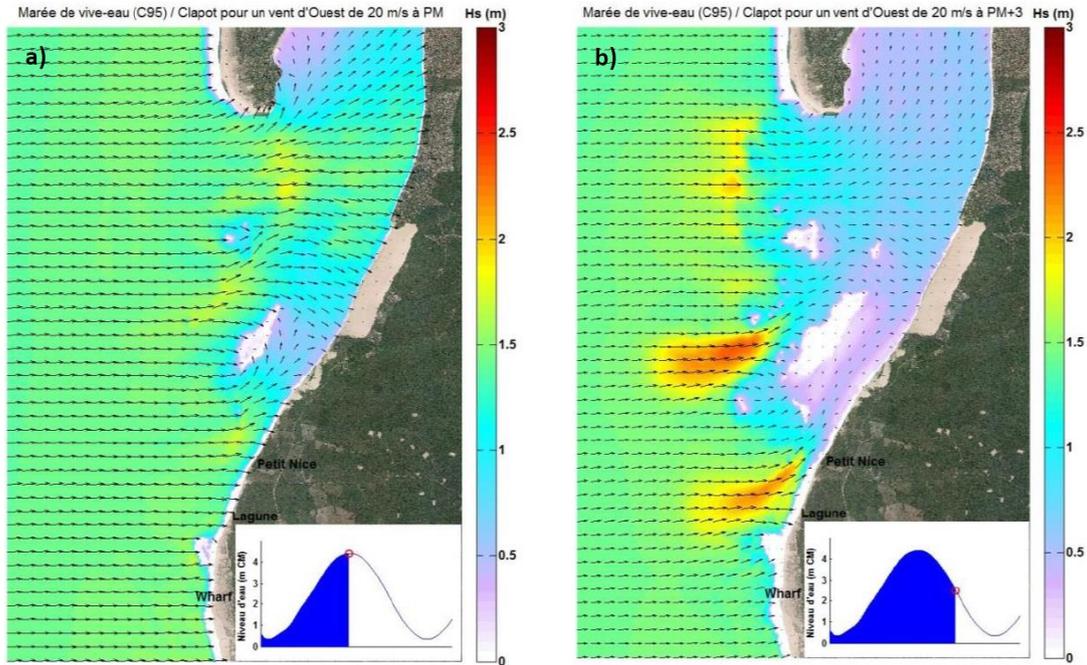


Figure 11: Agitation générée par un vent d'Ouest de a) 20 m/s à pleine mer et b) pleine mer + 3h. (source : CASAGEC)

5.3.3. Bilan

Les hauteurs d'agitation au niveau du site du projet, au regard des observations et commentaires effectués précédemment, doivent pouvoir atteindre des hauteurs significatives de l'ordre de 1,50m pendant quelques heures successives, lorsque le niveau de la mer est suffisamment important, voire 2m lors d'importants coups de mer en hivers.

Au regard de ces éléments, il est probable que la période de houle se situe entre 4 et 8 s.



B. SENSIBILITE ENVIRONNEMENTALE ET URBANISTIQUE DU SITE

1. CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES

Le site de projet se trouve à proximité ou dans l’emprise de plusieurs zones de protection (cf. figure ci-après) :

- Natura 2000 :
 - Directive Habitats : FR7200679 (Bassin d'Arcachon et Cap Ferret)
 - Directive Oiseaux : FR7212018 (Bassin d'Arcachon et banc d'Arguin)
- ZNIEFF de type II : 720001949 (Bassin d’Arcachon)
- Réserve Naturelle Nationale : FR3600005 (Réserve Naturelle Du Banc D'Arguin)
- Parc Naturel Marin : Bassin d'Arcachon



Figure 12 : Protection environnementale

- Terrains appartenant au Conservatoire du Littoral (cf. détails paragraphe 3) ;
- Site inscrit : Forêt usagère (littoral et extension) ;
- Site classé : Dune du Pilat et de la forêt usagère.

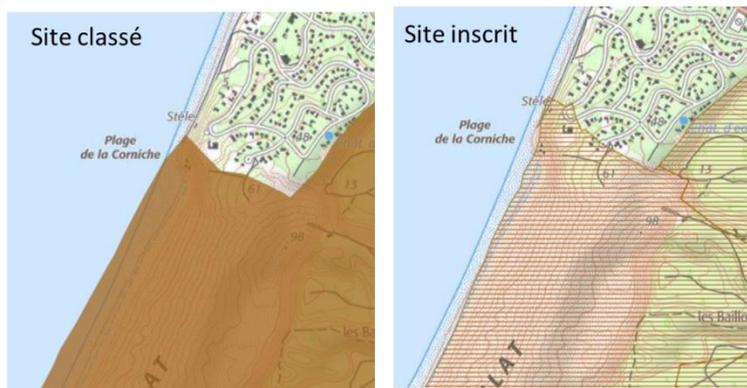


Figure 13 : Protection du paysage

La dune du Pilat a été classée en 1978 au titre de la loi du 2 mars 1930 (site classé) et a fait l'objet d'une des toutes premières Opérations Grands Sites (OGS) dans les années 1980. Le classement offre une protection renforcée en comparaison de l'inscription, en interdisant, sauf autorisation spéciale, la réalisation de tous travaux tendant à modifier l'aspect du site.

Ces protections ne constituent pas des contraintes rédhibitoires pour la mise en place des protections ; il s'agit essentiellement pour le maître d'ouvrage de justifier soigneusement l'utilité de son projet, les solutions alternatives envisagées à court-moyen-long terme (dont la relocalisation), et la manière selon laquelle la séquence éviter-réduire-compenser a été pris en compte. Ces éléments ont dû être intégrés dans la réflexion et le choix des solutions de gestion effectués lors de la SLGBC.

2. CONTRAINTES D'AMENAGEMENTS ET D'URBANISME

Le territoire de la commune de La Teste-de-Buch est soumis à des contraintes d'urbanisme qui limitent les possibilités d'évolution de la zone d'étude dont les principales sont édifiées par le Plan Local d'Urbanisme (PLU). Aussi, la zone est classée NR : il s'agit d'une zone naturelle de protection des espaces remarquables au titre de l'article L.146-6 du code de l'urbanisme (devenu L.121-23 et suivants).

Devant les ouvrages, le site est classé NM, soit une zone naturelle de protection des espaces maritimes et insulaires du Bassin d'Arcachon.



Figure 14 : Extrait du plan du PLU

Nota : Le SCOT a été approuvé en 2013 mais annulé : en effet, par jugement du 18 juin 2015, le Tribunal Administratif de Bordeaux a annulé les 2 délibérations de juin et décembre 2013 approuvant le SCOT.

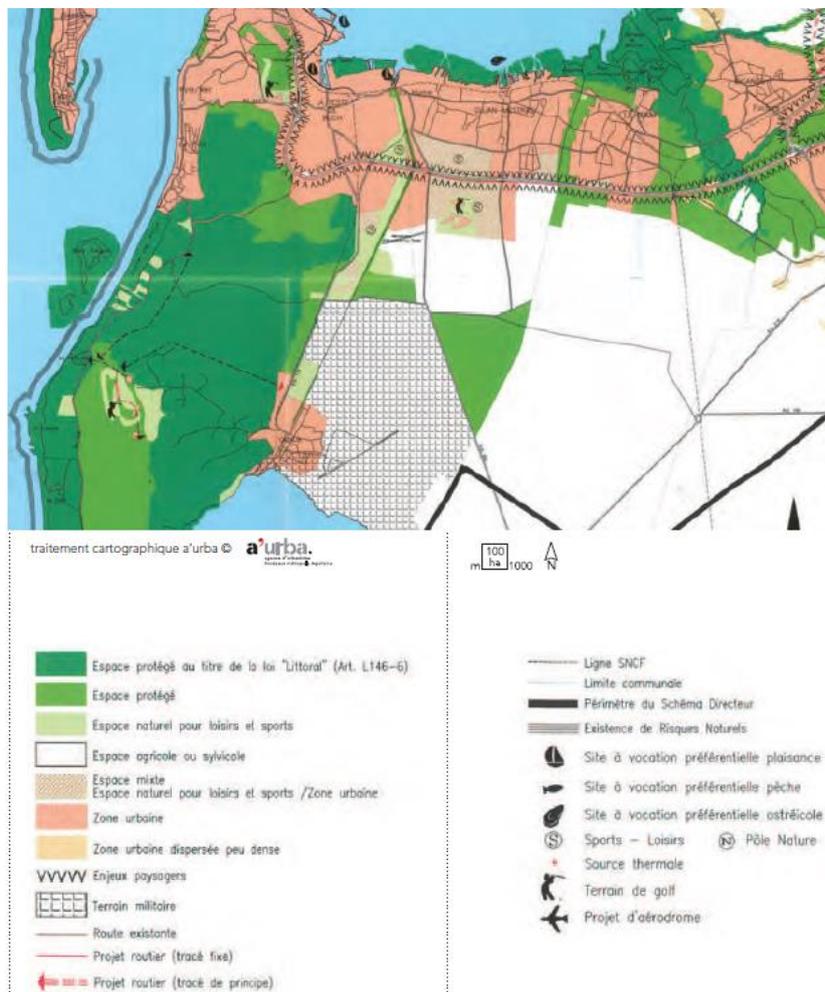


Figure 15 : Zone du SCOT de 2013 (néanmoins annulé)

Le SCOT prévoyait une protection de la zone d'étude au titre de la loi « Littoral ».

3. CONTRAINTES FONCIERES

La figure ci-après précise les différents propriétaires fonciers.



LEGENDE

- Propriétaire / Gestionnaire
- CE 17 : Conservatoire du Littoral
- CE 18 : Conservatoire du Littoral
- CE 83 : Conservatoire du Littoral
- CE 194 : Etat / Conservatoire du Littoral
- CE 195 : Conservatoire du Littoral
- CE 198 : Conservatoire du Littoral
- CE 199 : Pilat Plage
- CD 176 : Sophie Waikiki
- CD 251 : Soc. Bar et Hôtel Corniche Pilat Plage
- CD 258 : Soc. Hôtelière et immobilière de Pilat
- CD 329 : Soc. Hôtelière et immobilière de Pilat
- CD 384 : Soc. Bar et Hôtel Corniche Pilat Plage
- CD 413 : Pilat Plage
- CD 479 : Soc. Bar et Hôtel Corniche Pilat Plage

Figure 16: Propriétaires fonciers en avril 2022 (source : SIBA)

La zone de projet se situe à l'interface entre le Domaine Public Maritime (DPM), une parcelle privée appartenant à l'Immobilière de Pilat-Plage (groupe GAUME), et le Conservatoire du Littoral.

Les enjeux directement exposés à l'érosion appartiennent à la SCI Corniche.

4. CONTRAINTES D'USAGES

La zone est très touristique. La Dune du Pilat est le premier site touristique d'Aquitaine, avec une fréquentation annuelle de plus d'1,9 millions de visiteurs.

Ainsi, la plage au droit du Musoir est très fréquentée par les touristes.



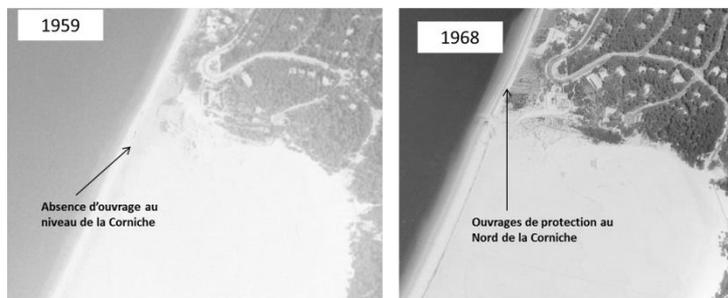
C. DESCRIPTION DES OUVRAGES EXISTANTS

1. HISTORIQUE DES AMENAGEMENTS DE PROTECTION

L'analyse des photos aériennes couplées aux données bibliographiques recueillies montrent que la protection du site s'est déroulée en plusieurs étapes :

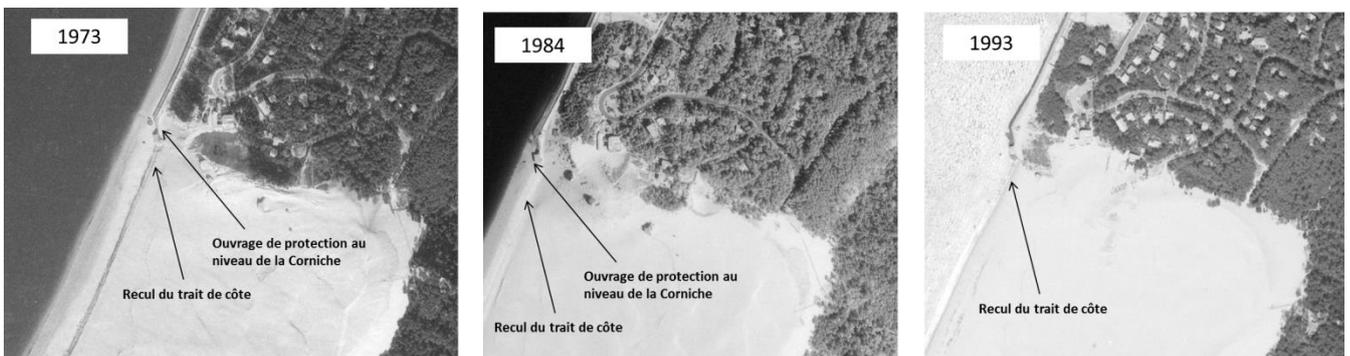
■ Avant la fin des années 60 :

- Secteur de la Corniche : Absence d'ouvrage au niveau de la Corniche ;
- Secteur au Nord de la Corniche : création de perrés jusqu'au musoir (non compris) ;
- Evolution hydrosédimentaire : alignement du trait de côte entre le secteur urbain et la dune du Pilat.



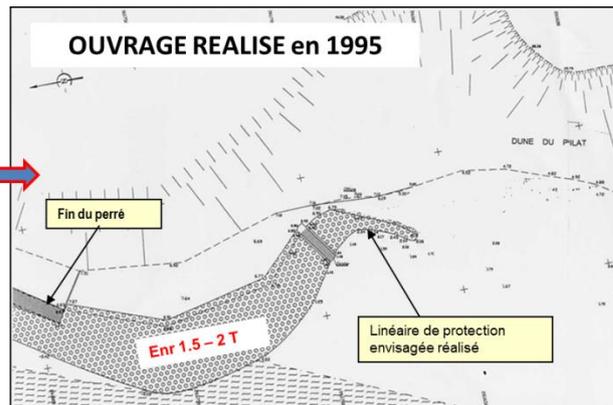
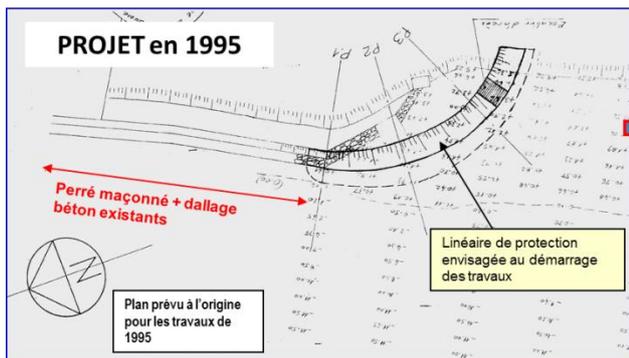
■ Fin des années 60 – Début des années 70 :

- Ouvrage de la Corniche : prolongement des ouvrages du Nord au droit de la Corniche (talus en enrochements) ;
- Evolution hydrosédimentaire : début de l'observation du recul du trait de côte au Sud de la Corniche ;

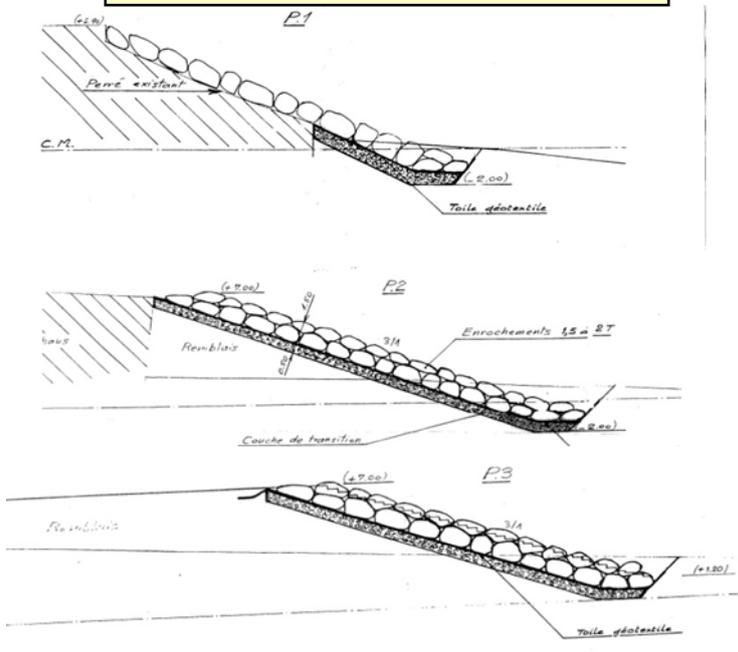


■ 1995 : Construction d'un ouvrage en enrochements au niveau de la Corniche

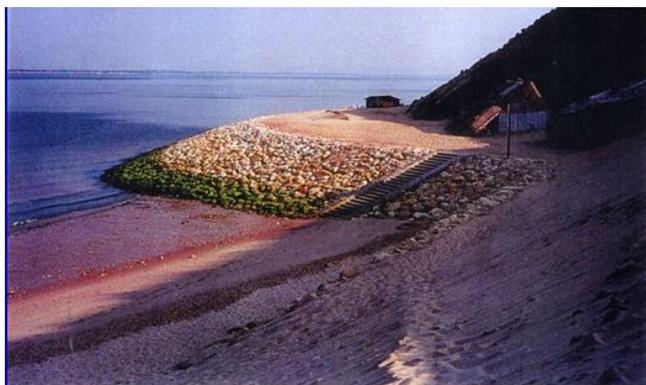
- Ouvrages de la Corniche : prolongement du musoir au niveau de la Corniche ;
- Evolution hydrosédimentaire : Maintien de la tendance érosive au droit de la Corniche ;



Protection en enrochements : 1,5 – 2 T
 Pente 3/1
 Arase supérieure : autour de +7 m CM
 Pied d'ouvrage : entre -2 et +1 m CM



Avant les travaux de 1995



Après les travaux de 1995

Figure 19: Travaux de protection du musoir réalisés en 1995 (d'après SOGREAH 2011)



Figure 20: Photos aériennes entre 1995 et 2000

■ **2002 : Confortement et prolongement de l'ouvrage existant**

- Ouvrages de la Corniche : pour limiter le recul du trait de côte constaté au sud du musoir de la corniche, la protection en enrochements a été prolongée et des géotubes ont été mis en place (cf. figure ci-après). Le pied de l'ouvrage géotextile était autour de +3m CM et d'un diamètre de 0.8m environ (soit une arase de 3.8m CM). La protection en géotextile s'est rapidement dégradée et n'est pas apparue efficace. Le recul s'est maintenu :
 - Les géotubes se sont percés par endroits (protection anti UV, enrochements, dégradations des personnes?).
 - Ces géotubes n'ont pas permis de protéger le pied de la dune car les vagues passent par-dessus cette protection lors des tempêtes.
- L'étude de 2011 concluait à des dégâts importants :
 - Affaissements de la carapace.
 - Murs et escaliers endommagés.
 - Problème dû au manque de couches filtres et à la concentration des houles à cet endroit précis.
 - La protection en enrochements ayant été posée directement sur la dune de sable (sans cavalier en tout-venant, il y a eu percolation du sable à travers la protection et effondrement de celle-ci).
- Evolution hydrosédimentaire : Maintien de la tendance érosive au droit de la Corniche ;

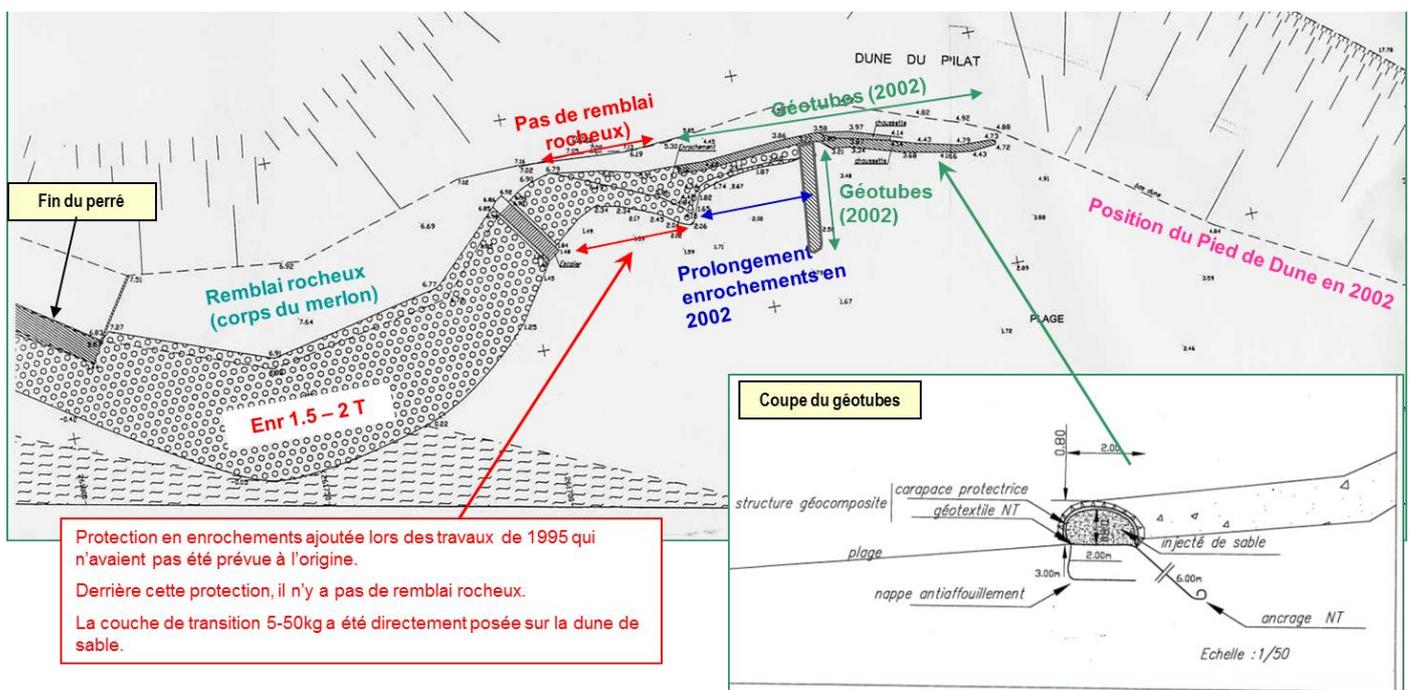


Figure 21: Synthèse des aménagements réalisés en 2002

Note – Phase 1 : Etat des lieux - *version n°4*

CONFORTEMENT DE L'ENCOCHE DUNAIRE DE LA CORNICHE (LA TESTE-DE-BUCH) – RECHERCHE D'UNE SOLUTION TECHNIQUE OPTIMISEE

■ **Après 2013-2014 : quelques travaux ponctuels de confortement et test**

- Ouvrages de la Corniche : travaux de réfection avec reprise d'encrochements, de la rampe d'accès et de remblais à l'arrière ;
- Evolution hydrosédimentaire : Maintien de la tendance érosive au droit de la Corniche.
- Test de rechargement hydraulique (volume d'environ 870 m³) en 2020. L'objectif était de vérifier la faisabilité technique d'une telle opération.



Figure 22: Opération test de réensablement en février 2020 sur le site (source : SIBA)

2. ETAT ACTUEL DES OUVRAGES DE PROTECTION

La partie au Nord des escaliers ne semble pas s'être dégradée de manière importante depuis le diagnostic de 2011 : à plusieurs endroits, la carapace en enrochements est marquée par plusieurs ruptures de pentes, traduisant une très probable déstabilisation des enrochements dans le passé. Cependant, comme cela n'a pas semblé évoluer depuis 2011, il est probable que ces enrochements se soient maintenant stabilisés. Comme mentionné dans les plans de 1995, une partie de la carapace est constituée d'une mono couche reposant sur un géotextile.



Figure 23: Partie Nord de la protection en enrochements

La partie au Sud de l'escalier est dans un état dégradé. L'ouvrage a été contourné par la houle. Il n'assure qu'un rôle partiel de protection (arase trop basse) et constitue un point de diffraction déstabilisant la plage au niveau de l'encoche.

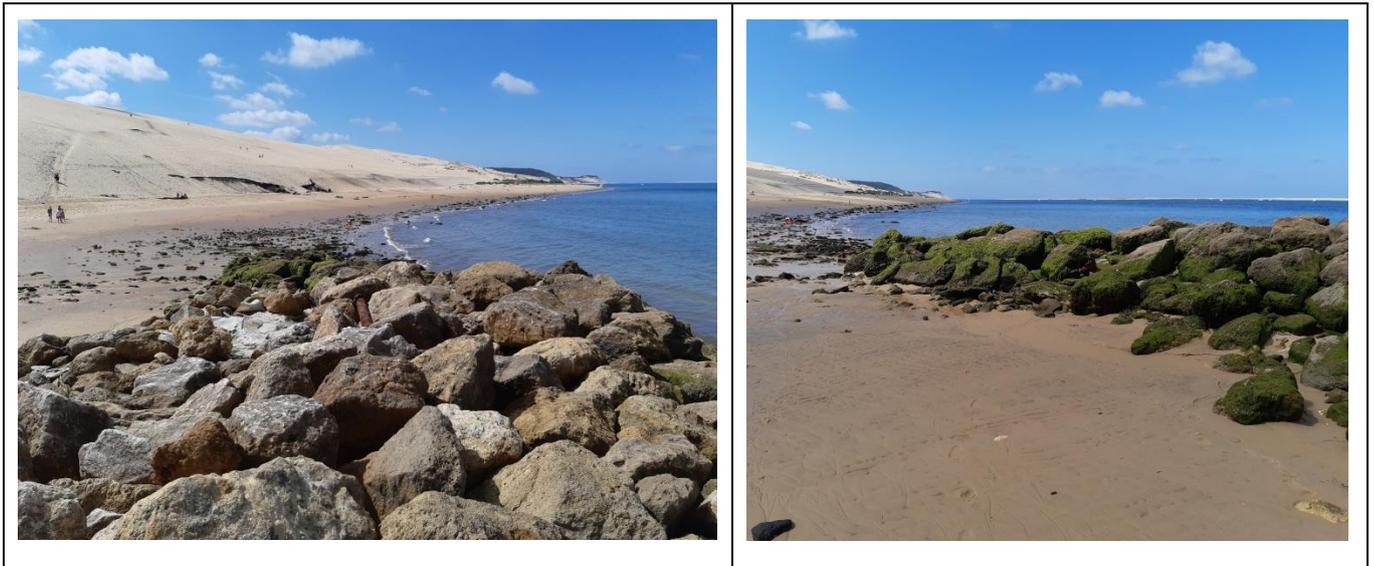


Figure 24: Partie Sud de la protection

La figure ci-dessous synthétise l'état de la protection.



Figure 25: Synthèse de l'état visuel de la protection



D. FONCTIONNEMENT HYDROSEDIMENTAIRE DU SITE

1. CONTEXTE GENERAL D'EVOLUTION HYDROSEDIMENTAIRE DES PASSES DU BASSIN D'ARCACHON

L'évolution long-terme de la zone d'étude s'inscrit dans la dynamique des passes du bassin d'Arcachon. Celle-ci est étudiée dans le rapport ARTELIA sur l'élaboration d'une SLGBC au niveau des passes du bassin d'Arcachon (2014 – en cours). Les éléments principaux de cette étude sont donc repris ci-après.

Tous les 70 à 80 ans (années 1830, 1900 et 1980), une nouvelle passe prend naissance au droit de la pointe du Cap-Ferret (passe Nord). Lors de sa création, la sortie du Bassin d'Arcachon n'est alors gouvernée que par une seule passe située plus au Sud par laquelle la majorité des échanges hydrauliques entre l'extérieur et l'intérieur du bassin se fait (exemple : 1958).

- Lors des premières années de la naissance de la nouvelle passe Nord (10 à 15 ans environ), le chenal du Ferret reste connecté à la passe Sud par le chenal traversier qui sépare le delta de jusant (banc sableux inter-passes actuellement appelé « banc d'Arguin ») du delta de flot (actuellement appelé « banc du Bernet ») (exemple : 1905).
- La migration de la nouvelle passe se fait progressivement vers le Sud avec des vitesses comprises entre 75 m/an pour la rive Nord et 90 m/an pour la rive Sud ce qui provoque un élargissement de la passe au cours du temps et une érosion du banc sableux central inter-passes. Dans le même temps, la passe Sud perd de son rôle hydraulique dominant et voit progressivement son débouché se rétrécir, opérer une rotation anti-horaire et se rapprocher de la côte (exemple : 1936). Cette phase voit le comblement et la disparition du chenal traversier (exemple : 1936).
- Environ 50 à 60 ans après la naissance de la nouvelle passe, cette dernière vient fusionner avec le chenal du Pyla (ou chenal de flot) pour devenir la passe unique (exemple 1958). L'extrémité de l'ancienne passe Sud, accolée au littoral, continue à se rétrécir et à progressivement se combler. Au cours de cette période, le littoral Sud de La Teste-de-Buch (secteur de la plage de la Lagune) bénéficie d'apports massifs de sables se raccrochant à la côte (exemple : formation du banc du Pineau 1959),
- Pendant environ les 30 années suivantes, la passe est alors dans sa phase de développement maximal : passe unique, large, drainant la majorité des flux entrants et sortants du Bassin d'Arcachon. Cette phase correspond récemment aux années 1950 au milieu des années 80. L'ancienne passe disparaît quant à elle entièrement.

Sur la base de cette analyse historique, l'étude ARTELIA a proposé une projection de l'évolution des passes synthétisées par les figures suivantes :

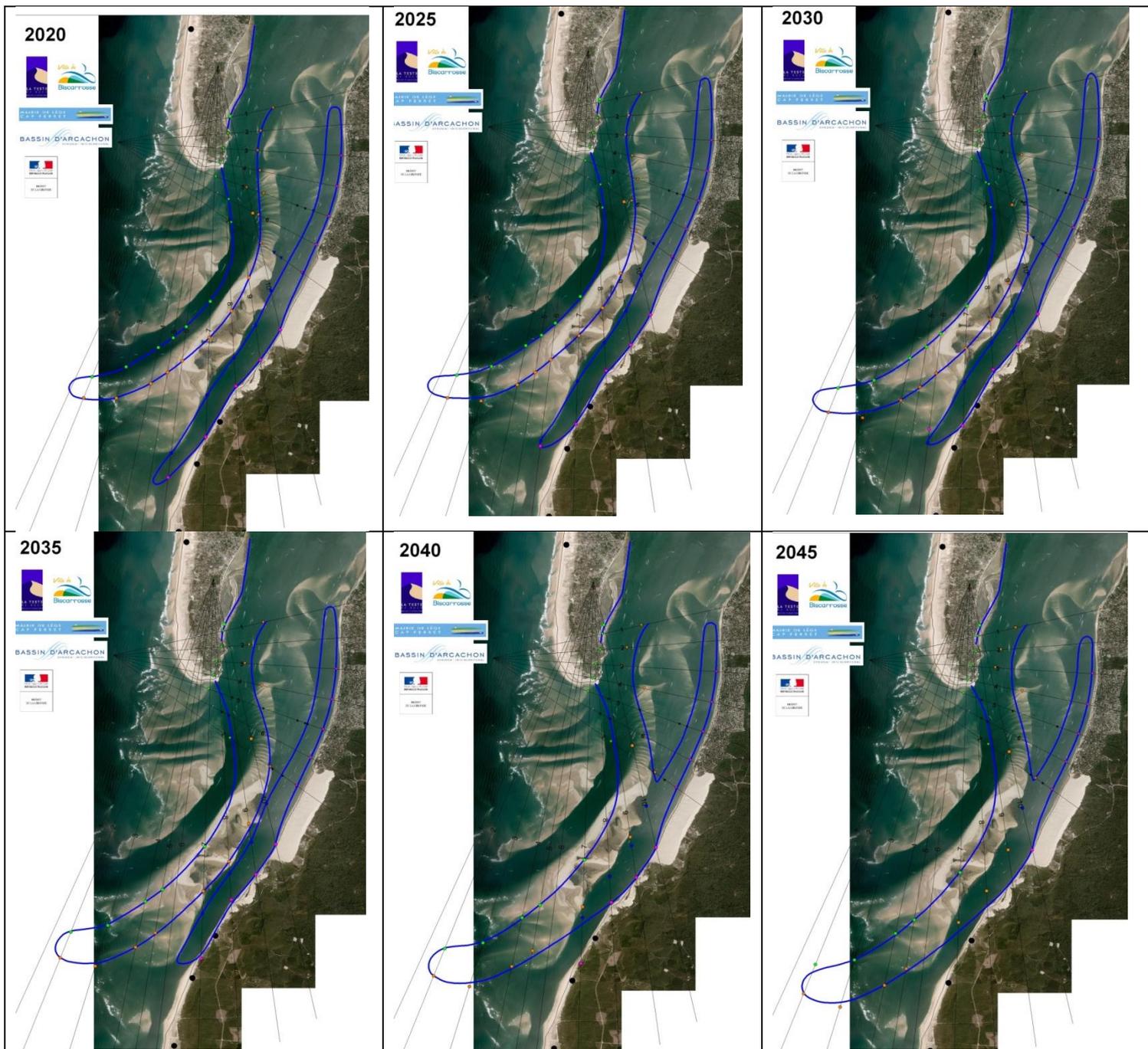


Figure 26 : projection de l'évolution des passes (source ARTELIA)

Concernant spécifiquement le site du Musoir, les points suivants sont à retenir pour l'évolution future du trait de côte :

- L'éloignement progressif de la côte de la rive Est du chenal du Pyla qui ne semble, malgré tout, pas modérer l'érosion et le recul du pied de dune ;
- Le recul du pied de dune (secteur de la Corniche au Sud de la Dune du Pilat) depuis 1950 est régulier, compris du nord au sud entre -2 m/an et -1 m/an.
- Aucune cyclicité n'est observée dans les mécanismes d'évolution.

Note – Phase 1 : Etat des lieux - *version n°4*

CONFORTEMENT DE L'ENCOCHE DUNAIRE DE LA CORNICHE (LA TESTE-DE-BUCH) – RECHERCHE D'UNE SOLUTION TECHNIQUE OPTIMISEE

2. FONCTIONNEMENT HYDROSEDIMENTAIRE DU SITE DE LA CORNICHE

2.1. MOUVEMENT SEDIMENTAIRE AU NIVEAU DU SITE D'ETUDE

Les mouvements sédimentaires sur l'estran et le talus du littoral sont engendrés par la houle et les courants :

- Transit littoral sur l'estran par l'agitation (houle et mers de vents) : sur le littoral situé au Nord de la Corniche (Pyla-sur-Mer), il existe du fait de l'obliquité des houles (qui arrivent Sud-Ouest sur la zone) un transit littoral orienté Sud-Nord, estimé à 30 000 m³ par le LCHF en 1986. Si un transit littoral était bien établi au niveau de la Corniche, on observerait alors une accumulation sableuse contre l'ouvrage, ce qui n'est pas le cas. Le transit littoral ne semble donc pas assez important sur cette zone. Parmi les causes, on peut citer :
 - Les houles au droit de la Corniche sont peu diffractées et arrivent perpendiculairement au rivage, ce qui empêche la création d'un transit ;
 - La migration du chenal de flot vers l'Est rend l'estran étroit et la majorité des sables mis en suspension par les houles se perdent dans le talus du chenal où ils ne peuvent remonter en raison de la pente très forte.
- Transfert sous l'action des courants (transfert dans le profil) : sous l'action des courants (cf. paragraphe 5.2.2.), les sédiments sont entraînés vers le bas du talus par gravité, puis sont repris/dispersés par les courants du chenal du Pyla. En 2001 (SOGREAH), la perte annuelle dans le profil a été estimée à 10-20m³/ml.



Figure 27: Mouvements sédimentaires sur le site

2.2. EVOLUTION HYDROSEDIMENTAIRE DU SITE DE LA CORNICHE

Le site de la corniche est soumis, au même titre que le reste de la plage située au pied de la dune du Pilat, à une érosion importante :

- Erosion générale de la plage qui se caractérise par un recul du trait de côte de la partie Nord de la Dune du Pilat.

Le tableau ci-après synthétise les reculs retenus dans le cadre des différentes études :

Etude	Date	Recul retenu	Source de la donnée
SLGBC de la Commune de La Teste-de-Buch CASAGEC	2018	Partie Nord de la Dune du Pilat : -2 à -3.2 m /an	Trait de côte entre 1985 et 2014
Erosion au niveau des passes du bassin d’Arcachon - phase 2 – définition et cartographie du niveau d’aléas rapport R2 Commune de La Teste-de-Buch -ARTELIA	2015	Secteur Nord de la Dune du Pilat : Environ - 2 m /an	Observations du pied de dune du Pilat entre 1950 et 2014
Estimation de l’évolution du trait de côte aux horizons 2020-2040-2100 de la Dune du Pilat au Banc du Pineau et de Capbreton à l’embouchure de l’Adour » BRGM	2015	Dune du Pilat -5.5m/an	l’analyse historique des traits de côtes digitalisés entre 1966 et 2013
Actualisation du diagnostic de l’ouvrage de la corniche du Pyla - SOGREAH	2011	Secteur Corniche : -2.2 m/an à l’aval immédiat de l’ouvrage -1.5 m/an au niveau de l’encoche -2.2 m /an juste après l’encoche	Traits de côte 2000, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 et 2011
« Caractérisation de l’aléa érosion (2020-2040) de la Côte Aquitaine dans le cadre de l’étude stratégique de gestion du trait de côte » BRGM	2011	De la Corniche à la Dune des Gaillouneys : - 2m/an	Historique des traits de côtes digitalisés entre 1985 et 2009

- Erosion plus marquée au niveau de l’Encoche (derrière l’ouvrage) : en effet, lorsque la houle atteint la côte à la faveur de la marée (niveau d’eau suffisant pour passer les bancs de sable de la passe d’entrée du bassin d’Arcachon) ou d’une tempête, elle vient diffracter autour de l’ouvrage. Cette diffraction justifie l’érosion du littoral derrière même l’ouvrage, qui est mue par l’action des vagues qui atteignent la plage obliquement.

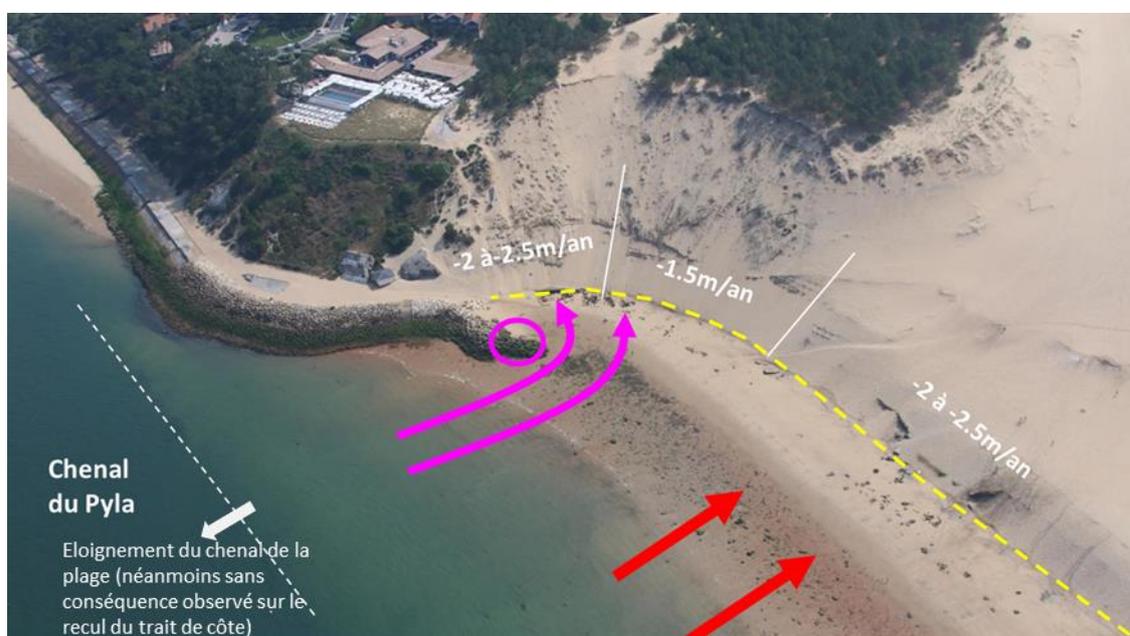


Figure : Synthèse du fonctionnement hydrosédimentaire du site

Il convient également de noter qu’en période d’évènements tempétueux, le recul (L_{max}) peut être important. Sur la base des échanges avec le BRGM, l’étude des Passes du Bassin d’Arcachon (repris ensuite dans le cadre de la SLGBC) a retenu un L_{max} = 10m pour le site.

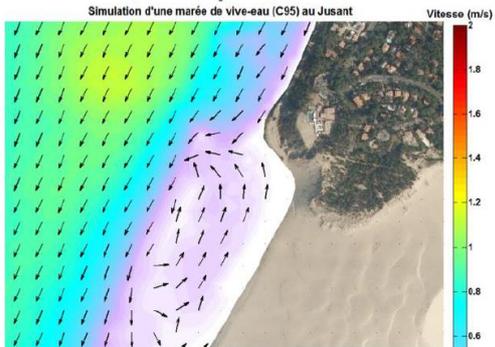
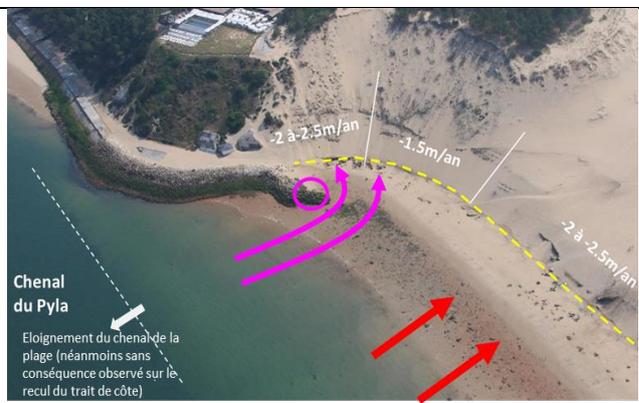
Note – Phase 1 : Etat des lieux - *version n°4*

CONFORTEMENT DE L’ENCOCHE DUNAIRE DE LA CORNICHE (LA TESTE-DE-BUCH) – RECHERCHE D’UNE SOLUTION TECHNIQUE OPTIMISEE



E. SYNTHÈSE

Le tableau ci-après synthétise les principaux éléments de cet état des lieux.

Topo-bathymétrie	Présence du chenal à moins de 100 m de la plage Niveau de la plage assez bas par rapport aux niveaux des eaux	
Niveau d'eau	Niveau caractéristique	
	Valeur (m CM)	
	Plus Haute Mer Astronomique (PHMA)	4.54
	Pleine Mer de Vive-Eau moyenne (PMVE)	4.05
	100 ans (pleine mer)	5.1 m
	10 ans (pleine mer)	4.9 m
	Ces niveaux d'eaux n'intègrent pas l'effet du déferlement des houles (set-up) qui peut provoquer une élévation de plusieurs dizaines de centimètres	
Agitation	Les houles peuvent atteindre 1,50m, voir 2m lors d'évènements tempétueux. La période de houle se situe entre 4 et 8 s. La zone de projet constitue une zone de concentration des houles du fait de l'orientation actuelle des bancs de sables.	
Courant	La concentration des houles sur le secteur est susceptible d'induire des courants de retour vers le chenal Zone également caractérisée par un phénomène de recirculation au jusant et un entrainement des sédiments du talus vers le chenal.	
Evolution hydrosédimentaire du site	L'évolution hydrosédimentaire du site est marquée par : <ul style="list-style-type: none"> ■ L'éloignement progressif de la côte de la rive Est du chenal du Pyla qui ne semble, malgré tout, pas modérer l'érosion et le recul du pied de dune, qui est compris entre -1.5 et -2,5 m/an. ■ Aucune cyclicité n'est observée dans les mécanismes d'évolution ; ■ Le recul peut atteindre 20 m (Lmax) lors d'évènements tempétueux. 	
Ouvrages	Ouvrage en enrochements réalisé en 1995 et conforté à plusieurs reprises. La partie au Sud de l'escalier est dans un état dégradé. Mise en place en 2002 d'un géotextile alors proche du pied de dune et qui s'est très vite dégradé	
Protection	Site à proximité ou dans l'emprise de plusieurs zones de protection : Natura 2000, ZNIEFF, Réserve Naturelle Nationale, Parc Naturel Marin, site inscrit/classé, terrains appartenant au Conservatoire du Littoral Zone classée NR (zone naturelle de protection des espaces remarquables au titre de l'article L.146-6 du code de l'urbanisme).	
Usage	Zone très touristique, très fréquentée.	
Foncier	Zone à l'interface entre le Domaine Public Maritime (DPM), une parcelle privée appartenant à l'Immobilière de Pilat-Plage (groupe GAUME), et le Conservatoire du Littoral. Les enjeux directement exposés à l'érosion appartiennent à la SCI Corniche.	



Confortement de l'encoche dunaire de la Corniche (La Teste-de-Buch) – recherche d'une solution technique optimisée

Phase 2 : Propositions techniques

NOTE

Version 4



Confortement de l'encoche dunaire de la Corniche (La Teste-de-Buch) – recherche d'une solution technique optimisée

Phase 2 : Propositions techniques

SIBA

Note

VERSION	DESCRIPTION	ÉTABLI PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
4	Prise en compte des remarques du SIBA du 17/11/2021	TSD	TSD	06/01/2022
3	Prise en compte des remarques du COPIL du 15 oct. 2021	TSD	SLX	20/10/2021
2	Prise en compte des remarques du SIBA du 18/08/2021 et de la réunion visio du 8 sept. 2021	TSD	SLX	14/09/2021
1	Version provisoire	TSD	RSD	11/08/2021

ARTELIA Eau & Afrique, Moyen-Orient
6 rue de Lorraine, 38130 Echirolles, France – TEL + 33 (0) 4 76 33 40 00

ARTELIA

16 rue Simone Veil, 93400 Saint-Ouen, France

Note –version n°4

CONFORTEMENT DE L'ENCOCHE DUNAIRE DE LA CORNICHE (LA TESTE-DE-BUCH) – RECHERCHE D'UNE SOLUTION TECHNIQUE OPTIMISEE

SOMMAIRE

OBJET DU DOCUMENT	4
A. RAPPEL DES PRINCIPALES CONTRAINTES DU SITE.....	6
B. OBJECTIF DE LA PROTECTION ET CONTEXTE DES PROPOSITIONS D'AMENAGEMENTS.....	8
1. OBJECTIFS	9
2. STRATÉGIE NATIONALE DE GESTION DU TRAIT DE CÔTE.....	9
3. SOLUTIONS ENVISAGÉES DANS LE CADRE DES ÉTUDES PRÉCÉDENTES	10
3.1. Diagnostic de l'ouvrage de la corniche à Pyla – actualisation de des études de 2007 et de 2011	10
3.2. Solutions de protection envisagées dans le cadre de la SLGBC de la Commune.....	14
C. ANALYSE DES SOLUTIONS POTENTIELLES DE PROTECTION DU MUSOIR ET DE L'ENCOCHE	17
1. PRÉSENTATION DES PRINCIPAUX TYPES DE PROTECTIONS LITTORALES.....	18
2. BILAN DES SOLUTIONS ADAPTÉES AU SITE DE LA CORNICHE	22
2.1. Solutions retenues à l'issue de cette analyse	22
2.2. Focus sur les protections en géotextile.....	22
2.2.1. Retour d'expérience	22
2.2.2. Synthèse et recommandation pour la mise en place d'une protection en géotextile.....	25
D. ANALYSE DES FAMILLES DE SOLUTIONS	26
1. ANALYSE DES SOLUTIONS RETENUES À L'ISSUE DE LA SLGBC	27

2. DESCRIPTION DES MODIFICATIONS APPORTÉES AUX SOLUTIONS DE LA SLGBC	29
2.1. Implantation de la protection.....	29
2.2. Solution avec enrochements (solution α)	30
2.3. Solution «Reprise/prolongement de l'extrémité en enrochements + Géotextile + rechargement » (solution β)	31
2.3.1. Solution de base (β_1).....	31
2.3.2. Variante (β_2)	33
2.4. Solution γ « rechargement avec reprise de l'extrémité du musoir de la Corniche » (solution actualisée de la solution 3a de la SLGBC).....	34
3. ANALYSE COMPARATIVE DES SOLUTIONS DE PROTECTION .	35
4. SYNTHÈSE	37

TABLEAUX

Tableau 1- Analyse multi-critères (source ARTELIA 2011)	13
Tableau 2 - Analyse multi-critère des deux solutions.....	36

FIGURES

Figure 1 : Localisation du périmètre d'étude (source : d'après données geoportail)	4
Figure 2 – Solution n°1 – ARTELIA 2011	11
Figure 3 – Solution n°2 – ARTELIA 2011	11
Figure 4 – Solution n°3 – ARTELIA 2011	12
Figure 5 – Solution n°4 – ARTELIA 2011	12
Figure 6 – Solution n°5 – ARTELIA 2011	13
Figure 7 – SLGBC : représentation de la solution 3a (source : CASAGEC).....	14
Figure 8 – SLGBC : représentation de la solution 3b (source : CASAGEC).....	15
Figure 9 – SLGBC : représentation de la solution 3c (source : CASAGEC)	15
Figure 10 – SLGBC : analyse multi-critères (source : CASAGEC)	16
Figure 11 – La Corniche – mise en place de boudins géotextile en 2002	23
Figure 12 – Illustration des travaux réalisés en 2017-2018.....	24
Figure 13 – Coupe de principe envisagée pour les travaux de 2000	24
Figure 14 – Résultat de la modélisation du trait de côte (ARTELIA 2011)	29
Figure 15 – Implantation de la protection.....	30
Figure 16 – Schéma de principe de la solution en enrochements.....	31
Figure 17 – Schéma de principe de la solution « géotextile ».....	32
Figure 18 – Schéma de principe de la solution variante	33
Figure 19 – Schéma de principe de la solution rechargement souhaité par le Comité de Pilotage	34

OBJET DU DOCUMENT

Le littoral de la « Corniche » situé en limite de la zone urbanisée et de la dune du Pilat est sujet à de fortes érosions qui ont entraîné la réalisation d'un ouvrage de protection en enrochements en 1995. Les renforcements opérés en 1995 puis en 2002 avec la mise en place d'une structure en géotextiles n'avaient pas donné satisfaction à cette époque. L'ouvrage a continué de montrer des signes de fragilisation et la plage au droit des enjeux a continué de reculer.

Le site est donc situé en sortie du Bassin d'Arcachon.

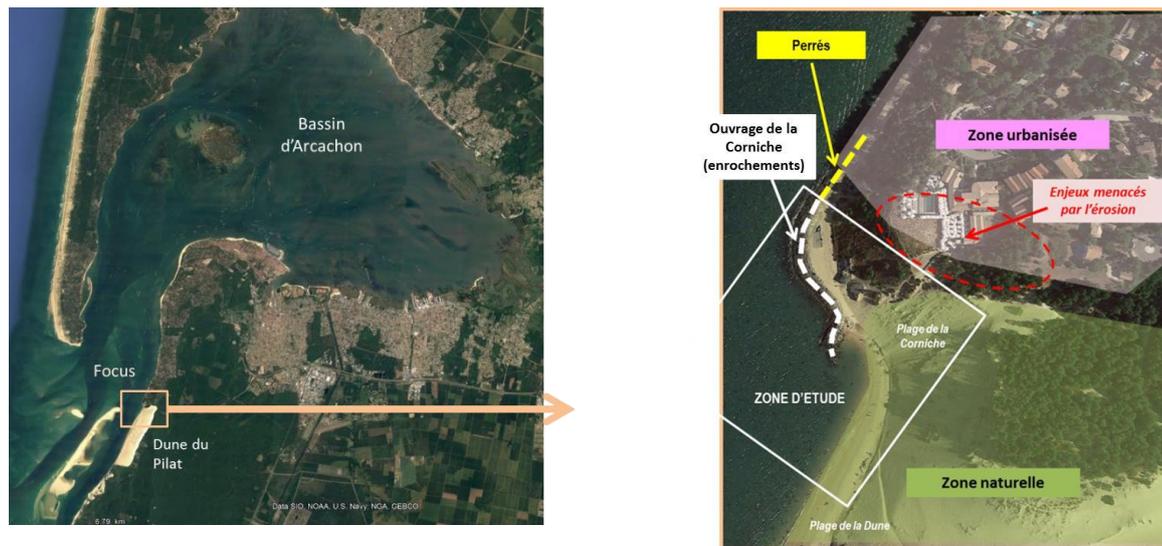


Figure 1 : Localisation du périmètre d'étude (source : d'après données geoportail)

Face à ces désordres, la commune de La Teste-de-Buch a mandaté ARTELIA en 2007 puis en 2011 pour réaliser un diagnostic visuel de l'état de l'ouvrage et proposer des solutions permettant de stabiliser la zone. Des solutions d'allongement/prolongement de la protection en enrochements avaient été proposées.

En 2014, la mairie de La Teste-de-Buch a missionné ARTELIA pour définir l'évolution hydrosédimentaire des passes du Bassin d'Arcachon et établir les bases de la Stratégie Locale de Gestion de la Bande Côtière (SLGBC). Cette dernière a été réalisée et finalisée par CASAGEC en 2018.

A l'issue de cette SLGBC, la philosophie des scénarios suivants a été retenue :

« La philosophie des scénarios S3A et S3B

- S3A : le « maintien de l'ouvrage et rechargement » (remise en état de l'ouvrage et réensablements),
- S3B : le « maintien de l'ouvrage et consolidation de l'encoche » (remise en état de l'ouvrage et installation d'un géotube),

a été retenue lors de la validation de la SLGBC en 2018 : lutte active par reprise de l'ouvrage en enrochements avec une reconfiguration si nécessaire dans son emprise actuelle, mise en œuvre de rechargements réguliers, et étude complémentaire de faisabilité pour la décision de consolidation de l'encoche dunaire par un ouvrage géotextile. »

C'est dans ce contexte que le SIBA a confié en juin 2021 à ARTELIA une nouvelle mission pour analyser les solutions de protections du secteur de la Corniche.

La mission comporte trois phases :

- Phase 1 : Etat des lieux ;
- Phase 2 : Propositions techniques ;
- Phase 3 : Etude de faisabilité/avant-projet de la solution technique retenue.

Le présent document correspond au rapport de la phase 2.



A. RAPPEL DES PRINCIPALES CONTRAINTE DU SITE

Ce chapitre a fait l'objet d'une note spécifique en phase 1. Par conséquent, il est rappelé ci-dessous uniquement les principales caractéristiques déterminantes du milieu naturel dans le choix des solutions potentiellement à mettre en place sur le site

Topo-bathymétrie	Présence du chenal à moins de 100 m de la plage Niveau de la plage assez bas par rapport aux niveaux des eaux											
Niveau d'eau	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Niveau caractéristique</th> <th>Valeur (m CM)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Plus Haute Mer Astronomique (PHMA)</td> <td>4.54 m</td> </tr> <tr> <td>Pleine Mer de Vive-Eau moyenne (PMVE)</td> <td>4.05 m</td> </tr> <tr> <td>100 ans (pleine mer)</td> <td>5.1 m</td> </tr> <tr> <td>10 ans (pleine mer)</td> <td>4.9 m</td> </tr> </tbody> </table>		Niveau caractéristique	Valeur (m CM)	Plus Haute Mer Astronomique (PHMA)	4.54 m	Pleine Mer de Vive-Eau moyenne (PMVE)	4.05 m	100 ans (pleine mer)	5.1 m	10 ans (pleine mer)	4.9 m
	Niveau caractéristique	Valeur (m CM)										
	Plus Haute Mer Astronomique (PHMA)	4.54 m										
	Pleine Mer de Vive-Eau moyenne (PMVE)	4.05 m										
	100 ans (pleine mer)	5.1 m										
10 ans (pleine mer)	4.9 m											
Ces niveaux d'eaux n'intègrent pas l'effet du déferlement des houles (set-up) qui peut provoquer une élévation de plusieurs dizaines de centimètres												
Agitation	Les houles peuvent atteindre 1,50 m, voir 2 m lors d'évènements tempétueux. La période de houle se situe entre 4 et 8 s. La zone de projet constitue une zone de concentration des houles du fait de l'orientation actuelle des bancs de sables.											
Courant	La concentration des houles sur le secteur est susceptible d'induire des courants de retour vers le chenal											
	Zone également caractérisée par un phénomène de recirculation au jusant et un entrainement des sédiments du talus vers le chenal.											
Evolution hydrosédimentaire du site	L'évolution hydrosédimentaire du site est marquée par :											
	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'éloignement progressif de la côte de la rive Est du chenal du Pyla qui ne semble, malgré tout, pas modérer l'érosion et le recul du pied de dune, qui est compris entre -1.5 et -2,5 m/an. ■ Aucune cyclicité n'est observée dans les mécanismes d'évolution ; ■ Le recul peut atteindre 20 m (L_{max}) lors d'évènements tempétueux. 											
Ouvrages	Ouvrage en enrochements réalisé en 1995 et conforté à plusieurs reprises. La partie au Sud de l'escalier est dans un état dégradé. Mise en place en 2002 d'un géotextile alors proche du pied de dune et qui s'est très vite dégradé											
Protection	Site à proximité ou dans l'emprise de plusieurs zones de protection : Natura 2000, ZNIEFF, Réserve Naturelle Nationale, Parc Naturel Marin, site inscrit/classé, terrains appartenant au Conservatoire du Littoral... Zone classée NR (zone naturelle de protection des espaces remarquables au titre de l'article L.146-6 du code de l'urbanisme).											
Usage	Zone très touristique, très fréquentée.											
Foncier	Zone à l'interface entre le Domaine Public Maritime (DPM), une parcelle privée appartenant à l'Immobilière de Pilat-Plage (groupe GAUME), et le Conservatoire du Littoral. Les enjeux directement exposés à l'érosion appartiennent à la SCI Corniche.											



B. OBJECTIF DE LA PROTECTION ET CONTEXTE DES PROPOSITIONS D'AMENAGEMENTS

1. OBJECTIFS

Dans le cadre de cette mission, l'objectif de la protection est de maintenir les enjeux à l'arrière de l'encoche d'érosion.

Pour mémoire, les objectifs fixés par la Commune dans le cadre de la SLGBC étaient les suivants :

- Conserver le caractère patrimonial, environnemental et paysager du grand site de la dune du Pilat,
- Contribuer à l'amélioration de l'accès à la plage de la dune du Pilat,
- Maintenir les activités socio-économiques du secteur,
- Assurer la pérennité du secteur des perrés en optimisant la gouvernance et les caractéristiques techniques de l'ouvrage de protection,
- Disposer d'un protocole de gestion de crise lors des tempêtes majeures.

Au regard de ces objectifs, ARTELIA recommande de placer la réflexion autour du présent aménagement sur une période d'au moins 30 ans.

2. STRATEGIE NATIONALE DE GESTION DU TRAIT DE COTE

La « Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte - vers la relocalisation des activités et des biens » a été publiée par le Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement en mars 2012 (puis 2017).

La mise en œuvre de cette stratégie nationale repose sur une responsabilité partagée entre l'Etat et les collectivités territoriales. Dans un premier temps, les principes communs sont énoncés (Source : MEDDTL, 2012) :

- *« Le trait de côte est naturellement mobile : il ne peut pas et ne doit pas être fixe partout ;*
- *Il est nécessaire de planifier maintenant et de préparer les acteurs à la mise en œuvre de la relocalisation à long terme des activités et des biens exposés aux risques littoraux dans une perspective de recomposition de la frange littorale, et ce même si des mesures transitoires sont mises en œuvre ;*
- *L'implantation de biens et d'activités dans les secteurs ou les risques littoraux (submersion marine et érosion côtière) sont forts doit être arrêtée.*
- *Les aléas de submersion et d'érosion seront pris en compte de manière conjointe dans les plans de prévention des risques littoraux.*
- *La gestion intégrée du trait de côte prend en compte les trois piliers du développement durable (économie, social, environnement) et la dimension culturelle (patrimoine littoral, paysages...)*
- *La gestion intégrée du trait de côte repose sur la cohérence entre les options d'urbanisme et d'aménagement durable du territoire, les mesures de prévention des risques et les opérations d'aménagements du trait de côte.*
- *Dans la perspective du changement climatique, il est nécessaire d'anticiper l'évolution des phénomènes physiques d'érosion côtière et de submersion marine. Cela passe par une bonne connaissance des aléas et du fonctionnement des écosystèmes côtiers dans leur état actuel et une prévision de leur évolution à 10, 40 et 90 ans.*
- *Les données de connaissance des aléas et des écosystèmes côtiers doivent être portées à la connaissance de l'ensemble des acteurs concernés. »*

Par la suite, des recommandations stratégiques (programme d'action 2017-2019, mars 2017) sont déclinées :

- « 1. Articuler les échelles spatiales de diagnostic des aléas, de planification des choix d'urbanisme et des aménagements opérationnels.
- 2. Articuler les échelles temporelles de planification en tenant compte de l'évolution des phénomènes physiques et en anticipant la relocalisation des activités, des biens et des usages comme alternative à la fixation du trait de côte, dans une perspective de recomposition spatiale.
- 3. Développer une gestion territoriale cohérente et coordonnée de l'ensemble des risques et des aléas naturels dans l'aménagement et la gestion du littoral, partagée par les acteurs locaux et dans le respect de leurs compétences respectives.
- 4. Justifier les choix opérationnels de gestion du trait de côte sur la base d'une évaluation globale des impacts (économique, sociale et environnementale) et d'une analyse des différents scénarios, intégrant notamment l'effacement progressif des ouvrages. Cette justification s'appuiera utilement sur des analyses multicritères.
- 5. Réserver les opérations de protection artificialisant fortement le trait de côte aux zones à forts enjeux en évaluant les alternatives et en les concevant de façon à permettre à plus long terme un déplacement des activités et des biens.
- 6. Inciter à l'expérimentation et à l'innovation en privilégiant des méthodes et des techniques de gestion souple.
- 7. Protéger et restaurer les écosystèmes côtiers (zones humides, cordons dunaires, mangroves, récifs coralliens...) qui constituent des espaces de dissipation de l'énergie de la mer et contribuent à limiter l'impact des risques littoraux sur les activités et les biens.
- 8. Développer les projets d'aménagement et de planification territoriale en valorisant l'espace rétro-littoral et en cohérence avec les cellules hydro-sédimentaires.
- 9. Anticiper les situations susceptibles d'impacter à court terme les personnes, les biens ».

Ces différentes recommandations doivent être intégrées dans la réflexion des différentes solutions de gestion du trait de côte, au regard des enjeux présents. En effet, elles constituent un cadre indispensable à respecter dans l'élaboration des solutions de gestion.

3. SOLUTIONS ENVISAGEES DANS LE CADRE DES ETUDES PRECEDENTES

Deux études ont proposé des solutions d'aménagements du secteur de la Corniche :

- Diagnostic de l'ouvrage de la corniche à Pyla – actualisation de l'étude de 2007, 2011
- SLGBC de la Commune de La Teste-de-Buch, 2018.

Les principales conclusions et scénarios sont présentés ci-après.

3.1. DIAGNOSTIC DE L'OUVRAGE DE LA CORNICHE A PYLA – ACTUALISATION DE DES ETUDES DE 2007 ET DE 2011

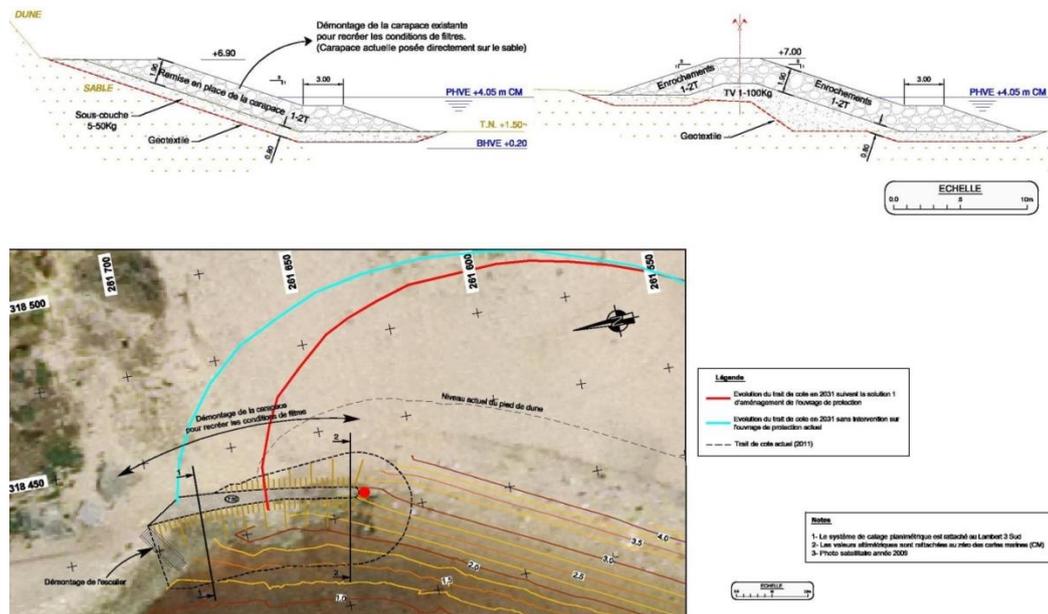
Le principe général des aménagements proposés en 2011 reposait sur la recherche du « meilleur » déplacement du musoir de la digue existante sur un point permettant de limiter le recul de la plage en arrière de l'ouvrage tout en prenant en compte les effets du recul du trait de côte général de la dune du Pilat (à 2,2 m/an).

L'objectif fixé était de pouvoir se retrouver à horizon +20 ans (soit environ 2031) sans que les enjeux à l'arrière de la protection ne soient atteints.

5 scénarii de protection en enrochements avaient été étudiés en se basant sur les modifications structurelles, afin de déplacer le point de diffraction des houles :

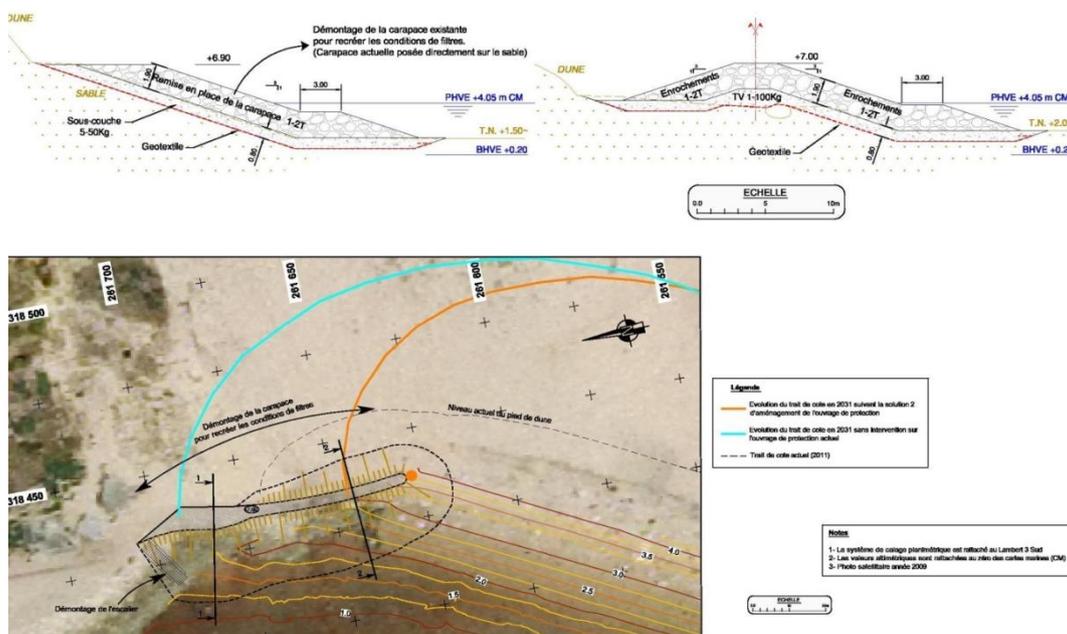
■ Solution 1 : réfection du musoir en enrochements sur l'emprise actuelle

L'enrochement mis en place en 2002 était rehaussé de manière à ce que le point de diffraction se situe à l'extrémité de cet enrochement. Cet aménagement consistait donc à rehausser l'ouvrage sans amener à une extension sur la plage. L'emprise était minimale.



■ Solution 2 : Allongement de la digue dans l'axe actuel

Cette solution consistait à continuer l'ouvrage de 2002 (selon l'orientation actuelle) sur un linéaire de 40 m et de manière à décaler le point de diffraction. En d'autres termes, cela correspondait à la solution 1 étendue vers le Sud-Est, en direction de la dune.



- Solution 3 : allongement de la digue parallèlement au littoral ;

L'ouvrage en enrochement de 1995 était étendu parallèlement au rivage, sur un linéaire de 30 m. L'ouvrage se situait donc sur la plage.

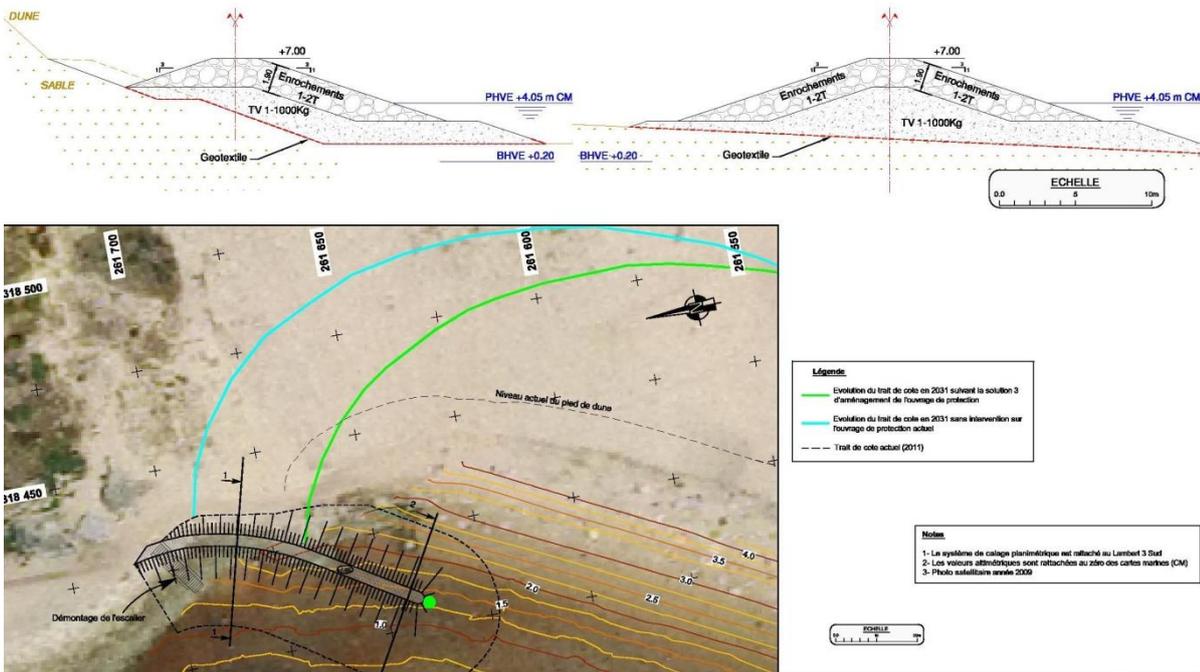


Figure 4 – Solution n°3 – ARTELIA 2011

- Solution 4 : fermeture de l'ouvrage en direction de la dune afin de bloquer l'impact de la diffraction ;

Cette solution consistait à repartir de la solution 1 (réhabilitation de l'ouvrage sur son emprise actuelle) et prolonger la structure en direction du pied de dune.

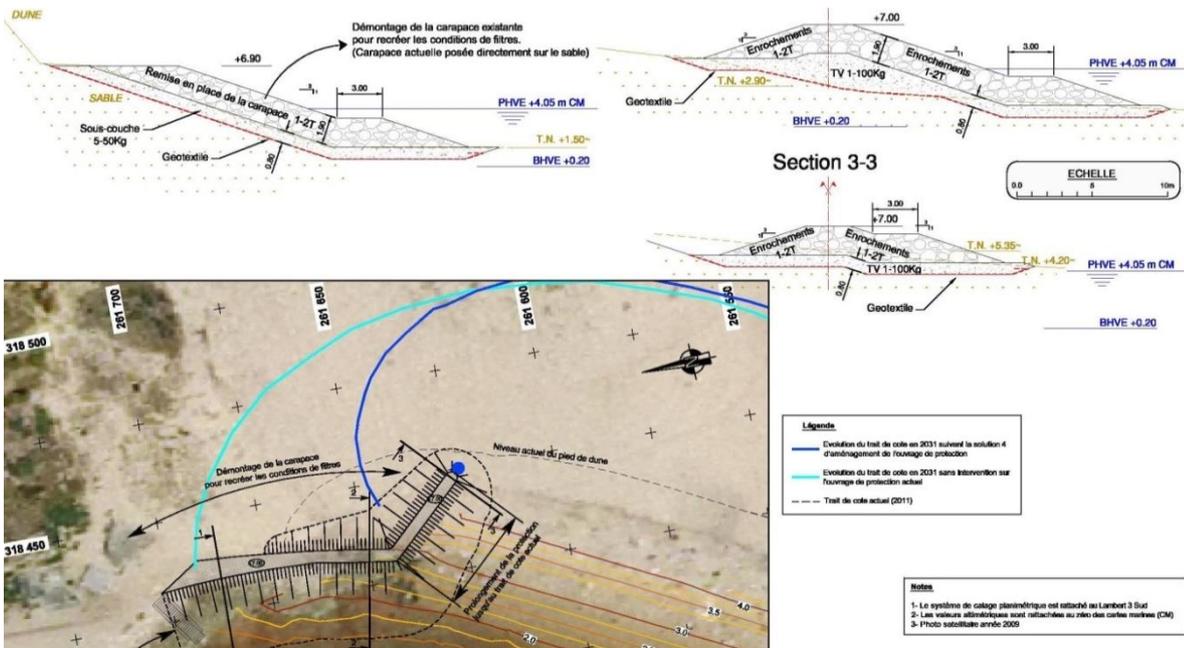


Figure 5 – Solution n°4 – ARTELIA 2011

- Solution 5 : Reconstruction de l'extrémité de l'ouvrage, en suivant plus naturellement la forme actuelle du trait de côte.

Cette solution consistait à reprendre complètement l'ouvrage depuis l'escalier, et à la reconstruire parallèlement au trait de côte.

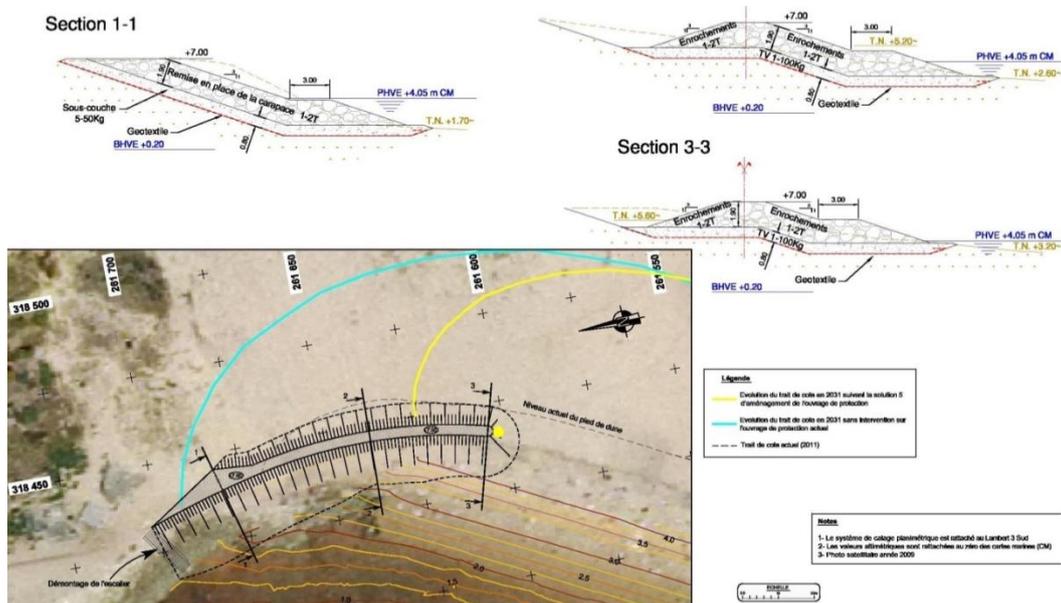


Figure 6 – Solution n°5 – ARTELIA 2011

Pour comparer les différentes solutions étudiées, une analyse multicritère avait été réalisée, en tenant compte des éléments suivants :

- Effets sur la plage en arrière de l'ouvrage,
- Intégration visuelle et paysagère,
- Difficultés de réalisation en phase chantier,
- Coûts d'investissement.

Paramètre	Solution 1	Solution 2	Solution 3	Solution 4	Solution 5
Efficacité contre l'érosion	-	+	0	0	++
Intégration paysagère	0	-	-	0	++
Facilité de réalisation	+	+	-	+	0
Prix estimatif	473 210 €	504 840 €	584 670 €	510 980 €	565 990 €

Légende	Très bien	Bien	Moyen	Mauvais	Très mauvais
Prix	Le plus bas	+5 à +10%	+10 à +15%	+15 à +20%	Plus de +20%

Tableau 1- Analyse multi-critères (source ARTELIA 2011)

Les solutions 2 et 5 étaient apparues comme les plus pertinentes et adaptées au site.

3.2. SOLUTIONS DE PROTECTION ENVISAGEES DANS LE CADRE DE LA SLGBC DE LA COMMUNE

Dans le cadre de la SLGBC, plusieurs scénarios ont été envisagés. Seules les solutions qui permettent de répondre aux objectifs de maintien des enjeux (sans relocalisation) sont rappelées dans les paragraphes suivants :

- Solution 3a : elle comprenait les opérations suivantes :
 - Remise en état de l'ouvrage et entretien sur l'emprise actuelle ;
 - Rechargements en sable dans l'encoche d'érosion : augmentation progressive des volumes de rechargement dans le temps, de 3 000 m³/an en 2020 à 4 500 m³/an en 2030 et 6 000 m³/an en 2040
 - Le montant d'investissement a été estimé à 1M € H.T.

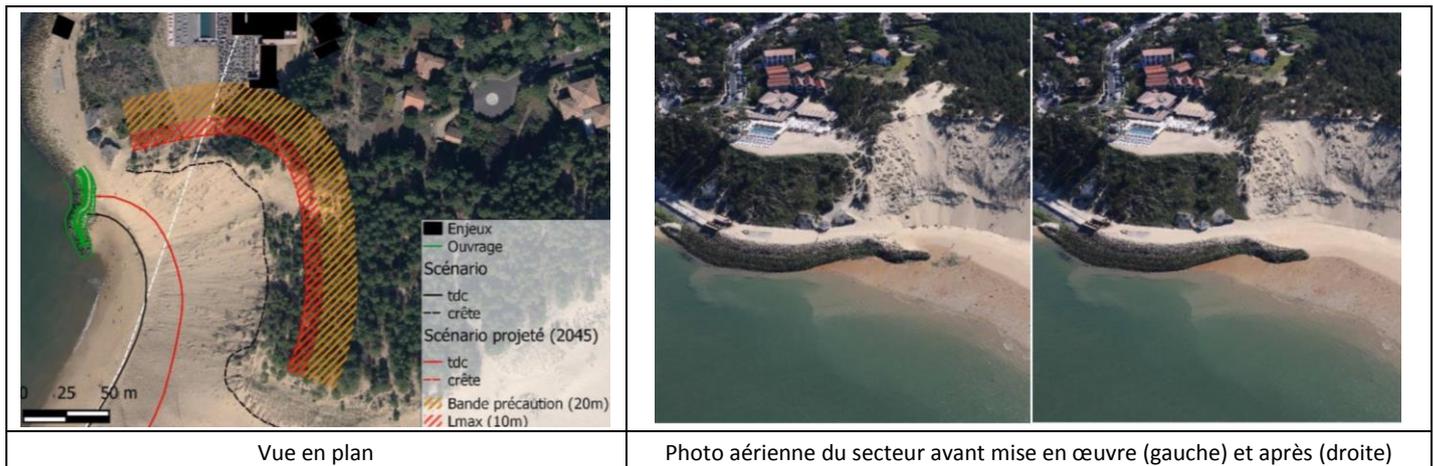
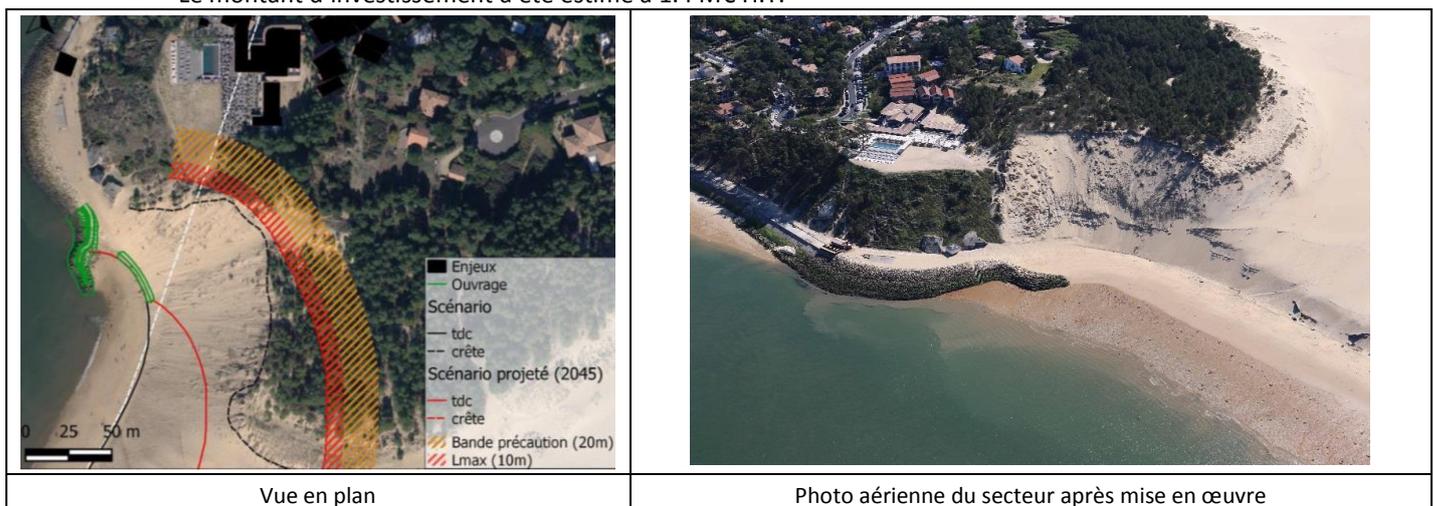
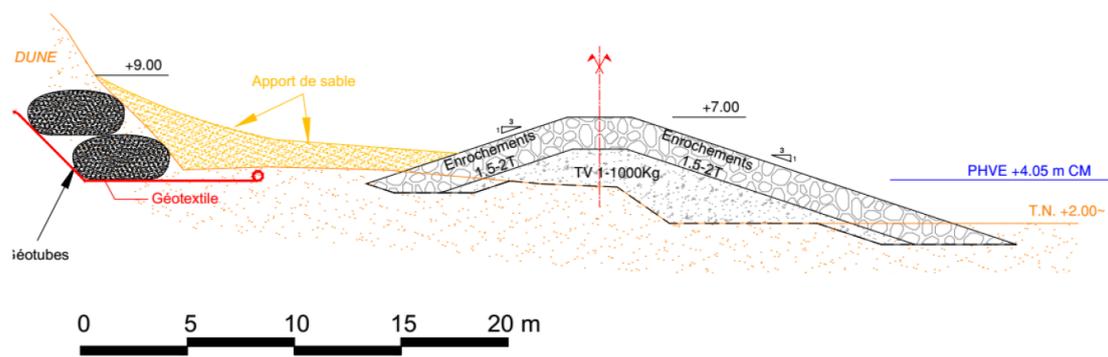


Figure 7 – SLGBC : représentation de la solution 3a (source : CASAGEC)

- Solution 3b : elle comprenait les opérations suivantes :
 - Remise en état de l'ouvrage et entretien sur l'emprise actuelle ;
 - Mise en place d'un géotextile (50 ml) ;
 - Rechargements en sable dans l'encoche d'érosion : augmentation progressive des volumes de rechargement dans le temps, de 3 000 m³/an en 2020 à 4 500 m³/an en 2030 et 6000 m³/an en 2040 ;
 - Le montant d'investissement a été estimé à 1.4 M€ H.T.





Coupe type

Figure 8 – SLGBC : représentation de la solution 3b (source : CASAGEC)

- Solution 3c : elle correspondait au scénario 5 de la solution de l'étude ARTEIA 2011, soit une remise en état de l'ouvrage actuel et prolongation en enrochement le long du trait de côte. Le montant d'investissement a été estimé à 1.4 M H.T.

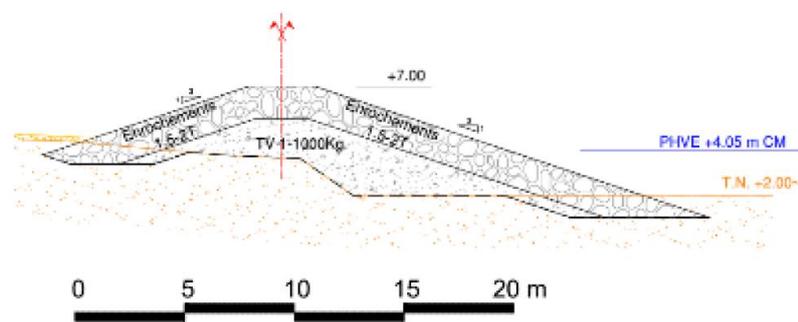
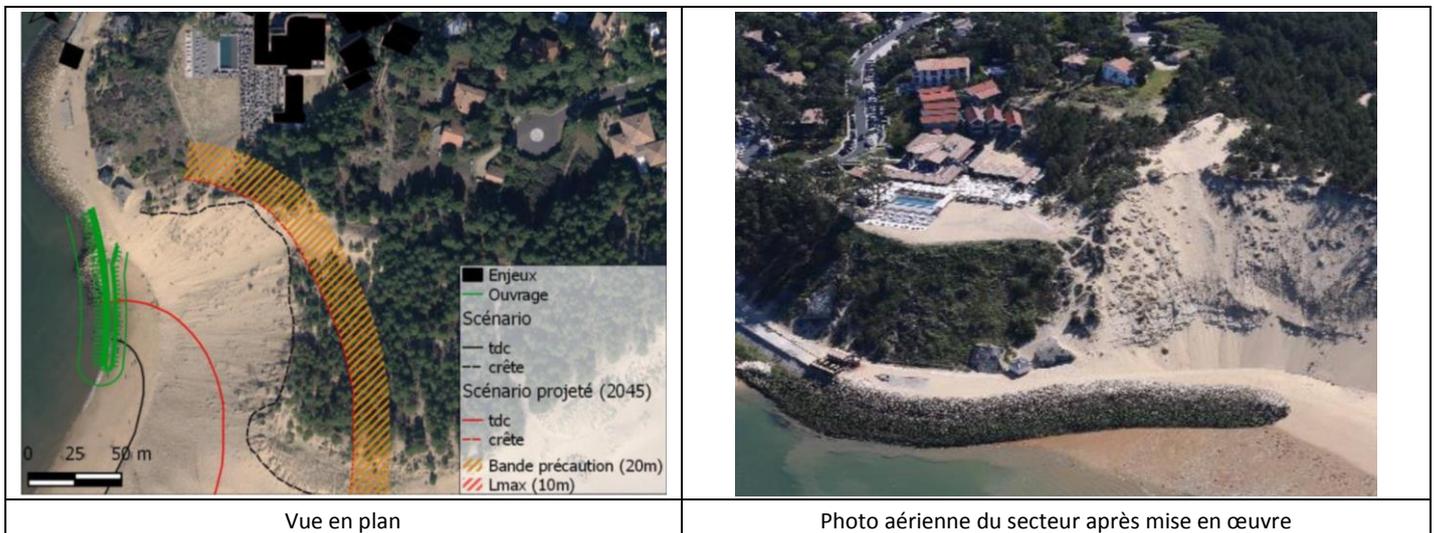


Figure 9 – SLGBC : représentation de la solution 3c (source : CASAGEC)

L'analyse multi-critère de ces différents scénarios réalisée dans le cadre de la SLGBC est reprise ci-après :

Critères	SC1 : Repli Stratégique	S2 - Fil de l'eau	S3A - Maintien de l'ouvrage + rechargements	S3B - Maintien de l'ouvrage + géotubes	S3C - Prolongation de l'ouvrage	S3D - Diminution de l'Ouvrage
COUT	1.0	2.7	2.9	3.0	3.0	2.7
Compatibilité avec les objectifs territoriaux	1.8	1.8	2.8	2.8	2.6	2.2
Acceptabilité locale des tiers	1	1	2	2	1	1
Protection vis-à-vis des aléas littoraux	3	2	2	3	3	1
Capacité de financement	1	1	2	2	2	1
Faisabilité juridique et réglementaire	1	2	2	2	1	2
Facilité de mise en œuvre	1	3	3	3	1	2
Efficacité	3	2	2	3	3	2
Pérennité	3	1	1	1	2	2
Impacts sur le Grand Site de la Dune du Pilat	3	1	2	1	1	3
Effets sur les espaces naturels terrestres	3	2	2	2	1	3
Effets des opérations sur le milieu marin	3	2	2	2	1	3
Effets paysagers	3	1	2	2	1	2
Impacts sur les secteurs adjacents	2	2	2	2	1	2
Moyenne	2.1	1.8	2.1	2.2	1.7	2.1

Figure 10 – SLGBC : analyse multi-critères (source : CASAGEC)

Les solutions retenues à l'issue de la SLGBC sont :

- La solution 3A consistant à conforter/rehausser l'extrémité de l'ouvrage en enrochements et accompagner d'opérations de rechargement (solution préférentielle) ;
- La solution 3B consistant à conforter/rehausser l'extrémité de l'ouvrage en enrochements, de mettre en place un géotube et des opérations de rechargement.

Le choix de la solution dépendant d'études complémentaires.



C. ANALYSE DES SOLUTIONS POTENTIELLES DE PROTECTION DU MUSOIR ET DE L'ENCOCHE

1. PRESENTATION DES PRINCIPAUX TYPES DE PROTECTIONS LITTORALES

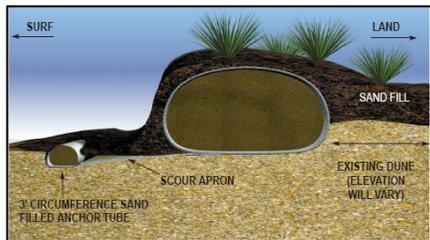
La protection des enjeux littoraux de première ligne face à l'érosion du littoral peut être appréhendée selon plusieurs techniques :

- Les protections du haut de plage qui consistent soit en un renforcement du cordon dunaire (réensablement, revégétalisation, protection du corps de dune par des structures géotextiles...), soit par la mise en place d'ouvrages longitudinaux en enrochements (au niveau même de l'enjeu à protéger). Ces interventions sont très efficaces en période de tempêtes, mais n'agissent pas sur les processus d'érosion (elles peuvent même localement les renforcer).
- L'élargissement de la plage par :
 - des apports de sable simples,
 - la création d'ouvrages littoraux, longitudinaux (brise-lames, récifs artificiels, butée de pied) ou transversaux (épis), destinés à ralentir localement les processus d'érosions, accompagnés d'apports de sables plus limités.

Ces interventions modifient, à des degrés divers, le régime naturel de fonctionnement de la plage.

Les différentes techniques sont synthétisées dans le tableau ci-après, qui met en évidence le principe de fonctionnement, les avantages et les inconvénients de chacune de ces techniques.

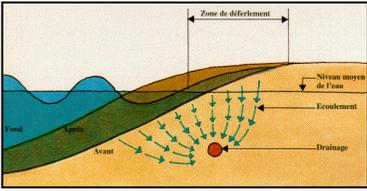
Protection haut de plage

Type de protection	Principe de fonctionnement	Avantages	Inconvénients	Adaptabilité aux problématiques techniques de la Corniche
<p>Enrochements</p> 	<p>Mise en place d'une protection en enrochements qui protège les enjeux de première ligne en encaissant les attaques de la houle et fixe l'évolution du trait de côte</p>	<p>Efficace contre les tempêtes Ouvrage définitif Peu d'entretien</p>	<p>Pas d'effet sur les processus d'érosion de la plage Impact visuel Impact notable sur l'environnement Difficulté juridique à mettre en place sur le site de la Corniche</p>	<p>Correspond aux solutions de protections de l'étude d'ARTELIA en 2011. Solution adaptée qui a fait preuve de son efficacité au niveau du musoir de la Corniche</p>
<p>Géotextile</p> 	<p>Renforcement du cordon dunaire qui protège les enjeux de première ligne en encaissant les attaques de la houle et fixe l'évolution du trait de côte.</p>	<p>Efficace contre les tempêtes Installation rapide et facile Faible impact visuel Système réversible</p>	<p>Ouvrage fusible qui n'a pas d'effet sur les processus d'érosion de la plage Nécessite un recouvrement (rechargement plage) car ouvrage fragile (UVs, embâcles, vandalisme) Non efficace dans un système soumis à une érosion chronique long terme Nécessite un entretien régulier Durée de vie limitée</p>	<p>Solution fusible qui ne peut être mise en place sur le site de la Corniche que si l'ouvrage est recouvert de sables. Nécessite des rechargements réguliers. Sinon, destruction rapide de l'ouvrage comme en 2002.</p>
<p>Aménagement cordon dunaire</p> 	<p>Piégeage et fixation du sable mis en mouvement par le vent au moyen de ganivelles et de la végétation</p>	<p>Stabilise le cordon dunaire contre l'action éolienne Faible impact visuel</p>	<p>Faible protection contre les tempêtes Non efficace dans un système soumis à une érosion chronique long terme Ne fixe pas le trait de côte</p>	<p>Mesure non adaptée pour lutter contre l'érosion importante du site, notamment en période de tempête. Il s'agit d'une solution d'accompagnement à l'arrière de la Dune du Pilat, comme fait à plusieurs reprises.</p>

Note

CONFORTEMENT DE L'ENCOCHE DUNAIRE DE LA CORNICHE (LA TESTE-DE-BUCH) – RECHERCHE D'UNE SOLUTION TECHNIQUE OPTIMISEE

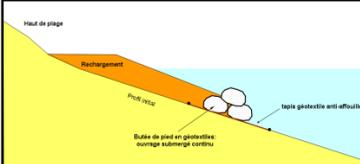
Protection haut de plage

Type d'élargissement	Principe de fonctionnement	Avantages	Inconvénients	Adaptabilité aux problématiques techniques de la Corniche
<p>Rechargement</p> 	<p>Apport de sable pour créer une zone tampon entre la mer et les enjeux terrestres de première ligne.</p>	<p><u>Technique : protection douce</u> Élargissement de la plage Système efficace pour enrayer sur le moyen / long terme Augmente l'espace récréatif Pas d'impact visuel Proximité de la source de sédiment nécessaire – mutualisation des opérations avec le rechargement au de la zone des perrés. <u>Environnement :</u> A long terme, cette technique peut créer/restaurer un habitat pour certaines espèces.</p>	<p>Efficacité limitée contre les tempêtes Pertes dans le temps (perte vers le large et latéralement), donc rechargements réguliers nécessaires Entretien parfois coûteux Impact sur la faune/flore enfouie Effets potentiellement négatifs pendant les travaux : turbidité ou dérangement uniquement pendant les travaux, période de recolonisation du milieu parfois importante</p>	<p>Solution douce intéressante au niveau de la Corniche en raison de la sensibilité environnementale et paysagère (site classé, Grand Site de la Dune du Pilat...) Des travaux réguliers et d'urgence de rechargement devront être réalisés.</p>
<p>Eco-plage</p> 	<p>Système de canalisation et de pompage qui permettent d'absorber l'eau, favorisant le dépôt des sables transportés.</p>	<p>Élargissement de la plage Faible impact visuel Ouvrage définitif Dérangement uniquement pendant les travaux, période de recolonisation du milieu à étudier Renforce l'accrétion en favorisant l'infiltration du jet de rive Impact paysager nul (hors période de travaux)</p>	<p>Faible protection contre les tempêtes Coûts de fonctionnement et d'entretien importants et surveillance régulière du système Peu de retour d'expérience - Efficacité faisant débat - Limité à certains types de plages peu énergétiques - Nécessité de déploiement de réseaux (électricité + eau), Risque de devenir inopérant en cas de forte mobilité du trait de côte</p>	<p>Solution expérimentale dont l'efficacité reste à démontrer. Pas adaptée pour des zones « énergétiques » comme le site de la Corniche avec de fortes érosions Pas adaptée pour des zones naturelles (pas de réseau électrique et très forte mobilité du trait de côte)</p>
<p>Epi</p> 	<p>Ouvrages transversaux qui bloquent les mouvements longitudinaux et piègent le sable.</p>	<p>Stock le sédiment Faible entretien Ouvrage définitif</p>	<p>Erosion possible à l'aval du système « épis » Rupture de la circulation le long de la plage Faible protection contre les tempêtes Impact visuel Difficulté juridique à mettre en place sur le site de la Corniche</p>	<p>Transit littoral insuffisant sur la zone pour mettre en place cette solution sur le site de la Corniche</p>

Note –version n°4

CONFORTEMENT DE L'ENCOCHE DUNAIRE DE LA CORNICHE (LA TESTE-DE-BUCH) – RECHERCHE D'UNE SOLUTION TECHNIQUE OPTIMISEE

Autres protections

Type d'élargissement	Principe de fonctionnement	Avantages	Inconvénients	Adaptabilité aux problématiques techniques de la Corniche
Brise-lame 	Permet de créer une zone abritée favorable à l'accumulation de sable et permettent d'écarter les vagues de tempête par déferlement	Protection contre les tempêtes Accumulation de sable au droit de l'ouvrage Limite les pertes vers le large Peu d'entretien Ouvrage définitif	Recul du rivage de part et d'autre du système et entre les brise-lames (compenser par des rechargements) Impact visuel (un peu moins important si ouvrage faiblement émergeant) Adaptée au site sans marée Morphologie de la Corniche non adaptée (présence du chenal)	Solution non adaptée pour le site de la Corniche : morphologie, site à marée
Butée de pied 	Empilement de boudins géotextile dans les petits fonds, qui permet de tenir un rechargement de la plage (plage perchée)	Tenue du rechargement (limitation des pertes) Léger écrêtement de la houle pour les sites sans marée Pas d'impact visuel Emprise limitée au sol Système réversible	Possibilité d'érosion de part et d'autre de l'ouvrage Difficulté de mise en œuvre Possibilité de risques pour les usages balnéaires	Solution non adaptée : morphologie (présence du chenal), érosion liée au courant majoritairement
Pieux hydrauliques (bois) 	Favorise l'accumulation de sable et donc le développement de la flore dunaire	Atténue l'énergie des vagues sans bloquer la totalité du transit sédimentaire (perméabilité) Pas de fort impact paysager (bois)	Efficacité faisant débat, surtout dans les zones énergétiques Gêne / obstacles pour les usagers, notamment les baigneurs Danger pour la navigation (déchets flottant en cas de dégradation)	Efficacité non démontrée pour des zones énergétiques Pourrait s'envisager longitudinalement à titre expérimental sur le site mais non adapté pour des plages très fréquentées par des baigneurs
Biofixation 	Formation d'un conglomérat rocheux autour d'un grillage spécialement conçu pour recevoir les agrégats (réactions électrochimiques)	Renforce la cohésion de l'eau et du sable	Efficacité non prouvée (pas de retour d'expérience) Cohésion très lente (au minimum 2 ans)	Solution expérimentale pour des sites peu exposés

Note –version n°4

CONFORTEMENT DE L'ENCOCHE DUNAIRE DE LA CORNICHE (LA TESTE-DE-BUCH) – RECHERCHE D'UNE SOLUTION TECHNIQUE OPTIMISEE

2. BILAN DES SOLUTIONS ADAPTEES AU SITE DE LA CORNICHE

2.1. SOLUTIONS RETENUES A L'ISSUE DE CETTE ANALYSE

Sur l'ensemble du panel de solutions existantes, seules trois solutions paraissent pertinentes/ adaptées pour le site de la Corniche :

- Famille « Enrochements » : il s'agit de conforter/prolonger la protection existante : l'intérêt principal est la robustesse à court-moyen terme pour limiter le recul du trait de côte, notamment au niveau des enjeux ; néanmoins, il s'agit d'une solution coûteuse à mettre en œuvre dans un site naturel ;
- Famille de solutions qui associent rechargement et géotextile. En effet, le géotextile ou le rechargement seuls ne peuvent être efficaces dans une zone énergétique à enjeux.
 - Géotextile : en raison de la fragilité, le géotextile doit lui-même être protégé contre les UVs, les embâcles etc... l'associer avec des rechargements en sables permet de le garder recouvert et donc de le protéger ;
 - Rechargement en sable : lors d'évènement tempétueux, les conditions hydrauliques peuvent engendrer un recul notable du trait de côte de plusieurs mètres dans le cordon dunaire ; il convient donc de réaliser des rechargements réguliers et de pouvoir intervenir immédiatement après tempêtes ; à noter que le géotextile permet de limiter ce recul.

Ainsi, pour mettre en place ce type de solution, il est recommandé d'associer la mise en place d'un géotextile avec des opérations de rechargement régulières ; le géotextile permettant de disposer de plus de temps pour réaliser l'apport de sable en situation extrême (protection fusible). Ce type de protection « géotextile » faisant débat, un focus a été réalisé ci-après.

2.2. FOCUS SUR LES PROTECTIONS EN GEOTEXTILE

2.2.1. Retour d'expérience

- Site de la Corniche (Bassin d'Arcachon)

En 2002, la protection en enrochements a été légèrement prolongée et des géotubes ont été mis en place pour la protection du pied de la dune dans l'alignement et perpendiculairement à celle-ci.

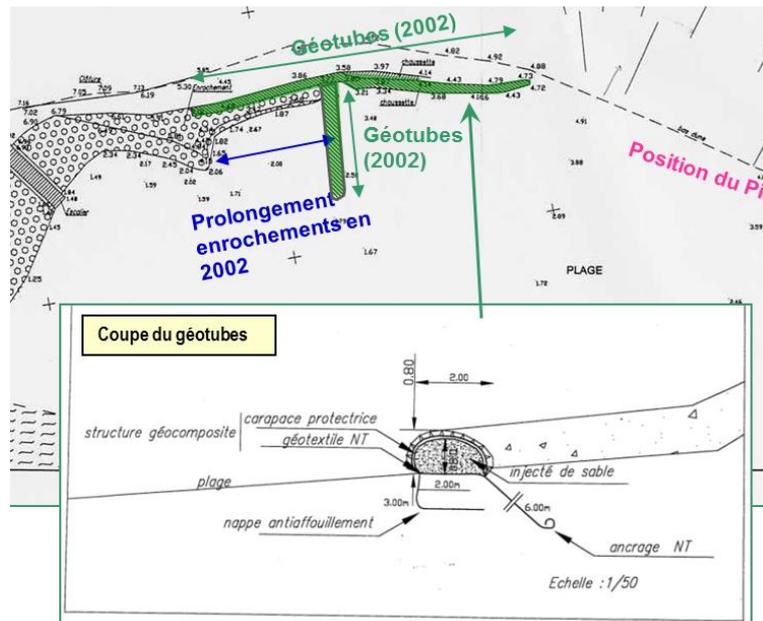


Figure 11 – La Corniche – mise en place de boudins géotextile en 2002

Cette protection s’est très vite dégradée pour les raisons suivantes :

- Les boudins sont restés découverts (absence de rechargement) et ont fini par être percés : fragilisés par l’exposition aux UVs, projection d’enrochements à proximité, vandalisme ?, ...
- L’arase supérieure des géotubes étaient autour de +3.8 m CM, soit en dessous des PM120. Ainsi, les vagues passaient par-dessus lors des tempêtes, engendrant une érosion/affouillement derrière l’ouvrage. Des torsions sont probablement apparues accélérant la dégradation de l’ouvrage.

■ Site de Gouville-sur-Mer (Manche) – site exposé (travaux réalisés en 2017-2018)

Pour protéger un camping en front de mer situé juste derrière les dunes naturelles, une solution en géotextile a été mise en place en partenariat avec l’Université de Caen. Le diamètre des boudins étaient compris entre 1.6 et 3.3 m.

Cette protection s’est vite retrouvée découverte et franchie par les vagues engendrant :

- Une accélération du découverture de la structure ;
- Un affouillement par l’arrière créant des torsions sur l’ouvrage.

Malgré ce constat, aucune opération de rechargement n’a été réalisée les premières années, provoquant une rapide dégradation (UV, embâcles...).... Cependant, après cette période de non action et face à cette dégradation rapide, une protection en enrochements a été mise en place à l’arrière de l’ouvrage.

L’abrasion / projection de ces enrochements ajoutées à l’absence de sables sur l’ouvrage a accéléré la dégradation de l’ouvrage.

Des opérations régulières de ré-ensablement ont été effectuées par la Mairie au droit de l'ouvrage, après la période hivernale, pour assurer la couverture en sable du géotextile et ainsi éviter de l'exposer à diverses attaques (action de la houle, détérioration par les ultraviolets, actes de vandalisme,...)

- 2001 : 15 000 m³ ;
- 2002 : 20 000 m³ ;
- 2003 : 4 500 m³ ;
- 2004 : 7 000 m³ ;
- Depuis 2004 : environ 6 000 à 7 000 m³/an.

Cette protection (géotextile + rechargement) a assuré son rôle pendant plus de 12 ans sur un littoral exposé marqué par un recul moyen d'environ 1.5m/an (soit légèrement inférieur à celui du site de la Corniche).

Cependant, malgré ces rechargements, la protection en géotextile a été en grande partie détruite lors des tempêtes de l'hiver 2013-2014 (recul de 15-20 m lors de cet hiver). A noter que le recul total au Nord et au Sud du secteur concerné a été d'environ 30-35 m (1,5 m/an x 10 ans + 15 m recul exceptionnel en 2013-2014). Les rechargements et la présence de géotextiles auraient ainsi permis de limiter ce recul exceptionnel.

2.2.2. Synthèse et recommandation pour la mise en place d'une protection en géotextile

Ce type de protection longitudinale doit être considéré comme une protection fusible. Il s'agit d'un ouvrage fragile :

- UVs : depuis 20 ans, des progrès ont été effectués sur la résistance aux UVs ; néanmoins celle-ci demeure très limitée, à quelques années (5 ans maximum), en cas d'exposition directe ;
- Embâcles et vandalisme : la résistance au poinçonnement est de 20-25 N et n'a que peu évolué ces deux dernières décennies.

Aussi, il est indispensable de respecter les recommandations suivantes :

- Réaliser des opérations de rechargements réguliers (notamment après tempêtes) pour maintenir les géotextiles recouverts ;
- L'arase supérieure du géotextile doit être au moins à un mètre au-dessus des PM120 pour tenir compte de l'érosion (régulière et reculs brutaux) et pour limiter son franchissement.



D. ANALYSE DES FAMILLES DE SOLUTIONS

A l'issue de la synthèse des solutions envisagées historiquement sur le site et d'une pré-analyse des solutions de protections existantes, deux familles de solutions pourraient être envisagées sur le site de la Corniche :

- Protection en enrochements ;
- Protection avec du sable et géotextile.

L'objectif de ce chapitre est d'identifier les principales caractéristiques de ces familles de solutions (niveau de détails : principe / préfaisabilité) pour aider le maître d'ouvrage dans le choix de la solution en phase 3.

1. ANALYSE DES SOLUTIONS RETENUES A L'ISSUE DE LA SLGBC

La SLGBC de la commune de La Teste-de-Buch a proposé les deux scénarios suivants :

- La solution 3a envisage le confortement/rehaussement de l'extrémité de l'ouvrage actuel avec la réalisation d'opérations de rechargement. Les projections du trait des études de 2011 et de 2018, montrent que les premiers enjeux exposés sont dans la bande d'aléas dès 2045. Aussi, cette solution ne répond pas aux objectifs fixés de protection du Maître d'ouvrage par la présente mission.

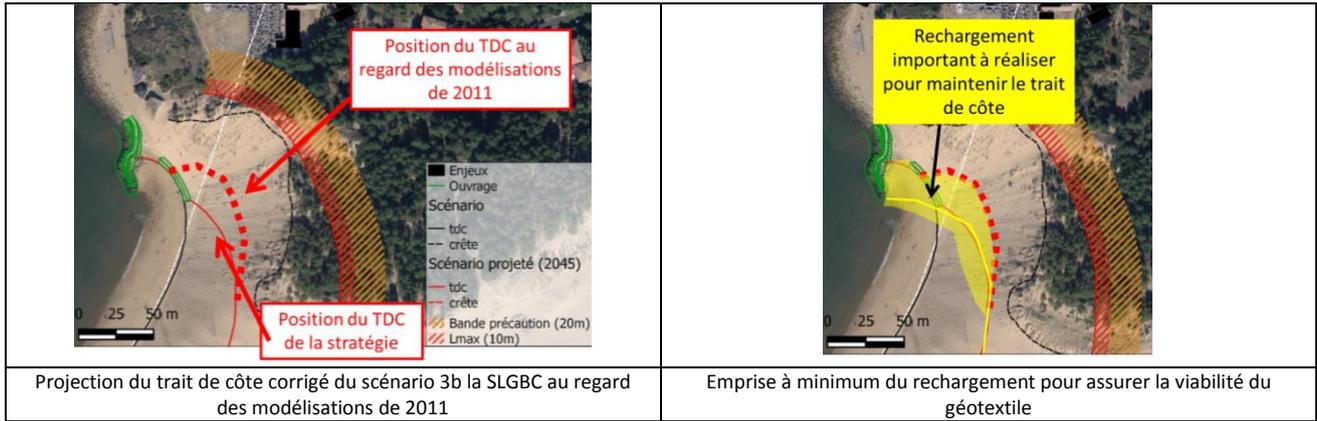
De plus, au vu de la topographie actuelle du site, les volumes d'apports (en particulier initiaux) retenus dans le cadre de la SLGBC semblent aujourd'hui trop faibles. De plus et s'agissant d'un secteur très énergétique, il n'existe aucune certitude sur la bonne tenue des sables, d'autant que le chenal se situe à proximité immédiate et peut contribuer au sapement du bas de plage.

Enfin, le retour d'expérience lié aux opérations régulières de rechargement effectuées au Nord du site et au test hydraulique au niveau du musoir en 2020 montre que :

- Le rechargement au niveau du musoir doit être réalisé en même temps que les opérations de rechargement au niveau des perrés pour limiter les coûts et mobilisation spécifique ;
- Les opérations doivent être programmées à l'avance en fonction de la disponibilité de la drague ; rendant assez compliquée la possibilité de réaliser une opération d'urgence de rechargement au niveau du musoir de la Corniche.

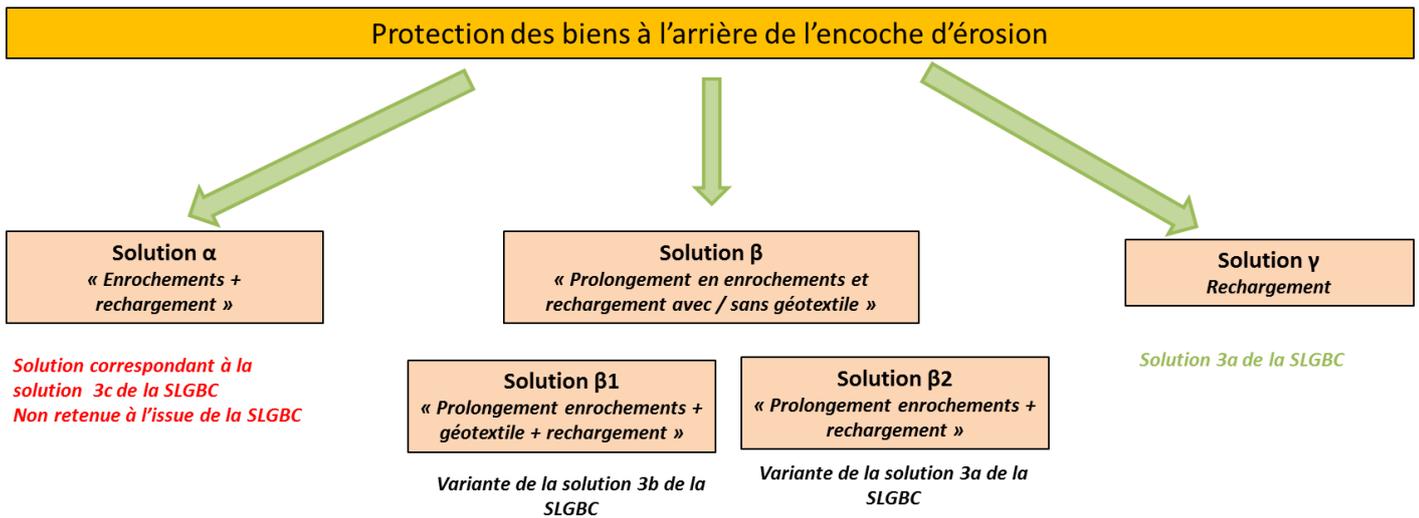
C'est pour ces différentes raisons, notamment opérationnelle, qu'ARTELIA considère que la mise en place d'une telle solution n'est pas adaptée au regard des objectifs de protection des biens de 1^{ère} ligne.

- La solution 3b envisage le confortement/rehaussement de l'extrémité de l'ouvrage actuel, la mise en place d'un boudin géotextile et la réalisation d'opérations de rechargement. Cette solution maintient l'emprise actuelle de l'ouvrage et donc les phénomènes de diffraction. Pour limiter l'érosion sur la zone la plus sensible, il a été envisagé de mettre en place un boudin géotextile et des rechargements. Cette solution présente les limites suivantes :
 - Maintien du point de diffraction sur sa position actuelle, qui induit des taux de reculs maximaux au droit des enjeux,
 - La protection des habitations les plus proches dépend du géotextile et du rechargement qui sont non pérennes :
 - Les limites du géotextile ont été présentées dans les paragraphes ci-avant : fragile aux UVs, aux embâcles... ;
 - Le maintien du sable rechargé sur le site du Musoir n'est pas assuré dans cette zone complexe : reprise des sédiments par le courant, pas de transit littoral, maintien d'une forte érosion.... A noter que la projection du trait de côte en 2045 réalisée dans le cadre de la SLGBC semble très optimiste car elle suppose un non contournement de l'ouvrage en géotextile, qui semble cependant probable au regard des modélisations réalisées en 2011 (voir schéma ci-dessous).



Ainsi, ces deux solutions, telles que présentées dans la SLGBC, ne nous semblent pas en l'état parfaitement adaptées au site et aux objectifs fixés de la présente mission. Une adaptation de ces solutions a été effectuée, notamment au niveau de l'emprise de la protection.

Aussi, pour tenir compte de cette analyse et des choix issus de la SLGBC, les solutions suivantes ont été analysées dans le cadre de cette phase 2.



2. DESCRIPTION DES MODIFICATIONS APPORTEES AUX SOLUTIONS DE LA SLGBC

2.1. IMPLANTATION DE LA PROTECTION

Dans le cadre des études de 2011, une modélisation du recul du trait de côte a été réalisée pour les différentes implantations des solutions en enrochements. La figure ci-après présente les résultats de cette protection.

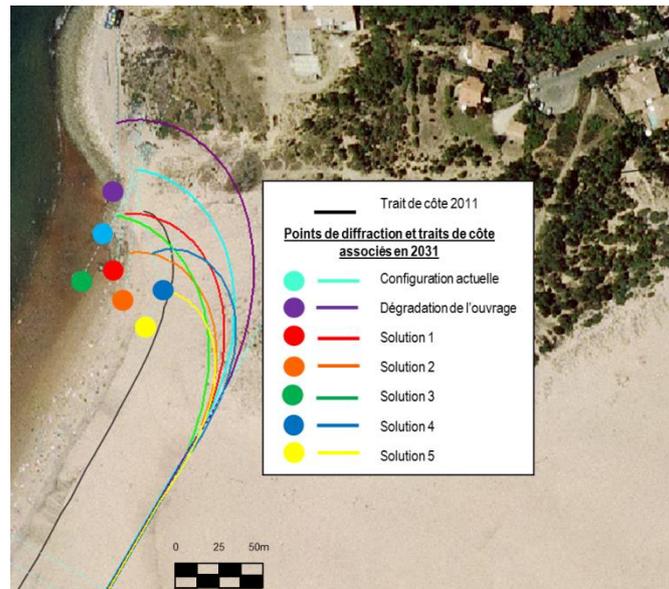


Figure 14 – Résultat de la modélisation du trait de côte (ARTELIA 2011)

La solution consistant à prolonger l'ouvrage jusqu'au point jaune (solution 5) permettait de :

- Déplacer le point de diffraction le plus au Sud ;
- Ne plus subir les taux d'érosion les plus forts au droit des enjeux ;
- Limiter l'encoche d'érosion liée à la diffraction.

Ce qui offre une meilleure protection des biens de 1^{ère} ligne.

Il est donc proposé, par la suite, de suivre cette implantation (linéaire d'environ 100-120 m à préciser dans les études ultérieures) qui nous paraît la plus pertinente vis-à-vis des objectifs de protection des biens.

Ce choix technique nécessite également la suppression de l'extrémité de la protection actuelle (qui est par ailleurs très dégradée).



Figure 15 – Implantation de la protection

2.2. SOLUTION AVEC ENROCHEMENTS (SOLUTION α)

Cette solution correspond à la solution 5 de l'étude de 2011 reprise dans le scénario 3c de la SLGBC (nota : scénario non retenu à l'issue de la SLGBC).

Ainsi, la solution en enrochements comprend :

- La suppression de l'extrémité du musoir actuel (linéaire : 30-40 m) ;
- Le prolongement de la digue depuis les escaliers sur environ 100-120 m ;
- Caractéristiques de l'ouvrage :
 - Type d'ouvrage : Ouvrage digue et non talus pour :
 - Anticiper le recul du trait de côte,
 - Limiter les risques de déstabilisation de la Dune pendant les travaux de construction et anticiper d'éventuels forts reculs lors d'évènement tempétueux,
 - Pente des enrochements : 1V/3H,
 - Une carapace dont la blocométrie, en première approche serait constituée de blocs de 1-3 T (catégorie standardisée actuelle se rapprochant des enrochements en place).

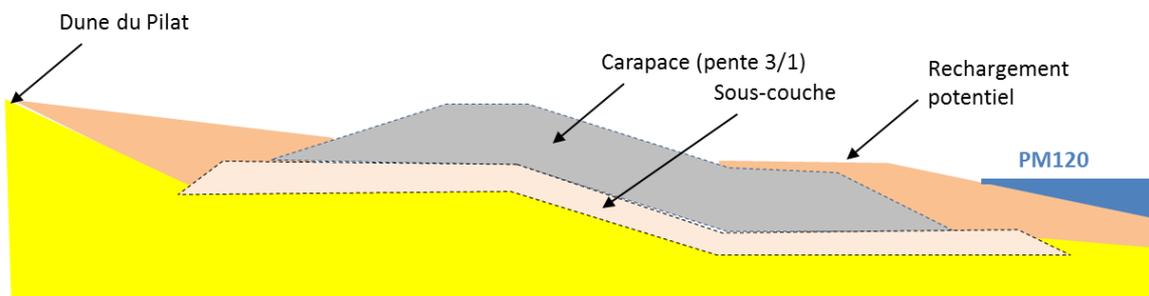


Figure 16 – Schéma de principe de la solution en enrochements

Pour maintenir la plage devant l'ouvrage et optimiser son dimensionnement, il pourrait être envisagé un rechargement régulier qui pourrait être réalisé en même temps que le rechargement de la zone au Nord (pour mémoire : ce rechargement est effectué tous les deux ans).

2.3. SOLUTION «REPRISE/PROLONGEMENT DE L'EXTREMITE EN ENROCHEMENTS + GEOTEXTILE + RECHARGEMENT » (SOLUTION β)

2.3.1. Solution de base (β_1)

Au regard des différentes contraintes du site, il est proposé la solution suivante :

- Reconfiguration / ré-orientation de l'extrémité de l'ouvrage en enrochements, selon les objectifs suivant :
 - Sécuriser l'extrémité de l'enrochement, aujourd'hui en mauvais état ;
 - Ré-orienter l'ouvrage pour le linéariser avec le trait de côte (cf. paragraphe 2.1) et faciliter l'accès du public ;
 - Assurer une protection optimale sur cette portion fragile du littoral : la mise en place du géotextile avec rechargement n'est pas pérenne à cet endroit ;
 - Permettre la jonction entre la digue en enrochements et les boudins géotextile.

Cette ré-orientation/prolongement concernera un linéaire de 40 m environ. La coupe de principe sera semblable à celui de la solution « enrochements ».

- Mise en place de boudins géotextile sur un linéaire d'environ 80 m. Pour optimiser la stabilité de l'ouvrage, il est proposé de poser un géotube sur deux géotubes (diamètre environ 1 m). La fonction de ces géotextiles (protection fusible) est de limiter le recul lors d'évènements tempétueux ;

Note –version n°4

CONFORTEMENT DE L'ENCOCHE DUNAIRE DE LA CORNICHE (LA TESTE-DE-BUCH) – RECHERCHE D'UNE SOLUTION TECHNIQUE OPTIMISEE

- Apport de sables, devant l'ouvrage, réalisé préalablement à la pose des boudins géotextiles pour permettre un stock de sables suffisant pour :
 - Des raisons hydrauliques : créer une berme au-dessus du niveau d'eau des PM120. Le volume de rechargement dépendra de la cote et largeur de cette berme.
 - Des raisons de protection du géotextile : avoir un stock de sable pour recouvrir et remplir le géotextile.

A ce stade des études, il est retenu une berme de 25 m de largeur avec une cote de +1 m par rapport aux PM120. Le volume associé est d'environ 45 000 m³, en première approche.

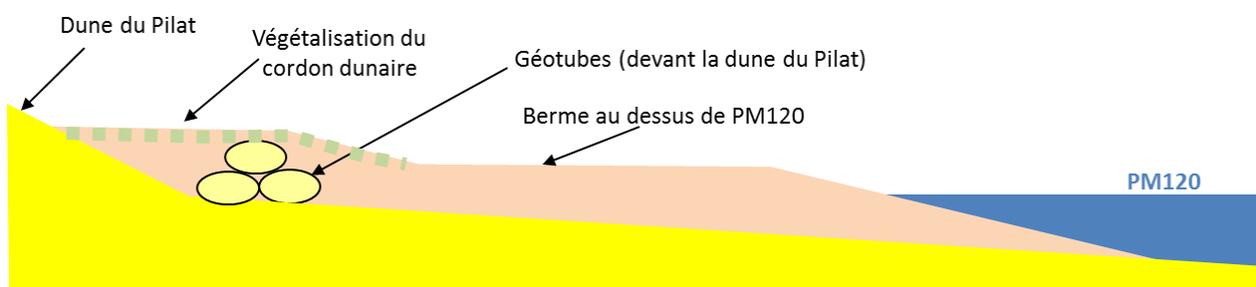
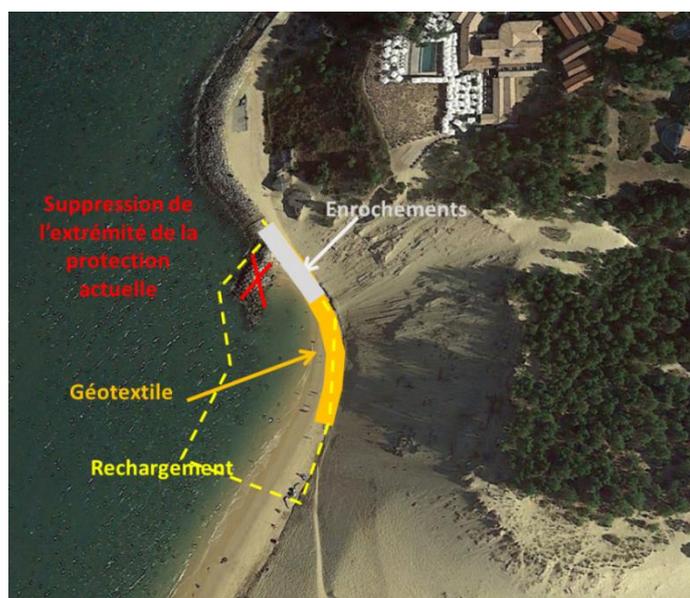


Figure 17 – Schéma de principe de la solution « géotextile »

Cette solution doit impérativement s'accompagner de rechargements réguliers et d'urgence pour recouvrir le géotextile si celui-ci est découvert. Ces opérations d'urgence constituent la fragilité de ce dispositif de protection. En effet, il sera très difficile de pouvoir mobiliser une drague (équipé d'un dispositif de rejet type « rainbowing ») très rapidement après tempêtes.

En première approche, le recul annuel de 2m du trait de côte correspond à un volume de 3 000 à 4000 m³ pour un linéaire de plage de 200 m. Ainsi, à ce stade préliminaire, il peut être retenu un volume de rechargement annuel d'environ 4 000 m³. Ce volume augmentera très fortement d'année en année.

L'opération test de mise en place de sables sur la plage, réalisée en février 2020 a permis de valider la faisabilité opérationnelle d'un tel rechargement. Les conditions hydrauliques sont, d'une manière générale, favorables pour une telle opération : les contraintes majeures résident essentiellement dans l'accessibilité liée au tirant d'eau (août 2021 : échange téléphonique Ronan le Creach de la CAN –entreprise qui a réalisé les travaux test-). Néanmoins, les volumes mis en place lors de cette opération test n'ont pas permis d'analyser le maintien des sables sur le site. Ce point est essentiel pour la pérennité de la solution. Il est donc recommandé d'effectuer une opération test avec des volumes importants et de réaliser un suivi de la plage ; ceci afin de qualifier le maintien du sable sur la plage.

Note –version n°4

CONFORTEMENT DE L'ENCOCHE DUNAIRE DE LA CORNICHE (LA TESTE-DE-BUCH) – RECHERCHE D'UNE SOLUTION TECHNIQUE OPTIMISEE

2.3.2. Variante (β2)

Si le test de rechargement montrait une excellente tenue des sables sur site (soit peu de pertes), il pourrait être envisagé un rechargement sans mise en place d'un ouvrage en géotextile. Cette variante se différencie de la solution de base (β1) par la non mise en place du géotextile. Ainsi, elle reste encore plus fragile notamment en période de tempête dans la mesure que les opérations de rechargement d'urgence sont extrêmement difficiles à mettre en place rapidement et de l'absence de protection fusible constitué par le géotextile.

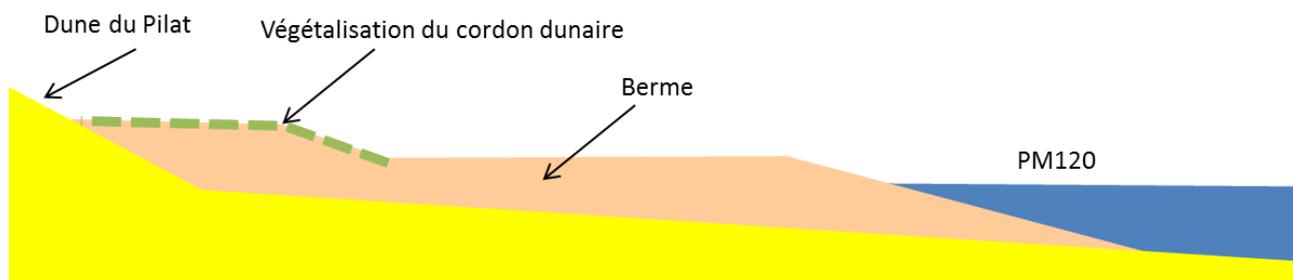


Figure 18 – Schéma de principe de la solution variante

2.4. SOLUTION Γ « RECHARGEMENT AVEC REPRISE DE L'EXTREMITÉ DU MUSOIR DE LA CORNICHE » (SOLUTION ACTUALISEE DE LA SOLUTION 3A DE LA SLGBC)

Cette solution Γ correspond à la solution retenue à l'issue de la SLGBC. C'est pourquoi, le Comité de Pilotage (14 oct. 2021) a souhaité que cette solution douce soit analysée malgré sa réponse partielle aux objectifs fixés :

- Reprise de l'extrémité de la protection de la Corniche afin d'assurer la pérennité de l'ensemble de la structure. La reprise et la réalisation d'un musoir s'étendra sur 15-20 m.
- Suppression des vestiges de protection (ceci permet de limiter les effets de diffraction) ;
- Apport de sables pour constituer un stock de sables suffisant : à ce stade des études, il est retenu une berme de 25 m de largeur avec une cote de +1 m par rapport aux PM120. Le volume associé est d'environ 50 000 m³, en première approche.

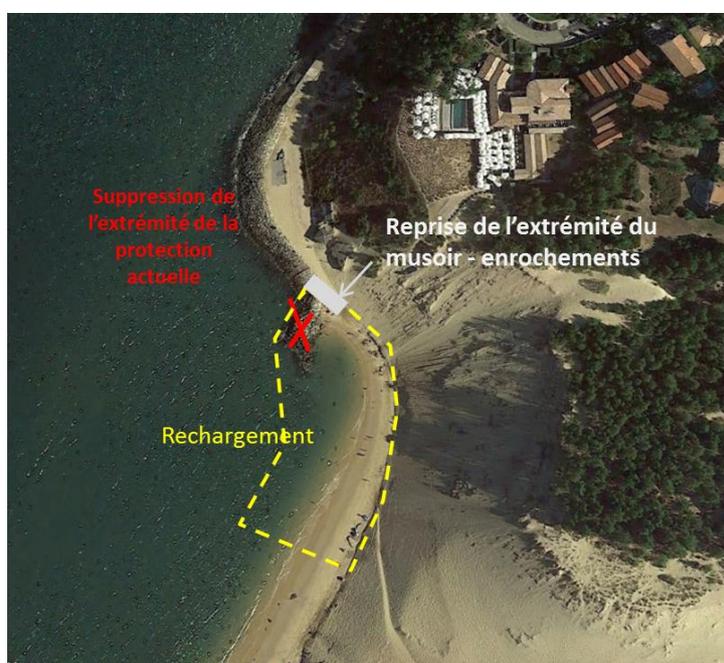


Figure 19 – Schéma de principe de la solution rechargement souhaité par le Comité de Pilotage

Comme évoqué précédemment, cette solution présente l'inconvénient d'une certaine « fragilité » vis-à-vis de la protection des biens de 1^{ère} ligne :

- Fragilité de la solution lors d'une tempête ou d'une succession d'évènements tempétueux.
- Nécessité de pouvoir réaliser des opérations de rechargement réguliers, mais également en urgence après une tempête.

D'un point de vue hydrosédimentaire, il existe également une grande incertitude sur la tenue des sables au niveau de l'encoche. Si le sable rechargé ne tient pas, les opérations de rechargement devront être réalisées très régulièrement (opération régulière à minima une fois par an). Un suivi devra être mis en place pour calibrer le volume à mettre en place.

3. ANALYSE COMPARATIVE DES SOLUTIONS DE PROTECTION

L'analyse multicritère de ces solutions a été réalisée sur la base du guide de la stratégie régionale (guide #4), dont les critères sont les suivants :

- Mise en œuvre du scénario : estimation de la difficulté de mise en œuvre de la solution proposée

Bon = pas de problèmes particuliers
Moyen = certains problèmes identifiés mais pouvant être levés à l'aide des études d'impact, concertation, organisation des dispositifs de chantier...
Mauvais = solution difficile à mettre en œuvre nécessitant des études complémentaires de détail

- Efficacité de la protection / sécurisation des personnes (vis-à-vis de l'érosion) : réponse du scénario à la sécurisation des personnes vis-à-vis de l'aléa érosion marine

Bon = sécurisation assurée au cours de la vie utile de la solution
Moyen = sécurisation incomplète : risque de défaillance de la solution au cours de sa vie utile
Mauvais = risques importants pour les personnes : solution inadaptée

- Pérennité de la protection : estimation du degré d'efficacité de la solution avec l'hypothèse d'un arrêt des opérations d'entretien ou au-delà de sa vie utile estimée

Bon = efficacité assurée
Moyen = risques de défaillance de la solution
Mauvais = défaillance de la solution

- Effets sur l'environnement des travaux : effets sur l'environnement des travaux de réalisation et d'entretien

Bon = peu d'effets sur l'environnement
Moyen = effets possibles sur l'environnement
Mauvais = effets importants sur l'environnement

- Effets paysagers / image : insertion paysagère de la solution. Effet sur l'image de marque d'une station balnéaire

Bon = bonne insertion paysagère
Moyen = effets mitigés
Mauvais = dégradation de la qualité paysagère du site

- Acceptabilité locale (échelle communale) : degré d'acceptabilité de la mise en place de la solution par la population locale.

Bon = consensus général
Moyen = positions partagées
Mauvais = opposition majoritaire

- Approche juridique : degré de faisabilité du scénario par rapport aux contraintes juridique (notamment Loi Littoral)

Bon = compatibilité
Moyen = difficulté juridique partielle
Mauvais = Difficulté proche de l'incompatibilité

- Compatibilité avec les objectifs territoriaux : compatibilité du scénario avec les orientations et principes stratégiques régionaux

Bon = compatibilité
Moyen = désaccord partiel
Mauvais = incompatibilité

		Solutions			
		« Enrochement + rechargement »	« Prolongement en enrochements de l'extrémité de l'ouvrage » β		γ
		α	Géotextile + rechargement β1	Rechargement β2	Rechargements avec reprise de l'extrémité de la protection (solution 3a actualisée de la SLGBC)
Mise en œuvre du scénario	Mise en place initiale	<u>Enrochements</u> : travaux classique de mise en œuvre (la difficulté réside dans l'acheminement des matériaux et la réalisation de travaux à proximité d'un site classé)	<u>Enrochements</u> : travaux classique de mise en œuvre <u>Géotextile</u> : solution plus facile à mettre en œuvre, néanmoins, une attention particulière devra être portée sur la jonction avec les enrochements ainsi que sur les méthodes de remplissage des géotubes. <u>Rechargement</u> : apport de sables important (voie maritime)	<u>Enrochements</u> : travaux classique de mise en œuvre <u>Rechargement</u> : apport de sables important (voie maritime)	<u>Enrochements</u> : travaux classique de mise en œuvre <u>Rechargement</u> : apport de sables important (voie maritime)
	Entretiens	<u>Rechargement régulier</u> : opérations pouvant être réalisées en même temps que les rechargements au Nord de la Corniche. Cependant, la pérennité de la protection ne dépend pas de ces rechargements	<u>Géotextile</u> : suivi régulier pour s'assurer qu'il est toujours recouvert <u>Rechargement</u> : - Régulier : opérations pouvant être réalisées en même temps que les rechargements au Nord de la Corniche - Urgence : opérations difficile à mettre en œuvre rapidement	<u>Rechargement</u> : - Régulier : opérations pouvant être réalisées en même temps que les rechargements au Nord de la Corniche - Urgence : opérations difficile à mettre en œuvre rapidement	<u>Rechargement</u> : - Régulier : opérations pouvant être réalisées en même temps que les rechargements au Nord de la Corniche - Urgence : opérations difficile à mettre en œuvre rapidement
Efficacité de la protection / sécurisation des personnes		Solution efficace – déplacement du point de diffraction au niveau de la Dune	La partie géotextile avec le rechargement est efficace si entretien régulier et maintien des sables sur site	La partie la plus sensible au regard des enjeux de 1ère ligne est protégée par le prolongement en enrochements Efficacité qui dépend de la réalisation des opérations de rechargement d'urgence : opérations très difficile à réaliser	Protection des biens de 1ère ligne dépend uniquement des opérations de rechargement, notamment les opérations d'urgence qui sont très difficile à mettre en place
Pérennité de la protection		Travaux d'entretien efficace sur la durée, opération de rechargement devant l'ouvrage pour des raisons techniques et balnéaires	Protection en enrochements pour limiter les impacts sur les biens de 1ère ligne. Néanmoins, la solution comprend également une protection en géotextile couplée à des opérations de rechargement : ce tronçon de protection est donc fragile et nécessite des travaux de rechargements réguliers et d'urgence	Protection en enrochements pour limiter les impacts sur les biens de 1ère ligne. Néanmoins, la solution comprend des opérations de rechargement : ce tronçon de protection est donc fragile et nécessite des travaux de rechargements réguliers et d'urgence	Nécessite de réaliser des travaux de rechargement réguliers et d'urgence
Effets sur l'environnement des travaux		Travaux engendrant des nuisances sur un site sensible	Travaux engendrant des nuisances sur un site sensible	Travaux engendrant des nuisances sur un site sensible	Travaux engendrant des nuisances sur un site sensible
Effets paysagers / image		Maintien d'une protection en enrochements	Maintien d'une protection en enrochements sur un linéaire néanmoins moins important que la solution « enrochements »	Maintien d'une protection en enrochements sur un linéaire néanmoins moins important que la solution « enrochements »	Maintien d'une protection en enrochements sur un linéaire très limité
Acceptabilité locale		Riverains : protection efficace pour assurer la protection de leurs biens	Riverains : protection plus fragile	Riverains : protection très fragile	Riverains : protection qui dépend potentiellement des opérations de rechargement d'urgence
Approche juridique		Difficulté de mise en place du prolongement en enrochements dans un site sensible (site classé, espaces remarquable...), néanmoins pas de contrainte juridique réhibitoire identifiée dans le cadre de la SLGBC	Difficulté de mise en place du prolongement en enrochements dans un site sensible (site classé, espaces remarquable...), néanmoins pas de contrainte juridique réhibitoire identifiée dans le cadre de la SLGBC	Difficulté de mise en place du prolongement en enrochements dans un site sensible (site classé, espaces remarquable...), néanmoins pas de contrainte juridique réhibitoire identifiée dans le cadre de la SLGBC	Reprise en enrochements et travaux de rechargement : pas de contrainte majeure
Comptabilité avec les objectifs territoriaux		Impact hydrosédimentaire potentiel sur la dune du Pilat	Oui	Oui	Incertitude sur le maintien des biens de 1ère ligne
Solutions retenues dans le cadre de la SLGBC		Non	Variante	Variante	Oui
Estimation des coûts	Travaux	1.6M€ H.T.	1.3 M€ H.T.	1.15 M€ H.T.	0.9M€ H.T.
	Entretien	120k€/2ans (entretien ouvrages enrochements + rechargement)	80 k€/an (entretien ouvrages enrochements + rechargement) 200k€/10 ans pour remplacement géotextile	80 k€/an (entretien ouvrages enrochements + rechargement)	60k€/an (entretien ouvrages enrochements + rechargement)

* Si le test de rechargement montrait une excellente tenue des sables sur site (soit peu de pertes), il pourrait être envisagé un rechargement sans mise en place d'ouvrage géotextile.

Tableau 2 - Analyse multi-critère des deux solutions

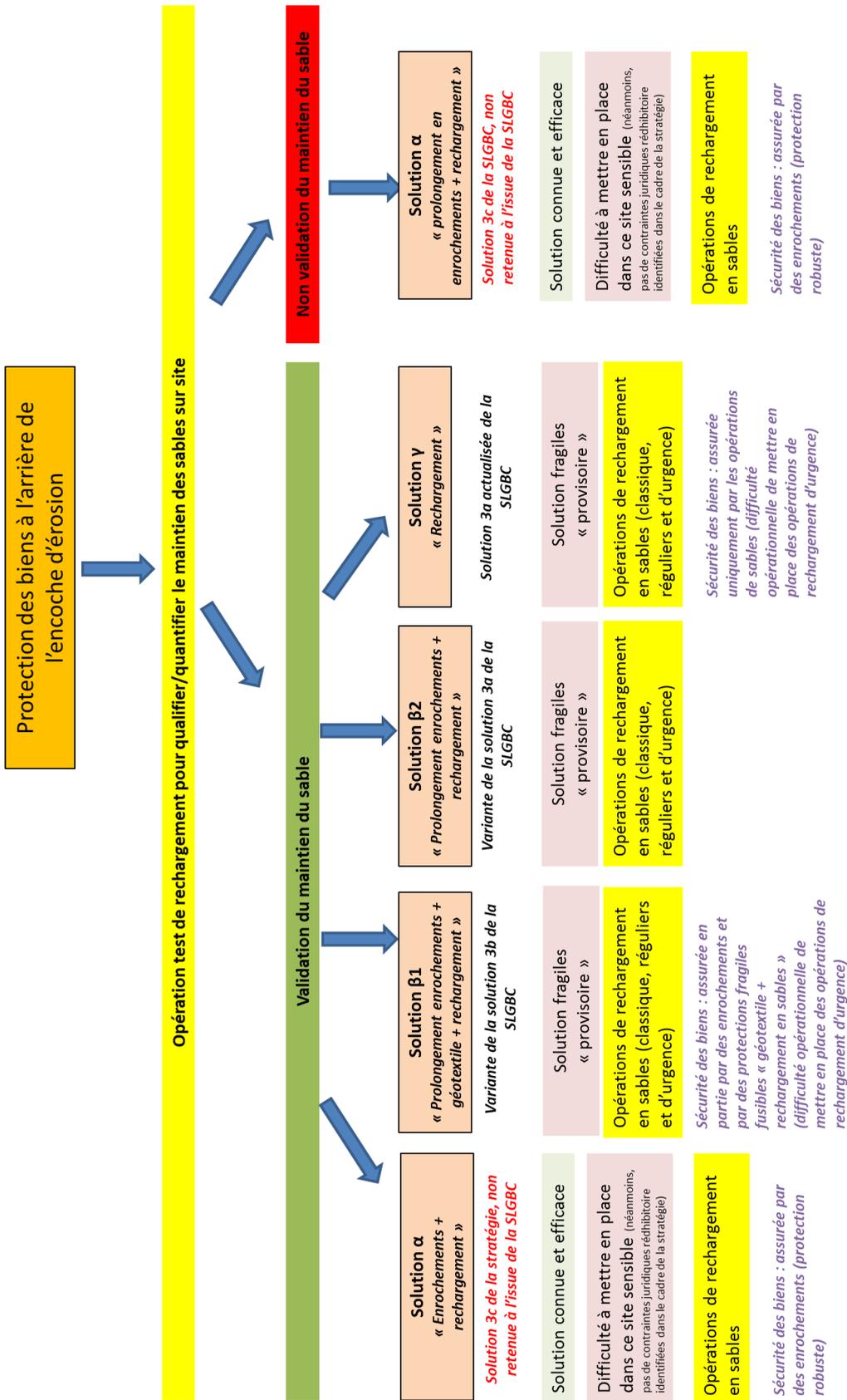
4. SYNTHÈSE

Plusieurs solutions ont été analysées de manière préliminaire :

- Solutions préconisées dans un objectif de protection de biens de 1^{ère} ligne
 - La solution en enrochements (solution α) est le scénario qui permet de protéger les habitations en limitant les travaux d'entretien. Cependant, elle semble difficile à mettre en place dans ce site sensible. même si la SLGBC n'a pas identifié de contrainte juridique rédhibitoire. Pour rappel, cette solution n'a pas été retenue à l'issue de la SLGBC mais elle a été étudiée dans le cadre de cette mission car elle répond à l'objectif fixé de protection.
 - La solution β_1 «Prolongement de l'enrochement +rechargement + géotextile » correspond à une variante d'une des deux solutions retenues à l'issue de la SLGBC. Elle comprend donc un confortement/réorientation de la protection en enrochements indispensable pour ce secteur exposé. Dans le prolongement de l'enrochement, il est envisagé la mise en place de géotubes. Pour cela, il est nécessaire de réaliser dans un premier temps un rechargement important (soit un rechargement classique comme réalisé tous les deux ans au Nord de la Corniche). Pour l'entretien, des rechargements réguliers et d'urgence sont nécessaires afin d'assurer la pérennité de l'ouvrage. Il convient de rappeler les points suivants :
 - Les boudins géotextiles sont des ouvrages fusibles, fragiles. Ils doivent être considérés comme une protection provisoire qui devra être renouvelée régulièrement. En première approche, la durée de vie pourrait être estimée autour de 10 ans. Cette durée de vie dépend des conditions hydrauliques, des opérations de rechargements (fréquence, efficacité etc...).
 - Le rechargement : il existe une incertitude sur le maintien des sables sur cette zone très énergétique et soumise à des courants de marée du chenal proche. Un test de rechargement avec des volumes importants et des suivis réguliers permettrait de valider, in situ, ce maintien et donc la pérennité de la solution.Les rechargements d'urgence étant difficiles à mettre en place sur ce secteur, le géotextile permet d'assurer temporairement une protection « fusible » pendant et après tempête.
 - La solution β_2 « Prolongement de l'enrochements + rechargement » : cette solution est semblable à la solution « «Prolongement de l'enrochement +rechargement + géotextile », à l'exception de la non mise en place du géotextile. Aussi, cette solution est « fragile » dans la mesure où elle dépend, en partie, des solutions de rechargement notamment d'urgence, difficiles à réaliser.
- Solution γ correspond à la solution actualisée 3a retenue à l'issue de la SLGBC : cette solution envisage la suppression de l'épi en enrochements et la réalisation d'un musoir en enrochements (sans prolongation de l'enrochement actuel). La protection des biens est assurée par les rechargements réguliers et d'urgence. La difficulté potentielle de réalisation de ces opérations de rechargement en urgence constitue la principale limite de cette solution.

La réalisation d'un test de rechargement avec suivi de la plage permettrait de qualifier/quantifier le maintien des sables sur site. Le synopsis ci-après montre les choix potentiels de solutions en fonction des résultats des tests.

A l'issue du Comité de Pilotage du 14 octobre 2021, la solution γ a été retenue pour la phase 3.



Bibliographie

ARTELIA, 2007. Diagnostic de l'ouvrage de protection de la corniche à Pyla

ARTELIA, 2011. Diagnostic de l'ouvrage de la corniche à Pyla – actualisation de l'étude de 2007 (ARTELIA 2011)

ARTELIA / Géo-transfert 2015. Elaboration d'une stratégie locale de gestion de la bande côtière » phases 2 de définition et de cartographie du niveau d'aléa

BRGM, 2014. Note provisoire de l'Observatoire de la Côte Aquitaine (J. Mugica 2014) –Observations de l'évolution du site de la Corniche (Dune du Piat) en lien avec les conditions météo-marine de forte agitation fin 2013 - début 2014

BRGM / N. Bernon / S. Lecacheux, Mai 2020. Etat des connaissances sur la dynamique hydrosédimentaire à l'embouchure du Bassin d'Arcachon, en lien avec la stratégie locale de gestion de la bande côtière de La Teste-de-Buch.

CASAGEC Ingénierie / Adamas / Go-Town, 2017. Etude d'accompagnement à l'élaboration de la stratégie locale de gestion de la bande côtière sur la commune de La Teste-de-Buch.» Etape 1 (diagnostic du fonctionnement du littoral et reconnaissance des enjeux), Etape 2 (Définition des objectifs territoriaux), Etape 3 (Mise au point des scénarios de gestion), Etape 4 (Evaluation et comparaison des scénarios), Etape 5 (Communication et formalisation des choix de gestion)

SIBA, 2020. Bilan sur les essais de réensablement par refoulement hydraulique réalisés en 2020.



Confortement de l'encoche dunaire de la Corniche (La Teste-de-Buch) – recherche d'une solution technique optimisée

Phase 3 : Avant-projet sommaire

NOTE

Version 2



Confortement de l'encoche dunaire de la Corniche (La Teste-de-Buch) – recherche d'une solution technique optimisée

Phase 3 : Avant-projet sommaire

SIBA

Note

VERSION	DESCRIPTION	ÉTABLI PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
2	Version intégrant les remarques du SIBA du 20/12/2021	TSD	TSD	12/01/2022
1	Version provisoire	TSD	SLX	3/12/2021

ARTELIA Eau & Afrique, Moyen-Orient
6 rue de Lorraine, 38130 Echirolles, France – TEL + 33 (0) 4 76 33 40 00

ARTELIA

16 rue Simone Veil, 93400 Saint-Ouen, France

Note – **version provisoire**

CONFORTEMENT DE L'ENCOCHE DUNAIRE DE LA CORNICHE (LA TESTE-DE-BUCH) – RECHERCHE D'UNE SOLUTION TECHNIQUE OPTIMISEE

SOMMAIRE

OBJET DU DOCUMENT	5
A. RAPPEL DES PRINCIPALES CONTRAINTES DU SITE.....	7
B. DESCRIPTION DE LA SOLUTION DE GESTION	9
1. PRINCIPE DU SYSTÈME DE PROTECTION RETENUE PAR LE COPIL (14/10/2021).....	10
2. REPRISE DE L'EXTRÉMITÉ DE LA PROTECTION EN ENROCHEMENTS	11
2.1. Principe de la reprise de protection	11
2.2. Critère de projet	11
Débit de.....	12
2.2.1. franchissement admissible	12
2.2.2. Critères de dimensionnement de l'extrémité de la protection	13
2.2.2.1. Durée de vie de l'ouvrage.....	13
2.2.2.2. Niveaux d'eau – Houle	13
2.2.2.3. Rechargement.....	13
2.3. Description de la solution de reprise de l'extrémité	14
2.3.1. Dimensionnement hydraulique de l'ouvrage (franchissement).....	14
2.3.2. Dimensionnement de la carapace	14
2.3.3. Description de la solution	15
2.3.4. Méthodologie des travaux : accès au site.....	17
2.3.5. Impacts hydrosédimentaires de la protection	18
3. OPÉRATION DE RECHARGEMENT EN SABLES.....	20
3.1. Principe	20
3.2. Rappel des caractéristiques des sables	21
3.2.1. Site de prélèvement : Banc du Bernet	21
3.2.2. Site de rechargement de la Corniche.....	21
3.3. Opération initiale de de rechargement.....	21
3.3.1. Estimation des volumes de sables à apporter.....	21

Note – version provisoire

CONFORTEMENT DE L'ENCOCHE DUNAIRE DE LA CORNICHE (LA TESTE-DE-BUCH) – RECHERCHE D'UNE SOLUTION TECHNIQUE OPTIMISEE

3.3.2.	Ajustement d'un profil théorique sur le profil réel de la plage	22
3.3.3.	Estimation des volumes à recharger sur la plage	23
3.3.3.1.	Détermination des profils théoriques de rechargement	23
3.3.3.2.	Estimation des volumes net à recharger	24
3.3.3.3.	Estimation du volume de sur-rechargement (coefficient d'emprunt Ra)	32
3.3.3.4.	Synthèse – volume de rechargement	33
3.4.	Opérations d'entretien	34
3.4.1.	Objectif	34
3.4.2.	Volume de rechargement –entretien régulier	34
4.	PLANNING.....	34
5.	ENVELOPPE BUDGÉTAIRE DES TRAVAUX.....	35
6.	LIMITE DU SYSTÈME DE PROTECTION ENVISAGÉ	35
7.	PRÉ-CADRAGE RÉGLEMENTAIRE	36
7.1.	Articles L.214-1 A L.214-6 du code de l'environnement	36
7.1.1.	Dossier soumis à Autorisation ou déclaration	37
7.1.2.	Etude d'impact et évaluation environnementale.....	38
7.1.3.	Dossier Natura 2000	38
7.1.4.	Dossier commission des sites.....	38
7.2.	Investigations complémentaires dans le cadre de la réalisation des dossiers réglementaires	39

TABLEAUX

Tableau 1 :	Détermination du débit de franchissement	14
Tableau 2 :	Accessibilité devant l'ouvrage de la Corniche pour différentes cotes des fonds, en fonction des marées	17
Tableau 3 :	Principales conditions hydrosédimentaires du site	23
Tableau 4 :	Synthèse des principales caractéristiques des scénarios de rechargement	23
Tableau 5 :	Volume net de rechargement pour les différents scénarios	24
Tableau 6 :	Volume de rechargement pour les différents scénarios.....	33
Tableau 7 :	Durée des travaux de rechargement pour les différents scénarios	33
Tableau 8 :	Annexe à l'article R.122-2 du Code de l'Environnement	38

FIGURES

Figure 1 :	Localisation du périmètre d'étude (source : d'après données geoportail)	5
Figure 2 –	Schéma de principe de la solution rechargement souhaité par le Comité de Pilotage	6
Figure 3 –	Schéma de principe de la solution rechargement souhaité par le Comité de Pilotage	10
Figure 3 –	Principe de l'orientation du musoir	11
Figure 3 –	Débit de franchissement	12
Figure 4:	Limite de franchissement d'après le CETMEF (source : ARTELIA).....	12

Note – version provisoire

CONFORTEMENT DE L'ENCOCHE DUNAIRE DE LA CORNICHE (LA TESTE-DE-BUCH) – RECHERCHE D'UNE SOLUTION TECHNIQUE OPTIMISEE

Figure 5: Limite de franchissement selon l'Eurotop (source : EUROTOP 2018).....	13
Figure 6. Eurotop – visualisation des principaux paramètres pour le calcul des franchissements	14
Figure 6. Localisation des zones d'enrochements à déposer	15
Figure 7. Vue en plan du musoir	16
Figure 8. Coupe type.....	16
Figure 9. Visualisation du cheminement d'approvisionnement depuis l'avenue du Banc d'Arguin	17
Figure 10. Visualisation du cheminement d'approvisionnement depuis la plage du Petit Nice.....	18
Figure 11. Localisation des sites potentiels de chargement du pont/barge.....	18
Figure 12. Visualisation de la localisation de la zone de prélèvement.....	20
Figure 13. Rechargement du Pyla-sur-Mer par la méthode du rainbowing (SOGREAH 2006)	21
Figure 14. Détermination du profil théorique de la plage pour différentes granulométries	22
Figure 15. Localisation de la zone à recharger	24
Figure 16. Principales caractéristiques du scénario 1	25
Figure 17. Principales caractéristiques du scénario 2	26
Figure 18. Principales caractéristiques du scénario 3	27
Figure 19. Principales caractéristiques du scénario 4	28
Figure 20. Principales caractéristiques du scénario 5	29
Figure 21. Principales caractéristiques du scénario 6	30
Figure 22. Principales caractéristiques du scénario 4.....	31
Figure 23. Estimation du coefficient RA	33

OBJET DU DOCUMENT

Le littoral de la « Corniche » situé en limite de la zone urbanisée et de la dune du Pilat est sujet à de fortes érosions qui ont entraîné la réalisation d'un ouvrage de protection en enrochements en 1995. Les renforcements opérés en 1995 puis en 2002 avec la mise en place d'une structure en géotextiles n'avaient pas donné satisfaction à cette époque. L'ouvrage a continué de montrer des signes de fragilisation et la plage au droit des enjeux a continué de reculer.

Le site est donc situé en sortie du Bassin d'Arcachon.

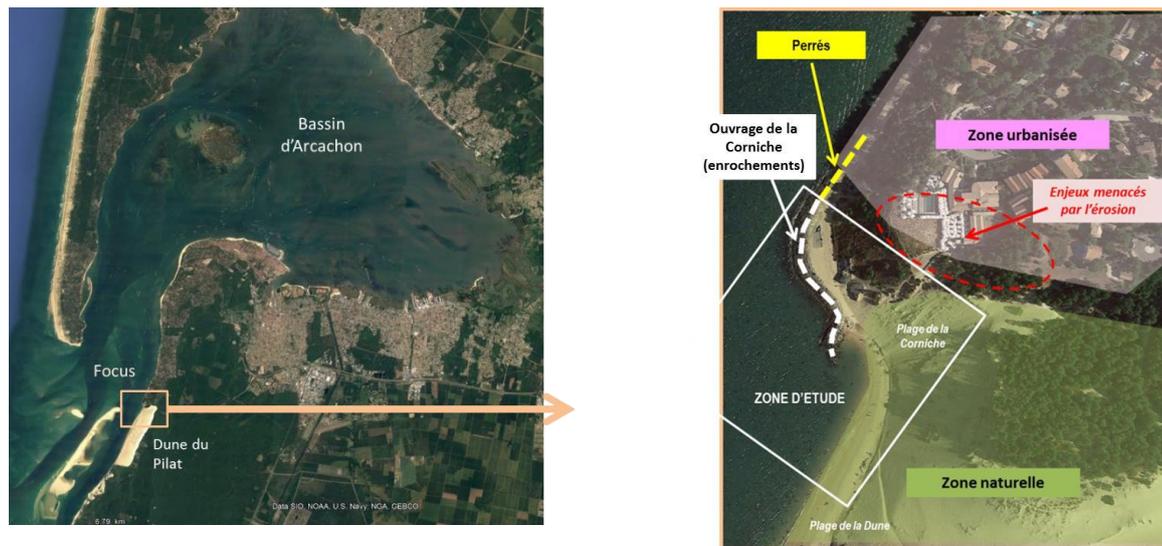


Figure 1 : Localisation du périmètre d'étude (source : d'après données geoportail)

Face à ces désordres, la commune de La Teste-de-Buch a mandaté ARTELIA en 2007 puis en 2011 pour réaliser un diagnostic visuel de l'état de l'ouvrage et proposer des solutions permettant de stabiliser la zone. Des solutions d'allongement/prolongement de la protection en enrochements avaient été proposées.

En 2014, la mairie de La Teste-de-Buch a missionné ARTELIA pour définir l'évolution hydrosédimentaire des passes du Bassin d'Arcachon et établir les bases de la stratégie de gestion de la bande côtière (SLGBC). Cette dernière a été réalisée et finalisée par CASAGEC en 2018.

A l'issue de cette SLGBC, la philosophie des scénarios suivants a été retenue :

« La philosophie des scénarios S3A et S3B

- S3A : le « maintien de l'ouvrage et rechargement » (remise en état de l'ouvrage et réensablements),
- S3B : le « maintien de l'ouvrage et consolidation de l'encoche » (remise en état de l'ouvrage et installation d'un géotube),

a été retenue lors de la validation de la stratégie locale en 2018 : lutte active par reprise de l'ouvrage en enrochements avec une reconfiguration si nécessaire dans son emprise actuelle, mise en œuvre de rechargements réguliers, et étude complémentaire de faisabilité pour la décision de consolidation de l'encoche dunaire par un ouvrage géotextile. »

C'est dans ce contexte que le SIBA a confié en juin 2021 à ARTELIA une nouvelle mission pour analyser les solutions de protections du secteur de la Corniche.

La mission comporte trois phases :

- Phase 1 : Etat des lieux ;
- Phase 2 : Propositions techniques ;
- Phase 3 : Etude de faisabilité/avant-projet de la solution technique retenue.

En phase 2, plusieurs solutions de protection ont été analysées. Sur cette base, le Comité de Pilotage du 14 octobre 2021 a retenu la solution suivante :

- Reprise de l'extrémité de la protection en enrochements (musoir) avec suppression de l'extrémité de la protection actuelle ;
- Rechargement en sables

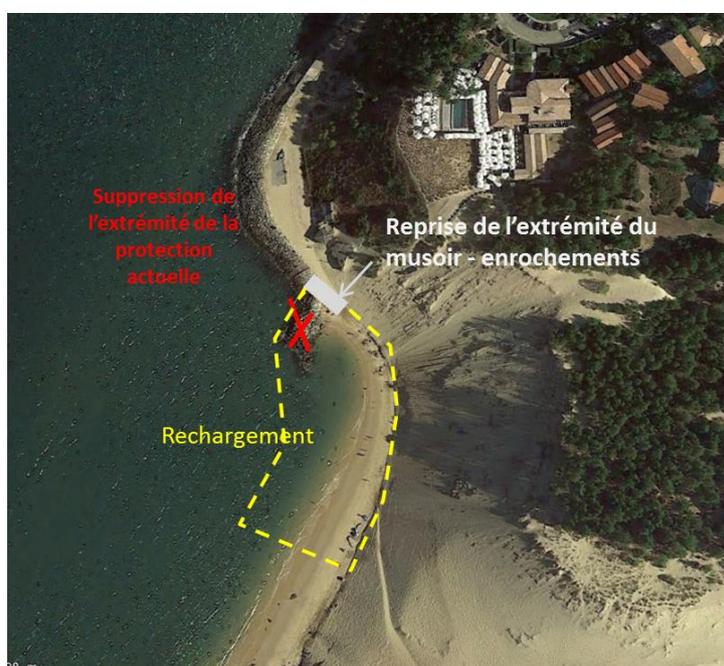


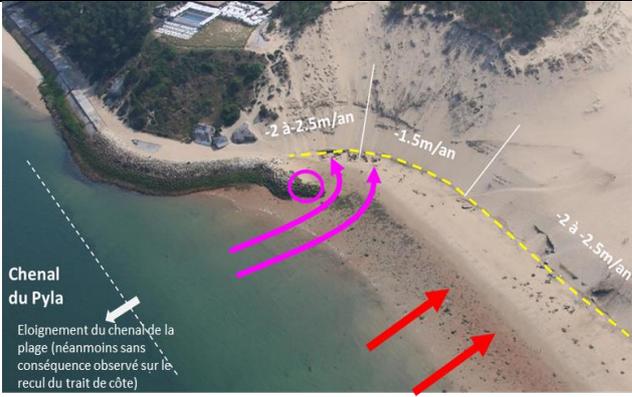
Figure 2 – Schéma de principe de la solution rechargement souhaité par le Comité de Pilotage

Le présent document correspond au rapport de la phase 3 – Avant-Projet Sommaire.



A. RAPPEL DES PRINCIPALES CONTRAINTES DU SITE

Ce chapitre a fait l'objet d'une note spécifique en phase 1. Par conséquent, sont rappelés ci-dessous uniquement les principales caractéristiques déterminantes du milieu naturel dans le choix des solutions potentiellement à mettre en place sur le site

Topo-bathymétrie	Présence du chenal à moins de 100 m de la plage Niveau de la plage assez bas par rapport aux niveaux des eaux											
Niveau d'eau	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Niveau caractéristique</th> <th>Valeur (m CM)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Plus Haute Mer Astronomique (PHMA)</td> <td>4.54</td> </tr> <tr> <td>Pleine Mer de Vive-Eau moyenne (PMVE)</td> <td>4.05</td> </tr> <tr> <td>100 ans (pleine mer)</td> <td>5.1 m</td> </tr> <tr> <td>10 ans (pleine mer)</td> <td>4.9 m</td> </tr> </tbody> </table>		Niveau caractéristique	Valeur (m CM)	Plus Haute Mer Astronomique (PHMA)	4.54	Pleine Mer de Vive-Eau moyenne (PMVE)	4.05	100 ans (pleine mer)	5.1 m	10 ans (pleine mer)	4.9 m
	Niveau caractéristique	Valeur (m CM)										
	Plus Haute Mer Astronomique (PHMA)	4.54										
	Pleine Mer de Vive-Eau moyenne (PMVE)	4.05										
	100 ans (pleine mer)	5.1 m										
10 ans (pleine mer)	4.9 m											
Ces niveaux d'eaux n'intègrent pas l'effet du déferlement des houles (set-up) qui peut provoquer une élévation de plusieurs dizaines de centimètres												
Agitation	Les houles peuvent atteindre 1,50 m, voir 2 m lors d'évènements tempétueux. La période de houle se situe entre 4 et 8 s. La zone de projet constitue une zone de concentration des houles du fait de l'orientation actuelle des bancs de sables.											
Courant	La concentration des houles sur le secteur est susceptible d'induire des courants de retour vers le chenal											
	Zone également caractérisée par un phénomène de recirculation au jusant et un entrainement des sédiments du talus vers le chenal.											
Evolution hydrosédimentaire du site	L'évolution hydrosédimentaire du site est marquée par :											
	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'éloignement progressif de la côte de la rive Est du chenal du Pyla qui ne semble, malgré tout, pas modérer l'érosion et le recul du pied de dune, qui est compris entre -1.5 et -2,5 m/an. ■ Aucune cyclicité n'est observée dans les mécanismes d'évolution ; ■ Le recul peut atteindre 20 m (Lmax) lors d'évènements tempétueux. 											
Ouvrages	Ouvrage en enrochements réalisé en 1995 et conforté à plusieurs reprises. L'ouvrage a une pente de 3/1. Son arase supérieure est à +7 m CM et la carapace est constitué de bloc de 1,5 – 2 T. La partie au Sud de l'escalier est dans un état dégradé. Mise en place en 2002 d'un géotextile alors proche du pied de dune et qui s'est très vite dégradé											
Protection	Site à proximité ou dans l'emprise de plusieurs zones de protection : Natura 2000, ZNIEFF, Réserve Naturelle Nationale, Parc Naturel Marin, site inscrit/classé, terrains appartenant au Conservatoire du Littoral... Zone classée NR (zone naturelle de protection des espaces remarquables au titre de l'article L.146-6 du code de l'urbanisme).											
Usage	Zone très touristique, très fréquentée.											
Foncier	Zone à l'interface entre le Domaine Public Maritime (DPM), une parcelle privée appartenant à l'Immobilier de Pilat-Plage (groupe GAUME), et le Conservatoire du Littoral. Les enjeux directement exposés à l'érosion appartiennent à la SCI Corniche.											

Note – version provisoire

CONFORTEMENT DE L'ENCOCHE DUNAIRE DE LA CORNICHE (LA TESTE-DE-BUCH) – RECHERCHE D'UNE SOLUTION TECHNIQUE OPTIMISEE



B. DESCRIPTION DE LA SOLUTION DE GESTION

1. PRINCIPE DU SYSTEME DE PROTECTION RETENUE PAR LE COPIL (14/10/2021)

Le système de protection retenu par le Comité de Pilotage du 14/10/2021 est constitué des protections suivantes :

- Reprise de l'extrémité de la protection en enrochements qui comprend les aménagements suivants :
 - La suppression des vestiges de l'extrémité actuelle de la protection ;
 - La reprise de l'extrémité de la protection en enrochements : son objectif n'est pas de prolonger l'ouvrage actuel, mais uniquement d'assurer la pérennité de l'ouvrage actuel.
- Rechargement en sables qui est composé :
 - D'une opération initiale d'apport de sables : son objectif est de reconstituer un stock pour pallier les pertes lors d'évènements tempétueux et ainsi limiter le recul du trait de côte ;
 - D'opérations d'entretiens réguliers pour compenser les pertes de sables entre deux opérations de rechargement.

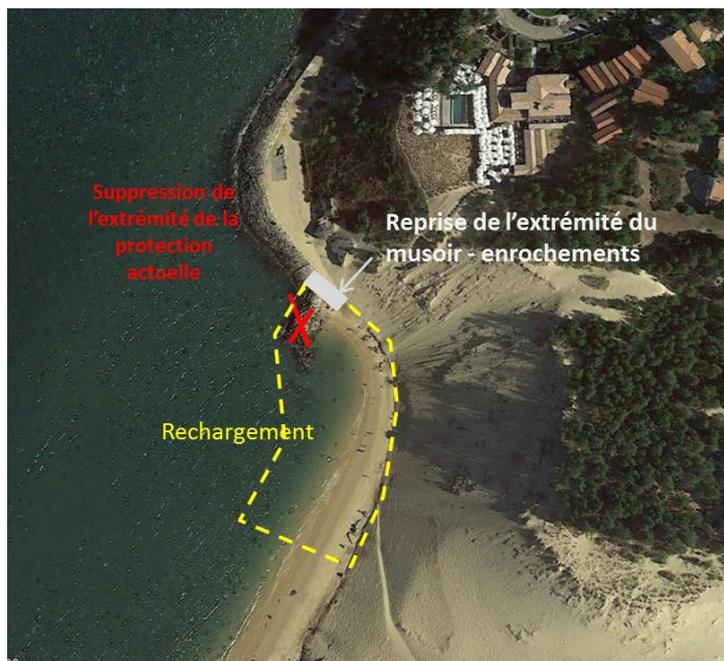


Figure 3 – Schéma de principe de la solution rechargement souhaité par le Comité de Pilotage

Ce système de protection des biens à l'arrière de la Corniche dépend directement des opérations de rechargement en sables et de leur maintien sur la plage ; que ce soit en période usuelle ou de tempêtes. Les difficultés d'intervenir en urgence ou d'anticiper les pertes lors d'évènements tempétueux constituent le point faible de ce système de protection.

2. REPRISE DE L'EXTREME DE LA PROTECTION EN ENROCHEMENTS

2.1. PRINCIPE DE LA REPRISE DE PROTECTION

Dans l'hypothèse où le recul du trait de côte contournerait l'ouvrage, il convient de réaliser un « musoir » à l'extrémité de la protection actuelle.

Pour des raisons techniques de mise en œuvre (éviter de terrasser au pied de la dune), la direction du musoir doit orienter vers le Sud-Ouest ; l'objectif est de légèrement décaler l'ouvrage par rapport à la Dune ce qui permet de gagner quelques mètres pour la mise en place des enrochements derrière l'ouvrage et éviter de déstabiliser la dune lors de leur mise en place.

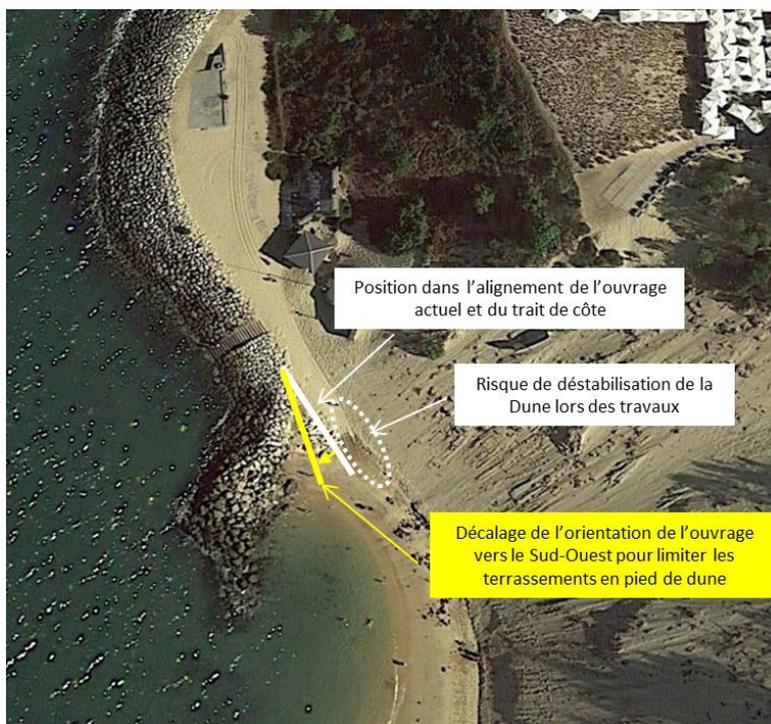


Figure 4 – Principe de l'orientation du musoir

2.2. CRITERE DE PROJET

Les paragraphes ci-après précisent les critères de projet dans la perspective du dimensionnement de l'ouvrage de protection :

- Débit de franchissement : il traduit la quantité d'eau passant au-dessus de l'ouvrage. En fonction de ce débit, la littérature précise les dégâts potentiellement engendrés ;

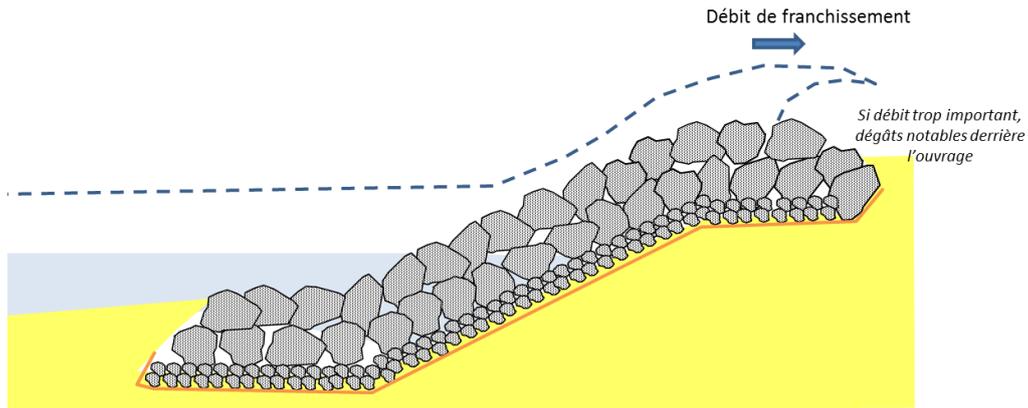


Figure 5 – Débit de franchissement

- Conditions hydrauliques pour le dimensionnement : niveau d'eau, caractéristiques de la houle...
- Durée de vie prévisionnelle des ouvrages

2.2.1. Débit de franchissement admissible

Il existe deux principales sources bibliographiques qui fournissent des recommandations (sécurité des infrastructures et des personnes) à atteindre sur le débit moyen de franchissement :

- Le CETMEF (Guide des enrochements) dont les recommandations sont synthétisées dans le schéma ci-dessous :

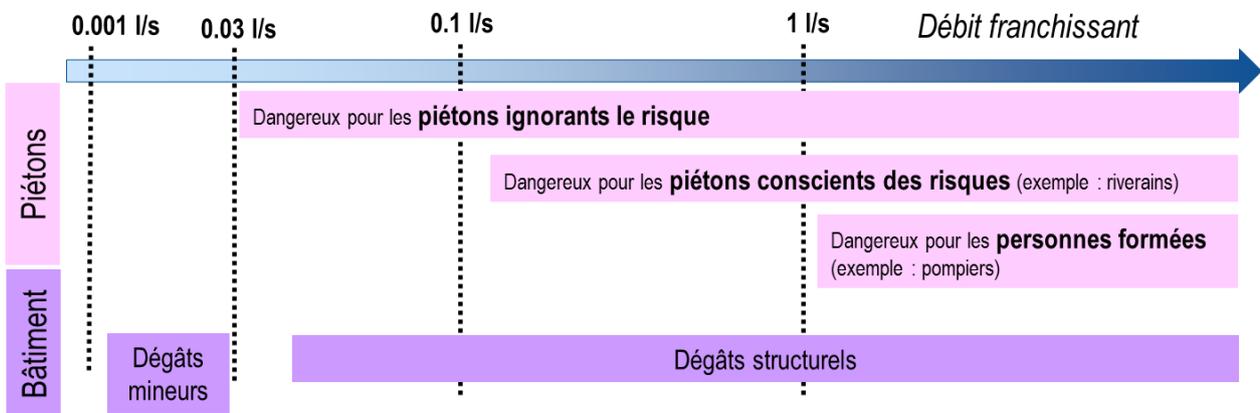


Figure 6: Limite de franchissement d'après le CETMEF (source : ARTELIA)

- L'Eurotop 2018 dont les recommandations sont précisées ci-après :

Table 3.2: General limits for overtopping for property behind the defence

Hazard type and reason	Mean discharge q (l/s per m)
Building structure elements; $H_{m0} = 1-3$ m	≤ 1
Damage to equipment set back 5-10m	≤ 1

Note – version provisoire

CONFORTEMENT DE L'ENCOCHE DUNAIRE DE LA CORNICHE (LA TESTE-DE-BUCH) – RECHERCHE D'UNE SOLUTION TECHNIQUE OPTIMISEE

Table 3.3: Limits for overtopping for people and vehicles

Hazard type and reason	Mean discharge q (l/s per m)
People at structures with possible violent overtopping, mostly vertical structures	No access for any predicted overtopping
People at seawall / dike crest. Clear view of the sea. H _{m0} = 3 m H _{m0} = 2 m H _{m0} = 1 m H _{m0} < 0.5 m	 0.3 1 10-20 No limit
Cars on seawall / dike crest, or railway close behind crest H _{m0} = 3 m H _{m0} = 2 m H _{m0} = 1 m	 <5 10-20 <75
Highways and roads, fast traffic	Close before debris in spray becomes dangerous

Figure 7: Limite de franchissement selon l'Eurotop (source : EUROTOP 2018)

Dans notre cas, il s'agit d'un ouvrage de protection (agitation entre 1 et 2 m) dont les enjeux sont essentiellement de limiter l'érosion à l'arrière de l'ouvrage.

Il est retenu un débit franchissant admissible maximal autour de 1l/s/m.

2.2.2. Critères de dimensionnement de l'extrémité de la protection

2.2.2.1. Durée de vie de l'ouvrage

Les ouvrages sont conçus pour une durée de vie de 50 ans.

2.2.2.2. Niveaux d'eau – Houle

2.2.2.2.1. Événement de référence

Au vue de la durée de vie retenue pour l'ouvrage, il est retenu un niveau d'eau cinquantennal, soit 5 m CM, associé à une houle de 1.5 m (ceci notamment pour éviter un surdimensionnement de l'ouvrage).

2.2.2.2.2. Élévation du niveau de la mer

Pour tenir compte de l'élévation du niveau marin due au réchauffement climatique, nous avons réalisé des tests de sensibilité avec différentes sur-élevations (entre 0.3 et 0.6 m en fonction des hypothèses retenues du GIEC) par rapport aux niveaux d'eau statiques.

2.2.2.3. Rechargement

Il est considéré que les opérations de rechargement sont réalisées régulièrement afin notamment d'éviter que l'ouvrage ne soit contourné de manière notable et d'avoir une cote en pied d'ouvrage très basse. La fréquence de rechargement et le volume associé seront adaptés en fonction des suivis de la plage.

2.3. DESCRIPTION DE LA SOLUTION DE REPRISE DE L'EXTREMITÉ

2.3.1. Dimensionnement hydraulique de l'ouvrage (franchissement)

Les franchissements ont été déterminés à partir du guide de l'Eurotop (2018) qui constitue la référence. Ce dernier permet de déterminer les franchissements en fonction de la typologie d'ouvrage : ouvrages verticaux, perré, talus en enrochements, design de l'ouvrage...

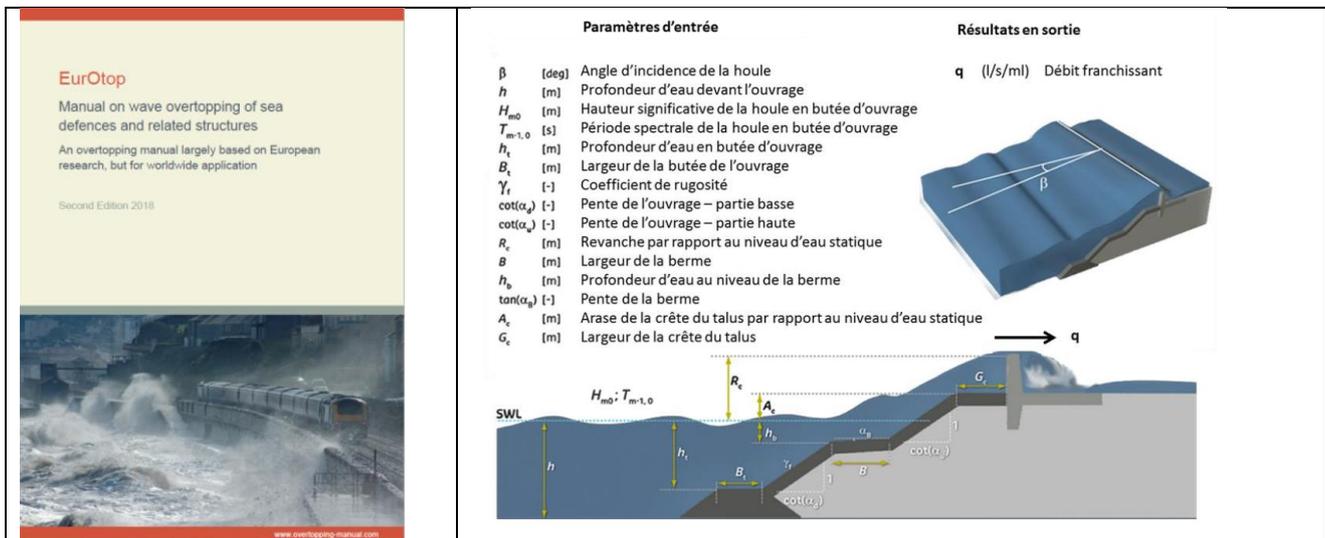


Figure 8. Eurotop – visualisation des principaux paramètres pour le calcul des franchissements

Le tableau ci-dessous synthétise les principales caractéristiques de la protection ; ces caractéristiques correspondent à celles de la protection actuelle au Nord de l'escalier

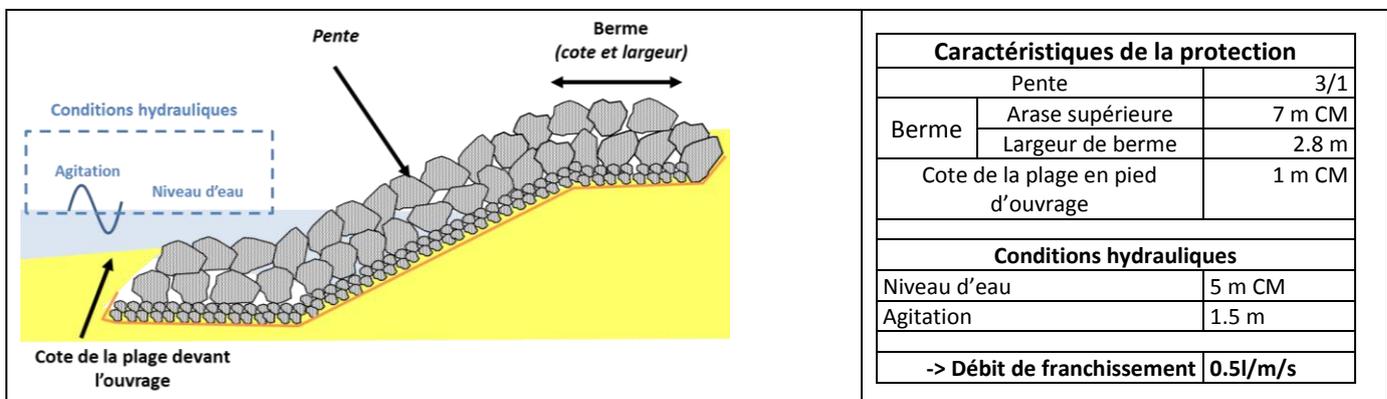


Tableau 1 : Détermination du débit de franchissement

2.3.2. Dimensionnement de la carapace

Le dimensionnement des enrochements constituant la carapace a été réalisé à partir de la formule de Van Der Meer en acceptant un début de dommage pour l'évènement de référence.

Les calculs de stabilité des enrochements seront réalisés en considérant l'hypothèse d'un enrochement dioritique, soit ayant une masse volumique intrinsèque de 2.6 T/m^3 .

Considérant les hypothèses de dimensionnement ci-dessus, il a été retenu une blocométrie de carapace de la catégorie 1-3T.

Note – version provisoire

CONFORTEMENT DE L'ENCOCHE DUNAIRE DE LA CORNICHE (LA TESTE-DE-BUCH) – RECHERCHE D'UNE SOLUTION TECHNIQUE OPTIMISEE

2.3.3. Description de la solution

L'aménagement consiste à :

- Déposer des enrochements constituant les vestiges de l'extrémité de la protection. Les enrochements seront stockés à proximité afin qu'une partie soit valorisée sur site (carapace ou sous-couche - concassage...-);
- Déposer une partie de l'extrémité actuelle de la protection pour permettre de réaliser la jonction entre les deux ouvrages (recouvrement géotextile...)

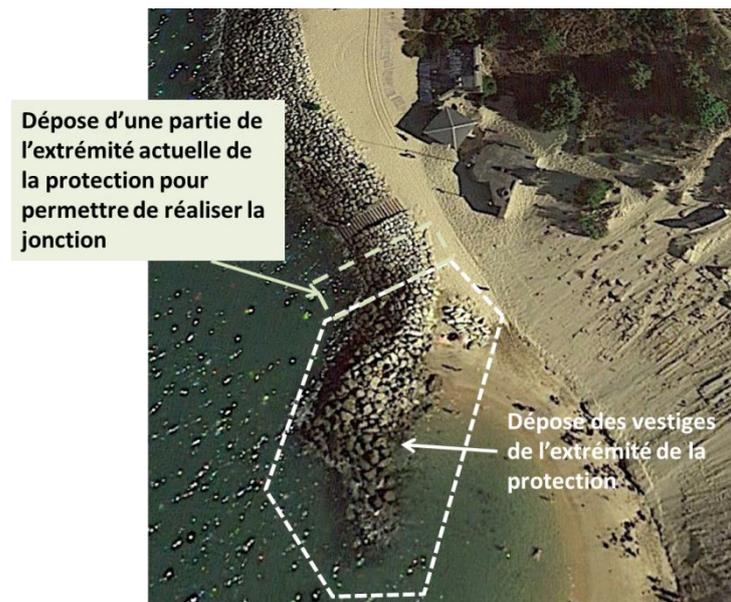


Figure 9. Localisation des zones d'enrochements à déposer

- Mettre en œuvre :
 - Le noyau en remblai calibré (tout-venant de carrière calibré ou matériaux de récupération trié et sélectionné permettant l'absence de fines) ;
 - Un géotextile de filtration sur le talus, pour réduire le risque de fuite des matériaux fins ;
 - Une couche-filtre en enrochements de catégorie 50-300 kg de 0.7 - 0.8 m d'épaisseur (en pied d'ouvrage, la butée sera de plusieurs mètres (3 à 5 m)) ;
 - Une carapace en enrochements dioritiques (forte densité et dureté) bi-couche de catégorie 1-3T de 1.90 m d'épaisseur. La crête de l'ouvrage sera arasée à environ 7 m CM avec une berme de 3 m.

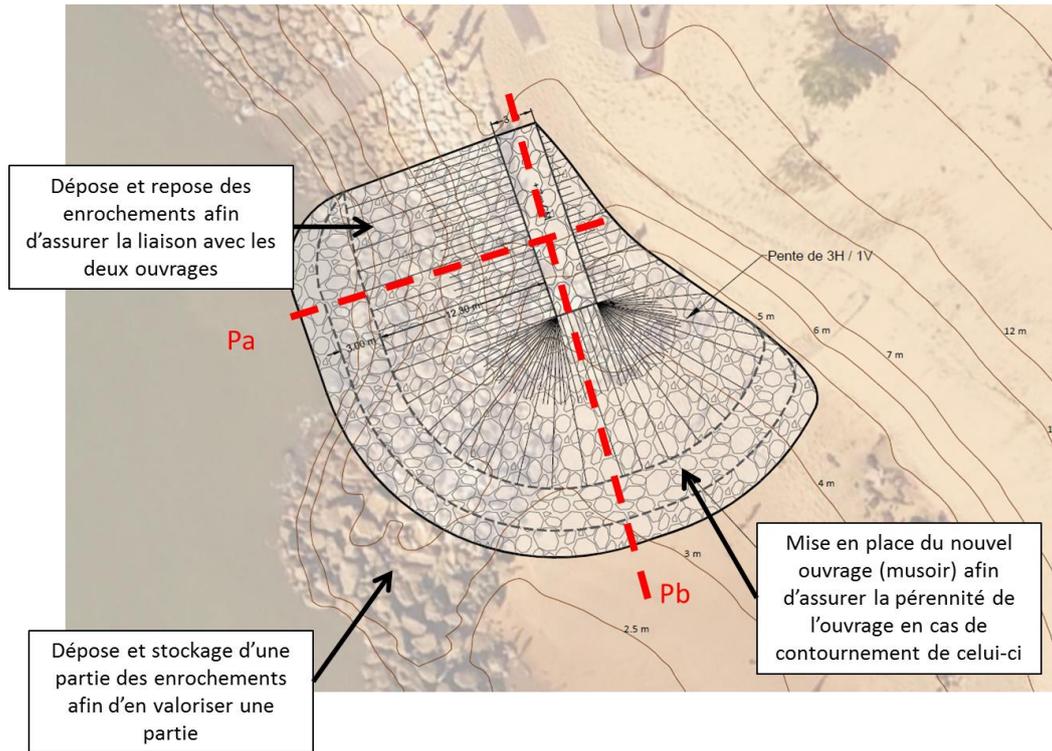
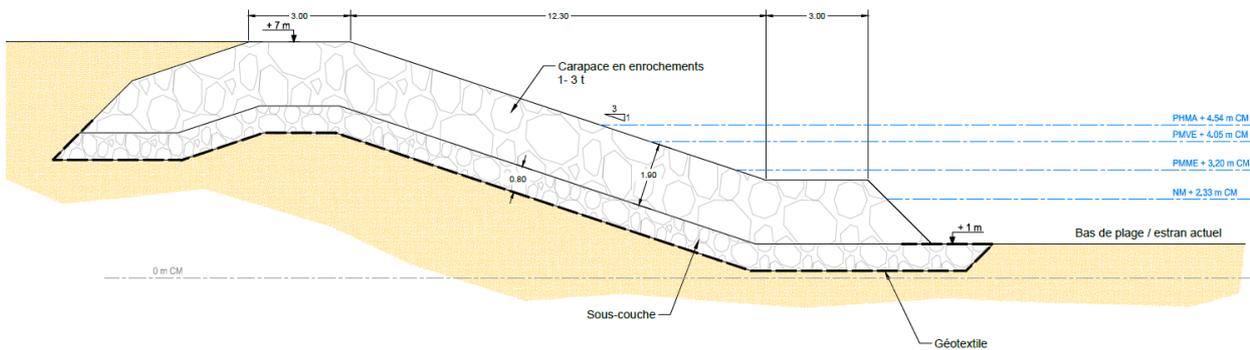
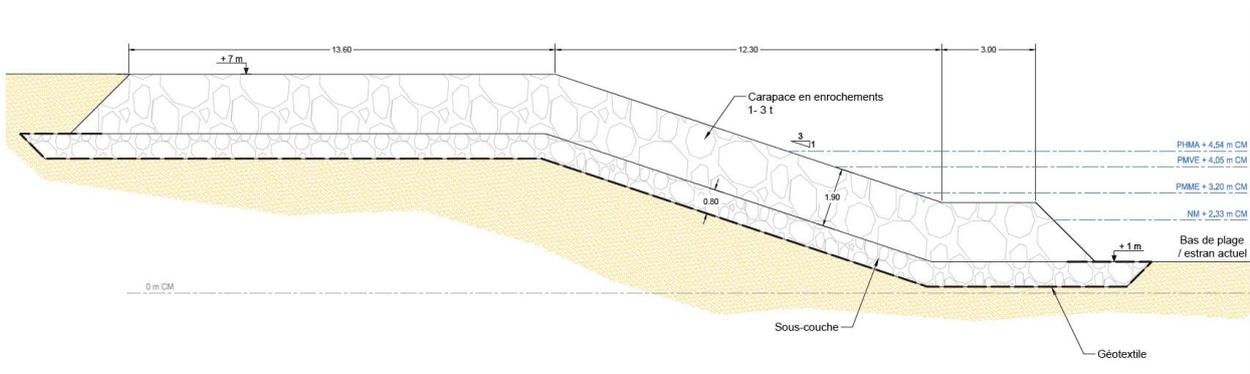


Figure 10. Vue en plan du musoir



Profil Pa



Profil pb

Figure 11. Coupe type

Nota sur la valorisation des matériaux : d'après les informations recueillies (plans de l'existant), l'extrémité de la protection serait constituée de blocs de 1-2 T. C'est pourquoi, une grande de ces enrochements pourrait être valorisée dans la future protection. Le volume de ces enrochements (carapace) a été estimé, à ce stade des études et sur la base des plans et de la photo aérienne, à 350 m³.

2.3.4. Méthodologie des travaux : accès au site

Trois solutions pourraient être envisagées pour l'acheminement des matériaux (enrochements...) et du matériel de construction :

- Accès par voie terrestre depuis l'avenue du Banc d'Arguin : cet acheminement nécessite de rouler sur l'estran, à marée basse et de passer devant l'ouvrage de la Corniche (cf. figure ci-après).



Figure 12. Visualisation du cheminement d'approvisionnement depuis l'avenue du Banc d'Arguin

La cote des terrains devant l'ouvrage est très basse. Avec l'hypothèse optimiste d'une cote de ces terrains comprise autour de 0 à 0.5 m CM, la durée d'accès (hors prise en compte de la portance des matériaux) est quasi nulle (seulement quelques heures pour les plus forts coefficients de marée (cf. tableau ci-dessous)).

	TEMPS D'EMERGENCE EN HEURES PAR MAREE				
	coeffs				
Cote des fonds	20	45	70	95	120
1.5	0.0	0.0	2.9	3.8	4.4
1	0.0	0.0	0.0	2.1	3.4
0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0

Tableau 2 : Accessibilité devant l'ouvrage de la Corniche pour différentes cotes des fonds, en fonction des marées

Aussi, cette solution nous semble très délicate à mettre en place car le passage devant l'ouvrage est extrêmement limité ce qui nous a été confirmé par les différentes entreprises ayant déjà réalisées des travaux sur le secteur.

- Accès terrestre par la plage du Petit Nice : l'acheminement des matériaux pour le confortement de la protection en 1995-2002 avait été réalisé depuis la plage du Petit Nice. Cela signifie un passage de tombereaux sur l'estran, à marée basse sur environ 5 km. Ce qui représente de fortes contraintes techniques et environnementales.



Figure 13. Visualisation du cheminement d’approvisionnement depuis la plage du Petit Nice

- Accès par voie maritime : les matériaux pourraient être acheminés par barges/pontons qui s’échoueraient sur la plage. Le déversement des matériaux s’effectuerait à marée basse, puis la barge/ponton repartirait à mi-marée/ marée haute. Le chargement de la barge pourrait s’effectuer depuis une rampe de mise à l’eau (à marée haute). Plusieurs sites au niveau d’Arcachon/La Teste-de-Buch pourraient être envisagés (entre 12-14 km du site de projet) :

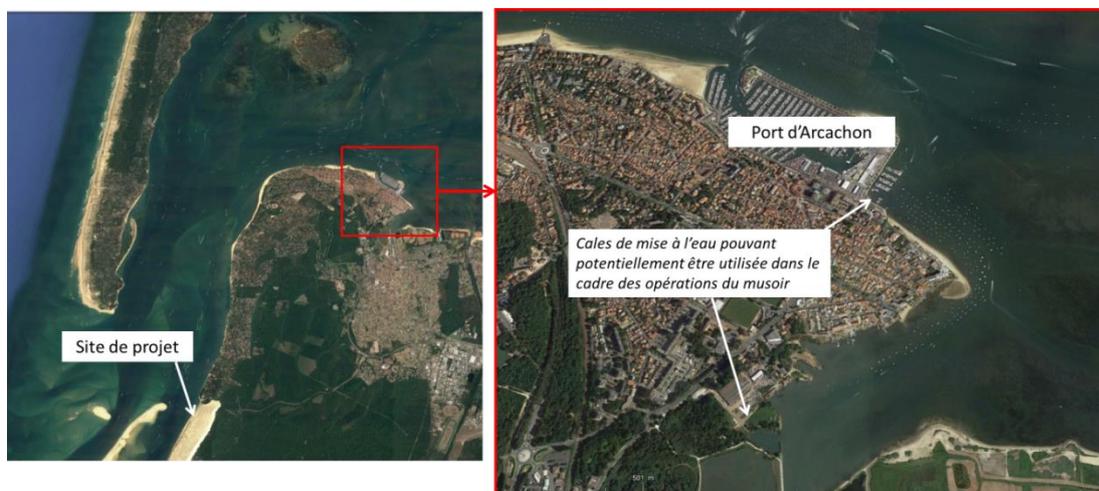


Figure 14. Localisation des sites potentiels de chargement du pont/barge

Cet acheminement par voie maritime dépendra des conditions océanographiques qui présentent de fortes contraintes (courants, agitation...), avec des stand-by météo potentiellement importants (d’où des coûts nettement plus importants).

2.3.5. Impacts hydrosédimentaires de la protection

Dans le cadre de cette mission, le logiciel SMC (Système de Modélisation Côtière) a été utilisé pour déterminer la position du trait de côte pour différents horizons. Ce logiciel, également utilisé dans le cadre des études ARTELIA de 2007 et 2011 permet de relier entre eux :

Note – version provisoire

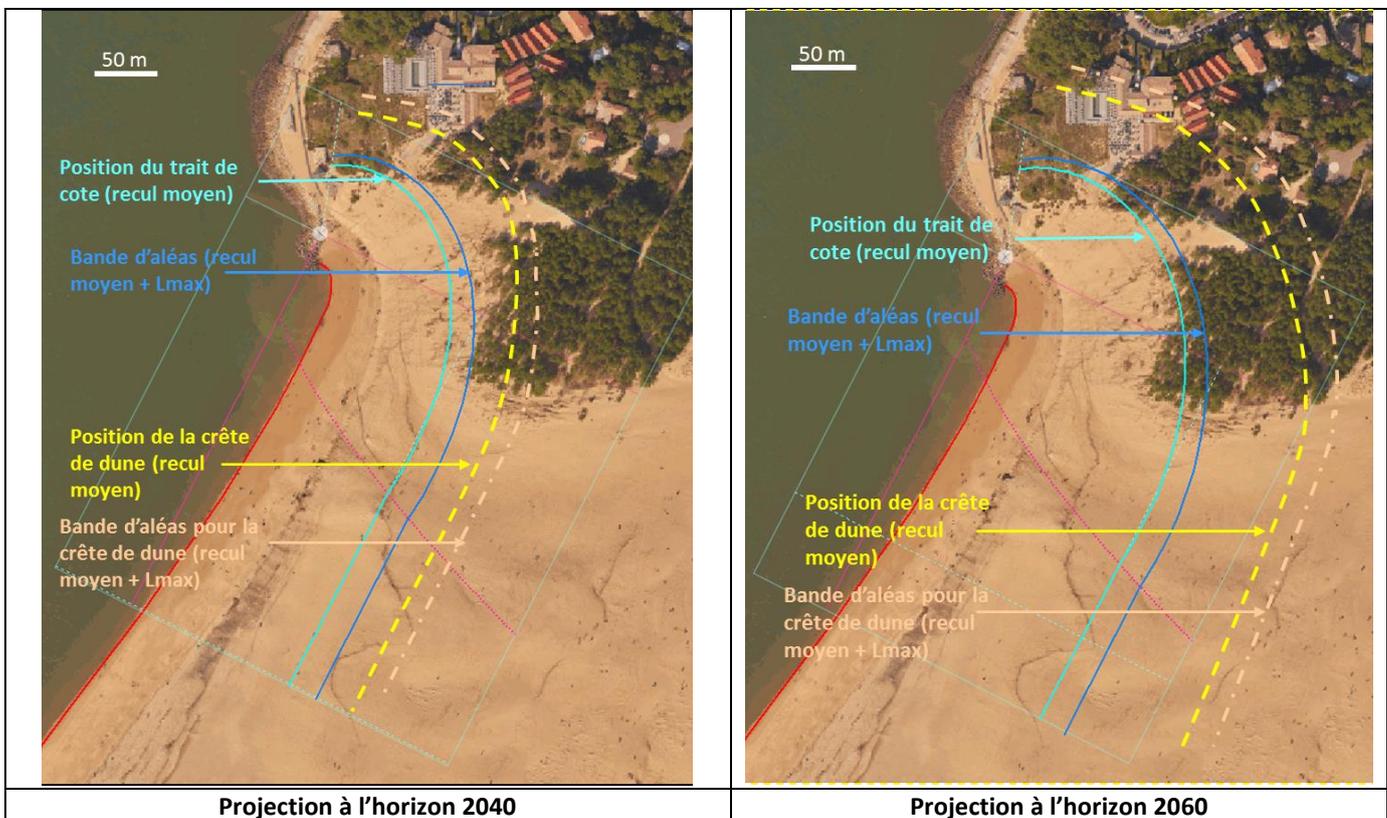
CONFORTEMENT DE L’ENCOCHE DUNAIRE DE LA CORNICHE (LA TESTE-DE-BUCH) – RECHERCHE D’UNE SOLUTION TECHNIQUE OPTIMISEE

- La forme de la plage,
- La force de la houle incidente,
- Le trait de côte au-delà de l'ouvrage,
- La position du point de diffraction autour duquel s'enroule la houle.

La figure ci-après représente les projections du trait de côte pour les deux horizons 2040 et 2060, en l'absence de rechargements – il existe une incertitude sur la tenue des sables). Sont représentés :

- La position du trait de côte et de la bande d'aléas (soit trait de côte + L_{max})
- La position de la crête de dune liée à la celle du trait de côte.

Dans le cadre de ce scénario (absence de rechargement), les biens de premières lignes seraient impactés au plus tard en 2040. La mise en place des opérations de rechargement est donc indispensable afin de préserver les biens de 1^{ère} ligne.



3. OPERATION DE RECHARGEMENT EN SABLES

En raison de l'incertitude de la tenue des sables sur le site et de la fréquence des événements tempétueux, les opérations de rechargement seront constituées :

- D'une importante opération initiale permettant de reconstituer un stock de sables suffisant pour essayer de pallier les pertes lors d'un événement tempétueux ;
- D'opération d'entretien (réguliers et d'urgence) pour pallier les pertes régulières de sables. Les opérations d'urgence seront difficiles à mettre en place.

Le principe commun de ces différentes opérations est explicité ci-après.

3.1. PRINCIPE

Le principe des opérations de rechargement consiste à prélever les sables sur le banc du Bernet par moyens maritimes. Ces sédiments sont ensuite refoulés sur le site de la Corniche. Le test hydraulique réalisé en février 2020 a confirmé la faisabilité technique de ce type d'opération.

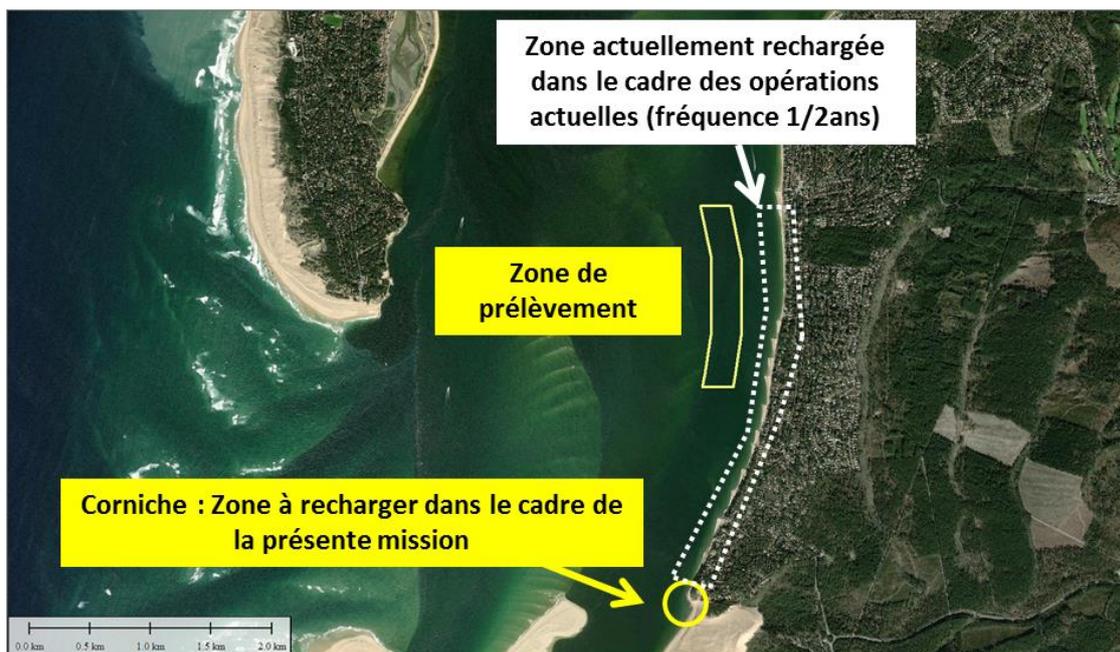


Figure 15. Visualisation de la localisation de la zone de prélèvement

Le principe est identique à celui des opérations de rechargement réalisées tous les deux ans au niveau du secteur des « Perrés » (Pyla-sur-Mer - La Teste-de-Buch-). Aussi, l'extraction des sables s'effectue au moyen d'une drague aspiratrice en marche. Une fois le chargement du puits terminé, la drague se déplace sur le lieu de dépôt pour réensabler l'estran en projetant le sable directement depuis la drague (« rainbowing ») (cf. photo ci-après).



Figure 16. Rechargement du Pyla-sur-Mer par la méthode du rainbowing (SOGREAH 2006)

Le site du Bernet constitue le seul site d'extraction à proximité du site de la Corniche.

Il existe un site terrestre au Nord du Wharf qui présente une accumulation de sables mais ce site se situe à 10 km de la Corniche. L'acheminement de ce sable s'effectuerait par tombereaux qui rouleraient sur l'estran ; ce qui poserait inévitablement des problématiques techniques complémentaires (travail aux marées de vives eaux ; avec des coûts associés) et des impacts environnementaux probablement plus importants (destruction d'espèces par écrasement des tombereaux, nuisances sonores...). Aussi, ce site ne peut être retenu.

3.2. RAPPEL DES CARACTERISTIQUES DES SABLES

3.2.1. Site de prélèvement : Banc du Bernet

D'après les investigations réalisées par le SIBA en 2014, les matériaux extraits sont des sables dont le diamètre moyen (D_{50}) est de l'ordre de 0,35 mm, avec une fraction fine ($D < 0,0063$ mm) comprise entre 1 et 2 %.

Les résultats de ces investigations montrent que l'ensemble des échantillons ont des teneurs en contaminants inférieures aux niveaux N1 pour tous les composants testés.

3.2.2. Site de rechargement de la Corniche

Les sables rencontrés sur les plages du Pyla-sur-Mer et de la Dune du Pilat (correspondant au Nord de la Corniche) sont des sables fins dont le diamètre moyen est de l'ordre de 0,30 mm sur le talus et 0,28 mm sur l'estran (Sogreah, 2001). L'analyse réalisée sur les plages au Nord de la Corniche dans le cadre du dossier d'autorisation de rechargement en 2014 confirme ces granulométries.

3.3. OPERATION INITIALE DE RECHARGEMENT

L'objectif de cette opération initiale est de reconstituer un stock de sables suffisant pour essayer de pallier les pertes lors d'un événement tempétueux. En effet, actuellement, le trait de côte est très en arrière et pourrait menacer à court-moyen terme les biens de 1^{ère} ligne.

3.3.1. Estimation des volumes de sables à apporter

La méthodologie pour estimer les volumes de sables à recharger est la suivante :

- Ajustement des profils de plages actuels selon des profils théoriques d'équilibre en tenant compte du D_{50} de la granulométrie des sables en place (ajustement des profils de Dean) ;
- Définition des profils de plage rechargés en tenant compte de la granulométrie des sables d'apports ;
- Estimation des volumes à recharger (volume net) en fonction des objectifs visés ;

- Estimation des pertes annuelles liées à la différence de granulométrie entre les sables d'emprunt et rechargés ; ceci afin de définir les volumes réels à mettre en place.

3.3.2. Ajustement d'un profil théorique sur le profil réel de la plage

La première étape consiste à ajuster le profil de plage actuel selon des profils théoriques en tenant compte de la distribution granulométrique existante (méthode de Dean).

En effet, Dean a montré qu'un profil de plage pouvait être approché par une loi du type :

$$h = B y^{2/3} D^{1/3}$$

Avec :

- h et y : hauteur et distance (m) à partir d'une origine située en haut de plage.
- D : diamètre moyen (en mm) des sables pour le profil considéré.
- B : facteur inconnu qui dépend de plusieurs variables telles que les houles, la marée, et les courants. Le facteur B est déterminé en ajustant la loi ci-dessus pour les profils de plage de mars 2018.

La figure ci-après présente pour le profil de la plage avec les profils théoriques de plage pour un D50 compris entre 0,2 et 0,6 mm.

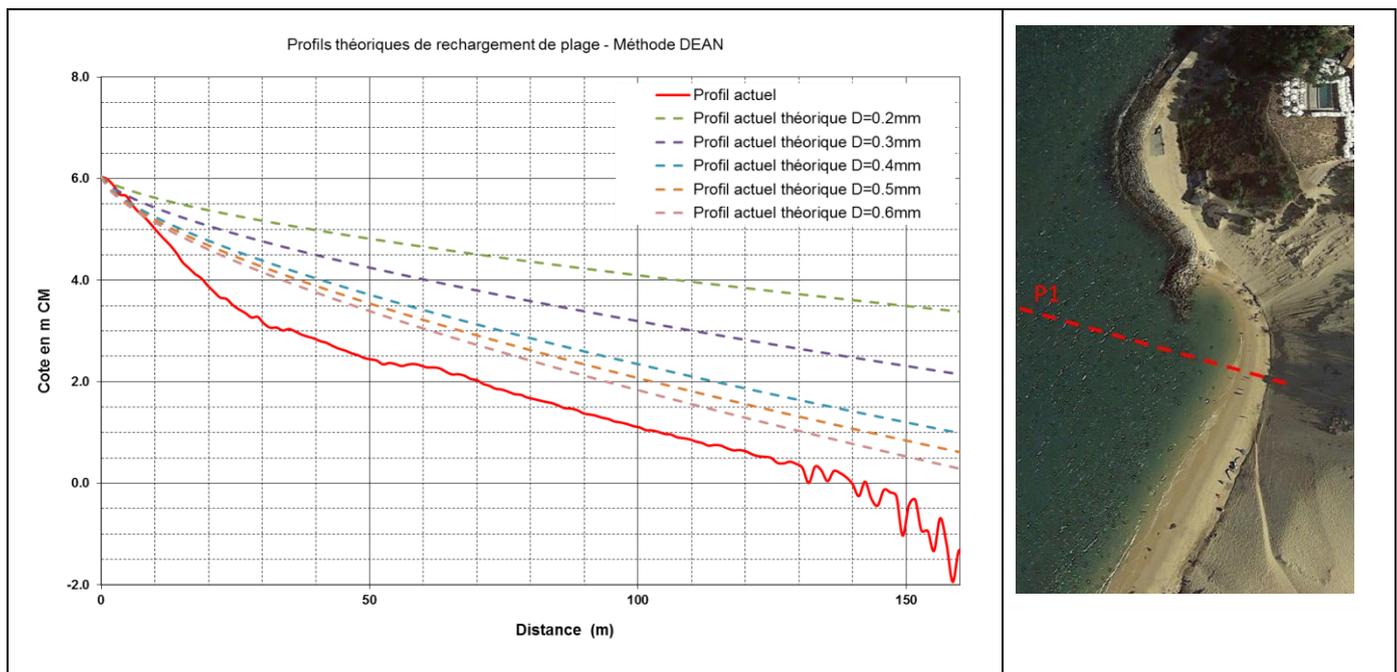


Figure 17. Détermination du profil théorique de la plage pour différentes granulométries

Ce graphe illustre que le profil actuel ne correspond à aucun profil théorique. Aussi, la plage n'est pas en équilibre quelle que soit la granulométrie des sables retenue. La plage est en effet fortement influencée par la présence du chenal dans lequel les sédiments tombent avant d'être dispersés dans le milieu ; ce qui laisse également présager un maintien difficile du sable rechargé sur le site.

Note – version provisoire

CONFORTEMENT DE L'ENCOCHE DUNAIRE DE LA CORNICHE (LA TESTE-DE-BUCH) – RECHERCHE D'UNE SOLUTION TECHNIQUE OPTIMISEE

3.3.3. Estimation des volumes à recharger sur la plage

3.3.3.1. Détermination des profils théoriques de rechargement

Rappel des conditions hydrosédimentaire

Les profils de rechargement doivent tenir compte des conditions hydrauliques du site et de l'évolution hydrosédimentaire qui sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

Caractéristiques		Valeurs
Niveau d'eau	PM120	4.54 m CM
Evolution hydrosédimentaire	Recul moyen annuel	2-2.5 m /an
	Recul lors d'évènement tempétueux	20 m

Tableau 3 : Principales conditions hydrosédimentaires du site

Principales caractéristiques du profil rechargé

Les principales caractéristiques du profil rechargé sont la largeur et la cote de la berme. Elles influent sur la réduction des franchissements par la houle et améliorent la tenue de la plage rechargée. Ces caractéristiques ont pour objectif d'avoir un stock de sables suffisant pour limiter les risques d'érosion vis-à-vis des biens.

Ainsi, pour tenir compte des éléments, il est préconisé, au vue des enjeux présents, de créer une berme avec, au minimum, les caractéristiques suivantes :

- Cote : 5.5 m CM, soit 1 m au-dessous des PM120 ;
- Largeur de 20 m pour tenir compte d'un recul brutal de 20 m lié à un évènement tempétueux

7 scénarios de berme ont été analysés :

	Berme	
	Arase	Largeur
Scénario 1	5.5. CM	20 m
Scénario 2	5.5 CM	25 m
Scénario 3	6 m CM	25 m
Scénario 4	6.5 m CM	25 m
Scénario 5	5.5 m CM	35 m
Scénario 6	6 m CM	35 m
Scénario 7	6.5 m CM	35 m

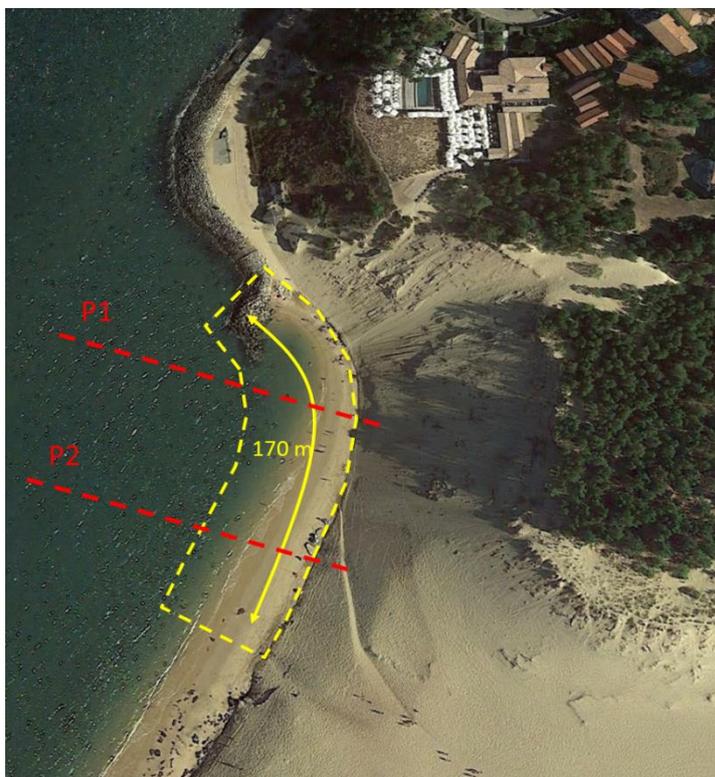
Tableau 4 : Synthèse des principales caractéristiques des scénarios de rechargement

Plus l'arase et la largeur de berme sont importantes, plus la protection le sera également.

Les volumes associés à chaque scénario sont précisés dans les paragraphes ci-après.

3.3.3.2. Estimation des volumes net à recharger

L'emprise du rechargement s'étend sur environ 170 m à l'Est de l'ouvrage actuel :



Nota : les raccordements seront précisés en étude de détails

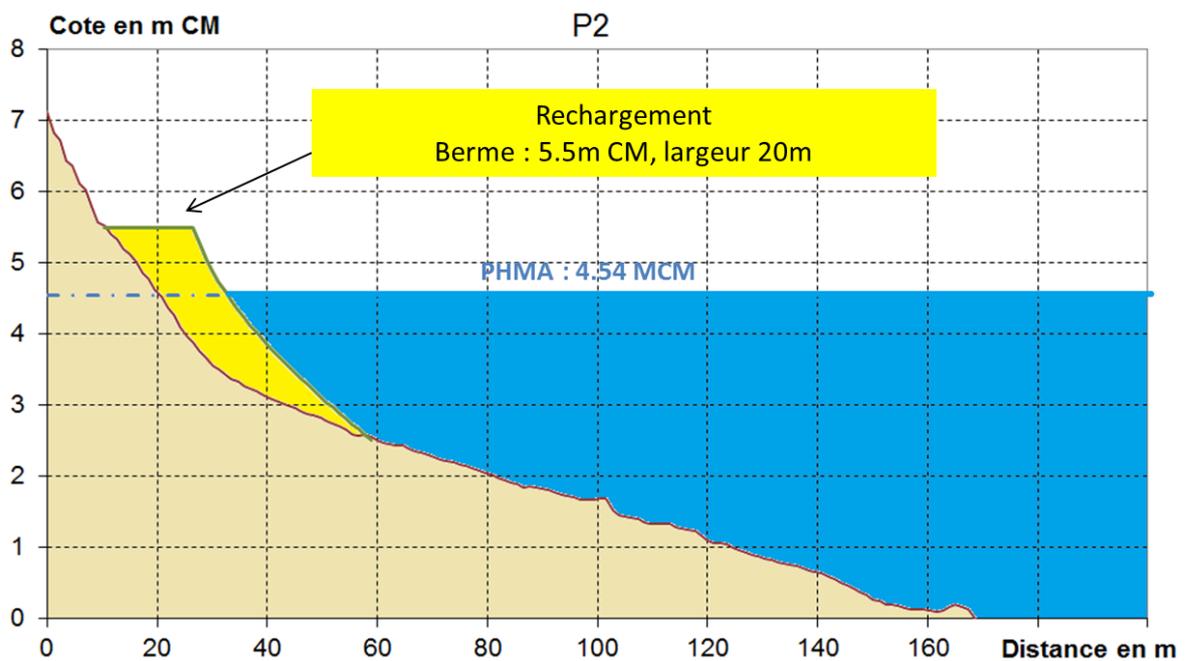
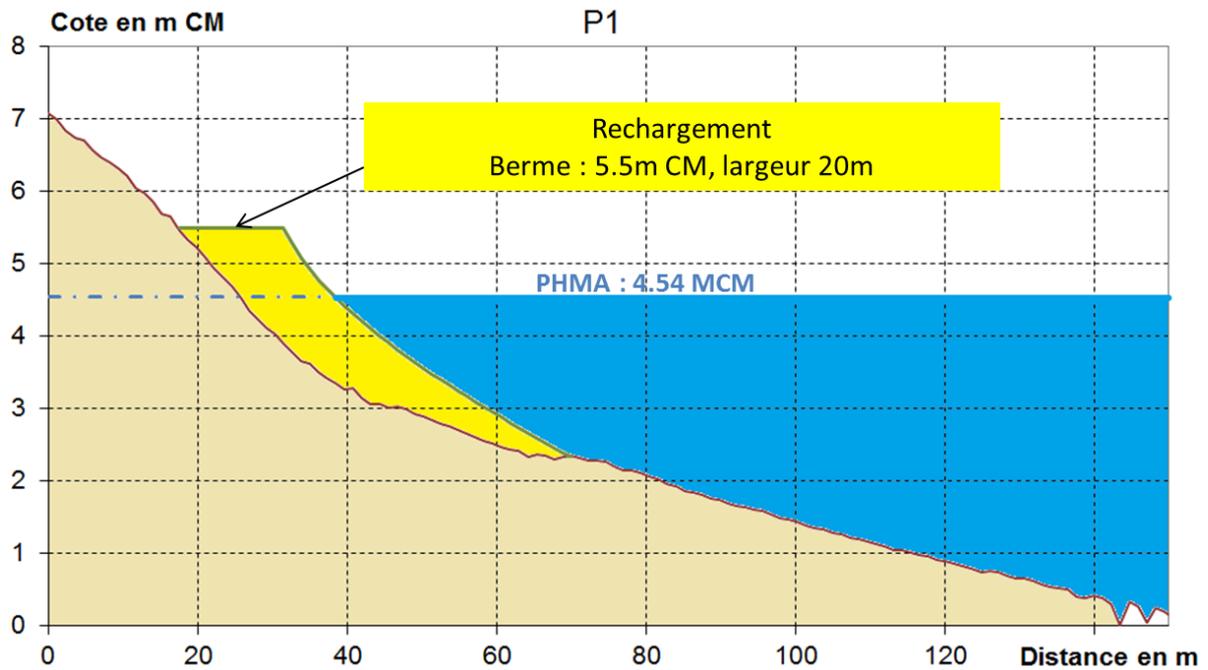
Figure 18. Localisation de la zone à recharger

Les volumes nets, associés à chaque scénario, sont précisés dans le tableau ci-après :

	Berme		Volume net associé
	Arase	Largeur	
Scénario 1	5.5. CM	20 m	8 100 m ³
Scénario 2	5.5 CM	25 m	11 000 m ³
Scénario 3	6 m CM		20 000 m ³
Scénario 4	6.5 m CM		29 000 m ³
Scénario 5	5.5 m CM	35 m	25 000 m ³
Scénario 6	6 m CM		35 000 m ³
Scénario 7	6.5 m CM		45 000 m ³

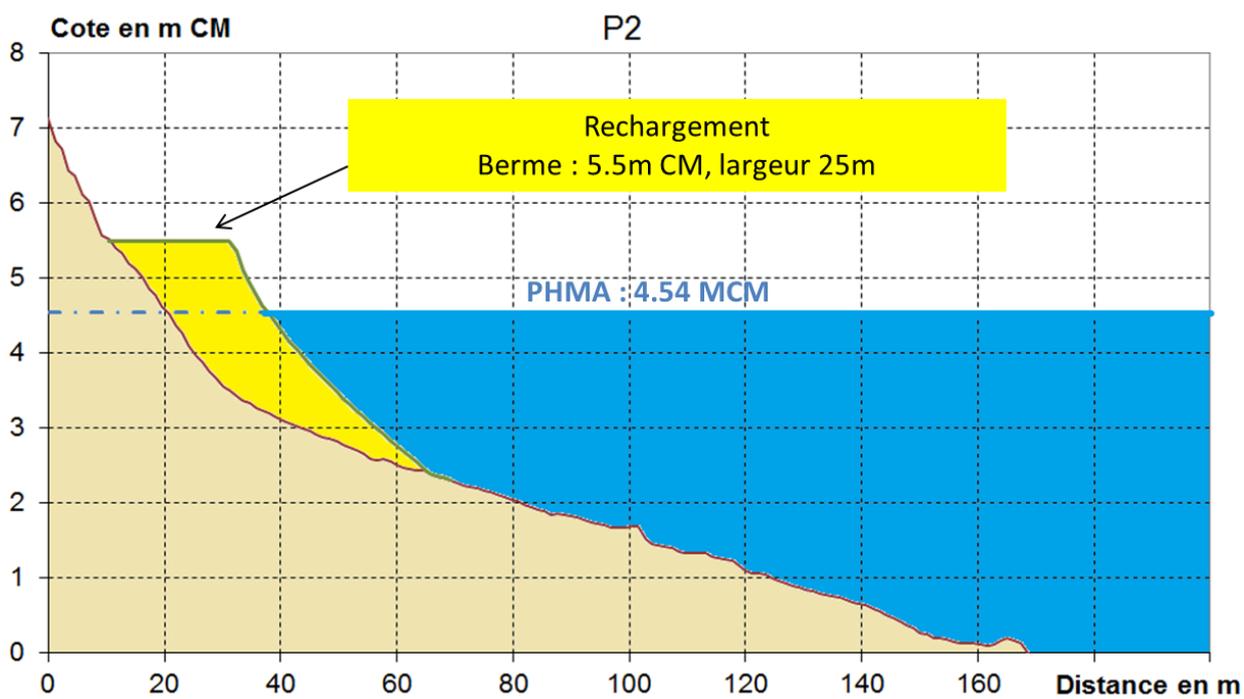
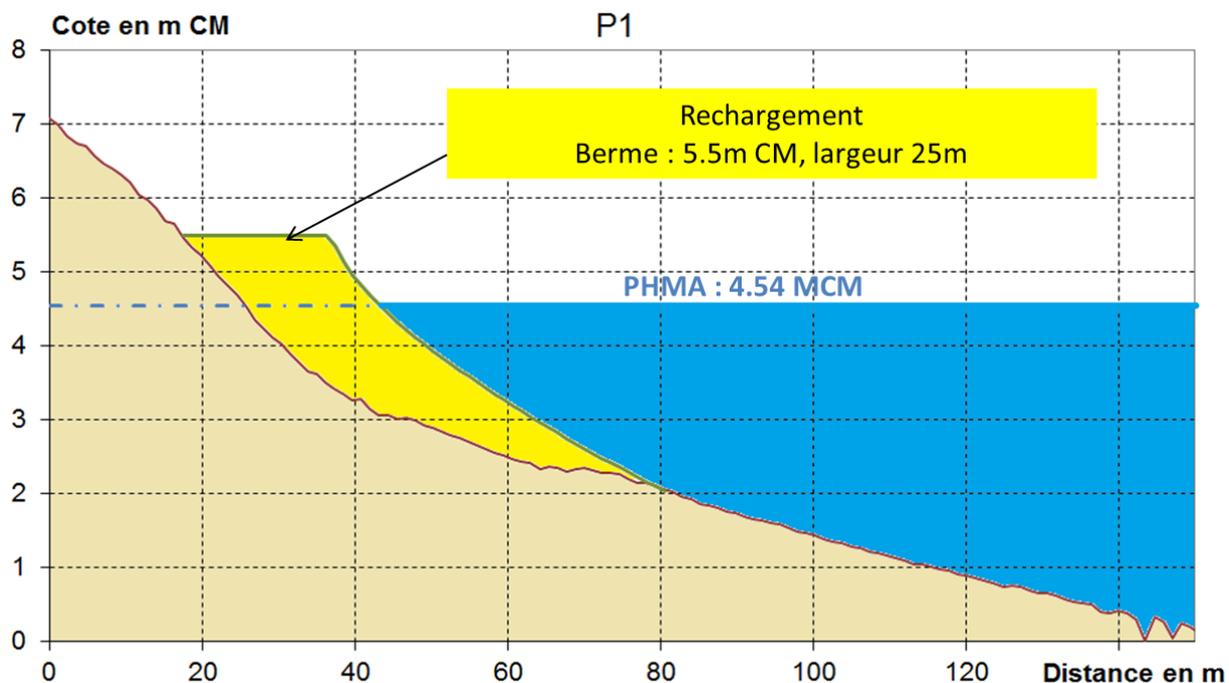
Tableau 5 : Volume net de rechargement pour les différents scénarios

Comme mentionné précédemment, plus l'arase et la largeur de berme sont importantes, plus la protection le sera également ; les pertes de sables liées spécifiquement à la configuration du site seront également probablement plus importantes.



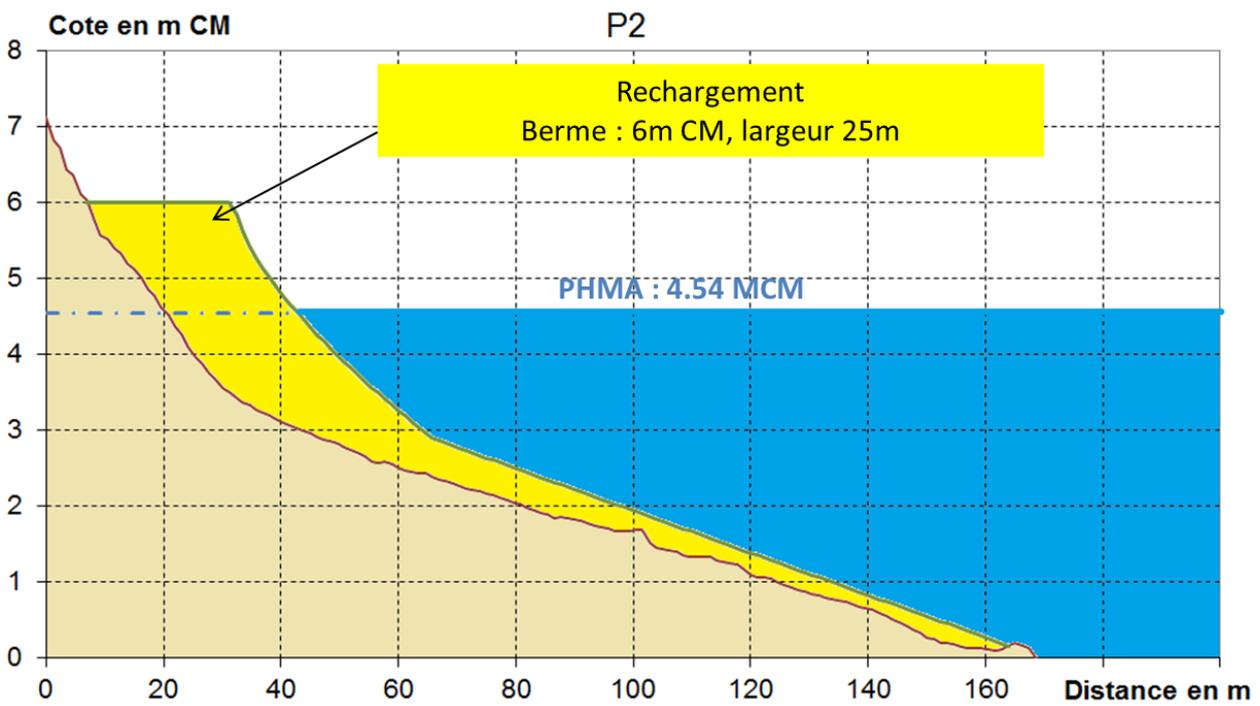
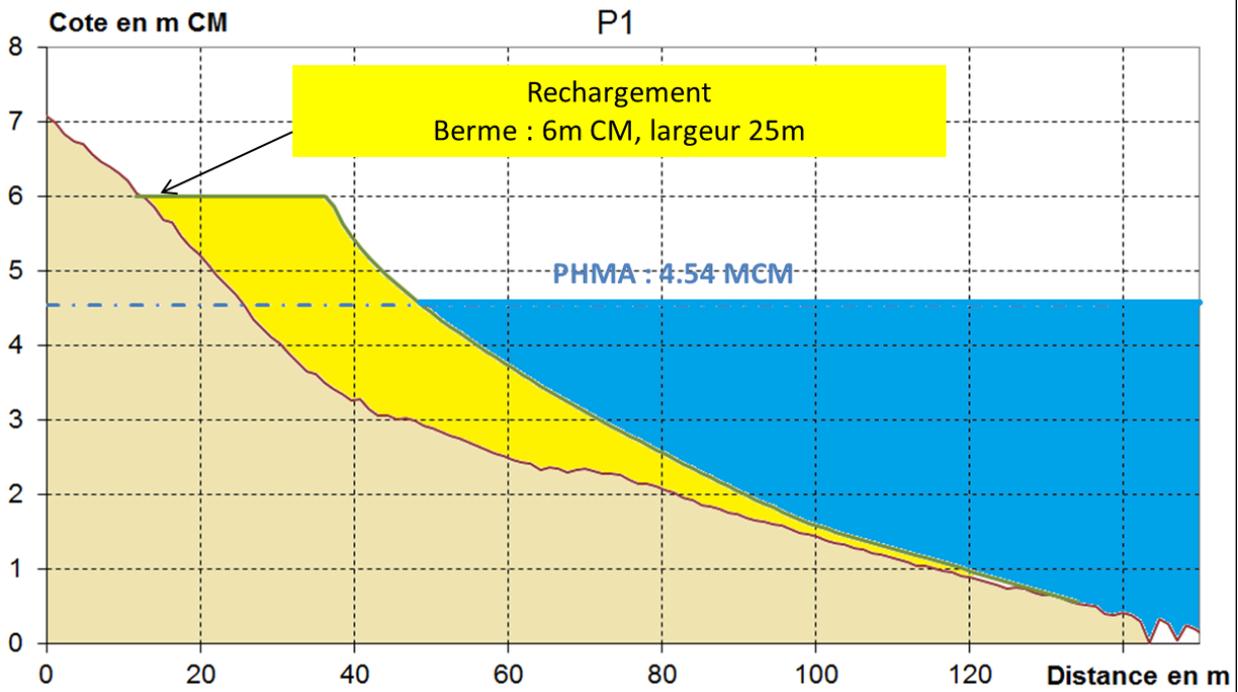
	Berme		Volume net associé
	Arase	Largeur	
Scénario 1	5.5. CM	20 m	8 100 m ³

Figure 19. Principales caractéristiques du scénario 1



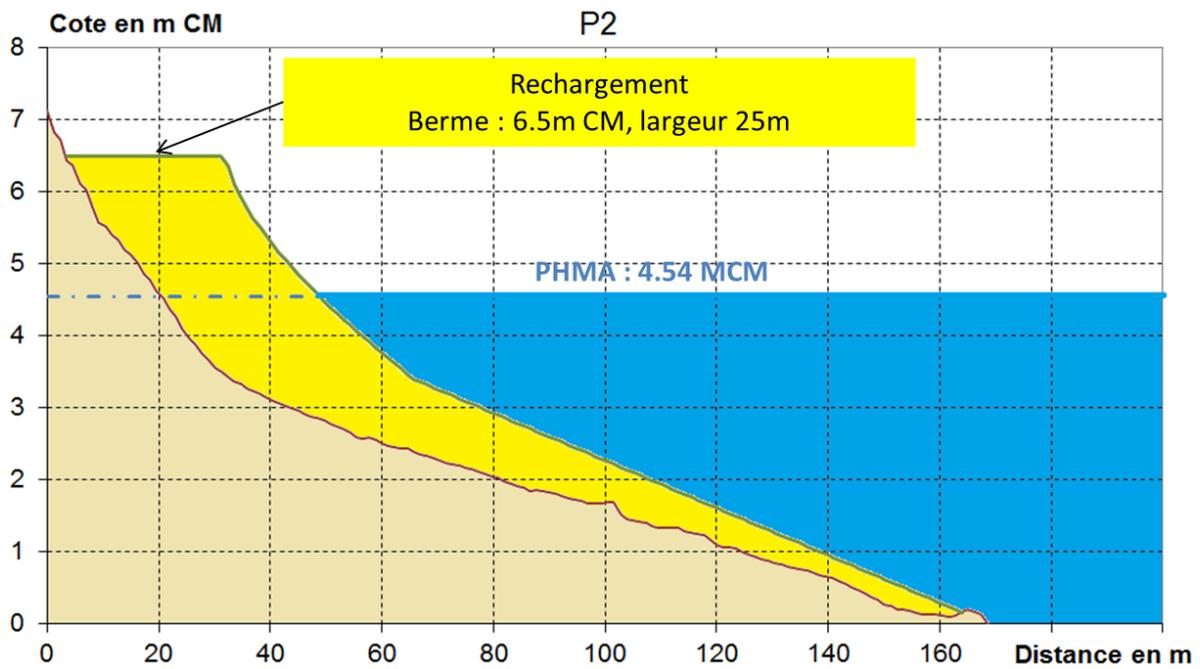
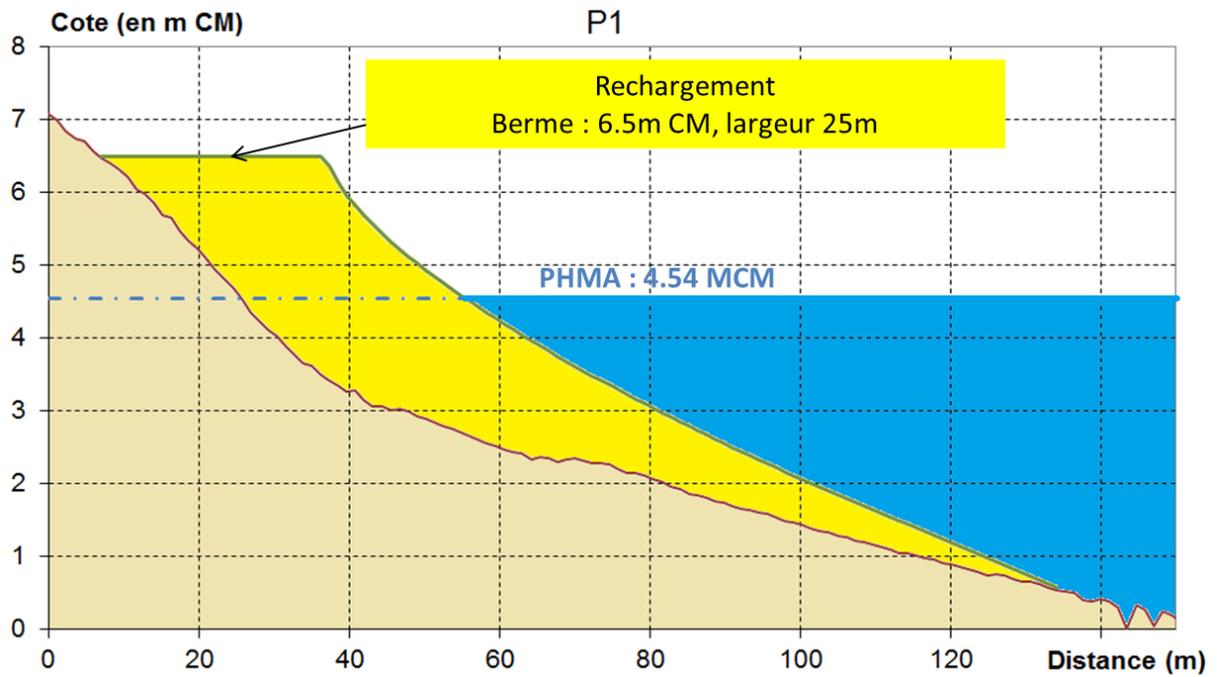
	Berme		Volume net associé
	Arase	Largeur	
Scénario 2	5.5 CM	25 m	11 000 m ³

Figure 20. Principales caractéristiques du scénario 2



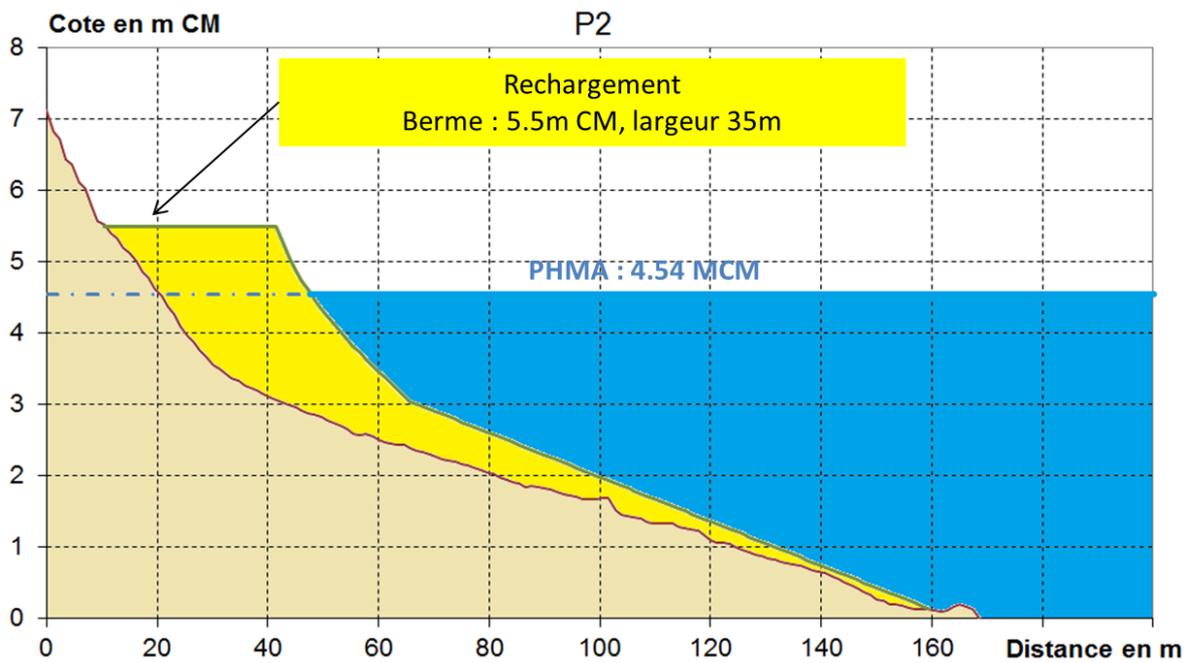
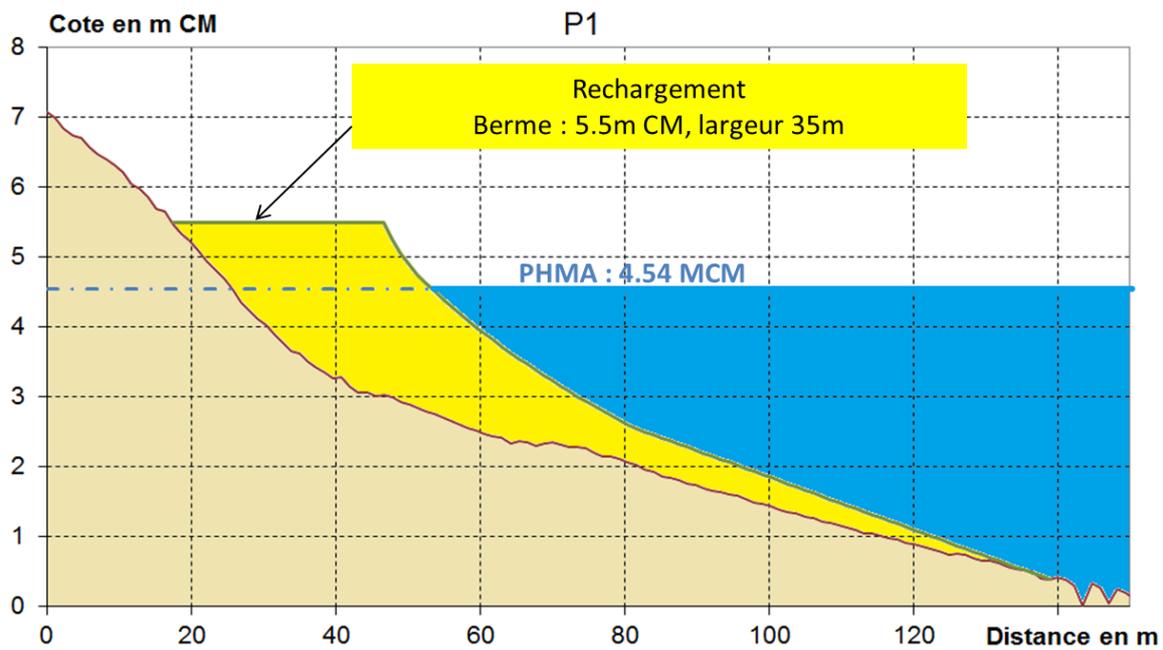
	Berme		Volume net associé
	Arase	Largeur	
Scénario 3	6 m CM	25 m	20 000 m ³

Figure 21. Principales caractéristiques du scénario 3



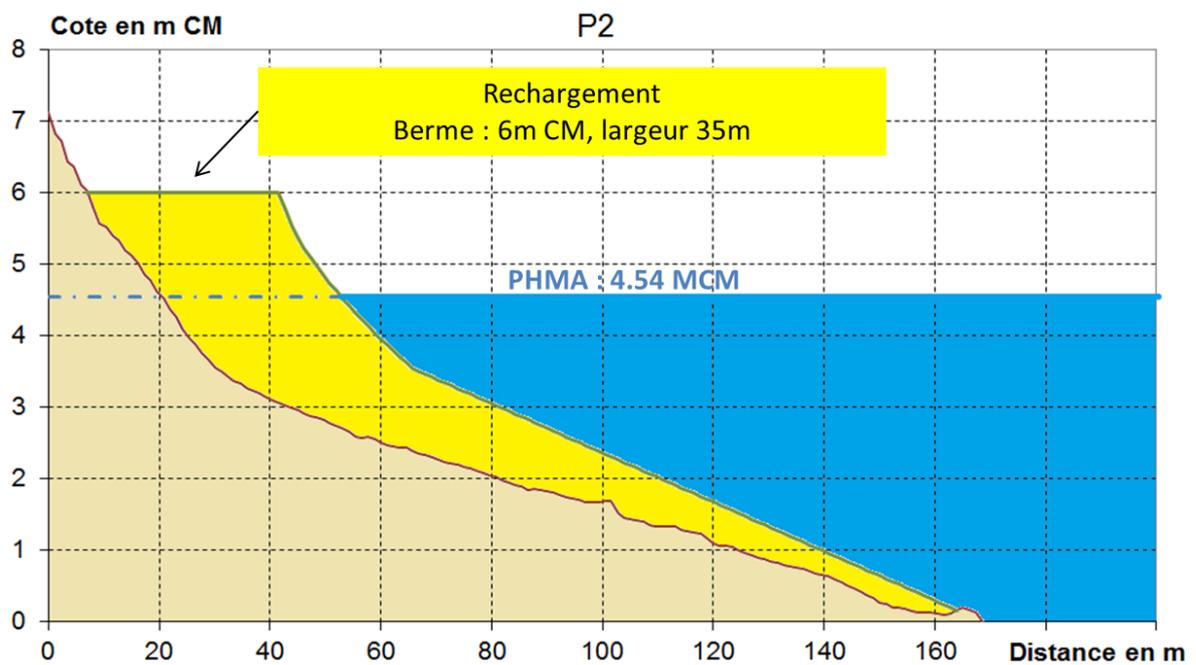
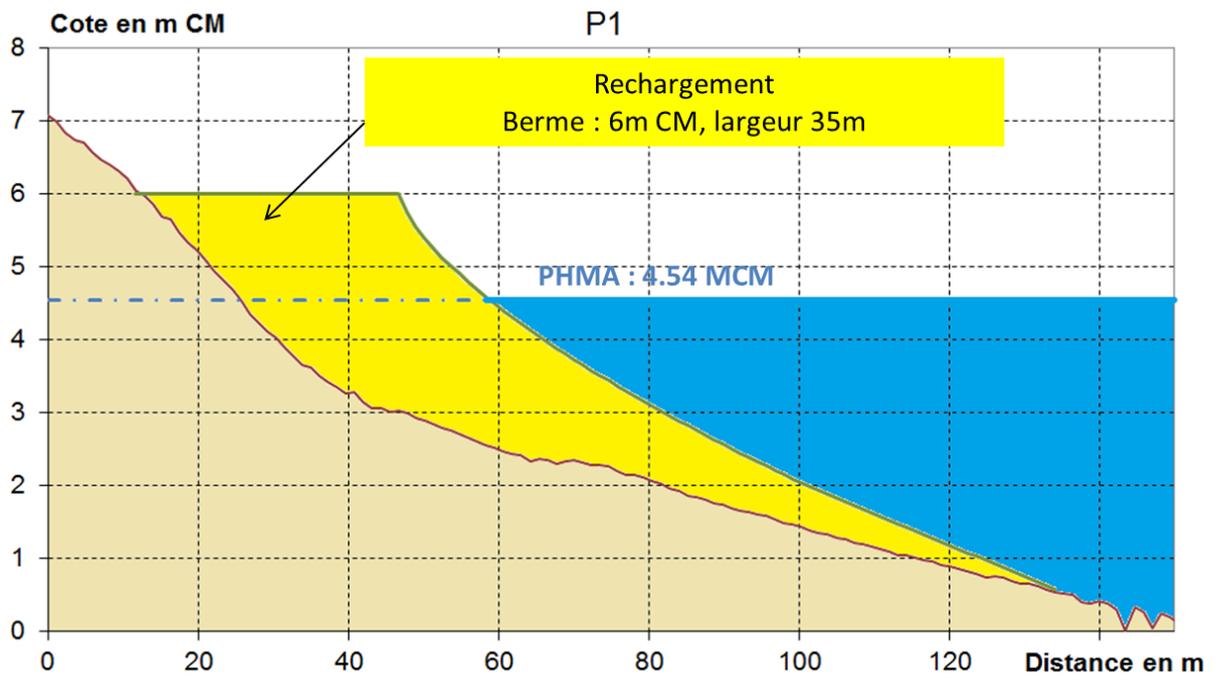
	Berme		Volume net associé
	Arase	Largeur	
Scénario 4	6.5 m CM	25 m	29 000 m ³

Figure 22. Principales caractéristiques du scénario 4



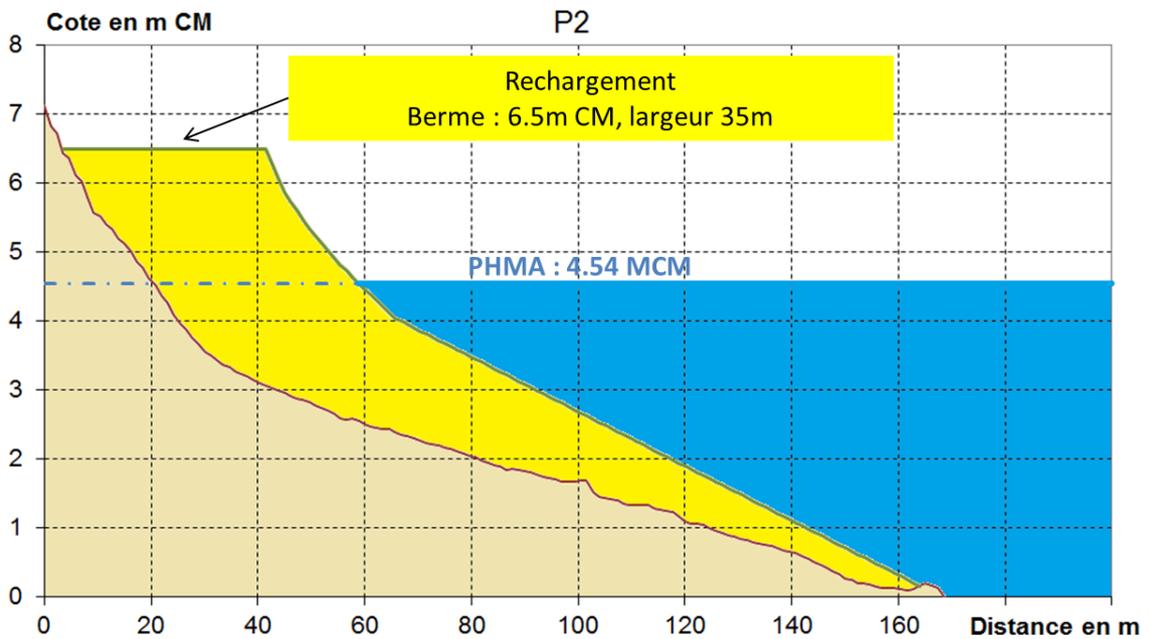
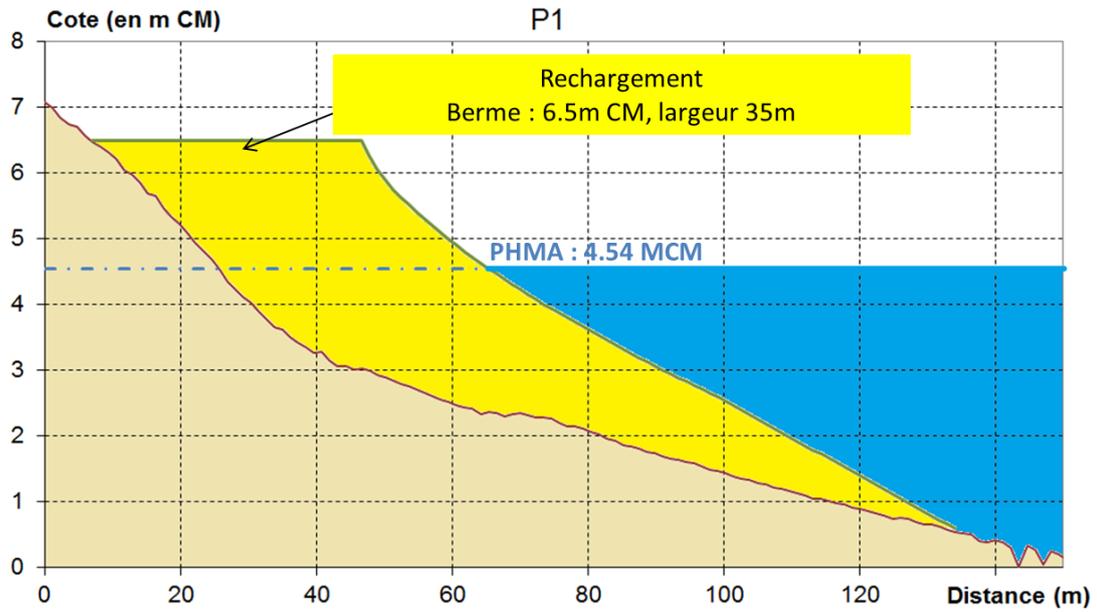
	Berme		Volume net associé
	Arase	Largeur	
Scénario 5	5.5 m CM	35 m	25 000 m ³

Figure 23. Principales caractéristiques du scénario 5



	Berme		Volume net associé
	Arase	Largeur	
Scénario 6	6 m CM	35 m	35 000 m ³

Figure 24. Principales caractéristiques du scénario 6



	Berme		Volume net associé
	Arase	Largeur	
Scénario 7	6.5 m CM	35 m	45 000 m ³

Figure 25. Principales caractéristiques du scénario 4

3.3.3.3. Estimation du volume de sur-rechargement (coefficient d'emprunt Ra)

Dans le cadre d'un rechargement, il faut ajouter au volume net déterminé ci-avant, les éventuelles pertes dues à la différence des distributions granulométriques entre le matériau d'apport et le sable constituant la plage actuelle.

Ces pertes se produiront lors de l'opération de rechargement et peu de temps après, il faut donc les prévoir pour pouvoir les compenser lors de l'apport initial.

La méthodologie préconisée par le CEM (Coastal Engineering Manual) consiste à déterminer un facteur de « sur-rechargement » R_a qui se calcule sur la base de la comparaison des paramètres intrinsèques des sables d'apports et en place soit **les diamètres moyens** et **les écart-types** des matériaux.

Le facteur R_a , définit ci-après, est le ratio entre les « volumes à extraire sur le site de prélèvement » et les « volumes estimés à mettre en place sur la plage (volume de besoin) ».

$$R_a = \frac{\text{Volume à extraire (m}^3\text{)}}{\text{Volume de besoin (m}^3\text{)}}$$

Le facteur RA exprime combien de mètres cubes de matériau doivent être apportés sur la plage pour produire 1m3 de sédiments étant dans des conditions d'équilibre analogues à l'actuel. RA est défini graphiquement à partir des quantités :

$$\frac{(M_{\phi b} - M_{\phi n})}{\sigma_{\phi n}} \quad \sigma_{\phi b} / \sigma_{\phi n}$$

<p>Deux types d'unités seront utilisées pour qualifier les tailles des sédiments du littoral du Golfe d'Aigues-Mortes : les millimètres et les unités phi. L'échelle des unités phi est basée sur la relation suivante :</p> $\phi = -\log_2(D)$ <p>où D est le diamètre du grain en millimètres</p> <p>Pour convertir des unités phi aux millimètres, il faut utiliser la relation suivante :</p> $D = 2^{-\phi}$
<p>D_n : diamètre pour lequel n % du sédiment, en poids, a un diamètre plus petit. D_{50} est le diamètre médian.</p>
<p>M_ϕ : taille moyenne des grains du sédiment et définie comme suit (Folk, 1974) :</p> $M_\phi = \frac{(\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84})}{3}$ <p>La taille moyenne des grains est généralement, pour les plages de sables, similaire au diamètre médian (en unités phi).</p>
<p>σ_ϕ : écart-type qui est une mesure du degré de répartition de l'échantillon autour de la moyenne et définie comme suit (Folk, 1974) :</p> $\sigma_\phi = \frac{(\phi_{16} - \phi_{84})}{4} + \frac{(\phi_5 - \phi_{95})}{6}$ <p>Un écart-type faible qualifie des échantillons dont les tailles des grains sont proches de la taille moyenne (sédiments bien triés).</p>

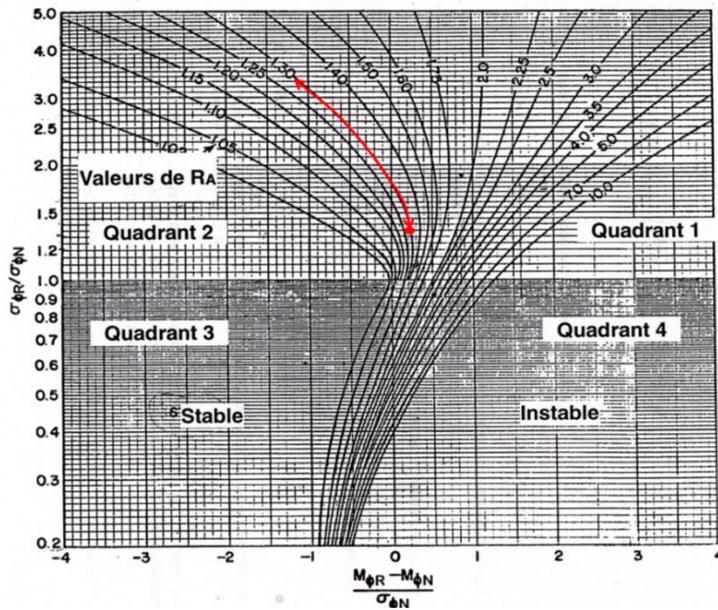


Figure 26. Estimation du coefficient RA

Ainsi, le coefficient Ra est autour de 1.3

3.3.3.4. Synthèse – volume de rechargement

Le tableau ci-après-ci précise les volumes de rechargement à envisager pour chacun des 4 scénarios.

	Berme		Volume net associé	Volume brut de rechargement associé
	Arase	Largeur		
Scénario 1	5.5 m CM	20 m	8 100 m ³	10 600 m ³
Scénario 2	5.5 m CM	25 m	11 000 m ³	14 500 m ³
Scénario 3	6 m CM		20 000 m ³	26 000 m ³
Scénario 4	6.5 m CM		29 000 m ³	38 000 m ³
Scénario 5	5.5 m CM	35 m	25 000 m ³	33 000 m ³
Scénario 6	6 m CM		35 000 m ³	45 000 m ³
Scénario 7	6.5 m CM		45 000 m ³	60 000 m ³

Tableau 6 : Volume de rechargement pour les différents scénarios

Sur la base du test réalisé en 2020, un déchargement (refoulement d'environ 800-1000m³) par marée pourrait être envisagé, soit environ 1500-2000 m³/jour.

	Volume brut de rechargement associé	Durée (hors stand by météo et amené-repli)
Scénario 1	10 600 m ³	5-6 jours
Scénario 2	14 500 m ³	7-8 jours
Scénario 3	26 000 m ³	13-15 jours
Scénario 4	38 000 m ³	20-23 jours
Scénario 5	33 000 m ³	16-19 jours
Scénario 6	45 000 m ³	22 – 25 jours
Scénario 7	60 000 m ³	30 – 33 jours

Tableau 7 : Durée des travaux de rechargement pour les différents scénarios

Au vu des volumes, des enjeux présents immédiatement et des difficultés d'intervention notamment d'urgence, il est recommandé de privilégier (cote de la berme supérieure à 6 m CM) les scénarios 3, 4, 6 et 7.

Note – version provisoire

CONFORTEMENT DE L'ENCOCHE DUNAIRE DE LA CORNICHE (LA TESTE-DE-BUCH) – RECHERCHE D'UNE SOLUTION TECHNIQUE OPTIMISEE

3.4. OPERATIONS D'ENTRETIEN

3.4.1. Objectif

Opérations d'entretien régulières

En fonction de la tenue des sables au niveau de la Corniche, des opérations de rechargement devront être programmées.

Pour limiter les coûts, ces opérations d'entretien pourront être réalisées en même temps que les opérations de rechargement de la zone des perrés, soit tous les deux ans. Cette concomitance présente les avantages suivants :

- Mutualisation possible des frais fixe de mobilisation/démobilisation de la drague ;
- Limitation des stand-by météorologiques : en effet, les conditions météorologiques au niveau des perrés sont plus clémentes que sur le site de la Corniche. Ainsi, en fonction de ces conditions, la drague travaillera soit sur le site de la Corniche, soit sur le site des perrés ce qui permet de limiter les stand-by météorologiques

Opérations d'urgence

En fonction de l'évolution de la plage et des conditions hydrosédimentaire, il sera peut être nécessaire d'intervenir en urgence pour apporter du sable entre deux campagnes de rechargement. Or, il est difficile de pouvoir mobiliser rapidement une drague et le coût sera important (notamment lié à la mobilisation/démobilisation spécifique à l'opération). Les volumes/fréquences sont par définition non prévisibles.

3.4.2. Volume de rechargement –entretien régulier

Il est envisagé des interventions tous les deux ans. Le recul moyen est estimé à 2-2.5 m/an, soit environ un recul de 5m tous les deux ans. Sur cette base, le volume net perdu est d'environ 7 000 m³ sur les 170 m.

En considérant un facteur de sur-rechargement de 1.3 (cf. paragraphe 3.3.3.3.), le volume de rechargement potentiel est de 9 000 m³/2ans, ceci les premières années. En effet, ce volume va potentiellement augmenter progressivement, du fait de l'aggravation des processus d'érosion. Ce volume sera ajusté en fonction du suivi topographique.

Il conviendra de toujours disposer, à minima, d'une berme de 20 m à la côte de 5.5m CM (ce qui pourrait constituer un seuil d'alerte). Le suivi permettra de programmer et d'anticiper les éventuelles opérations d'urgence de rechargement.

4. PLANNING

Les travaux se dérouleront en deux ateliers différents :

- 1^{ère} étape : Reprise des enrochements (durée 3-4 mois) (à réaliser hors période estivale).
- 2^{ème} : Rechargement (10-35 jours hors stand-by et amené-repli) pour l'opération initiale qui devra être terminée au 1^{er} mars pour tenir compte de la période de reproduction des seiches. Cette opération sera réalisée préférentiellement en même temps que l'opération de rechargement de la zone des perrés pour mutualiser les coûts de mobilisation/démobilisation de la drague.

5. ENVELOPPE BUDGETAIRE DES TRAVAUX

Les tableaux ci-après précisent l'enveloppe budgétaire pour chaque atelier :

	Unité	Quantité	Prix unitaire (€) H.T.	Total (€) H.T.
Atelier - Reprise de l'extrémité de la protection				
Frais généraux				340 000.00 €
Installation/repli de chantier	Ft	1	100 000 €	100 000.00 €
Acheminement des matériaux par moyens nautiques	Ft	1	240 000 €	240 000.00 €
Démolition ouvrage actuel				28 750.00 €
Enlèvement et stockage des enrochements	m3	350	25 €	8 750.00 €
Terrassement - déblais	Ft	1	20 000 €	20 000.00 €
Construction ouvrage en enchements				318 375.00 €
Remblais	m ³	1500	50 €	75 000.00 €
Géotextile	m ²	1000	4 €	4 000.00 €
Sous-couche en enrochements 40-200 kg d'apport	m ³	1200	75 €	90 000.00 €
Carapace en enrochements dioritiques 1-3 t d'apport	m ³	1875	75 €	140 625.00 €
Reprise des enrochements	m3	350	25 €	8 750.00 €
			Aléas-Divers : ≈ 25%	171 781.25 €
			Total (€ HT)	858 906.25 €

Nota : il a été considéré un acheminement par moyens nautiques et non terrestres (hypothèse la plus pessimiste d'un point de vue financier, mais moins contraignants potentiellement d'un point de vue environnemental)

	Unité	Quantité	Prix unitaire (€) H.T.	Total (€) H.T.
Atelier - Rechargement				
Frais généraux				
Mutualisation avec les opérations de rechargements du site des Perrés	Ft	1	Non considéré	Non considéré
Rechargement				
Scénario 1	m3	10 600	2.50 €	26 500.00 €
Scénario 2	m3	14 500	2.50 €	36 250.00 €
Scénario 3	m3	26 000	2.50 €	65 000.00 €
Scénario 4	m3	38 000	2.50 €	95 000.00 €
Scénario 5	m3	25 000	2.50 €	62 500.00 €
Scénario 6	m3	35 000	2.50 €	87 500.00 €
Scénario 7	m3	45 000	2.50 €	112 500.00 €

6. LIMITE DU SYSTEME DE PROTECTION ENVISAGE

La solution retenue par le Comité de Pilotage du 14/10/2021 envisage la suppression de l'extrémité en enrochements et la réalisation d'un musoir en enrochements (sans prolongation de l'enrochement actuel). Cette protection est complétée par des opérations de rechargement.

Note – version provisoire

CONFORTEMENT DE L'ENCOCHE DUNAIRE DE LA CORNICHE (LA TESTE-DE-BUCH) – RECHERCHE D'UNE SOLUTION TECHNIQUE OPTIMISEE

Ainsi, la protection des biens est assurée par les rechargements réguliers et d'urgence ce qui constitue la principale faiblesse de ce système de protection pour les raisons suivantes :

- Incertitudes sur la tenue des sables sur le site de la Corniche, du fait des sollicitations hydrauliques. Les sédiments ont tendance à migrer vers le bas estran ; ils tombent alors dans le chenal et sont dispersés dans le milieu.
- Protection « dynamique » qui nécessite de réaliser des rechargements réguliers. En effet, la multiplication d'évènements tempétueux peut entraîner un recul brutal du trait de côte et menacer directement les biens de 1^{ère} ligne. Or la mise en place de rechargements d'urgence /réguliers présente les difficultés suivantes :
 - Difficulté de mettre en œuvre des opérations d'urgence entre deux campagnes de rechargement ;
 - Les travaux maritimes dépendent des conditions météorologiques ;
 - La disponibilité de la drague qui doit être équipée d'un système de rainbowing ce qui n'est pas usuel.

Aussi, il conviendra de mettre en place un suivi de la plage très régulier (1 fois tous les 2mois : fréquence à adapter au fur et à mesure de l'évolution et de la période de l'année, intervention spécifique après un évènement tempétueux) pour anticiper et programmer les besoins en terme de rechargement. Les volumes de rechargement devront donc être adaptés aux conclusions de ce suivi.

7. PRE-CADRAGE REGLEMENTAIRE

Ce chapitre constitue une première analyse de la réglementation potentiellement applicable au projet par rapport au Code de l'Environnement. Le projet à considérer devra comporter l'ensemble des éléments du programme, à savoir : la reprise du musoir en enrochements, le rechargement initial et les opérations d'entretien (régulières et d'urgence) sur une période minimale de 10 ans.

Il conviendra de valider l'ensemble de cette approche préliminaire avec des échanges avec les Services de l'Etat.

7.1. ARTICLES L.214-1 A L.214-6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

L'article L.211-1 du Code de l'Environnement (issu de la Loi sur l'Eau) vise à assurer une gestion équilibrée de la ressource en eau par :

- La préservation des écosystèmes aquatiques des sites et des zones humides ;
- La protection des eaux et la lutte contre toute pollution par déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects, susceptibles de provoquer ou d'accroître la dégradation des eaux en modifiant leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques, qu'il s'agisse des eaux superficielles, souterraines ou des eaux de mer ;
- La restauration de la qualité des eaux, le développement, la protection et la valorisation de la ressource en eau.

« Les installations, ouvrages, travaux et activités visés par l'article L.214-1 [c'est-à-dire celles et ceux qui entraînent des prélèvements sur les eaux superficielles ou souterraines, restitués ou non (ou) une modification du niveau ou du mode d'écoulement des eaux ou des déversements, écoulements, rejets ou dépôts directs ou indirects, chroniques ou épisodiques, même non polluants] sont définis par une nomenclature et sont soumis à autorisation ou à déclaration suivant les dangers qu'ils présentent (...) (article L.214-2) ».

« Sont soumis à Autorisation de l'autorité administrative les installations, ouvrages, travaux et activités susceptibles de présenter des dangers pour la santé et la sécurité publique, de nuire au libre écoulement des eaux, de réduire la ressource en eau, d'accroître notablement le risque d'inondation, de porter atteinte gravement à la qualité ou à la diversité du milieu aquatique ».

« Sont soumis à Déclaration les installations, ouvrages, travaux et activités qui, n'étant pas susceptibles de présenter de tels dangers, doivent néanmoins respecter les prescriptions édictées en application des articles L.211-2 et L.211-3 (article L.214-3) ».

Le Code de l'Environnement « institue, par conséquent, un régime de déclaration ou d'autorisation pour les installations, ouvrages, travaux et activités affectant d'une manière ou d'une autre l'aménagement et la qualité des eaux ».

7.1.1. Dossier soumis à Autorisation ou déclaration

Nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration

La nomenclature des installations, ouvrages, travaux et activités soumis à autorisation ou à déclaration en application des articles L.214-1 à L.214-6 est annexée à l'article R.214-1. Cette nomenclature présente 5 titres :

Titre 1	Prélèvements	(5 rubriques)
Titre 2	Rejets	(9 rubriques)
Titre 3	Impact sur le milieu aquatique ou la sécurité publique	(16 rubriques)
Titre 4	Impact sur le milieu marin	(3 rubriques)
Titre 5	Autres régimes d'autorisation valant autorisation au titre des articles L.214-1 et suivants du Code de l'Environnement	(9 rubriques)

Nature et nomenclature des aménagements

Au regard de l'article R.214-1 du Code de l'Environnement (loi sur l'Eau du 3 janvier 1992), les aménagements projetés relèvent de la rubrique « Impacts sur le milieu marin :

N° Rubrique	Désignation de l'opération	Procédure
4.1.2.0.	Travaux d'aménagement portuaires et autres ouvrages réalisés en contact avec le milieu marin et ayant une incidence directe sur ce milieu : 1° D'un montant supérieur ou égal à 1 900 000 euros (A) ; 2° D'un montant supérieur ou égal à 160 000 euros mais inférieur à 1 900 000 euros (D).	Déclaration*
4.1.3.0.	Dragage et/ ou rejet y afférent en milieu marin : 1° Dont la teneur des sédiments extraits est supérieure ou égale au niveau de référence N2 pour l'un au moins des éléments qui y figurent (A) ; 2° Dont la teneur des sédiments extraits est comprise entre les niveaux de référence N1 et N2 pour l'un des éléments qui y figurent [...] 3° Dont la teneur des sédiments extraits est inférieure ou égale au niveau de référence N1 pour l'ensemble des éléments qui y figurent : a) Et dont le volume in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à 500 000 m ³ (A) ; b) Et dont le volume in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à 5 000 m ³ sur la façade Atlantique-Manche-mer du Nord et à 500 m ³ ailleurs ou lorsque le rejet est situé à moins de 1 km d'une zone conchylicole ou de cultures marines, mais inférieur à 500 000 m ³ (D).	Les sédiments dragués sont essentiellement des sables, donc exempts de contamination. Les analyses physico-chimiques de 2014 le confirment ; Des investigations (mesures physico-chimiques) devront être réalisées dans le cadre du dossier. De plus, les volumes sont inférieurs à 500 000m ³ /an. Déclaration
Bilan de la procédure		Déclaration

Note – **version provisoire**

CONFORTEMENT DE L'ENCOCHE DUNAIRE DE LA CORNICHE (LA TESTE-DE-BUCH) – RECHERCHE D'UNE SOLUTION TECHNIQUE OPTIMISEE

* Nota sur le montant des travaux sur une période de 10 ans, au minimum :

	Montant
Réfection du musoir en enrochements	0.9 M H.T.
Opération de rechargement initial	0.1 M€ H.T.
Opération d'entretien (hyp : 10 000m ³ /2ans, soit 5 opérations sur les 10 ans)	0.025 M€ H.T./opération, soit 0.13M€ H.T.
Total H.T. sur 10 ans	Autour de 1.2 M€

Le projet sera soumis, à priori, à Déclaration.

7.1.2. Etude d'impact et évaluation environnementale

Au regard de l'article R.122-2 du Code de l'Environnement, le projet pourrait être soumis à examen au cas par cas au titre des différentes catégories suivantes.

Tableau 8 : Annexe à l'article R.122-2 du Code de l'Environnement

Catégorie de projet	Projet soumis à examen au cas par cas
11. Travaux, ouvrages et aménagements en zone côtière	a) Ouvrages et aménagements côtiers destinés à combattre l'érosion et travaux maritimes susceptibles de modifier la côte par la construction notamment de digues, de môles, de jetées, d'enrochements, d'ouvrages de défense contre la mer et d'aménagements côtiers constituant un système d'endiguement.
13. Travaux de rechargement de plage.	Tous travaux de rechargement de plage.

Le projet sera soumis à examen au cas par cas, préalablement à la réalisation éventuelle d'une évaluation environnementale.

7.1.3. Dossier Natura 2000

Les opérations se situent dans l'emprise ou à proximité de sites Natura 2000. Ainsi, conformément au décret n°2011-966 du 16 août 2011 relatif à l'évaluation des incidences Natura 2000, **le projet doit faire l'objet d'une évaluation des incidences sur les sites Natura 2000** en application du 1° du III de l'article L. 414-4, en raison :

« 23) Impacts sur le milieu marin : 4.1.2.0. Travaux d'aménagement portuaires et autres ouvrages réalisés en contact avec le milieu marin et ayant une incidence directe sur ce milieu »

7.1.4. Dossier commission des sites

Les sites et monuments naturels de caractère historique, artistique, scientifique, légendaire ou pittoresque susceptibles d'être protégés au titre de la loi du 2 mai 1930 (art. L.341-1 à 22 du code de l'environnement) sont des espaces ou des formations naturelles dont la qualité appelle, au nom de l'intérêt général, la conservation en l'état (entretien, restauration, mise en valeur...) et la préservation de toutes atteintes graves (destruction, altération, banalisation...).

A compter de la notification au préfet de texte (décret ou arrêté) prononçant le classement ou l'inscription d'un site ou d'un monument naturel, tous travaux susceptibles de modifier l'aspect ou l'état d'un site sont soumis au contrôle du ministre chargé des sites ou du préfet du département.

Note – version provisoire

CONFORTEMENT DE L'ENCOCHE DUNAIRE DE LA CORNICHE (LA TESTE-DE-BUCH) – RECHERCHE D'UNE SOLUTION TECHNIQUE OPTIMISEE

- Sites inscrits : Cette mesure entraîne pour les maîtres d'ouvrages l'obligation d'informer l'administration de tous projets de travaux de nature à modifier l'état ou l'aspect du site, quatre mois au moins avant le début de ces travaux. L'Architecte des bâtiments de France (ABF) émet un avis simple et qui peut être tacite sur les projets de construction, et un avis conforme sur les projets de démolition (R.425-18 code de l'urbanisme).
- Sites classés : En site classé, toute modification de l'état ou l'aspect du site est soumise à autorisation spéciale (art. L. 341-10 du Code de l'Environnement), délivrée, en fonction de la nature des travaux, soit par le ministre chargé des sites après avis de la Commission Départementale de la Nature, des Paysages et des Sites (CDNPS) voire de la Commission supérieure, soit par le préfet du département qui peut saisir la CDNPS mais doit recueillir l'avis de l'ABF.

Ainsi, le projet devra faire l'objet d'un dossier commission des sites.

7.2. INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES DANS LE CADRE DE LA REALISATION DES DOSSIERS REGLEMENTAIRES

Les investigations complémentaires pourraient très probablement être demandées par les services de l'Etat :

- Caractérisation physico-chimiques des sédiments sur la zone du Bernet et de la Corniche ;
- Inventaire faune flore (notamment benthos) sur la zone de prélèvement et rechargée.

Bibliographie

ARTELIA, 2007. Diagnostic de l'ouvrage de protection de la corniche à Pyla

ARTELIA, 2011. Diagnostic de l'ouvrage de la corniche à Pyla – actualisation de l'étude de 2007 (ARTELIA 2011)

ARTELIA / Géo-transfert 2015. Elaboration d'une stratégie locale de gestion de la bande côtière » phases 2 de définition et de cartographie du niveau d'aléa

BRGM, 2014. Note provisoire de l'Observatoire de la Côte Aquitaine (J. Mugica 2014) –Observations de l'évolution du site de la Corniche (Dune du Piat) en lien avec les conditions météo-marine de forte agitation fin 2013 - début 2014

BRGM / N. Bernon / S. Lecacheux, Mai 2020. Etat des connaissances sur la dynamique hydrosédimentaire à l'embouchure du Bassin d'Arcachon, en lien avec la stratégie locale de gestion de la bande côtière de La Teste-de-Buch.

CASAGEC Ingénierie / Adamas / Go-Town, 2017. Etude d'accompagnement à l'élaboration de la stratégie locale de gestion de la bande côtière sur la commune de La Teste-de-Buch.» Etape 1 (diagnostic du fonctionnement du littoral et reconnaissance des enjeux), Etape 2 (Définition des objectifs territoriaux), Etape 3 (Mise au point des scénarios de gestion), Etape 4 (Evaluation et comparaison des scénarios), Etape 5 (Communication et formalisation des choix de gestion)

SIBA, 2020. Bilan sur les essais de réensablement par refoulement hydraulique réalisés en 2020.