

Pôle Métropolitain de la
Côte d'Opale

Syndicat Mixte
de la Côte d'Opale
Audomarois - Boulonnais - Calaisis - Dunkerquois - Montreuillois

Etude de faisabilité pour le réensablement de la partie centrale de la baie de Wissant

Elaboration de scénarios et programme de réensablement



Phase 2
Rapport final

Octobre 2014

EP 132771M



Informations qualité

Titre du projet	Etude de faisabilité pour le réensablement de la partie centrale de la baie de Wissant
Titre du document	Rapport final
Date	Octobre 2014
Auteur(s)	Guillaume GHESQUIERE, Laurent BOURLET
N° Affaire	EP132771M

Contrôle qualité

Version	Date	Rédigé par	Visé par :
Rapport Final	17/10/2014	Guillaume GHESQUIERE, Laurent BOURLET	Caroline Poullain Jacques PIALLAT
Rapport Provisoire V1	16/05/2014	Guillaume GHESQUIERE, Laurent BOURLET	Caroline Poullain Jacques PIALLAT

Destinataires

Envoyé à :		
Nom	Organisme	Envoyé le :
Ambroise Marcotte Jean-Marc Plouvin	Pôle Métropolitain de la Côte d'Opale (PMCO)	17/10/2014

Copie à :		
Nom	Organisme	Envoyé le :

Sommaire

Chapitre 1 - Introduction	1
1 Contexte du projet.....	1
2 Objet de la mission.....	2
Chapitre 2 - Proposition des types de solutions envisageables	3
1 Le rechargement	3
2 Mesures réductrices complémentaires au rechargement	4
3 Proposition de scénarios envisageables.....	5
4 Cas particulier du rechargement du Banc à la Ligne.....	6
Chapitre 3 - Présentation des scénarios	7
1 Préambule.....	7
2 Présentation du Scénario 1	8
2.1 Le rechargement.....	9
2.1.1 Profils de rechargement	10
2.1.2 Linéarisation du littoral.....	10
2.1.3 Volume de rechargement	11
2.2 Reconstitution de la dune d'Aval.....	11
2.3 Système de gestion souple de la dune d'Aval et de la dune d'Amont.....	14
2.3.1 Plantation végétale.....	14
2.3.2 Canalisation des accès.....	15
2.3.3 Rideaux brise-vent (ganivelles)	15
2.4 Système doux d'atténuation des vagues sur le haut estran	15
3 Présentation du Scénario 2	19
3.1 Le rechargement.....	20
3.1.1 Profils de rechargement	20
3.1.2 Linéarisation du littoral.....	20
3.1.3 Volume de rechargement	21
3.2 Reconstitution de la dune d'Aval.....	22
3.3 Système de gestion souple de la dune d'Aval et de la dune d'Amont.....	22
3.4 Système doux d'atténuation des vagues sur le haut estran	22
3.5 Ouvrage longitudinal en géotextile dans le cordon dunaire de la dune d'Aval	23
3.6 Epis transversaux courts en géotextiles devant le perré	24
Chapitre 4 - Etude des scénarios	26
1 Méthodologie des travaux	26
1.1 Travaux de rechargement.....	26
1.2 Reconstitution des dunes.....	28
1.2.1 Terrassement et reprofilage de la dune d'Aval	28
1.2.2 Pose des ganivelles et végétalisation.....	28
1.2.3 Mise en œuvre des files de pieux.....	29
1.3 Ouvrage en géotextile	29
1.3.1 Ouvrage longitudinal en géotextile sous le cordon dunaire	29
1.3.2 Epis transversaux en géotextile.....	30
1.3.3 Généralités.....	30
2 Planning du déroulement des travaux	30
3 Impacts des scénarios sur la dynamique hydrosédimentaire par rapport à la situation actuelle.....	31
4 Impacts sur l'environnement et sur les usagers.....	33
5 Estimation du coût	36

5.1 Scénario 1	36
5.2 Scénario 2	37
6 Programme d'entretien	37
6.1 Pour le rechargement.....	37
6.2 Pour les mesures accompagnatrices.....	38
6.2.1 Mesures communes aux scénarios 1 et 2	38
6.2.2 Mesures uniquement pour le scénario 2	38
7 Etudes complémentaires	39
8 Contraintes réglementaires	40
8.1 Dossiers réglementaires à fournir	40
8.2 Enquêtes publiques.....	42
8.3 Dossiers à réaliser	43
8.3.1 Etude d'impact.....	43
8.3.2 Autorisation au titre de la « loi sur l'eau » codifiée	43
8.3.3 Evaluation des incidences sur les sites Natura 2000	46
8.3.4 Demande de concession d'utilisation du domaine public maritime ou de transfert de gestion ou de superposition de gestion	46
8.3.5 Une demande d'autorisation spéciale de travaux en site classé	47
8.3.6 Une déclaration d'intérêt général (DIG).....	48
8.4 Déroulement des procédures.....	48
 Chapitre 5 - Analyse multicritères	 49
 Chapitre 6 - Solution du rechargement massif des bas-fonds et/ou du Banc à la Ligne	 52
1 Rappel : synthèse sur le fonctionnement hydrosédimentaire général de la baie de Wissant.....	52
1.1 La baie de Wissant.....	52
1.2 Historique résumé des phases d'ensablement et d'érosion devant le perré de Wissant.....	53
1.3 Evolution des fonds de la baie de Wissant et du Banc à la Ligne	54
1.3.1 Evolutions constatées	54
1.3.2 Causes	58
1.4 Evolution du trait de côte en baie de Wissant.....	58
1.5 Interactions entre l'évolution des fonds et l'évolution du trait de côte en Baie de Wissant	59
1.6 Nature des fonds.....	60
2 Description du principe de la solution.....	61
3 Estimation du volume de rechargement nécessaire.....	61
3.1 Solution rechargement massif de la dépression pré-littorale.....	63
3.2 Autres solutions.....	63
4 Estimation du coût	64
5 Etudes et reconnaissances à mener	64
 Chapitre 7 - Conclusion	 66

Liste des figures

Figure 1 - Localisation du projet	1
Figure 2 : Secteurs du littoral d'étude	4
Figure 3 : Plan masse du scénario 1	8
Figure 4 : Coupe-type du scénario 1.....	9
Figure 5 : Plan masse du rechargement – Scénario 1.....	10
Figure 6 : Différentiel entre la bathymétrie théorique rechargée et la bathymétrie de 12/2013 – Scénario 1.....	11
Photos 7 : Recul de la dune d'Aval.....	12
Figure 8 : Profils longitudinaux sur la dune d'Aval.....	13
Photos 9 : Exemples de gestion douce de cordon dunaire.....	14
Figure 10 : Exemple d'accès aménagé à l'aide d'un platelage composé de lattes de bois.....	15
Figure 11 : Système de protection actuellement en place devant la dune d'Aval	17
Photo 12 : Ouvrages en pieux-bois existant devant la dune d'Aval (EGIS, 2013)	17
Figure 13 : Plan masse du scénario 2	19
Figure 14 : Coupe-type du scénario 2.....	20
Figure 15 : Plan masse du rechargement – Scénario 2.....	21
Figure 16 : Différentiel entre la bathymétrie théorique rechargée et la bathymétrie de 12/2013 – Scénario 2.....	22
Photo 17 - Préparation de la conduite à terre (EGIS, rechargement de la Digue des Alliés, 03/2014).....	27
Photo 18 - Refoulement de la mixture sable/eau sur la plage (EGIS, rechargement de la Digue des Alliés, 03/2014)	27
Photo 19 - Régalaage du sable et reprofilage de la plage (EGIS, rechargement de la Digue des Alliés, 03/2014)	28
Photo 20 - Profil de plage après rechargement (EGIS, rechargement de la Digue des Alliés, 03/2014).....	28
Figure 21 - remplissage d'un tube en géotextile	29
Figure 22 : Planning du déroulement des travaux pour le scénario 1	31
Figure 23 : Planning du déroulement des travaux pour le scénario 2.....	31
Figure 24 : Synthèse de l'analyse multicritères	51
Figure 25 : Photos du Nord-Est de la baie.....	52
Figure 26 : Bathymétrie SMBC de 2002 (source étude SOGREAH)	53
Figure 27 : Photos issues de « La baie de Wissant. 100 ans d'évolutions en image » (K. Paxion, O. Cohen, Mapped Monde n°67 2002.3).....	54
Figure 28 : bathymétrie 1911,1977 et 2002 (source CETMEF)	56
Figure 29 : Evolution des fonds dans la Baie de Wissant (source : Aernouts (2005)	57
Figure 30 : Evolution du trait de côte à l'échelle de la Baie de Wissant sur la période 1963-2000 (source : Aernouts (2005))	59
Figure 31 : Nature des fonds (Source : P.CLABAUT).....	60
Figure 32 : Comparaison des deux bathymétries 1911, 1977 et 2002.....	63

Liste des tableaux

Tableau 1 : Impacts du scénario 1 sur la dynamique hydrosédimentaire par rapport à la situation actuelle.....	32
Tableau 2 : Impacts du scénario 2 sur la dynamique hydrosédimentaire par rapport à la situation actuelle.....	32
Tableau 3 : impacts du scénario 1 sur l'environnement et sur les usagers.....	34
Tableau 4 : impacts du scénario 2 sur l'environnement et sur les usagers.....	35
Tableau 5 : Analyse multicritères.....	50

Chapitre 1 - Introduction

1 Contexte du projet

Située dans le Pas-de-Calais (62), la baie de Wissant s'ouvre sur la Manche.



Figure 1 - Localisation du projet

La baie de Wissant est un important site naturel touristique. Elle est labellisée grand site de France depuis 2011. D'un point de vue environnemental, la baie fait partie du site Natura 2000 du cap Gris Nez (Directive habitat) et est située en Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de type 1.

Depuis les années 1980, la baie est soumise à des phénomènes d'érosion dus à l'action de la mer et du vent. Cette érosion engendre un recul du trait de côte et un abaissement de l'estran ayant pour conséquences :

- L'exposition des ouvrages et des dunes situées en haut de plage,
- L'augmentation du risque de submersion marine en cas de tempête,
- La diminution de l'intérêt touristique lié à la présence de la plage de Wissant (réduction de la surface de sable sec à marée basse)

De nombreuses études ont démontré l'intérêt de procéder à un rechargement massif de la plage pour recréer une plage avec un niveau suffisant dans le but de :

- Assurer une protection des ouvrages et des dunes de haut de plage en dissipant l'énergie des vagues sur la plage,
- **Solutionner les problématiques soulevées précédemment** sans impact paysager.
- **Améliorer** les qualités balnéaires du site et accroître sa valeur touristique,

Des levés topographiques de la plage ont été réalisés à plusieurs reprises depuis 2005, notamment à l'aide du dispositif LIDAR (Light Detection And Ranging) le 22 avril 2008 et 2011.

Les études précédentes ont aussi permis d'identifier des sites d'emprunt potentiels pour la fourniture du sable de rechargement qui convienne, notamment aux abords de Calais à environ 15 km de la baie de Wissant.

2 Objet de la mission

L'objectif de cette étude est d'actualiser les conclusions et préconisations qui sont proposées dans l'étude de « Requalification de la baie de Wissant, réensablement de la partie centrale » réalisée par SOGREAH en 2006.

Cette étude est décomposée en 2 phases :

- Phase 1 : Dimensionnement du réensablement de la partie centrale de la baie de Wissant
- Phase 2 : Elaboration de scénarios de réensablement – Programme de suivi de l'entretien

Le présent rapport s'attache à développer la phase 2.

Chapitre 2 - Proposition des types de solutions envisageables

Ce chapitre, qui est un rappel de la fin de la phase 1, a permis au Maître d'Ouvrage de retenir trois scénarios à étudier dans le cadre de la phase 2.

Compte tenu de l'importante érosion et de l'abaissement régulier des fonds sur la zone d'étude, l'objectif premier est de réaligner le littoral. En effet, la dune d'Aval s'est érodée et cette érosion fait qu'aujourd'hui l'angle Sud-Ouest du perré est en avant de l'ordre de 50 à 60 m par rapport au rivage. En hydrodynamique, si un point du littoral est trop en avant par rapport au littoral, il va engendrer une importante concentration des houles qui vont le fragiliser à termes.

Or, dans le cadre des travaux de réhabilitation du perré de Wissant, cet angle Sud-Ouest du perré ne fait pas parti des sections du perré à reconstruire.

Ainsi, vu l'érosion et l'abaissement des fonds généralisé il y a urgence à réaligner tout le littoral.

La solution envisagée est la mise en place d'un rechargement de sédiments accompagné de mesures réductrices pour limiter la perte des sédiments et pour réhabiliter le site au niveau du cordon dunaire dit dune d'Aval à l'Ouest du perré.

1 Le rechargement

Il est proposé de réaliser un rechargement sur la partie centrale de la baie de Wissant sur un linéaire de 2 500 m. Ce rechargement permettra de :

- Assurer une protection des ouvrages et des dunes de haut de plage en dissipant l'énergie des vagues sur la plage,
- **Solutionner les problématiques soulevées précédemment** sans impact paysager,
- **Améliorer** les qualités balnéaires du site et accroître sa valeur touristique,

Il est considéré un rechargement d'environ 680 000 m³ correspondant à : **berme de 30m à la côte +8,55 m CM** (ou +4,7 m IGN) correspondant au niveau de PHMA (Plus Haute Mer Astronomique).

Dans l'hypothèse où le volume de sédiments disponibles s'avère être inférieur au volume de rechargement nécessaire de 680 000 m³, il est également envisageable de diminuer ce volume de rechargement en diminuant la largeur de berme du rechargement (passage de 30 m à 20 m ou 10 m...).

2 Mesures réductrices complémentaires au rechargement

Afin de limiter la perte des sédiments rechargés mais également de réhabiliter le cordon dunaire d'Aval et réduire l'érosion qui sévit au niveau de la dune d'Amont depuis quelques années, nous proposons ci-après une liste de mesures réductrices envisageables.

Ces mesures peuvent être envisagées indépendamment ou mixées entre elles sachant que le littoral d'étude peut être découpé en quatre secteurs différents ne nécessitant pas le même système de protection :

- S1 : Ouest-Dune d'Aval
- S2 : Dune d'Aval
- S3 : Perré devant Wissant
- S4 : Dune d'Amont.

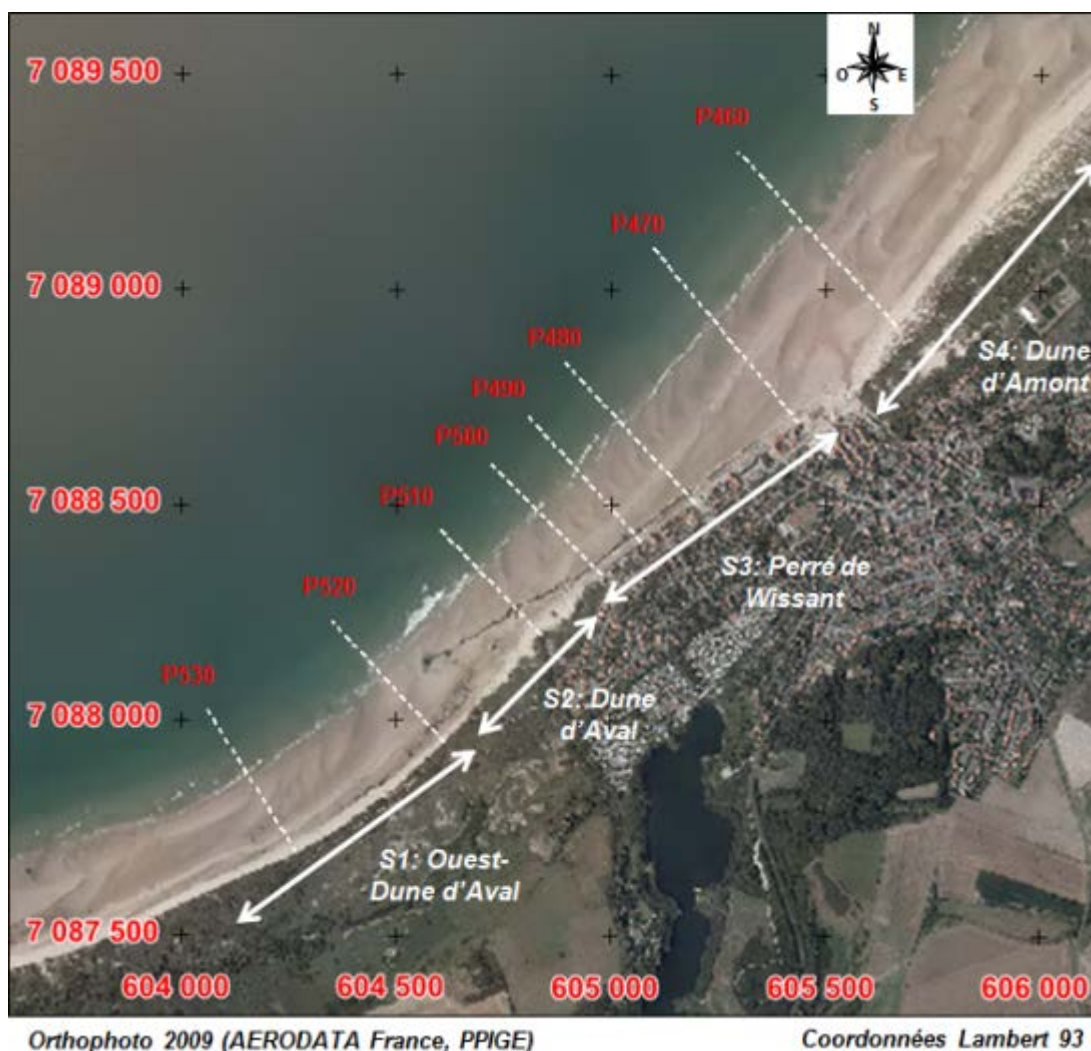


Figure 2 : Secteurs du littoral d'étude

- a) La première mesure réductrice est de reconstituer à minima la dune d'Aval et de prévoir un remodelage pour lui donner une forme peu sensible à l'érosion éolienne.
- b) La seconde mesure est de mettre en défense la dune d'Aval et la dune d'Amont (ganivelles, chemins d'accès à la plage, végétation avec des oyats, etc...).
- c) La troisième action est de mettre en place un système doux d'atténuation des vagues sur le haut estran : mise en place de pieux en bois sur 3 ou 4 rangées et d'épis transversaux (comme ceux mis en place au niveau des anciens blockhaus).

En complément, il peut être envisagé :

- d) La mise en place d'un tube en géotextile sous la dune d'Aval pour limiter son recul en cas d'évènement exceptionnel.
- e) La mise en place devant le perré d'épis transversaux courts et plongeants en géotextiles. Ces épis courts seront adaptés pour ne pas gêner les pratiques de loisirs sur la plage (char à voile notamment).

3 Proposition de scénarios envisageables

Les scénarios envisagés lors de la phase 1 sont :

- 1. Rechargement de sable (680 000 m³) accompagné des mesures réductrices a), b) et c) présentées ci-avant en incluant un entretien régulier avec des rechargements (par exemple tous les 5 à 6 ans avec 300 000 m³, volume et fréquence de rechargement qui seront affinés lors du suivi de l'évolution future de la plage (cf. Chapitre 4 -7)).
- 2. Le scénario 1 ci-avant accompagné en plus des mesures réductrices d) et e).
- 3. Un scénario avec un rechargement initial en sables moins important accompagné des mesures réductrices a), b), c), d) et e) présentées ci-avant. Dans ce cas, le rechargement initial serait effectué pour une largeur de plage et/ou une altimétrie diminuée par rapport au scénario 1.
- 4. Rechargement de sable (635 000 m³) accompagné d'un dispositif de protection de la plage par drainage : Système ECOPLAGE® et système PEM « Pressure Equalizing Modules » (drainage vertical).

Ces systèmes ne sont pas réalisables à cause du trop fort taux d'érosion et d'abaissement de la plage.

- 5. Rechargement de sable (635 000 m³) accompagné de la protection contre l'érosion par des filets : Système ABLE.

Le Système ABLE fonctionne avec l'énergie modulée par la mer. Elle reconstitue le littoral en réalisant une accrétion naturelle structurée par des filets. Le système est repositionnable et extractible à tout moment.

Nous ne préconisons pas ce type de solution sur le littoral de Wissant à cause du risque pour les activités nautiques (baignade, planche à voile, kite surf, etc...).

De plus, il y a à l'heure actuelle très peu de retour d'expérience de ce nouveau système dont nous ne sommes pas sûrs qu'il s'adapte correctement à la complexité hydrodynamique du site.

Remarque concernant la mise en place d'une canalisation définitive de rechargement :

Une première analyse a été menée pour savoir si la mise en place de cet ouvrage serait une solution pérenne ou non (rechargement régulier).

Cette canalisation de rechargement aurait pour objectif d'être définitive en vue d'être réutilisée pour chaque rechargement d'entretien en sédiments sur la plage. Sa vocation d'être définitive nécessite un dimensionnement important pour résister aux conditions hydrodynamiques intenses du site (houle, courants, etc...) sur le long terme ce qui impliquera un prix fort coûteux.

De plus, à l'heure actuelle il est impossible d'être certain de pouvoir disposer dans les années à venir de stocks de sable disponibles pour des rechargements d'entretien réguliers. Ainsi, l'investissement dans la canalisation pourrait ne pas être rentable et aujourd'hui il vaut mieux de ne pas mettre en place cet ouvrage de manière définitive.

4 Cas particulier du rechargement du Banc à la Ligne

Une autre solution pourrait être le rechargement massif des bas-fonds et notamment du Banc à la Ligne. En effet, les différentes études menées ont permis de constater lors de l'analyse du fonctionnement hydrosédimentaire de la Baie de Wissant que la morphologie du Banc à la Ligne pourrait avoir un impact sur l'érosion du trait de côte dans la baie de Wissant (cf. Chapitre 2-5 Phase 1 pour les explications sur le lien potentiel entre la côte d'arase du Banc à la Ligne et l'érosion du trait de côte).

L'analyse préliminaire de ce scénario est présentée au Chapitre 6 -.

Chapitre 3 - Présentation des scénarios

1 Préambule

Suite aux propositions de différents types de scénarios lors de la phase 1, rappelés dans le Chapitre 2 ci-avant, le Maître d'Ouvrage a retenu deux scénarios que nous allons étudier dans ce chapitre :

- **Scénario 1 :** Rechargement de sable (680 000 m³) accompagné des mesures réductrices¹ a), b) et c) :
 - a : Reconstitution à minima de la dune d'Aval.
 - b : Mise en défense de la dune d'Aval et de la dune d'Amont (ganivelles, chemins d'accès à la plage, végétation avec des oyats, etc...).
 - c : Mise en place d'un système doux d'atténuation des vagues sur le haut estran : mise en place de pieux en bois sur 3 rangées et d'épis transversaux (comme ceux mis en place au niveau des anciens blockhaus). Notons que les pieux sont situés aux mêmes endroits que les pieux actuels mais avec une rangée en plus.

Ce scénario sera accompagné d'un entretien régulier avec des rechargements (par exemple tous les 5 à 6 ans avec 300 000 m³ de sable, le volume et la fréquence de rechargement seront affinés lors du suivi de l'évolution future de la plage (cf. Chapitre 4 -7).

- **Scénario 2 :** Rechargement de sable plus faible que pour le scénario 1 (mais sur le même linéaire donc la largeur de plage et/ou l'altimétrie seront diminuées par rapport au scénario 1) accompagné des mesures réductrices a), b), c), d) et e) :
 - a : Reconstitution à minima de la dune d'Aval.
 - b : Mise en défense de la dune d'Aval et de la dune d'Amont (ganivelles, chemins d'accès à la plage, végétation avec des oyats, etc...).
 - c : Mise en place d'un système doux d'atténuation des vagues sur le haut estran devant les dunes : mise en place de pieux en bois sur 3 rangées et d'épis transversaux (comme ceux mis en place au niveau des anciens blockhaus). Notons que les pieux sont situés aux mêmes endroits que les pieux actuels mais avec une rangée en plus.
 - d : mise en place d'un tube en géotextile sous la dune d'Aval pour limiter son recul en cas d'évènement exceptionnel.

¹ Les mesures réductrices a), b), c), d) et e) proposées ont pour objectif une amélioration de la retenue des sédiments sur le littoral d'étude et une meilleure protection des cordons dunaires.

- o e : mise en place devant le perré d'épis transversaux courts et plongeants en géotextiles et/ou en pieux bois non jointifs. Ces épis courts seront adaptés pour ne pas gêner les pratiques de loisirs sur la plage (char à voile notamment).

Ce scénario sera accompagné d'un entretien régulier avec des rechargements (par exemple tous les 5 à 6 ans avec 150 000 m³ de sable, le volume et la fréquence de rechargement seront affinés lors du suivi de l'évolution future de la plage (cf. Chapitre 4 -7).

En complément des deux scénarios précédents, une description de la solution du rechargement massif des bas-fonds (cuvette entre le banc et la côte) et/ou du Banc de la Ligne sera effectuée au Chapitre 5.

2 Présentation du Scénario 1

Les figures ci-après présentent le plan masse global du scénario 1 ainsi que les coupes-types de principe des aménagements. Ces figures sont rappelées avec des zooms sur les dunes d'Aval et d'Amont en Annexe 1.

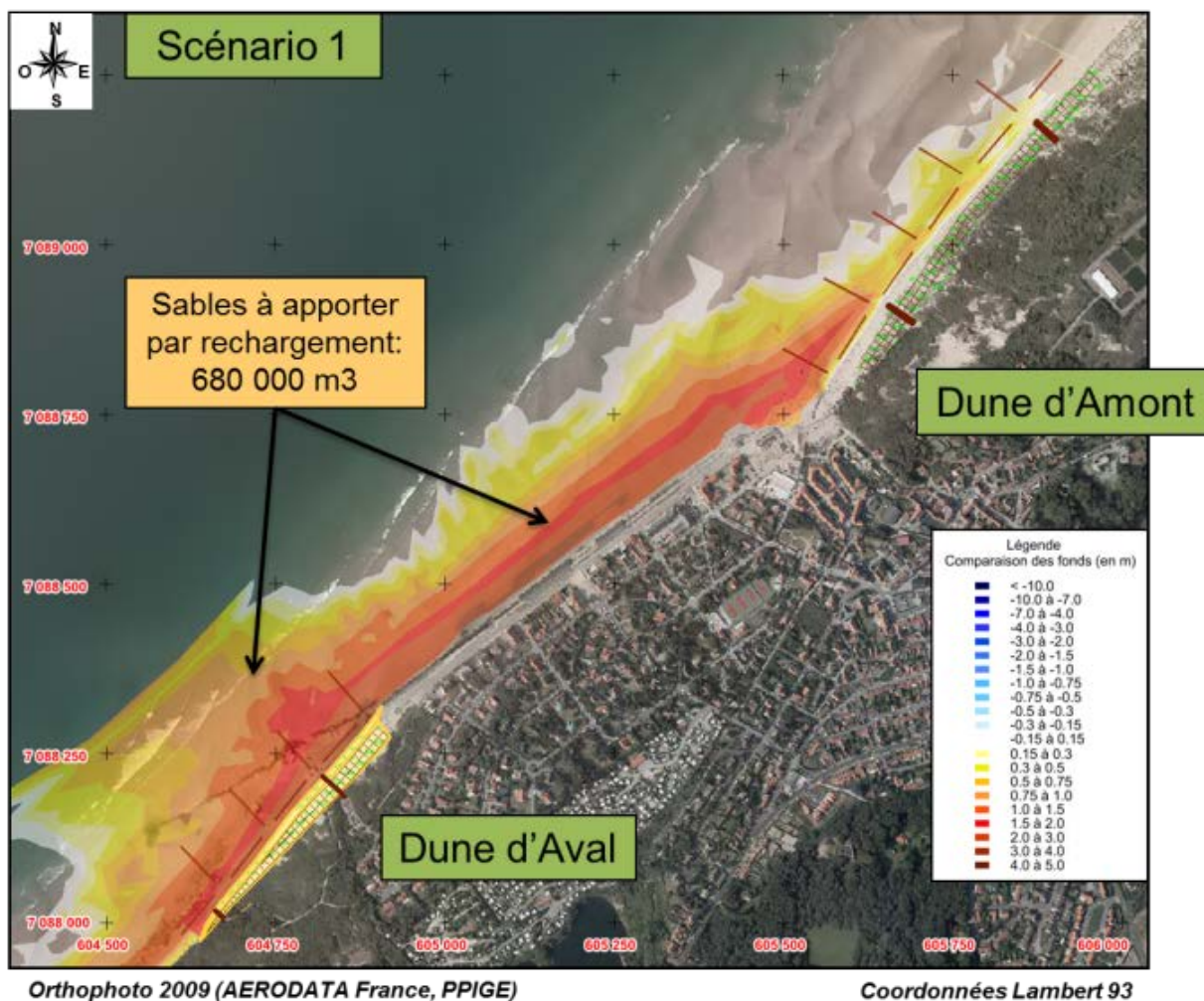


Figure 3 : Plan masse du scénario 1

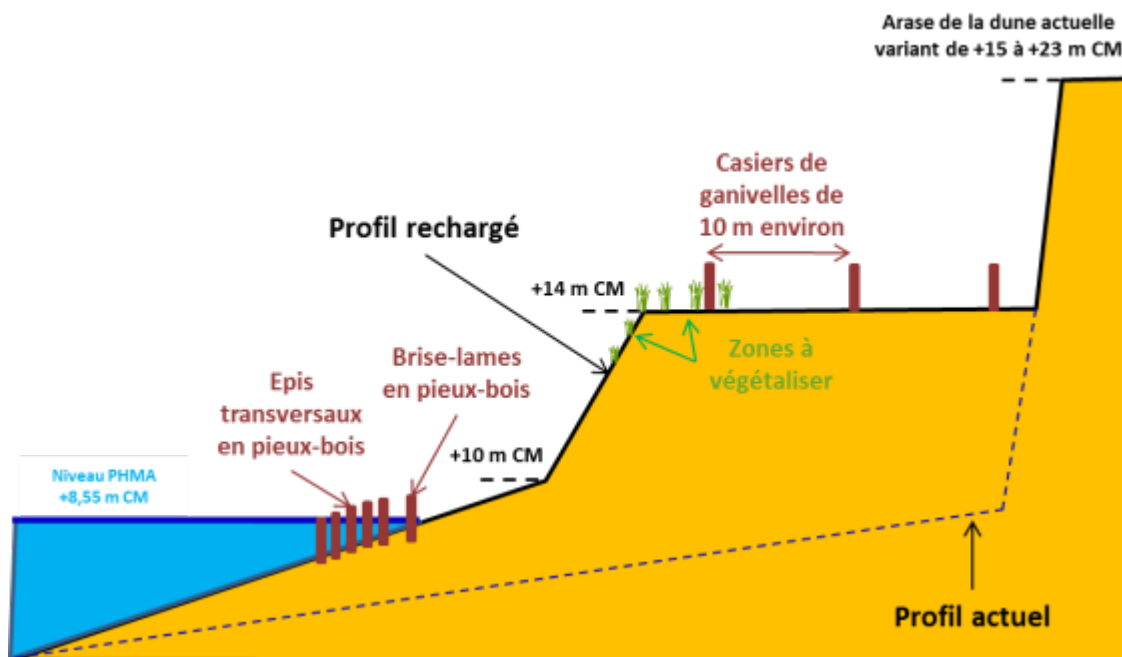


Figure 4 : Coupe-type du scénario 1

Remarque : La coupe-type ci-avant présente le profil d'équilibre qui s'instaure avec le temps et non le profil théorique de rechargement.

2.1 Le rechargement

Le rechargement de plage a pour objectif de compenser le déséquilibre du littoral résultant de l'érosion naturelle de la dune d'Aval et de la dune d'Amont et de l'action humaine avec la mise en place d'ouvrages rigides de protection fixant le trait de côte.

Synthèse de la phase 1 :

Gisement et granulométrie des sables à apporter :

Le site de Calais est le plus approprié :

- Bonne compatibilité granulométrique,
- Proximité du site de Wissant (12 milles nautiques),

Dans le cadre de notre réactualisation de l'étude, le site le plus adapté pour un futur rechargement des plages de Wissant reste le site de Calais (matériaux à l'extérieur du port sur les ridens et bancs sableux et sur les bordures du chenal).

Ces données devront être précisées lors de l'Avant-Projet du rechargement, une fois la zone d'emprunt précisément identifiée.

Les caractéristiques des matériaux identifiés sont les suivantes :

- D16 moyen de l'ordre de 0,3 mm.
- D50 moyen de l'ordre de 0,4 mm.
- D84 moyen de l'ordre de 0,6 mm.

Remarque : En complément de l'étude sur les gisements potentiels menée lors de la phase 1 (Chapitre 3 – §2.1), nous précisons également que dans le cadre de l'agrandissement futur du port de Dunkerque baptisé sous le nom de « Cap 2020 », une importante quantité de sédiments sera draguée lors du creusement des nouveaux bassins au port Ouest. Ce projet pourrait être un nouveau gisement possible en vue d'apports de sable d'entretien pour le littoral de Wissant.

Les analyses granulométriques qui seront réalisées à l'avenir sur Dunkerque apporteront une réponse sur la comptabilité du gisement avec le littoral de Wissant.

Le coût des matériaux sera par contre plus élevé à cause de la distance plus lointaine de Dunkerque par rapport à Calais.

2.1.1 Profils de rechargement

Il est considéré le rechargement suivant : **berme de 30 mètres à la côte +8,55 m CM** (ou +4,7 m IGN) correspondant au niveau de PHMA (Plus Haute Mer Astronomique) (cf. Annexe 2).

2.1.2 Linéarisation du littoral

Le littoral de Wissant présente actuellement des points singuliers liés à la présence du perré longitudinal mais aussi à l'érosion du cordon dunaire. Ces points singuliers sont des zones critiques car elles engendrent une concentration des houles, une accélération des courants qui érodent le littoral.

Ainsi, le rechargement proposé gomme au maximum ces points singuliers en linéarisant le littoral (cf. figure ci-après).

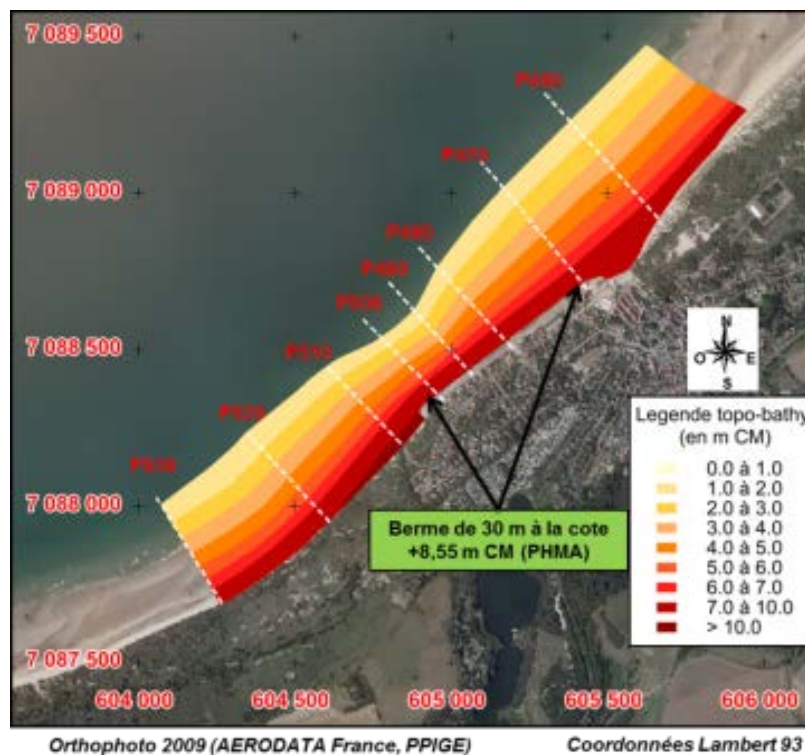


Figure 5 : Plan masse du rechargement – Scénario 1

La largeur de la berme considérée est de 30 m au droit du perré de Wissant mais ensuite de part et d'autre du perré cette largeur sera adaptée pour permettre au littoral d'avoir un linéaire lissé avec le meilleur équilibre possible.

2.1.3 Volume de rechargement

A la date du 5/12/2013, le volume de rechargement brut nécessaire sur les 2 500 m de linéaire, y compris les pertes prévisibles, est de l'ordre de 680 000 m³ (la méthodologie du calcul est présentée dans le rapport de phase 1 au chapitre 3 §2.6 et 2.7) (cf. figure ci-après présentant la répartition théorique des rechargements).

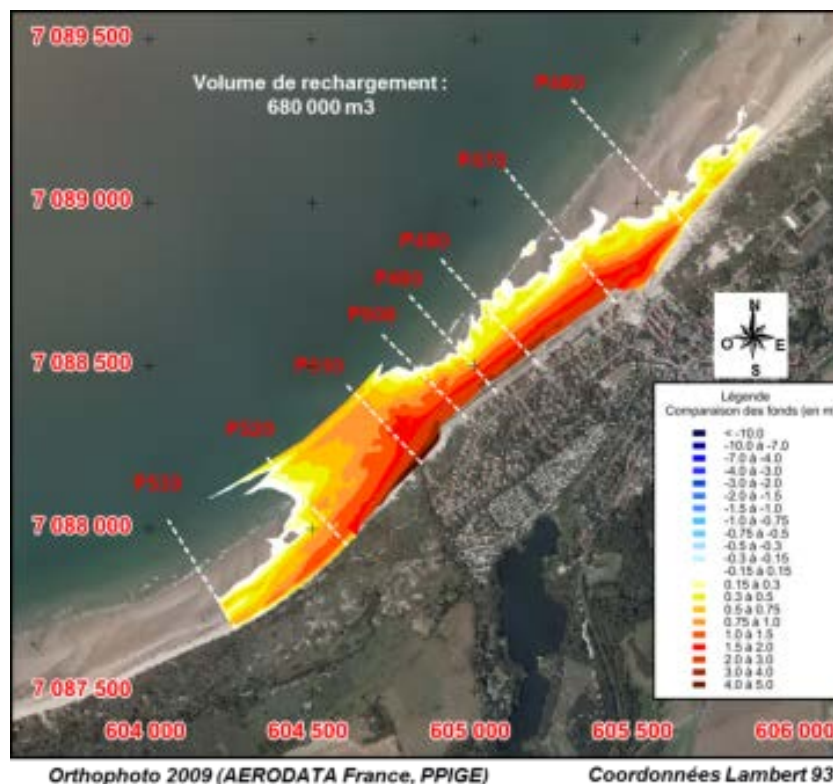


Figure 6 : Différentiel entre la bathymétrie théorique rechargée et la bathymétrie de 12/2013 – Scénario 1

Avec une perte de sédiments de l'ordre de 50 000 à 60 000 m³/an (perte non homogène chaque année, cf. chapitre 2 §3.3 du rapport de phase 1), le rechargement envisagé de l'ordre de 680 000 m³ aura disparu en 11 à 13 ans si aucune mesure de protection d'accompagnement n'est envisagée.

Ainsi, pour limiter une perte trop excessive des sédiments rechargés, nous proposons dans le point suivant des solutions envisageables de protection présentées à un stade préliminaire.

2.2 Reconstitution de la dune d'Aval

La dune d'Aval est actuellement en danger avec un recul du trait de côte de l'ordre de -2 à -4 m/an. Les photos ci-après prises par la DDTM62 suite à la tempête Xaver du 06/12/2013 témoignent de ce recul important généralisé.



Photos 7 : Recul de la dune d'Aval

Les figures ci-après présentent les profils longitudinaux au niveau de la dune d'Aval afin de visualiser les côtes d'arase de la dune. La localisation des profils est présentée avec les levés de pied de dune effectués par la DDTM62 en 2009, mars 2010 et mars 2014.



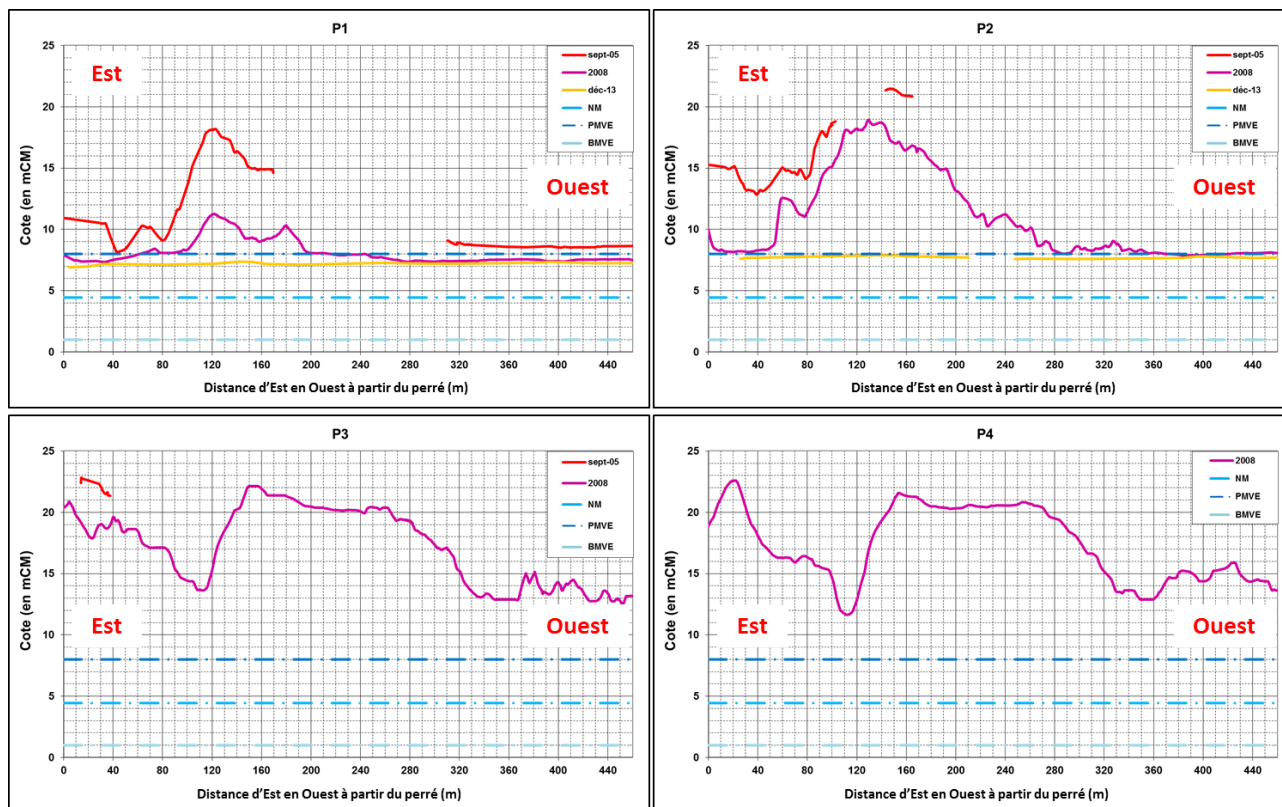


Figure 8 : Profils longitudinaux sur la dune d'Aval

Le P3 se situe environ au niveau du pied de dune actuel. Ainsi, aujourd'hui le niveau de l'estran est de l'ordre de +8 m CM et il n'y a plus de plage sèche lors des pleine-mers de vives eaux.

Le levé LIDAR de 2008 montre qu'au niveau du P3, l'arase de la dune était de l'ordre de +13 à +22 m CM. De 2008 à aujourd'hui, il y a eu donc une forte érosion avec au niveau du P3 une baisse de l'altimétrie atteignant jusqu'à 14 m d'altitude.

Le principe de la reconstitution d'une dune est de gagner du temps sur les processus sédimentaires en recréant mécaniquement le volume dunaire perdu. La reconstitution naturelle d'une dune est un phénomène trop long et impossible dans le secteur de la dune d'Aval. Il s'agit de mettre en forme, puis de protéger un cordon qui pourra favoriser l'amorce de la future dune. L'objectif étant que les processus naturels se chargent par la suite de faire évoluer ce cordon.

L'objectif est donc de reconstituer le bas de la dune d'Aval pour lui rendre son emprise de 2010.

La dune d'Aval sera reconstituée avec une arase du cordon dunaire à +14 m CM. Cette altimétrie est inférieure à l'altimétrie initiale du cordon dunaire (atteignant jusqu'à +22 m CM par endroit) mais elle est suffisante pour protéger l'arrière du cordon.

Nous précisons que le volume de sable nécessaire à la reconstitution du cordon dunaire est déjà estimé dans le volume de rechargement global de 680 000 m³.

Des aménagements pour la gestion des dunes sont proposés en complément afin que le cordon dunaire puisse évoluer positivement (cf. chapitre suivant).

La dune d'Amont ne nécessite pas de reconstitution pour le moment car elle reste suffisamment haute et large pour assurer la protection du secteur en arrière.

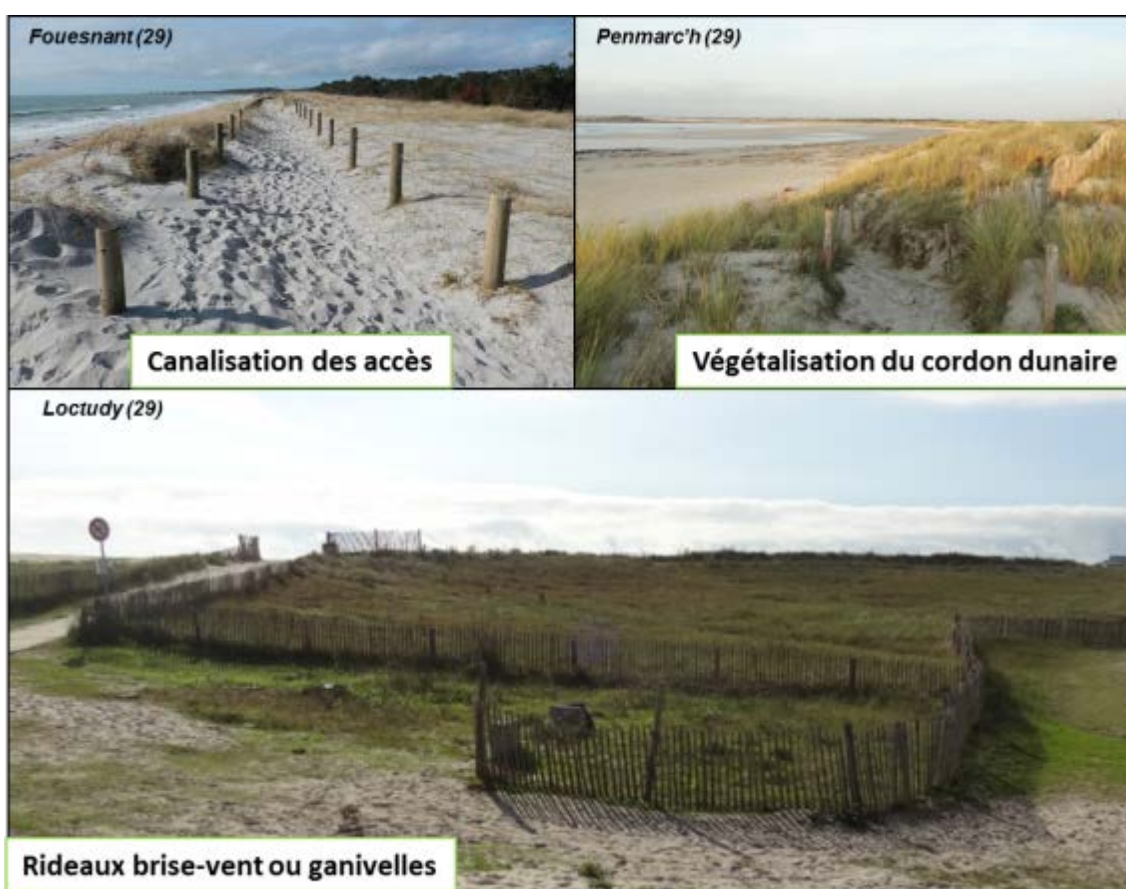
2.3 Système de gestion souple de la dune d'Aval et de la dune d'Amont

Un système de gestion souple des dunes d'Aval et d'Amont consistant à la mise en place d'actions de stabilisation doit être mis en place pour pérenniser le littoral d'étude.

L'objectif de ce système est de contrôler la mobilité des dunes par modération de l'érosion éolienne liée à la réduction de la vitesse du vent.

Les principales techniques de contrôle de la mobilité des dunes sont la plantation végétale, la pose de rideaux brise-vent (ganivelles), le reprofilage et la canalisation de la fréquentation.

Les photos ci-après présentent des exemples des différentes techniques de gestion souple :



Photos EGIS

Photos 9 : Exemples de gestion douce de cordon dunaire

2.3.1 Plantation végétale

La plantation des végétaux, le plus souvent des oyats, sur le versant externe des dunes permet de réduire la vitesse du vent près de la surface érodée. La couverture végétale favorise alors la croissance de la dune par le piégeage et la stabilisation du sable transporté par le vent et aide au développement de la dune bordière.

Le recouvrement des surfaces de dunes fortement exposées est une mesure de stabilisation du sable qui réduit le piétinement et protège la végétation.

2.3.2 Canalisation des accès

La canalisation des sentiers d'accès sur le cordon dunaire à la plage permet de réduire le piétinement de la végétation et donc de mieux stabiliser le sable. Sans ces accès, le piétinement entraîne la perte de la végétation qui peut s'avérer critique pour la stabilité des dunes et leur développement à long terme. Les accès à la plage sont constitués d'un platelage en lattes de bois (Figure 10).



Figure 10 : Exemple d'accès aménagé à l'aide d'un platelage composé de lattes de bois.

2.3.3 Rideaux brise-vent (ganivelles)

La mise en œuvre de rideaux brise-vent par pose de lignes ou de maillage de barrières semi-perméables favorise le dépôt de sable transporté par le vent, réduit le piétinement et protège les secteurs plantés. Les brise-vents à mettre en place seront des ganivelles en lattes de châtaignier.

Les trois techniques souples décrites ci-avant fonctionnent conjointement. Ainsi, ces trois techniques peuvent être mises en place sur les dunes d'Aval et d'Amont (surtout sur la dune bordière sur le haut de plage).

2.4 Système doux d'atténuation des vagues sur le haut estran

Cette méthode de mise en place d'ouvrages hydrauliques en pieux-bois permet de disperser l'énergie de la houle pour éviter une remise en suspension trop rapide des sables dunaires accompagnée de leur transport au large avec une perte in fine des sédiments.

Caractéristiques des ouvrages :

Les pieux sont constitués en bois de chêne et ont un diamètre moyen de 20 cm (avec une marge de +/- 3 cm) et une longueur de 6 m.

Chaque ouvrage (épi transversal ou brise-lames) sera constitué par trois rangées de pieux-bois décalées l'une par rapport à l'autre de 70 cm, soit 1 m d'axe en axe, et de façon à ce que les pieux soient en quinconce. Les pieux de la rangée seront espacés d'axe en axe de 90 cm.

Chaque brise-lames sera disposé parallèlement au rivage à environ 10 m du pied de la dune et chaque épi sera disposé perpendiculairement au rivage à environ 10 m plus au large des brise-lames. Les épis et brise-lames auront une largeur de 3,3 m environ.

Trois rangées permettraient d'obtenir une meilleure efficacité de dissipation de l'énergie de la houle lors de son passage sur les ouvrages qu'avec deux rangées et ainsi :

- Les brise-lames protégeront mieux le cordon dunaire contre l'attaque des houles,
- Les épis transversaux permettront de limiter le départ des sédiments présents dans les casiers inter-épis.

Avant d'élargir les épis et brise-lames actuels à 3 rangées, il faudra s'assurer grâce au suivi du trait de côte réalisé régulièrement (profils, levés du pied de dune) que le retour d'expérience du dispositif expérimental présent actuellement devant la dune d'Aval est positif.

Si le retour d'expérience est positif, nous préconisons les aménagements suivants :

Dune d'Aval :

Déplacement plus au large des épis et brise-lames actuels si le rechargement et la reconstitution partielle de la dune d'Aval l'impose avec l'ajout d'un brise-lames et d'un épi supplémentaire à l'Ouest pour protéger l'ensemble du cordon réhabilité. Les ouvrages actuels sont composés de deux rangées de pieux, nous proposons de les élargir à trois rangées pour une probable meilleure efficacité hydrosédimentaire et hydrodynamique. Ce dispositif reste un dispositif expérimental.

Le système comprendra 4 épis transversaux et 4 brise-lames. Le plan masse de cet aménagement est présenté sur la Figure 4.

Ce système composé à la fois d'épis et de brise-lames a été mis en place en 2013 devant le secteur de la dune d'Aval suivant le principe suivant (*source : CCTP du marché de « mise en place d'épis et de brise-lames expérimentaux » par la commune de Wissant, 2012*) :



Figure 11 : Système de protection actuellement en place devant la dune d'Aval

Nota : La méthode pour analyser l'efficacité de ce système de protection à moyen-terme (5 à 10 ans minimum) serait l'effectuer des levés topo-bathymétriques chaque année à la même période (septembre par exemple) afin d'effectuer des cubatures et déterminer si la plage s'est réengraissée et de continuer à relever le trait de côte pour évaluer le recul du trait de côte.

La photo ci-après présente ces ouvrages présents actuellement devant la dune d'Aval :

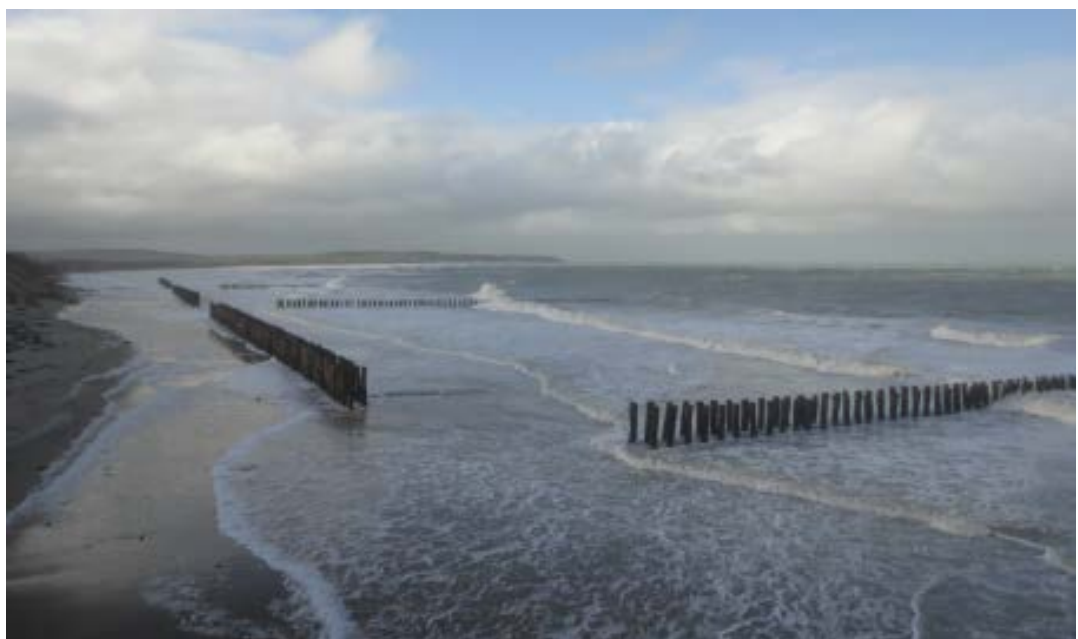


Photo 12 : Ouvrages en pieux-bois existant devant la dune d'Aval (EGIS, 2013)

Avant le rechargement, les pieux-bois présents actuellement devront être déposés et stockés sur le site. Ils seront remis en place suivant le nouveau plan masse présenté à la Figure 3 avec la nouvelle altimétrie de l'estran post-rechargement.

Dune d'Amont :

L'analyse du retour d'expérience du système d'épis et de brise-lames présent actuellement devant la dune d'Aval permettra de juger de la mise en place ou non du même type de système d'épis et de brise-lames qu'au niveau de la dune d'Aval afin de lutter contre l'érosion récente du secteur Ouest de la dune d'Amont (cf. analyse de l'évolution de la dune d'Amont dans le rapport de phase 1).

Le système comprendrait 5 épis transversaux et 5 brise-lames. Le plan masse de cet aménagement est présenté sur la Figure 3.

3 Présentation du Scénario 2

Les figures ci-après présentent le plan masse global du scénario 2 ainsi que les coupes-types de principe des aménagements. Ces figures sont rappelées avec des zooms sur les dunes d'Aval et d'Amont en Annexe 3.

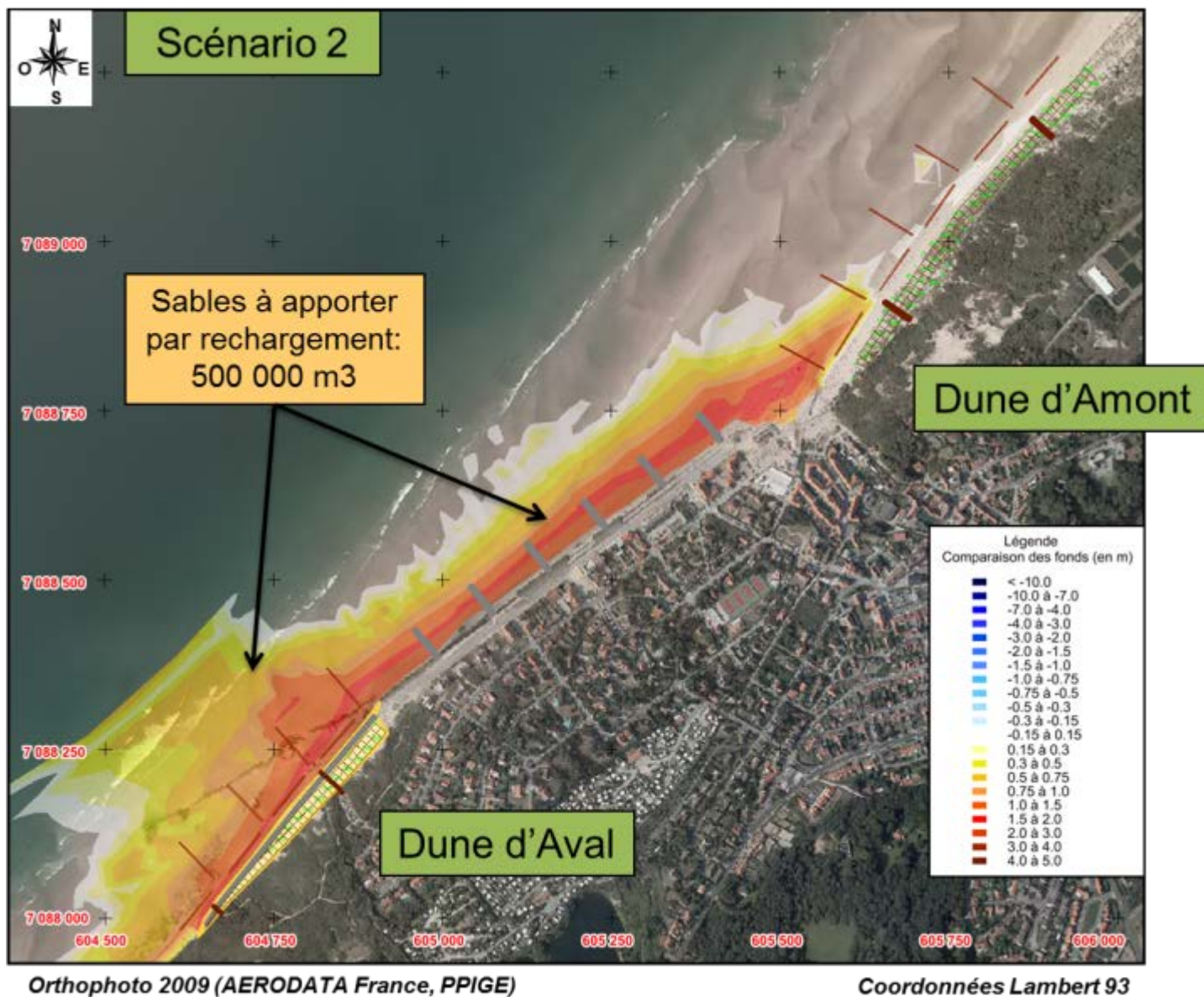


Figure 13 : Plan masse du scénario 2

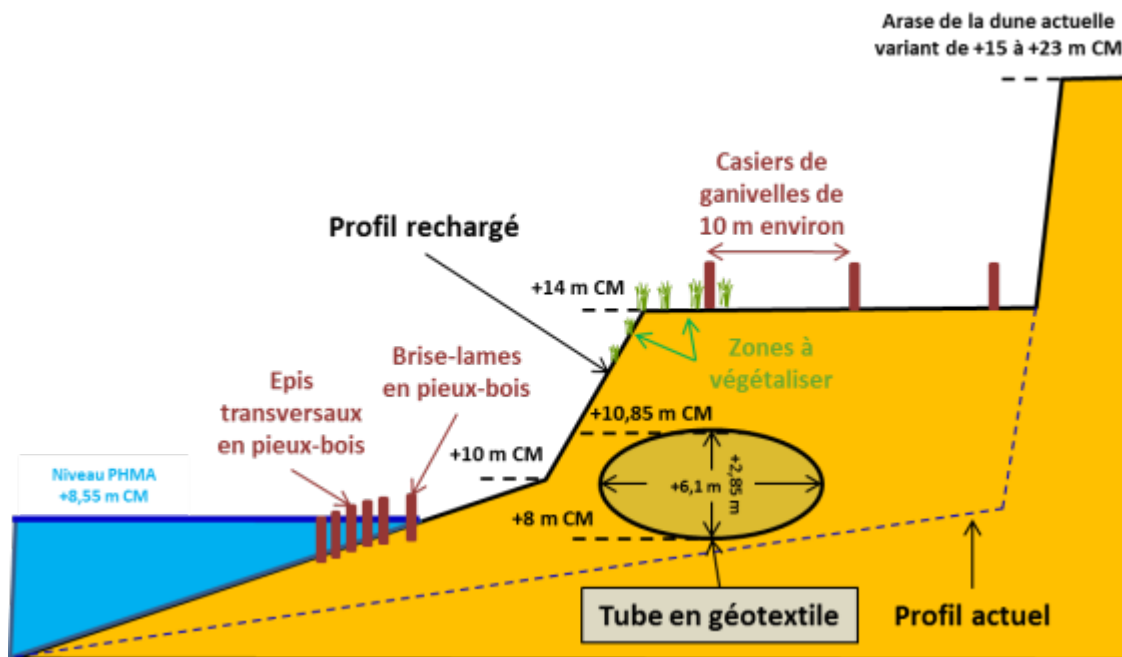


Figure 14 : Coupe-type du scénario 2

Remarque : il y a un profil théorique immédiatement après le rechargement de la plage et un profil d'équilibre qui s'instaure avec le temps. La coupe-type ci-avant présente le profil d'équilibre.

3.1 Le rechargement

Les principes du rechargement de sable ainsi que les méthodes de mises œuvre sont déjà décrites dans le cadre du scénario 1 (cf. Chapitre 2 -1).

Le volume de rechargement initial dans le cadre du scénario 2 est plus faible que celui du scénario 1. Ce volume est plus faible car, en supplément des trois solutions complémentaires proposées dans le scénario 1 permettant de lutter contre la perte trop rapide des sédiments rechargés, deux solutions sont proposées dans le scénario 2.

3.1.1 Profils de rechargement

Il est considéré le rechargement suivant : **berme de 15 mètres à la côte +8,55 m CM** (ou +4,7 m IGN) correspondant au niveau de PHMA (Plus Haute Mer Astronomique) (cf. Annexe 4).

3.1.2 Linéarisation du littoral

Le littoral de Wissant présente actuellement des points singuliers liés à la présence du perré longitudinal mais aussi à l'érosion du cordon dunaire. Ces points singuliers sont des zones critiques car elles engendrent une concentration des houles et une accélération des courants qui érodent le littoral.

Ainsi, le rechargement proposé gomme au maximum ces points singuliers en linéarisant le littoral (cf. figure ci-après).

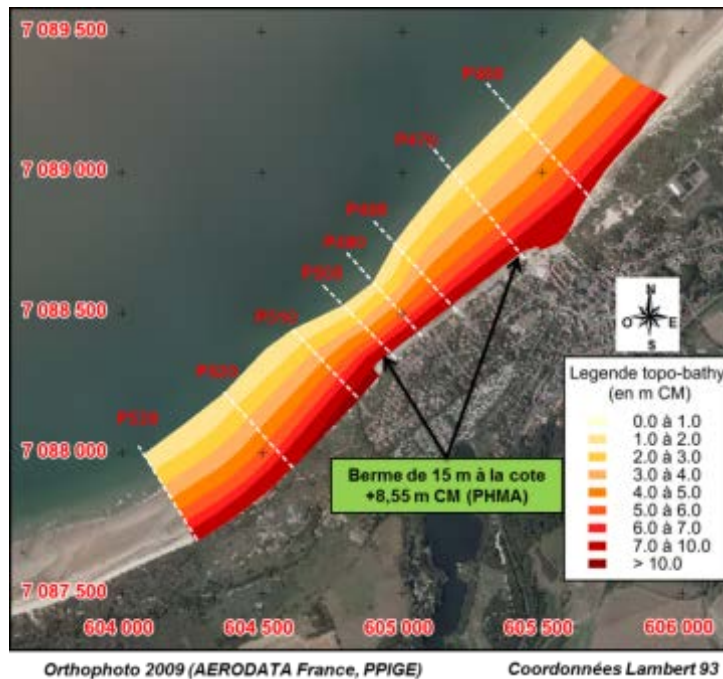


Figure 15 : Plan masse du rechargement – Scénario 2

La largeur de la berme considérée est de 15 m au droit du perré de Wissant mais ensuite cette largeur sera adaptée de part et d'autre du perré pour permettre au littoral d'avoir un linéaire lissé avec le meilleur équilibre possible.

3.1.3 Volume de rechargement

A la date du 5/12/2013, le volume de rechargement brut nécessaire sur les 2 500 m de linéaire, y compris les pertes prévisibles, est de l'ordre de 500 000 m³ (la méthodologie du calcul est présentée dans le rapport de phase 1 au chapitre 3 §2.6 et 2.7) (cf. figure ci-après présentant la répartition théorique des rechargements).

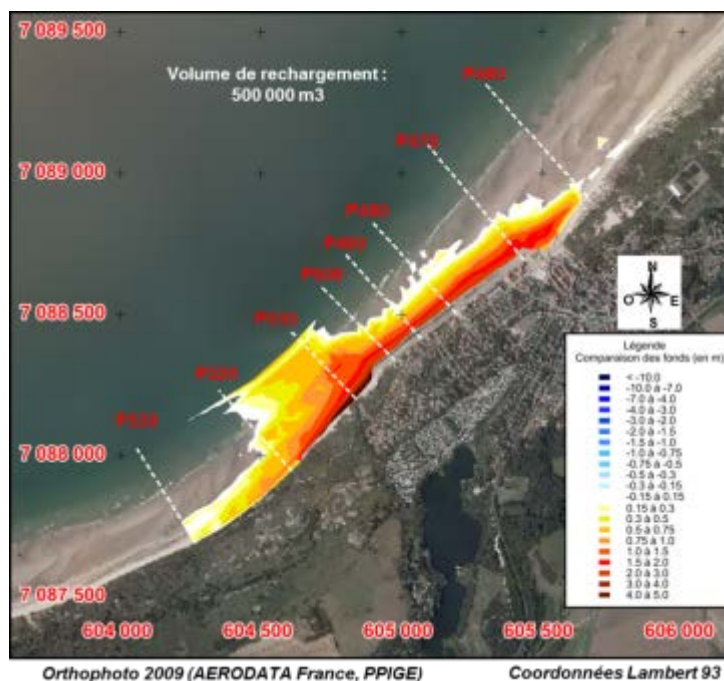


Figure 16 : Différentiel entre la bathymétrie théorique rechargée et la bathymétrie de 12/2013 – Scénario 2

Avec une perte de sédiments de l'ordre de 50 000 à 60 000 m³/an, le rechargement envisagé de l'ordre de 500 000 m³ aura disparu en 8 à 10 ans si aucune mesure de protection d'accompagnement n'est envisagée.

Ainsi, pour limiter une perte trop excessive des sédiments rechargés, nous proposons dans le point suivant des solutions de protection envisageables présentées à un stade préliminaire.

3.2 Reconstitution de la dune d'Aval

Le programme est identique à celui du scénario 1 (cf. Chapitre 3 -2.2).

Nous précisons que le volume de sable nécessaire à la reconstitution du cordon dunaire est déjà estimé dans le volume de rechargement global de 500 000 m³.

3.3 Système de gestion souple de la dune d'Aval et de la dune d'Amont

Le programme est identique à celui du scénario 1 (cf. Chapitre 3 -2.3).

3.4 Système doux d'atténuation des vagues sur le haut estran

Le programme est identique à celui du scénario 1 (cf. Chapitre 3 -2.4).

3.5 Ouvrage longitudinal en géotextile dans le cordon dunaire de la dune d'Aval

En complément de la reconstitution de la dune d'Aval et de la mise en place d'un système de gestion souple, nous proposons d'insérer dans le pied du cordon dunaire de la dune d'Aval un ouvrage longitudinal en géotextile.

Cet ouvrage a pour objectif de limiter le recul du cordon dunaire lors d'évènements tempétueux.

Ce type d'aménagements présente de nombreux avantages et inconvénients :

■ Avantages :

- Structure continue, stable, souple s'adaptant au terrain naturel et à ses variations,
- Les structures de dernière génération sont perméables, souples et résistantes aux UV, aux alcalins, aux hydrocarbures et à l'abrasion.
- Réversibilité, l'ouvrage peut facilement être détruit par l'Homme et le sable régalez sur la plage.

■ Inconvénients :

- Risque de déchirement de l'enveloppe en géotextile,
- Affouillement possible en pied si des vides existent dans la structure, dus à un remplissage trop lent.
- Surveillance et entretien très réguliers impératifs après chaque tempête pour réensabler l'ouvrage si ce-dernier a été découvert. Même si les structures de dernière génération résistent aux UV, il est nécessaire que le géotextile soit toujours recouvert de sables (limitation des risques de vandalisme et surtout amélioration de la protection de la dune).

Ce système de tube géotextile dans le cordon dunaire est efficace dans la protection des côtes contre l'érosion, en particulier en cas de tempêtes, mais à condition qu'un entretien soit effectué après chaque tempête importante.

La technique est simple : un grand tube en textile est conçu puis est rempli de sable et enterré sous le cordon dunaire. Lorsque les conditions météorologiques s'avèrent rudes et menaçantes, le tube maintient le sable et le sol en place, empêchant ainsi l'érosion et les dommages matériels.

Les tubes en géotextile peuvent mesurer jusqu'à une centaine de mètres de long. Ainsi, dans notre cas, il faudra aligner plusieurs tubes car le linéaire est de l'ordre de 400 m environ.

L'installation est permanente et invisible même si après une tempête le tube peut être découvert nécessitant alors une reconstitution du cordon sableux sur ce dernier.

Pour une efficacité optimale en rapport avec le fort enjeu du cordon dunaire de la dune d'Aval, nous préconisons la mise en place d'un tube en géotextile.

Une fois mis en place, le tube s'aplatit sous la pression, et ces dimensions deviennent :

- Diamètre initial = 5 m,
- Largeur = 6,1 m,
- Hauteur = 2,85 m,
- Volume de 14,7 m³/ml de sable.

Ce système devra être installé sur un linéaire d'environ 400 m à l'aide de 4 tubes géotextile alignés.

3.6 Epis transversaux courts en géotextiles devant le perré

Cette solution repose sur la construction de plusieurs structures fixes visant à bloquer le transit de sable s'effectuant vers l'Est.

Les épis représentent une méthode efficace pour la protection des côtes. Nous avons retenu dans le cadre de cette étude la mise en place de structures « épis » en géotextile. Ce type d'épis présente l'avantage d'avoir un impact visuel plus léger que les structures en dur de types enrochements. Les épis envisagés seront courts pour ne pas interférer avec les activités nautiques sur la plage (char à voile, etc..).

La construction de ce type d'ouvrage devra être bien sûr accompagnée d'un remaniement des fonds devant le perré, qui pourra être pratiqué par voie terrestre afin de correctement positionner les ouvrages. Les épis peuvent être remplis du sable du site, simplifiant ainsi le processus de construction.

Le linéaire du perré de Wissant étant de 700 m environ, nous préconisons la mise en place de 6 épis transversaux en géotextile d'une longueur de 50 m espacés de 100 m environ (cf. plan masse sur la Figure 13).

Les caractéristiques des épis sont :

- Diamètre initial = 3 m,
- Largeur = 3,8 m,
- Hauteur = 1,8 m.
- Volume de 5,9 m³/ml de sable.

Chaque épi sera installé avec une arase située à environ 0,50 / 1 m sous le niveau de la plage. Ainsi, les épis seront invisibles mais un entretien devra être effectué régulièrement pour les réensabler lorsqu'ils seront découverts afin d'optimiser leur efficacité hydrosédimentaire. Toutefois, les épis peuvent rester efficaces même à découvert mais ils sont alors exposés au vandalisme, aux UV et aux attaques répétées des houles qui pourraient les éventrer.

Les épis seront plongeants c'est-à-dire qu'ils suivront la pente des fonds et ne présenteront pas une cote d'arase identique tout le long de l'ouvrage.

Les photos ci-après présentent des exemples d'épis en géotextile :



Source : Tencate®



Source : Stabiplage®

Chapitre 4 - Etude des scénarios

1 Méthodologie des travaux

La méthodologie des travaux est commune aux deux scénarios 1 et 2, hormis les chapitres 1.3 et 1.4.

1.1 Travaux de rechargement

Les travaux de rechargement de la plage de Wissant consisteraient en l'enchaînement des tâches suivantes :

- Extraction de 680 000 m³ de sable des ridens et bancs de sable qui se trouvent devant Calais,
- Transport des volumes dragués jusque sur la plage de Wissant situés à 20km environ
- Dépôt du sable transporté sur la zone à recharger
- Régilage du sable et reprofilage de la plage conformément aux spécifications du rechargement

Les deux principales méthodes de dragage sont le dragage mécanique et le dragage hydraulique. Au regard des matériaux dragués (sable), du volume considéré (680 000 m³) et des distances de transport (20km), la drague aspiratrice en marche (DAM) est la plus adaptée.

La DAM aspire à l'aide d'une élinde trainante une mixture composée d'eau et de sable qu'elle rejette dans son puits. Une surverse permet à l'eau de s'échapper et de retourner dans le milieu alors que le sable sédimente jusqu'à remplir un volume de l'ordre de 80% du volume du puits.

Une fois pleine, la drague peut naviguer, même dans une mer formée, pour se rendre sur le site de déchargement.

Il existe trois possibilités pour décharger le sable dragué :

- Certaines DAM dites « fendables » ont la possibilité de larguer le sable par clapage, ce qui présente un intérêt lorsque les matériaux dragués sont immergés en mer.
- Les DAM ont toutes la possibilité de refouler « à l'air libre » les matériaux dragués par l'intermédiaire d'une conduite située à l'avant du navire. Cette méthode, dite « arc en ciel » ou « Rainbow », permet de relarguer le sable dans des zones où le tirant d'eau permet la circulation de la drague.
- Lorsque le rejet s'effectue à terre, la DAM a la possibilité de rester loin de la côte et de refouler les matériaux dragués en se connectant à une canalisation provisoire. Cette canalisation permet à la drague de refouler une mixture d'eau et de sable jusqu'à un point de rejet à terre.

Le contexte bathymétrique et les variations de niveau d'eau liée à la marée à Wissant conduit à retenir la méthode de refoulement par canalisation.

Le sable, ainsi refoulé jusque sur la plage, est alors régilé par des engins de terrassements (généralement des bulldozers) pour assurer un reprofilage de la plage. Au fur et à mesure de l'avancement du chantier, la canalisation est prolongée de manière à refouler le sable dans la

zone à recharger. Le prolongement de la canalisation est assuré par les engins de terrassement, pendant que la drague est en opération de dragage.

Des levés topographiques réguliers permettant d'assurer le suivi des travaux sont réalisés pendant toute la durée du chantier.



Photo 17 - Préparation de la conduite à terre (EGIS, rechargement de la Digue des Alliés, 03/2014)



Photo 18 - Refoulement de la mixture sable/eau sur la plage (EGIS, rechargement de la Digue des Alliés, 03/2014)



Photo 19 - Régalage du sable et reprofilage de la plage (EGIS, rechargement de la Digue des Alliés, 03/2014)



Photo 20 - Profil de plage après rechargement (EGIS, rechargement de la Digue des Alliés, 03/2014)

1.2 Reconstitution des dunes

1.2.1 Terrassement et reprofilage de la dune d'Aval

Une partie du volume de sable rechargé est utilisé pour reconstituer la dune d'Aval. Le transport du sable, le terrassement de la dune et son reprofilage sont réalisés à l'aide d'engins de terrassements classiques (bulldozer, chargeuse, camions, dumper).

Les travaux démarrent lorsque le rechargement assure un apport en sable suffisant et des conditions de travail indépendantes de la marée.

1.2.2 Pose des ganivelles et végétalisation

Des poteaux en bois d'environ 1.75 m sont posés tous les deux mètres avec une tarière. Les ganivelles sont ensuite fixées sur des fils de fer tendus entre les poteaux.

La végétalisation des dunes nécessite un savoir-faire spécifique. Des plans, issus d'espèces locales et précédemment élevés chez des pépiniéristes sont plantés lorsque les ganivelles ont été mises en œuvre. La répartition des plants doit être irrégulière et la plantation est réalisée par « tâches ». Les plans sont déposés dans des trous de 25 cm creusés dans le sable.

Un suivi régulier est nécessaire pour assurer le bon développement des végétaux.

1.2.3 Mise en œuvre des files de pieux

Avant de commencer les travaux de rechargement, les pieux existants seront déposés. La dépose des pieux pourra être réalisée par vibrofonçage ou par terrassement à l'aide de pelles hydrauliques. Les pieux ainsi récupérés seront mis en stockage en vue d'un réemploi.

Après rechargement, les nouvelles files de pieux sont mises en œuvre à l'aide d'une pelle mécanique munie d'un vibrofonceur ou d'un mouton de battage. L'approvisionnement des pieux est assuré par des camions.

La nouvelle cote d'arase de la berme de la plage étant située au-dessus du niveau des plus hautes eaux, les travaux ne sont pas soumis à la marée.

1.3 Ouvrage en géotextile

1.3.1 Ouvrage longitudinal en géotextile sous le cordon dunaire

Dans un premier temps, il sera procédé au décaissement de la fouille jusqu'à l'arase nécessaire pour accueillir le tube en géotextile et le tapis anti-affouillement (la tranchée ne nécessite généralement pas de blindage particulier). Le sable issu des déblais sera stocké en cordon le long de la fouille. Il sera utilisé pour le remplissage du tube et le remblaiement de la fouille.

Un géotextile jouant le rôle de tapis anti-affouillement sera placé sous le futur boudin rempli de sable. Puis les chaussettes géotextiles à remplir de sable qui vont constituer les boudins seront positionnées à vide. Ces chaussettes seront implantées de manière à assurer un recouvrement suffisant entre les différents éléments pour garantir une continuité des éléments qui constitueront le corps de la dune.

Le remplissage du tube en géotextile sera effectué au moyen d'un mélange d'eau et de sable, soit à l'aide d'une pompe qui injectera le mélange sous pression, soit à l'aide d'une trémie dans laquelle le mélange s'opérera. Le remplissage d'un tube doit se faire en continu lors d'une seule opération. L'eau s'évacuera à travers le géotextile.



Figure 21 - remplissage d'un tube en géotextile

Les diverses phases de mise en œuvre du boudin en géotextile seront réalisées à l'avancement. La dernière phase consistera à remblayer la souille avec le sable disponible.

Nota : La mise en place des tubes en géotextile nécessite un savoir-faire particulier. L'entreprise devra faire appel à une équipe spécialisée dans ce genre de travaux.

1.3.2 Epis transversaux en géotextile

Les épis transversaux seront réalisés avec la même technique que pour les boudins qui constituent le corps de dune. En revanche, les géotextiles étant soumis à la marée, des protections particulières seront mise en place pour assurer la stabilité des ouvrages en cours de remplissage, par exemple via l'utilisation de lest, pieux ou merlons de sable provisoires ou tout autre ouvrage de maintien des ouvrages en cours de remplissage.

1.3.3 Généralités

L'utilisation des géotextiles pour la mise en œuvre d'ouvrage de protection contre la mer est récente. Plusieurs expériences similaires ont été réalisées en Atlantique et en Méditerranée. Cependant, le retour d'expérience est moins important que pour les ouvrages en enrochements. Les géotextiles sont des matériaux synthétiques qui présentent des durées de vie élevées notamment lorsqu'ils sont protégés des UV et des agressions mécaniques.

On notera les inconvénients de cette technique :

- un retour d'expérience de quelques années seulement,
- la nécessité de recouvrir les ouvrages de sable pour protéger le géotextile très sensible aux UV, (la durée de vie des géotextiles exposés aux UV est de quelques années),
- le risque de dégradation par vandalisme lorsqu'ils sont apparents.

Ces deux derniers points ont conduit certains constructeurs à proposer des géo-composites avec des protections anti-UV et anti-vandalisme.

2 Planning du déroulement des travaux

Les travaux de rechargement ainsi que les aménagements complémentaires devront être réalisés à la fin de la période hivernale vers le mois de mars sauf si des contraintes environnementales (période de reproduction des espèces, etc...) ou réglementaires l'en empêche.

En effet, il est conseillé de recharger la plage une fois les tempêtes hivernales terminées pour éviter de perdre rapidement une partie des sédiments rechargés.

Les aménagements complémentaires, système de gestion souple des dunes et système d'atténuation des houles et de gestion du stock sédimentaire, seront mis en place à la fin du rechargement.

Scénario 1	durée	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16
période de préparation	2 mois	■	■														
dépose des pieux	2 sem			■													
rechargement de la plage	3.5 mois			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
terrassement de la dune	1.5 mois					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
mise en défend de la dune	4 mois							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mise en œuvre des pieux	2 mois							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Elevage des plans (pepinieriste)	1 an	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Végétalisation des dunes	2 mois														■	■	■

Figure 22 : Planning du déroulement des travaux pour le scénario 1

Scénario 2	durée	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16
période de préparation	2 mois	■	■														
dépose des pieux	2 sem			■													
rechargement de la plage	3 mois			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mise en œuvre des pieux	2 mois						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Epis géotextiles plongeant	1.5 mois						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Noyau géotextile de la dune	1 mois							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
terrassement de la dune	1.5 mois							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
mise en défend de la dune	4 mois								■	■	■	■	■	■	■	■	■
Elevage des plans (pepinieriste)	1 an	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Végétalisation des dunes	2 mois														■	■	■

Figure 23 : Planning du déroulement des travaux pour le scénario 2

Nota :

Les cadences de travaux sont estimées sur la base d'opérations similaires.

L'aléa météo est pris en compte, dans la mesure où les travaux de rechargement ont lieu au printemps ou en été.

La durée du rechargement a été estimée sur la base d'une drague aspiratrice en marche dotée d'un puits de 5000 m³.

Les travaux de terrassement de la plage et de la dune sont concomitants en fin de rechargement lorsque les apports en sable sont suffisants.

La végétalisation des dunes est une opération complexe qui nécessite de l'expérience et du savoir-faire. Ces travaux, qui nécessitent une longue période de préparation liée à la maturation des plants, peuvent être réalisés dans le cadre d'un lot indépendant, voire dans le cadre d'un autre marché que celui du rechargement.

Les travaux de végétalisation devront préférentiellement être menés durant la période automne/hiver.

3 Impacts des scénarios sur la dynamique hydrosédimentaire par rapport à la situation actuelle

Les tableaux suivants présentent les impacts des scénarios 1 et 2 sur la dynamique hydrosédimentaire par rapport à la situation actuelle :

Tableau 1 : Impacts du scénario 1 sur la dynamique hydrosédimentaire par rapport à la situation actuelle

Scénario 1	Impact sur la dynamique hydrosédimentaire du littoral
Rechargement de 680 000 m ³	Impact car il contribue à recharger le transit au fur et à mesure des pertes (le transit littoral potentiel reste identique mais le transit réel est plus important)
Reconstitution du cordon dunaire de la dune d'Aval	Pas d'impact
Système de gestion douce des dunes d'Aval et d'Amont	Pas d'impact
Ouvrages hydrauliques en pieux-bois	Impact positif dans les casiers inter-épés avec une meilleure conservation du stock sédimentaire. Atténuation de l'énergie de la houle au passage sur les ouvrages (épés et brise-lames) limitant l'érosion des cordons dunaires et diminuant le transit littoral (longitudinal et transversal) sur la partie haute de l'estran. Ouvrages en matériaux naturels.

Tableau 2 : Impacts du scénario 2 sur la dynamique hydrosédimentaire par rapport à la situation actuelle

Scénario 2	Impact sur la dynamique hydrosédimentaire du littoral
Rechargement de 500 000 m ³	Impact car il contribue à recharger le transit au fur et à mesure des pertes (le transit littoral potentiel reste identique mais le transit réel est plus important)
Reconstitution du cordon dunaire de la dune d'Aval	Pas d'impact
Système de gestion douce des dunes d'Aval et d'Amont	Pas d'impact
Ouvrages hydrauliques en pieux-bois	Impact positif dans les casiers inter-épés avec une meilleure conservation du stock sédimentaire. Atténuation de l'énergie de la houle au passage sur les ouvrages (épés et brise-lames) limitant l'érosion des cordons dunaires et diminuant le transit littoral (longitudinal et transversal) sur la partie haute de l'estran.
Ouvrage longitudinal en géotextile dans le cordon dunaire de la dune d'Aval	Pas d'impact
Epis transversaux devant le perré de Wissant	Impact positif dans les casiers inter-épés avec une meilleure conservation du stock sédimentaire.

La mise en œuvre des scénarios 1 ou 2 aura un impact négatif sur le littoral à l'Est de la dune d'Amont en termes d'hydrosédimentaire. En effet, les nouveaux ouvrages de types épis courts devant le perré (scénario 2) et épis + brise-lames en pieux bois devant l'Ouest de la dune d'Amont (scénarios 1 et 2) ont pour objectifs d'intercepter une partie du transport sédimentaire afin de limiter l'érosion des secteurs protégés. Ainsi, les sédiments interceptés seront manquants sur le secteur à l'Est de la dune d'Amont et engendreront un recul du littoral. Toutefois, l'impact restera faible car nous avons opté pour des épis courts devant le perré et relativement transparents (en pieux bois) devant la dune d'Amont pour justement limiter au maximum le risque d'érosion en aval du transit sédimentaire.

Sans la présence des ouvrages hydrauliques en pieux-bois, il a été constaté lors de l'étude en phase 1 que la perte de sédiments est de l'ordre de 50 000 à 60 000 m³/an.

Scénario 1 : La mise en place des épis et brise-lames devant les dunes d'Aval et d'Amont devrait permettre une meilleure retenue des sédiments dans les casiers formés par les ouvrages en pieux bois. Cette solution reste expérimentale et le futur suivi de l'évolution du littoral permettra d'améliorer l'estimation des gains.

Scénario 2 : La mise en place des épis et brise-lames en pieux bois devant les dunes d'Aval et d'Amont et les épis en géotextile devant le perré de Wissant permettra d'améliorer la retenue des sédiments sur le littoral d'étude. Ce gain de sédiments sera plus élevé que pour le scénario 1. Toutefois, cette solution reste expérimentale et le futur suivi de l'évolution du littoral permettra d'améliorer l'estimation des gains.

Malgré la mise en place de ces scénarios, il est proposé dans le Chapitre 4 -6 d'effectuer des rechargements d'entretien afin de compenser les pertes annuelles et pour ne pas perdre tous les bénéfices du rechargement massif initial.

4 Impacts sur l'environnement et sur les usagers

Les impacts à prendre en compte sont :

- Interaction avec les espèces marines (attention aux travaux de rechargement avec les particules fines. Mettre en place un filet pour limiter la turbidité)
- Respect des usages
- Impact paysager (faible car les épis et brise-lames en bois sont facilement démontables. Le système de gestion douce du cordon dunaire a un faible impact visuel. Le rechargement a un impact visuel positif.

Les tableaux suivants présentent les impacts des scénarios 1 et 2 sur l'environnement et sur les usagers. Ces impacts sont intégrés dans l'analyse multicritères présentée au Chapitre 4.

Tableau 3 : impacts du scénario 1 sur l'environnement et sur les usagers

Scénario 1	Interactions avec les espèces marines	Respect des usages	Impact paysager
Rechargement de 680 000 m ³	Impact lors des travaux de rechargement avec la dispersion des fines et le recouvrement éventuel en sédiments de zones de vie des espèces marines. Cet impact sera faible car le rechargement sera effectué sur le haut de l'estran uniquement. Cependant, des filets anti-dispersion pourraient être mis en place lors du rechargement.	Impact positif sur le tourisme balnéaire avec un élargissement de la plage.	Impact positif avec l'élargissement de la plage et accentuation du caractère « naturel » du site
Reconstitution du cordon dunaire de la dune d'Aval	Pas d'impact	Pas d'impact	Impact positif avec la reconstitution de la dune d'Aval
Système de gestion douce des dunes d'Aval et d'Amont	Pas d'impact	Pas d'impact	Impact visuel léger des ganivelles mais effet positif sur le long terme avec le développement du cordon dunaire. Impact positif de l'implantation des oyats. Impact positif sur le long terme d'une canalisation des accès à la plage.
Ouvrages hydrauliques en pieux-bois	Pas d'impact	Pas d'impact important sur les activités ayant lieu sur le bas estran (char à voile, etc...) car les épis auront une emprise limitée.	Impact visuel des ouvrages compensés en partie par la mise en place d'ouvrages en pieux-bois s'intégrant à l'environnement et facilement démontables.

Remarque : Lorsqu'il n'est pas précisé impact sur le long terme, alors l'impact est sur le court terme. Les impacts dans les tableaux sont des impacts directs.

Tableau 4 : impacts du scénario 2 sur l'environnement et sur les usagers

Scénario 2	Interactions avec les espèces marines	Respect des usages	Impact paysager
Rechargement de 500 000 m ³	Impact lors des travaux de rechargement avec la dispersion des fines et le recouvrement éventuel en sédiments de zones de vie des espèces marines. Cet impact sera faible car le rechargement sera effectué sur le haut de l'estran uniquement. Cependant, des filets anti-dispersion pourraient être mis en place lors du rechargement.	Impact positif sur le tourisme balnéaire avec un élargissement de la plage.	Impact positif avec l'élargissement de la plage et accentuation du caractère « naturel » du site
Reconstitution du cordon dunaire de la dune d'Aval	Pas d'impact	Pas d'impact	Impact positif avec la reconstitution de la dune d'Aval
Système de gestion douce des dunes d'Aval et d'Amont	Pas d'impact	Pas d'impact	Impact visuel léger des ganivelles mais effet positif sur le long terme avec le développement du cordon dunaire. Impact positif de l'implantation des oyats. Impact positif sur le long terme d'une canalisation des accès à la plage.
Ouvrages hydrauliques en pieux-bois	Pas d'impact	Pas d'impact important sur les activités ayant lieu sur le bas estran (char à voile, etc...) car les épis auront une emprise limitée.	Impact visuel des ouvrages compensés en partie par la mise en place d'ouvrages en pieux-bois s'intégrant à l'environnement et facilement démontables.
Ouvrage longitudinal en géotextile dans le cordon dunaire de la dune d'Aval	Pas d'impact	Pas d'impact	Pas d'impact car il est situé sous le cordon dunaire. Pour limiter son impact paysager lorsqu'il est mis à découvert après érosion de la dune, il faut un entretien régulier avec un recouvrement en sable de la structure.
Epis transversaux devant le perré de Wissant	Pas d'impact	Pas d'impact important sur les activités ayant lieu sur le bas estran (char à voile, etc...) car les épis auront une emprise limitée.	Impact visuel des ouvrages compensés en partie par la mise en place d'ouvrages en géotextiles qui seront recouverts de sable. Il faudra effectuer un entretien régulier pour ne pas laisser les ouvrages découverts après érosion.

5 Estimation du coût

5.1 Scénario 1

Postes	Montant estimatif
Mobilisation et démobilitation des engins (y compris installations de chantier)	270 000 à 350 000 €HT
Rechargement et reprofilage de la plage (y compris pose de la canalisation de refoulement)	5 560 000 à 7 230 000 €HT
Rechargement, reprofilage et mise en défends de la dune d'Aval	450 000 à 600 000 €HT
Reprofilage et mise en défends de la dune d'Amont	190 000 à 250 000 €HT
Mise en œuvre de pieux d'atténuation des vagues (y compris dépose des pieux existant devant la dune d'Aval)	330 000 à 400 000 €HT
Total (y compris aléas et non prévu)	6,8 à 8,8 M €HT
Entretien tous les 5 ans (cf. chapitre 6)	3 à 4 M€HT
Coût total de l'opération sur 30 ans (projection)	24,8 à 32,8 M€HT

Nota :

Le chiffrage intègre une incertitude de l'ordre de 30% liée à la prise en compte des aléas météo et à la disponibilité des dragues au moment des travaux.

Le chiffrage tient compte d'un prix de mobilisation de la drague de 150 000 €HT. Ces montants peuvent subir d'importantes variations qui peuvent modifier notablement le montant global des travaux.

La mise en œuvre et l'entretien de la canalisation provisoire ont été estimés à 600 000 €HT.

5.2 Scénario 2

Postes	Montant estimatif
Mobilisation et démobilitation des engins (y compris installations de chantier)	270 000 à 350 000 €HT
Rechargement et reprofilage de la plage (y compris pose de la canalisation de refoulement)	4 000 000 à 5 150 000 € HT
Rechargement, reprofilage et mise en défends de la dune d'Aval	450 000 à 600 000 € HT
Reprofilage et mise en défends de la dune d'Amont	190 000 à 250 000 € HT
Mise en œuvre de pieux d'atténuation des vagues (y compris dépose des pieux existant devant la dune d'aval)	330 000 à 400 000 € HT
Fourniture et mise en œuvre des boudins géotextile sous le cordon dunaire	350 000 à 450 000 €HT
Fourniture et mise en œuvre d'épis transversaux plongeant en géotextile	135 000 à 175 000 €HT
Total (y compris aléas et non prévu)	5,7 à 7,4 M €HT
Entretien tous les 5 ans (cf. chapitre 6)	2 à 2,7 M€HT
Coût total de l'opération sur 30 ans (projection)	17,7 à 23,6 M€HT

Nota :

La mise en œuvre des géotextiles ne nécessite pas d'amenée et de repli d'engins spécifiques, en revanche, cette méthode requiert un savoir-faire spécifique et pourra faire l'objet d'un lot spécifique.

Le chiffrage intègre une incertitude de l'ordre de 30% liée à la prise en compte des aléas météo et à la disponibilité des dragues au moment des travaux.

Le chiffrage tient compte d'un prix de mobilisation de la drague de 150 000 € HT. Ces montants peuvent subir d'importantes variations qui peuvent modifier notablement le montant global des travaux.

La mise en œuvre et l'entretien de la canalisation provisoire ont été estimés à 600 000 €HT.

6 Programme d'entretien

6.1 Pour le rechargement

Le volume et la fréquence des rechargements d'entretien seront affinés lors du suivi de l'évolution future de la plage proposé dans le Chapitre 4 -7.

Il est évident que des rechargements très rapprochés dans le temps (annuels ou tous les deux ans) de petits volumes permettraient de conserver une plage large avec un rechargement bien visible sur l'estran et efficace. Cependant, cela implique des coûts financiers plus importants que des plus gros volumes de rechargement plus espacés dans le temps.

En effet, lors des rechargements de plage, la mobilisation/démobilisation du matériel coûte cher et le prix au m³ de sédiments rechargés diminue avec l'accroissement du volume de rechargement.

En première approche, les rechargements pourraient être envisagés par exemple :

- Pour le scénario 1 : tous les 5 à 6 ans avec 300 000 m³ de sédiments complémentaires, Le coût des rechargements d'entretien est estimé à environ 3 à 4 M €HT (soit 10,5 à 14 €HT/m³).
- Pour le scénario 2 : tous les 5 à 6 ans avec 150 000 m³ de sédiments complémentaires, Le coût des rechargements d'entretien est estimé à environ 2 à 2.7 M €HT (soit 14 à 18 €HT/m³).

6.2 Pour les mesures accompagnatrices

6.2.1 Mesures communes aux scénarios 1 et 2

Reconstitution du cordon dunaire de la dune d'Aval : La dune s'érodera dans le temps et il sera nécessaire de reconstituer le cordon dunaire par des apports épisodiques ou par des remodelages du profil dunaire qui consiste à « casser » la falaise d'érosion et possiblement en un abaissement du sommet du cordon pour adoucir la pente du versant dunaire.

Le suivi de l'évolution future de la plage et donc du cordon dunaire proposé dans le Chapitre 4 - 7 permettra d'estimer les pertes de volume de sable dans le cordon dunaire et donc par conséquent les volumes d'entretien qu'il faudra apporter.

Si les pertes de sable sont minimales, alors l'entretien consistera à reprofiler le cordon dunaire dans le temps en déplaçant à l'aide d'engins motorisés équipés d'une pelle le sable du bas de la plage vers le haut de la plage pour protéger le cordon dunaire.

Système de gestion douce des dunes d'Aval et d'Amont : L'entretien consistera à suivre l'évolution de l'ensemble du système de gestion (ganivelles, végétations et accès à la plage) dans le temps et le réhabiliter si nécessaire.

Ouvrages hydrauliques en pieux-bois : L'entretien consistera à suivre l'évolution de l'ensemble des ouvrages hydrauliques pour s'assurer de leur bon état général (ensablement, affouillement, dommages sur le pieu, etc...). Si besoin, le pieu endommagé pourra être remplacé par un pieu neuf dans les mêmes conditions que le pieu initial.

6.2.2 Mesures uniquement pour le scénario 2

Ouvrage longitudinal en géotextile dans le cordon dunaire de la dune d'Aval : La surveillance et l'entretien seront réguliers et nécessaires après chaque tempête pour réensabler l'ouvrage si ce-dernier a été découvert. Même si les structures de dernière génération résistent aux UV, il est nécessaire que le géotextile soit toujours recouvert de sables (limitation des risques de vandalisme et surtout amélioration de la protection de la dune).

Epis transversaux devant le perré de Wissant : Ces épis étant en géotextile, La surveillance et l'entretien seront réguliers et nécessaires après chaque tempête pour réensabler les ouvrages qui se seraient découverts. Même si les structures de dernière génération résistent aux UV, il est nécessaire que le géotextile soit toujours recouvert de sables (limitation des risques de vandalisme et surtout amélioration de la protection de la dune).

7 Etudes complémentaires

Pour permettre un entretien de la plage efficace, il est nécessaire d'effectuer des études complémentaires de suivi de la plage. Ces études complémentaires sont identiques pour les scénarios 1 et 2.

Dans les années qui suivront la mise en place des aménagements, il faudra effectuer un suivi et un entretien de l'évolution de la plage.

- Suivi de l'évolution de la plage et des petits fonds marins par la réalisation de deux campagnes de profils topo-bathymétriques aux mêmes endroits que les profils P460 à P530 : une campagne à la fin de l'hiver (en mai) et une autre à la fin de l'été (en octobre).

Coûts : 6 000 à 10 000 €HT par campagne.

- La réalisation d'un levé topo-bathymétrique de la zone d'étude (emprise similaire au levé réalisé en décembre 2013 dans le cadre de cette étude) tous les 3 ans à la fin de l'hiver (avril/mai).

Coûts : environ 10 000 €HT.

- Suivi du pied de dune avec un GPS deux fois par an (avril/mai et septembre/octobre) et avant et après chaque tempête significative.

Coûts : 1 500 €HT.

- Suivi régulier par la prise de photos à repères fixes deux fois par an (avril/mai et septembre/octobre) par un agent de terrain, et avant et après chaque tempête significative. Ces photos, couplées avec les levés de plage ci-avant, permettront sur le long terme d'appréhender de manière optimale l'évolution de la plage à la fois sur le court terme (évolution lors d'une tempête et évolution saisonnière) et sur le long terme (évolution après plusieurs années à période fixe).

Coûts : 1 000 €HT.

Suite à l'analyse du suivi, des entretiens pourront être définis (cf. Chapitre 4 -6) :

- entretiens avec des rechargements épisodiques ou réguliers pourraient être envisagés pour compenser la perte des sédiments. Ces entretiens s'effectueront dans l'hypothèse où des gisements sont disponibles.
- entretiens par transfert de sable pourraient être envisagés pour compenser le déplacement des sédiments au cœur de la cellule sédimentaire.

8 Contraintes réglementaires

8.1 Dossiers réglementaires à fournir

Le présent chapitre a pour objet de lister l'ensemble des procédures susceptibles d'être appliquées aux scénarios de travaux de protection contre la mer envisagés à Wissant. Elle n'est pas nécessairement exhaustive, les services de l'état devront être interrogés pour validation des différentes procédures à mener pour s'assurer de bien couvrir toute la réglementation en vigueur au moment où le projet sera validé.

Les procédures réglementaires décrites ci-après sont uniquement relatives aux opérations et travaux effectués sur le site même de Wissant. Nous avons considéré que le sable amené sur site pour le rechargement avait obtenu préalablement toutes les autorisations nécessaires.

- **Étude d'impact**

La rubrique 10 (e) de l'annexe à l'article R 122-2 du Code de l'Environnement énumère les travaux, ouvrages et aménagements sur le domaine public maritime soumis à « étude d'impact » (emprise égale ou supérieure à 2000m²) ou à la procédure de « cas par cas » (emprise inférieure à 2000m²) selon l'importance ou la nature des travaux

La rubrique 10 (h) de l'annexe à l'article R 122-2 du Code de l'Environnement énumère les travaux, ouvrages et aménagements sur le domaine public maritime soumis à « étude d'impact » : Travaux de rechargement de plage d'un volume supérieur ou égal à 10 000 mètres cubes.

➤ **Une étude d'impact est nécessaire dans le cas présent.**

- **Dossier « loi sur l'eau »**

Le tableau annexé à l'article R 214-1 du Code de l'Environnement définit la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration en application des articles L.214-1 à L.214-3 du code de l'environnement (ex loi sur l'Eau). Dans le cas présent le projet répond à la **rubrique 4.1.2.0** : travaux d'aménagement portuaires ou autres ouvrages réalisés en contact avec le milieu marin et ayant une incidence directe sur ce milieu d'un montant supérieur ou égal à 1 900 000 euros.

➤ **Un dossier préfectoral de demande d'autorisation de travaux et d'exploiter soumis à autorisation est à constituer.**

- **Natura 2000**

L'article L.414-19 du Code de l'Environnement précise les documents, programmes ou projets qui doivent faire l'objet d'une évaluation des incidences sur un ou plusieurs sites NATURA 2000 en application du 1° du III de l'article L.414-4 du code de l'environnement. Le contenu du dossier est détaillé dans l'article R.414-23 du code de l'environnement.

Le projet se situe à proximité de sites NATURA 2000 : FR3100477 et FR3100478.

➤ **Une évaluation des incidences sur les sites Natura 2000 est à mener.**

- **Déclaration d'Intérêt Général**

L'article L 211-7 du Code de l'Environnement liste les opérations habilitées à utiliser les articles L.151-36 à L.151.40 du code rural et de la pêche maritime pour entreprendre l'étude, l'exécution et l'exploitation de tous travaux, actions, ouvrages ou installations présentant un caractère d'intérêt général ou d'urgence (voir **rubrique 5° : défense contre les inondations et contre la mer**).

Si le projet est soumis à autorisation au titre de l'article R214-1 du code de l'environnement, la procédure d'enquête publique est conjointe. Si le projet est soumis à déclaration au titre de l'article R214-1 du code de l'environnement, le dossier de déclaration est joint au dossier de DIG soumis à enquête publique.

➤ **Le dossier est soumis à déclaration d'intérêt général (DIG).**

- **Concession d'utilisation du domaine public maritime (DPM)**

Les dépendances du domaine public maritime situées hors des limites administratives des ports peuvent faire l'objet d'utilisation en vue de leur affectation à l'usage du public, à un service public ou à une opération d'intérêt général conformément à l'article R2124-1 du code général de la propriété des personnes publiques (CGPPP). L'article R2114-2 du CGPPP définit la procédure et le contenu du dossier.

La demande de concession d'utilisation du domaine public maritime (ou de superposition d'affectation) est une formalité simple à mener auprès du gestionnaire du DPM.

➤ **Une demande de concession d'utilisation du DPM en dehors des ports est à réaliser pour les ouvrages (épaves, brise-lames, boudins géotextiles).**

- **Site classé**

Le classement ou l'inscription d'un site au titre de la loi du 2 mai 1930 constitue la reconnaissance de la qualité d'un lieu et donne les moyens de le préserver. Les articles L.341-1 à L.341-22 du code de l'environnement et articles R.341-1 à R.341-31 du code de l'environnement régissent les procédures

Un site classé ne peut être modifié dans son état ou son aspect sans autorisation spéciale de travaux préfectorale ou ministérielle.

Le projet se situe dans et à proximité du site classé des caps Blanc Nez Cap Gris Nez Baies de Wissant

➤ **Une demande d'autorisation de travaux doit être effectuée.**

- **Procédure de demande de dérogation d'espèces protégées**

La Loi du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature a fixé les principes et les objectifs de la politique nationale de la protection de la faune et de la flore sauvages. Cette loi a conduit à déterminer les espèces protégées en droit français qui sont les espèces animales et végétales figurant sur les listes fixées par arrêtés ministériels en application du Code de l'Environnement (L411-1 et 2).

Le Code de l'Environnement et ces arrêtés prévoient l'interdiction de porter atteinte aux spécimens de ces espèces et pour certaines, à leurs habitats de reproduction et de repos. Ces principes, institués par la Loi de protection de la nature de 1976 sont définis dans les Articles L411-1 et 2 du Code de l'Environnement. Parmi ces principes, le dispositif s'articule autour :

- de l'établissement de listes d'espèces protégées, incluant, outre les espèces, la nature et la durée des interdictions qui s'appliquent (L411-1 et 2) ;
- de la possibilité de déroger aux règles de protection, dans certaines conditions définies de façon précise et restrictive (L411-2)

L'article L411-2 prévoit ainsi la délivrance de dérogations aux interdictions de l'article L411-1, lorsqu'il n'existe pas d'autre solution satisfaisante et que la dérogation ne nuit pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle, et ce pour 5 catégories de projets mentionnés au 4° de l'Article L411-2.

L'Arrêté du 19 février 2007 et la Circulaire du 21 janvier 2008 fixent les modalités d'instruction et de délivrance des dérogations et le contenu des demandes (DREAL LR, 2011).

L'instruction des demandes de dérogation est réalisée pour le préfet ou le ministre par la DREAL.

Pour les projets d'aménagement ou d'infrastructures, les dérogations sont accordées, après avis du CNPN, par le Préfet du département du lieu de l'opération (sauf exceptions, accordées par le Ministre)

- **Une recherche d'espèces protégées sur les sites de travaux est à engager et si nécessaire un dossier est à constituer**

- **Concertation**

Il faut également noter que conformément à l'article R.300-1 du code de l'urbanisme pris pour l'article L.300-1 du code de l'urbanisme, les scénarios projetés répondent à la rubrique n°8 « ouvrages et travaux sur une emprise de plus de 2000 mètres carrés réalisés sur une partie du rivage, de lais ou relais de la mer situées en dehors des ports et au droit d'une partie urbanisée d'une commune. Ils font donc l'objet d'une concertation associant, pendant toute la durée de l'élaboration du projet, les habitants, les associations locales et les autres personnes concernées.

8.2 Enquêtes publiques

Conformément à l'article R.123-1 du code de l'environnement, les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements soumis à Etude d'impact font l'objet d'une enquête publique régit par les articles R123-2 et suivants du code de l'environnement. L'article R123-8 du code de l'environnement liste les pièces et avis exigés pour l'enquête

- **Une enquête publique dans les conditions prévues par les articles R.123-1 à R123-7 du code de l'environnement.**

Conformément à l'article L2124-7 du code général de la propriété des personnes publiques, les projets de demande de concession d'utilisation du domaine public maritime sont préalablement soumis à enquête publique conformément au chapitre II du titre II du livre 1^{er} du code de l'environnement

- **Une enquête publique dans les conditions prévues par les articles R.123-1 et suivants du code de l'environnement.**

Conformément à l'article L2124-1 du code général de la propriété des personnes publiques, tout changement substantiel d'utilisation de zones du domaine public maritime est préalablement soumis à enquête publique conformément au chapitre II du titre II du livre 1^{er} du code de l'environnement

- **Une enquête publique dans les conditions prévues par les articles R.123-1 et suivants du code de l'environnement.**

Conformément à l'article R214-89 du code de l'environnement, la DIG doit être précédée d'une enquête publique effectuée dans les conditions prévues par les articles R123-1 à R123-7 du code de l'environnement

- **Une enquête publique dans les conditions prévues par les articles R.123-1 et suivants du code de l'environnement**

Les enquêtes peuvent être conjointes.

8.3 Dossiers à réaliser

A chaque procédure correspond un dossier à réaliser.

8.3.1 Etude d'impact

Le contenu de l'« étude d'impact » est fourni par l'article R122-5 du Code de l'Environnement :

- une description du projet,
- une analyse de l'état initial du site,
- analyse des effets négatifs et positifs, directs et indirects, temporaires et permanents du projet,
- une analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus,
- une esquisse des principales solutions de substitution examinées et les raisons pour lesquelles le projet présenté a été retenu,
- les éléments permettant d'apprécier la compatibilité du projet avec l'affectation des sols définie par le document d'urbanisme opposable ...,
- les mesures envisagées pour éviter les effets négatifs notables et réduire les effets ; compenser les effets négatifs notables qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits,
- une présentation des méthodes utilisées pour établir l'état initial et évaluer les effets,
- une description éventuelle des difficultés rencontrées,
- les noms et qualités précises et complètes du ou des auteurs de l'étude d'impact et des études qui ont contribué à sa réalisation,
- l'appréciation des impacts de l'ensemble du programme
- un résumé non technique.

Depuis 2009, l'étude d'impact doit être soumise à l'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement qui a deux mois pour donner son avis.

8.3.2 Autorisation au titre de la « loi sur l'eau » codifiée

Compte tenu de la nature et de l'importance des travaux, les opérations seront soumises au régime de l'autorisation.

Un document d'incidences sur l'eau devra être fourni. Si une étude d'impact est effectuée, elle vaudra document d'incidences si elle contient les éléments exigés pour ce document par l'article R.214-6 du code de l'environnement.

Le dossier d'autorisation soumis à enquête publique, conformément à l'article R214-6 du code de l'environnement, est composé de :

Pièce 1 - *Le nom et l'adresse du demandeur,*

Pièce 2 - *L'emplacement sur lequel l'installation, l'ouvrage, les travaux ou l'activité doivent être réalisés,*

Pièce 3 - *La nature, la consistance, le volume et l'objet de l'ouvrage, de l'installation, des travaux ou de l'activité envisagés, ainsi que la ou les rubriques de la nomenclature dans lesquelles ils doivent être rangés,*

Pièce 4 - *Un document :*

- *indiquant les incidences directes et indirectes, temporaires et permanentes, du projet sur la ressource en eau, le milieu aquatique, l'écoulement, le niveau et la qualité des eaux, y compris de ruissellement, en fonction des procédés mis en œuvre, des modalités d'exécution des travaux ou de l'activité, du fonctionnement des ouvrages ou installations, de la nature, de l'origine et du volume des eaux utilisées ou affectées et compte tenu des variations saisonnières et climatiques ;*
- *comportant, lorsque le projet est de nature à affecter de façon notable un site Natura 2000 au sens de l'article L. 414-4 du code de l'environnement, l'évaluation de ses incidences au regard des objectifs de conservation du site ;*
- *justifiant, le cas échéant, de la compatibilité du projet avec le schéma directeur ou le schéma d'aménagement et de gestion des eaux et de sa contribution à la réalisation des objectifs visés à l'article L. 211-1 du code de l'environnement ainsi que des objectifs de qualité des eaux prévus par l'article D 211-10 ;*
- *précisant s'il y a lieu les mesures correctives ou compensatoires envisagées.*

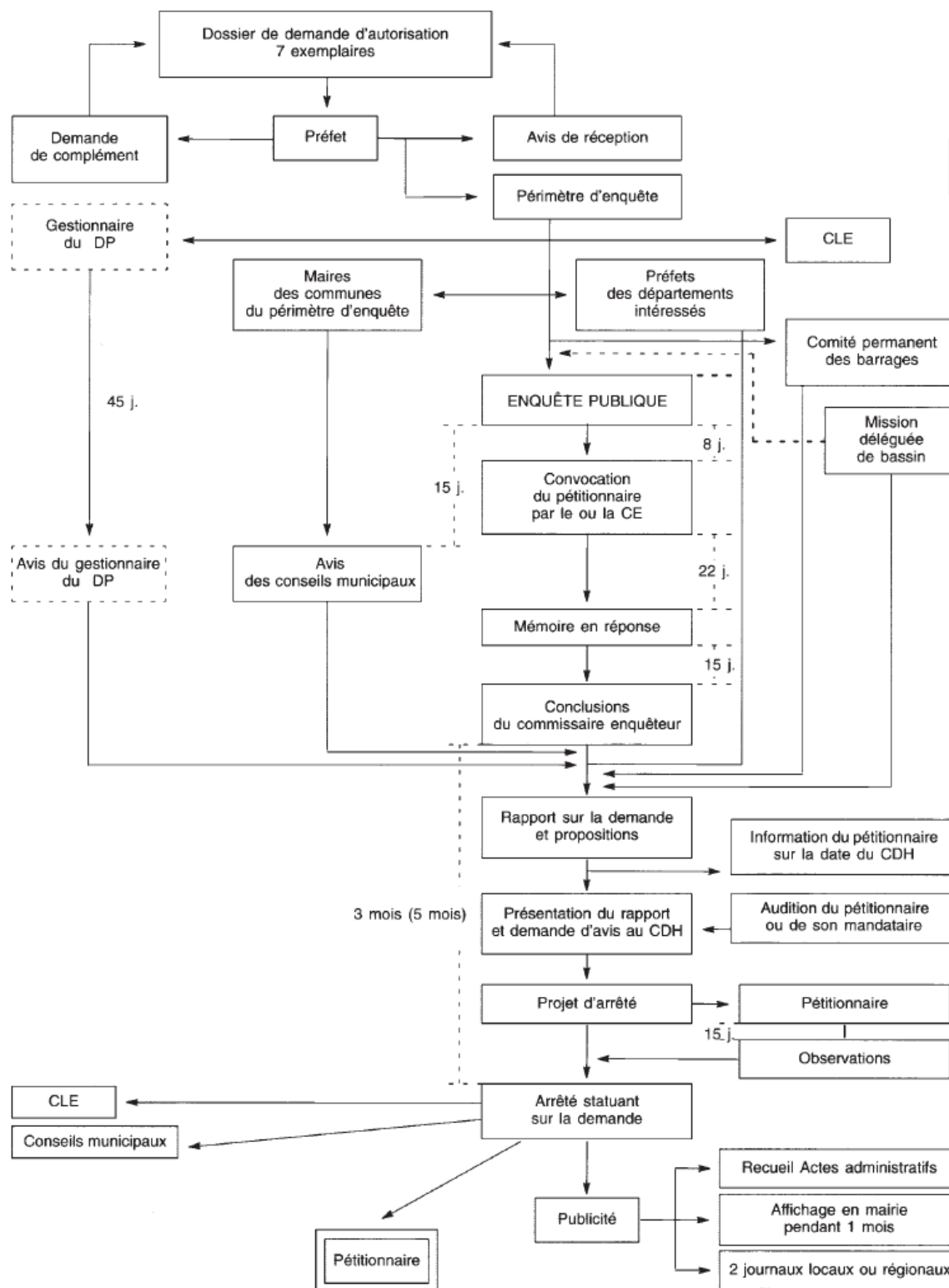
Les informations que doit contenir ce document peuvent être précisées par un arrêté du ministre chargé de l'environnement

Lorsqu'une étude d'impact est exigée en application de l'article R. 122-2 du code de l'environnement, elle est jointe à ce document, qu'elle remplace si elle contient les informations demandées conformément à l'article 4R.122-5 du code de l'environnement»

Pièce 5 - *Les moyens de surveillance prévus et, si l'opération présente un danger, les moyens d'intervention en cas d'incident ou d'accident,*

Pièce 6 - *Les éléments graphiques, plans ou cartes utiles à la compréhension des pièces du dossier, notamment de celles mentionnées aux 3) et 4).*

Le schéma de la page suivante récapitule la procédure que suit un projet de demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau lorsqu'il est soumis à enquête publique :



Remarque : Le CDH a été remplacé par le CODERST

La durée totale de la procédure de demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau varie en moyenne entre **8 et 12 mois**.

8.3.3 Evaluation des incidences sur les sites Natura 2000

Le contenu type de ce chapitre est proportionnel et adapté aux enjeux identifiés sur le site de travaux.

Conformément à la directive ministérielle du 5 octobre 2004, à la circulaire du 15 avril 2010 et aux articles R 414-4 à R 414-23 du Code de l'Environnement le contenu du Chapitre d'évaluation des incidences comprendra trois parties.

1 - Pré-diagnostic

Il comprend une description des installations et leur situation par rapport au site puis une analyse des effets notables temporaires, ou permanents sur les habitats et espèces ayant justifiés le classement du site.

2 - Diagnostic

Si la première partie montre que des effets significatifs sont possibles, il convient d'indiquer les mesures et les effets résiduels.

Dans le cadre de notre mission le dossier sera conclu à ce stade. La partie 3 concerne les projets ayant des effets notables sur le site Natura 2000. Nous considérons que ce ne sera pas le cas. Dans le cas contraire d'autres solutions techniques seraient recherchées.

3 - Justificatifs du programme (partie conditionnelle)

Si malgré les mesures prises il subsiste des effets notables dommageables pour le site, il conviendra de justifier le projet et de proposer des mesures compensatoires.

L'un des objectifs majeurs du dossier est donc de définir si les incidences s'inscrivent dans l'appellation "effets significatifs ou notables" de la directive.

Le chapitre « Incidences sur le site Natura 2000 » est inséré dans l'étude d'impact. La procédure est donc menée parallèlement aux autres procédures.

8.3.4 Demande de concession d'utilisation du domaine public maritime ou de transfert de gestion ou de superposition de gestion

La demande d'utilisation du DPM est régie par les articles R2124-1 et suivants du code général de la propriété des personnes publiques (CGPPP). Elle est soumise à enquête publique alors que la demande d'autorisation d'occupation temporaire (AOT) du DPM ne l'est pas. Elle fait uniquement l'objet d'une « analyse » administrative par le service gestionnaire du DPM.

La demande de concession est adressée au préfet (article R2124-2 du CGPPP). Elle est accompagnée d'un dossier comportant les renseignements suivants :

- a) Identité du demandeur ;
- b) Situation, consistance et superficie de l'emprise qui fait l'objet de la demande ;
- c) Destination, nature et coût des travaux, endigages projetés s'il y a lieu ;
- d) Cartographie du site d'implantation et plans des installations à réaliser ;
- e) Calendrier de réalisation de la construction ou des travaux et date prévue de mise en service ;
- f) Modalités de maintenance envisagées ;

- g) Modalités proposées, à partir de l'état initial des lieux, de suivi du projet et de l'installation et de leur impact sur l'environnement et les ressources naturelles ;
- h) Le cas échéant, nature des opérations nécessaires à la réversibilité des modifications apportées au milieu naturel et au site, ainsi qu'à la remise en état, la restauration ou la réhabilitation des lieux en fin de titre ou en fin d'utilisation.

La demande fait l'objet d'une instruction administrative conduite par le service gestionnaire du domaine public maritime et il est soumis à l'avis de la commission nautique locale ou de la grande commission nautique ainsi que qu'aux communes et établissements publics de coopération intercommunale territorialement intéressés (article R2124-6 du CGPPP).

Le projet fait l'objet, préalablement à son approbation, d'une enquête publique menée dans les formes prévues par les articles R. 11-14-3 à R. 11-14-15 du code de l'expropriation pour cause d'utilité publique (article R2124-7 du CGPPP).

Le dossier soumis à l'enquête comprend obligatoirement :

- a) Le projet de convention ;
- b) Les pièces énumérées à l'article 2 ;
- c) L'avis du préfet maritime ;
- d) Les avis recueillis lors de l'instruction administrative ;
- e) L'avis du service gestionnaire du domaine public maritime qui a clos l'instruction administrative.

8.3.5 Une demande d'autorisation spéciale de travaux en site classé

Ce dossier a pour but d'évaluer les impacts paysagers du programme d'actions sur le site classé (art. L341-7 et L.341-10 du code de l'Environnement).

Le prestataire retenu devra faire preuve de pédagogie afin de vulgariser le contenu du dossier afin de prévenir les incompréhensions pendant la phase d'enquête publique.

Contenu du dossier

Il doit contenir toutes les pièces utiles à la compréhension du projet et à l'évaluation de son incidence sur le site :

- 1) Situation du projet par rapport au site (sur des extraits de cartes au 1/25000ème et de plans cadastraux) ;
- 2) Photographies des lieux et de l'environnement immédiat ;
- 3) Plans et illustrations du projet ;
- 4) Description des modifications qui seront apportées à l'état du site ;
- 5) Évaluation de l'impact sur le site.

Si le site bénéficie d'une charte ou d'un document d'orientation de gestion, le pétitionnaire appréciera la cohérence de son projet avec les prescriptions ou recommandations qui y sont énoncées.

8.3.6 Une déclaration d'intérêt général (DIG)

La déclaration d'intérêt général (DIG) qui relève de l'article L211-7 du code de l'environnement est soumise à enquête publique.

Le dossier d'enquête doit impérativement contenir les pièces suivantes outre les pièces exigées à l'article R214-6 du code l'environnement (opération soumise à autorisation au titre des articles L.214-1 à L.214-6 du code de l'environnement) :

- un mémoire justifiant l'intérêt général de l'opération ;
- un mémoire explicatif présentant de façon détaillée :
 - une estimation des investissements par catégorie de travaux, d'ouvrages ou d'installations,
 - les modalités d'entretien ou d'exploitation des ouvrages, des installations ou du milieu qui doivent faire l'objet des travaux ainsi qu'une estimation des dépenses correspondantes ;
- un calendrier prévisionnel de réalisation des travaux et d'entretien des ouvrages, des installations ou du milieu qui doit faire l'objet des travaux.

Si le dossier est soumis à déclaration au titre des articles L.214-1 à L.214-6 du code de l'environnement, le dossier comprend :

- le dossier de déclaration prévu par l'article R214-32 du CE,
- les pièces mentionnées ci-dessus.

8.4 Déroulement des procédures

Préalablement à l'enquête publique, l'autorité administrative de l'Etat en matière d'environnement devra avoir donné son avis qui sera joint au dossier d'enquête publique.

Chapitre 5 - Analyse multicritères

Ce chapitre présente l'analyse multicritères technico-économique des 2 scénarii proposés ci-avant dans les chapitres 3 et 4.

Les critères ont été définis conjointement avec le Maître d'Ouvrage et ont été regroupés dans les 4 grands thèmes suivants :

- Assurer la défense contre l'aléa submersion et les attaques de la mer
- Préserver le paysage et les usages du site
- Préserver l'environnement naturel.
- Minimiser le coût des ouvrages.

Au sein de chaque thème ont été définis des critères énumérés dans le tableau d'analyse ci-après.

Un barème a été mis en place avec un système de coefficients pour chaque thème et chaque critère s'échelonnant de 0 à 3. Le maximum de points par solution est de 216.

Pour une meilleure communication, cette analyse est présentée sous forme graphique en évaluant chaque critère selon une échelle de couleur permettant de visualiser rapidement les avantages et inconvénients de chaque solution.

L'échelle de couleur qui a été utilisée dans le cadre de l'analyse multicritères des solutions d'aménagements est la suivante :



Tableau 5 : Analyse multicritères**Exemple pour la compréhension du calcul des points :**

P1C1 : Scénario 1 : Note attribuée de 1,5/3, le coefficient du sous-critère P1C1 est de 3 donc sa note est de 1,5x3 soit 4,5.

Ensuite, les points de l'ensemble des sous-critères du P1 (P1C1 à P1C6) sont additionnés et le total est multiplié par 3 qui est le coefficient du critère P1 soit un total de 58,5 points.

Critères		Coefficient	S1		S2			
P1	Assurer la défense contre l'aléa submersion et les attaques de la mer	3		19.5	1.8		20	1.8
P1C1	Persistance de l'efficacité des aménagements dans le temps	3	1.5	4.5	2	6		
P1C2	Robustesse des ouvrages	2	1.5	3	2	4		
P1C3	Facilité de mise en œuvre des travaux	2	2	4	1.5	3		
P1C4	Durée des travaux (y compris durée d'instruction)	1	2.5	2.5	2	2		
P1C5	Facilité de mise en œuvre des mesures d'entretien	2	2	4	1.5	3		
P1C6	Protection des ouvrages de haut de plage	1	1.5	1.5	2	2		
P2	Préserver le paysage et les usages du site	2		19	2.1		15	1.7
P2C1	Intégrer les ouvrages dans le paysage et le patrimoine	3	3	9	2	6		
P2C2	Accroissement de l'artificialisation	2	2	4	1.5	3		
P2C3	Accessibilité de la plage	2	3	6	3	6		
P2C4	Respect des usages (char à voile, ballades, etc...)	2	3	6	2	4		
P3	Préserver l'environnement naturel	2		23.5	2.4		25	2.5
P3C1	Préserver la dynamique sédimentaire et hydraulique / Impact sur le littoral alentour	3	2.5	7.5	3	9		
P3C2	Protection des dunes	2	2	4	3	6		
P3C3	Respect du trait de côte	2	2	4	2	4		
P3C4	Rechargement de la plage et des petits-fonds	2	3	6	2	4		
P3C5	Respecter la flore et la faune terrestre	1	2	2	2	2		
P4	Minimiser le coût des ouvrages	1		8.5	1.7		8	1.6
P4C1	Coût d'investissement initial	3	1.5	4.5	2	6		
P4C2	Coûts d'entretien des ouvrages	2	2	4	1	2		
			Total S1	152		Total S2	148	

L'analyse multicritères est synthétisée sur le graphique ci-après :

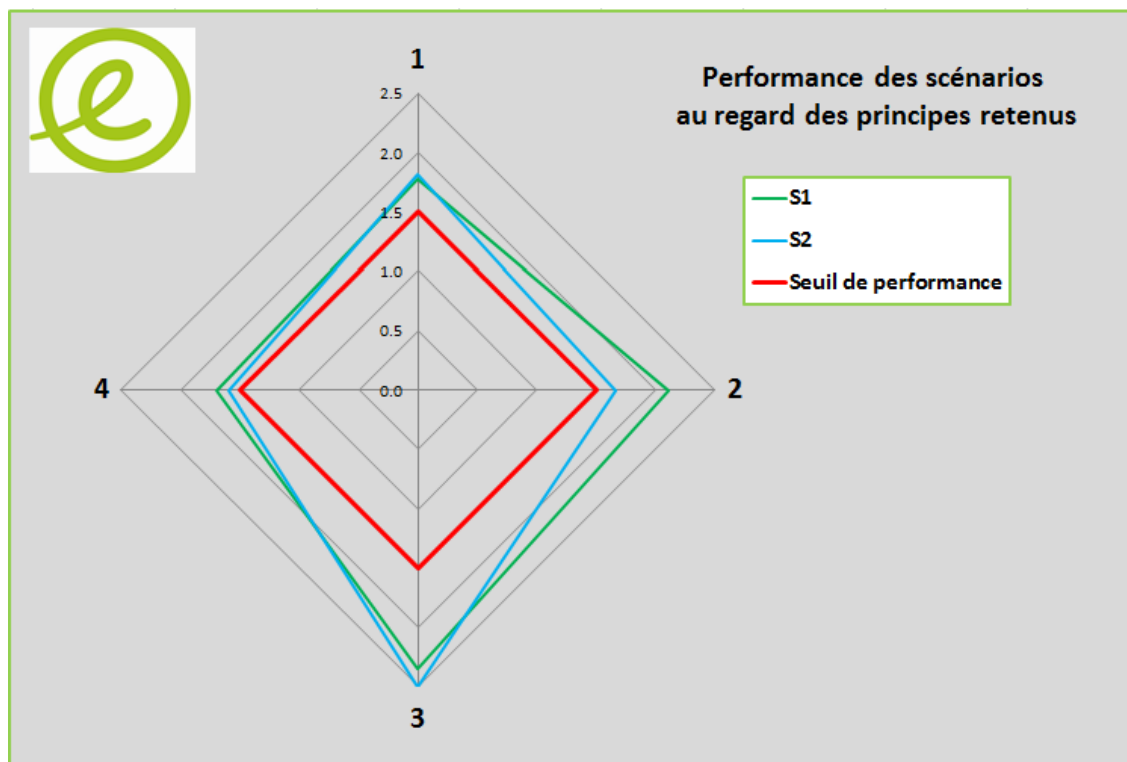


Figure 24 : Synthèse de l'analyse multicritères

On retiendra que :

- Le scénario 1 est le meilleur pour les thèmes « Préserver le paysage et les usages du site » et « Minimiser le coût des ouvrages ».
- Le scénario 2 est le meilleur pour les thèmes « Assurer la défense contre l'aléa submersion et les attaques de la mer » et « Préserver l'environnement naturel ».

Le scénario 1 est le plus performant au regard de l'ensemble des critères analysés.

Cependant, les deux scénarios se valent et chacun des deux présentent ses avantages et inconvénients en fonction des thèmes et critères.

L'avantage principal du scénario 1 est le rechargement de la plage sur une largeur de 30 m au lieu de 15 m pour le scénario 2.

L'avantage principal du scénario 2 est la mise en place d'un ouvrage longitudinal en géotextile dans le cordon dunaire de la dune d'Aval ainsi que la mise en place d'épis transversaux en géotextile devant le perré de Wissant.

Notons qu'il est également possible d'envisager un mix des deux scénarios 1 et 2 afin d'optimiser la protection du littoral de Wissant.

Chapitre 6 - Solution du rechargement massif des bas-fonds et/ou du Banc à la Ligne

1 Rappel : synthèse sur le fonctionnement hydrosédimentaire général de la baie de Wissant

1.1 La baie de Wissant

La Baie de Wissant, encadrée par le Cap Gris-Nez à l'Ouest et le Cap Blanc-Nez à l'Est, s'étend sur un littoral de l'ordre de 10 km. Dans cette baie se distinguent quatre secteurs différents d'Ouest en Est :

- Les dunes de la Baraque Fricot : elles sont situées les plus à l'Ouest, entre la pointe de Courte-dune et le débouché du ruisseau des Anguilles. Ce secteur est en recul sur ces dernières années
- Les dunes du Châtelet : elles abritent le marais de Tardinghen et constituent un ensemble très morcelé et très fragile. L'érosion y est plus intense que sur les dunes de la Baraque Fricot.
- La dune d'Aval subie une forte érosion et un net recul ces dernières années (cf. l'étude réalisée en phase 1).
- La dune d'Amont : située à l'Ouest du perré longitudinal de Wissant. Ce secteur a connu une dynamique d'engraissement sur le long-terme. Toutefois, dans notre analyse de la phase 1 nous avons constaté que cette tendance tend à s'inverser avec aujourd'hui un recul progressif de ce massif dunaire.

Au centre de la baie, le front de mer de la commune de Wissant est protégé par un perré en béton, surmonté d'une promenade. Ce secteur connaît depuis les années 1990 une érosion intense avec pour conséquence une forte baisse du niveau de l'estran au pied du perré (cf. rapport de phase 1 de l'étude), constituant une menace pour la pérennité de l'ouvrage.



Figure 25 : Photos du Nord-Est de la baie

Dans la Baie de Wissant, l'estran est large de 600 à 800 m environ et est constitué par une succession de barres sableuses et de bâches. La pente de l'estran est faible, inférieure à 1%.

Toutes les études relatives à l'évolution passée du trait de côte en Baie de Wissant ont mis en évidence la présence d'alternances (« cycles ») avec des niveaux hauts ou bas de sable sur la plage devant le perré, dont les variations pouvaient être liées aux évolutions bathymétriques du Banc à la Ligne.

Situé à 1 km de la côte, le Banc à la Ligne isole la baie du détroit du Pas de Calais. Il est séparé du littoral de Wissant par une dépression morphologique orientée NE.

Le Banc à la Ligne mesure (en 2002, cf. levé topo-bathy de 2002) environ 4,5 km de long et 750 m de large ; il est « rattaché » au Cap Gris-Nez selon un axe SO-NE. Il est présent devant toute la partie Ouest de la baie, y compris devant la zone Ouest du perré de Wissant.

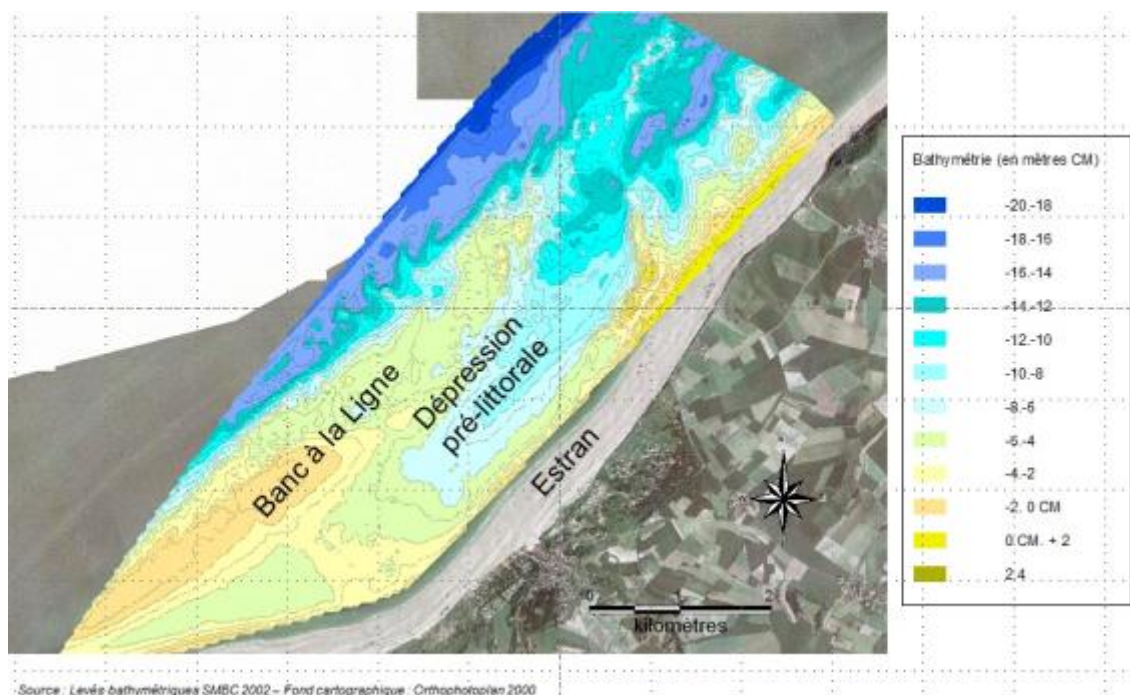


Figure 26 : Bathymétrie SMBC de 2002 (source étude SOGREAH)

1.2 Historique résumé des phases d'ensablement et d'érosion devant le perré de Wissant

- Un port – mouillage « antique est localisé devant Wissant et a été abandonné au milieu du XVIème siècle pour cause d'ensablement.
- En 1738, une tempête recouvre de sable 63 maisons de Wissant
- en 1777, une nouvelle phase d'ensablement fait que le port-mouillage est abandonné et le village est reconstruit plus à l'intérieur des terres ;
- en 1789, les habitants réclament que des plantations soient faites pour enrayer les mouvements dunaires ;
- pas de traces de l'évolution du sable durant le XIX siècle ;
- en 1910, le niveau de sable devant le perré de Wissant est haut ;

- en 1920, le niveau de sable est bas ;
- en 1930, le sable arrive à mi-hauteur du perré ;
- en 1948, le sable arrive en haut du perré ;
- en 1950 des dunes apparaissent devant le perré ;
- entre 1975 et 1986 le sable est encore haut (début de la phase d'érosion ?)
- en 1996 la plage s'est abaissée au niveau de 1920 (en 10 ans)
- en 2001, la plage a encore baissé et les dunes s'érodent
- poursuite de l'abaissement de la plage durant la première décennie du XXIème siècle (K Paxion, O Cohen, Mapped Monde n°67 2002.3)



2. La promenade de la digue en 1912 (coll. K. Paxion)



4. La digue en 1958 (coll. A. Chassery)



Figure 27 : Photos issues de « La baie de Wissant. 100 ans d'évolutions en image » (K. Paxion, O. Cohen, Mapped Monde n°67 2002.3)

1.3 Evolution des fonds de la baie de Wissant et du Banc à la Ligne

Une cartographie des fonds pour les années 1911, 1977 et 2002 a été réalisée par le CETMEF (2004).

Elle a montré que, dans l'ensemble, sur la période qui couvre presque la totalité du 20ème siècle, les changements bathymétriques en Baie de Wissant ont été de très grande ampleur et témoignent de mouvements sédimentaires importants.

1.3.1 Evolutions constatées

- En 1911, le Banc à la Ligne était en quasi-continuité avec l'estran.
- En 1977, la dépression entre le banc et la plage s'est fortement approfondie. La zone haute du banc est séparée de la côte.

- En 2002, l'altimétrie du Banc à la Ligne est plus élevée qu'en 1977 témoignant d'un engraissement de celui-ci. On constate une progression du banc vers le nord et une érosion côté large. Par contre, le secteur situé entre le banc à la Ligne et le littoral à continuer à s'éroder fortement avec un important abaissement des fonds. Le banc, bien que rattaché au Cap Gris-Nez, montre une « passe » assez marquée.

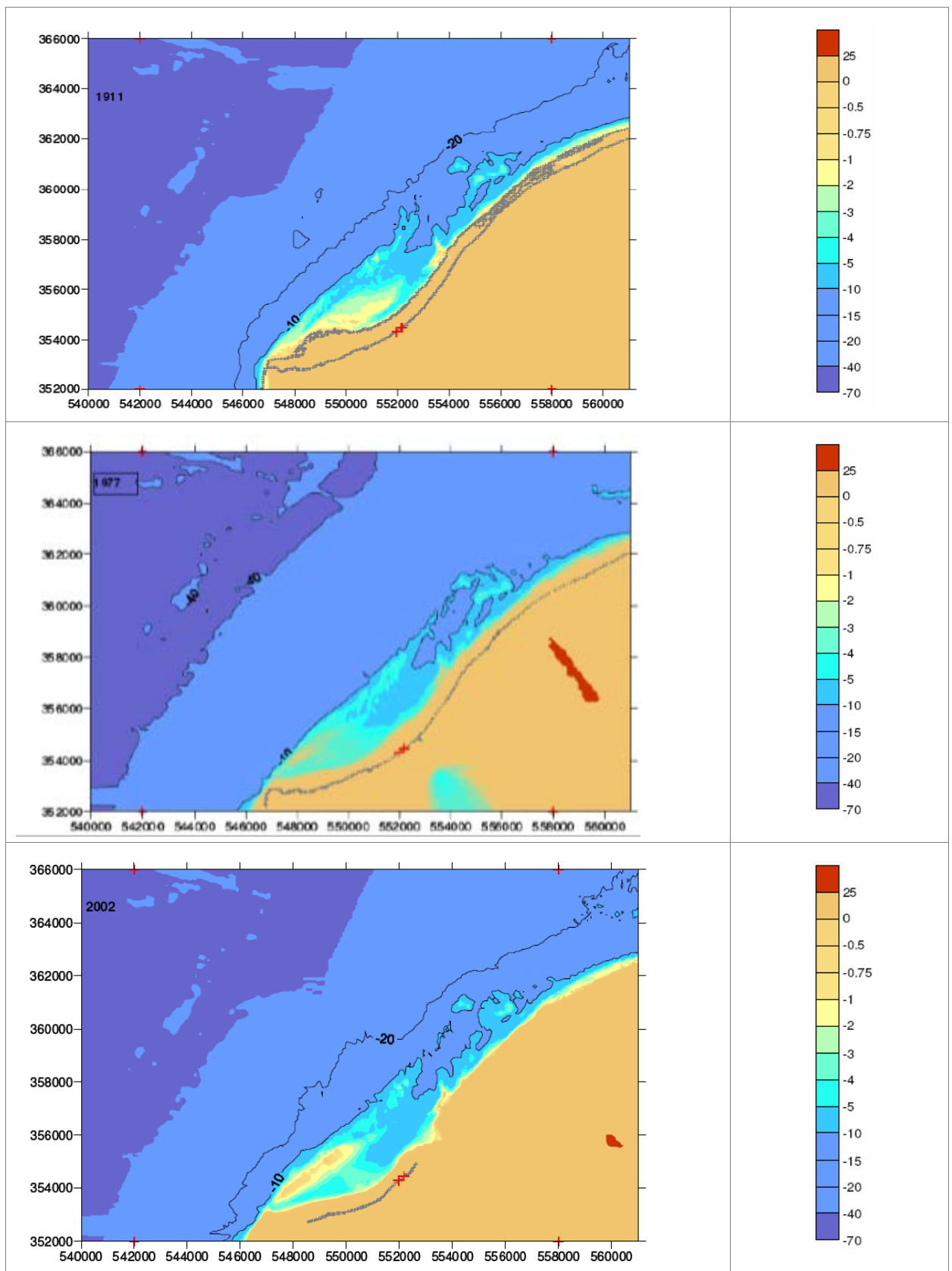


Figure 28 : bathymétrie 1911,1977 et 2002 (source CETMEF)

Un travail sur l'évolution des fonds a été réalisé en 2005 par Aernouts. Il porte sur 3 périodes : 1911 – 1977 ; 1911 – 2002 ; 1977 – 2002

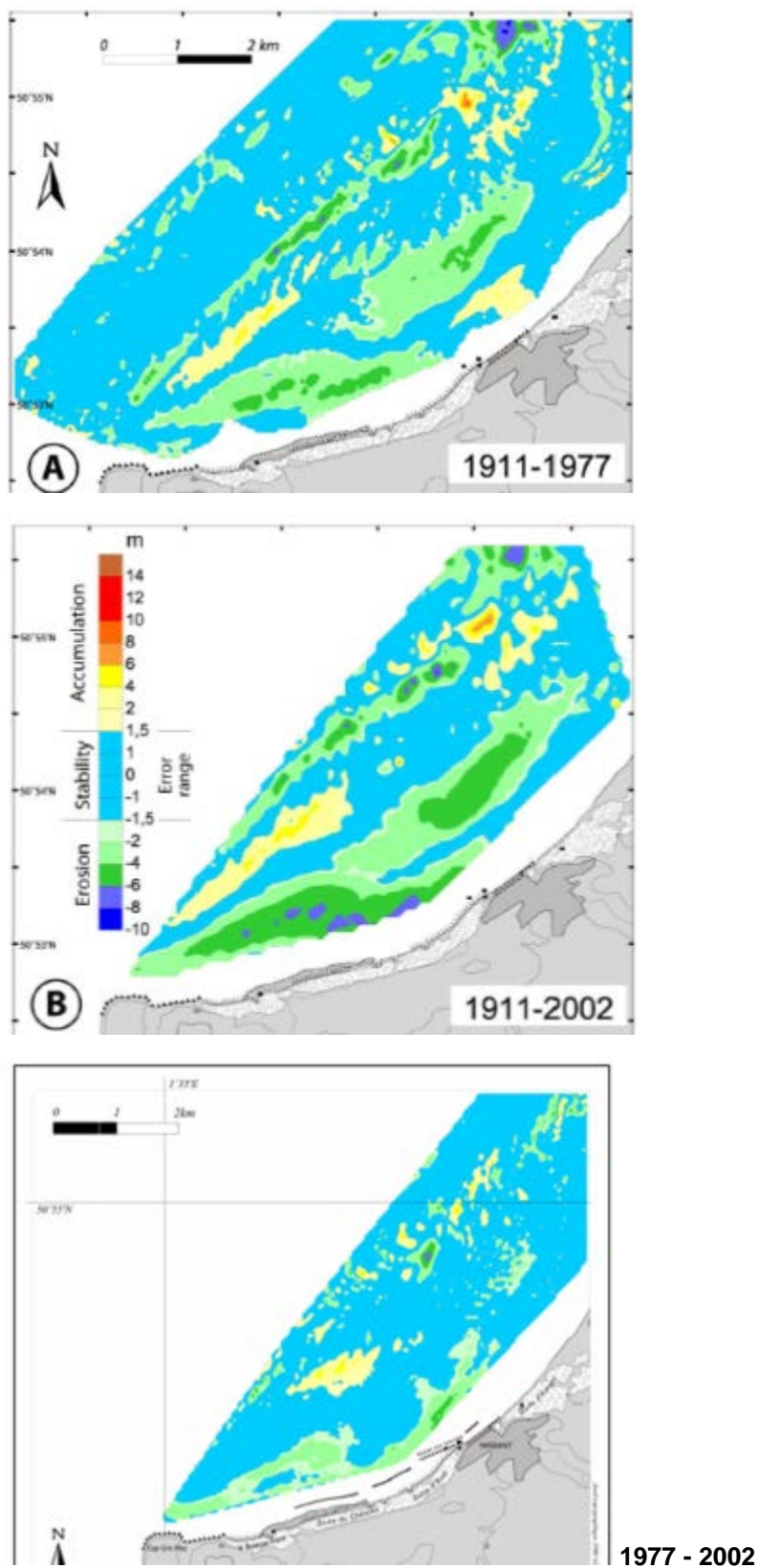


Figure 29 : Evolution des fonds dans la Baie de Wissant (source : Aernouts (2005))

Parallèlement à un déplacement vers le large, le Banc à la Ligne a subi au cours du 20^{ème} siècle un amaigrissement important en termes de volume et de largeur (même si l'élévation de son sommet a pu augmenter dans certains secteurs), les pertes de sédiments s'étant produites tant sur la face interne que sur la face externe du banc (Aernouts 2005 et C. AUGRIS, P. CLABAUT et O. VICAIRES (1990)). Les autres variations significatives de la bathymétrie concernent les petits fonds entre le Banc à la Ligne et le rivage où l'érosion a été très forte. Face à la dune du Châtelet et à la dune d'Aval, l'abaissement des fonds est généralement compris entre 4 et 6 m (Aernouts 2005), certains secteurs ayant pu connaître un abaissement de plus de 6 m du fond marin à proximité du rivage. En revanche, à l'Est de Wissant, au droit de la dune d'Amont, l'estran et les petits fonds proches semblent stables.

Il est enfin important de noter que cette phase d'évolution du Banc à la Ligne observée au 20^{ème} siècle succède à une phase de migration du banc, du large vers la côte, et d'engraissement du littoral (C. AUGRIS, P. CLABAUT et O. VICAIRES (1990)). La Baie de Wissant est donc passée d'une situation excédentaire au début du 20^{ème} siècle, au déficit sédimentaire actuel.

1.3.2 Causes

Il se pourrait que ce changement de tendance et l'accentuation de l'érosion au fil du temps soit imputable :

- en partie à des causes générales naturelles :
 - Variabilité naturelle du climat :
 - Augmentation de la fréquence des tempêtes, dans les années 1970 et dans une moindre mesure 1980 et 1990 par rapport aux années 1960 (P. Clabaut et al., 2000) ;
 - Plus grande fréquences des niveaux d'eau hauts associés à des tempêtes durant les années 1970 et surtout 1977-1988 comparativement à la fin des années 1950 et aux années 1960 (B. Vasseur et A. Hequette - 2000) ;
 - Changement climatique (élévation du niveau des mers : +20 cm en 1 siècle, modification des vents et donc des houles,...)
- en partie à des causes locales liées à des aménagements ou des travaux :
 - prolongement des digues du port de Boulogne-sur-Mer réalisé dans les années 1930, qui a bloqué une partie du transit sédimentaire ;
 - extractions de granulats au large de la baie pendant les années 1960 et 1970, dont le volume total est inconnu (environ 130 000 m³ en 3 ans entre 1978 à 1981, réf. [9]) :

Aujourd'hui cette tendance s'autoalimente peut-être du fait de la morphologie du banc sous l'action des houles et des courants.

1.4 Evolution du trait de côte en baie de Wissant

Localement, dans le secteur de notre étude actuelle (linéaire de 2500m), nous avons constaté que le trait de côte est en érosion continue.

Plus globalement, à l'échelle de la Baie de Wissant, Aernouts a effectué des travaux en 2005 d'analyse d'évolution du trait de côte sur la période 1963-2000.

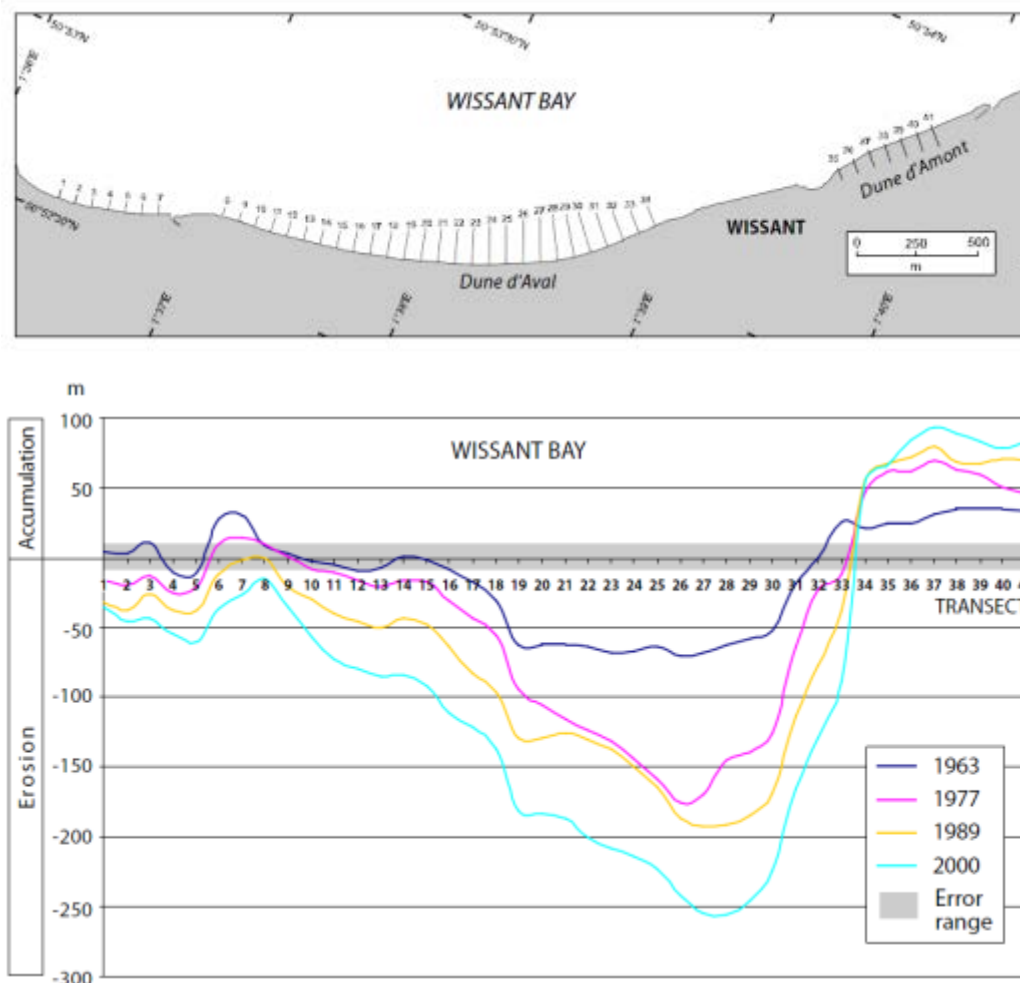


Figure 30 : Evolution du trait de côte à l'échelle de la Baie de Wissant sur la période 1963-2000 (source : Aernouts (2005))

On constate que l'ensemble du littoral situé à l'Ouest du perré de Wissant (profil 34) est en net recul. Cette érosion est décroissante d'Est en Ouest à partir du profil 27.

Entre 1963 et 2000, le trait de côte était en engraissement au niveau de la Dune d'Amont (P35 à 41). Toutefois, notre analyse plus récente effectuée à partir de profils topo-bathy biannuels sur la période 1996-2014 (cf. rapport de phase 1) a montré que la tendance s'était inversée avec aujourd'hui désormais une érosion de la Dune d'Amont de l'ordre de -1 m/an.

1.5 Interactions entre l'évolution des fonds et l'évolution du trait de côte en Baie de Wissant

Les différentes études menées ces dernières années sur la Baie de Wissant ont permis de mettre en évidence les fortes interactions entre les différents compartiments de la Baie et une tendance générale à l'érosion sur la zone d'étude.

Le Banc à la Ligne agit directement :

- sur les conditions de propagation des houles à la côte (déferlement, réfraction, diffraction sur l'extrémité Nord-est) et sur les courants de houle ;
- sur les courants de marée dans la dépression pré-littorale qui aujourd'hui peuvent s'établir (flot) plus près du rivage ;

L'évolution montre ainsi **une perte nette de sédiments d'un peu de plus de 10 millions de m³ en l'espace de 91 ans, soit un déficit de l'ordre de 116 000 m³/an pour l'ensemble de la baie** (D. AERNOUITS, 2005), **les pertes étant surtout localisées dans la dépression longitudinale entre le Banc à la Ligne et le rivage.**

Cette perte de sédiment dans la zone pré-littorale ne peut manquer d'influencer le bilan sédimentaire de l'estran. On observe en effet une nette correspondance entre les zones de fortes érosions dans la zone pré-littorale proche et les secteurs d'important recul du trait de côte, mettant en évidence une nouvelle fois les fortes interactions entre les différents compartiments de la Baie de Wissant.

1.6 Nature des fonds

P. Clabaut décrit la nature des fonds de la baie :

- Type 1 : sable fin (0.16-0.2 mm)
- Type 2 : sable moyen (0.2 – 0.315mm)
- Type 3 : sable moyen (0.315 – 0.5 mm)
- Type 4 : sable grossier (0.5 – 2 mm)
- Cailloutis et gravier
- Roches

Les prélèvements et analyses réalisées par l'ULCO confirment les valeurs de type 2 devant Wissant.

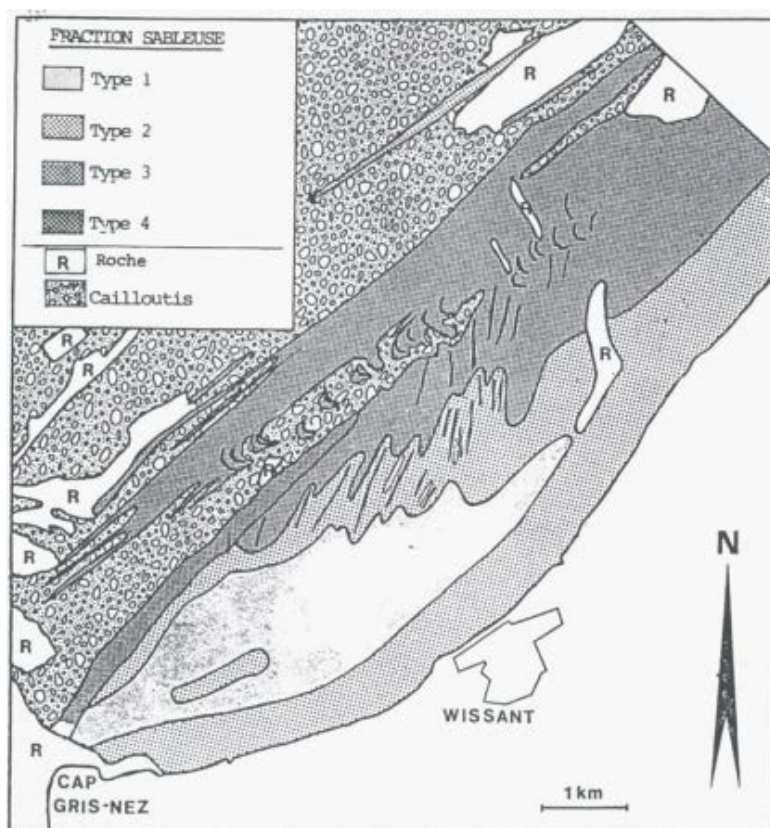


Figure 31 : Nature des fonds (Source : P.CLABAUT)

2 Description du principe de la solution

Nous constatons que la morphologie du Banc à la Ligne pourrait avoir un impact sur l'érosion du trait de côte dans la baie de Wissant.

La solution que nous proposons pourrait être :

- le rechargement massif de la dépression pré-littorale ;
- associé ou non à un élargissement du Banc à la Ligne.

Ainsi, un rechargement massif de cette dépression (avec ou sans élargissement du banc) pourrait permettre de retrouver une situation antérieure plus favorable.

La solution antérieure qui pourrait être prise comme référence est celle de 1911. Cependant cette bathymétrie est reconstituée avec des « sondes » anciennes ». Nous nous baserons donc aussi sur la bathymétrie de 1977.

La cartographie des sédiments (P. Clabaut) montre des sédiments de type 1 et 2 (0.16 à 0.315 mm).

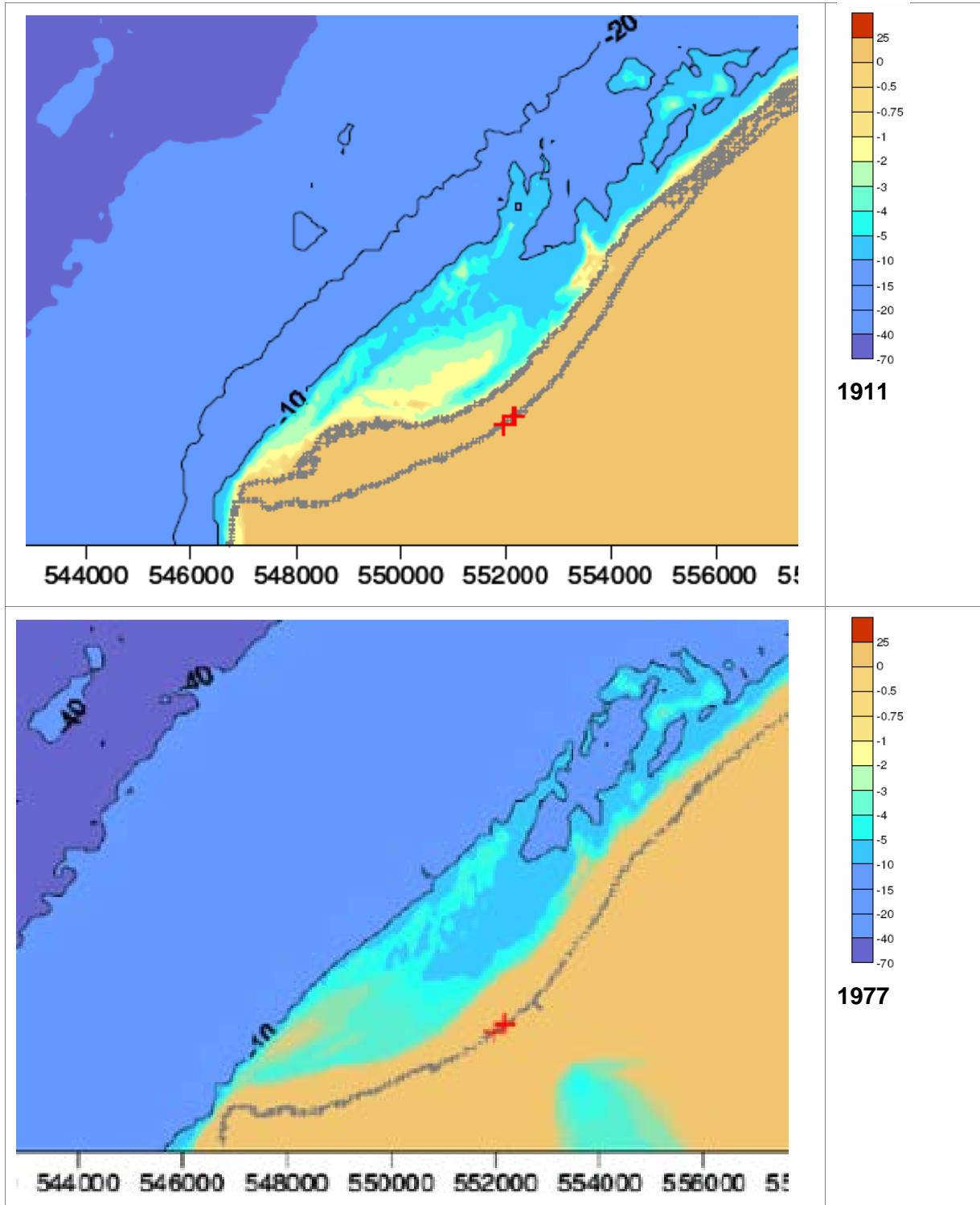
Toutefois, il n'existe actuellement pas d'étude hydrosédimentaire complète détaillant explicitement le fonctionnement hydrodynamique et sédimentaire dans la zone comprise entre le Banc à la Ligne et le littoral et il n'est pas possible, sans étude complémentaire, de conclure à l'efficacité de ce scénario de rechargement massif ni d'estimer un volume de rechargement cohérent permettant d'être efficace sur l'évolution des fonds devant Wissant et dans la partie Ouest de la baie de Wissant.

3 Estimation du volume de rechargement nécessaire

Même si on a vu qu'il n'est pas possible avec l'ensemble des connaissances actuelles du site d'estimer convenablement un volume de rechargement permettant d'être efficace sur l'évolution des fonds devant Wissant, dans la durée, nous allons quand même proposer une fourchette de volume de rechargement nécessaire.

Ce volume a été estimé :

- à partir de la bathymétrie complète de la baie de Wissant réalisée par le SMBC en 2002 qui est présentée sur la figure ci-après (source : ARTELIA-KVDS, Novembre 2012). Cette figure permet de visualiser l'emprise du Banc à la Ligne ainsi que de la dépression littorale située devant la commune de Wissant. Elle est complétée par les emprises avec les distances, surfaces et arases moyennes estimées pour le secteur du Banc à la Ligne et pour le secteur compris entre le Banc à la Ligne et le littoral.
- à partir de la bathymétrie de 1911 reconstitué par le CETMEF qui permet de reconstituer la bathymétrie au niveau de l'actuelle dépression pré-littorale.
- à partir de la bathymétrie de 1977.



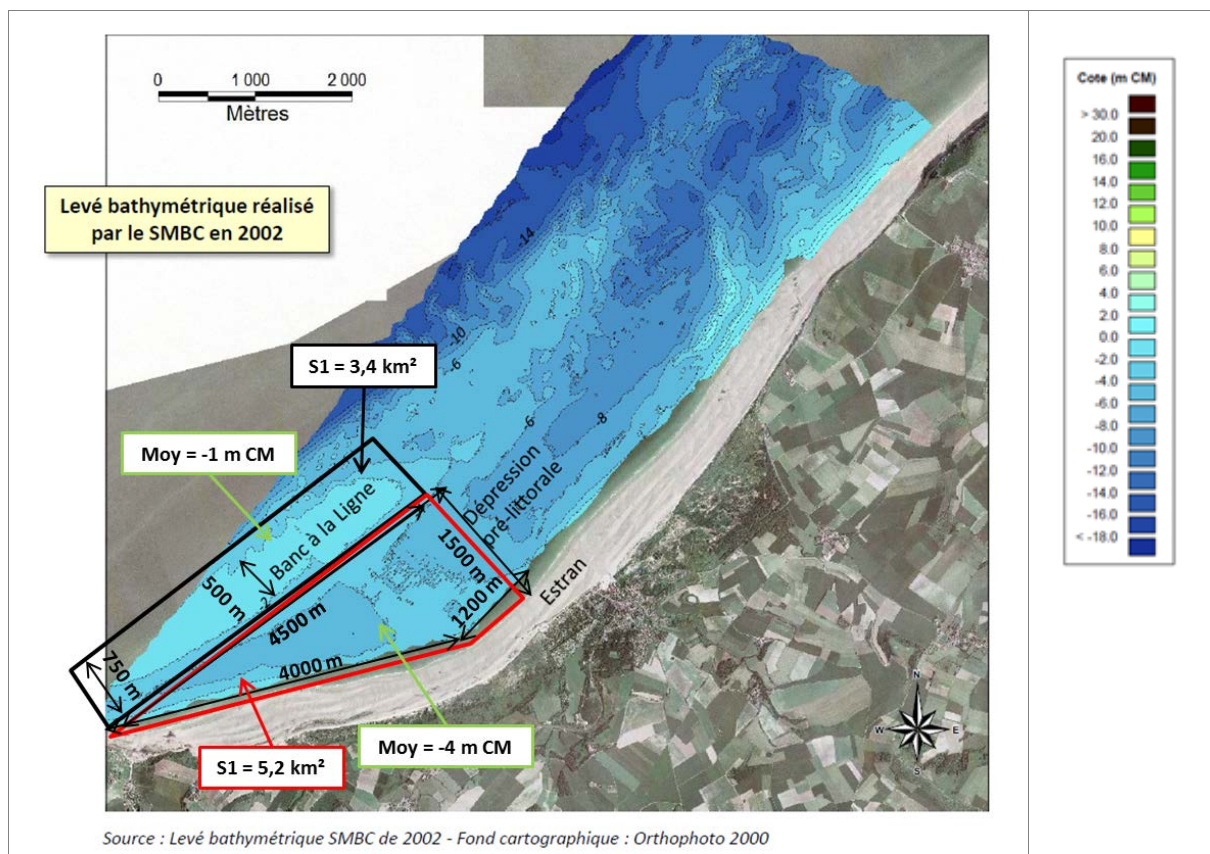


Figure 32 : Comparaison des deux bathymétries 1911, 1977 et 2002.

3.1 Solution rechargement massif de la dépression pré-littorale

D'après le levé de 2002, on constate que les fonds moyens entre le banc à la Ligne et le littoral sont de l'ordre de -4 m CM.

Reconstituer dans la dépression pré-littorale des fonds similaires à ceux de 1911/1997 nécessiterait de remonter les fonds en moyenne de 1,5 à 2 m soit sur une surface de l'ordre de 5 km² un **apport de l'ordre de 7,5 à 10 millions de m³** avec des sables de 0.16 à 0.315 mm (sable légèrement plus fin que celui prévu pour les scénarios 1 et 2 dont le D50=0,4 mm). Ce volume ne prend pas en compte la perte des sédiments qui seront remobilisés dans le transit littoral vers l'Est. Ce volume n'est pas quantifiable à ce stade sans modélisation numérique hydrosédimentaire.

Nota : plus le sable est grossier, meilleure sera sa tenue dans le temps.

3.2 Autres solutions

- Le rechargement du banc de La Ligne, coté extérieur, couplé avec un rechargement de la dépression pré-littorale doit se faire avec du sable grossier, voire du gravier. Nous écartons cette possibilité vue les quantités déjà importantes de sable à mettre en place pour limiter cette dépression en arrière du Banc de la Ligne.
- un rechargement moindre de la dépression est possible, l'efficacité devra être démontrée à l'aide de modélisations numériques.

Nota : On ne peut pas se baser sur la perte moyenne de sable entre 1911 et 2002 (116 000m³) pour estimer la perte annuelle actuelle au niveau de la dépression pré-littorale.

4 Estimation du coût

Les coûts de réensablement de la baie de Wissant **dépendent de la ressource en sable.**

Vue les quantités nécessaires pour le rechargement massif, les sables issus des dragages d'entretien des ports ne sont pas suffisants. Il est donc indispensable de rechercher des ressources ailleurs. Cette ressource en sable peut être trouvée :

- entre les deux caps, dans la même cellule hydrosédimentaire (pas concerné par le code minier) ;
- sur les bancs de sable (au large de Calais / Dunkerque ou en Angleterre) en dehors de la cellule sédimentaire ;
- emprunts à terre (dragage futur des bassins à Dunkerque).

Les apports pourraient se faire directement à l'aide d'une drague aspiratrice en marche qui rejette directement dans la dépression pré-littorale, mais cette solution, vu les profondeurs sommes toutes réduites nécessiterait des dragues de taille moyenne.

Une autre solution serait d'utiliser des dragues « jumbo » et de déposer les sédiments via une canalisation qui traverserait le banc de la Ligne. Une drague dite « jumbo » est une drague de grande taille. Ces dragues présentent un tirant d'eau très important. En revanche, elles bénéficient de cadences élevées mais sont contraintes par la profondeur disponible dans la zone. Le rechargement derrière le banc à la Ligne nécessiterait donc la mise en œuvre d'une conduite provisoire entre la zone à recharger et la zone de navigation de la drague.

Sur la base d'une extraction sur les barres devant Calais/Dunkerque, la distance est de l'ordre de 25 à 45 km. Le coût total du sable serait de l'ordre de 5 à 8 €/ m³ soit une fourchette de 25 à 80 millions d'euros pour un rechargement de 5 à 10 millions de m³ et suivant la distance entre Wissant et la zone d'emprunt.

5 Etudes et reconnaissances à mener

Compte-tenu du manque d'études et de données sur le fonctionnement hydrosédimentaire du secteur d'étude compris entre le littoral de Wissant et le Banc de la Ligne, nous préconisons la réalisation d'études et de reconnaissances complémentaires pour investiguer plus en détail la faisabilité de cette solution.

Les modélisations numériques consisteraient à effectuer une batterie de modèles couplés entre eux :

- Un modèle de propagation des houles 2D du large à la côte,
- un modèle courantologique 3D prenant en compte les courants de marée et les courants liés à la houle,
- un modèle sédimentologique permettant de visualiser les mouvements sédimentaires au sein de la baie de Wissant.

Avec ces modélisations, nous pourrions comparer les impacts du Banc à la Ligne sur la houle, les courants et les mouvements sédimentaires dans les deux configurations avant et après rechargement de la dépression pré-littorale et/ou sur le Banc à la Ligne.

Ce type d'étude est complexe et présente un coût d'environ 60 K€ HT hors coûts d'acquisitions des données d'entrées (bathymétrie, houles, niveaux d'eau, courants, etc...).

En ajoutant le calage du modèle dans son ensemble (houle, courant et sédimentologie) consistant à reproduire une évolution passée des mouvements sédimentaires entre deux périodes connues (nécessité de disposer de deux levés topo-bathymétriques anciens pour état initial et état final du calage), la prestation s'élèverait à environ 100 K€ HT, toujours hors coûts d'acquisitions des données d'entrée.

Chapitre 7 - Conclusion

Au regard de l'étude des trois scénarios de rechargement de la baie de Wissant, il ressort que le scénario 1 est le scénario préféré : celui-ci est en effet plus performant que le scénario 2 à l'issue de l'analyse multicritère réalisée et il subsiste trop d'incertitudes quant à la faisabilité du scénario de rechargement massifs des petits-fonds pour envisager favorablement ce scénario à ce stade.

ANNEXES



- Études générales
- Assistance au Maître d'Ouvrage
- Maîtrise d'œuvre conception
- Maîtrise d'œuvre travaux
- Formation

Egis Ports Siège social
11 Avenue du Centre
78286 GUYANCOURT CEDEX

Tél. : 01 30 12 48 00
Fax : 01 30 12 10 95
<http://www.egis-ports.fr>

