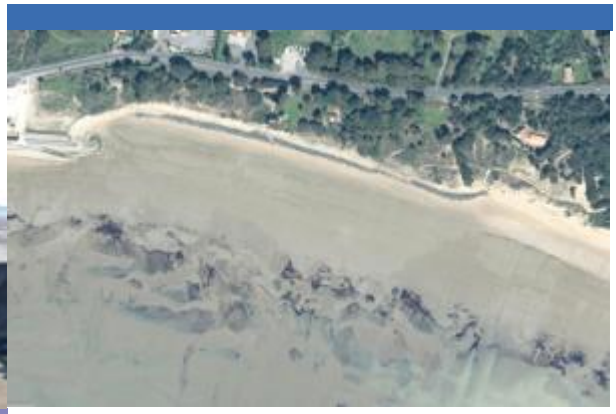




RAPPORT

Etude des protections contre l'érosion sur le site de Moulin Brûlé à La Couarde-sur-Mer – Reprise des études d'avant-projet

Rapport d'AVP

Novembre 2025

DEPARTEMENT DE LA CHARENTE-MARITIME

la Charente Maritime

keran
Des hommes, une planète

sce ateliersup+

sce
Aménagement & environnement

creocean
Environnement & océanographie

CLIENT : Département de la Charente-Maritime

COORDONNÉES	**Direction de la Mer et du Littoral** **Service Protection et Gestion du Littoral** 85 Boulevard de la République – CS 60003 17076 LA ROCHELLE Cedex 09 Tél. : 05.46.31.70.00
INTERLOCUTEUR	**Monsieur Sébastien PUEYO** Tél. 05.46.87.88.76 E-mail : sebastien.pueyo@charente-maritime.fr

CRÉOCÉAN

COORDONNÉES	**Agence Ouest Atlantique** Zone Technocéan – Chef de Baie – Rue Charles Tellier 17000 LA ROCHELLE Tél. : 05 46 41 13 13 - Fax : 05 46 50 51 02 E-mail : Créocéan@Créocéan.fr
INTERLOCUTEUR	**Marion COQUET** Tél. : 06 60 46 31 89 E-mail : marion.coquet@Créocéan.fr

RAPPORT

TITRE	**Etude des protections contre l'érosion sur le site de Moulin Brûlé à La Couarde-sur-Mer – Reprise des études d'avant-projet** **Rapport d'AVP**
N° DE COMMANDE	BC2025/25241/02372
NOMBRE DE PAGES TOTAL	122
NOMBRE D'ANNEXES	8

VERSION

RÉFÉRENCE	VERSION	DATE	REDACTEUR	CONTRÔLE QUALITE
250165	V1	28/11/2025	GCL/ MCO /PLA	GDU

Sommaire

1. Introduction 13
1.1. Contexte de l'étude 13
1.2. Objectif de la mission 14
1.3. Contenu du rapport 14
1.4. Documents de référence 15
2. Présentation du site 16
2.1. Localisation et ouvrages existants 16
2.2. Aménagements envisagés dans les études antérieures 18
3. Données de site 21
3.1. Référencement en plan et en élévation 21
3.1.1. Planimétrie 21
3.1.2. Nivellement 21
3.2. Topo-bathymétrie 21
3.2.1. Bathymétrie 21
3.2.2. Topographie 22
3.2.3. Modèle numérique de terrain final 22
3.3. Evolution du trait de côte et des fonds bathymétriques 23
3.3.1. Historique des aménagements 23
3.3.2. Historique de l'évolution du trait de côte 26
3.3.3. Evolution topographique récente 27
3.4. Données sédimentologiques du site et recherche de source de sable pour les rechargements 30
3.4.1. Nature des sédiments côtiers 30
3.4.2. Nature des sédiments du site de Moulin Brûlé 30
3.4.3. Recherche de gisements sédimentaires naturels 32
3.4.4. Gisement alternatif : sable de carrière 35
3.5. Niveaux d'eau 36
3.5.1. Composantes du niveau de la mer 36
3.5.2. Evolution à long terme du niveau moyen de la mer 36
3.5.3. Marée astronomique 37
3.5.4. Niveaux extrêmes et surcote 37
3.5.5. Niveaux de projet retenus 38

3.6. Hydrodynamique 39
3.6.1. Houles extrêmes du large 40
3.6.2. Houles fréquentes à la côte 41
3.7. Courantologie 42
3.8. Vents 42
3.9. Contexte sismique 43
3.10. Sensibilité écologique du site 44
3.10.1. Habitats terrestres 44
3.10.2. Habitats benthiques 47
3.11. Etat des lieux paysager du site 48
3.11.1. Contexte 48
3.11.2. Les paysages du secteur 49
3.11.3. Paysage et patrimoine 51
3.11.4. Usages et paysage 53
3.11.5. Historique du site d'étude 55
3.11.6. Les différentes entités paysagères 57
3.11.7. Les perceptions paysagères 59
4. Modélisations 63
4.1. Stratégie de Modélisation 63
4.2. MIKE – Modélisation des houles et des courants 64
4.2.1. Conditions de projet retenues 64
4.2.2. Résultats 65
4.3. GENESIS – Modélisation hydrosédimentaire à long terme 70
4.3.1. Scénarios modélisés 70
4.3.2. Résultats 71
4.4. S-BEACH – Résultats de la modélisation hydrosédimentaire 1D à court terme (effet des tempêtes sur un profil type) 75
4.5. X-BEACH – Modélisation hydrosédimentaire 2D à court terme (effet des tempêtes sur toute la zone) 76
4.5.1. Scénarios XBeach simulés 76
4.5.2. Résultats des modélisations Xbeach 77
4.6. Conclusions et analyse du scénario d'aménagement retenu 79
5. Présentation des aménagements retenus 80
5.1. Principe et justification des aménagements retenus 80

5.1.1. Synthèse sur la dynamique sédimentaire du site 80
5.1.2. Objectifs et orientations pour la conception des aménagements 82
5.1.3. Principes retenus pour l'aménagement de la zone 84
5.2. Eléments techniques de dimensionnement des ouvrages en enrochements 85
5.2.1. Géométrie des épis 85
5.2.2. Stabilité des enrochements (épis et digue de protection longitudinale) 86
5.2.3. Résultats 87
5.3. Caractéristiques des aménagements prévus 88
5.3.1. Dépose des enrochements présents 90
5.3.2. Considérations paysagères pour la fourniture des nouveaux enrochements 90
5.3.3. Aménagement de la nouvelle protection frontale 91
5.3.4. Aménagement des épis 93
5.3.5. Rechargement en sable 94
5.3.6. Aménagements de l'arrière de la nouvelle protection 96
5.3.7. Aménagement de la dune à l'Est 100
5.3.8. Accès à l'estran 102
5.4. Insertion paysagère des aménagements 105
6. Méthodologie de construction et planning prévisionnel 110
7. Evolution du site et travaux d'entretien 111
8. Estimation budgétaire 113

Liste des Figures

Figure 1-1 : Localisation du cordon d'enrochements sur le site de Moulin Brûlé à la Couarde-sur-Mer 13

Figure 2-1 : Localisation de la zone d'étude (Géoportail) 16

Figure 2-2 : Typologie des aménagements sur le site de Moulin Brûlé [R1] 17

Figure 2-3 : Photographies de l'ouvrage dégradé et de ses abords (Créocéan, 2025) 18

Figure 2-4 : Projet d'aménagement sur le site de Moulin Brûlé proposé au stade EP [R1] 19

Figure 2-5 : Profil en long de l'épi initialement proposé au stade EP [R1] 19

Figure 2-6 : Coupes types en bas de plage (haut) et en haut de plage (bas) des épis proposées au stade EP [R1] 20

Figure 3-1 : Données bathymétriques HOMONIM au large de la zone d'étude [R11] 21

Figure 3-2 : Levé LIDAR de résolution spatiale de 1m, réalisé par le CD17 en mars 2025 [R10] 22

Figure 3-3 : Evolution historique des aménagements sur la plage du Moulin Brûlé [R1] 25

Figure 3-4 : Evolution et recul du trait de côte entre 1950 et 2018 [R1] 26

Figure 3-5 : Recul et avancée du trait de côte pour les profils 8 à 15 sur le secteur de Moulin Brûlé, sur la période 2013-2020 [R2] 27

Figure 3-6 : Evolution topographique du secteur de Moulin Brûlé entre 2021 et 2025 (Créocéan, 2025) 28

Figure 3-7 : Evolution du profil altimétrique de la plage du Moulin Brûlé entre 2013 et 2019 29

Figure 3-8 : Comparaison du profil altimétrique de la plage, sur la période 2013-2016, en aval dérive de l'ouvrage [R2] 29

Figure 3-9 : Comparaison des photographies du système dunaire sur la période 2013-2016 [R2] 29

Figure 3-10 : Carte du SHOM de la répartition des sédiments dans la zone d'étude ainsi que des potentiels sites de prélèvements sédimentaires. 30

Figure 3-11 : Points de prélèvements pour analyses granulométriques sur la plage du Moulin Brûlé 31

Figure 3-12 : Evolution historique de l'accrétion de la pointe de Sablanceaux (à gauche) et évolution topographique récente (à droite) [R2]. 32

Figure 3-13 : Localisation des points de prélèvements au niveau de la Pointe de Sablanceaux 33

Figure 3-14 : Localisation des points de prélèvements au niveau du Fier d'Ars 33

Figure 3-15 : Scénarios d'élévation du niveau moyen de la mer [R8] 36

Figure 3-16 : Localisation des points d'extraction de houles (base de données HOMERE)..... 40

Figure 3-17 : Rose des houles aux coordonnées 46.11°N/1.84°O et tableau de corrélation HS/TP - point HOMERE de coordonnées : 46.11°N/1.84°O 40

Figure 3-18 : Rose des houles HOMERE pour le point au large à gauche et le point local à droite 41

Figure 3-19 : Cartographie des courants de la zone d'étude par le SHOM 42

Figure 3-20 : Rose des vents et corrélogramme direction/vitesse du vent, au niveau du point local..... 43

Figure 3-21 : Répartition des zones sismiques en France..... 43

Figure 3-22 : Habitats terrestres présents sur le site de Moulin Brûlé (SCE, 2025) 44

Figure 3-23 : Flore protégée et remarquable observée au printemps 2025 (SCE)..... 45

Figure 3-24 : Reptiles observés sur le site (SCE, 2025) 46

Figure 3-25 : Enjeux écologiques présents dans le site d'étude (SCE, 2025)..... 47

Figure 3-26 : Cartographie des habitats benthiques (Créocéan 2025) 48

Figure 3-27 : Cartographies des paysages de l'Ile de Ré – Conservatoire du littoral, Pierre Le Den, plasticien illustrateur et Yoann Bit-Monnot, paysagiste DPLG 50

Figure 3-28 : Sites classés et sites inscrits – Source : Atlas des patrimoines..... 52

Figure 3-29 : Zones NATURA 2000 – Source : Géoportail..... 52

Figure 3-30 : Parc Naturel Marin – Source : Géoportail..... 53

Figure 3-31 : Plan de situation (le site d'étude est encadré en rouge) 53

Figure 3-32 : Etat des lieux paysager – occupation du site – Réalisation : Ateliers UP+, SCE .. 54

Figure 3-33 : Carte de Cassini du XVIIIe siècle (Source : IGN) 55

Figure 3-34 : Carte de l'état-major (Source : IGN) 55

Figure 3-35 : Prise de vue aérienne historique 1950 - 1965 (Source : IGN)..... 55

Figure 3-36 : Prise de vue aérienne 2000-2005 (Source : IGN) 56

Figure 3-37 : Prise de vue aérienne actuelle (Source : IGN) 56

Figure 3-38 : Les composantes paysagères du site – Réalisation : Ateliers UP+, SCE..... 57

Figure 3-39 : Photographies du site d'étude, date : 28 02 2023 – Source : Ateliers UP+, SCE ... 58

Figure 3-40 : Etude de perception paysagère, situation des prises de vue – Réalisation : Ateliers UP+, SCE 59

Figure 3-41 : Vue 1 – RD735 en arrivant depuis la Couarde-sur-Mer vers le site d'étude (Google street)..... 59

Figure 3-42 : Vue 1bis - Dégagement de l'horizon à l'arrivée du Boutillon depuis la Couarde-sur-Mer 60

Figure 3-43 : Vue 2 – depuis l'accès à la digue du Boutillon 60

Figure 3-44 : Transition avec la digue et l'épi du Boutillon à l'Ouest avec reprise d'une végétation arborée et dunaire typique. 60

Figure 3-45 : Vues 3 et 4 – depuis l'entrée sur le site (sortie de la rampe de la digue du Boutillon) vers la Couarde-sur-mer 61

Figure 3-46 : Vues 5 et 9 sur le musoir de la digue du Boutillon..... 61

Figure 3-47 : Vues 6 depuis le cordon dunaire..... 62

Figure 3-48 : Vue 7 – depuis le site vers la mer 62

Figure 3-49 : Vue 10 sur le cordon dunaire vers la Couarde-sur-mer..... 62

Figure 4-1 : Visualisation du point d'extraction des houles 66

Figure 4-2 : Visualisation de la réfraction des houles au large de la zone d'étude..... 66

Figure 4-3 : Visualisation de l'agitation pour le Cas 7 - Période de retour des houles 100 ans . 67

Figure 4-4: Visualisation de l'agitation pour le Cas 13 - Période de retour des niveaux extrêmes 100 ans..... 67

Figure 4-5 : Résultats des conditions d'état de mer au point d'extraction - Cas des conditions de niveau d'eau..... 68

Figure 4-6 : Visualisation des vitesses de courant - CAS 7 - Période de retour des houles 100 ans 69

Figure 4-7 : Visualisation des vitesses de courant - CAS 7 - Période de retour des niveaux extrêmes 100..... 69

Figure 4-8 : Exemple de simulation GENESIS à +20 ans pour le scénario S1a. Une zone d'accrétion est observée en amont dérive de chaque épi ainsi qu'une zone d'érosion en avale dérive. 71

Figure 4-9 : Bilan de recul ou d'avancée du trait de côte à +20 ans (2042) pour le Scénario S0a 73

Figure 4-10 : Bilan de recul ou d'avancée du trait de côte à +20 ans (2042) pour le Scénario S0b 73

Figure 4-11 : Bilan de recul ou d'avancée du trait de côte à +20 ans (2042) pour le Scénario S1a 73

Figure 4-12 : Bilan de recul ou d'avancée du trait de côte à +20 ans (2042) pour le Scénario S1b 73

Figure 4-13 : Bilan de recul ou d'avancée du trait de côte à +20 ans (2042) pour le Scénario S1c 74

Figure 4-14 : Bilan de recul ou d'avancée du trait de côte à +20 ans (2042) pour le Scénario S1d 74

Figure 4-15 : Bilan de recul ou d'avancée du trait de côte à +20 ans (2042) pour le Scénario S2a 74

Figure 4-16 : Bilan de recul ou d'avancée du trait de côte à +20 ans (2042) pour le Scénario S2b 74

Figure 4-17 : Profil d'érosion modélisé avec S-BEACH (ligne noire) superposé au profil initial (ligne rouge), à la hauteur de houle maximum (ligne verte) et au niveau d'eau avec set-up (ligne bleue). 75

Figure 4-18 : Erosion et accrétion modélisée pour le scénario état initial T50..... 77

Figure 4-19 : Erosion et accrétion modélisée pour le scénario état aménagé T50. 78

Figure 4-20 : Erosion et accrétion modélisée le long du profil CD pour le scénario état initial T50. 78

Figure 4-21 : Erosion et accrétion modélisée le long du profil CD pour le scénario état aménagé T50..... 78

Figure 5-1 : Extrait du plan masse de l'état existant [R1] 80

Figure 5-2 : Visualisation de différents profils de la plage, au niveau du futur épi N°2..... 81

Figure 5-3 : Etat actuel en crête de digue et pied de dune..... 82

Figure 5-4 : Visualisation d'une condition de houle à pleine mer..... 83

Figure 5-5 : Visualisation de l'épi N°2 et de différents profils de la plage..... 84

Figure 5-6 : Visualisation de l'épi N°2 et possibilité de talutage de la dune 85

Figure 5-7 : Vue en plan des aménagements prévus 89

Figure 5-8 : Visualisation enrochements de type « Rhyolite » (Chef de Baie, Créocéan, 2013) . 90

Figure 5-9 : Vue en plan de la nouvelle protection en enrochement 92

Figure 5-10 : Profil de la digue (coupe CC) entre les 2 épis..... 93

Figure 5-11 : Zoom en plan de l'extrémité Est de l'ouvrage 93

Figure 5-12 : Coupe de l'épi n°1 (coupe HH)..... 94

Figure 5-13 : Coupe dans l'axe de l'épi n°1 94

Figure 5-14 : Exemple de milieu dunaire de la plage de la Gautrelle sur l'île d'Oléron..... 95

Figure 5-15 : Extrait de la vue en plan du rechargement à l'Est de l'épi n°2..... 95

Figure 5-16 : Profil du rechargement au niveau de la coupe DD..... 95

Figure 5-17 : Profil du rechargement au niveau de la coupe FF..... 96

Figure 5-18 : Profil du rechargement au niveau de la coupe GG 96

Figure 5-19 : Plan présentant le futur réseau de cheminement en arrière des ouvrages..... 97

Figure 5-20 : Exemples de clôture 3 fils..... 97

Figure 5-21 : Exemples de couvertures planes de genêt par l'ONF..... 98

Figure 5-22 : Coupe de principe des aménagements paysager : aménagements représentés l'année de la mise en œuvre avant rechargement du sable depuis l'estran vers l'ouvrage 99

Figure 5-24 : Les différents milieux dunaires (ONF)..... 100

Figure 5-25 : Plantation d'Agropyron à la base du versant externe et d'oyats au premier plan101

Figure 5-26 : Plan de l'aménagement à l'Est du site, à marée haute 102

Figure 5-27 : Accès plage – représentation de principe en plan de l'accès au sein de l'enrochement (niveau de sable bas)..... 103

Figure 5-28 : Accès plage – coupe de principe A-A' à la perpendiculaire de l'enrochement (niveau de sable bas)..... 103

Figure 5-29 : Accès plage – coupe de principe BB' dans l'axe de l'accès (niveau de sable bas) 104

Figure 5-30 : Représentation de l'accès à travers l'ouvrage. Des blocs plus gros accolés à l'accès servent de repère..... 104

Figure 5-31 : Plan paysager présentant les aménagements préconisés, représentés à marée haute sans la couverture sableuse..... 106

Figure 5-32 : Vue paysagère vers l'Est, depuis l'Ouest de la zone d'étude (musoir Est de la digue du Boutillon) 107

Figure 5-33 : Vue paysagère vers l'Est, depuis le centre de la zone d'étude (accès à la mer) . 108

Figure 5-34 : Vue paysagère de l'espace dunaire créé à l'Est..... 109

Liste des tableaux

Tableau 3-1 : Données granulométriques de la plage du Moulin Brûlé issue de l'analyse GRADISTAT (méthode géométrique de Folk and Ward, 1957), réalisée par le laboratoire Qualyse 31

Tableau 3-2 : Données granulométriques issue de l'analyse GRADISTAT (méthode géométrique de Folk and Ward, 1957), réalisée par le laboratoire Qualyse. 34

Tableau 3-3 : Comparaison des répartitions granulométrique entre les sables de la sablière et du site d'étude. 35

Tableau 3-4 : Valeurs d'élévation du niveau moyen des mers pour différents horizons, par rapport à l'année 2020 [R8] 37

Tableau 3-5 : Surcotes et Niveaux de pleine-mer extrêmes observés à La Rochelle [R9] 38

Tableau 3-6 : Ajustement statistique des valeurs de niveau d'eau extrême à La Rochelle [R9] 38

Tableau 3-7 : Niveaux d'eau de projet à retenir, incluant les effets du changement climatique 39

Tableau 3-8 : Synthèse des périodes de retour du point HOMERE au large 41

Tableau 4-1 : Cas retenus pour les conditions de houles 65

Tableau 4-2 : Cas retenus pour les conditions de niveau d'eau 65

Tableau 4-3 : Résultats des conditions d'état de mer au point d'extraction - Cas des conditions de houle 68

Tableau 4-4 : Bilan des résultats 71

Tableau 4-5 : Synthèse des conditions de forçage XBeach. 76

Tableau 5-1 : Paramètres hydrodynamiques retenus pour le dimensionnement des ouvrages en enrochements 87

Liste des annexes

ANNEXE 1 : Résultats des prélèvements de sable 115

ANNEXE 2 : Diagnostic écologique terrestre (2025) 116

ANNEXE 3 : Etude Biosédimentaire (2025) 117

ANNEXE 4 : Présentation des modèles utilisés 118

ANNEXE 5 : Resultats des modélisations de houle 119

ANNEXE 6 : Modélisation des courants de dérive littorale 120

ANNEXE 7 : Plans et coupes des aménagements 121

ANNEXE 8 : Estimatif des quantités et des coûts 122

1. Introduction

1.1. Contexte de l'étude

Les enrochements de protection du littoral situés sur le site de Moulin Brûlé à la Couarde-sur-Mer (Ile de Ré), ont été installés en 2014 à la suite d'événements tempétueux hivernaux ayant mené à un fort recul du trait de côte. Depuis, l'état de cet aménagement s'est fortement dégradé et l'érosion du cordon dunaire est également toujours présente à l'Est et en arrière de l'ouvrage, remettant en question la présence de cet ouvrage.

Depuis 2020, le département de la Charente-Maritime a sollicité Créocéan dans le cadre du Marché à Bons de Commandes 604H20 pour réaliser :

- Une étude de définition de la gestion de l'érosion sur le site de Moulin Brûlé (2020-2021) ;
- Une étude des impacts hydrosédimentaires et de l'avant-projet des protections contre l'érosion sur le site de Moulin Brûlé (2022-2023).



Figure 1-1 : Localisation du cordon d'enrochements sur le site de Moulin Brûlé à la Couarde-sur-Mer

L'étude de définition de la gestion de l'érosion sur le site de Moulin Brûlé, réalisée par Créocéan en 2020-2021 [R1], a permis de proposer 3 scénarios d'aménagement. Le scénario pressenti à l'issue de cette étude de faisabilité consiste en différentes mesures listées ci-dessous :

- Le démantèlement de la protection longitudinale existante ;
- Le déblai et l'évacuation du remblai en crête d'ouvrage ;
- La création de deux épis en enrochements ;
- Le rechargement de la plage entre les casiers créés par les épis ;

- La renaturation de l'interface entre le haut de plage et le cordon dunaire.

Créocéan a ensuite réalisé une étude d'avant-projet, comportant des modélisations hydrosédimentaires visant à justifier et définir plus précisément la solution initialement pressentie. Ce travail a conclu à la nécessité de maintenir la protection longitudinale en place.

1.2. Objectif de la mission

Les études antérieures ont mis en évidence la nécessité d'approfondir les études de conception des aménagements afin de garantir la pérennité du dispositif de protection en lui-même et la pérennité du cordon dunaire situé en aval-dérive (à l'Est).

En effet, des incertitudes persistent concernant :

- Le traitement de l'extrémité Est des enrochements afin d'atténuer l'encoche érosive sur le secteur dunaire ;
- L'altimétrie et le positionnement des enrochements ;
- Les modalités des opérations de rechargements, notamment les volumes, provenance et fréquence.

L'objectif de la reprise des études d'AVP est d'arrêter la solution adéquate pour le dispositif de protection contre l'érosion du site de Moulin Brûlé, constitué par la digue, les épis et les rechargements en sable et notamment :

- De valider et justifier le choix de la solution technique et de ses principales caractéristiques géométriques et structurelles et modalités de mise en œuvre ;
- D'intégrer les aménagements dans le paysage du site ;
- D'établir la méthodologie de construction et le planning prévisionnel des travaux ;
- De préciser le montant des travaux.

1.3. Contenu du rapport

Le présent rapport d'AVP reprend le travail réalisé dans l'AVP initial en y apportant mises à jour et compléments. Il contient les éléments suivants :

- Rappel des aménagements prévus dans le cadre des études préalables ;
- Données de site (topo-bathymétrie, sédimentologies, hydrodynamique, paysages, etc.) ;
- Modélisations et analyse justifiant les aménagements retenus ;
- Hypothèses de conception et détails des aménagements de protection préconisés ;
- Préconisations pour l'insertion paysagère de ces aménagements ;
- Méthodologies et planning de construction ;
- Evolution du site et entretien ;
- Budget estimatif.

1.4. Documents de référence

Documents d'études précédentes

[R1]. CRÉOCÉAN, mars 2021. Étude de définition de la gestion de l'érosion sur le site du Moulin Brûlé à La Couarde-sur-Mer. (200695_RA1 Indice B)

[R2]. CASAGEC, janvier 2021. Observatoire du littoral de l'Ile de Ré – Etat des lieux 2013-2020.

[R3]. GEOTEC France, juillet 2013. Investigations Géotechniques – Digue du Boutillon.

[R4]. CRÉOCÉAN, octobre 2002. Dragage du Fier d'Ars & Rechargement de la plage de « Moulin Brûlé ».

[R5]. CRÉOCÉAN, mars 2002. Protection du littoral de « moulin Brûlé » à la couarde/mer.

[R6]. EGIS, juin 2014. Marché à bon de Commande – Dispositifs de défense contre la mer des zones sensibles à la submersion.

Documents relatifs aux conditions hydrodynamiques

[R7]. SHOM, 2020. Références Altimétriques Maritimes – Ports de France métropolitaine et d'outre-mer.

[R8]. GIEC, 2019. IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate et GIEC, 2022. AR6. Climate change 2022. The physical Science Basis.

[R9]. CEREMA, 2018. Les niveaux marins extrêmes – Ports de métropole.

Source des données topo-bathymétriques

[R10]. Levés LIDAR CD17 : été 2010, août 2021 et mars 2025.

[R11]. SHOM (2015) : Modèle numérique de terrain bathymétrique – HOMONIM (source : data.shom.fr).

[R12]. Suivis topographiques CASAGEC (2013-2020) : Données topographiques utilisées pour estimer l'évolution du trait de côte et des niveaux de plage (source : Cdc Ile de Ré).

Source des données d'évolution du trait de côte

[R13]. Images aériennes (1964-2012) : 12 images aériennes (source : site IGN « Remonter le temps »).

[R14]. Orthophotographies (1950-2018) : 9 images aériennes (source : Cdc Ile de Ré).

[R15]. Photographies du site (2016-2017) : Photographies du site pendant les travaux de la digue du Boutillon (source : CD17 / La Verchéenne).

[R16]. Photographies du site (2015-2019) : Photographies du site au cours du temps (source : Cdc Ile de Ré).

2. Présentation du site

2.1. Localisation et ouvrages existants

La zone d'étude est située sur la commune de La Couarde-sur-Mer, entre La Passe et Le Martray, juste à l'Est de la nouvelle digue du Boutillon.



Figure 2-1 : Localisation de la zone d'étude (Géoportail)

Une cartographie de la typologie des différentes entités et aménagements existants est proposée ci-dessous (Figure 2-2). Le cordon d'enrochements mis en place en 2014 est constitué de plusieurs sections de natures géologiques diverses : diorite, calcaire. A l'origine, l'ouvrage possédait également une crête composée de matériaux de remblai et petits enrochements de type granite, de sable ou de galets. D'autres éléments étaient localement présents tels que des ganivelles, délimitant notamment le cheminement, ainsi qu'un escalier d'accès à la mer en bois.



Figure 2-2 : Typologie des aménagements sur le site de Moulin Brûlé [R1]

Une visite de site, réalisée au printemps 2025, a mis en évidence que l'ouvrage présente un état de dégradation avancé et est localement totalement ruiné, avec une détérioration s'aggravant d'Ouest en Est.
La première section, constituée d'enrochements calcaires, visible au premier plan de la photo A de la Figure 2-3 fait partie du système d'endiguement de la digue de Boutillon et est entretenue.
Au-delà, la crête de l'ouvrage s'abaisse rapidement vers l'Est. Le massif dunaire en arrière de l'ouvrage, montre un front d'érosion actif. Cette érosion indique une perte d'efficacité de la protection (Figure 2-3, photo B). Dans la partie centrale, l'ouvrage est quasiment inexistant, seuls quelques éléments subsistants encore (Figure 2-3, photo C).
Enfin, à l'extrémité Est, le musoir est également ruiné. L'eau surversant l'ouvrage s'écoule par l'arrière ce qui aggrave encore davantage l'érosion dans ce secteur. Le relief dunaire, situé à l'Est subit également une dynamique érosive (Figure 2-3, photo D) imputable aux effets d'aval-dérive.

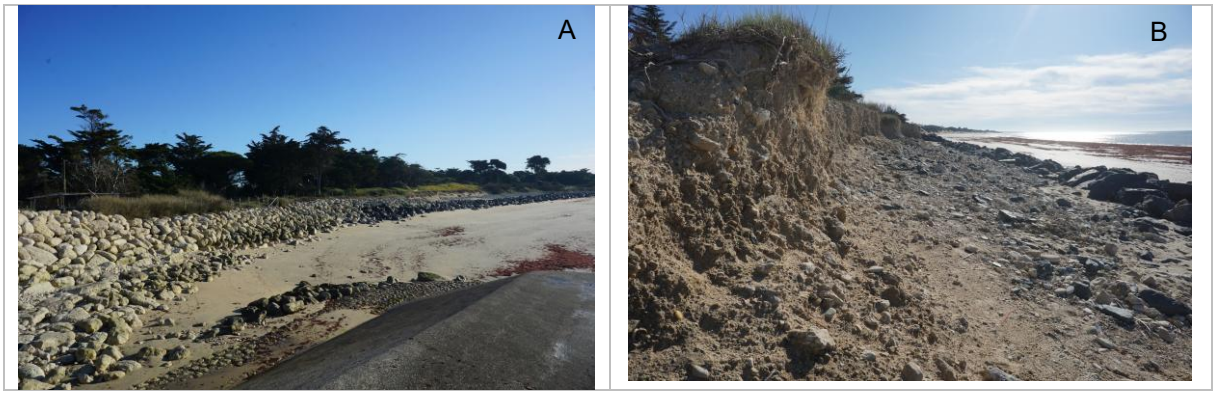




Figure 2-3 : Photographies de l'ouvrage dégradé et de ses abords (Créocéan, 2025)

2.2. Aménagements envisagés dans les études antérieures

Comme indiqué en introduction, les travaux envisagés au stade de l'étude de faisabilité consistaient au démantèlement de la protection existante, la dépose et l'évacuation du remblai en crête d'ouvrage, la création de deux épis en enrochements, le rechargement de la plage et la renaturation de l'interface entre le haut de plage et le cordon dunaire (Figure 2-4).

Les deux épis ont été conçus avec une longueur relativement modérée, de manière à ne pas interrompre complètement la dérive littorale. Le but est donc qu'une partie du transit sédimentaire continue à alimenter la plage en aval-dérive à l'Est de l'ouvrage actuel, soit en aval dérive des épis, afin de limiter l'érosion dans la zone actuellement la plus concernée.

Les coupes des profils en long (Figure 2-5) et des profils en travers (Figure 2-6) des épis, obtenues au stade de l'EP [R1] sont présentées ci-dessous.

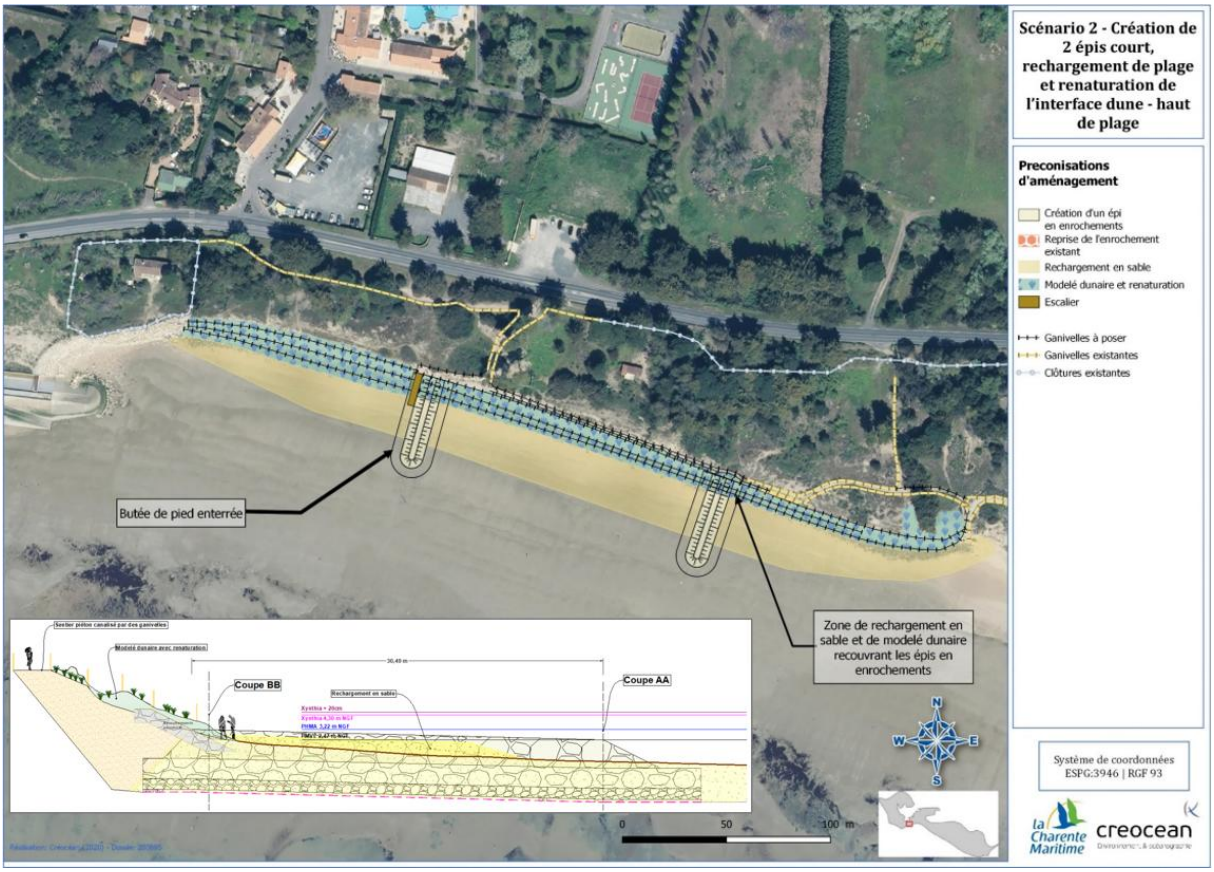


Figure 2-4 : Projet d'aménagement sur le site de Moulin Brûlé proposé au stade EP [R1]

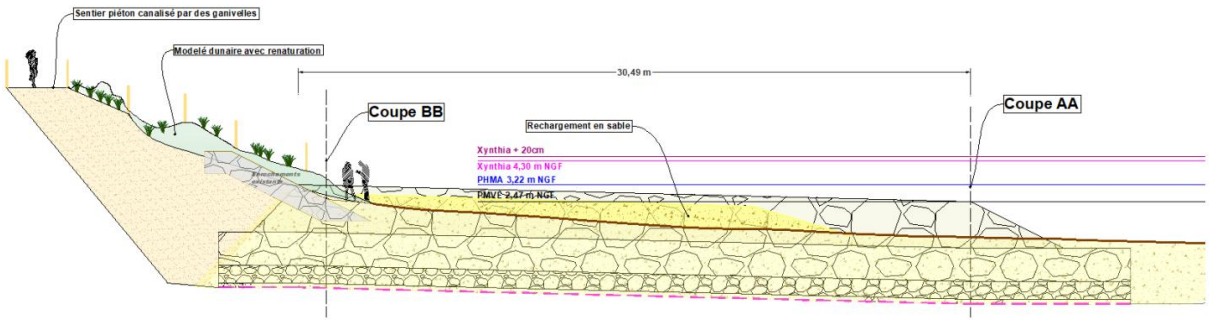


Figure 2-5 : Profil en long de l'épi initialement proposé au stade EP [R1]

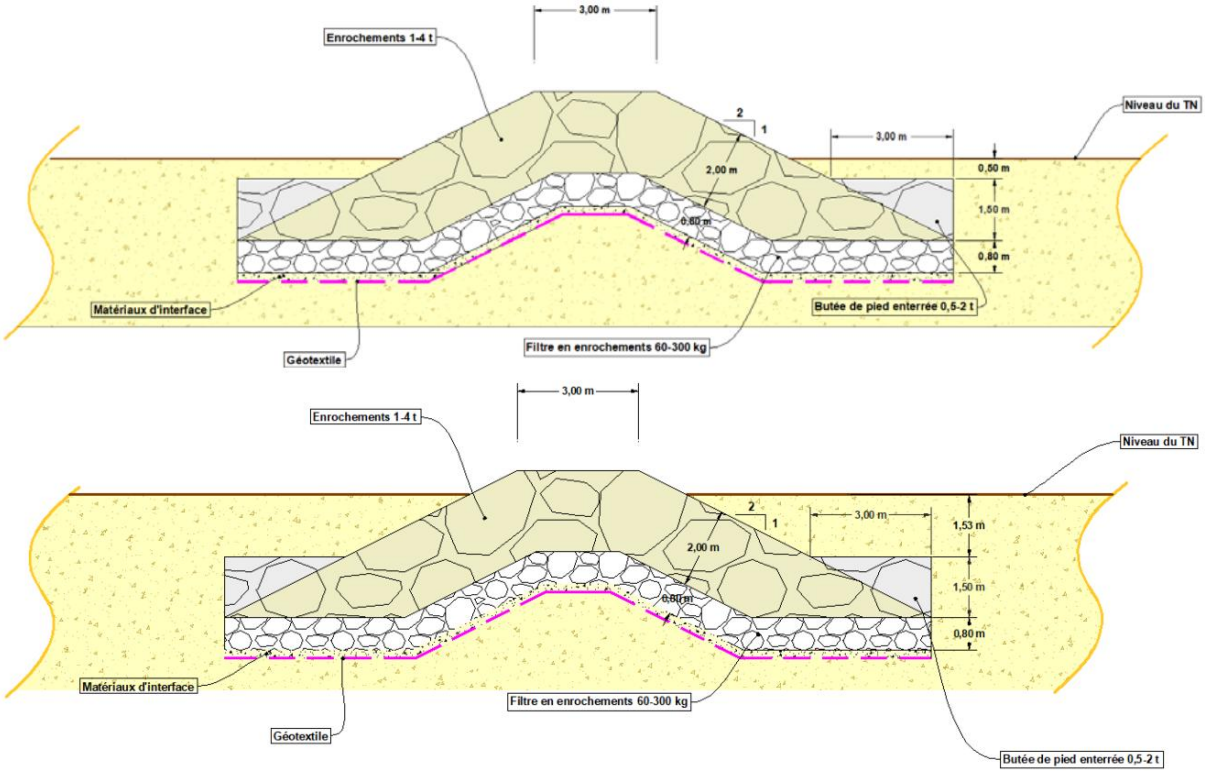


Figure 2-6 : Coupes types en bas de plage (haut) et en haut de plage (bas) des épis proposées au stade EP [R1]

3. Données de site

3.1. Référencement en plan et en élévation

3.1.1. Planimétrie

La planimétrie et les coordonnées géographiques du projet sont rattachées à la projection Lambert-93 du système géodésique français RGF93.

3.1.2. Nivellement

Deux différents niveaux de référence sont utilisés en fonction des choix de représentation :

- Le niveau zéro hydrographique (ZH ou CM), définit comme le niveau théorique des plus basses mers de la zone ;
- Le niveau zéro terrestre IGN69, issu du nivellement général de la France (NGF), correspondant au niveau moyen de la mer mesuré par le marégraphe de Marseille.

D'après les Références Altimétriques Maritimes édition 2020 du Service Hydrographique de la Marine [R7] la correspondance entre le zéro hydrographique et la référence terrestre IGN69 au port de Saint-Martin-de-Ré, port de référence le plus proche (moins de 8 km), est la suivante :

0 m IGN 69 = +3,503 m ZH à Saint-Martin-de-Ré

3.2. Topo-bathymétrie

3.2.1. Bathymétrie

Les informations relatives à la bathymétrie de la zone ont été obtenues sur le site du SHOM. Le SHOM regroupe des modèles numériques de terrain (MNT) bathymétriques pour les différentes régions de métropole, obtenus dans le cadre du projet HOMONIM. Dans cette étude, c'est le MNT HOMONIM du Pertuis Charentais de résolution fine de 22 m qui est utilisé.

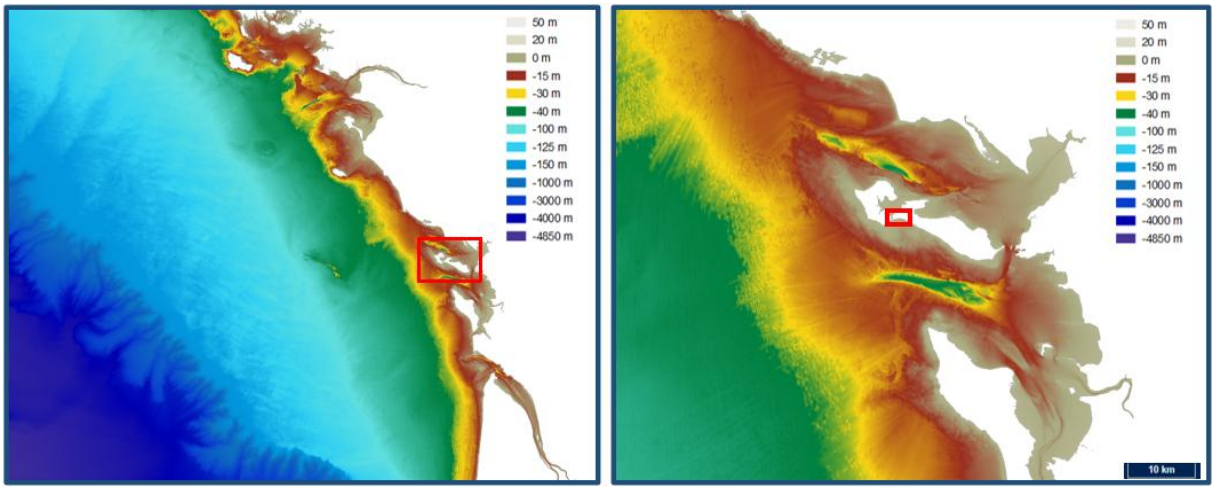


Figure 3-1 : Données bathymétriques HOMONIM au large de la zone d'étude [R11]

Les cartes bathymétriques ci-dessus (Figure 3-1) permettent de rendre compte des conditions de profondeur à proximité de la zone d'étude. On observe ainsi que cette partie de la façade Atlantique fait face aux eaux de faibles profondeurs du plateau continental, et que l'Ile de Ré est entourée par des

eaux particulièrement peu profondes (inférieures à 15 m). On remarque toutefois des zones de plus fortes profondeurs (~ 40 m) au niveau des passes d'entrées de la baie au Nord-Ouest et au Sud de l'île, qui correspondent à de probables incisions du substrat sédimentaire par les courants de marée. Le secteur de Moulin Brûlé fait face quant à lui à un large estran qui s'étend sur près de 5 km.

Les différentes informations bathymétriques sur le secteur d'étude sont donc essentielles afin de comprendre les différents phénomènes pouvant interagir avec la propagation de la houle, les vitesses des courants et le transport sédimentaire qui seront modélisés par la suite.

3.2.2. Topographie

La topographie locale du secteur de Moulin Brûlé, utilisée dans cette étude, est issue principalement de levés aérien LIDAR effectués par le CD17 [R10] :

- en aout 2021,
- en mars 2025 (Figure 3-2).

Ces levés de résolution de 1 m permettent une visualisation fine des altimétries du haut de plage, des dunes, des ouvrages et de l'estran.

Pour bien analyser les évolutions topographiques de l'estran, les topographies réalisées dans les suivis CASAGEC ont aussi été utilisés (voir §3.3).

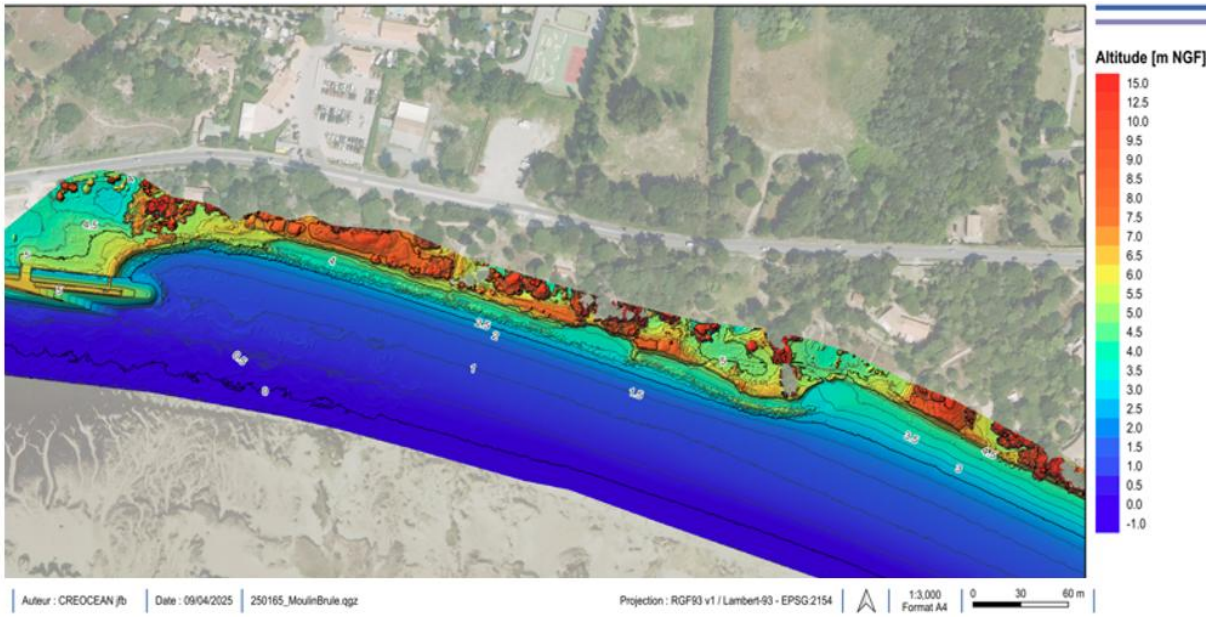


Figure 3-2 : Levé LIDAR de résolution spatiale de 1m, réalisé par le CD17 en mars 2025 [R10]

3.2.3. Modèle numérique de terrain final

Sur la base des données topo-bathymétriques fournies, des modèles numériques de terrain ont été créés dans l'objectif de réaliser des modélisations numériques de la zone étudiée :

- Le MNT du Pertuis Charentais, de grande échelle, composé des données bathymétriques HOMONIM (résolution de 22m), principalement utilisé dans le cadre des simulations hydrodynamiques MIKE.
- Le MNT de la plage du Moulin Brûlé, issu des données LIDAR de 2021 et 2025 ainsi que les topographies réalisées dans les suivis CASAGEC, pour les modélisations hydrosédimentaires.

- Produit Litto3D Nouvelle Aquitaine du SHOM (2020-2022) pour les petits fonds bathymétriques non couverts par les données LIDAR 2021 et 2025, utilisé pour les modélisations hydrosédimentaires.

Ces MNT ont ainsi servi à la construction des modèles numériques, en fonction du logiciel utilisé et de son fonctionnement.

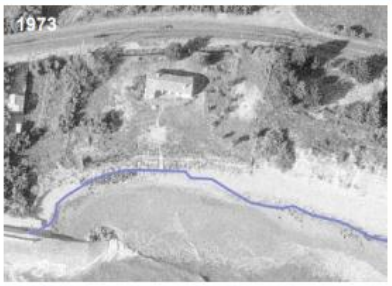
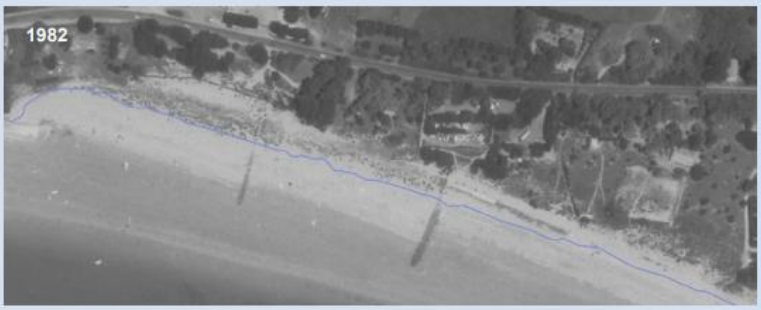
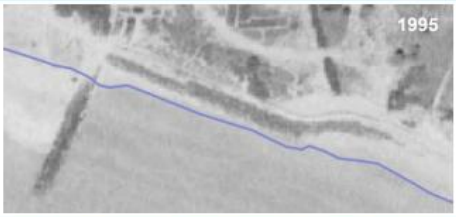
3.3. Evolution du trait de côte et des fonds bathymétriques

3.3.1. Historique des aménagements

La plage du Moulin Brûlé a connu, dans son histoire récente, la mise en œuvre de divers aménagements afin de lutter contre les phénomènes d'érosion et de recul du trait de côte. En effet, ce secteur est depuis longtemps sous-alimenté en sable, du fait notamment de la présence de la digue historique du Boutillon et d'épis en amont-dérive du système, à l'Ouest.

Ces ouvrages essentiels qui protègent la fine étendue terrestre séparant le Pertuis d'Antioche du Fier d'Ars, ainsi qu'un axe routier majeur de l'île, sont également à l'origine d'une sous-alimentation de la plage du Moulin Brûlé par modification de la dérive littorale et de la dynamique naturelle du trait de côte. Ce contexte anthropique mêlé à l'hydrodynamique tempétueuse de la zone a donc mené à la mise en place de divers ouvrages de protection au cours de ces 70 dernières années.

Sur la base de l'étude précédente proposée par Créocéan [R1] une liste de ces différents aménagements est présentée ci-dessous (Figure 3-3).

Date ou période	Historique des aménagements	Image correspondant à la période indiquée (Trait de côte de référence de 1950 en mauve)
Entre 1950 et 1980	**Recul du trait de côte** entre 0.5 et 1m/an	
Avant 1969 **Avant 1973**	Démarrage de la **protection de la propriété la plus à l'Ouest** : reprofilage et mesures douces (clôture/ganivelles ?) sur un linéaire de 70m visible sur l'image aérienne. **Protection de la propriété la plus à l'Ouest** : présence d'un **talus en enrochements** de 70m de long dans l'anse en aval-dérive du musoir du Boutillon (plusieurs types d'enrochements, réalisé en plusieurs fois ?) et enrochements en pied à l'extrémité du musoir de la digue du Boutillon	
Entre 1980 et 1982	- **Construction des deux épis en enrochements** de 48m (épi Ouest) et 56m (épi Est) de long avec l'épi Est plus large que l'épi Ouest. → **Phase d'accrétion du haut de plage en amont-dérive** des deux épis et progradation du cordon dunaire avec végétalisation. - **Construction du talus en enrochements en aval-dérive de l'épi Est** de 95m de long avec des enrochements en diorite (principalement) et en calcaire (zone correspondant au secteur 5 actuel) → Anticipation de **l'érosion en aval-dérive de l'épi Est** ou construction quelques mois plus tard pour empêcher le recul du trait de côté en aval-dérive de l'épi ?	
Entre 1991 et 1995	**Prolongement du talus en enrochements** en aval-dérive de l'épi Est de 40m en retrait par rapport à l'alignement du trait de côte (135 m de long au total).	
En 2003	- **Rechargement 20 000 m³ de sédiments sur la plage de la digue du Boutillon** issus du dragage du Banc du Bucheron (CD17/DDTM).	
En 2004-2005 (?)	- **Rechargement entre 180 000 et 210 000 m³ de sédiments** ((CD17/DDTM ; CASAGEC, 2019) issus du dragage du Fier d'Ars sur 800ml (300 000m³ prévus initialement) - **Démantèlement des épis** (≈15m sont laissés en haut plage et recouvert par le rechargement, et seront mis à nu à la suite de Xynthia). - **Mise en œuvre de mesures douces et de canalisation des accès** : ganivelles en haut de plage, pose de branchages sur les zones de sable nues et/ou plantation d'oyat, aménagement de cheminements et de 3 accès piéton dans les dunes.	

Entre 2009 et 2014	**Erosion progressive du trait de côte** et des aménagements entre 2004 et 2009 et recul notable à la suite de Xynthia, sur env. une quinzaine de mètres, et des tempêtes de 2013-2014.	
En janvier 2014	Mise en œuvre **talus en enrochements sur tout le linéaire** dans la cadre de travaux d'urgence, avec remblai marno-calcaire en arrière sur 260m de long et 4-5m de large sur le secteur S8, et 8-10m de large sur le secteur S10.	
Avril 2016	**Rechargement de la protection en enrochements** au niveau du point bas de l'ouvrage sur le secteur central au niveau de l'escalier, avec enrochements en diorite, géotextile et petits enrochements de sous-couche (enrochements de sous-couche < à 20cm) par Ré TP sous MO de la Commune (?)	
Juillet 2016	Mise en place d'un **escalier d'accès à l'estran** par l'ONF sous MO de la Commune/ Communauté de Communes de l'Ile de Ré.	
Déc 2016-Jan 2017	**Reprise de l'enrochement en aval-dérive du musoir du Boutillon** sur 30m à la côte 6.30m NGF et reprise partielle sur 40m à la cote 4.70-5.00 m NGF par La Verchéenne dans le cadre de la reconstruction de la digue du Boutillon.	
Octobre 2016	Filets Tri-X de 1m de haut mis en œuvre par l'ONF dans l'anse d'érosion à l'extrémité Est des enrochements (420m au total) sur 2 épaisseurs (l'une enterrées à -1.20m et l'autre dépassant de 70cm) puis d'une 3ème rangée début décembre 2016, la deuxième rangée ayant permis l'accumulation substantielle de sable. Comblement pendant l'hiver 2016-2017. (cf. photos page suivante)	
Juin 2017	Mise en œuvre de deux micro-épis en enrochements calcaire devant l'exutoire de la digue du Boutillon pour empêcher l'ensablement de l'exutoire, sans succès.	
Mars 2024	**Rechargement en sable - travaux urgent de 2600m3 sur 1300m2**	

Figure 3-3 : Evolution historique des aménagements sur la plage du Moulin Brûlé [R1]

3.3.2. Historique de l'évolution du trait de côte

L'historique et le retour d'expérience sur l'efficacité des différents ouvrages ou mesures de gestion douce mis en œuvre, combinés à l'analyse diachronique du trait de côte sur le long terme et à l'étude des niveaux de plage pour la période récente 2013-2019, ont permis de mettre en évidence les points suivants :

- Des apports de sable réguliers ont lieu par le biais de la dérive littorale. Ceux-ci ont été démontrés par le piégeage rapide de sable par les épis mis en œuvre dans les années 80 et par le batardeau provisoire dans le cadre des travaux de la digue du Boutillon et, dans une autre mesure, par le piégeage important de sable réalisé par l'épi du Boutillon plus à l'Ouest.
- Les apports de sable réguliers par le biais de la dérive littorale ne sont pas suffisants pour compenser les pertes hivernales normales et celles subies lors des tempêtes plus importantes.
- Pendant les périodes lors desquelles le trait de côte n'a pas fait l'objet de mesure de protection, le trait de côte a graduellement reculé de l'ordre de 0.80 m/an de 1950 à 1980, et de 2.5 m/an, de 2004-2005 à 2009 (à la suite de la mise en place du rechargement).
- Depuis que le trait de côte a été fixé par le talus en enrochements en 2014, le niveau de plage s'est abaissé d'environ 0.5 m sur la majeure partie de largeur de l'estran, soit de l'ordre de -0.10 m/an, en dehors de tout événement tempétueux majeur.



Figure 3-4 : Evolution et recul du trait de côte entre 1950 et 2018 [R1]

Malgré un taux d'évolution concluant à une relative stabilité sur la période d'analyse, on observe que l'évolution du trait de côte entre 1950 et 2018 a été marquée par une tendance à un recul progressif et a été soumise à des reculs important lors des tempêtes. Ces reculs n'ont été compensés que par des avancées du trait de côte liées à des interventions de gestion anthropique (épis, rechargement, etc.) sur des épisodes de temps restreints. Les relevés de CASAGEC réalisés dans le cadre de

« l'Observatoire du littoral de l'Ile de Ré » sur la période 2013-2020 [R2] permettent également de conclure sur un abaissement progressif du niveau de sable sur l'ensemble de la zone (zone des enrochements et plage à l'Est des enrochements) ainsi qu'à un fort recul du pied de dune en aval dérive de l'ouvrage depuis sa mise en place en 2014 (Figure 3-4 et Figure 3-5).

	Moulin Brulé							
	8	9	10	11	12	13	14	15
05-2013 / 05-2016	-3.2	10.3	7.9	6.5	8.6	-13.6	-6.3	-10.1
05-2016 / 05-2017	3.3	10.8	3.0	-5.1	-1.1	1.0	1.0	0.1
05-2017 / 10-2018	-0.4	-10.6	-3.6	0.2	0.0	1.9	0.3	0.2
10-2018 / 04-2019	0.4	0.0	0.8	1.1	1.3	2.7	0.9	-0.2
04-2019 / 05-2020	1.0	0.2	0.0	0.2	0.0	-9.0	-5.2	-0.2
Total	*1.1*	*10.7*	*8.1*	*2.8*	*8.8*	*-17.1*	*-9.2*	*-10.3*
	Stable							

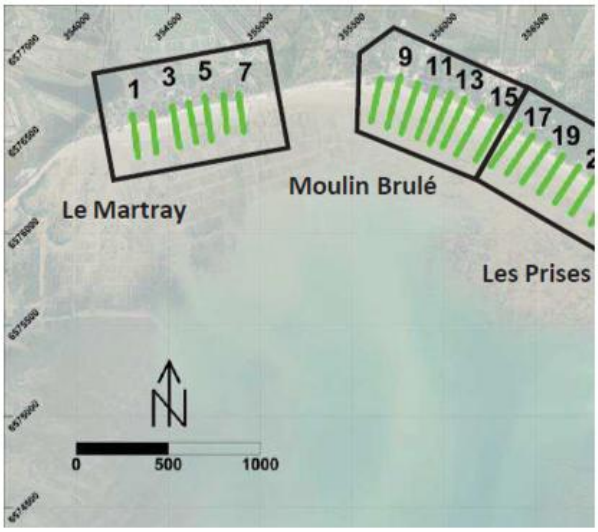


Figure 3-5 : Recul et avancée du trait de côte pour les profils 8 à 15 sur le secteur de Moulin Brûlé, sur la période 2013-2020 [R2]

3.3.3. Evolution topographique récente

Des levés LIDAR ont été réalisés par le Conseil départemental de la Charente-Maritime (CD17) [R10] et permettent de suivre, par une approche qualitative, l'évolution des volumes sédimentaires de la plage. Sur la Figure 3-6 ci-dessous, on remarque, sur la période 2021 - 2025, un net abaissement du niveau de la plage, notamment à l'Est de la zone qui a été protégée par les enrochements à partir de 2014. En effet, certaines zones du haut de l'estran présentent un recul marqué, pouvant dépasser 3 m en seulement quatre ans.

D'après l'étude [R2], le secteur de Moulin Brûlé est le plus affecté par le phénomène d'érosion, en comparaison des autres plages de l'Ile de Ré, avec une perte de près de 38000 m^3 de sable sur la période 2013 – 2020.

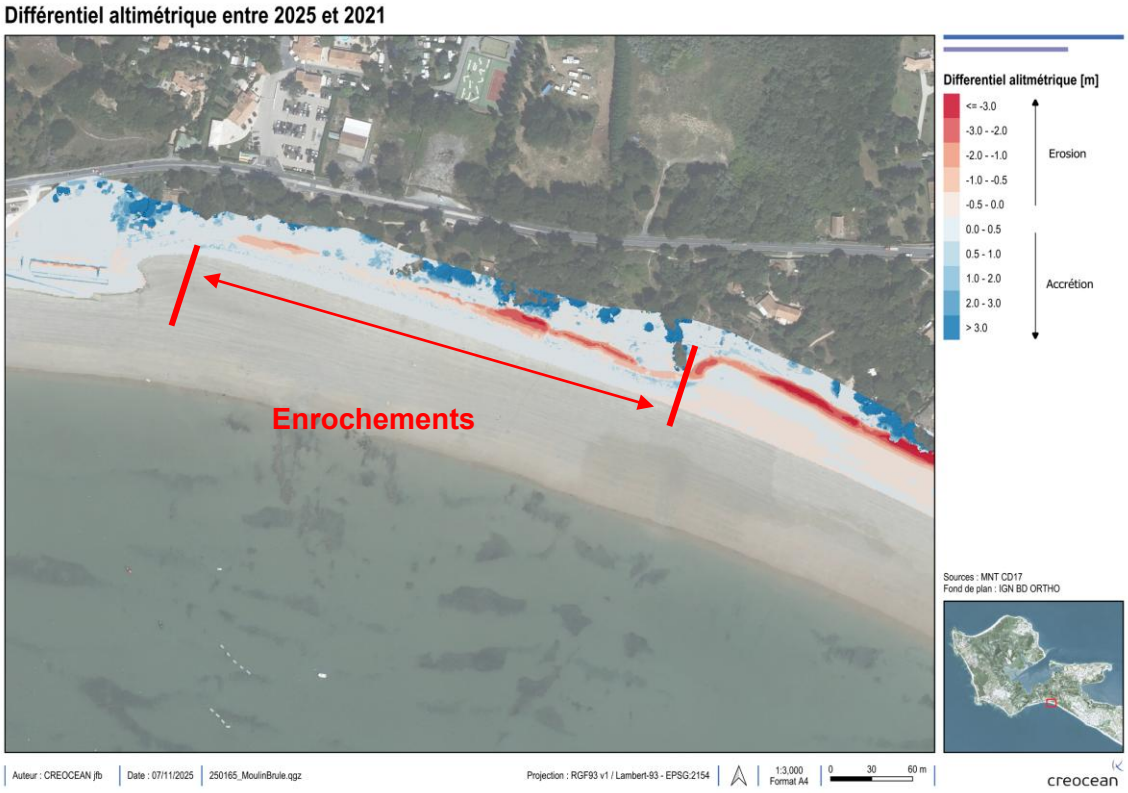


Figure 3-6 : Evolution topographique du secteur de Moulin Brûlé entre 2021 et 2025 (Créocéan, 2025)

Une autre façon de visualiser l'évolution de la plage du Moulin Brûlé se fait par le biais de profils altimétriques. La Figure 3-7 présente une évolution d'un profil altimétrique de la plage en fonction de la distance offshore au trait de côte, pour des points de levés orthogonaux au centre de l'ouvrage existant. Cette figure montre la forte érosion ayant mené à un abaissement altimétrique du haut de plage. On observe une tendance nette sur la période 2013-2019 sur les premiers 20 m du profil, malgré un engraissement sableux visible en 2016. Cette accrétion sédimentaire a fait suite à une intervention anthropique sur la digue du Boutillon (libération du sable stocké au niveau du batardeau provisoire), en amont-dérive du secteur de Moulin Brûlé. L'abaissement de la plage est également visible au niveau du pied de dune, avant l'intervention anthropique de 2016 (Figure 3-8).

Les photos de terrain confirment le recul et l'abaissement observés notamment au niveau du pied de dune et avec la destruction des ganivelles le protégeant (Figure 3-9).

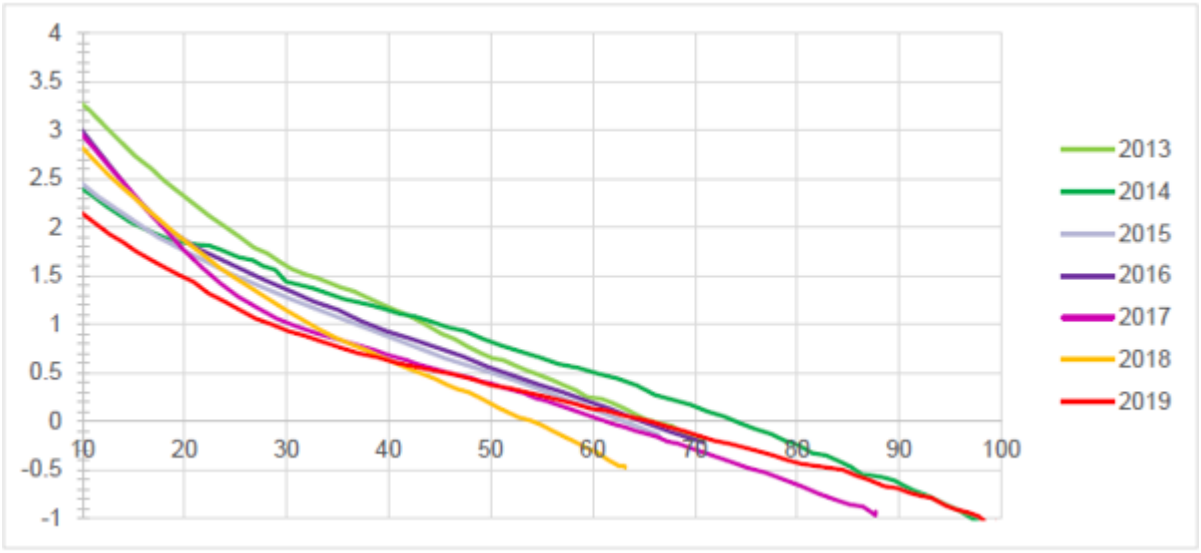


Figure 3-7 : Evolution du profil altimétrique de la plage du Moulin Brûlé entre 2013 et 2019

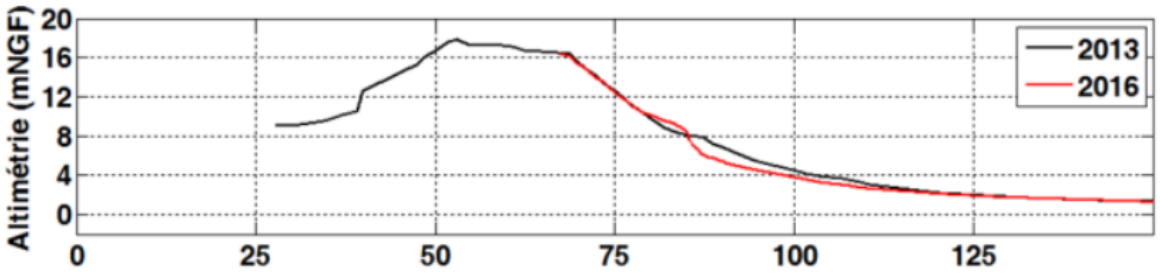


Figure 3-8 : Comparaison du profil altimétrique de la plage, sur la période 2013-2016, en aval dérive de l'ouvrage [R2]



Figure 3-9 : Comparaison des photographies du système dunaire sur la période 2013-2016 [R2]

3.4. Données sédimentologiques du site et recherche de source de sable pour les rechargements

3.4.1. Nature des sédiments côtiers

Une cartographie des sédiments côtiers est représentée ci-dessous sur la base des données du SHOM. On observe que les sédiments autour de l'Ile de Ré sont principalement vaseux ou silteux, alors que les sédiments sableux se situent sur les plages ou dans des stocks éparpillés autour de l'île (Figure 3-10). Sur cette figure sont présentés deux potentiels sites de gisement sableux : le Fier d'Ars et la Pointe de Sablanceaux. Les stocks sédimentaires sont relativement modérés au vu de la prédominance d'un substrat rocheux affleurant en subsurface, en particulier au Sud de l'ile, plus exposé aux houles d'Ouest.

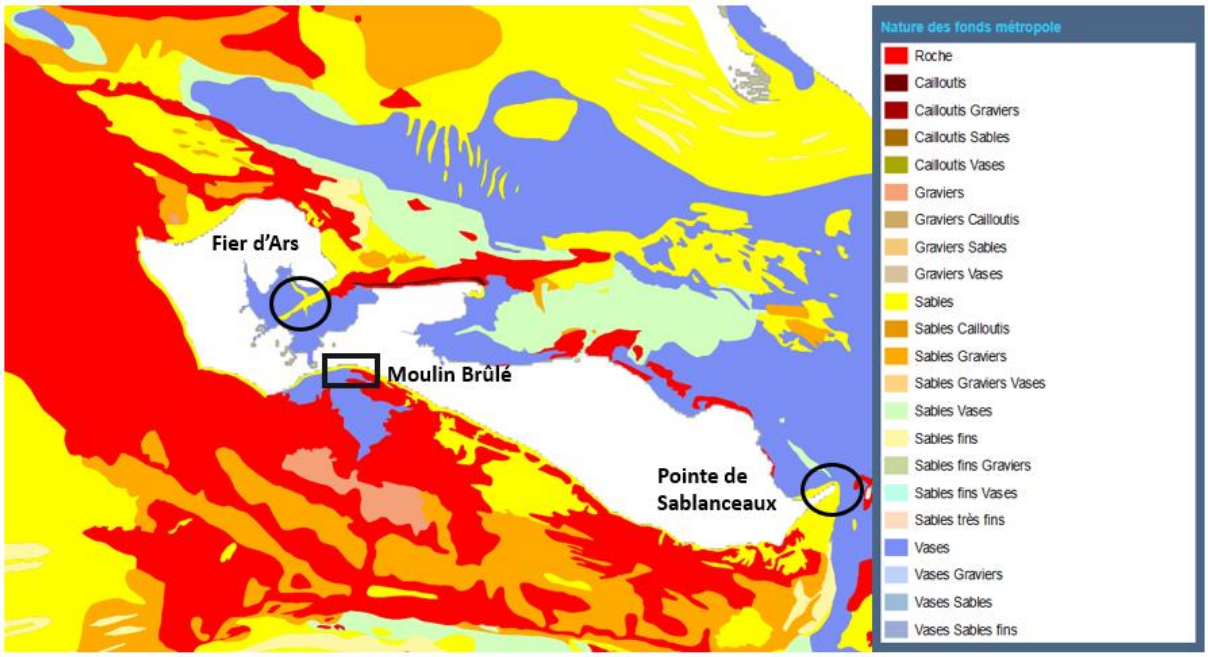


Figure 3-10 : Carte du SHOM de la répartition des sédiments dans la zone d'étude ainsi que des potentiels sites de prélèvements sédimentaires.

3.4.2. Nature des sédiments du site de Moulin Brûlé

Dans le cadre de l'AVP initial, des analyses sédimentaires ont été réalisées par le laboratoire Qualyse sur la plage du Moulin Brûlé, afin de caractériser la nature des sables présents et en prévision du rechargement de sable prévu. Deux types d'analyses ont été effectuées :

- Taille des sédiments – granulométrie complète et masse volumique ;
- Qualité des sédiments – pH, teneur en matière organique totale et teneur en matière sèche.

En tout, ce sont six prélèvements qui ont été effectués sur la plage de Moulin Brûlé (Figure 3-11).



Figure 3-11 : Points de prélèvements pour analyses granulométriques sur la plage du Moulin Brûlé

Dans le cadre de cette étude, connaître la granulométrie des sédiments présents sur le site de Moulin Brûlé est particulièrement important pour le dimensionnement du rechargement. En effet, l'identification du type de sable, de sa granulométrie est primordiale pour évaluer la compatibilité avec le sable d'apport de rechargement et les quantités de sables d'apport nécessaires.

Les différentes analyses de laboratoire (Tableau 3-1 et détaillées en Annexe 1) montrent que les sédiments composants la plage se caractérisent de la façon suivante :

- Sables de moyenne taille, c'est-à-dire de taille comprise entre 250 µm et 500 µm, à l'exception du point P3a composé de sable grossier ;
- Grains moyennement triés (1,62 < σ < 2 µm) ou faiblement triés (2 < σ < 4 µm) ;
- Fraction sédimentaire dominante principalement grossière (0,1 µm < Sk < 0,3).

Tableau 3-1 : Données granulométriques de la plage du Moulin Brûlé issue de l'analyse GRADISTAT (méthode géométrique de Folk and Ward, 1957), réalisée par le laboratoire Qualyse

Point	Taille des grains		Sorting		Skewness	
	d_{50} (µm)	Classe sédimentaire	σ (µm)	Tri sédimentaire	Sk (µm)	Fraction dominante
P1a	348.9	Sable moyen	1.871	Modéré	0.176	Grossière
P1b	322.7	Sable moyen	2.393	Faible	0.354	Grossière
P2a	406.6	Sable moyen	2.181	Faible	0.102	Grossière
P2b	233.7	Sable moyen	1.867	Modéré	0.354	Grossière
P3a	1475.6	Sable grossier	2.05	Faible	-0.393	Fine
P3b	304.3	Sable moyen	1.698	Modéré	0.137	Grossière

Des relevés antérieurs, par carottage géotechnique, avaient également été menés par GEOTEC France en 2013 [R3] au niveau de la digue du Boutillon. Les analyses concluaient alors sur le fait que des épaisseurs de sables, plus ou moins grossiers (0,0625-2 mm), composaient l'estran faisant face à la digue du Boutillon sur 2 à 7 mètres d'épaisseur, au-dessus du substrat marno-calcaire.

Enfin, les analyses chimiques des sables du secteur de Moulin Brûlé concluent sur l'absence de dépassement des seuils réglementaires concernant la présence de polluants.

3.4.3. Recherche de gisements sédimentaires naturels

3.4.3.1. Potentiels sites de prélèvements

Afin de réaliser le rechargement en sable prévu, une sélection de gisements sableux a été effectuée sur la base des arguments suivants :

- Site en accrétion et disposant d'un stock sédimentaire suffisant ;
- Granulométrie des sédiments équivalente ou supérieure à celle du site de rechargement ;
- Absence de mélanges sablo-vaseux et de polluants ;
- Faible distance au site de rechargement.

Ainsi, sur la base de données et analyses existantes, deux sites au fort potentiel ont été sélectionnés puis investigués plus en détail :

- La pointe de Sablanceaux ;
- Le Fier d'Ars.

3.4.3.1.1. La pointe de Sablanceaux

Différents bancs sableux ont été étudiés au cours des dernières années dans le cadre de « L'observatoire du littoral de l'Île de Ré » [R2]. A la suite de la lecture des conclusions sur la dynamique de ces différents stocks sédimentaires, un site ressort comme particulièrement adapté : la pointe de Sablanceaux. Située à l'extrémité Est de l'île, cette flèche sableuse possède la particularité d'être en accrétion et ce depuis 1824 au moins (Figure 3-12). Elle s'allonge de plusieurs mètres par an, pour une accumulation de 38 000 m^3 de sable entre 2013 et 2020.

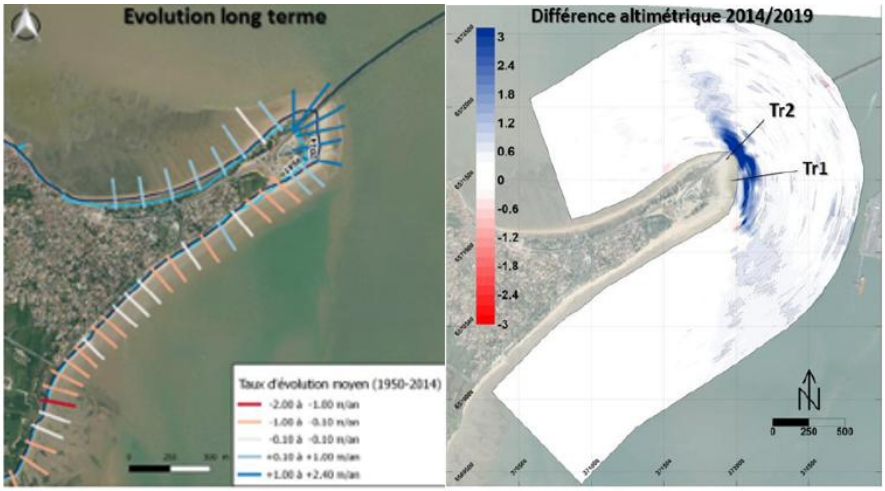


Figure 3-12 : Evolution historique de l'accrétion de la pointe de Sablanceaux (à gauche) et évolution topographique récente (à droite) [R2].

3.4.3.1.2. Le Fier d'Ars

Une seconde zone d'intérêt située au Fier d'Ars a également été étudiée par Créocéan lors d'une étude de rechargement sédimentaire en 2002 [R5]. Ce site est alimenté par des sédiments issus de la dérive littorale venant du Nord-Ouest. Des courants de marée contribuent également à déposer des sables au sein d'une barre de flot située au niveau de la passe d'entrée de la baie, ainsi que dans le reste du chenal d'écoulement principal.

Le principal avantage de ce stock sédimentaire est de se situer à proximité du site de rechargement, soit à environ 2 km de la plage du Moulin Brûlé. Les échantillonnages menés par Créocéan en 2002 montrent que cette zone se composait alors d'une vaste accumulation sableuse de 2 à 3 m d'épaisseur, située au sein de son chenal principal [R4].

3.4.3.2. Analyses réalisées sur ces gisements

Des analyses sédimentaires ont été réalisées par le laboratoire Qualyse au niveau de la flèche sableuse de la pointe de Sablanceaux et de la rive Nord du Fier d'Ars (Figure 3-10) dans le cadre de l'AVP initial.

Comme pour la plage du Moulin Brûlé, deux types d'analyses ont été effectuées :

- Taille des sédiments – granulométrie complète et masse volumique ;
- Qualité des sédiments – pH, teneur en matière organique totale et teneur en matière sèche.

En tout, ce sont six prélèvements qui ont été effectués pour chaque site (Figure 3-13 et Figure 3-14).

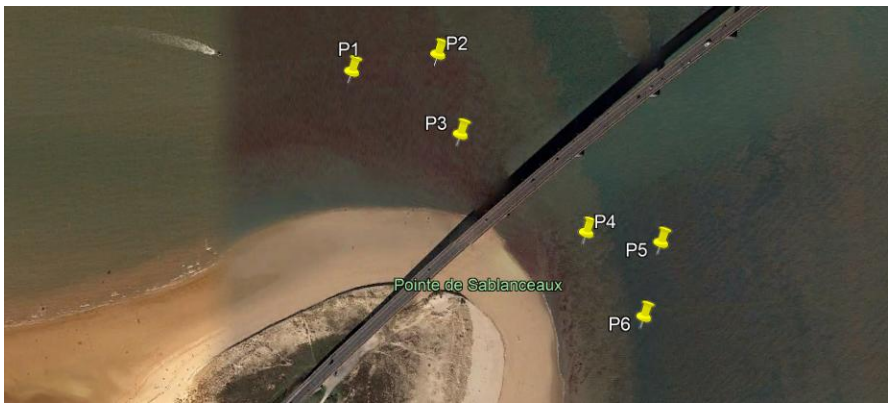


Figure 3-13 : Localisation des points de prélèvements au niveau de la Pointe de Sablanceaux



Figure 3-14 : Localisation des points de prélèvements au niveau du Fier d'Ars

3.4.3.2.1. Données granulométriques

Les résultats issus de l'analyse granulométrique statistique GRADISTAT des deux sites de prélèvements sont présentés ci-dessous (Tableau 3-2 et détaillées en Annexe 1). D'une manière générale, les deux sites se composent des sédiments suivants :

- Sables de moyenne taille, c'est-à-dire de taille moyenne comprise entre 250 µm et 500 µm ;
- Grains modérément bien triés (1,41 < σ < 1,62 µm) ;
- Fraction sédimentaire dominante plutôt grossière pour le site de Sablanceaux (0,1 µm < Sk < 0,3 µm) et symétrique pour le site du Fier d'Ars (-0,1 µm < Sk < 0,1 µm).

Bien que la nature sédimentaire entre ces deux sites soit relativement équivalente, des différences notables peuvent être observées quant aux valeurs du diamètre médian d_{50} pour les deux zones : le diamètre médian des grains de sables du Fier d'Ars, équivaut à 359 µm contre 248 µm pour le site de Sablanceaux. Plus précisément, le point P6 situé au sein du chenal d'écoulement, du Fier d'Ars comporte les meilleures caractéristiques avec un d_{50} d'environ 460 µm.

Tableau 3-2 : Données granulométriques issue de l'analyse GRADISTAT (méthode géométrique de Folk and Ward, 1957), réalisée par le laboratoire Qualyse.

Point	Taille des grains		Sorting		Skewness	
	d_{50} (µm)	Classe sédimentaire	σ (µm)	Tri sédimentaire	Sk (µm)	Fraction dominante
Pointe de Sablanceaux						
P1 P2 P3	210.1	Sable fin	3.256	Faible	1.048	Fine
P4	255.2	Sable moyen	1.605	Modéré	0.158	Grossière
P5	270	Sable moyen	1.995	Modéré	0.377	Très grossière
P6	256.4	Sable moyen	1.604	Modéré	0.160	Grossière
Fier d'Ars						
P1	320.5	Sable moyen	1.5	Modéré	0.004	Symétrique
P2	339.2	Sable moyen	1.481	Modéré	0.099	Symétrique
P3	320.3	Sable moyen	2.242	Faible	-0.352	Fine
P4	415.9	Sable moyen	1.467	Modéré	0.065	Symétrique
P5	299.8	Sable moyen	1.544	Modéré	0.031	Symétrique
P6	459.7	Sable moyen	1.476	Modéré	0.073	Symétrique

3.4.3.2.2. Analyses chimiques

Les analyses chimiques des échantillons sédimentaires récoltés sur les deux sites d'études ne montrent aucun dépassement des teneurs en polluants pour les différents seuils fixés, aussi bien pour le secteur de Sablanceaux que pour celui du Fier d'ars.

3.4.3.3. Conclusions sur les gisements naturels

Les analyses récentes menées sur les deux sites d'études mènent à confirmer le potentiel sédimentaire des deux gisements du Fier d'Ars et de la pointe des Sablanceaux en vue d'un rechargement, du fait de plusieurs critères :

- Absence de teneurs élevées en polluants et matières organiques ;
- Taille et nature des sables (sables moyens) acceptables par rapport à ceux de la plage du Moulin Brûlé, plus particulièrement pour le site du Fier d'Ars.

Le site du Fier d'Ars présente de meilleures caractéristiques liées à des tailles de grains plus élevées, se rapprochant de celles des sables de la plage de Moulin Brûlé. En particulier le P6 et P4 de ce secteur, situés au Nord du chenal d'écoulement du Fier d'Ars, dont le diamètre médian est supérieur à une partie des sables de la plage du Moulin Brûlé.

Cependant, le prélèvement de sable sur ces deux gisements soulève une difficulté majeur : il nécessiterait une demande d'autorisation, réalisée dans le cadre d'une étude spécifique et s'appuyant notamment sur des études hydrosédimentaires lourdes. L'élaboration de ces études et l'instruction de la demande rallongeraient de plusieurs années la mise en œuvre du rechargement. Par ailleurs, les coûts de mobilisation des équipements nécessaires au dragage et à l'acheminement de sable issus de ces gisements seraient disproportionnés par rapport aux volumes à mettre en œuvre. Ainsi, pour éviter ces procédures règlementaires et réduire les coûts, une solution alternative est proposée dans le paragraphe suivant.

3.4.4. Gisement alternatif : sable de carrière

La sablière de la Rochelle (Sablimaris/Heidelberg materials) extrait des granulats marins dans le Pertuis d'Antioche. Ces granulats sont ensuite triés et les différentes fractions sont commercialisées. Créocéan s'est procuré en 2025, un échantillon de sable pour réaliser une analyse granulométrique. Les résultats sont présentés dans la figure ci-dessous.

L'échantillon montre une proportion notable de sable grossier (supérieur à 2mm), représentant environ 24 % de l'échantillon et près de 37 % des sédiments ont une granulométrie comprise entre 0,315 mm et 0,63 mm ce qui correspond à des sédiments fins.

Afin d'évaluer la compatibilité du gisement avec la plage de Moulin Brûlé, une comparaison des distributions granulométriques est donnée Tableau 3-3. Cette comparaison met en évidence que le sable de la sablière est globalement plus grossier que celui de Moulin Brûlé. La granulométrie médiane y est de 0,693 mm ce qui est supérieur à celui du sable natif de la plage (0,323 mm). Ces résultats confirment la compatibilité du sable de la carrière pour un rechargement sédimentaire, un matériau plus grossier étant recherché afin de garantir une meilleure stabilité du rechargement et de limiter les pertes de sédiments à court terme.

Tableau 3-3 : Comparaison des répartitions granulométrique entre les sables de la sablière et du site d'étude.

	D16 (mm)	D50 (mm)	D84 (mm)
Sable de la sablière	0.851	0.693	0.536
Site de Moulin Brûlé	0.786	0.323	0.180

Ce sable commercialisé a déjà été utilisé sur l'île de Ré, pour les travaux de rechargement de plage à la Flotte en 2021. L'acheminement se ferait par voie terrestre depuis le port de la Rochelle, par des remorques de 30t.

3.5. Niveaux d'eau

3.5.1. Composantes du niveau de la mer

Les variations du niveau de la mer peuvent se décomposer comme suit :

- La marée astronomique ;
- Les surcotes / décotes météorologiques, résultant de l'action du vent et de la pression barométrique sur la surface libre ;
- Les seiches côtières qui sont des ondes basse-fréquence, de période allant de 10 à 15 minutes, générées par de brusques variations météorologiques ;
- Les ondes infragravitaires littorales, générées par le groupement des vagues et/ou leur déferlement, de période allant de 25 à 250 secondes environ ;
- L'action des vagues, qui peuvent générer par déferlement sur les plages des ondes basse-fréquence et une surélévation du niveau moyen (set-up).

3.5.2. Evolution à long terme du niveau moyen de la mer

L'évolution à long terme du niveau moyen des mers due au changement climatique est un phénomène étudié par le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat (GIEC). Le dernier volet du rapport AR6 du GIEC (sorti le 28 février 2022) qui fait suite au rapport spécial intitulé « Le changement climatique, les océans et la cryosphère » publié en septembre 2019, présente les derniers résultats des différents modèles jusqu'à l'horizon 2100 [R8].

Dans l'AR6, sur la base de cinq hypothèses différentes concernant la quantité de gaz à effet de serre qui sera émise dans les années à venir, chaque scénario donne une variante jugée probable du climat qui résultera du niveau d'émission choisi comme hypothèse de travail. Les estimations de hausse du niveau des mers globale à l'échelle mondiale par rapport au niveau 1995-2014 et à l'échéance 2100 varient de la façon suivante selon les scénarios :

- +0,28 à 0,55 m pour le scénario SSP1-1.9 ;
- +0,32 à 0,62 m pour le scénario SSP1-2.6 ;
- +0,44 à 0,76 m pour le scénario SSP2-4.5 ;
- +0,63 à 1,01 m pour le scénario SSP5-8.5.

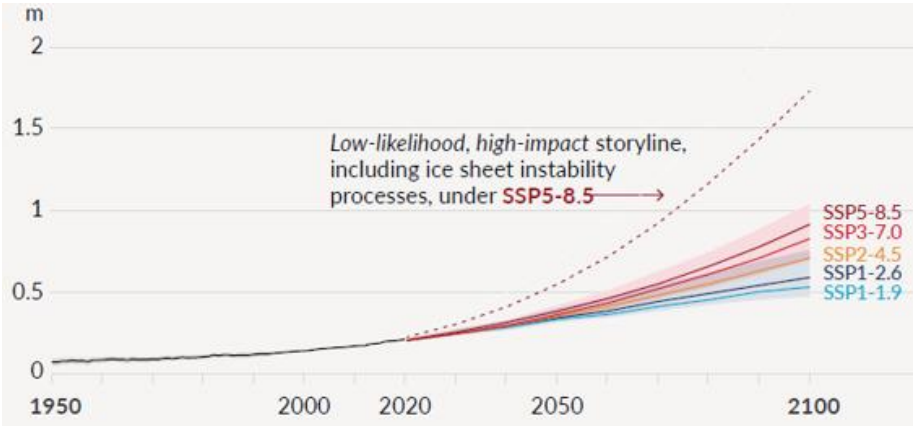


Figure 3-15 : Scénarios d'élévation du niveau moyen de la mer [R8]

Il est à noter que toutes les observations actuelles tendent à confirmer l'apparition du scénario le plus pessimiste (SSP5-8.5). C'est donc le scénario SSP5-8.5 initial qui est retenu dans cette étude et est

appliqué localement à la façade Atlantique (Figure 3-15). Ainsi, les valeurs d'élévation du niveau marin sous l'effet du changement climatique à prendre en compte sont celles présentées dans le tableau ci-dessous (Tableau 3-4). Dans le cadre de cette étude, un scénario à +50 ans depuis 2020 (horizon 2070) est retenu.

Tableau 3-4 : Valeurs d'élévation du niveau moyen des mers pour différents horizons, par rapport à l'année 2020 [R8]

Horizon	Année	Valeur basse	Valeur médiane	Valeur haute
20 ans	2040	+0.05 m	+0.11 m	+0.16 m
50 ans	2070	+0.24 m	+0.36 m	+0.49 m
100 ans	2120	+0.65 m	+1.01 m	+1.36 m

3.5.3. Marée astronomique

La marée astronomique à Saint-Martin-de-Ré (port avec marégraphe le plus proche) est de type semi-diurne. L'ouvrage Références Altimétriques Maritimes du SHOM [R7] renseigne les niveaux d'eau astronomiques à Saint-Martin-de-Ré :

- Plus Hautes Mers Astronomiques (PHMA) = + 3.22 m NGF
- Pleines Mers de Vives-Eaux (PMVE) = + 2.50 m NGF
- Pleines Mers de Mortes-Eaux (PMME) = + 1.35 m NGF
- Niveau Moyen (NM) = + 0.32 m NGF
- Basses Mers de Mortes-Eaux (BMME) = - 1.05 m NGF
- Basses Mers de Vives-Eaux (BMVE) = - 2.55 m NGF
- Plus Basses Mers Astronomiques (PBMA) = - 3.36 m NGF

3.5.4. Niveaux extrêmes et surcote

Le marnage étant conséquent sur la côte Atlantique, les niveaux extrêmes sont principalement caractérisés par des marées astronomiques de fortes amplitudes et forts coefficients. Il faut également ajouter à ce paramètre astronomique les possibles surcotes du plan d'eau dues aux conditions atmosphériques contrôlées par les dépressions et tempêtes des latitudes moyennes.

Ces événements, principalement hivernaux, se caractérisent par de forts vents d'Ouest qui poussent les masses d'eau vers la côte, accompagnés d'une diminution de la pression atmosphérique entraînant un rehaussement du plan d'eau.

L'ouvrage du CEREMA « Niveaux marins extrêmes – Ports de métropole » rédigé en 2018 [R9] présente une analyse statistique des valeurs extrêmes de niveaux d'eau sur 27 sites répartis le long du littoral métropolitain. Les valeurs indiquées ci-après en sont directement issues.

3.5.4.1. Valeurs remarquables observées

La durée d'observation cumulée des niveaux d'eau à La Rochelle (donnée marégraphique la plus proche) est de 31.7 années, elle s'étale de 1941 à 2016. Les surcotes et niveaux les plus élevés enregistrés au cours de cette période sont les suivants :

Tableau 3-5 : Surcotes et Niveaux de pleine-mer extrêmes observés à La Rochelle [R9]

Surcote		Niveau d'eau interpolé	
Date	Surcote PM (m)	Date	Niveau PM (m NGF)
28/02/2010	1.50	28/02/2010	4.49
16/12/2011	0.93	11/01/1978	3.71
08/12/2006	0.91	01/11/1967	3.61
13/11/2002	0.89	31/12/1978	3.58
13/01/1943	0.85	03/03/2014	3.56
06/11/1967	0.79	28/03/1979	3.54
24/01/2009	0.79	01/02/2014	3.50
12/01/1943	0.78	24/10/1999	3.48
15/12/1979	0.76	29/03/1979	3.48
12/01/1969	0.73	29/01/1979	3.48

Ce tableau montre une décorrélation entre les événements de forte surcote et les événements de fort niveau d'eau. Ceci est dû à la probabilité de concordance entre amplitude de la marée (coefficient et horaire) et intensité du phénomène tempétueux.

3.5.4.2. Estimation des valeurs extrêmes

Des estimations des valeurs extrêmes du niveau d'eau (m NGF) ont été établies par une méthode de convolution de la distribution des hauteurs de marée PM avec la distribution des surcotes.

Tableau 3-6 : Ajustement statistique des valeurs de niveau d'eau extrême à La Rochelle [R9]

Période de retour	Niveau PM	Int. Conf. 70%	Int. Conf. 95%
1 an	3.4 m NGF	/	/
5 ans	3.54 m NGF	3.52 m à 3.56 m NGF	3.51 à 3.58 m NGF
10 ans	3.63 m NGF	3.6 m à 3.66 m NGF	3.58 m à 3.7 m NGF
20 ans	3.72 m NGF	3.68 m à 3.77 m NGF	3.66 m à 3.83 m NGF
50 ans	3.84 m NGF	3.79 m à 3.92 m NGF	3.75 m à 4.03 m NGF
100 ans	3.93 m NGF	3.86 m à 4.04 m NGF	3.81 m à 4.2 m NGF

3.5.5. Niveaux de projet retenus

Les niveaux extrêmes à considérer sont définis par le cumul des paramètres suivants :

- Le niveau de tempête extrême ;
- L'élévation du niveau marin à l'horizon 2070 (+50 ans).

Afin d'étudier des phénomènes de manière conservative mais réaliste, nous proposons :

- Pour les valeurs de niveaux de tempêtes extrêmes : valeurs hautes de l'intervalle de confiance à 95% ;
- Pour la valeur d'élévation du niveau marin sous l'effet du changement climatique : valeur médiane du scénario pessimiste SSP5-8.5, soit +0.36 m à échéance 50 ans.

Ainsi, les niveaux d'eau de projet à retenir sont présentés dans le Tableau 3.4.

Tableau 3-7 : Niveaux d'eau de projet à retenir, incluant les effets du changement climatique

Période de retour	Niveau d'eau extrême	Surélévation due au changement climatique	Niveau de projet
Niveau moyen 2070	+0.317 m NGF	+0.36 m NGF	+0.677 m NGF
Niveau extrême 1 an en 2070	+3.4 m NGF	+0.36 m NGF	+3.76 m NGF
Niveau extrême 5 ans en 2070	+3.58 m NGF	+0.36 m NGF	+3.94 m NGF
Niveau extrême 10 ans en 2070	+3.7 m NGF	+0.36 m NGF	+4.06 m NGF
Niveau extrême 20 ans en 2070	+3.83 m NGF	+0.36 m NGF	+4.19 m NGF
Niveau extrême 50 ans en 2070	+4.03 m NGF	+0.36 m NGF	+4.39 m NGF
Niveau extrême 100 ans en 2070	+4.2 m NGF	+0.36 m NGF	+4.56 m NGF

3.6. Hydrodynamique

Les données relatives à la houle ont un double intérêt dans le cadre de cette étude. On peut distinguer deux types de dynamique de houle en fonction des objectifs de modélisation et de dimensionnement suivants :

- Houles extrêmes : dimensionnantes pour la stabilité des épis et la durabilité du rechargement dans le temps ;
- Houles fréquentes : déterminent la dynamique sédimentaire dans la zone et donc l'efficacité des futurs aménagements à capter les sédiments.

Afin d'extraire les différents paramètres physiques caractéristiques de la houle (Hs, Dir, Tp), une analyse statistique a été réalisée sur la base des données du modèle HOMERE. Deux points d'extraction ont été analysés :

- Point au large : permet l'analyse des houles au large afin de réaliser, au sein du modèle hydrodynamique MIKE, une propagation de houles extrêmes à l'échelle de l'île de Ré.
- Point local : permet l'analyse des houles fréquentes au droit du secteur de Moulin Brûlé, dans le but de mettre en place un modèle local GENESIS de transport sédimentaire.

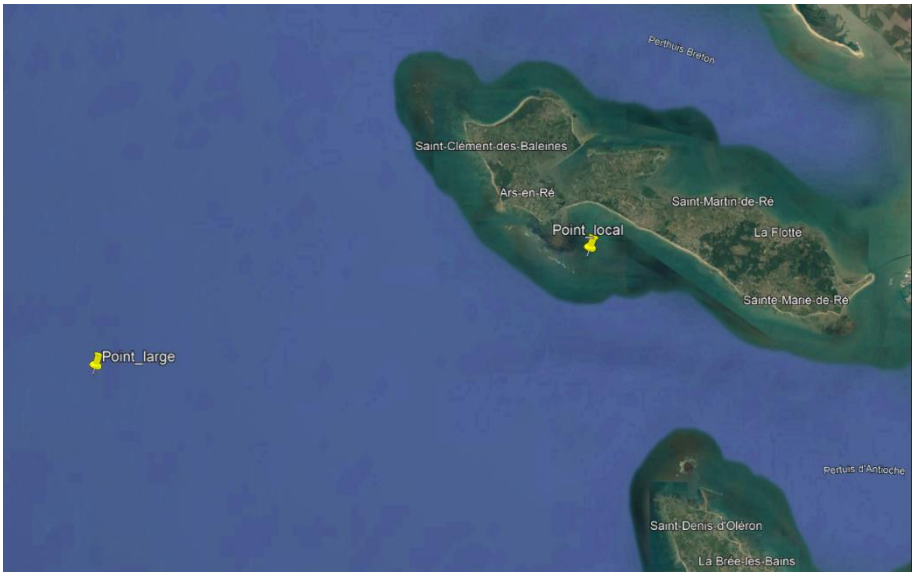


Figure 3-16 : Localisation des points d'extraction de houles (base de données HOMERE)

3.6.1. Houles extrêmes du large

Cette partie analyse les conditions de houle les plus pénalisantes vis-à-vis de l'agitation aux abords de la zone d'étude, une analyse détaillée des conditions de houle a été faite au niveau du point situé au large.

La rose des houles et les corrélogrammes au point d'extraction montrent que :

- Le secteur Ouest-Sud-Ouest à Ouest-Nord-Ouest est le secteur le plus dominant avec plus de 75%, les houles les plus énergétiques enregistrées sont issues de ce secteur ;
- Globalement les périodes de houles sont comprises entre 8s et 15s, les houles les plus longues peuvent attendre 22 s ;
- Les périodes de pic les plus longues sont observées pour les évènements d'Ouest.

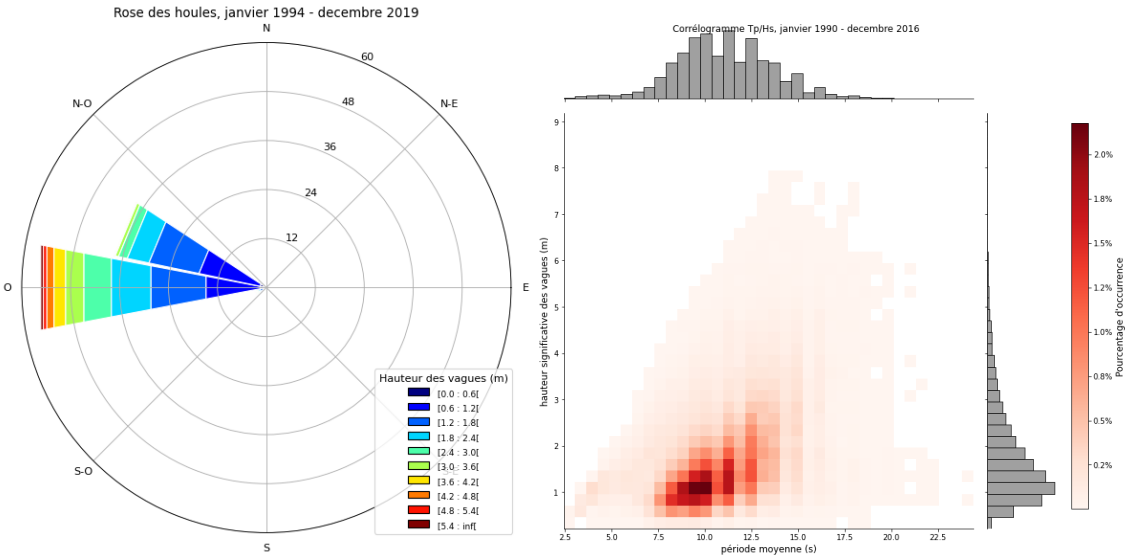


Figure 3-17 : Rose des houles aux coordonnées 46.11°N/1.84°O et tableau de corrélation HS/TP - point HOMERE de coordonnées : 46.11°N/1.84°O

Une approche d'analyse de valeurs extrêmes a également été utilisée ici, elle s'appuie sur la méthode POT (Peaks-Over-Threshold). Elle consiste à adapter une loi de distribution de type Weibull, Pareto, ou exponentielle aux valeurs maximums de pics au-dessus d'un seuil pour chaque évènement de tempête et à calculer les valeurs de retour en tenant compte du taux d'occurrence des dépassements du seuil. Le tableau ci-dessous récapitule les différentes périodes de retour calculées.

Tableau 3-8 : Synthèse des périodes de retour du point HOMERE au large

Période de retour	Hauteur de houle
1 an	6.82 m
5 ans	7.98 m
10 ans	8.38 m
20 ans	8.76 m
30 ans	8.95 m
50 ans	9.18 m
100 ans	9.46 m

3.6.2. Houles fréquentes à la côte

L'analyse statistique des données de houle à proximité du secteur de Moulin Brûlé, permet de déterminer le régime de vagues contrôlant le transport sédimentaire littoral à long terme. En particulier, cette analyse permet d'obtenir la direction principale des houles, élément essentiel qui détermine la direction de la dérive littorale (Figure 3-18).

La rose des houles au niveau du point local indique une direction principale Sud-Ouest à Sud, ce qui peut s'expliquer par la faible profondeur des fonds au droit de la plage du Moulin Brûlé. Les houles principales d'Ouest du large sont réfractées à leur arrivée sur l'estran, perdent en vitesse, et s'alignent sensiblement face au trait de côte.

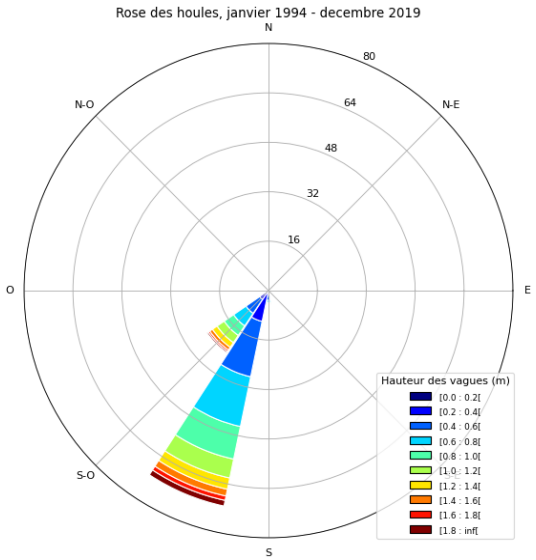


Figure 3-18 : Rose des houles HOMERE pour le point au large à gauche et le point local à droite

3.7. Courantologie

D'une façon générale, la zone d'étude concentre des courants puissants induits par l'action combinée des marées et des vagues. En effet, on distingue l'impact de ces deux types de courants sur le transport sédimentaire :

- Les courants orbitaux générés par le déplacement des vagues, dont la capacité érosive est puissante mais limitée en profondeur. Ainsi, l'action des vagues est dominante à proximité du rivage ;
- Les courants de marée sont quant à eux dominants sur tout le reste de l'estran profond, du fait d'une bonne conservation des vitesses sur la profondeur.

Ainsi, dans le cadre de cette étude, le principal courant à prendre en compte est celui de la dérive littorale qui induit des déplacements sédimentaires des sables du haut de plage. Les courants de marée moins puissants auront un impact quant à eux sur les bancs sablo-vaseux de l'estran. L'étude de ces courants est nécessaire afin d'exclure les risques d'affouillement aux pieds des futurs épis.

Dans le cas de Moulin Brûlé, la vitesse maximale des courants de marée est très faible sur ce site, du fait de la forme concave du rivage et de la faible profondeur de l'estran (Figure 3-19). On peut donc finalement considérer le rôle de ces courants comme négligeable sur le transport sédimentaire local.

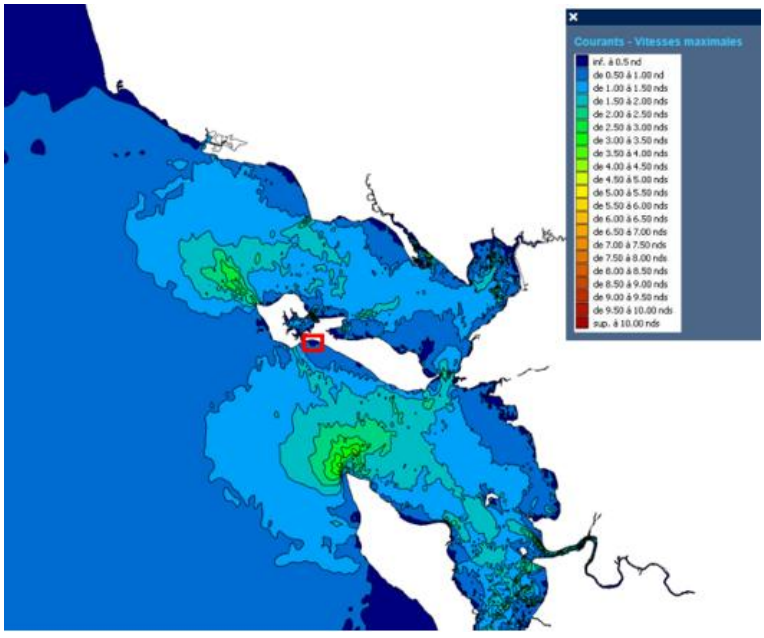


Figure 3-19 : Cartographie des courants de la zone d'étude par le SHOM

3.8. Vents

Les vents dominants proviennent de tout le secteur Ouest (> 7.5 m/s) et sont initiateurs des houles océaniques [R4] (Figure 3-20). Les vents plus faibles en provenance de l'Est (< 7.5 m/s) ont un fetch bien plus court et peuvent générer épisodiquement des mers de vents au sein de la baie.

Le secteur de Moulin Brûlé est ainsi principalement impacté par des houles océaniques d'Ouest et Sud-Ouest, et d'une façon secondaire par des mers de vents de Sud-Est.

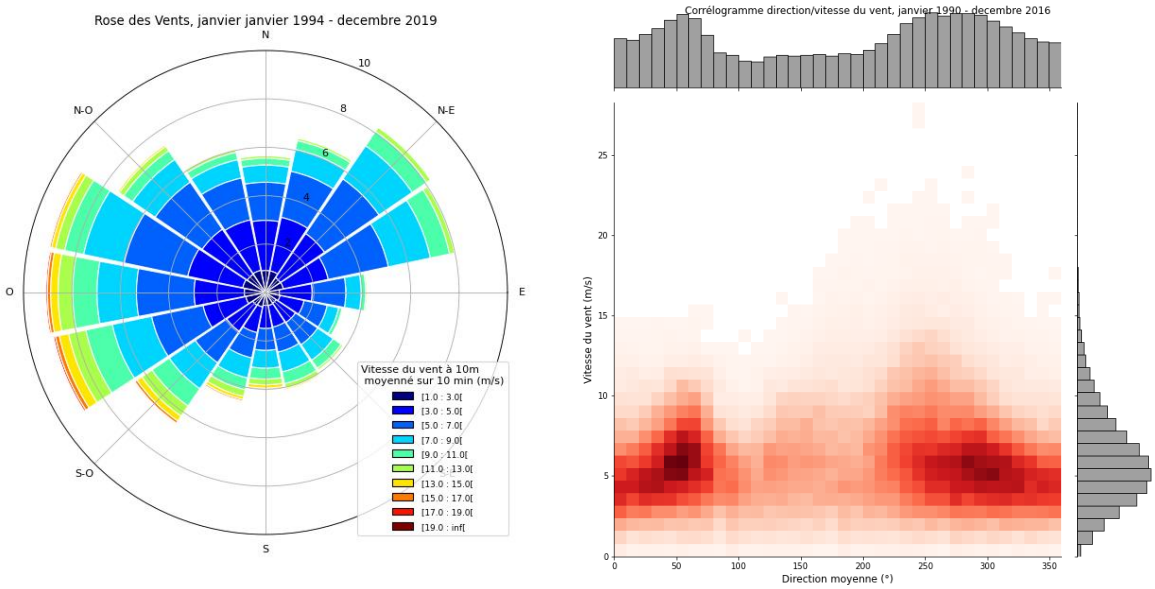


Figure 3-20 : Rose des vents et corrélogramme direction/vitesse du vent, au niveau du point local.

3.9. Contexte sismique

Le risque sismique se définit comme une analyse croisée :

- De l'aléa sismique, défini par la réglementation (décret 2010-1255 du 22 octobre 2010 sur le zonage sismique) ;
- Des enjeux, caractérisés par la catégorie d'importance des ouvrages ;
- De la vulnérabilité des ouvrages, définis par des arrêtés spécifiques en fonction du type de structure. Des arrêtés existent pour les bâtiments et les ponts mais pas pour les ouvrages portuaires.

Dans le cadre de cette étude, le contexte sismique ne présente pas un intérêt primordial mais nécessite tout de même d'être étudié. En effet, des événements sismiques dans la zone pourraient nuire à la stabilité des aménagements, par déstabilisation des enrochements composants les épis et par liquéfaction des sables humides. De plus, de potentiels séismes sous-marins peuvent entraîner la formation de raz-de marée.

La figure ci-contre du zonage sismique de la France nous montre que le risque en Charente Maritime est non négligeable car considéré comme de niveau modéré soit une valeur de 3 sur 5. Cependant, conformément à la note de positionnement du CG17, et au fait que la concomitance temporelle entre un événement sismique et un événement maritime significatif soit très faible, le dimensionnement des ouvrages côtiers ne prend pas en compte cet aléa.

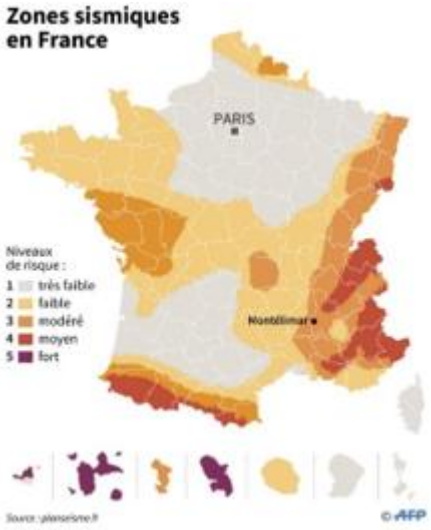


Figure 3-21 : Répartition des zones sismiques en France

3.10. Sensibilité écologique du site

En complément de l'état des lieux réalisé dans le cadre de l'étude préliminaire [R1] en 2021, un diagnostic écologique a été réalisé en 2025, sur la partie terrestre et sur l'estran. Les documents complets sont fournis en Annexe 2 (terrestre) et 3 (benthique). Les principales conclusions de ces investigations de terrain sont détaillées ci-dessous.

3.10.1. Habitats terrestres

SCE a réalisé 4 passages naturalistes sur le site de Moulin Brulé entre février et juillet 2025 afin de caractériser les espèces de faune et de flore terrestre présentes dans l'emprise potentielle des travaux. Les habitats (voir Figure 3-22) présents dans les zones situées en arrière des enrochements, à savoir le sable ou le remblai nu, la falaise érosive (dune grise érodée) ainsi que la dune grise, seront directement impactés par les travaux.



Figure 3-22 : Habitats terrestres présents sur le site de Moulin Brûlé (SCE, 2025)

Les enjeux écologiques **sont forts** au niveau des pelouses se développant sur la **dune grise** (voir Figure 3-23). On y retrouve notamment plusieurs stations à **Cynoglosses des dunes (omphalodes du littoral)**, qui est une plante protégée au niveau national et qui est « quasi-menacée » en région Poitou-Charentes, ainsi que d'intérêt communautaire au niveau européen. On trouve également l'**Asperge prostrée** protégée au niveau régional. De plus, on y recense sept autres espèces végétales déterminantes ZNIEFF en ex Poitou-Charentes ou en Nouvelle-Aquitaine. Le peuplement forestier est dégradé et dominé par des plantes exotiques.

L'avifaune nicheuse est un avifaune classique de fourrés et boisements. La dune grise peut potentiellement accueillir une espèce à enjeu comme le Pipit rousseline, mais la dune semble un peu exiguë pour nicher.
Concernant les migrateurs, les capacités d'accueil sont faibles, tant au niveau des fourrés et boisements que des milieux littoraux. Les espaces du Fiers d'Ars situés plus au nord montrent des capacités d'accueil beaucoup plus importantes.
Au niveau de la faune, le **Lapin de Garenne** fréquente le site, il présente aussi un statut de conservation défavorable au niveau régional.
Enfin, deux espèces de **reptiles protégés** sont présentes sur le site d'étude (Figure 3-24), elles aussi au niveau des pelouses des dunes grises.

Ces investigations de terrain ont permis d'établir la carte des enjeux écologiques présentée Figure 3-25.

A noter que le terrain situé en arrière de l'enrochement du Boutillon (friche herbacée) ne présente qu'un faible enjeu écologique et n'a fait l'objet d'aucune observation particulière.

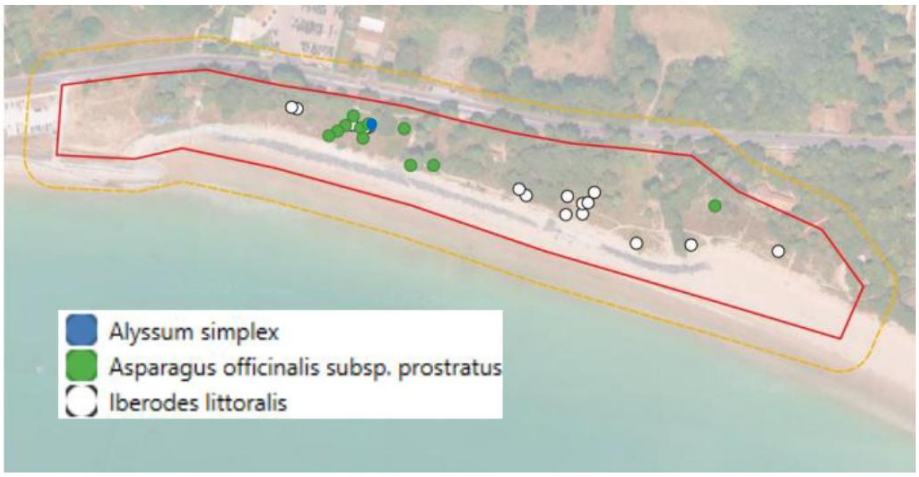


Figure 3-23 : Flore protégée et remarquable observée au printemps 2025 (SCE)



Figure 3-24 : Reptiles observés sur le site (SCE, 2025)



Figure 3-25 : Enjeux écologiques présents dans le site d'étude (SCE, 2025)

3.10.2. Habitats benthiques

La campagne d'échantillonnage biosédimentaire s'est déroulée le 28 mars 2025. Les analyses biologiques ont été réalisées en interne par Créocéan. Les données d'identification des espèces benthiques présentes dans les échantillons ont permis de caractériser différents indicateurs tels que richesse spécifique, proportion des groupes taxonomistes, abondance, diversité, et in-fine, à caractériser les habitats selon la typologie Eunis 2022 et la typologie nationale **NatHab-Atl.**

Les habitats identifiés sur l'emprise du projet, cartographiés sur la Figure 3-26, sont les suivants :

- **MA5-233 (EUNIS 2022)** : Habitat à Amphipodes et *Scolelepis* spp. dans des sables fins à moyens du médiolittoral atlantique, présent aux stations S1A et S2A (haut de plage).

L'habitat MA5-233 - Habitat à Amphipodes et *Scolelepis* spp. dans des sables fins à moyens du médiolittoral atlantique a une sensibilité très forte aux pertes physiques mais faible à l'extraction de substrat et très faible aux abrasions.

- **MA5-241 (EUNIS 2022)** : Habitat à Polychètes dans des sables fins du littoral atlantique, observé dans les quatre autres stations.

L'habitat MA5.241 - Habitat à Polychètes dans des sables fins du littoral atlantique a une sensibilité qualifiée de très forte pour les pressions physiques telles que le changement d'habitat. Pour les impacts de perturbation des fonds, cet habitat a une sensibilité qualifiée de faible pour l'extraction de substrat et l'abrasion peu profonde et de très faible pour l'abrasion superficielle.

Ces deux habitats sont assez bien représentés au niveau du site de Moulin Brûlé et sur l'ile de Ré en général. L'enjeu associé est qualifié de faible.

- **1170-4 Récifs d'Hermelles (*Sabellaria alveolata*)**

Les récifs d'hermelles sont des habitats particuliers constitués de tubes de sable construits par les vers marins *Sabellaria alveolata* : à marée haute, ce sont des zones de nourriceries pour de nombreuses espèces de poissons et à marée basse, elles attirent limicoles et laridés. Les récifs d'hermelles ont une sensibilité aux pertes physiques qualifiée de très forte et de forte pour l'extraction de substrat et l'abrasion peu profonde. Au vu de ses grandes importances écologiques, il représente un enjeu fort de conservation. Les récifs d'hermelles sont situés à une centaine de mètres de l'enrochement actuel.

Au vu des différentes sensibilités et de la représentativité au sein de l'aire d'étude, les travaux du haut de plage et de la zone médiane devraient être acceptables d'un point de vue biodiversité pour les peuplements en place. En revanche, il conviendra d'éviter toute intervention sur et à proximité immédiate des récifs d'hermelles, que ce soit lors des travaux de l'ouvrage ou des travaux de rechargement de sable.



Figure 3-26 : Cartographie des habitats benthiques (Créocéan 2025)

3.11. Etat des lieux paysager du site

3.11.1. Contexte

Ce chapitre porte sur l'analyse paysagère et l'étude d'insertion paysagère des ouvrages en projet pour la gestion de l'érosion sur le site du Moulin Brûlé à La Couarde-sur-Mer sur l'Ile de Ré.

Lors de l'hiver 2014, l'érosion localisée à l'aval-dérive de la Digue du Boutillon (à l'Est donc) s'est brusquement aggravée sur ce site, ce qui a conduit le Département de la Charente-Maritime à mettre en œuvre, à la demande locale, un enrochement pour fixer le trait de côte à cet endroit. A ce jour, l'aménagement n'a pas permis de gérer le problème de manière durable et son état se dégrade.

Le mauvais état actuel de la protection en enrochements et des aménagements sur le secteur de Moulin Brûlé est lié à des interventions successives effectuées dans l'urgence en réaction aux dommages des

tempêtes, qui n'ont pas permis un dimensionnement de l'ouvrage et sa mise en œuvre dans les règles de l'art.

La commune de la Couarde-sur-Mer souhaite que le secteur soit étudié et traité afin de répondre aux problématiques dans leur globalité (aménagement paysager, érosion, submersion…) selon le parti pris d'aménager le meilleur qui soit.
Le camping L'Océan, relayé par la Commune, souhaite qu'un accès sécurisé à l'estran soit maintenu pour les estivants (marches), que la plage soit nettoyée et indirectement, un niveau de sable plus haut pour permettre les activités balnéaires (actuellement, absence de plage à marée haute).

3.11.2. Les paysages du secteur

D'après l'Atlas des Paysages de Poitou-Charentes, l'Ile-de-Ré est une unité paysagère à part entière faisant partie des paysages littoraux du territoire.

D'une superficie de 83,5 km², l'Ile de Ré s'étend sur une longueur de 32 km et une largeur variant de 70m à 5km et regroupe 9 communes et une population permanente en progression. Elle reliée à l'agglomération urbaine de la Rochelle sur le continent par un pont de 3 km

Les paysages de l'Ile sont marqués par des milieux naturels et anthropiques très riches et variés : vignes, marais, littoral, pinèdes, cœurs de bourgs traditionnels…
Elle est également marquée par des traditions rurales qui entretiennent ces milieux. On y retrouve en outre de nombreux vestiges patrimoniaux témoignant d'un passé militaire.

#La forêt domaniale et les pinèdes
La forêt domaniale de l'Ile de Ré est une forêt jeune issue des plantations de pins réalisées au milieu du XXe siècle pour fixer les dunes mobiles. Ces cordons dunaires forment ainsi la transition large de plusieurs kilomètres entre plage et marais
La forêt est composée principalement de pins maritimes en mélange avec d'autres résineux (pin d'Alep, pin parasol et cèdre), et des chênes verts dans le sous-étage. Les zones en contact avec les marais accueillent de nombreuses espèces d'oiseaux et d'amphibiens. Les dunes sont des milieux ouverts particulièrement riches et variés.

#Les vignes
La viticulture sur l'île de Ré remonte à plusieurs siècles. Elle a été introduite par les Romains, puis développée au Moyen Âge par les moines. Cependant, ce n'est qu'au 19e siècle qu'elle prend son essor avec la création de plusieurs domaines viticoles. Aujourd'hui, l'île de Ré continue de produire des vins en respectant les traditions ancestrales tout en intégrant des méthodes modernes de culture et de vinification.
La surface de vignes sur l'île s'étend sur environ 500 ha mais elle est bien inférieure à celle des années 1950 (2000ha) et à celle du 19ème siècle (5000ha – impact du phylloxera).

#Les marais salants

Présents sur l'île de Ré depuis au moins le XIème siècle, au Moyen Âge, les marais salants de l'île de Ré ont fait d'elle une terre idéale pour l'exploitation de l'or blanc.

Aujourd'hui, les activités humaines sont tournées vers la saliculture, la culture des huîtres, la chasse, la pêche à pied et de nombreuses activités de tourisme et de loisirs. De nombreux itinéraire cycles les parcours, grâce auquel on peut admirer la diversité des milieux naturels et des activités humaines.

Ils présentent également une biodiversité très particulière et sont un site de chasse important pour de nombreux oiseaux.

#Coeurs de bourgs traditionnels

L'habitat traditionnel rétais est majoritairement d'origine rurale : les volumes sont simples, relativement petits (les maisons comptent en général un RDC et un étage tout au plus) et les maisons ont pignon sur rue. Les couleurs sont aussi très caractéristiques : murs en pierres calcaires recouverts par un enduit en lait de chaux blanc, volets bleus, verts pâle ou gris clair et toit de tuiles en briques à faible pente. La couleur blanche des murs à value à l'île son surnom de « Ré la blanche ».

Faites pour se protéger des vents, les rues sont sinueuses et la perspective s'arrête toujours sur un front bâti. Les places ne sont bien souvent qu'un élargissement de la rue. Les parcelles et voies forment des cellules qui se sont développées en rayonnement à partir d'un îlot central qui comportait l'église ou une grosse propriété en clos.

Source : Ile de Ré – Guide d'architecture locale, 2012

#Les vestiges historiques

Initialement séparée en 3 îlots, l'île de Ré a traversé les époques et en a été marqué par chacune d'entre elles. Des vestiges religieux du Moyen-Âge (églises et autres petits édifices) jusqu'aux édifices liés à la seconde guerre mondiale, en passant par les projets de renforcements de l'île par Vauban au 17ème siècle, l'île s'est aussi vue doter de plusieurs phares au cours de l'histoire, dont le phare des baleines.



Figure 3-27 : Cartographies des paysages de l'Ile de Ré – Conservatoire du littoral, Pierre Le Den, plasticien illustrateur et Yoann Bit-Monnot, paysagiste DPLG

Riche de tout ce patrimoine, l'île de Ré est aujourd'hui soumise à plusieurs pressions qui mettent en péril le maintien de son caractère unique :

- La construction du pont a accéléré son développement touristique, induisant surfréquentation, multiplication des constructions / aménagements pour l'accueil du public et étalement urbain,

- Les enjeux littoraux (augmentation du niveau de la mer, multiplication des tempêtes, érosion) ont contribué à la construction d'ouvrage de défense du trait de côte contre la submersion (dunes, digues, écluses, fossés).

Ainsi, l'équilibre insulaire est aujourd'hui très fragile : la création de périmètres de protections permet de valoriser des projets s'inscrivant dans l'esprit des lieux, et ainsi de garantir le maintien du caractère pittoresque de l'île et ses multiples milieux naturels et anthropiques.

C'est dans cette objectif que le projet de la digue du Moulin Brûlé compte s'inscrire : l'objectif est de minimiser l'impact paysager du projet et de s'inscrire au mieux dans l'esprit de l'île.

3.11.3. Paysage et patrimoine

L'aire d'étude est concernée par deux sites classés et un site inscrit :

- Le site classé des Espaces naturels de l'Ile de Ré, au Nord de la D735,
- **Le site classé des franges côtières et les marais au Nord-Ouest de l'Ile de Ré,** site dans lequel se trouve précisément l'aire d'étude
- Le site inscrit de l'Ensemble de l'Ile de Ré, au niveau de la D735 et de l'ensemble de l'île.

Les demandes d'autorisation de travaux susceptibles d'affecter l'espaces seront donc soumises à l'Architecte des Bâtiments de France (ABF) et à la Commission Départementale de la Nature, des Paysages et des Sites (CDNPS).



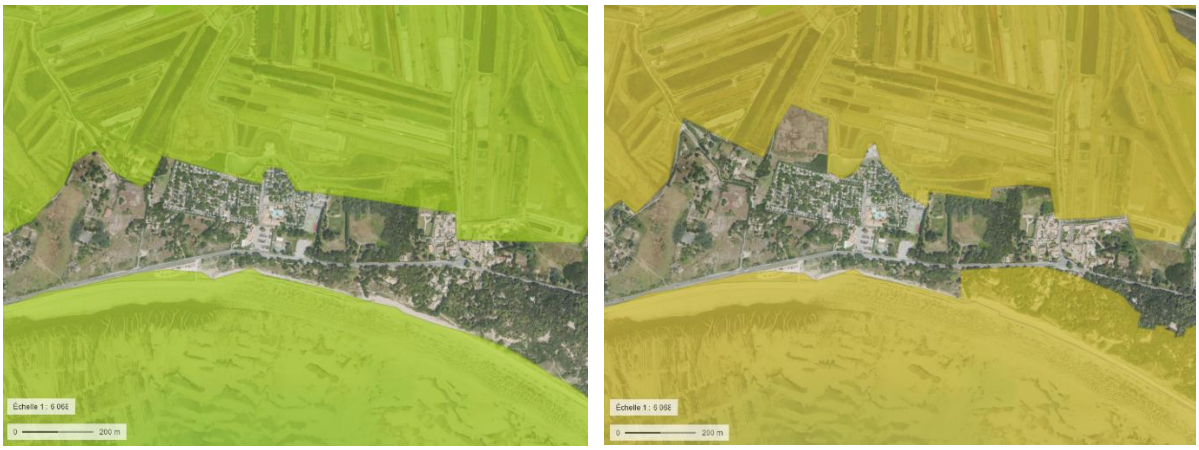


Site inscrit
Site classé

Figure 3-28 : Sites classés et sites inscrits – Source : Atlas des patrimoines

L'emprise du projet est en partie située au sein des périmètres Natura 2000 suivants :

- La **Zone Spéciale de Conservation (ZSC) « FR5400469 - Pertuis Charentais »**, désignée par le dernier arrêté en date du 21 octobre 2014 (au titre de la Directive Habitats)
- La **Zone Spéciale de Conservation (ZSC) « FR5400425 - Ile de Ré : dunes et forêts littorales »**, désignée par le dernier arrêté en date du 10 novembre 2006 (au titre de la Directive Habitats)
- La **Zone de Protection Spéciale (ZPS) « FR5412026 - Pertuis charentais – Rochebonne »**, désignée par le dernier arrêté en date du 29 mars 2019 (au titre de la Directive Oiseaux)



Directive Oiseaux Directive Habitats

Figure 3-29 : Zones NATURA 2000 – Source : Géoportail

Elle se situe également à quelques centaines de mètres de la ZPS Anse du Fier d'Ars en Ré et de la ZSC Ile de Ré : Fier d'Ars.

L'aire d'étude est inscrite partiellement au sein du périmètre du Parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis, plus précisément dans le Pertuis d'Antioche.



Figure 3-30 : Parc Naturel Marin – Source : Géoportail

3.11.4. Usages et paysage

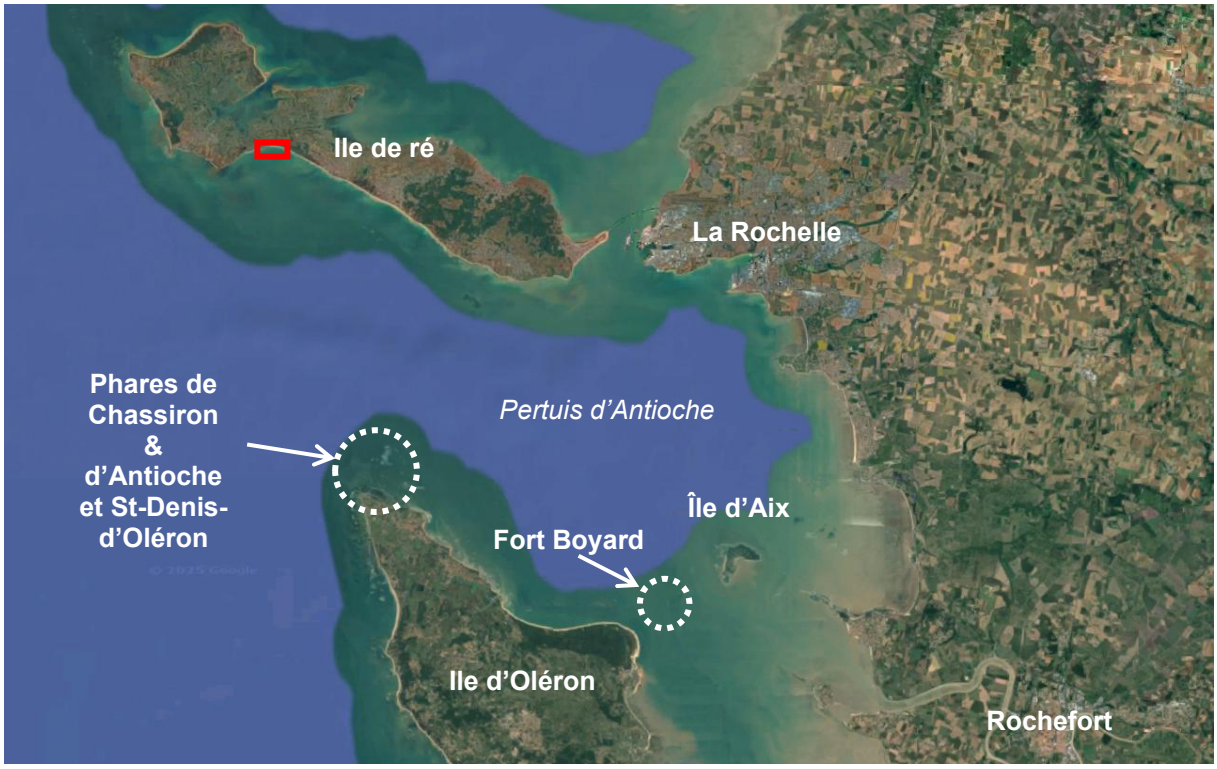


Figure 3-31 : Plan de situation (le site d'étude est encadré en rouge)

À l'échelle du grand territoire, le site de projet se situe sur la frange côtière Sud-Ouest de l'île de Ré. Elle s'inscrit dans le pertuis d'Antioche, et à proximité de l'île d'Oléron, l'île d'Aix et le Fort Boyard. Elle est reliée également à La Rochelle par un pont construit en 1988.

Il est néanmoins à noter que, depuis le site d'étude, les perceptions sur ces différentes entités sont faibles voire nulles. Seule l'île d'Oléron est visible.

À une échelle beaucoup plus locale, le site d'étude se situe le long de la route d'Ars, entre le bourg de La Couarde-sur-Mer et celui d'Ars-en-Ré, sur le littoral Sud de l'Ile et à proximité immédiate des paysages des marais.

Le secteur de Moulin Brûlé est encadré immédiatement à l'Ouest par la digue du Boutillo ; à l'Est par un cordon dunaire discontinu de 2.5 km jusqu'au talus en enrochements du Peu Ragot plus loin, au droit du village de la Couarde-sur-Mer.

A l'arrière du talus en enrochements qui s'étend sur un linéaire d'environ 460m, on trouve une portion de dune et de boisement dunaire avec des cheminements piétons, certains étant canalisés avec des ganivelles et d'autres non. Trois habitations y sont présentes, dont une, au centre, qui semble être une résidence secondaire habitée seulement pendant la saison estivale. En arrière du boisement, la route départementale RD735 assure la continuité territoriale entre l'Est et l'Ouest de l'Ile. Le camping L'Océan et un Décathlon Contact sont situés au Nord de la route.

La cale d'accès à l'extrémité de la digue du Boutillon, côté mer, constitue le point d'accès principal à l'estran (seulement à marée basse). La cale est utilisée par les ostréiculteurs qui ont des tables face à la digue du Boutillon mais aussi par un club de Kite-surf qui est installé sur le parking du Boutillon.

Plusieurs cheminements sont présents sur le cordon dunaire en arrière de la digue offrant un autre accès au site. Un escalier en bois était fixé sur les enrochements pour pouvoir descendre du haut de l'ouvrage vers la plage, mais celui-ci a été endommagé par les tempêtes, et donc démonté. Un de ces cheminements est balisé par des ganivelles et conduit au camping. L'accès à l'estran à l'extrémité Est des enrochements est possible mais difficile en raison des désordres subis par les aménagements à ce niveau.

Un petit cheminement est présent en crête de cordon dunaire.

La plage de Moulin Brûlé est très fréquentée par les usagers du camping de l'Océan pendant la saison estivale et par les promeneurs toute l'année. La présence du parking du Boutillon à proximité en fait un départ de balades pour les promeneurs.

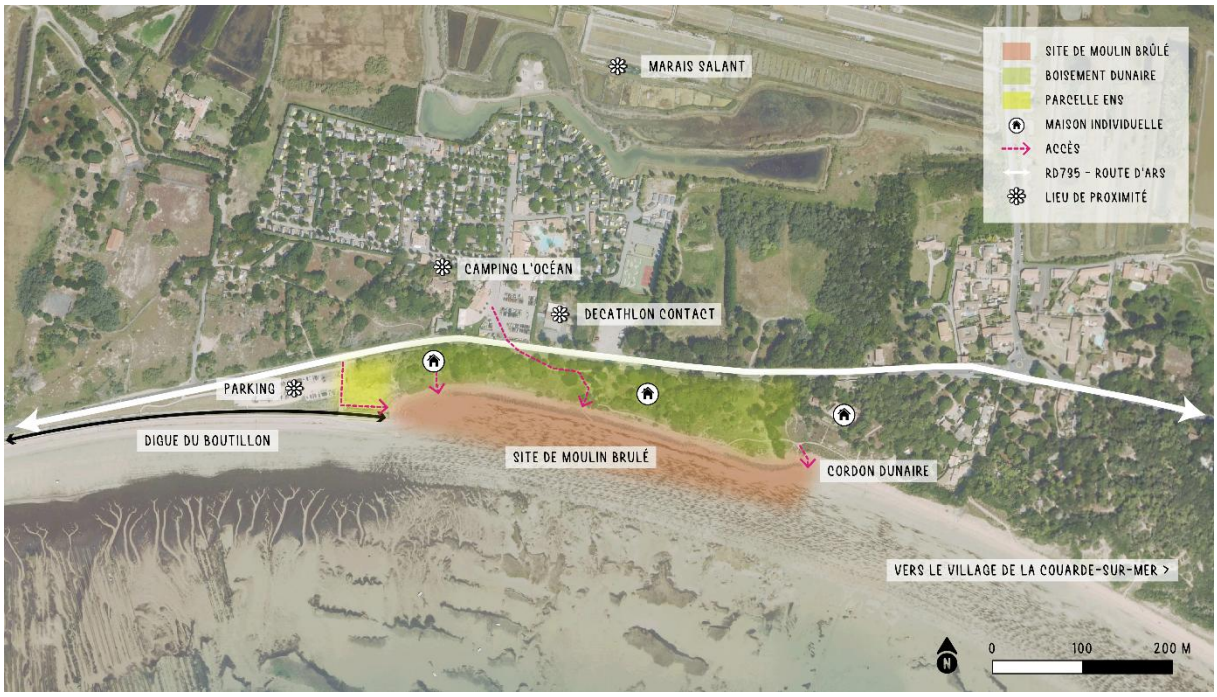


Figure 3-32 : Etat des lieux paysager – occupation du site – Réalisation : Ateliers UP+, SCE

3.11.5. Historique du site d'étude



Figure 3-33 : Carte de Cassini du XVIIIe siècle (Source : IGN)

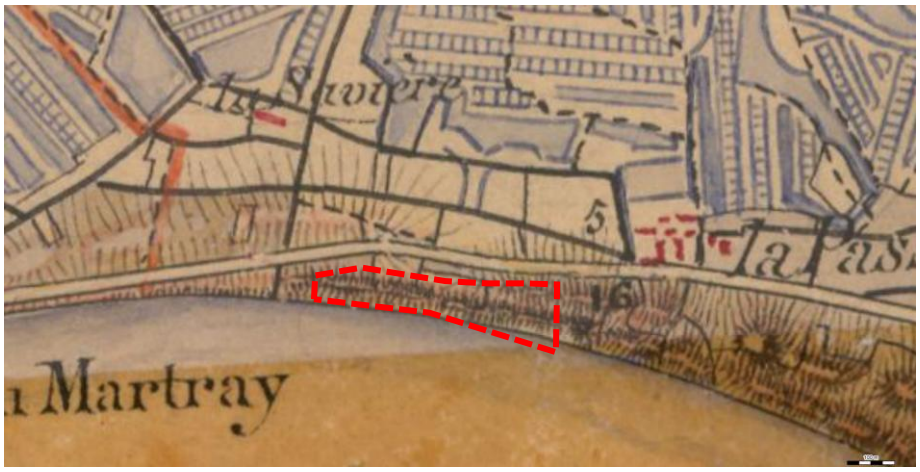


Figure 3-34 : Carte de l'état-major (Source : IGN)

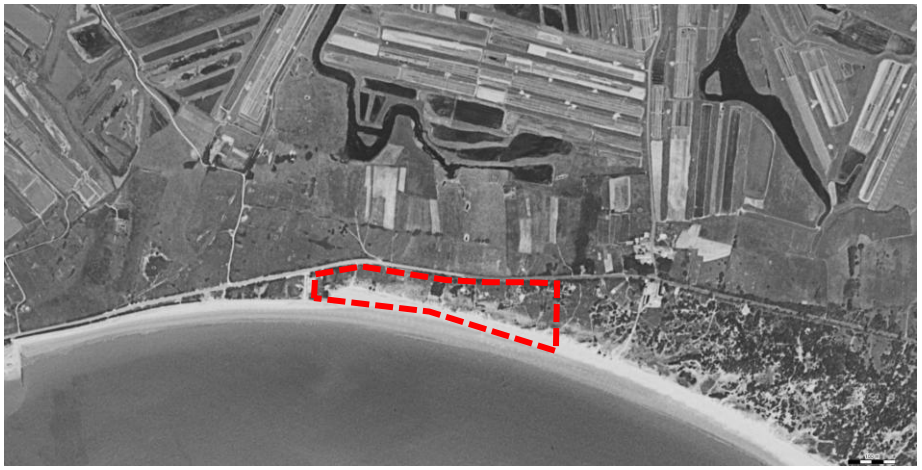


Figure 3-35 : Prise de vue aérienne historique 1950 - 1965 (Source : IGN)



Figure 3-36 : Prise de vue aérienne 2000-2005 (Source : IGN)



Figure 3-37 : Prise de vue aérienne actuelle (Source : IGN)

L'analyse historique du site montre que, à toute époque, le trait de côte et le dessin de la route sont approximativement les mêmes.

L'érosion du trait de côte semble débuter au cours du 20ème siècle : en effet, la construction de la 1ère digue du Boutillon remonte au 19ème siècle, et sur cette photographie aérienne historique, son emplacement est reconnaissable là où le trait de côte n'a pas bougé à l'Ouest. Par la suite, l'arrivée du camping engendre le besoin d'avoir une plage constituée pour les vacanciers : la construction d'épis et d'un ouvrage de défense sur la plage du Martray permettent de garantir cette plage tout en limitant l'action de l'érosion naturelle (érosion accrue au droit du camping par la construction de la digue). Aujourd'hui, les épis ont été supprimés et la plage s'est abaissée par dégraissement du sable. L'érosion est quant à elle toujours limitée par l'ouvrage mais celui-ci s'est découvert suite à la suppression des épis. La digue du Boutillon a été reconstruite suite à la tempête Xynthia.

L'environnement, lui aussi, change au cours du temps : d'un espace dégagé sur la carte de Cassini, on voit un boisement se constituer progressivement à l'est du site au fur et à mesure des époques. Il correspond à un enfrichement progressif de la parcelle. Au Nord, les salines s'installent dès le 19ème siècle sur la carte de l'état-major, ces bassins n'ont pas bougés jusqu'ici (sauf peut-être la nature de leur exploitation). Enfin, l'urbanisation de l'île et l'augmentation de sa fréquentation touristique font apparaître le hameau de La Passe ainsi que le camping du Bois Henri IV plus à l'est encore. En été, le pic de fréquentation induit la surfréquentation du milieu dunaire, ce qui est à l'origine de la multiplication du nombre de cheminements dans le boisement pour accéder aux plages.

3.11.6. Les différentes entités paysagères

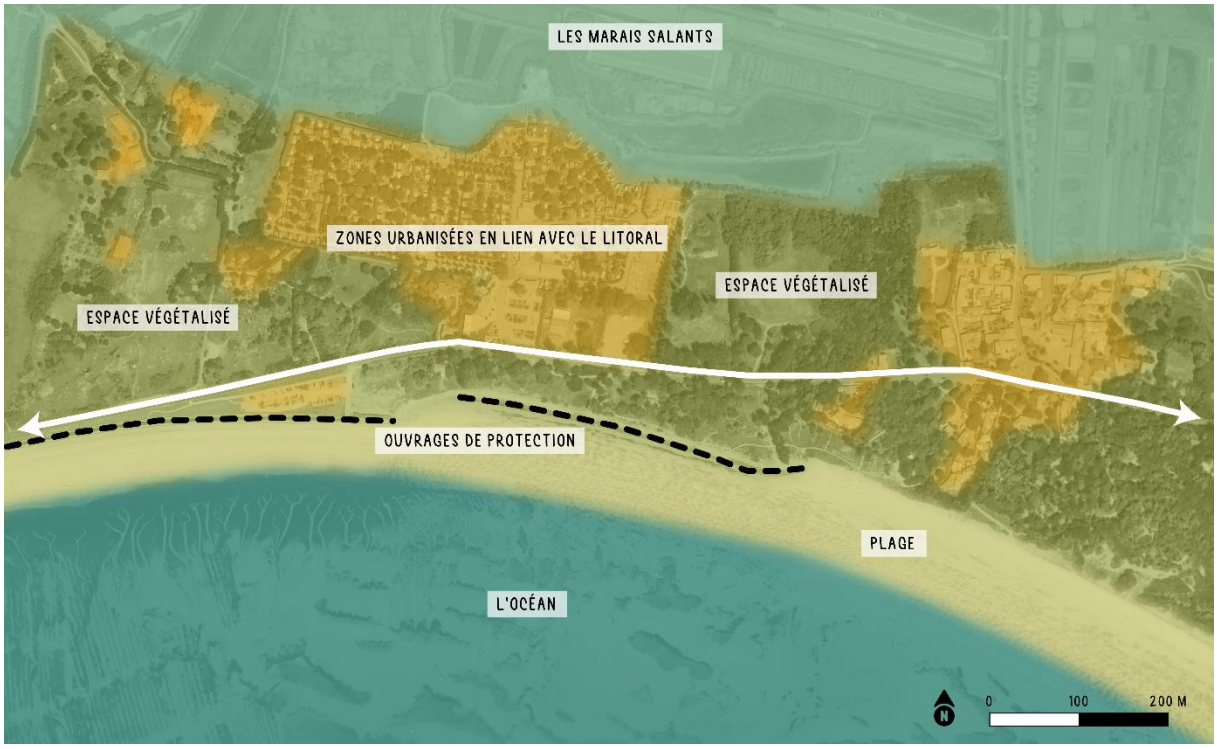


Figure 3-38 : Les composantes paysagères du site – Réalisation : Ateliers UP+, SCE

Le secteur de la digue du Boutillon est une zone de rupture avec les paysages de part et d'autre de l'Ile : elle constitue une réelle zone de transition entre les deux faciès paysagers de l'Ile-de-Ré.

En effet, de paysages très fournis, boisés par les pins maritimes et les chênes verts, ou ouverts sur des champs de vignes, avec les villages ou quelques habitations en alternance lorsque l'on sort de la Couarde-sur-Mer, on débouche au niveau du Boutillon sur une ouverture du paysage de part et d'autre qui laisse deviner la présence toute proche des marais du Fier d'Ars.

Le site d'étude est isolé des composantes paysagères au Nord, dans un premier temps par la route, puis par le cordon dunaire boisé formant un réel écran visuel.

On retrouve alors sur le site du Moulin Brûlé différentes composantes paysagères :
- Une dune boisée en arrière,
- Un ouvrage linéaire de protection (enrochements),
- Une étendue de sable (plage),
- L'océan.

Les paysages du site donnent à voir un milieu naturel où l'homme est intervenu pour gérer un aléa. Le paysage en arrière est vert, offrant un côté intimiste à la plage. L'étendue de sable, au contraire, prolonge le site vers l'horizon. Avant d'être complètement enrochée à la suite des tempêtes de 2014, cette portion du littoral était caractérisée par un cordon dunaire, et malgré quelques ouvrages en dur (enrochements aux deux extrémités et deux épis en enrochements), possédait une dominante plutôt naturelle.
La protection en enrochements est actuellement déstructurée (défaut de profil en long, enrochements en dehors de l'emprise de l'ouvrage), composée de trois couleurs d'enrochements différentes et est

soumise à une forte érosion en crête. L'ensemble donne aussitôt une impression de désorganisation, de désordre et d'abandon.

L'effet « patchwork » et l'effet désordonné ainsi produits tranchent d'une part, avec la géométrie très marquée et les matériaux bruts (béton, parement maçonnée, vantellerie) de la digue du Boutillon à l'Ouest et d'autre part, avec une reprise d'une côte très sauvage à l'Est.

Les différentes composantes forment alors un lieu aux ambiances, couleurs, matériaux… divers :


La plage de sable aux couleurs dorées, se dirigeant vers le bleu ensoleillé du ciel et de l'océan




La dune boisée surplombant le site


Les crêtes en galets


Les enrochements en calcaire


Enrochements magmatiques


La structure en béton de la digue du Boutillon


Les structures en bois (ganivelles, escalier, cheminements…)


L'ancien escalier en bois démonté suite aux tempêtes

Figure 3-39 : Photographies du site d'étude, date : 28 02 2023 – Source : Ateliers UP+, SCE

3.11.7. Les perceptions paysagères

L'étude de perception qui suit est réalisée sur la base d'une journée sur site en février 2023 (date des photographies ci-dessous). Cette donnée est à prendre en compte dans l'analyse, étant donné le flux touristique moindre à cette période de l'année influençant alors la perception des paysages.

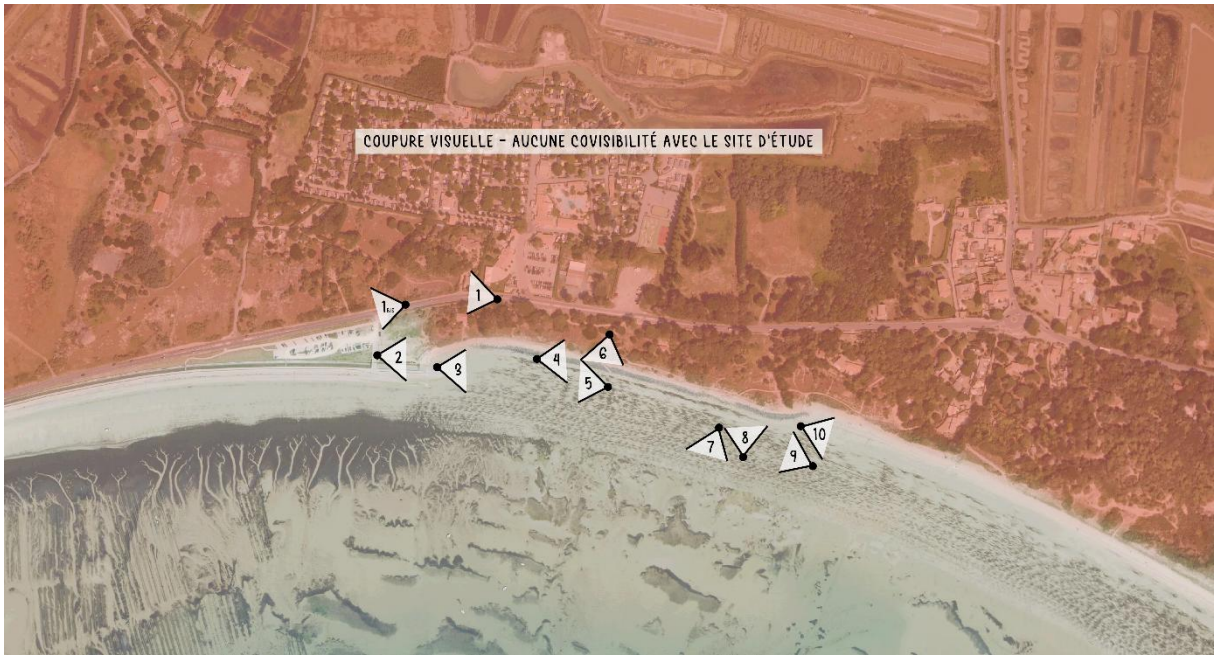


Figure 3-40 : Etude de perception paysagère, situation des prises de vue – Réalisation : Ateliers UP+, SCE



Figure 3-41 : Vue 1 – RD735 en arrivant depuis la Couarde-sur-Mer vers le site d'étude (Google street)

Depuis la route d'Ars, le site n'est pas perceptible. La route est en contre-bas par rapport à la dune formant un écran visuel renforcé par le boisement du cordon.



Figure 3-42 : Vue 1bis - Dégagement de l'horizon à l'arrivée du Boutillon depuis la Couarde-sur-Mer

Au niveau de cette zone de transition, on observe une zone basse et une végétation arbustive clairsemée au Nord, et une zone au Sud relativement nue à l'arrière de la digue qui fait office de zone de stationnement.
La vue sur la mer est masquée par la digue. Le matelas végétalisé sur le talus arrière de la digue, ainsi que la zone de stationnement qui a fait l'objet d'aménagement paysagers et de plantations, améliorent l'impact visuel des aménagements dans cette zone.



Figure 3-43 : Vue 2 – depuis l'accès à la digue du Boutillon

Une fois sur la promenade de la digue du Boutillon, on observe, à l'Ouest comme à l'Est de celle-ci, une reprise de la végétation de front de mer, avec des tamaris et pins maritimes en retrait et une végétation dunaire en haut de plage qui signent la transition avec la reprise de côtes plus sauvages. A l'Ouest de la digue du Boutillon, on devine plusieurs épis sur l'estran au loin. Le site est à peine perceptible à l'Est : il est possible de voir les premiers enrochements en calcaire.

La cale d'accès à l'extrémité de la digue du Boutillon constitue un point de vue privilégié (nombreuses personnes assises sur le muret de la cale) et le point d'accès principal à l'estran.



Figure 3-44 : Transition avec la digue et l'épi du Boutillon à l'Ouest avec reprise d'une végétation arborée et dunaire typique.





Figure 3-45 : Vues 3 et 4 – depuis l'entrée sur le site (sortie de la rampe de la digue du Boutillon) vers la Couarde-sur-mer

À l'extrémité Est de la digue du Boutillon, le point de vue qui s'offre depuis le sommet de la promenade, emmène le regard vers l'arrondi du trait de côte et le cordon dunaire de la-Couarde-sur Mer au loin à perte de vue. La digue de Moulin Brûlé constitue ainsi une discontinuité improbable dans le paysage.





Figure 3-46 : Vues 5 et 9 sur le musoir de la digue du Boutillon

Le musoir de la digue du Boutillon, qui s'avance vers la mer, détaché de l'alignement naturel du trait de côte, invite implicitement à une reprise d'un front de mer plus naturel. Les différentes étapes de

construction et tentatives pour conforter l'ouvrage soumis aux assauts de la mer ont conduit à la présence d'un ouvrage qui tranche avec la digue du Boutillon, digue patrimoniale reconstruite avec des prescriptions d'insertions architecturales et paysagères importantes.

Les futurs aménagements doivent améliorer la transition entre le secteur du Boutillon très anthropisé et les secteurs naturels de cordons dunaires plus à l'Est. Une meilleure transition est également à rechercher dans le profil terre-mer entre la zone arborée et le haut de dune de la digue actuelle avec les aménagements qui seront proposés et la plage.



Figure 3-47 : Vues 6 depuis le cordon dunaire



Figure 3-48 : Vue 7 – depuis le site vers la mer

Les paysages perçus depuis les hauteurs (cordon dunaire) et depuis la plage témoignent d'une grande qualité et de milieux plus naturels : vue sur la mer au cœur d'un ilot de verdure.



Figure 3-49 : Vue 10 sur le cordon dunaire vers la Couarde-sur-mer

Enfin, à l'extrémité Est du site, la plage se poursuit longée par un cordon dunaire.

Ainsi, le projet prend place dans un territoire très riche de patrimoine et à la qualité paysagère unique qu'est l'île de Ré, île marquée par les marais salants, les pinèdes et la végétation de bord de mer, les vignes, l'architecture caractéristiques de ses hameaux, mais surtout par le sable et la mer

Le site d'étude se situe à un endroit quelque peu atypique puisqu'il s'agit du pincement de terre séparant l'est et l'Ouest de l'île. On y retrouve une partie des caractéristiques identitaires rétais :

- Les marais salants posent le cadre au Nord du site,
- Le boisement constitué de chênes verts et de pins se diffusent jusqu'au sein du site d'étude, plus ouvert et transparent, mais donnant une verticalité et un cadre à la plage,
- La dune grise forme une transition entre la dune boisée et la plage, rappelant le caractère naturel originel du site, avant la construction de la digue du Boutillon et de l'enrochement,
- La plage, longue de 2.5km, ouvre les vues sur la côte.

Ce cadre est complété par la digue du Boutillon à l'Ouest, dont le pied est dépourvu de plage. Elle marque une rupture franche avec les paysages dunaires, et crée un paysage anthropique.

Les matérialités et colorimétries de ce site jonglent entre le clair du calcaire, le bleu de la mer, et les nuances vertes de la végétation des dunes grises et boisées.

Enfin, en termes d'usage, un camping se situe de l'autre côté de la route au Nord, et amène les touristes à fréquenter la plage, en passant soit par les voies d'accès aménagées, soit par des chemins qui se sont formés spontanément. Une de ces voies d'accès aménagée passait par la digue via un escalier en bois, mais celui-ci a été emporté par les tempêtes.

C'est au milieu de tous ces éléments que s'insère l'ouvrage sujet de cette présente étude.

Au regard de cette analyse paysagère, **l'enjeu principal consistera donc en la bonne intégration paysagère de ce nouvel ouvrage dans son environnement** (couleurs, matérialités, végétalisation, …). En effet, le projet se voit depuis le reste de la plage, mais aussi de manière plus lointaine depuis l'île d'Oléron : en l'état, l'ouvrage tranche trop avec son environnement.

Cette intégration passera aussi par **le travail d'une transition douce entre le cordon dunaire en arrière de l'ouvrage et la plage** via l'ouvrage. Ce milieu dunaire devra par ailleurs être conforté / protégé, et cela pourrait notamment passer par une révision du réseau de cheminements du site.

4. Modélisations

4.1. Stratégie de Modélisation

Dans le cadre de cette étude, quatre logiciels de modélisation numérique sont utilisés afin de représenter la dynamique hydrosédimentaire de la plage du Moulin Brûlé. Ces simulations ont pour but de vérifier la bonne efficacité de la solution d'aménagement retenue, mais également de définir le dimensionnement des épis et du rechargement en sable.

La stratégie de modélisation mise en place peut être résumée de la façon suivante :

- **MIKE** : Modélisation hydrodynamique des courants, niveaux d'eau et houle, pour plusieurs périodes de retour d'événements ;

  → Permet de vérifier l'intensité des courants à l'emplacement des futurs ouvrages, ainsi que d'extraire des niveaux d'eau et hauteurs de houle au pied de ces derniers en vue d'un dimensionnement de stabilité.

- **GENESIS** : Modélisation hydrosédimentaire d'évolution du trait de côte à long terme pour plusieurs solutions d'aménagement alternatives ;

  → Permet de vérifier l'impact positif de la mise en place des ouvrages ainsi que du rechargement sur le transport sédimentaire de la zone et la stabilisation à long terme du trait de côte.

- **S-BEACH** : Modélisation hydrosédimentaire d'érosion et d'évolution du profil de plage à court terme, pour une condition de tempête annuelle en 1D ;

  → Permet de vérifier la résistance de la solution d'aménagement aux conditions tempétueuses et d'estimer le déficit sédimentaire à la suite d'un événement de ce type.

- **XBEACH** : Modélisation hydrosédimentaire d'érosion et d'évolution du profil de plage à court terme, pour des conditions de tempête annuelle, décennale et cinquantennale en 2D sur toute la zone ;

  → Permet de vérifier la résistance de la solution d'aménagement sur toute la zone aux conditions tempétueuses et d'estimer le déficit sédimentaire à la suite d'événements de ce type.

Ces logiciels et leur utilisation dans le cadre de l'étude sont détaillés en Annexe 4.

Les résultats associés sont présentés dans la suite de la partie 4, et permettent de conclure sur la validité du scénario d'aménagement initialement proposé, ainsi de fournir des données d'entrée précises pour les calculs de dimensionnements présentés dans la partie 5 de ce rapport.

4.2. MIKE – Modélisation des houles et des courants

4.2.1. Conditions de projet retenues

Plusieurs tests de sensibilités ont été réalisés sur la propagation des houles du large et sur la courantologie afin d'affiner la compréhension du fonctionnement météo-océanique de la zone d'étude. Le choix des scénarios simulés dans le cadre de cette étude repose sur les critères suivants :

- La direction de pic des houles pour les deux secteurs de houle impactant la zone (Ouest et Sud-Ouest) ;
- Les niveaux d'eau afin d'analyser leur impact sur la propagation des houles.

Les propositions de scénarios consistent en 14 conditions d'état de mer, constituées principalement de conditions extrêmes basées sur les informations regroupées dans les précédents chapitres et les résultats des tests de sensibilité. Les cas pris en compte sont :

- 4 cas combinent des conditions de houles de période de retour différentes avec un niveau d'eau constant.
- 3 cas combinent des niveaux d'eau extrêmes de période de retour différentes avec une condition de houle fréquente.

Les deux combinaisons vont permettre d'analyser l'influence des vagues au niveau de la zone d'étude et l'influence des niveaux d'eau sur l'hydrodynamisme local de la zone. Les niveaux d'eau retenus pour :

- Les cas des conditions de houle : un niveau de Pleine Mer de Vive Eau (2.5 m NGF) associé à une surcote d'élévation du niveau de la mer horizon 2070 (0.36 m NGF).

- Les cas des conditions de niveau d'eau : des niveaux d'eau de projet de période de retour 1 an, 50 ans, et 100 ans (Tableau 3-4) associés à une hauteur de houle de période de retour de 6 mois.

Les différents scénarios modélisés sont synthétisés dans les tableaux suivant :

Tableau 4-1 : Cas retenus pour les conditions de houles

Condition	Période de retour de la houle	Hauteur de houle (m)	Direction de la houle (°N)	Période de pic (s)	Niveau d'eau (m NGF)
Cas 1	1 an	6.80	248	14	2.86
Cas 2	1 an	6.80	270	14	2.86
Cas 3	10 ans	8.40	248	15.5	2.86
Cas 4	10 ans	8.40	270	15.5	2.86
Cas 5	50 ans	9.20	248	16.5	2.86
Cas 6	50 ans	9.20	270	16.5	2.86
Cas 7	100 ans	9.46	248	18	2.86
Cas 8	100 ans	9.46	270	18	2.86

Tableau 4-2 : Cas retenus pour les conditions de niveau d'eau

Condition	Période de retour du niveau d'eau	Hauteur de houle (m)	Direction de la houle (°N)	Période de pic (s)	Niveau d'eau (m NGF)
Cas 9	1 an	5.06	248	11s	3.76
Cas 10	1 an	5.06	270	11s	3.76
Cas 11	50 ans	5.06	248	11s	4.39
Cas 12	50 ans	5.06	270	11s	4.39
Cas 13	100 ans	5.06	248	11s	4.56
Cas 14	100 ans	5.06	270	11s	4.56

4.2.2. Résultats

Les principales figures de résultats des modélisations de houles et de courant, dans la configuration de l'état initial sont présentées ci-après sous forme de cartes. Elles sont reprises en totalité dans les Annexes 5 et 6 du présent rapport.

Afin de mieux analyser les résultats, des données de houle, niveau d'eau et vitesses de courant ont été extraites au niveau d'un point d'extraction situé au pied de l'ouvrage étudié (Figure 4-1).



Figure 4-1 : Visualisation du point d'extraction des houles

Après analyse des résultats, il est observé que les houles perdent une très grande partie de leur énergie à l'approche du rivage. En effet, la différence de hauteur de houle peut atteindre 90% entre le large et la zone d'étude. La figure ci-après (Figure 4-2) illustre le comportement des houles de secteur Ouest-Sud-Ouest à l'approche du rivage.

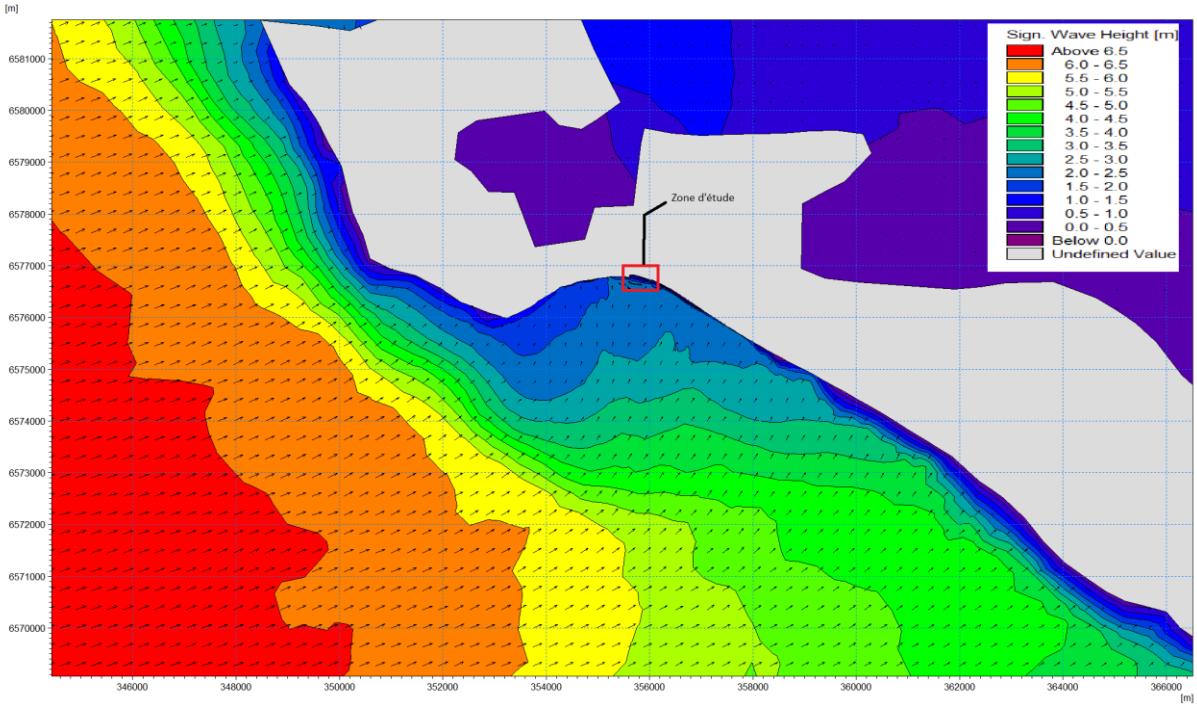


Figure 4-2 : Visualisation de la réfraction des houles au large de la zone d'étude

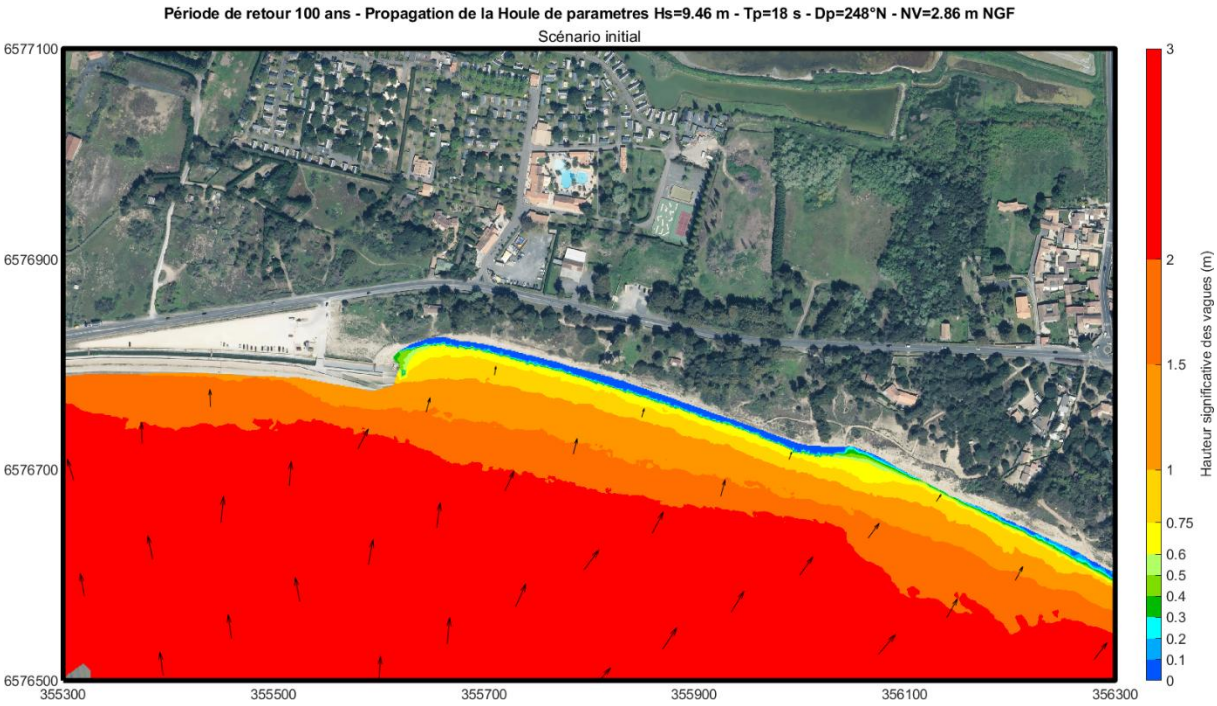


Figure 4-3 : Visualisation de l'agitation pour le Cas 7 - Période de retour des houles 100 ans

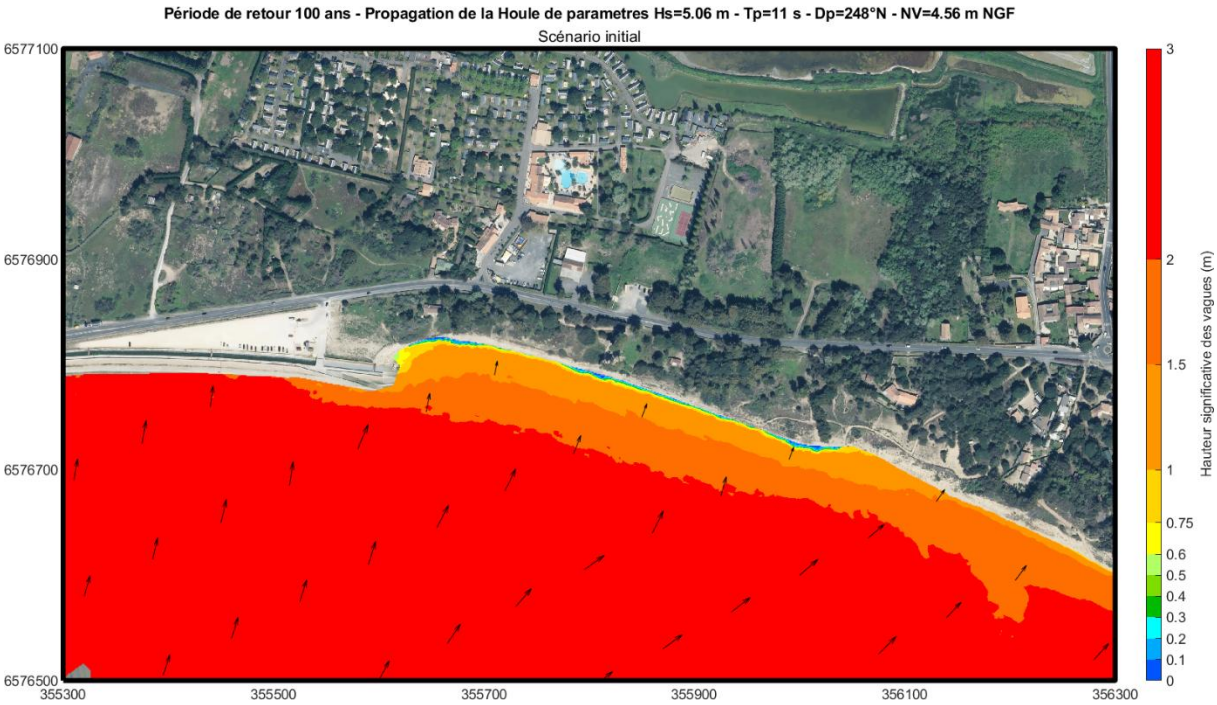


Figure 4-4: Visualisation de l'agitation pour le Cas 13 - Période de retour des niveaux extrêmes 100 ans

Les deux tableaux ci-dessous récapitulent les résultats des conditions de houle au niveau du point d'extraction présenté précédemment pour les deux cas retenus.

Tableau 4-3 : Résultats des conditions d'état de mer au point d'extraction - Cas des conditions de houle

Condition	Hm0 (m)	Direction de la houle (°N)	Niveau d'eau (m IGN)	Vitesse de courant (m/s)
Cas 1	0.74	192	2.98	0.21
Cas 2	0.71	191	2.93	0.2
Cas 3	0.77	192	3.07	0.22
Cas 4	0.74	191	3.02	0.22
Cas 5	0.77	192	3.07	0.21
Cas 6	0.74	191	3.02	0.21
Cas 7	0.81	192	3.16	0.24
Cas 8	0.78	191	3.11	0.21

Figure 4-5 : Résultats des conditions d'état de mer au point d'extraction - Cas des conditions de niveau d'eau

Condition	Hm0 (m)	Direction de la houle (°N)	Niveau d'eau (m IGN)	Vitesse de courant (m/s)
Cas 9	1.05	191.5	3.75	0.11
Cas 10	1.02	191.5	3.73	0.04
Cas 11	1.25	191.5	4.38	0.07
Cas 12	1.16	191.5	4.36	0.06
Cas 13	1.31	191.5	4.59	0.12
Cas 13	1.18	191.5	4.57	0.11

Globalement, en ce qui concerne **l'agitation**, les résultats montrent que :

- Les hauteurs des houles de secteur Ouest-Sud-Ouest sont légèrement supérieure aux houles de secteur Ouest ;
- Comme présagé, les directions de houle au point d'extraction sont de direction Sud-Sud-Ouest ;
- L'augmentation des hauteurs de houle au large n'a pas d'effet important sur l'agitation locale, tant que cette augmentation n'est pas suivie par une augmentation du niveau d'eau ;
- Les hauteurs de houles enregistrées augmentent avec les niveaux d'eau.

En ce qui concerne les vitesses des courants, il est observé :

- Les vitesses de courant pour les cas des conditions de houle sont de l'ordre de 0.20 à 0.25 m/s ;
- Pour les conditions de niveau d'eau, les vitesses de courant sont comprises entre 0.04 m/s et 0.12 m/s, ce qui est moins important que les cas des conditions de houle.

Dans les cas des conditions de houle, il est remarqué que la différence entre les hauteurs de houle au niveau de la zone d'étude et les périodes de retour simulées restent faibles. Cette observation est confirmée par les cas des conditions de niveau d'eau simulés, où les hauteurs des houles au point d'extraction augmentent linéairement avec l'augmentation des niveaux d'eau.

Les vitesses de courant sont plus importantes dans les cas où les niveaux d'eau et les houles associées sont moins importants, cela peut être expliqué par le fait qu'à partir d'une certaine hauteur de houle et niveau d'eau, les houles déferlent et génèrent des courants de dérive littorale comme en témoigne les figures des résultats ci-après. Dans le cas inverse ou le niveau d'eau est plus important, le déferlement des houles se fait d'une manière beaucoup moins énergétique et les courants générés par la suite restent faibles.

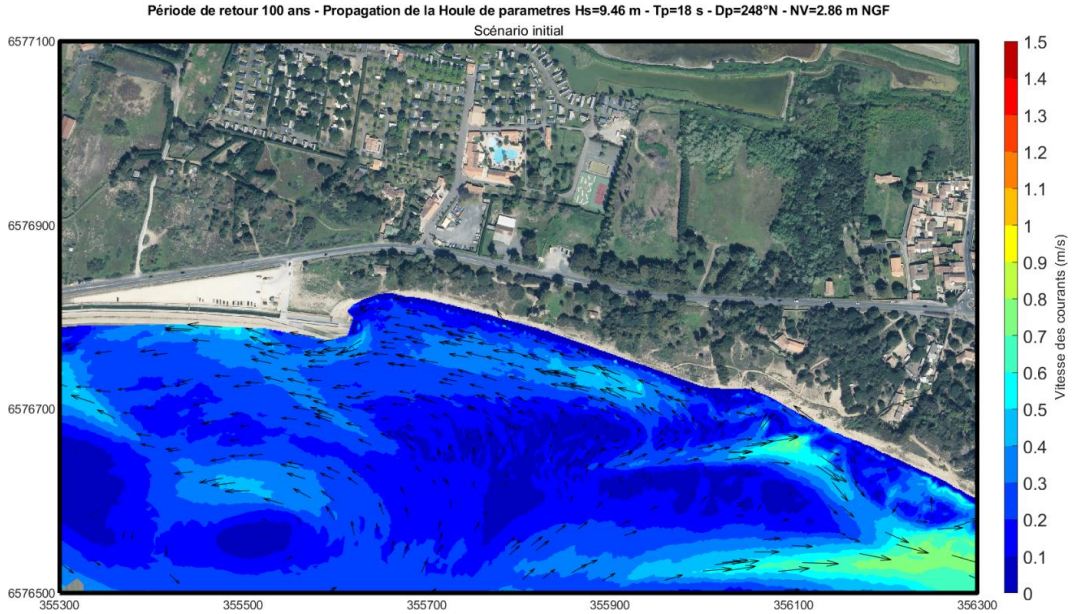


Figure 4-6 : Visualisation des vitesses de courant - CAS 7 - Période de retour des houles 100 ans

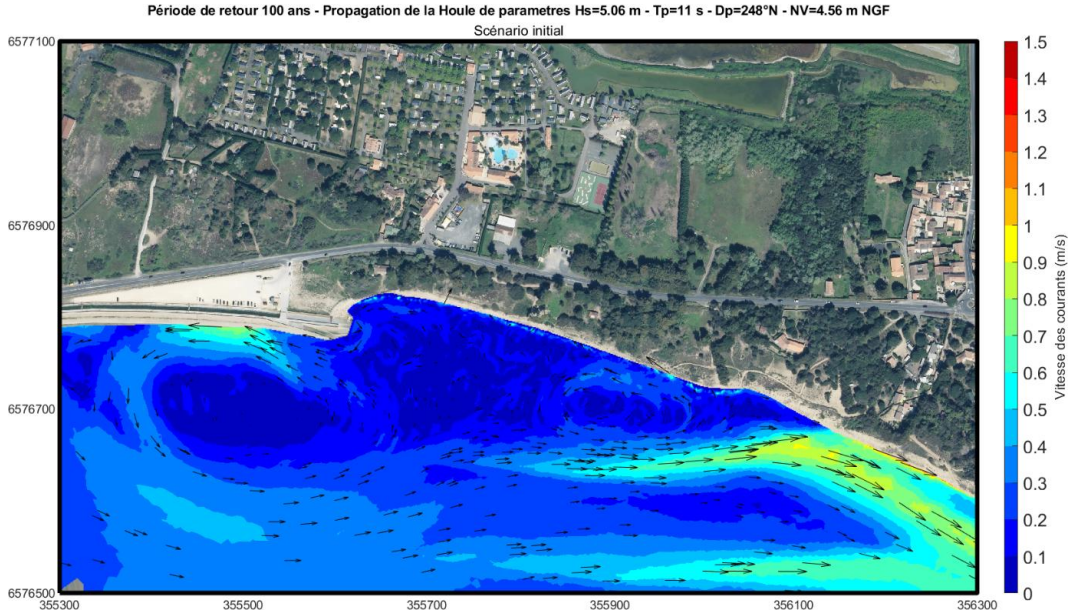


Figure 4-7 : Visualisation des vitesses de courant - CAS 7 - Période de retour des niveaux extrêmes 100

4.3. GENESIS – Modélisation hydrosédimentaire à long terme

4.3.1. Scénarios modélisés

Dans le cadre de cette étude, plusieurs scénarios d'aménagement ont été reproduits au sein de GENESIS, sur la base des pistes théoriques proposées précédemment (Partie 4.2). En tout, ce sont 8 scénarios qui ont été modélisés sur la période 2022-2042, des plus simples aux plus complexes :

- S0a : Suppression de l'ouvrage actuel (cordon en enrochements) sans nouveaux aménagements, afin d'observer la dynamique naturelle du site ;
- S0b : Conservation de l'ouvrage actuel sans nouveaux aménagements, afin d'évaluer la position future du tait de côte en présence du cordon d'enrochements actuel ;
- S1a : Suppression de l'ouvrage actuel et mise en place de deux épis de 50m de long ;
- **S1b : Suppression de l'ouvrage actuel, mise en place de deux épis de 50m de long et d'un rechargement initial (juin 2023) de 5000 m^3 entre ces deux épis (solution initialement retenue)** ;
- S1c : Suppression de l'ouvrage actuel, mise en place de deux épis de 50 m de long et de deux rechargements de 2500 m^3 (2023 et 2033) en aval dérive des épis.
- **S1d : Suppression de l'ouvrage actuel, mise en place de deux épis de 50 m de long, d'un rechargement initial de 5000 m^3 (2023) entre les deux épis et d'un rechargement d'entretien de 2500 m^3 (2033) en aval dérive.**
- S2a : Suppression de l'ouvrage actuel, mise en place de trois épis (deux de 50 m de long et un de 25 m) et aucun rechargement.
- S2b : Suppression de l'ouvrage actuel, mise en place de trois épis (deux de 50 m de long et un de 25 m), d'un rechargement initial de 2500 m^3 (2023) en aval dérive du deuxième épi et d'un rechargement d'entretien de 2500 m^3 à +10 ans (2033).

Ainsi, pour chaque scénario, des traits de côte à +10 ans et à +20 ans ont été modélisés (Figure 4-8) puis post-traités, de sorte à obtenir des cartes de ces résultats.

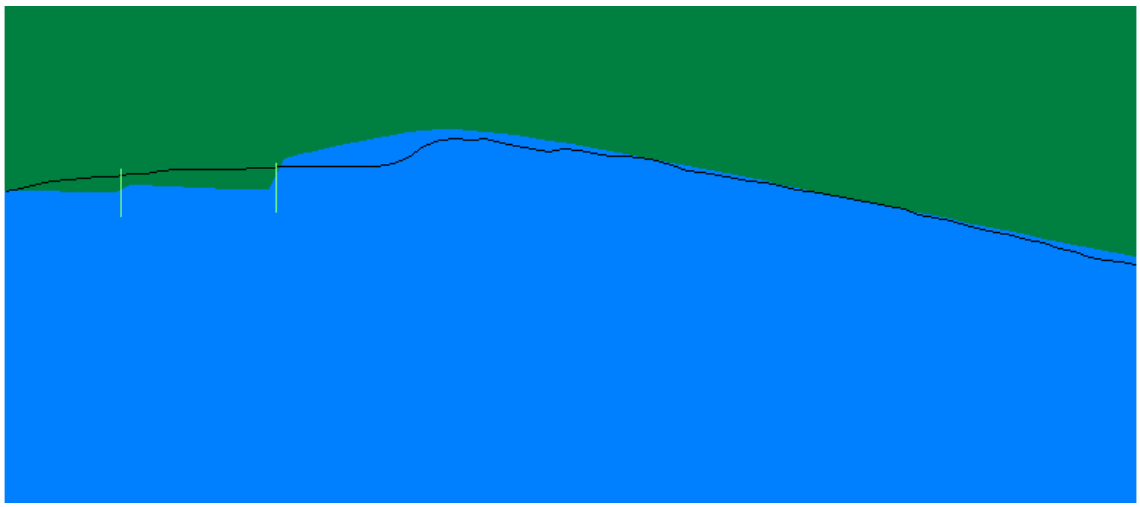


Figure 4-8 : Exemple de simulation GENESIS à +20 ans pour le scénario S1a. Une zone d'accrétion est observée en amont dérive de chaque épi ainsi qu'une zone d'érosion en avale dérive.

4.3.2. Résultats

Les différents résultats issus des modélisations GENESIS ont été post-traités de sorte à obtenir des rendus plus visuels. Pour se faire, les traits de côte modélisés ont été extraits de GENESIS puis, leurs coordonnées locales ont été converties en Lambert-93 afin que les traits de côte puissent être superposés à une orthophotographie littorale récente.

La présentation des résultats a été réalisée sous forme de figures présentant, pour les différents scénarios étudiés, les zones d'érosion et d'accrétion à +20 ans (2042).

Ces différents résultats montrent l'inefficacité de la mise en place de deux ou trois épis sans aucun rechargement (solutions S1a et S2a). **Au contraire, la mise en place d'épis cumulée à différentes quantités de rechargements semble à chaque fois stabiliser le trait de côte. Il faut néanmoins préciser que dans tous ces différents cas d'aménagements, et en particulier pour les solutions les plus efficaces, de l'érosion reste présente en avale dérive du secteur de Moulin Brûlé et doit donc être surveillée.**

A partir de l'analyse de ces différents résultats, un bilan de l'efficacité théorique de chaque solution a été dressé, en prenant en compte la capacité à stabiliser le trait de côte ainsi que les moyens d'aménagement mis en œuvre (volume de rechargement et longueur cumulée des épis) (Tableau 4-4). Ainsi, les aménagements avec un rechargement en sable apparaissent efficaces contre le recul du trait de côte. Les épis, permettant de mieux stabiliser le sable mis en place, améliorent l'efficacité des aménagements.

Tableau 4-4 : Bilan des résultats

Scénarios	S1a	S1b	S1c	S1d	S2a	S2b
Description	2 épis	2 épis + r1	2 épis + r2	2 épis + r1 + r2	3 épis	3 épis + r2
Erosion sur 20 ans	forte	stable	stable	accrétion	moyenne	accrétion
Longueur d'épis cumulés	100 m	100 m	100 m	100 m	125 m	125 m
Rechargements sur 20 ans	0 m3	5000 m3	5000 m3	7500 m3	0 m3	5000 m3

Ces résultats, issus de modélisations complexes vis-à-vis de la dynamique sédimentaire, montrent les principales tendances des futurs aménagements étudiés. Ces résultats sont néanmoins à prendre avec le recul nécessaire car, malgré leur complexité, ils ne peuvent pas prendre en compte l'ensemble des phénomènes réels.



Figure 4-9 : *Bilan de recul ou d'avancée du trait de côte à +20 ans (2042) pour le* ***Scénario S0a Suppression de l'ouvrage actuel***



Figure 4-10 : *Bilan de recul ou d'avancée du trait de côte à +20 ans (2042) pour le* ***Scénario S0b Conservation de l'ouvrage actuel sans nouveaux aménagements***



Figure 4-11 : *Bilan de recul ou d'avancée du trait de côte à +20 ans (2042) pour le* ***Scénario S1a Suppression de l'ouvrage actuel et mise en place de 2 épis de 50m***



Figure 4-12 : Bilan *de recul ou d'avancée du trait de côte à +20 ans (2042) pour le* ***Scénario S1b Mise en place de 2 épis de 50m et rechargement de 5000 m³***



Figure 4-13 : *Bilan de recul ou d'avancée du trait de côte à +20 ans (2042) pour le* ***Scénario S1c***
Mise en place de 2 épis de 50m et rechargement de 2500 m³ puis 2500 m3



Figure 4-14 : Bilan *de recul ou d'avancée du trait de côte à +20 ans (2042) pour le* ***Scénario S1d***
Mise en place de 2 épis de 50m et rechargement de 5000 m³ puis 2500 m3



Figure 4-15 : *Bilan de recul ou d'avancée du trait de côte à +20 ans (2042) pour le* ***Scénario S2a***
Suppression de l'ouvrage actuel et mise en place de 3 épis



Figure 4-16 : Bilan *de recul ou d'avancée du trait de côte à +20 ans (2042) pour le* ***Scénario S2b***
Mise en place de 3 épis et rechargement de 2500 m³ puis 2500 m3³

4.4. S-BEACH – Résultats de la modélisation hydrosédimentaire 1D à court terme (effet des tempêtes sur un profil type)

Les modélisations réalisées avec S-BEACH concluent à un impact modéré d'une tempête annuelle de forte intensité sur l'érosion du haut de plage et du système dunaire. Les résultats peuvent être résumés de la façon suivante (Figure 4-17) :

- Abaissement du haut de plage de 0,1 à 0,2 m au niveau de l'extrémité du rechargement ;
- Abaissement de la moyenne plage de 0,3 m et accumulation de ce sable à la jonction moyenne plage bas de plage ;
- Erosion limitée de la dune avec obtention d'un profil d'équilibre par déplacement gravitaire du sable dunaire en pied de dune.

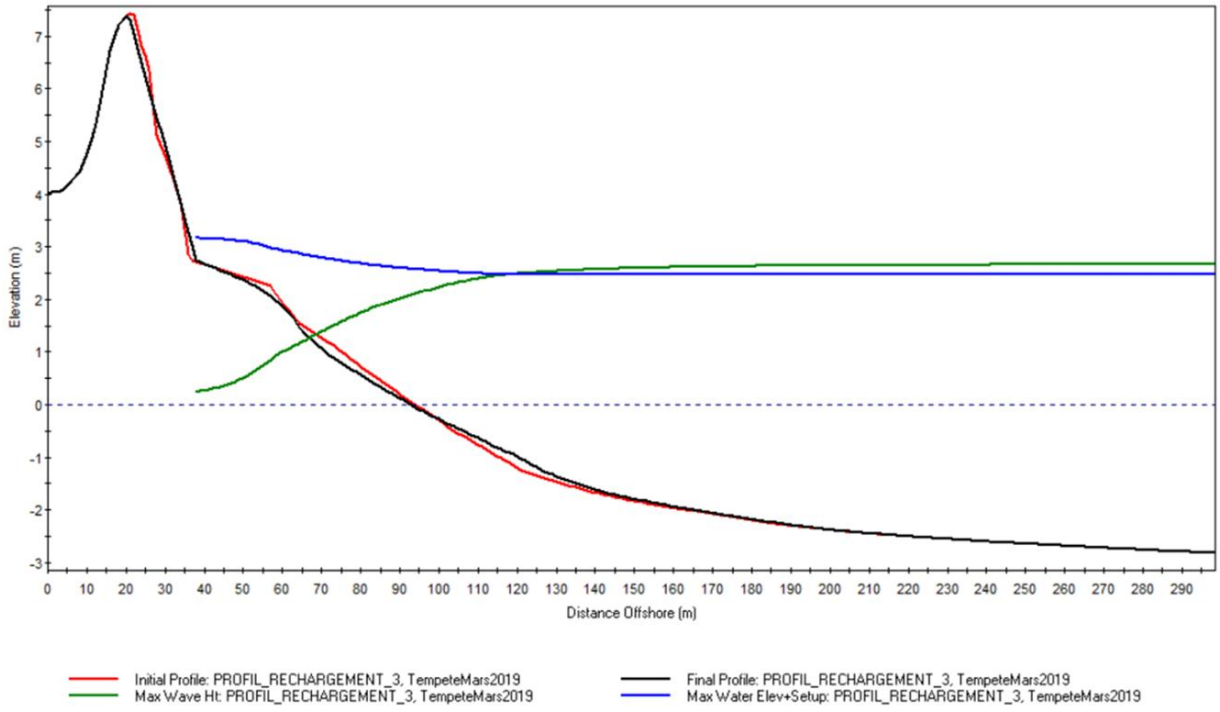


Figure 4-17 : Profil d'érosion modélisé avec S-BEACH (ligne noire) superposé au profil initial (ligne rouge), à la hauteur de houle maximum (ligne verte) et au niveau d'eau avec set-up (ligne bleue).

Les résultats S-BEACH amènent à conclure sur la relative stabilité de la plage en condition future, du fait de l'érosion minime du haut de plage et de la dune, lors d'un événement tempétueux annuel de forte intensité. Néanmoins, lors des conditions hivernales ou des tempêtes pouvant se répéter sans reconstitution de la plage, il y a un risque que la plage tende à s'abaisser. Cette situation va augmenter, tempête après tempête, l'érosion du pied de dune et le déplacement gravitaire du sable constituant la dune. La dune n'étant pas en mesure de se reconstituer naturellement, il est probable que l'on constate un recul progressif de la dune.

4.5. X-BEACH – Modélisation hydrosédimentaire 2D à court terme (effet des tempêtes sur toute la zone)

4.5.1. Scénarios XBeach simulés

Les conditions aux limites retenues pour la modélisation XBeach sont extraites de la modélisation Mike réalisée précédemment. Elles traduisent les principaux états de mer caractéristiques du site, associés à des périodes de retour croissantes. Trois situations de tempête ont ainsi été sélectionnées : **T1**, correspondant à une tempête fréquente (événement annuel typique), **T10**, représentative d'un épisode décennal, et **T50**, associée à une tempête rare et intense.

Pour chacune de ces conditions, les forçages en houle (hauteur significative *Hs* et période de pointe *Tp*) ainsi que les niveaux d'eau correspondants ont été extraits et ajustés pour reproduire les conditions réelles d'impact sur la zone de déferlement. Ces paramètres seront résumés dans le Tableau 4-5. Les conditions de houle sont imposées en limite au large du domaine, tandis que les conditions latérales sont traitées en mode radiatif pour minimiser les réflexions, et la limite de rive est considérée comme fixe et non perméable.

Tableau 4-5 : Synthèse des conditions de forçage XBeach.

Conditions	Hs (m)	Tp (s)	Niveau (m)
T1	2.05	14.1	2.88
T10	2.18	15.62	2.98
T50	2.31	18.11	3.06

La paramétrisation sédimentaire repose sur les analyses granulométriques réalisées spécifiquement pour le site, qui indiquent un sable d'origine marine à granulométrie moyenne. Pour les simulations XBeach, les caractéristiques principales adoptées sont un diamètre médian **D50 = 0,000323 m** et un diamètre fin **D15 = 0,000786 m**, représentatifs du sédiment natif de la plage active. Ces valeurs garantissent une cohérence avec les prélèvements réalisés sur le terrain et les modèles utilisés précédemment (S-BEACH et GENESIS). Les autres paramètres (porosité, densité, coefficient de friction) ont été conservés dans les valeurs de référence préconisées par la documentation XBeach pour des sables moyens, afin d'assurer la stabilité numérique et la comparabilité entre les scénarios.

Les simulations ont été conduites pour deux états morphologiques distincts :

- **L'état initial**, correspondant à la configuration actuelle du site, sans aménagements,
- **L'état aménagé**, intégrant les ouvrages projetés (épis, protections frontale et rechargement).

Chacun de ces états a été soumis successivement aux trois niveaux de tempête (T1, T10 et T50), soit un total de six scénarios. Cette approche permet d'apprécier la réponse morphodynamique du site à court terme en fonction de l'intensité de l'événement, mais aussi d'évaluer l'efficacité des aménagements face à des conditions de plus en plus énergétiques. Les résultats obtenus — cartes d'érosion/accrétion et évolution temporelle des profils — seront analysés en comparant systématiquement les états initial et aménagé, afin de quantifier les bénéfices hydrosédimentaires apportés par les ouvrages.

4.5.2. Résultats des modélisations Xbeach

Les résultats des simulations XBeach montrent des comportements globalement similaires entre les trois intensités de tempête modélisées, la différence portant principalement sur l'amplitude des évolutions morphologiques. Afin de ne pas alourdir l'analyse, celle-ci se concentre ici sur le scénario le plus énergétique, correspondant à la tempête cinquantennale (T50), qui constitue un cas d'étude représentatif pour évaluer la robustesse des aménagements proposés.

Sur **l'état initial**, la dynamique sédimentaire apparaît fortement contrainte par la présence du vieil enrochement, aujourd'hui dégradé. Les résultats mettent en évidence des zones d'érosion localisées mais intenses au pied de l'ouvrage, en particulier là où la houle incidente vient se réfléchir sur la structure. Ces phénomènes traduisent une situation d'instabilité morphologique et sont susceptibles de provoquer des affouillements ponctuels, accentuant la dégradation de l'ouvrage. À l'extrémité Est, là où la digue se replie vers l'intérieur des terres, les simulations révèlent une érosion marquée du haut de plage, associée à un recul significatif du trait de côte et à une accrétion en pied de profil. Ces évolutions, de l'ordre de 0,4 m en quelques heures de simulation, confirment le caractère vulnérable de ce secteur, déjà observé sur le terrain.

Dans **l'état aménagé**, le comportement morphologique du site apparaît nettement plus régulier et cohérent spatialement. Les deux épis assurent une dissipation partielle de l'énergie incidente et un piégeage sédimentaire efficace, limitant les dérives longitudinales et favorisant la stabilisation du linéaire. Le rechargement de plage agit comme un volume tampon, permettant à la plage de se réajuster naturellement sous l'effet de la houle : on observe ainsi un schéma classique d'érosion en haut de plage et d'accrétion en bas de plage, sans zones d'érosion localement exacerbées. Ces redistributions verticales témoignent d'une dynamique de rééquilibrage post-rechargement, la plage tendant à retrouver un profil d'équilibre cohérent avec la houle incidente.

Globalement, la comparaison entre les deux états montre que les aménagements projetés remplissent pleinement leur fonction. Le système d'épis contribue à lisser les gradients hydrosédimentaires et à atténuer les points de concentration d'énergie identifiés sur l'ouvrage existant, tandis que la nouvelle protection frontale stabilise la partie haute du cordon. Le retrait de la portion Est du vieil enrochement favorise une redistribution plus naturelle du sédiment. L'ensemble du dispositif agit donc de manière cohérente pour redonner à la plage un fonctionnement sédimentaire plus homogène et durable, tout en limitant les risques d'affouillement et de déstabilisation structurelle.

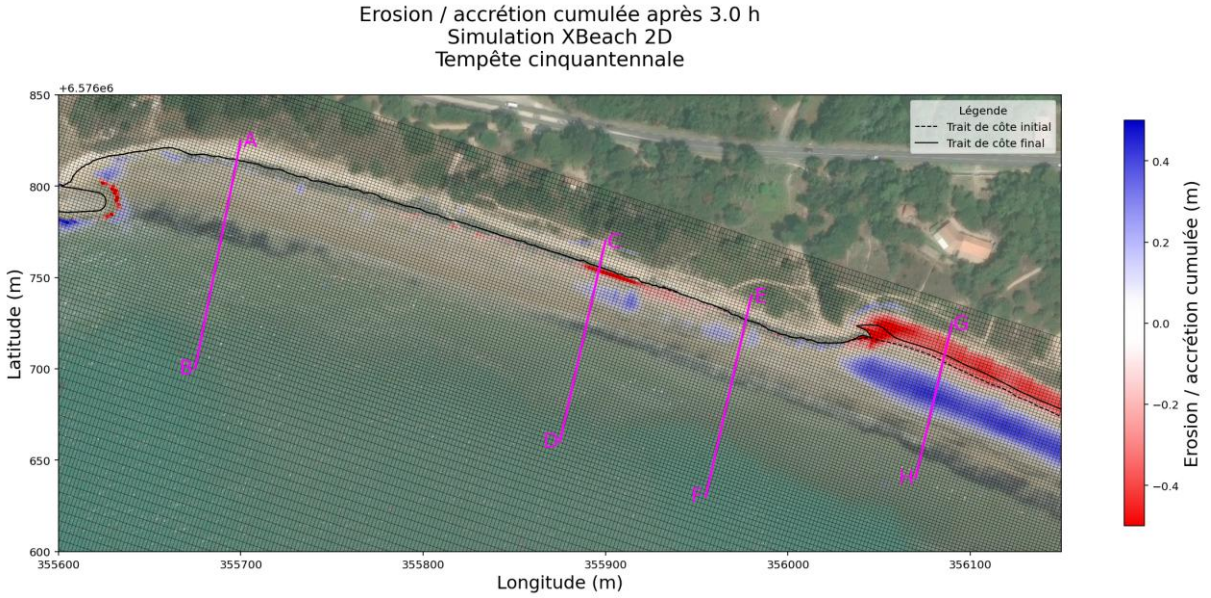


Figure 4-18 : Erosion et accrétion modélisée pour le scénario état initial T50.

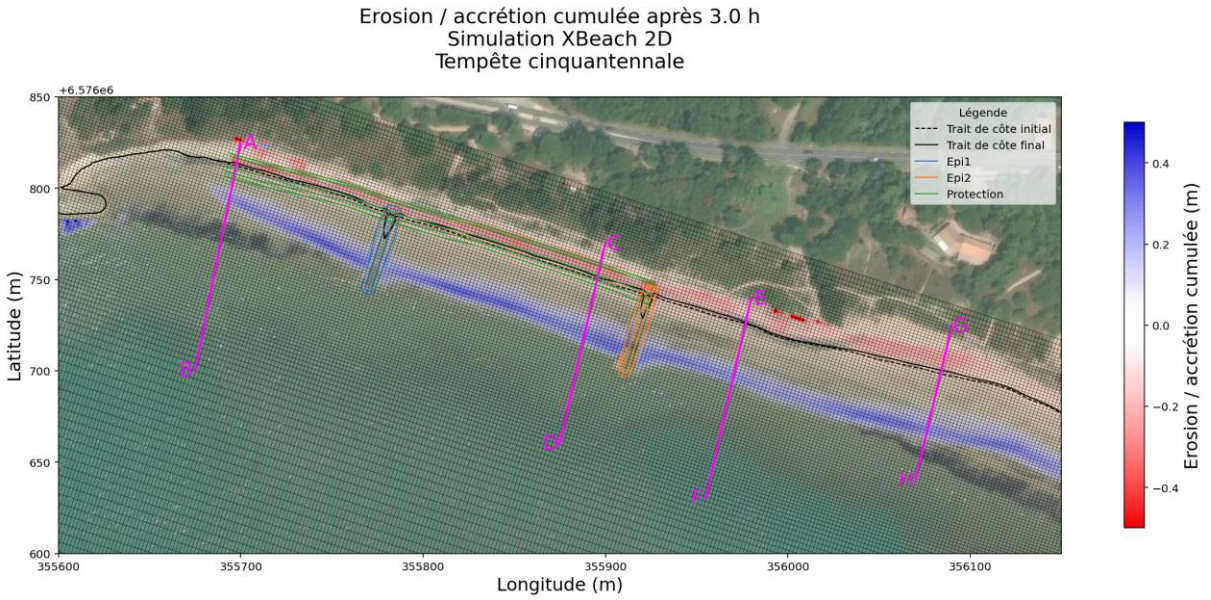


Figure 4-19 : Erosion et accrétion modélisée pour le scénario état aménagé T50.

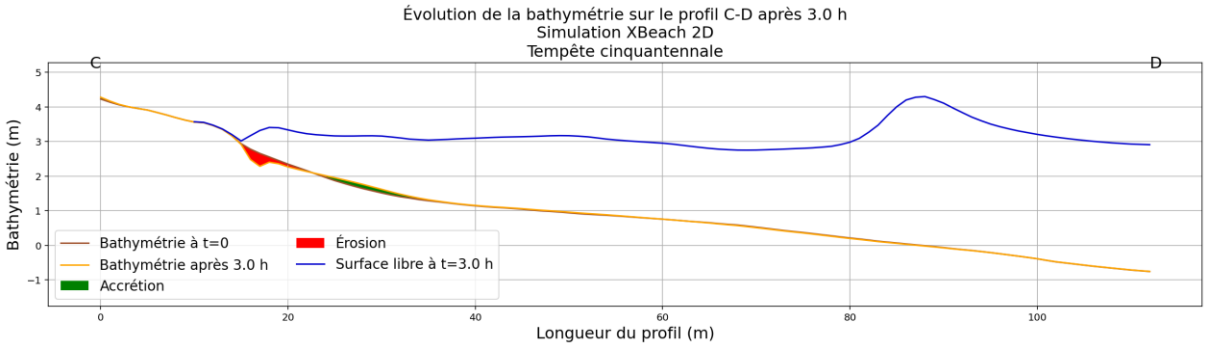


Figure 4-20 : Erosion et accrétion modélisée le long du profil CD pour le scénario état initial T50.

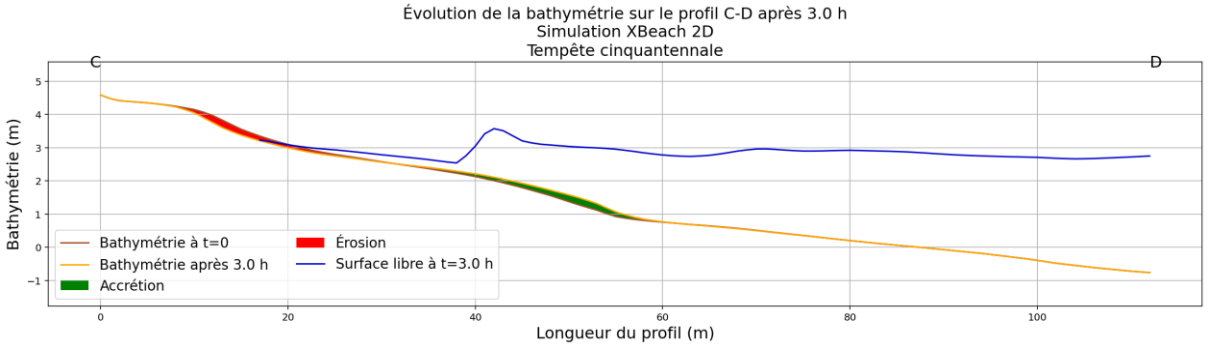


Figure 4-21 : Erosion et accrétion modélisée le long du profil CD pour le scénario état aménagé T50.

4.6. Conclusions et analyse du scénario d'aménagement retenu

Les différentes modélisations numériques effectuées dans le cadre de cette étude donnent les principales conclusions suivantes :

- **Les modélisations MIKE** ne montrent pas d'impact notable de la mise en place des deux épis de 50 m de long sur la dynamique des courants de la moyenne plage ;
- **Les modélisations GENESIS** montrent que l'aménagement initialement retenu (S1b), devrait tendre à stabiliser le littoral, même si une tendance à l'érosion se fera toujours sentir à l'aval des épis ;
- **Les modélisations S-BEACH**, en conditions futures, ne présentent pas d'impact majeur lors d'une tempête annuelle de forte intensité sur l'érosion de la dune ainsi que sur le rechargement en sable.
- **Les modélisations XBEACH**, montrent que l'état aménagé présente un trait de côte bien plus stable que l'état actuel, notamment au niveau de l'encoche érosive.

Ces modélisations montrent donc que la solution initialement envisagée, consistant notamment à réaliser un rechargement en sable associé à la mise en place de 2 épis, peut être maintenue.

5. Présentation des aménagements retenus

Les plans et coupes des ouvrages sont joints en Annexe 7. Des extraits sont présentés dans le corps du présent rapport.
Les caractéristiques des ouvrages ont été établies sans étude géotechnique propres au site de Moulin Brulé. Les seules informations géotechniques connues sont résumées dans la partie 3.4.2.

5.1. Principe et justification des aménagements retenus

5.1.1. Synthèse sur la dynamique sédimentaire du site

L'analyse de la configuration du site et des profils de plage a montré que :

- La plage est très basse au pied de la protection actuelle en enrochements et le littoral, ainsi que la dune en arrière, se maintiennent « artificiellement » grâce à la protection qu'offre ces enrochements.
- A l'Est des enrochements, la plage semble retrouver un profil de plage « plus naturelle », même si cette zone peut être définie comme une zone « en érosion ».
- Plus à l'Est, au-delà de 100 à 150 m, la plage retrouve un profil « classique » de ce littoral, avec une haute plage relativement pentue avant une dune en érosion.
- Sur l'estran, au-delà de la zone atteinte par les pleines mers de marée moyenne, la plage semble retrouver un certain équilibre longitudinal et les changements de zone (zone en enrochements / zone en érosion immédiatement en aval des enrochements / dune en érosion, plus à l'Est) ne semblent pas conditionner la bathymétrie de l'estran.

Ces informations sont identifiables sur la figure ci-dessous, extraite du plan masse de l'état existant en 2021.

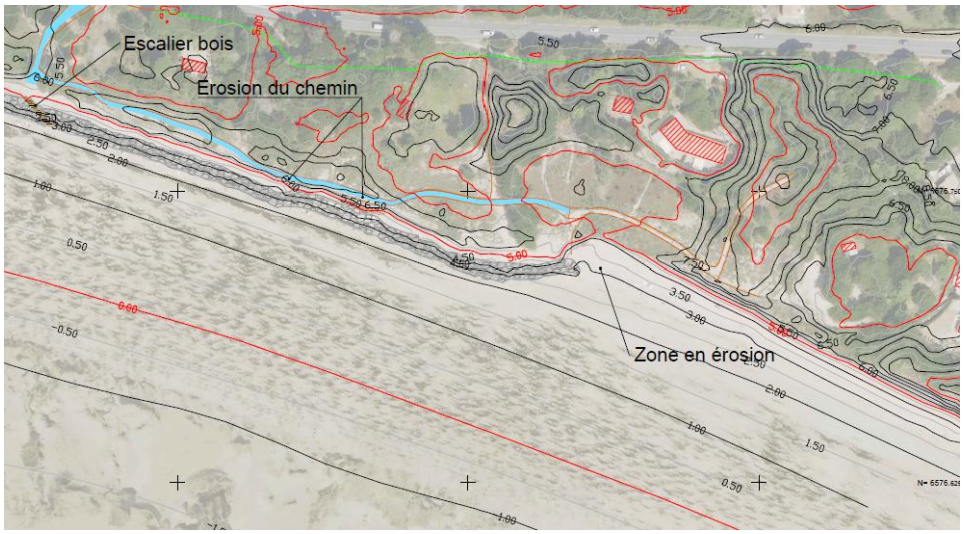


Figure 5-1 : Extrait du plan masse de l'état existant [R1]

L'analyse de différents profils aux cours du temps a montré que :

- La plage a nettement évolué depuis les mesures Lidar de 2010, essentiellement dans sa partie haute, au-dessus du niveau de mi-marée.

- En dessous du niveau de mi-marée, les profils de plage ne semblent pas montrer d'abaissement significatif.
- Que ce soit la plage devant les enrochements ou la plage plus à l'Est, cet abaissement du niveau de la plage est du même ordre de grandeur.
- En revanche, on peut constater que, suivant les zones :
  - Les enrochements mis en place en 2014 ont globalement figé le trait de côte et ont stabilisé la position de la dune, malgré l'abaissement de la plage,
  - A l'Est, à partir de la fin des enrochements, cet abaissement du niveau de la plage s'est traduit par un recul important du trait de côte, de l'ordre d'une vingtaine de mètres.
- Contrairement à ce qui a déjà pu être envisagé, les enrochements ne semblent pas avoir participé notablement à un abaissement du niveau de la plage. Ceci peut notamment être dû au fait que le talus en enrochements a une pente très modérée (3H/1V) et qu'il a donc un faible coefficient de réflexion.
- Cette analyse amène à la conclusion qu'en l'absence des ouvrages réalisés en 2014, la plage n'aurait probablement pas été plus haute mais qu'en parallèle, la dune aurait certainement fortement reculé.
- Il est aussi intéressant de noter que l'ensemble de la plage subit d'importantes variations entre les profils estivaux et les profils hivernaux.

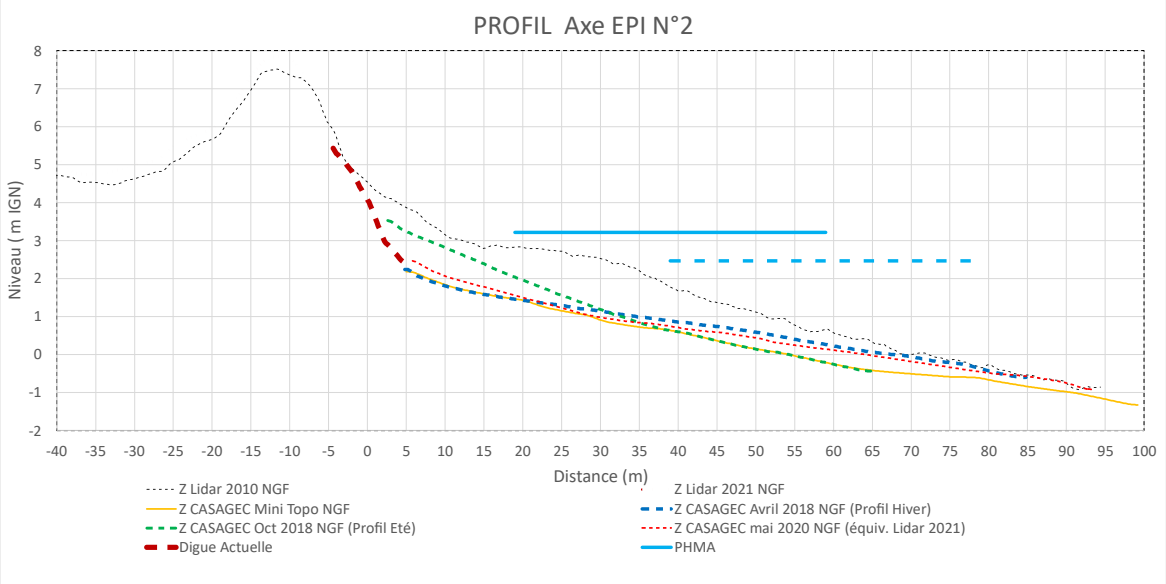


Figure 5-2 : Visualisation de différents profils de la plage, au niveau du futur épi N°2

Cette analyse complémentaire de la dynamique sédimentaire le long de ce littoral (initiée au stade AVP suite à la difficulté pratique de recréer une plage plus « naturelle », sans protection frontale) abouti aux conclusions suivantes sur la dynamique sédimentaire locale :

- Le déficit sédimentaire et la tendance à l'érosion sur l'ensemble de ce littoral de l'île de Ré est une donnée de base pour cette étude de l'érosion sur le site de Moulin Brûlé.
- Contrairement à ce qu'il a pu se passer lors de certaines périodes précédentes, la digue du Boutillon, et les épis à l'Ouest de cette digue, ne « bloquent » plus le transit littoral.
- En revanche, à l'aval de ces ouvrages, donc sur la zone d'étude de Moulin Brûlé, le transit littoral est perturbé, avec certainement une difficulté pour le sable à transiter au plus près du

trait de côte et donc potentiellement la présence d'un transit littoral sableux qui s'étale sur l'ensemble de l'estran (Estran qui est très large dans cette zone).

- L'analyse de la tendance à l'érosion sur cette zone laisse donc à penser que cette érosion est due à un déficit d'apport de sable sur la partie haute de la plage et non à des départs importants de sable.
- D'un point de vue pratique, si le sable du haut de plage est emporté plus vers l'Est où vers le large (lors des tempêtes hivernales), les rechargements naturels de la plage en période estivale se font difficilement et ne sont a priori pas en mesure de recharger suffisamment la haute plage.
- En conséquence, des apports artificiels de sable en haut de plage pallieront ce déficit de rechargement naturel et ces apports ne seront pas repris de manière importante et rapide dans le transit vers l'Est.

5.1.2. Objectifs et orientations pour la conception des aménagements

Les objectifs pour la conception des aménagements sont :

- La protection contre l'érosion sur le site de Moulin Brûlé, afin notamment de protéger les principaux enjeux immédiatement en arrière, tel que le bâti et la route départementale, qui est la voie unique pour accéder au Nord-Ouest de l'île de Ré ;
- Le ralentissement de la dynamique érosive à l'œuvre à l'Est du musoir actuel ;
- La requalification paysagère du site, qui actuellement apparaît comme une zone artificielle fortement dégradée.
- En effet, la présence de gravats disparates en arrière de la protection en enrochements, le remblai en érosion (formant une micro-falaise), le e patchwork des enrochements (mélange d'enrochements dioritiques foncés et de calcaires clairs) et les fortes variations de géométrie donnent un aspect délabré et ruiné au site. La faible altimétrie de la plage, qui se traduit par l'absence de plage à marée haute, participe aussi à la déqualification de ce site qui, pourtant, est fortement visité en raison de la présence immédiate de la digue du Boutillon, qui permet aisément une vue panoramique sur la zone.



Figure 5-3 : Etat actuel en crête de digue et pied de dune

Pour répondre au mieux à ces différents objectifs, il est aussi nécessaire de prendre au mieux en compte la configuration du site et les différentes sollicitations auxquelles il est soumis. Parmi tous les éléments déjà recensés, les points suivants nous ont amené à changer de stratégie par rapport à l'étude précédente :

- La protection actuelle est très souvent franchie lors des tempêtes, car ruinée et ayant été construite en urgence sans tenir compte des règles de l'art,
- Ceci impacte la dune arrière qui est très dégradée,

- La dune actuelle est étroite,
- L'analyse des profils a montré qu'il sera très difficile de réaliser une plage et une dune stable sur la faible emprise disponible,
- Malgré la présence des épis, la plage tendra à s'abaisser lors des conditions hivernales. Dans ces conditions (en l'absence d'une protection frontale), la dune future pourra être soumise à un recul notable.



Figure 5-4 : Visualisation d'une condition de houle à pleine mer

Les orientations pour la conception des aménagements conservent une partie de celles retenues en étude de faisabilité : **le rechargement en sable pour rehausser le niveau de la plage et la création de 2 épis pour stabiliser le sable.**

En revanche, dans l'étude de faisabilité, il avait été fait l'hypothèse de déconstruire la protection frontale actuelle, en enrochements, car elle disparaissait totalement dans le futur rechargement de sable envisagé. **Au stade de l'étude d'avant-projet, il est proposé de maintenir une protection frontale sur la partie du linéaire la plus vulnérable, qui disparaîtra globalement sous les rechargements de sable mais qui permettra de sécuriser la dune lorsque le niveau de la plage tendra à s'abaisser.** Dans ces conditions, la digue frontale ne devient plus l'ouvrage majeur de la protection (c'est le rechargement maintenu par les épis qui jouera ce rôle), il s'agit d'un ouvrage de protection en « dernier recours » qui pourra être sollicité lors des grosses tempêtes hivernales, et qui sera peu visible en saison estivale.
Par ailleurs, au vu de l'état actuel de la protection frontale, il est recommandé de la déconstruire totalement pour la **reconstruire dans les règles de l'art**.

Afin de réduire phénomènes d'érosion en aval-dérive de l'ouvrage actuel, les solutions possibles sont les suivantes :

- Prolonger l'enrochement vers l'Est afin de fixer le trait de côte sur le secteur qui recul fortement.
- Libérer le trait de côte en amont-dérive de ce secteur, afin de permettre un réalignement progressif du trait de côte et un comblement de l'encoche.

La première solution, éprouvée depuis des décennies, sera sans doute la plus efficace pour fixer localement le trait de côte. Cependant, l'érosion se reportera à court terme plus encore en aval-dérive, menaçant d'autres enjeux, et par effet domino nécessitera d'enrocher le trait de côte toujours plus loin vers l'Est, avec des coûts de mise en œuvre et d'entretien croissants. La seconde proposition consisterait à **déconstruire la partie Est de l'ouvrage et à renaturer l'encoche créée par l'érosion**, en s'appuyant sur un rechargement de plage et l'installation de ganivelles et dans le but de tirer profit

des éléments et des dynamiques naturelles pour cicatriser cette encoche et améliorer la résilience du système dune/plage existant.

5.1.3. Principes retenus pour l'aménagement de la zone

En fonction des conditions analysées précédemment, les principes retenus pour l'aménagement de la zone sont :

- Un rechargement en sable pour rehausser le niveau de la plage et combler l'encoche créée par l'érosion à l'Est de l'ouvrage actuel ;
- La protection actuelle sera déposée et reconstruite sur environ les 2/3 Ouest de son linéaire actuel (correspondant à la zone la plus vulnérable), selon les règles de l'art pour assurer sa pérennité dans le temps ;
- La construction de deux épis de 50 m de long pour maintenir le rechargement en place au droit de l'ouvrage longitudinal (et donc de la zone la plus vulnérable actuellement)
- Des aménagements de gestion souple à adapter dans le temps pour stabiliser les apports de sable et favoriser la revégétalisation du haut de plage et éventuellement de la dune.

En conséquence :

- En conditions estivales, la partie centrale de la digue frontale disparaîtra sous le sable (comme souhaité dans l'étude de faisabilité) ;
- En conditions hivernales, la digue frontale pourra réapparaître et protégera la dune ;
- Le trait de côte de l'extrémité Est renaturée et de l'encoche érosive comblée évoluera librement et tendra vers un nouvel équilibre qui lui permettra même d'être (plus) résilient dans des conditions plus énergétiques liées aux aménagements, pressions humaines et au changement climatique. Les modélisations à long terme ont montré qu'avec deux rechargements complémentaires de ce secteur (scenario S1d modélisé dans le §4.3), le trait de côte ne devrait pas reculer sur 20 ans (voir Figure 4-14).

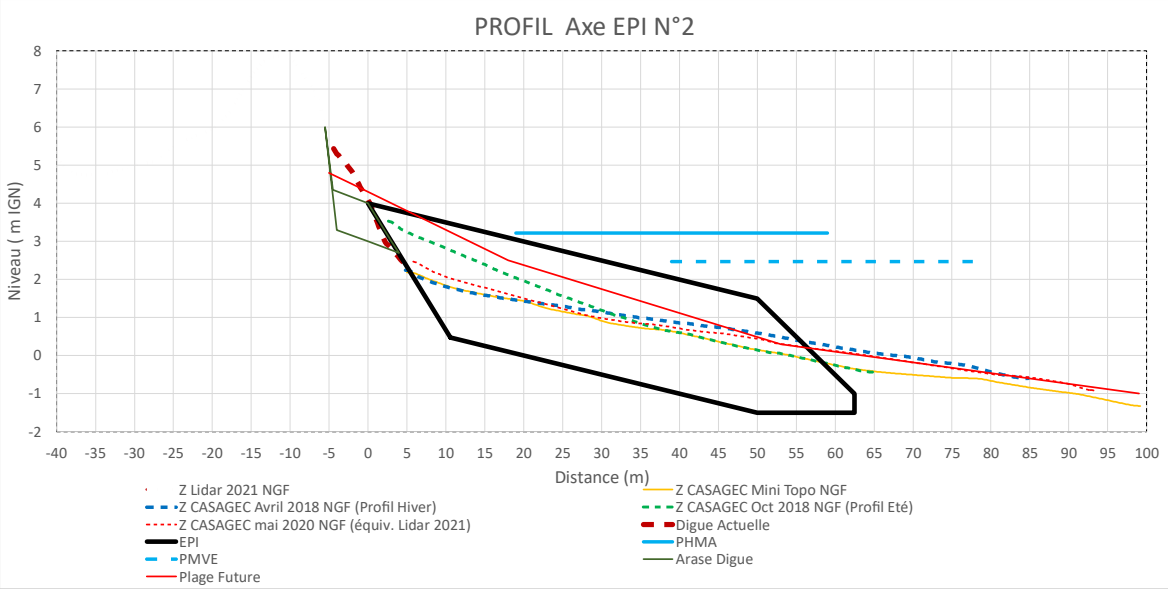


Figure 5-5 : Visualisation de l'épi N°2 et de différents profils de la plage

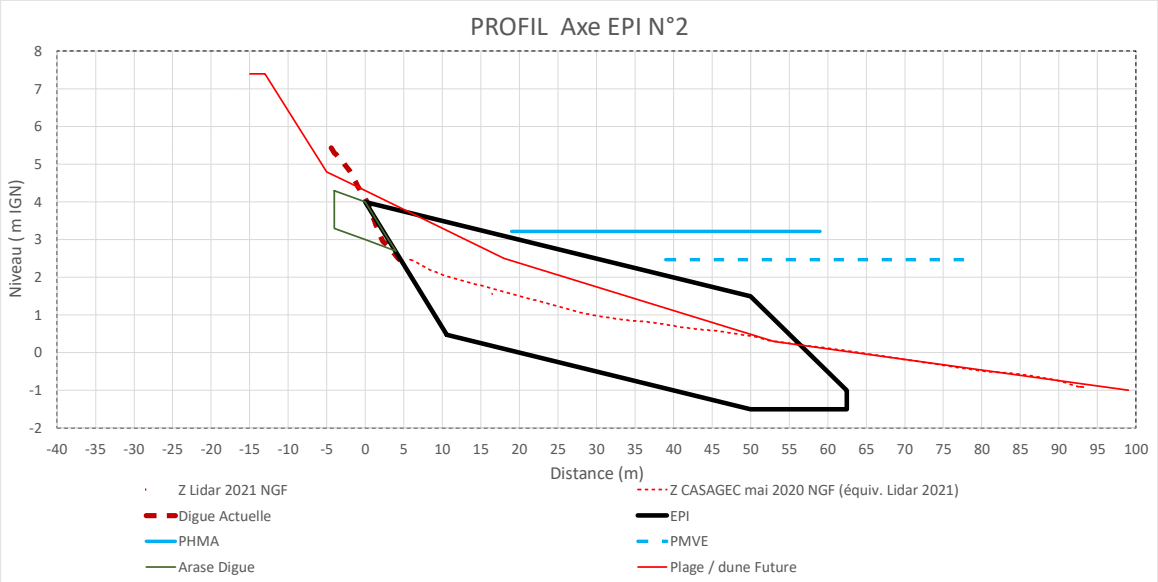


Figure 5-6 : Visualisation de l'épi N°2 et possibilité de talutage de la dune

5.2. Eléments techniques de dimensionnement des ouvrages en enrochements

Cette section détaille les principes de conception des épis et de la digue de protection longitudinale.

5.2.1. Géométrie des épis

Les épis sont des ouvrages perpendiculaires au trait de côte qui ont pour rôle d'élargir et rehausser localement une plage, afin de pallier les différents phénomènes d'érosion, en amont de la dérive littorale. En aval de l'ouvrage, il est toujours nécessaire de prendre en compte une modification du transit littoral entraînant des risques d'érosion. Ces risques d'érosion peuvent être limités (mais jamais supprimés) si un rechargement important de la plage est réalisé en même temps que l'épi. Ce type d'ouvrage est souvent constitué d'enrochements assurant une certaine perméabilité à l'ouvrage. En contrepartie le sable qui s'appuie sur l'épi ne peut jamais atteindre le haut de l'ouvrage.

5.2.1.1. Longueur des épis

- Plus le marnage est important, plus l'épi doit couvrir une longueur importante afin de capter / bloquer les sédiments circulant aux différentes phases de la marée. Un épi trop long risque cependant de s'étendre sur l'estran et interférer avec les courants de marée générateurs d'affouillement et ne transportant que peu de sable ;
- Un épi situé seulement sur la partie supérieure de l'estran (au niveau de mi-marée) peut encore être défini comme un épi « court » ayant un impact limité.
- L'efficacité des épis dépend de la qualité du transport sableux le long du littoral. Au vu du changement d'orientation de la côte au niveau du secteur de Moulin Brûlé, une attention particulière doit être portée sur la possible présence d'une composante du transport perpendiculaire au littoral.

5.2.1.2. Espacement des deux épis

- De manière générale la formule de calcul de l'espacement entre les épis pour une mer à marée est la suivante : 2 < E/L < 4 (sables grossiers ou incidence de la houle faible) ou 1,2 < E/L < 3 (sables fins ou incidence de la houle forte) ;
- Dans le cas de sédiments fins ou d'une dérive littorale très conséquente, il est conseillé de resserrer l'espacement entre les épis (ou allonger les épis) de sorte à optimiser le captage des sédiments. Ceci n'est pas le cas ici.

5.2.1.3. Hauteur des épis

La hauteur de l'ouvrage doit être suffisamment importante pour capter les sédiments, et assez limitée pour laisser passer une certaine quantité en aval-dérive. L'impact peut aussi être limité par le fait de laisser passer les courants et l'agitation en aval-dérive.

5.2.2. Stabilité des enrochements (épis et digue de protection longitudinale)

5.2.2.1. Méthodologie de calcul

Le dimensionnement des enrochements doit respecter les normes classiques des ouvrages à la mer, et notamment les règles de dimensionnement indiquées dans le Guide Enrochement (CIRIA, CUR, CETMEF, 2014). La carapace doit être déterminée pour résister aux plus fortes houles susceptibles d'atteindre l'ouvrage, et des filtres doivent être mis en place pour limiter la migration du sable à travers l'ouvrage.

Les formules communément utilisées pour le dimensionnement d'enrochements naturels sont celles de Van Der Meer. Ces formules empiriques nécessitent, pour être valides, des données hydrodynamiques de hauteur de houle H_s et $H_{2\%}$ en pied d'ouvrage, issues de simulations physiques ou numériques de minimum 3 h. Dans le cadre de cette étude, ce sont des hauteurs de houle issues des simulations MIKE qui ont été utilisées (§4.2), le scénario le plus défavorable ayant été retenu pour le dimensionnement final des enrochements. Les formules de Van Der Meer sont résumées ci-dessous.

Il est important de noter que la **pose des enrochements en glacis n'est pas conforme aux pratiques et recommandations** couramment admises pour les ouvrages maritimes soumis à l'action de la houle. Les références internationales en la matière, notamment le Rock Manual et le Coastal Engineering Manual, précisent que la stabilité des carapaces en enrochements repose sur une mise en œuvre aléatoire contrôlée, permettant un emboîtement optimal des blocs et une dissipation efficace de l'énergie des vagues. Une pose en glacis conduit au contraire à une structure trop régulière et lisse, qui favorise le glissement des blocs, la réflexion accrue de la houle et, à terme, une instabilité généralisée de la carapace sous l'effet des sollicitations hydrodynamiques. En conséquence, toute configuration s'écartant du mode de pose aléatoire doit être considérée comme une solution non standard, ne relevant plus des hypothèses de stabilité admises dans les méthodes empiriques de dimensionnement (Hudson, Van der Meer, etc.). Dans ce cas, la validation expérimentale en modèle physique réduit s'impose afin de vérifier la robustesse hydraulique et mécanique de la solution proposée. En l'absence d'une telle démarche de validation, la pose aléatoire dans les règles de l'art demeure la seule approche conforme aux standards internationaux, garantissant la stabilité et la pérennité de l'ouvrage dans des conditions réelles de houle.

5.2.2.2. Données d'entrée

Les houles et niveaux d'eau tempétueux choisis pour le dimensionnement des ouvrages en enrochements sont issus des résultats des simulations MIKE présentées précédemment pour des conditions de tempête de période de retour 1 an, 50 ans et 100 ans.

Les différents scénarios retenus pour les calculs de dimensionnement des enrochements sont présentés ci-dessous.

Tableau 5-1 : Paramètres hydrodynamiques retenus pour le dimensionnement des ouvrages en enrochements

Période de retour [a]	Niveau [m NGF]	H_{m0} [m]	$H_{2\%}$	$T_{m-1,0}$ [s]
1	2,9	1	1,31	12,73
1	3,8	1,2	1,65	10
50	2,9	1	1,31	15
50	3,8	1,4	1,85	10
100	2,9	0,9	1,21	16,36
100	3,8	1,35	1,79	10

5.2.3. Résultats

5.2.3.1. Géométrie des épis

Comme abordé précédemment, il est préférable que la géométrie des épis (longueur, espacement, hauteur) respecte certaines règles théoriques. Dans le cadre de la solution proposée, ces règles ont bien été respectées et les simulations GENESIS ont pu valider la géométrie proposée pour les deux épis décrits ci-dessous :

- **Longueur : 50 m afin de stabiliser la plage actuelle sans chercher à l'étendre fortement sur l'estran**. Cette longueur apparait suffisante au vu de la longueur très limitée du haut de plage existante ainsi que du marnage modéré. De plus les épis existants en amont-dérive de la digue du Boutillon ont des longueurs comprises entre 40 m et 90 m et présentent de bons résultats ;
- **Espacement : environ 150 m entre les deux épis.** En appliquant les formules théoriques précédemment évoquées, on obtient un rapport E/L = 3.75, ce qui vérifie 2 < E/L < 4.

  De plus, les résultats des simulations GENESIS ont montré que cet écartement permettait de capter le transport sédimentaire de la dérive littorale tout en permettant une alimentation des secteurs en aval-dérive ;
- **Hauteur : +4.00 m en haut de plage et +1.50 m au niveau du musoir.** Ces conditions, en limite des recommandations théoriques, devraient permettre de limiter les impacts négatifs sur la partie basse de l'épi et une accumulation plus forte sur la partie haute.

5.2.3.2. Stabilité des enrochements (épis et digue longitudinale)

Les calculs de dimensionnement sur la base des formules de Van Der Meer, ont permis de proposer certaines modifications aux coupes initialement proposées. Les différents éléments dimensionnés relatifs à la stabilité des enrochements constituant les deux épis et la digue longitudinale sont présentés ci-dessous.

- **Carapace en enrochements :**
  - **Enrochements naturels posés en deux couches.**
  - **Classe granulométrique 1000-3000 kg ($M_{50\ min}$ = 1823 kg).**
  - Diamètre nominal D_n à 0,9 m.
  - Densité : 1,65.
  - Epaisseur de carapace de 1,50 m, équivalant à 2.D_n.
- Sous-couche filtre :
  - Enrochements naturels posés en deux couches.

- Classe granulométrique 60-300 kg ($M_{50\ min}$ = 127 kg).
- Diamètre nominal D_n égal à 0,4 m.

Ces valeurs sont obtenues pour des enrochements posés sur un talus de pente 2H/1V qui permet de limiter la réflexion des houles sur les ouvrages et donc de limiter les risques d'érosion au droit des ouvrages prévus, favorisant leur pérennité.

5.3. Caractéristiques des aménagements prévus

La conception de l'aménagement de la zone comprend les principaux ouvrages suivants, présentés sur la vue en plan Figure 5-7 :

- La dépose des enrochements de la protection frontale existante et la reconstruction d'une nouvelle protection frontale avec des nouveaux enrochements sur les 2/3 Ouest (entre les enrochements de la digue du Boutillon et le 2ème épi construit) ;
- La réalisation de deux épis de 50 m de long, espacés d'environ 150 m ;
- Le rechargement de toute la plage avec du sable d'apport de carrière.

Ces différents aménagements seront techniquement conçus pour supporter une absence de rechargement de plage (niveau minimal du sable relativement similaire à celui constaté aujourd'hui). Néanmoins le rechargement de la plage fait partie intégrante du projet et permettra une meilleure protection de la dune arrière et de la protection frontale.

Des aménagements complémentaires faisant partie intégrante de la solution et reposant sur les principes de gestion souple et adaptative du trait de côte sont préconisés à l'arrière de la nouvelle protection (cheminements, branchages) et à l'Est (ganivelles, plantations).

Enfin, conformément au souhait de la mairie, un dispositif permettant de faciliter l'accès à l'estran en l'absence de recouvrement sableux de l'ouvrage a été ajouté à travers la digue.

Tous ces aménagements sont explicités plus en détail dans les sections suivantes.

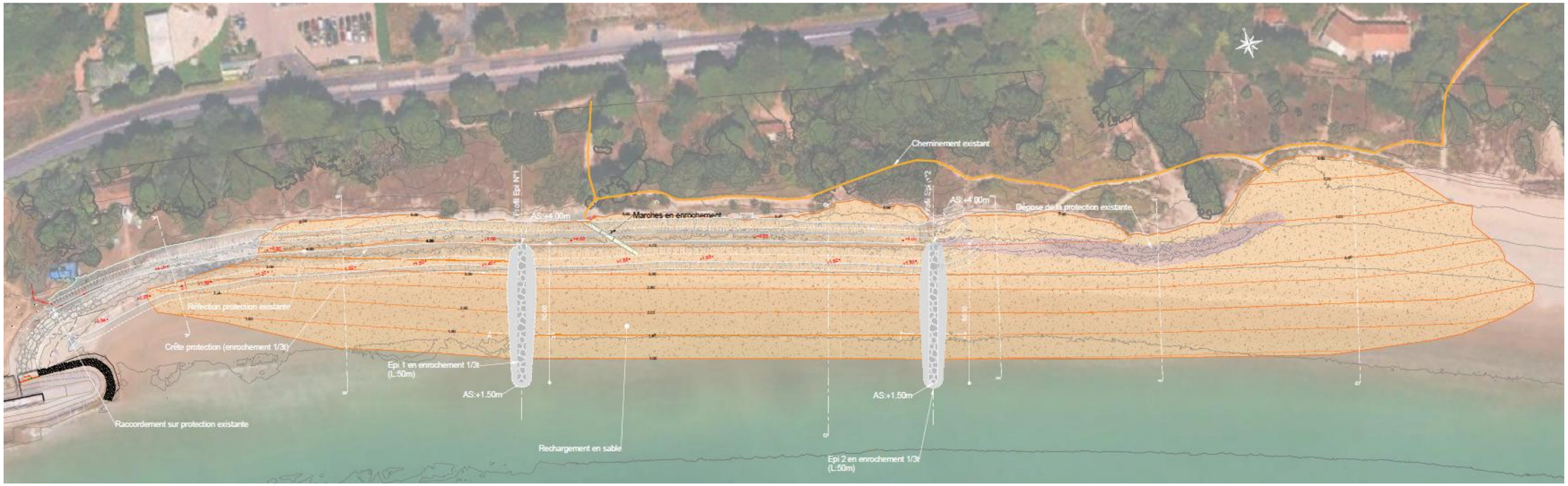


Figure 5-7 : Vue en plan des aménagements prévus

5.3.1. Dépose des enrochements présents

L'ouvrage existant sera entièrement déposé sur tout son linéaire. Les matériaux seront mis en dépôt, triés et fractionnés pour la réalisation de la couche filtre (60/300kg).
A l'Est, sur le linéaire où la protection ne sera pas reconstruite, le talus nettoyé sera reprofilé en pente régulière, **sans déstabiliser le talus de la dune grise.**

5.3.2. Considérations paysagères pour la fourniture des nouveaux enrochements

Compte tenu des qualités paysagère du site, il est nécessaire de travailler sur l'insertion visuelle des enrochements constitutifs du talus et des épis. La couleur des enrochements est un point important qui a été soulevé à plusieurs reprises en Charente-Maritime par la DREAL Site et les Architectes des Bâtiments de France (ABF), qui souhaitent privilégier des enrochements adaptés à la typologie des secteurs.

L'ouvrage de protection forme la transition entre la dune et la plage de sable. Ses couleurs doivent permettre une transition douce dans le paysage. L'analyse paysagère a permis de réaliser une palette de couleur s'intégrant à l'environnement :



Les enrochements envisagés sur cette zone pourront difficilement être des calcaires issus des carrières locales qui présentent une densité et résistance faible. Bien que ce type de matériaux ait été utilisés à l'Est de la digue du Boutillon (secteur protégé des houles), nous préconisons l'approvisionnement de roches avec une densité plus importante pour les épis et la reconstruction de la digue de Moulin Brulé, soumis à des conditions hydrodynamiques plus importantes. Néanmoins afin de garantir la bonne intégration de ces enrochements dans le paysage, il est nécessaire de définir leur couleur dans le cahier des charges.

En ce sens, la teinte des matériaux proposés par les entreprises devra se rapprocher des teintes du site, donc se rapprochant de couleurs claires / calcaires.
À titre d'exemple, des enrochements de type « Rhyolite », présentant une couleur brune à beige, mélangée à des tons gris ont été retenus pour les digues de St-Clément-des-Baleines.



Figure 5-8 : Visualisation enrochements de type « Rhyolite » (Chef de Baie, Créocéan, 2013)

À ce stade de l'étude, seule des préconisations sur la teinte peuvent être données. En effet, le filon rocheux exacte qui approvisionnera le projet devra être choisi en carrière au moment des travaux, avec les services de l'état.

5.3.3. Aménagement de la nouvelle protection frontale

Une nouvelle protection frontale en enrochement sera construite sur un linéaire d'environ 310m (voir vue en plan Figure 5-9).

Afin de limiter l'impact visuel de l'ouvrage dans sa configuration future, la crête sera arasée à +4 m NGF, soit un nivellement inférieur d'environ 0.5 m à la moyenne de l'ouvrage actuel. Cet abaissement est rendu techniquement possible par le rechargement en sable qui protégera en grande partie le littoral des déferlements importants.

Le talus sera reprofilé et une souille sera creusée pour permettre l'installation des enrochements, notamment au niveau de la butée de pied. Une fois les enrochements installés, les sables déblayés seront réinstallés pour combler la souille en crête. Tous ces terrassements devront être réalisés **sans déstabiliser le talus de la dune grise.**

La géométrie en coupe de l'ouvrage est présentée Figure 5-10. Le talus est réalisé selon une pente de 2H/1V avec des blocs de carapace disposés sur une épaisseur de 1,75m (2 couches).

La carapace sera constituée de blocs de 1/3t, de couleur claire et de densité d'environ 2,65. En phase d'exécution, il sera demandé aux entreprises de fournir des matériaux adaptés (couleur et propriétés physiques et mécaniques) et de soumettre des propositions d'échantillon pour validation.

A l'Ouest, l'ouvrage viendra s'accoler aux enrochements du Boutillon dont l'arase se situe à environ +6,4 m NGF soit 2,4m plus haut que celle de la nouvelle protection. La crête de l'enrochement présentera une pente d'environ 5,5% sur les 50 premiers mètres de son linéaire à l'Ouest. Il n'y aura donc aucun effet de marche.

A l'Est de l'épi n°2, la protection frontale se terminera par un musoir arrondi, venant se raccorder au terrain naturel (voir Figure 5-11).

À l'issue des travaux, la nouvelle protection disparaitra sous le rechargement en sable.



Figure 5-9 : Vue en plan de la nouvelle protection en enrochement

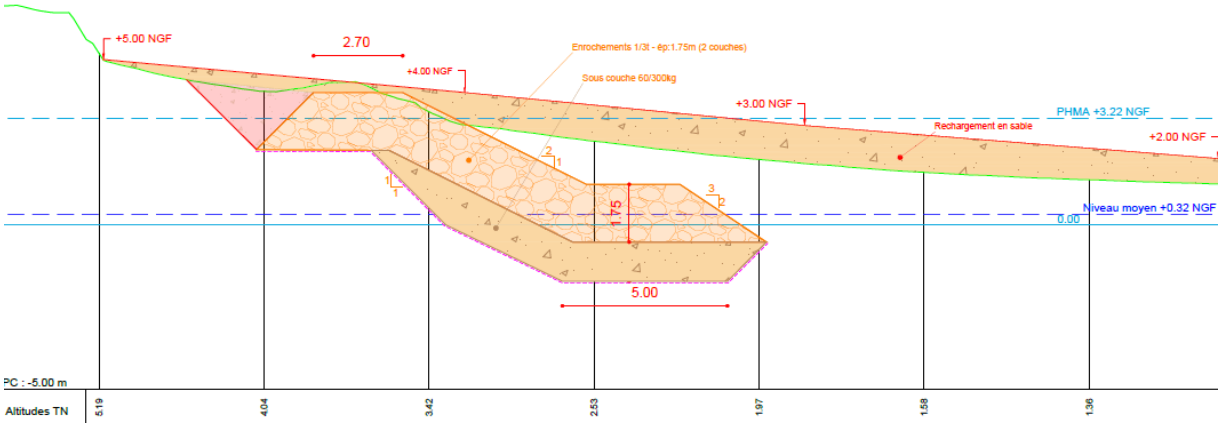


Figure 5-10 : Profil de la digue (coupe CC) entre les 2 épis

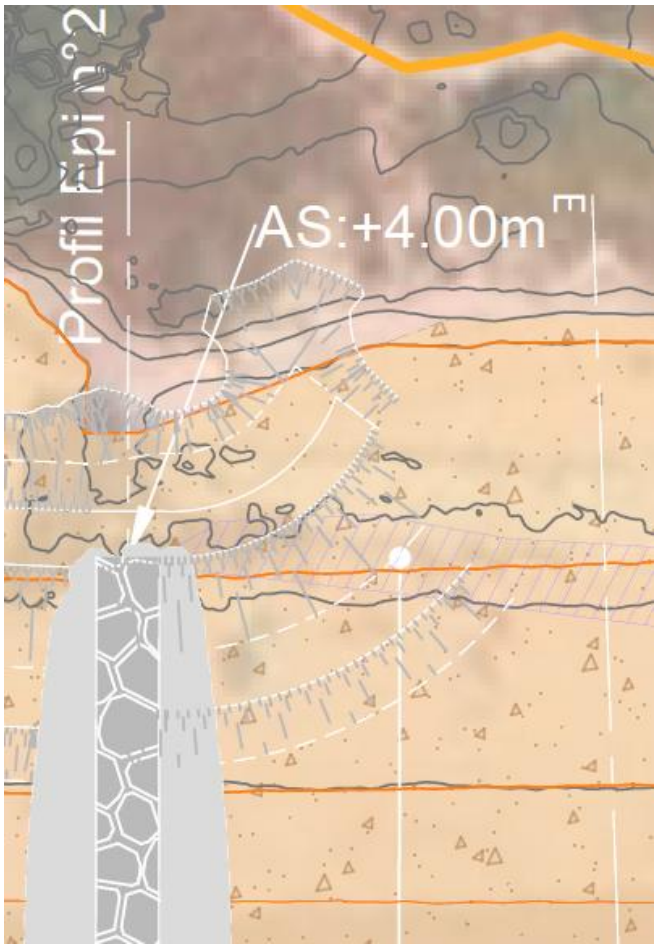


Figure 5-11 : Zoom en plan de l'extrémité Est de l'ouvrage

5.3.4. Aménagement des épis

Pour limiter leur impact, les épis ont été conçus pour être relativement plongeant, et suivre globalement le profil naturel de la plage actuelle (pente 5%). Ils sont conçus avec les mêmes caractéristiques d'enrochement que la protection frontale. Il sera nécessaire de creuser une souille sur une largeur d'un

peu moins de 30 m afin d'installer les matériaux. Le sable sera ensuite remblayé et l'excédent sera régalé autour de l'épi.

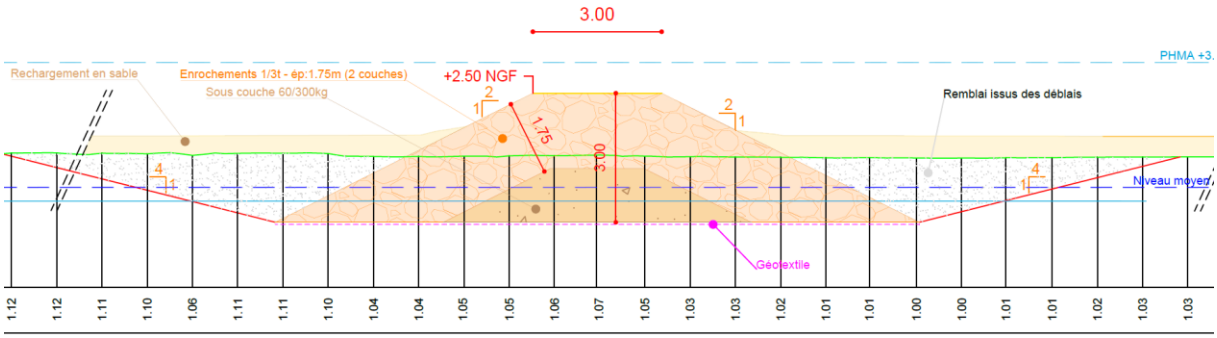


Figure 5-12 : Coupe de l'épi n°1 (coupe HH)

Ils viendront se raccorder sur la protection frontale, à +4 m IGN.

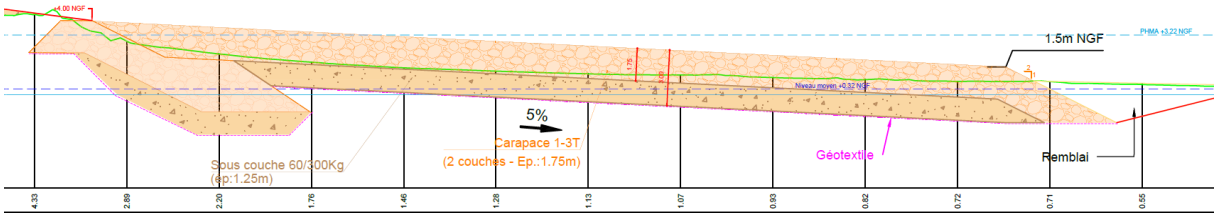


Figure 5-13 : Coupe dans l'axe de l'épi n°1

L'installation des épis n'impactera pas les récifs d'hermelles, situés à une centaine de mètres au large des enrochements existants.

5.3.5. Rechargement en sable

Le rechargement en sable a été défini de manière à suivre au plus près les possibilités de maintien naturel du sable sur la plage. Le rechargement dans son ensemble est présenté plus haut, sur la Figure 5-7.

Le long de la protection frontale (exemple coupe DD Figure 5-16), le rechargement :

- Recouvre la protection frontale pour atteindre la côte de +5,0 m NGF en arrière de la crête ;
- Présente une pente modérée (environ 6,5 %), constante, jusqu'à recouper le bas de plage existant.

A l'Ouest, la géométrie du rechargement est adaptée pour que la sortie de la vanne de ressuyage de la digue du Boutillon ne soit pas impactée.

À l'Est de la nouvelle protection frontale (sur le secteur désenroché), la géométrie du rechargement est la même. Le sable vient combler les dépressions de haut de plage jusqu'à la côte de +5,0 m NGF (vue en plan Figure 5-15 et coupe FF Figure 5-17).
Plus loin vers l'Est, l'encoche érosive existante est comblée par un apport plus conséquent, remontant jusqu'à la côte de +5,5 m NGF (coupe GG Figure 5-18). Ce rechargement permettra d'amorcer le réalignement du trait de côte et sa renaturalisation (voir également section 5.3.7).
Afin de favoriser l'insertion paysagère du projet, le rechargement en sable de cette zone se fera suivant des lignes courbes, imitant un milieu dunaire naturel. Il formera ainsi une transition douce entre l'ouvrage et l'Est de la plage.



Figure 5-14 : Exemple de milieu dunaire de la plage de la Gautrelle sur l'île d'Oléron

Le volume de sable total à mettre en place est d'environ 15 100 m³. Le sable sera issu de la Sablière de La Rochelle dont les caractéristiques ont été présentées au préalable et qui a été pris en compte dans les modèles numériques afin de vérifier sa stabilité.

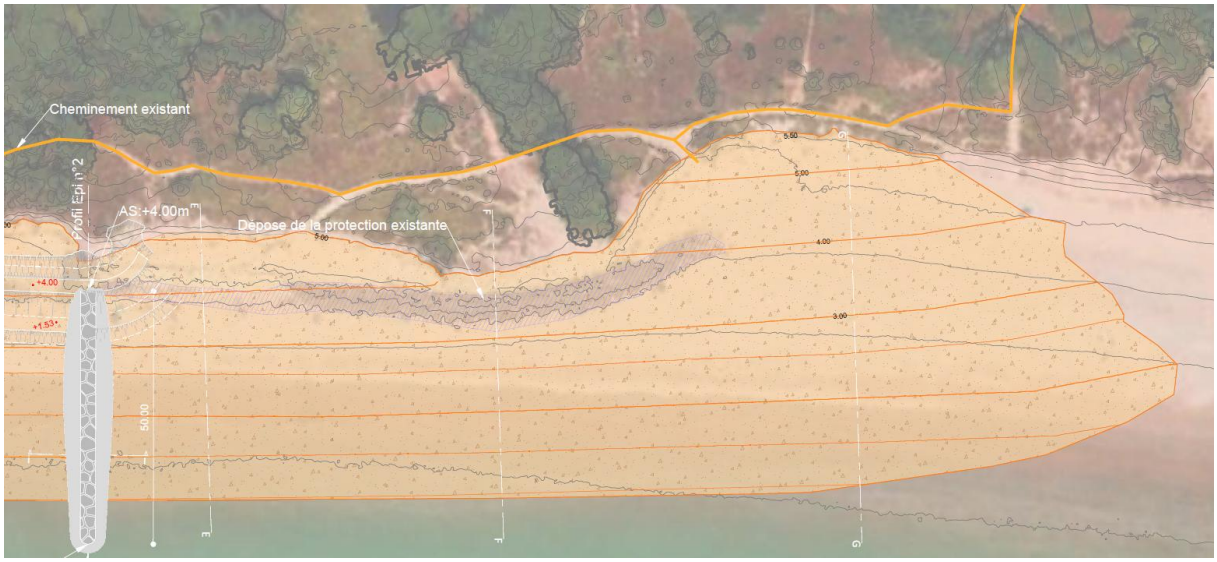


Figure 5-15 : Extrait de la vue en plan du rechargement à l'Est de l'épi n°2

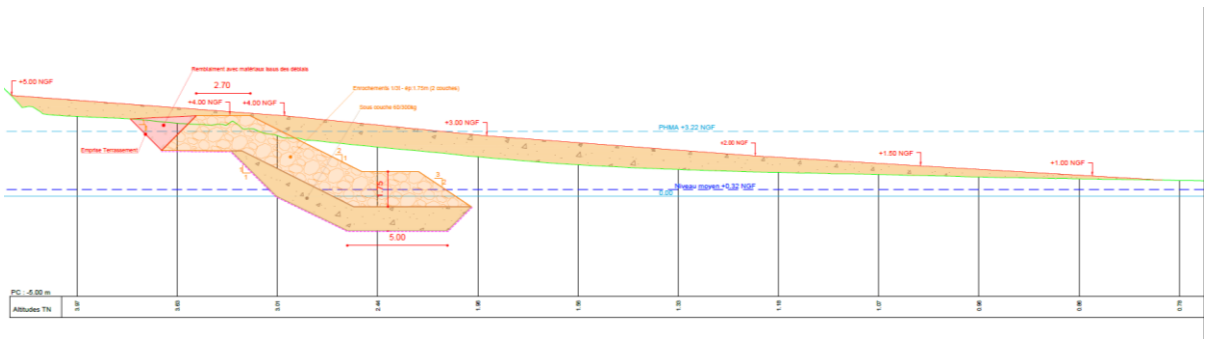


Figure 5-16 : Profil du rechargement au niveau de la coupe DD

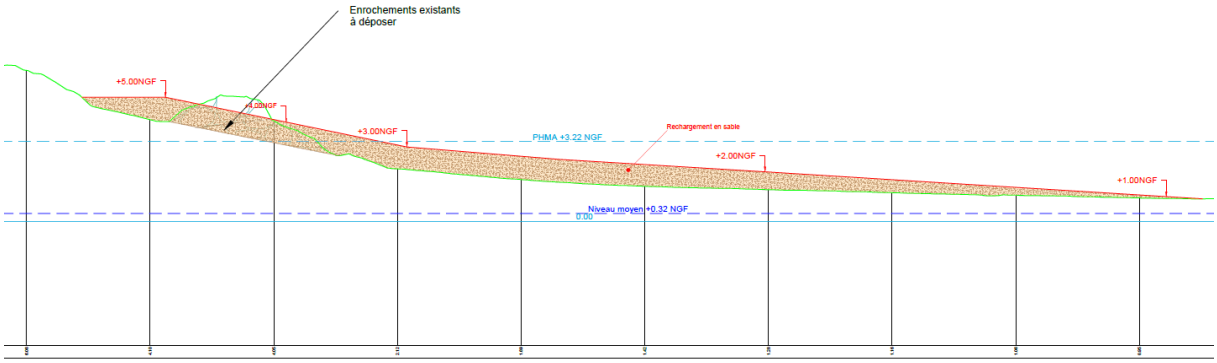


Figure 5-17 : Profil du rechargement au niveau de la coupe FF

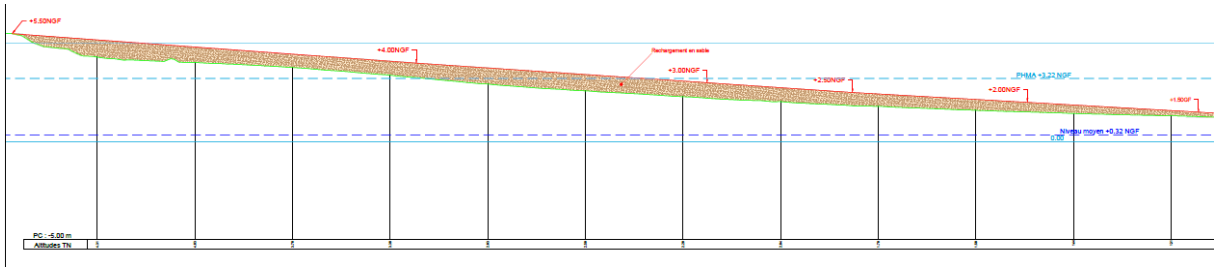


Figure 5-18 : Profil du rechargement au niveau de la coupe GG

5.3.6. Aménagements de l'arrière de la nouvelle protection

Le réaménagement interviendra essentiellement entre les deux épis qui est la zone actuellement la plus dégradée (microfalaise de remblai cohésif, effondrement en limite du chemin, impact visuel négatif, etc.).
Les travaux envisagés sont limités mais permettront de requalifier le site en supprimant l'effet d'ouvrage délabré, avec la perception d'une dune en érosion et de canaliser la fréquentation pour permettre de protéger le surplomb dunaire existant. **Etant donné la présence d'espèce protégée en crête de dune (voir §3.10.1) il n'est pas souhaitable de reprofiler la falaise érosive présente, au risque de tout déstabiliser.**

Actuellement, en arrière des ouvrages, plusieurs cheminements traversent le milieu dunaire. Dans le but de le protéger et de favoriser l'installation pérenne de végétation, le réseau de cheminements sera simplifié par la fermeture de chemins existants (sans création de nouveaux). Les cheminements seront délimités par des clôture 3 fils (poteaux bois et fils de fer, voir exemple Figure 5-20). La canalisation des cheminements permettra d'empêcher les promeneurs de s'approcher trop près du talus de la dune (risque de déstabilisation et piétinement des espèces protégées). Les clôtures à fils seront préférées aux ganivelles dans ce secteur afin de ne pas obstruer la vue.

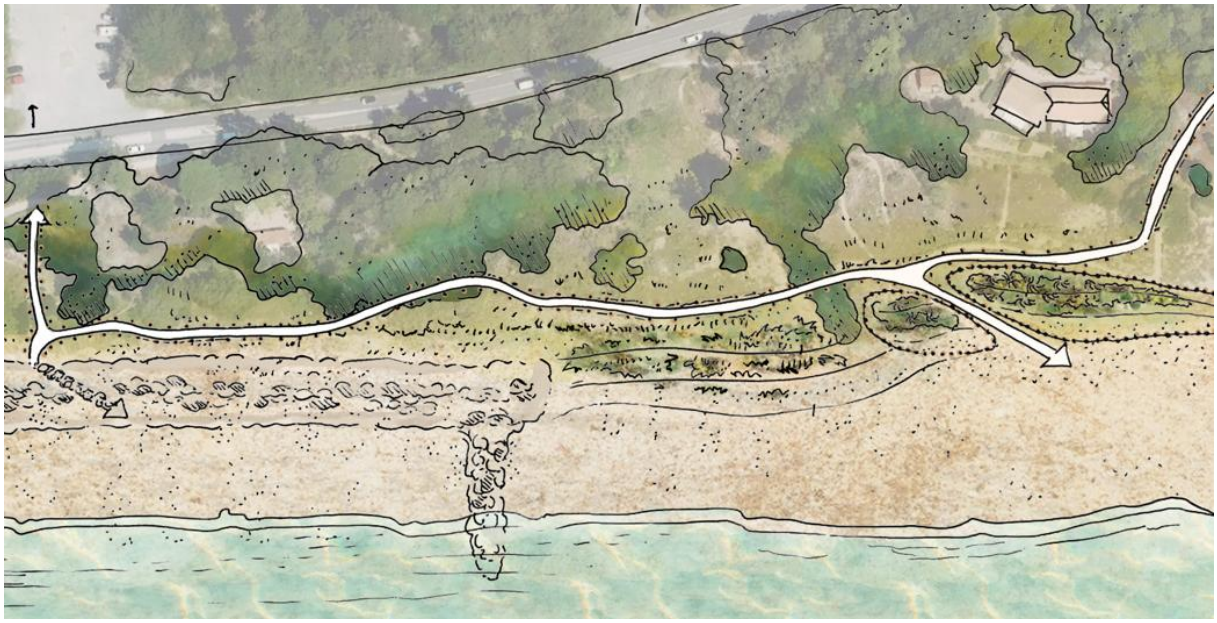


Figure 5-19 : Plan présentant le futur réseau de cheminement en arrière des ouvrages



Figure 5-20 : Exemples de clôture 3 fils

En complément, toujours dans l'optique de dissuader les cheminements anarchiques en crête et en pied de dune mais aussi pour favoriser le dépôt de sable et la reprise de la végétation et ainsi participer au maintien de la dune en place, nous préconisons d'installer des **protections en branchages en arrière de la crête de la nouvelle digue jusqu'au pied de la dune** (voir Figure 5-22).

En ralentissant fortement la vitesse du vent au niveau du sol, les branchages favoriseront la reprise et le développement des communautés végétales assurant la fixation pérenne de la dune en piégeant les graines portées par le vent et en leur offrant un substrat favorable en se décomposant. Par ailleurs, dans cette zone de transit sableux, les branchages favorisent l'accumulation de sédiment.

La plupart des débris et des branchages végétaux sont efficaces pour freiner la vitesse du vent. Les branchages les plus utilisés sont ceux dont on dispose à proximité, dans les forêts à l'arrière de la dune littorale. Ils sont de plusieurs types : les rémanents de coupes d'arbres (pin maritime, chênes), les pins de dépressage, les arbustes du sous-bois, etc (voir Figure 5-21).

Ces branchages seront disposés entre le sommet de l'ouvrage et la falaise dunaire, sur le rechargement en sable. Ces débris végétaux devront être issus de végétaux locaux à l'île de Ré et de milieux dunaires. Les débris de végétaux envahissants sont évidemment à proscrire.
Afin d'accélérer la réinstallation d'une communauté végétale, un semis d'oyat et de chiendent des sables pourrait être envisagé dans cet espace.

La coupe ci-dessous permet d'appréhender les différents aménagements projetés :

- Poteaux-fils autour du cheminement existant en crêtes de la dune grise,
- Les branchages installés pour la capture du sable et potentiellement de graines,
- La digue
- La plage (non rechargée).

Elle permet également d'appréhender les différents niveaux d'altimétrie :

- Le chemin en crête se situe à environ +6.50 m NGF,
- Les branchages à +5.00 m NGF,
- L'ouvrage potentiellement découvert en hiver par suite d'une tempête, entre +4 à 1.50 m NGF.



Figure 5-21 : Exemples de couvertures planes de genêt par l'ONF

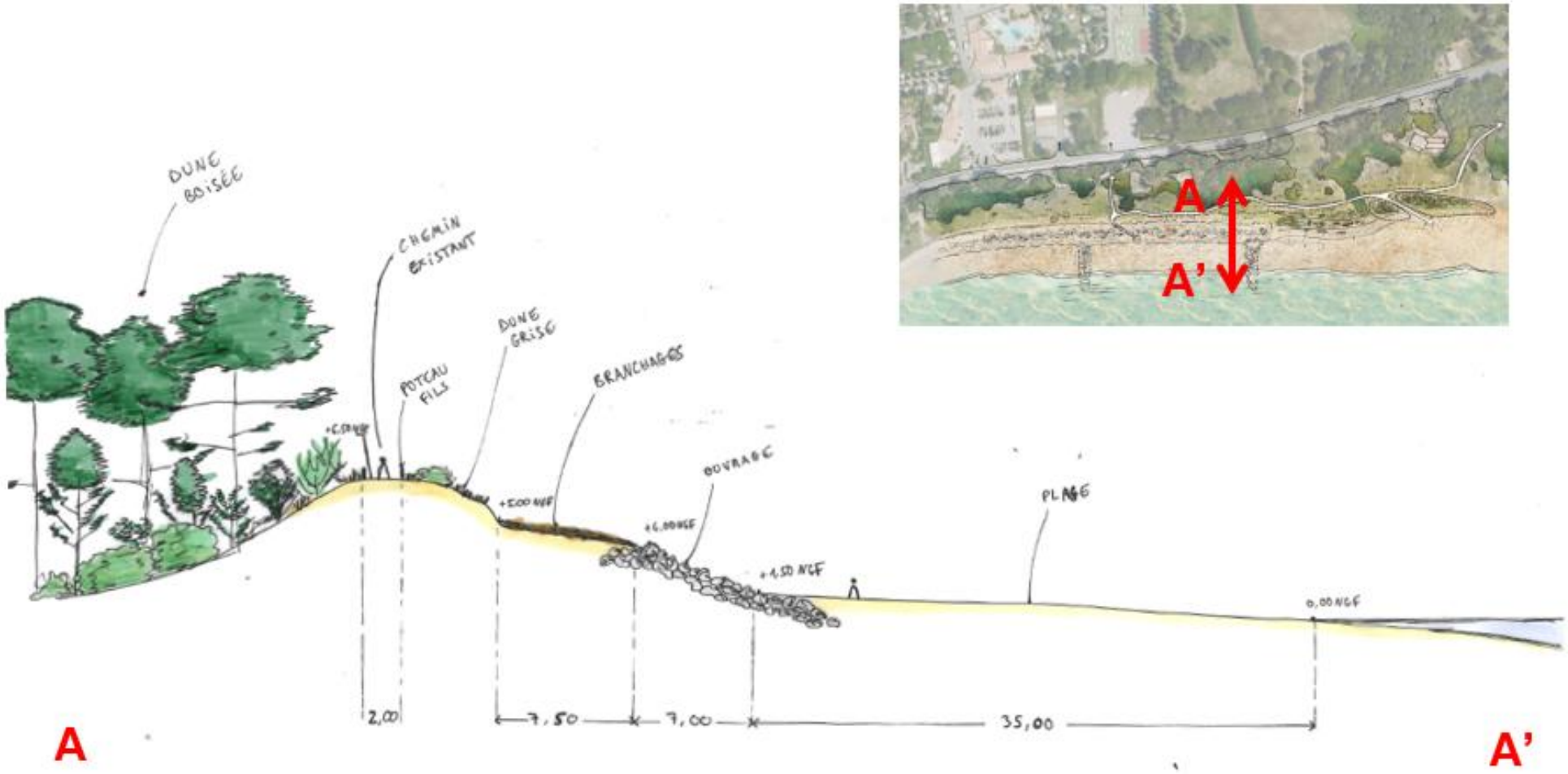


Figure 5-22 : Coupe de principe des aménagements paysager : aménagements représentés l'année de la mise en œuvre avant rechargement du sable depuis l'estran vers l'ouvrage

5.3.7. Aménagement de la dune à l'Est

À l'Est, des ouvrages (re)construits nous proposons de créer un espace d'aspect naturel qui évoluera librement et tendra vers un nouvel équilibre qui lui permettra même d'être (plus) résilient dans des conditions plus énergétiques liées aux aménagements, pressions humaines et au changement climatique.
L'apport de sable le long du linéaire désenroché et en comblement de l'encoche d'érosion sera modelé de façon a initié le retour des dynamiques naturelles, tout en protégeant la dune existante de l'érosion. En accompagnant ce rechargement par des plantations et des éléments de mobilier, la dune pourra se stabiliser et les processus naturels pourront reprendre sans entrave, tout en améliorant immédiatement la qualité paysagère du site.

5.3.7.1. Végétalisation de la dune

La végétation joue un rôle primordial pour la formation et la stabilisation des dunes. Les plantes sur le littoral ont développé des organes et des stratégies afin de résister au mitraillage de sable, à la mobilité du substrat, à la forte salinité du milieu, à la sécheresse et au dessèchement lié au vent.
Disposant d'un système racinaire développé et freinant le vent, elles permettent le dépôt du sable et leur maintien en place, tout en s'adaptant naturellement au rythme d'accumulation du sable.

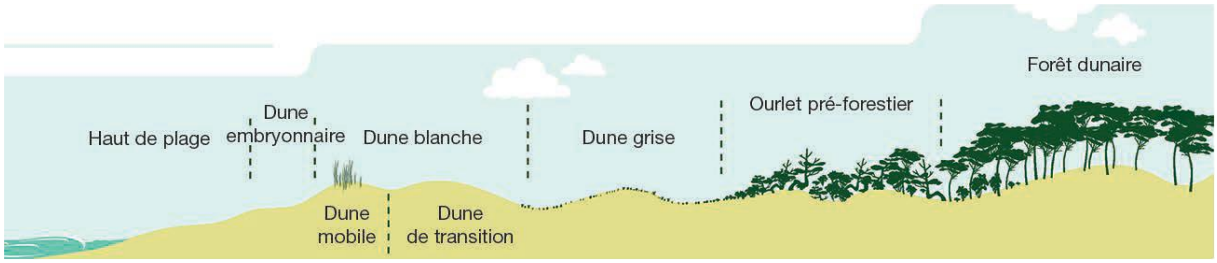


Figure 5-23 : Les différents milieux dunaires (ONF)

L'espèce végétale la plus utilisée en France et en Europe pour favoriser le dépôt éolien dans la croissance des dunes est l'oyat (*Ammophila arenaria*). Cependant, pour les milieux les plus proches de l'océan, comme c'est le cas sur le site de Moulin Brulé, **l'Agropyron ou le chiendent des sables** (*Agropyrum junceum ou Elymus farctus*) seront plus adaptés.
L'Agropyron ou « chiendent des sables » est une poacée (graminée) halophile caractéristique des premières dunes qui se forment en haut de plage pendant les périodes de répit de l'érosion marine. Espèce beaucoup plus tolérante au sel que l'oyat, elle est mieux adaptée que ce dernier pour les plantations effectuées en pied de versant externe car elle va mieux supporter d'être temporairement atteinte par les vagues lors des forts coefficients de marée. La technique de plantation est proche de celle de l'oyat : enfouissement d'éclats prélevés dans d'importantes banquettes à Agropyron situées à proximité. Les plantations seront réalisées en pied de dune, sur le linéaire désenroché et plus loin vers l'Est.




> Oyat et chiendent des sables



Figure 5-24 : Plantation d'Agropyron à la base du versant externe et d'oyats au premier plan

Sur les parties les plus hautes à l'Est, ou une fois les dunes stabilisées, l'oyat (*Ammophila arenaria*) pourra être planté. Moins tolérant que le chiendent des sables au contact direct avec la mer, l'oyat est une espèce qui s'implante naturellement plus haut sur les dunes blanches, à la suite du chiendent. Il résiste à l'enfouissement et à la salinité des embruns.

Ces 2 plantes là correspondent ainsi à celles que l'on retrouve dans les milieux dunaires naturels. Leurs longs rhizomes peuvent atteindre plusieurs mètres, et participent ainsi à fixer les dunes. L'objectif, outre la stabilisation du sable et l'intégration paysagère du projet, est de créer une base de milieu correspondant à ce qui se fait spontanément. À terme, il est probable que les autres espèces du cortège floristique naturel viennent à leur tour coloniser et compléter ces habitats.

Il est à noter que les sables d'apport issus des Sablières de La Rochelle sont des sables d'origine maritime. Ils sont de ce fait compatible avec les plantations prévues et avec le milieu (forme ronde des grains de sable, silice).

5.3.7.2. Mise en place de ganivelles

Les ganivelles ont de multiples qualités : matériau renouvelable local, durabilité, biodégradabilité, bonne intégration paysagère. Elles agissent comme des **brises-vents** dans les zones de transit sableux et favorisent les dépôts de sable. Elles permettent aussi de créer des **zones de mise en défens** pour les habitats dunaires, face au piétinements des usagers. En canalisant le public sur des chemins, elles permettront au milieu dunaire et à la végétation de s'épanouir et de se développer. Deux enclos de ganivelles sont prévus sur le rechargement réalisé à l'Est du site, avec installation de casiers à l'intérieur pour capturer les sables éoliens.



Figure 5-25 : Plan de l'aménagement à l'Est du site, à marée haute

5.3.8. Accès à l'estran

L'enjeu de cet accès est assez fort puis qu'il faut permettre aux usagers, notamment ceux du camping de pouvoir descendre sur la plage lorsque le niveau de sable sera bas (en période estivale, l'accès se fait naturellement sur le sable qui recouvre l'ouvrage), tout en créant un ouvrage s'intégrant correctement au site.
L'escalier en bois existant auparavant s'insérait correctement dans le site mais n'était pas résistant face aux tempêtes et la mairie a décidé de ne pas le réinstaller. Un nouvel aménagement est proposé, à la demande de la mairie, en lieu et place.

L'objectif paysager est d'éviter d'amener une ou des matérialités supplémentaires à celles déjà présentes sur le site d'étude. L'objectif vis-à-vis de la stabilité de l'aménagement de ne pas créer d'émergence dans le profil et le linéaire de la digue.

En ce sens, 2 matériaux pourraient être éligible à une bonne intégration :

- Le bois, matériau naturel, et dont les teintes pourraient se marier aux colorimétries du site. Cependant, comme expliqué plus haut, un ouvrage avec ce matériau est trop fragile face aux aléas climatiques,
- Les blocs d'enrochement de l'ouvrage eux-mêmes : constituer un accès avec ces blocs permettrait sa bonne intégration au cœur même de l'ouvrage.

Ainsi, c'est ce second matériau qui est retenu pour former un accès vers la plage. Pour se faire, la mise en œuvre des enrochements de l'ouvrage devra suivre une logique particulière au niveau de l'accès. Un tri de blocs sera fait au cours du chantier afin de sélectionner ceux présentant une face plane.

Étant donné que la largeur des blocs est de 1m en moyenne, et que la pente du talus suit environ un ratio de 2 pour 1, la hauteur de marche d'un bloc à l'autre serait d'environ 50 cm, ce qui est trop loin des standards de 15-20 cm. Une solution consisterait à employer des blocs plus petits spécifiquement pour aménager cet accès mais ceux-ci pourraient être déstabilisés par des vagues trop puissantes. Aussi la solution proposée afin de composer un accès dans l'ouvrage rocheux avec les blocs de 1 m est de le concevoir en biais dans la pente. Cette trajectoire permet de se rapprocher d'une hauteur de

marche allant de 20 à 25 cm. Cet accès aura pour point de départ la crête de l'ouvrage, et s'arrêtera au niveau de la berme.

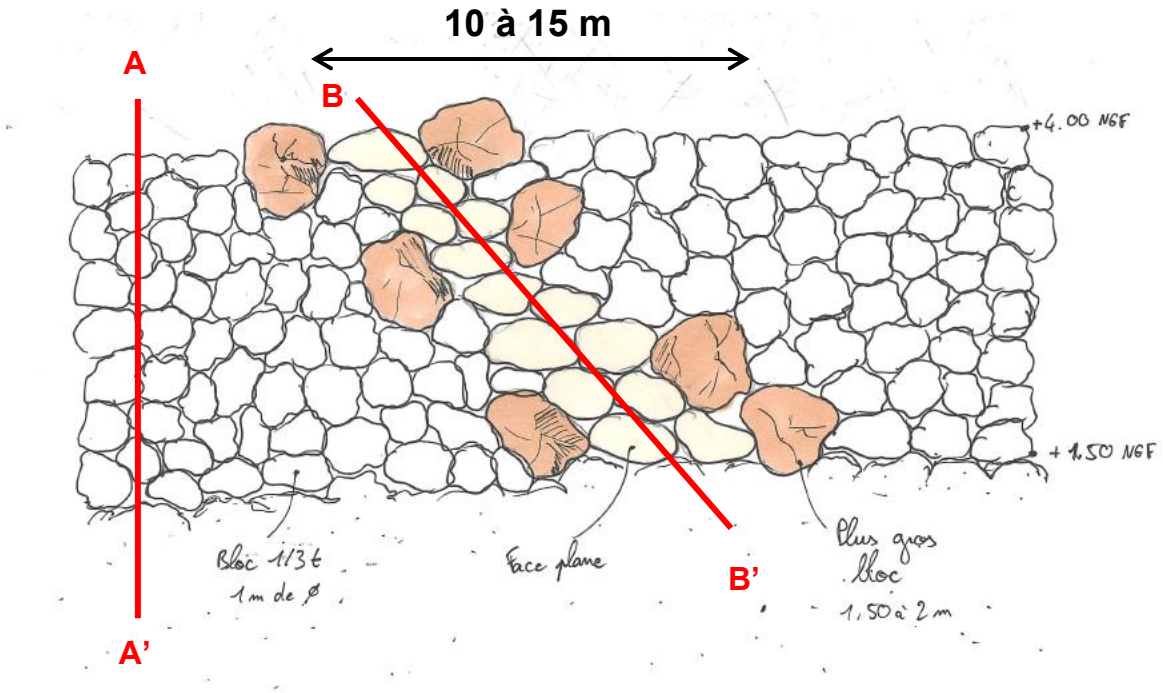


Figure 5-26 : Accès plage – représentation de principe en plan de l'accès au sein de l'enrochement (niveau de sable bas)

Des blocs présentant des faces planes sont sélectionnés et alignés afin de former l'accès. Chaque palier pourra être composé de 1 à 2 blocs afin de présenter un espace suffisamment large pour être empruntable confortablement. Dans le cas où 2 blocs sont retenus pour former une marche, ils devront s'imbriquer le mieux possible, afin de minimiser les espacements entre eux. En effet, ces espacements ne peuvent être comblés : la mise en œuvre de béton pour lier les blocs entre eux serait trop fragile, et la mise en œuvre de plus petits rochers serait compromise par le ravinement engendré par de puissantes vagues qui frapperaient l'ouvrage.

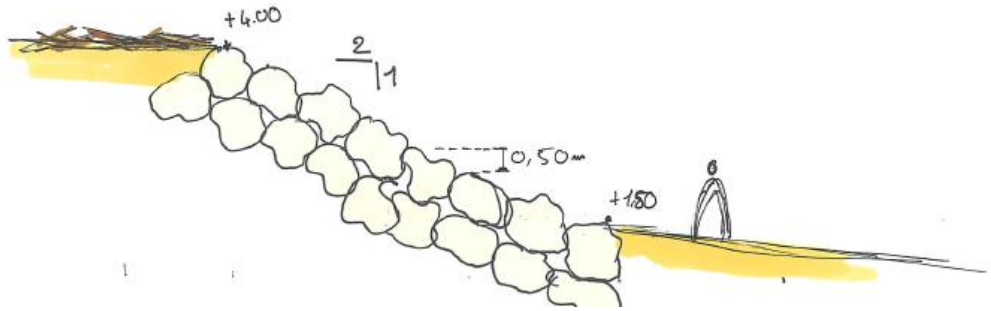


Figure 5-27 : Accès plage – coupe de principe A-A' à la perpendiculaire de l'enrochement (niveau de sable bas)

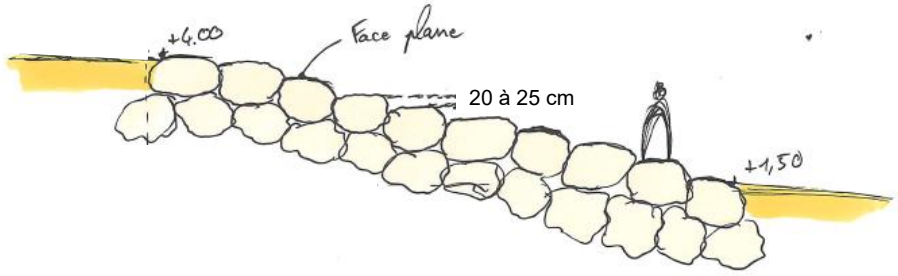


Figure 5-28 : Accès plage – coupe de principe BB' dans l'axe de l'accès (niveau de sable bas)

Sur la hauteur de marche, les blocs devront être sélectionnés de sorte à se recouvrir légèrement l'un l'autre et éviter d'avoir des creux entre 2 marches. Enfin, l'usage de blocs de la même nature que ceux constituant le reste de l'ouvrage ne rend pas l'accès visible pour les usagers depuis la plage. De ce fait, il est proposé de positionner quelques gros blocs de 1.50 à 2 m de diamètre afin de rendre l'emmarchement visible. Ils serviront ainsi de repère pour les usagers, sans compromettre l'aspect architectural de l'ouvrage du fait qu'ils auront la même nature que l'ensemble de l'enrochement.

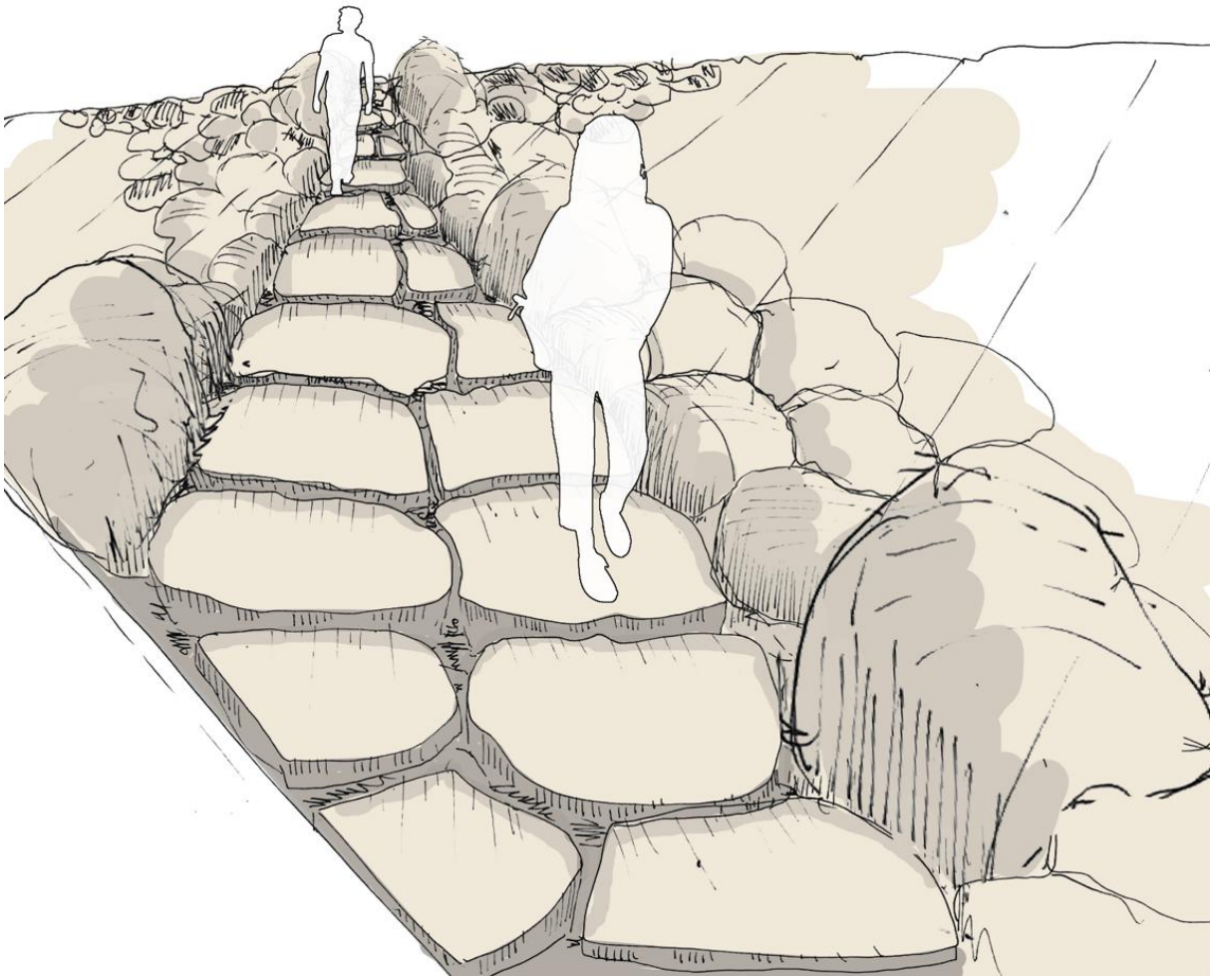


Figure 5-29 : Représentation de l'accès à travers l'ouvrage. Des blocs plus gros accolés à l'accès servent de repère

Il est à noter que l'accès ainsi mis en œuvre ne constituera pas un escalier en tant que tel.
En effet, un escalier est un ouvrage sécurisé, répondant à des normes et comprenant une main-courante. Ici, le choix conceptuel s'est porté sur la favorisation de matériaux similaire à l'enrochement afin d'éviter de multiplier les matérialités du lieu et de respecter le site classé. Il s'agira donc d'un accès permettant de descendre à la plage, étudié de sorte à le rendre facilement empruntable.

5.4. Insertion paysagère des aménagements

Le plan masse paysager présenté Figure 5-30 permet d'appréhender les modifications des perceptions engendrées par le projet :

- Les ouvrages composés d'enrochements de couleur clair et d'aspect homogène s'intègrent mieux dans les teintes naturelles du site.
- La canalisation des cheminements permet de conforter le milieu dunaire en arrière, celui-ci se régénèrera spontanément sur les axes fermés. Les cheminements représentés sur le plan sont les existants conservés, ils mesurent entre 1.50 et 2.50m de large selon les tronçons.
- La dépose des enrochements à l'Est du 2ème épi et la constitution d'un espace dunaire végétalisé et mise en défens permettent de former une transition douce entre le secteur artificialisé et le secteur naturel plus à l'Est.
- En arrière de l'ouvrage, le rechargement en sable et la pose de branchages permettent d'adoucir la transition avec les dunes grise et boisée, tout en limitant le piétinement et la déstabilisation du talus dunaire.

Il est à noter que ce plan représente une situation à marée haute en l'absence de couverture sableuse sur l'ouvrage.



Figure 5-30 : Plan paysager présentant les aménagements préconisés, représentés à marée haute sans la couverture sableuse

Les croquis ci-après permettent d'appréhender les aménagements du site. De la même manière que pour le plan masse, ils sont représentés à marée haute et sans couverture sableuse sur les ouvrages.





< *Vue de l'existant*



Figure 5-31 : Vue paysagère vers l'Est, depuis l'Ouest de la zone d'étude (musoir Est de la digue du Boutillon)





< *Vue de l'ancien escalier en bois*



Figure 5-32 : Vue paysagère vers l'Est, depuis le centre de la zone d'étude (accès à la mer)

En été, après rechargement du sable, l'accès ne sera pas visible, recouvert de sable.



< *Vue de l'existant*

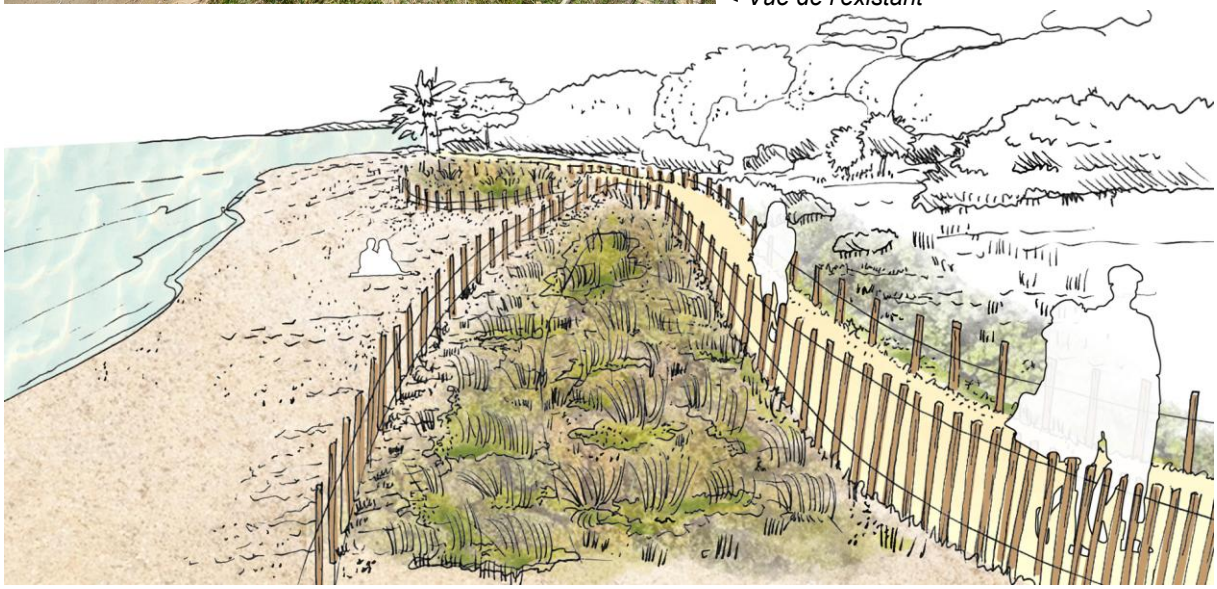


Figure 5-33 : Vue paysagère de l'espace dunaire créé à l'Est

6. Méthodologie de construction et planning prévisionnel

Il serait bénéfique de réaliser quelques sondages géotechniques au droit des ouvrages projetés pour vérifier la possibilité d'ensouiller les enrochements. Le tassement des futurs ouvrages devraient aussi être anticipés et nous recommandons donc la réalisation d'une étude G2 PRO.
La méthodologie de réalisation des travaux ne présente pas de problèmes particuliers hormis l'accessibilité au site et le travail à la marée.

L'accès actuel à la plage de Moulin Brûlé, par la cale de la digue du Boutillon, présente des points négatifs :

- Plage accessible seulement la moitié du temps, pendant les six heures autour de la basse mer,
- Cale en béton, mal adaptée à la circulation fréquente d'engins lourds sur chenilles.

En conséquence, un accès chantier par une cale sommaire (talus en enrochements à pente douce, environ 15 %), partant du terre-plein disponible à l'Est de la digue du Boutillon, longeant les enrochements de la digue actuelle, puis aboutissant en haut de plage, facilitera notablement les différents échanges pendant les travaux.

D'après l'étude de sensibilité écologique réalisée en 2025 (voir 3.10.1 et Annexe 2), l'enjeu écologique de ce site, qualifié de « friche herbacée sur dune » est faible et il n'abrite aucune espèce animale ou végétale protégée.

La circulation sur l'estran ne devrait pas déborder sur les zones d'hermelles identifiées dans la section 3.10.2, celles-ci se situant à une centaines de mètres du rivage. Cet objectif sera transmis à l'entreprise de travaux.

La méthodologie de réalisation des travaux sera laissée en grande partie à l'appréciation de l'entreprise car un des objectifs sera de ne pas mettre de matériaux au rebut et d'utiliser au maximum les matériaux (enrochements spécialement) avec leur bon usage. Cela imposera un phasage adapté pour ne pas stocker et ne pas redéplacer inutilement des matériaux. L'approvisionnement en sable sera réalisé par voie terrestre. La reprise et l'acheminement vers les zones de rechargement seront détaillés par l'entreprise.

Le planning prévisionnel des travaux devra être établi en fonction des impacts sur les autres activités (notamment balnéaires) et des impacts océano-météorologiques sur les travaux. En conséquence, il serait souhaitable que les travaux soient organisés pour être faits en moins de 3 mois, au printemps ou à l'automne. Dans le cas où ce ne serait pas possible, le séquençage pourrait être le suivant (avec deux amenés/replis des installations et du matériel) :

- Printemps : démantèlement de la digue, reconstruction de la protection frontale, réalisation de l'épi 2 et rechargement à l'Est de celui-ci ;
- Automne : mise en place de l'épi 1 et rechargement à l'ouest de celui-ci et entre les enrochements.

7. Evolution du site et travaux d'entretien

Le principe directif des aménagements est de stopper le recul du trait de côte sur le linéaire le plus vulnérable (nouvelle protection et rechargement) et de rendre sa mobilité au trait de côte sur le reste du linéaire afin de stopper l'aggravation de l'érosion à l'Est du site.

Un temps d'ajustement sera nécessaire à la stabilisation du sable à l'Ouest et entre les épis. Lors du premier hiver, un abaissement de la plage sera forcément observé. Cela ne signifie pas que les aménagements ne fonctionnent pas, il s'agit d'un ajustement naturel de la morphologie. De même, à l'Est de l'épi n°2, une phase de stabilisation du profil de plage va avoir lieu à la suite du désenrochement. Celle-ci pourra donner lieu à un recul du haut de plage, notamment à l'aval immédiat de l'épi n°2. Le rechargement prévu sur cette zone ainsi que le réalignement du trait de côte à l'Est permettront cependant de limiter le recul.

La libre évolution du trait de côte peut être définie comme son déplacement spontané engendré par l'ensemble des processus naturels agissant sur le littoral. Cette libre évolution du trait de côte ne consiste pas à un abandon de la gestion, mais à un accompagnement des mouvements par des actions adaptatives. Il est important de rappeler que l'efficacité de l'aménagement préconisé pour le site de Moulin Brûlé s'appuie sur les dynamiques naturelles et que ses éléments sont soumis aux aléas climatiques et écosystémiques que sont les déplacements du sable sous l'effet des tempêtes (vagues, vents) et la renaturation (spontanée ou non) des milieux par les cortèges faunistique et floristique. Il s'agit de tirer profit des éléments et des dynamiques naturelles pour favoriser le bon état des systèmes dune/arrière plage/plage et leur résilience et pour générer les processus d'accrétion. L'entretien des aménagements réalisés sur le site doit être compris comme une gestion adaptative qui doit s'ajuster aux aléas et à leur conséquence. Les aménagements réalisés permettront d'atteindre une configuration qui gardera un caractère temporaire. La gestion souple permettra d'ajuster, de remplacer, de compléter les aménagements annexes et les rechargements en fonction de leurs évolutions.

Tels que prévus, les volumes de rechargement en sable à l'Est de l'épi n°2 ne représentent pas un stock tampon important. Les pertes en sable vont continuer dans le transit littoral vers l'Est. En conséquence, il sera nécessaire de prévoir régulièrement des travaux d'entretien pour réensabler le haut de la plage afin d'éviter l'érosion de la dune. Deux rechargements importants sont prévus sur 20 ans, d'un volume de 7 500m^3 chacun. Ces rechargements pourraient être réalisés à partir des gisements de l'île identifiés au §3.4.3 ou de la carrière sablière.
En complément et en fonction de l'évolution du site, des reprofilages de la plage pourraient être réalisés avant la saison estivale. Cette possibilité consiste à mettre à profit le transit régulier de sable le long de ce littoral et de récupérer les accumulations de sable qui peuvent se former en partie basse ou intermédiaire de l'estran. Ce sable serait redéposé en haut de l'estran, notamment entre les épis et sur la partie désenrochée. Cette méthode, couramment utilisée sur certaines plages de la côte Atlantique (Soulac, Montalivet, …) permet à la fin du printemps de reconstituer une plage très qualitative pendant la saison estivale. Cette méthode n'est pas pénalisante pour le transit littoral à l'aval, puisqu'à l'automne et pendant l'hiver le sable est repris par le transit littoral et permet d'alimenter à nouveau les plages en aval. Ces mouvements devront être réalisés en prenant des mesures pour protéger les zones à hermelles de l'estran.

En ce qui concerne l'entretien du mobilier, l'enjeu repose principalement sur le remplacement des ganivelles ou leur déplacement ainsi que sur le confortement de certaines plantations au regard de l'engraissement / dégraissement de la plage et du milieu dunaire d'une année à l'autre. Là encore, la méthodologie d'entretien doit s'adapter aux aléas climatiques et à la réponse morphologiques et écosystémiques.

En arrière de l'ouvrage, les fascines sont des éléments lents à se dégrader et leur poids et entremêlements les rendent difficilement déplaçables par l'action du vent. Au contraire, leur présence devrait permettre la reconstitution spontanée d'un milieu par le dépôt de sable et de graines. Dans le

cas, toutefois où la falaise dunaire venait à reculer, les poteaux 3 fils placer en bordure de chemin devrait être repositionnés afin de maintenir le bon balisage du cheminement.

À l'Est immédiat de l'épi 2, l'ajustement nécessaire du profil de plage incite à la patience dans ce secteur. Lorsque l'équilibre sera atteint (normalement au bout d'un an), le haut de plage/pied de la dune pourra être conforté par la plantation d'oyat et de chiendent des sables plus ou moins hautes sur la dune reprofilé. En hauteur, hors d'atteinte des grandes vagues hivernales, des ganivelles pourraient également être installée en avant pour favoriser un engraissement du sable et également protéger les plantations du cheminement. Comme pour l'arrière de l'ouvrage, il pourra être nécessaire de repositionner les poteaux délimitant le chemin.

Au sein de l'espace dunaire comblant l'encoche érosive, les ganivelles et les plantations d'oyat et de chiendent seront ajustées au cours du temps. Si la dynamique d'engraissement et de végétalisation, initiée par le rechargement perdure, les ganivelles se trouveront enfouies dans le sable. Il pourra alors être opportun d'installer une nouvelle ligne de ganivelles côté estran (en laissant en place les ganivelles existantes- afin de ne pas déstabiliser les accumulations – tant qu'elles ne représentent pas un danger pour les usagers). À l'inverse, en cas de coups de mer répétés et d'érosion marquée, les ganivelles devront être reculées. Comme pour les 2 zones précédentes, l'enjeu du déplacement des ganivelles et du remodelage dunaire consiste également en le maintien d'un réseau viaire canalisé et balisé au sein des dunes.

Les plantations quant à elles devraient pouvoir coloniser le milieu rapidement et se voir rejoindre par le cortège floristique local. En cas de fortes tempêtes, si les plantations se retrouvaient recouvertes de sable, celles-ci seront tout de même aptes à continuer de se développer : en effet, l'oyat et le chiendent des sables sont capables de s'adapter à un recouvrement fort.

En conclusion, la nouvelle configuration du site de Moulin Brûlé va nécessiter une attention et des ajustements annuels qui permettra la protection des enjeux, tout en offrant une forte amélioration de la qualité paysagère du site avec notamment la renaturation de la partie Est du site. Ces ajustements permanent représentent une solution résiliente, sobre et sans regret face aux enjeux d'adaptation au changement climatique.

8. Estimation budgétaire

Le coût de la solution retenu est estimé à environ **2,8 M€ HT**, incluant un aléa de 20%.
La décomposition par poste est présentée sur le tableau ci-dessous :

N° prix et libellé	Montant HT
1 – Installation de chantier	81 200 € HT
2 – Dépose et reconstruction partielle de la digue	1 128 500 € HT
3 – Construction des 2 épis	208 400 € HT
4 – Rechargement en sable par voie terrestre	453 000 € HT
5 – Reprise des cheminements et accès estran	14 000 € HT
6 - Aménagements de gestion souple (ganivelles, plantations, fascines)	30 000 € HT
Aléas environ 20%	383 000 €
Total H.T aléas inclus	2 300 000 € HT
Montant T.T.C.	2 758 000 € TTC

ANNEXES

ANNEXE 1 : RESULTATS DES PRELEVEMENTS DE SABLE

Sable natif : Moulin Brûlé								
Points	d16 (mm)	d50 (mm)	d84 (mm)	p16 (mm)	p50 (mm)	p84 (mm)	MΦn	σΦn
P1a	0,73	0,349	0,19	0,454	1,519	2,396	1,424980154	0,970948523
P1b	1,2	0,323	0,18	-0,263	1,630	2,474	1,105448391	1,368482797
P2a	1	0,407	0,18	0,000	1,297	2,474	1,236965594	1,236965594
P2b	0,45	0,234	0,16	1,152	2,095	2,644	1,897929642	0,745926548
P3b	0,55	0,304	0,19	0,862	1,718	2,396	1,629212576	0,7667161
Moyenne	**0,786**	**0,3234**	**0,18**	**0,4410994**	**1,652**	**2,4767152**	**1,523222889**	**1,017807912**
Sable rechargement : Fier d'Ars								
Points	d16 (mm)	d50 (mm)	d84 (mm)	p16 (mm)	p50 (mm)	p84 (mm)	MΦr	σΦr
P1	0,48	0,32	0,25	1,059	1,644	2,000	1,529446845	0,470553155
P2	0,52	0,34	0,24	0,943	1,556	2,059	1,50115508	0,557738609
P3	0,48	0,32	0,2	1,059	1,644	2,322	1,690410892	0,631517203
P4	0,61	0,42	0,28	0,713	1,252	1,837	1,27481006	0,561691208
P5	0,46	0,3	0,21	1,120	1,737	2,252	1,6859165	0,565622267
P6	0,68	0,46	0,22	0,556	1,120	2,184	1,37040896	0,814015611
Moyenne	**0,5383333**	**0,36**	**0,2333333**	**0,9085017**	**1,492**	**2,1088811**	**1,503177833**	**0,600189675**
Sable rechargement : Fier d'Ars (chenal d'écoulement sud-nord)								
Points	d16 (mm)	d50 (mm)	d84 (mm)	p16 (mm)	p50 (mm)	p84 (mm)	MΦr	σΦr
P2	0,52	0,34	0,24	0,943	1,556	2,059	1,50115508	0,557738609
P4	0,61	0,42	0,28	0,713	1,252	1,837	1,27481006	0,561691208
P6	0,68	0,46	0,22	0,556	1,120	2,184	1,37040896	0,814015611
Moyenne	**0,6033333**	**0,4066667**	**0,2466667**	**0,7376429**	**1,309**	**2,0266065**	**1,357886061**	**0,644481809**
Sable rechargement : Fier d'Ars (chenal d'écoulement nord)								
Points	d16 (mm)	d50 (mm)	d84 (mm)	p16 (mm)	p50 (mm)	p84 (mm)	MΦr	σΦr
P4	0,61	0,42	0,28	0,713	1,252	1,837	1,27481006	0,561691208
P6	0,68	0,46	0,22	0,556	1,120	2,184	1,37040896	0,814015611
Moyenne	**0,645**	**0,440**	**0,250**	**0,635**	**1,186**	**2,010**	**1,277045173**	**0,68785341**
Sable rechargement : Pointe de Sablanceaux								
Points	d16 (mm)	d50 (mm)	d84 (mm)	p16 (mm)	p50 (mm)	p84 (mm)	MΦr	σΦr
P123	0,36	0,21	0,09	1,474	2,252	3,474	2,473931188	1
P4	0,44	0,26	0,17	1,184	1,943	2,556	1,87040896	0,685984389
P5	0,63	0,27	0,18	0,667	1,889	2,474	1,570253727	0,903677461
P6	0,43	0,26	0,17	1,218	1,943	2,556	1,886992392	0,669400957
Moyenne	**0,465**	**0,25**	**0,1525**	**1,1356309**	**2,007**	**2,7651623**	**1,969209411**	**0,814765702**

ANNEXE 2 : DIAGNOSTIC ECOLOGIQUE TERRESTRE (2025)





RAPPORT

Etude des protections contre l'érosion sur le site du Moulin Brûlé à La Couarde

Diagnostic écologique partiel

Novembre 2025

la Charente Maritime

sce
Aménagement
& environnement

CLIENT

RAISON SOCIALE	Conseil Départemental Charente-Maritime
COORDONNÉES	85 Boulevard de la République CS 60003 17076 LA ROCHELLE
INTERLOCUTEUR *(nom et coordonnées)*	Monsieur PUEYO Sebastien Tél. 05 46 41 13 13 E-mail : sebastien.pueyo@charente-maritime.fr

SCE

COORDONNÉES	Rue Charles Tellier 17000 LA ROCHELLE Tél. 05.46.41.98.49 - Fax 05.46.42.22.64 E-mail : sce@sce.fr
INTERLOCUTEUR	Stéphane DULAU Tél. 0630218461 E-mail : stephane.dulau@sce.fr

RAPPORT

TITRE	Etude des protections contre l'érosion sur le site du Moulin Brûlé à La Couarde - Diagnostic écologique partiel
NOMBRE DE PAGES	62
NOMBRE D'ANNEXES	5
OFFRE DE RÉFÉRENCE	
N° COMMANDE	BC2025/25241/02372

SIGNATAIRE

RÉFÉRENCE	DATE	RÉVISION DU DOCUMENT	OBJET DE LA RÉVISION	RÉDACTEUR	CONTRÔLE QUALITÉ
250165	20/11/2025			PFN/SDU	SDU

Sommaire

1. Contexte de l'étude 5
2. Contexte géologique 7
3. Contexte environnemental 8
3.1. Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) 8
3.1.1. Réseau Natura 2000 11
3.1.2. Espaces Naturels Sensibles (ENS) 15
3.1.3. Parc naturel marin 15
3.2. Enjeux liés aux zonages environnementaux 17
4. Continuités écologiques 18
4.1. SRADDET Nouvelle-Aquitaine 18
4.2. PLUi de la Communauté de communes Île de Ré 20
4.3. Enjeux liés aux continuités écologiques 22
5. Résultats des inventaires écologiques 23
5.1. Habitats naturels 23
5.1.1. Description des habitats naturels et anthropiques 23
Plusieurs habitats ont été identifiés sur le terrain (Figure 12) (code CORINE Biotopes ; code EUNIS ; code Natura 2000) : 23
5.2. Flore 27
5.2.1. Bibliographie 27
5.2.1.1. Flore patrimoniale 27
5.2.2. Résultats des inventaires de la flore 28
5.2.1. Enjeux liés à la flore 31
5.3. Zones humides 32
5.3.1. État de la connaissance des zones humides et pré-localisation 32
À l'échelle nationale : Milieux potentiellement humides 32
5.3.2. Prospections de terrain 32
5.4. Faune 34
5.4.1. Avifaune 34
5.4.1.1. Bibliographie 34
5.4.1.2. Résultats des inventaires de l'avifaune 38
Avifaune nicheuse 38
Avifaune migratrice 39
5.4.1.3. Enjeux liés à l'avifaune 40

5.4.2. Mammifères 41
5.4.2.1. Bibliographie 41
Mammifères terrestres *41*
Chauves-souris *41*
5.4.2.2. Résultats des prospections de terrain 41
Mammifères terrestres *41*
Chauves-souris *42*
5.4.2.3. Enjeux liés aux mammifères 42
5.4.3. Herpétofaune 43
5.4.3.1. Bibliographie 43
Amphibiens *43*
Reptiles *43*
5.4.3.2. Résultats des inventaires de l'herpétofaune 43
Amphibiens *43*
Reptiles *44*
5.4.3.3. Enjeux liés à l'herpétofaune 45
5.4.4. Insectes 46
5.4.4.1. Bibliographie 46
Papillons diurnes *46*
Odonates *46*
Orthoptères *47*
5.4.4.2. Résultats des inventaires des insectes 47
5.4.4.3. Enjeux liés aux insectes 48
5.5. Synthèse des enjeux écologiques 49
6. Méthodologie 51
6.1. Recueil préalable de données et bibliographie 51
6.2. Aires d'étude 51
6.3. Conditions d'observation 52
6.4. Protocoles d'inventaire 53
Table des figures et tableaux 55
Bibliographie 57
Annexes 61

1. Contexte de l'étude

Les enrochements de protection du littoral situés sur le site du Moulin Brûlé à la Couarde-sur-mer sur l'île de Ré ont été installés en 2014 à la suite d'événements tempétueux hivernaux ayant mené à une forte érosion du trait de côte originel. Depuis, l'état de cet aménagement s'est fortement dégradé et l'érosion du cordon dunaire est également toujours présente, remettant en question l'existence de cet ouvrage.

Les études menées sur le site du Moulin Brûlé ont abouti à la nécessité de poursuivre une réflexion sur l'ouvrage et de réorienter sa conception, notamment à la suite des tempêtes de l'hiver 2024.

Un démantèlement de la protection existante est prévu avec une dépose et l'évacuation du remblai en crête d'ouvrage, la création de deux épis en enrochements, le rechargement de la plage et la renaturation de l'interface entre le haut de plage et le cordon dunaire.

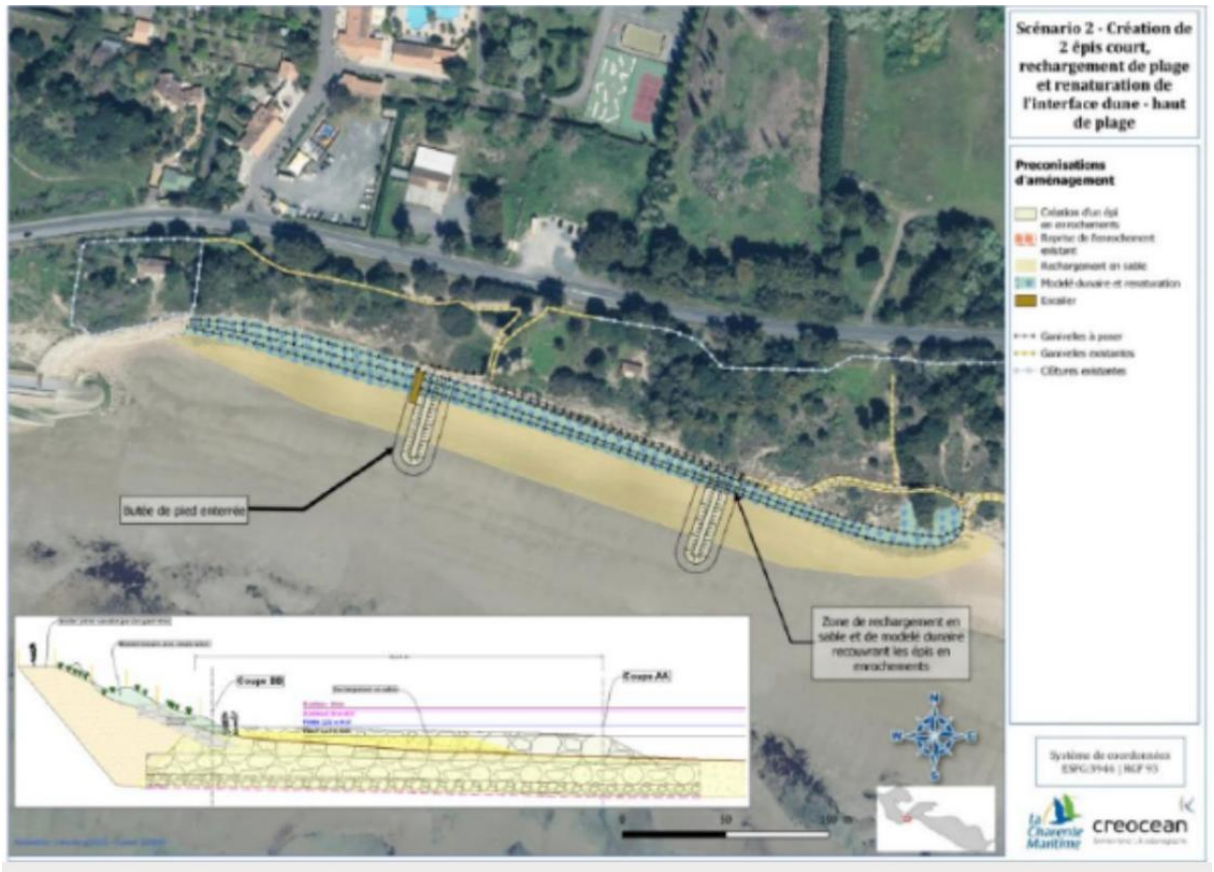


Figure 1 : projet d'aménagement sur le site de Moulin brûlé

D'un point de vue réglementaire, ce projet sera soumis notamment, et selon le montant de travaux, à autorisation ou déclaration dite IOTA en raison des impacts prévisibles sur le milieu marin (rubrique 4.1.2.0 de l'art. R214-1 du code de l'environnement (CE)), à soumission à examen au « cas par cas » (rubriques 11 et 13 de l'annexe à l'art. R122-2 du CE), évaluation des incidences Natura 2000 (art. R414-4 du CE), autorisation de travaux en site classé, demande de concession d'utilisation du DPM.

A ce titre, la biodiversité du secteur d'intervention doit être qualifiée pour permettre de mener à bien ces procédures et orienter le Maitre d'Ouvrage dans la définition de son projet et modalités de travaux.

Par ailleurs, la zone de projet s'inscrit dans le périmètre du Parc naturel marin de l'Estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis, avec des enjeux écologiques potentiellement forts Le plan de gestion dynamique du Parc Naturel marin indique ainsi la présence des habitats suivants :

- Sur la zone même de projet : 1140 – Replats boueux ou sableux exondés à marée basse,
- A proximité : 1170 – Récifs, dont des récifs d'hermelles qui constituent des habitats particuliers à enjeu fort.

CREOCEAN a réalisé une étude sur la partie maritime du projet.

Le présent rapport porte sur le volet terrestre du projet. La mission prévue consistait à réaliser 4 passages naturalistes à une période propice au printemps et en été au niveau des emprises travaux et accès chantier. L'aire d'étude retenue était la suivante (Figure 2**).**



Figure 2 : L'aire d'étude

2. Contexte géologique

Le site est présenté dans la carte géologique au 1/50 000ème du BRGM ci-dessous. L'aire d'étude s'inscrit en totalité dans des dunes actuelles (Figure 3).

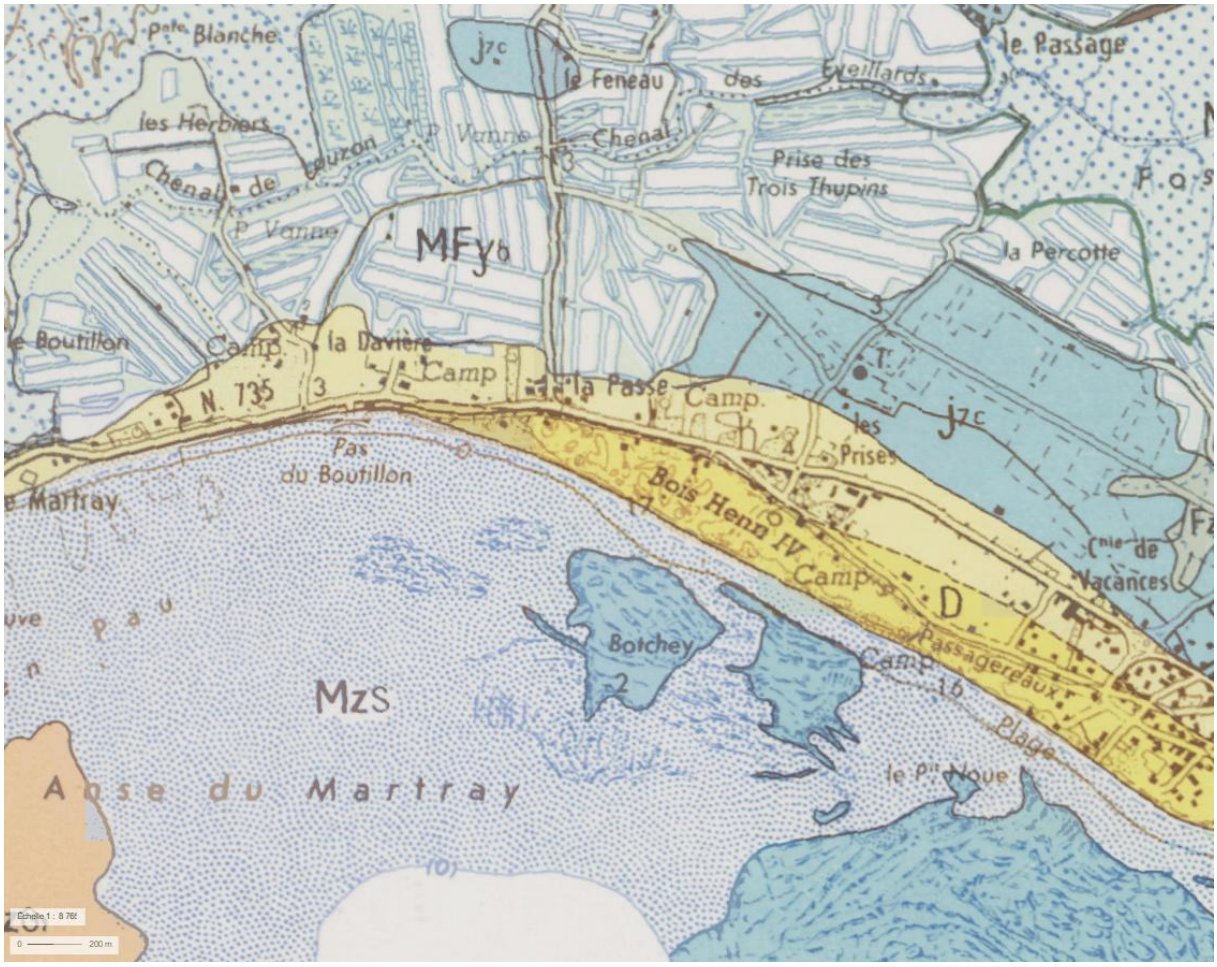


Figure 3 : Carte géologique sur le secteur d'étude

Source : BRGM

3. Contexte environnemental

3.1. Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF)

Les Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Floristique et Faunistique (ZNIEFF) sont issues d'un recensement et d'un inventaire des espaces naturels lancé en 1982. Cet inventaire a pour objectif d'identifier et de décrire des secteurs présentant de fortes capacités biologiques et un bon état de conservation et dont l'intérêt repose soit sur l'équilibre et la richesse de l'écosystème, soit sur la présence d'espèces de plantes ou d'animaux rares ou menacés.

L'inventaire distingue deux types de zones :

- ZNIEFF de type I (ZNIEFF I) : elle couvre un territoire correspondant à une ou plusieurs unités écologiques homogènes, de superficie en général limitée, caractérisé par son intérêt biologique remarquable ;
- ZNIEFF de type II (ZNIEFF II) : elle contient des milieux naturels formant un ou plusieurs ensembles naturels possédant une cohésion élevée et entretenant de fortes relations entre eux. Elle se distingue de la moyenne du territoire régional environnant par son contenu patrimonial plus riche, son degré d'artificialisation plus faible et offre des potentialités biologiques importantes.

Une ZNIEFF est située juste à l'est du site d'étude (Tableau 1 et Figure 5) :

- La ZNIEFF de type I : « Bois Henri IV » (ID : 540014398) ;

500 m au nord, d'autres ZNIEFF sont présentes (Tableau 1 et Figure 5) :

- Une ZNIEFF de type I : « Fiers d'Ars » (ID : 540120004) ;
- Une ZNIEFF de type II : « Fiers d'Ars » (ID : 540007608).

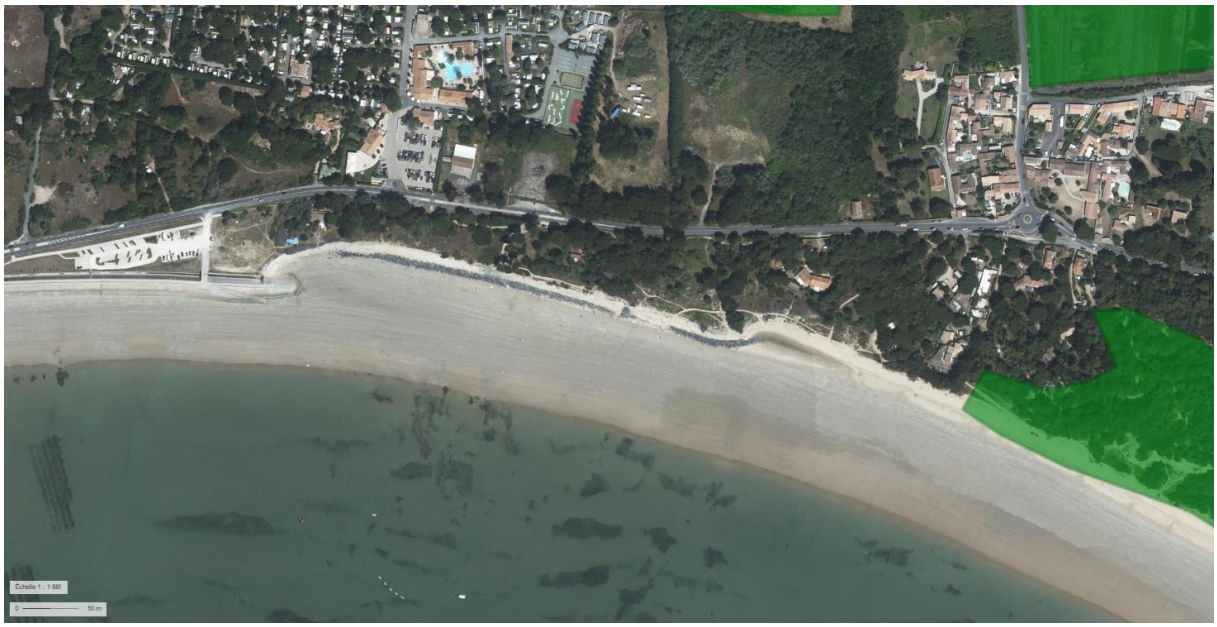


Figure 4 : les ZNIEFF et le site d'étude

Tableau 1 : ZNIEFF présentes dans l'aire d'étude éloignée (2 km)

Type	Code	Nom	Superficie	Habitats principaux	Espèces déterminantes*	Distance du site d'étude
I	540014398	Bois Henri IV	29,53 ha	Dune centre-atlantique sur sables calcarifères et forêt mixte de Pin maritime et Chêne vert.	*Alyssum minus, Asparagus prostratus, Dianthus gallicus, Omphalodes littoralis*…	0 m
I	540120004	Fiers d'Ars	2440.66 ha	Herbiers atlantiques à Zostères naines ; Vasières et bancs de sable sans végétations ; Côtes rocheuses et falaises avec végétation ; Salines ; Petits bois, bosquets	Canard pilet ; Pélobate cultripède ; Canard chipeau ; Canard siffleur ; Pipit maritime ; Gravelot à collier interrompu ; Busard des roseaux ; Balbuzard pêcheur ; Grèbe jougris ; Spatule blanche ; Rainette méridionale ; Mauve de Nice ; Limonium à feuilles d'oreille-d'ours	400 m environ
II	540007608	Fiers d'Ars	4477.69 ha	Vasières et bancs de sable sans végétations ; Marais salés, prés salés (schorres), steppes salées et fourrés sur gypse ; Lagunes	Rainette méridionale ; Martin-pêcheur d'Europe ; Canard pilet ; Canard chipeau ; Canard siffleur ; Pipit rousseline ; Pipit maritime ; Hibou des marais ; Oedicnème criard ; Bécasseau sanderling ; Gravelot à collier interrompu ; Busard cendré ; Gorgebleue de Nantes ; Moineau friquet ; Outarde canepetière ; Gaillet des murs ; Mauve de Nice ; Omphalode du littoral	400 m environ

** susceptibles de fréquenter le site d'étude*

Source : INPN (janvier 2025)



Figure 5 : Localisation du site d'étude par rapport aux ZNIEFF sur l'aire d'étude éloignée (5 km)

3.1.1. Réseau Natura 2000

Le réseau Natura 2000 est un réseau européen de sites naturels protégés. Il a pour objectif de préserver les espèces et les habitats menacés et/ou remarquables, notamment dans l'espace rural et forestier. Il vise à assurer la protection de sites européens sans pour autant y prohiber toute activité humaine. L'enjeu est de promouvoir une gestion adaptée des habitats naturels, de la faune et de la flore sauvage, tout en respectant les exigences économiques, sociales et culturelles, ainsi que les particularités régionales et locales de chaque état membre.

Le maillage de sites s'étend sur tout le territoire de l'Union européenne pour une politique cohérente de préservation des espèces et des habitats naturels

Le réseau Natura 2000, articulé autour de trois directives européennes, prévoit deux types de zones naturelles protégées :

- Les Zones de Protection Spéciale (ZPS) issues de la Directive "Oiseaux" n° 79/409/CEE du 2 avril 1979, concernant la conservation des oiseaux sauvages ;
- Les Zones Spéciales de Conservation (ZSC) et Sites d'Intérêt Communautaires (SIC) issus de la Directive "Habitats" n° 92/43/CEE du 21 mai 1992, concernant la conservation des habitats naturels, de la faune et de la flore sauvage.

Pour chaque site du réseau, il est élaboré un Document d'Objectifs (DocOb). Ce document de synthèse, établi en concertation avec les acteurs locaux, identifie les objectifs, définit les moyens d'action et planifie à long terme leur conservation.

L'annexe I de la directive "Oiseaux" recense les oiseaux d'intérêt européen devant faire l'objet de mesures spéciales de conservation, en particulier, en ce qui concerne leurs habitats. Ces espèces justifient la désignation d'une Zone de Protection Spéciale.

La directive « Habitats » comprend plusieurs annexes :

- L'annexe I fixe la liste des habitats d'intérêt communautaire (prioritaires ou non) dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation,
- Les annexes II, IV et V fixent des listes d'espèces auxquelles doit s'appliquer une réglementation spécifique :
- L'annexe II fixe la liste des espèces (animales et végétales) d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation. Leur habitat doit être protégé sur ces zones (que cet habitat soit d'intérêt communautaire ou non).,
- L'annexe IV fixe la liste des espèces animales ou végétales qui nécessitent une protection stricte,
- L'annexe V fixe la liste des espèces (animales et végétales) dont le prélèvement et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion.

Les habitats et les espèces prioritaires ont été désignés comme tel au vu des menaces dont ils font l'objet. Une mise en œuvre rapide de mesures visant à leur conservation est privilégiée.

Deux sites Natura 2000 interceptent le site d'étude (Tableau 2 et Figure 7) :

- La ZSC : « Île de Ré : dunes et forêts littorales » (FR5400425),
- La ZSC « Pertuis Charentais » (FR5400469) ;
- La ZPS : « Pertuis charentais - Rochebonne » (FR5412026)

Au sein de l'aire d'étude éloignée (5 km), trois sites Natura 2000 sont présents :

- Une ZSC : « Ile de Ré : Fier d'Ars » (FR5400424) ;
- Une ZPS : « Anse du Fier d'Ars en Ré » (FR5410012).
- Une ZPS : « Pertuis charentais - Rochebonne » (FR5412026).



Figure 6 : Le site d'étude et les sites Natura 2000

Tableau 2 : Sites Natura 2000 présents dans l'aire d'étude éloignée (2 km)

Type	Code	Nom	Superficie	Habitats principaux	Espèces d'intérêt communautaire*	Distance du site d'étude
ZSC	FR5400425	Île de Ré : dunes et forêts littorales	534 ha	Dunes boisées des régions atlantique, continentale et boréale ; Dunes côtières fixées à végétation herbacée (dunes grises) ; Dunes mobiles du cordon littoral à *Ammophila arenaria* (dunes blanches)	Circaète-Jean-le-Blanc ; Petit-duc scops ; Chevêche d'Athéna ; Tourterelle des bois ; Pipit rousseline ; Pélobate cultripède ; Pélodyte ponctué ; Rainette méridionale ; Lézard vert ; Sérotine commune ; Oreillard roux ; Silène de Thore ; Gaillet négligé	0 m
ZSC	FR5400469	Pertuis Charentais	456027 ha	Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine ; Grandes criques et baies peu profondes ; Récifs	Esturgeon européen ; Grande alose ; Saumon atlantique	0 m
ZSC	FR5400424	Ile de Ré : Fier d'Ars	3890 ha	Replats boueux ou sableux exondés à marée basse ; Lagunes côtières ; Fourrés halophiles méditerranéens et thermo-atlantiques	Barbastelle d'Europe ; Omphalode du littoral ; Pélobate cultripède ; Tourterelle des bois	400 m

Type	Code	Nom	Superficie	Habitats principaux	Espèces d'intérêt communautaire*	Distance du site d'étude
				(*Sarcocornietea fruticosi*)		
ZPS	FR5410012	Anse du Fier d'Ars en Ré	4452 ha		Anatidé ; Rapaces ; Laridé ; Limicole ; Ardéidé ; Passereaux des milieux littoraux et boisés	400 m
ZPS	FR5412026	Pertuis charentais - Rochebonne	819258 ha		Diomédéidé ; Procellariidé ; Laridé ; Limicole ; Gaviidé	0 m

** susceptibles de fréquenter le site d'étude*

Source : INPN (janvier 2025)

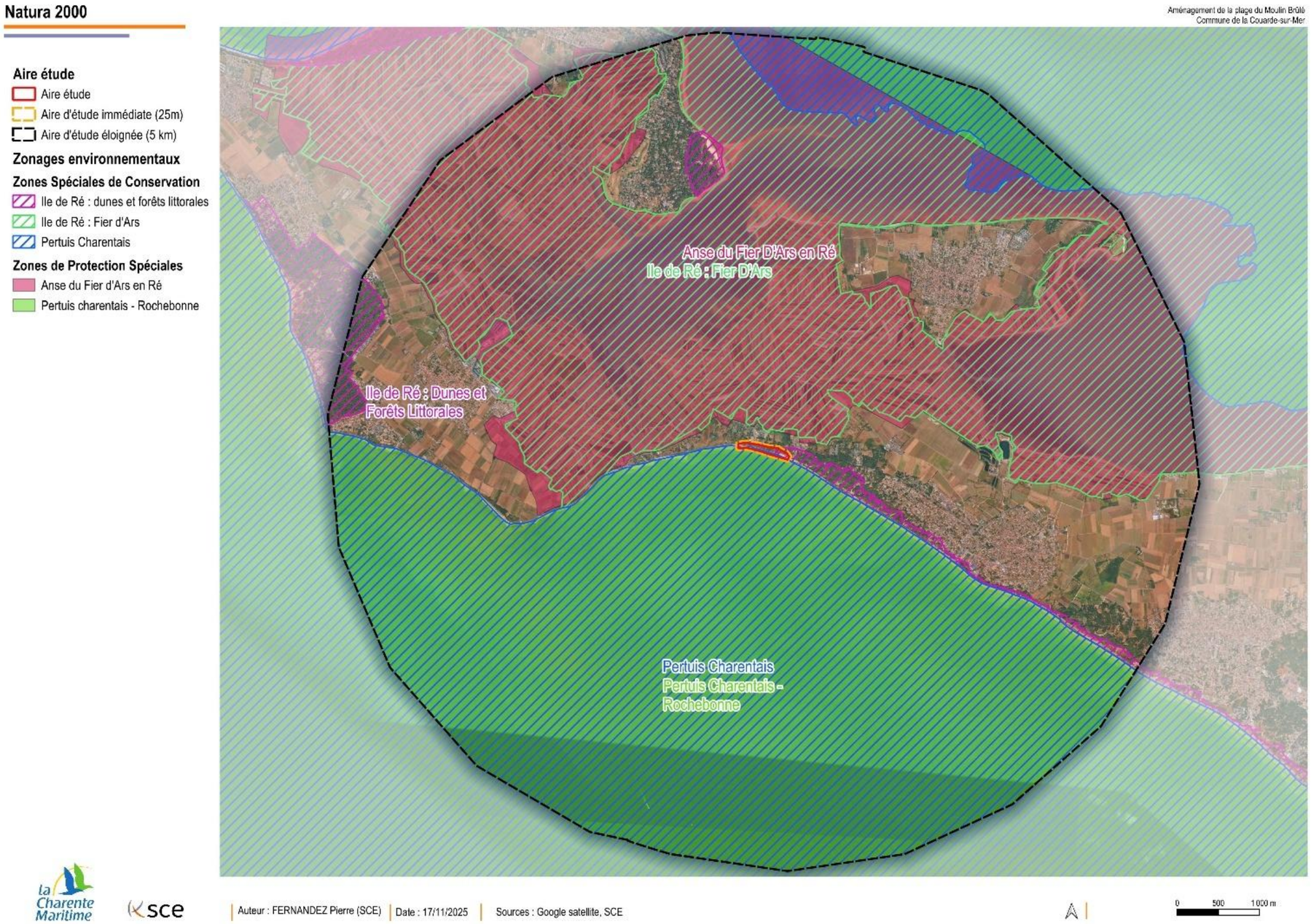


Figure 7 : Localisation des sites Natura 2000 au sein de l'aire d'étude éloignée (5 km)

3.1.2. Espaces Naturels Sensibles (ENS)

Afin de prévenir la disparition des espèces figurant sur la liste prévue à l'article R.411-1 (espèces protégées), le préfet peut fixer, par arrêté, les mesures tendant à favoriser, sur tout ou partie du territoire d'un département (à l'exclusion du domaine public maritime), la conservation des biotopes tels que mares, marécages, marais, haies, bosquets, landes, dunes, pelouses ou toutes autres formations naturelles, peu exploitées par l'homme, dans la mesure où ces biotopes ou ces formations sont nécessaires à l'alimentation, la reproduction, le repos ou la survie des espèces (art. R.411-15).

Un ENS intercepte le site d'étude (Figure 6) :

- Un ENS : « Dunes du littoral sud ».

Un ENS intercepte l'aire d'étude éloignée (Figure 6) :

- Un ENS : « Fier d'Ars (17).

3.1.3. Parc naturel marin

Le site d'étude borde le Parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis.

- Le Parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis préserve un vaste espace marin aux écosystèmes d'une grande richesse. De nombreuses espèces viennent y trouver refuge, se nourrir, et se reproduire dans des milieux essentiels à leur développement. Certaines de ces espèces parcourent des milliers de kilomètres pour venir passer une partie de leur existence dans le Parc.
- Le Parc se situe à la confluence de l'océan, de 3 pertuis, ces mers intérieures protégées par des îles, et de 6 estuaires. Ici, se rencontrent les eaux douces des fleuves chargées de nutriments et l'eau salée du large et des profondeurs, apportant abondance et variété de nourriture dans les écosystèmes du Parc. Cette richesse nutritive et la grande diversité des milieux expliquent sa biodiversité exceptionnelle : de riches communautés planctoniques, des coquillages, des poissons migrateurs, des mammifères marins.
- Le Parc est un carrefour ornithologique d'importance internationale. En période hivernale, des milliers d'oiseaux marins et côtiers (en nombre d'espèces et d'individus) y séjournent trouvant zones de repos et alimentation adéquates.

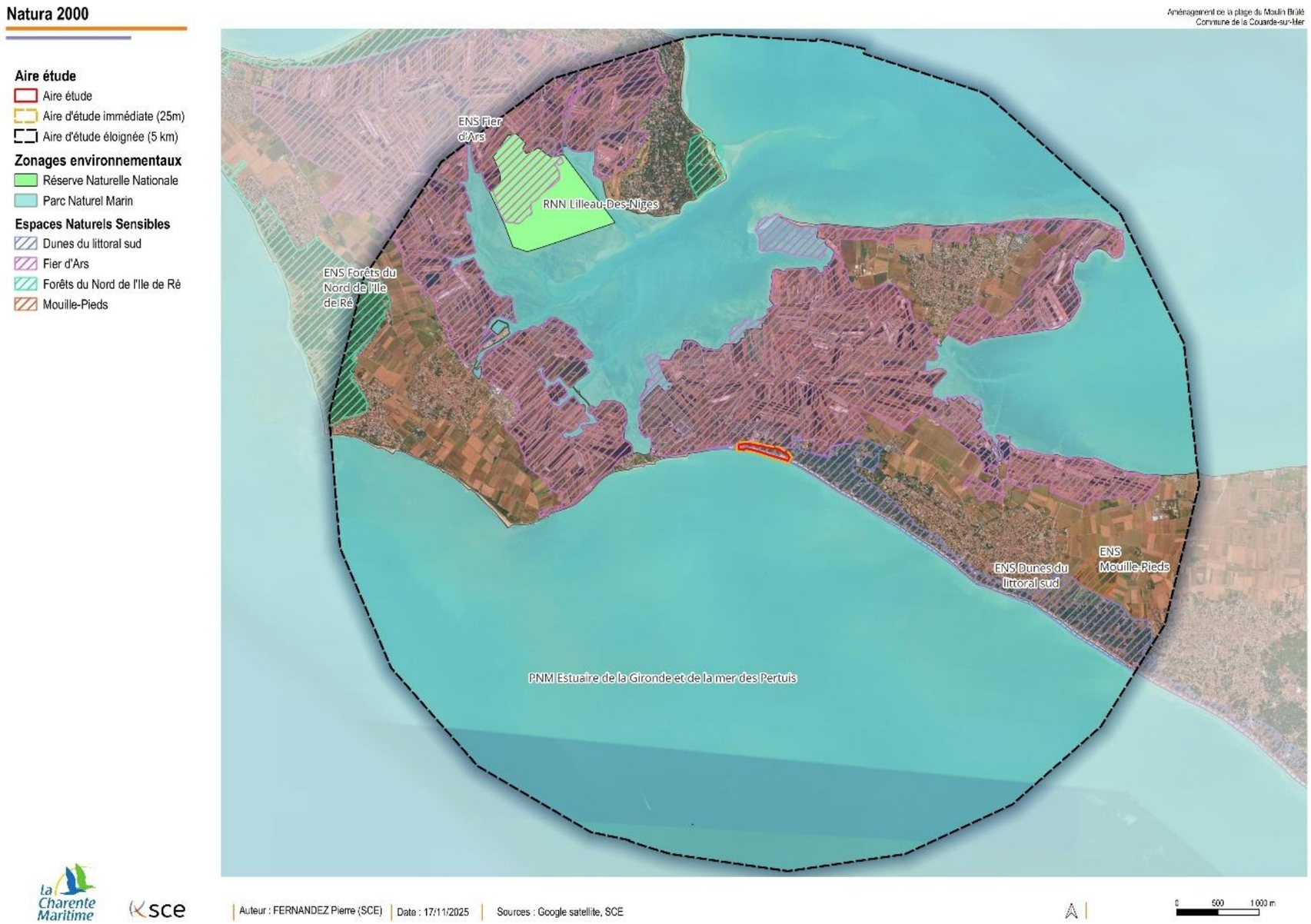


Figure 8 : Localisation des ENS au sein de l'aire d'étude éloignée (5 km)
Source : DREAL Nouvelle-Aquitaine

3.2. Enjeux liés aux zonages environnementaux

Enjeu fort

Le site d'étude est situé en continuité d'une ZNIEFF de type 1 dunaire, il s'inscrit en site Natura 2000 et borde le Parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des pertuis.

Compte tenu du nombre de zonages concernant le site d'étude et du statut de ces zones, les enjeux sont considérés comme fort.

4. Continuités écologiques

4.1. SRADDET Nouvelle-Aquitaine

Le SRADDET identifie les continuités écologiques à l'échelle régionale et les cartographies à l'échelle du 1/100 000ème. Il apporte ainsi à l'ensemble des documents de planification d'échelle infra (SCoT, PLU, PLUi, carte communale) un cadre cohérent et homogène pour prendre en compte et définir la Trame verte et bleue à une échelle plus fine. C'est un outil d'aménagement du territoire dont la vocation est de mettre en synergie les différentes politiques publiques relatives à la Trame verte et bleue. Il permet de prendre du recul et de visualiser les principaux enjeux régionaux en matière de continuités écologiques. Ces enjeux devront être pris en compte aux échelles locales avant d'être affinés. Cette vision globale permet ainsi d'identifier des enjeux inter-SCoT, ou des enjeux croisés avec des territoires voisins, peu visibles à l'échelle locale.

Le SRADDET Nouvelle-Aquitaine a été adopté en mars 2020. La trame verte et bleue est décrite sur le territoire d'étude à l'aide de deux éléments principaux :

- Les **réservoirs de biodiversité** sont « *des espaces dans lesquels la biodiversité est la plus riche ou la mieux représentée, où les espèces peuvent effectuer tout ou partie de leur cycle de vie (alimentation, reproduction, repos) et où les habitats naturels peuvent assurer leur fonctionnement en ayant notamment une taille suffisante, qui abritent des noyaux de populations d'espèces à partir desquels les individus se dispersent ou qui sont susceptibles de permettre l'accueil de nouvelles populations d'espèces* ». Ils incluent les cours d'eau ;

- Les **corridors écologiques** assurent des connexions entre des réservoirs de biodiversité, offrant aux espèces des conditions favorables à leur déplacement et à l'accomplissement de leur cycle de vie ;

Le SRADDET Nouvelle-Aquitaine recense également les éléments fragmentant les continuités écologiques (routes, zones urbaines denses, voies ferrées).

Le site d'étude se situe dans deux éléments de la Trame Verte et Bleue du SRADDET Nouvelle-Aquitaine (Figure 9**) :**

- **Un réservoir de biodiversité** de la sous trame « Milieux littoraux » ;
- Une **zone de corridor diffus** se situe à proximité immédiate du site d'étude. Les corridors écologiques diffus sont des territoires peu fragmentés ayant une bonne fonctionnalité écologique et un rôle de soutien à la fonctionnalité des réservoirs de biodiversité. Ce sont des espaces favorables aux déplacements des espèces.

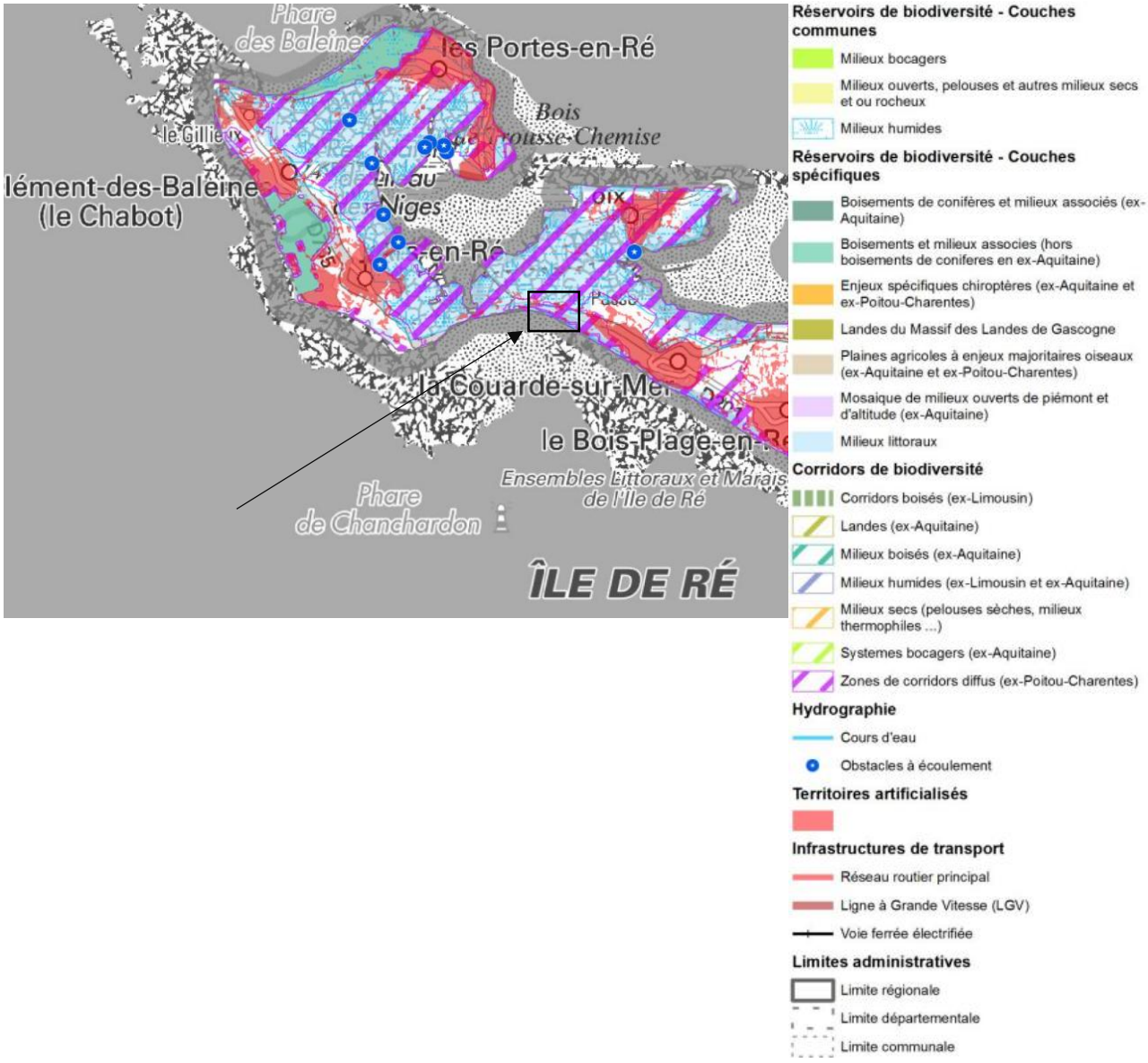


Figure 9 : Extrait des trames vertes et bleues du SRADDET Nouvelle-Aquitaine

Source : DREAL Nouvelle-Aquitaine

4.2. PLUi de la Communauté de communes Île de Ré

Le PLUi de la Communauté de communes de l'Île de Ré inclus l'ensemble des communes de l'Île de Ré, soit dix communes, dont la commune de Saint-Clément-des-Baleiniers. Cette communauté de communes couvre l'ensemble de Île de Ré, dans le département de la Charente-Maritime. Le PLUi a été approuvé le 16 décembre 2019 en conseil communautaire. Ce PLUi remplace les dix POS (Plan d'Occupation du Sol) des dix communes.

Dans le PLUi, les éléments de la Trame Verte et Bleue sont distingués selon la nature des milieux qui constituent cinq trames différentes :

- La trame des milieux forestiers ;
- La trame des milieux dunaires littoraux et intérieurs ;
- La trame des marais et autres milieux humides ;
- La trame des milieux marins et de la zone d'estran.

Au sein de ces sous-trames, différents éléments sont identifiés :

- Les **réservoirs de biodiversité** : espaces dans lesquels la biodiversité est la plus riche ou la mieux représentée, où les espèces peuvent effectuer tout ou partie de leur cycle de vie et où les habitats naturels peuvent assurer leur fonctionnement en ayant notamment une taille suffisante, qui abritent des noyaux de populations d'espèces à partir desquels les individus se dispersent ou qui sont susceptibles de permettre l'accueil de nouvelles populations d'espèces. Ils correspondent aux pelouses calcicoles, aux secteurs bocagers à prairies permanentes, aux boisements de feuillus ainsi qu'aux zonages environnementaux (APB, ZNIEFF, sites Natura 2000, etc.).
- Les **espaces perméables** assurant la fonctionnalité des milieux par le déplacement des espèces au sein de la matrice paysagère. Ils forment les corridors écologiques identifiés dans le SRADDET. Au sein de l'intercommunalité, ils sont constitués des espaces agricoles et bocagers, des cours d'eau ou encore des continuités forestières.

Le PLUi identifie également les ruptures majeures (ou éléments fragmentant) sur son territoire (routes, voies ferrées, noyaux d'urbanisation, obstacles à l'écoulement des cours d'eau) ainsi que les projets d'urbanisation pouvant interférer avec les sous-trames précédemment citées.

Le site d'étude se situe au sein d'un réservoir de biodiversité des milieux dunaires et des forêts littorales associées (Figure 10**).**

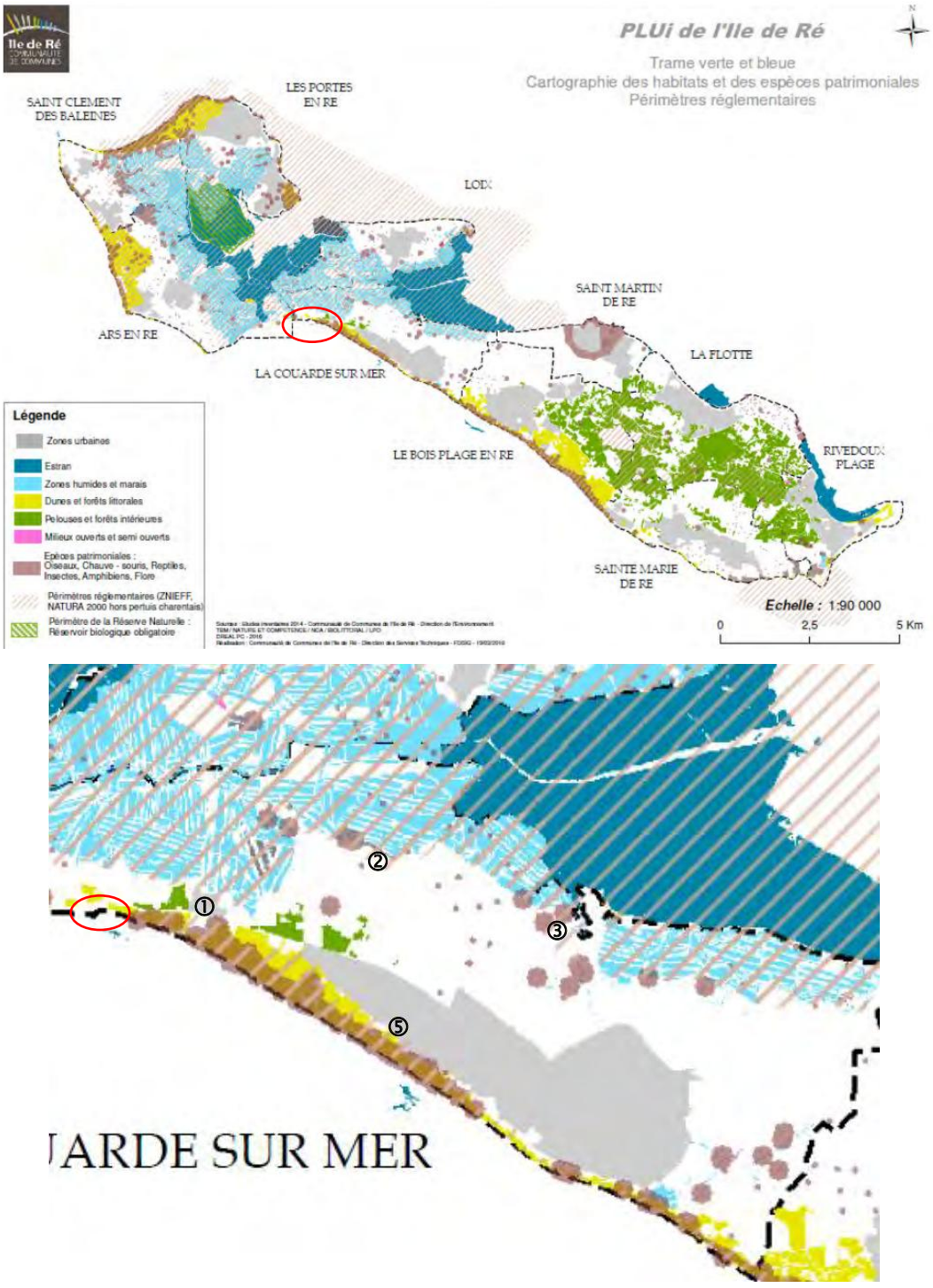


Figure 10 : Extrait de la carte de synthèse du PLUi de la Communauté de communes Île de Ré

Source : PLUi de la Communauté de communes Île de Ré

4.3. Enjeux liés aux continuités écologiques

Enjeu fort

Le site d'étude est localisé dans un réservoir de biodiversité (milieux dunaires et boisés littorales). De plus, une zone de corridor diffus est présente à proximité du site d'étude, tous deux identifiés au niveau régional.

Enfin, dans cette zone, le trait de côte subit une érosion très forte, justifiant ses enjeux élevés.

5. Résultats des inventaires écologiques

5.1. Habitats naturels

5.1.1. Description des habitats naturels et anthropiques

Plusieurs habitats ont été identifiés sur le terrain (Figure 12) (code CORINE Biotopes ; code EUNIS ; code Natura 2000) :

- Plage de sable soumise à la marée (16.11 ; A2.2 : 1140) ;
- Sable nu, végétation de dune blanche lacunaire, dune grise érodée (16.21 ; B1.3 ; 2110/2120 dégradé) ;
- Dune grise (16.22 ; B1.4 ; 2130) (exemple de relevé Tableau 3) ;
- Friche herbacée sur dune 16.22x87 ; B1.4 xE5.1) ;
- Fourrés sur dune grise (31.8x16.25 ; F3.1xB1.61) ;
- Fourrés d'Atriplex halimus (31.8 ; FB.32)
- Boisement sur dune dominé par les Cyprès de Lambert, Pin parasol et Chêne vert (16.29x83.31 ; B1.7xG3.F ; 2180 dégradé) ;
- Enrochements ;
- Habitation et jardin associé sur dune grise (86.2x85.3 ; J1.2xI2.2).

Le site étudié compte plusieurs habitats d'intérêt européen, où la dune grise est la plus représentée, qui concentre les plantes patrimoniales et protégées.



1210 – Végétation annuelle des laisses de mer	Très fragmentaire et localisée
2110 - Dunes mobiles embryonnaires	Très fragmentaire et localisée
2120 - Dunes mobiles du cordon littoral à *Ammophila arenaria* (dunes blanches)	Très fragmentaire et localisée
2130 - Dunes côtières fixées à végétation herbacée (dunes grises)	**Etendue**
2170 - Dunes à *Salix repens spp. argentea (Salicion arenariae)*	Absent
2180 - Dunes boisées des régions atlantique, continentale et boréal	**Etendue, mais largement plantée (Pin parasol, Cyprès de Lambert)**





Figure 11 : Principaux habitats présents dans l'aire d'étude : pelouse des dunes grises (haut à droite et bas à gauche), Sentier sableux et ganivelles (haut à gauche et bas à droite), SCE, Avril 2025.

Tableau 3 : Exemple de relevé de végétation dans la dune grise

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Coeff. D'abondance - dominance
Sonchus bulbosus	Laiteron bulbeux, Crépis bulbeux, Crépide bulbeuse, Éthéorhize bulbeuse	2
Carex arenaria	Laîche des sables, Salsepareille des pauvres	1
Centaurea aspera	Centaurée rude	1
Cerastium diffusum	Céraiste diffus, Céraiste à quatre étamines	1
Eryngium campestre	Panicaut champêtre, Chardon Roland	1
Euphorbia paralias	Euphorbe maritime, Euphorbe des dunes, Euphorbe du littoral, Euphorbe des sables, Euphorbe paralias	1
Lagurus ovatus	Lagure ovale, Lagure queue-de-lièvre, Gros-minet, Queue-de-lièvre	1
Mibora minima	Mibore minime, Petite mibore, Mibore de printemps, Mibore naine, Mibora naine, Famine	1
Sedum acre	Orpin âcre, Poivre de muraille, Vermiculaire, Poivre des murailles	1
Senecio vulgaris subsp. denticulatus	Séneçon denticulé, Séneçon des dunes, Séneçon radié	1
Alyssum simplex	Alysson simple, Alysson nain, Alysson champêtre, Alysson des champs	+
Erigeron	Érigéron, Vergerette	i
Erodium lebelii	Érodium de Lebel, Érodium glutineux, Bec-de-grue glutineux	+
Geranium molle	Géranium mou, Géranium à feuilles molles	+
Helichrysum stoechas	Hélichryse stoechade, Immortelle stoechade, Immortelle des dunes, Immortelle jaune	+
Hypochaeris radicata	Porcelle enracinée, Salade-de-porc	+
Iberodes littoralis	Ibérodès du littoral, Omphalode du littoral, Cynoglosse des dunes, Omphalodès du littoral	+
Iberodes littoralis	Ibérodès du littoral, Omphalode du littoral, Cynoglosse des dunes, Omphalodès du littoral	+
Koeleria arenaria	Koelérie des sables	i
Lamium amplexicaule	Lamier embrassant	+
Matthiola sinuata	Matthiole sinuée, Matthiole à feuilles sinuées	+
Muscari neglectum	Muscari négligé, Muscari à grappes, Muscari négligé	+
Myosotis ramosissima	Myosotis très rameux, Myosotis rameux, Myosotis hérissé	+
Veronica arvensis	Véronique des champs, Velvote sauvage	+
Viola kitaibeliana	Violette de Kitaibel, Pensée de Kitaibel	+



Figure 12 : carte des habitats

5.2. Flore

5.2.1. Bibliographie

5.2.1.1. Flore patrimoniale

D'après les données bibliographiques du Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique, **une dizaine espèces** végétales patrimoniales sont présentes sur la maille d'1 km intégrant le site d'étude (**Tableau 4**), dont :

Tableau 4 : Liste des espèces végétales patrimoniales de milieux dunaires présentes sur la commune de La Couarde (maille de km concernée par le site d'étude)

Nom scientifique	Nom vernaculaire	DH2	PN	PR	LRF	LRR	ZNIEFF
Iberodes littoralis	**Ibérodès du littoral**	X	X		LC	VU	X
Ephedra distachya	**Raisin de mer**				LC	LC	X
Sonchus bulbosus	**Laiteron bulbeux**				LC	LC	X
Senecio vulgaris subsp. denticulatus	**Séneçon vulgaire denticulé**				LC	DD	X
Dianthus gallicus	**Œillet de France**		X		LC	VU	X
Legousia hybrida	**Légousie hybride**				LC	VU	X
Asparagus officinalis subsp. prostratus	**Asperge couchée**			X	LC	NT	X
Scrophularia scorodonia	**Scrofulaire scorodoine**			X	LC	NT	
Orobanche artemisii-campestris	**Orobanche de l'armoise champêtre**				NT	CR*	
Alyssum alyssoides	**Alysson faux alysson**				LC	NT	X
Alyssum simplex	**Alysson simple**				LC	NT	X
Salix repens	**Saule rampant**				LC	VU	X

** données sensibles - ne pas diffuser*

DH2 : Directive Habitats annexe II ; PN : protection nationale ; PR : protection régionale ; LRF : liste rouge France ; LRR : liste rouge régionale ; CR : en danger critique ; EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure.

Source : CBNSA (novembre 2025)

5.2.2. Résultats des inventaires de la flore

Au total, **une soixantaine d'espèces** végétales ont été observées (voir annexe 1). Parmi ces espèces, **neuf sont patrimoniales** (Tableau 5) et deux protégées, parfois très proches de la microfalaise d'érosion :

- Cynoglosse des dunes *Iberodes littoralis*,
- Asperge prostrée *Asparagus officinalis subsp. Prostratus*

La plupart des espèces patrimoniales ont été relevées dans les dunes grises.

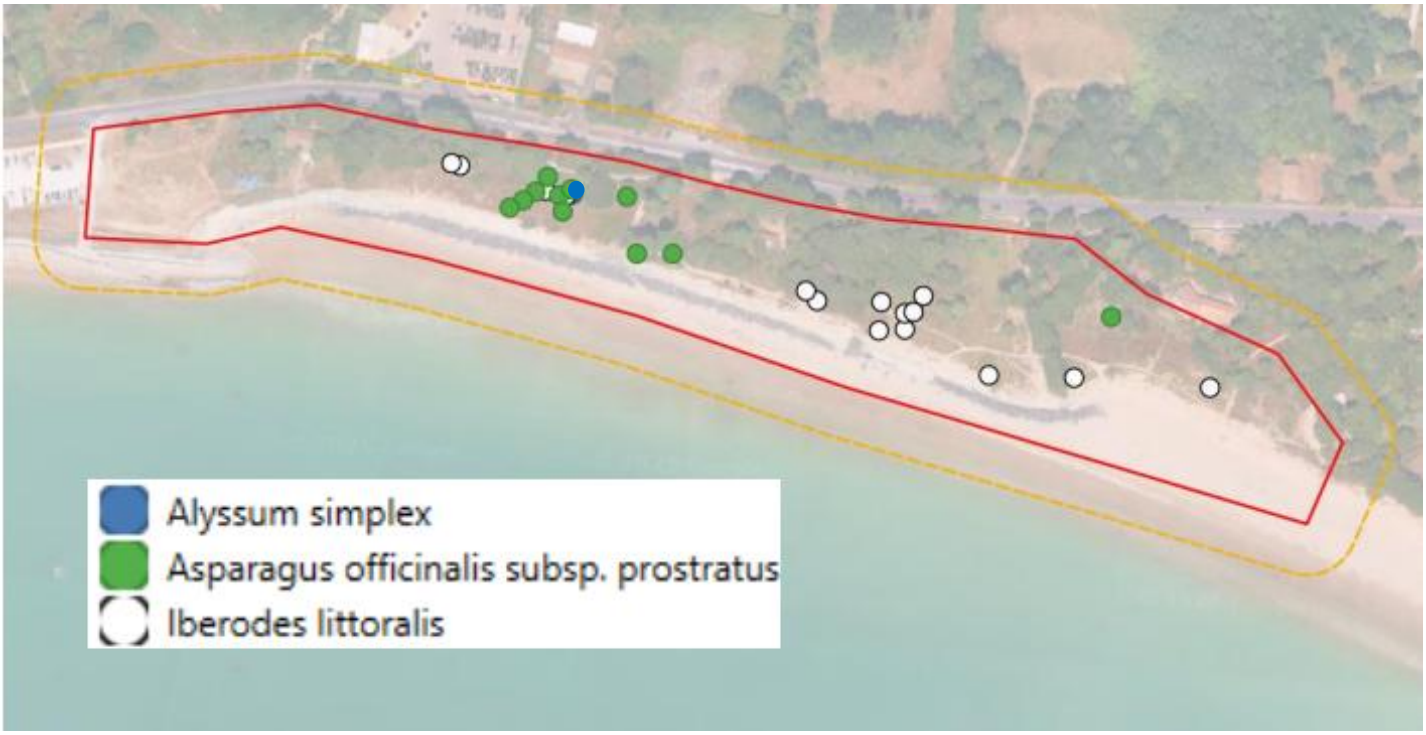


Figure 13 : Flore protégée et remarquable observée, SCE, printemps 2025.

Tableau 5 : Liste des espèces végétales patrimoniales observées au printemps-été 2025 sur le site d'étude (SCE).

Nom scientifique	Nom vernaculaire	DH II / IV	PN/PR	LRF	LRR	ZNIEFF
Iberodes littoralis	Omphalode du littoral	X	PN	LC	VU	X
Asparagus officinalis subsp. prostratus	Asperge prostrée		PR	LC	NT	X
Erodium lebelii	Bec-de-Cigogne glutineux			LC	DD	X
Valeriana calcitrapae	Centhrante chausse-trappe			LC	NA	X
Euphorbia paralias	Euphorbe maritime			LC	LC	X
Matthiola sinuata	Giroflée des dunes			LC	LC	X
Calystegia soldanella	Liseron des dunes			LC	LC	X
Ophrys passionis	Ophrys de la passion			LC	LC	X
Eryngium maritimum	Panicaut maritime			LC	LC	X
Ephedra distachya	Raisin de mer			LC	LC	X

DH II / IV : Directive Habitats annexe II ou IV ; PN : protection nationale ; LRF : liste rouge France ; LRR : liste rouge régionale ; ZNIEFF : espèce déterminante pour la création de ZNIEFF ; LC : préoccupation mineure ; VU : vulnérable ; NA : non applicable ; DD : données insuffisantes.



Figure 14 :Station à Omphalode du littoral en fleur (à gauche), SCE, Avril 2025.

On note également des plantes exotiques envahissantes (Tableau 6).

Tableau 6 : Liste des plantes exotiques envahissantes observées depuis février 2025 sur le site d'étude, SCE, Avril 2025.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Habitats préférentiels	Statut en région
Carpobrotus edulis	Griffe de sorcières	Milieux littoraux sableux et rocheux	PEE à Impacts majeurs localisée
Yucca gloriosa	Yucca	Milieux littoraux	PEE à Impacts modérés répandue
Clematis flammula	Clématide odorante	Milieux rudéraux	PEE à Impacts modérés localisée
Solanum chenopodioides	Morelle faux-chénopode	Milieux rudéraux	PEE potentielle
Arctotheca calendula	Arctothèque souci	Milieux littoraux sableux	PEE émergente

Source : CBNSA, INPN, OBV

Tableau 3 : Définitions des statuts des plantes exotiques envahissantes.

Hiérarchisation des espèces exotiques envahissantes	
PEE à Impacts majeurs répandue	Taxon envahissant présentant des impacts négatifs supposés ou confirmés et répandu en Nouvelle-Aquitaine
PEE à Impacts majeurs localisée	Taxon envahissant présentant des impacts négatifs supposés ou confirmés et peu répandu en Nouvelle-Aquitaine
PEE à Impacts modérés répandue	Taxon envahissant présentant des impacts négatifs supposés ou confirmés, d'importance faible à modérée et répandu en Nouvelle-Aquitaine
PEE à Impacts modérés localisée	Taxon envahissant présentant des impacts négatifs supposés ou confirmés, d'importance faible à modérée et peu répandu en Nouvelle-Aquitaine
Prévention	Taxon absent en Nouvelle-Aquitaine mais signalé comme envahissant dans des territoires proches (Occitanie, etc.) ou figurant sur la liste des EEE préoccupantes pour l'UE
Non envahissante actuellement	Taxon présent en Nouvelle-Aquitaine ne présentant pas, en l'état actuel des connaissances, de comportement envahissant ou présentant des impacts faibles
Insuffisamment documenté	Taxon présent en Nouvelle-Aquitaine d'introduction récente et/ou insuffisamment documenté, dont le comportement envahissant reste à déterminer

PEE : plante exotique envahissante ; EEE : espèce exotique envahissante ; UE : Union Européenne

Source : CBNSA (2022), INPN

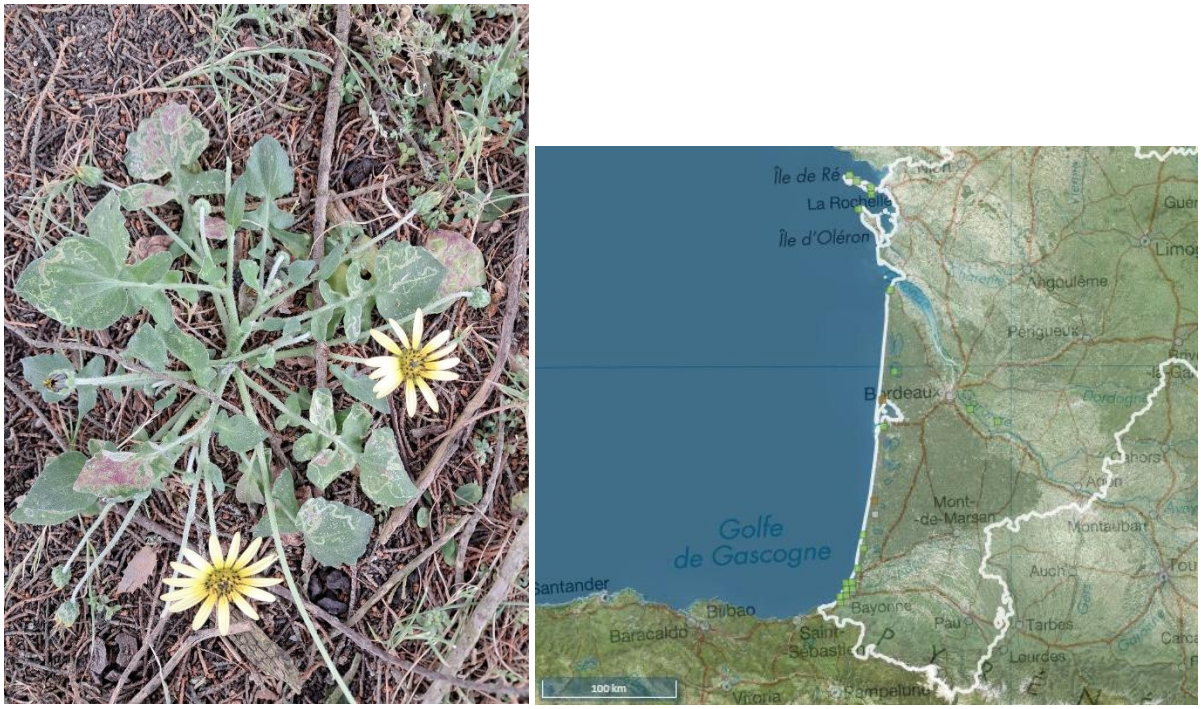


Figure 15 : Arctotheca calendula, Moulin brûlé et Nouvelle-Aquitaine où l'espèce a une répartition très restreinte

5.2.1. Enjeux liés à la flore

Enjeu fort

Deux espèces végétales protégées ont été observées dans la dune grise, parfois très près de la falaise d'érosion.

5.3. Zones humides

5.3.1. État de la connaissance des zones humides et pré-localisation

À l'échelle nationale : Milieux potentiellement humides

Le projet de cartographie nationale des milieux et zones humides de France hexagonale est porté depuis 2021 par le ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, et est conduit par une équipe pluridisciplinaire constituée de PatriNat, de l'Inrae, de l'Institut Agro Rennes-Angers, de l'Université de Rennes 2 et de la Tour du Valat. Il vise à :

- Pré-localiser les milieux humides et les zones humides sur toute la métropole ;
- Évaluer l'état des milieux humides en cartographiant les habitats par télédétection ;
- Évaluer les fonctions avec des données satellitaires dans 10 bassins versants.

À l'issue de la première phase de recherche et développement, les cartographies nationales des milieux humides et de probabilité des zones humides ont été publiées en 2023. Les données de 2014 ont été mises à jour par des nouvelles données de télédétection calibrées par des données de terrain et de nouvelles méthodes de modélisation.

Les cartes obtenues affichent une probabilité de présence, dont la valeur est comprise entre 0 et 100 (nulle à certaine).

La carte présentée montre que par sa position sur le littoral, le site d'étude n'est intercepté par aucune zone humides potentielles. Néanmoins, de nombreuses zones humides et en eau (marais) sont présentes, y compris à proximité immédiate du site d'étude (Figure 15).

5.3.2. Prospections de terrain

Le site d'étude est constitué de végétations de milieux secs sur dunes, sans habitat de zones humides, sans espèce caractéristique de zones humides.

Le site ne possède pas de dépression arrière dunaire humide, comme c'est le cas dans de nombreux profils topographiques dunaires depuis la mer vers l'intérieur des terres.

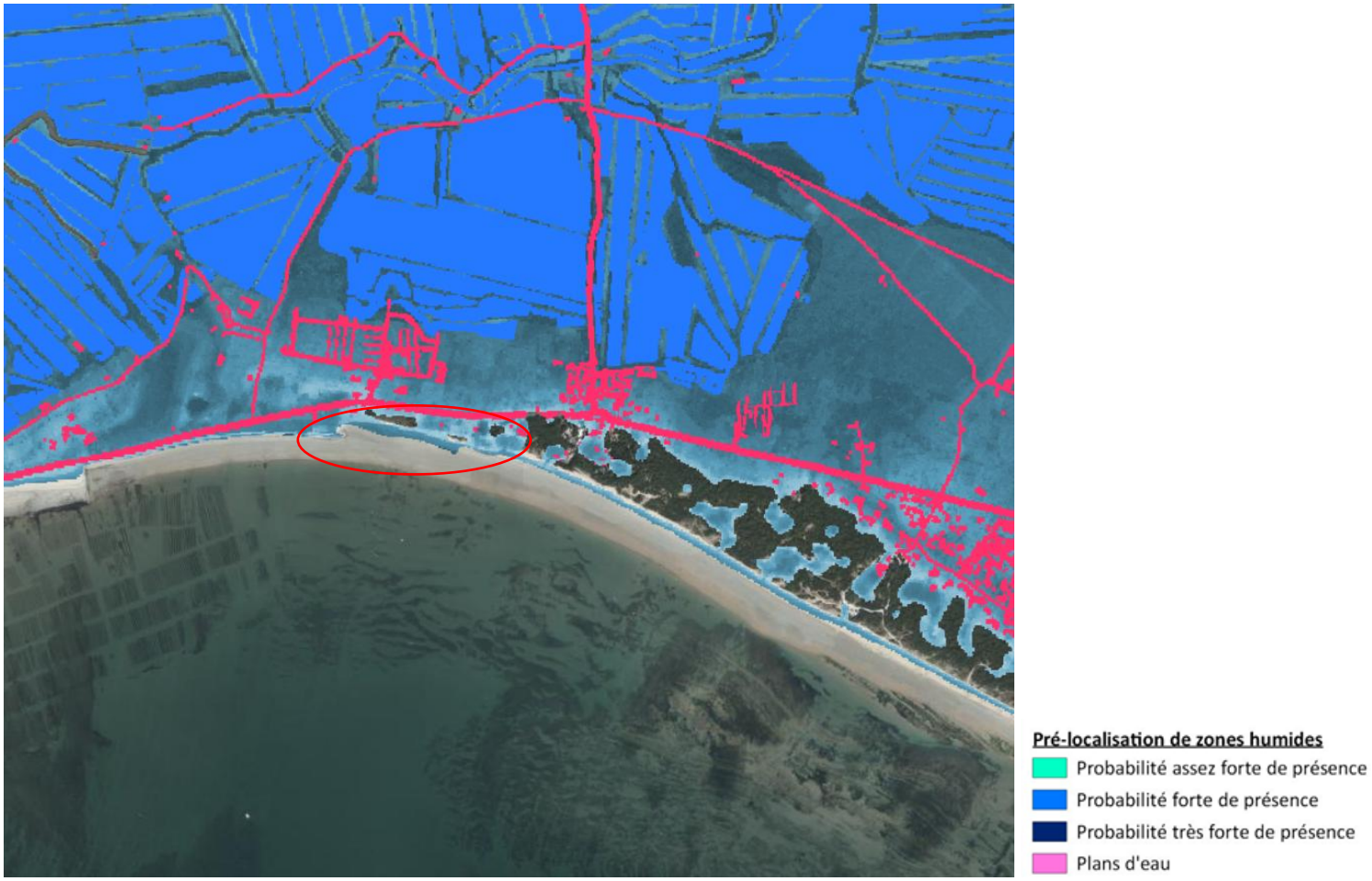


Figure 16 : Pré-localisation des zones humides 2023 (seuil)
Source : LETG-UMR 6554 CNRS-Université de Rennes 2 - PatriNat OFB-MNHN - Institut Agro Rennes-Angers - INRAE - Agence de l'eau RMC - Tour du Valat

5.4. Faune

5.4.1. Avifaune

5.4.1.1. Bibliographie

D'après la bibliographie, une centaine d'espèces d'oiseaux patrimoniaux sont susceptibles de fréquenter la commune de La Couarde. Beaucoup sont liées aux milieux humides des zones de marais et du littoral.

Tableau 7 : Liste des oiseaux patrimoniaux présents sur la commune de La Couarde

Nom scientifique	Nom vernaculaire	DO1	PN	LRF nicheurs	LRR nicheurs	Dét. nicheurs	Dét migrateurs	Dét hivernants
Egretta garzetta	Aigrette garzette	X	X	LC	LC	X		
Alauda arvensis	Alouette des champs			NT	VU		X	
Lullula arborea	Alouette lulu	X	X	LC	NT	X	X	
Accipiter gentilis	Autour des palombes		X	LC	VU	X	X	
Recurvirostra avosetta	Avocette élégante	X	X	LC	VU	X	X si >20 individus	X si >20 individus
Pandion haliaetus	Balbuzard pêcheur	X	X	VU	NE	X Si site utilisé chaque année		
Limosa limosa	Barge à queue noire		X	VU	CR	X	X si >25 individus	X si >25 individus
Limosa lapponica	Barge rousse	X		NE	NE			X si >10 individus
Calidris canutus	Bécasseau maubèche			NE	NE		X si >425 individus	X si >425 individus
Calidris alba	Bécasseau sanderling		X	NE	NE		X si >30 individus	X si >30 individus
Calidris alpina	Bécasseau variable		X	NE	NE		X si >310 individus	X si >310 individus
Calidris maritima	Bécasseau violet		X	NE	NE		X si >15 individus	X si >15 individus
Gallinago gallinago	Bécassine des marais			CR	CR	X		
Branta bernicla	Bernache cravant		X	NE	NE		X si >110 individus	X si >110 individus
Pernis apivorus	Bondrée apivore	X	X	LC	VU	X	X	
Cettia cetti	Bouscarle de Cetti		X	NT	LC		X	
Emberiza citrinella	Bruant jaune		X	VU	NT		X	
Emberiza calandra	Bruant proyer		X	LC	VU		X	
Circus pygargus	Busard cendré	X	X	NT	NT	X	X	
Circus aeruginosus	Busard des roseaux	X	X	NT	VU	X		

Nom scientifique	Nom vernaculaire	DO1	PN	LRF nicheurs	LRR nicheurs	Dét. nicheurs	Dét migrateurs	Dét hivernants
Circus cyaneus	Busard Saint-Martin	X	X	LC	NT	X	X	
Mareca strepera	Canard chipeau			LC	EN	X	X si >30 individus	X si >30 individus
Anas acuta	Canard pilet			NE	NE		X si >15 individus	X si >15 individus
Spatula clypeata	Canard souchet			LC	VU	X	X si >35 individus	X si >35 individus
Carduelis carduelis	Chardonneret élégant		X	VU	NT		X	
Tringa glareola	Chevalier sylvain	X	X	NE	NE			
Tringa nebularia	Chevalier aboyeur			NE	NE		X	X
Tringa erythropus	Chevalier arlequin			NE	NE		X	X
Tringa totanus	Chevalier gambette			LC	VU	X	X si >60 individus	X si >60 individus
Actitis hypoleucos	Chevalier guignette		X	NT	CR	X		
Corvus monedula	Choucas des tours		X	LC	NT			
Circaetus gallicus	Circaète Jean-le-Blanc	X	X	LC	EN	X	X	
Cisticola juncidis	Cisticole des joncs		X	VU	NT		X	
Calidris pugnax	Combattant varié	X		NE	NE		X	X
Numenius arquata	Courlis cendré		X	VU	EN	X	X	
Numenius phaeopus	Courlis corlieu			NE	NE		X si >50 individus	
Himantopus himantopus	Echasse blanche	X	X	LC	NT	X	X si >50 individus	
Tyto alba	Effraie des clochers		X	LC	VU		X	
Caprimulgus europaeus	Engoulevent d'Europe	X	X	LC	LC	X	X	
Accipiter nisus	Épervier d'Europe		X	LC	LC			
Falco tinnunculus	Faucon crécerelle		X	NT	NT		X	
Falco subbuteo	Faucon hobereau		X	LC	NT	X	X	
Falco peregrinus	Faucon pèlerin	X	X	LC	CR	X		X
Sylvia borin	Fauvette des jardins		X	NT	NT		X	
Curruca communis	Fauvette grisette		X	LC	NT		X	
Sylvia undata	Fauvette pitchou	X	X	EN	VU	X	X	
Gallinula chloropus	Gallinule poule-d'eau		X	LC	NT		X	
Muscicapa striata	Gobemouche gris		X	NT	NT		X	
Casmerodius albus	Grande Aigrette	X	X	NT	NE	X	X	
Merops apiaster	Guêpier d'Europe		X	LC	VU	X	X	

Nom scientifique	Nom vernaculaire	DO1	PN	LRF nicheurs	LRR nicheurs	Dét. nicheurs	Dét migrateurs	Dét hivernants
Chlidonias niger	Guifette noire	X	X	EN	CR	X		
Larus canus	Goéland cendré		X	EN	NE		X si >15 individus	X si >15 individus
Larus marinus	Goéland marin		X	LC	EN	X	X si >15 individus	X si >15 individus
Luscinia svecica	Gorgebleue à miroir	X	X	LC	LC	X		
Charadrius hiaticula	Grand Gravelot		X	VU	NE		X si >15 individus	X si >15 individus
Podiceps cristatus	Grèbe huppé		X	LC	VU		X	X
Podiceps auritus	Grèbe esclavon	X	X	NE	NE			
Podiceps nigricollis	Grèbe à cou noir		X	LC	NE	X	X si >10 individus	X si >10 individus
Mergus serrator	Harle huppé		X	CR	NE		X si >5 individus	X si >5 individus
Ardea purpurea	Héron pourpré	X	X	LC	VU	X		
Delichon urbicum	Hirondelle de fenêtre		X	VU	CR		X	
Riparia riparia	Hirondelle de rivage		X	LC	NT	X		
Hirundo rustica	Hirondelle rustique		X	NT	NT		X	
Haematopus ostralegus	Huîtrier pie			LC	NE		X si >50 individus	X si >50 individus
Carduelis cannabina	Linotte mélodieuse		X	NT	NT		X	
Melanitta nigra	Macreuse noire			NE	NE		X si >30 individus	X si >30 individus
Alcedo atthis	Martin-pêcheur d'Europe	X	X	VU	NT		X	
Apus apus	Martinet noir		X	NT	NT		X	
Milvus migrans	Milan noir	X	X	VU	NT		X	
Milvus milvus	Milan royal	X	X	LC	LC			
Chroicocephalus ridibundus	Mouette rieuse		X	NT	VU	X		
Ichthyaetus melanocephalus	Mouette mélanocéphale	X	X	NE	CR	X	X si >5 individus	X si >5 individus
Rissa tridactyla	Mouette tridactyle		X	VU	RE			
Hydrocoloeus minutus	Mouette pygmée	X	X	NE	NE		X si >5 individus	X si >5 individus
Charadrius dubius	Petit Gravelot		X	LC	VU	X	X	
Otus scops	Petit-duc scops		X	NE	NE			
Acrocephalus schoenobaenus	Phragmite des joncs		X	LC	VU	X	X	
Dendrocopos minor	Pic épeichette		X	VU	NT		X	
Lanius senator	Pie-grièche à tête rousse		X	VU	EN	X	X	
Lanius collurio	Pie-grièche écorcheur	X	X	NT	LC	X	X	

Nom scientifique	Nom vernaculaire	DO1	PN	LRF nicheurs	LRR nicheurs	Dét. nicheurs	Dét migrateurs	Dét hivernants
Anthus pratensis	Pipit farlouse		X	VU	EN	X	X	
Anthus campestris	Pipit rousseline	X	X	LC	EN	X	X	
Gavia arctica	Plongeon arctique	X	X	NE	NE			X
Gavia stellata	Plongeon catmarin	X	X	NE	NE			X
Gavia immer	Plongeon imbrin	X	X	NE	NE		X	X
Pluvialis squatarola	Pluvier argenté			NE	NE		X si >30 individus	X si >30 individus
Pluvialis apricaria	Pluvier doré	X		LC	LC		X	
Phylloscopus trochilus	Pouillot fitis		X	NT	CR	X		
Rallus aquaticus	Râle d'eau			NT	VU	X		X
Remiz pendulinus	Rémiz penduline		X	CR	NE		X	X
Regulus regulus	Roitelet huppé		X	NT	VU			
Acrocephalus scirpaceus	Rousserolle effarvatte		X	LC	VU	X	X	
Anas crecca	Sarcelle d'hiver			VU	EN	X	X si >125 individus	X si >125 individus
Serinus serinus	Serin cini		X	VU	NT		X	
Platalea leucorodia	Spatule blanche	X	X	NT	EN	X	X	X
Thalasseus sandvicensis	Sterne caugek	X	X	NT	NE			
Sternula albifrons	Sterne naine	X	X	LC	NE			
Sterna hirundo	Sterne pierregarin	X	X	LC	VU	X		
Tadorna tadorna	Tadorne de Belon		X	LC	LC	X	X si >60 individus	X si >60 individus
Saxicola rubicola	Tarier pâtre		X	NT	NT		X	
Jynx torquilla	Torcol fourmillier		X	LC	VU	X	X	
Arenaria interpres	Tournepierre à collier		X	NE	NE		X si >25 individus	X si >25 individus
Streptopelia turtur	Tourterelle des bois			VU	VU		X	
Oenanthe oenanthe	Traquet motteux		X	NT	EN	X	X	
Vanellus vanellus	Vanneau huppé			NT	VU	X	X	
Carduelis chloris	Verdier d'Europe		X	VU	NT		X	

DO 1 : Directive Oiseaux annexe I ; PN : protection nationale ; LRF : liste rouge France ; LRR : liste rouge régionale ; Dét.nicheurs / Dét.migrateurs / Dét.hivernants : espèce déterminante pour la création de ZNIEFF ; LC : préoccupation mineure ; NT : quasi-menacé ; VU : Vulnérable ; EN : En danger ; CR : en danger critique d'extinction ; NE : non évalué

Source : Fauna, INPN, (Janvier 2025)

5.4.1.2. Résultats des inventaires de l'avifaune

Avifaune nicheuse

L'exiguïté du site et la présence d'habitations limitent les capacités d'accueil du site. Ce sont surtout des espèces courantes de fourrés / boisements/ jardins qui sont contactées. Parmi les espèces intéressantes :

- Le Faucon crécerelle a niché en 2025 dans les grands arbres ;
- Deux espèces patrimoniales nocturnes ont été signalées récemment dans le bois contigu : Petit-Duc Scops et Engoulevent d'Europe.

Plusieurs cortèges ont été identifiés :

- **Les milieux forestiers** : Grimpereau des jardins, Mésange charbonnière, Rougegorge familier ; Roitelet à triple bandeau, Petit-Duc et Engoulevent d'Europe (non observées mais présentes dans les bosquets proches) ;
- **Les milieux semi-ouverts :** Accenteur mouchet, Faucon crécerelle
- **Les milieux ouverts :** Rougequeue noir, Bergeronnette printanière
- **Les milieux aquatiques (non nicheur sur le site d'étude)** : Grand cormoran,
- **Les milieux littoraux et marins (non nicheurs sur le site d'étude):** Chevalier gambette, Goéland marin, Mouette rieuse,
- **Les espèces généralistes** : Merle noir.

Tableau 4 : Liste des espèces d'oiseaux observées sur le site d'étude, SCE, 2025.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	DO I	PN	LRF	LRR	Det. ZNIEFF
Certhia brachydactyla	Grimpereau des jardins		X	LC	LC	
Turdus merula	Merle noir			LC	LC	
Prunella modularis	Accenteur mouchet		X	LC	LC	
Falco tinnunculus	Faucon crécerelle		X	NT	NT	
Otus scops	Petit-duc scops		X	LC	VU	
Caprimulgus europaeus	Engoulevent d'Europe	X	X	LC	LC	X
Motacilla flava	Bergeronnette printanière		X	LC	LC	
Parus major	Mésange charbonnière		X	LC	LC	
Regulus ignicapilla	Roitelet à triple bandeau		X	LC	LC	
Erithacus rubecula	Rougegorge familier		X	LC	LC	
Phoenicurus ochruros	Rougequeue noir		X	LC	LC	

DO I : Directive Oiseaux annexe I ; PN : protection nationale ; LRF : liste rouge France ; Det ZNIEFF : espèce déterminante pour la création de ZNIEFF ; LC : préoccupation mineure ; NT : Quasi-menacé ; VU : Vulnérable ; EN : en danger



Figure 6 : Quelques espèces observées sur le site d'étude en février 2025 et avril 2025.

Avifaune migratrice

Concernant les migrateurs, les capacités d'accueil sont faibles, tant au niveau des fourrés et boisements que des milieux littoraux. Les espaces du Fiers d'Ars situés plus au nord montrent des capacités d'accueil beaucoup plus importantes.

5.4.1.3. Enjeux liés à l'avifaune

Enjeu fort	**Avifaune nicheuse** **A côté des espèces communes surtout liées aux boisements et fourrés, le Faucon crécerelle (quasi menacé) niche dans les arbres, Petit-Duc scops (vulnérable) et Engoulevent d'Europe (d'intérêt communautaire) fréquentent le bois dunaire.**
Enjeu faible	**Avifaune migratrice** **Les capacités d'accueil en termes d'habitats et de surface sont faibles.**

5.4.2. Mammifères

5.4.2.1. Bibliographie

Mammifères terrestres

D'après la bibliographie, deux espèces de mammifères terrestres patrimoniales sont présentes dans la commune de La Couarde. Une dizaine d'espèces sont signalées sur la commune (voir annexe).

Tableau 8 : Liste des mammifères terrestres patrimoniaux présents sur la commune de La Couarde

Nom scientifique	Nom vernaculaire	DH II / IV	PN	LRF	LRR	ZNIEFF
Erinaceus europaeus	Hérisson d'Europe		X	LC	LC	
Oryctolagus cuniculus	Lapin de garenne			NT	NT	

DH II / IV : Directive Habitats annexe II et/ou IV ; PN : protection nationale ; LRF : liste rouge France ; LRR : liste rouge régionale ; ZNIEFF : espèce déterminante pour la création de ZNIEFF ; LC : préoccupation mineure ; NT : quasi-menacé

Source : Fauna, INPN (Janvier 2025)

Chauves-souris

D'après les données bibliographiques, trois espèces de Chiroptères sont présentes sur la commune de La Couarde.

Tableau 9 : Liste des chauves-souris citées sur la commune de La Couarde

Nom scientifique	Nom vernaculaire	DH II / IV	PN	LRF	LRR	ZNIEFF
Pipistrellus pipistrellus	Pipistrelle commune	IV	X	NT	NT	
Pipistrellus kuhlii	Pipistrelle de Kuhl	IV	X	LC	NT	
Eptesicus serotinus	Sérotine commune	IV	X	NT	NT	

DH II / IV : Directive Habitats annexe II et/ou IV ; PN : protection nationale ; LRF : liste rouge France ; LRR : liste rouge régionale ; ZNIEFF : espèce déterminante pour la création de ZNIEFF ; LC : préoccupation mineure ; NT : quasi-menacé

Source : Fauna, INPN (Janvier 2025)

5.4.2.2. Résultats des prospections de terrain

Mammifères terrestres

Une **seule espèce de mammifère terrestre** a été contactée sur site via la présence d'indice de présence. Il s'agit du Lapin de Garenne, trahit par la présence de nombreux crottiers dans l'air d'étude et son aire immédiate (Tableau 7, Figure 9).

Tableau 7 : Liste des espèces de mammifères terrestres observées depuis février 2025 sur le site d'étude, SCE, Avril 2025.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	DH II / IV	PN	LRF	LRR	PNA	ZNIEFF
Oryctolagus cuniculus	Lapin de Garenne			NT	NT		

DH II / IV : Directive Habitats annexe II ou IV ; PN : protection nationale ; LRF : liste rouge France ; LRR : liste rouge régionale ; ZNIEFF : espèce déterminante pour la création de ZNIEFF ; NT : quasi-menacé

Chauves-souris

Les capacités d'accueil dans les arbres et les bâtiments sont faibles.

5.4.2.3. Enjeux liés aux mammifères

Enjeu moyen	**Mammifères terrestres** **Le Hérisson est la seule espèce protégée signalée dans le secteur est sans doute présent sur le site étudié. Le Lapin de Garenne est également bien présent (non protégé, mais quasi-menacé en France et dans la région).**
Enjeu faible	**Chauves-souris** **L'île de Ré soufre du syndrome d'insularité et peu d'espèces sont présentes sur l'île. Quelques espèces communes et anthropophile sont signalées près du site d'étude selon la bibliographie : Pipistrelle commune, de Kuhl, Sérotine commune. Les capacités d'accueil de ce groupe est réduit sur le site d'étude, et repose sur les quelques habitations présentes, et pour d'éventuelles espèces non anthropophiles, quelques cavités dans les vieux pins et Cyprès de Lambert.**

5.4.3. Herpétofaune

5.4.3.1. Bibliographie

Amphibiens

D'après la bibliographie, sept espèces d'amphibiens sont présentes sur la commune de La Couarde

Tableau 10 : Liste des Amphibiens cités sur la commune de La Couarde

Nom scientifique	Nom vernaculaire	DH II / IV	PN	LRF	LRR	ZNIEFF
Bufo spinosus	Crapaud épineux		X	LC	LC	
Epidalea calamita	Crapaud calamite	IV	X	LC	NT	X
Pelophylax kl. esculentus	Grenouille verte		X	NT	DD	
Pelodytes punctatus	Pélodyte ponctué	II	X	LC	NT	X
Hyla meridionalis	Rainette méridionale	II	X	LC	LC	

DH II / IV : Directive Habitats annexe II et/ou IV ; PN : protection nationale ; LRF : liste rouge France ; LRR : liste rouge régionale ; ZNIEFF : espèce déterminante pour la création de ZNIEFF ; LC : préoccupation mineure ; NT : quasi-menacé ; VU : vulnérable ; EN : en danger ; NE : Non évalué ; DD : Données insuffisantes

Source : Fauna, INPN, (Janvier 2025)

Reptiles

D'après les données bibliographiques, deux espèces de reptiles sont présentes au sein de la commune de La Couarde.

Tableau 11 : Liste des Reptiles cités sur la commune de La Couarde

Nom scientifique	Nom vernaculaire	DH II / IV	PN	LRF	LRR	ZNIEFF
Lacerta bilineata	Lézard à deux raies	IV	X	LC	LC	
Podarcis muralis	Lézard des murailles	IV	X	LC	LC	

DH II / IV : Directive Habitats annexe II et/ou IV ; PN : protection nationale ; LRF : liste rouge France ; LRR : liste rouge régionale ; ZNIEFF : espèce déterminante pour la création de ZNIEFF ; LC : préoccupation mineure

Source : Fauna, INPN (Janvier 2025)

5.4.3.2. Résultats des inventaires de l'herpétofaune

Amphibiens

Aucun amphibien n'a été observé sur le site d'étude et son aire immédiate (25 m). La Rainette méridionale est très probable, car signalée juste au nord de la route (source : Faune France). A noter qu'aucun de site de reproduction n'est présent dans le site d'étude dunaire.

Reptiles

Depuis le début du suivi (février 2025), **deux espèces de reptiles** ont été observées sur le site d'étude et son aire immédiate (Figure 17). Tous les espaces dunaires et les lisières sont favorables à ces lézards.

Tableau 12 : Liste des espèces d'amphibiens observées depuis février 2025 sur le site d'étude, SCE, Avril 2025.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	DH II / IV	PN	LRF	LRR	ZNIEFF
Podarcis muralis	Lézard des murailles	IV	art.2	LC	LC	
Lacerta bilineata	Lézard à deux raies	IV	art.2	LC	LC	

DH II / IV : Directive Habitats annexe II ou IV ; PN : protection nationale ; LRF : liste rouge France ; LRR : liste rouge régionale ; ZNIEFF : espèce déterminante pour la création de ZNIEFF ; LC : préoccupation mineure



Figure 17 : Reptiles observés sur le site d'étude depuis février 2025, SCE

5.4.3.3. Enjeux liés à l'herpétofaune

Enjeu faible

Amphibiens

Aucun de site de reproduction n'est présent dans le site d'étude dunaire. La Rainette méridionale, assez mobile et signalée juste au nord du site est probablement présente ponctuellement dans la dune.

Enjeu moyen

Reptiles

Tous les espaces dunaires et les lisières sont favorables aux deux espèces de lézards protégés et courants observées (Lézard des murailles et Lézard à deux raies).

.

5.4.4. Insectes

5.4.4.1. Bibliographie

Papillons diurnes

D'après les données bibliographiques, deux espèces de papillons diurnes patrimoniaux sont présentes au sein de la commune de La Couarde-sur-Mer.

Tableau 13 : Liste des Papillons de jour patrimoniaux potentiellement présents sur la commune de La Couarde

Nom scientifique	Nom vernaculaire	DH II / IV	PN	LRF	LRR	ZNIEFF
Argynnis pandora	Cardinal			LC	NT	X
Euchloe crameri	Piéride des Biscutelles			LC	NT	X

DH II / IV : Directive Habitats annexe II et/ou IV ; PN : protection nationale ; LRF : liste rouge France ; LRR : liste rouge régionale ; ZNIEFF : espèce déterminante pour la création de ZNIEFF ; LC : préoccupation mineure ; NT : quasi-menacé

Source : Fauna, INPN (Janvier 2025)

Une trentaine d'espèces sont signalées sur la commune et sont listées en annexe.

Odonates

D'après les données bibliographiques, huit espèces d'Odonates patrimoniales fréquentent la commune de La Couarde-sur-Mer. Une trentaine d'espèces sont signalées sur la commune et sont listées en annexe. Le site d'étude ne possède pas de site de reproduction, seulement des sites de chasse.

Tableau 14 : Liste des Odonates patrimoniaux cités sur la commune de La Couarde

Nom scientifique	Nom vernaculaire	DH II / IV	PN	LRF	LRR	ZNIEFF
Aeshna affinis	Aeschne affine			LC	NT	
Aeshna mixta	Aeschne mixte			LC	NT	X
Brachytron pratense	Aeschne printanière			LC	NT	X
Ischnura pumilio	Agrion nain			LC	NT	
Anax parthenope	Anax napolitain			LC	VU	
Lestes macrostigma	Leste à grands stigmas			EN	EN	X
Libellula fulva	Libellule fauve			LC	NT	
Orthétrum bleuissant	Orthetrum coerulescens			LC	EN	X

DH II / IV : Directive Habitats annexe II et/ou IV ; PN : protection nationale ; LRF : liste rouge France ; LRR : liste rouge régionale ; ZNIEFF : espèce déterminante pour la création de ZNIEFF ; LC : préoccupation mineure ; NT : quasi-menacé ; VU : Vulnérable ; EN : En danger

Source : Fauna, INPN (Janvier 2025)

Orthoptères

D'après les données bibliographiques, deux espèces d'Orthoptères patrimoniaux fréquentent la commune de La Couarde-sur-Mer.

Tableau 15 : Liste des Orthoptères patrimoniaux cités sur la commune de La Couarde

Nom scientifique	Nom vernaculaire	DH II / IV	PN	LRF	LRR	ZNIEFF
Calephorus compressicornis	Criquet des dunes			NE	NT	X
Gryllotalpa gryllotalpa	Courtilière commune			NE	NT	X

DH II / IV : Directive Habitats annexe II et/ou IV ; PN : protection nationale ; LRF : liste rouge France ; LRR : liste rouge régionale ; ZNIEFF : espèce déterminante pour la création de ZNIEFF ; NT : quasi-menacé ; NE : non évalué

Source : Fauna, INPN (Janvier 2025)

5.4.4.2. Résultats des inventaires des insectes

- Papillons diurnes : seules des espèces courantes ont été relevées.
- Odonates : on note l'absence de site de reproduction, le site ne constitue qu'une zone de chasse
- Orthoptères : la dune grise héberge le Criquet de jago, assez fréquent ici, considéré comme en danger en ex-Poitou-Charentes.

Nom français	Nom latin	DH An2	DH An4	PN	LRF	LRR (2019)
Criquet blafard	*Euchorthippus elegantulus*				4	LC
Criquet de jago	*Dociostaurus jagoi*				4	EN
OEdipode turquoise	*Oedipoda caerulescens*				4	LC



Criquet de Jago, Ile de Ré, juillet 2025

5.4.4.3. Enjeux liés aux insectes

Enjeu Faible	**Rhopalocères** Le site ne semble héberger que des espèces courantes
Enjeu Faible	**Odonates** Le site ne possède pas de site de reproduction
Enjeu Fort	**Orthoptères** La dune grise héberge le Criquet de jago, assez fréquent ici, considéré comme en danger en ex-Poitou-Charentes

5.5. Synthèse des enjeux écologiques

Les enjeux écologiques **sont forts** au niveau des pelouses se développant sur la dune grise. On y retrouve notamment plusieurs stations à Omphalode du littoral, qui est une plante protégée au niveau national et qui est « quasi-menacée » en région Poitou-Charentes, ainsi que d'intérêt communautaire au niveau européen. On trouve également l'Asperge prostrée protégée au niveau régional. De plus, on y recense sept autres espèces végétales déterminantes ZNIEFF en ex Poitou-Charentes ou en Nouvelle-Aquitaine. Le peuplement forestier est dégradé et dominé par des plantes exotiques.

L'avifaune nicheuse est un avifaune classique de fourrés et boisements. La dune grise peut potentiellement accueillir une espèce à enjeu comme le Pipit rousseline, mais la dune semble un peu exiguë pour nicher.

Concernant les migrateurs, les capacités d'accueil sont faibles, tant au niveau des fourrés et boisements que des milieux littoraux. Les espaces du Fiers d'Ars situés plus au nord montrent des capacités d'accueil beaucoup plus importantes.

Au niveau de la faune, le Lapin de Garenne fréquente le site, il présente aussi un statut de conservation défavorable au niveau régional.

Enfin, deux espèces de reptiles protégés sont présentes sur le site d'étude, elles aussi au niveau des pelouses des dunes grises.



Figure 18 : Enjeux écologiques présents dans le site d'étude, SCE

La synthèse des enjeux écologiques est présentée en Tableau 16 et Figure 18.

Tableau 16 : Synthèse des enjeux écologiques

Thématique	Description de l'enjeu	Niveau d'enjeu
Zonages environnementaux	Le site d'étude est situé en continuité d'une ZNIEFF de type 1 dunaire, il s'inscrit en site Natura 2000 et borde le Parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des pertuis.	**Fort**
Trame verte et bleue	Le site d'étude est localisé dans un réservoir de biodiversité (milieux dunaires et boisés littorales). De plus, une zone de corridor diffus est présente à proximité du site d'étude, tous deux identifiés au niveau régional	**Fort**
Habitats	Le site héberge plusieurs habitat d'intérêt communautaire dunaires de milieux ouverts	**Fort**
Flore	Deux espèces protégées sont présentes dans la dune grise, ainsi que 7 espèces déterminantes ZNIEFF	**Fort**
Zones humides	Le site n'héberge pas de zone humide	**Faible**
Avifaune nicheuse	A côté des espèces communes surtout liées aux boisements et fourrés, le Faucon crécerelle (quasi menacé) niche dans les arbres, Petit-Duc scops (vulnérable) et Engoulevent d'Europe (d'intérêt communautaire) fréquentent le bois dunaire.	**Fort**
Avifaune migratrice	Les capacités d'accueil en termes d'habitats et de surface sont faibles.	**Faible**
Mammifères terrestres	Le Hérisson est la seule espèce protégée signalée dans le secteur est sans doute présent sur le site étudié. Le Lapin de Garenne est également bien présent (non protégé, mais quasi-menacé en France et dans la région).	**Moyen**
Chauves-souris	L'île de Ré soufre du syndrome d'insularité et peu d'espèces sont présentes sur l'île. Quelques espèces communes et anthropophile sont signalées près du site d'étude selon la bibliographie : Pipistrelle commune, de Kuhl, Sérotine commune. Les capacités d'accueil de ce groupe est réduit sur le site d'étude, et repose sur les quelques habitations présentes, et pour d'éventuelles espèces non anthropophiles, quelques cavités dans les vieux pins et Cyprès de Lambert	**Faible**
Amphibiens	Le site n'héberge pas de site de reproduction.	**Faible**
Reptiles	Tous les espaces dunaires et les lisières sont favorables aux deux espèces de lézards protégés et courants observées (Lézard des murailles et Lézard à deux raies).	**Moyen**
Rhopalocères	Le site ne semble héberger que des espèces courantes	**Faible**
Odonates	Le site ne possède pas de site de reproduction	**Faible**
Orthoptères	La dune grise héberge le Criquet de jago, assez fréquent ici, considéré comme en danger en ex-Poitou-Charentes	**Fort**

Source : SCE, 2025

6. Méthodologie

6.1. Recueil préalable de données et bibliographie

Au préalable, un travail de prise de connaissance du territoire a été effectué sur la base de :

- L'interprétation des photos aériennes, des cartes IGN, des cartes géologiques et des cartes géologiques ;
- L'analyse du contexte écologique : synthèse des données ZNIEFF, Natura 2000, continuités écologiques, etc. et collecte de données existantes sur le site ou à proximité ;
- L'étude des référentiels régionaux concernant les espèces et les habitats naturels : listes de protection, listes rouges, référentiels de hiérarchisation des enjeux, etc. (espèces déterminantes ZNIEFF en Poitou-Charentes, oiseaux nicheurs, etc.) ;
- L'étude des données existantes : fiches ZNIEFF, données des associations locales, etc.

6.2. Aires d'étude

Trois aires d'étude ont été définies en fonctions des thématiques étudiées (*Tableau 17*).

Tableau 17 : Aires d'étude pour le milieu naturel

Terminologie	Délimitation	Thématique concernée
Site d'étude	Emprise du projet définie par le Maître d'ouvrage	Zones humides
		Habitats naturels, flore, avifaune, herpétofaune, mammifères, insectes
Aire d'étude immédiate	50 m autour du site d'étude	
Aire d'étude éloignée	5 km autour du site d'étude	Zonages environnementaux, continuités écologiques

Source : SCE, 2024

6.3. Conditions d'observation

Les prospections de terrain ont été réalisées entre février et juillet 2025 (Tableau 18).

Tableau 18 : Calendrier des observations de terrain

Date	T°C	Météo	Groupe étudié	Opérateur
27/02/2025	12°C	Soleil, pas de vent	Avifaune, mammifères	Pierre FERNANDEZ
01/04/2025	15°C	Soleil, vent faible	Avifaune, mammifères, reptiles, flore, insectes	Stéphane DULAU
16/04/2025	18°C	Soleil, vent soutenu	Avifaune, mammifères, reptiles, flore, insectes	Pierre FERNANDEZ
04/06/2025	16-17°C	Variable, pluie faible	Avifaune, mammifères, reptiles, flore, insectes	Stéphane DULAU
01/07/2025	20-27°C	Soleil, vent modéré	Avifaune, mammifères, reptiles, flore, insectes	Stéphane DULAU

6.4. Protocoles d'inventaire

Tableau 19 : Méthodes pour l'inventaire de la faune

Groupes taxonomiques	Éléments méthodologiques	Période – pression d'intervention
FLORE - VEGETATION		
Habitats	Parcours du site et cartographie, en se basant sur les photographies aériennes, relevés floristiques	Printemps (3 visites)
Flore	Recherche des plantes patrimoniales et exotiques par parcours sur l'ensemble du site	Avril-juillet (4 visites)
VERTEBRES		
Avifaune		
Avifaune migratrice	Itinéraires à faible vitesse sur l'ensemble du site	Printemps
Avifaune nicheuse	Itinéraires à faible vitesse sur l'ensemble du site	Proche méthode IKA (indice kilométrique d'abondance)
Mammifères		
Mammifères terrestres	Recherches de traces, coulées, crottes	Hiver-printemps
Chauves-souris	Recherche de gîtes potentiels (arboricoles, bâtis	Hiver-printemps
	Pas de pose d'enregistreurs nocturnes d'ultrasons étant donné la nature du projet	-
Herpétofaune		
Reptiles	Observations directes le long de transects, dans différents types d'habitats	Avril-juillet
Amphibiens	Recherche de sites de reproduction, écoute	Avril-juillet

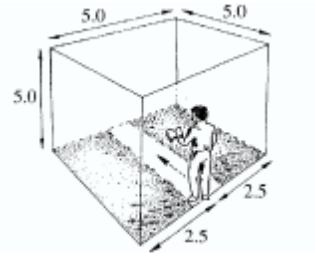
Groupes taxonomiques	Éléments méthodologiques	Période – pression d'intervention
INVERTEBRES		
Insectes		
Odonates	Recherche de site de reproduction, observations fortuites	Avril-juillet
Papillons diurnes Orthoptères	Relevés semi-quantitatifs avec filet le long de transects surtout au niveau de lisières, lors de conditions météorologiques favorables 	Avril-juillet
Coléoptères saproxylophages	Recherche de trous de sortie, de reste d'individus au pied des arbres et observations des adultes au crépuscule	Juin-juillet

Table des figures et tableaux

Figure 1 : projet d'aménagement sur le site de Moulin brûlé 5

Figure 2 : L'aire d'étude 6

Figure 3 : Carte géologique sur le secteur d'étude 7

Figure 4 : les ZNIEFF et le site d'étude 8

Tableau 1 : ZNIEFF présentes dans l'aire d'étude éloignée (2 km) 9

Figure 5 : Localisation du site d'étude par rapport aux ZNIEFF sur l'aire d'étude éloignée (5 km) 10

Figure 6 : Le site d'étude et les sites Natura 2000 12

Tableau 2 : Sites Natura 2000 présents dans l'aire d'étude éloignée (2 km) 12

Figure 7 : Localisation des sites Natura 2000 au sein de l'aire d'étude éloignée (5 km) 14

Figure 8 : Localisation des ENS au sein de l'aire d'étude éloignée (5 km) 16

Figure 9 : Extrait des trames vertes et bleues du SRADDET Nouvelle-Aquitaine 19

Figure 10 : Extrait de la carte de synthèse du PLUi de la Communauté de communes Île de Ré 21

Figure 11 : Principaux habitats présents dans l'aire d'étude : pelouse des dunes grises (haut à droite et bas à gauche), Sentier sableux et ganivelles (haut à gauche et bas à droite), SCE, Avril 2025. 24

Tableau 3 : Exemple de relevé de végétation dans la dune grise 25

Figure 12 : carte des habitats 26

Tableau 4 : Liste des espèces végétales patrimoniales de milieux dunaires présentes sur la commune de La Couarde (maille de km concernée par le site d'étude) 27

Figure 13 : Flore protégée et remarquable observée, SCE, printemps 2025. 28

Tableau 5 : Liste des espèces végétales patrimoniales observées au printemps-été 2025 sur le site d'étude (SCE). 29

Figure 14 :Station à Omphalode du littoral en fleur (à gauche), SCE, Avril 2025. 29

Tableau 6 : Liste des plantes exotiques envahissantes observées depuis février 2025 sur le site d'étude, SCE, Avril 2025. 30

Tableau 3 : Définitions des statuts des plantes exotiques envahissantes. 30

Figure 15 : Arctotheca calendula, Moulin brûlé et Nouvelle-Aquitaine où l'espèce a une répartition très restreinte 31

Figure 16 : Pré-localisation des zones humides 2023 (seuil) Source : LETG-UMR 6554 CNRS-Université de Rennes 2 - PatriNat OFB-MNHN - Institut Agro Rennes-Angers - INRAE - Agence de l'eau RMC - Tour du Valat 33

Tableau 7 : Liste des oiseaux patrimoniaux présents sur la commune de La Couarde 34

Tableau 4 : Liste des espèces d'oiseaux observées sur le site d'étude, SCE, 2025. 38

Figure 6 : Quelques espèces observées sur le site d'étude en février 2025 et avril 2025. 39

Tableau 8 : Liste des mammifères terrestres patrimoniaux présents sur la commune de La Couarde 41

Tableau 9 : Liste des chauves-souris citées sur la commune de La Couarde 41

Tableau 7 : Liste des espèces de mammifères terrestres observées depuis février 2025 sur le site d'étude, SCE, Avril 2025. 41

Tableau 10 : Liste des Amphibiens cités sur la commune de La Couarde 43

Tableau 11 : Liste des Reptiles cités sur la commune de La Couarde 43

Tableau 12 : Liste des espèces d'amphibiens observées depuis février 2025 sur le site d'étude, SCE, Avril 2025. 44

Figure 17 : Reptiles observés sur le site d'étude depuis février 2025, SCE 44

Tableau 13 : Liste des Papillons de jour patrimoniaux potentiellement présents sur la commune de La Couarde 46

Tableau 14 : Liste des Odonates patrimoniaux cités sur la commune de La Couarde 46

Tableau 15 : Liste des Orthoptères patrimoniaux cités sur la commune de La Couarde 47

Figure 18 : Enjeux écologiques présents dans le site d'étude, SCE 49

Tableau 16 : Synthèse des enjeux écologiques 50

Tableau 17 : Aires d'étude pour le milieu naturel 51

Annexe 1 : Flore rencontrée en 2025 sur le site d'étude 61

Annexe 2 : mammifères signalés sur la commune de La Couarde (source : Faune France) 64

Annexe 3 : papillons signalés sur la commune de La Couarde (source : Faune-France) 65

Annexe 4 : liste des odonates signalés sur la commune de La Couarde sur Mer (source : Faune France). 66

Annexe 5 : liste des orthoptères signalées sur la commune (source : Faune France) 67

Bibliographie

ABADIE J.-C., NAWROT O., VIAL T., CAZE G. et HAMDI E., 2019 – *Liste des espèces déterminantes ZNIEFF de la flore vasculaire de Nouvelle-Aquitaine* – Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique, Conservatoire Botanique National du Massif central et Conservatoire Botanique National des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. 108 pages + annexes.

ACEMAV coll., DUGUET R. & MELKI F. ed. (2003) - *Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg.* Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze (France). 480 p.

Atlas des oiseaux en hiver du Poitou-Charentes (2009-2013) – Ouvrage collectif et associatif sous l'égide de Poitou-Charentes Nature.

Atlas des mammifères sauvages de France.

BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2004. *Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status*. Cambridge, UK: BirdLife International (Conservation Series No. 12)

Cahiers d'habitats Natura 2000, 2004. *Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire – Habitats côtiers – Tome 2.* 399p.

CAILLON A. (coord.), BONIFAIT S., CHABROL L., DAO J., LEBLOND N., RAGACHE Q., 2022 – *Liste hiérarchisée des plantes exotiques envahissantes de Nouvelle-Aquitaine*. – Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique (coord.), Conservatoire Botanique National du Massif central et Conservatoire Botanique National des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. 116 pages + annexes.

CANTON DE VAUX (2008). *Grand Capricorne Cerambyx cerdo. Fiche action n°15*. Service des forêts, de la faune et de la nature du Canton de Vaux

Collectif. 2023. *Cartographie nationale des milieux humides. Livret de restitution*. Paris, 40 p.

DOMMANGET J.-L., PRIOUL B., GAJDOS A., BOUDOT J.-P., 2008. *Document préparatoire à une Liste Rouge des Odonates de France métropolitaine complétée par la liste des espèces à suivi prioritaire*. Société française d'odonatologie (Sfonat). Rapport non publié, 47 pp.

GRAND D. & BOUDOT J.P. (2007) - Les *Libellules de France, Belgique et Luxembourg*. Edition Biotope, collection Parthenope. 480 p.

Jiguet F., 2011. *Les résultats nationaux du programme STOC de 1989 à 2009*. Disponible sur http://vigienature.mnhn.fr/page/le-suivi-temporel-des-oiseaux-communs-stoc.

LAFRANCHIS T. 2000.- *Les papillons de jour de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles.* Biotope. Collection Parthénope. 448 p.

LAFON P., BISSOT R., GOUEL S., LEVY W., AIRD A., BEUDIN T., GUISIER R., HENRY E., LE FOULER A., ROMEYER K. & CAZE G., 2019 – *Catalogue des végétations du Conservatoire botanique national Sud-Atlantique (Aquitaine et Poitou-Charentes)*. Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique. 280 p.

LAFON P. (coord.), MADY M., CORRIOL G. & BELAUD A. 2020 - *Catalogue des végétations de Nouvelle-Aquitaine. Classification, chorologie et correspondances avec les habitats européens*. Conservatoire botanique national Sud-Atlantique / Conservatoire botanique national Massif central / Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. 272 p.

LAFON P. (coord.), MADY M., CORRIOL G., BISSOT R. & BELAUD A. 2021 - *Catalogue des végétations de Nouvelle-Aquitaine. Classification, chorologie et correspondances avec les habitats européens.* Audenge : Conservatoire botanique national Sud-Atlantique / ChavagnacLafayette : Conservatoire botanique national Massif central / Bagnères-de-Bigorre : Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. 265 p.

Laurent Arthur, Michèle Lemaire. *Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Biotope Editions – 2010

LECLERE M. (2012). *Programme Papillons menacés des zones humides en Aquitaine. Fiches de présentation des cinq espèces concernées par le programme régional 2010-2013*. Conservatoire d'espaces naturels d'Aquitaine, 1- p.

LESCURE J. & MASSARY de J.-C. (coords), 2012.- *Atlas des reptiles et amphibiens de France. Biotope, Mèze ; MNHN. 272 p.*

LHONORE J. (1998). *Biologie, écologie et répartition de quatre espèces de Lépidoptères Rhopalocères protégés (Lycaenidae, Satyridae) dans l'Ouest de la France*. Rapport d'études de l'OPIE, vol. 2.

Liste des espèces déterminantes en Poitou-Charentes – Atlas en ligne (Faune 17).

Louvel J., Gaudillat V. & Poncet L., 2013. *EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce*. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.

Luxembourg, Office for official publications of the European Communities, 48 p.

MAURIN, H. & KEITH, P. Ed. 1994. *Inventaire de la faune menacée en France*. MNHN / WWF / Nathan, Paris. 176 pp.

MERLET F., HOUARD X. & DUPONT P. (2012). *Synthèse bibliographique sur les traits de vie du damier de la Succise (Euphydryas aurinia (Rottemburg, 1775)) relatifs à ses déplacements et à ses besoins de continuités écologiques.* Office pour les insectes et leur environnement & Service du patrimoine naturel du Muséum National d'Histoire Naturelle. Paris. 7 pages.

MONCORPS S., KIRCHNER F., GIGOT J. & MERCETON E., 2009. *La liste rouge des espèces menacées en France. Chapitre les mammifères de France métropolitaine*. Dossier de presse. Comité française de l'IUCN, Muséum National d'Histoire Naturelle, 12 p.

MONCORPS S., KIRCHNER F., TROUVILLIEZ J. & HAFFNER P., 2008. *La liste rouge des espèces menacées en France. Chapitre les reptiles et amphibiens de France métropolitaine*. Dossier de presse. Comité française de l'IUCN, Muséum National d'Histoire Naturelle, 7 p

Poitou-Charentes Nature ; Terrisse, J. (coord. Éd), 2012. *Guide des habitats naturels du Poitou-Charentes*. Poitou-Charentes Nature, Fontaine-le-comte. 476 p.

Poitou-Charentes Nature, 2017. *Les oiseaux du Poitou-Charentes*.

POITOU-CHARENTES NATURE 2009. *Libellules de Poitou-Charentes*. POITOU-CHARENTES NATURE. 256 p.

POITOU-CHARENTES NATURE 2020. *Atlas des orthoptères du Poitou-Charentes*. POITOU-CHARENTES NATURE. xx p.

POITOU-CHARENTES NATURE 2002.- *Amphibiens et reptiles du Poitou-Charentes. Atlas préliminaire 1990-2000.Etat des connaissances au moins de janvier 2001.* POITOU-CHARENTES. 112 p.

PREVOST O., GAILLEDRAT M. (coord.) 2011.- *Atlas des mammifères sauvages du Poitou-Charentes*. Cahiers techniques du Poitou-Charentes, Poitou-Charentes Nature, Fontaine- le-Comte, 304 p.

QUERE J.-P., LE LOUARN H. 2003.- *Les rongeurs de France : faunistique et biologie.* Editions Quae

Rocamora G. & Yeatman-Berthelot D., 1999, *Oiseaux* menacés *et à surveiller en France. Liste rouge et recherche de priorités. Populations, tendances, menaces. Conservation*. Société d'Etudes Ornithologiques de France / Ligue pour la Protection des oiseaux. Paris. 560 p.

ROGEON G. & SORDELLO R. (2012). *Synthèse bibliographique sur les traits de vie du Triton marbré (Triturus marmoratus (Latreille, 1800)) relatifs à ses déplacements et à ses besoins de continuités écologiques*. Service du patrimoine naturel du Muséum national d'Histoire naturelle. Paris. 8 pages.

Temple H.J. & TERRY A (compilers), 2007. *The status and Distribution of European Mammals*.

Temple, H.J. and Cox, N.A. 2009. *European Red List of Amphibians*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities

TERRISSE André, 1994.– Inventaire des plantes vasculaires présentes dans l'île de Ré. *Bulletin SBCO*, 13

THIRION J.-M., GRILLET P., GENIEZ P. 2002. - *Les amphibiens et les reptiles du Centre-ouest de la France : région Poitou-Charentes et départements limitrophes.*Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze, 144 p.

Tison J.-M. & De Foucault B. (coords), 2014. *Flora Gallica. Flore de France*. Biotope, Mèze, xx + 1196 p.

UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS (2008). *La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux nicheurs de France métropolitaine*. Dossier électronique (http://www.uicn.fr/Liste-rouge-oiseaux-nicheurs.htm.

V.J. Kalkman, J.-P. Boudot, R. Bernard, K.-J. Conze, G. De Knijf, E. Dyatlova, S. Ferreira, M. Jović, J. Ott, E. Riservato and G. Sahlen. 2010. *European Red List of Dragonflies*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Vacher J-P et Geniez M. (coords), 2010. – *Les reptiles de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Biotope, Mèze (collection Prthénope), Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 544 p.

Sites internet consultés

https://www.inpn.mnhn.fr

https://obv-na.fr

https://www.tela-botanica.org

https://observatoire-fauna.fr

https://www.faune-charente-maritime.org

http://www.zones-humides.org

http://sig.reseau-zones-humides.org

SCE Annexes

Annexes

Annexe 1 : Flore rencontrée en 2025 sur le site d'étude

Nom latin	Nom français	DE	DZ	PN	PR	LRN	LRR
Allium sphaerocephalon	Ail à tête ronde					LC	LC
Alyssum simplex	Alysson simple, Alysson nain, Alysson champêtre, Alysson des champs		x			LC	NT
Ammophila arenaria	Oyat des sables, Ammophile des sables, Oyat, Chiendent marin, Roseau des sables, Gourbet					LC	LC
Anisantha rigida	Brome raide, Anisanthe raide, Brome rigide, Brome d'Husnot					LC	DD
Anthriscus caucalis	Anthrisque commun, Cerfeuil sauvage, Persil sauvage					LC	LC
Arrhenatherum elatius	Fromental élevé, Avoine élevée, Fromental, Fénasse, Ray-grass français					LC	LC
Artemisia campestris subsp. maritima	Armoise de Lloyd, Armoise maritime		x			LC	LC
Asparagus officinalis subsp. prostratus	Asperge prostrée, Asperge couchée		x		RV54	LC	NT
Beta vulgaris subsp. maritima	Bette maritime, Betterave maritime					LC	LC
Cakile maritima	Caquillier maritime, Cakilier, Roquette de mer		x			LC	LC
Carex arenaria	Laîche des sables, Salsepareille des pauvres					LC	LC
Catapodium marinum	Catapode maritime, Scléropoa marin					LC	LC
Centaurea aspera	Centaurée rude					LC	LC
Cerastium diffusum	Céraiste diffus, Céraiste à quatre étamines		x			LC	LC
Clematis flammula	Clématite flammette, Clématite brûlante, Clématite flamme, Clématite odorante					LC	
Convolvulus soldanella	Liseron soldanelle, Liseron des dunes		x			LC	LC
Crithmum maritimum	Crithme maritime, Criste marine, Fenouil marin, Perce-pierre, Casse-pierre		x			LC	LC
Elytrigia	Élytrigie, Chiendent						
Elytrigia acuta	Chiendent aigu, Élytrigie aiguë, Chiendent du littoral					LC	LC
Erigeron	Érigéron, Vergerette						
Erodium lebelii	Érodium de Lebel, Érodium glutineux, Bec-de-grue glutineux		x			LC	DD
Eryngium campestre	Panicaut champêtre, Chardon Roland					LC	LC
Euphorbia paralias	Euphorbe maritime, Euphorbe des dunes, Euphorbe du littoral, Euphorbe des sables, Euphorbe paralias		x			LC	LC
Festuca juncifolia	Fétuque à feuilles de jonc, Fétuque côtière		x			LC	LC
Fumaria bastardii	Fumeterre de Bastard					LC	DD

Nom latin	Nom français	DE	DZ	PN	PR	LRN	LRR
Geranium molle	Géranium mou, Géranium à feuilles molles					LC	LC
Geranium purpureum	Géranium pourpre					LC	LC
Hedera helix	Lierre grimpant, Herbe de saint Jean, Lierre commun					LC	LC
Helichrysum stoechas	Hélichryse stoechade, Immortelle stoechade, Immortelle des dunes, Immortelle jaune					LC	LC
Herniaria alpina	Herniaire des Alpes					LC	
Himantoglossum hircinum	Himantoglosse bouc, Orchis bouc, Himantoglosse à odeur de bouc					LC	LC
Hypochaeris radicata	Porcelle enracinée, Salade-de-porc					LC	LC
Iberodes littoralis	Ibérodès du littoral, Omphalode du littoral, Cynoglosse des dunes, Omphalodès du littoral	CDH4	x	NV1		LC	VU
Inula conyzae	Inule conyze, Inule squarreuse, Herbe aux mouches, Inule commune, Herbe aux punaises					LC	LC
Koeleria arenaria	Koelérie maritime					LC	LC
Lagurus ovatus	Lagure ovale, Lagure queue-de-lièvre, Gros-minet, Queue-de-lièvre					LC	LC
Lamium amplexicaule	Lamier embrassant					LC	LC
Laurus nobilis	Laurier noble, Laurier-sauce					LC	
Leontodon saxatilis	Liondent des rochers, Liondent faux pissenlit, Thrincie, Liondent à tige nue					LC	LC
Matthiola sinuata	Matthiole sinuée, Matthiole à feuilles sinuées		x			LC	LC
Mibora minima	Mibore minime, Petite mibore, Mibore de printemps, Mibore naine, Mibora naine, Famine					LC	LC
Muscari neglectum	Muscari négligé, Muscari à grappes, Muscari négligé					LC	LC
Myosotis arvensis	Myosotis des champs					LC	LC
Myosotis ramosissima	Myosotis très rameux, Myosotis rameux, Myosotis hérissé					LC	LC
Orobanche hederae	Orobanche du lierre					LC	LC
Papaver dubium	Pavot douteux, Petit coquelicot					LC	LC
Parapholis incurva	Lepture courbé, Lepture incurvé, Parapholide incurvée, Parapholis incurvé					LC	LC
Parietaria judaica	Pariétaire de Judée, Pariétaire des murs, Pariétaire diffuse					LC	LC
Pinus pinea	Pin parasol, Pin pignon, Pin d'Italie					LC	
Poa annua	Pâturin annuel					LC	LC
Polycarpon tetraphyllum	Polycarpon à quatre feuilles, Polycarpe à quatre feuilles					LC	LC
Populus alba	Peuplier blanc					LC	
Quercus ilex	Chêne vert, yeuse					LC	LC
Rubia peregrina	Garance voyageuse, Petite garance					LC	LC

Nom latin	Nom français	DE	DZ	PN	PR	LRN	LRR
Sedum acre	Orpin âcre, Poivre de muraille, Vermiculaire, Poivre des murailles					LC	LC
Senecio vulgaris subsp. denticulatus	Séneçon denticulé, Séneçon des dunes, Séneçon radié		x			LC	DD
Sherardia arvensis	Shérardie des champs, Rubéole des champs, Gratteron fleuri, Shérarde des champs					LC	LC
Silene latifolia	Silène à feuilles larges, Silène à larges feuilles, Compagnon blanc					LC	LC
Smyrnium olusatrum	Maceron cultivé, Maceron, Gros persil					LC	LC
Sonchus bulbosus	Laiteron bulbeux, Crépis bulbeux, Crépide bulbeuse, Éthéorhize bulbeuse		x			LC	LC
Tamarix gallica	Tamaris de France, Tamaris commun					LC	
Taraxacum erythrospermum	Pissenlit à fruits rouges, Pissenlit gracile, Pissenlit à feuilles lisses					LC	LC
Ulmus minor	Orme mineur, Petit orme, Orme cilié, Orme champêtre, Ormeau					LC	LC
Urtica membranacea	Ortie membraneuse, Ortie à membranes, Ortie douteuse					LC	
Veronica arvensis	Véronique des champs, Velvote sauvage					LC	LC
Vinca major	Pervenche élevée, Grande pervenche, Pervenche à grandes fleurs					LC	
Viola kitaibeliana	Violette de Kitaibel, Pensée de Kitaibel		x			LC	NT
Vulpia fasciculata	Vulpie fasciculée, Vulpie à une seule glume, Vulpie à une glume					LC	LC

DH : Directive Habitats ; PN : protection nationale ; PR : protection régionale ; LRF : liste rouge France ; LRR : liste rouge régionale ; ZNIEFF : espèce déterminante pour la création de ZNIEFF ; EEE : espèce exotique envahissante en France ; LC : préoccupation mineure ; DD : données insuffisantes ; NA : non applicable

Source : SCE et INPN (novembre 2024)

Annexe 2 : mammifères signalés sur la commune de La Couarde (source : Faune France)

Campagnol agreste *(Microtus agrestis)*
Campagnol des champs *(Microtus arvalis)*
Campagnol roussâtre *(Clethrionomys glareolus)*
Crocidure musette *(Crocidura russula)*
Fouine *(Martes foina)*
Hérisson d'Europe *(Erinaceus europaeus)*
Lapin de garenne *(Oryctolagus cuniculus)*
Lièvre d'Europe *(Lepus europaeus)*
Mulot sylvestre *(Apodemus sylvaticus)*
Ragondin *(Myocastor coypus)*
Rat musqué *(Ondatra zibethicus)*
Rat noir *(Rattus rattus)*
Rat surmulot *(Rattus norvegicus)*
Renard roux *(Vulpes vulpes)*
Souris domestique *(Mus musculus)*

Annexe 3 : papillons signalés sur la commune de La Couarde (source : Faune-France)

Amaryllis *(Pyronia tithonus)*
Argus vert *(Callophrys rubi)*
Azuré commun *(Polyommatus icarus)*
Azuré des nerpruns *(Celastrina argiolus)*
Azuré porte-queue *(Lampides boeticus)*
Belle Dame *(Vanessa cardui)*
Brun des pélargoniums *(Cacyreus marshalli)*
Cardinal *(Argynnis pandora)*
Citron *(Gonepteryx rhamni)*
Colias indéterminé *(Colias sp.)*
Collier de corail *(Aricia agestis)*
Cuivré commun *(Lycaena phlaeas)*
Demi-deuil *(Melanargia galathea)*
Fluoré / Soufré *(Colias alfacariensis / hyale)*
Hespérie de l'alcée (Grisette) *(Carcharodus alceae)*
Hespérie de la houque *(Thymelicus sylvestris)*
Hespérie du chiendent *(Thymelicus acteon)*
Hespérie du dactyle *(Thymelicus lineola)*
Machaon *(Papilio machaon)*
Marbré de Cramer *(Euchloe crameri)*
Mégère (Satyre) *(Lasiommata megera)*
Myrtil *(Maniola jurtina)*
Paon du jour *(Aglais io)*
Piéride de la rave *(Pieris rapae)*
Piéride du chou *(Pieris brassicae)*
Piéride du navet *(Pieris napi)*
Procris (Fadet commun) *(Coenonympha pamphilus)*
Pyrgus indéterminé *(Pyrgus sp.)*
Robert-le-diable (C-blanc) *(Polygonia c-album)*
Souci *(Colias crocea)*
Thécla du chêne *(Quercusia quercus)*
Thècle (Thécla) de l'orme *(Satyrium w-album)*
Tircis *(Pararge aegeria)*
Vulcain *(Vanessa atalanta)*

Annexe 4 : liste des odonates signalés sur la commune de La Couarde sur Mer (source : Faune France).

Aeschne affine *(Aeshna affinis)*
Aeschne mixte *(Aeshna mixta)*
Anax empereur *(Anax imperator)*
Anax porte-selle *(Anax ephippiger)*
Brunette hivernale *(Sympecma fusca)*
Ischnure élégante *(Ischnura elegans)*
Leste à grands stigmas *(Lestes macrostigma)*
Leste barbare *(Lestes barbarus)*
Leste fiancé *(Lestes sponsa)*
Leste verdoyant *(Lestes virens)*
Leste vert *(Chalcolestes viridis)*
Libellule déprimée *(Libellula depressa)*
Odonate indéterminé *(Odonata sp.)*
Orthétrum réticulé *(Orthetrum cancellatum)*
Portecoupe holarctique *(Enallagma cyathigerum)*
Sympétrum à nervures rouges *(Sympetrum fonscolombii)*
Sympétrum méridional *(Sympetrum meridionale)*
Sympétrum sanguin *(Sympetrum sanguineum)*
Sympétrum strié *(Sympetrum striolatum)*

Annexe 5 : liste des orthoptères signalées sur la commune (source : Faune France)

Aïolope émeraudine *(Aiolopus thalassinus)*
Aïolope émeraudine (A. t. thalassinus) *(Aiolopus thalassinus thalassinus)*
Caloptène italien *(Calliptamus italicus)*
Conocéphale bigarré *(Conocephalus fuscus)*
Conocéphale gracieux *(Ruspolia nitidula)*
Courtilière commune *(Gryllotalpa gryllotalpa)*
Criquet blafard *(Euchorthippus elegantulus)*
Criquet de Barbarie *(Calliptamus barbarus)*
Criquet de Jago occidental *(Dociostaurus jagoi occidentalis)*
Criquet des dunes *(Calephorus compressicornis)*
Criquet des pâtures *(Pseudochorthippus parallelus)*
Criquet des salines (E. t. tergestinus) *(Epacromius tergestinus tergestinus)*
Criquet duettiste (C. b. brunneus) *(Chorthippus brunneus brunneus)*
Criquet marginé *(Chorthippus albomarginatus)*
Criquet tricolore *(Paracinema tricolor bisignata)*
Decticelle bariolée *(Roeseliana roeselii)*
Decticelle carroyée *(Tessellana tessellata)*
Decticelle chagrinée *(Platycleis albopunctata)*
Decticelle côtière *(Platycleis affinis)*
Ephippigère carénée *(Uromenus rugosicollis)*
Gomphocère tacheté *(Myrmeleotettix maculatus)*
Grande Sauterelle verte *(Tettigonia viridissima)*
Grillon bordelais *(Eumodicogryllus bordigalensis)*
Grillon champêtre *(Gryllus campestris)*
Grillon d'Italie (ssp. pellucens) *(Oecanthus pellucens pellucens)*
Grillon des torrents *(Pteronemobius lineolatus)*
Oedipode turquoise (O. c. caerulescens) *(Oedipoda caerulescens caerulescens)*
Phanéroptère méridional *(Phaneroptera nana)*
Pholidoptère cendrée *(Pholidoptera griseoaptera)*



www.sce.fr

GROUPE KERAN

ANNEXE 3 : ETUDE BIOSEDIMENTAIRE (2025)

CLIENT : Département de la Charente-Maritime

COORDONNÉES	**Direction de la Mer et du Littoral** **Service Protection et Gestion du Littoral** 85, boulevard de la République – CS 60003 17076 LA ROCHELLE cedex 09 Tél. : 05.46.31.70.00
INTERLOCUTEUR	**Sébastien PUEYO / Claire ESTIENNE** Tél. : 05 46 87 88 76 E-mail :sebastien.pueyo@charente-maritime.fr claire.estienne@charente-maritime.fr

CREOCEAN

COORDONNÉES	Zone Technocéan – Chef de Baie – Rue Charles Tellier 17000 LA ROCHELLE E-mail : creocean@creocean.fr
INTERLOCUTEUR	**Madame Caroline PALLU** E-mail : caroline.pallu@creocean.fr

RAPPORT

TITRE	**Etude des protections contre l'érosion sur le site du Moulin Brûlé à La Couarde** **Etude biosédimentaire**
N° DE COMMANDE	250165
NOMBRE DE PAGES TOTAL	48
NOMBRE D'ANNEXES	3

VERSION

RÉFÉRENCE	VERSION	DATE	REDACTEUR	CONTRÔLE QUALITE
250162	0	17/09/2025	JSA	CAP

Sommaire

1. Contexte 3
2. Méthodologie 5
2.1. Période, durée de la campagne et moyens mis en œuvre 5
2.2. Moyens nautiques et humains 5
2.3. Moyens techniques 5
2.4. Protocoles d'échantillonnage 5
2.5. Prélèvements biosédimentaires 7
2.6. Traitement 7
3. Résultats 10
3.1. Granulométrie 10
3.2. Richesse spécifique 11
3.2.1. Richesse spécifique totale 11
3.2.2. Richesse spécifique moyenne 12
3.2.3. Richesse spécifique par groupes zoologiques et par station 13
3.2.4. Composition faunistique 15
3.3. Densité 15
3.3.1. Densité moyenne 16
3.3.2. Densité par groupes zoologiques 17
3.3.3. Composition faunistique 20
3.4. Caractérisation des assemblages faunistiques 21
3.5. Biomasse 22
4. Caractérisation des habitats de la zone d'étude 22
4.1. Traduction des communautés en habitats benthiques selon la typologie EUNIS 22
4.2. Habitats benthiques identifiés 23
4.3. Fiches habitats 24
5. Conclusion 28
BIBLIOGRAPHIE 30
Annexes 31

Liste des Figures

Figure 1-1 : Projet d'aménagement sur le site de Moulin Brûlé 3

Figure 2-1 : Station d'échantillonnage 6

Figure 2-2 : Composition granulométrique du sédiment des stations d'étude faunistique 11

Figure 2-3 : Richesse spécifique totale par station 12

Figure 2-4 : Richesse spécifique moyenne par station 13

Figure 2-5 : Richesse spécifique totale par embranchement 13

Figure 2-6 : Richesse spécifique par embranchement et par station 14

Figure 2-7 : Répartition de la richesse spécifique en fonction des différents embranchements 15

Figure -2-8 : Densités par station 16

Figure 2-9: Densité moyenne par station 17

Figure 2-10 : Abondance par embranchement 17

Figure 2-11: Densité par station et par embranchement 19

Figure 2-12: Scoloplos armiger (A) (© Muller) et Scolelepis (Scolelepis) squamata (B) (© Natural History Museum London) 20

Figure 2-13 : Ispode Eurydice affinis (© Hillewaert Hans) 20

Figure 2-14 : Bivalve Fabulina fabula (© (Hillewaert Hans) 20

Figure 2-15: Répartition de la densité totale en fonction des différents embranchements 21

Figure 2-16 : Biomasse totale par station 22

Figure 2-17 : Photographie des récifs d'hermelles (Sabellaria alveolata) recensés lors de la campagne 2025 24

Figure 2-18 : Cartographie des habitats benthiques 27

Liste des tableaux

Tableau 3-1 : Coordonnées (en WGS84) des stations biosédimentaires échantillonnées..... 6

Tableau 3-2 : Résultats de la granulométrie par tamisage mécanique..... 10

Tableau 3-3 : Richesses spécifiques totales, moyennes et écart-type par station 12

Tableau 3-4 : Densité totale, moyenne et écart-type par station 16

Tableau 3-5 : Valeurs des indices de diversité Shannon-Weaver et d'équitabilité de Piélou..... 21

Tableau 3-6 : Liste des habitats benthiques de la zone d'étude 23

Liste des annexes

Annexe 1 : Fiches granulométriques 31

Annexe 2 : Liste des especes et biomasse..... 37

1. Contexte

Les enrochements de protection du littoral situés sur le site du Moulin Brûlé à la Couarde-sur-mer sur l'île de Ré ont été installés en 2014 à la suite d'événements tempétueux hivernaux ayant mené à une forte érosion du trait de côte originel. Depuis, l'état de cet aménagement s'est fortement dégradé et l'érosion du cordon dunaire est également toujours présente, remettant en question l'existence de cet ouvrage.

Les études menées sur le site du Moulin Brûlé ont abouti à la nécessité de poursuivre une réflexion sur l'ouvrage et de réorienter sa conception, notamment à la suite des tempêtes de l'hiver 2024.

Un démantèlement de la protection existante est prévu avec une dépose et l'évacuation du remblai en crête d'ouvrage, la création de deux épis en enrochements, le rechargement de la plage et la renaturation de l'interface entre le haut de plage et le cordon dunaire.

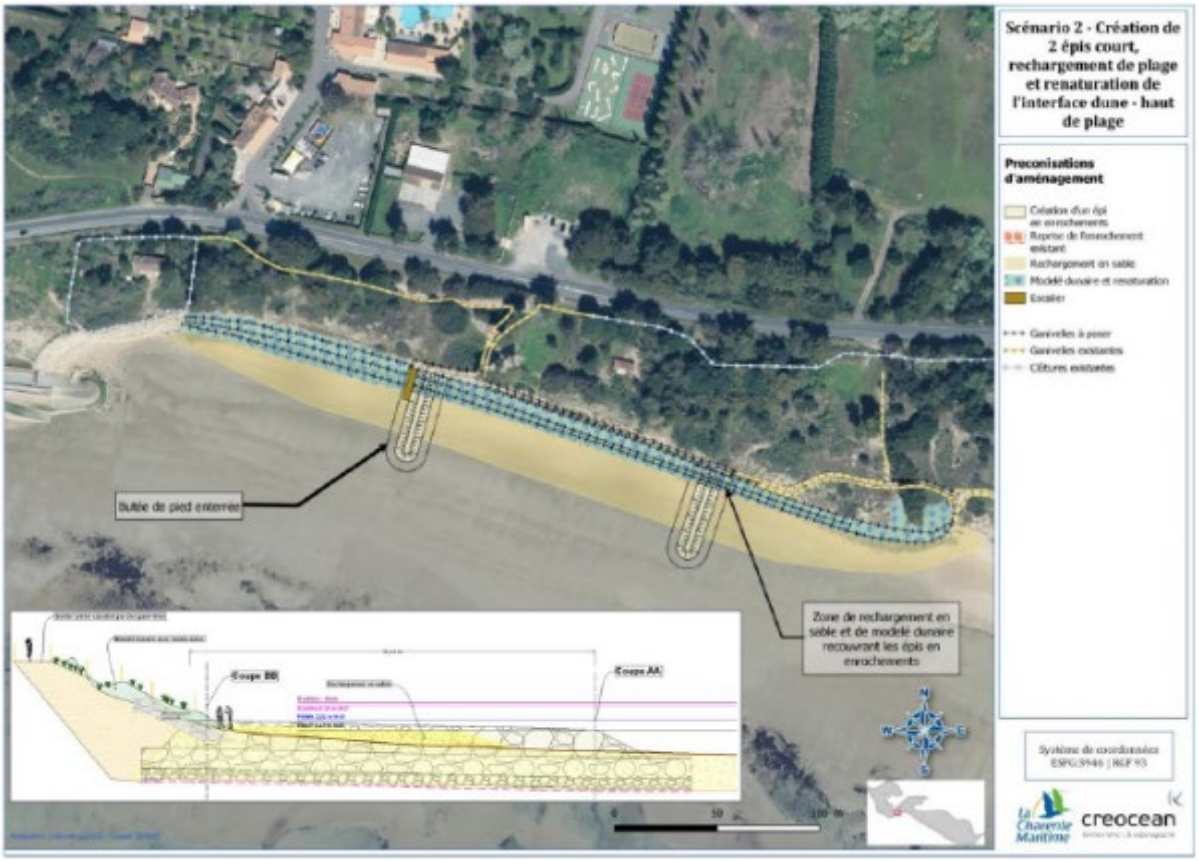


Figure 1-1 : Projet d'aménagement sur le site de Moulin Brûlé

D'un point de vue réglementaire, ce projet sera soumis notamment, et selon le montant de travaux, à autorisation ou déclaration dite IOTA en raison des impacts prévisibles sur le milieu marin (rubrique 4.1.2.0 de l'art. R214-1 du code de l'environnement (CE)), à soumission à examen au « cas par cas » (rubriques 11 et 13 de l'annexe à l'art. R122-2 du CE), évaluation des incidences Natura 2000 (art. R414-4 du CE), autorisation de travaux en site classé, demande de concession d'utilisation du DPM.
A ce titre, la biodiversité du secteur d'intervention doit être qualifiée pour permettre de mener à bien ces procédures et orienter le Maitre d'Ouvrage dans la définition de son projet et modalités de travaux.

Par ailleurs, la zone de projet s'inscrit dans le périmètre du Parc naturel marin de l'Estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis, avec des enjeux écologiques potentiellement forts Le plan de gestion dynamique du Parc Naturel marin indique ainsi la présence des habitats suivants :

- Sur la zone même de projet : 1140 – Replats boueux ou sableux exondés à marée basse,
- A proximité : 1170 – Récifs, dont des récifs d'hermelles qui constituent des habitats particuliers à enjeu fort.

Ce rapport constitue les résultats des analyses biosédimentaires permettant de :

- Dresser un état de référence de la nature et de la distribution des habitats dans l'environnement du projet, ainsi qu'une cartographie des habitats ;
- Constituer le volet benthique de l'état initial des dossiers réglementaires à venir ;
- Aider à la définition des mesures Eviter et Réduire dans le cadre de la définition du projet et modalités de réalisation des travaux, en fonction des enjeux identifiés.

2. Méthodologie

2.1. Période, durée de la campagne et moyens mis en œuvre

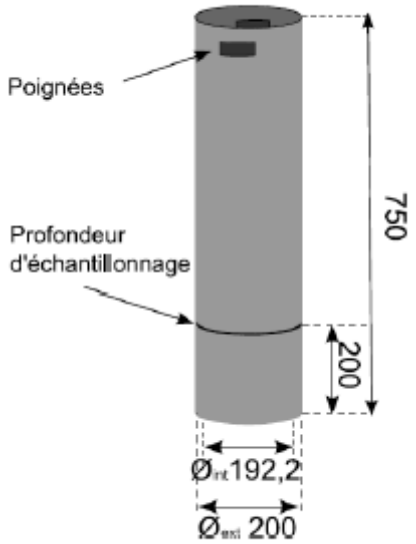
La campagne biosédimentaire s'est déroulée sur la journée du 28 mars 2025 au niveau de la zone de Moulin Brûlé à la Couarde-sur-mer sur l'île de Ré.

2.2. Moyens nautiques et humains

La mission s'est déroulée à pied et a mobilisée 4 personnes : un technicien supérieur, deux chargées d'études ainsi qu'un stagiaire.

2.3. Moyens techniques

L'engin d'échantillonnage est un carottier à main en PVC de diamètre interne 192.2 mm (diamètre extérieur de 200 mm, épaisseur de 3.9 mm) ce qui équivaut à une surface unitaire de 0.029 m².



Il a été utilisé à raison de 6 prélèvements à 3 réplicats par station. Des prélèvements à la pelle sont réalisées pour les analyses granulométriques.

2.4. Protocoles d'échantillonnage

Le protocole de suivi stationnel des macro-invertébrés benthiques de substrats meubles dans le cadre de la DCE – Façade Manche et Atlantique (Rapport Aquaref) a été appliqué, en l'adaptant à la superficie du site.

Les points d'échantillonnage ont été définis en se basant sur les délimitations de la zone de travaux. Deux transects ont été définis, chacun aux deux extrémités de cette zone. Trois points d'échantillonnage ont été répartis sur le transect : bas (C), milieu (B) et haut (A) de plage. A chaque point, trois réplicats

(1, 2 et 3) ont été réalisés. Un total de 6 stations, soit 18 prélèvements ont été échantillonnées sur le périmètre de l'étude.
La figure et le tableau suivants présentent le plan d'échantillonnage et les coordonnées des stations (Tableau 2-1).

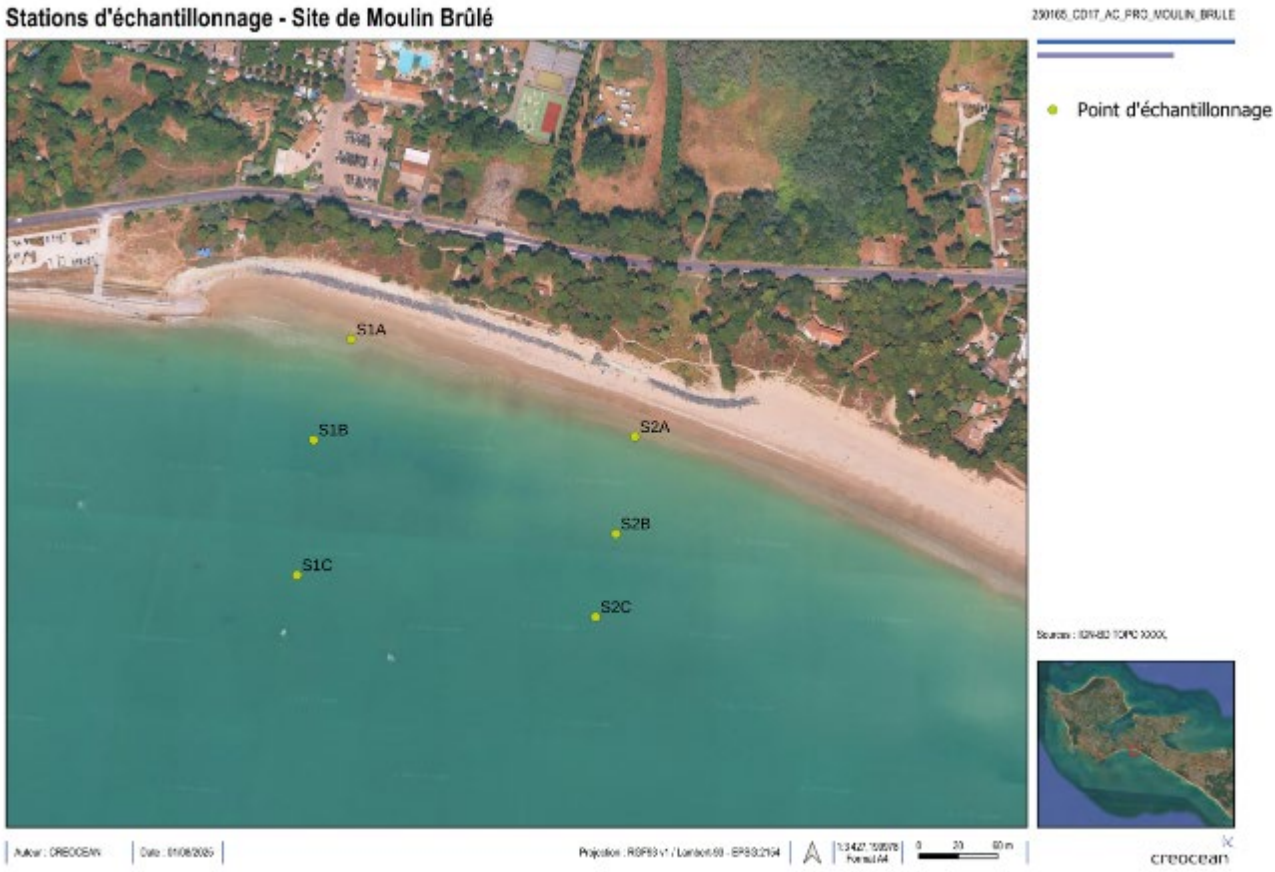


Figure 2-1 : Station d'échantillonnage

Tableau 2-1 : Coordonnées (en WGS84) des stations biosédimentaires échantillonnées

Transect	Point	Coordonnées		Heure	Commentaire
		Latitude Nord	Longitude Est		
S1	**A**	46°12'11,07	1°28.0255'	10h30	Réalisé à marée montante
	B	46°12'14,24	1° 28.0446'	9h45	Réalisé à marée montante
	C	46°12'08,65	1° 28.0499'	9h00	Réalisé à marée basse
S2	**A**	46° 12'15,12	1°27.8546'	10h30	Réalisé à marée montante
	B	46°12'11,09	1° 27.8626'	9h45	Réalisé à marée montante
	C	46°12'07,63	1° 27.8718'	9h00	Réalisé à marée basse

2.5. Prélèvements biosédimentaires

Suivant le protocole mis en œuvre de la Directive cadre sur l'Eau (DCE), en matière de surveillance biologique des masses d'eau côtières, le carottier d'une surface unitaire de 0.029 m² est utilisé pour échantillonner les 6 stations. Chaque réplicat est dûment géoréférencé et indexé (Photo 2-1).



Photo 2-1: Carottier utilisé et prélèvement réalisé annoté

Le pré-tri est réalisé sur un tamis de 1 mm de vide de maille. Chaque refus de tamis est placé dans un sac indexé, hermétiquement fermé, et conservé dans une solution de formol dilué à 5 % avec de l'eau de mer. Les échantillons sont placés dans des seaux étanches.

2.6. Traitement

2.6.1.1. Analyses granulométriques

Les analyses sédimentaires sont réalisées par CREOCEAN. Les échantillons de sédiment, après description macroscopique, ont fait l'objet d'analyses granulométriques par tamisage humide pour la fraction fine (lavage des sédiments sur un tamis à 63 µm) et tamisage par voie sèche pour la fraction sableuse (colonne de 16 tamis entre 63 µm et 2 mm). Les résultats des analyses granulométriques sont consultables en Annexe.

2.6.1.2. Analyses biologiques
2.6.1.3. Tri et détermination

CREOCEAN réalise en interne l'analyse biologique des échantillons. Le tri consiste à séparer le sédiment du matériel biologique. De retour au laboratoire, les échantillons ont été rincés sur un tamis de 1 mm afin d'éliminer le fixateur (formol) et le surplus de sédiment. Les déchets (liquides et solides) ont été évacués et traités par une société spécialisée.

Les organismes ont ensuite été triés, identifiés (dans la mesure du possible, jusqu'au niveau de l'espèce sauf pour certains groupes (Némertes, Plathelminthes, etc.)) ou jusqu'au genre si l'état de l'individu ne permet pas de porter la détermination plus loin. Ils sont ensuite placés dans les piluliers avec de l'alcool pour la conservation et dénombrés. Le tri est réalisé dans un premier temps à vue pour récolter tous les organismes vivants visibles à l'œil nu et le second à la loupe binoculaire pour récolter tous les organismes vivants de très petite taille mais retenus sur une taille de 1 mm².

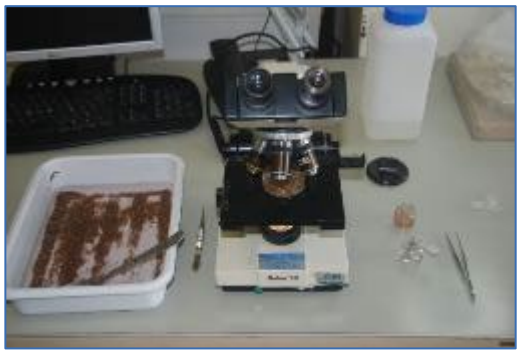



Photo 2-2 : Tri à vue et tri sous microscope (© CREOCEAN)

La nomenclature des espèces identifiées a été mise en conformité avec le référentiel taxonomique reconnu au niveau mondial pour les espèces marines, le World Register of Marine Species (WoRMS, www.marinespecies.org - 2025).




Photo 2-3 : Détermination sous loupe binoculaire (© CREOCEAN)

2.6.1.4. Traitement des données

Les données sont retraitées par le calcul de certains descripteurs préconisés par Grall, et al (2005) :

- **La richesse spécifique totale** (S) correspondant au nombre d'espèces récoltées par station.
- **La richesse spécifique moyenne par station** (calculée sur les valeurs de S pour chaque réplicat) est également proposée, ainsi que l'écart-type associé, de manière à apprécier l'homogénéité/hétérogénéité intra-stationnelle de ce paramètre.
- **La proportion des groupes taxonomiques**, à savoir :

  - Annélides polychètes,
  - Arthropodes (Crustacés amphipodes, Isopodes, Mysidacés…),
  - Mollusques (Bivalves et gastéropodes, Polyplacophores, Scaphopodes),
  - Divers (comprenant Echinodermes, Némertes, Cnidaires, Chordés…),

- **L'abondance totale**, qui se définit comme le nombre d'individus, toutes espèces réunies, par unité de surface de prélèvement. Les résultats obtenus sont exprimés pour 1 mètre carré.
- **L'abondance moyenne par station** (calculée sur les valeurs d'abondance pour chaque réplicat) est également proposée, ainsi que l'écart-type associé, de manière à apprécier l'homogénéité/hétérogénéité intra-stationnelle de ce paramètre.

- **L'indice de diversité de Shannon-Weaver**, qui permet d'exprimer la diversité en prenant en compte le nombre d'espèces et l'abondance des individus au sein de chacune de ces espèces. Ainsi, une communauté dominée par une seule espèce aura un coefficient moindre qu'une communauté dont toutes les espèces sont co-dominantes. La valeur de l'indice varie de 0 (une seule espèce, ou bien une espèce dominant très largement toutes les autres) à log(S) (lorsque toutes les espèces ont une même abondance). La base du logarithme utilisée est la base 2. Il est donné par la formule suivante :

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} p_i \log p_i$$

où :

p_i = abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce : $p_i = n_i/N$;

S = nombre total d'espèces (Richesse spécifique) ;

n_i = nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon ;

N = nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon.

- L'indice de Shannon est accompagné par **l'indice d'équitabilité de Piélou** :

$$J' = H'/H'_{max}$$

Avec H'max = log S (S= nombre total d'espèces)

L'indice d'équitabilité permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. Sa valeur varie de 0 (dominance d'une des espèces) à 1 (équirépartition des espèces).

- **Caractérisation des habitats selon les typologies EUNIS 2022 et NatHab-Atl (typologie nationale des habitats marins benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique)**

Une interprétation des résultats en termes d'unités de peuplement et d'habitats benthiques sera présentée ; ce travail permettant par la suite de fournir une cartographie des habitats benthiques.

3. Résultats

3.1. Granulométrie

Les résultats bruts des analyses granulométriques par échantillon sont présentés dans le Tableau 3-1.

Tableau 3-1 : Résultats de la granulométrie par tamisage mécanique

Résultats de l'analyse granulométrique par tamisage mécanique *Pourcentage massique par classe granulométrique (d'après Wentworth, 1922 modifiée), Prélèvement 2025*					
Stations	Lutites	Arénites			Rudites
	Argiles - Limons	*Sables fins*	*Sables moyens*	*Sables grossiers*	*Graviers*
	< 63µm	**63µm - 0,25mm**	**0,25mm - 0,5mm**	**0,5mm - 2mm**	**> 2mm**
S1A	1.36	56.03	23.60	18.70	0.31
S1B	2.32	91.58	2.92	2.17	1.01
S1C	12.01	80.08	2.66	4.60	0.65
S2A	1.33	81.56	14.39	2.66	0.06
S2B	2.20	94.12	1.57	0.64	1.47
S2C	2.38	86.11	4.84	1.47	0.73

Les 6 stations peuvent être discriminées en plusieurs groupes selon la constitution du sédiment (Figure 3-1) :

- **La station S1A** est définie par des proportions similaires de sables moyens et grossiers (entre 23.60 et 18.70 %) ainsi que d'une grande proportion de sables fins (56.03 %). Les lutites et rudites ne sont que très faiblement représentées (respectivement 1.36 et 0.31 %). Le mode est de 0.125.
- **La station S1C** est définie par des proportions similaires de sables moyens, grossiers et de graviers (entre 0.65 et 4.60 %). Les lutites sont représentées à hauteur de 12.01 %, pourcentage le plus élevé des 6 stations échantillonnées. Cette station est dominée par les sables fins à hauteur de 80.08 %.
- **La station S2A** est définie par une proportion similaire de lutites, sables grossiers et graviers (entre 0.06 et 2.66 %). Les sables moyens représentent 14.39 % de la granulométrie totale et cette station est principalement caractérisée par du sable fin (81.56 %).
- **Les stations S1B, S2B et S2C** sont définies par des faibles proportions de lutites, sables moyens, grossiers et de graviers. Ces stations sont principalement représentées par des sables fins (respectivement 91.58 %, 94.12 %, 86.11 %).

Le mode des 6 stations est de 0.125.

Sur l'ensemble des stations d'études, la composition granulométrique du sédiment est la suivante :

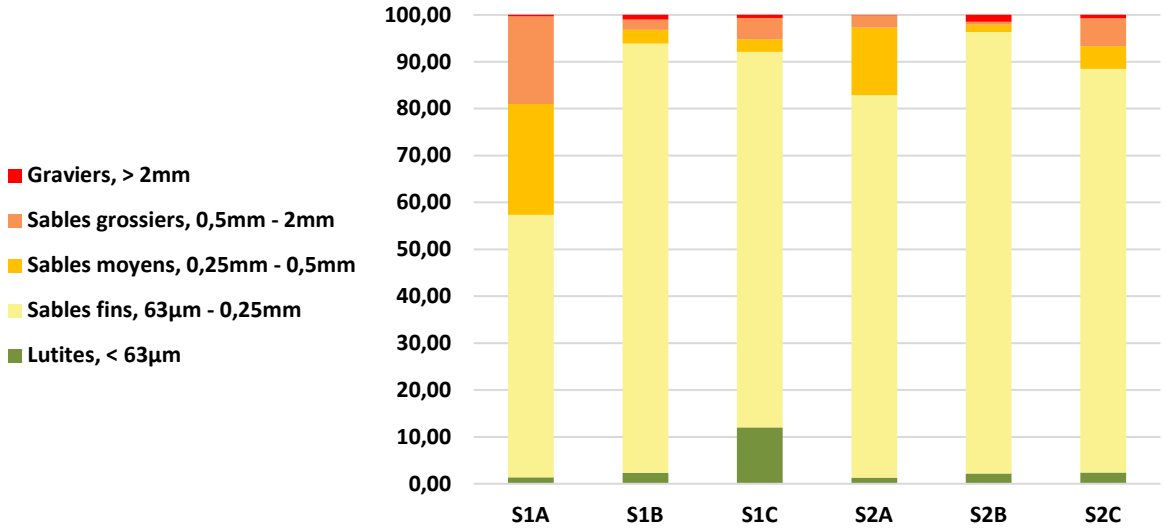


Figure 3-1 : Composition granulométrique du sédiment des stations d'étude faunistique

Au regard de la classification bio-sédimentaire de Larsonneur (1977), les 6 stations relèvent des **sables fins.**

3.2. Richesse spécifique

La richesse spécifique peut s'exprimer par :

- Le nombre total d'espèces sur l'ensemble des stations prélevées, qui donne une indication du potentiel d'espèces présentes sur le site d'étude ;
- Le nombre total d'espèces par station, traduisant les peuplements associés à l'habitat en présence ;
- Le nombre moyen d'espèces observées par station qui permet de comparer en moyenne les stations entre elles et les richesses spécifiques totales par réplicat au sein d'une même station ;
- Le nombre total d'espèces par réplicat. Un très fort écart entre ces valeurs par réplicat et la valeur moyenne de la station est le signe d'une très forte hétérogénéité des peuplements au sein d'une même station.

3.2.1. Richesse spécifique totale

La campagne a permis de mettre en évidence la présence de **40 taxa**. La richesse spécifique totale varie d'un minimum de **5 taxa** (S2A) à un maximum de **19 taxa** (S2C) (Figure 3-2). Un gradient spatial se dessine : les stations situées en haut de plage affichent les plus faibles richesses spécifiques, celles situées en milieu de plage présentent des valeurs intermédiaires, tandis que les stations en bas de plage montrent les richesses spécifiques les plus élevées, ce qui est corrélé avec les plus fortes proportions en lutites.

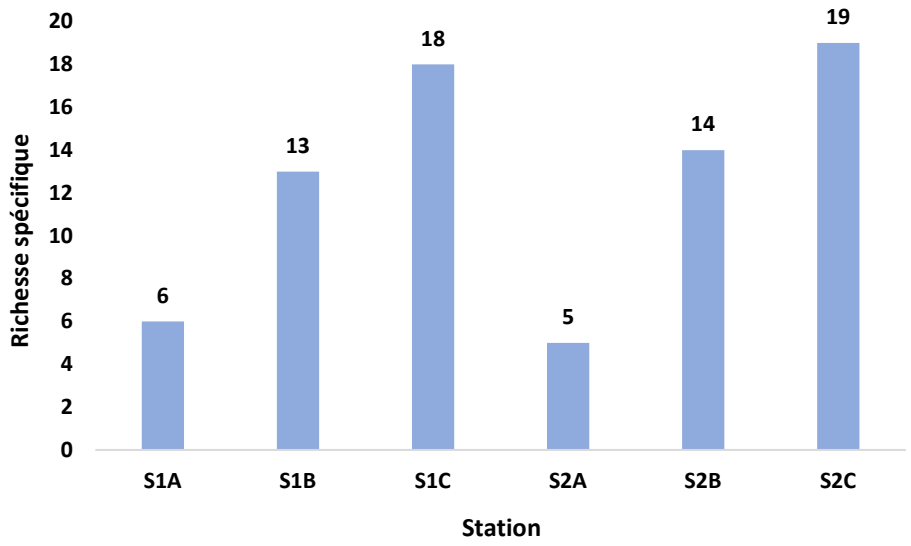


Figure 3-2 : Richesse spécifique totale par station

3.2.2. Richesse spécifique moyenne

La richesse spécifique moyenne est le nombre moyen d'espèces observées à chaque station sur les 5 réplicats et varie de 1 à 4.73 espèces (Tableau 3-2 et Figure 3-3).

Tableau 3-2 : Richesses spécifiques totales, moyennes et écart-type par station

Stations	S1A	S1B	S1C	S2A	S2B	S2C
Richesse spécifique totale	6	13	18	5	14	19
Richesse spécifique moyenne	4	6.66	9.66	3	6.66	11.66
Ecart-type	1	2.89	2.31	1	2.08	4.73

Les richesses spécifiques moyennes calculées, associées aux écarts-types, démontrent une certaine homogénéité entre les réplicats des 6 stations. En effet, l'écart de richesse spécifique ente réplicats au sein d'une même station est d'au maximum :

- 2 taxas entre les réplicats A et B pour la station S1A ;
- 5 taxas entre les réplicats A et B pour la station S1B ;
- 4 taxas entre les réplicats A et C pour la station S1C ;
- 2 taxas entre les réplicats A et C pour la station S2A ;
- 3 taxas entre les réplicats A et C pour la station S2B et ;
- 9 taxas entre les réplicats B et C pour la station S2C.

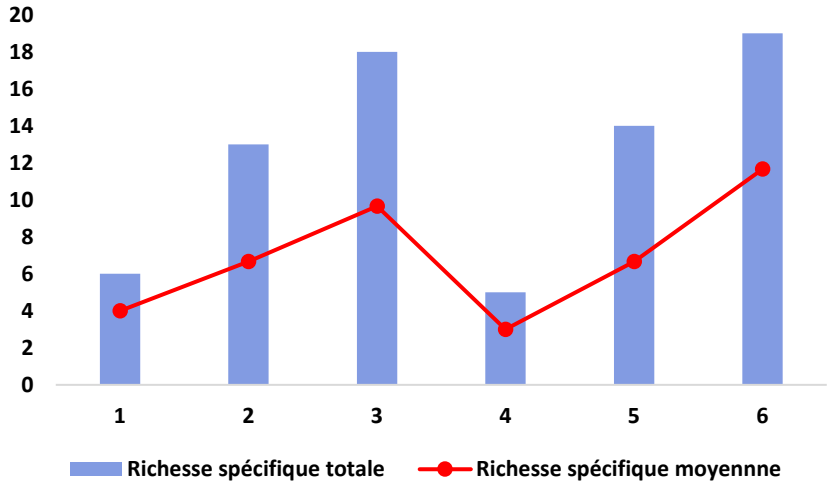


Figure 3-3 : Richesse spécifique moyenne par station

3.2.3. Richesse spécifique par groupes zoologiques et par station

La richesse spécifique totale par embranchement montre que les **Arthropodes** sont dominants avec 18 espèces recensés, suivi par les Annélides (15 espèces) et les Divers (2 espèces). Aucun Echinoderme n'a été recensé (Figure 3-4).

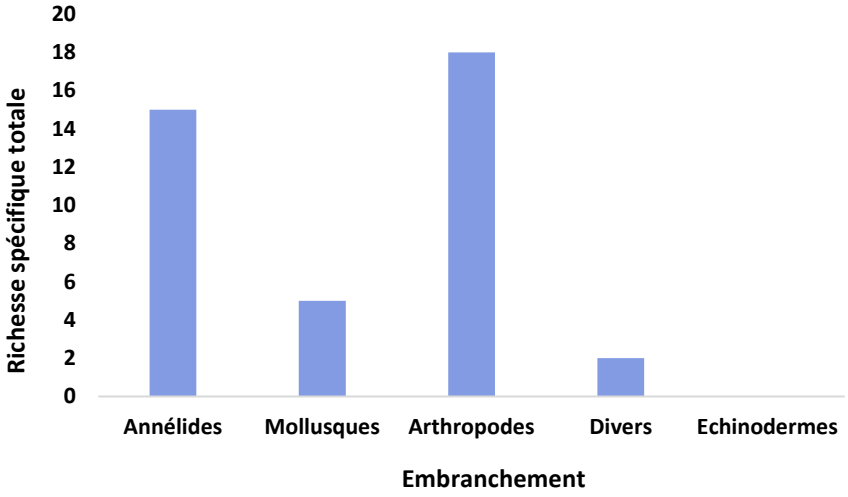


Figure 3-4 : Richesse spécifique totale par embranchement

L'analyse de la répartition des espèces selon les grands groupes taxonomiques (Annélides, Mollusques, Arthropodes, Échinodermes et Divers) montre une nette dominance des **Arthropodes** en termes de richesse spécifique sur l'ensemble des stations (Figure 3-5).
Leur proportion varie de **35,48 % à la station S1B** à un maximum de **83,33 % à la station S1A.** Les **Annélides** constituent le deuxième groupe le plus représenté après les Arthropodes, avec des proportions allant de **16.67 % (S1A) à 38.89 % (S1C).**
Les **Mollusques** ne sont observés que dans les stations S1B, S2B et S2C, tandis que les espèces classées dans la catégorie **"Divers"** ne sont présentes qu'en bas de plage, aux stations S1C et S2C.Enfin, aucun **Echinoderme** n'a été recensé sur l'ensemble des stations étudiées.

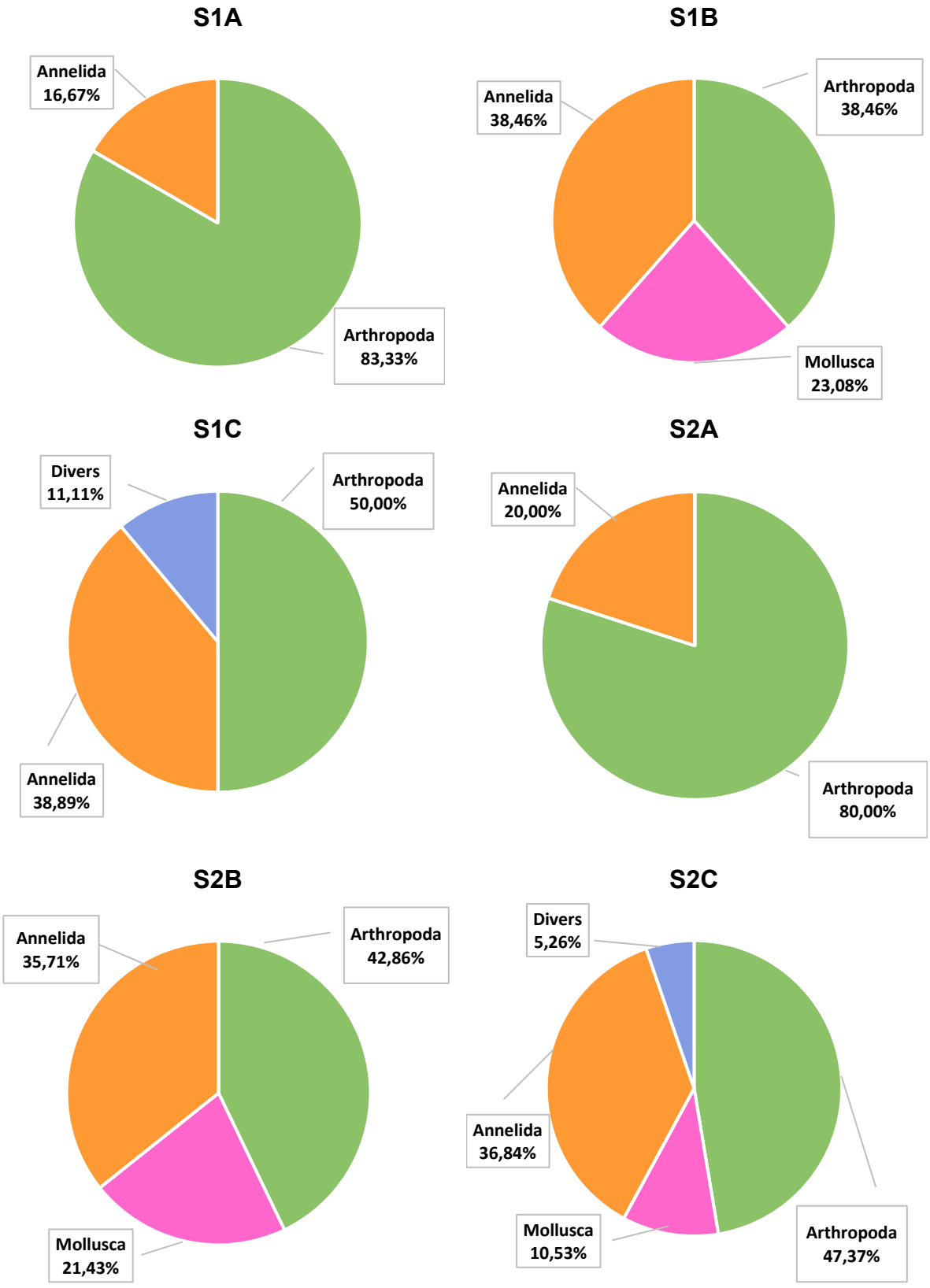


Figure 3-5 : Richesse spécifique par embranchement et par station

3.2.4. Composition faunistique

La campagne a permis d'échantillonner **40 taxa** et révèle la dominance des **Arthropodes** représentant **45 %** de la richesse spécifique totale (avec **18 taxons** recensés) composés des Amphipodes, des Cumacés, des Décapodes, des Isopodes et des Mysidaes). Les **Amphipodes**, avec **8 taxons**, représentent **20.00 %** des Arthropodes.
Les **Polychètes** avec 15 taxons recensés, représentant **37.50 %** de la richesse spécifique totale.
Les **Bivalves** sont représentés à hauteur de **12.50 %** et les **Divers** à hauteur de **5.00 %** (Figure 3-6).

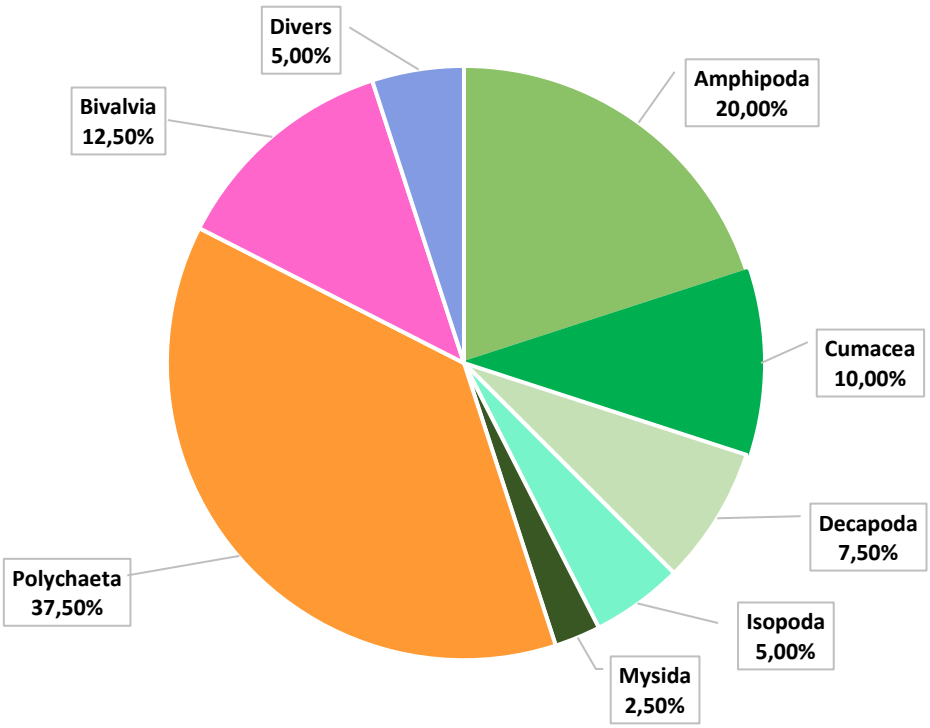


Figure 3-6 : Répartition de la richesse spécifique en fonction des différents embranchements

3.3. Densité

L'abondance totale est le nombre d'individus récoltés sur l'ensemble de la station, soit 0.087 m² (3 réplicats de 0.029m²). Afin de faciliter les calculs et la lecture des résultats, l'abondance est rapportée à 1 m² afin de traduire la densité de population.

La campagne a mis en évidence **839 individus** au total sur les 6 stations échantillonnées. A noter que quelques espèces étaient représentées par des juvéniles.

Les densités sont comprises entre un minimum de **459 individus.m² en station S1B à un maximum de 2 413 individus.m² en station S1A** (Figure -3-7).
Les stations situées en **milieu de plage** affichent les densités les plus faibles, celles en **bas de plage** présentent des densités intermédiaires, tandis que les stations en **haut de plage** se distinguent par les densités les plus élevées.

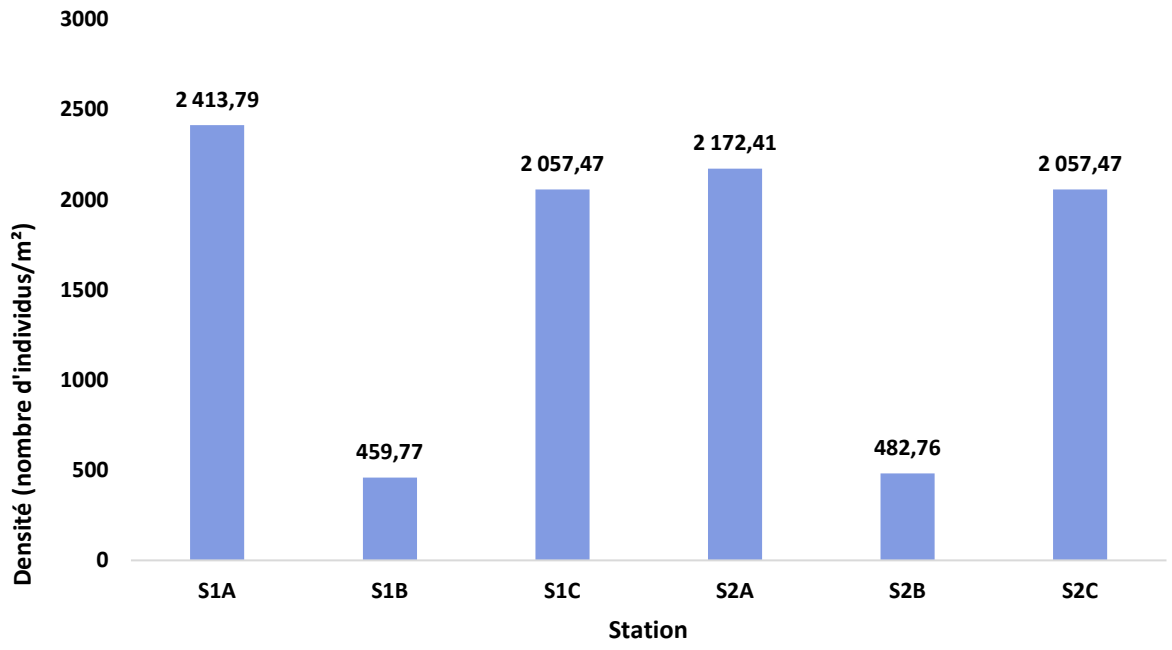


Figure -3-7 : Densités par station

3.3.1. Densité moyenne

Le densité moyenne est le nombre moyen d'individus observés pour les 3 réplicats et varie d'un minimum de **143.67 individus/m² en station S2B à un maximum de 804.59 individus/m² en station S1A** (Tableau 3-3 et Figure 3-8).

Tableau 3-3 : Densité totale, moyenne et écart-type par station

Stations (position sur la plage)	S1A (haut)	S1B (moyen)	S1C (bas)	S2A (haut)	S2B (moyen)	S2C (bas)
Densité totale	2 414	460	2 057	2 172	483	2 057
Densité moyenne	804.59	153.25	685.82	724.13	143.67	685.82
Ecart-type	173.93	40.36	282.56	152.05	59.72	505.92

Les valeurs de densités moyennes associées aux écart-types démontrent une certaine hétérogénéité pour les stations S1C et S2C. En effet, un écart de **563 ind./m²** a été observée entre les réplicats 1 et 3 pour la station **S1C** ainsi qu'un écart de **1 012 ind./m²** entre les réplicats 2 et 3 de la station **S2C.**

Concernant les autres stations, les différences d'individus entre réplicats sont d'au maximum **:**

- 333 ind./m² entre les réplicats 2 et 3 pour la station ST1A ;
- 81 ind./m² entre les réplicats 1 et 2 pour la station ST1B ;
- 287 ind./m² entre les réplicats 1 et 2 pour la station ST2A et ;
- 104 ind./m² entre les réplicats 2 et 3 pour la station S2B.

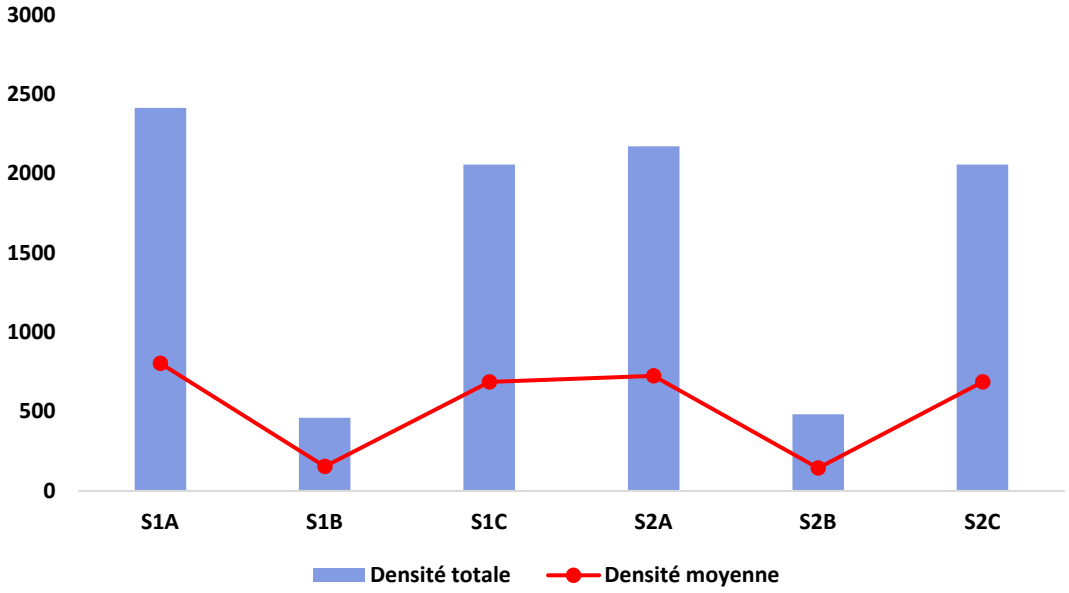


Figure 3-8: Densité moyenne par station

3.3.2. Densité par groupes zoologiques

Les **Annélides** dominent la campagne en termes d'abondances avec **482 individus** recensés sur la totalité des stations. L'embranchement des **Arthropodes** est le deuxième embranchement le plus représenté avec **273 individus** recensés sur les 6 stations, bien qu'ils étaient dominants en termes de richesse spécifique. **Les Mollusques et les Divers** présentent de faibles abondances avec respectivement **49 et 35 individus recensés** (Figure 3-9).

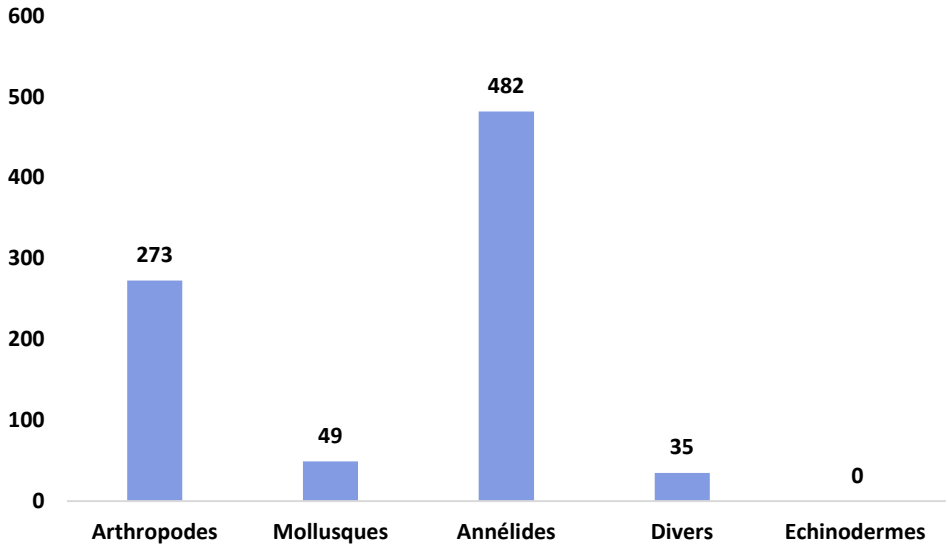


Figure 3-9 : Abondance par embranchement

L'examen de la répartition des espèces par grands groupes taxonomiques (Annélides, Arthropodes, Mollusques, Echinodermes et Divers) révèle qu'en termes de densité, l'embranchement des **Annélides**

dominent sur **3 stations (S1C, S2A et S2C)** avec des proportions variant d'un minimum **de 16.67 % (S2B) à 86.24 % (S2A).**
Les Arthropodes sont majoritaires sur **deux stations (S1A et S2B)** avec des proportions variant de **9.50 % (S1C) à 72.86 % (S1A).**
Les Mollusques ne sont présents qu'en stations **S1B, S2B et S2C** avec des proportions variant d'un minimum de **13.41 % (S2C) à un maximum de 30.95 % (S2B).**
Enfin, les **Divers** ne sont représentés qu'en bas de plages, aux stations S1C et S2C, respectivement à hauteur de **18.99 et 0.59 %** (Figure 3-10).

Haut de plage

La station **S1A** est composée à **72.86 % d'Arthropodes** avec principalement l'Isopode *Eurydice affinis* représentant **69.52 % de la densité totale** sur cette station. Le seul Annélide recensé est *Scolepis (Scolelepis) squamata* à hauteur de 27.14 %.

La station **S2A** est caractérisée quant à elle par les **Annélides** à hauteur de **86.24 %** uniquement représenté par l'espèce *Scolepis (Scolelepis) squamata.* Les **Arthropodes**, représentés à hauteur de **13.76 %** sont principalement composés de l'espèce *Eurydice affinis.*

Milieu de plage

La station **S1B** est composé de Mollusques, d'Arthropodes et d'Annélides avec des répartitions équitables, respectivement de 30.00, 32.50 et 37.50 %. Les deux principales espèces sont le Mollusque *Fabulina fabula* et l'Annélide *Scoloplos armiger* représentant respectivement **25.00 et 22.50 %** de la densité totale de cette station.

La station **S2B** est principalement caractérisée par les **Arthropodes (52.38%)** représentée par l'Amphipode *Bathyporeia pelagica* (30.95 % de la densité totale). L'embranchement des **Mollusques** est le deuxième embranchement le mieux représenté en termes de densité (30.95%) principalement composé du Bivalve *Fabulina fabula* (26.19 % de la densité totale). Enfin, l'embranchement des **Annélides** est représenté à hauteur de **16.67 %**.

Bas de plage

La station S1C est composée à **71.51 % d'Annélides** avec comme espèce principale *Scoloplos armiger* représentant 50.28 % de la densité totale de cette station. L'embranchement des **Divers** est le deuxième embranchement le mieux représenté, à hauteur de **18.99%** caractérisé par des **Némertes.**

Enfin, la station **S2C** est caractérisée par les **Annélides à hauteur de 62.57 %** représentée par les Polychètes *Heteromastus filiformis* , *Scoloplos armiger* et *Polycirrus sp.* représentant respectivement 17.88 %, 26.26 % et 15.08 % de la densité totale de la station. Les **Arthropodes (23.46 %)** sont majoritairement composés par l'Amphipode *Urothoe poseidonis* et les **Mollusques (13.41 %)**, par le Bivalve *Fabulina fabula.*

Les stations situées en haut de plage (S1A et S2A) sont donc principalement caractérisées par les espèces *Scolepis (Scolelepis) squamata* et *Eurydice affinis.*
Les stations situées en milieu de plage (S1B et S2B) sont quant à elles représentées par le Bivalve *Fabulina fabula.*
Enfin, les stations situées en haut de plage (S1C et S2C) sont principalement caractérisées par l'Annélide *Scoloplos armiger*

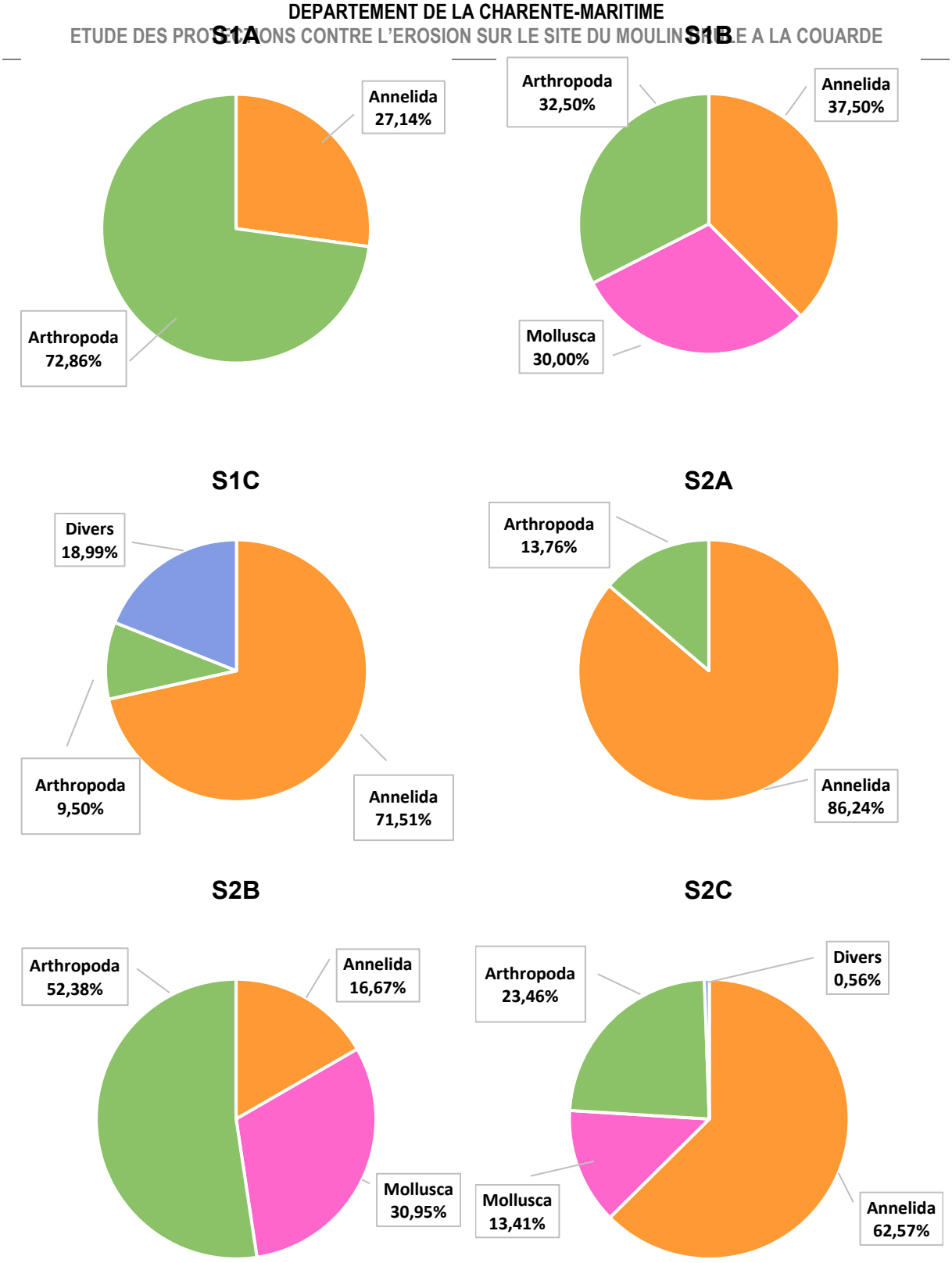


Figure 3-10: Densité par station et par embranchement

3.3.3. Composition faunistique

La campagne a permis d'échantillonner **839 individus** sur l'ensemble des stations d'étude et révèle la dominance des **Polychètes** avec 482 individus recensés représentant **57.45 %** de l'abondance totale. Cet embranchement est majoritairement composé par les espèces *Scolelepis (Scolelepis) squamata* et *Scoloplos armiger* représentant respectivement 26.22 et 17.52 % de l'abondance totale (Figure 3-11).

A **B**



Figure 3-11: Scoloplos armiger (A) (© Muller) et Scolelepis (Scolelepis) squamata (B) (© Natural History Museum London)

L'embranchement des **Arthropodes** avec 273 individus recensés représentent 32.54 % de l'abondance totale et est le deuxième embranchement le mieux représenté en termes d'abondance. Il est majoritairement composés d'Isopodes (20.98%) avec l'espèce *Eurydice affinis* (175 individus recensés) (Figure 3-12).



Figure 3-12 : Ispode Eurydice affinis (© Hillewaert Hans)

L'embranchement des **Mollusques** composé uniquement par des Bivalves représente **5.84 %** de l'abondance totale. L'espèce la plus présente est *Fabulina fabula* avec 43 individus recensés (Figure 3-13)..



Figure 3-13 : Bivalve Fabulina fabula (© (Hillewaert Hans)

Enfin l'embranchement des **Divers** n'est que très faiblement représenté **(4.17 %)** composé de Némertes et de Planaires.

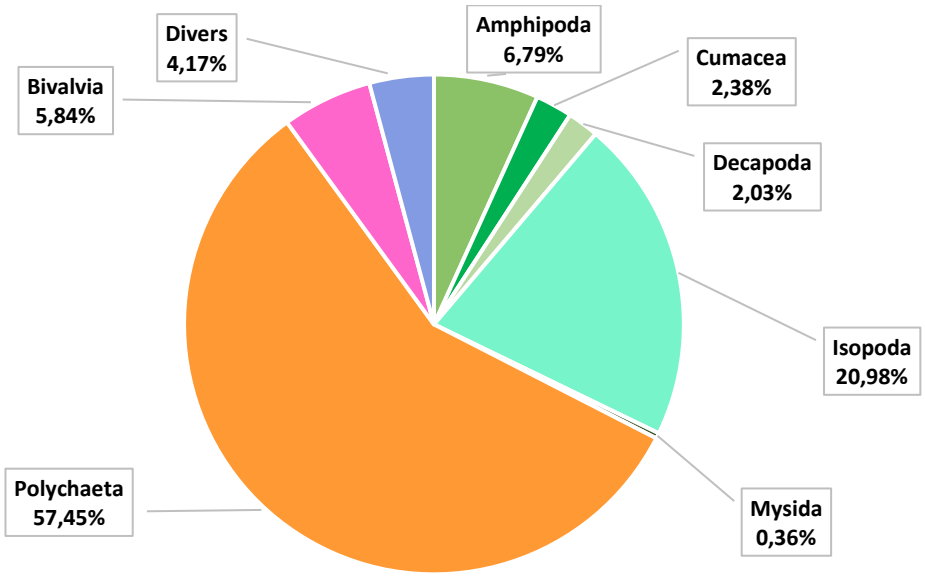


Figure 3-14: Répartition de la densité totale en fonction des différents embranchements

3.4. Caractérisation des assemblages faunistiques

La diversité du peuplement, estimée par le calcul de l'indice de Shannon, traduit la façon dont les individus sont répartis entre les différentes espèces. Plus la répartition des espèces est équitable, plus la diversité est grande, ce qui traduit un état d'équilibre du peuplement. L'existence d'une perturbation entraîne un déséquilibre du peuplement qui se traduit par la prolifération d'un petit nombre d'espèces au détriment des autres et donc par une chute de la diversité.

L'équitabilité correspond à l'expression de la diversité affranchie du nombre d'espèces présentes et exprimée en pourcentage, ce qui facilite l'interprétation des valeurs ainsi que la comparaison des stations entre elles.

Les indices de diversité de Shannon (H') et d'Equitabilité de Piélou ont été calculés pour chaque station (Tableau 3-4).

Tableau 3-4 : Valeurs des indices de diversité Shannon-Weaver et d'équitabilité de Piélou

Station	Indice de Shannon (H')	Indice d'Equitabilité (E)
S1A	1,1	0.426
S1B	3,13	0.846
S1C	2,37	0.568
S2A	0,67	0.289
S2B	2,99	0.785
S2C	3,13	0.737

Les stations S1A et S2A, situées en haut de plage, présentent les indices de Shannon et de Piélou les plus faibles témoignant de la dominance d'une ou plusieurs espèces. En effet, ces deux stations

présentent les richesses spécifiques les plus faible et des densités très élevées de l'Isopode *Eurydice affinis* pour la station S1A et de l'Annélide *Scolelepis (Scolelepis) squamata* pour la station S2A.

Les stations **S1B, S2B et S2C** présentent les indices les plus élevés témoignant d'une certaine homogénéité en densité des communautés.

Enfin, la **station S1C** présente des valeurs intermédiaires. Cette station est dominée par plusieurs espèces, notamment les Polychètes *Scoloplos armiger, Paraonis fulgens* et les Némertes.

3.5. Biomasse

La biomasse varie entre un minimum de **2,51 PCLS.g/m² à la station S1A et un maximum de 13,94 PCLS.g/m² à la station S1B** (Figure 3-15). Cette forte biomasse observée à la station S1B s'explique principalement par la présence du bivalve *Fabulina fabula*, qui y atteint à elle seule une biomasse de **11,94 PCLS.g/m².** Par ailleurs, cette espèce présente la biomasse la plus élevée parmi l'ensemble des stations étudiées.

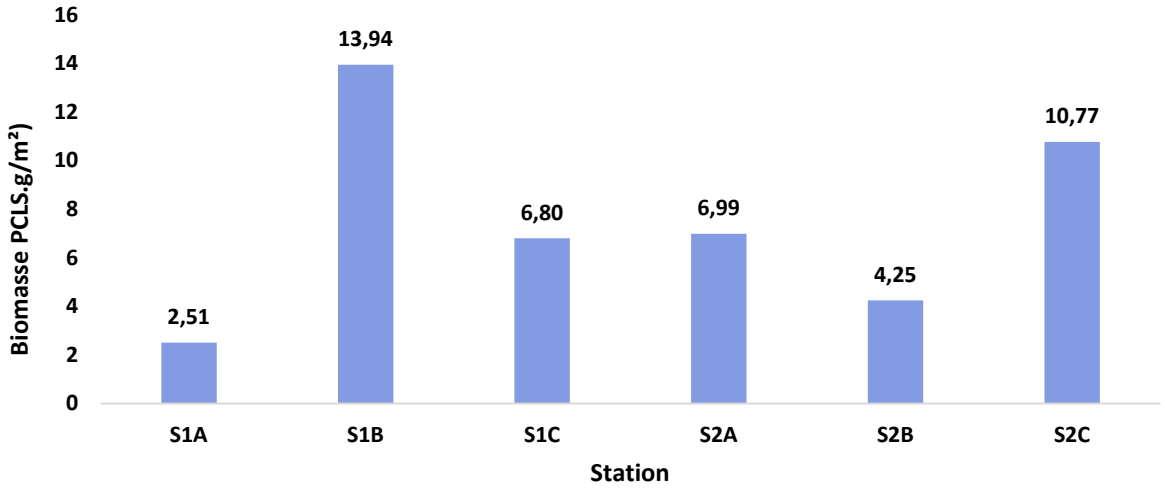


Figure 3-15 : Biomasse totale par station

4. Caractérisation des habitats de la zone d'étude

4.1. Traduction des communautés en habitats benthiques selon la typologie EUNIS

Pour le MNHN, le terme « Habitat » est défini comme « Un environnement particulier qui peut être distingué par ses caractéristiques abiotiques et ses assemblages biologiques associés, fonctionnant à des échelles spatiales et temporelles spécifiques mais dynamiques, dans un secteur géographique reconnaissable ».

La classification EUNIS repose sur l'analyse des données biosédimentaires acquises lors des campagnes en mer. La distinction entre les habitats marins est basée sur les notions de zones biologiques ou étages (littoral, infralittoral, circalittoral), d'exposition à l'hydrodynamisme, de nature de substrat, de profondeur, en enfin sur les caractéristiques de peuplements vivants observés.

Les habitats sont ainsi décrits selon différents niveaux hiérarchiques pour les habitats benthiques.

Certains niveaux hiérarchiques sont très précisément décrits car bien renseignés (grandes sources de données). A contrario, certains milieux mal renseignés (peu ou pas étudiés) ne permettent pas de caractériser finement les habitats (il n'y a alors pas de niveau 5 ou 6 de la typologie EUNIS).

4.2. Habitats benthiques identifiés

Les habitats sont identifiés comme suit :

- MA5- Sable du supra- et du médiolittoral
  - MA5-2 : Sable du supra- et du médiolittoral en Atlantique
    - MA5-23 – Sable mobile propre ou dominé par les amphipodes du supra- et du médiolittoral en Atlantique
      - MA5-233 : Amphipodes et *Scolelepis spp*. dans du sable fin à moyen médiolittoral en Atlantique
    - MA5-24 : Sable fin médiolittoral dominé par les polychètes/amphipodes en Atlantique
      - MA5-241 : Polychètes dans du sable fin du littoral en Atlantique

Tableau 4-1 : Liste des habitats benthiques de la zone d'étude

CODE EUNIS 2022 et intitulé		Stations rattachées
MA5-233	Amphipodes et *Scolelepis spp*. dans du sable fin à moyen médiolittoral en Atlantique	S1A et S2A
MA5-241	Polychètes dans du sable fin du littoral en Atlantique	S1B – S2B – S2C – S1C

Ces habitats sont décrits plus en détail au sein des fiches présentées ci-après.

Des récifs d'Hermelles (*Sabellaria alveolata*) ont également été recensés sur le site de Moulin Brûlé lors de la campagne de 2025.
Les récifs d'hermelles sont des formations bio-construites par le polychète tubicole *Sabellaria alveolata*. Ces formations récifales biogéniques constituent un biotope favorable au développement d'une biodiversité élevée (Gruet, 1982) comparée avec l'environnement sédimentaire qui les abrite et assurent des fonctionnalités d'habitat, de refuges et de nourriture pour de nombreuses espèces. Ces récifs protègent également le trait de côte de l'érosion (IFREMER, 2015).
La sensibilité de cet habitat aux pertes physiques est qualifiée de très forte et de forte pour l'extraction de substrat et l'abrasion peu profonde (La Rivière & Hébert, 2023).
Leur localisation est détaillée sur la carte ci-après.







Figure 4-1 : Photographie des récifs d'hermelles (Sabellaria alveolata) recensés lors de la campagne 2025

Le site d'étude se situe au sein du Parc Naturel Marin Estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis, où, ce dernier, a une responsabilité importante pour préserver cet habitat à Hermelles. En effet, la surface de ces récifs est estimée à plus de 2 km² dans le Parc, ce qui représente environ 30 % de la surface totale évaluée dans les aires marines protégées de la façade atlantique. Cette représentativité en fait un site d'importance majeure à l'échelle de la façade atlantique française (Parc Naturel marin Estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis, s. d.).

4.3. Fiches habitats

Habitat MA5-233 « Amphipodes et Scolelepis spp. dans du sable fin à moyen médiolittoral en Atlantique »
Description Eunis
« Plages de sable propre mobile, sur des rivages exposés et modérément exposés, avec des grains moyens à fins, souvent avec une fraction de sédiments plus grossiers. Les sédiments contiennent peu ou pas de matière organique, et il n'y a en général pas de couche anoxique. Ce milieu a tendance à être bien drainé et conserve peu d'eau à marée basse. Par contre, les sédiments de la sous-unité A2.2233 peuvent demeurer humides pendant tout le cycle des marées. Ces plages sont généralement soumises à des conditions marines, mais la sous-unité A2.2232 peut être présent dans des conditions d'exposition modérée dans la partie aval des estuaires. La mobilité des sédiments donne lieu à une biocénose pauvre en espèces dominée par des polychètes, des isopodes et des amphipodes fouisseurs. *Scolelepis* spp. peuvent tolérer un milieu bien drainé et sont souvent présentes dans un sable plus grossier qui sèche facilement. Les amphipodes fouisseurs souvent présents dans cet habitat comprennent *Bathyporeia* spp., *Pontocrates arenarius* et *Haustorius arenarius*. L'isopode *Eurydice pulchra* est aussi souvent présent.».
Représentativité
Cet habitat est retrouvé au niveau de la station S1A et S2A.
Caractérisation
L'habitat est caractérisé par une faune dominée par des *Scolelepis (Scolelepis) squamata* et *Eurydice affinis* sur un sédiment de type sables fins.

Référentiel	Typologie	INTITULE
Code EUNIS (2022)	MA5-233	Amphipodes et *Scolelepis spp*. dans du sable fin à moyen médiolittoral en Atlantique

NatHab Atlantique	A5-2.1.2	Sables médiolittoraux mobiles à amphipodes et *Scolelepis spp.*

Habitat MA5-241 « Polychètes dans du sable fin du littoral en Atlantique »

Description Eunis

« Plages modérément exposées ou abritées de sable moyen et fin, généralement propre, bien que les sédiments puissent, en de rares occasions, contenir une petite fraction de limon et d'argile. Les sédiments sont relativement stables, demeurent humides pendant tout le cycle des marées et contiennent peu de matière organique. Les sédiments sont souvent ridés, avec rarement une couche anoxique sous la surface. Lorsqu'une telle couche anoxique est présente, on la trouve à une profondeur de plus de 10 cm où elle a tendance à être fragmentée. Cet habitat est surtout présent dans la partie inférieure du rivage, et assez souvent dans la partie moyenne. On ne le voit que rarement plus haut, sauf si des ouvrages de protection provoquent des remous dans la partie supérieure du rivage. On observe généralement cet habitat en milieu marin, mais il peut aussi être présent en milieu ouvert dans la partie aval des estuaires. L'endofaune est dominée par diverses espèces de polychètes telles que *Nephtys cirrosa*, *Paraonis fulgens*, *Spio* spp., *Pygospio elegans*, *Ophelia rathkei* et *Scoloplos* (*Scoloplos*) *armiger*. La présence de polychètes se manifeste par des terriers colorés qui aboutissent à la surface des sédiments, et il peut y avoir des tortillons de *Arenicola marina* sur la surface des sédiments. Les amphipodes *Bathyporeia* spp. et *Pontocrates arenarius* sont fréquents, et des némertes sont souvent présents. »

Représentativité

Cet habitat est retrouvé au niveau de la station S1A et S2A.

Caractérisation

L'habitat est caractérisé par une faune dominée par des

Référentiel	Typologie	INTITULE
Code EUNIS (2022)	MA5-233	Amphipodes et *Scolelepis spp*. dans du sable fin à moyen médiolittoral en Atlantique
NatHab Atlantique	A5-2.1.2	Sables médiolittoraux mobiles à amphipodes et *Scolelepis spp.*



Figure 4-2 : Cartographie des habitats benthiques

5. Conclusion

Les analyses granulométriques réalisées sur les six stations échantillonnées révèlent une homogénéité des sédiments, composés à plus de 56 % de sables fins. Aucune différence notable ne peut être dégagée de la composition granulométrique des différentes stations.

La macrofaune benthique associée à ce type de substrat est diversifiée, avec un total de 40 taxons identifiés, répartis comme suit :

- 15 espèces d'Annélides ;
- 18 espèces d'Arthropodes ;
- 5 espèces de Mollusques ;
- 2 espèces appartenant à la catégorie « Divers ».

Les stations S1A et S2A, situées en haut de plage, se distinguent par une faible richesse spécifique et la dominance marquée d'une seule espèce, ce que confirment les faibles valeurs des indices de Shannon et de Piélou.

En revanche, les stations situées en bas de plage (S1C et S2C) présentent les niveaux de richesse spécifique les plus élevés.

Au total, 839 individus ont été recensés sur l'ensemble des stations. L'abondance est dominée par les Annélides Polychètes, avec 482 individus, parmi lesquels les espèces *Scolelepis (Scolelepis) squamata* et *Scoloplos armiger* sont les plus représentées. L'Arthropode *Eurydice affinis* est également bien représenté, avec 175 individus collectés. Aucun Échinoderme n'a été observé.

Bien que leur richesse spécifique soit plus faible, ce sont les stations de haut de plage qui présentent les densités d'individus les plus élevées.

Les habitats identifiés sur l'emprise du projet sont les suivants : :

- **MA5-233 (EUNIS 2022)** : Habitat à Amphipodes et *Scolelepis* spp. dans des sables fins à moyens du médiolittoral atlantique, présent aux stations S1A et S2A (haut de plage);

  L'habitat MA5-233 - Habitat à Amphipodes et *Scolelepis* spp. dans des sables fins à moyens du médiolittoral atlantique a une sensibilité très forte aux pertes physiques mais faible à l'extraction de substrat et très faible aux abrasions.

- **MA5-241 (EUNIS 2022)** : Habitat à Polychètes dans des sables fins du littoral atlantique, observé dans les quatre autres stations.

  L'habitat MA5.241 - Habitat à Polychètes dans des sables fins du littoral atlantique a une sensibilité qualifiée de très forte pour les pressions physiques telles que le changement d'habitat. Pour les impacts de perturbation des fonds, cet habitat a une sensibilité qualifiée de faible pour l'extraction de substrat et l'abrasion peu profonde et de très faible pour l'abrasion superficielle.

Ces deux habitats sont assez bien représentés au niveau du site de Moulin Brûlé et sur l'ile de ré en général. L'enjeu associé est qualifié de faible.

- **1170-4 Récifs d'Hermelles (*Sabellaria alveolata*)**

Les récifs d'hermelles sont des habitats particuliers constitués de tubes de sable construits par les vers marins *Sabellaria alveolata* : à marée haute, ce sont des zones de nourriceries pour de nombreuses espèces de poissons et à marée basse, elles attirent limicoles et laridés.
Les récifs d'hermelles ont une sensibilité aux pertes physiques qualifiée de très forte et de forte pour l'extraction de substrat et l'abrasion peu profonde. (La Rivière). Au vu de ses grandes importances écologiques, il représente un enjeu fort de conservation.

Au vu des différentes sensibilités et de la représentativité au sein de l'aire d'étude, les travaux du haut de plage et de la zone médiane devraient être acceptables d'un point de vue biodiversité pour les peuplements en place.
En revanche, il conviendra d'éviter toute intervention sur et à proximité immédiate des récifs d'hermelles, que ce soit lors des travaux de l'ouvrage ou des travaux de rechargement de sable.

BIBLIOGRAPHIE

IFREMER. (2015). *Suivi de l'état de conservation des récifs d'Hermelles (Sabellaria alveolata)—Rapport final*.

La Rivière, M., & Hébert, C. (2023). *Evaluation de la sensibilité des habitats marins benthiques de la Manche, de la mer du Nord et de l'Atlantique aux pressions physiques*. PatriNat (OFB-MNHN-CNRS-IRD).

Parc Naturel marin Estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis. (s. d.). *Les Hermelles*.

ANNEXES

ANNEXE 1 : FICHES GRANULOMETRIQUES

ANALYSES GRANULOMETRIQUES

SITE : **Moulin Brûlé**
DATE : **04/04/2025**

Réf de l'échantillon : **S1A**

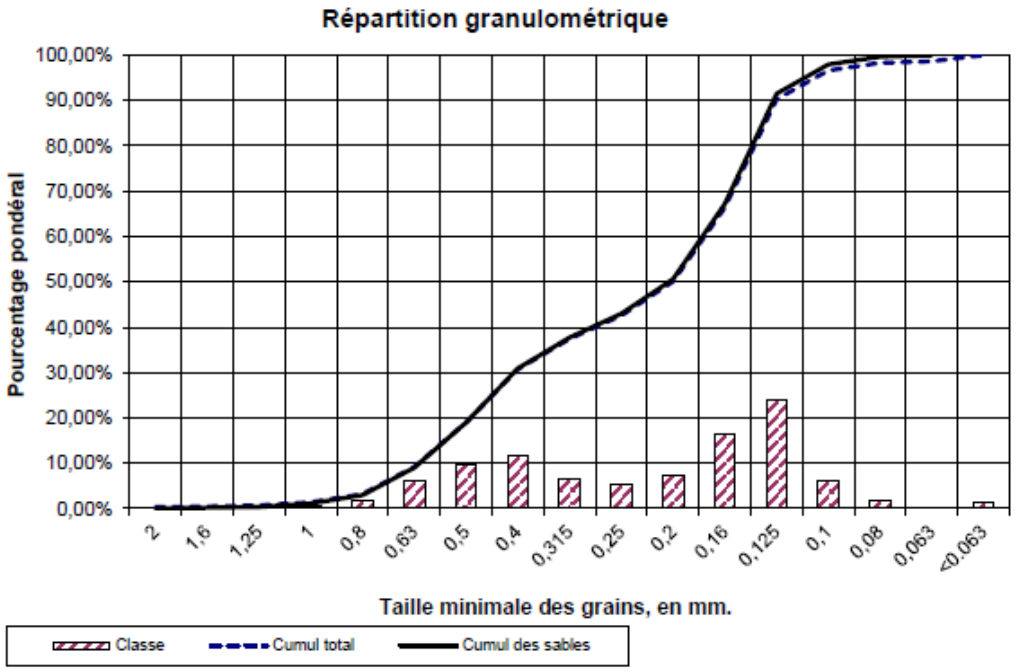
P 25 :	0,44879
P 50 :	0,20048
P 75 :	0,14736
Mode :	0,125
Grain moyen :	
en mm :	0,28
en Phi :	1,84171

	en Phi	en mm
Sorting, Ecart type :	0,96716	0,51151
Skewness, Assymétrie :	-0,20892	1,15582
Acuité (Kurtosis) :	2,50	0,17646

Poids brut prise d'essai :	251,80 g	100,00%
Poids brut GR + sable :	248,38 g	98,64%
Poids des graviers :(>2 mm) :	0,78 g	0,31%
Poids du sable (0.063 mm - 2 mm) :	247,60 g	98,33%
Poids de la fraction fine (< 0.063 mm) :	3,42 g	1,36%

Total (g) : 251,80 g

Diam (mm)	% simple	% cumulé
>2	0,31%	0,31%
1,6	0,16%	0,47%
1,25	0,20%	0,67%
1	0,73%	1,41%
0,8	1,81%	3,22%
0,63	5,93%	9,15%
0,5	9,86%	19,01%
0,4	11,70%	30,71%
0,315	6,70%	37,41%
0,25	5,20%	42,61%
0,2	7,46%	50,07%
0,16	16,28%	66,35%
0,125	23,94%	90,30%
0,1	6,31%	96,61%
0,08	1,68%	98,29%
0,063	0,35%	98,64%
<0.063	1,36%	100,00%



ANALYSES GRANULOMETRIQUES

SITE : **Moulin Brûlé**
DATE : **04/04/2025**

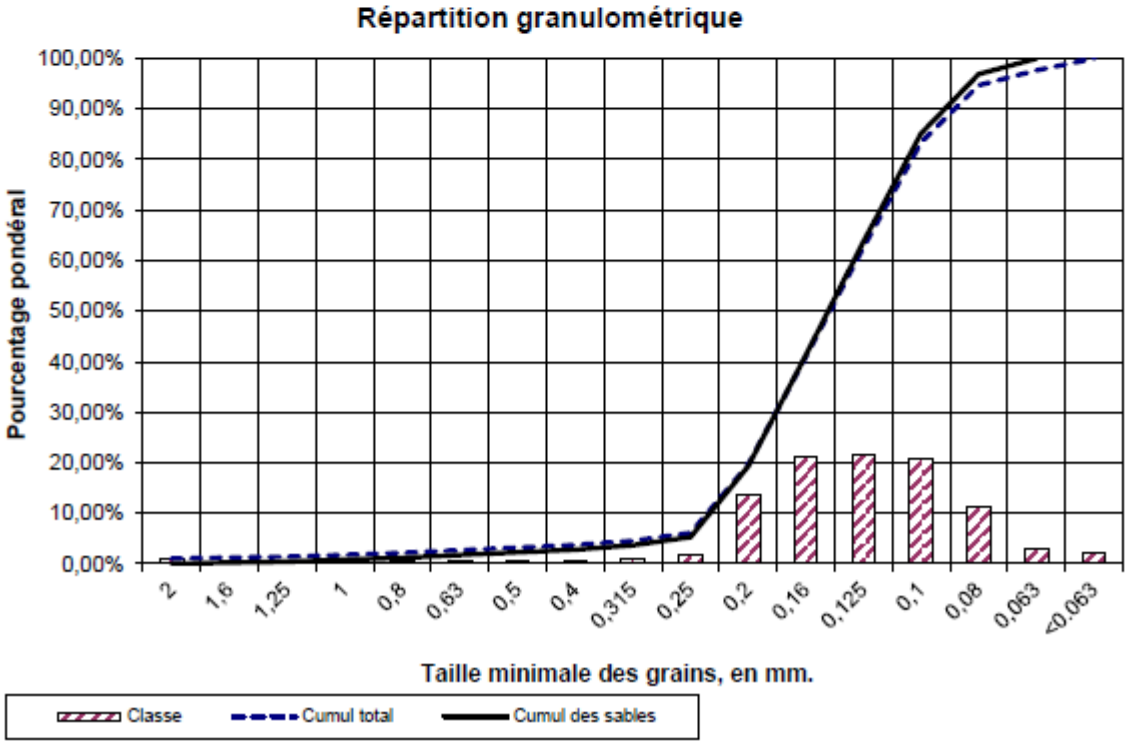
Réf de l'échantillon : **S1B**

P 25 :	0,18991
P 50 :	0,14537
P 75 :	0,11009
Mode :	0,125
Grain moyen :	
en mm :	0,17
en Phi :	2,58156

Total (g) :	238,40 g	
Diam (mm)	% simple	% cumulé
>2	1,01%	1,01%
1,6	0,23%	1,24%
1,25	0,18%	1,42%
1	0,35%	1,77%
0,8	0,39%	2,16%
0,63	0,54%	2,69%
0,5	0,49%	3,18%
0,4	0,52%	3,70%
0,315	0,83%	4,53%
0,25	1,58%	6,10%
0,2	13,53%	19,64%
0,16	21,27%	40,91%
0,125	21,75%	62,66%
0,1	20,69%	83,35%
0,08	11,38%	94,73%
0,063	2,96%	97,68%
<0.063	2,32%	100,00%

	en Phi	en mm
Sorting, Ecart type :	0,73118	0,60241
Skewness, Assymétrie :	-1,0809	2,11535
Acuité (Kurtosis) :	7,41	0,00589

Poids brut prise d'essai :	238,40 g	100,00%
Poids brut GR + sable :	232,88 g	97,68%
Poids des graviers :(>2 mm) :	2,41 g	1,01%
Poids du sable (0.063 mm - 2 mm) :	230,47 g	96,67%
Poids de la fraction fine (< 0.063 mm) :	5,52 g	2,32%



ANALYSES GRANULOMETRIQUES

SITE : **Moulin Brûlé**
DATE : **04/04/2025**

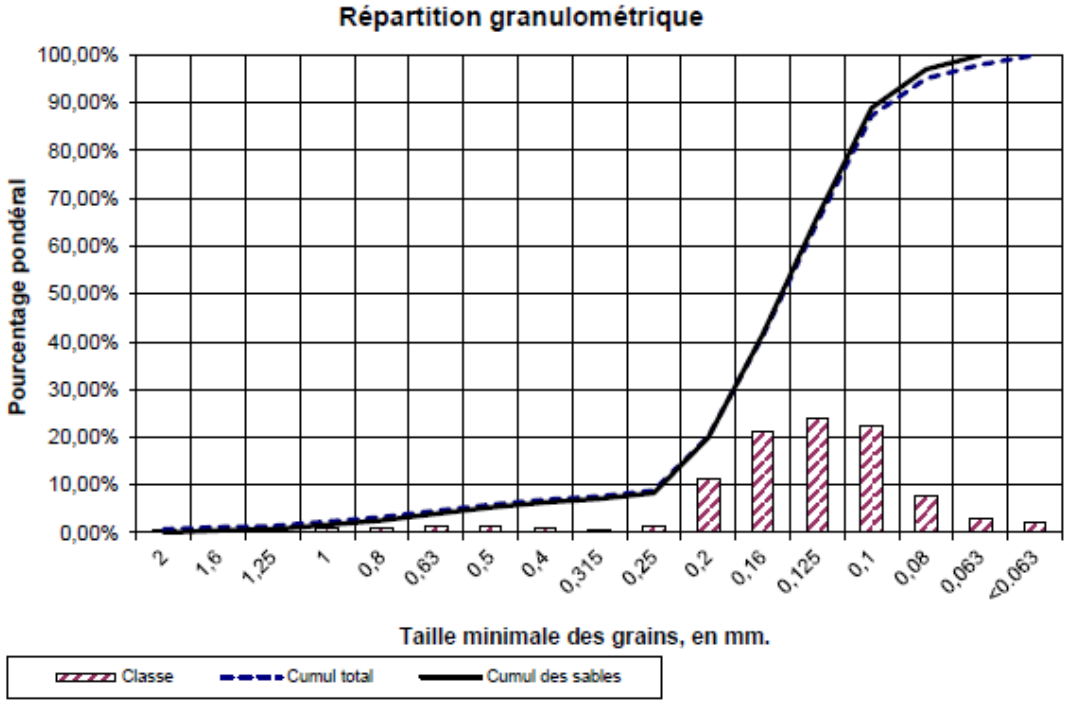
Réf de l'échantillon : **S1C**

Total (g) :	236,61 g	
Diam (mm)	% simple	% cumulé
>2	0,72%	0,72%
1,6	0,43%	1,15%
1,25	0,25%	1,40%
1	0,93%	2,32%
0,8	0,91%	3,23%
0,63	1,34%	4,58%
0,5	1,27%	5,85%
0,4	1,05%	6,90%
0,315	0,71%	7,61%
0,25	1,20%	8,81%
0,2	11,33%	20,14%
0,16	20,99%	41,13%
0,125	23,91%	65,04%
0,1	22,26%	87,30%
0,08	7,81%	95,11%
0,063	2,91%	98,03%
<0.063	1,97%	100,00%

P 25 :	0,19073
P 50 :	0,14701
P 75 :	0,11381
Mode :	0,125
Grain moyen :	
en mm :	0,18
en Phi :	2,5012

	en Phi	en mm
Sorting, Ecart type :	0,81696	0,56764
Skewness, Assymétrie :	-1,38565	2,6129
Acuité (Kurtosis) :	6,86	0,00863

Poids brut prise d'essai :	236,61 g	100,00%
Poids brut GR + sable :	231,94 g	98,03%
Poids des graviers :(>2 mm) :	1,71 g	0,72%
Poids du sable (0.063 mm - 2 mm) :	230,23 g	97,30%
Poids de la fraction fine (< 0.063 mm) :	4,67 g	1,97%



ANALYSES GRANULOMETRIQUES

SITE : **Moulin Brûlé**
DATE : **04/04/2025**

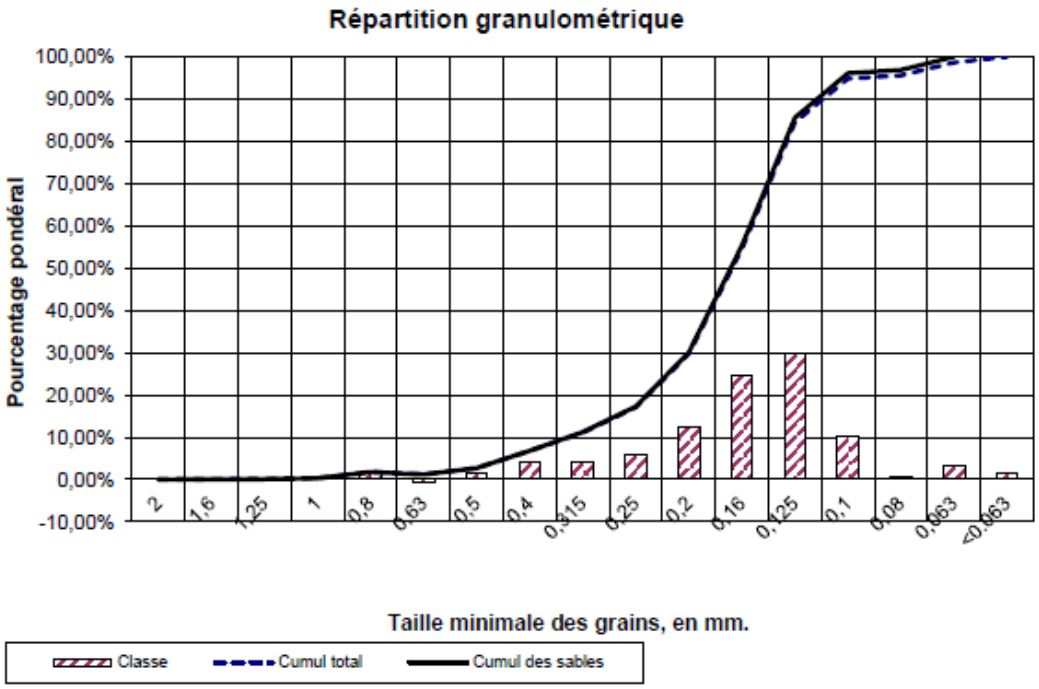
Réf de l'échantillon : **S2A**

P 25 :	0,21877
P 50 :	0,16734
P 75 :	0,1361
Mode :	0,125
Grain moyen :	
en mm :	0,20
en Phi :	2,3228

	en Phi	en mm
Sorting, Ecart type :	0,69734	0,61671
Skewness, Assymétrie :	-0,59395	1,50938
Acuité (Kurtosis) :	5,46	0,02278

Total (g) :	250,43 g	
Diam (mm)	% simple	% cumulé
>2	0,06%	0,06%
1,6	0,05%	0,11%
1,25	0,08%	0,19%
1	0,16%	0,35%
0,8	1,47%	1,82%
0,63	-0,59%	1,23%
0,5	1,49%	2,72%
0,4	4,07%	6,79%
0,315	4,32%	11,11%
0,25	6,00%	17,11%
0,2	12,63%	29,74%
0,16	24,81%	54,55%
0,125	29,94%	84,50%
0,1	10,33%	94,83%
0,08	0,73%	95,56%
0,063	3,11%	98,67%
<0.063	1,33%	100,00%

Poids brut prise d'essai :	250,43 g	100,00%
Poids brut GR + sable :	247,09 g	98,67%
Poids des graviers :(>2 mm) :	0,16 g	0,06%
Poids du sable (0.063 mm - 2 mm) :	246,93 g	98,60%
Poids de la fraction fine (< 0.063 mm) :	3,34 g	1,33%



ANALYSES GRANULOMETRIQUES

SITE : **Moulin Brûlé**
DATE : **04/04/2025**

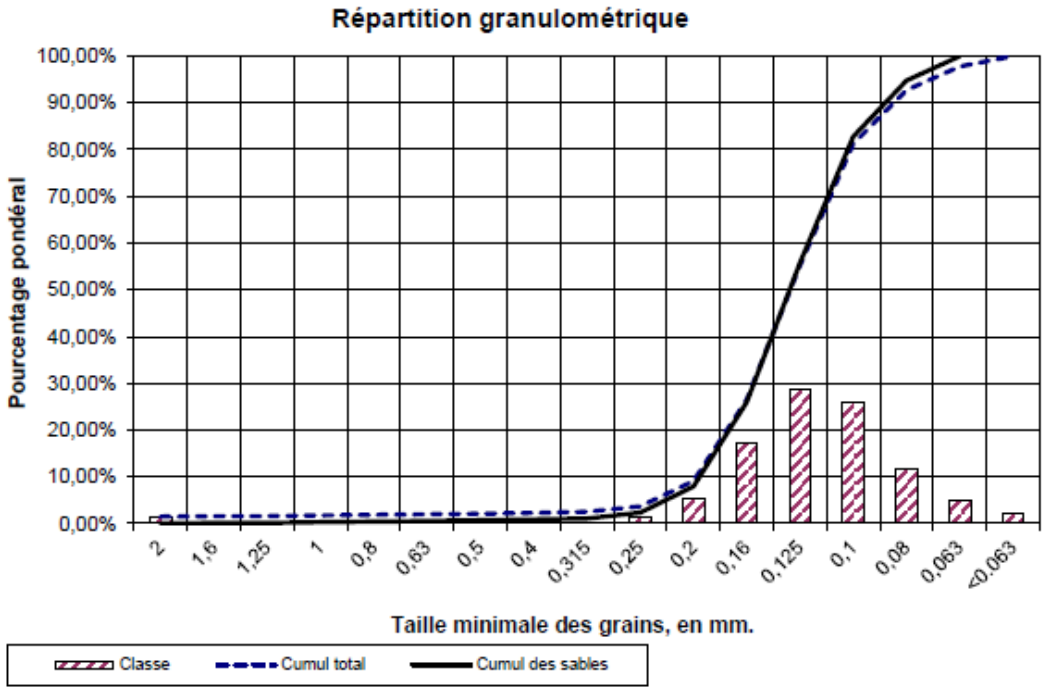
Réf de l'échantillon : **S2B**

P 25 :	0,1633
P 50 :	0,13139
P 75 :	0,10599
Mode :	0,125
Grain moyen :	
en mm :	0,15
en Phi :	2,73083

Total (g) :	239,64 g	
Diam (mm)	% simple	% cumulé
>2	1,47%	1,47%
1,6	0,09%	1,56%
1,25	0,04%	1,59%
1	0,13%	1,73%
0,8	0,12%	1,85%
0,63	0,13%	1,98%
0,5	0,13%	2,11%
0,4	0,18%	2,29%
0,315	0,21%	2,50%
0,25	1,19%	3,68%
0,2	5,40%	9,08%
0,16	17,35%	26,43%
0,125	28,83%	55,26%
0,1	25,96%	81,22%
0,08	11,52%	92,74%
0,063	5,06%	97,80%
<0.063	2,20%	100,00%

	en Phi	en mm
Sorting, Ecart type :	0,64494	0,63952
Skewness, Assymétrie :	-1,25266	2,3828
Acuité (Kurtosis) :	9,34	0,00154

Poids brut prise d'essai :	239,64 g	100,00%
Poids brut GR + sable :	234,37 g	97,80%
Poids des graviers :(>2 mm) :	3,52 g	1,47%
Poids du sable (0.063 mm - 2 mm) :	230,85 g	96,33%
Poids de la fraction fine (< 0.063 mm) :	5,27 g	2,20%



ANALYSES GRANULOMETRIQUES

SITE : **Moulin Brûlé**
DATE : **04/04/2025**

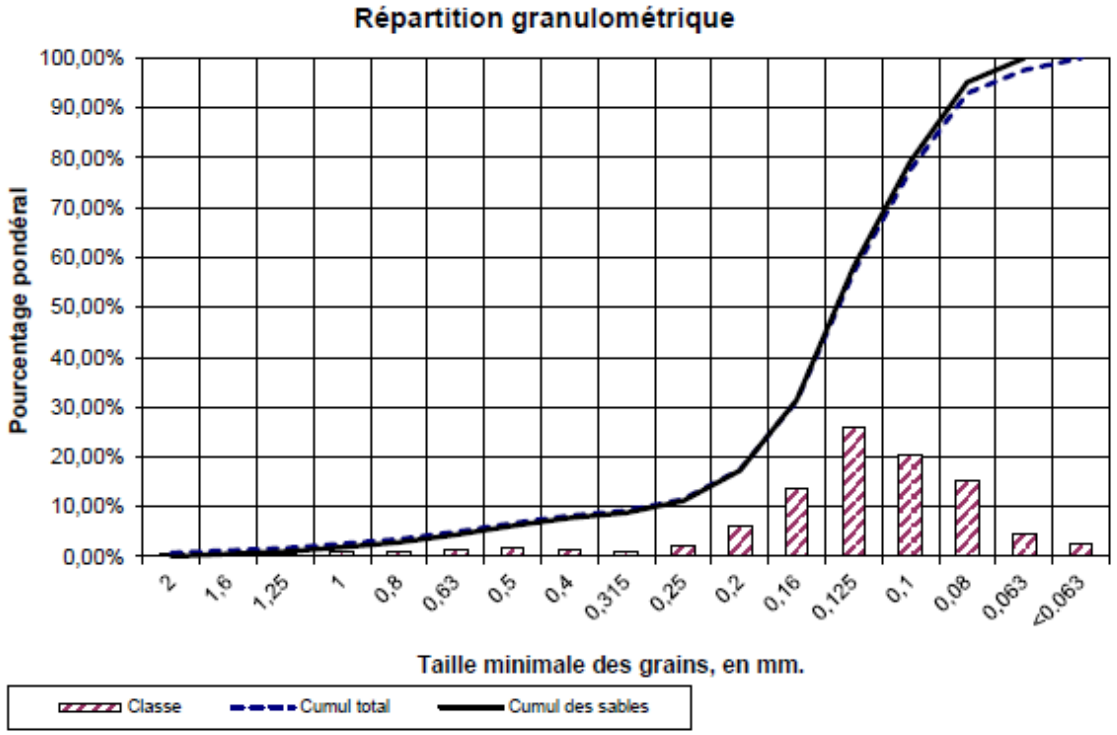
Réf de l'échantillon : **S2C**

P 25 :	0,17804
P 50 :	0,13456
P 75 :	0,10316
Mode :	0,125
Grain moyen :	
en mm :	0,17
en Phi :	2,5866

Total (g) :	264,62 g	
Diam (mm)	% simple	% cumulé
>2	0,73%	0,73%
1,6	0,49%	1,22%
1,25	0,48%	1,70%
1	0,85%	2,55%
0,8	0,93%	3,48%
0,63	1,48%	4,95%
0,5	1,72%	6,67%
0,4	1,53%	8,21%
0,315	0,99%	9,20%
0,25	2,31%	11,51%
0,2	5,94%	17,46%
0,16	13,74%	31,20%
0,125	25,87%	57,07%
0,1	20,53%	77,59%
0,08	15,35%	92,95%
0,063	4,67%	97,62%
<0.063	2,38%	100,00%

	en Phi	en mm
Sorting, Ecart type :	0,89334	0,53837
Skewness, Assymétrie :	-1,42009	2,67601
Acuité (Kurtosis) :	6,11	0,01445

Poids brut prise d'essai :	264,62 g	100,00%
Poids brut GR + sable :	258,33 g	97,62%
Poids des graviers :(>2 mm) :	1,93 g	0,73%
Poids du sable (0.063 mm - 2 mm) :	256,40 g	96,89%
Poids de la fraction fine (< 0.063 mm) :	6,29 g	2,38%



ANNEXE 2 : LISTE DES ESPECES ET BIOMASSE

	S1A			Total S1A	Biomasse	S1B			Total S1B	Biomasse	S1C			Total S1C	Biomasse	S2A			Total S2A	Biomasse	S2B			Total S2B	Biomasse	S2C			Total S2C	Biomasse
	A1	A2	A3			B1	B2	B3			C1	C2	C3			A1	A2	A3			B1	B2	B3			C1	C2	C3		
Bathyporeia pelagica	1		2	3	0,0017	2		1	3	0,0009		1	1	2	0,0009			1	1	1E-04	5		8	13	0,0039		2		2	0,0002
Capitella sp.						1			1	0,0003															1	1		2	0,0008
Carcinus maenas	1			1	0,0004																									
Cumopsis goodsir			1	1	1E-04																									
Diogenes pugilator											3	2	2	7	0,1965						1			1	0,08	2	1	4	7	0,2068
Donax vittatus							1		1	0,0213																	2		2	0,0283
Eocuma dollfusi						3			3	0,001		2		2	0,0009											1	2		3	0,0006
Eurydice affinis	49	55	42	146	0,0417		1		1	1E-04						5	8	10	23	0,0065	3		1	4	0,0012			1	1	1E-04
Fabulina fabula							4	6	10	1,0391											3	4	4	11	0,1534	10	11	1	22	0,4218
Gastrosaccus spinifer																		1	1	0,0003		1		1	0,0012		1		1	0,0009
Glycera sp.							2	3	5	0,0036		1		1	0,0014								1	1	0,0033					
Glycinde nordmanni												1		1	1E-04															
Haustorius arenarius	1	1		2	0,0059																									
Heteromastus filiformis											3	4	2	9	0,0124											10	18	4	32	0,1233
Hilbigneris gracilis						1	1	1	3	0,1321			2	2	0,1932															
Idotea pelagica													1	1	0,0003															
Iphinoe trispinosa											1			1	0,0003											4	3	1	8	0,0017
Magelona sp.							1		1	1E-04																1	1		2	0,0007
Megaluropus agilis													1	1	0,0002															
Nemerta											16	16	1	33	0,0068												1		1	0,0004
Nephtys cirrosa																					1		2	3	0,0108					
Nephtys hombergii																											1		1	0,0749
Nototropis falcatus													1	1	0,0002		1		1	1E-04										
Onuphis eremita																											1		1	0,001
Owenia fusiformis																						1		1	0,0024					
Paraonis fulgens							1		1	1E-04	10	7	7	24	0,0049						1			1	0,0005					
Pharus legumen																					1			1	0,095					
Phyllodoce mucosa												1		1	0,0007															
Pinnotheres pisum																										1			1	0,0005
Planaire sp.												1		1	0,0753															
Polycirrus sp.																					1			1	1E-04	11	15	1	27	0,0372
Pontocrates arenarius							1		1	0,0002																	1		1	0,0004
Scolelepis (Scolelepis) squamata	13	31	13	57	0,1689											48	69	46	163	0,6012										
Scoloplos armiger						3	4	2	9	0,006	49	26	15	90	0,0737							1		1	0,0018	20	25	2	47	0,0324
Spisula solida																					1			1	0,0158					
Sthenelais boa													1	1	0,0231															
Talitrus saltator											1			1	0,0011															
Urothoe poseidonis																											17	1	18	0,0046
Varicorbula gibba							1		1	0,0078																				
Vaunthompsonia cristata																						1	1	2	0,0003					

ANNEXE 4 : PRESENTATION DES MODELES UTILISES

1. MIKE – Modélisation des houles et des courants

1.1. Présentation

Le logiciel de modélisation MIKE développé par DHI (Danish Hydraulic Institute) permet de simuler numériquement et en trois dimensions les phénomènes physiques régissant l'hydraulique des milieux maritimes et fluviaux tels que notamment les variations de niveau d'eau, les courants, les vagues, ainsi que leurs interactions. MIKE permet de faire de la modélisation 2D (avec MIKE 21) et 3D (avec MIKE 3) et comporte différents modules. Dans le cadre de cette phase de l'étude, le module de propagation de la houle MIKE 21 SW et le module HD (2D) ont été utilisés et sont présentés ci-après.

1.1.1. MIKE SW

MIKE SW est un modèle numérique de troisième génération qui permet le calcul des paramètres caractéristiques de la houle sur les domaines côtiers, les lacs et les estuaires, à partir de conditions de houle fournies aux limites du domaine (conditions aux limites) et/ou de conditions de vent fournies sur l'ensemble du modèle. Il s'agit d'un modèle spectral : la houle est décrite à travers la répartition de l'énergie en fréquences et en directions. Différents spectres types paramétrés à partir des données caractérisant un état de mer (hauteur, période, direction moyenne de propagation…) peuvent être utilisés.

Le modèle est basé sur la résolution des équations de conservation de la densité d'action de la houle. La densité d'action est déterminée à partir de la densité d'énergie (exprimée en fonction de la fréquence et de la direction). L'algorithme de résolution utilise une méthode aux différences finies. Les caractéristiques de la houle sont calculées aux nœuds du maillage triangulaire couvrant le domaine de calcul.

MIKE SW permet la prise en compte de la majeure partie des phénomènes influant sur la génération et la propagation d'une houle sur un domaine côtier :

- Phénomènes de réfraction liés à l'évolution des fonds et/ou à l'interaction avec le courant ;
- Evolutions du niveau d'eau (marée, set-up, etc.) ;
- Génération par le vent ;
- Dissipation de l'énergie par frottement sur le fond et par déferlement ;
- Interaction de houles ;
- Shoaling (gonflement des vagues par frottement sur le fond) ;
- Diffraction ;
- Réflexion.

1.1.2. MIKE HD

Le module HD permet de résoudre, par une méthode aux éléments finis sur des maillages triangulaires, les équations de l'hydraulique (avec l'hypothèse de pression hydrostatique et surface évolutive au cours du temps) ; et de transport-diffusion de grandeurs intrinsèques (température, salinité, concentration) pour les écoulements tridimensionnels à surface libre de type fluvial ou maritime.

Les composantes verticales et horizontales de la vitesse ainsi que la concentration des variables (telles que la température ou la salinité) transportées sont ainsi déterminées en chaque point de maillage du

domaine, et à différentes profondeurs. Le modèle calcule également la hauteur d'eau en tout point du domaine et à chaque pas de temps.

Le code de calcul est capable notamment de prendre en compte les phénomènes suivants :

- Frottement sur le fond ;
- Marée ;
- Contraintes de radiation liée à la houle ;
- Influence de la force de Coriolis ;
- Influence de phénomènes météorologique : pression atmosphérique et vent.

1.1.3. Couplage des modules HD et SW

Le couplage des deux modules HD et SW dans MIKE permet notamment de calculer les phénomènes engendrés par la houle sur l'écoulement des masses d'eau, tels que les phénomènes de set-up (surélévation locale du plan d'eau, en fonction de la configuration locale des fonds sur les zones de déferlement) mais permet aussi, réciproquement, de prendre en compte l'influence du set-up précédemment calculé sur la propagation des vagues à la côte. La création de courant par la houle (dérive littorale) et la réfraction des vagues par les courants sont également prises en compte.

1.2. Domaine, maillage et bathymétrie

Le maillage en éléments finis, autorise une grande souplesse dans la représentation de zones complexes et dans la distorsion entre mailles, ce qui permet de raffiner localement les mailles aussi précisément que voulu. Dans le modèle utilisé, la taille des mailles est de l'ordre d'un kilomètre aux limites du modèle tandis que dans les zones les plus sensibles proches de la côte, elle est d'environ 3 mètres. Cette gradation de la définition du maillage permet d'optimiser le rapport entre une bonne représentation des phénomènes physiques dans les petits fonds et des temps de calculs raisonnables.

Les données bathymétriques utilisées sont issues :

- Du Modèle Numérique de Terrain HOMONIM du SHOM de la façade atlantique d'une précision de 100 m ;
- Du Modèle Numérique de Terrain HOMONIM du SHOM des pertuis charentais d'une précision de 10 à 20 m ;
- Du levé LIDAR 2021 réalisé par le CD17 aux abords de la zone d'étude.

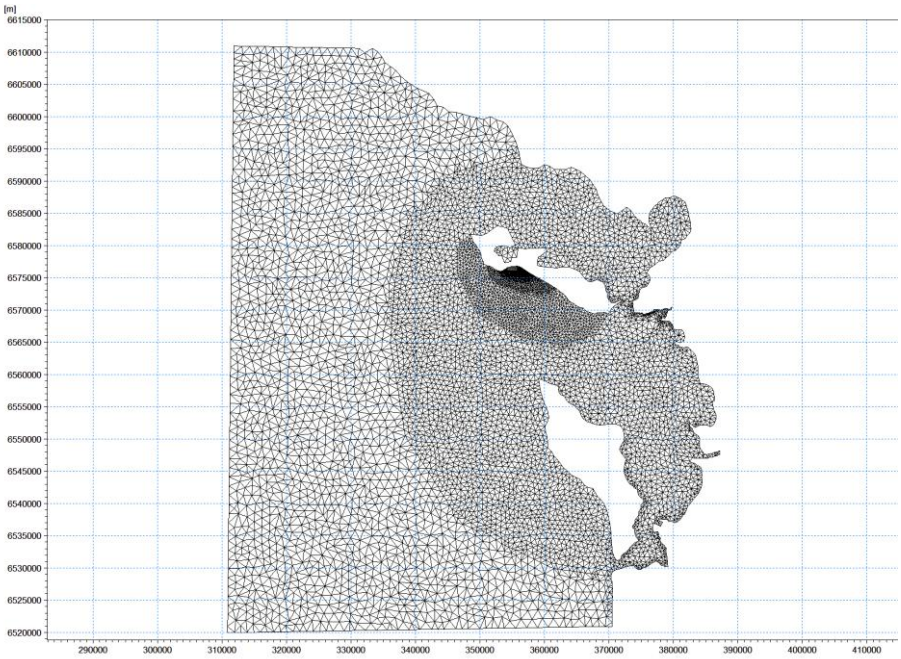


Figure 1-1 : Maillage de l'ensemble du modèle MIKE

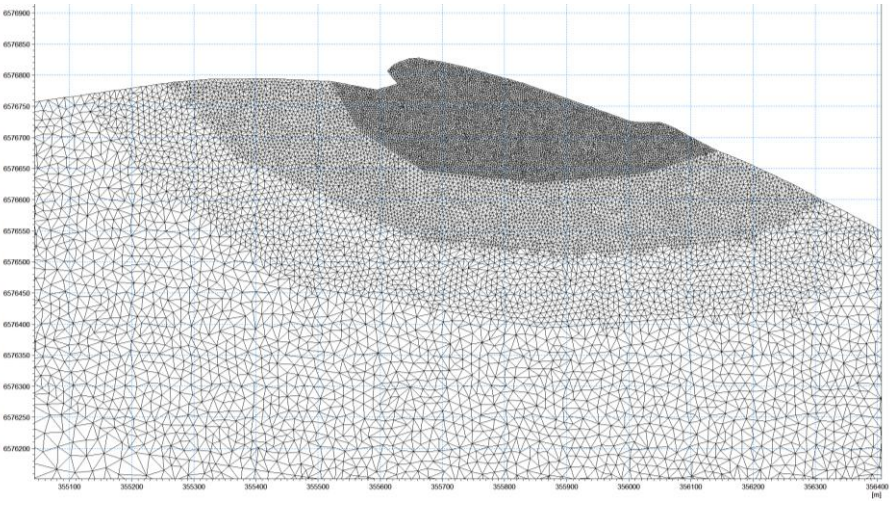
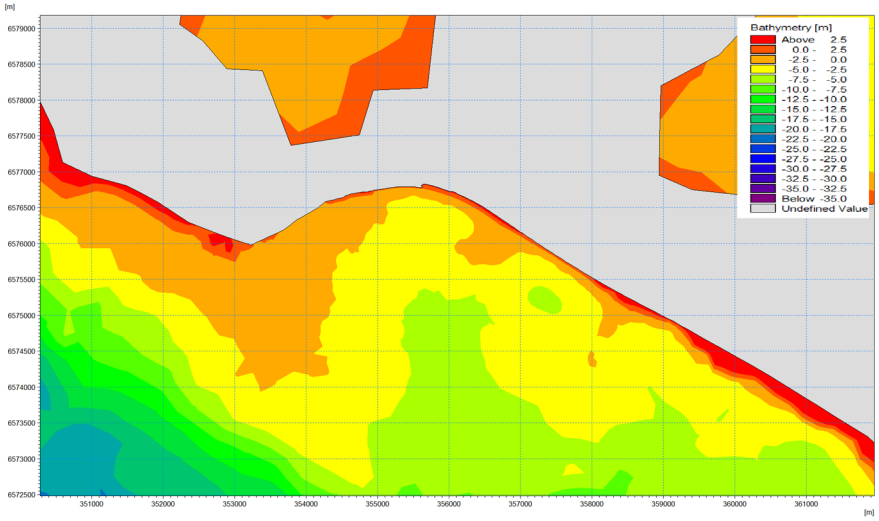


Figure 1-2 : Maillage de l'ensemble du modèle MIKE - Zoom sur la zone d'étude



Bathymétrie du modèle MIKE - Zoom sur la zone d'étude

2. GENESIS – Modélisation hydrosédimentaire à long terme

2.1. Présentation du logiciel

Le modèle GENESIS fait partie de la suite CEDAS développée par le U.S Army Corps of Engineers. Ce code de calcul permet d'obtenir une estimation de l'évolution du trait de côte sur plusieurs années, à partir d'une série temporelle de vagues. Pour se faire, le code de calcul estime le gradient du débit solide (transport longshore) dans chacune des mailles du modèle mis en place.

Les données ayant permis la construction du modèle sont les suivantes :

- MNT local issu des différents levés, pour la construction de la grille d'élévation topo-bathymétrique ;
- Données de houle d'entrée issues du modèle numérique HOMERE ;
- Traits de côte digitalisés à partir des orthophotographies historiques de 1964 et 1975 le but d'effectuer le calage du modèle, ainsi que d'août 2021 pour les simulations à +10 et +20 ans.

La construction du modèle GENESIS nécessite le module NEMOS de CEDAS, afin de générer la grille de maillage, superposer les traits de côte à la grille d'élévation, affiner l'interface terre-mer ainsi que pour traiter les données hydrodynamiques.

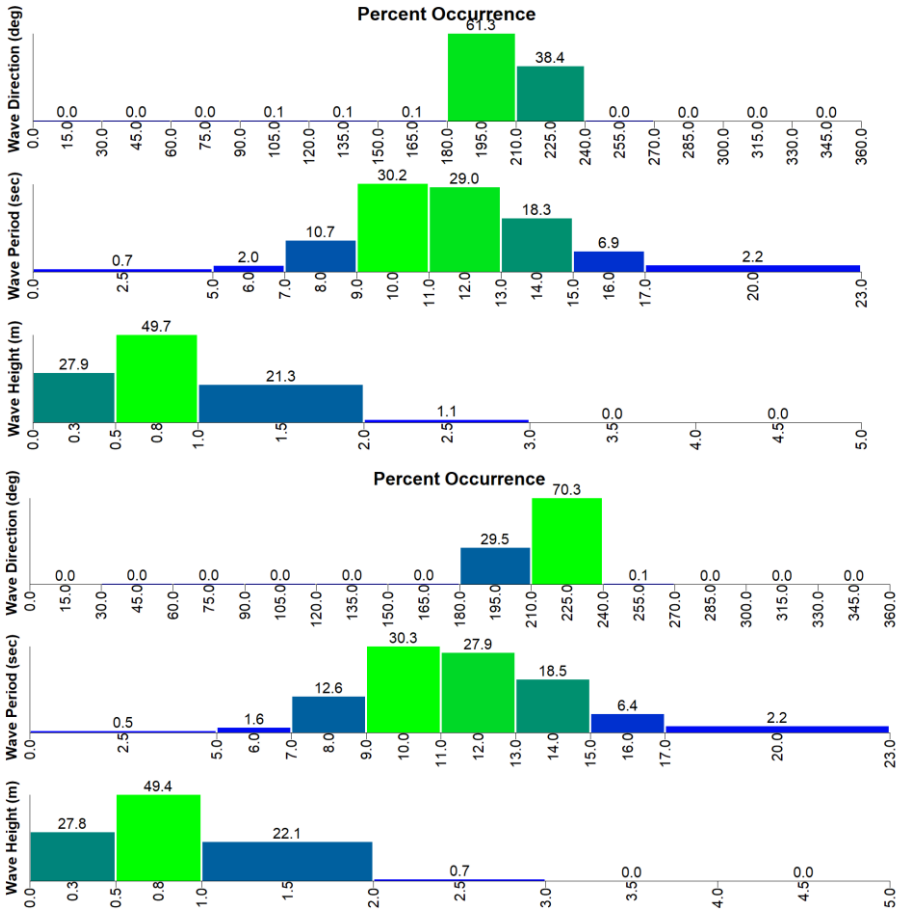
GENESIS intervient ensuite pour la réalisation des simulations, une fois les données sédimentologiques et le paramétrage de la simulation renseignés.

2.2. Choix d'une année type de houle

Comme expliqué précédemment, des houles fréquentes doivent être déterminées afin de modéliser la dynamique sédimentaire sur le long terme de la zone d'étude. Pour ce cas particulier, les houles fréquentes peuvent être associées au niveau d'eau le plus fréquent soit le niveau moyen (+0.68 mNGF). Les valeurs retenues de hauteur de houle (Hs), période (Tp) et de direction (Dir), sont alors directement extraites des analyses statistiques présentées antérieurement, sous forme de série temporelle.

Les différents scénarios hydrodynamiques issus de cette analyse pourront finalement être reproduits au sein du logiciel CEDAS (module GENESIS) de sorte à étudier l'efficacité des aménagements. Pour se faire, une année type de vague a été sélectionnée sur la période 1993-2019 fournie par le modèle HOMERE, par comparaison statistique des données de houle (Hs, Tp, Dir) de chacune des années à la moyenne de la période.

Ainsi, après analyse et comparaison statistique, l'année 2019 a été sélectionnée comme série temporelle d'entrée du modèle GENESIS. En effet, les valeurs de Hs et Tp pour cette année montrent une bonne correspondance avec la moyenne de 1993-2019.



Comparaison statistique des séries temporelles de 1993-2019 en haut et 2019 en-dessous.

2.3. Calage du modèle

Afin de déterminer les coefficients de calibration de la dérive littorale au sein de GENESIS, une évolution du trait de côte sur une période historique doit être modélisée. Pour que le calage du modèle soit correct, le trait de côte simulé sur cette période doit se rapprocher le plus possible de la dynamique historique relevée.

Le calage a été fait pour cette étude sur la période 1964-1975. En effet, cette période a été choisie après observation des prises de vues aériennes historiques montrant une absence d'aménagements sur cette période. Le calage réalisé s'est avéré légèrement imprécis du fait de l'indentation marquée des traits de côtes digitalisés, comme peuvent le montrer des différences de +- 10 m entre trait de côte attendu et trait de côte modélisé. Toutefois une différence de +-5 m est observable sur la plus grande partie du trait de côte ce qui est satisfaisant.

3. S-BEACH – Modélisation hydrosédimentaire 1D à court terme (effet des tempêtes sur un profil type)

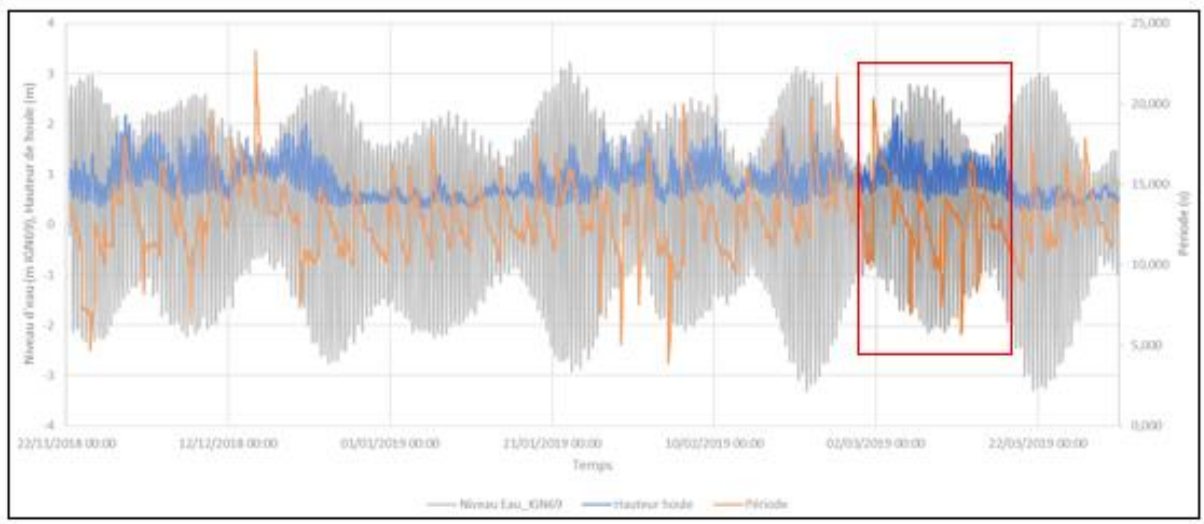
3.1. Présentation du logiciel

Des modélisations hydrosédimentaires ont été mises en œuvre à l'aide de S-BEACH, modèle numérique de la suite CEDAS, afin de simuler l'évolution du profil de plage et ainsi caractériser les mouvements de sédiments dans le cas d'une tempête d'occurrence annuelle. Ces modélisations ont été réalisées en vue d'observer le comportement érosif du haut de plage, dans le cadre de la mise en place de la solution initialement retenue.

3.2. Méthodologie

Afin d'obtenir des profils d'érosion de la plage du Moulin Brûlé, différents éléments préalables ont été nécessaires au fonctionnement de S-BEACH :

- MNT local pour la construction du profil d'élévation.
- Données de houle d'entrée issues du modèle numérique HOMERE. Ces données ont ensuite été analysées afin de choisir un événement tempétueux caractéristique d'une tempête annuelle de forte intensité (pleine mer de vives-eaux), soit ici la tempête de mars 2019 (figure ci-dessous).



Série temporelle des niveaux d'eau, périodes et hauteurs de houle pour la tempête de mars 2019 (encadré rouge), au niveau du point d'extraction local HOMERE.

Il doit également être précisé que le modèle S-BEACH calcule uniquement l'érosion et les mouvements sédimentaires le long d'un profil transversal à la plage, caractéristiques de l'impact des courants de houles tempétueuses. Ce modèle ne permet donc pas de modéliser de l'accrétion générée par des conditions de beau temps et par la dynamique des courants longshore. Ainsi, la simulation effectuée a uniquement pris en compte la période temporelle de la tempête de mars 2019, soit environ trois jours.

Les simulations de l'impact de la tempête de référence de mars 2019 sur la plage aménagée, à la suite de la renaturation dunaire et du rechargement en sable, ont permis l'obtention de profils d'érosion du haut de plage et ainsi d'estimer l'entretien annuel nécessaire au maintien de la solution d'aménagement.

4. X-BEACH – Modélisation hydrosédimentaire 2D à court terme (effet des tempêtes sur toute la zone)

4.1. Objectifs de la modélisation XBeach

La modélisation réalisée avec XBeach a pour objectif principal de tester concrètement les ouvrages imaginés (épis, rechargements, protections) et d'évaluer leur performance hydrosédimentaire à l'échelle de tempêtes sur toute la zone. Il s'agit d'estimer, de manière spatialisée et temporelle, où et quand se produisent l'érosion et l'accrétion sous des forçages marins réalistes, de quantifier les volumes de sédiment déplacés et perdus, et d'identifier les trajectoires principales du transport littoral induit par la houle. Au-delà d'un simple diagnostic cartographique, l'objectif est aussi de vérifier que les aménagements proposés réduisent efficacement les points sensibles identifiés par les approches 1D et long terme, et de préciser si des effets secondaires (concentration d'érosion en aval, transferts latéraux accrus, etc.) apparaissent.

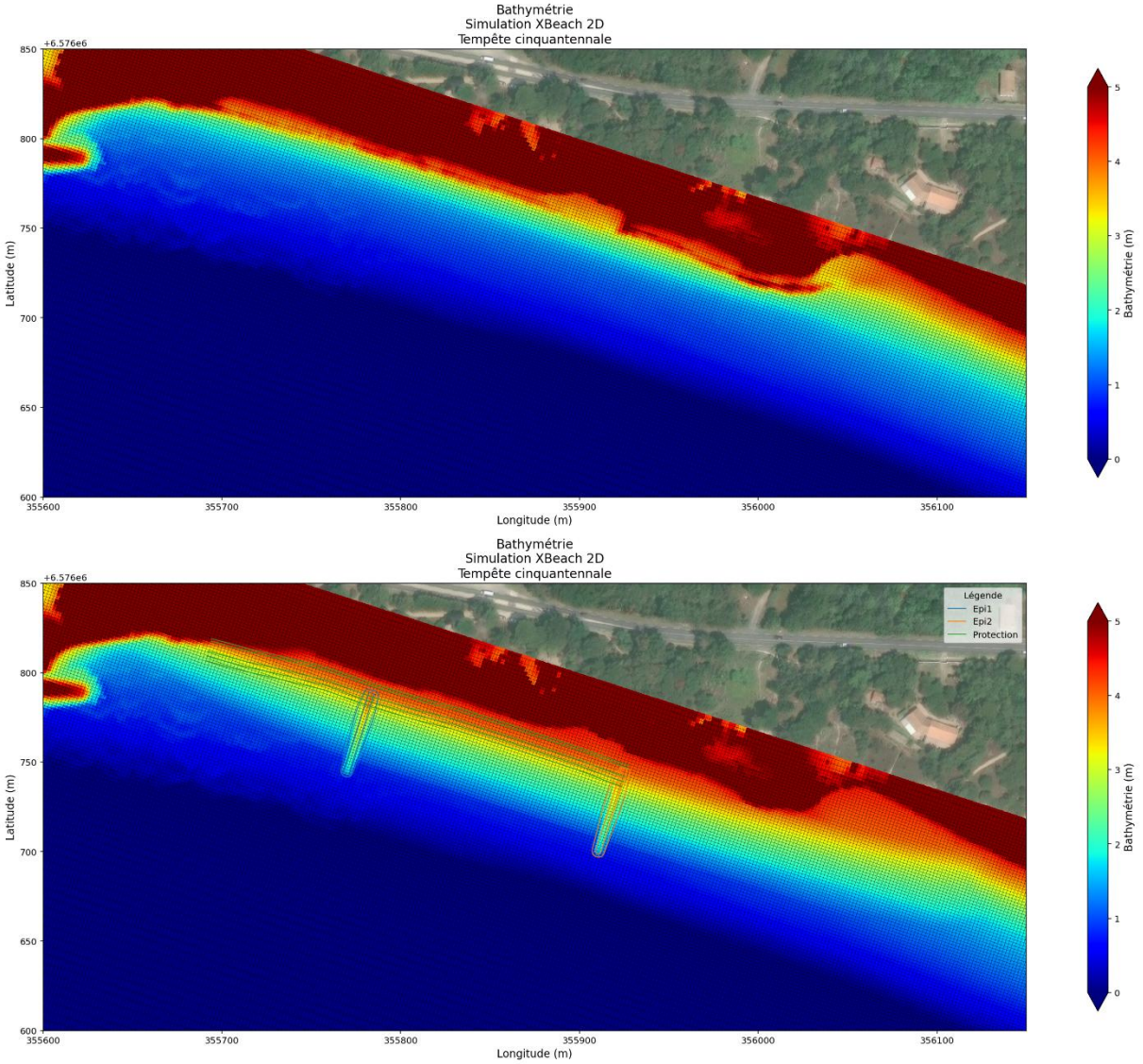
4.2. Description du modèle Xbeach

XBeach est un modèle numérique dédié à la zone côtière qui couple l'hydrodynamique (propagation et transformation des houles, dissipation par déferlement, courants induits, surcote) et la dynamique sédimentaire (transport en suspension et au fond, avalanching, évolution de bathymétrie). Conçu spécifiquement pour simuler les réponses côtières aux tempêtes, il permet de représenter à la fois les mécanismes de jet de rive (run-up, overwash) et les transferts sédimentaires fins à l'échelle locale, ce qui en fait un outil adapté pour évaluer l'efficacité d'aménagements comme des épis ou des rechargements.
XBeach peut fonctionner selon plusieurs modes numériques : un mode « surfbeat » moyenne-ondes plus économique en calcul, et un mode « non-hydrostatique » qui résout finement les processus de houle (onde par onde) et restitue de façon plus précise les phases de déferlement, le run-up et l'overwash. Dans cette étude nous avons utilisé XBeach en 2D non-hydrostatique afin de capturer avec fidélité les phénomènes transitoires induits par des tempêtes intenses et leurs interactions localisées avec les ouvrages projetés. Ce choix permet de rendre compte des gradients spatiaux et des effets 2D (déflection, concentration d'érosion en aval, transferts latéraux) qui ne sont pas accessibles dans des approches 1D ou moyennées.

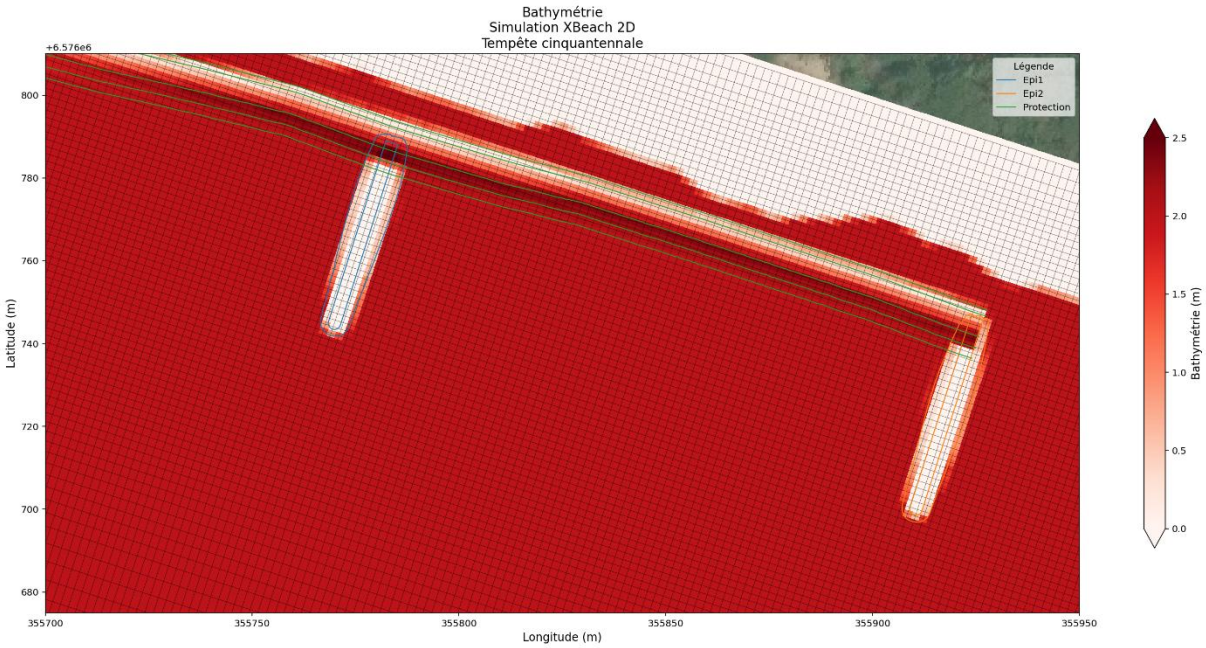
4.3. Domaine, maillage et bathymétrie

Le domaine de calcul a été défini de manière à couvrir l'ensemble de la zone de déferlement et les zones adjacentes susceptibles d'être affectées par les aménagements projetés. La grille utilisée est une grille rectangulaire à résolution variable, conçue pour concentrer la finesse métrique dans la bande de déferlement où les gradients hydrodynamiques et morphodynamiques sont les plus forts. Cette grille comporte 132 × 374 mailles et couvre une surface d'environ 500 × 1000 m, ce qui permet de représenter avec un maillage suffisamment fin les interactions localisées entre houle, courant et ouvrages. Le choix d'une structure rectangulaire facilite la stabilité numérique.
La bathymétrie et la topographie initiales proviennent des mêmes jeux de données décrits précédemment dans le rapport, enrichis ici par l'accès récent au MNT LITTO3D du SHOM. Ce nouveau MNT a été intégré pour compléter les secteurs situés en dehors des levés récents et a permis d'homogénéiser la couverture spatiale du modèle. L'ensemble des données a été projeté et harmonisé en NGF / Lambert-93, puis fusionné et interpolé avec des précautions de qualité (vérification des discontinuités, remplissage des vides, et contrôle des offsets verticaux) afin d'éviter des artefacts locaux susceptibles d'influencer les runs à haute résolution.
Les aménagements étudiés — épis, protections littorales et rechargement — ont été intégrés explicitement dans le MNT, en restituant la géométrie des ouvrages (altitudes de crête, profils transversaux, emprises) et la distribution du rechargement sur la plage. Cette intégration directe dans

le modèle de terrain garantit que les interactions morphologiques locale/ouvrage sont simulées sur une géométrie fidèle au projet. Parallèlement, les épaisseurs de matériaux érodables ont été définies pour l'état initial et pour l'état aménagé.



Maillage et bathymétrie pour l'état initial et aménagé.

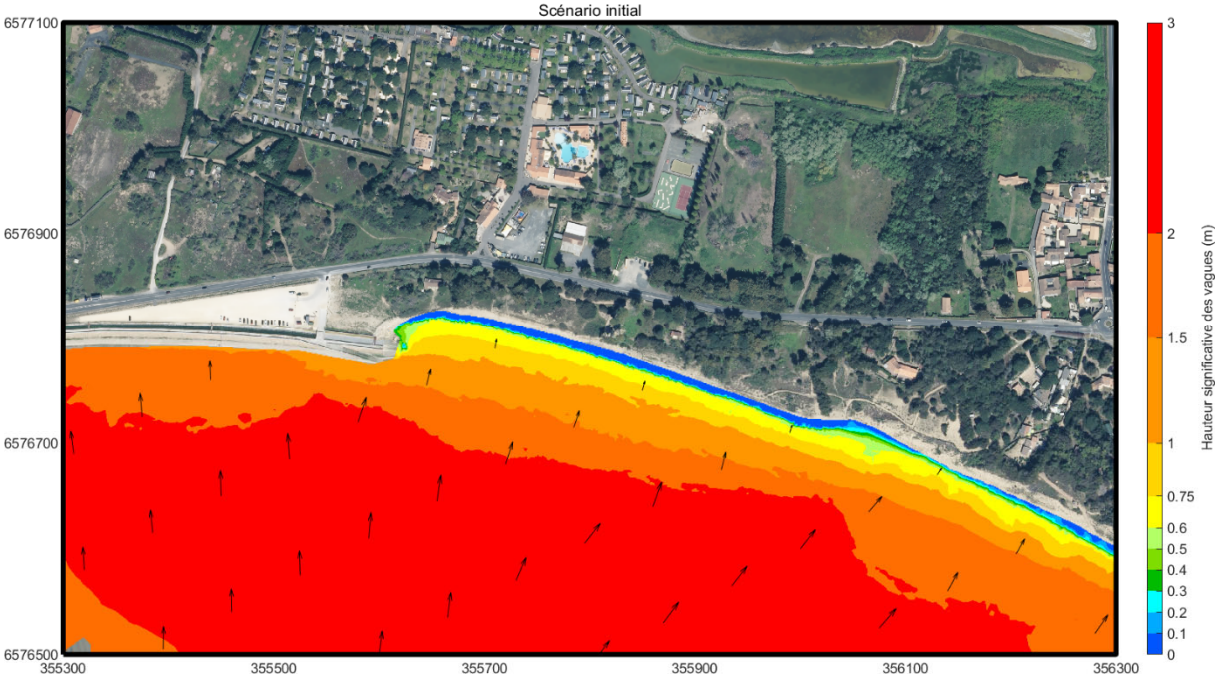


Maillage et épaisseur des sédiments érodables au niveau des aménagements pour l'état aménagé.

ANNEXE 5 : RESULTATS DES MODELISATIONS DE HOULE

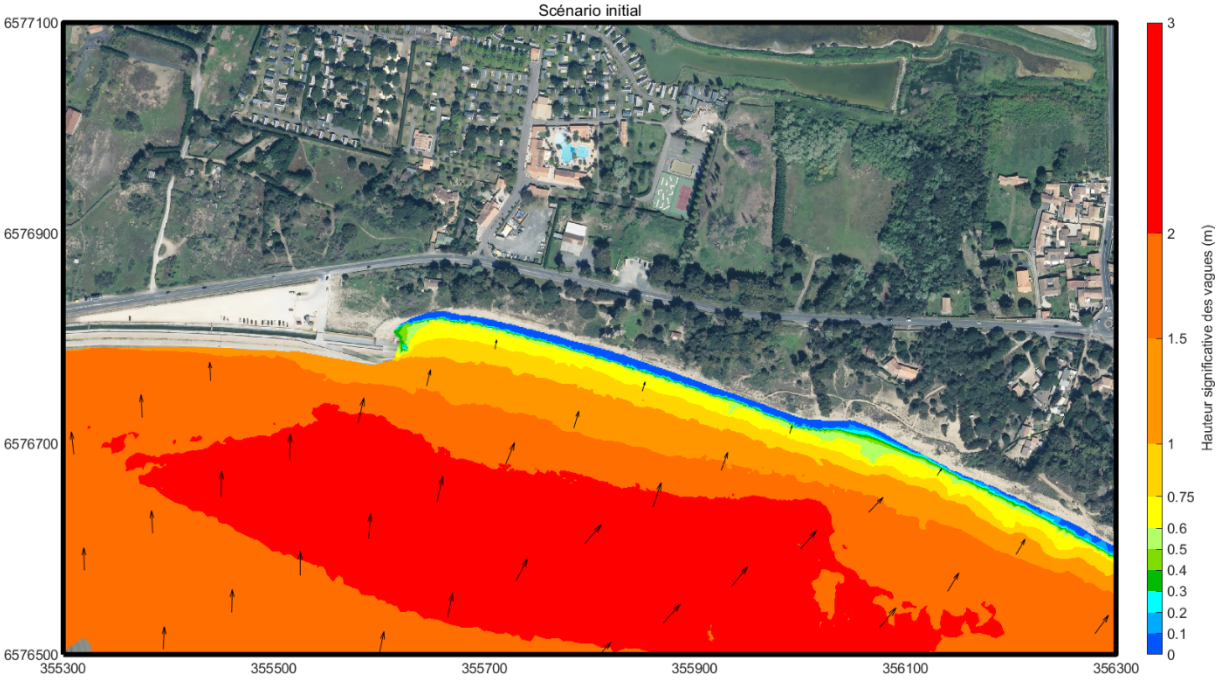
Période de retour 1 an - Propagation de la Houle de parametres Hs=6.80 m - Tp=14 s - Dp=248°N - NV=2.86 m NGF

Scénario initial



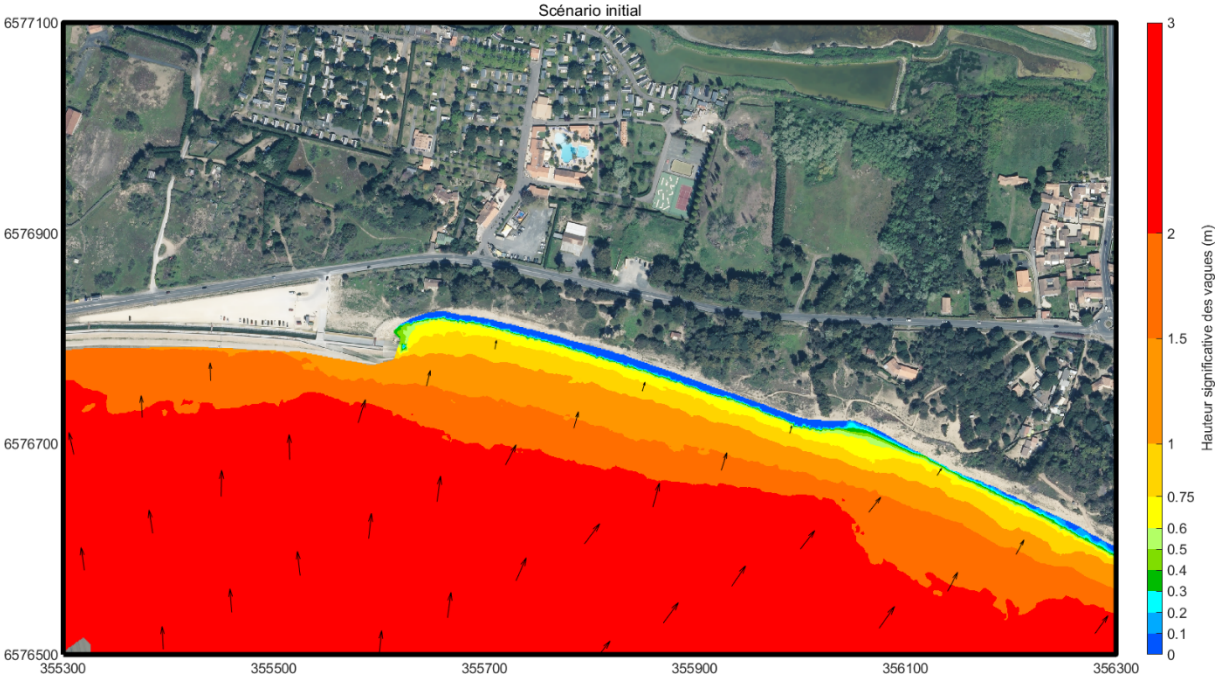
Période de retour 1 an - Propagation de la Houle de parametres Hs=6.80 m - Tp=14 s - Dp=270°N - NV=2.86 m NGF

Scénario initial



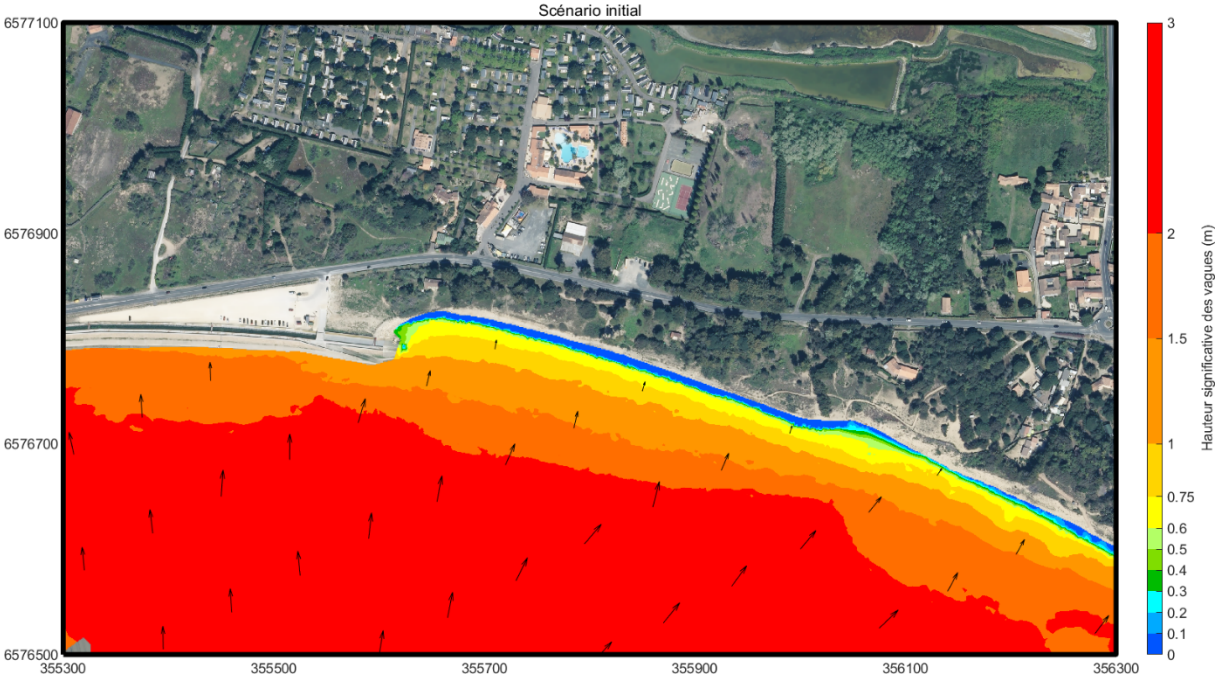
Période de retour 10 ans - Propagation de la Houle de parametres Hs=8.40 m - Tp=15.5 s - Dp=248°N - NV=2.86 m NGF

Scénario initial



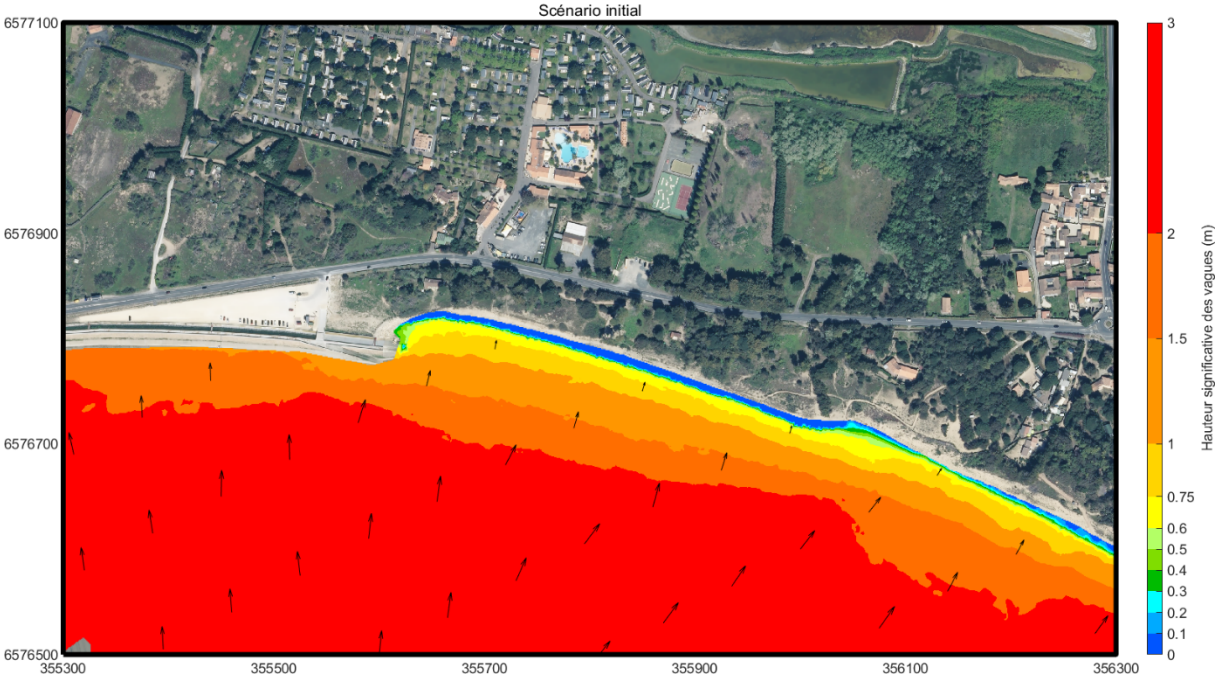
Période de retour 10 ans - Propagation de la Houle de parametres Hs=8.40 m - Tp=15.5 s - Dp=270°N - NV=2.86 m NGF

Scénario initial



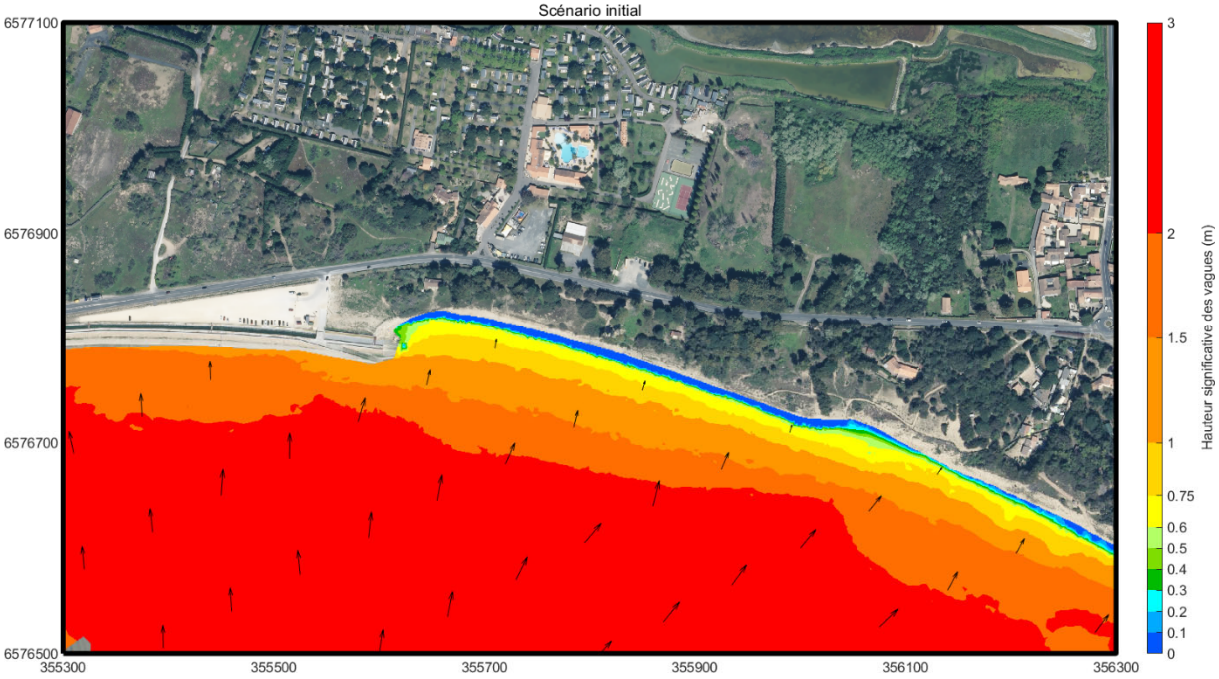
Période de retour 50 ans - Propagation de la Houle de parametres Hs=9.20 m - Tp=16.5 s - Dp=248°N - NV=2.86 m NGF

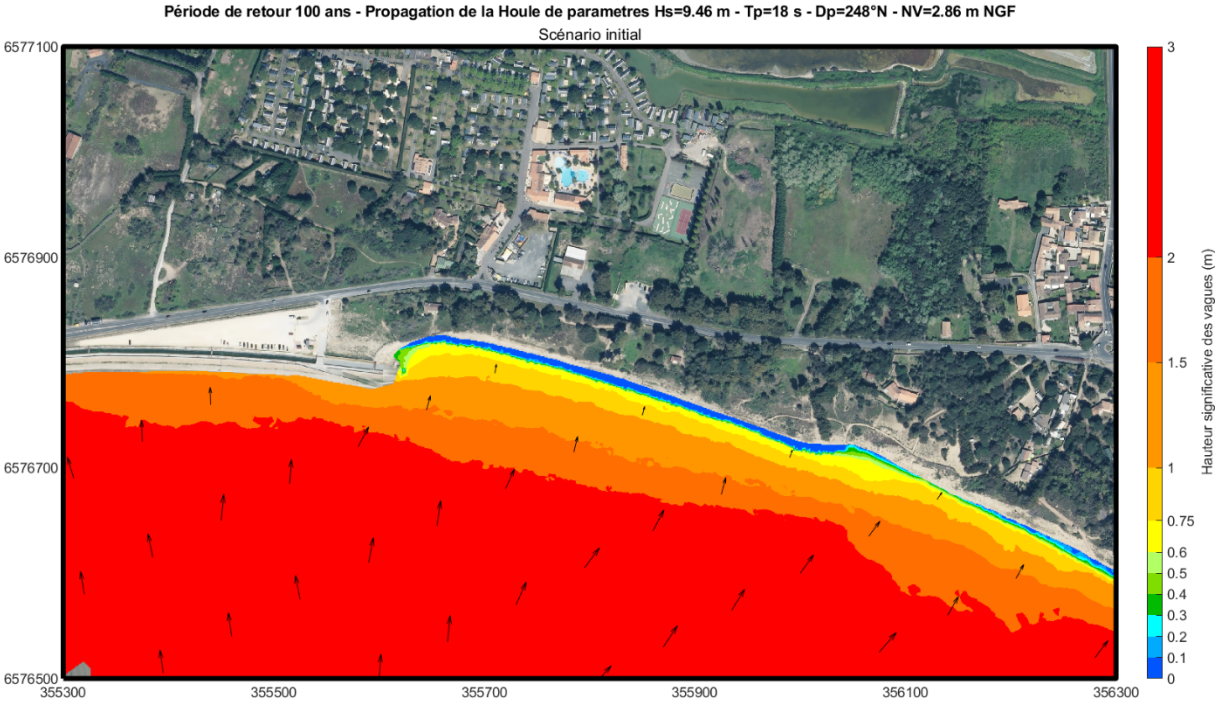
Scénario initial

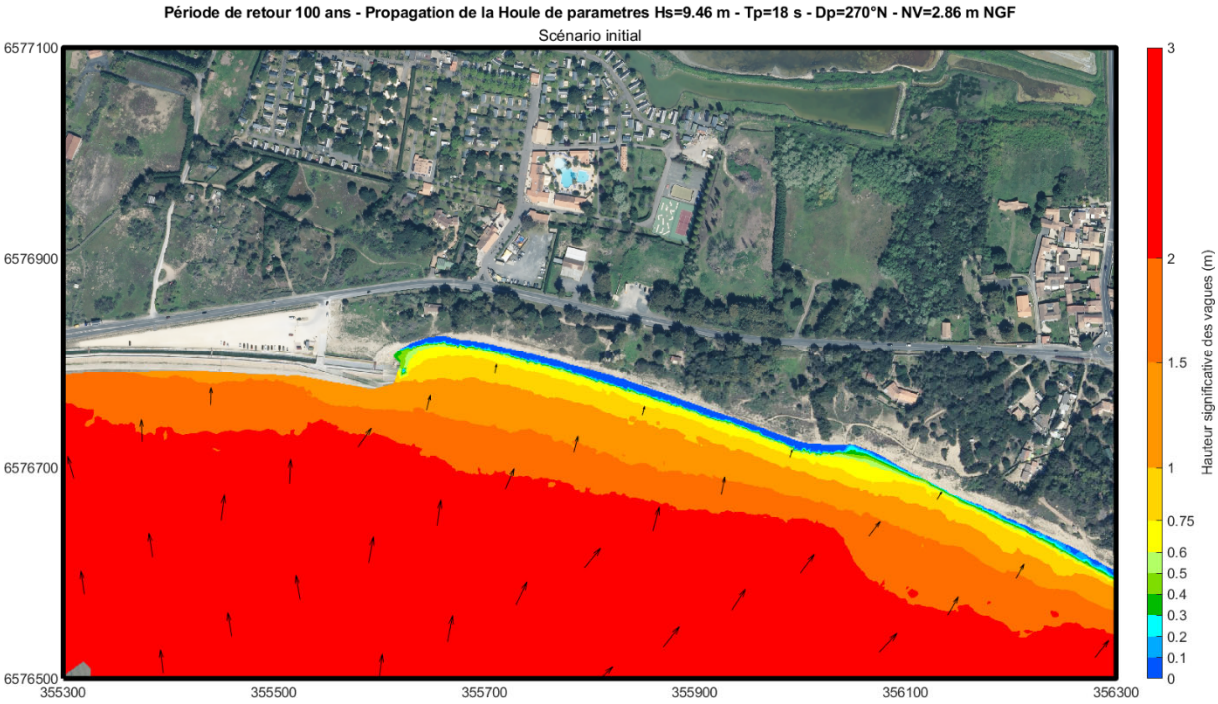


Période de retour 50 ans - Propagation de la Houle de parametres Hs=9.20 m - Tp=16.5 s - Dp=270°N - NV=2.86 m NGF

Scénario initial

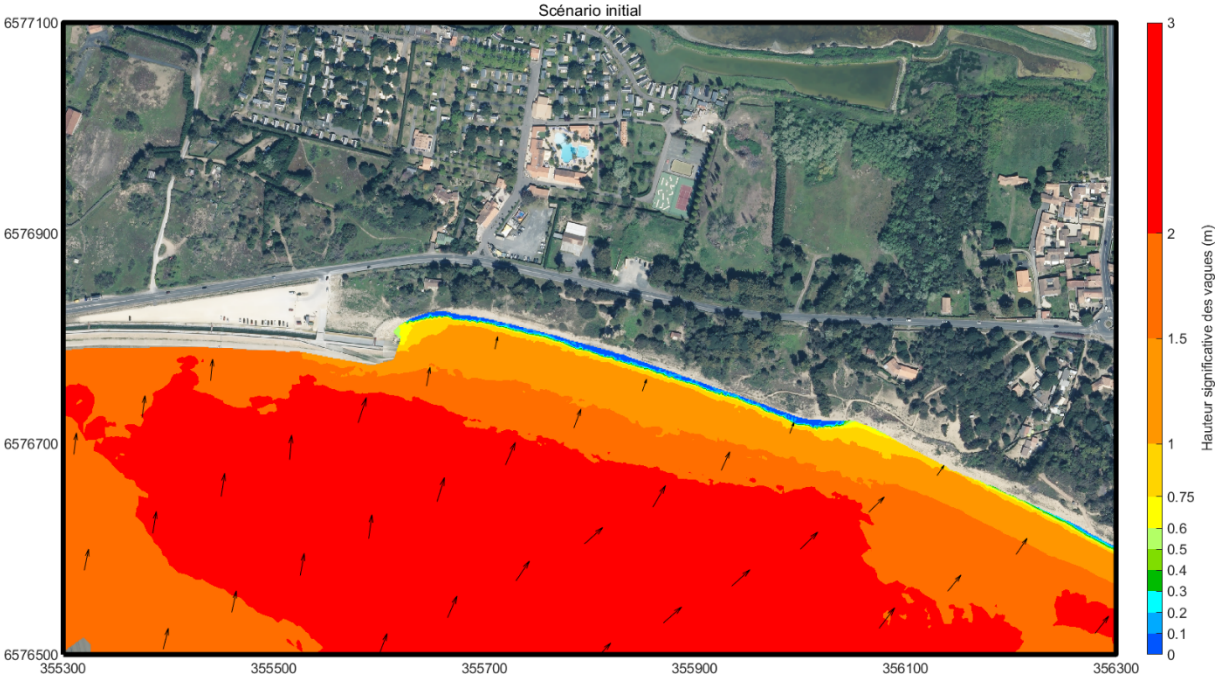



Période de retour 100 ans - Propagation de la Houle de parametres Hs=9.46 m - Tp=18 s - Dp=248°N - NV=2.86 m NGF
Scénario initial
6577100
6576900
6576700
6576500
355300
355500
355700
355900
356100
356300
Hauteur significative des vagues (m)
3
2
1.5
1
0.75
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0


Période de retour 100 ans - Propagation de la Houle de parametres Hs=9.46 m - Tp=18 s - Dp=270°N - NV=2.86 m NGF
Scénario initial
6577100
6576900
6576700
6576500
355300
355500
355700
355900
356100
356300
Hauteur significative des vagues (m)
3
2
1.5
1
0.75
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0

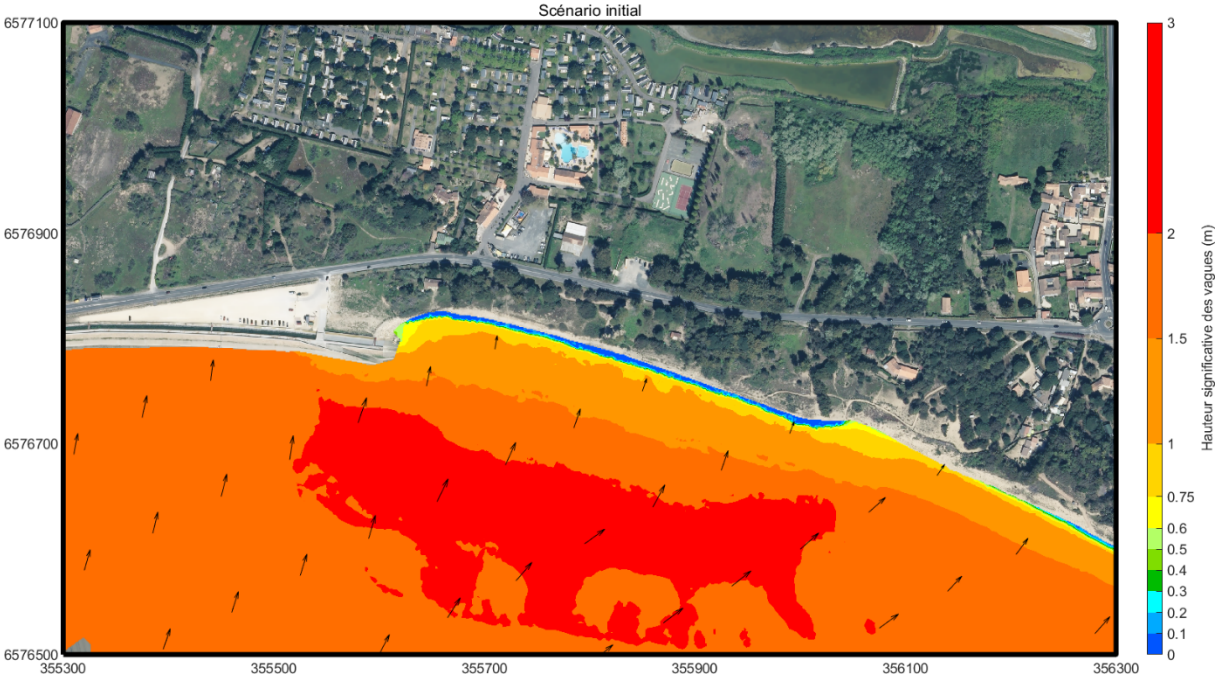
Période de retour 1 an - Propagation de la Houle de parametres Hs=5.06 m - Tp=11 s - Dp=248°N - NV=3.76 m NGF

Scénario initial



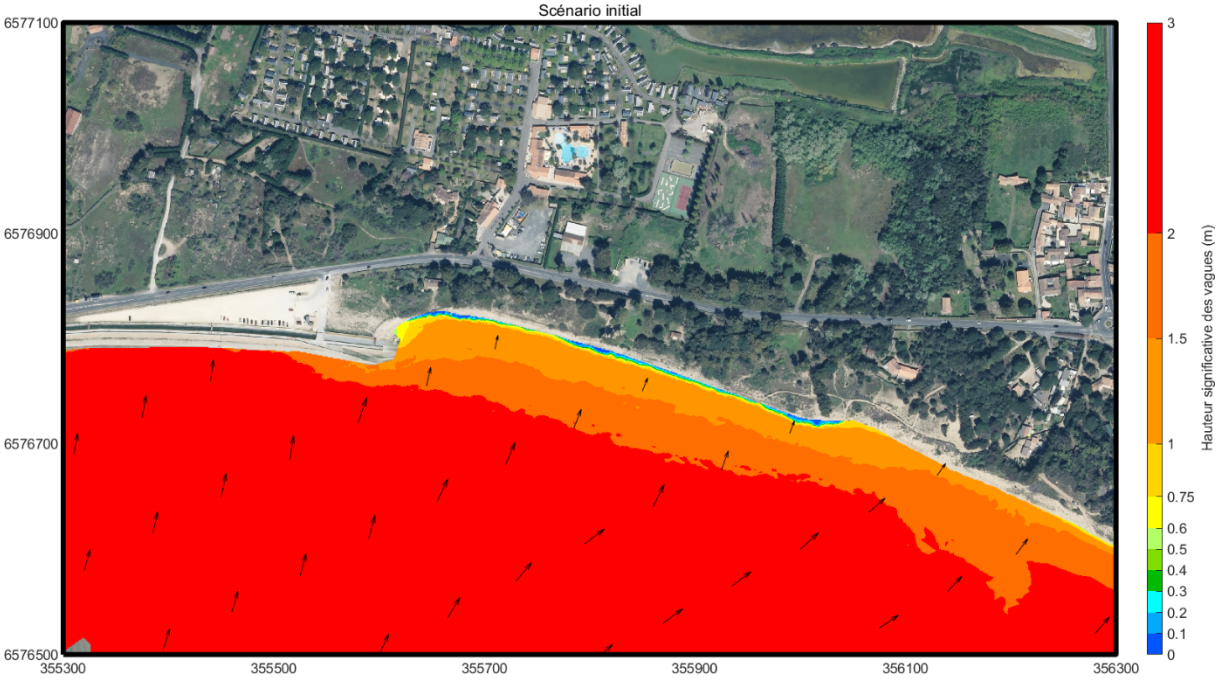
Période de retour 1 an - Propagation de la Houle de parametres Hs=5.06 m - Tp=11 s - Dp=270°N - NV=3.76 m NGF

Scénario initial



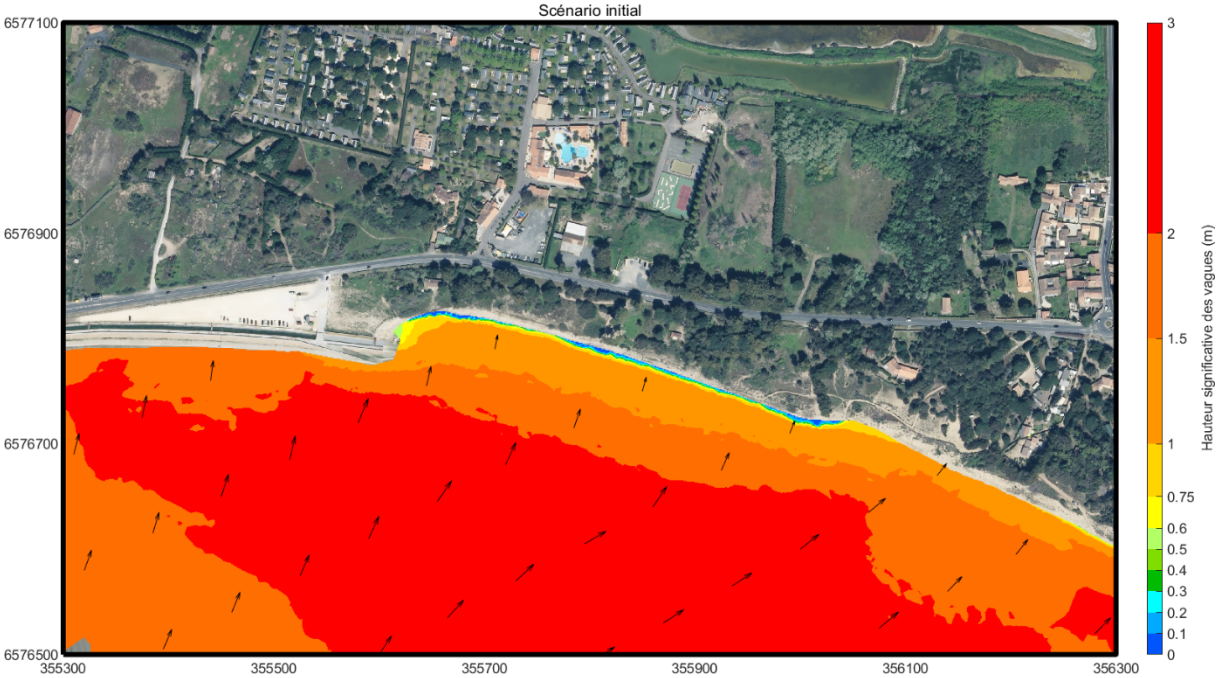
Période de retour 50 ans - Propagation de la Houle de parametres Hs=5.06 m - Tp=11 s - Dp=248°N - NV=4.39 m NGF

Scénario initial



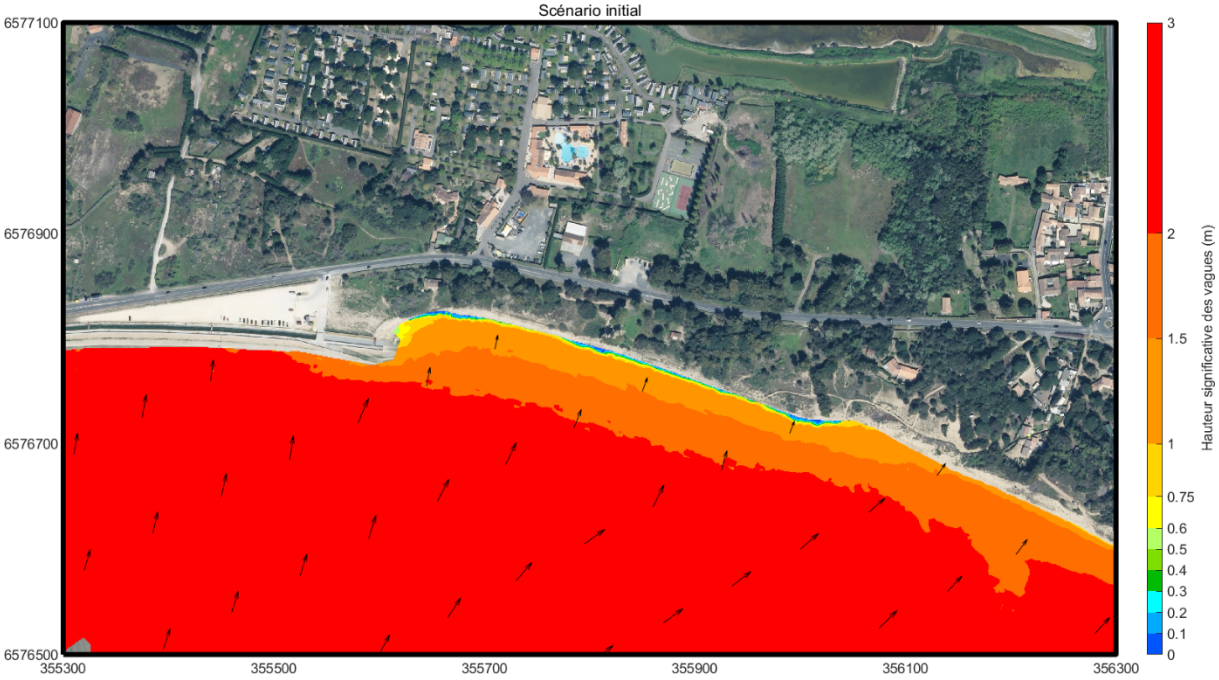
Période de retour 50 ans - Propagation de la Houle de parametres Hs=5.06 m - Tp=11 s - Dp=270°N - NV=4.39 m NGF

Scénario initial



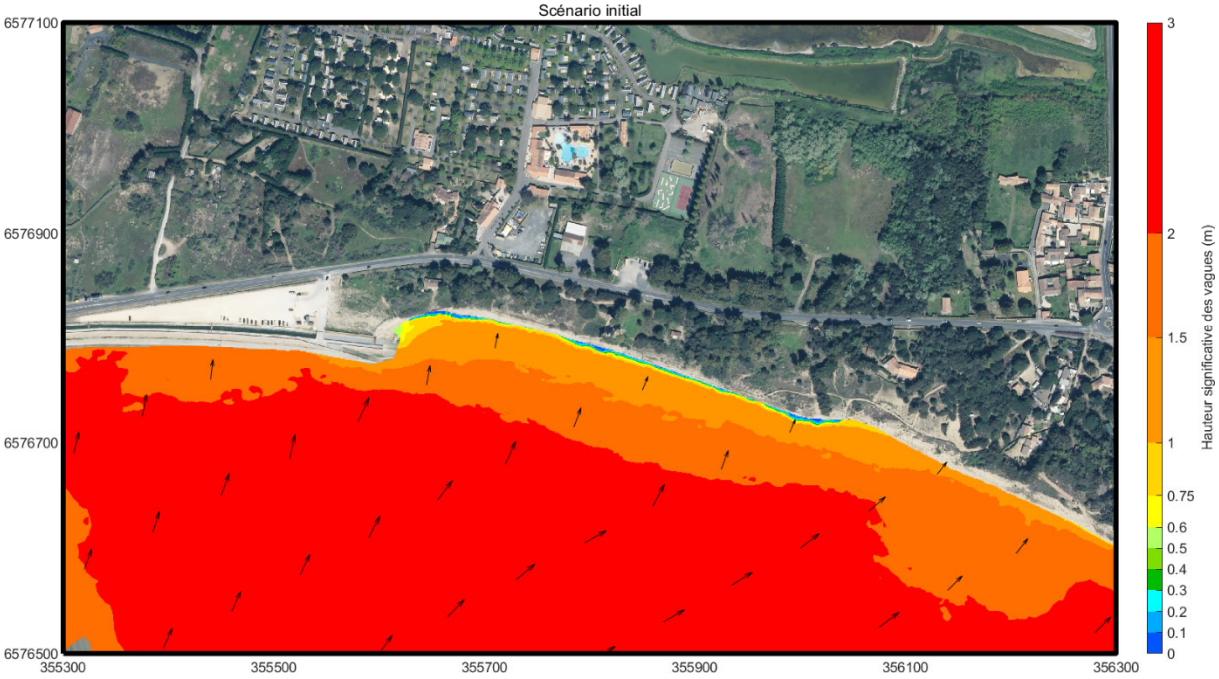
Période de retour 100 ans - Propagation de la Houle de parametres Hs=5.06 m - Tp=11 s - Dp=248°N - NV=4.56 m NGF

Scénario initial

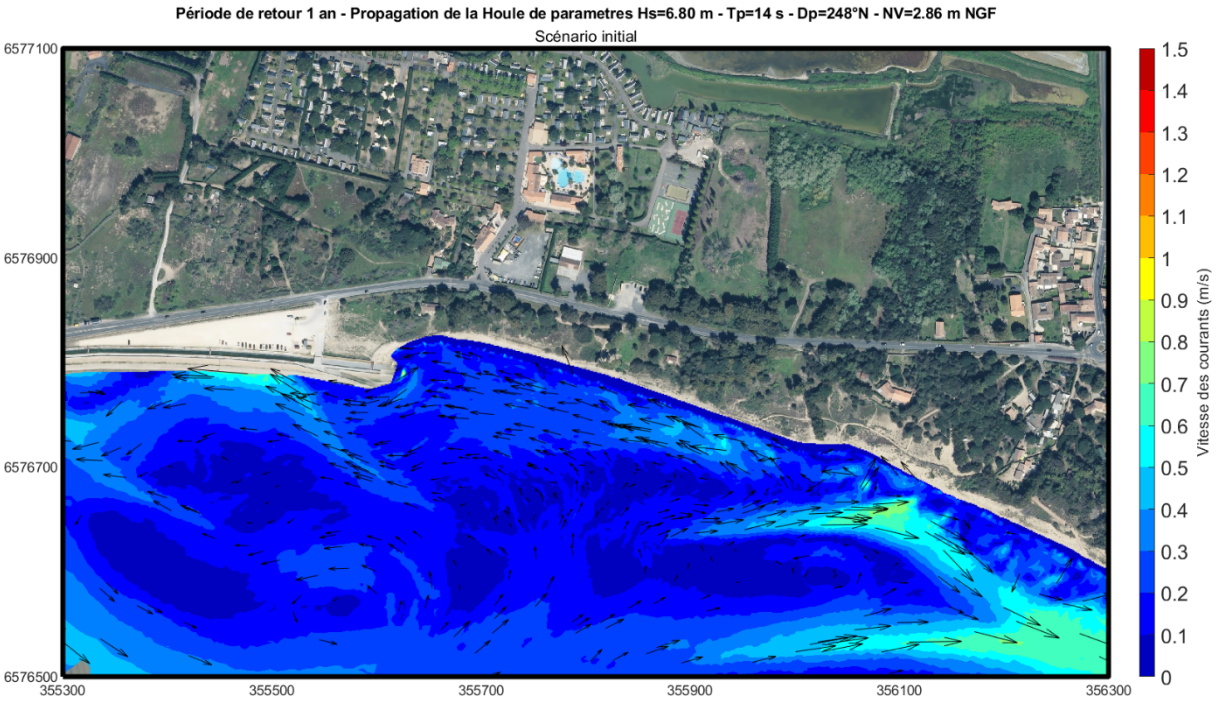


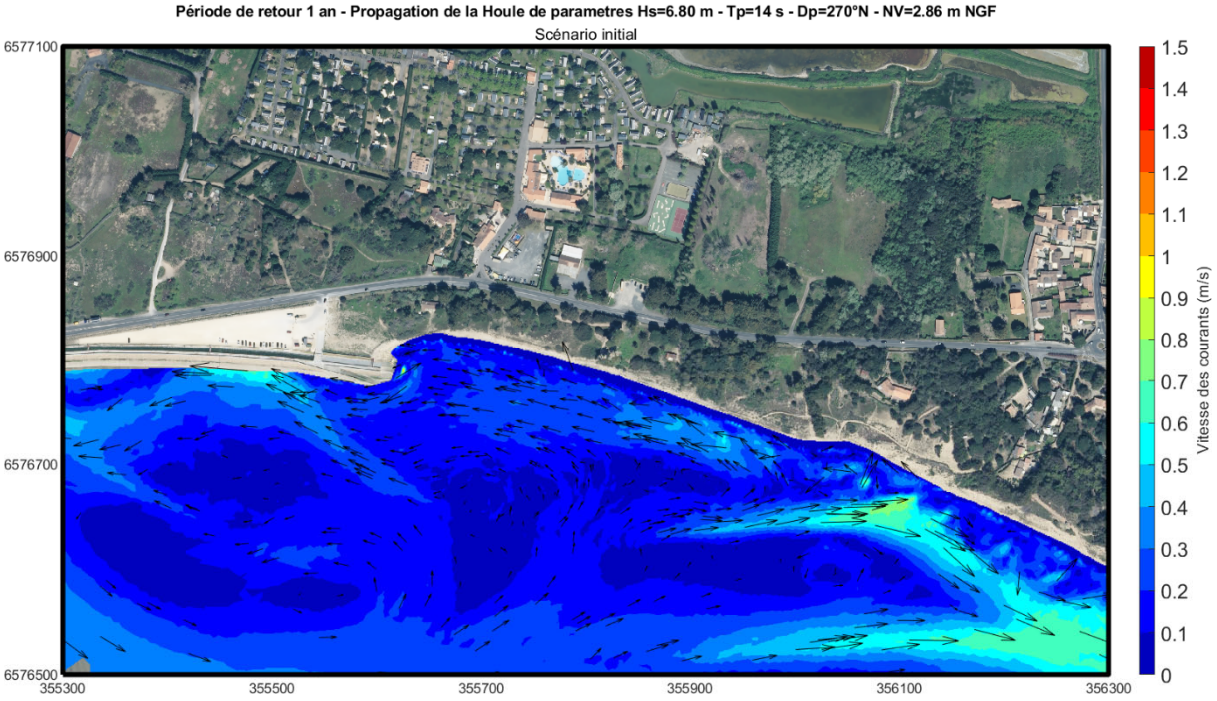
Période de retour 100 ans - Propagation de la Houle de parametres Hs=5.06 m - Tp=11 s - Dp=270°N - NV=4.56 m NGF

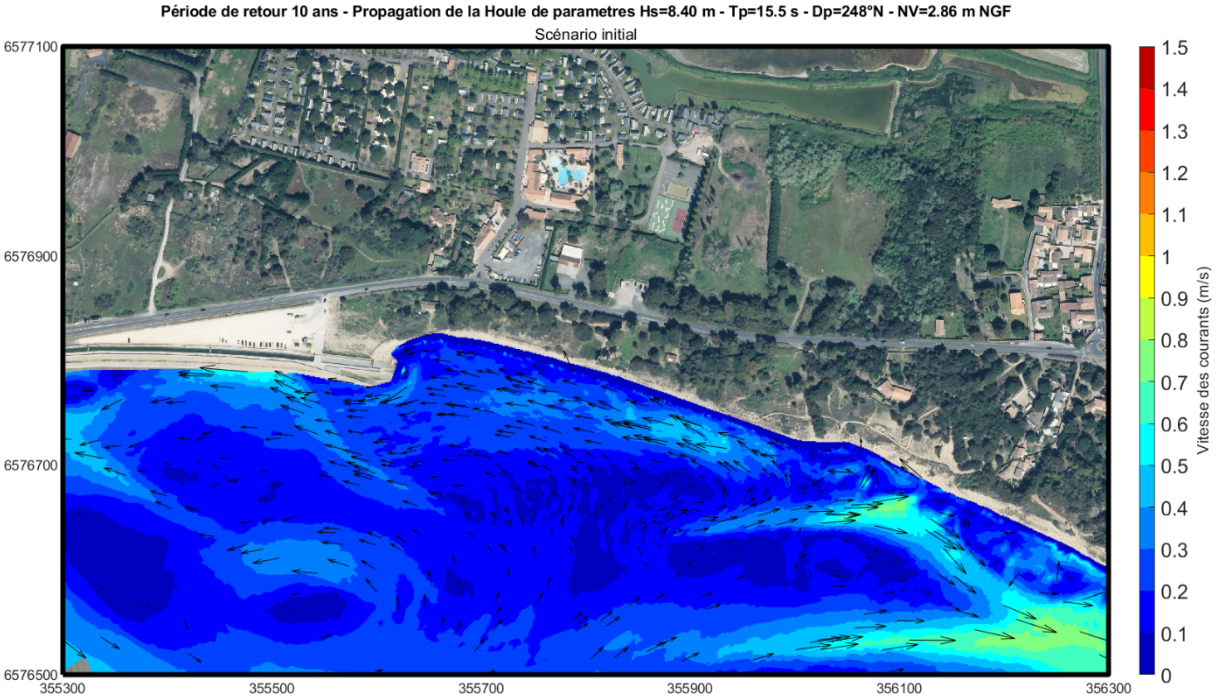
Scénario initial

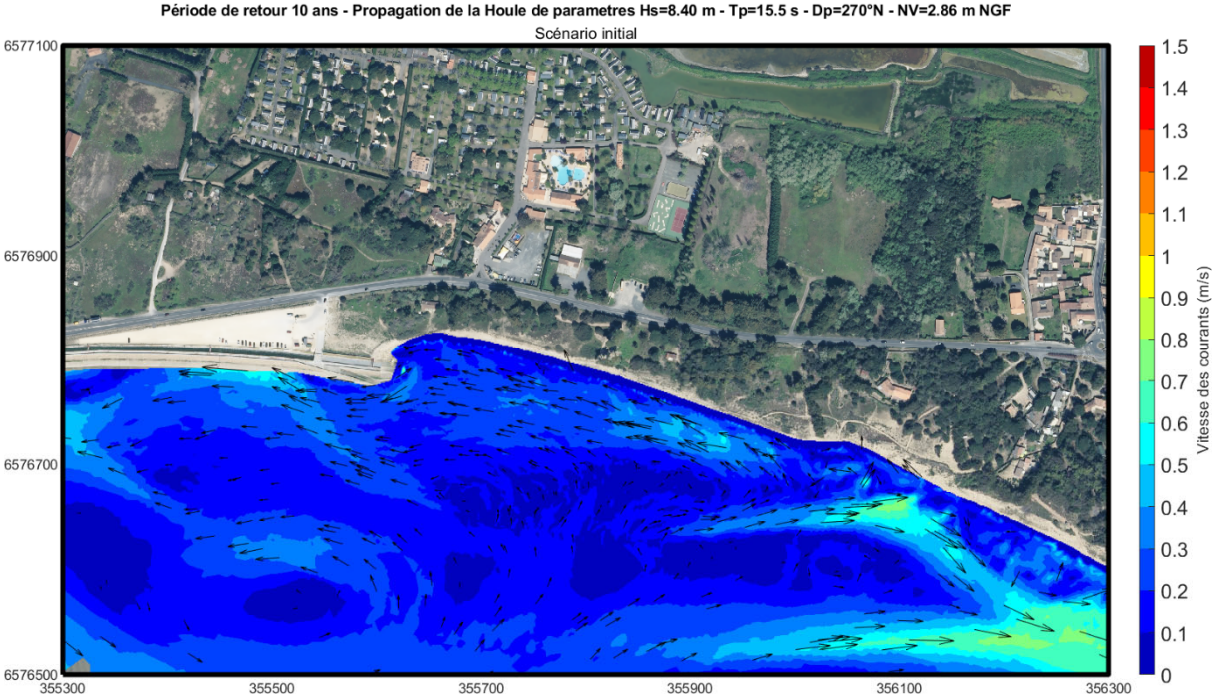


ANNEXE 6 : MODELISATION DES COURANTS DE DERIVE LITTORALE


Période de retour 1 an - Propagation de la Houle de parametres Hs=6.80 m - Tp=14 s - Dp=248°N - NV=2.86 m NGF
Scénario initial
6577100
6576900
6576700
6576500
355300
355500
355700
355900
356100
356300
1.5
1.4
1.3
1.2
1.1
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
Vitesse des courants (m/s)

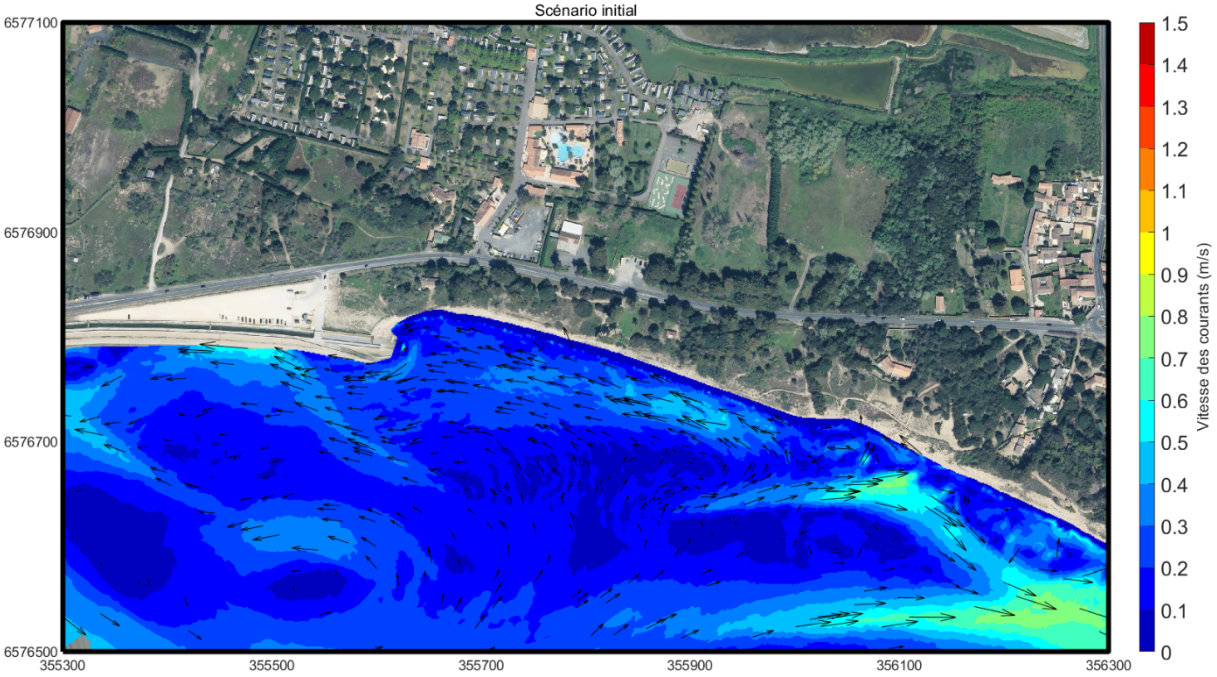

Période de retour 1 an - Propagation de la Houle de parametres Hs=6.80 m - Tp=14 s - Dp=270°N - NV=2.86 m NGF
Scénario initial
6577100
6576900
6576700
6576500
355300
355500
355700
355900
356100
356300
1.5
1.4
1.3
1.2
1.1
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
Vitesse des courants (m/s)


Période de retour 10 ans - Propagation de la Houle de parametres Hs=8.40 m - Tp=15.5 s - Dp=248°N - NV=2.86 m NGF
Scénario initial
6577100
6576900
6576700
6576500
355300
355500
355700
355900
356100
356300
Vitesse des courants (m/s)
1.5
1.4
1.3
1.2
1.1
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0


Période de retour 10 ans - Propagation de la Houle de parametres Hs=8.40 m - Tp=15.5 s - Dp=270°N - NV=2.86 m NGF
Scénario initial
6577100
6576900
6576700
6576500
355300
355500
355700
355900
356100
356300
Vitesse des courants (m/s)
1.5
1.4
1.3
1.2
1.1
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0

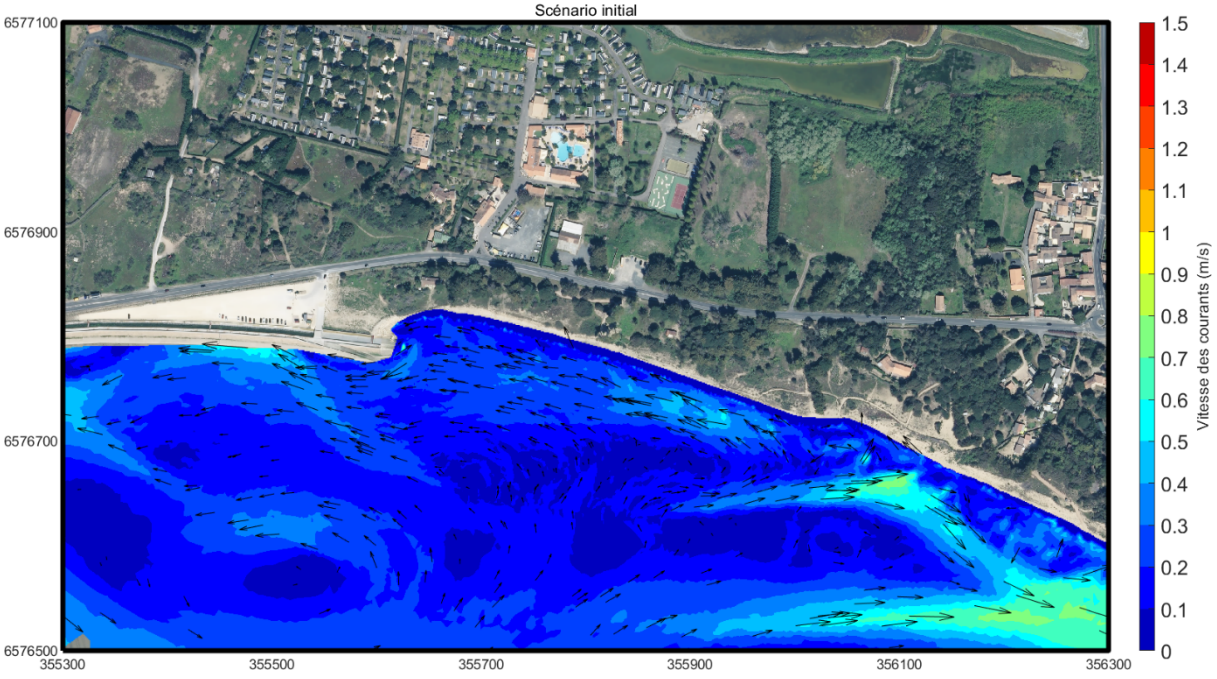
Période de retour 50 ans - Propagation de la Houle de parametres Hs=9.20 m - Tp=16.5 s - Dp=248°N - NV=2.86 m NGF

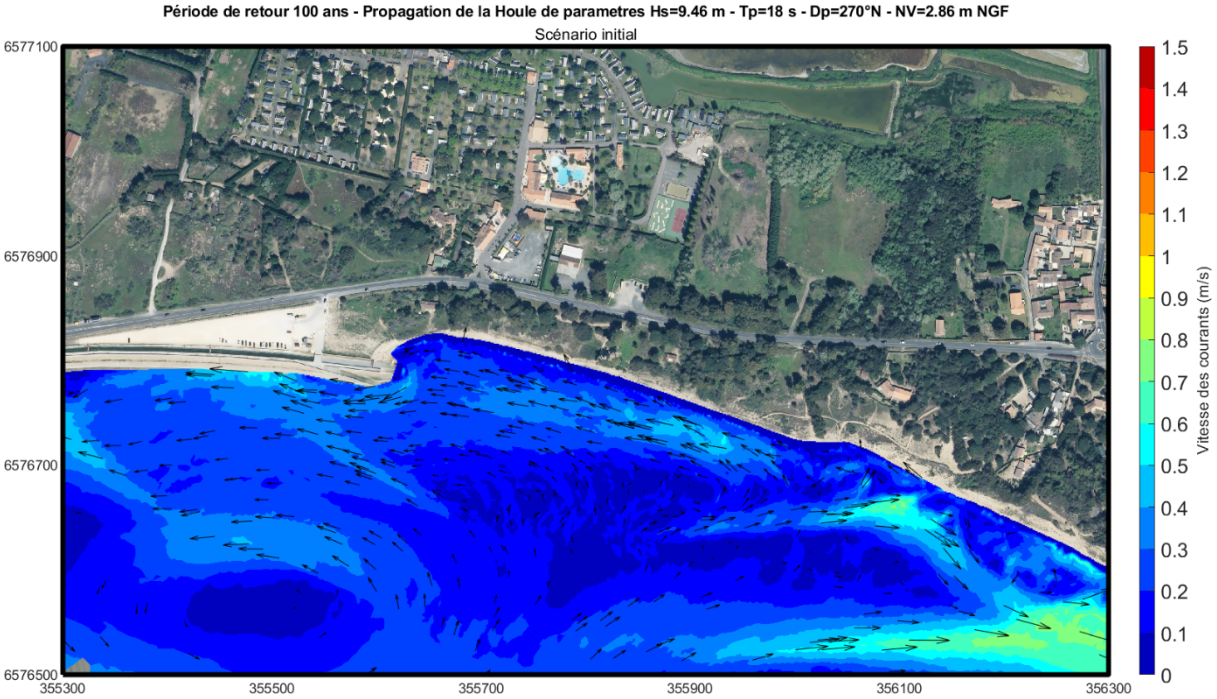
Scénario initial

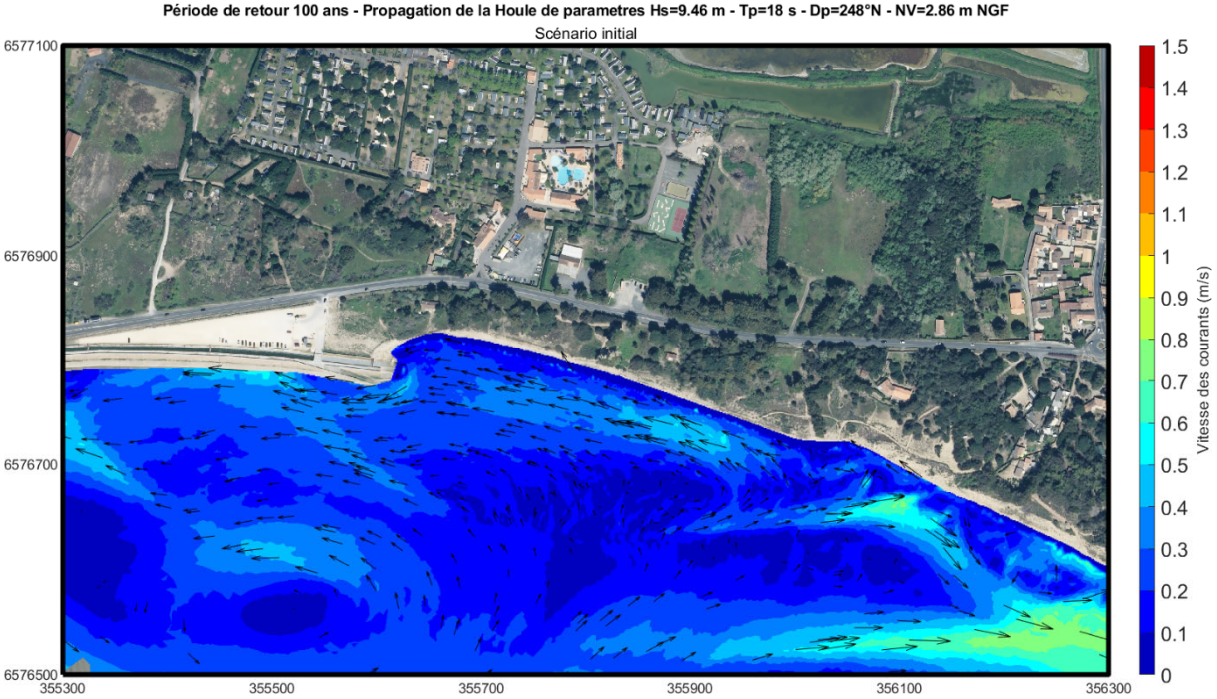


Période de retour 50 ans - Propagation de la Houle de parametres Hs=9.20 m - Tp=16.5 s - Dp=270°N - NV=2.86 m NGF

Scénario initial

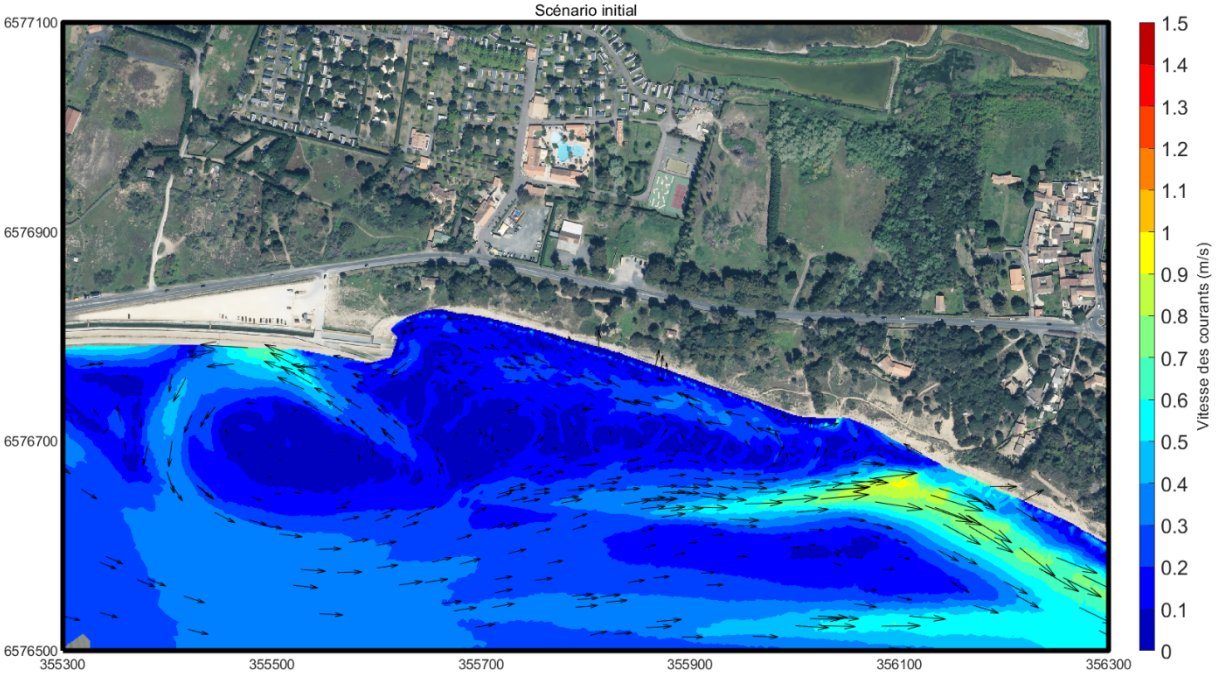



Période de retour 100 ans - Propagation de la Houle de parametres Hs=9.46 m - Tp=18 s - Dp=270°N - NV=2.86 m NGF
Scénario initial
6577100
6576900
6576700
6576500
355300
355500
355700
355900
356100
356300
Vitesse des courants (m/s)
1.5
1.4
1.3
1.2
1.1
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0


Période de retour 100 ans - Propagation de la Houle de parametres Hs=9.46 m - Tp=18 s - Dp=248°N - NV=2.86 m NGF
Scénario initial
6577100
6576900
6576700
6576500
355300
355500
355700
355900
356100
356300
Vitesse des courants (m/s)
1.5
1.4
1.3
1.2
1.1
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0

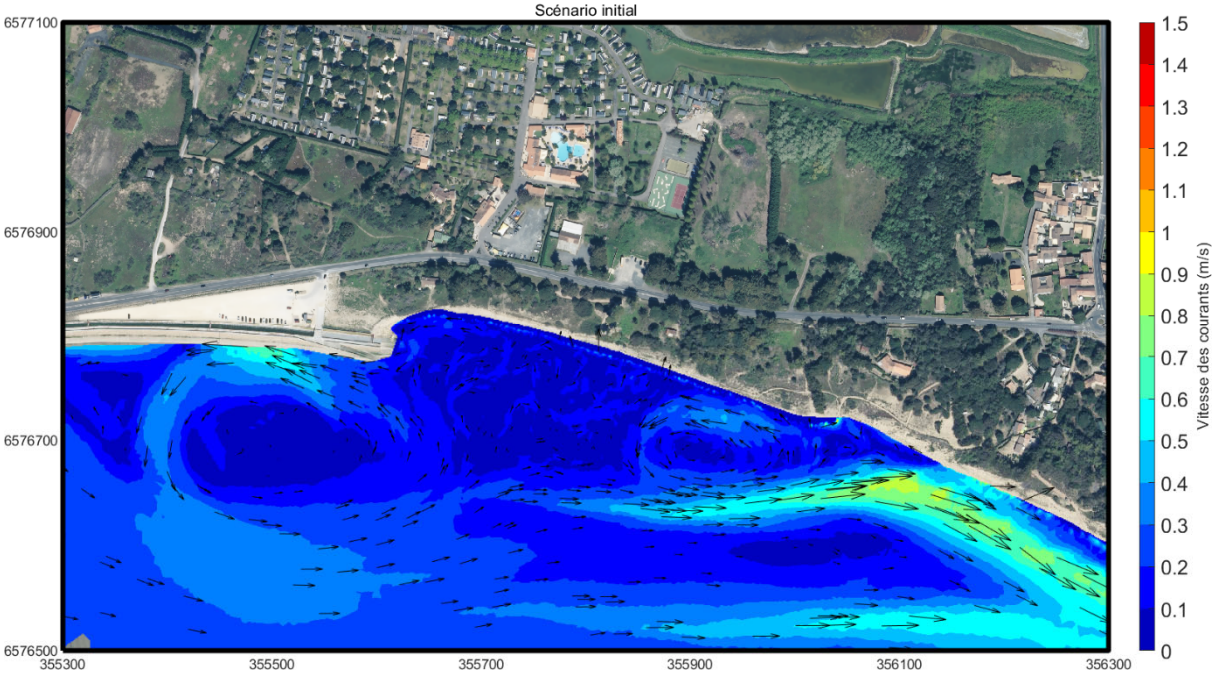
Période de retour 1 an - Propagation de la Houle de parametres Hs=5.06 m - Tp=11 s - Dp=248°N - NV=3.76 m NGF

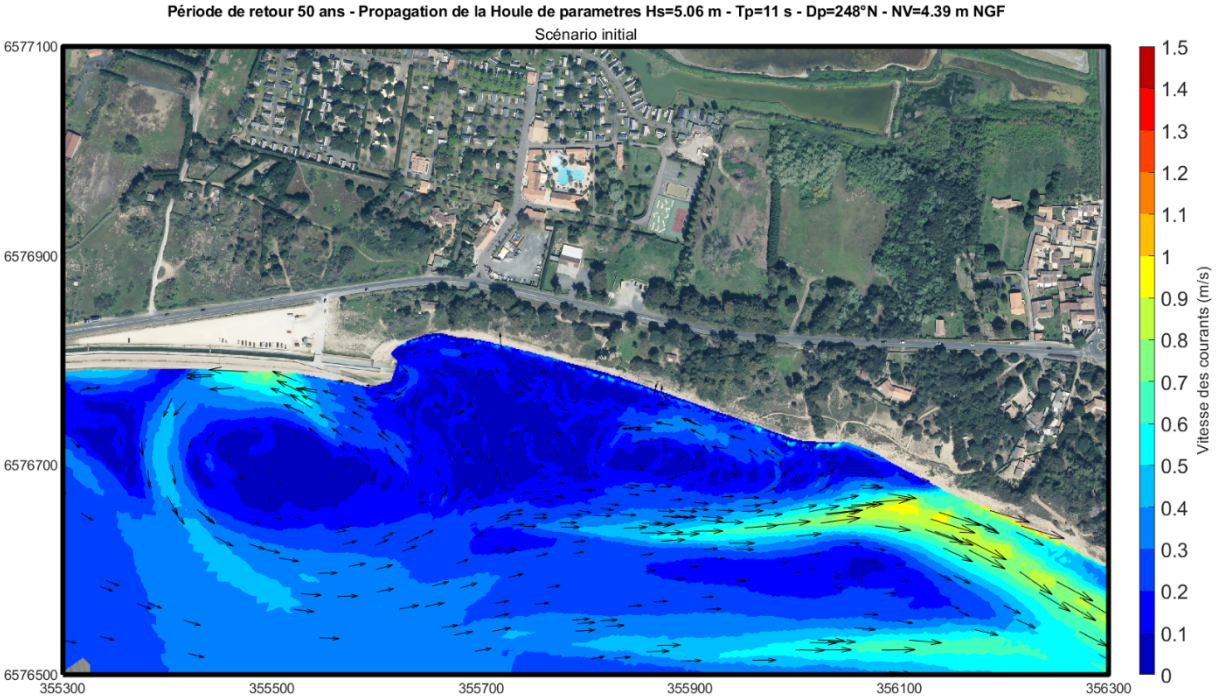
Scénario initial

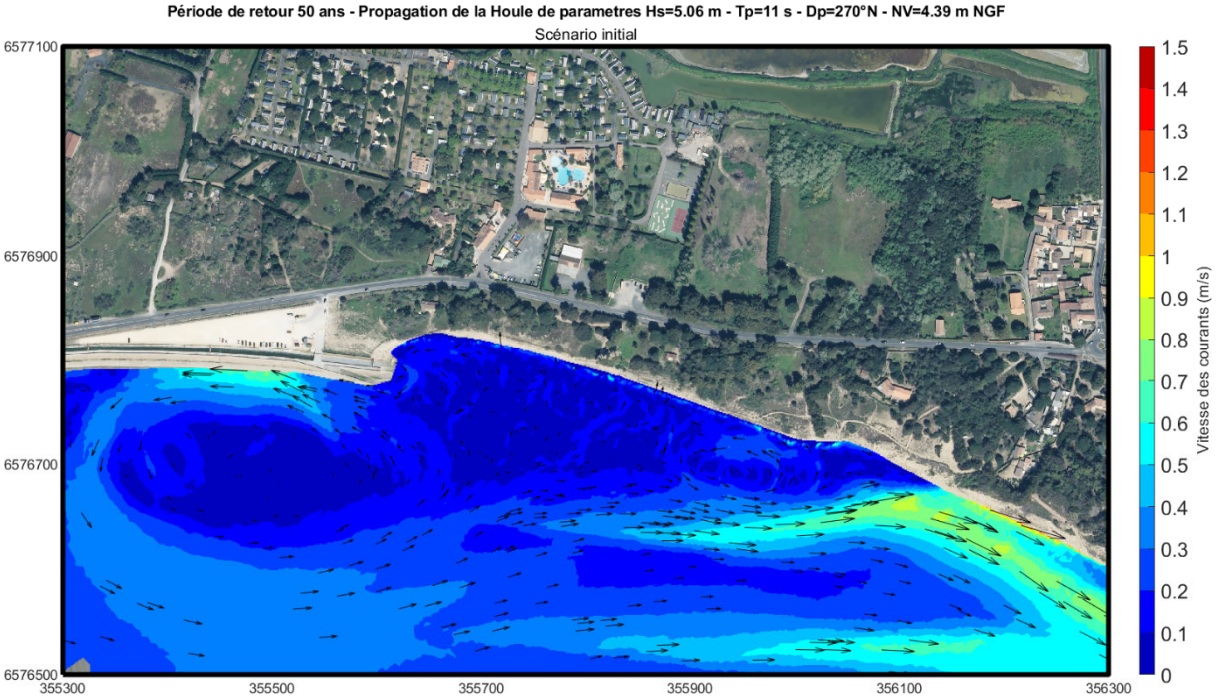


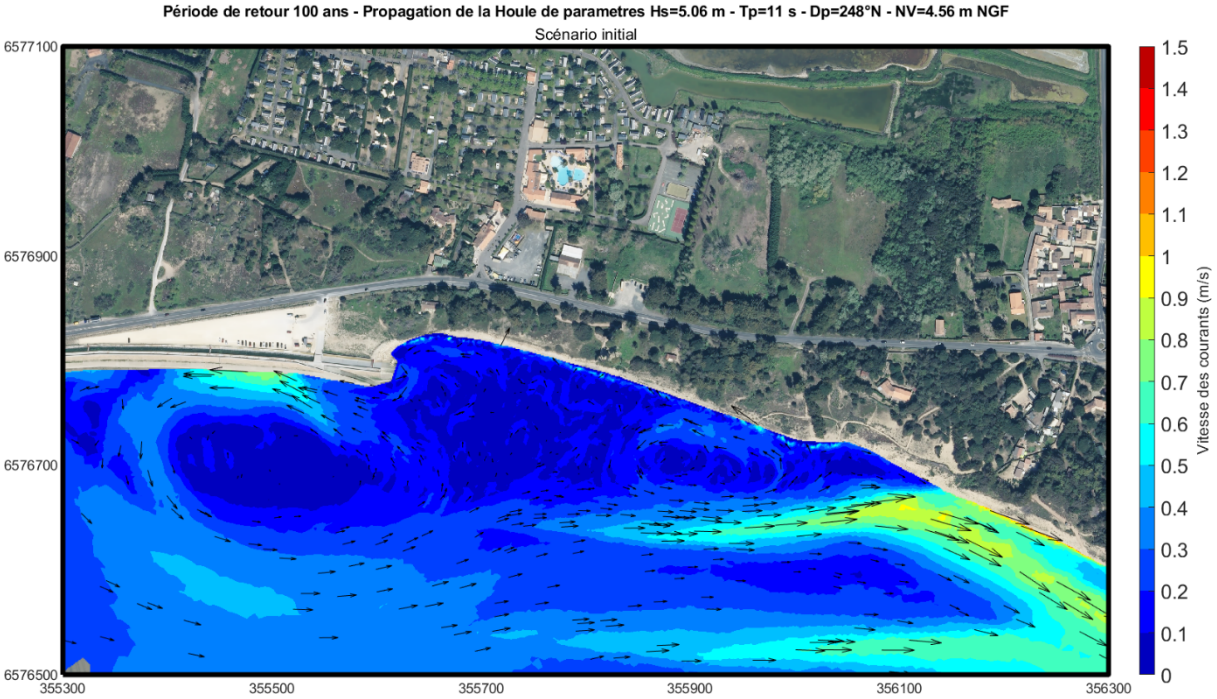
Période de retour 1 an - Propagation de la Houle de parametres Hs=5.06 m - Tp=11 s - Dp=270°N - NV=3.76 m NGF

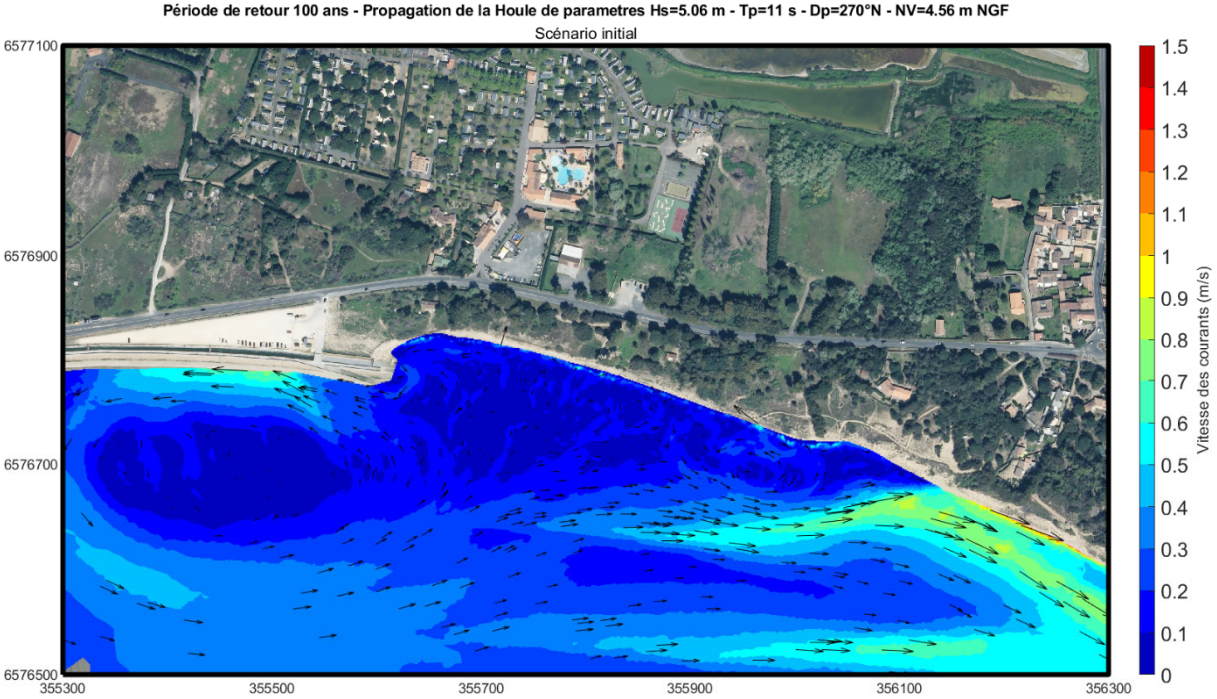
Scénario initial




Période de retour 50 ans - Propagation de la Houle de parametres Hs=5.06 m - Tp=11 s - Dp=248°N - NV=4.39 m NGF
Scénario initial
6577100
6576900
6576700
6576500
355300
355500
355700
355900
356100
356300
1.5
1.4
1.3
1.2
1.1
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
Vitesse des courants (m/s)


Période de retour 50 ans - Propagation de la Houle de parametres Hs=5.06 m - Tp=11 s - Dp=270°N - NV=4.39 m NGF
Scénario initial
6577100
6576900
6576700
6576500
355300
355500
355700
355900
356100
356300
1.5
1.4
1.3
1.2
1.1
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
Vitesse des courants (m/s)


Période de retour 100 ans - Propagation de la Houle de parametres Hs=5.06 m - Tp=11 s - Dp=248°N - NV=4.56 m NGF
Scénario initial
6577100
6576900
6576700
6576500
355300
355500
355700
355900
356100
356300
Vitesse des courants (m/s)
1.5
1.4
1.3
1.2
1.1
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0


Période de retour 100 ans - Propagation de la Houle de parametres Hs=5.06 m - Tp=11 s - Dp=270°N - NV=4.56 m NGF
Scénario initial
6577100
6576900
6576700
6576500
355300
355500
355700
355900
356100
356300
Vitesse des courants (m/s)
1.5
1.4
1.3
1.2
1.1
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0

ANNEXE 7 : PLANS ET COUPES DES AMENAGEMENTS

DEPARTEMENT DE LA CHARENTE MARITIME

COMMUNE DE LA COUARDE SUR MER

Maitre d'ouvrage :

la Charente Maritime

Direction de la Mer et du Littoral
Service Protection et Gestion du Littoral
85 Boulevard de la République - CS 60003
17076 La Rochelle Cedex 09

ETUDE DES IMPACTS HYDROSEDIMENTAIRES ET AVANT PROJET DES PROTECTIONS CONTRE L'EROSION SUR LE SITE DE MOULIN BRULE A LA COUARDE SUR MER

VUE EN PLAN

IND.	DATE	MODIFICATION
B	13 Mai 2025	Mise à jour générale
C	9 Juin 2025	Mise à jour générale
D	01 Juillet 2025	Mise à jour avec orthophoto récente
E	07 Nov. 2025	Mise à jour générale

Dessin: DBR	Contrôle: MC	250165	AVP	PLAN	001	E	Ech: 1/500

Maitre d'oeuvre :

creocean
Environnement & océanographie

CREOCEAN
Agence Ouest Atlantique
Zone Technocéan - Chef de Baie
Rue Charles Tellier
17000 La Rochelle

LEGENDE:

Rechargement en sable

Epis en enrochement



Cheminement existant

Dépose de la protection existante

Réfection protection existante

Crête protection (enrochement 1/3t)

Raccordement sur protection existante

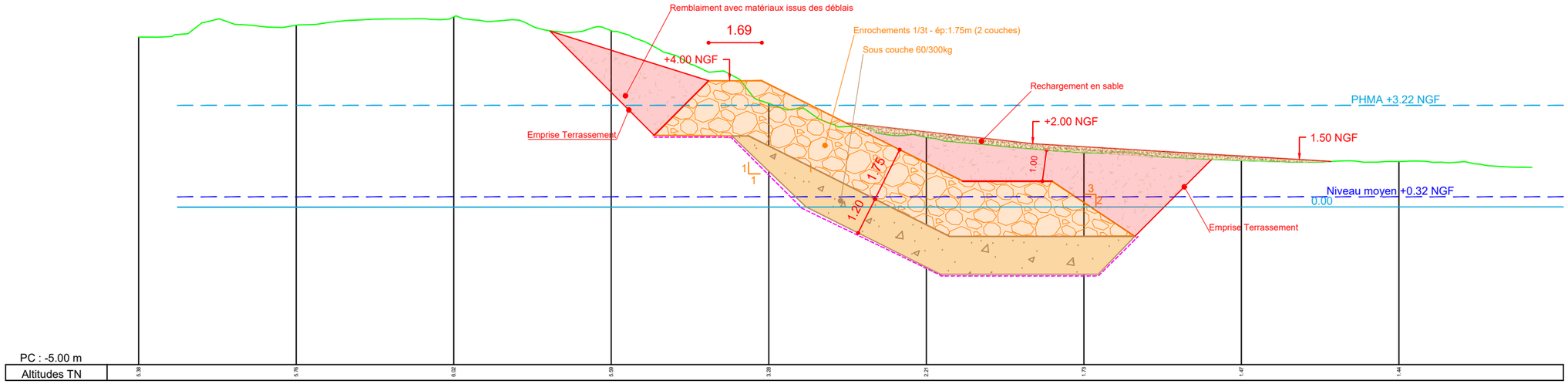
LA COUARDE SUR MER - SITE DE MOULIN BRULE - AVANT PROJET DES PROTECTIONS - PROTECTION EN ENROCHEMENT - VUE EN PLAN - ECHELLE:1/1250



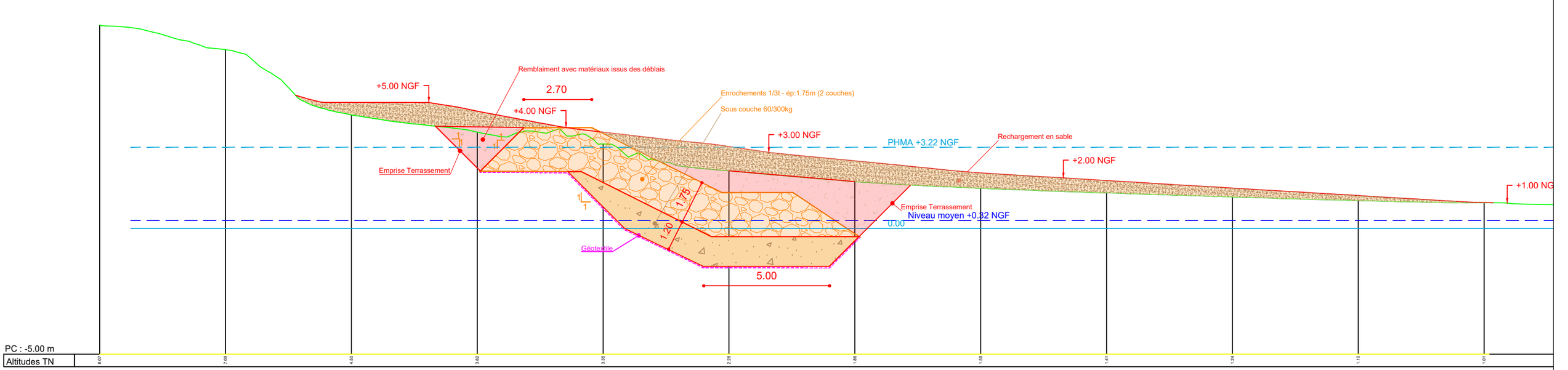
LA COUARDE SUR MER - SITE DE MOULIN BRULE - AVANT PROJET DES PROTECTIONS - EPIS - VUE EN PLAN - ECHELLE:1/1250



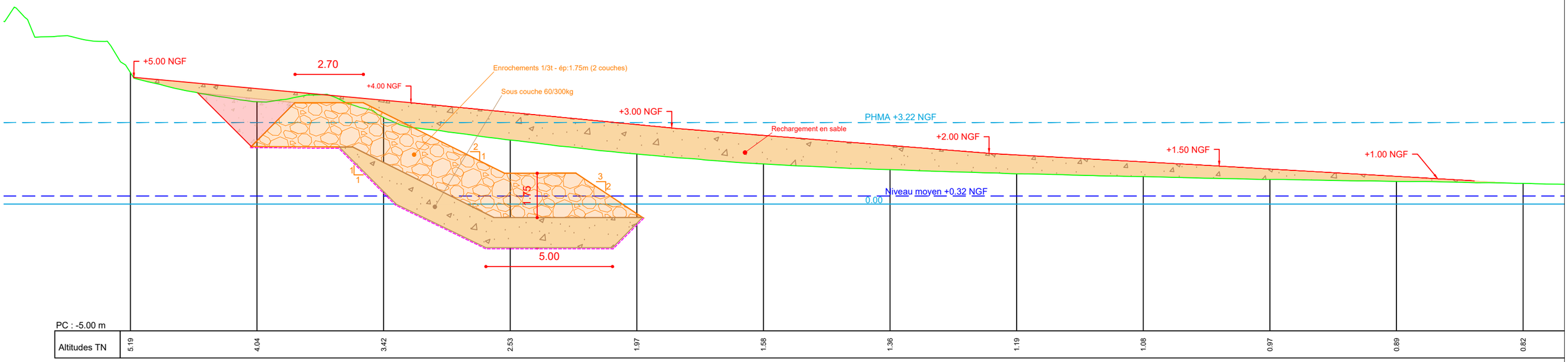
LA COUARDE SUR MER - SITE DE MOULIN BRULE - AVANT PROJET DES PROTECTIONS - RECHARGEMENT PLAGE - VUE EN PLAN - ECHELLE:1/1000



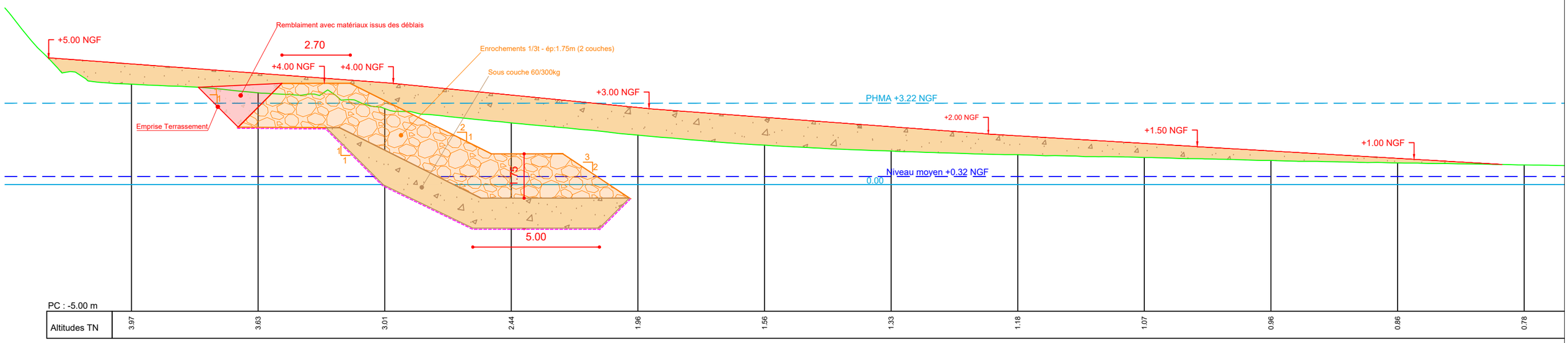
LA COUARDE SUR MER - SITE DE MOULIN BRULE - AVANT PROJET DES PROTECTIONS - COUPE AA - ECHELLE:1/150



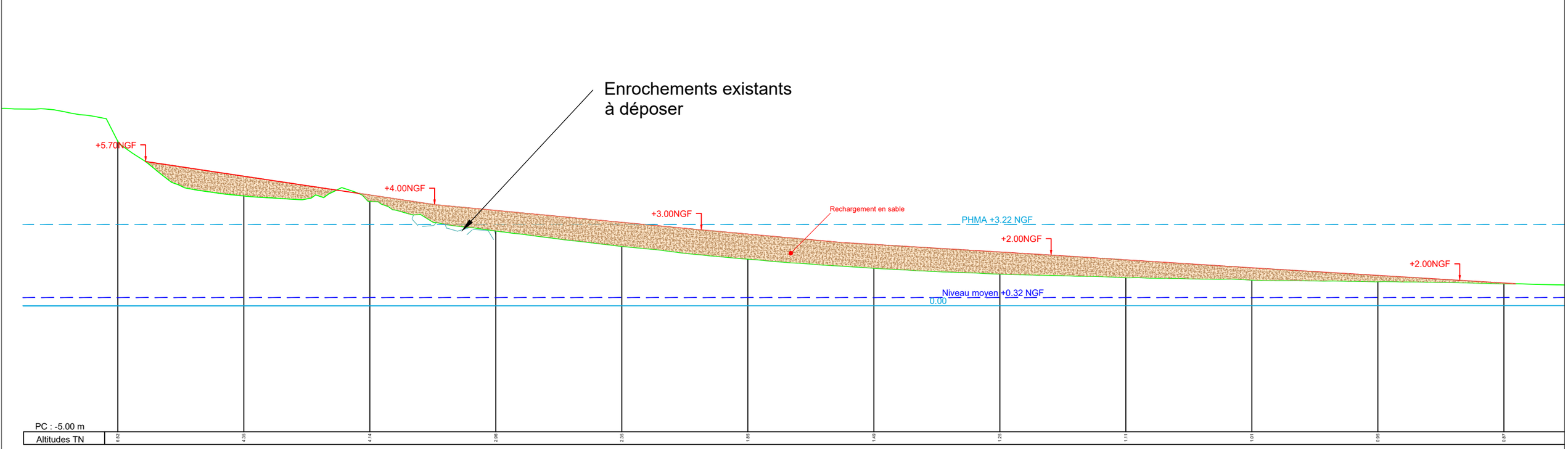
LA COUARDE SUR MER - SITE DE MOULIN BRULE - AVANT PROJET DES PROTECTIONS - COUPE BB - ECHELLE:1/150



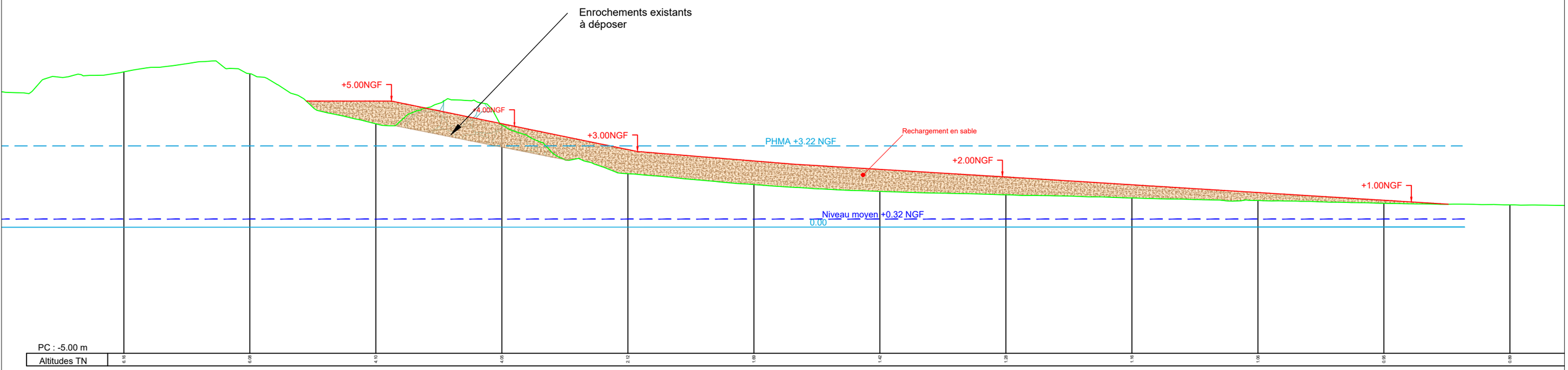
LA COUARDE SUR MER - SITE DE MOULIN BRULE - AVANT PROJET DES PROTECTIONS - COUPE CC - ECHELLE:1/150



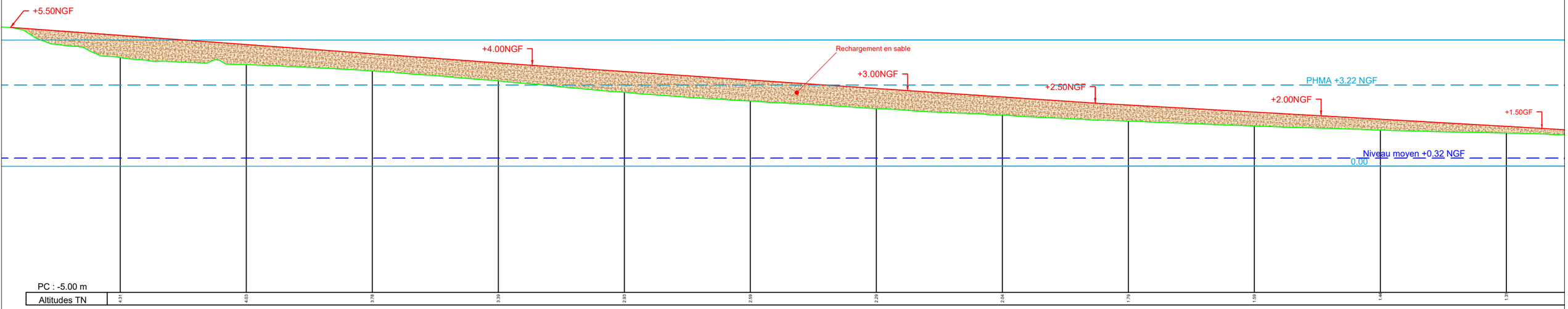
LA COUARDE SUR MER - SITE DE MOULIN BRULE - AVANT PROJET DES PROTECTIONS - COUPE DD - ECHELLE:1/150



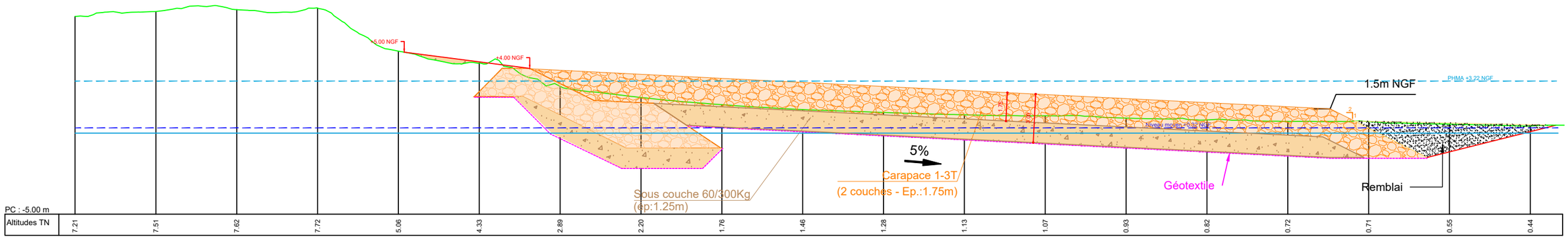
LA COUARDE SUR MER - SITE DE MOULIN BRULE - AVANT PROJET DES PROTECTIONS - COUPE EE - ECHELLE:1/150



LA COUARDE SUR MER - SITE DE MOULIN BRULE - AVANT PROJET DES PROTECTIONS - COUPE FF - ECHELLE:1/150

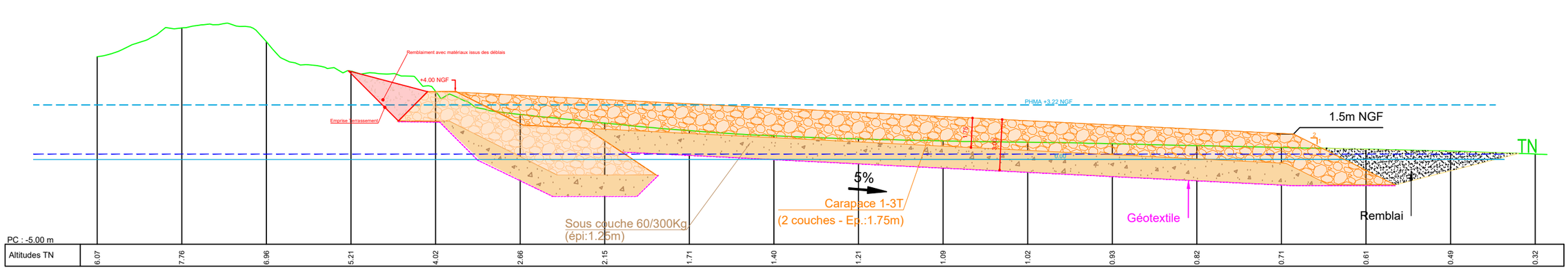


LA COUARDE SUR MER - SITE DE MOULIN BRULE - AVANT PROJET DES PROTECTIONS - COUPE GG - ECHELLE:1/150

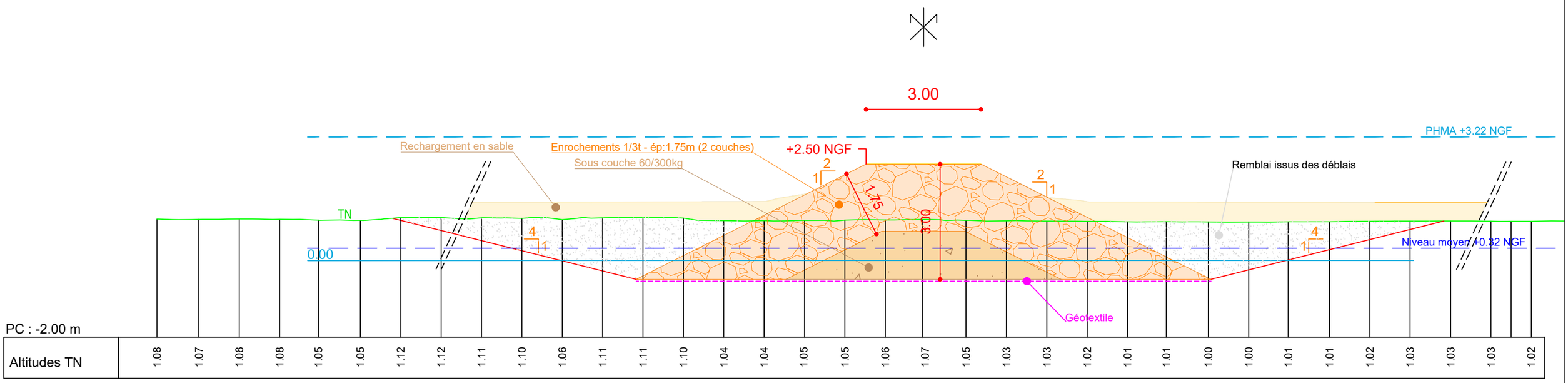


LA COUARDE SUR MER - SITE DE MOULIN BRULE - AVANT PROJET DES PROTECTIONS- EPI 1 - COUPE DANS AXE - ECHELLE:1/250

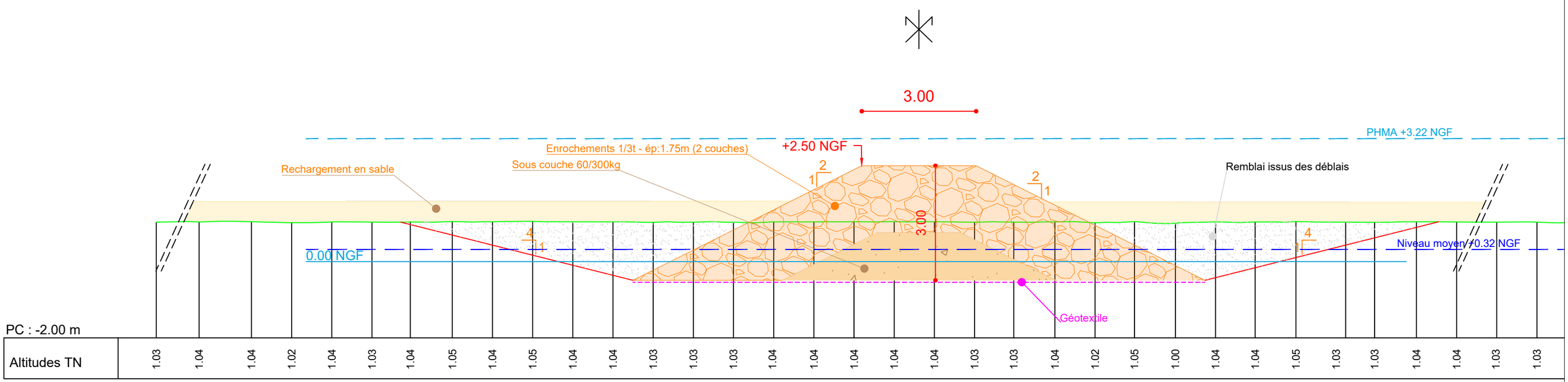
50,00



LA COUARDE SUR MER - SITE DE MOULIN BRULE - AVANT PROJET DES PROTECTIONS- EPI 2 - COUPE DANS AXE - ECHELLE:1/250



LA COUARDE SUR MER - SITE DE MOULIN BRULE - AVANT PROJET DES PROTECTIONS- EPI 1 - COUPE HH - ECHELLE:1/100



LA COUARDE SUR MER - SITE DE MOULIN BRULE - AVANT PROJET DES PROTECTIONS- EPI 2 - COUPE II - ECHELLE:1/100

ANNEXE 8 : ESTIMATIF DES QUANTITES ET DES COUTS

creocean
Océanographie

ESTIMATION

Client : Département Charente Maritimes
Dossier : **250165**
Date : **Novembre 2025**
Description : **Protection contre l'érosion sur le site de Moulin Brulé à la Couarde sur Mer**

N° PRIX		DESIGNATION DES TRAVAUX	u	Q	Prix unitaire €	Prix total € H.T.
1		**INSTALLATION DE CHANTIER**				
1	1	Installation de chantier	ft	1,00	13 200,00 €	13 200,00 €
1	2	Amenée et repli du matériel terrestre	ft	1,00	19 800,00 €	19 800,00 €
1	3	Constat d'huisiers	ft	1,00	4 000,00 €	4 000,00 €
1	4	Relevé topographique avant travaux (Surface:2,50Ha)	ft	1,00	5 000,00 €	5 000,00 €
1	5	Etudes d'exécution	ft	1,00	9 900,00 €	9 900,00 €
1	6	Réalisation piste d'accès au chantier	ft	1,00	12 000,00 €	12 000,00 €
1	7	Panneau d'information	u	1,00	800,00 €	800,00 €
1	8	Mesure de protection de l'environnement (Filet anti polution+turbidité)	ft	1,00	10 000,00 €	10 000,00 €
1	9	Plan de récolement (DOE)	ft	1,00	6 500,00 €	6 500,00 €
					Sous-total 1	**81 200,00 €**
2		**REALISATION EPI 1 EN ENROCHEMENT**				
2	1	Terrassement en terrain de toute nature	m3	2050,00	14,00 €	28 700,00 €
2	2	Fourniture et mise en œuvre de géotextile	m2	980,00	9,00 €	8 820,00 €
2	3	Reprise enrochement issus de la dépose de la digue est pour réalisation sous couche 60/300 Kg	m3	310,00	14,00 €	4 340,00 €
2	4	Fourniture d'enrochement 1/3T	m3	1200,00	30,00 €	36 000,00 €
2	5	Mise en œuvre de la sous couche 60/300kg	m3	310,00	8,00 €	2 480,00 €
2	6	Reprise et mise en œuvre des enrochements 1/3T	m3	1200,00	12,00 €	14 400,00 €
2	7	Remblaiement avec produits issus du terrassement	m3	1120,00	5,00 €	5 600,00 €
2	8	Régalage des matériaux excédentaires	m3	930,00	3,00 €	2 790,00 €
					Sous-total 2	**103 130,00 €**
3		**REALISATION EPI 2 EN ENROCHEMENT**				
3	1	Terrassement en terrain de toute nature	m3	2080,00	14,00 €	29 120,00 €
3	2	Fourniture et mise en œuvre de géotextile	m2	980,00	9,00 €	8 820,00 €
3	3	Reprise enrochement issus de la dépose de la digue est pour réalisation sous couche 60/300 Kg	m3	310,00	14,00 €	4 340,00 €
3	4	Fourniture d'enrochement 1/3T (carapace)	m3	1240,00	30,00 €	37 200,00 €
3	5	Mise en œuvre de la sous couche 60/300kg	m3	310,00	8,00 €	2 480,00 €
3	6	Reprise et mise en œuvre des enrochements 1/3T (carapace)	m3	1240,00	12,00 €	14 880,00 €
3	7	Remblaiement avec produits issus du terrassement	m3	1090,00	5,00 €	5 450,00 €
3	8	Régalage des matériaux excédentaires	m3	990,00	3,00 €	2 970,00 €
					Sous-total 3	**105 260,00 €**
4		**RECHARGEMENT PLAGE**				
4	1	Apport de sable par voie terrestre	m3	15100,00	25,00 €	377 500,00 €
4	2	Reprise et mise en œuvre du sable sur la plage	m3	15100,00	5,00 €	75 500,00 €
					Sous-total 4	**453 000,00 €**
5		**DIGUE EST EN ENROCHEMENTS**				
5	1	Dépose et mise en dépôt provisoire des enrochements	m3	1650,00	22,00 €	36 300,00 €
5	2	Reprofilage talus aprés dépose des enrochements	m2	1100,00	14,00 €	15 400,00 €
5	3	Fractionnements (60/300kg) enrochements pour réutiisation en sous couche pour les épis	m3	620,00	14,00	8 680,00 €
5	4	Evacuation des enrochements excédentaires	m3	1030,00	15,00 €	15 450,00 €
					Sous-total 5	**75 830,00 €**
6		**DIGUE PRINCIPALE**				
6	1	Dépose et mise en dépôt provisoire des enrochements existants	m3	2405,00	22,00 €	52 910,00 €
6	2	Réalisation déblai (souille ,...) y/c stockage et essorage	m3	15950,00	14,00 €	223 300,00 €
6	3	Tri et fractionnement des enrochements existants pour réalisation filtre (60/300kg)	m3	2405,00	14,00 €	33 670,00 €
6	4	Fourniture de filtre 60/300kg	m3	2446,00	24,00 €	58 704,00 €
6	5	Mise en œuvre de filtre 60/300kg	m3	3850,00	8,00 €	30 800,00 €
6	6	Fourniture d'enrochements 1/3T	m3	7180,00	30,00 €	215 400,00 €
6	7	Pose d'enrochements 1/3T	m3	5250,00	12,00 €	63 000,00 €
6	8	Fourniture et pose de géotextile	m3	5200,00	9,00 €	46 800,00 €
6	9	Reprise et mise en œuvre de remblai issus des déblais sur la pédale et à l'arriere de la protection	m3	4660,00	5,00 €	23 300,00 €
6	10	Evacuation des déblais	m3	11290,00	27,00 €	304 830,00 €
					Sous-total 6	**1 052 714,00 €**
7		**Cheminement piétonniers (Longueur:+/-90 ml)**				
7	1	Reprofilage tn (deblai/remblai)pour création cheminement piétonniers	m2	170,00	28,00 €	4 760,00 €
7	2	Fourniture et mise en œuvre de géotextile	m2	170,00	9,00 €	1 530,00 €
7	3	Fourniture et mise en œuvre de GNT y/c compactage	m3	4,00	42,00 €	168,00 €
7	4	Réalisation de marche en enrochement y/c tri	ft	1	7500,00	7 500,00 €
7	5	Fourniture et pose de branchages, ganivelles et plantations	ft	1	30000,00	30 000,00 €
					Sous-total 7	**43 958,00 €**

TOTAL H.T	**1 915 092,00 €**
ALEA 20%	**383 018,40 €**
TOTAL H.T. ALEAS INCLUS	**2 298 110,40 €**
TVA 20%	**459 622,08 €**
TOTAL € T.T.C.	**2 757 732,48 €**

creocean

Environnement & océanographie

www.Créocéan.fr

keran

Des hommes, une planète

GROUPE KERAN