

Etude de connaissance des phénomènes d'érosion sur le littoral vendéen





ETUDE DE CONNAISSANCE DES PHENOMENES D'EROSION SUR LE LITTORAL VENDEEN

GEOS Aménagement /
Environnement littoral
12, rue Maréchal Foch
56410 Etel - France

DHI Eau & Environnement
2/4 rue Edouard Nignon
CS 47202
44372 Nantes Cedex 3

Tel: 02.97.55.43.26
Fax: 02.97.55.43.26
e-mail: geos56@wanadoo.fr

Tel: 02.40.48.40.40
Fax: 02.40.48.13.13
e-mail: dhi@dhi.fr
Web: www.dhi.fr

Client Service Maritime DDE85	Représentant du Client M. S. RAISON
--------------------------------------	--

Projet ETUDE DE CONNAISSANCE DES PHENOMENES D'EROSION SUR LE LITTORAL VENDEEN	Projet No 50198
---	------------------------

Auteurs Erwan Le Cornec GEOS Matthieu Fiere DHI Nicholas Grunnet DHI	Date 15/02/2008
	Approuvé par Pierre Peeters

9	Document final validé par le CETMEF	PPE	GEOS	NGR	15/02/08
8	Document final	NGR	PPE	PBN	18/12/07
1	Document de travail provisoire	MFI	PPE		24/05/07
Révisi	Description	Par	Vérfié	Approuvé	Date

Mots clés Propagation de houle, transit sédimentaire, érosion, aléa, enjeux,	Classification <input type="checkbox"/> Ouvert <input type="checkbox"/> Interne <input checked="" type="checkbox"/> Client
---	---

Distribution	Nb de copies
DDE85 CETMEF DHI GEOS	M. S. RAISON M. P. Lebreton 1 (numérique) 1 (numérique)

PRÉAMBULE	1
A LE LITTORAL VENDEEN	3
A.1 DESCRIPTION DE LA MORPHOLOGIE DU LITTORAL VENDEEN.....	3
1.1 LA CÔTE	3
1.2 DU PLATEAU CONTINENTAL À L'AVANT-CÔTE.....	6
1.3 COUVERTURE SÉDIMENTAIRE DES FONDS / RÉPARTITION DE LA NATURE DES SÉDIMENTS	7
A.2 LES AGENTS MORPHODYNAMIQUES	8
2.1 PRINCIPAUX PROCESSUS PHYSIQUES EN JEU DANS L'ÉROSION LITTORALE	8
2.1.1 <i>Les houles</i>	8
2.1.2 <i>Les courants</i>	10
2.1.3 <i>Transport littoral</i>	11
2.1.4 <i>Causes de l'érosion côtière</i>	11
2.2 CARACTÉRISTIQUES DES AGENTS HYDROMÉTÉOROLOGIQUES SUR LE LITTORAL VENDÉEN.....	12
2.2.1 <i>Les températures</i>	12
2.2.2 <i>Les précipitations</i>	12
2.2.3 <i>Les vents</i>	13
2.2.4 <i>Les houles</i>	14
2.2.5 <i>Variations du niveau des eaux : marées et surcotes</i>	18
A.3 LES ALEAS : LES PHÉNOMÈNES DE SUBMERSION MARINE ET LES EFFETS PROGRESSIFS DE L'ÉROSION	26
3.1 QUELQUES DÉFINITIONS	26
3.2 MOYENS ET MÉTHODES DE CARACTÉRISATION DE L'ALÉA «SUBMERSION MARINE»	27
3.3 MOYENS ET MÉTHODES DE CARACTÉRISATION DE L'ALÉA «RECUIL DU TRAIT DE CÔTE»	28
3.3.1 <i>Modélisation numérique</i>	28
3.3.2 <i>Analyse des photographies aériennes</i>	42
3.3.3 <i>Scénario d'évolution du trait de côte</i>	44
A.4 ÉVALUATION DES ENJEUX	49
4.1 HABITAT ET ÉQUIPEMENT	50
4.2 ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES	51
4.3 QUALITÉ DU PATRIMOINE NATUREL ET CULTUREL.....	53
B LES UNITÉS SÉDIMENTAIRES U.S.	55
B.1 LA BAIE DE BOURGNEUF (U.S. 1).....	55
1.1 DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE.....	55
1.1.1 <i>Le cadre géologique et géomorphologique</i>	55
1.1.2 <i>Les incidences de l'implantation humaine sur le littoral</i>	58
1.2 DYNAMIQUE LITTORALE.....	63
1.2.1 <i>Données bathymétriques et granulométriques</i>	63
1.2.2 <i>Données de calage</i>	65
1.2.3 <i>Segmentation de l'unité sédimentaire 1</i>	67
1.2.4 <i>Résultats de la modélisation du transit littoral</i>	70
1.2.5 <i>Synthèse de la dynamique littorale de l'unité sédimentaire 1</i>	75
1.3 SCÉNARIO D'ÉVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE.....	77
1.4 OBJECTIF DES OUVRAGES DE PROTECTION EN PLACE	85
1.5 ALÉAS ET ENJEUX	90
B.2 LA FAÇADE OCCIDENTALE DE NOIRMOUTIER (U.S. 2)	97
2.1 DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE.....	97
2.1.1 <i>Le cadre géologique et géomorphologique</i>	97

2.1.2	<i>Les incidences de l'implantation humaine sur le littoral</i>	100
2.2	DYNAMIQUE LITTORALE.....	109
2.2.1	<i>Données bathymétriques et granulométriques</i>	109
2.2.2	<i>Données de calage</i>	111
2.2.3	<i>Segmentation de l'unité sédimentaire 2</i>	113
2.2.4	<i>Résultats de la modélisation du transit littoral</i>	117
2.2.5	<i>Synthèse de la dynamique littorale de l'unité sédimentaire 2</i>	122
2.2.6	<i>Evolution du Goulet de Fromentine</i>	124
2.3	SCÉNARIO D'ÉVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE.....	126
2.4	OBJECTIF DES OUVRAGES DE PROTECTION EN PLACE.....	136
2.5	ALÉAS ET ENJEUX.....	140
B.3	LE LITTORAL DE FROMENTINE A SAINT-GILLES-CROIX-DE-VIE (U.S.3)	144
3.1	DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE.....	144
3.1.1	<i>Le cadre géologique et géomorphologique</i>	144
3.1.2	<i>Les incidences de l'implantation humaine sur le littoral</i>	147
3.2	DYNAMIQUE LITTORALE.....	152
3.2.1	<i>Données bathymétriques et granulométriques</i>	152
3.2.2	<i>Données de calage</i>	153
3.2.3	<i>Segmentation de l'unité sédimentaire 3</i>	156
3.2.4	<i>Résultats de la modélisation du transit littoral</i>	161
3.2.5	<i>Synthèse de la dynamique littorale de l'unité sédimentaire 3</i>	169
3.3	SCÉNARIO D'ÉVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE.....	171
3.4	OBJECTIF DES OUVRAGES DE PROTECTION EN PLACE.....	182
3.5	ALÉAS ET ENJEUX.....	187
B.4	L'ILE D'YEU (U.S. 4)	190
4.1	DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE.....	190
4.1.1	<i>La côte Nord</i>	191
4.1.2	<i>La côte Sud</i>	191
4.2	DYNAMIQUE LITTORALE.....	192
4.2.1	<i>Données bathymétriques et granulométriques</i>	192
4.2.2	<i>Données de calage</i>	194
4.2.3	<i>Segmentation de l'unité sédimentaire 4</i>	196
4.2.4	<i>Résultats de la modélisation du transit littoral</i>	198
4.3	SCÉNARIO D'ÉVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE.....	201
4.4	OBJECTIF DES OUVRAGES DE PROTECTION EN PLACE.....	207
4.5	ALÉAS ET ENJEUX.....	211
B.5	LE LITTORAL DE SAINT-GILLES-CROIX-DE-VIE AUX SABLES D'OLONNE (U.S. 5)	213
5.1	DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE.....	213
5.1.1	<i>Le cadre géologique et géomorphologique</i>	213
5.1.2	<i>Les incidences de l'implantation humaine sur le littoral</i>	220
5.2	DYNAMIQUE LITTORALE.....	227
5.2.1	<i>Données bathymétriques et granulométriques</i>	227
5.2.2	<i>Données de calage</i>	229
5.2.3	<i>Segmentation de l'unité sédimentaire</i>	231
5.2.4	<i>Résultats de la modélisation du transit littoral</i>	233
5.2.5	<i>Synthèse de la dynamique littorale de US5</i>	242
5.3	SCÉNARIO D'ÉVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE.....	244
5.4	OBJECTIF DES OUVRAGES DE PROTECTION EN PLACE.....	251
5.5	ALÉAS ET ENJEUX.....	256
B.6	LE LITTORAL DES SABLES D'OLONNE A LA TRANCHE-SUR-MER (U.S. 6)	259
6.1	DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE.....	259
6.2	DYNAMIQUE LITTORALE.....	263
6.2.1	<i>Données bathymétriques et granulométriques</i>	263
6.2.2	<i>Données de calage</i>	264

6.2.3	<i>Segmentation de l'unité sédimentaire 6</i>	267
6.2.4	<i>Résultats de la modélisation du transit littoral</i>	270
6.2.5	<i>Synthèse de la dynamique littorale de l'unité sédimentaire 6</i>	278
6.3	SCÉNARIO D'ÉVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE.....	280
6.4	OBJECTIF DES OUVRAGES DE PROTECTION EN PLACE	286
6.5	ALÉAS ET ENJEUX	290
B.7	LE LITTORAL DE LA TRANCHE-SUR-MER A LA BAIE DE L'AIGUILLON (U.S. 7)	293
7.1	DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE.....	293
7.1.1	<i>Le cadre géologique et géomorphologique</i>	293
7.1.2	<i>Les incidences de l'implantation humaine sur le littoral</i>	297
7.2	DYNAMIQUE LITTORALE.....	307
7.2.1	<i>Données bathymétriques et granulométriques</i>	307
7.2.2	<i>Données de calage</i>	309
7.2.3	<i>Segmentation de l'unité sédimentaire 7</i>	311
7.2.4	<i>Résultats de la modélisation du transit littoral</i>	314
7.2.5	<i>Synthèse de la dynamique littorale de l'unité sédimentaire 7</i>	322
7.2.6	<i>Evolution de la Pointe d'Arçay</i>	324
7.3	SCÉNARIO D'ÉVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE.....	326
7.4	OBJECTIF DES OUVRAGES DE PROTECTION EN PLACE	337
7.5	ALÉAS ET ENJEUX	341
	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	346

PREAMBULE

Le littoral vendéen s'étire sur près de 276 km et se décompose en 109 km de plages, 64 km de côtes rocheuses et 103 km de digues à la mer. La situation actuelle présente une érosion presque généralisée sur les plages et quelques effondrements de falaises se produisent dans l'année.

Les facteurs du recul du trait de côte sont à la fois naturels et humains. La montée du niveau des mers accentue le phénomène, et la fréquentation touristique entraîne également des effets négatifs.

De multiples systèmes de protection ont été mis en place dans le passé avec des résultats variables, voire même des effets négatifs. Aujourd'hui, le phénomène d'érosion peut avoir de grandes conséquences sur l'économie du littoral.

C'est dans ce contexte que la Direction Départementale de la Vendée a engagé la réalisation d'une étude générale relative à la protection du littoral vendéen.

L'étude s'articule autour de 3 parties principales :

- un bilan de l'évolution du trait de côte,
- la réalisation d'un Atlas de l'érosion marine des côtes de la Vendée,
- et une analyse de détail et propositions de gestion du littoral sur les sous cellules hydrosédimentaires élémentaires délimitées comme suit (cf. Figure A.1.1) :

Cellule n° 1 : Littoral continental de la Baie de Bourgneuf jusqu'au pont de Noirmoutier et la côte Est de l'Île de Noirmoutier

Cellule n° 2 : Côte Ouest de l'Île de Noirmoutier

Cellule n° 3 : du Goulet de Fromentine (Pont de Noirmoutier) jusqu'à la Pointe de Grosse Terre à Saint-Gilles-Croix-de-Vie

Cellule n° 4 : Île d'Yeu

Cellule n° 5 : de la Pointe de Grosse Terre à Saint Gilles Croix de Vie jusqu'à la Pointe de l'Aiguille aux Sables d'Olonne

Cellule n° 6 : de la Pointe de l'Aiguille aux Sables d'Olonne jusqu'à la pointe du Grouin du Cou

Cellule n° 7 : de la pointe du Grouin du Cou jusqu'à l'estuaire de la Sèvre Niortaise

Le présent document s'attachera à développer le premier point.

Dans un premier temps, l'ensemble du littoral vendéen est analysé du point de vue de sa morphologie, des agents hydrodynamiques qui le caractérisent ainsi que des aléas et les enjeux liés aux phénomènes de submersion marine et les effets progressifs de l'érosion.

Ensuite, chaque cellule hydrosédimentaire fait l'objet d'un chapitre distinct qui reprend la description de sa morphologie, l'étude de sa dynamique littorale dont sont déduits les scénarios d'évolution du trait de côte et l'analyse de l'efficacité des ouvrages en place. Enfin une synthèse des aléas et enjeux est présentée pour chacune des cellules.

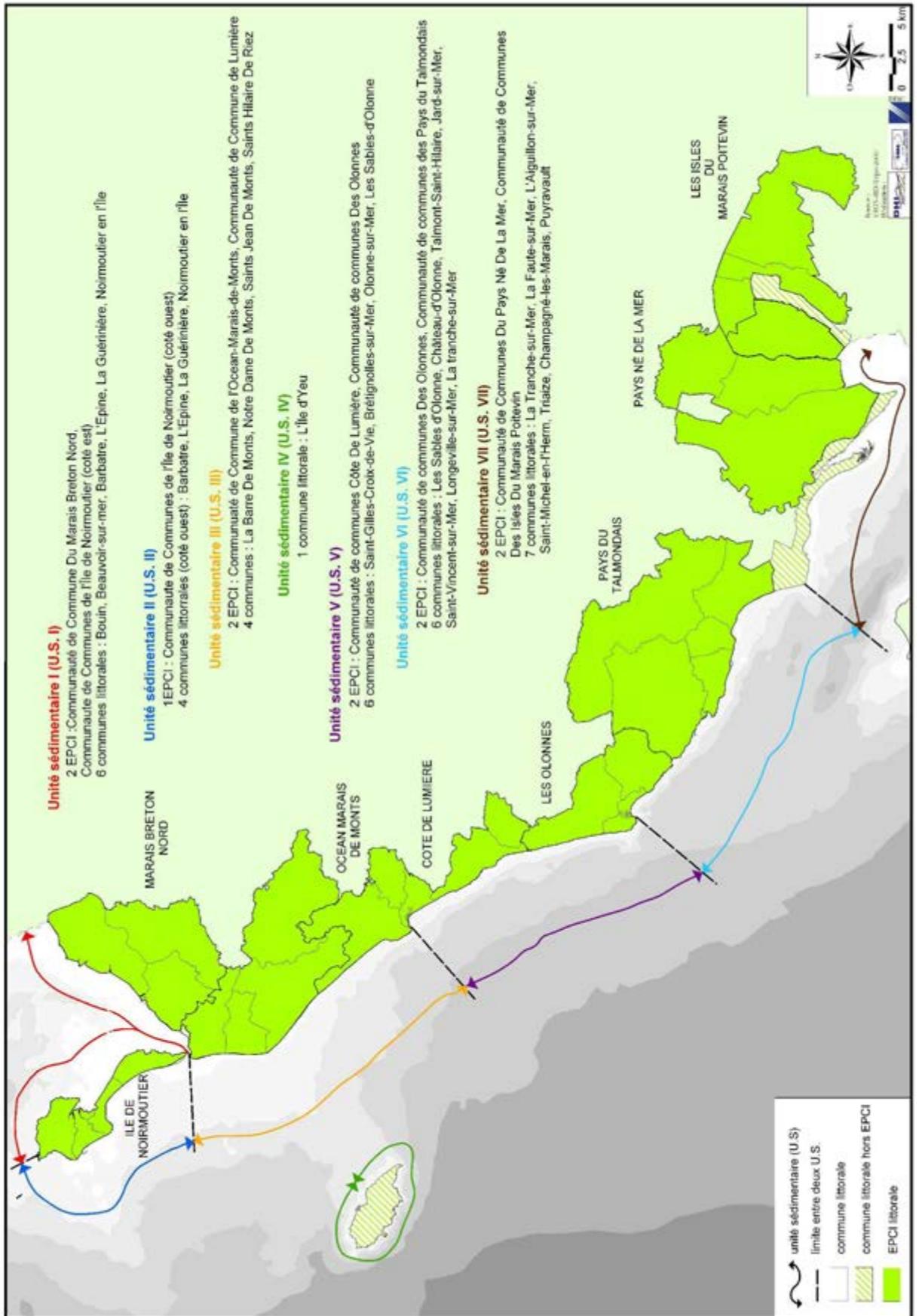


Figure A.1.1 : Présentation du découpage du littoral vendéen en unités sédimentaires

A LE LITTORAL VENDEEN

A.1 DESCRIPTION DE LA MORPHOLOGIE DU LITTORAL VENDEEN

1.1 La côte

Entre les deux zones basses, constituées l'une au Nord par le Marais Breton et l'autre au Sud par le Marais Poitevin, le littoral est interrompu par les embouchures :

- du Jaunay et de la Vie (à Saint-Gilles-Croix de Vie) ;
- de l'Auzance et de la Vertonne au niveau du Havre de la Gâchère, à la limite des communes d'Olonne-sur-Mer et de Brétignolles ;
- de la Payré au niveau du Havre du Payré sur la commune de Talmont-Saint-Hilaire ;
- du Lay au Sud de la Faute-sur-Mer.

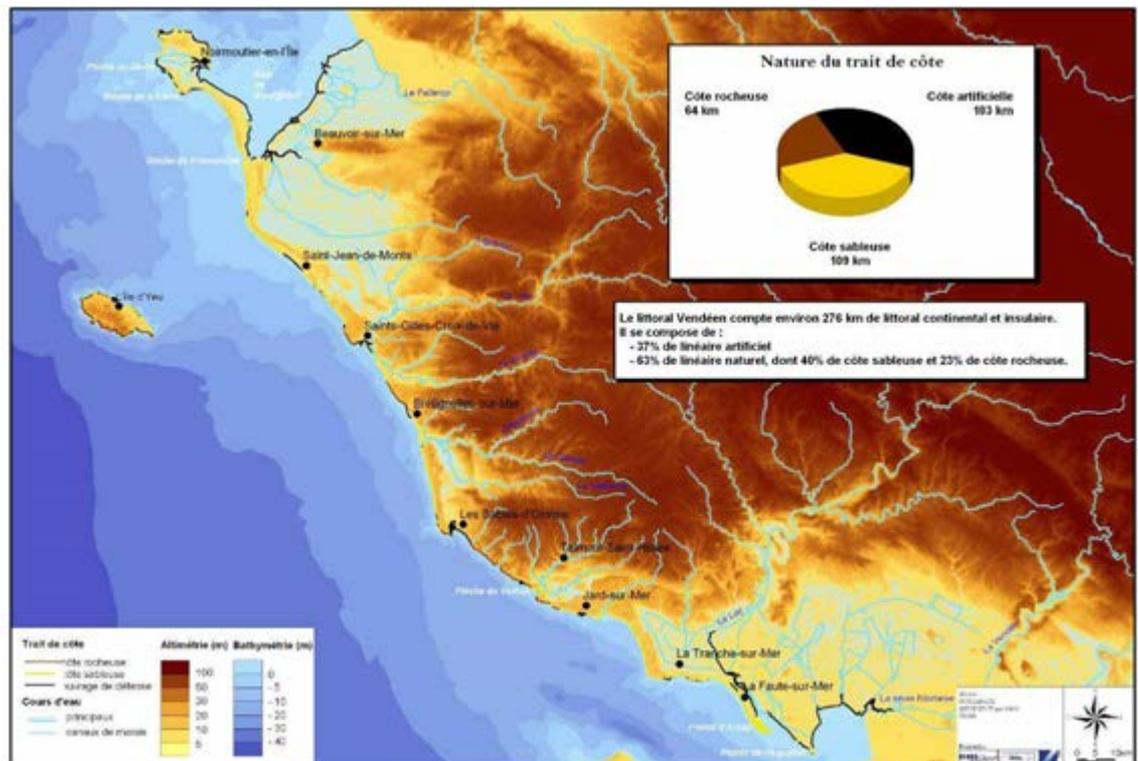


Figure A.1.1 Géographie physique du littoral vendéen

Le littoral sableux représente 40 % du linéaire côtier total. Les grands ensembles dunaires sont localisés au niveau de :

La façade Atlantique de Noirmoutier

Elle est bordée, en presque totalité, par un cordon dunaire qui au Nord, isole de la mer un secteur dépressionnaire occupé par des marais salants, et se prolonge au Sud par une flèche sableuse. 3 secteurs se distinguent :

- de l'Herbaudière à la pointe du Devin, le cordon dunaire s'étend sur une longueur de 4 km et sur une largeur variant de 400 m au Nord à 60 m au Sud ;
- le cordon dunaire de l'Épine se développe sur 5 km et atteint une épaisseur de 1 200 m dans l'axe La Matinière / le Bois-Garnier et de 700 m au droit de la pointe de la Loire ;
- de la pointe de la Loire à la pointe de la Fosse, la flèche sableuse s'étire sur près de 12 km et atteint une largeur maximale de 1000 m au niveau de la Maison Rouge.

Les dunes du Pays de Monts entre Fromentine et Saint-Gilles-Croix-de-Vie

La frange littorale, qui borde au Sud-ouest le Marais Breton, est formée sur 26 km par un cordon sableux d'une hauteur le plus souvent d'une dizaine de mètres et rarement plus de 15 à 20 mètres. Sa largeur maximale est de 2 km au Nord, de 3 km au Sud et de 700 m au niveau du Pont d'Yeu.

Les dunes du Jaunay entre Saint-Gilles-Croix-de-Vie et Brétignolles

Sur 7 km, un cordon dunaire et une flèche sableuse à pointe endiguée se sont développés, en avant des marais de la vallée du Jaunay. La largeur de ces dunes bordières, de 5 m d'altitude, ne dépasse pas 1 km.

Le massif dunaire d'Olonne entre Brétignolles et la Chaume (Sables d'Olonne)

La formation dunaire s'est développée, en avant des Marais d'Olonne, où coule la Vertonne sur une longueur de 12 km et sur une épaisseur variant de 2 km à 800 m. Son altitude atteint 7 m à Brétignolles, 8 m à Olonne et de 2 à 3 m à la Chaume.

La flèche sableuse du Veillon est édifiée au travers de l'estuaire du Payré, sur la commune de Talmont-Saint-Hilaire. Elle s'allonge vers le Sud-est comme la plupart des flèches vendéennes, sur près d'un kilomètre. Son altitude décroît de l'enracinement vers l'extrémité libre, passant de 16 m à 8 m.

Les dunes de Longeville entre Saint-Vincent-Sur-Jard et la Tranche-sur-Mer

Cette flèche sableuse qui a progressé vers le Sud (et a évolué en cordon dunaire) s'est développée en bordure de la partie Nord-ouest du Marais Poitevin. Le cordon sableux s'étend sur près de 12 km et sur une épaisseur maximale de 1800 m. Son altitude varie de 5 m à 12 m.

Le littoral sableux de la Tranche-sur-Mer à la Pointe de l'Aiguillon

Il correspond à la bordure occidentale du Marais Poitevin. Cet ensemble (16 km de long, 600 m de large, 5 m d'altitude) est marqué par la présence de deux importantes flèches sableuses qui se sont développées vers le Sud-est. Ce sont la pointe de l'Aiguillon et la pointe d'Arçay. Entre ces deux flèches s'écoule le Lay.

Le littoral compte au total 64 km de côtes rocheuses (soit 23 % du linéaire du littoral vendéen). Les principaux littoraux rocheux sont localisés au niveau :

De Saint-Gilles-Croix-de-Vie aux Sables d'Olonne

3 môles rocheux, se prolongeant par des platiers, interrompent la continuité des cordons dunaires (et constituent des points d'ancrage pour eux) :

- Sion au Nord : la falaise rocheuse d'une dizaine de mètres de hauteur maximum est constituée par des micaschistes et grès (les micaschistes sont en général plus friables et altérés que les grès) ;
- Brétignolles au centre : les falaises rocheuses du Prégneau (7 à 14 m d'altitude) et du Marais Girard (2 à 4 m d'altitude), qui encadrent la plage de la Parée, sont constituées principalement par des schistes et des grès feldspathiques. Les falaises sont couronnées par une couche de sable dunaire d'épaisseur assez variable (0 à 2 m) ;
- La Chaume au Sud : falaise rocheuse constituée de gneiss.

Des Sables d'Olonne à la Tranche-Sur-Mer

Les falaises prédominent. Elles se prolongent par des platiers rocheux qui affleurent largement sur l'estran (400 à 500 m). Les sables n'occupent généralement que la partie supérieure de l'estran (sauf aux Sables d'Olonne).

3 zones sont à distinguer :

- Des Sables d'Olonne à la pointe du Payré, la côte est formée d'une falaise rocheuse (micaschistes, gneiss) d'une quinzaine de mètres de hauteur. Des limons et des argiles recouvrent ces roches sur 1 à 2 m d'épaisseur.
- De la Pointe du Payré à Saint-Vincent-Sur-Jard, la côte est constituée de falaises calcaires (et au sommet par des formations argilo-limoneuses) d'une hauteur de l'ordre de 10 à 15 mètres.

- De l'île d'Yeu, le littoral est constitué principalement de côtes rocheuses. Les granites et les gneiss sont dominants.

La part du rivage artificialisé représente 103 km soit 37 % du linéaire total départemental. (Cf. Tableau A.1)

La côte artificielle est constituée :

- par des digues au niveau des zones basses :
 - o de la Baie de Bourgneuf (façade orientale de Noirmoutier et bordure du Marais Breton) et la baie de l'Aiguillon,
 - o et en avant des zones de marais de Noirmoutier.
- par des ouvrages de défense côtière (enrochements, perrés, épis) en avant des zones urbanisées de Saint-Jean-de-Monts, de Saint-Gilles-Croix-de-Vie, de Brétignolles, des Sables d'Olonne, de la Tranche-sur-Mer,...

Tableau A.1 : Typologie de la ligne de rivage

Type de côte	Linéaire en km	% du linéaire côtier de la Vendée
Côte sableuse	109 km	40 %
Côte rocheuse	64 km	23 %
Rivage artificiel	103 km	37 %
Total	276 km	100 %

1.2 Du plateau continental à l'avant-côte

La plate-forme sous-marine, étagée en gradins, s'abaisse doucement sous les eaux de l'Océan Atlantique selon une pente plutôt faible, donc favorable aux réfractions de la houle.

De Noirmoutier à Saint-Vincent-sur-Jard, l'isobathe de 40 m se trouve à une distance d'environ 30 à 40 km de la côte.

Cependant la topographie de la zone immergée constitue généralement le prolongement naturel de la zone émergée.

Les fonds marins de la Baie de Bourgneuf sont, pour la plus grande partie, inférieurs à 5 m. L'estran est très développé, sa largeur atteint 2 à 3 km.

Entre l'île d'Yeu et Noirmoutier, les fonds sont plutôt plats (-10 m à environ 10 km de la côte et -20 m à 15 km) tandis qu'entre l'île d'Yeu et le continent on note la présence d'un haut fond d'environ -6 m.

Entre Notre-Dame-de-Monts et les Sables d'Olonne, la pente moyenne des fonds augmente progressivement du Nord vers le Sud : l'isobathe -20 se situe à 15 km face à Saint-Jean-de-Monts et à 5 km de la côte au droit des Sables d'Olonne.

Plus au Sud, entre la Tranche-sur-Mer et l'Île de Ré, dans le Pertuis Breton, les fonds sont de l'ordre de 40 m, tandis qu'en baie de l'Aiguillon, la majorité des fonds sont découvrants.

1.3 **Couverture sédimentaire des fonds / répartition de la nature des sédiments**

Bien que les fonds soient tapissés en grande partie par des formations meubles, on note la présence d'**affleurements rocheux** bien développés :

- devant les principales falaises au niveau de Saint-Gilles-Croix-de-Vie (Massif de Sion) et des Sables d'Olonne (en particulier au Sud jusqu'à la pointe du Payré),
- entre l'Île d'Yeu et Noirmoutier (plateau des Bœufs),
- entre l'Île d'Yeu et Saint-Gilles-Croix-de-Vie,
- et sur la façade occidentale de l'Île de Ré.

Dans les zones abritées (baies de Bourgneuf et de l'Aiguillon), les **vases** constituent l'essentiel des sédiments. Au large, elles sont prédominantes par des fonds de l'ordre de -75 à -120 m sur 300 km de long et sur 30 km de large.

En avant de la zone ouverte sur le large, entre Noirmoutier et Saint-Vincent-Sur-Jard, les **sables fins** (< 0,25 mm) constituent généralement une mince frange côtière depuis la côte jusqu'aux fonds de l'ordre de -20 m.

On remarque un accroissement de la taille des matériaux plus au large, entre -20 et -50 m (environ), où l'on retrouve des **sables moyens** (0,25 à 0,5 mm), puis au delà de -50 m et jusque la Grande Vasière, où prédominent les **sables grossiers** et les cailloutis (> 0,5 mm).

A.2 LES AGENTS MORPHODYNAMIQUES

L'évolution du littoral et des fonds marins (avancée ou recul du rivage, érosion ou sédimentation des fonds) et les mouvements des sédiments dépendent de l'action de divers facteurs morphodynamiques d'origine météorologique ou marine (houles, courants, vents, mais également températures et précipitations) sur les matériaux de la côte et des fonds.

En outre, la pression sur les secteurs côtiers est fortement liée au développement touristique, industriel et commercial des zones littorales mais également aux changements climatiques planétaires tels que l'augmentation du niveau de la mer.

2.1 Principaux processus physiques en jeu dans l'érosion littorale

Ce chapitre reprend l'essentiel des actions des éléments naturels pouvant agir séparément ou ensemble sur les phénomènes d'érosion côtière.

2.1.1 Les houles

L'agitation (houle, mers de vent, clapots) et les courants induits sont les principaux agents responsables du transport des sables le long des rivages.

Les vagues sont principalement formées sous l'action du vent. Les conditions des houles à la côte dépendent alors de plusieurs facteurs :

- des caractéristiques du champ de vent (vitesse, direction et durée),
- de l'extension (météorologique et géographique) du champ de vent,
- de la profondeur des fonds marins.

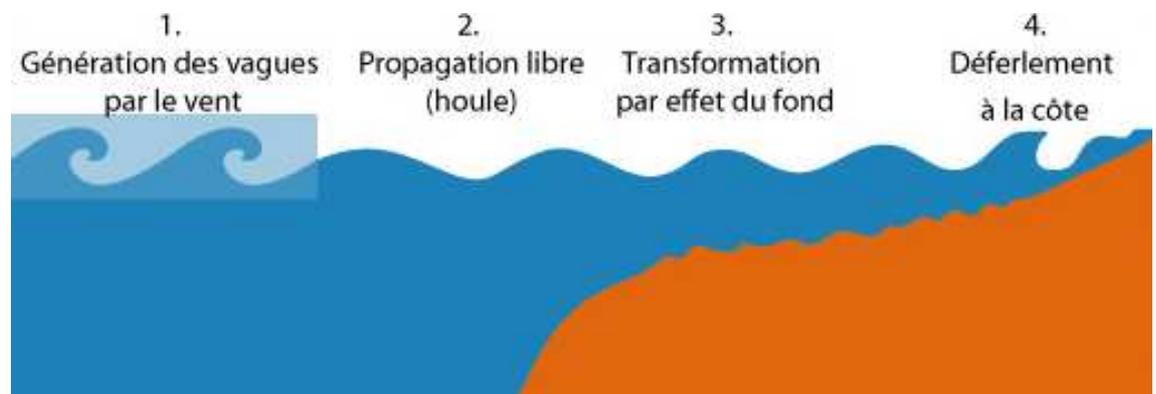


Figure A.2.1 : Principes de formation, de propagation et de transformation de la houle
(source : www.shom.fr)

On distingue "mer du vent", formée par le vent local, de la houle, formée par un champ de vent éloigné de la zone d'observation. L'expérience montre que ces deux types de vagues peuvent se chevaucher.

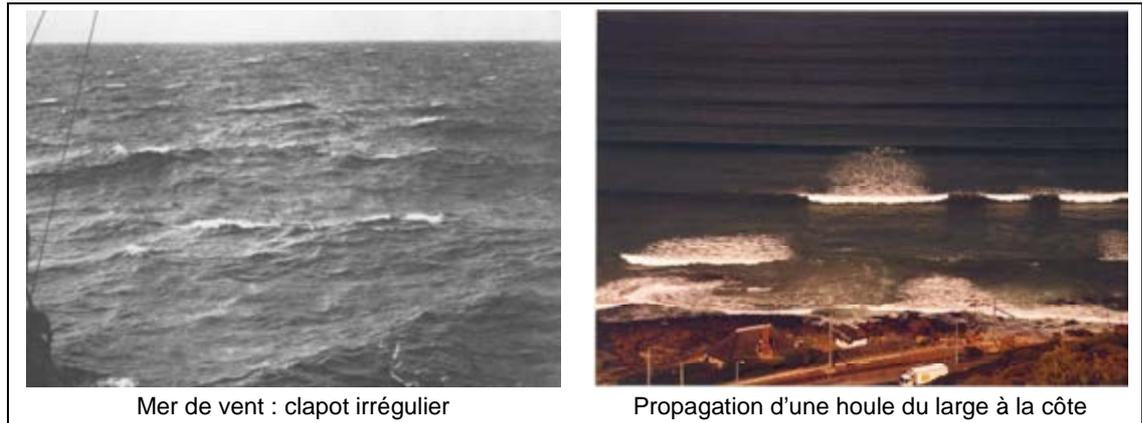


Figure A.2.2 : Illustrations d'une mer de vent générée par des vents locaux (à gauche) et d'une houle générée par l'action des vents au large (à droite)

Lors de sa propagation du large vers la côte, l'action du fond sur la houle va se faire ressentir (cf. Figure A.2.1 et Figure A.2.2). Les vagues subissent alors des déformations liées à la topographie sous-marine (réfraction, dissipation) et à la présence d'ouvrages côtiers (réflexion, diffraction) comme illustrées sur la Figure A.2.3.

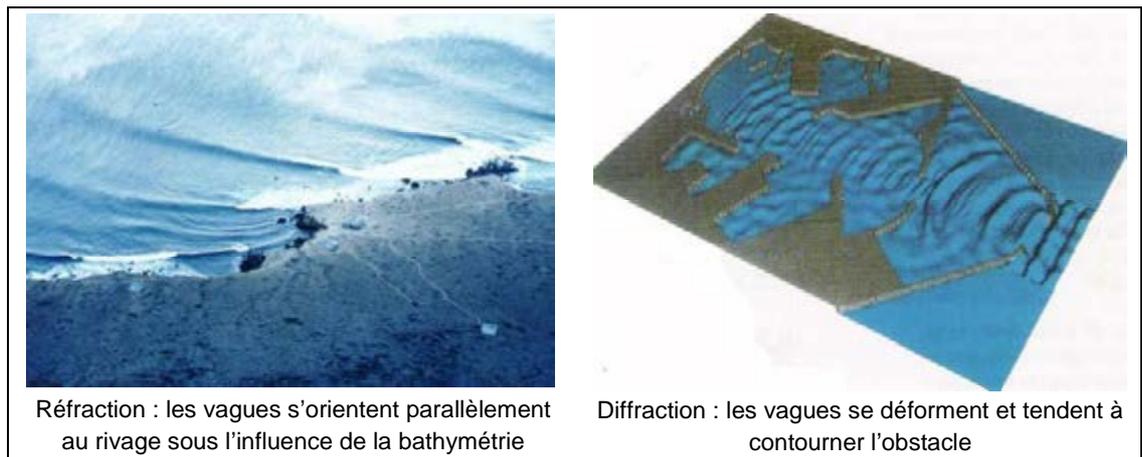


Figure A.2.3 : Visualisation des phénomènes de réfraction (à gauche) et de diffraction (à droite)

Enfin à l'approche du rivage, la profondeur diminue fortement et le profil de la houle se modifie. En effet, lorsque la distance au fond diminue, la cambrure des vagues augmente. Pour finir la cambrure des vagues devient trop importante et, hormis sur des plages très pentues (ou sur des falaises), les vagues finissent par déferler à l'approche des côtes.

La forme que prend alors le déferlement dépend principalement de la pente des fonds. Sur un fond en pente régulière on distingue 3 grands types de déferlement (cf. Figure A.2.4) :

- le déferlement glissant,
- le déferlement plongeant,
- le déferlement frontal ou gonflant.

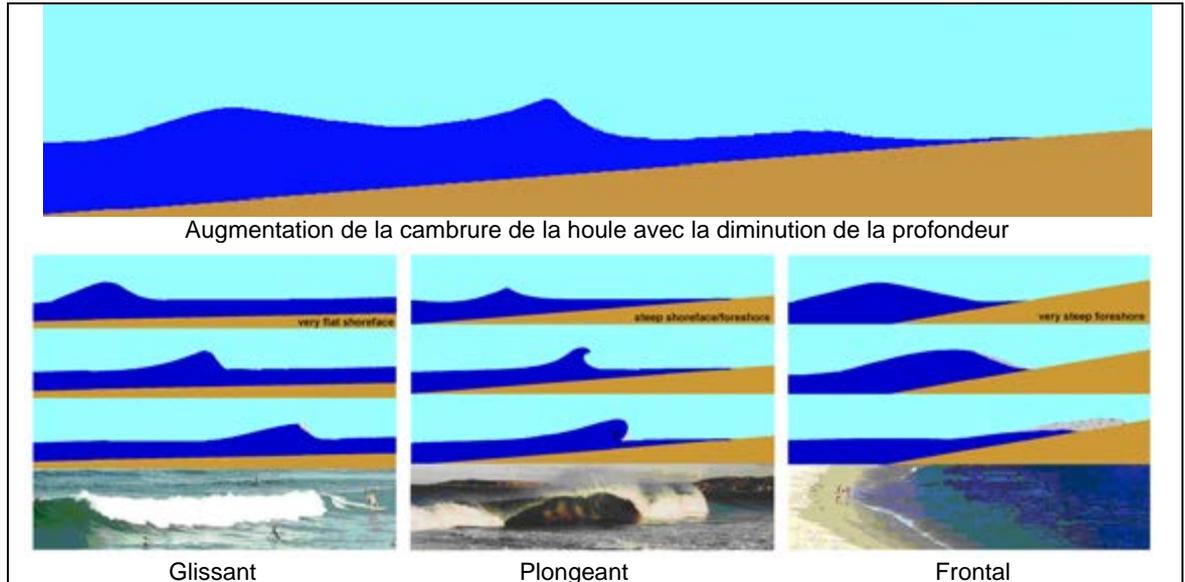


Figure A.2.4 : Principe de déformation et types de déferlement de la houle

2.1.2 Les courants

Au large, les courants marins sont essentiellement générés par la marée, les vents et les variations de la pression atmosphérique.

Sur les côtes atlantiques, les maximum de vitesse sont généralement atteints aux alentours de la mi-marée. Les courants dépendent fortement de la bathymétrie et de configuration de la côte. Ainsi dans les rades et les embouchures des rivières, ils sont principalement liés au remplissage ou à la vidange des baies.

Dans la zone littorale, un autre facteur entre en jeu : la houle. Les courants sont principalement générés par le déferlement des vagues (« courants de houles »).

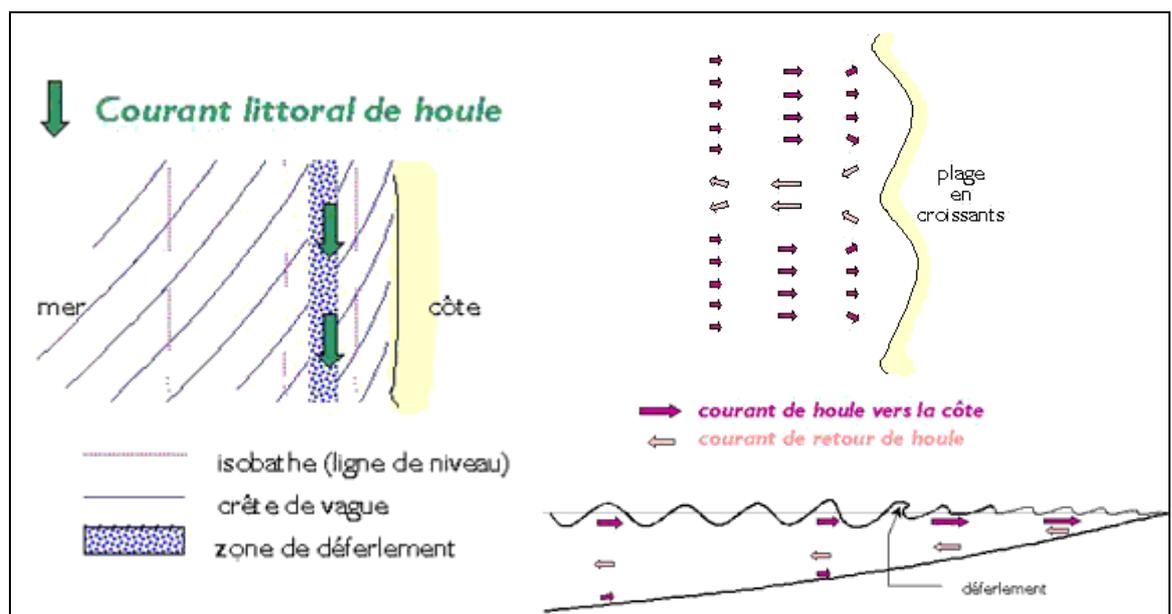


Figure A.2.5 : Formation des courants de houle par déferlement des vagues sur le rivage (source : www.ifremer.fr)

Les courants de retour de houle compensent les courants du large vers la côte. Lorsque ceux-ci sont localisés, ils sont à l'origine de la formation de croissants ou de dépressions entre la côte et les barres de déferlement (bancs de sable) parallèles au rivage. On parle alors de *bâches*, ou *baïnes* sur littoral aquitain.

2.1.3 Transport littoral

Les sédiments reposant sur les fonds marins sont transportés lorsqu'ils sont soumis à de fortes sollicitations, ou des efforts de cisaillement, provoqués par les mouvements des masses d'eau. Ces mouvements peuvent être produits par les courants de marée ou par les vitesses orbitales des vagues ou une combinaison des deux, ce dernier cas étant la situation où le transport est le plus important (cf. Figure A.2.6).

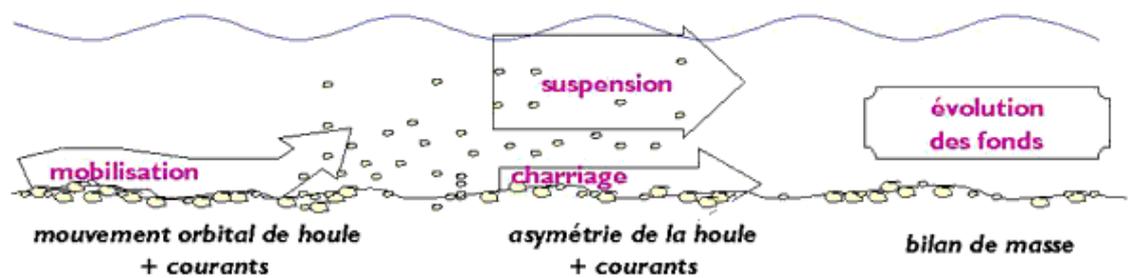


Figure A.2.6 : Schéma de principe du transport des sables et des graviers (source : www.ifremer.fr)

Le transport sédimentaire littoral est donc déterminé par :

- la hauteur, la période et la direction des vagues,
- le déferlement: types, zone d'action,
- les courants: vitesses et directions,
- l'épaisseur de la colonne d'eau,
- les propriétés sédimentaires.

Les évolutions sédimentaires dans la zone de transition (zone de surf), ainsi que les échanges entre la dune et la plage contrôlent l'équilibre précaire du littoral, basé sur des échanges de sable entre cordon dunaire, haut de plage et zone de surf.

Par ailleurs, il faut noter que le transport éolien participe à la dynamique des côtes sableuses. Il peut être évalué à partir de la vitesse du vent, de la largeur du haut de plage et des caractéristiques du sable, mais il est segmenté par la présence d'obstacle, tel que les bâches, qui interceptent le sable.

2.1.4 Causes de l'érosion côtière

Causes de l'érosion naturelle

Les causes de l'érosion côtière naturelle sont nombreuses et peuvent être le fait, entre autres, de :

- l'évolution du paysage littoral,

- les variations climatiques,
- l'élévation du niveau marin.

Causes de l'érosion anthropique

Les structures côtières interférant avec le transport littoral sont la cause la plus commune de l'érosion côtière. Ce type d'érosion s'explique le plus souvent par :

- la présence de certains aménagements côtiers ou offshore,
- une réduction des apports fluviaux,
- des extractions de sables.

D'autres types de protection côtière qui ne débordent pas sur la mer, cependant, peuvent causer également une érosion côtière accrue. Les digues et les perrés sont typiquement construits le long des sections côtières pour assurer la protection de la côte mais peuvent empêcher alors les échanges de sable entre la plage et les dunes en arrière du trait de côte.

2.2 Caractéristiques des agents hydrométéorologiques sur le littoral vendéen

2.2.1 Les températures

La frange littorale et les îles vendéennes sont caractérisées par un climat océanique.

A la station de Noirmoutier, sur la période de référence 1971 – 2000 :

- la moyenne annuelle des températures maximales mensuelles est de 16,1°C ;
- la moyenne annuelle des températures minimales mensuelles est d'environ 9,5°C ;
- les mois les plus chauds sont les mois de juillet et août avec une moyenne des températures maximales mensuelles de 23,6°C ;
- le mois le plus froid est le mois de janvier avec une moyenne des températures minimales de 4,3°C.

La moyenne annuelle des températures est de 12,8°C (mois le plus froid : janvier 6,7°C et le plus chaud août 19,6°C).

Les périodes de gel ou de chaleur provoquent des actions mécaniques sur les matériaux (dessiccation, formation de fissures ...) et interviennent notamment sur l'évolution des côtes à falaise. Cependant compte tenu de la douceur du climat du littoral vendéen, on peut tenir l'action du gel comme négligeable (on dénombre entre 12 et 15 jours de gel sur les îles, 25 environ sur la côte).

2.2.2 Les précipitations

La moyenne annuelle des précipitations tourne autour de 700 mm sur la plus grande partie de la bordure côtière. La pluviométrie est répartie sur toute l'année avec un minimum pour la période juin-juillet-août et un maximum compris entre fin septembre et fin janvier (il tombe sur ces 4 mois entre 40 à 50 % des pluies annuelles).

Le nombre de jours de pluie est de l'ordre de 180.

L'eau de pluie est un facteur d'érosion des secteurs à falaises rocheuses.

L'action mécanique des eaux de ruissellement, liée à l'intensité et la fréquence des pluies, est rapide, brutale et discontinue dans le temps. Leur rôle est particulièrement important sur les formations tendres (marnes, micaschistes altérés, calcaires).

En revanche, l'action des eaux d'infiltration est lente et continue. Elles s'infiltrent à partir du sommet des falaises et ressortent au niveau de l'estran. L'écoulement des eaux favorise l'élargissement des fissures qu'elles parcourent et participe aux phénomènes d'érosion. Le produit de l'érosion se dépose en pied de falaises et se trouve sous l'influence des agents dynamiques de la plage.

2.2.3 Les vents

Le vent influe notamment dans la génération des houles et des courants, la création de surcotes et de décotes marégraphiques, le transport éolien des sédiments sur l'estran et dans les dunes.

Les nombreuses formations dunaires du littoral vendéen témoignent de l'action importante du vent dans le régime sédimentologique littoral. La dégradation du couvert végétal, due aux actions humaines, renforce notablement les érosions éoliennes.

Une présentation générale peut être brièvement esquissée à partir des données chiffrées des stations météorologiques :

- de Noirmoutier, mesures réalisées de 1991 à 2006 à une altitude de 3 mètres,
- de l'Île d'Yeu (sémaphore de Saint-Sauveur), mesures réalisées de 1977 à 2006 à une altitude de 32 mètres,
- de Château d'Olonne, mesures réalisées de 2004 à 2006 à une altitude de 27 mètres,
- de Saint-Clément-des-Baleines (mesures réalisées de 1989 à 2006) à une altitude de 4 mètres.

La distribution en provenance et en force des vents est sensiblement la même aux quatre stations.

L'analyse des données statistiques met en évidence une prédominance annuelle des vents provenant des secteurs Nord-ouest à Sud-ouest (environ 50 % des observations).

On note également une variabilité annuelle des directions dominantes (station de Noirmoutier) :

- en période hivernale (septembre à février), les vents du secteur Ouest à Sud-ouest représentent 30 % des observations ;
- en période estivale (mars à août), les vents proviennent principalement du secteur Ouest à Nord-ouest (40 %).

A Noirmoutier, les vents de secteur Nord-ouest représentent 26,2 % des occurrences. Viennent ensuite les vents de Nord-est (24,2 %) et ceux de Sud-ouest (22,6 %)

Les vents de vitesses supérieures à 8 m/s (supérieurs à force 5 Beaufort) représentent 8,1 % des observations. Les vents les plus forts proviennent en majorité du secteur Sud-ouest à Nord-ouest (86,4 % des vents supérieurs à force 5 Beaufort).

A l'Île d'Yeu, les vents de secteur Ouest (Sud-ouest à Nord-ouest) sont prédominants, ils représentent 50,5 % des observations. Viennent ensuite les vents de Nord-est avec des fréquences de 23,7 %.

Les vents de vitesses supérieures à 8 m/s (supérieurs à force 5 Beaufort) représentent 15,3 % des observations. Les vents les plus forts proviennent en majorité du secteur Sud-ouest à Nord-ouest (75 % des vents supérieurs à force 5 Beaufort).

A Château d'Olonne, les vents de secteur Nord-est représentent 26,2 % des observations. Viennent ensuite les vents de Nord-ouest (24,4 %) et de Sud-ouest (21,5 %).

Les vents de vitesses supérieures à 8 m/s (supérieurs à force 5 Beaufort) représentent 3,7 % des observations. Les vents les plus forts proviennent en majorité du secteur Sud-ouest à Nord-ouest (86,4 % des vents supérieurs à force 5 Beaufort).

A Saint-Clément des Baleines, les vents de secteur Nord-ouest représentent 27,3 % des observations. Viennent ensuite les vents de Nord-est (21,9 %) et de Sud-ouest (21,4 %).

Les vents de vitesses supérieures à 8 m/s (supérieurs à force 5 Beaufort) représentent 23,6 % des observations. Les vents les plus forts proviennent en majorité du secteur Sud-ouest à Nord-ouest (78 % des vents supérieurs à force 5 Beaufort).

2.2.4 Les houles

Les houles, par l'énergie qu'elles dissipent à l'approche des côtes, sont responsables des processus de transit sédimentaire. Elles provoquent dans la zone de déferlement des courants parallèles à la côte dont l'intensité dépend de leur obliquité vis à vis de l'orientation du rivage. Elles sont à l'origine des évolutions des profils de plage et des fonds pouvant entraîner l'érosion du littoral.

Les houles du large

Les houles constituent un agent primordial de la dynamique littorale. On distingue généralement deux types de houles que sont les houles du large (ou *swell* en anglais) créées par des dépressions à plusieurs milliers de kilomètres de la côte avec des périodes longues et qui se propagent ensuite sous forme d'onde, et le clapot ou mer de vent aux périodes plus courtes générées par le vent localement. Leurs caractéristiques (longueur d'onde, hauteur, période, célérité) dépendent de la vitesse du vent, de la durée pendant laquelle il souffle et de l'étendue d'eau qu'il affecte (appelée fetch). La connaissance de la climatologie de houle de la zone côtière est essentielle pour mettre en évidence les possibilités d'action des vagues (mise en suspension, transport du matériau sédimentaire) et analyser leur impact sur le trait de côte (érosion, accumulation).

Les données de houles mises à disposition par le CETMEF pour cette étude sont issues de la base de données ANEMOC. Cet Atlas Numérique d'Etats de Mer Océanique et Côtier, développé dans le cadre d'une collaboration entre EDF R&D - LNHE et le CETMEF, fournit des statistiques sur les conditions d'états de mer obtenues le long des côtes françaises Atlantique - Manche - Mer du Nord sur près de 23 ans de 1979 à 2001. Leurs positions en Longitude/Latitude ainsi qu'en Lambert II et leur profondeur sont reprises dans le Tableau A.2 :

Tableau A.2 : Position des points de données ANEMOC

Point ANEMOC	Longitude	Latitude	E (Lambert II)	N (Lambert II)	Profondeur (m)
843	3.09°	46.99°	187500	235377	75
308	3.08°	46.62°	185655	194279	104
203	2.41°	45.75°	230819	94899	113

Dans la suite de ce document, la hauteur significative des vagues correspond au H_{m0} , hauteur significative spectrale.

Hauteur des houles au large

L'analyse des données au point 0843 à une profondeur de 75 m indique sur la période de 1979 à 2001 :

- 2,9 % de mers ridées ou belles correspondant à des houles dont la hauteur significative est inférieure à 0,5 m,
- 31,3 % de mers peu agitées (hauteurs significatives de la houle comprises entre 0,5 m et 1,25 m),
- 39,6 % de mers agitées (hauteurs significatives comprises entre 1,25 m et 2,5 m),
- 17,7 % de mers fortes (hauteurs significatives comprises entre 2,5 m et 4 m),
- 6,6 % de mers très fortes à grosses (hauteurs significatives comprises entre 4 m et 6 m),
- 1,9 % de mers grosses (hauteurs significatives supérieures à 6 m).

Le tableau 2 reprend cette analyse de répartition pour tous les points ANEMOC.

Tableau A.3: Répartition (en %) des hauteurs significatives de houle Hs

Hs	<0.5 m	<1.25 m	<2.5 m	<4 m	<6 m	<9 m	>9 m
ANEMOC 843	2.9	31.3	39.6	17.7	6.6	1.8	0.1
ANEMOC 308	1.7	27.0	41.3	19.6	7.8	2.3	0.3
ANEMOC 203	1.8	26.2	42.1	19.8	7.8	2.1	0.2

La répartition des hauteurs de houle ne varie pas de manière significative entre les différents points : les houles les plus fréquentes (~ 40 %) sont comprises entre 1,25 m et 2,5 m (voir Tableau A.3).

C'est en hiver (de novembre à mars) que les mers les plus fortes s'observent. Aux mois de décembre et janvier, pendant plus de 52 % du temps, la hauteur significative des houles est supérieure à 2,5 m. Les mers très fortes sont rares dans la période comprise de mai à août (Tableau A.4).

Tableau A.4 : Répartition mensuelle (en %) des hauteurs significatives de houle au point 0843

	Hs en mètre	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
mer grosse	6<H<9 m	6	4	2	1	0	0	0	0	0	1	1	5
mer très forte	4<H<6 m	16	15	9	5	1	0	0	0	2	7	8	16
mer forte	2,5<H<4 m	30	28	28	17	9	6	2	5	11	24	27	25
mer agitée	1,25<H<2,5 m	34	36	42	44	41	40	34	32	44	45	43	38
mer peu agitée	0,5<H<1,25 m	12	15	17	32	44	47	57	58	38	21	20	14
mer belle	0,1<H<0,5 m	1	1	2	2	5	7	6	5	5	2	1	1
mer ridée	0<H<0,1 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Direction des houles au large

Il apparaît sur la **rose des houles au point 0843** que :

- ⇒ les houles les plus fréquentes proviennent du secteur Ouest à Nord-Ouest,
- ⇒ les houles de plus forte amplitude (supérieures à 6 mètres) proviennent du secteur Ouest à Sud-Ouest.

On peut noter qu'il y a peu de variations entre les roses des houles aux différents points ANEMOC 0843, 0308 et 0203. La direction de propagation privilégiée reste l'Ouest / Nord-ouest et **les plus fortes houles proviennent toujours de l'Ouest / Sud-ouest.**

ANEMOC_0843

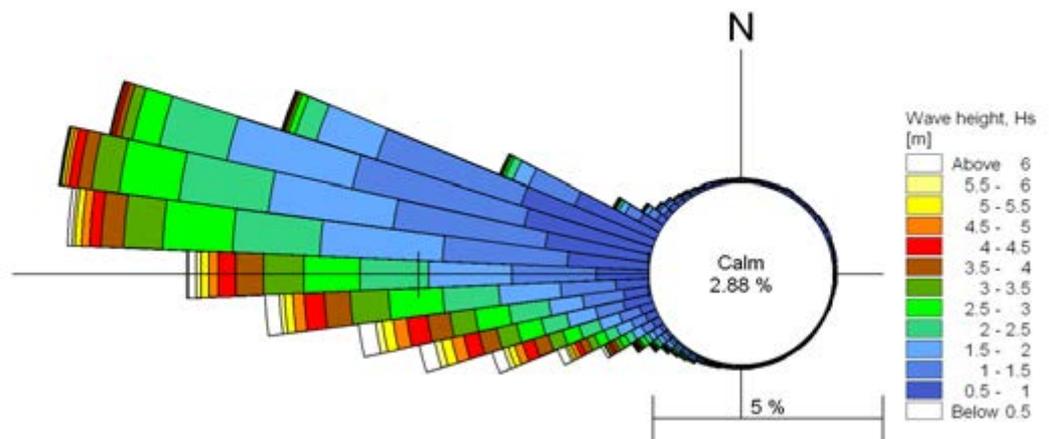


Figure A.2.7 : Rose des houles au point 0843

Amortissement des houles à la côte

Tant que la profondeur est supérieure à la moitié de la distance qui sépare deux crêtes de houles successives (longueur d'onde), celles-ci se diffusent sans déformation. Mais en parvenant sur le plateau continental, le train de houle subit des modifications se traduisant par une diminution de la longueur d'onde et de la vitesse de propagation, et un accroissement de la cambrure des vagues.

Dans la nature on peut distinguer les phénomènes de transformation suivants :

Réfraction sur les fonds : modification de la direction de propagation à l'approche des petits fonds lorsque les crêtes de houle forment un angle avec les lignes bathymétriques. La réfraction est causée par le fait que les vagues se propagent moins rapidement dans les petits fonds. Par conséquent les vagues ont tendance à s'aligner avec la ligne de plus grande pente.

Diffraction : phénomène observé dans des zones abritées et notamment autour de structures telles que les brise-lames. La houle se propage dans la zone abritée de manière latérale par rapport à sa crête par un phénomène de transmission d'énergie.

Réflexion : phénomène se produisant la plupart du temps sur des ouvrages qui renvoient une onde réfléchie par rapport à une onde incidente. Les caractéristiques de l'onde réfléchie dépendent de la structure et de la pente de l'ouvrage mais aussi de la longueur d'onde. Il peut y avoir également réflexion sur des plages sous-marines à forte pente (> 10 %).

Shoaling : déformation de la houle qui intervient dès que la profondeur devient inférieure à environ la moitié de la longueur d'onde. Ce phénomène entraîne une réduction de la vitesse de propagation ainsi qu'une augmentation de la cambrure des vagues.

Frottement sur les fonds : dissipation de l'énergie de la houle causant une réduction de la hauteur des vagues d'autant plus que la profondeur diminue.

Déferlement : phénomène intervenant lorsque la hauteur de houle est supérieure à environ 80 % de la profondeur. Cette valeur largement utilisée dans la littérature est cependant une estimation. On distingue trois sortes de déferlement :

- le déferlement glissant qui intervient sur des pentes faibles,
- le déferlement plongeant qui intervient sur des pentes moyennes,
- le déferlement gonflant qui intervient sur des pentes fortes.

Les houles à la côte sur l'isobathe -8 m CM¹ :

⇒ en parvenant **au Nord de la Baie de Bourgneuf**, la simulation numérique de propagation de houle donne pour directions principales le secteur Ouest Nord-Ouest avec des houles relativement faibles (<1m).

⇒ en parvenant **à l'Ouest de Noirmoutier**, la simulation numérique de propagation de houle donne pour directions principales le secteur Ouest et Sud Sud-Ouest avec des houles fortes.

⇒ en parvenant **à l'Ouest de l'Île d'Yeu**, la simulation numérique de propagation de houle donne pour directions principales le secteur Sud Sud-Ouest et Sud-Ouest qui présente des houles très fortes (> 4 m).

⇒ en parvenant **au Sud de Saint-Gilles-Croix-de-Vie**, la simulation numérique de propagation de houle donne pour directions principales le secteur Sud Sud-Ouest.

⇒ en parvenant **au Sud des Sables d'Olonne**, la simulation numérique de propagation de houle donne pour directions principales le secteur Sud Sud-Ouest et Sud-Ouest.

⇒ en parvenant **à l'Ouest de l'Île de Ré**, la simulation numérique de propagation de houle donne pour directions principales le secteur Ouest.

En arrière des îles de Noirmoutier, d'Yeu et de Ré, la côte est protégée des houles du large d'Ouest à Sud-Ouest.

Exemple : cf. cartes de propagation des houles de Nord-Ouest et de Sud-Ouest derrière l'Île d'Yeu.

2.2.5 Variations du niveau des eaux : marées et surcotes

Les fluctuations du niveau de la mer sont liées aux facteurs astronomiques et climatiques.

Elles constituent un élément essentiel de la dynamique littorale car :

- elles créent des courants de marée qui peuvent transporter des matériaux de la zone intertidale, notamment lorsque ces variations de hauteur d'eau sont combinées avec d'autres facteurs tels que la houle et le vent ;
- elles tendent à amplifier les effets de tempêtes lors des forts coefficients de marée.

¹ CM = Cote Marine : profondeur corrigée et rapportée au zéro hydrographique des cartes marines françaises du SHOM

Les marées sur la côte vendéenne

La marée est un mouvement oscillatoire du niveau de la mer dû aux effets de l'attraction de la lune et du soleil sur les particules liquides.

Sur les côtes atlantiques française, la marée est de type semi-diurne (période de 12 h 25 en moyenne). Les niveaux de marée présentent en général d'assez faibles variations le long du littoral vendéen. D'après le site du SHOM, l'onde de marée entraîne les hauteurs d'eau (en c m CM) suivantes pour des coefficients de 45 en morte eau moyenne et de 90 en vive eau moyenne :

Tableau A.5 : Marées (en c m CM) sur la côte vendéenne

Station	Vive eau moyenne		Morte eau moyenne	
	PM	BM	PM	BM
Port de l'Herbaudière	550	80	440	210
Port-Joinville	565	75	405	195
Port des Sables d'Olonne	580	75	415	205
Port de Saint Martin de Ré	676	96	490	245

Le marnage est en moyenne sur le littoral de 5,1 m par coefficient de 95 et de 2,2 m par coefficient de 45.

Au large de la Vendée, les courants de flot portent vers le Nord-Est et les courants de jusant tournent progressivement vers le Sud-Ouest. La vitesse de ces courants est relativement faible (environ 0,5 à 1 nœud en moyenne). **Les courants de marée sont croissants du large à la côte mais n'influent pas de manière significative sur le transport sédimentaire.** On note une augmentation de la vitesse des courants de marée entre Noirmoutier et la Pointe Saint-Gildas, ces courants pouvant atteindre 2 à 3 nœuds ainsi que dans le Pertuis Breton où ils atteignent un maximum de 1 à 2 nœuds.

Entre la Pointe de L'Herbaudière et Saint-Martin en Ré, les courants de marée restent faibles et leur influence sur le transport sédimentaire à la côte est secondaire par rapport à l'influence de la houle et du clapot. Par contre dans les Baies de Bourgneuf et de l'Aiguillon, où ils atteignent 2 à 3 nœuds au maximum, les courants de marée peuvent transporter les sédiments fins. En particulier le jusant en Baie de Bourgneuf entraîne une grande partie des vases en provenance de la Loire et participe au colmatage de la Baie (Marais Poitevin). On retrouve le même type de schéma dans le Marais Breton, zone de calme abritée par l'île de Ré et propice aux dépôts des vases.

Les surcotes et niveaux extrêmes

Le phénomène de surcote est une surélévation du niveau marin par rapport aux prédictions astronomiques. Il peut être d'origine barométrique, lié au passage d'une dépression atmosphérique ou à des vents d'afflux (vents forts se dirigeant vers la côte) voire à la combinaison des deux phénomènes. Il est cependant difficile à évaluer si on ne possède pas d'enregistrement de la marée dans un endroit où elle est connue, comme un port.

En milieu côtier, on observe également une surélévation du niveau marin provoquée par la houle déferlante (*wave set up*). Cette surélévation dépendra alors des caractéristiques de la houle : hauteur des vagues, période, direction,...

Il existe deux approches distinctes pour la caractérisation des surcotes :

- la surcote de pleine mer (au sens du SHOM) qui est définie comme la différence de cote entre le maximum du niveau d'eau observé et le maximum de la marée prédite même s'il existe un déphasage entre les deux.
- La surcote instantanée qui est définie comme le résidu ou l'écart entre le niveau d'eau observé et la marée prédite à une heure donnée.

Différents travaux sont en cours pour essayer de dresser une carte des surcotes sur le littoral français selon plusieurs périodes de retour. Ces travaux sont essentiellement basés sur l'analyse des enregistrements marégraphiques des ports et des données satellites. Il faut préciser ici que, à l'extérieur des ports, le niveau marin peut être différent de la mesure en raison de la forme de la côte (effet d'accumulation dans les pertuis par exemple), des phénomènes de seiches (vague stationnaire observée dans les lacs, les étendues d'eau semi-fermées, et qui est dû à un fort vent, à des changements de pression atmosphérique ou à une perturbation sismique) ou encore du déferlement de la houle à la côte (*wave set-up*). On notera également que les niveaux mesurés à partir des marégraphes dépendent de la fréquence d'acquisition (par exemple, le SHOM exploite, pour son rapport des niveaux extrêmes, des données lissées toutes les heures : les phénomènes comme les seiches dont la période est souvent inférieure à l'heure ne sont donc pas pris en compte).

Parmi eux les travaux de P.A. Pirrazoli (Projet DISCOBOLE, 2007) indiquent les surcotes instantanées suivantes :

- aux Sables d'Olonne :
 - 1,15 m pour une période de retour de 10 ans
 - 1,35 m pour une période de retour de 50 ans
 - 1,40 m pour une période de retour de 100 ans
- à la Rochelle :
 - 1,40 m pour une période de retour de 10 ans
 - 1,65 m pour une période de retour de 50 ans
 - 1,72 m pour une période de retour de 100 ans

A travers différents documents, il est également possible de retrouver des informations sur des événements particuliers. Les valeurs données ici le sont à titre indicatif car les observations in situ sans mesures ne permettent pas toujours de conclure sur le niveau de surcote, en effet des phénomènes de franchissement peuvent aussi conduire à des inondations :

Le 31 décembre 1978, une brèche est ouverte dans la digue de Sébastopol au niveau de Barbâtre sur l'île de Noirmoutier et provoque l'inondation des 500 ha de la plaine sud de l'île. L'eau est arrêtée par la 4 voies (+2 m IGN) ; la surcote enregistrée est de 0,70 m (*Source : association 12sur12*).

Les 22/23 décembre 1995, Saint-Gilles-Croix-de-Vie a été en partie inondée (coef. 107/111/110). Ce jour là, on a observé une surcote de l'ordre de 0,6 à 0,8 m (marée astronomique maximale ces jours = + 5,7 m CM).

Le 24 octobre 1999, le port de Noirmoutier enregistre une surcote de 0,9 m pour une marée prédite de 5,75 m coefficient 102. Le SHOM a calculé qu'il s'agissait d'une période de retour de 30 ans environ (*Source : association 12sur12*).

En ce qui concerne les niveaux extrêmes, les cartes de l'étude de B. Simon du SHOM (*à paraître en 2008*) indiquent pour différents ports et des périodes de retour de 10, 20, 50 et 100 ans :

Tableau A.6 : Niveaux extrêmes de pleine-mer (en m IGN 69) pour différentes périodes de retour

	Réf. IGN 69 / CM	Période de retour			
		10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
Sables-d'Olonne	-2,832	3,41	3,48	3,57	3,64
La Rochelle-Pallice	-3,504	3,72	3,79	3,88	3,95

Valeurs obtenues graphiquement à partir des courbes suivantes :

LES_SABLES-D_OLONNE

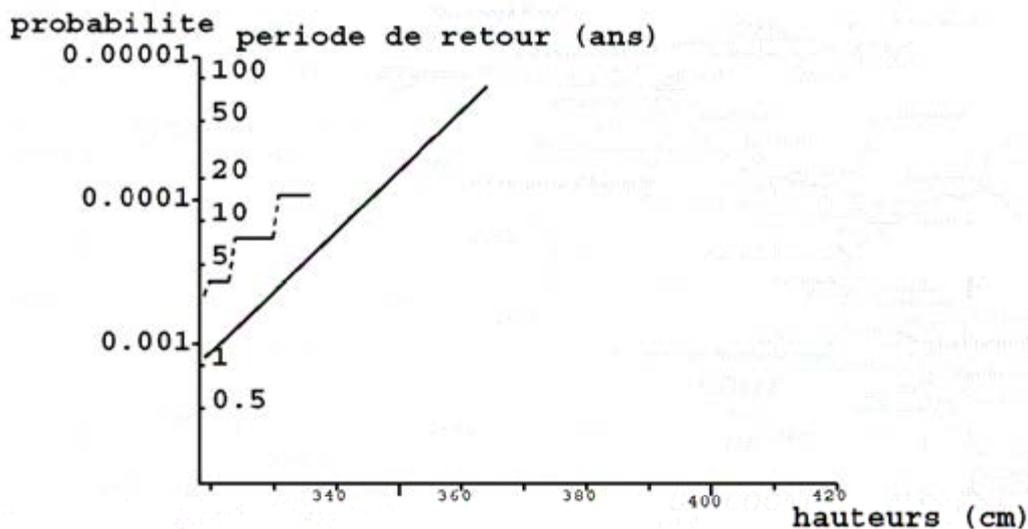


Figure A.2.8 : Période de retour des hauteurs de pleines mers aux Sables-d'Olonne par rapport à l'IGN 69 (SHOM, CETMEF ; à paraître en 2008)

LA_ROCHELLE-PALLICE

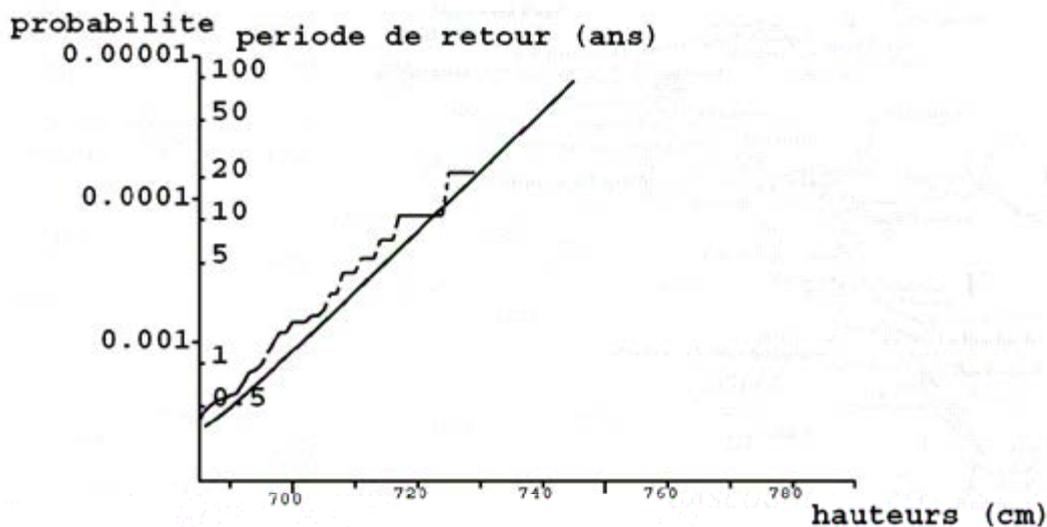


Figure A.2.9 : Période de retour des hauteurs de pleines mers à La Rochelle-Pallice par rapport au zéro hydrographique (SHOM, CETMEF ; à paraître en 2008)

LES_SABLES-D_OLONNE

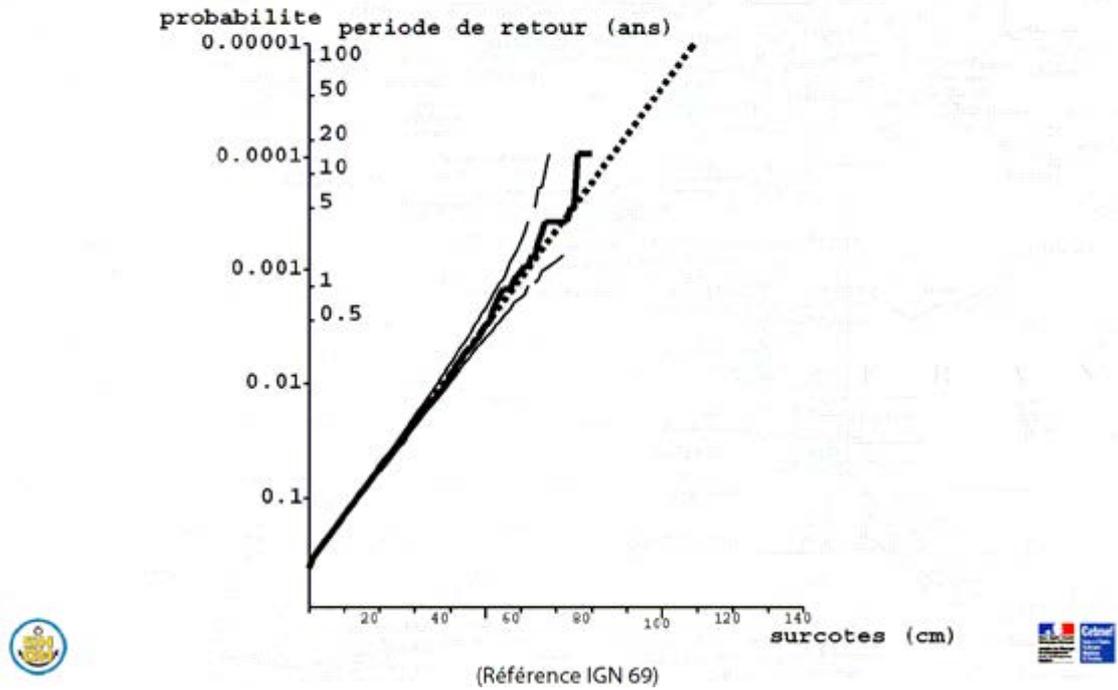


Figure A.2.10 : Répartition des surcotes aux Sables-d'Olonne par rapport à l'IGN 69 (SHOM, CETMEF ; à paraître en 2008)

LA_ROCHELLE-PALLICE

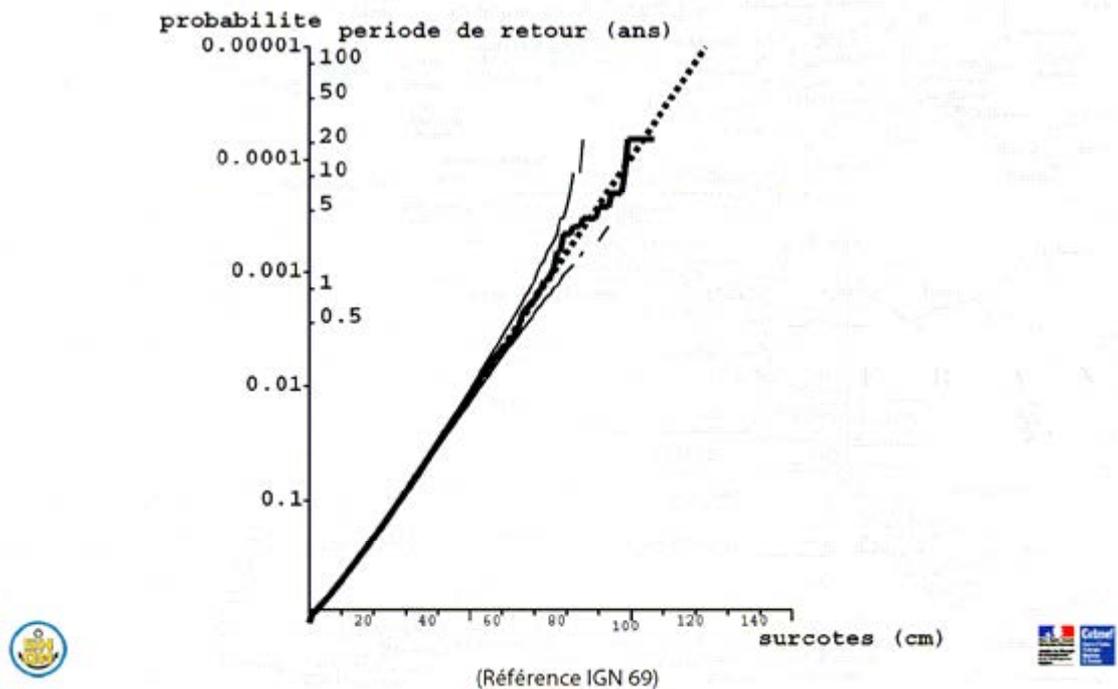


Figure A.2.11 : Répartition des surcotes à La Rochelle-Pallice par rapport à l'IGN 69 (SHOM, CETMEF ; à paraître en 2008)

NIVEAUX EXTREMES

Vendée
Période de retour :
50 ans

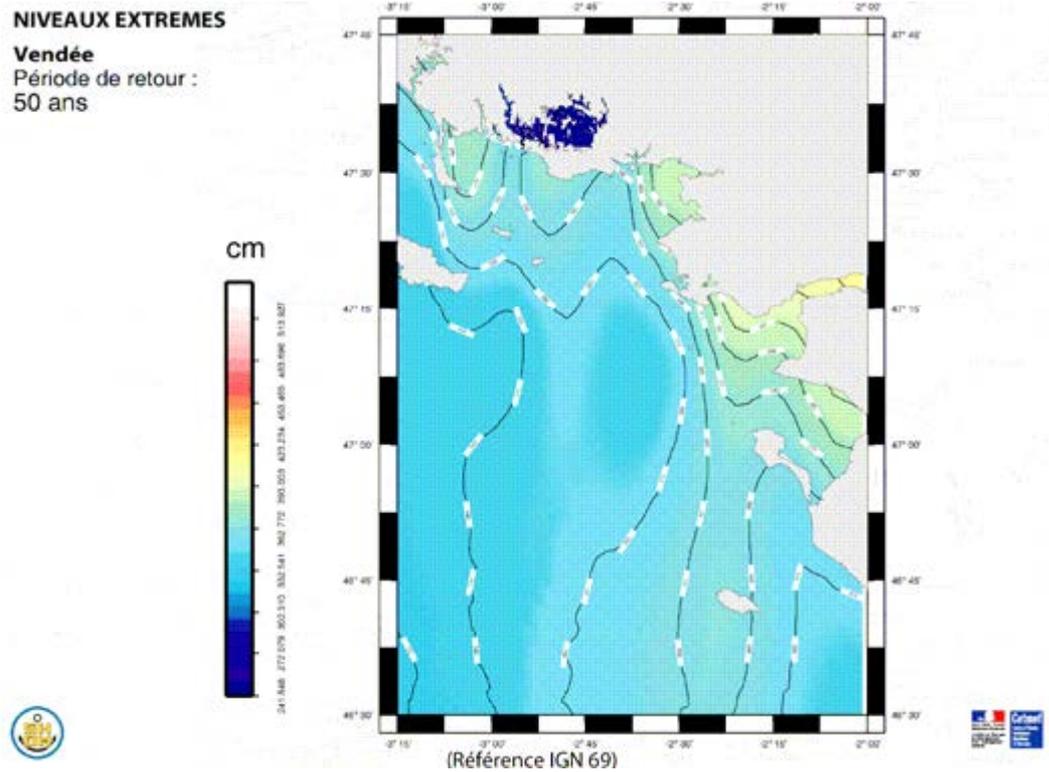


Figure A.2.12 : Cartographie des niveaux extrêmes de période de retour 50 ans sur les côtes de Loire Atlantique et de Vendée par rapport à l'IGN 69 (SHOM, CETMEF ; à paraître en 2008)

NIVEAUX EXTREMES

Pertuis
Période de retour :
50 ans

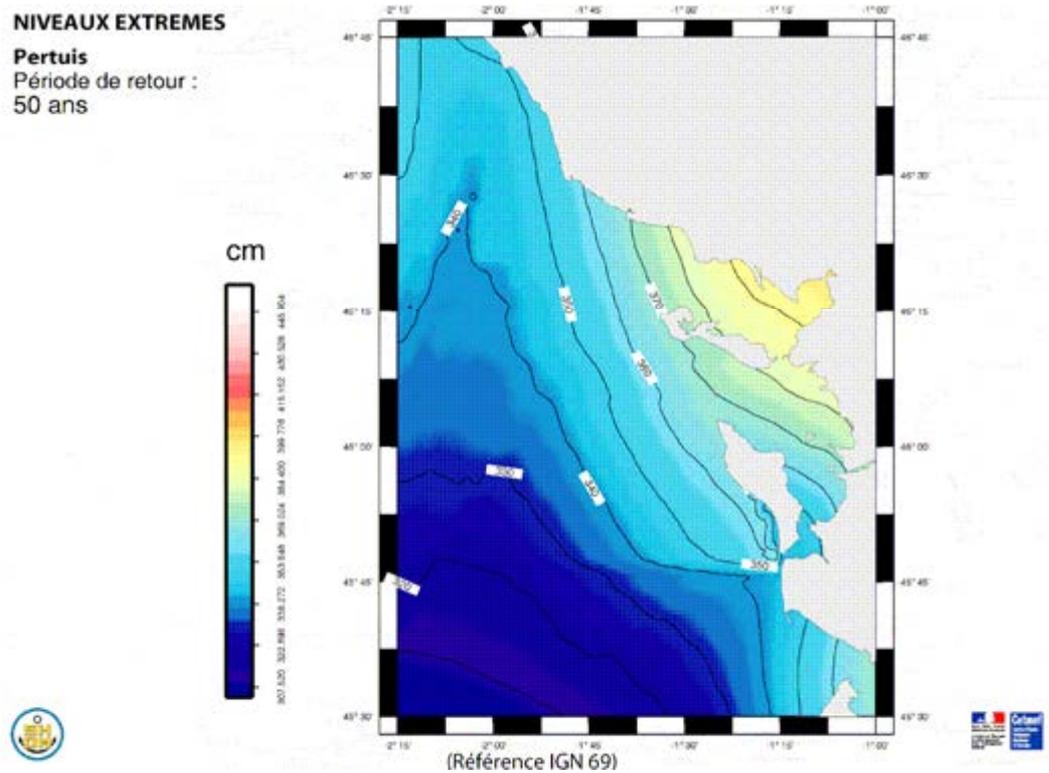


Figure A.2.13 : Cartographie des niveaux extrêmes de période de retour 50 ans sur les côtes vendéennes et charentaises par rapport à l'IGN 69 (SHOM, CETMEF ; à paraître en 2008)

NIVEAUX EXTREMES

Vendée
Période de retour :
100 ans

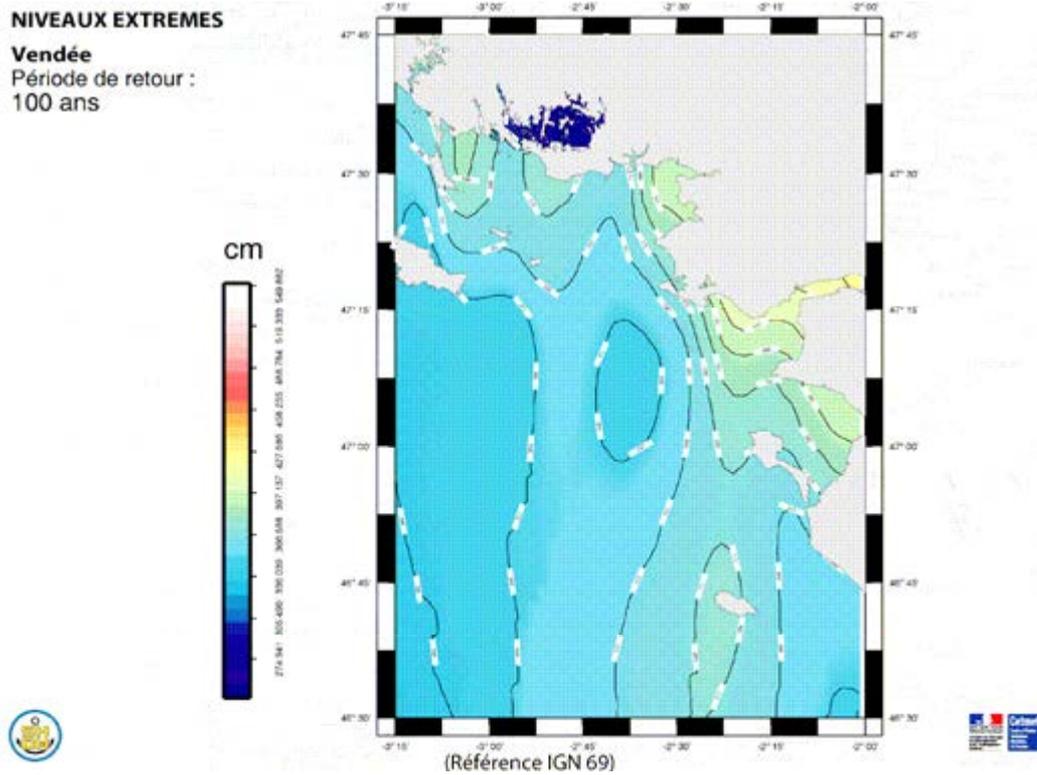


Figure A.2.14 : Cartographie des niveaux extrêmes de période de retour 100 ans sur les côtes de Loire Atlantique et de Vendée par rapport à l'IGN 69 (SHOM, CETMEF ; à paraître en 2008)

NIVEAUX EXTREMES

Pertuis
Période de retour :
100 ans

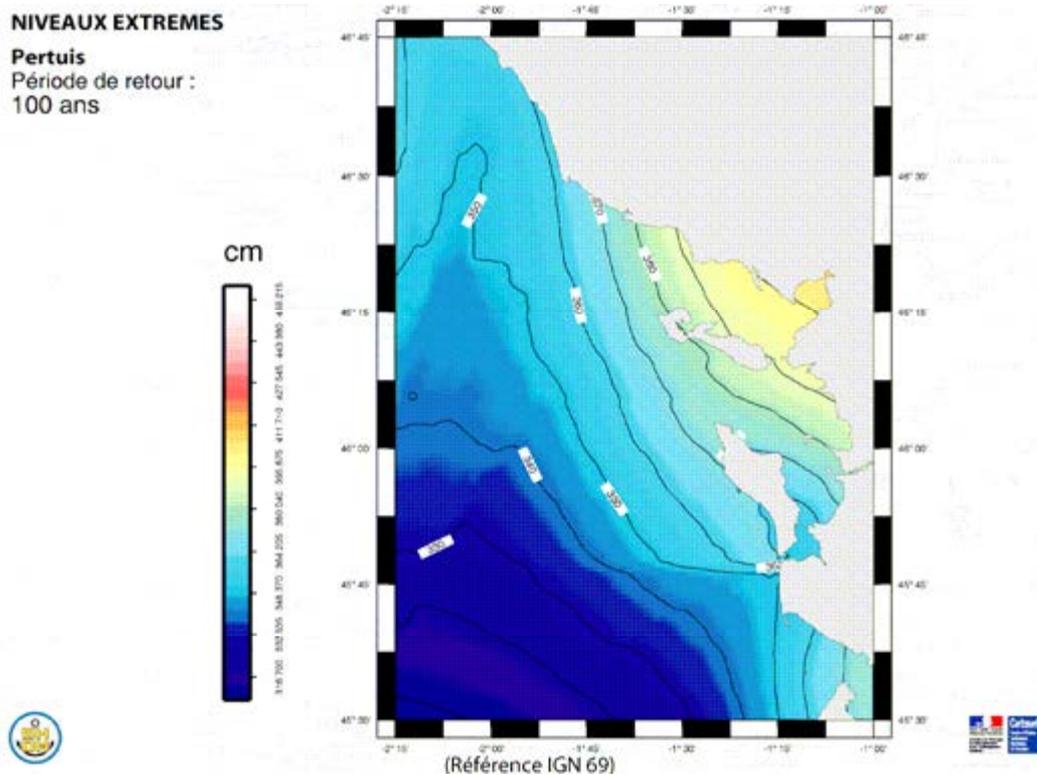


Figure A.2.15 : Cartographie des niveaux extrêmes de période de retour 100 ans sur les côtes vendéennes et charentaises par rapport à l'IGN 69 (SHOM, CETMEF ; à paraître en 2008)

A.3 LES ALEAS : LES PHÉNOMÈNES DE SUBMERSION MARINE ET LES EFFETS PROGRESSIFS DE L'ÉROSION

3.1 Quelques définitions

Selon le guide méthodologique, « Plan de prévention des risques littoraux » (MATE, METL) de 1997,

→ les submersions marines sont des inondations temporaires de la zone côtière par la mer dans des conditions météorologiques (forte dépression et vent de mer) et marégraphiques sévères provoquant des ondes de tempête. Elles envahissent en général des terrains situés en dessous du niveau des plus hautes mers, mais aussi parfois au-dessus si des projections d'eaux marines franchissent des ouvrages de protection.

Conditions d'apparition

Les submersions sont dues :

- à la rupture ou à la destruction d'un cordon dunaire à la suite d'une érosion intensive ;
- au débordement ou à la rupture de digues ou d'ouvrages de protection, ou encore à leur franchissement exceptionnel par des « paquets de mer ».

Effets et conséquences

Les submersions sont en principe de courte durée (de quelques heures à quelques dizaines d'heures, exceptionnellement quelques jours), en raison de leur origine (franchissement lié à la marée ou à une tempête). Elles se traduisent par l'invasion de biens bâtis ou non bâtis par des eaux salées particulièrement agressives.

Lorsqu'elles sont dues à une rupture de cordon littoral, les eaux marines peuvent véhiculer d'importantes quantités de sédiments, créant des « épandages de tempête » qui rendent parfois les terres agricoles temporairement peu exploitables.

En cas de franchissement d'ouvrages de protection, elles peuvent entraîner des projections de sable et de galets aux effets dommageables sur les fronts de mer urbanisés.

→ le recul du trait de côte est le déplacement vers l'intérieur des terres de la limite entre le domaine marin et le domaine continental. C'est la conséquence d'une perte de matériaux sous l'effet de l'érosion marine, combinée parfois à des actions continentales.

L'érosion du littoral englobe à la fois l'érosion naturelle induite par les forces marines mais également l'érosion générée ou accélérée par l'homme, particulièrement sur les côtes sableuses (surfréquentation des cordons dunaires qui détruit la végétation ou empêche son développement et expose le sable à l'action du vent, extraction de matériaux et ouvrages côtiers qui modifient les échanges sédimentaires, ...).

Conditions d'apparition

Le recul du trait de côte peut affecter différents types de formation : des cordons littoraux constitués de sable, ou des falaises de nature géologique très diverse.

- L'érosion marine des côtes basses constituées de matériaux meubles résulte souvent d'un déficit chronique et généralisé du bilan sédimentaire. Le phénomène est discontinu et provient principalement de la conjonction d'un niveau élevé du plan d'eau (niveau marégraphique), d'une élévation du niveau de la mer de courte durée (surcote) et de l'effet des vagues déferlantes
- L'évolution des côtes à falaises est liée au recul par à-coup du pied de falaise sapé par les vagues ainsi qu'au recul par glissement ou éboulement successifs de falaises instables en raison de leur nature marneuse ou argileuse (les eaux continentales ont alors un rôle déterminant dans le déclenchement du processus).

Effets et conséquences

Le recul du trait de côte se traduit par une perte de terrains continentaux et des dommages aux biens (maisons, routes, champs cultivés,...). Il n'affecte qu'exceptionnellement les personnes.

→ les aléas de référence

L'aléa est un phénomène naturel défini par une intensité et une probabilité d'occurrence données. En ce qui concerne les phénomènes littoraux, il est évalué, par convention, à partir d'une probabilité d'occurrence au moins centennale pour la submersion marine, et d'une échéance fixée à 100 ans pour le recul du trait de côte.

3.2 Moyens et méthodes de caractérisation de l'aléa «Submersion marine»

Les données utilisées sont issues d'une étude réalisée par la SOGREAH en 2001. La submersion peut être causée par la rupture d'un cordon dunaire, d'un ouvrage de protection ou le franchissement d'une digue. La méthodologie employée consiste à répertorier les terrains situés sous un niveau marin extrême selon différents critères.

Conformément aux préconisations du guide méthodologique des PPR littoraux, le niveau marin extrême de référence est le niveau d'occurrence centennale ou le niveau extrême historique si celui-ci est supérieur au niveau centennal.

La submersion de la frange littorale est abordée de manière différente selon le type d'aménagement du trait de côte :

- Les falaises ou côtes rocheuses situées au-dessus du niveau de référence ne sont pas sujettes à la submersion
- Les plages et les dunes au dessus du niveau de référence peuvent subir les dommages de l'érosion. Le risque de rupture du cordon dunaire et donc de submersion des terrains situés en arrière de la dune est donc envisagé.
- Les bords de mer urbanisés sont simplement sujets au franchissement des ouvrages en place par certaines vagues.

- Les digues de bord de mer, quel que soit leur état, peuvent se rompre et provoquer l'inondation des terrains qu'elles protégeaient.

Pour les terrains protégés par une digue ou un cordon dunaire, on définit un aléa fort sur les premiers mètres de submersion. En arrière, l'aléa est défini à partir des hauteurs d'eau résultantes des écoulements calculés par un modèle numérique :

- Si la hauteur est supérieure à 1 m : aléa moyen à fort
- Si la hauteur est inférieure à 1 m : aléa faible à moyen

Les fronts de mers urbanisés présentent un risque faible de rupture et donc de submersion au-delà du franchissement par paquet de mer. L'aléa est considéré comme fort sur les secteurs très exposés ou les quais se situant à un niveau proche du niveau de référence.

La submersion marine est donc caractérisée par trois niveaux d'aléas, faible, moyen, et fort, qui sont ensuite cartographiés par un aplat de couleur croissante selon le degré d'intensité de l'aléa.

3.3 Moyens et méthodes de caractérisation de l'aléa «Recul du trait de côte»

Pour le recul du trait de côte, considéré comme irréversible, l'aléa est toujours qualifié de fort. Pour la caractérisation de cet aléa, deux démarches sont engagées :

- la comparaison de photographies aériennes de l'IGN et de l'Ifremer / SHOM (évaluation de l'évolution du trait de côte de 1975 à 2001).
- la modélisation numérique de la propagation de la houle et du transport sédimentaire à l'aide de logiciels développés par DHI,

A noter que la première démarche servira également au calage/vérification des résultats des simulations numériques du transport sédimentaire.

3.3.1 Modélisation numérique

Principe de la modélisation

L'ensemble du littoral a été découpé en sept unités sédimentaires indépendantes d'un point de vue du transit littoral. Ces unités ont été à leur tour découpées en sous-unités, nommées segments ci-après, définis selon l'homogénéité des contours bathymétriques et des caractéristiques de houle ; au total, 22 segments ont été définis (les limites de chacun de ces segments seront présentées dans les chapitres de dynamique littorale à suivre).

Le principe général et les deux phases de la modélisation mise en œuvre pour étudier les mouvements sédimentaires sur la côte vendéenne est indiqué à suivre :

1. Modélisation de la propagation de la houle à l'échelle de la Vendée,
2. Modélisation du transport sédimentaire à l'échelle d'un segment.

La première phase consiste en la détermination des caractéristiques de houle (hauteur, période et direction) sur l'ensemble du littoral vendéen. La deuxième phase vise à déterminer les taux de transport sédimentaire à partir des conditions de houle de la première phase ; cette phase se fait à l'échelle rapprochée de chaque segment afin de bien décrire localement les contraintes de radiation issues du déferlement des houles.

La méthodologie de la modélisation numérique est illustrée sur la Figure A.3.1 ; celle-ci est brièvement décrite ci-après. Toutefois, la description des modèles, leur paramétrage et calage sont présentés dans les sections suivantes. Les conditions de forçage de la houle au large – issues des données de houle de 1979 à 2001 de la base de données de simulations hindcast ANEMOC fournies par le CETMEF – seront propagées à la côte sur l'ensemble de la côte vendéenne. A l'échelle locale de chaque segment, un climat de houle sera extrait ; celui-ci servira comme conditions de forçage pour les calculs de transport sédimentaire. Les résultats de la modélisation sédimentaire présenteront ainsi la dynamique littorale de chaque segment. Finalement, un budget sédimentaire sera établi sur l'ensemble de l'unité sédimentaire.

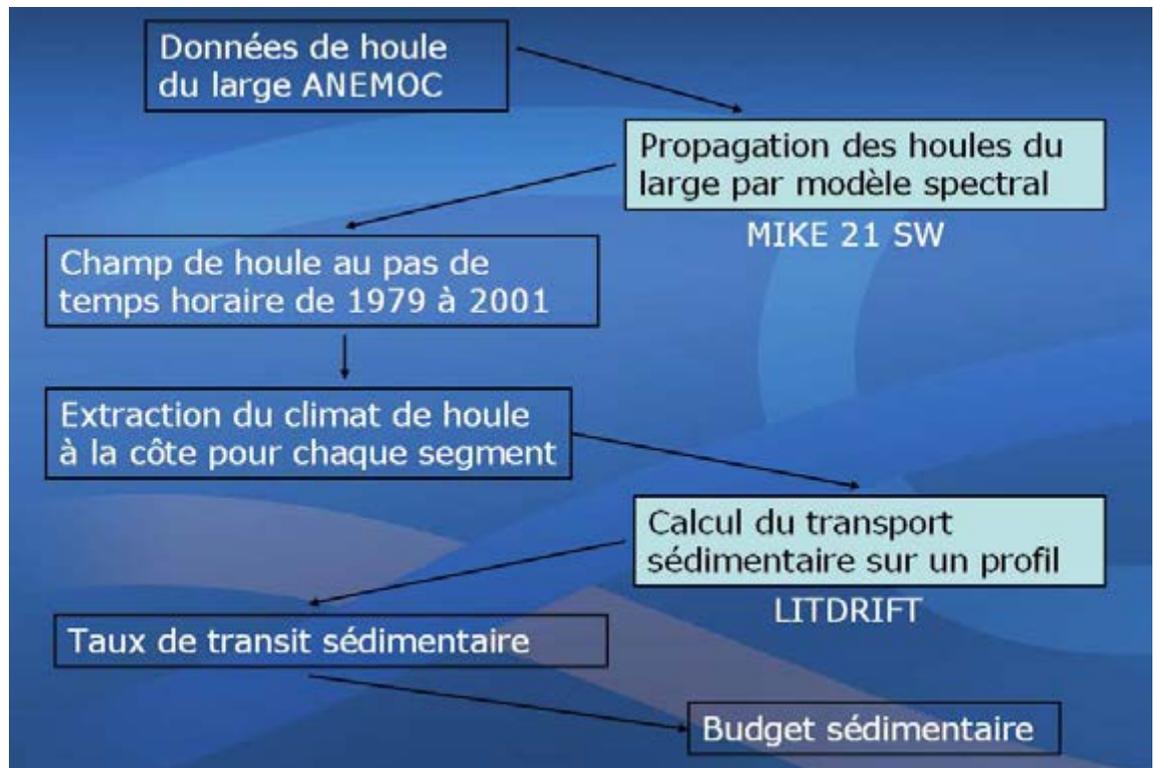


Figure A.3.1 Méthodologie de la modélisation numérique.

Propagation de la houle du large

La connaissance de la houle est un élément primordial à toute modélisation hydrosédimentaire. En effet, l'effet des vitesses orbitales des vagues va contribuer à la remise en suspension des sédiments qui pourront alors être transportés par les courants. En faible profondeur, la houle devient même le facteur prépondérant dans le transport sédimentaire du fait des courants induits par la houle et son déferlement.

Afin de quantifier le transport littoral, il est nécessaire de connaître les conditions de houle (hauteur, période et direction) le long de la côte. Pour ce faire, un modèle mathématique de propagation a été mis en œuvre avec le logiciel MIKE 21 SW. MIKE 21 SW est un modèle de houle spectrale basé sur la conservation de la densité de l'action d'onde qui permet de simuler la propagation des états de mer (mers de vent et houles océaniques) dans les domaines offshore et côtier. Le modèle inclut les effets de réfraction et de shoaling liés aux variations de bathymétrie, la génération de la houle par action du vent, la dissipation de la houle par moutonnement, déferlement bathymétrique ainsi que par frottement sur le fond. La résolution par la méthode des volumes finis se base sur un maillage flexible composé d'éléments triangulaires dans le plan horizontal. Ces éléments peuvent être affinés dans les zones d'étude d'intérêt particulier et permettent de bien décrire les zones à fort gradient bathymétrique. Il faut noter que ce modèle ne prend pas en compte les phénomènes de diffraction et réflexion de la houle.

Emprise et bathymétrie

L'extension géographique du modèle et la localisation des données bathymétriques sont illustrées sur la Figure A.3.2.

La localisation de la frontière offshore – d'une longueur d'environ 130 km située à une profondeur de l'ordre de 100 m - est ainsi définie par trois points de données ANEMOC, les points 0843, 0308 et 0203 (cf. Figure A.3.2). L'emprise et le maillage du modèle sont illustrés dans la Figure A.3.4. Le pas de maille varie de 5km environ dans la zone offshore à 2 km entre les isobathes -30 à -20 m CM puis passe à l'ordre de 300 m dans la zone côtière comprise entre l'isobathe -20 m CM et les terres. Le plateau de Rochebonne, situé au large de l'île de Ré, possède plusieurs hauts-fonds à la cote -5 m CM et est décrit par un pas de maille de l'ordre de 100 m. Les données bathymétriques sont issues du SHOM.

Conditions limites

Le modèle côtier de la Vendée est forcé aux limites par des paramètres caractéristiques de spectre de houle issus de la base de données ANEMOC recouvrant la période 1979-2002 au pas de temps horaire. Les paramètres d'entrée du modèle sont la hauteur significative, la période pic, la direction moyenne et l'étalement directionnel de la houle.

La Figure A.3.3 montre une rose des houles au point ANEMOC 0308 au large de l'île d'Yeu représentative du climat de 1979 à 2001 pour une profondeur d'environ 100 m au large de la côte vendéenne. La taille des quartiers indique la fréquence d'occurrence des houles et la couleur indique la hauteur de houle : les houles provenant de Ouest Nord-Ouest à Ouest Sud-Ouest sont les plus fréquentes et les houles de plus forte amplitude (jusqu'à 9 m) proviennent du Ouest Sud-Ouest.

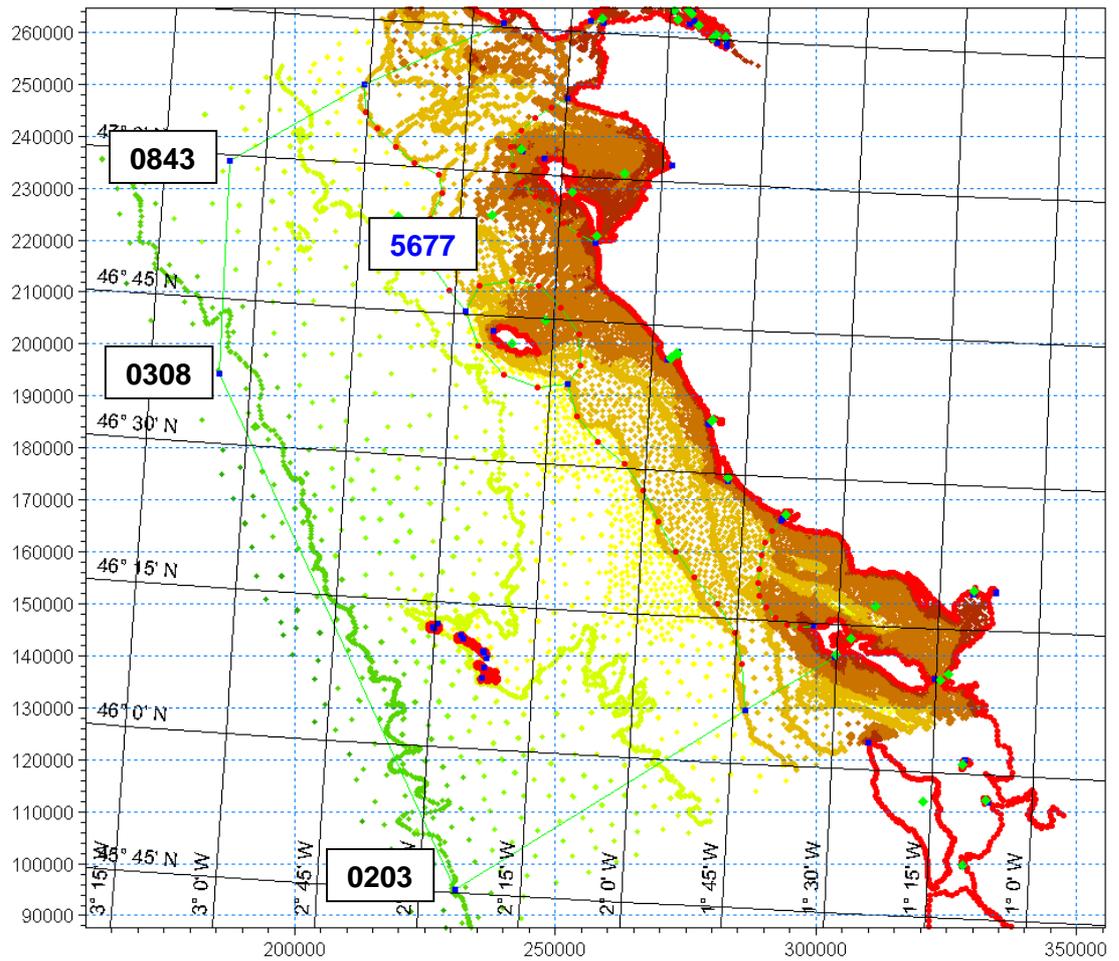


Figure A.3.2 Extension géographique et données bathymétriques du modèle numérique de propagation spectrale de la houle.

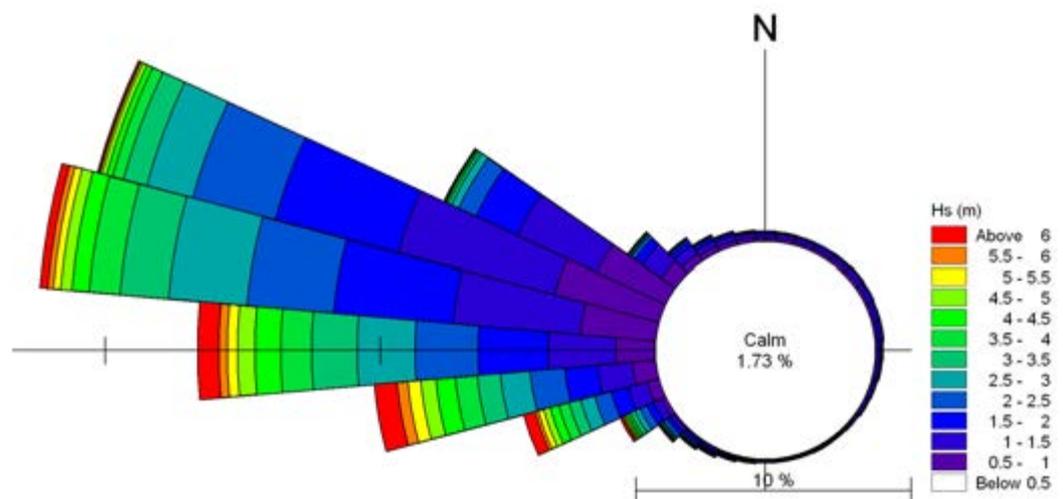


Figure A.3.3 Rose des houles à la frontière du modèle côtier de la Vendée (au point ANEMOC 0308 au large de l'île d'Yeu).

Génération de la houle par le vent

Le forçage par le vent se fait par les données de vent reconstitué de la base AES40 au point 5677 au large de l'Île de Noirmoutier au pas de temps 6h.

Niveaux d'eau

L'évolution temporelle du niveau d'eau est prise en compte en appliquant sur tout le modèle la marée astronomique aux Sables d'Olonne (cf. Figure A.3.5). Il convient de noter que la variation du niveau d'eau est importante pour la propagation de la houle à la côte puisque qu'elle influe sur la réfraction bathymétrique.

Frottements sur le fond

La dissipation sur le fond est prise en compte par application d'une rugosité de Nikuradse de 0,01 m sur l'ensemble du modèle.

Déferlement

Le déferlement de la houle est pris en compte en utilisant le modèle de ressaut développé par Battjes et Janssen (1978). Les paramètres de forme de la houle sont $\alpha = 1$ et $\gamma = 5$. A noter que ce paramétrage est issu du calage du modèle de houle spectrale.

Méthode de résolution

Le modèle fonctionne en mode paramétrique quasi-stationnaire c'est-à-dire que le spectre de houle est discrétisé en directions avec une résolution choisie de 6° . Le spectre en fréquence est introduit sous la forme des moments d'ordre 0 et 1. Le mode quasi-stationnaire permet d'accélérer les calculs en résolvant les équations par itérations limitées par un seuil de convergence. La procédure d'itération est stoppée lorsqu'on dépasse un nombre maximum de 300 itérations, ou lorsque la norme quadratique du résidu de la méthode de Newton-Raphson est inférieure à 0,001 et la variation de la hauteur significative entre deux itérations est inférieure à 1 cm sur tout le domaine de calcul.

Calage du modèle

Le calage du modèle se fait par comparaison des données du houlographe de l'Île d'Yeu sur l'année 1999. Le calage en hauteur de houle et direction est très bon, un peu moins en période. Les tests de sensibilité réalisés sur le paramètre de frottement sur le fond n'ont pas montré d'influence significative sur les résultats de la propagation.

Le pas de temps de simulation ainsi que le pas de temps de sortie est de 1h. Ainsi, en tout point de la côte, il est possible d'extraire les données de houle sur 21 ans et de reconstituer la rose des houles locales.

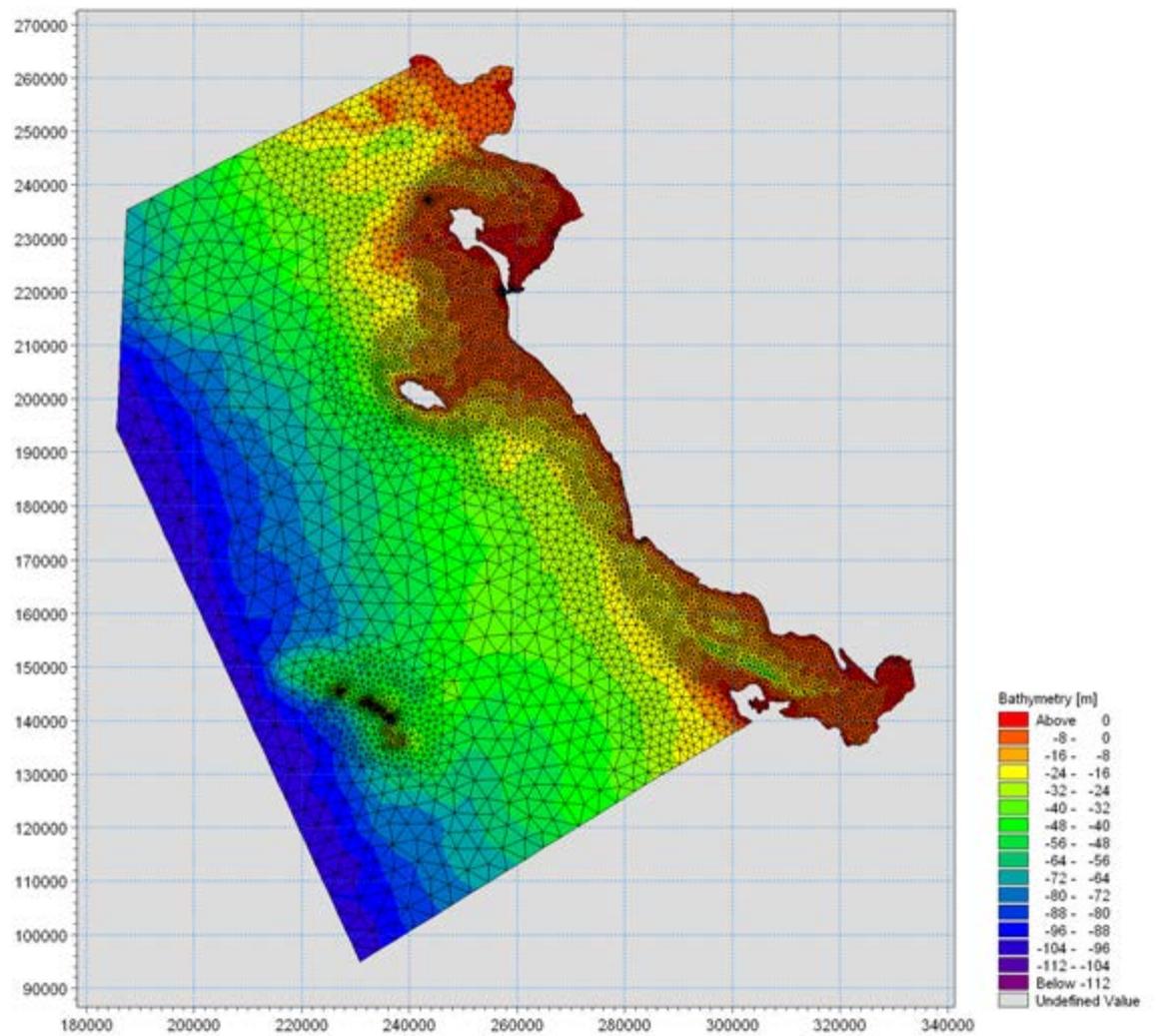


Figure A.3.4 Emprise et maillage du modèle côtier de la Vendée

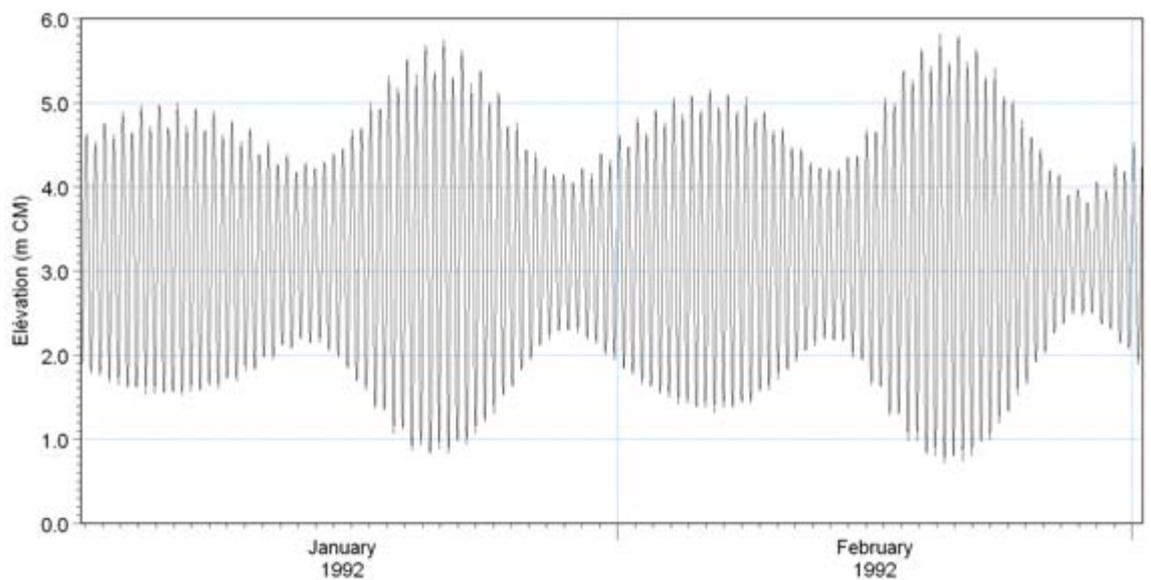
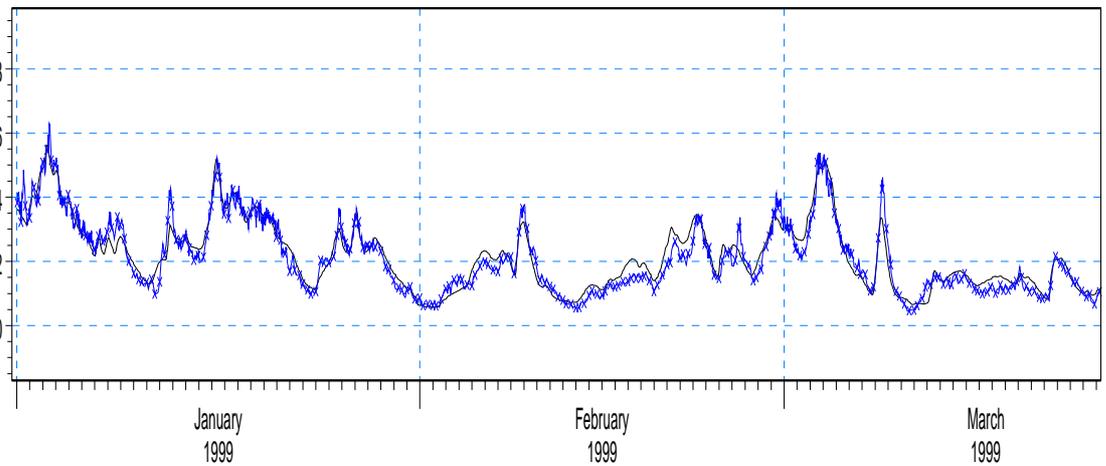
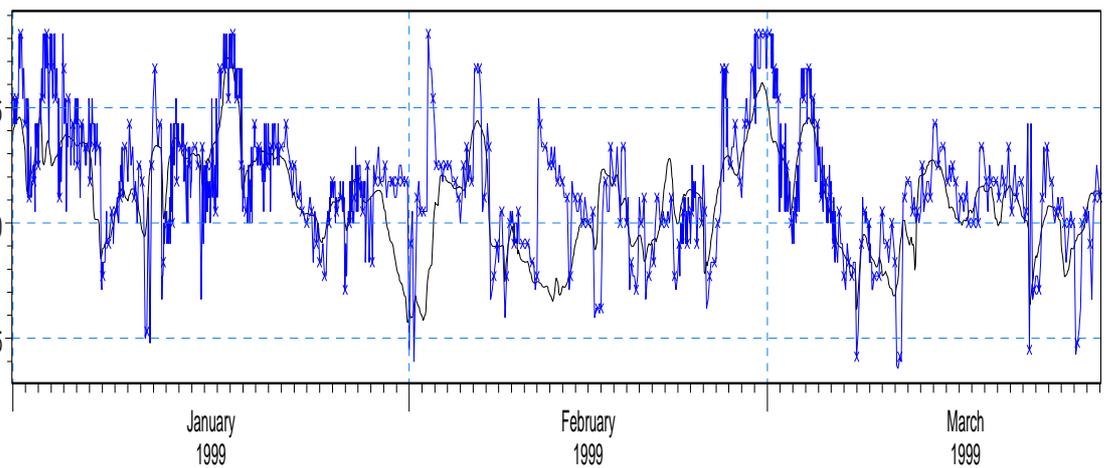


Figure A.3.5 Marée astronomique aux Sables d'Olonne ; à titre indicatif, janvier et février 1992.

Sim : Sign. Wave Height [m] —
08502 [m] *-*



SIM : Peak Wave Period [sec] —
Tp [sec] *-*



SIM : Mean Wave Direction [deg] —
MWD [deg] *-*

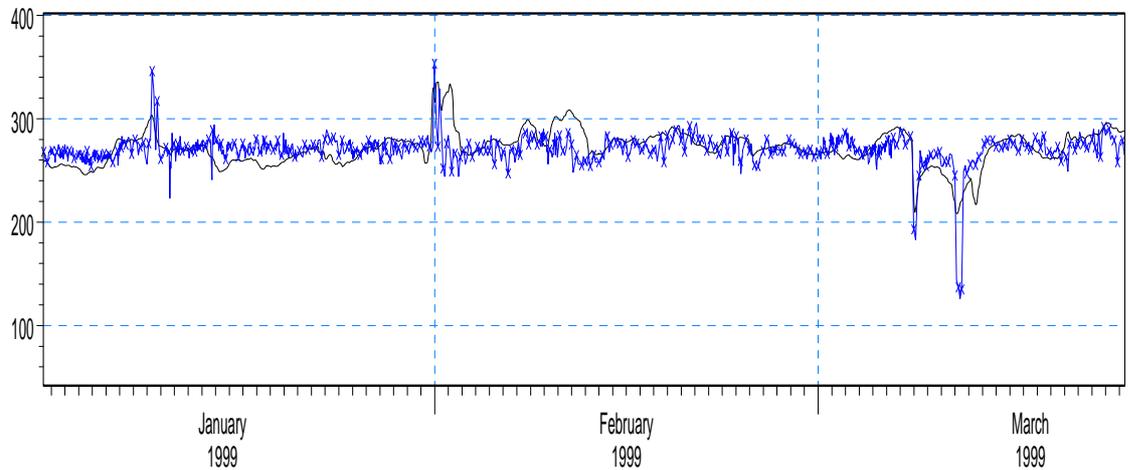


Figure A.3.6 Calage du modèle de propagation sur les données CANDHIS à l'île d'Yeu.

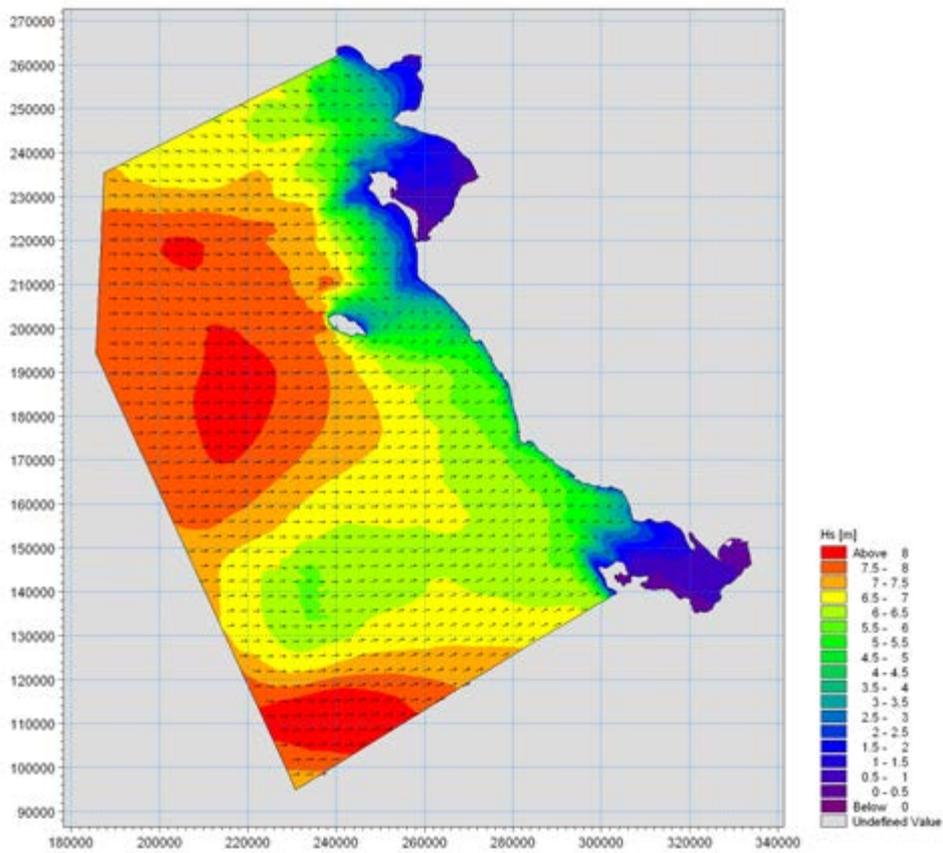


Figure A.3.7 Calcul de propagation des houles sur la côte Vendéenne, à titre indicatif, pour le 14 février 1990 à 6h00.

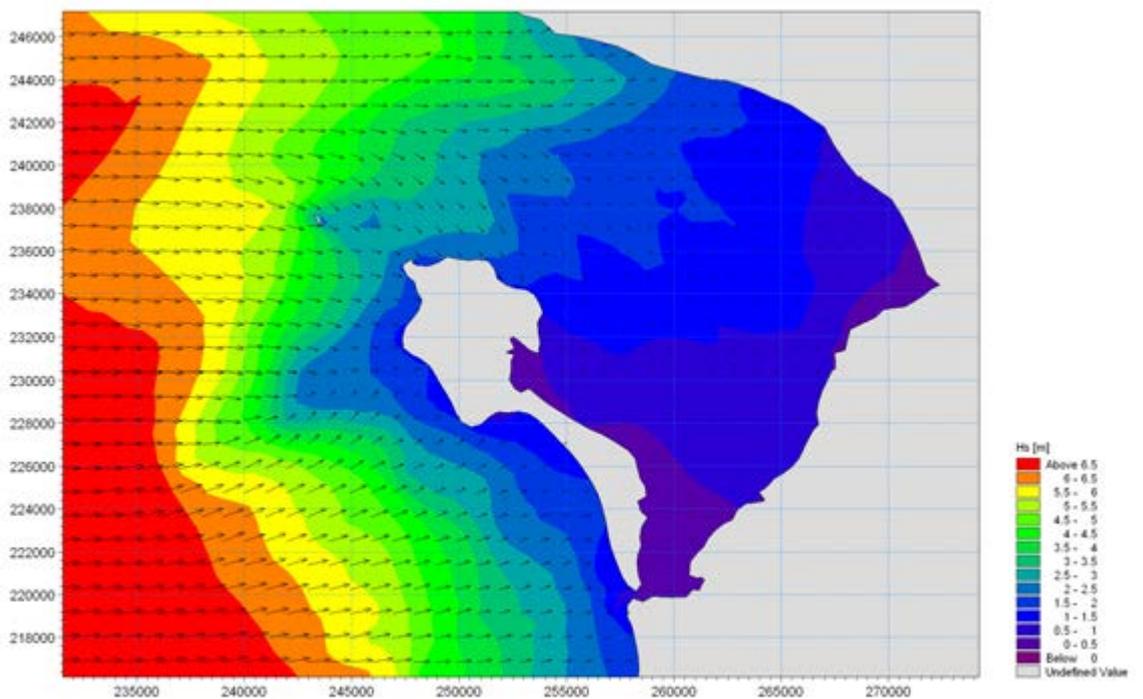


Figure A.3.8 Calcul de propagation des houles dans la Baie de Bourgneuf, à titre indicatif, pour le 14 février 1990 à 6h00.

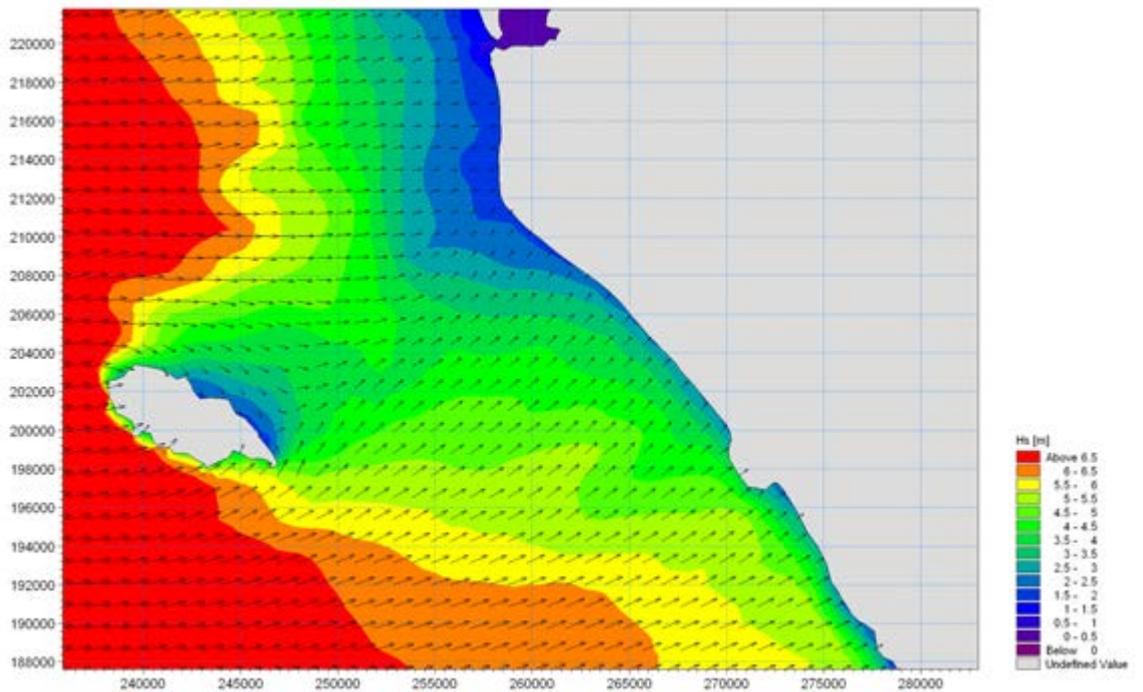


Figure A.3.9 Calcul de propagation des houles derrière l'île d'Yeu, à titre indicatif, pour le 14 février 1990 à 6h00.

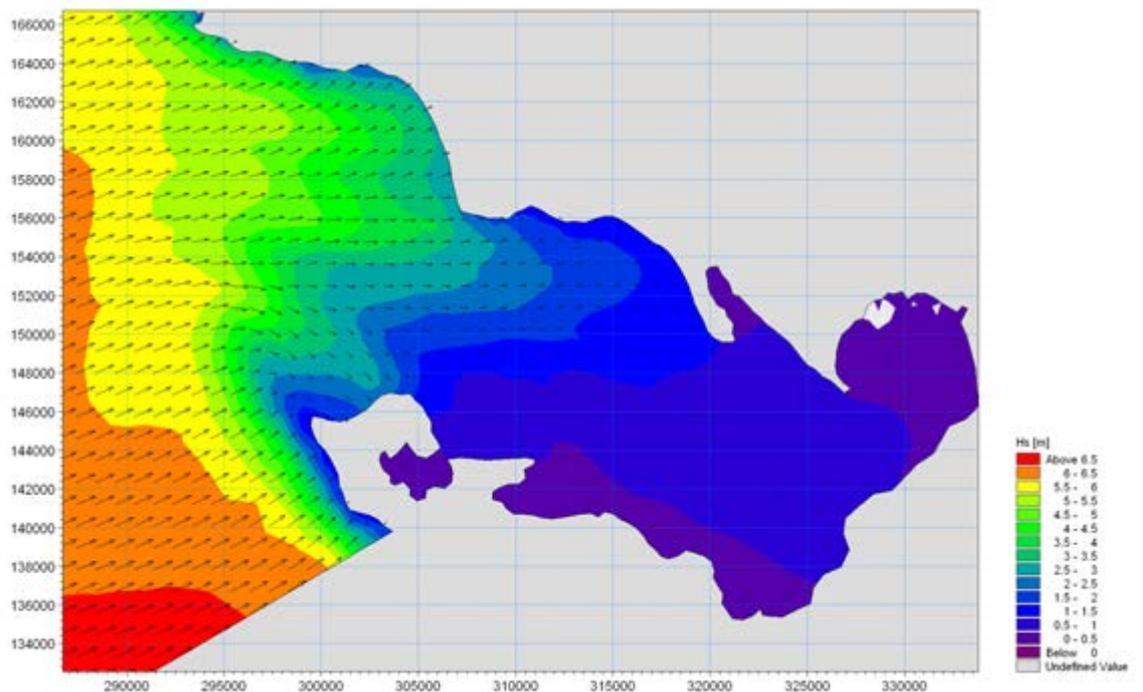


Figure A.3.10 Calcul de propagation des houles dans le Pertuis Breton, à titre indicatif, pour le 14 février 1990 à 6h00.

Evaluation du transport sédimentaire

Le transport de sédiments non cohésifs (sables) dépend des mouvements d'eau générés soit par les courants, soit par les vitesses orbitales liées à la houle, soit le plus souvent par une combinaison de ces deux phénomènes. Le module LITDRIFT du modèle mathématique LITPACK développé par DHI, permet de modéliser numériquement le transport sédimentaire en prenant en compte l'ensemble des paramètres entrant en jeu dans cette problématique avec un couplage dynamique entre la propagation de la houle, la courantologie et le transport sédimentaire.

Il convient de souligner que, comme on l'a vu dans le paramétrage du modèle de propagation de houle spectrale, l'évolution temporelle du niveau d'eau est prise en compte sur la réfraction bathymétrique de la houle. Toutefois, les courants de marée ne sont pas inclus dans les simulations de transport sédimentaire vu leur vigueur très atténuée dans la zone littorale ouverte à l'Atlantique.

Comme indiqué, le transit littoral est calculé avec le modèle hydrosédimentaire LITPACK. Ce module permet de calculer la transformation de la houle à travers la zone de déferlement, le courant de houle et le transport littoral pour une plage uniforme. Les données d'entrée du modèle sont des statistiques de houle proche de la côte, des mesures de profils de plage et de granulométrie. Ce modèle est basé sur l'hypothèse de conditions quasi-stationnaires le long de la côte.

Pour chaque segment, un profil de plage représentatif a été synthétisé à partir d'une digitalisation de levés topographiques disponibles, généralement couvrant le haut de plage jusqu'à mi-estran, et au-delà, complété par les données bathymétriques digitalisées à partir des cartes du SHOM.

L'extension au large du profil s'arrête à la profondeur à laquelle les données de houle sont extraites ; cette profondeur varie de -15 à -10 m CM dans les secteurs directement exposés aux houles océaniques et jusqu'à -1 à 0 m CM dans les secteurs abrités tels que dans la Baie de Bourgneuf et le fond du Pertuis Breton ainsi que dans la zone d'ombrage de l'Île d'Yeu. Cette profondeur est toujours choisie supérieure à la limite d'action des houles sur la mobilité des sédiments des fonds afin d'obtenir la distribution complète de la dérive littorale à travers le profil.

Basé sur les données acquises sur l'ensemble de la côte vendéenne, une valeur de 0,25 mm a conventionnellement été adoptée comme diamètre médian pour les calculs de transport sédimentaire sur chacun des 22 segments. Toutefois, il est important de noter que la variabilité de la granulométrie est prise en compte dans une évaluation générale des taux de transport présentée dans une section ci-après.

Les autres paramètres du modèle de transport sédimentaire sont initialement définis par leur valeur par défaut, l'objectif étant de caler le modèle à partir de données bibliographiques et de l'évolution du trait de côte à partir de photos aériennes.

Les houles extraites du modèle de propagation MIKE 21 SW sont synthétisées en événements statistiques dont l'occurrence est ramenée sur une année et ce afin d'accélérer les calculs qui prennent en compte 21 ans de données au pas horaire. La climatologie statistique est ainsi décrite par 4000 à 5000 événements selon les segments avec une discrétisation en hauteur de houle de 0,1 à 0,25 m selon la zone (les zones où la houle est très atténuée comme dans la Baie de Bourgneuf et le fond du Pertuis Breton ainsi que dans la zone d'ombrage de l'Île d'Yeu nécessitent une description plus fine), de 2 s pour la période, de 5° pour la direction et de 1 m pour le niveau d'eau.

Pour chaque segment du littoral, les simulations de transport sédimentaire sont effectuées en faisant varier l'orientation du trait de côte par pas de 2° afin d'en déduire les capacités de transport net et brut selon la variabilité de l'orientation du rivage dans le segment – le transport net correspond à la résultante de toutes les contributions de transport pondérées par leur fréquence d'occurrence et le transport brut correspond à la somme de ces contributions. Les résultats de ces séries de simulations sont illustrés graphiquement sous forme de taux de transport littoral net et brut en fonction de la direction normale à la côte.

Un exemple de la capacité du transport sédimentaire net et brut en fonction de l'orientation du trait de côte est présenté sur la Figure A.3.11, à titre indicatif, pour un tronçon de littoral au niveau de Saint-Gilles-Croix-de-Vie (segment, par la suite dans l'étude, nommé US5-B). Par souci de clarté, une interprétation de ces courbes est présentée ci-après. Sur ce littoral, la capacité du transport net est de l'ordre de 100 000 à 200 000 m^3/an portant vers le Sud - la zone grise représente l'enveloppe de l'orientation du trait de côte, allant de 239° à 243° dans ce segment. Le transit net y est très sensible à l'orientation du trait de côte : un pivotement de 1° du trait de côte peut provoquer un changement significatif du transit d'environ 30 000 m^3/an . L'orientation d'équilibre de du trait de côte de ce segment située à environ 247° . Dans ce segment, la capacité du transport brut est relativement stable et de l'ordre de 200 000 à 250 000 m^3/an .

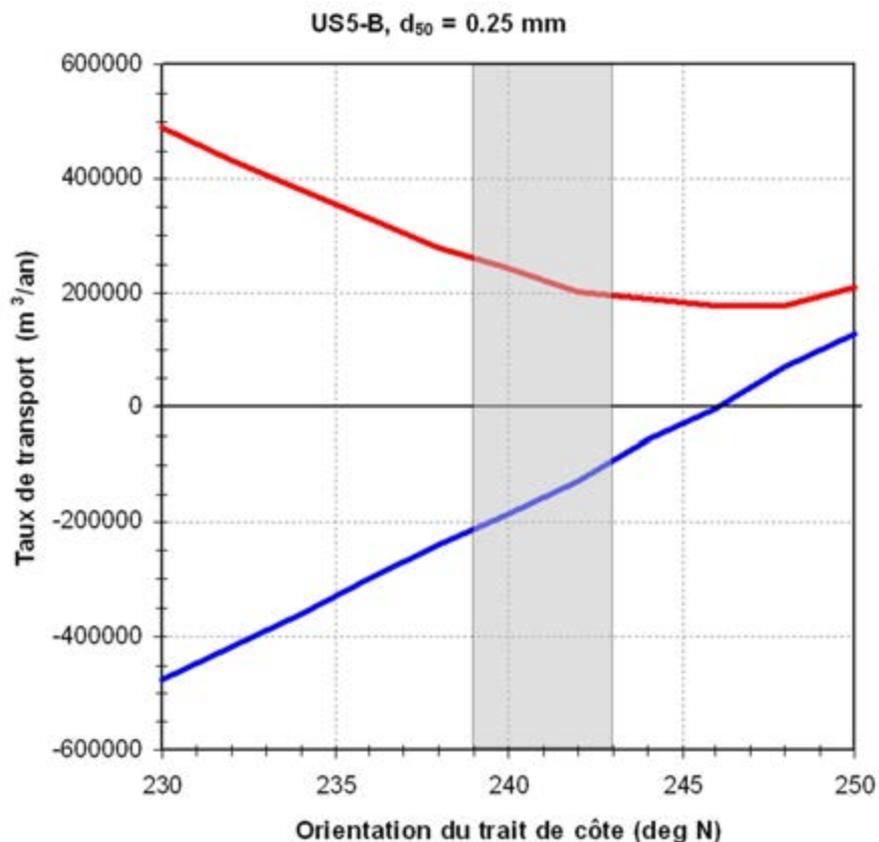


Figure A.3.11 Exemple de taux de la capacité du transport sédimentaire en fonction de l'orientation du trait de côte, à titre indicatif, pour le segment US5-B : transport net (bleu) et brut (rouge) ; le transport net est positif (négatif) vers le Nord (Sud).

Pour l'orientation actuelle du trait du côté de chaque segment, la distribution du transport sédimentaire dans le profil est également présentée ici. Un exemple de la distribution dans le profil est illustrée sur la Figure A.3.12, à titre indicatif, également pour le segment US5-B. Encore, par souci de clarté, une interprétation de ces courbes est présentée ci-après. La répartition du transport sédimentaire montrée dans la figure est calculée pour une orientation du trait de côté de 240° mais est représentative pour l'ensemble du littoral du segment US5-B. Le transport portant vers le Nord est nettement plus faible que le transport portant vers le Sud. Les limites d'action des houles se situent vers -9 m CM devant cette partie du littoral. Toutefois il s'agit là d'une profondeur qui n'est atteinte que pour les houles les plus fortes et, de manière pratique, les mouvements sont faibles au-delà de -5 m CM et concernent le plus souvent les fonds inférieurs à -2 / -3 m CM.

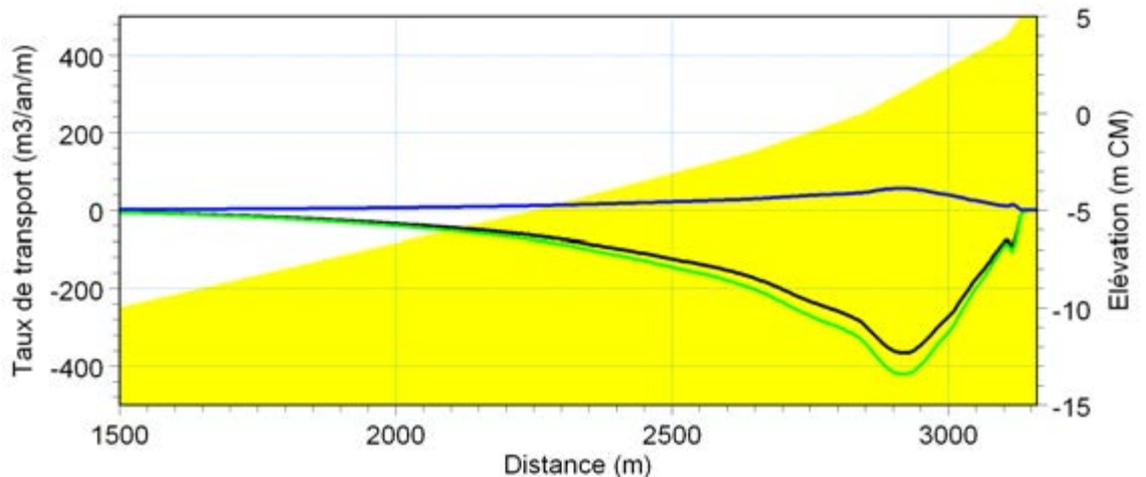


Figure A.3.12 Exemple de la distribution du transport sédimentaire dans le profil, à titre indicatif, pour le segment US5-B et pour une orientation du trait de côté de 240° : transport net (noir), transport vers le Sud (vert) et vers le Nord (bleu) ; le profil représentatif du segment US5-B est indiqué en jaune

Les résultats de la modélisation du transit littoral seront présentés indépendamment pour chaque segment, suivis par une synthèse de la dynamique littorale sur l'ensemble de l'unité sédimentaire. En effectuant un bilan du transit sur l'unité sédimentaire, il sera possible d'en déduire les portions en équilibre ou en accrétion/érosion. Ces résultats seront confrontés aux résultats des précédentes études et à l'évolution du trait de côté visible sur les photographies aériennes prises entre 1975 et 2001. Le modèle sera ainsi calé itérativement jusqu'à obtention d'une bonne représentation de l'évolution historique du trait de côté. A noter que tous les résultats présentés dans cette étude sont les taux de transport calés.

Il est important de souligner que les résultats de la modélisation du transit littoral dans cette étude correspondent à la capacité saturée du transport sédimentaire et que donc les valeurs indiquées sont des limites supérieures des transits, correspondant à la capacité au transport. Ainsi sur un platier rocheux sans aucun matériau mobile, la capacité de transit peut être très importante et le transit effectif nul.

Variabilité de la granulométrie

On rappelle que les résultats de transport sédimentaire présentés dans cette étude se basent sur des simulations effectuées avec un diamètre médian de 0,25 mm, diamètre caractéristique des sables du littoral de la côte vendéenne. Toutefois, pour prendre en compte la variabilité naturelle de la répartition des sédiments dans le profil ainsi que le long du rivage, des tests de sensibilité ont été menés avec un diamètre médian de 0,20 et 0,30 mm. Ces simulations montrent que les taux de transport présentés dans cette étude peuvent respectivement être réduits de 20 % ou augmentés de 30 % en fonction de la variabilité spatiale de la granulométrie.

Variabilité interannuelle

Comme on l'a vu dans cette étude, une climatologie de houle se base sur des événements statistiques dont l'occurrence est ramenée sur une année. Ainsi, les résultats de transport sédimentaire présentés sont représentatifs d'une année moyenne. Toutefois, une variabilité interannuelle du climat de houle existe. La Figure A.3.13 présente la variation du transport net et brut dans la période 1979-2000 à Saint-Gilles-Croix-de-Vie : on observe une importante variation des taux de transport. Le transport net varie de 120 000 à 290 000 m³/an avec une moyenne de 190 000 m³/an ; celui-ci est néanmoins toujours dirigé vers le Sud. Le transport brut varie de 210 000 à 360 000 m³/an avec une moyenne de 280 000 m³/an. Ainsi, afin de prendre en compte la variabilité interannuelle du climat de houle, les résultats de taux de transport sédimentaire présentés dans cette étude peuvent varier de l'ordre de ± 50 % d'une année à l'autre.

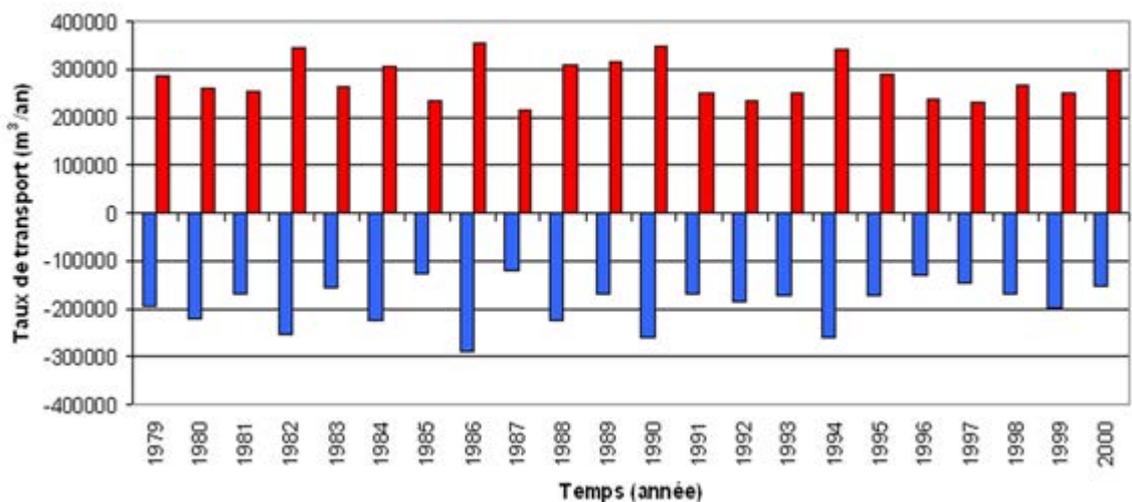


Figure A.3.13 Variation des taux annuels de transport net (bleu) et brut (rouge), à titre indicatif, pour le segment US5-B ; un transport net positif (négatif) indique une résultante vers le Nord (Sud).

3.3.2 Analyse des photographies aériennes

L'analyse des jeux de photographies aériennes de 1975 et 2001 permet de définir sur l'ensemble du secteur d'étude les tendances de mobilité du trait de côte. Les photographies aériennes de 1975 qui proviennent des documents de la DDE Vendée sous forme papier, ont été scannées et géoréférencées avec ArcGIS afin de digitaliser le trait de côte. Le jeu de 2001 a été fourni sous forme numérique par l'IGN.

Le trait de côte a été défini comme la limite de végétation en raison de la difficulté de distinguer la limite de sable sec sur les photos de 1975 qui sont en noir et blanc. De plus compte tenu des erreurs de précision introduites par la scannérisation et le géoréférencement, une valeur seuil de mobilité de 10 m a été considérée pour déterminer les zones en érosion, en accrétion ou stables. La synthèse des tendances est donnée pour chaque unité sédimentaire dans la partie B du rapport avec les taux moyens d'érosion annuelle exprimés en m/an.

Les figures suivantes (cf. Figure A.3.14, Figure A.3.15 et Figure A.3.16) présentent un exemple du travail de digitalisation et d'analyse de l'évolution du trait de côte sur la grande plage de Saint-Gilles-Croix-de-Vie. Le recul moyen du trait de côte est de 25 m sur cette portion du littoral sur 25 ans, soit un recul annuel de l'ordre de 1 m/an.

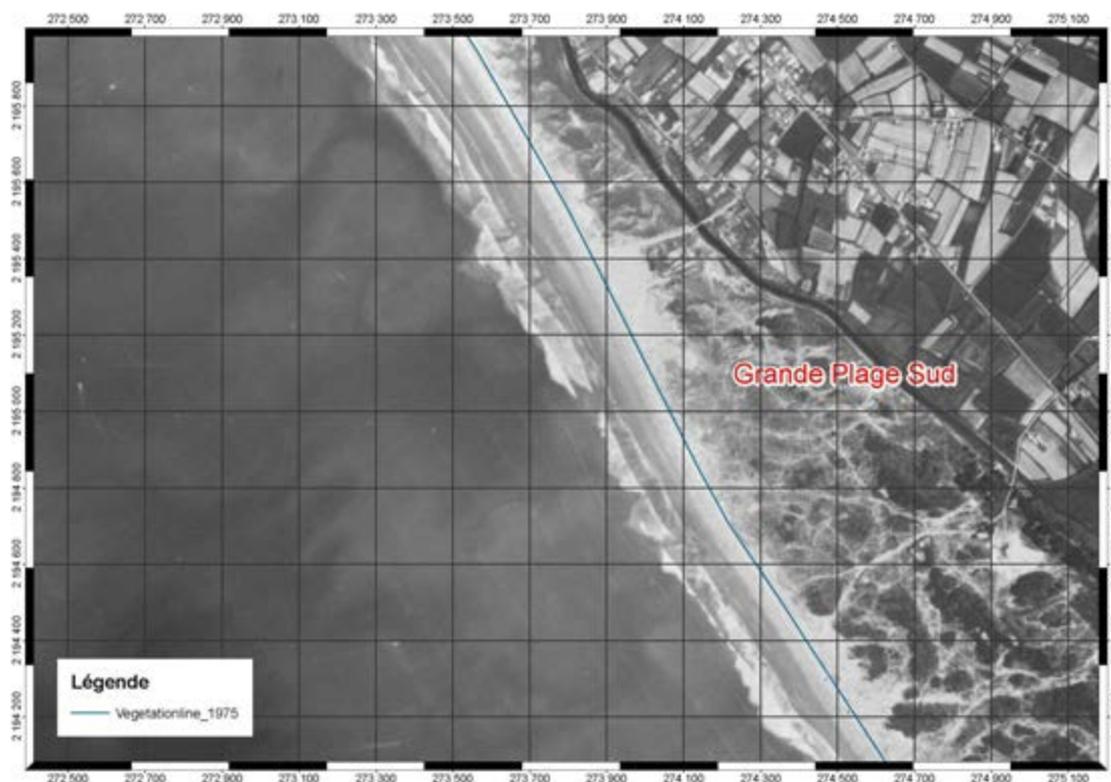


Figure A.3.14 Digitalisation du trait de côte de 1975 de la Grande plage de Saint-Gilles-Croix-de-Vie.



Figure A.3.15 Digitalisation du trait de côte de 2001 de la Grande plage de Saint-Gilles-Croix-de-Vie.

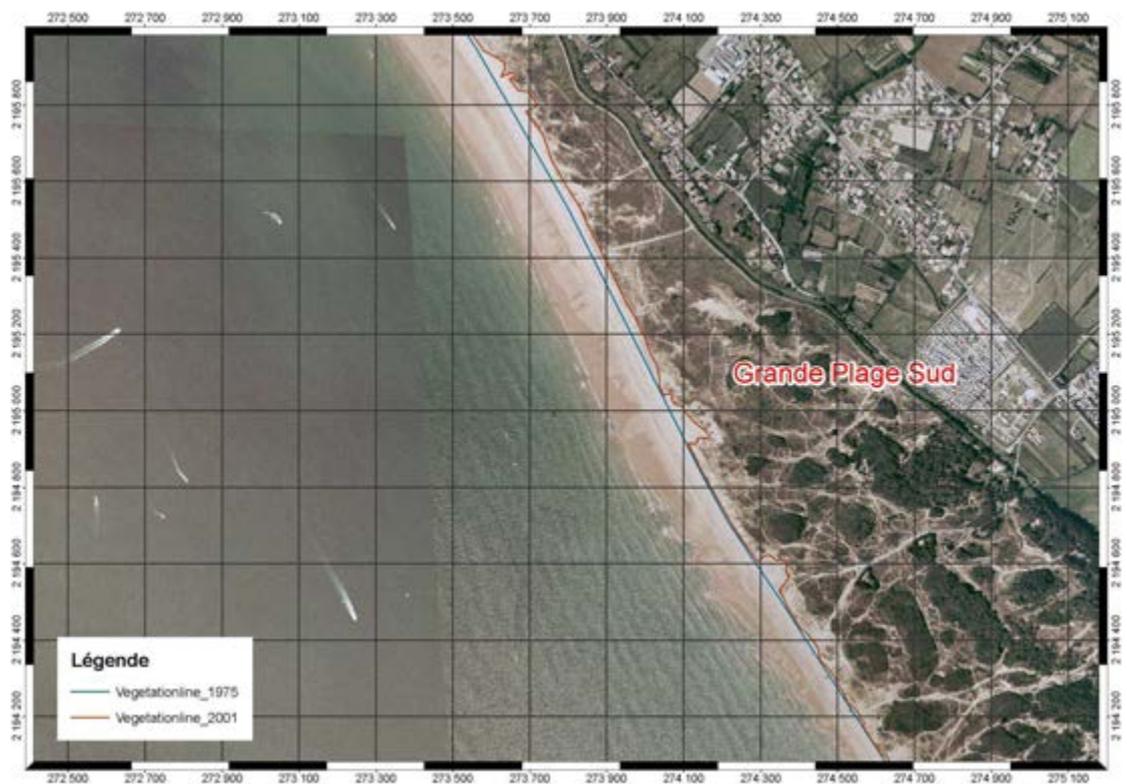


Figure A.3.16 Synthèse de l'évolution du trait de côte de la Grande plage de Saint-Gilles-Croix-de-Vie entre 1975 et 2001.

3.3.3 Scénario d'évolution du trait de côte

L'évolution du trait de côte de l'ensemble de la côte vendéenne, en l'absence de toute intervention anthropique nouvelle, est examinée à plusieurs échéances. Dans le cadre de cette étude, des échéances à 20, 50 et 100 ans ont conventionnellement été choisies, définie ici comme correspondant respectivement au court, moyen et long terme.

La côte vendéenne est continuellement soumise à l'action d'agents naturels d'origine météorologique et marine qui progressivement modifient le paysage littoral. Ces agents morphodynamiques – principalement les vents, les houles et la marée – possèdent des caractéristiques spécifiques résultant directement de la situation géographique de la Vendée et sont directement sous l'influence des conditions atmosphériques et marines provenant de l'Océan Atlantique. A l'échelle du court terme, la variabilité des agents morphodynamiques décrits au paragraphe A.2 peut être déduite à partir des mesures effectuées, en grande partie, depuis les années 80. A l'échelle du moyen et long terme, la variabilité de ces agents présente un degré d'incertitude tel qu'il est impossible de proposer un scénario d'évolution du trait de côte à cette échelle.

Face à la réduction de la fiabilité de l'évolution future des agents de la morphodynamique littorale – en l'occurrence, le climat de vent et de houle – avec une échéance croissante, seules les prévisions de l'évolution du trait de côte à court terme sont détaillées au niveau de chaque unité sédimentaire, alors que pour le moyen et long terme, une évaluation de l'impact de la variabilité des agents morphodynamiques sur l'évolution à 50 et 100 ans est menée ci-après.

Court terme (20 ans)

A l'échéance de 20 ans, la variabilité du principal agent de la morphodynamique littoral – le vent, responsable de la génération des houles et des surcotes-décotes de marée – existe, mais il s'agit surtout de variabilité interannuelle. Comme on l'a vu, afin de prendre en compte la variabilité interannuelle du climat de houle, les résultats de taux de transport sédimentaire présentés dans cette étude peuvent varier de l'ordre de $\pm 50\%$ d'une année à l'autre. Dans le contexte d'évolution à court terme, il est également important de noter que cette variabilité n'a pas de véritable tendance. Par la suite, à l'échelle du court terme, la variabilité du climat de houle, à la fois responsable de l'érosion ou de l'accumulation du sable sur les plages et les dunes vendéennes, est a priori connue.

L'analyse des photographies aériennes de 1975 et 2001 a permis de définir la mobilité du trait de côte sur l'ensemble de la côte vendéenne. Malgré les erreurs de précision liées à la résolution des photos ainsi que les erreurs de précision introduites dans le traitement de ces photos (orthorectification et géoréférencement), on rappelle qu'une valeur de seuil de mobilité de 10 m a été considérée pour déterminer les zones en érosion, accrétion ou stables. La mobilité du trait de côte extraite de cette analyse a donc un caractère très affirmé et peut ainsi être prise comme représentative de l'évolution récente durant les deux dernières décennies du 20^{ème} siècle.

L'évolution du trait de côte résulte des gradients dans la dérive littorale. Dans cette étude, l'évolution historique du trait de côte issue de l'analyse des photos aériennes de 1975 et 2001, a été reproduite à travers une modélisation du régime hydrosédimentaire basée sur des données représentatives de cette période. Il est ainsi important de souligner que, malgré la variabilité interannuelle du climat de houle, une bonne

représentation de l'évolution a été obtenue à l'aide d'une climatologie moyennée contenant cette variabilité.

On rappelle que les houles, extraites du modèle numérique de simulation hindcast de 1979 à 2001 au pas horaire, ont été synthétisées en événements statistiques dont l'occurrence est ramenée sur une année ; la climatologie statistique, à la base de la modélisation du transport sédimentaire, est ainsi un climat moyenné sur 22 ans et les résultats de transport sédimentaire présentés dans cette étude sont représentatifs d'une année moyenne.

Ainsi, à court terme, la variabilité du climat de houle observée de 1979-2001 peut être considérée comme représentative de la variabilité climatique des 20 années à venir. Il s'en suit que l'évolution historique des deux dernières décennies du 20^{ème} siècle peut être extrapolée aux deux premières décennies du 21^{ème} siècle. De manière générale, une prévision de la localisation du trait de côte en 2027 peut donc être obtenue en multipliant les taux d'évolution annuels observés entre 1975 et 2001 par 20.

A noter que cette approche est uniquement possible parce que l'évolution observée – sur laquelle se base la prévision – est d'une part récente et d'autre part, que la période, sur laquelle l'évolution est observée, est suffisamment longue pour contenir une variabilité interannuelle du climat de houle. L'hypothèse décrite est donc que la variabilité du climat de houle des dernières décennies du 20^{ème} siècle soit représentative de la variabilité du climat de houle des premières décennies du 21^{ème} siècle.

Pour chacune des unités sédimentaires de la côte vendéenne, la mobilité du trait de côte en 2027 par rapport au trait de côte en 2007 sera indiquée. Des zooms rapprochés sur des tronçons de littoral particulièrement dynamiques seront également fournis afin d'illustrer la localisation prévue du trait de côte en 2027.

Moyen et long terme (50 à 100 ans)

A l'échéance de 50 à 100 ans, la variabilité des vents présente un degré d'incertitude trop important pour permettre des prévisions précises de son évolution. Par la suite, à l'échelle du moyen et long terme, l'évolution du climat de houle ne peut pas être quantifiée de manière suffisamment fiable. Également à l'échelle de 50 à 100 ans, l'évolution séculaire du niveau de la mer peut devenir un paramètre significatif pour la stratégie des protections côtières. La variabilité de son évolution – la vitesse de remontée globale du niveau d'eau – présente, néanmoins, un degré d'incertitude moins important et peut ainsi être quantifiée.

Afin de cerner l'impact sur la vie du littoral des deux agents difficilement prévisibles – la houle et le niveau d'eau –, une évaluation de l'évolution du climat de houle à moyen et long terme et de l'évolution du niveau de la mer à long terme est présentée ci-après.

Il convient de préciser que le climat de houle est impératif pour la définition de la dynamique littorale puisque l'évolution du trait de côte est directement liée à l'évolution du climat de houle. Bien que pouvant moduler les tendances de mobilité du trait de côte, l'évolution du niveau de la mer a surtout un enjeu fort par rapport aux risques de submersion des zones côtières.

Evolution à moyen et long terme du climat de houle

Comme on l'a vu, le climat de vent n'est pas stationnaire ; le climat de houle qu'il génère ne l'est donc pas non plus. La tendance à l'augmentation de la sévérité du climat de houle semble se manifester (Hoozemans, 1990), mais, du fait de la variabilité de ce climat à l'échelle de la décennie, les données directes de houle ne sont pas assez longues pour le prouver.

Par contre il existe des témoins des actions passées de la houle dominante : les formes sédimentaires qui lui sont associées. En particulier, l'observation des queues de comètes (accumulations sédimentaires formées dans le « sillage » d'îles, rochers, hauts-fonds ...) sur les cartes ou photographies aériennes anciennes permet de mettre en évidence les tendances évolutives à moyen ou long terme de la direction des houles dominantes.

Hénaff (2004) a exploité les informations provenant de 12 queues de comètes réparties sur le littoral breton et proche du littoral breton. Le site des Grands Sables (Île de Groix), situé environ à 150 km au Nord-Ouest des Sables d'Olonne, livre ainsi des informations sur les modifications des provenances de houle : il s'avère que depuis les années 1980, la provenance des houles aurait sensiblement pivoté – d'environ 15° – en direction du Sud. Si l'on tient compte du resserrement du fuseau de provenance de houle à l'approche du rivage, cette rotation serait encore plus nette au large.

Une illustration de l'évolution de la plage des Grands Sables est présentée ci-après : le centre de la plage, situé environ à 200 m au Sud de la pointe depuis les années 50, s'est progressivement déplacé vers le Nord de la pointe à partir des années 80 ; en 2000, celui-ci se situe environ à 400 m au Nord-Ouest de la pointe. Le pivotement de la direction d'incidence des houles semble être constant depuis les années 80 jusqu'à aujourd'hui : entre 2000 et 2007, cette plage a ultérieurement progressé d'environ 200 m de plus vers le Nord-Ouest.

Les simulations numériques de génération/propagation de houle, réalisées lors de la constitution de l'atlas numérique de houle le long des côtes de l'Atlantique, de la Manche et de la mer du Nord (base de données ANEMOC) ont été notamment exploitées dans cette optique (Hénaff, 2006) ; elles conduisent également à un léger pivotement de l'Ouest vers le Sud des houles dominantes au niveau des côtes françaises de l'Atlantique et de la Manche, sur l'ensemble de la période de simulation (1979 à 2003).

Lors de l'étude de modélisation numérique de la dynamique littorale, on verra que l'orientation du trait de côte est très sensible à un changement de la direction d'incidence des houles. A titre indicatif, sur le littoral ouvert à l'Atlantique entre Saint-Gilles-Croix-de-Vie et les Sables d'Olonne, une rotation de 1° du climat de houle peut provoquer un changement significatif du transit d'environ 30 000 m³/an. (cf. l'exemple des résultats de la modélisation du transit littoral présentés sur la Figure A.3.11 ci-avant). Suite à un pivotement de la direction d'incidence moyenne de la houle d'uniquement 1°, l'érosion ou l'accrétion d'un tronçon de plage sur ce littoral peut ainsi être considérablement accentuée. Sur ce littoral, l'écart entre l'orientation actuelle du trait de côte et son orientation d'équilibre y est d'ailleurs généralement de l'ordre de quelques degrés seulement (en moyenne de 2 à 4° environ) ; la tendance érosive pourrait donc même s'inverser.

En conclusion, le degré d'incertitude sur l'évolution du climat de houle à moyen et long terme est trop important pour pouvoir en extraire des prévisions lointaines de son impact sur la vie du littoral. Néanmoins, en concertation étroite avec la DDE 85, pour

chacune des unités sédimentaires de la côte vendéenne, la mobilité du trait de côte en 2057 par rapport au trait de côte en 2007 sera indiquée – **attention de noter qu'à l'échelle du moyen terme, l'hypothèse d'admettre que la tendance du court terme se poursuive a un caractère purement illustratif et ainsi très incertain.** Des zooms rapprochés sur des tronçons de littoral particulièrement dynamiques seront également fournis afin d'illustrer la localisation prévue du trait de côte en 2057.

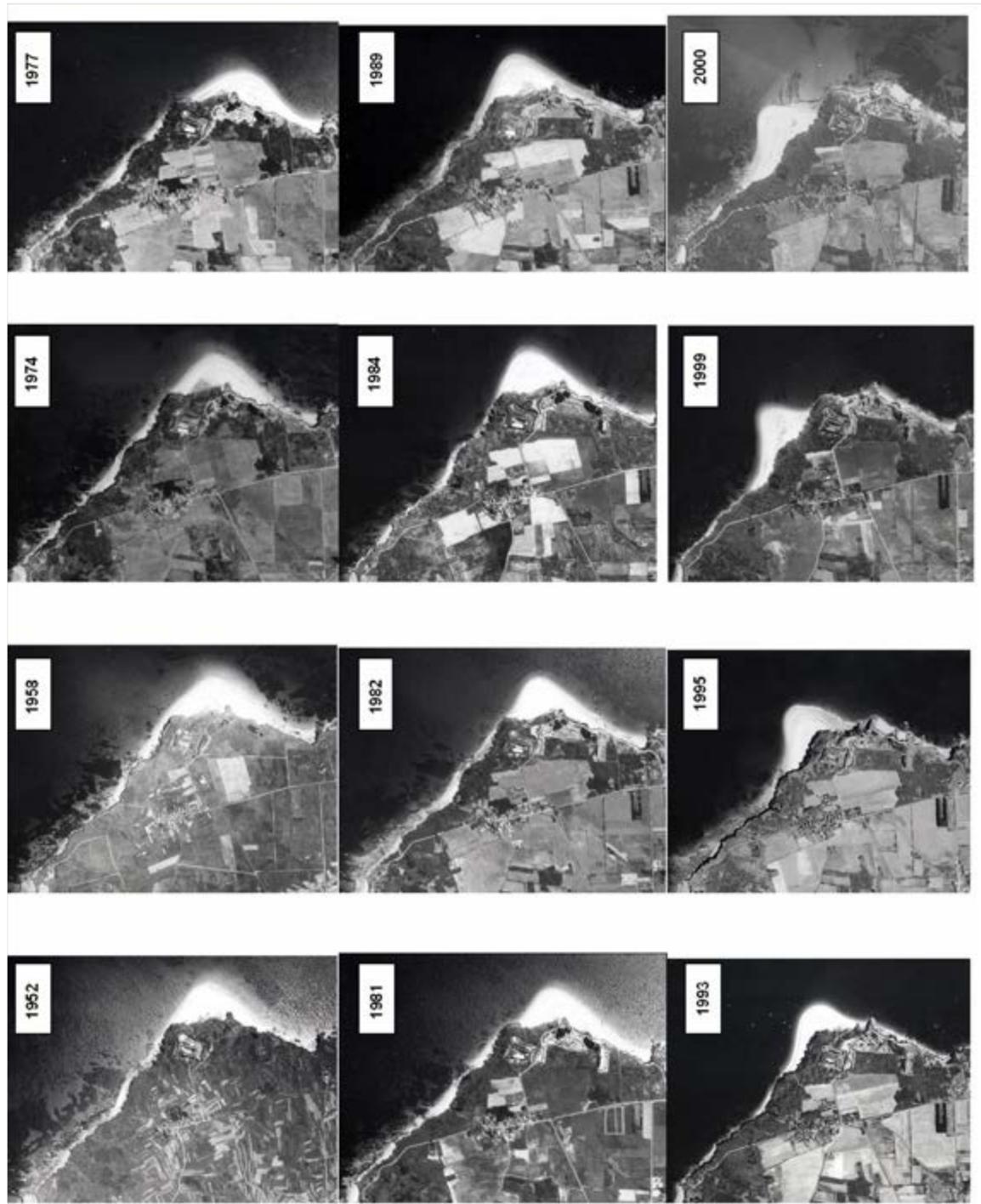


Figure A.3.17 Evolution de la plage des Grands Sables à Groix (photographies de l'IGN 1952-2000).

Evolution à long terme du niveau de la mer

D'après les enregistrements de niveau de la mer de très longue durée réalisés à Brest (de 1807 à nos jours), les mouvements relatifs de la mer par rapport à la terre sont très faibles : de l'ordre de 0,3 mm/an de 1807 à 1890, et de 1,2 mm/an de 1890 à 1981 (Teisson, 1991). Ce dernier chiffre est très voisin de l'estimation récente (Pirazzoli, 1989) de la composante eustatique (globale) de ces mouvements. Malgré un faible phénomène de subsidence, actuellement, les effets locaux de mouvement de la croûte terrestre sont également négligeables pour la côte vendéenne. L'évolution du niveau de la mer face à la Vendée est donc essentiellement liée à la composante eustatique.

Conscient du problème que pourrait poser le changement climatique à l'échelle du globe, le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) a pour mission d'évaluer les risques liés au changement climatique d'origine humaine. Ses évaluations sont principalement fondées sur les publications scientifiques et techniques dont la valeur scientifique est largement reconnue. L'une des principales activités du GIEC consiste à procéder, à intervalles réguliers, à une évaluation de l'état des connaissances relatives au changement climatique.

En 2001, les estimations de la composante eustatique de la montée du niveau marin étaient de l'ordre de 40 à 50 cm sur le prochain siècle (IPCC, 2001). A noter que la ré-évaluation 2007 du GIEC (IPCC, 2007) fait état d'une estimation moyenne comprise entre 28 cm et 43 cm pour 2090-2099 selon le scénario considéré sur la croissance des futures émissions de gaz à effet de serre et d'aérosols.

Avec une pente moyenne du haut estran de l'ordre de 1/20, quelle que soit la tendance à l'érosion ou à l'accrétion de la zone littorale, cela correspondrait à un recul du trait de côte de l'ordre de 6 à 9 m pour une échéance de 100 ans.

A.4 EVALUATION DES ENJEUX

Le passage de l'aléa au risque suppose la prise en compte des enjeux soumis à l'aléa. Les enjeux dépendent du lieu où l'aléa survient, selon que la présence et l'activité humaine y sont plus ou moins importantes.

L'évaluation des enjeux consiste donc à identifier l'ensemble des personnes et des biens (marchands ou non-marchands) et d'une façon plus générale les activités humaines (impact économique et social) pouvant être affectés par les phénomènes de submersion marine et les effets progressifs de l'érosion côtière.

Parmi les enjeux, a été identifié le développement de l'urbanisation et des équipements (route, voie ferrée, station d'épuration,...) alimenté par la dynamique démographique et le développement économique.

La qualité du patrimoine naturel et culturel a également été prise en compte en termes de cadre de vie : l'usage récréatif des espaces non urbanisés (promenade, observation du paysage et de la nature, activités sportives...), fondamental à l'équilibre (physique et psychique) de l'homme et à son bien-être, correspond à une demande sociale forte. Les espaces naturels participent à l'image du littoral vendéen et les politiques mises en place pour préserver sa qualité contribuent à le rendre attractif.

Dans un premier temps, un inventaire non hiérarchisé des enjeux du littoral vendéen a été réalisé pour les communes et structures intercommunales. Ces enjeux, cartographiés sur une frange littorale de 2 à 15 km d'épaisseur, sont classés en 3 thématiques :

- activités économiques,
- habitat / Equipement,
- qualité du patrimoine naturel et culturel,

Cette cartographie à l'échelle du département permet de visualiser les différents types d'enjeux selon les secteurs géographiques. Elle sera affinée à l'échelle des Unités Sédimentaires.

Les informations représentées sont notamment issues de la BD Topo de l'IGN, de l'IPLI2000, de la Diren et de la DDE.

4.1 Habitat et équipement

<p>La carte met en évidence une série de points d'urbanisation dense (Noirmoutier-en-Ile, Barre-de-Monts, Notre-Dame-de-Monts, Saint-Jean-de-Monts, Saint-Gilles-Croix-de-Vie, Brétignolles, les Sables-d'Olonne, Talmont-Saint-Hilaire, Jard-Sur-Mer, Longeville, La Tranche-sur-Mer, la Faute-sur-Mer, l'Aiguillon) reliés par une route côtière (D38, D80, D32, D949, D21, D105, D46) le long de laquelle s'est développée une urbanisation diffuse liée en grande partie à l'activité touristique.</p>	
<p>Principales infrastructures</p> <p>(Sources : Diren, Sandre, BD Topo de l'IGN,)</p>	<p>Stations d'épuration des collectivités</p> <p>Captages d'alimentation en eau potable La précision de la localisation est variable : allant d'une localisation précise à « quelque part dans la commune », avec un ou plusieurs points par commune.</p> <p>Ligne électrique</p> <p>Voie ferrée</p> <p>Route</p>
<p>Zones bâties</p> <p>(Source : IPLI 2000)</p>	<p>Urbanisation dense : Ensemble habitat individuel groupé : zones pavillonnaires denses, maison à un ou deux étages au plus, avec jardins de petites dimensions, lotissements assez denses et généralement viabilisés des quartiers périphériques. Ensemble habitat collectif : zone urbaine dense, noyaux de villes anciens, grands ensembles des quartiers périphériques et grands immeubles résidentiels.</p> <p>Urbanisation diffuse, Habitat individuel diffus : zone pavillonnaire espacée, maisons individuelles avec jardins ou parcs, zones de résidence secondaire dans les quartiers boisés autour des villes, résidences organisés mais espacées présentant un « maillage » plus ou moins régulier. Habitat disperse récent : maison isolé autre que bâtiment de ferme d'allure récente implanté en espace agricole.</p> <p>Bâtiment sportif</p> <p>Espaces verts Espaces aménagés tels que parcs, aires de loisirs et de pique-nique, golfs, éventuellement parcs de château.</p>

4.2 Activités économiques

Le secteur primaire est bien représenté, d'une part dans l'arrière-pays qui est dominé par une activité agricole assez dense, et d'autre part sur la côte avec l'activité conchylicole en Baie de Bourgneuf, sur la façade Sud-Ouest de Noirmoutier, dans l'embouchure du Payré, ainsi qu'entre la Tranche-sur-Mer et l'anse de l'Aiguillon. (Saliculture à Noirmoutier, dans le Marais Breton, le Marais d'Olonne, l'embouchure du Payré).

On note la présence de zones industrielles au niveau des pôles économiques de Saint-Gilles-Croix-de-Vie et des Sables d'Olonne.

Les activités commerciales liées au tourisme et aux loisirs se développent sur toute la côte, et notamment entre la Barre-de-Monts et les Sables d'Olonne.

Les zones agricoles

(Source : Ipli 2000)

Bâtiment :

Siège agricole isolé : construction rurale traditionnelle généralement ancienne, isolée de toute autre habitation, comprenant souvent plusieurs corps de bâtiments.

Hangars agricoles : bâtiment agricole isolé ne comprenant pas d'habitation, et dont l'activité agricole a pu être détectée par photointerprétation.

Culture :

Terre cultivée : terre cultivée, labourée, retournée ou fauchée sans différenciation des cultures

Culture légumière ou florale : maraîchage, culture légumière de plein champ, serre, rizière

Vignoble

Arboriculture : vergers de haute tige ou en espalier, haie fruitière, pépinière, terre ou herbage planté.

Elevage et/ou zone humide :

Prairie : prairie naturelle ou artificielle, pâturage, prés de fauche, prés salés

Prairie humide : fond de vallée hydromorphe, parties inondables, parfois drainés ou canalisés, de certaines prairies dont l'engorgement hivernal est constant. Il est à noter qu'en période estivale ces prairies peuvent accueillir une activité d'élevage.

Conchyliculture :

Elevage de coquillage. On distingue la conchyliculture traditionnelle, comme l'élevage des huîtres (ostréiculture) ou des moules (mytiliculture) et la conchyliculture non classique qui est encore du domaine expérimental (palourdes, ormeaux, coquilles Saint-Jacques)

Marais salants :

Ensemble des aménagements du terrain aboutissant à la production de sel par évaporation des eaux de mer sous l'action conjugués du soleil et du vent.

Les zones industrielles et commerciales (Source : Ipli 2000)	Emprise (y compris l'accès) des usines, hangars, silos, carrière ou gravière en exploitation, commerces en grandes surfaces avec leurs parkings, halles, entrepôts.
Les équipements touristiques (Source : Ipli 2000)	Camping et stationnement de caravanes : Toute surface occupée par des tentes ou des caravanes, ou présentant des vestiges visibles de cette occupation. Habitat touristique spécifique : Installation structurées en vue de l'habitat estival organisé (petite maison peu espacées, reliées par des allées géométriques, bungalows dispersés, immeuble parfois, colonies de vacances). Les alignements de constructions légères en bordure littorale ont également été inclus.
Les zones portuaires (Source : DDE Vendée)	Limite des ports de pêche, de commerce et de plaisance

4.3 **Qualité du patrimoine naturel et culturel**

Sept secteurs du littoral vendéen sont remarquables par leur qualité environnementale :

Les marais de Noirmoutier, le Marais Breton et la dunes du Pays de Monts, l'Île d'Yeu, le cordon dunaire et le marais de la vallée du Jaunay, le cordon dunaire et le Marais d'Olonne, l'embouchure du Payré, ainsi que le Marais Poitevin et son cordon dunaire.

<p>Protection réglementaire</p> <p>(Sources : DIREN Pays de la Loire, SANDRE)</p>	<p>Captages d'alimentation en eau potable La production en eau potable est assurée par plusieurs points d'approvisionnement. Des périmètres de protection, rendus obligatoires par la loi, délimitent des zones à l'intérieur desquels les installations et activités polluantes sont interdites ou strictement réglementées.</p> <p>Réserve naturelle Les Réserves Naturelles protègent des parties de territoires dont la faune, la flore, le sol, les eaux, les gisements de minéraux ou de fossiles ou le milieu naturel présentent une richesse particulière.</p> <p>Arrêté de biotope Afin de prévenir la disparition d'espèces protégées le Préfet peut fixer, par arrêté, les mesures tendant à favoriser, sur tout ou partie du territoire d'un département la conservation des biotopes dans la mesure où ces biotopes ou formations sont nécessaires à l'alimentation, à la reproduction, au repos ou à la survie de ces espèces.</p> <p>Sites classés ou inscrits Un site classé est un monument naturel ou un site dont l'intérêt paysager est exceptionnel, et qui mérite, à cet égard, d'être distingué et intégralement protégé. Relèvent également du classement les sites de caractère artistique, historique, scientifique Un site inscrit est un monument naturel ou un site de caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque, qui a fait l'objet d'une inscription sur la liste des monuments naturels du ou des départements au(x) quel(s) il appartient. L'inscription a pour but la conservation de milieux et de paysages dans leur état actuel, de villages et bâtiments anciens, la surveillance des centres historiques, le contrôle des démolitions, l'introduction de la notion d'espace protégé dans les raisonnements des acteurs de l'urbanisme. Elle entraîne, pour les maîtres d'ouvrages, l'obligation d'informer l'administration de tous projets de travaux de nature à modifier l'état ou l'aspect du site quatre mois au moins avant le début de ces travaux.</p>
--	---

<p>Protection foncière</p> <p>(Sources : DIREN Pays de la Loire, Office National des Forêts, Conservatoire du Littoral, Inventaire National du Patrimoine Naturel, DDE Vendée)</p>	<p>Les propriétés du Conservatoire du littoral</p> <p>Le Conservatoire du Littoral a pour mission de mener une politique foncière de sauvegarde de l'espace littoral, de respect des sites naturels et des équilibres écologiques. Dès leur acquisition, les terrains font l'objet d'un bilan écologique qui permet la mise en place d'un programme de travaux : nettoyage, restauration du site et des biotopes, intégration paysagère, organisation de l'accueil du public...</p> <p>Les Forêts domaniales, propriétés de l'Etat, sont gérées par l'Office National des Forêts.</p> <p>Les Espaces Naturels Sensibles du Conseil Général. Cette politique départementale vise à assurer la protection et l'ouverture au public des espaces naturels sensibles grâce à une politique d'acquisition foncière, d'aménagement et de gestion.</p>
<p>Qualité écologique inventoriée</p> <p>(Source : DIREN Pays de la Loire)</p>	<p>Natura 2000</p> <p>L'objectif est d'assurer un réseau cohérent d'espaces protégés en vue de préserver la diversité biologique sur le territoire de l'union européenne. Ce réseau est composé de sites désigné en application des directives européennes dites « Oiseaux » et « Habitats » de 1979 et 1982.</p> <p>Znieff et Zico</p> <p>Une ZNIEFF correspond à l'identification scientifique d'un secteur du territoire national particulièrement intéressant sur le plan écologique.</p> <p>Les ZNIEFF de type 1 recensent les secteurs de très grande richesse patrimoniale (milieux rares ou très représentatifs, espèces protégées...) et sont souvent de superficie limitée ;</p> <p>Les ZNIEFF de type 2 définissent les ensembles naturels homogènes dont la richesse écologique est remarquable. Elles sont souvent de superficie assez importante et peuvent intégrer des ZNIEFF de type 1.</p> <p>Les ZICO sont des sites d'intérêts majeurs qui hébergent des effectifs d'Oiseaux sauvages jugés d'importance communautaire ou Européenne.</p>

B LES UNITES SEDIMENTAIRES U.S.

B.1 LA BAIE DE BOURGNEUF (U.S. 1)

1.1 Description morphologique

1.1.1 Le cadre géologique et géomorphologique

La Baie de Bourgneuf est située au Sud de l'embouchure de la Loire. Elle couvre une superficie de 300 km² entre le continent et l'île de Noirmoutier qui la sépare de l'Océan Atlantique.



Figure B.1.1: La Baie de Bourgneuf, entre le continent et l'île de Noirmoutier (source : Google Earth)

Elle présente une forme en « entonnoir » de 30 km de long et communique avec l'Océan avec deux ouvertures de largeurs différentes :

- 12 kilomètres au Nord, entre l'Herbaudière et la Pointe de Saint-Gildas ;
- 800 mètres au Sud, au niveau du Goulet de Fromentine.

Un axe rocheux central qui s'étend depuis Noirmoutier-en-Ile jusqu'au port du Collet (débouché du Falleron qui constitue la limite administrative entre les départements de la Vendée et de la Loire-Atlantique) sépare la Baie de Bourgneuf en deux secteurs distincts (l'un au Nord, l'autre au Sud). Cet affleurement rocheux calcaire tertiaire constitué par les rochers de la Vendette et de la Préoire du côté de l'île de Noirmoutier et par les rochers de Bouin à proximité du continent forme une sorte de goulet (le chenal du Fain) qui ne laisse qu'un passage franc aux eaux de 2,5 km de large.

- Dans le secteur Nord, les profondeurs décroissent depuis l'entrée de la Baie (entre -5 et -15 m le plus souvent) vers la « barrière rocheuse » (environ -1 à -2 m). Par ailleurs, l'estran est bien développé dans la partie orientale où il s'élargit du Nord (environ 500 m à la Bernerie) vers le Sud (3,5 km au Collet).

- Dans le secteur Sud, l'estran, large et vaseux, est beaucoup plus développé. La majorité des fonds découvrent à marée basse, ils sont situés le plus souvent entre +1 m et +3 m.



Figure B.1.2 : Le haut fond du Gois

La bordure continentale de la Baie de Bourgneuf s'étend :

- sur 15 km, entre la Pointe Saint-Gildas et la Bernerie (Pays de Retz), où l'on note la présence d'une falaise rocheuse découpée, constituée de schistes et micaschistes briovériens ;
- sur 22 km, depuis le Sud de la Bernerie jusqu'à la Barre-de-Monts. La bordure occidentale du Marais Breton est formée de vases flamandaises (bri) mises en place lors de la transgression flamandaise (qui a débuté il y a 20 000 ans).



Figure B.1.3 : La Baie de Bourgneuf

Le trait de côte, sur toute sa longueur est constitué par des digues qui protègent les terres intérieures (marais salants et polders). Le rivage, rectiligne, est échancré au niveau du débouché du Falleron (port du Collet), de l'étier des Brochets (port des Brochets), de l'étier de la Louippe, de l'étier des Champs (port des Champs), du Canal du Dain (port du Bec) et du Grand étier de Sallertaine.



Figure B.1.4 : Les digues, en bordure du Marais Breton (commune de Bouin)

A l'Ouest de la Baie de Bourgneuf, le rivage noirmoutrin peut être divisé en 2 parties :

Au Nord, entre l'Herbaudière et Noirmoutier-en-l'Île, la côte basse, constituée de granite et de gneiss, se prolonge sur l'estran par un large platier rocheux. Ce substratum rocheux forme des pointes délimitant des baies dans lesquelles se sont développés des cordons littoraux :

- le cordon situé entre l'Herbaudière et la Pointe des Charniers (de 6 à 8 mètres d'altitude) s'étend sur environ 4 500 mètres ;
- le cordon de la Clère, entre la Pointe des Charniers et le rocher du Cobe (4 à 5 mètres d'altitude), s'étend sur environ 1 800 mètres de long et 150 mètres de large.

Par ailleurs, la flèche sableuse des Sableaux (au Sud de la Pointe Saint-Pierre), d'une altitude de 2 à 3 mètres s'étire sur 2 000 mètres selon une direction Nord/Sud, jusqu'au chenal du port de Noirmoutier.

Au Sud, entre Noirmoutier-en-l'île et la Pointe de la Fosse, le rivage est artificiel puisque constitué de manière quasi-continue par des digues qui protègent des marais salants et des polders.

Les marais salants s'étendent entre Noirmoutier, l'Herbaudière, la pointe du Devin et la Guérinière. Cette zone intérieure basse, qui communique avec la mer par le chenal

d'accès au port de Noirmoutier, est située en dessous du niveau des plus hautes mers de vives-eaux.

Les polders s'étendent sur la bordure Est de la flèche littorale modelée en dunes, le long de la Baie de Bourgneuf, sur une superficie de 7 km². Ils sont à environ 3 m en dessous des plus hautes eaux de vives-eaux.



Figure B.1.5 : La digue du polder de Sébastopol (Noirmoutier)

1.1.2 Les incidences de l'implantation humaine sur le littoral

Le colmatage progressif de la Baie de Bourgneuf

Le colmatage de la Baie de Bourgneuf résulte notamment des dépôts sédimentaires fluviaux et marins sur des couches calcaires jurassiques dans le Golfe de Challans et de Machecoul. Ces sédiments se sont accumulés lors de la transgression flandrienne, lorsque le niveau proche de l'actuel fut atteint, il y a environ 3000 à 4000 ans (Sogreah, 1992).

A partir de l'époque romaine, alors que Bouin, Beauvoir-sur-Mer, Sallertaine étaient des îles, l'homme allait conforter cette tendance naturelle en réalisant d'importants travaux de drainage et en consolidant les dépôts de boues amenés par les marées. L'objectif était d'accélérer les tendances naturelles de la Baie au colmatage pour l'installation des marais salants et pour développer l'activité agricole sur des polders.

Les moines bénédictins, du 11^{ème} au 13^{ème} siècle, puis les ingénieurs flamands à partir du 17^{ème} siècle allaient entreprendre de vastes travaux d'endiguement et l'assèchement de centaines d'hectares.

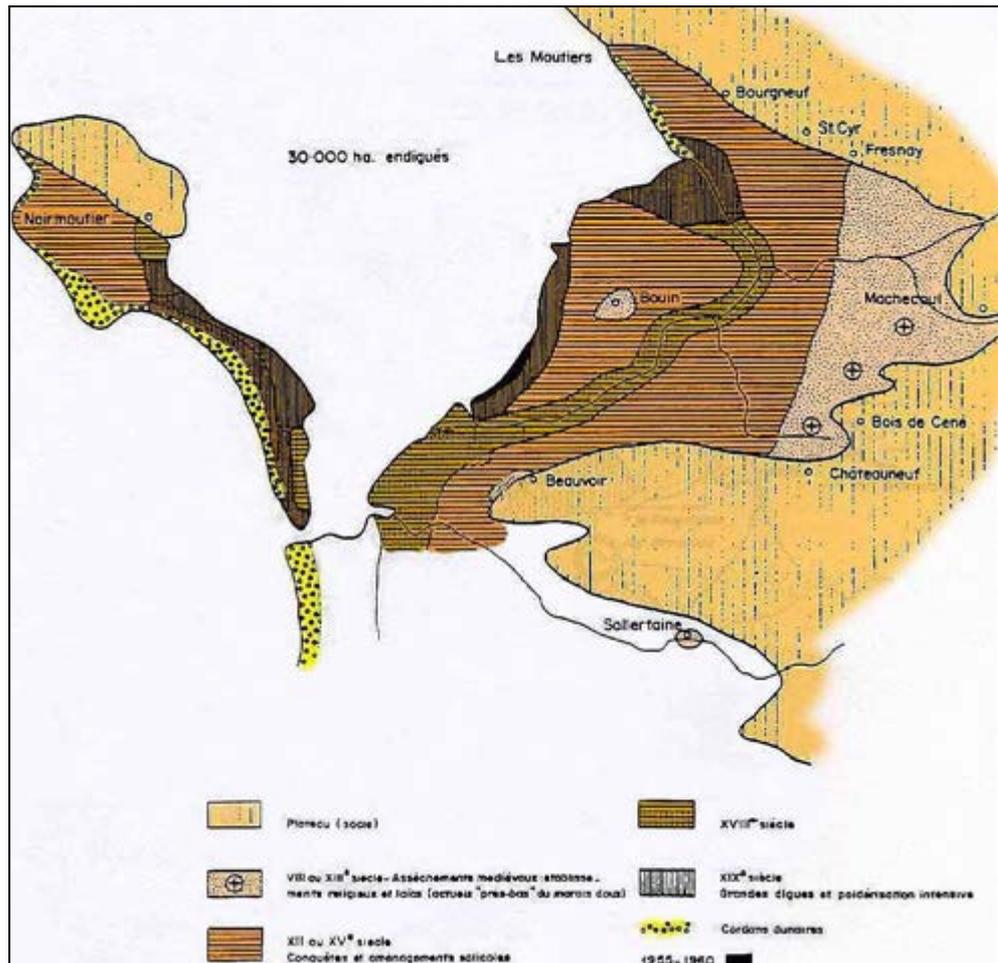


Figure B.1.6 : 30 000 hectares gagnés sur la mer (source : Sogreah - 1992 - d'après Gauthier et Corlay)

Cette carte (Sogreah, 1992, d'après Gauthier et Corlay) met en évidence que ce sont environ 30 000 ha qui ont été gagnés sur la mer depuis le début des endiguements. Grâce à ces nouvelles terres gagnées sur la mer, les cultures céréalières et les prairies pâturées furent étendues.



Figure B.1.7 : Extension des prairies pâturées et des cultures

Du 15^{ème} au 18^{ème} siècle, le Marais Breton était l'un des plus grands producteurs de sel de toute la France (avec jusqu'à 30 000 tonnes produites par an).



Figure B.1.8: saliculture dans le Marais Breton

Par ailleurs, les larges estrans ont permis le développement des activités conchylicoles, dont les installations ont atténué les actions hydrodynamiques et, de ce fait, ont favorisé la sédimentation.

Une lutte permanente contre les éléments naturels s'engage

Le rivage de la Baie de Bourgneuf que l'on connaît aujourd'hui, au Sud de Noirmoutier-en-l'Île et du Port du Collet, est entièrement constitué par des digues édifiées progressivement, avec opiniâtreté, au cours des temps. Elles ont été entretenues régulièrement et ont fait l'objet de travaux de confortement.

Cependant, l'action des vagues lors des tempêtes pouvait déstabiliser localement ce rivage car elle provoquait la destruction des digues et les inondations des zones basses.

Ces ruptures de digue sont devenues rapidement une véritable menace pour les activités humaines et allaient fortement contrarier les habitants dans leur ambition de maintenir les terres gagnées sur la mer.

Tableau B.1 : Les inondations : Quelques événements extraits du répertoire des catastrophes survenues dans la Baie de Bourgneuf (Source : Association 12/12)

Les inondations : Quelques événements extraits du répertoire des catastrophes survenues dans la Baie de Bourgneuf (Source : Association 12/12)	
567	Le 7 juin : un raz de marée recouvrit entièrement l'île de Bouin et fit périr tous ses habitants
1351	Reprise par la mer de très grands territoires dans toute la plaine de Barbâtre
1598	Le 31 décembre : Marais envahis, Bouin déserté ?
1638	Raz-de-marée : une partie de l'île de Noirmoutier fut inondée.
1762	Nouveau désastre, l'île de Noirmoutier est menacée d'une inondation générale

<p>1763</p>	<p>le 3 février, brèche aux dunes du Devin (Noirmoutier).</p> <p><i>Les digues de la Frandière furent rompues en trois endroits ; la mer noya toutes les terres de la Fosse, de la Frandière et des Onchères ; le moulin des Onchères, un certain nombre de maisons, dont une dizaine du bourg furent englouties et dévastées. Pages d'Histoire noirmoutrine – Fernand Guillet, 1948</i></p>
<p>1781</p>	<p><i>Du 10 au 13 février : « Vimer² », la ville de Noirmoutier est menacée.</i></p>
<p>1853</p>	<p><i>Du 24 au 25 avril : « Vimer », la route de Bourgneuf à Bouin est coupée</i></p>
<p>1877</p>	<p><i>La mer fait une grande brèche dans la dune des Sableaux – le marais Nord vendéen est entièrement inondé jusqu'à Bourgneuf.</i></p>
<p>1882</p>	<p><i>Les travaux d'endiguement au niveau du village de la Guérinière sont insuffisants contre les tempêtes du Sud-Ouest. Déjà la mer y est arrivée avec un courant de foudre et presque toujours en pleine nuit, envahissant l'église, la cure et les maisons voisines.</i></p> <p><i>Le 27 octobre 1882, elle est montée à 45 cm dans les maisons, réveillant les habitants en sursaut et courant se perdre dans les marais voisins ; Le vent ayant tourné subitement, la digue des Isleaux, du côté NE, fut renversée à son tour et les deux flots marchèrent à la rencontre l'un de l'autre. Si l'on n'y prend pas garde, l'île sera coupée quelque jour en ce point. Vantier d'Ambroyse : « le littoral de la France. Côtes vendéennes », Paris, Sanard et Derangeon – 1892</i></p>
<p>1937</p>	<p>Rupture de la digue à la Tresson, la mer atteint la route (N 148), 130 ha inondés. Dans la nuit du 13 au 14 mars, les habitants de l'île de Noirmoutier et des communes du marais de Monts et de Bouin sont alertés par le tocsin.</p> <p>Coefficient de marée de 85, le baromètre descend brusquement, surcote d'au moins 1 m.</p> <p><i>Le danger était encore plus grand à l'île de Noirmoutier car non seulement la mer avait envahi des polders à la Tresson et dans les environs de la Fosse, mais l'île elle-même était menacée en deux points : dans sa partie la plus étroite (la Tresson) et à la pointe du Devin.</i></p> <p><i>A la Frandière, les digues ont cédé en 3 points, 60 ha sont envahis. A la Guérinière, du côté Sud, l'océan a rongé la dune et fait son chemin au bois de pins de la Cour. A l'Epine, les assauts furieux de la vague ont eu raison des points vulnérables de la pointe du Devin.</i></p> <p><i>Aux Ilots, entre l'étier des Coëfs et la Guérinière, la mer franchit les digues et inonde une trentaine d'hectares.</i></p> <p><i>Enfin, au Vieil et au bois de la Chaise, l'océan profite de l'occasion pour faire en quelques heures un travail de sape que lui aurait demandé en temps normal plusieurs années.</i></p> <p>Henri Martin « Noirmoutier presqu'île » - p.92, Les Amis de Noirmoutier</p> <p><i>« De nouveau se trouvait donc brutalement posé le grave problème de la défense du littoral, lié à des conditions géographiques et historiques précises qu'on avait quelque peu négligées devant l'illusion d'une sécurité définitive ». J.M. Bourdeau (agrégé de l'université), janvier 1939</i></p>

² Vimer = Tempête

<p>1940</p>	<p>Le 16 novembre :</p> <p>A 17h00, 2000 ha sous la mer à Bouin et à Beauvoir.</p> <p><i>« le coefficient de la marée n'était que de 85. Or, à marée montante vers 16h, le baromètre fit une chute spectaculaire tombant de 762 m/m à 728 m/m. La mer monta alors brusquement de plus d'un mètre, poussée par une tempête effroyable. La dépression dura 4 heures au cours desquelles la mer submergea les digues – en maints endroits – et le port de Noirmoutier inondant certaines rues de la ville. »</i></p> <p><i>Henri Martin, « Extraordinaire histoire du passage du Gois », p.95</i></p>
<p>1978</p>	<p>Dans la nuit du 31 décembre : une brèche est ouverte dans la digue du Polder de Sébastopol à Barbâtre et provoque l'inondation de toute la plaine Sud de l'île sur 500 ha. C'est la 4 voies – à seulement +2 m lgn – qui arrête la mer.</p> <p><i>« C'est ainsi que le 31 décembre 1978, lorsque la digue du Gois a cédé, on a enregistré une surcote de 0,70 m à la suite d'une dépression importante. »</i></p> <p><i>Henri Martin, « Extraordinaire histoire du passage du Gois », p.95</i></p>
<p>1996</p>	<p>Vents violents et mer très forte. Durant les mois de janvier et de février, (en particulier le 7 février), toutes les côtes de l'île subissent des dégâts importants.</p>
<p>1999</p>	<p>Le 24 octobre. La conjonction d'une forte dépression, d'un coefficient de marée élevé (coefficient de 102, hauteur d'eau de 6,15 m à Saint-Nazaire soit environ 5,75 m dans le port de Noirmoutier) et de vents violents de secteur Ouest-Sud-Ouest provoque une surcote exceptionnelle d'environ 0,9 m. Les digues sont touchées et des débordements ont lieu au niveau des berges d'étiers et sur les quais du port de Noirmoutier.</p>
<p>1999</p>	<p>Les 26 et 27 décembre. Même scénario, le coefficient supérieur à 100 qui accompagne la tempête amplifie l'action érosive de la mer.</p> <p><i>De nombreux secteurs de la côte sont touchés (Bulletin du District)</i></p>

1.2 *Dynamique littorale*

1.2.1 *Données bathymétriques et granulométriques*

La répartition des données bathymétriques sur l'unité sédimentaire 1 est présentée dans la Figure B.1.9 ; celles-ci sont uniquement disponibles sur les plages de la côte Nord Est de l'Ile de Noirmoutier. En réalité, il s'agit de levés topographiques partiels des plages ; de manière générale, ceux-ci couvrent le haut de plage jusqu'à mi-estran (cote supérieure à environ +3 à +4 m CM). Les profils au-delà de l'estran ont été complétés par le biais des données bathymétriques digitalisées à partir des cartes du SHOM ; celles-ci couvrant principalement la partie offshore du domaine, une estimation de la pente a été menée pour combler le manque de données précises. Les cartes du SHOM ont également fourni les données bathymétriques sur l'ensemble de la Baie de Bourgneuf.

Aucune donnée de prélèvement de sable d'estran n'a pu être trouvée sur le littoral des plages de la côte Nord Est de l'Ile de Noirmoutier. Basée sur les données acquises sur l'ensemble de la côte vendéenne, une valeur de 0,25 mm a conventionnellement été adoptée comme diamètre médian pour les calculs de transport sédimentaire sur cette partie du littoral.

Du point de vue sédimentologique, la Baie de Bourgneuf peut être caractérisée par deux zones distinctes, une zone Nord et une zone Sud. Ces deux zones sont séparées par la barrière rocheuse entre Noirmoutier-en-l'Ile et le Collet et communiquent entre elles par le chenal du Fain. La zone Nord est caractérisée par des fonds non-découvrants, des estrans relativement restreints, de petites plages délimitées par des avancées rocheuses et des fonds marins de l'ordre de -10 à -15 m CM avec peu d'évolution. A l'opposé, la zone Sud est caractérisée par de larges zones découvrantes et des fonds marins peu profonds – supérieurs à 0 m CM – et un trait de côte endigué ; surtout, la partie Sud de la Baie de Bourgneuf est une zone d'accumulation de sédiments. Une répartition générale des sédiments peut être schématisée à partir des quelques données existantes dans l'ensemble de la baie :

- Gradient d'affinement longitudinal du Nord vers le Sud : graviers et sables grossiers → sables fins
- Gradient d'affinement latéral : matériaux à dominance sableuse dans l'axe de la baie et vaseuse en bordure (dans la zone sud)

L'estran du littoral continental de la Baie de Bourgneuf est ainsi sensiblement à dominance vaseuse – à noter que les matériaux, en particulier les vases, proviennent essentiellement de la Loire.

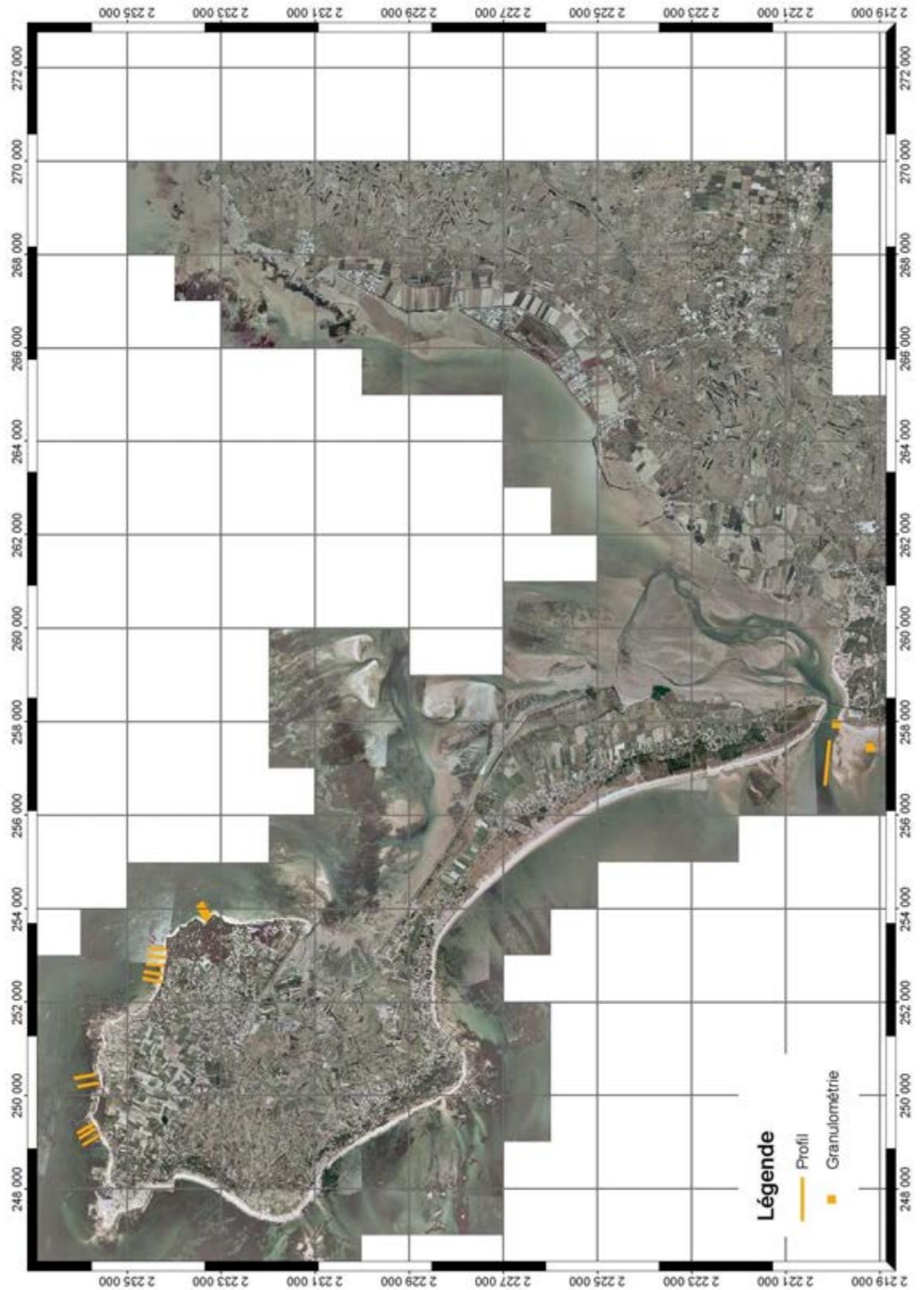


Figure B.1.9 Localisation des données bathymétriques et granulométriques sur l'unité sédimentaire 1.

1.2.2 **Données de calage**

Face à la quasi-inexistence de données de transport sédimentaire fiables – on rappelle que les études visant à décrire le régime hydrosédimentaire de la côte vendéenne précédant cette étude ont surtout le caractère d'estimation du transit – les informations dérivées des photos aériennes de 1975 et 2001 ont fourni les véritables données de calage pour le modèle de transport sédimentaire. Une synthèse de l'évolution historique du trait de côte est illustrée dans la Figure B.1.10 pour l'ensemble de l'unité sédimentaire 1 ; une description de cette évolution est présentée schématiquement ci-dessous.

La quasi-totalité du littoral continental vendéen de la Baie de Bourgneuf, entre le Port du Collet et Fromentine, est artificiellement stabilisé par des endiguements. Les quelques secteurs non-stabilisés sont uniquement présents au niveau de Fromentine : le secteur très abrité de la partie orientale du littoral de Fromentine (parc à huîtres sur environ 1 km, d'ailleurs un secteur où il n'a pas été possible d'extraire un trait de côte pour l'analyse de l'évolution historique) et la Plage de Fromentine à l'Ouest de l'estacade jusqu'au Pont de Noirmoutier où l'on observe une accrétion de l'ordre de 0,6 m/an de 1975 à 2001.

Le littoral au Nord de l'île de Noirmoutier entre la Pointe de l'Herbaudière et la Pointe de la Gardette est également stabilisé par des ouvrages. Plus à l'Est jusqu'à la Pointe des Charniers, le littoral est en érosion avec un recul de l'ordre de 0,4 m/an. Au Sud Est de la Pointe des Charniers, la Plage de la Clère est stabilisée par de multiples épis. Au Sud de la Pointe des Dames, la Plage des Dames apparaît stable et jusqu'au Fort Larron, les tronçons non stabilisés de la Plage des Sableaux ont une tendance à l'engraissement de l'ordre de 0,5 à 0,9 m/an. Entre Noirmoutier-en-l'Île et la Pointe de la Fosse, le littoral est endigué.

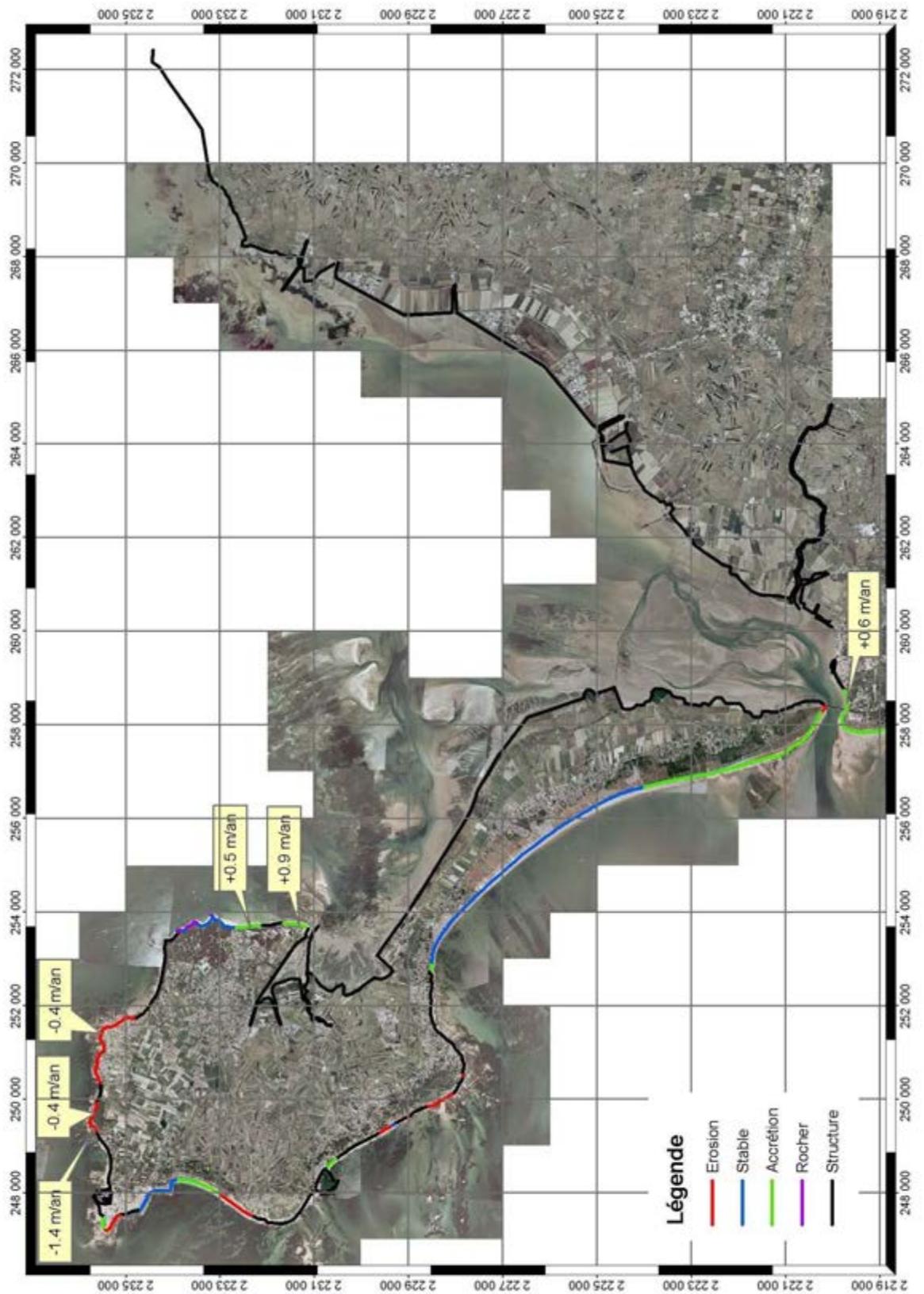


Figure B.1.10 Synthèse de l'évolution du trait de côte de 1975 à 2001 sur l'unité sédimentaire 1 ; accrétion (positif) et érosion (négatif).

1.2.3 **Segmentation de l'unité sédimentaire 1**

Une particularité de la zone Sud de la Baie de Bourgneuf est la forte influence des activités humaines sur la dynamique du littoral et des fonds, liée au colmatage de la zone qui a incité l'homme à poldériser et à utiliser les larges estrans pour développer la conchyliculture. On rappelle que l'estran du littoral continental vendéen de la Baie de Bourgneuf est sensiblement à dominance vaseuse. La présence de vase indique que cette partie du littoral n'est pratiquement pas soumise à la houle et que la dérive littorale y est quasiment nulle – à noter toutefois que la mobilité des sédiments vaseux dans cette zone à agitation fortement atténuée résulte principalement de la circulation des eaux engendrée par la marée. Il convient de préciser qu'il est hors du contexte de l'étude de prendre en compte la circulation très complexe des eaux de la baie et des processus sédimentaires vaseux. Ainsi aucun calcul de transport sédimentaire n'a été mené sur le littoral continental vendéen de la Baie de Bourgneuf.

Le secteur goulet – delta – chenal a des évolutions liées à celle du chenal se déplaçant entre le Nord-Ouest et le Sud-Ouest. Aussi la mobilité des fonds du chenal et du littoral avoisinant (Pointe de la Fosse et Pointe de Notre-Dame-de-Monts) est une caractéristique essentielle de cette zone – attention de noter que l'évolution du secteur du Goulet de Fromentine sera ultérieurement discutée dans la dynamique littorale de l'unité sédimentaire 2. On retient uniquement que pour tenter d'élucider les multiples problèmes hydrauliques et sédimentologiques que pose le système complexe goulet – delta – chenal, il faudrait recourir à une étude numérique véritablement bidimensionnelle de la courantologie, de la propagation de la houle et du transport sédimentaire. Ainsi aucun calcul de transport sédimentaire n'a été mené sur le secteur contenant la Plage de Fromentine à l'Est du Pont de Noirmoutier.

La géomorphologie du littoral de la côte Nord-Est de l'île de Noirmoutier est dominée par des estrans sableux encadrés par des zones rocheuses. L'encadrement par des pointes rocheuses couplé avec une orientation bien distincte entre ces pointes impose des limites naturelles pour la segmentation de ce littoral en trois secteurs. Ces segments sont nommés A, B, et C du Nord-Ouest vers le Sud-Est (*cf.* Figure B.1.11) ; par la suite, le segment A de l'unité sédimentaire 1 est nommé US1-A. Les limites sont désignées par des secteurs plutôt que par des points précis :

- Segment US1-A : Pointe de l'Herbaudière – Pointe des Charniers (~4 km)
- Segment US1-B : Pointe des Charniers – Pointe des Dames (~3 km)
- Segment US1-C : Pointe des Dames – le Fort Larron (~2 km)

Il est impératif de préciser qu'en raison du relief tourmenté des petits fonds au large de la côte Nord-Est de l'île de Noirmoutier, la zone de validité des résultats de la modélisation du transport sédimentaire se retrouve fortement restreinte au centre de chacun des segments. Suite à l'irrégularité de la bathymétrie, l'hypothèse de l'uniformité du profil dans chaque segment ne peut ainsi pas être satisfaite sur la largeur totale du segment. Les zones de validité sont précisées ci-après pour chacun des segments.

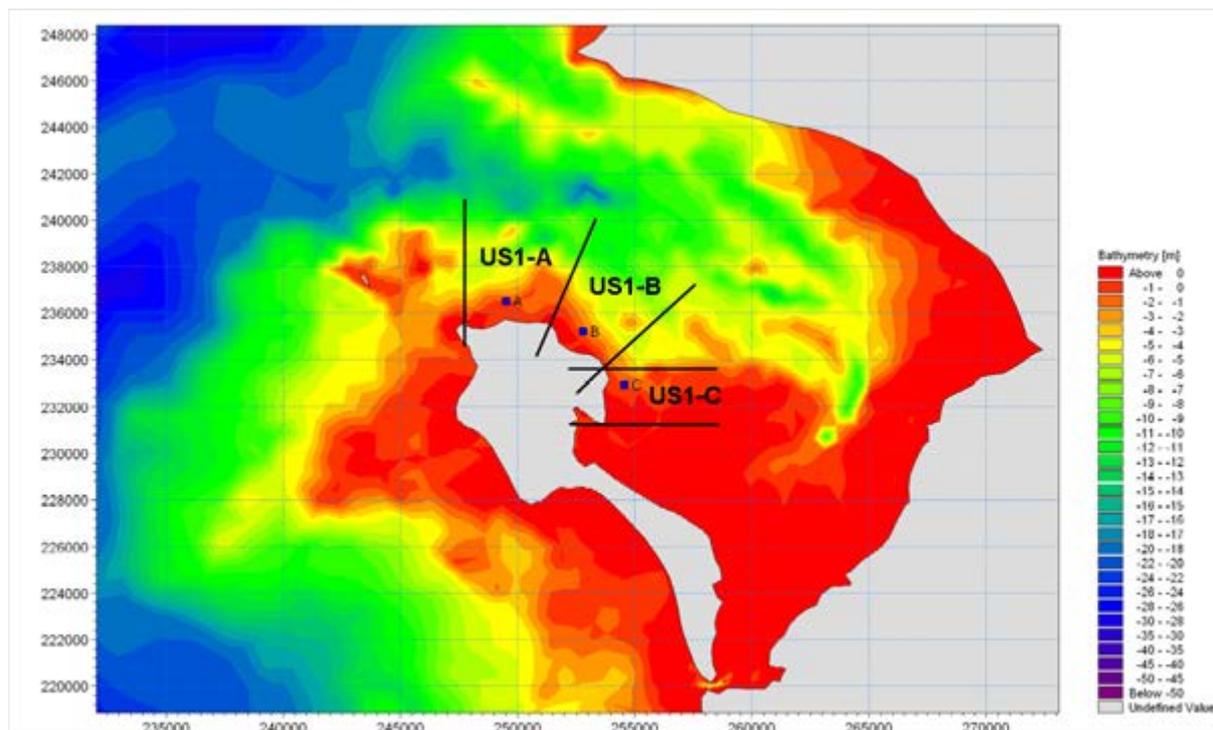


Figure B.1.11 Segmentation de l'unité sédimentaire 1 et localisation des points d'extraction des climats de houle à la côte pour chacun des segments.

Dans le segment US1-A, les pointes rocheuses se poursuivent par des estrans à dominantes rocheuses. Par ailleurs, d'importants îlots rocheux (les Roches des Pères et îlots de Martroger) se trouvent dans les fonds rocheux proches du littoral assurant une protection notable contre l'actions des vagues. De plus, la plage concave de la Conche des Normands se trouve bien encadrée par les ouvrages portuaires sur la Pointe de l'Herbaudière et la Pointe de la Gardette. La propagation de la houle y est véritablement bidimensionnelle de sorte qu'une uniformité des contours bathymétriques peut uniquement être supposée de l'Est de la Pointe de la Gardette à la Pointe des Charniers. Ce tronçon de plage fera l'objet de l'étude de modélisation du transport sédimentaire.

Le segment US1-B s'étend de la Pointe des Charniers à la Pointe des Dames où s'est développé un cordon littoral concave avec des petits fonds rocheux ; la plage principale y est celle de la Clere. Vu l'irrégularité des petits fonds au Nord-Ouest de cette plage, seule la moitié Est de la plage de la Clere peut être prise en compte dans la modélisation du transport sédimentaire.

Le segment US1-C a également un estran rocheux et une certaine irrégularité des contours bathymétriques : les résultats de la modélisation du transport sédimentaire sont représentatifs des conditions sur la Plage des Sableux.

Face à la complexité géomorphologique du site et afin de bénéficier de la modélisation bidimensionnelle de la propagation de la houle, les roses de houle ont été extraites aussi proche de la côte que possible, tout en prenant soin de rester au large de la zone de dérive littorale. Pour les 3 segments, une profondeur de -1 m CM a été trouvée adéquate pour y extraire les roses de houles (cf. localisation des points d'extraction dans la Figure B.1.11). Les roses des houles représentatives des segments US1-A, US1-B et US1-C sont présentées dans la Figure B.1.12 : le faisceau d'incidence des houles est très resserré avec une quasi-dominance des houles du Nord-Nord-Ouest.

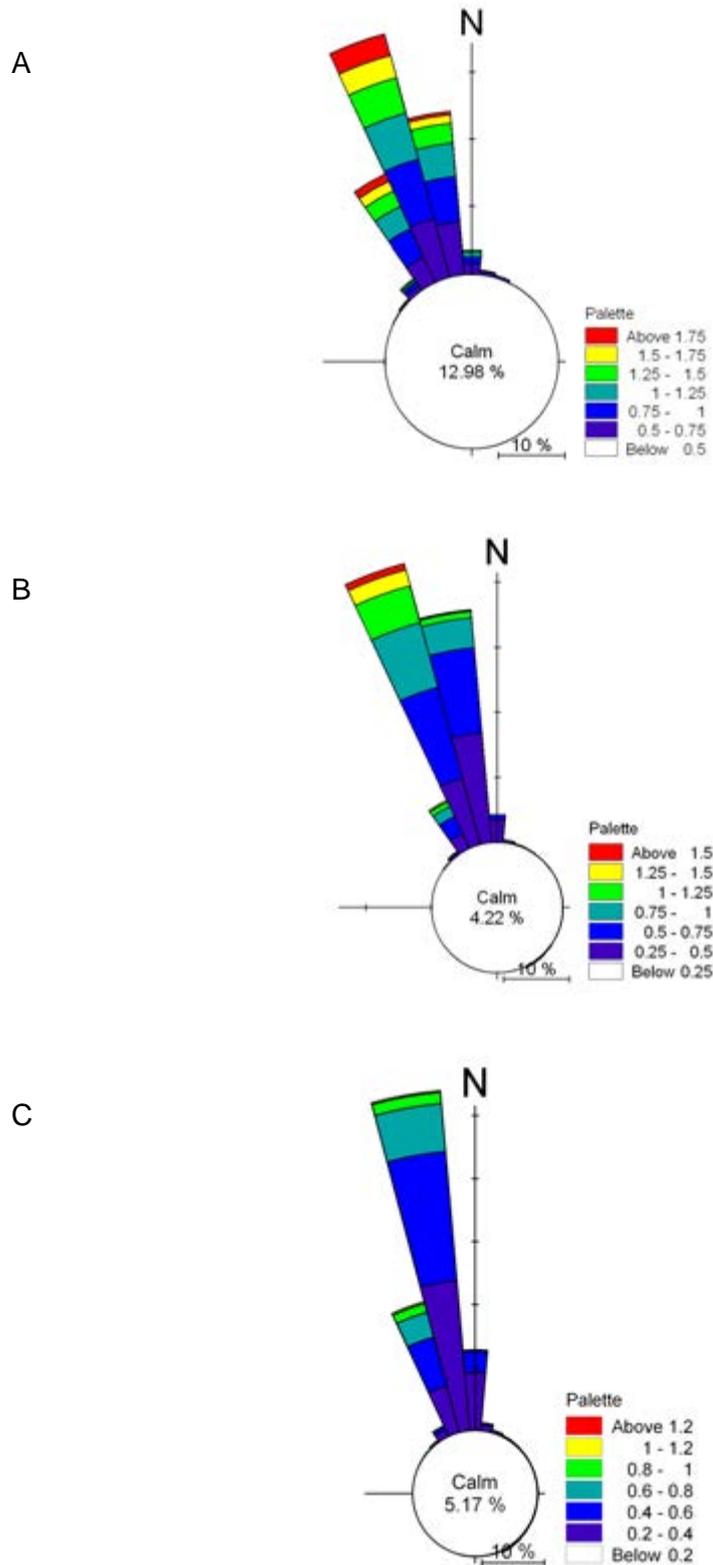


Figure B.1.12 Roses des houles au point d'extraction A (haut), B (milieu) et C (bas) de l'unité sédimentaire 1 ; les données sont extraites à la cote -1 m CM.

Les pentes moyennes des segments de l'unité sédimentaire 1 ont été choisies identiques pour les trois segments : de +5 à +8 m CM, la pente est de l'ordre de 1/20, de +3 à +5 m CM de l'ordre de 1/50 et jusqu'à -1 m CM, la pente est de l'ordre de 1/500.

1.2.4 Résultats de la modélisation du transit littoral

Les résultats de la modélisation du transit littoral seront présentés indépendamment pour chaque segment suivi par une synthèse de la dynamique littorale sur l'ensemble de l'unité sédimentaire.

On rappelle que les résultats de la modélisation du transit littoral ci-dessous correspondent à la **capacité saturée du transport sédimentaire et que donc les valeurs indiquées sont des limites supérieures des transits, correspondant à la capacité au transport**. Ainsi sur un platier rocheux sans aucun matériau mobile, la capacité de transit peut être très importante et le transit effectif nul.

Segment US1-A : Pointe de l'Herbaudière – Pointe des Charniers

La Figure B.1.13 illustre la capacité du transport sédimentaire net et brut en fonction de l'orientation du trait de côte dans le segment US1-A ; la zone grise représente l'enveloppe de l'orientation du trait de côte, allant de 358° (= -2°N) à 2° N sur le littoral entre la Pointe de la Gardette et la Pointe des Charniers – zone restreinte où l'on rappelle la validité des résultats ci-présents. Sur ce tronçon de plage, la capacité du transport net est de l'ordre de **6 000 à 7 000 m³/an** portant vers l'Est. Ce littoral est loin de son orientation d'équilibre (écart d'environ 15°) située environ à 343°N. La capacité du transport brut y est du même ordre de grandeur.

La distribution du transport sédimentaire dans le profil est illustrée dans la Figure B.1.14 ; cette répartition est calculée pour une orientation du trait de côte de 0°. Avec cette orientation actuelle, le transport brut est sensiblement égal au transport portant vers l'Est, le transport portant vers l'Ouest étant négligeable. De manière pratique, les mouvements sont faibles au-delà de 0 m CM et concernent le plus souvent les fonds inférieurs à +2 m CM. La largeur de la zone littorale correspondant à 90 % du transport sédimentaire y est de l'ordre de 400 m à partir du rivage.

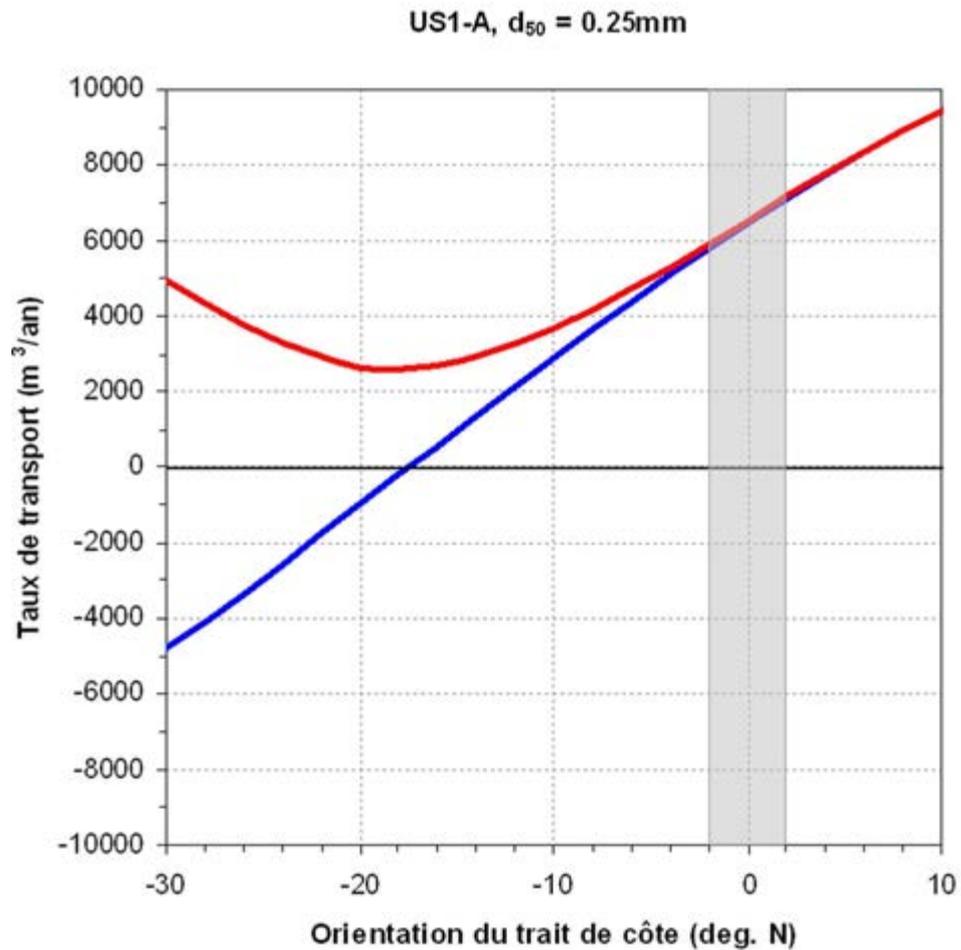


Figure B.1.13 Taux de la capacité du transport sédimentaire en fonction de l'orientation du trait de côte pour le segment US1-A : transport net (bleu) et brut (rouge) ; le transport net est positif (négatif) vers l'Est (Ouest).

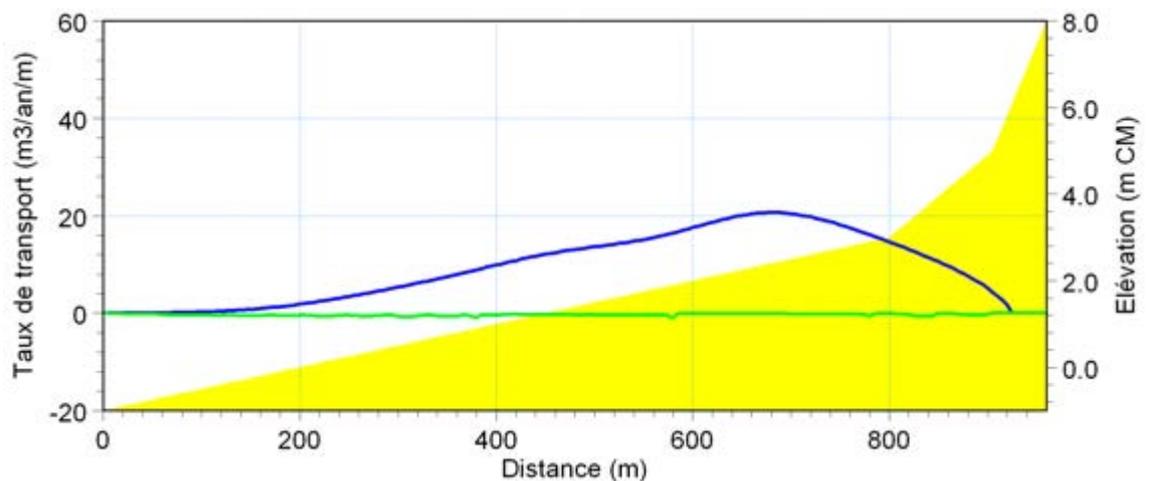


Figure B.1.14 Distribution du transport sédimentaire dans le profil pour le segment US1-A, à titre indicatif pour une orientation du trait de côte de 0° : transport net (noir), transport vers l'Ouest (vert) et vers l'Est (bleu) ; le profil représentatif du segment US1-A est indiqué en jaune.

Segment US1-B : Pointe des Charniers – Pointe des Dames

La dynamique littorale du segment US1-B est semblable à celle du segment avoisinant à l'Ouest, US1-A. Toutefois, vu l'orientation plus oblique du trait de côte par rapport à l'incidence des houles principales, les mouvements sédimentaires y sont plus importants : la capacité du transport net est de l'ordre de **8 000 à 9 000 m³/an** portant vers le Sud-Est (cf. Figure B.1.15). La capacité du transport brut y est du même ordre de grandeur. Ce littoral est bien plus loin de son orientation d'équilibre (écart d'environ 28°) située environ à 353°N.

De même, la distribution du transport sédimentaire dans le profil du segment US1-B (cf. Figure B.1.16) est semblable à celle de US1-A : la résultante du transport correspond quasiment au transport portant vers le Sud-Est, les mouvements sédimentaires concernent le plus souvent les fonds inférieurs à +2 m CM et la largeur de la zone littorale correspondant à 90 % du transport sédimentaire y est de l'ordre de 400 m à partir du rivage.

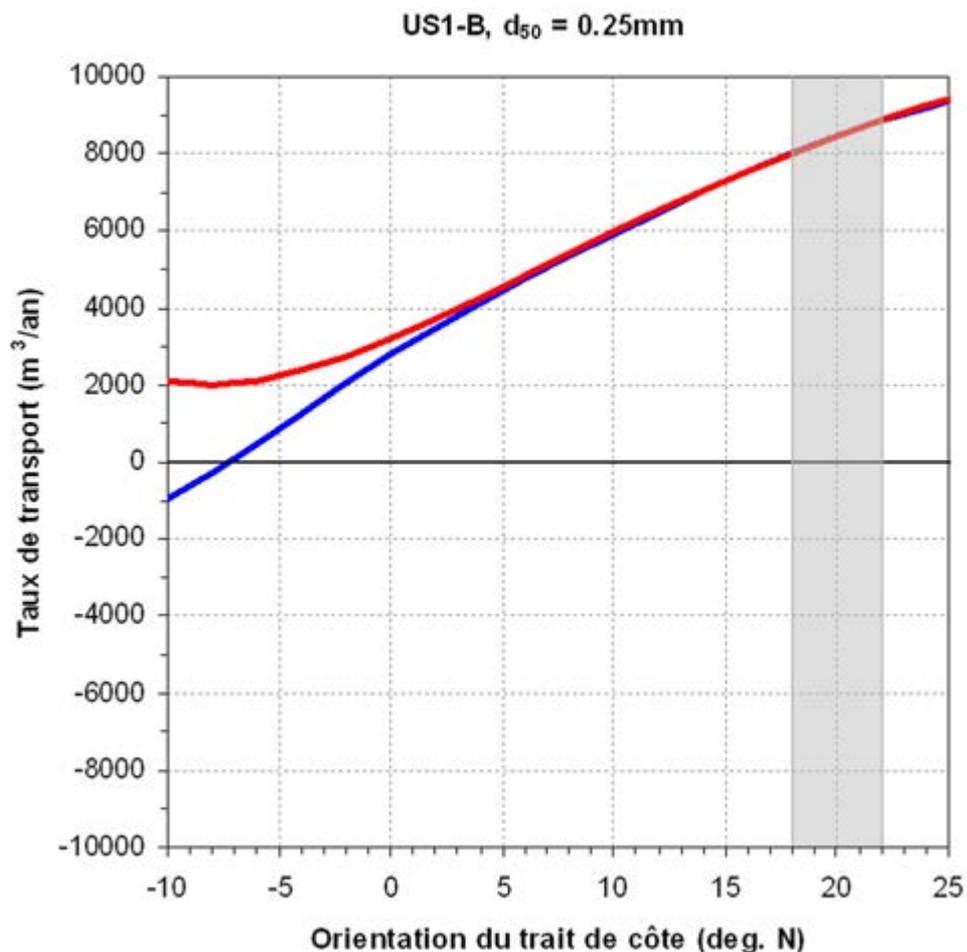


Figure B.1.15 Taux de la capacité du transport sédimentaire en fonction de l'orientation du trait de côte pour le segment US1-B : transport net (bleu) et brut (rouge) ; le transport net est positif (négatif) vers le Sud-Est (Nord-Ouest).

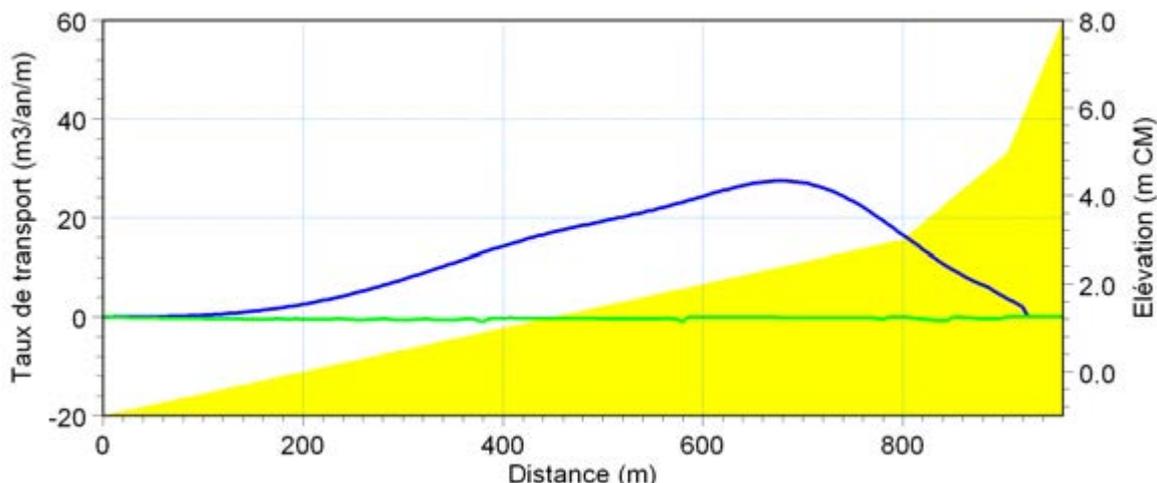


Figure B.1.16 Distribution du transport sédimentaire dans le profil pour le segment US1-B, à titre indicatif pour une orientation du trait de côte de 20° : transport net (noir), transport vers Nord-Ouest (vert) et vers Sud-Est (bleu) ; le profil représentatif du segment US1-B est indiqué en jaune.

Segment US1-C : Pointe des Dames – le Fort Larron

Au Sud de la Pointe des Dames, le trait de côte se réoriente de manière significative : l'écart entre les segments US1-B et US1-C est de l'ordre de 70°. L'obliquité est telle que les houles au large de ce segment se propagent quasiment parallèlement à la côte résultant à une diminution de la capacité du transport sédimentaire pour une obliquité croissante. Ainsi sur la Plage des Sableaux, la capacité du transport net est réduite jusqu'à environ **3 000 à 4 000 m³/an** portant vers le Sud ; la capacité du transport brut y est du même ordre de grandeur (cf. Figure B.1.17).

La distribution du transport sédimentaire dans le profil du segment US1-C est illustrée dans la Figure B.1.18 ; la résultante du transport correspond quasiment au transport portant vers le Sud. Vu l'atténuation progressive de la houle dans la Baie de Bourgneuf, les mouvements sédimentaires concernent le plus souvent les fonds inférieurs à +3 m CM et la largeur de la zone littorale correspondant à 90 % du transport sédimentaire y est de l'ordre de 300 m à partir du rivage.

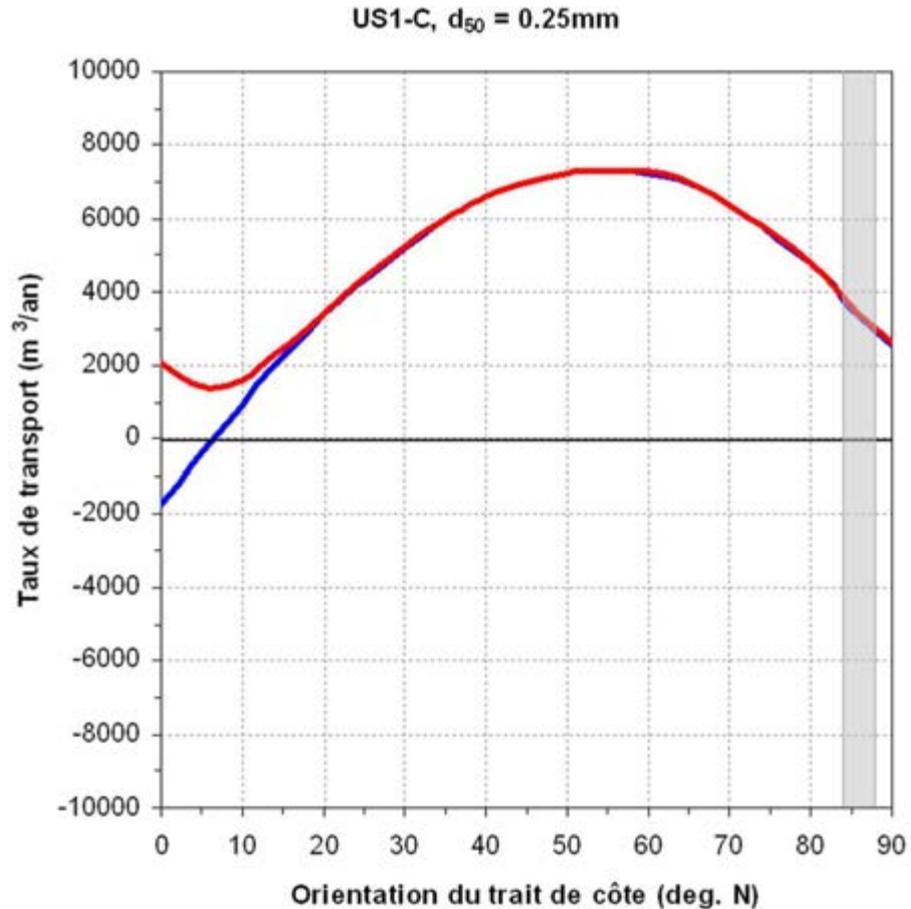


Figure B.1.17 Taux de la capacité du transport sédimentaire en fonction de l'orientation du trait de côte pour le segment US1-C : transport net (bleu) et brut (rouge) ; le transport net est positif (négatif) vers le Sud (Nord).

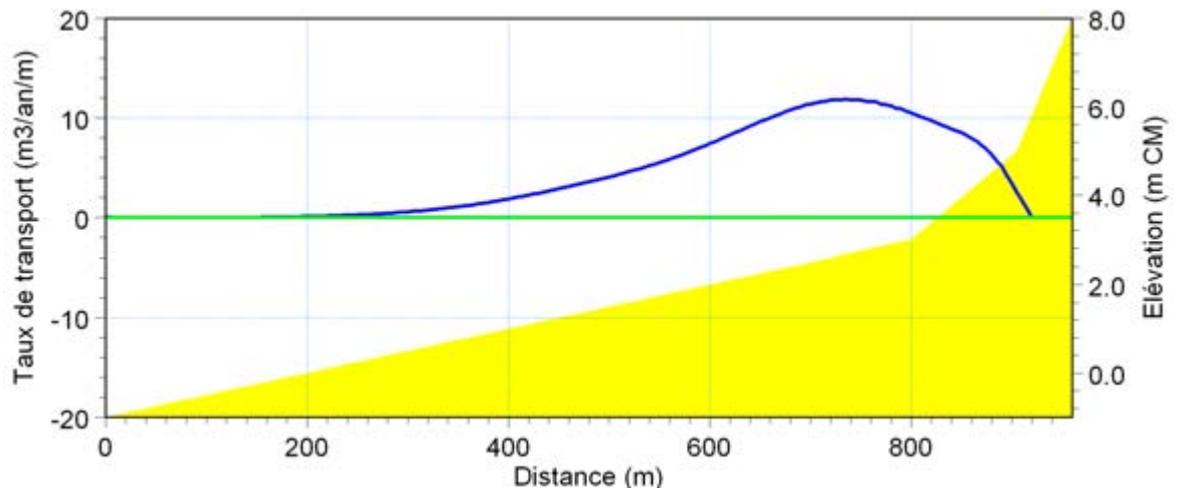


Figure B.1.18 Distribution du transport sédimentaire dans le profil pour le segment US1-C, à titre indicatif pour une orientation du trait de côte de 88° : transport net (noir), transport vers le Nord (vert) et vers le Sud (bleu) ; le profil représentatif du segment US1-C est indiqué en jaune.

1.2.5 Synthèse de la dynamique littorale de l'unité sédimentaire 1

La Figure B.1.19, page suivante, synthétise les résultats de la modélisation du transit littoral net sur la côte Nord-Est de l'île de Noirmoutier dans l'unité sédimentaire 1. Entre la Pointe de l'Herbaudière et la Pointe des Charniers, le transit a une résultante portant vers l'Est, la dérive littorale y est de l'ordre de 6 à 7 000 m³/an. Dans le secteur Pointe des Charniers – Pointe des Dames, le transit a une résultante portant vers le Sud-Est avec un transit de l'ordre de 8 à 9 000 m³/an. Au niveau de la Plage des Sableaux au Sud de la Pointe des Dames, la capacité du transport net est réduite jusqu'à 3 à 4 000 m³/an avec une résultante vers le Sud. Le transport brut le long du rivage la côte Nord-Est de l'île de Noirmoutier est toujours du même ordre de grandeur que le transport net.

De manière générale, suite au socle rocheux et peu profond au large de la côte Nord-Est de l'île de Noirmoutier, la dynamique littorale est relativement faible. Le relief à dominance rocheuse proche du littoral assure une protection notable contre les actions des mers et houles océaniques. Néanmoins, il est important de retenir que, disposant d'un stock sableux limité au fait de l'abondance des platiers rocheux, les plages du littoral Nord-Est de Noirmoutier sont sensibles à l'érosion.

Il n'y a aucun apport du Nord vers l'US 1 et aucun apport depuis l'Ouest vers l'Est au-delà de la pointe de l'Herbaudière, le socle rocheux ne constituant pas une source de sédiment.

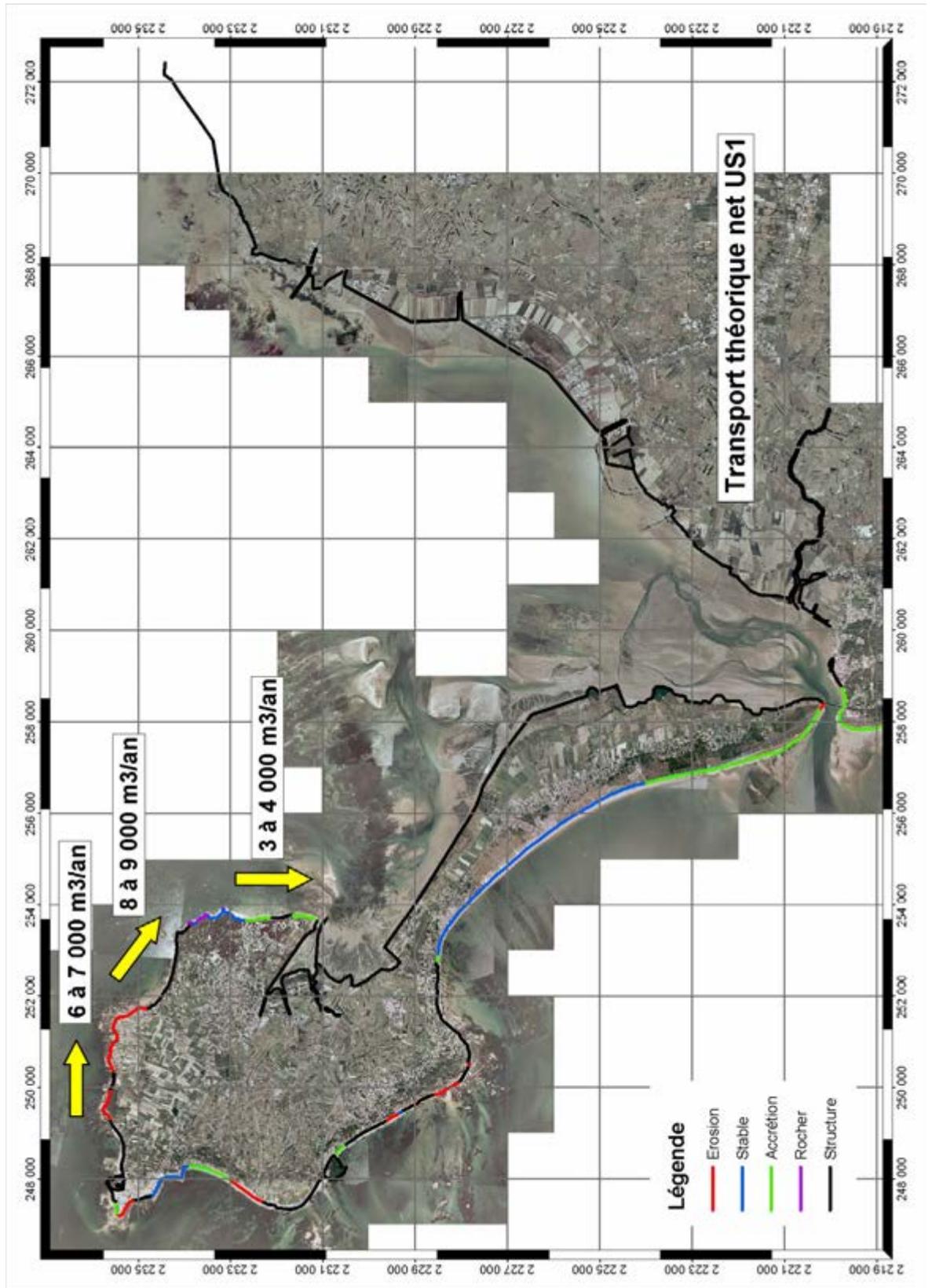


Figure B.1.19 Synthèse de la dérive littorale sur l'ensemble de l'unité sédimentaire 1.

1.3 Scénario d'évolution du trait de côte

On rappelle que face à la réduction de la fiabilité de l'évolution future des agents morphodynamiques – en l'occurrence, le climat de vent et de houle – avec une échéance croissante, seules les prévisions de l'évolution du trait de côte à court terme sont détaillées ci-dessous au niveau de l'unité sédimentaire, alors que pour le moyen et long terme, une évaluation de l'impact de la variabilité des agents morphodynamiques a été menée au chapitre A-3.3.3.

La mobilité du trait de côte de l'unité sédimentaire 1 en 2027 par rapport au trait de côte en 2001 est indiquée sur la Figure B.1.20. Des zooms rapprochés sur des tronçons de littoral dynamiques sont fournis de la Figure B.1.20 à la Figure B.1.26.

L'évolution du trait de côte à 50 ans indiqué sur les cartes à suivre est fournie à titre indicatif si les facteurs océano-météorologiques qui agissent sur la morphologie littorale n'évoluaient plus durant les 50 années à venir – ce qui paraît fort peu probable.

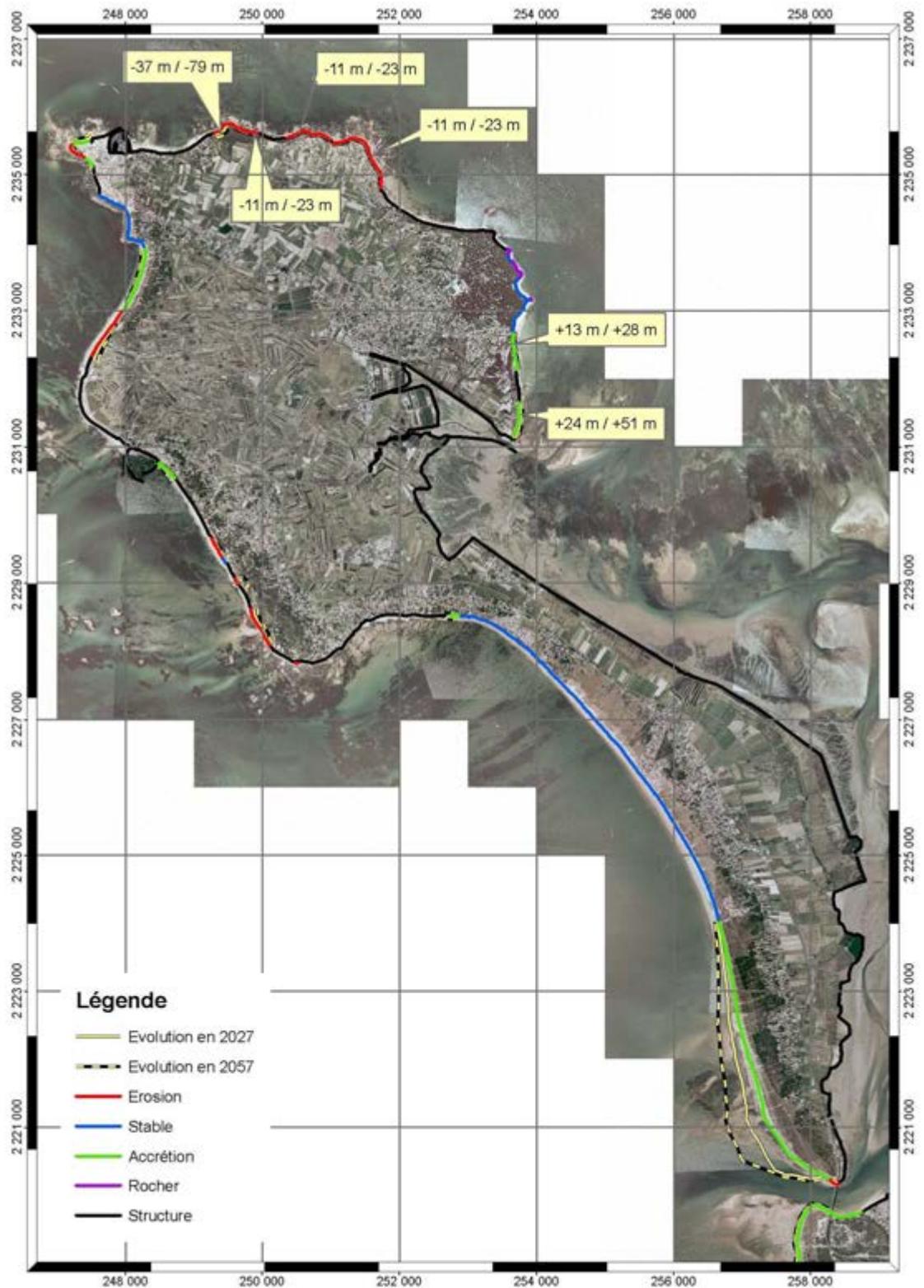


Figure B.1.20 Scénario d'évolution du trait de côte de l'unité sédimentaire 1 à court terme : mobilité du trait de côte en 2027 par rapport au trait de côte de 2001.

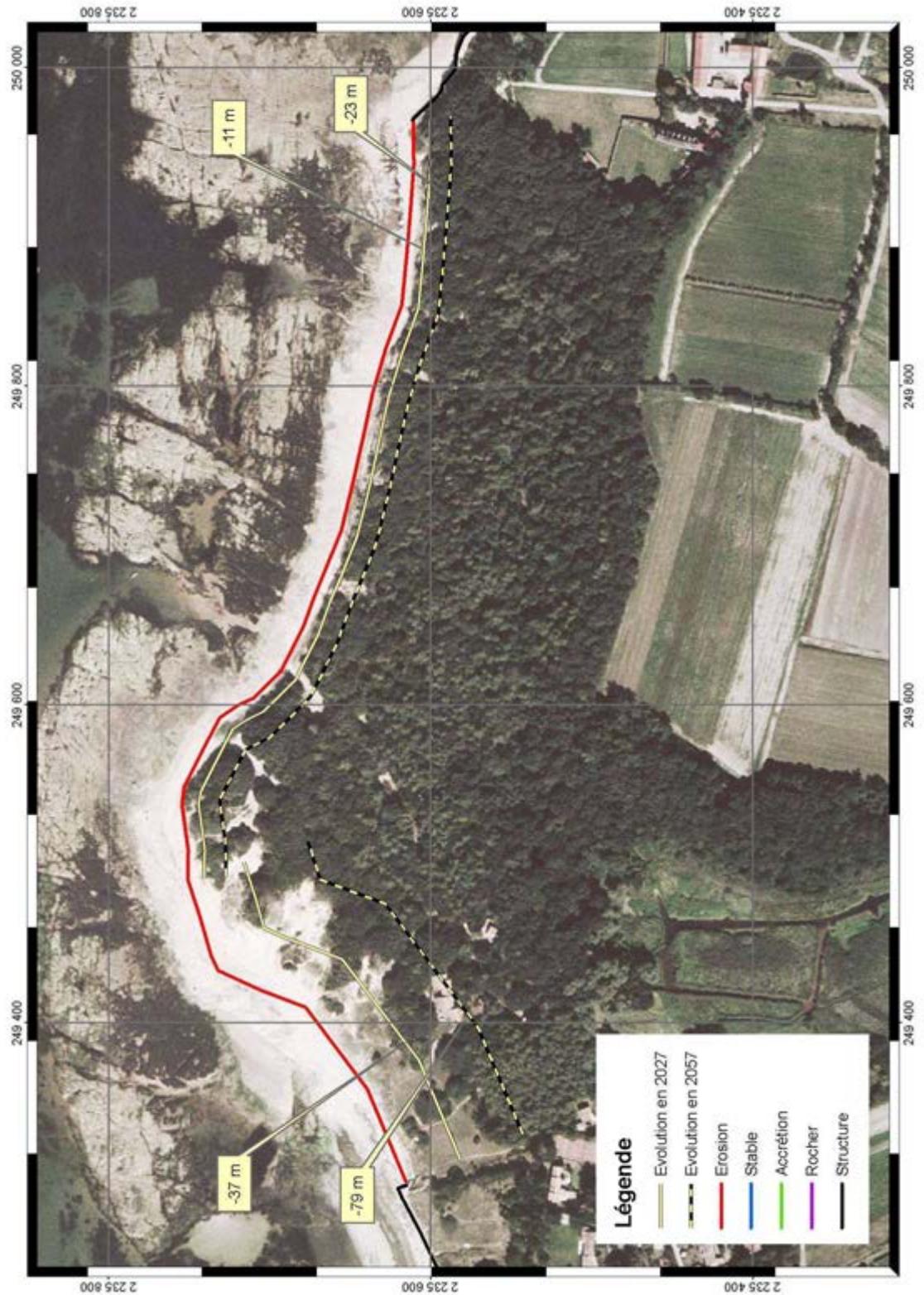


Figure B.1.21 Scénario d'évolution du trait de côte de la Pointe de la Gardette à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.

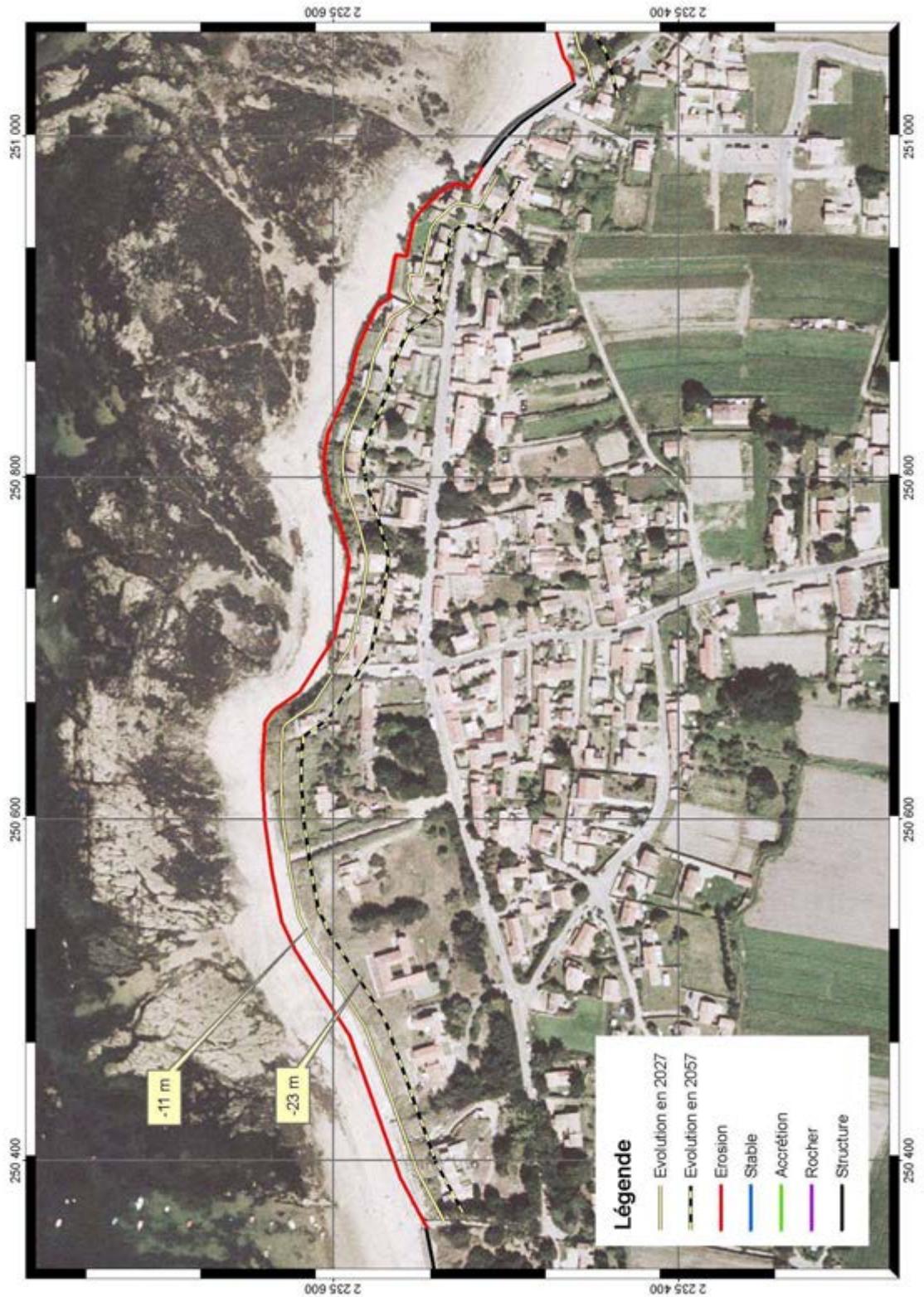


Figure B.1.22 : Scénario d'évolution du trait de côte de la Pointe des Charniers à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.

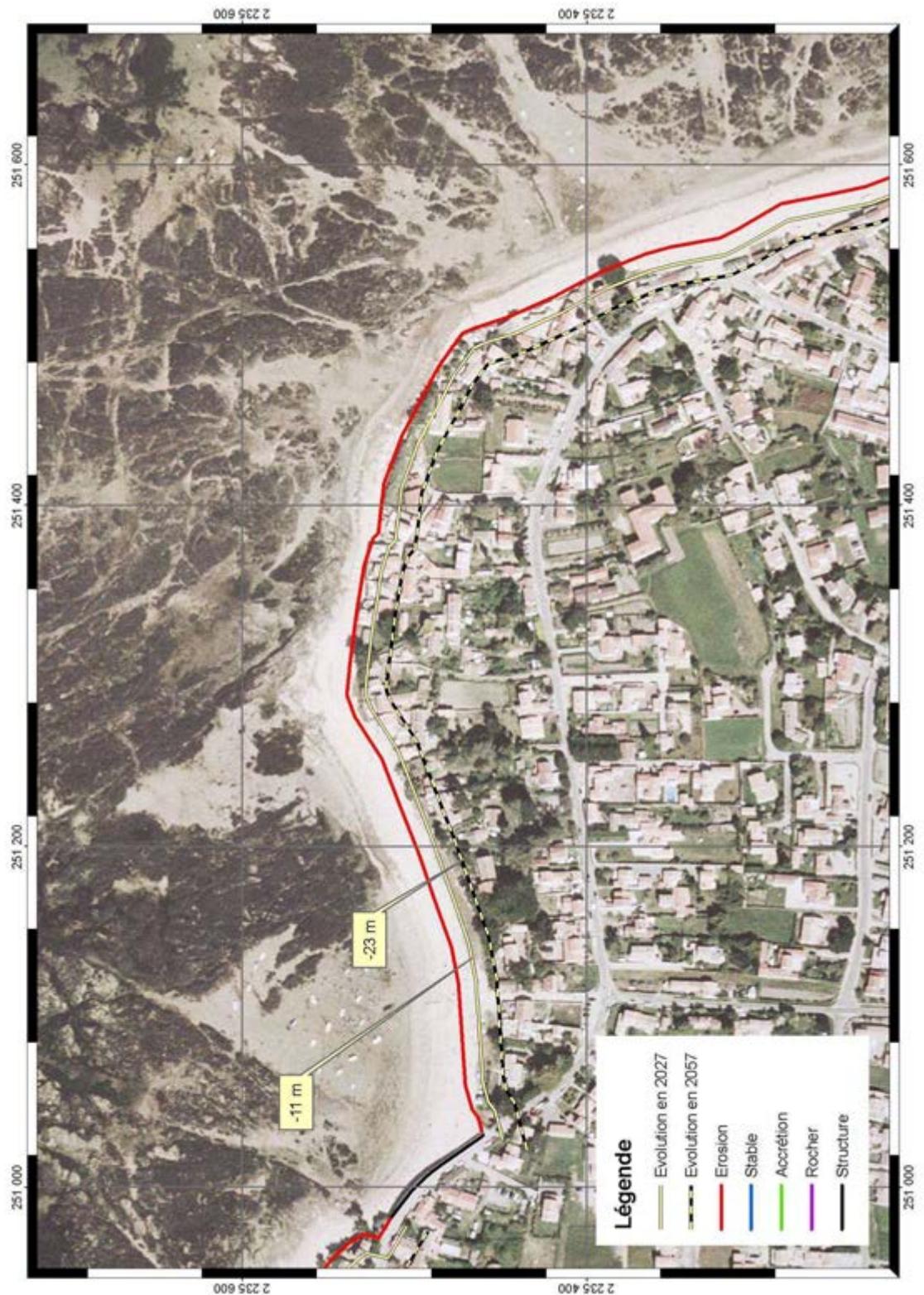


Figure B.1.23 : Scénario d'évolution du trait de côte de la Pointe des Charniers à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.

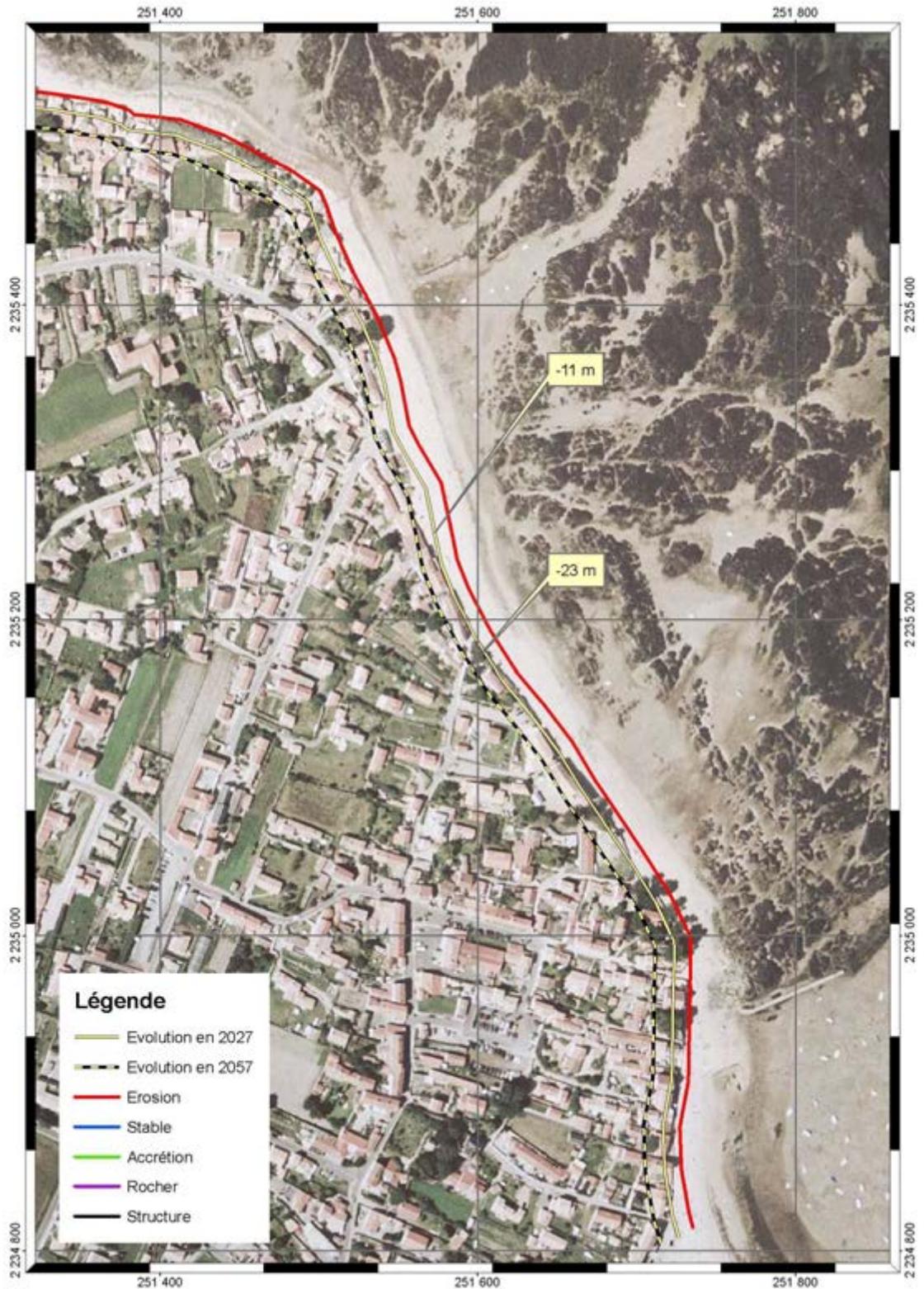


Figure B.1.24 : Scénario d'évolution du trait de côte de la Pointe des Charniers à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.



Figure B.1.25 Scénario d'évolution du trait de côte de la plage des Sableaux à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.

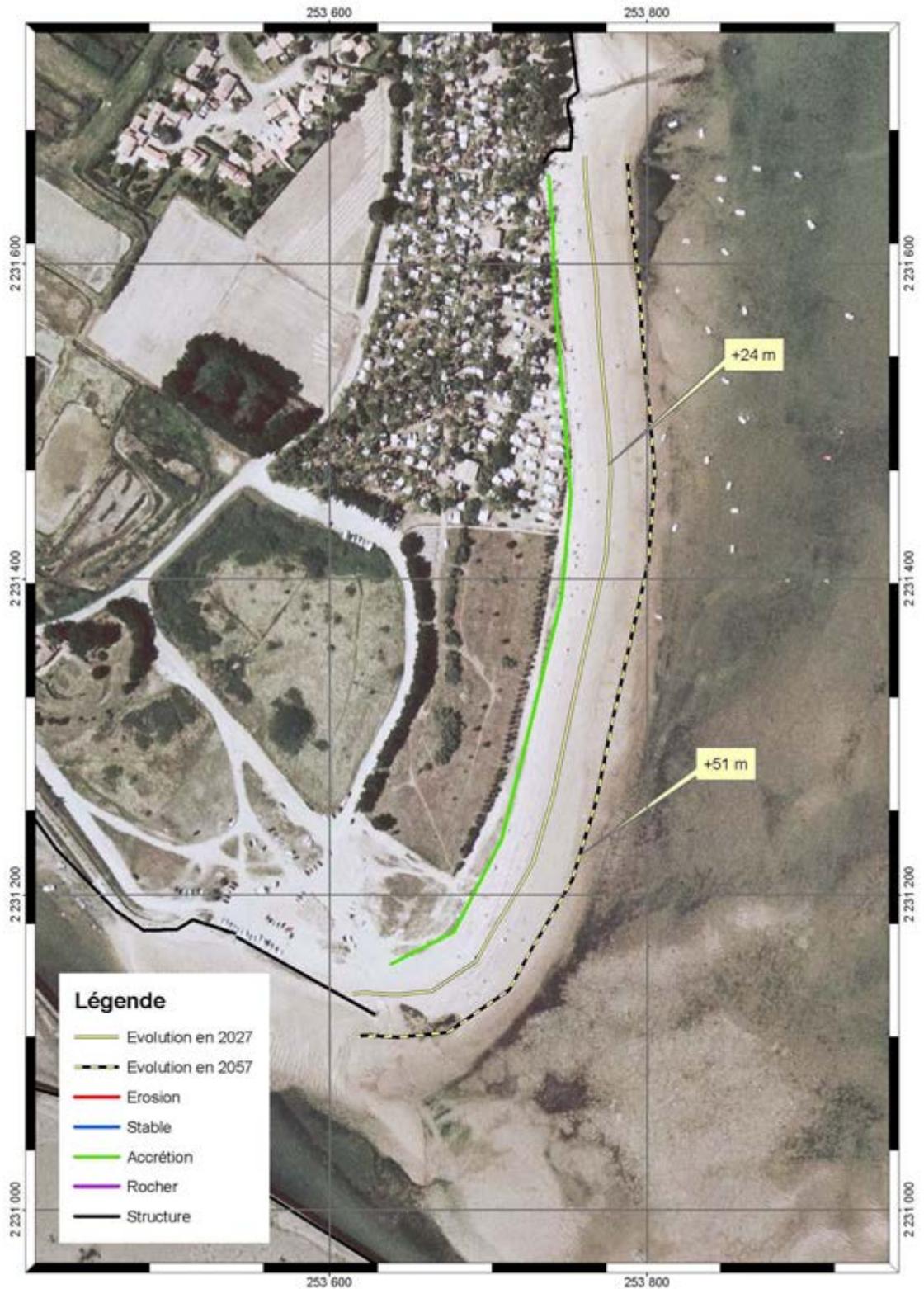


Figure B.1.26 : Scénario d'évolution du trait de côte de la plage des Sableaux à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.

1.4 Objectif des ouvrages de protection en place

Une cartographie des protections en place a été établie à l'échelle de l'unité sédimentaire. Cette carte, recensant les divers systèmes de protection en place, est associée à un tableau présentant une évaluation de leur efficacité actuelle. L'évaluation des ouvrages menée ci-après peut servir à la justification de leur présence mais ne représente pas une évaluation de leur état structurel. Ainsi, la question de leur devenir, voire de leur entretien, n'est pas posée quel que soit le degré d'efficacité et de détérioration en ce qui concerne les ouvrages les plus endommagés. A noter que cette évaluation a le caractère de note de synthèse des tendances sur l'usage et l'efficacité de ces ouvrages.

L'évaluation des ouvrages de protection en place est menée selon la classification tenant compte de l'objectif de l'ouvrage en place et d'atteinte de l'objectif avec des effets plus ou moins indésirables. De façon générale, les types d'ouvrage de protection les plus fréquents sur la côte vendéenne interviennent sur le transit littoral ou sur le trait de côte ; en l'occurrence, sur le littoral de l'unité sédimentaire 1, il s'agit d'épis et d'ouvrages longitudinaux, tels que perrés et digues respectivement. Pour ces types d'ouvrage, la classification est plus détaillée ci-dessous.

Dans cette étude, l'efficacité d'un épi est évaluée par rapport à sa capacité à intercepter une partie de la dérive littorale. Un épi efficace est donc capable de maintenir une accumulation de sédiments à l'amont de celui-ci ; si la plage à l'amont est stabilisée, l'épi est efficace malgré un éventuel *by-pass* de sédiments vers l'aval. A l'opposé, un épi non-efficace est incapable d'intercepter des sédiments en transit ; celui-ci est donc perméable et permet une fuite de sédiments alimentant la dérive littorale. Il faut noter ici qu'un épi est jugé efficace malgré d'éventuels effets non-désirables comme un risque d'érosion accentuée de l'estran au niveau du musoir et du trait de côte à l'aval de celui-ci. De plus, dans le contexte de la présente expertise, même si la configuration d'un épi est uniquement capable de stabiliser le haut estran, celui-ci est jugé efficace ; ainsi, un épi de faible longueur par rapport à la largeur de la zone littorale, mais, néanmoins capable d'intercepter une faible partie de la dérive littorale, est jugé efficace.

L'efficacité d'un perré est évalué par rapport à son imperméabilité d'un point de vue hydrosédimentaire et ainsi par rapport à sa capacité à maintenir le trait de côte à une position fixe. Généralement établi sur un tronçon de plage à tendance érosive, un perré est donc efficace si le recul du trait de côte sur ce tronçon est arrêté ; essentiellement, par sa présence, un perré est toujours efficace si celui-ci n'est pas endommagé. A l'opposé, un perré est non-efficace s'il permet une fuite de sédiments vers l'estran engendrant des points d'affouillement en arrière de l'ouvrage. Attention de noter qu'un perré est jugé efficace malgré d'éventuels effets non-désirables comme un risque d'affouillement à la base de l'ouvrage et un risque d'érosion accentuée du trait de côte à l'aval de celui-ci.

Sur la côte vendéenne, des successions d'ouvrages sont fréquentes ; le rapprochement de ces ouvrages permet généralement d'en évaluer l'efficacité pour l'ensemble de ceux-ci. Il est important de souligner qu'une batterie d'ouvrages efficaces, qu'il s'agisse d'une série d'épis ou de perrés, peut donner un sentiment d'efficacité vu la fixation du trait de côte dans l'immédiat. Or, vu que ni l'épi ou le perré ont un impact sur la houle incidente, les conditions de forçage à la côte ne sont pas atténuées et l'aléa érosion reste inchangé. Ainsi, si un gradient de transport sédimentaire existe le long d'une zone

littorale dont le trait de côte est efficacement stabilisé par une batterie d'ouvrages, on peut observer un abaissement progressif de l'estran malgré la position fixe du trait de côte.

Un recensement des divers systèmes de protection en place sur le littoral de l'unité sédimentaire 1 est illustré de la Figure B.1.27 à la Figure B.1.29 ; l'évaluation de leur efficacité actuelle est présentée dans le tableau suivant :

Tableau B.2: Tableau d'évaluation de l'objectif des ouvrages de l'US1 face à la dynamique sédimentaire

Localisation	Commune	Type d'ouvrage	Objectif de l'ouvrage	Atteinte de l'objectif
Port de l'Herbaudière	Noirmoutier-en-Île	Enrochement (digue Ouest), longueur de 570m	Réduire l'agitation portuaire	Oui
Port de l'Herbaudière	Noirmoutier-en-Île	Perré maçonné (port), longueur de 1300m	Maintenir le trait de côte	Oui
Port de l'Herbaudière	Noirmoutier-en-Île	Perré maçonné (digue Est), longueur de 280m	Réduire l'agitation portuaire	Oui
Conche des Normands	Noirmoutier-en-Île	Perré maçonné, longueur de 1300 m	Maintenir le trait de côte	Oui
Conche des Normands	Noirmoutier-en-Île	Batterie de 5 épis, longueur de 80 à 20m	Maintenir le trait de côte	Oui
La Blanche	Noirmoutier-en-Île	Perré maçonné, longueur de 200m Enrochement, longueur de 200m	Maintenir le trait de côte	Oui
La Blanche	Noirmoutier-en-Île	Epi, longueur 40m	Maintenir le trait de côte	Oui
Pointe des Charniers	Noirmoutier-en-Île	2 épis, longueur de 30m	Maintenir le trait de côte	Oui
Pointe des Charniers	Noirmoutier-en-Île	Perré maçonné, longueur de 70m	Maintenir le trait de côte	Oui
Pointe des Charniers	Noirmoutier-en-Île	Epis, longueur de 40m	Maintenir le trait de côte	Oui
Pointe des Charniers	Noirmoutier-en-Île	Batterie de 11 épis, longueur 10 à 20m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage de la Clère	Noirmoutier-en-Île	Batterie de 19 épis, longueur 15 à 80m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage de la Clère	Noirmoutier-en-Île	Enrochement, longueur 1500 m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage de la Clère, plage des Souzeau	Noirmoutier-en-Île	Perré maçonné, longueur 70 m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage de la Clère, plage des Souzeau	Noirmoutier-en-Île	Epi, longueur de 40m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage des Sableaux	Noirmoutier-en-Île	Enrochement, longueur de 470m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage des Sableaux	Noirmoutier-en-Île	Batterie de 8 épis, longueur de 20 à 110m	Maintenir le trait de côte	Oui
Digue de Jacobsen	Noirmoutier-en-Île	Perré maçonné, longueur 1800 m	Maintenir le trait de côte	Oui
Centre de Noirmoutier	Noirmoutier-en-Île	Enrochement, longueur de 1000m	Maintenir le trait de côte	Oui
Digue du Boucaud	Noirmoutier-en-Île	Enrochement, longueur de 1400m	Maintenir le trait de côte	Oui
Digue du terrain neuf	L'Épine	Enrochement, longueur de 1400m	Maintenir le trait de côte	Oui
Digue des ileaux	L'Épine	Enrochement, longueur de 1600m	Maintenir le trait de côte	Oui
Digue de Bremaud	L'Épine	Perré maçonné, longueur de 924m	Maintenir le trait de côte	Oui
Digue de l'Anglée	La Guérinière	Enrochement, longueur de 400m	Maintenir le trait de côte	Oui
Digue de la nouvelle Brille	La Guérinière	Enrochement, longueur de 1000m	Maintenir le trait de côte	Oui
Digue de la Tresson	La Guérinière	Enrochement, longueur de 3400m	Maintenir le trait de côte	Oui
Digue de la Cailla	Barbâtre	Enrochement, longueur de 1100m	Maintenir le trait de côte	Oui
Digue de Sebastopol	Barbâtre	Enrochement, longueur de 3000m	Maintenir le trait de côte	Oui
Digue du Gois	Barbâtre	Perré maçonné, longueur de 490m	Maintenir le trait de côte	Oui
Digue de la Plaine	Barbâtre	Enrochement, longueur de 3300m	Maintenir le trait de côte	Oui
Digue de la grande Rouche	Barbâtre	Enrochement, longueur de 850m	Maintenir le trait de côte	Oui
Digue de la Fosse	Barbâtre	Enrochement, longueur de 950m	Maintenir le trait de côte	Oui
Fromentine	La Barre-de-Monts	Perré maçonné (digue Sud), longueur de 430m	Maintenir le trait de côte	Oui
Fromentine	La Barre-de-Monts	Enrochement (digue Nord), longueur de 340m	Maintenir le trait de côte	Oui
Digue de Polder de la grande Prise	La Barre-de-Monts	Enrochement, longueur de 1600m	Maintenir le trait de côte	Oui
Digue Sud Gois	Beauvoir-sur-Mer	Enrochement, longueur de 2700m	Maintenir le trait de côte	Oui
Digue Nord Gois	Beauvoir-sur-Mer	Enrochement, longueur de 3500m	Maintenir le trait de côte	Oui
Digue du Polder du Bec	Bouin	Perré maçonné, longueur de 4500m	Maintenir le trait de côte	Oui
Digue du Polder des Champs	Bouin	Enrochement, longueur de 3600m	Maintenir le trait de côte	Oui
Les Glagées	Bouin	Perré maçonné, longueur de 930m	Maintenir le trait de côte	Oui
La Coutant	Bouin	Enrochement, longueur de 1400m	Maintenir le trait de côte	Oui
La Coupelasse	Bouin	Enrochement, longueur de 1600m	Maintenir le trait de côte	Oui
La Coupelasse	Bouin	Batterie de 7 épis, longueur de 40 à 50m	Maintenir le trait de côte	Non
La Parisienne	Bouin	Perré maçonné, longueur de 3100m	Maintenir le trait de côte	Oui

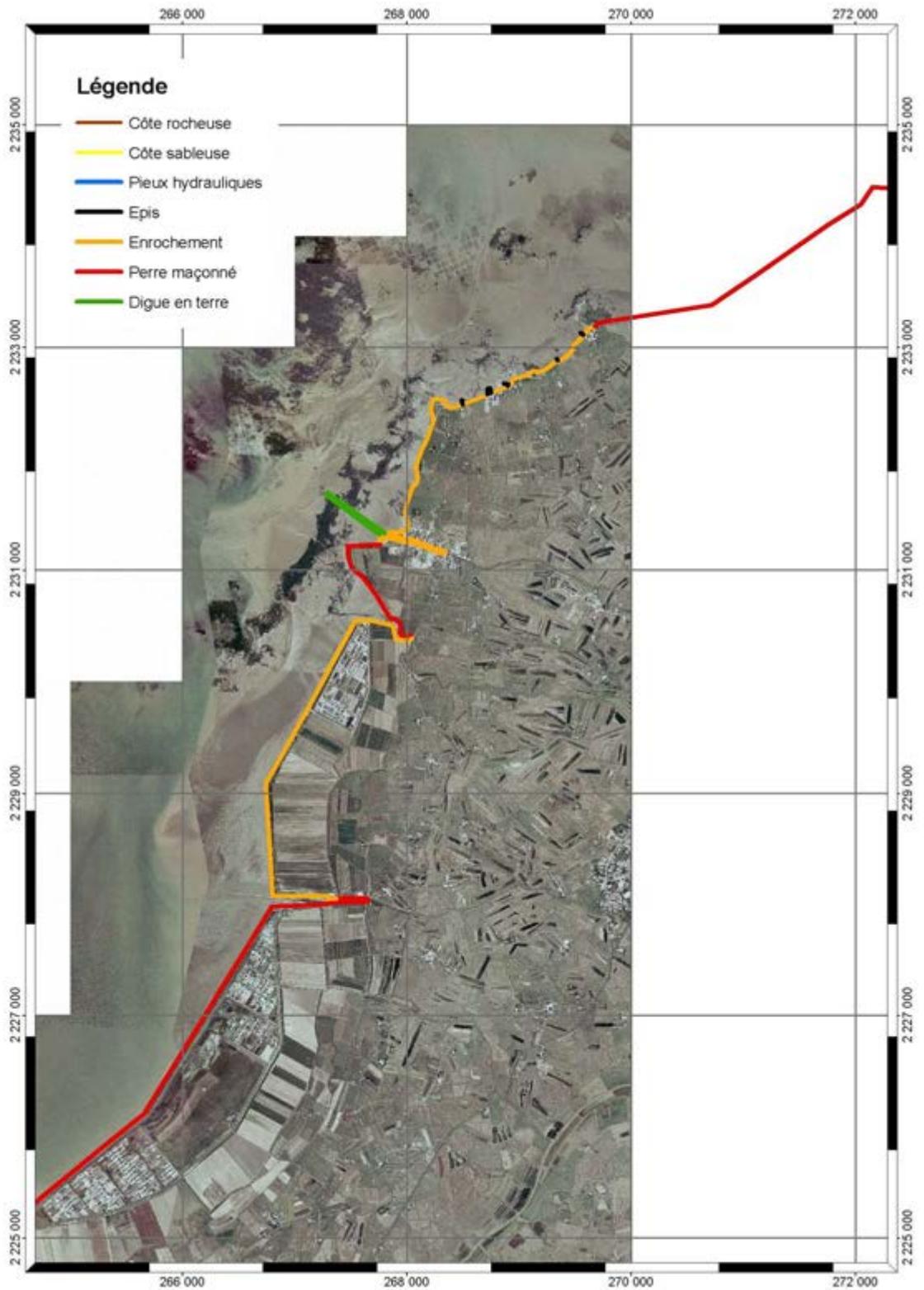


Figure B.1.27 Cartographie des ouvrages sur l'unité sédimentaire 1, de la Coupelasse aux Epais

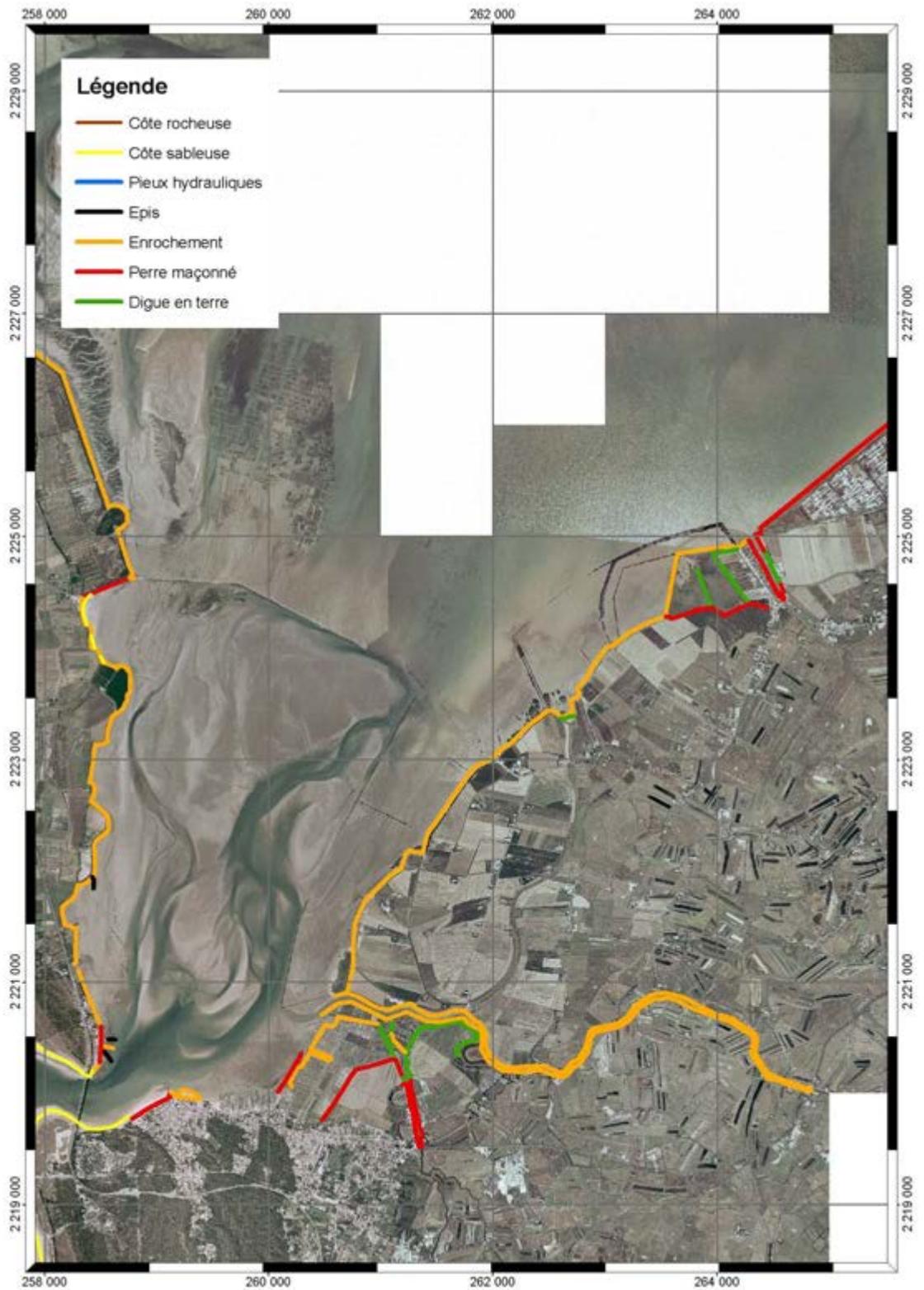


Figure B.1.28 Cartographie des ouvrages sur l'unité sédimentaire 1, du port du Bec et du polder de Sebastopol au Goulet de Fromentine

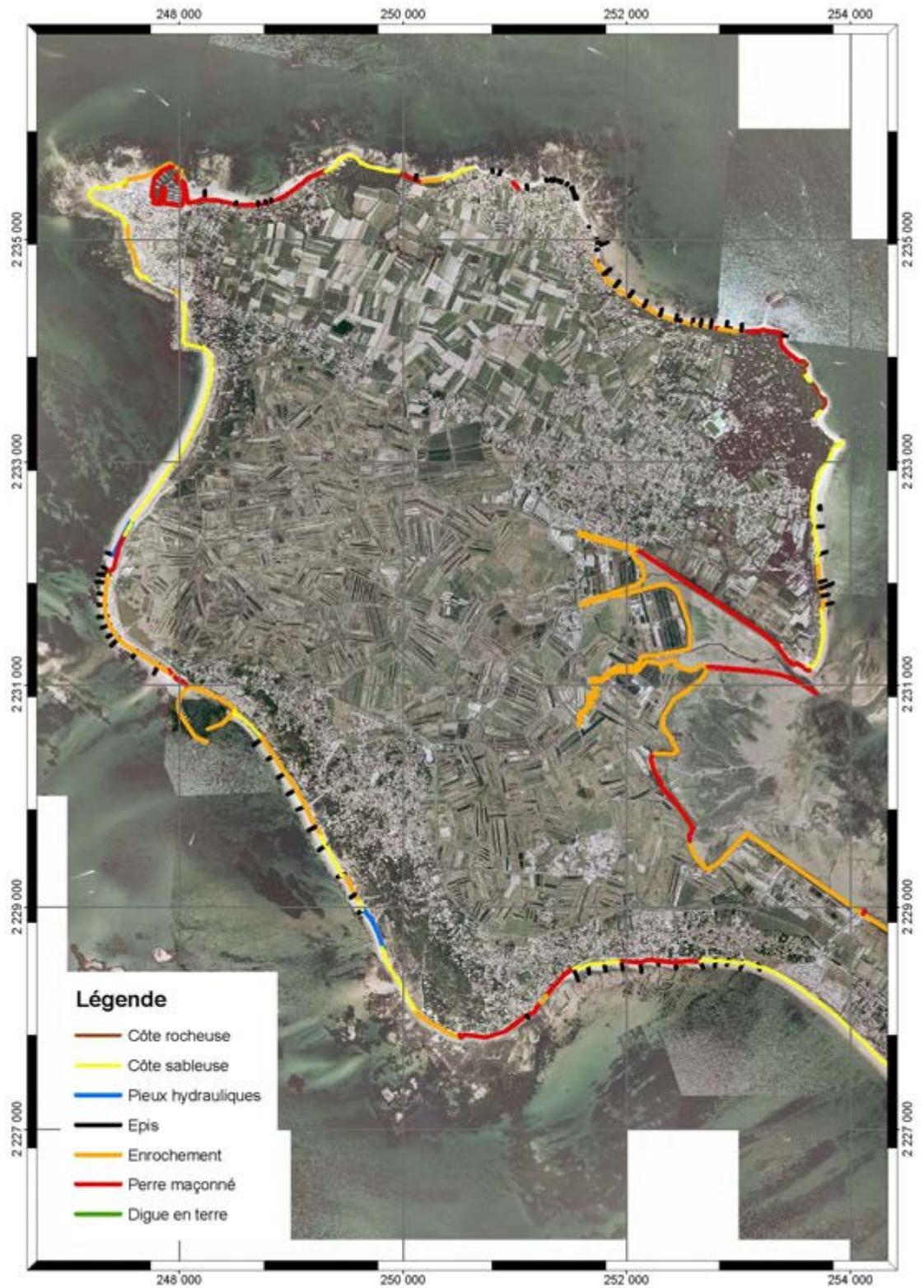


Figure B.1.29 Cartographie des ouvrages sur l'unité sédimentaire 1 du port du Bonhomme à la Pointe de l'Herbaudière

1.5 Aléas et enjeux

Les enjeux sont cartographiés sur l'ensemble de l'unité sédimentaire 1 et classés en 3 thématiques :

- Activités économiques : le port de l'Herbaudière, qui constitue la limite Nord de l'Unité sur l'île de Noirmoutier, accueille des activités de pêche et de plaisance. Outre les zones commerciales situées à Noirmoutier-en-l'île, les principales activités économiques sont liées au tourisme avec les campings-caravanings et à l'agriculture, comprenant l'élevage, les marais salants et la conchyliculture. La frange littorale entre le Falleron et Fromentine est principalement constituée de zones humides exploitées par des cultures, de l'élevage et de la conchyliculture.
- Habitat / Equipement : les principaux pôles urbains sont Noirmoutier-en-l'île sur Noirmoutier et Fromentine sur le continent. La D948 relie Beauvoir-sur-Mer à Barbâtre par le passage du Gois. Une station d'épuration est présente à Noirmoutier sur la pointe de la Casie.
- Qualité du patrimoine naturel et culturel : l'île de Noirmoutier présente des sites inscrits, des zones ZNIEFF et Natura 2000, ainsi qu'une réserve naturelle derrière la digue de Jacobsen dont les terrains sont la propriété du Conservatoire du littoral. La partie continentale est presque entièrement classée en zone ZNIEFF et Natura 2000.

Cette cartographie à l'échelle de l'unité sédimentaire 1 permet de visualiser les différents types d'enjeux selon les secteurs géographiques. Les informations représentées sont notamment issues de la BD Topo de l'IGN, de l'IPLI2000, de la DIREN et de la DDE.

Concernant les aléas d'érosion, le littoral entre la pointe de l'Herbaudière et le Fort Larron a été découpé en 3 segments cohérents en fonction de l'homogénéité des contours bathymétriques afin de respecter l'hypothèse de linéarité du modèle LITPACK (voir chapitre 1.2.3). La modélisation numérique a permis de quantifier les taux de transport sur chaque segment US1-A, US1-B et US1-C ainsi que la direction du transport net. Chaque sous-secteur est ensuite analysé suivant la nature de son trait de côte (côte sableuse, côte rocheuse ou côte artificielle). Le reste du littoral de l'unité sédimentaire 1 est structuré par des digues en enrochement et des perrés.

L'analyse des photos aériennes de 1975 et 2001 fait apparaître les grandes tendances des secteurs en érosion / accrétion ou stables. Le littoral entre la pointe de la Gardette et le Grand Vieil est soumis à une érosion de -1,4 à -0,4 m/an. Entre la plage des Souzeaux et le Fort Larron, le littoral est relativement stable avec une tendance à l'accrétion sur la plage des Sableaux. A noter que cette analyse n'est valable que pour les portions de côte sableuse. L'évolution des côtes rocheuses est difficilement analysable par photographies aériennes, leur trait de côte étant généralement stable. L'analyse des côtes structurées par contre ne nous renseigne pas sur la tendance à l'érosion étant donné leur caractère artificiel. Les différents ouvrages longitudinaux fixent bien le trait de côte mais ne résolvent pas le problème d'érosion.

Les surfaces de submersion sont calculées sur chaque unité sédimentaire suivant leur origine : la submersion des marais au Nord de Noirmoutier sur 1180 ha avec un aléa faible à moyen a été comptabilisée sur l'Unité 2. Cependant l'origine de cette submersion pourrait être la pointe du Devin comme le port de Noirmoutier. Au total on

compte 4961 ha de terres submergées dont 745 ha avec un aléa fort, 798 ha avec un aléa fort à moyen et 3429 ha avec un aléa faible à moyen.

Le tableau suivant fait la synthèse par secteur des aléas et des enjeux de l'unité sédimentaire 1. Noter que lorsque le trait de côte est indiqué comme structuré cela ne veut pas dire qu'il n'y a pas de phénomène d'érosion. Le littoral a été structuré afin que la ligne de rivage reste fixe mais il peut subsister un transport sédimentaire déficitaire qui engendre une érosion de l'estran et des fonds, et peut être problématique notamment devant les ouvrages où il est responsable d'affouillements.

Tableau B.3 : synthèse des aléas et des enjeux sur l'U.S. 1

Secteur		Nature du trait de côte	Aléa		Enjeux				
			Nature	Degré	Activités économiques	Habitat et Equipement	Qualité du Patrimoine		
US1-A	Plage de la Conche des Normands	Perré / épis	Evolution du trait de côte	structuré	culture élevage	urbanisation diffuse			
			Submersion	néant					
US1-A	Pointe de la Gardette / Pointe des Charniers	Perré / épis	Evolution du trait de côte	structuré / érosion	culture élevage	urbanisation diffuse à dense	site inscrit, Natura 2000, ZNIEFF		
			Submersion	néant					
US1-B	Pointe des Charniers / Plage des Souzeau		Evolution du trait de côte	érosion / structuré	camping	urbanisation diffuse à dense	Natura 2000, ZNIEFF		
			Submersion	faible à moyen sur 165 ha (en 3 parties)					
				moyen à fort sur 19 ha					
US1-C	Le Tambourin / Le Fort Larron	Dune / perré / épis	Evolution du trait de côte	accrétion / structuré	campings	urbanisation diffuse à dense	site inscrit, Natura 2000, ZNIEFF		
			Submersion	néant					
	Digue de Jacobsen dans le port de Noirmoutier-en-l'Île	Perré	Evolution du trait de côte	structuré	zone commerciale, cultures, salines	urbanisation dense	Conservatoire du littoral, réserve naturelle, site inscrit, Natura 2000		
			Submersion	moyen à fort sur 109 ha (se prolonge jusqu'au Sableaux)					
				fort sur 28 ha					

Secteur	Nature du trait de côte	Aléa		Enjeux		
		Nature	Degré	Activités économiques	Habitat et Equipement	Qualité du Patrimoine
Digue du Boucaud à digue de l'Anglée dans le port de Noirmoutier en l'île	Perré / Enrochement	Evolution du trait de côte	structuré	zone commerciale, conchyliculture, salines		Natura 2000, ZNIEFF
		Submersion	fort sur 227 ha (du port à la Guérinière) fort sur 90 ha			
Digue de la Nouvelle Brille / Digue de la Cailla	Enrochement	Evolution du trait de côte	structuré	conchyliculture, zone humide		Natura 2000, ZNIEFF
		Submersion	moyen à fort sur 122 ha fort sur 81 ha			
Digue de Sébastopole / Digue du Gois	Perré / Enrochement	Evolution du trait de côte	structuré	zone humide		Natura 2000, ZNIEFF
		Submersion	faible à moyen sur 325 ha (Nord de la Fosse à la Maison Rouge)			
			moyen à fort sur 1 ha entre la Cailla et La Berche / 60 ha près de l'étang du vide			
			fort sur 47 ha			

Secteur	Nature du trait de côte	Aléa		Enjeux		
		Nature	Degré	Activités économiques	Habitat et Equipement	Qualité du Patrimoine
Digue de la plaine	Enrochement	Evolution du trait de côte	structuré	Station d'épuration		Natura 2000, ZNIEFF
		Submersion	faible sur 39 ha			
			moyen à fort sur 2 ha près de la pointe de Casie et 32ha à l'Enclos Vieux			
		fort sur 43 ha				
Digue de la grande Ruche	Enrochement	Evolution du trait de côte	structuré			Natura 2000, ZNIEFF
		Submersion	fort sur 10 ha			
Digue de la Fosse	Perré / Enrochement	Evolution du trait de côte	structuré			Natura 2000, ZNIEFF
		Submersion	fort sur 3 ha			
Pointe de la Fosse	Dune	Evolution du trait de côte	érosion			Natura 2000, ZNIEFF
		Submersion	néant			

Secteur	Nature du trait de côte	Aléa		Enjeux		
		Nature	Degré	Activités économiques	Habitat et Equipement	Qualité du Patrimoine
Plage de Fromentine	Dune / Perré / Enrochement	Evolution du trait de côte	accrétion / structuré		urbanisation dense	Natura 2000, ZNIEFF
		Submersion	fort sur 9 ha			
Grand étier	Enrochement	Evolution du trait de côte	structuré	conchyliculture		Natura 2000, ZNIEFF
		Submersion	faible à moyen sur 1489 + 29 ha au Sud de l'étier jusqu'au port des Champs			
			fort sur 118 ha			
Digue sud Gois	Enrochement	Evolution du trait de côte	structuré	culture		Natura 2000, ZNIEFF
		Submersion	faible à moyen sur 29 ha			
			moyen à fort sur 9 + 30 ha de part et d'autre de l'étier, et 222 ha de la digue sud Gois à la digue Nord Gois			
		fort sur 35 ha				
Digue nord Gois	Perré/Enrochement	Evolution du trait de côte	structuré	culture, conchyliculture		Natura 2000, ZNIEFF
		Submersion	moyen à fort sur 14 ha (en 2 parties), près du port du Bec			
			fort sur 50 ha			
Digue Polder du Bec	Perré	Evolution du trait de côte	structuré	culture, conchyliculture, zone humide		Natura 2000, ZNIEFF
		Submersion	faible à moyen sur 935 ha du sud du port des Champs jusqu'au polder de la Coupelasse			
			moyen à fort sur 46 ha près port du Bec et 25 ha près du port des Champs			
		fort sur 56ha				

Secteur	Nature du trait de côte	Aléa		Enjeux		
		Nature	Degré	Activités économiques	Habitat et Equipement	Qualité du Patrimoine
Digue du Polder des Champs	Enrochement	Evolution du trait de côte	structuré	culture, conchyliculture		Natura 2000, ZNIEFF
		Submersion	fort sur 42 ha			
Perré les Glacées	Perré	Evolution du trait de côte	structuré	culture, conchyliculture		
		Submersion	moyen à fort sur 22 ha au Sud du port des Brochets fort sur 14 ha			
La coutant	Enrochement	Evolution du trait de côte	structuré	conchyliculture, zone humide		Natura 2000, ZNIEFF
		Submersion	moyen à fort sur 10 ha fort sur 19 ha			
La coupelasse	Enrochement	Evolution du trait de côte	structuré	conchyliculture, zone humide		Natura 2000, ZNIEFF
		Submersion	fort sur 21 ha			
La Parisienne	Perré	Evolution du trait de côte	structuré	culture, conchyliculture		Natura 2000, ZNIEFF
		Submersion	faible à moyen sur 87 ha + 91 ha + 20 ha au Sud du polder de la coupelasse			
			moyen à fort sur 55 ha sur le polder de la coupelasse et 1 ha au port du coller fort sur 44 ha			

B.2 LA FAÇADE OCCIDENTALE DE NOIRMOUTIER (U.S. 2)

2.1 Description morphologique

2.1.1 Le cadre géologique et géomorphologique

La façade atlantique de l'île de Noirmoutier s'étire sur une longueur de 19 km selon un axe Nord-Ouest/Sud-Est entre la Pointe de l'Herbaudière et le goulet de Fromentine. Elle est bordée par un cordon dunaire qui isole de la mer des terres qui ont été polderisées ou exploitées sous forme de marais salants, et se prolonge au Sud par une flèche sableuse.

Ce cordon s'est formé progressivement depuis la fin de la dernière période glaciaire, lorsque la vitesse de la transgression flandrienne s'est ralentie et que le niveau de la mer se situait à quelques mètres au-dessous du niveau actuel. La présence d'un socle rocheux a permis le piégeage et l'accumulation des apports sableux (de la Loire et du remaniement des sédiments déposés sur la plate-forme continentale) sous l'action des courants de marée, des houles océaniques (BCEOM Antea) et des vents d'Ouest.



Figure B.2.1: La façade atlantique de l'île de Noirmoutier

Au Nord, un cordon dunaire reposant sur un substratum rocheux

La côte est ici caractérisée par la présence d'un platier rocheux affleurant fréquemment et largement sur l'estran. Ce substrat dur supporte des cordons littoraux auxquels sont associées des dunes peu développées, excepté dans la partie Sud.

On distingue deux secteurs extrêmement sensibles et fragiles qui forment la défense occidentale des marais salants (situés en dessous du niveau des plus hautes mers de vives-eaux).

Ils sont encadrés par des pointes rocheuses qui s'ouvrent :

- face à l'Ouest, entre la Pointe de l'Herbaudière et la Pointe du Devin,
- face au Sud-Ouest, entre la Pointe du Devin et la Pointe de la Loire.



Figure B.2.2: Les pointes rocheuses de l'Herbaudière, du Devin et de la Loire (Source : Google Earth)

De la Pointe de l'Herbaudière à la Pointe du Devin, le cordon dunaire de Luzérondre (3 à 4 mètres d'altitude) s'étend sur une longueur de 4 km et sur une largeur variant de 400 mètres au Nord à 60 m au Sud. Il constitue une barrière naturelle qui protège toute la zone de marais. Les pointes rocheuses qui se prolongent par de larges platiers sont essentiellement formées de granites et de gneiss au Nord et de calcaire au Sud.

Le cordon dunaire de l'Epine se développe sur 4,5 km et atteint une épaisseur de 1200 m dans l'axe La Matinière / le Bois-Garnier et de 700 m au droit de la pointe de la Loire. Peu élevé (3 m environ) dans le secteur du Morin, le cordon dunaire atteint 22 mètres (point culminant de l'île) sur la face Ouest de la Pointe de la Loire. Le massif rocheux calcaire apparaît largement sur l'estran et les petits fonds compris entre la Pointe de la Loire et du Devin.



Figure B.2.3: Les cordons dunaires entre la Pointe de l'Herbaudière et la Pointe de la Loire

Au Sud, une flèche littorale modelée en dune

De la Pointe de la Loire à la Pointe de la Fosse, la flèche sableuse s'étire sur près de 12 km selon une forme concave tournée vers le Sud-Ouest. La largeur du cordon littoral, de l'ordre de 500 mètres, atteint 1 000 mètres au niveau de la Maison Rouge (commune de Barbâtre). Son altitude est de 10 à 15 mètres maximum.

L'estran se découvre aux deux extrémités de ce cordon sur 1,5 km (au niveau des platiers rocheux du Chabot au Nord et du Banc du Braillard au Sud) et sur 200 mètres dans sa partie centrale.



Figure B.2.4: Une flèche littorale de 12 km, entre la Pointe de la Loire et la Pointe de la Fosse

Entre la Pointe de la Loire et la Guérinière, le rivage ouvert au Sud-Sud-Ouest forme une baie en partie protégée de l'agitation par les divers platiers (de la Loire, des Mouneries, de Chabot). Le cordon dunaire de 300 à 400 m de large qui s'est constitué immédiatement à l'Est de la Pointe de la Loire défend la zone de marais salant située en arrière, malgré sa faible altitude (2 à 3 m au plus au-dessus des hautes mers de vive-eau).

De la Guérinière à la pointe de la Fosse. Entre les deux points d'ancrage Nord et Sud, constitués par les platiers rocheux (la Guérinière au Nord, la Fosse-Braillard au Sud) s'est développé le long cordon littoral selon une orientation Nord-Ouest / Sud-Est

2.1.2 Les incidences de l'implantation humaine sur le littoral

Du Moyen-Age jusqu'au 19^{ème} siècle, la période des grands travaux

Le cordon dunaire qui s'est progressivement édifié, lors de la transgression flandrienne, de la Pointe de l'Herbaudière jusqu'au Goulet de Fromentine isole aujourd'hui de la mer des terres qui ont été poldérisées ou exploitées sous forme de marais salants.

La remontée de la mer a été accompagnée d'un colmatage naturel des zones basses avec des matériaux vaseux. Ce colmatage a été aidé par les actions humaines, tant pour se défendre contre la mer que pour favoriser le développement de diverses activités (saliculture, agriculture) (Sogreah, 1992).

On attribue notamment au moine Saint-Philibert, aux environs de 674, la transformation des marais humides en marais salants. Il encouragea la population à mettre son sol en valeur non seulement en réalisant d'importants travaux de drainage et en consolidant les dépôts de boues amenés par les marées en les ceinturant de digues, mais également en organisant la récolte du sel.

C'est ensuite à partir du 17^{ème} siècle que des centaines d'hectares furent à nouveau asséchés, avec la construction de digues et de polders réalisés selon des techniques issues des procédés flamands.

Grâce à ces nouvelles terres gagnées sur la mer (jusqu'au 19^{ème} siècle), les cultures céréalières et les prairies pâturées furent étendues.

Une lutte permanente contre les éléments naturels s'engage

Cependant, deux types de menaces contraignaient les Noirmoutrins dans leur ambition de gagner des terres sur la mer en particulier, mais également, de manière plus générale, dans l'aménagement de leur territoire insulaire :

Les tempêtes qui provoquent des destructions et des inondations des zones basses

L'action des vagues lors des tempêtes peut déstabiliser localement ce rivage sableux très mobile. La rupture du cordon dans ses parties les plus étroites est devenue rapidement une menace pour les activités humaines.

Pour empêcher le recul du trait de côte et assurer la pérennité des diverses activités (saliculture, agriculture), des ouvrages de protection (digues) ont été édifiés sur les points les plus sensibles dès le 18^{ème} siècle.

Ces travaux de grande envergure ont d'abord été réalisés (18^{ème} et 19^{ème} siècle) dans les secteurs les plus sensibles aux inondations : Le Devin, Le Bot, Pulan et Fiers (Sogreah, 1992). C'est à partir de cette période que se développe l'idée de stabiliser le trait de côte et que se généralise la mise en place d'ouvrages longitudinaux (digues, perrés) ou transversaux (ensemble d'épis perpendiculaires à la plage).

A. Miossec (Mappemonde, 1998) mentionne que « le barricadage de la côte est en route, pas toujours approprié, faute de bien comprendre ce qui se passe et surtout parce que la pression sociale va dans le sens de toujours plus d'ouvrages ! Murs et épis se

multiplient au tournant du 20^{ème} siècle et plus encore lorsque le tourisme entraîne le développement d'une urbanisation côtière inconsiderée.»

Tableau B.4 : Les inondations : Quelques évènements extraits du répertoire des catastrophes survenues dans l'île de Noirmoutier (Source : Association 12/12)

Les inondations : Quelques évènements extraits du répertoire des catastrophes survenues dans l'île de Noirmoutier (Source : Association 12/12)	
1075	un fort « vimer » envahit les champs au Both et au Fier
1351	Reprise par la mer de très grands territoires dans toute la plaine de Barbâtre
1509	Ouragan, la mer rompt la digue de Pulant et envahit la plaine de la Guérinière.
1638	Raz-de-marée : une partie de l'île est inondée.
1705	A la Guérinière, où la largeur de l'île ne dépasse pas 500 m, un « vimer » ouvre une brèche dans la dune et l'océan en furie s'élance par ce passage. Tout au long du 18 ^{ème} s., il y a à cet endroit de nombreuses alertes de ce genre et les insulaires reconstruisant infatigablement quelques chaussées pour empêcher la dune de reculer, colmatant les brèches, craignent surtout de voir l'île séparée en deux. Eva Pénisson « Une île sous la mer » p.13, Editions UPCP / Geste Paysanne.
1762	Nouveau désastre, l'île est menacée d'une inondation générale
1763	le 3 février, brèche aux dunes du Devin. Les digues de la Frandière sont rompues en trois endroits ; la mer noie toutes les terres de la Fosse, de la Frandière et des Onchères ; le moulin des Onchères, un certain nombre de maisons, dont une dizaine du bourg, sont englouties et dévastées. Pages d'Histoire noirmoutrine – Fernand Guillet, 1948
1838	Destruction des digues privées sur la côte de Pulant, inondations catastrophiques à la Guérinière. Il faut des barques pour passer d'une maison à l'autre. Ceci se situe après la tempête de février 1838, quand la mer ayant rongé les dunes, emporté le moulin à vent de Pulant, envahit une partie de la plaine de la Guérinière. A cette époque, d'importants travaux sont effectués. Clément Corbrejeau « A travers la Guérinière », p.10
1882	Les travaux d'endiguement au niveau du village de la Guérinière sont insuffisants contre les tempêtes du Sud-Ouest. Déjà la mer y est arrivée avec un courant de foudre et presque toujours en pleine nuit, envahissant l'église, la cure et les maisons voisines. Le 27 octobre 1882, elle est montée à 45 cm dans les maisons, réveillant les habitants en sursaut et courant se perdre dans les marais voisins ; le vent ayant tourné subitement, la digue des Isleaux, du côté Nord-Est, est renversée à son tour et les deux flots marchèrent à la rencontre l'un de l'autre. Si l'on n'y prend pas garde, l'île sera coupée quelque jour en ce point. Vantier d'Ambroyse : « le littoral de la France. Côtes vendéennes », Paris, Sanard et Derangeon – 1892
1926	Le 20 novembre, « lors d'une effroyable tempête, la mer coupe les dunes de Bressuire (l'Épine) et rentre à flots jusqu'aux abords du village ».

1937	<p>Rupture de la digue à la Tresson, la mer atteint la route (N 148), 130 ha inondés. Dans la nuit du 13 au 14 mars, les habitants de l'île de Noirmoutier et des communes du marais de Monts et de Bouin furent alertés par le tocsin.</p> <p>Coefficient de marée de 85, le baromètre descend brusquement, surcote d'au moins 1 m.</p> <p>Le danger est encore plus grand à l'île de Noirmoutier car non seulement la mer a envahi des polders à la Tresson et dans les environs de la Fosse, mais l'île elle-même est menacée en deux points : dans sa partie la plus étroite (la Tresson) et à la pointe du Devin.</p> <p>A la Frandière, les digues ont cédé en 3 points, 60 ha sont envahis. A la Guérinière, du côté Sud, l'océan a rongé la dune et fait son chemin au bois de pins de la Cour. A l'Epine, les assauts furieux de la vague ont eu raison des points vulnérables de la pointe du Devin.</p> <p>Aux Ilots, entre l'étier des Coëfs et la Guérinière, la mer franchit les digues et inonde une trentaine d'hectares.</p> <p>Henri Martin « Noirmoutier presque île » - p.92, Les Amis de Noirmoutier</p> <p>« De nouveau se trouvait donc brutalement posé le grave problème de la défense du littoral, lié à des conditions géographiques et historiques précises qu'on avait quelque peu négligées devant l'illusion d'une sécurité définitive ». J.M. Bourdeau (agrégé de l'université), janvier 1939</p>
1970	En février, rupture des perrés à la pointe du Devin
1972	Le 13 février : Cyclone, rupture des perrés à la pointe de Devin.
1996	Vents violents et mer très forte. Durant les mois de janvier et de février, (en particulier le 7 février), toutes les côtes de l'île subissent des dégâts importants.
1998	Du 2 au 4 janvier : des vents violents abattent des pylônes électriques et provoquent une forte érosion des dunes de la côte Ouest.
1999	Le 24 octobre. La conjonction d'une forte dépression, d'un coefficient de marée élevé (coefficient de 102, hauteur d'eau de 6,15 m à Saint-Nazaire soit environ 5,75 dans le port de Noirmoutier) et de vents violents de secteur Ouest-Sud-Ouest provoque une surcote exceptionnelle d'environ 0,9 m. Les digues sont touchées et des débordements ont lieu au niveau des berges d'étiers et sur les quais du port de Noirmoutier.
1999	<p>Les 26 et 27 décembre. Même scénario, le coefficient supérieur à 100 qui accompagne la tempête amplifie l'action érosive de la mer.</p> <p>De nombreux secteurs de la côte sont touchés (Bulletin du District)</p>

Les volements de sables qui recouvrent habitations et terres agricoles

La mobilité du sable et le déplacement des dunes vers l'intérieur des terres (entre le 15^{ème} siècle et le début du 19^{ème} siècle) sous l'action des vents dominants d'Ouest et de Sud-Ouest constituent un danger pour les villages et les champs.

C'est pour cette raison que, au cours du 19^{ème} siècle, furent prises des mesures visant :

- d'une part à développer un couvert végétal pour maintenir le sable en place (le 14 décembre 1810 est décrété par Napoléon « l'ensemencement, la plantation et la culture de végétaux reconnus les plus favorables à la fixation des dunes »)

Les Forêts domaniales gérées par l'Office National des Forêts s'étendent aujourd'hui sur 2 secteurs de surfaces importantes (Pointe de l'Herbaudière – Pointe du Devin et La Maison Rouge (Barbâtre) - Pointe de la Fosse), et 3 autres secteurs de surfaces moins importantes (Bressuire – Saint-Jean, Maugendrie – Pointe de la Loire et La Guérinière – Les Sables d'Or).

- et d'autre part à limiter la dégradation des cordons dunaires liée à une forte fréquentation (Arrêté préfectoral de 1820 qui interdit le parcours des bestiaux sur les dunes mais également de n'y opérer aucune coupe).

Tableau B.5 : Les volements de sable : Quelques événements extraits du répertoire des catastrophes survenues dans l'île de Noirmoutier (Source : Association 12/12) et de l'ouvrage de S Caillé (2003)

Les volements de sable : Quelques événements extraits du répertoire des catastrophes survenues dans l'île de Noirmoutier (Source : Association 12/12) et de l'ouvrage de S Caillé (2003) :	
Milieu du 16^e s.	Les villages de l'Epine furent atteints dès le 16 ^{ème} s. par la mobilité des cordons sableux. Au milieu du XVI ^e , des terres sont ensablées par « les vents et mauvais temps » et leur perte est « sans espoir de revenir en valeur ».
18^es	Au 18 ^e s, les religieux de l'abbaye de la Blanche signalent que leurs processions à Bressuire – au nord de l'Epine – et à Barbâtre sont menacées par les sables. Dans le même temps, les villages primitifs des Eloux – Epine – et du Bot – Guérinière – auraient disparu, ensablés, et plusieurs maisons auraient été ensevelies au Devin et à Barbâtre.
1702	Concernant les sables qui couvraient Barbâtre : « <i>Bien cultivée (...) elle est très incommodée par les sables qui participent insensiblement et accablent leur maison et couvrent leur terre</i> » C. Masse « Mémoire sur la carte des Costes du Bas-Poitou, et partie du Pays d'Aunis et Bretagne duché de Retz et isles adjacentes, in N. Grohmann, De l'évolution géomorphologique...de l'île de Noirmoutier, 1995
1763	En 1763, un grand nombre d'habitations de la paroisse de Barbâtre auraient été englouties par un ouragan. « <i>En 1763, par un seul ouragan, plus de dix maisons de la paroisse de Barbâtre furent ensevelies sous les sables, et l'on voyait encore, vers la fin du 18^{ème} s., le sommet d'un moulin à vent qui y fut englouti, comme le monument irrécusable de cet affreux événement</i> » F. Piet, Mémoires de l'île de Noirmoutier, 1889 Clouzot a en effet retrouvé sur la commune de Barbâtre, la trace d'anciennes exploitations où « <i>les jardins, maisons, granges, pigeonniers, et autres bastiments et édifices</i> » signalés à la fin du 16 ^{ème} s ont disparu au 18 ^{ème} s.

	<p><i>Utilisées comme pacage malgré les interdictions seigneuriales répétées, les dunes perdent leur couverture de végétation et se mettent à « voler » à la moindre tempête. Dès le XV^e siècle, on signale des maisons ensablées à Bressuire. Le mouvement va s'accélérer sur la paroisse de Barbâtre.</i></p> <p><i>Les dunes s'enfoncent comme un coin entre les villages des Jonchères et de la Frandière et, en 1763, ensevelissent le moulin de Revers qui avait été construit en 1502 sur une éminence ! Une dizaine de maisons des Jonchères subissent le même sort. Dans le bourg même, à la Billardière plusieurs maisons doivent être abandonnées.</i></p> <p><i>Plus loin, à la sortie de la Guérinière, le moulin de Bois-Viaud est hors de service en 1745 et le bois de paradis disparaît. Au Fier et aux Eloux on signale la première progression des dunes vers l'intérieur. Les autorités sont presque impuissantes devant ce phénomène bien que le remède – le plantement de pins maritimes – soit indiqué dès 1720 au duc de Bourbon.</i></p> <p>Claude Bouhier, « Noirmoutier à travers les siècles » p.49, Editions l'Etrave.</p>
1807	<p><i>Progressivement ensablées, 35 des 40 maisons des villages du Fier et des Eloux doivent être abandonnées. Il se serait (le bois des Eloux) formé par l'accumulation des sables pendant l'année 1810 et les années suivantes. (Epoque où l'ouragan engloutit et recouvrit l'ancien village des Eloux).</i></p> <p>Clément Corbejeau, « A travers la Guérinière », p.12</p>
1814	<p><i>Le 3 novembre, à Bourbon-Vendée : Monsieur le Préfet,</i></p> <p><i>... des malheurs ...menacent l'île de Noirmoutier, qui a de plus à lutter contre l'envahissement de la mer qui peut la submerger chaque fois qu'une grande marée d'équinoxe est favorisée par un vent d'Ouest un peu violent.</i></p> <p><i>Déjà, les sables y ont frappé de stérilité à peu près mille hectares du sol le plus fertile ; le mal augmente d'année en année d'une manière effrayante, des maisons que j'ai vu habitées, un moulin que j'ai vu tourner sont actuellement engloutis sous les sables. Signé : le Secrétaire Général</i></p>
	<p>Cavoleau précise les conséquences des dégradations du cordon dunaire par les hommes ou leurs animaux : « <i>Dans la paroisse de Barbâtre (...), il y a même des maisons englouties sous les sables, parce qu'on y a coupé cette digue naturelle qui, avec le temps, s'amoncelait et se durcissait jusqu'à prendre la plus forte consistance (...).</i> »</p> <p>J.A. Cavoleau, Statistique ou description générale du département de la Vendée, 1844</p>
1858	<p><i>Les Ponts et Chaussées entreprennent les travaux de fixation des dunes sur l'île de Noirmoutier, poursuivis à partir de 1862 par les Eaux et Forêts... Il faut bientôt créer un corps de gardes-dunes pour empêcher certains habitants d'arracher les semis afin de les utiliser comme combustible !</i></p> <p>Fiche du District de Noirmoutier, « Pays du gois, la dune boisée »</p>

Développement d'une urbanisation linéaire sur le cordon dunaire

Jusque dans les années 1940, les bourgs de l'Épine, de la Guérinière, de Barbâtre et de la Fosse étaient implantés sur les flancs internes du cordon dunaire (à l'abri des vents dominants) et en limite des zones de culture ou de marais salants (terrains protégés des risques d'inondation), comme le montre la carte ci-dessous (Masse, 1705). Les secteurs construits, très allongés et de faible densité, se succédaient le long de la route principale de l'île (Cahiers du Patrimoine, 1994).



Figure B.2.5: Extrait d'une carte de Noirmoutier par Masse, 1705 (Arch. Génie, Vincennes)

C'est depuis les années 1950 (développement du tourisme de masse) et surtout après 1971 (ouverture du pont reliant la Fosse et Fromentine) que s'est étendue l'urbanisation :

- au Nord, sur la frange côtière entre la Pointe de l'Herbaudière et la plage de Luzéronde,
- entre la Pointe du Devin et la Pointe de la Fosse (sur 16 km), dans un premier temps de manière linéaire le long de l'axe de communication reliant les bourgs (interrompu uniquement par les dunes de la Tresson), puis en direction du rivage (S. Caillé, 2003).

On note alors une forte densification de l'habitat par les lotissements de résidences secondaires ainsi que des aménagements spécifiques liés à l'accroissement des activités touristiques (campings, colonies de vacances, parkings, centres nautiques, port du Morin,...).

Par ailleurs, la population passe de 9 500 habitants toute l'année à 80 000 au plus fort de la saison. Cette forte fréquentation en période estivale entraîne un piétinement du couvert végétal (notamment au niveau des accès aux plages) à l'origine de la dégradation accélérée des zones dunaires.

Vers une fixation de la ligne de rivage

L'édification des ouvrages de protection résulte d'une volonté de lutter contre le recul du trait de côte qui menace d'une part les zones basses de l'intérieur de l'île où l'on a développé des marais salants, et d'autre part l'urbanisation qui s'est implantée en front de mer, sur les dunes, depuis les années 1950.

2 secteurs bien distincts peuvent être discernés sur le littoral occidental de Noirmoutier :

un rivage sauvage. Du village de la Tresson (La Guérinière) jusqu'à la pointe de la Fosse (goulet de Fromentine), le cordon dunaire s'étend sur environ 8 km sur la façade atlantique de l'île.

Aucun ouvrage de défense côtière n'est présent si ce n'est un enrochement d'une centaine de mètres réalisé en 1980 par les promoteurs du « Village du Midi », de part et d'autre de la cale de mise à l'eau.

Par ailleurs, des travaux de protection des dunes ont été engagés par la mise en place de ganivelles et par l'aménagement des accès aux plages à partir des aires de stationnement.

un rivage lourdement aménagé de la pointe de l'Herbaudière jusqu'au Sud de la Guérinière.

Les travaux de grande envergure qui ont été entrepris dès la fin du 18^{ème} siècle, pour stabiliser le trait de côte, ont été renforcés et complétés par de multiples ouvrages longitudinaux (digues, perrés) ou transversaux (épis).

(Sources : Sogreah, Juillet 1992 et Créocéan, Avril 1997)

De l'Herbaudière à la pointe du Devin :

- Ouvrage de défense de la Pointe du Devin (1770) constitué aujourd'hui par une digue en enrochements (1972 – 1978) à laquelle sont associés dix épis en pierres maçonnées
- 2 épis en bois (1979) au Nord de la défense du Devin à l'Homée (restaurés en 1986-1987)
- Epis en pieux hydrauliques et rechargement en sable de 20 000 m³ (2006) à L'Homée
- Rechargements de quelques dizaines de milliers de m³ réalisés à l'occasion de l'extension du port de l'Herbaudière
- Cordon en enrochements de 400 m, au sud de la pointe de l'Herbaudière

De la Pointe du Devin à la Pointe de la Loire

- Six épis entre Saint-Jean et la Martinière (1956), réparations en 1974
- Un cordon en enrochements de 950 m (1977) entre Saint-Jean et la Martinière
- Un cordon en enrochements de 270 m (1982), au Sud de la cale de la Mougendrie
- Talus en retour aux extrémités Sud des enrochements (1982)
- Epi en bois de 60 m au Sud de l'enrochement de la Martinière
- Epi en enrochements du Morin de 275 m de long (1988)
- Epi en enrochements de la Bressuire de 90 m (1991)
- Epi-cale en enrochements de la Bosse de 100 m (1990)
- Prolongement des enrochements de la Martinière de 100 m (1990)
- Epi en azobé de 90 m à 100 m au Sud des enrochements de la Martinière
- Prolongement des enrochements de la Mougendrie (sur 70 m) et Epi en azobé au Sud de l'extrémité du cordon en enrochements
- Epi de la Bressuire de 100 (1990), amorce de la contre jetée du port du Morin et extension sur 300 m (1994)

autres ouvrages : prolongement des cordons d'enrochements, épi au Sud des enrochements de la Martinière.

Dans l'anse de la Guérinière

L'anse de la Guérinière fait partie des plus anciens sites défendus contre la mer (avec la Pointe du Devin).

Elle est bordée par un perré maçonné continu dans la zone de Fier – Le Bot (environ 1200 m). Une première digue (500 m) fut édifiée à Pulan, à la fin du 19^{ème} siècle.

Dans un passé plus récent, il a été réalisé :

→ Zone Anse du Bot – Bon Secours

- un talus en maçonnerie de 500 m : perré de Bon secours
- un cordon d'enrochements de 350 m à l'Ouest du perré
- 5 épis maçonnés dans l'anse du Bot (zone de la Cantine)
- 3 épis en enrochements (1986 – 1987)
- des enrochements au pied de la digue de Bon secours
- un épi en enrochements en limite Est de la plage de Bon Secours (Epi Quenet, 1981)
- un remaniement et un prolongement de l'épi de Bon Secours
- un épi en azobé en limite Sud des enrochements de la cale de Moulins

→ Zone la Cour – les Sables d'Or

- 3 épis en bois au Sud du perré de Bon Secours (depuis 1980)

Entre 1987 et 1992, il a été réalisé :

- des enrochements au pied de la digue de Bon Secours
- un épi en enrochements en limite Est de la plage de Bon Secours (épi Quenet, 1981).
- un remaniement et un prolongement de l'épi de Bon Secours
- un épi en azobé en limite Sud des enrochements de la cale de Moulins (1990)
- un perré de part et d'autre de la cale de la Tresson avec rechargement en sable (2000)

2.2 Dynamique littorale

2.2.1 Données bathymétriques et granulométriques

La répartition des données bathymétriques des plages de la côte Ouest de l'Île de Noirmoutier est présentée dans la Figure B.2.6. Aucune donnée de prélèvement de sable d'estran n'a pu être trouvée sur cette partie du littoral.

De multiples levés topographiques partiels des plages sont disponibles ; de manière générale, ceux-ci couvrent le haut de plage jusqu'à mi-estran (cote supérieure à environ +3 à +4 m CM). Les profils au-delà de l'estran ont été complétés par le biais des données bathymétriques digitalisées à partir des cartes du SHOM, celles-ci couvrant principalement la partie offshore du domaine, une estimation de la pente a été menée pour combler le manque de données précises.

Basée sur les données acquises sur l'ensemble de la côte vendéenne, une valeur de 0,25 mm a conventionnellement été adoptée comme diamètre médian pour les calculs de transport sédimentaire sur la côte Ouest de l'Île de Noirmoutier.

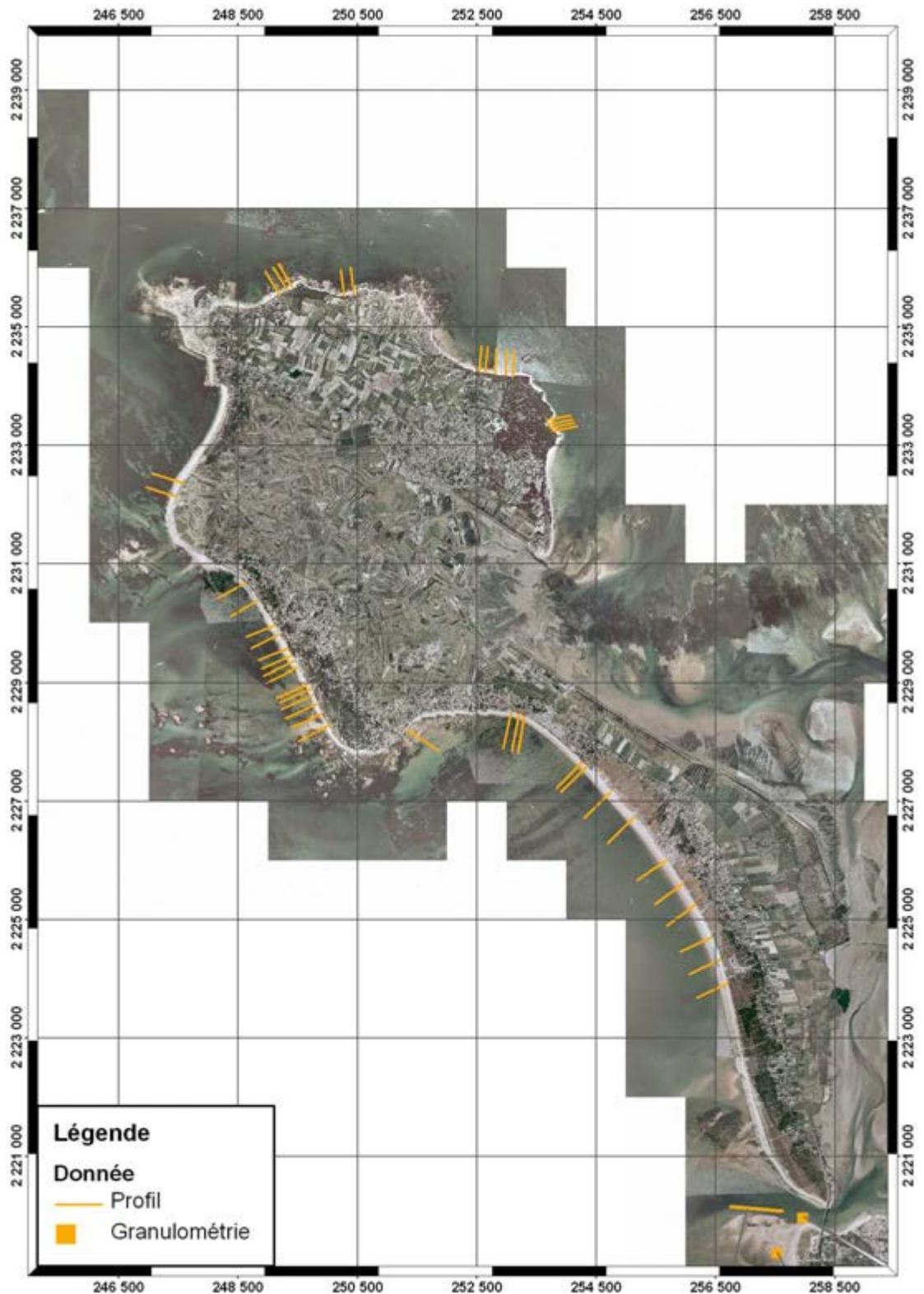


Figure B.2.6 Localisation des données bathymétriques et granulométriques sur l'unité sédimentaire 2.

2.2.2 Données de calage

Face à la quasi-inexistence de données de transport sédimentaire fiables – on rappelle que les études visant à décrire le régime hydrosédimentaire de la côte vendéenne précédant cette étude ont surtout le caractère d'estimation du transit – les informations dérivées des photos aériennes de 1975 et 2001 ont fourni les véritables données de calage pour le modèle de transport sédimentaire. Une synthèse de l'évolution historique du trait de côte est illustrée dans la Figure B.2.7 pour l'ensemble de l'unité sédimentaire 2 ; une description de cette évolution est présentée schématiquement ci-dessous.

Une large partie du littoral de la côte Ouest de l'Île de Noirmoutier est effectivement stabilisée par de nombreux ouvrages de défense contre la mer (digue et cordon en enrochements, batteries d'épis en enrochements/bois/pierres maçonnées, talus en maçonnerie ...). Le trait de côte entre la Pointe du Devin et les Roches de la Loire est fortement stabilisé par ces ouvrages ; les quelques secteurs non stabilisés y sont limités, toutefois en érosion avec un recul de l'ordre de 0,6 à 1 m/an (Plage de St. Jean à la Martinière et Plage des Eloux). Les plages dans l'Anse de la Guérinière sont également stabilisées par des ouvrages artificiels.

Dans la partie Nord de Noirmoutier, la Plage de Luzéronde, encadrée par deux zones rocheuses (Pointe de l'Herbaudière au Nord et Pointe du Devin au Sud) est un cordon littoral en développement : la partie Nord de cette plage est à l'engraissement (avancée jusqu'à environ 1 m/an) alors que la partie Sud est en érosion (recul jusqu'à l'ordre de 2 m/an) ; une zone charnière entre ces deux parties y est stable.

Dans la moitié Sud de Noirmoutier, le cordon littoral apparaît inchangé de 1975 à 2001: la Plage des Sables d'Or et la Plage du Midi entre la Guérinière et Barbâtre y sont sensiblement stables. L'extrémité Sud de ce cordon est toutefois nettement à l'engraissement avec une avancée jusqu'à environ 10 m/an (il convient de souligner que, malgré cet ordre de grandeur significatif, la pente de l'estran y est très douce et ainsi les volumes d'engraissement y sont en réalité bien moins excessifs).

Une autre source susceptible de fournir des données précises sur la dynamique littorale provient des dragages annuels au niveau du Goulet de Fromentine : une extraction de sable de l'ordre de 100 000 m³/an y est menée.

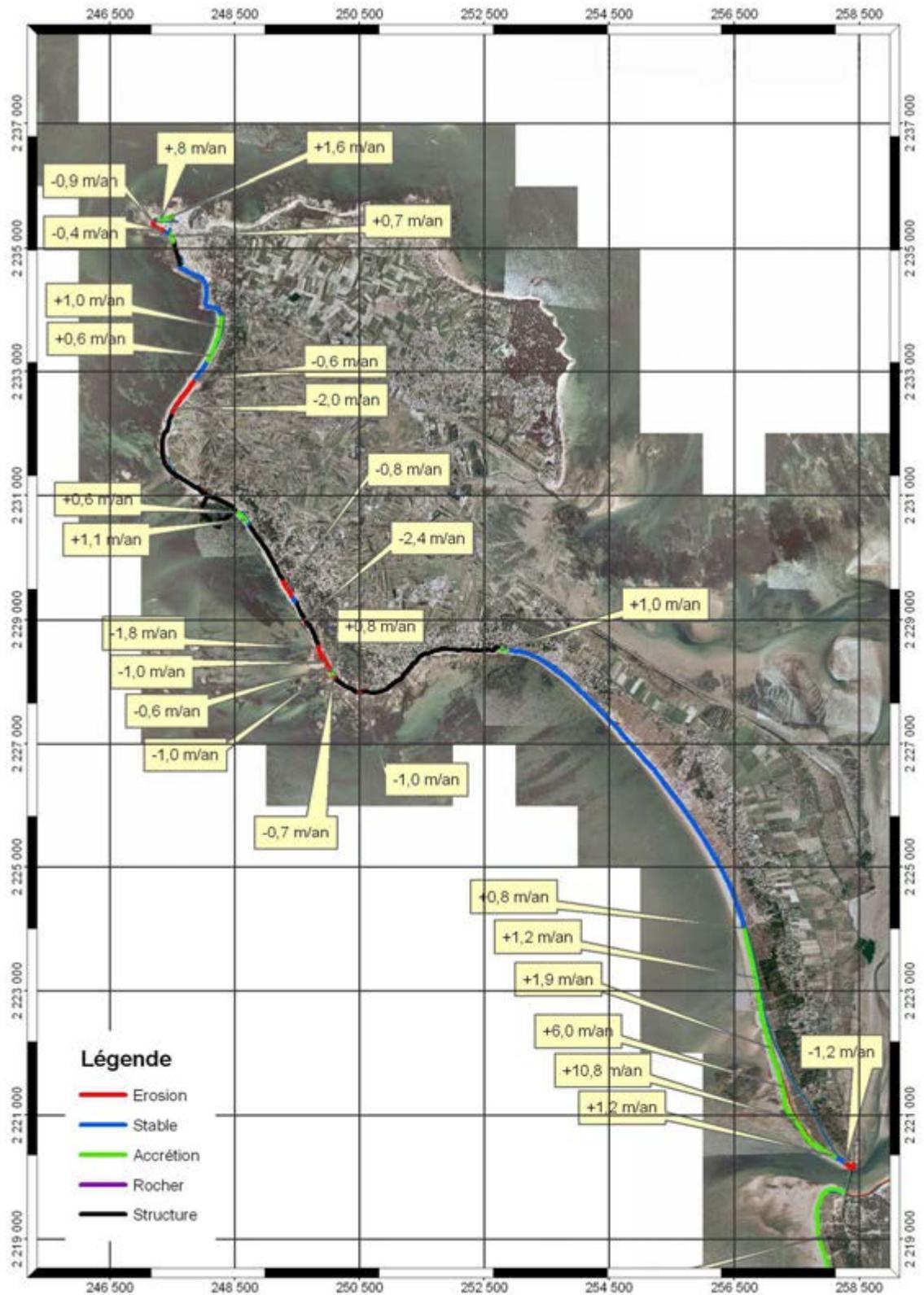


Figure B.2.7 Synthèse de l'évolution du trait de côte de 1975 à 2001 sur l'unité sédimentaire 2 ; accrétion (positif) et érosion (négatif).

2.2.3 Segmentation de l'unité sédimentaire 2

La géomorphologie du littoral de la côte Ouest de l'Île de Noirmoutier est dominée par la présence de quatre zones rocheuses (Pointe de l'Herbaudière, Pointe du Devin, Roches de la Loire, Roches de la Fosse) entre lesquelles se sont développés des cordons littoraux en configuration de baies. L'encadrement par des pointes rocheuses impose des limites naturelles pour la segmentation de l'unité sédimentaire 2 en trois secteurs. Ces segments sont nommés A, B et C du Nord vers le Sud (cf. Figure B.2.8); par la suite, le segment A de l'unité sédimentaire 2 est nommé US2-A. Les limites sont désignées par des secteurs plutôt que par des points précis :

- Segment US2-A : Pointe de l'Herbaudière – Pointe du Devin (~4 km)
- Segment US2-B : Pointe du Devin – Roches de la Loire (~5 km)
- Segment US2-C : Roches de la Loire – Pointe de la Fosse (~12 km)

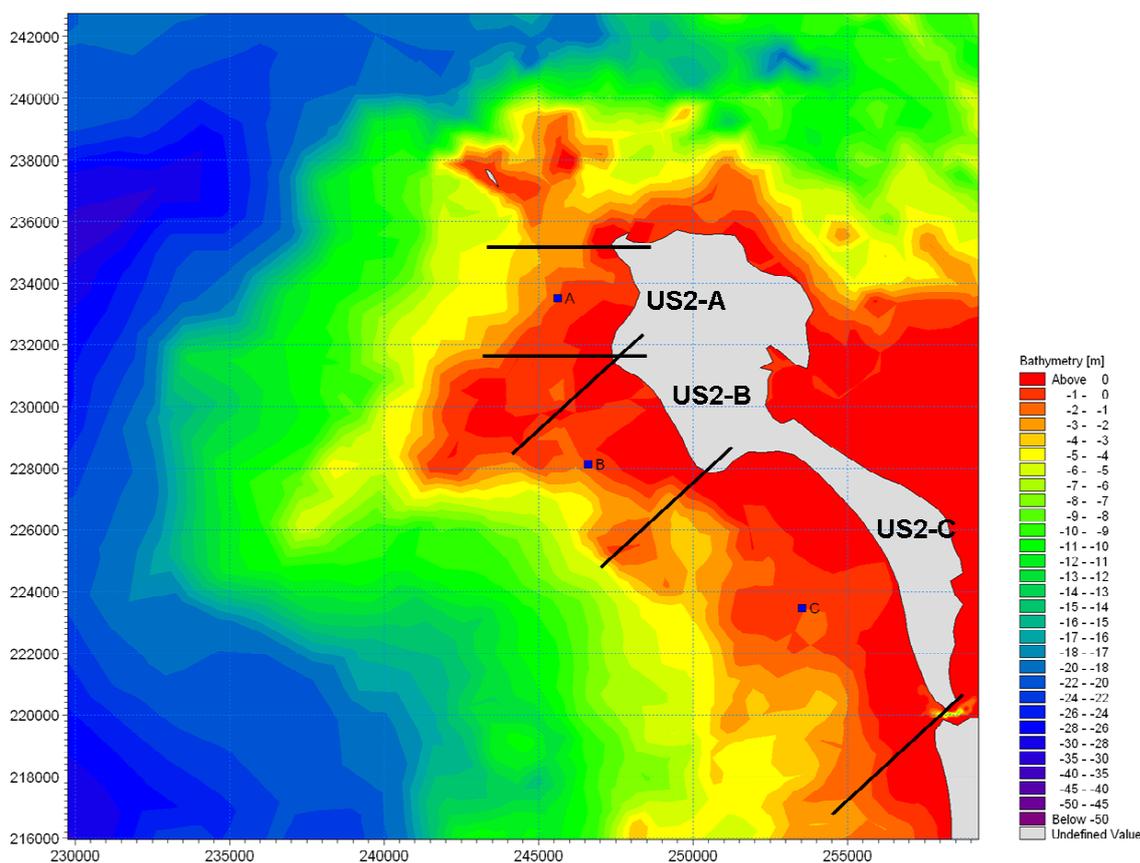


Figure B.2.8 Segmentation de l'unité sédimentaire 2 et localisation des points d'extraction des climats de houle à la côte pour chacun des segments.

Il est impératif de préciser qu'en raison du relief tourmenté des petits fonds au large de la côte Ouest de l'Île de Noirmoutier, la zone de validité des résultats de la modélisation du transport sédimentaire se retrouve fortement restreinte au centre de chacun des segments. Suite à l'irrégularité de la bathymétrie, l'hypothèse de l'uniformité du profil dans chaque segment ne peut ainsi pas être satisfaite sur la largeur totale du segment. Les zones de validité sont précisées ci-après pour chacun des segments.

Dans les segments US2-A et US2-B, les pointes rocheuses se poursuivent par de vastes estrans plats à dominantes rocheuses (de l'ordre de 500 m de large). Par ailleurs, d'importants îlots rocheux (les Bœufs et les Peignes) se trouvent dans les fonds rocheux proches du littoral dans le secteur Pointe du Devin – Roches de la Loire, assurant une protection notable contre les actions des vagues. Ainsi vers les extrémités de ces segments, la propagation de la houle est véritablement bidimensionnelle de sorte qu'une uniformité des contours bathymétriques existe uniquement au centre de la Plage de Luzéronde (US2-A) et sur les plages de Saint-Jean à la Martinière (US2-B). Ces deux plages feront l'objet de l'étude de modélisation du transport sédimentaire ; le littoral avoisinant ces plages ne pourra pas être pris en compte.

Le segment US2-C s'étend des Roches de la Loire à la Pointe de la Fosse où s'est développé un cordon littoral selon une forme générale correspondant à celle d'un arc de cercle dont la concavité se situerait vers la plage du Midi à Barbâtre. Deux zones doivent y être individualisées : au Nord, le secteur dans l'Anse de la Guérinière correspond à un cordon littoral bien abrité par des fonds rocheux et de l'îlot rocheux les Mouneries, et, au Sud, de la Plage Des Sables d'Or à la Pointe de la Fosse, le cordon littoral est plus développé, en particulier au Sud de la Barbâtre en partie abrité par les Roches de la Fosse et le Banc Braillard. Vu l'irrégularité des petits fonds dans la zone entière au Nord et l'extrémité Sud de la zone au Sud, seul le centre de la Plage du Midi peut être pris en compte dans la modélisation du transport sédimentaire.

Face à la complexité géomorphologique du site et afin de bénéficier de la modélisation bidimensionnelle de la propagation de la houle, les roses de houle ont été extraites aussi proche de la côte que possible, tout en prenant soin de rester au large de la zone de la dérive littorale. Pour les 3 segments, une profondeur de -1 m CM a été trouvée adéquate pour y extraire les roses de houles (cf. localisation des points d'extraction dans la Figure B.2.8). A noter que, bien que la côte Ouest de l'Ile de Noirmoutier soit ouverte aux mers et houles océaniques, le socle rocheux impose un relief relativement peu profond : la cote -10 m CM se situe environ à 10 km du rivage de Noirmoutier. Une pente moyenne de l'ordre de 1/1000 engendre une dissipation progressive et lente de la houle et ainsi un transport sédimentaire insignifiant dans ces profondeurs.

Un exemple de la bidimensionnalité du champ de propagation de houle au large de Noirmoutier est illustré dans la Figure B.2.9. Une concentration et une dissipation de l'énergie sur les pointes rocheuses est très marquée, notamment autour de l'Ile du Pilier et l'îlot rocheux les Bœufs. Comme indiqué auparavant, outre les importants phénomènes de réfraction, la dissipation de la houle y est effectivement graduelle et faible. Il est intéressant de noter que les houles océaniques, fortement réfractées, parviennent avec peu d'obliquité à la côte - ceci n'est toutefois pas valable dans l'Anse de la Guerrière où la résolution du modèle de houle de l'ordre de quelques centaines de mètres n'est pas suffisamment resserrée pour prendre en compte des phénomènes de réfraction à une échelle bien inférieure.

Les roses des houles représentatives des segments US2-A, US2-B et US2-C sont présentées dans la Figure B.2.10. Comme indiqué par la Figure B.2.9, le faisceau d'incidence des houles principales varie significativement d'un segment à l'autre.

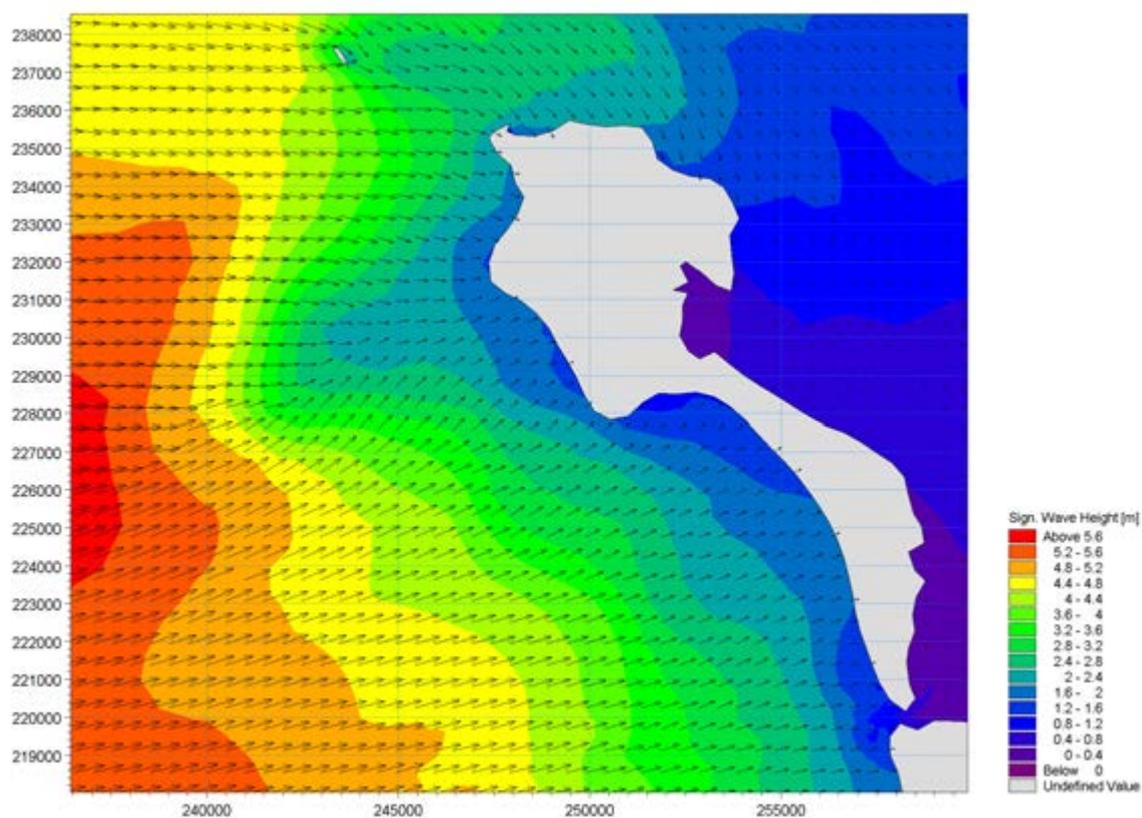


Figure B.2.9 Exemple de champ de houle, à titre indicatif pour une condition tempétueuse de Ouest Sud-Ouest et pour un niveau d'eau de pleine mer.

Les pentes moyennes des 3 segments de l'unité sédimentaire 2 sont synthétisées dans le Tableau B.6. Une grande variation de la pente au large de la cote 0 m CM caractérise les profils typiques des segments de ce littoral.

Tableau B.6 Pente moyenne des segments de l'unité sédimentaire 2 en fonction de la profondeur.

Cote (m CM)	A	B	C
[+5 +8]	1/50	1/50	1/50
[0 +5]	1/100	1/100	1/100
[-5 0]	1/2000	1/2500	1/3000

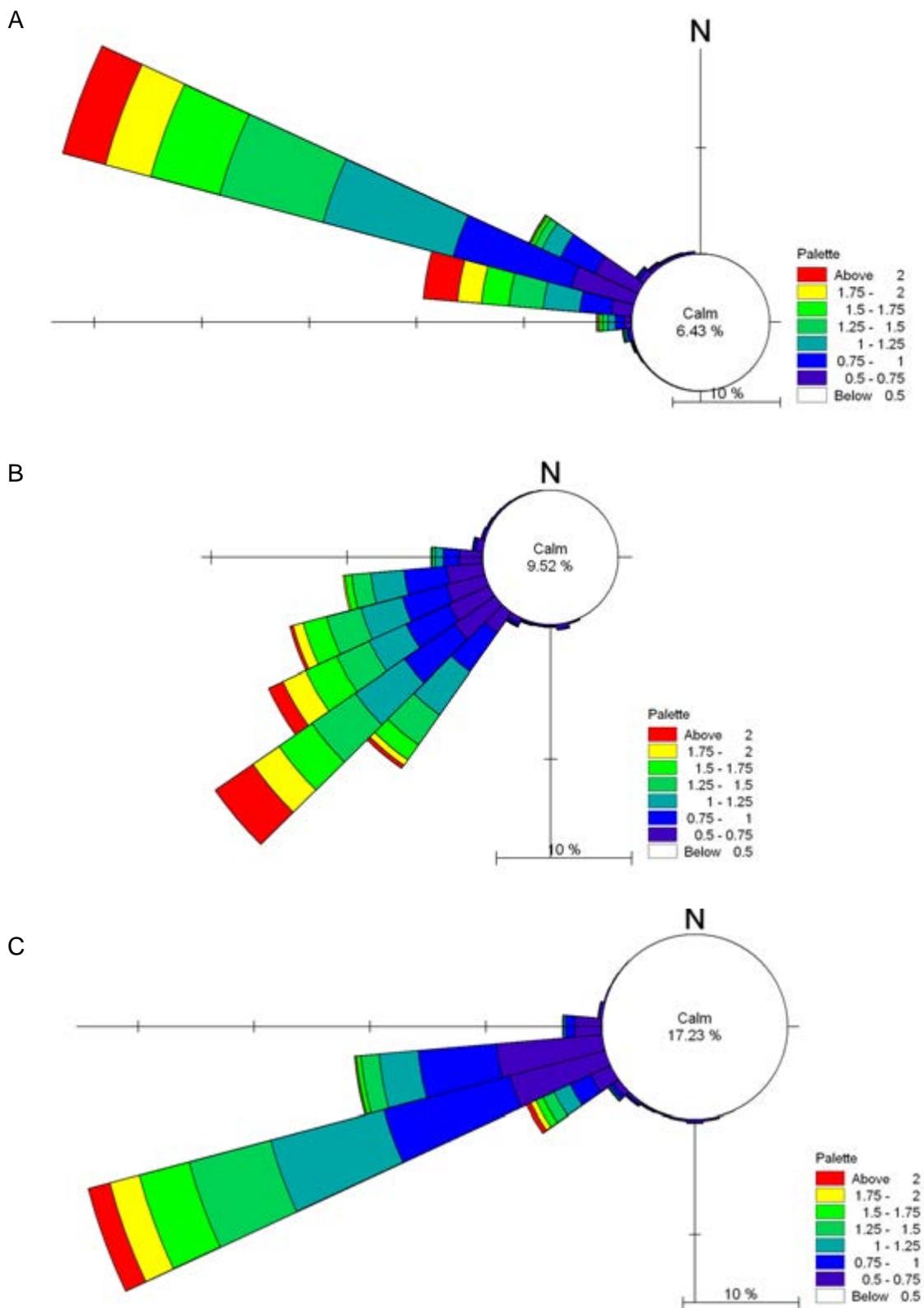


Figure B.2.10 Roses des houles au point d'extraction A (haut), B (milieu) et C (bas) de l'unité sédimentaire 2 ; les données sont extraites à la cote -1 m CM.

2.2.4 Résultats de la modélisation du transit littoral

Les résultats de la modélisation du transit littoral seront présentés indépendamment pour chaque segment, suivis par une synthèse de la dynamique littorale sur l'ensemble de l'unité sédimentaire.

On rappelle que les résultats de la modélisation du transit littoral ci-dessous correspondent à la **capacité saturée du transport sédimentaire et que donc les valeurs indiquées sont des limites supérieures des transits, correspondant à la capacité au transport**. Ainsi sur un platier rocheux sans aucun matériau mobile, la capacité de transit peut être très importante et le transit effectif nul.

Segment US2-A : Pointe de l'Herbaudière – Pointe du Devin

La Figure B.2.11 illustre la capacité du transport sédimentaire net et brut en fonction de l'orientation du trait de côte dans le segment US2-A ; la zone grise représente l'enveloppe de l'orientation du trait de côte, allant de 287° à 289° sur le centre de la Plage de Luzéronde – on rappelle que les résultats de la modélisation du transport sédimentaire sont uniquement valables pour l'orientation de la partie centrale de la plage. Sur ce tronçon de plage, la capacité du transport net est de l'ordre de **0 à 10 000 m³/an** portant vers le Nord. Le centre de la Plage de Luzéronde est très proche de son orientation d'équilibre située environ à 287°. La capacité du transport brut y est de l'ordre de **30 000 à 35 000 m³/an**.

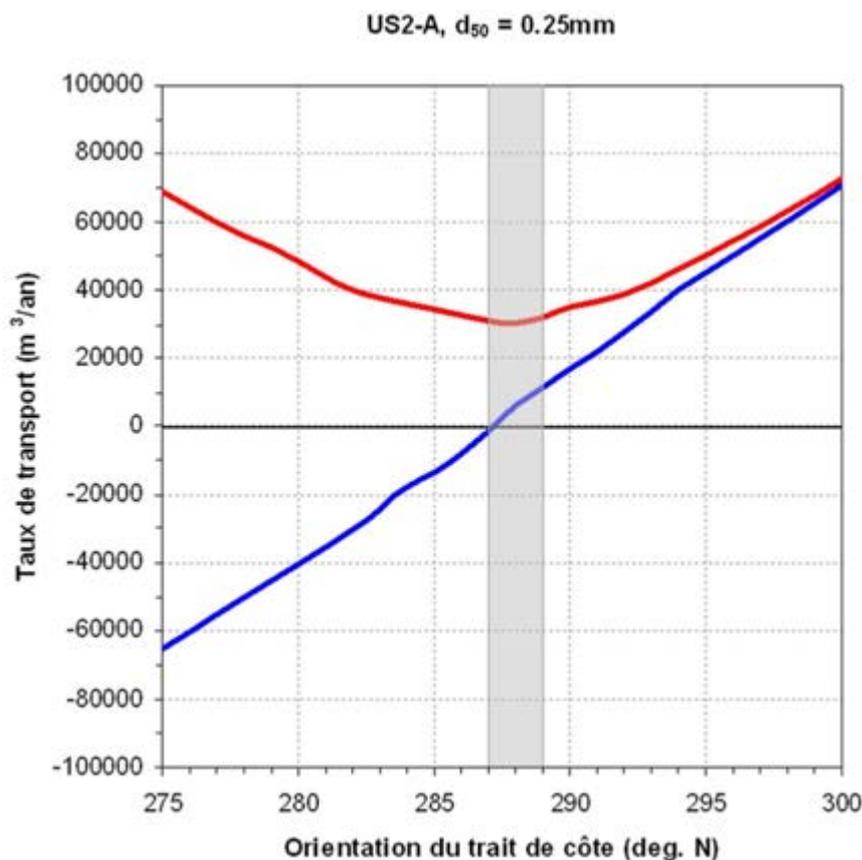


Figure B.2.11 Taux de la capacité du transport sédimentaire en fonction de l'orientation du trait de côte pour le segment US2-A : transport net (bleu) et brut (rouge) ; le transport net est positif (négatif) vers le Nord (Sud).

La distribution du transport sédimentaire dans le profil est illustrée dans la Figure B.2.12 ; cette répartition est calculée pour une orientation du trait de côte de 288° , uniquement représentative du centre de la Plage de Luzéronde. Le transport portant vers le Sud est sensiblement plus faible que le transport portant vers le Nord. De manière pratique, les mouvements sont faibles au-delà de 0 m CM et concernent le plus souvent les fonds inférieurs à +2 m CM. La largeur de la zone littorale correspondant à 90 % du transport sédimentaire y est de l'ordre de 400 m à partir du rivage.

A noter que les limites d'action des houles se situent à des profondeurs bien supérieures à 0 m CM devant cette partie du littoral (avec des mouvements des fonds sableux faibles au-delà d'environ -5 m CM). Toutefois cela correspond à un transport situé à plusieurs kilomètres de la côte et de très faible intensité et d'ailleurs sans importance pour la dynamique sédimentaire de la zone côtière.

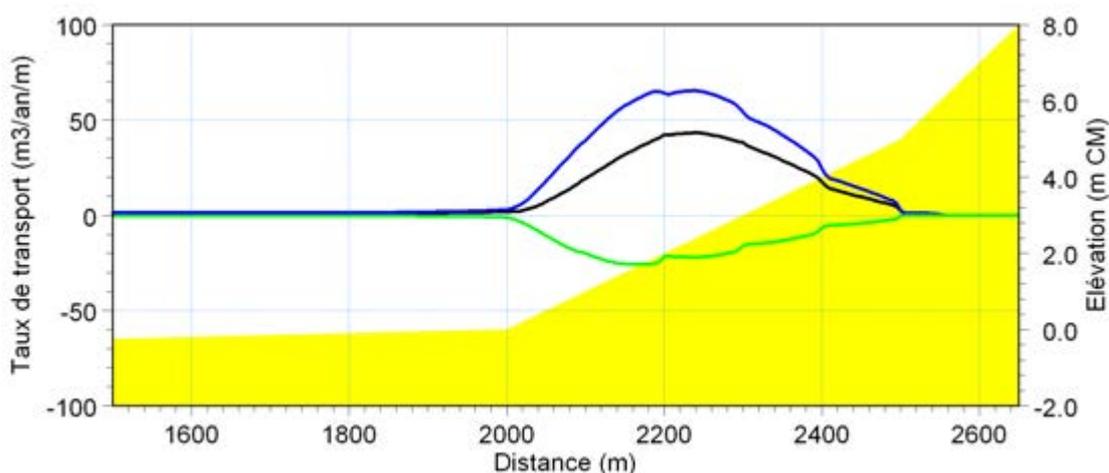


Figure B.2.12 Distribution du transport sédimentaire dans le profil pour le segment US2-A, à titre indicatif pour une orientation du trait de côte de 288° : transport net (noir), transport vers le Sud (vert) et vers le Nord (bleu) ; le profil représentatif du segment US2-A est indiqué en jaune.

Segment US2-B : Pointe du Devin – Roches de la Loire

La dynamique du transport net du segment US2-B est sensiblement différente à celle du segment avoisinant au Nord, US2-A : la capacité du transport net y double d'intensité de l'ordre de **0 à 20 000 m³/an** et la résultante porte vers le Sud (cf. Figure B.2.13) ; la capacité du transport brut y est supérieure de l'ordre de **50 000 m³/an**. Ce trait de côte est également proche de son orientation d'équilibre. On rappelle que les résultats de la modélisation du transport sédimentaire ont une zone de validité et sur ce segment ne sont que valables dans l'intervalle de l'ordre de $\pm 2^\circ$ par rapport à l'orientation moyenne des plages de St. Jean à la Martinière, située autour de 235° – vu l'alignement du trait de côte, il convient de noter que cette zone couvre néanmoins la grande majorité de ces plages.

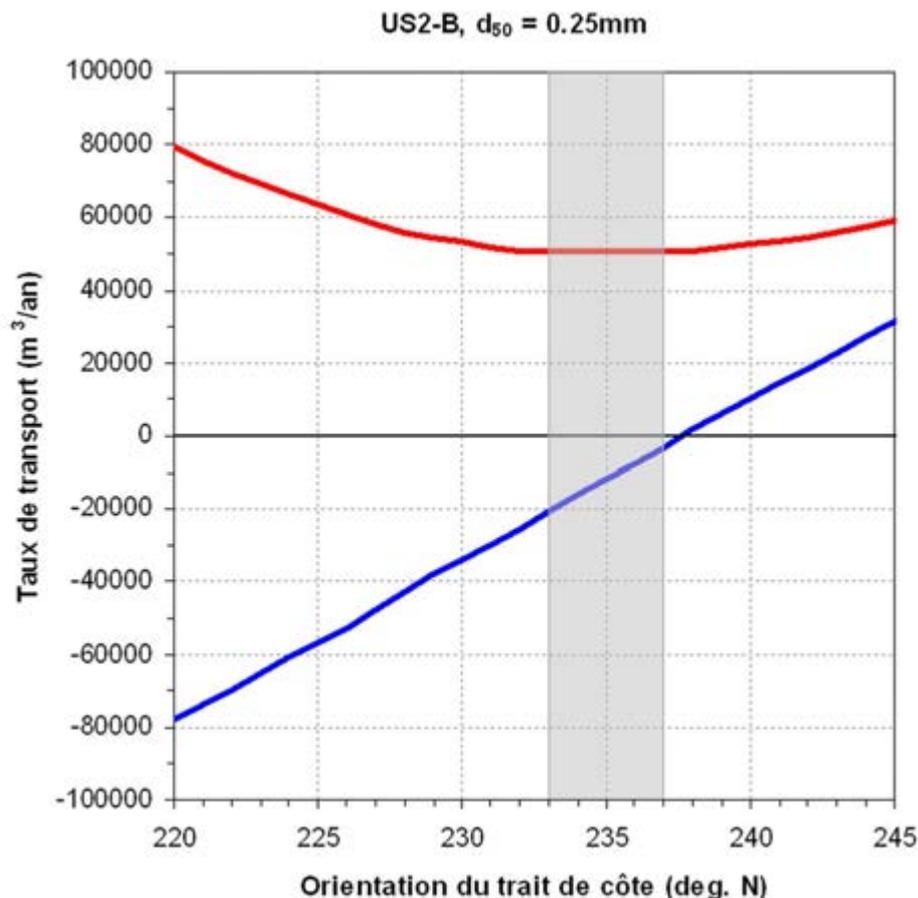


Figure B.2.13 Taux de la capacité du transport sédimentaire en fonction de l'orientation du trait de côte pour le segment US2-B : transport net (bleu) et brut (rouge) ; le transport net est positif (négatif) vers le Nord (Sud).

La distribution du transport sédimentaire dans le profil est illustrée dans la Figure B.2.14; cette répartition est calculée pour une orientation du trait de côte de 234° mais comme on l'a indiqué, est uniquement représentative pour les plages avec une orientation dans l'intervalle allant d'environ 233° à 237° du segment US2-B.

Il est intéressant de noter que dans les petits fonds de 0 à +2 m CM, la résultante du transport portant vers le Nord domine le transport et ainsi le sens du transport net y est inversé par rapport à la résultante intégrée sur l'ensemble du profil ; cela résulte naturellement du fait que, pour un niveau de basse mer, les houles sont légèrement plus réfractées vers le Nord que pour un niveau de pleine mer, et engendre ainsi un transport vers le Nord dans la partie inférieure du profil.

Les mouvements de sédiments sont faibles au-delà de 0 m CM et concernent le plus souvent les fonds inférieurs à +2 m CM. Bien qu'il existe des mouvements de sédiments au large de 0 m CM, ceux-ci ne peuvent pas être mis en relation avec le transit littoral de la zone côtière dans ce segment. La largeur de la zone littorale correspondant à 90 % du transport sédimentaire y est de l'ordre de 400 m à partir du rivage.

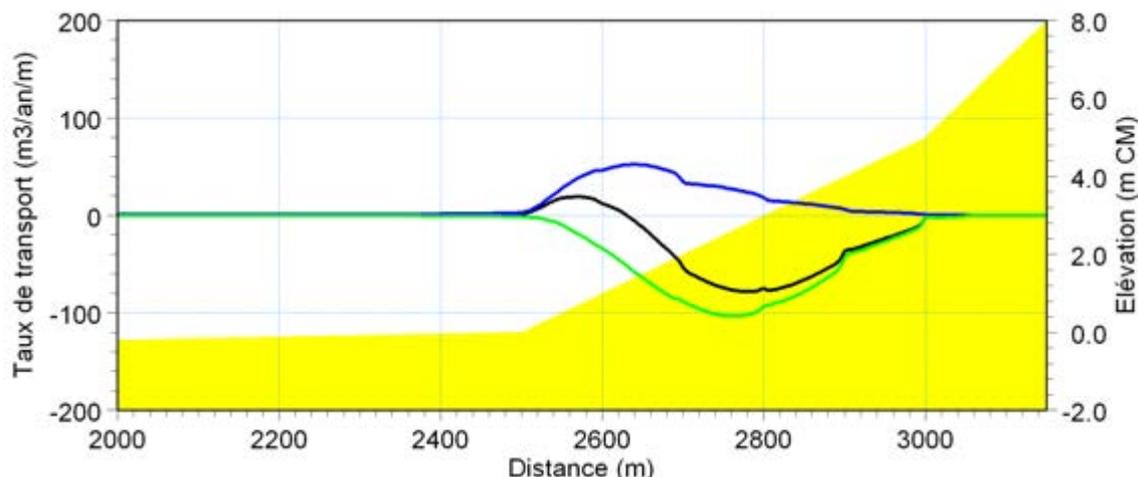


Figure B.2.14 Distribution du transport sédimentaire dans le profil pour le segment US2-B, à titre indicatif pour une orientation du trait de côte de 234° : transport net (noir), transport vers le Sud (vert) et vers le Nord (bleu) ; le profil représentatif du segment US2-B est indiqué en jaune.

Segment US2-C : Roches de la Loire – Pointe de la Fosse

La dynamique du transport net du segment US2-C suggère l'existence d'un équilibre stable de son trait de côte (cf. Figure B.2.15) : selon l'orientation du rivage, la capacité du transport net y est de l'ordre de $\pm 25\,000\text{ m}^3/\text{an}$ dans la direction Nord-Sud. Dans sa configuration actuelle, cette partie du cordon littoral serait ainsi sensiblement stabilisée. A noter qu'un évènement tempétueux peut certainement y engendrer une érosion épisodique du trait de côte. Toutefois, cette érosion résulterait d'un transport dans le profil et ainsi correspondrait à une redistribution temporaire des sédiments érodés : malgré le recul immédiat du trait de côte, le bilan sédimentaire reste nul et le profil aura tendance à se ré-équilibrer. Suite à la variabilité interannuelle du climat de houle, des fluctuations dans le sens du transport net sont probables. Toutefois, en moyenne, ce va-et-vient de sédiment dans la direction Nord-Sud ne devrait pas engendrer un changement définitif de l'orientation du trait de côte. Dans le segment US2-C, la capacité du transport brut y est de l'ordre de $50\,000\text{ m}^3/\text{an}$.

On rappelle que les résultats du segment US2-C ne sont pas valables dans l'Anse de la Guérinière (les effets de réfraction des Roches de la Loire et des îlots rocheux les Mouneries et Chabot ne sont pas pris en compte dans la modélisation de la houle) et sur l'estran très large au niveau de la Fosse (les effets de réfraction des Roches de la Fosse et du Banc de Braillard ne sont également pas pris en compte dans la modélisation de la houle). Au long du segment US2-C, bien que l'orientation du trait de côte augmente de 229° à 253° vers le Sud, on retient que les résultats sont uniquement valables pour un intervalle de l'ordre de $\pm 2^\circ$ par rapport à l'orientation moyenne de la Plage du Midi à Barbâtre, située à environ 241° .

Il convient de préciser que l'accrétion au Sud du segment US2-C (cf. Figure B.2.7) sera discutée ultérieurement dans le contexte de l'évolution du Goulet de Fromentine.

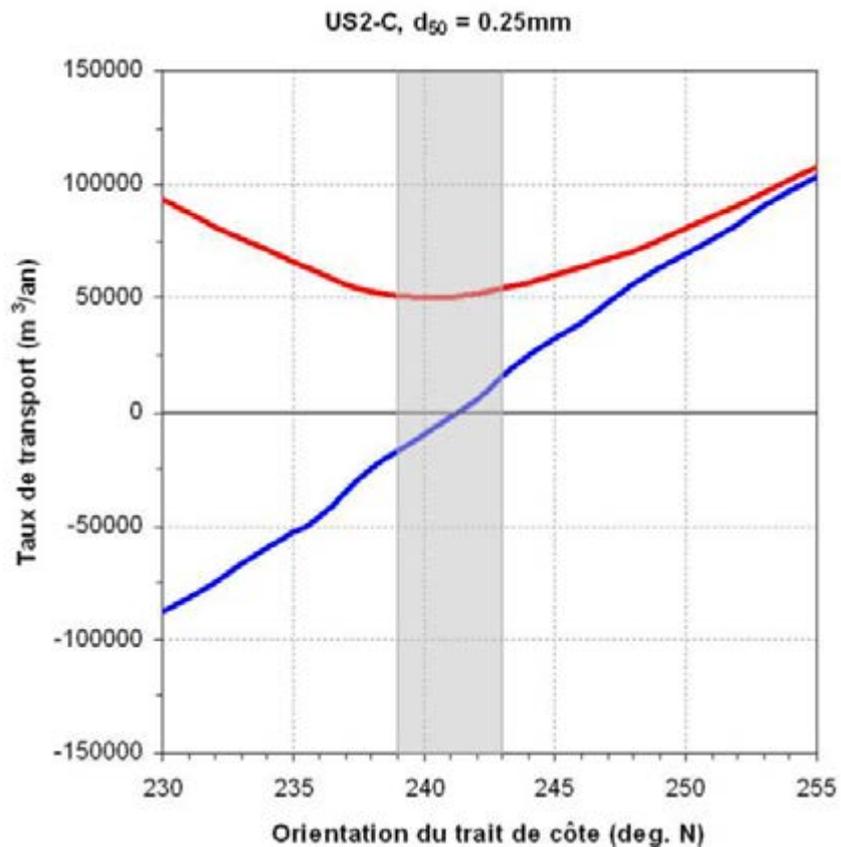


Figure B.2.15 Taux de la capacité du transport sédimentaire en fonction de l'orientation du trait de côte pour le segment US2-C : transport net (bleu) et brut (rouge) ; le transport net est positif (négatif) vers le Nord (Sud).

La distribution du transport sédimentaire dans le profil est sensiblement identique à celle du segment avoisinant au Nord (cf. Figure B.2.16) : les mouvements de sédiments sont faibles au-delà de 0 m CM et concernent le plus souvent les fonds inférieurs à +2 m CM et la largeur de la zone littorale correspondant à 90 % du transport sédimentaire y est de l'ordre de 400 m à partir du rivage.

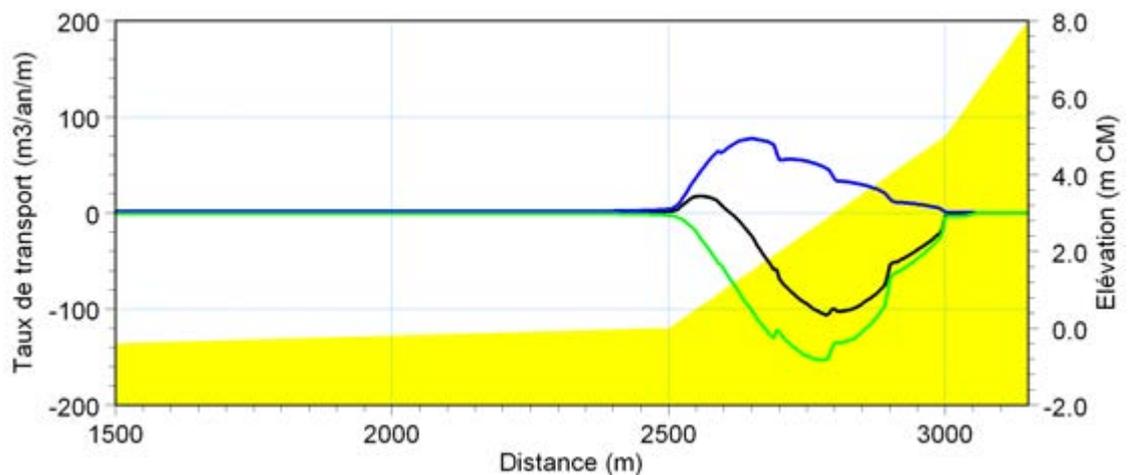


Figure B.2.16 Distribution du transport sédimentaire dans le profil pour le segment US2-C, à titre indicatif pour une orientation du trait de côte de 240° : transport net (noir), transport vers le Sud (vert) et vers le Nord (bleu) ; le profil représentatif du segment US2-C est indiqué en jaune.

2.2.5 Synthèse de la dynamique littorale de l'unité sédimentaire 2

La Figure B.2.17, page suivante, synthétise les résultats de la modélisation du transit littoral net sur l'ensemble de l'unité sédimentaire 2. Au Nord de la Pointe du Devin, le transit a une résultante portant vers le Nord, la dérive littorale y est de l'ordre de 0 à 10 000 m³/an. Dans le secteur Pointe du Devin – Roches de la Loire, le transit a une résultante portant vers le Sud avec un transit de l'ordre de 0 à 20 000 m³/an. Au niveau de la Plage du Midi à Barbâtre, le transit net aurait une résultante nulle ; toutefois selon les variations interannuelles du climat de houles, la capacité du transport net serait de l'ordre de $\pm 25 000$ m³/an dans la direction Nord-Sud.

Le transport brut le long du rivage sur l'ensemble de l'unité sédimentaire 2 est également relativement faible. Quoique légèrement plus faible au Nord de la Pointe du Devin - de l'ordre de 30 000 à 35 000 m³/an - la capacité du transport brut est constant de l'ordre de 50 000 m³/an de la Pointe du Devin à la Pointe de la Fosse.

De manière générale, suite au socle rocheux et peu profond au large de la côte Ouest de l'Île de Noirmoutier, la dynamique littorale est relativement faible. Le relief à dominance rocheuse proche du littoral assure une protection notable contre les actions des mers et houles océaniques. Les baies sableuses encadrées de pointes rocheuses seraient ainsi proches de leur configuration d'équilibre. Néanmoins, il est important de retenir que, disposant d'un stock sableux limité au fait de l'abondance des platiers rocheux, les plages du littoral Ouest de Noirmoutier sont sensibles à l'érosion.

Au Nord, les houles dominantes portant vers l'Ouest, il n'y a aucun apport de l'Est par la pointe de l'Herbaudière.

Au Sud, la singularité du goulet de Fromentine est détaillée comme suit.

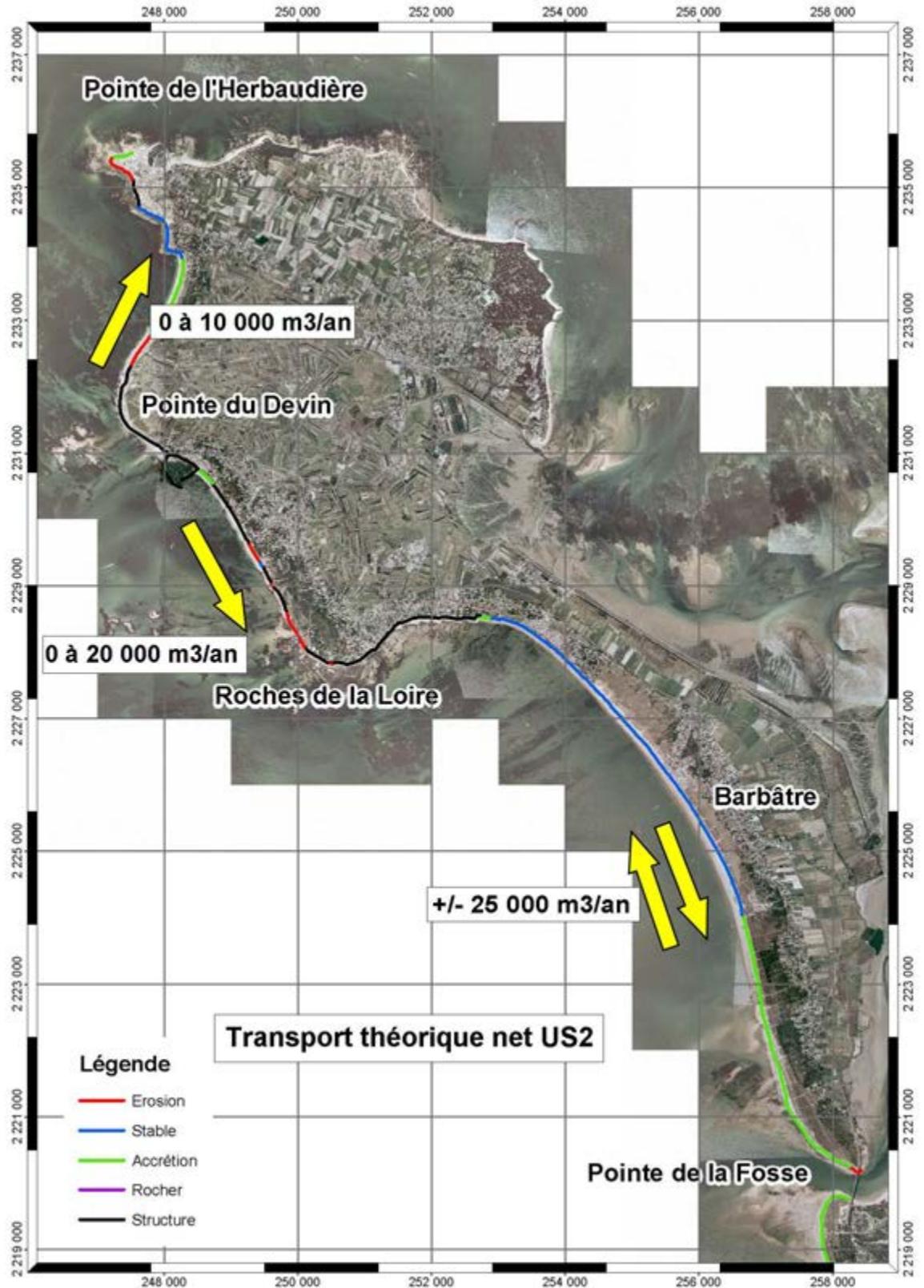


Figure B.2.17 Synthèse de la dérive littorale sur l'ensemble de l'unité sédimentaire 2.

2.2.6 Evolution du Goulet de Fromentine

Compte tenu de sa situation géographique qui lui confère un caractère pleinement maritime, la côte Ouest de Noirmoutier ne peut être considérée comme participant à la vie du système chenal - goulet – delta. Toutefois, d'un point de vue hydraulique et sédimentologique, la zone Sud de Noirmoutier (Pointe de la Fosse) peut être considérée comme ayant un rôle dans la vie de la Baie de Bourgneuf.

Le système goulet - delta - chenal constitue un système sédimentaire à la dynamique complexe dépendant des actions de l'agitation (mouvements dans le profil et transit littoral) et surtout de la circulation des eaux (sur laquelle influent la cote du Gois dans la Baie de Bourgneuf et la présence d'un fond rocheux devant le goulet – côté mer).

L'évolution du Goulet de Fromentine concerne un vaste ensemble comprenant le chenal, les fonds de la zone maritime et les secteurs des Pointes de la Fosse (extrémité Sud de l'unité sédimentaire 2) et de Notre-Dame-de-Monts (extrémité Nord de l'unité sédimentaire 3). Les processus hydrauliques et sédimentologiques concernant ces différents secteurs sont étroitement liés et nécessitent une vue globale des évolutions si l'on veut en saisir les mécanismes. Notre compréhension de l'évolution du Goulet de Fromentine est basée sur des études confiées à SOGREAH en 1989 et 1992 ayant pour objectif de comprendre la vie sédimentologique de la Baie de Bourgneuf ; une synthèse de cette évolution est présentée ci-après.

Le schéma d'évolution du chenal montre que celui-ci, historiquement, évolue entre deux positions : une Sud-Ouest et une Nord-Ouest selon le mécanisme suivant. Le jusant dominant nettement sur le flot, il s'établit au large du goulet une zone de sédimentation « delta » correspondant au dépôt des matériaux apportés dans le « jet » du jusant. On a donc formation d'une zone de barre qui tend à s'opposer à l'écoulement des eaux du chenal, et ce d'autant plus que la barre s'élève. Par ailleurs, des bancs sableux de la zone de la Barre de Monts se propagent vers le Nord et tendent à repousser le chenal aussi vers le Nord (c'est ce que l'on constate actuellement). Au total, le chenal ayant du mal à s'écouler vers le Sud (du fait de la barre) et poussé par des bancs du Sud cherche une autre voie et, peu à peu, est dévié vers le Nord avec colmatage de l'ancien chenal, érosion de l'ancien delta, érosion des fonds au fur et à mesure de la progression du chenal vers le Nord. Finalement, le chenal arrive dans une position Nord extrême qui est limitée par les Roches de la Fosse. C'est dans cette situation que s'est trouvé le chenal depuis la fin du siècle dernier jusque vers 1960 (cf. la disposition changeante du delta illustrée dans la Figure B.2.18).

Une extraction de sables de l'ordre de 100 000 m³/an est menée au niveau du Goulet de Fromentine. Comme on l'a vu, il est reconnu que le secteur goulet – delta – chenal a des évolutions liées à celles du chenal se déplaçant entre le Nord-Ouest et le Sud-Ouest. Cette extraction annuelle serait donc plutôt un dragage d'entretien par souci de fixer des voies navigables dans un chenal naturellement migrationnel, qu'un véritable apport de sédiment de l'extérieur du système goulet - delta - chenal. Il est ainsi difficile de se servir de ce volume d'extraction comme donnée de calage pour le transit du littoral avoisinant.

Il est évident que la mobilité des fonds, du chenal et du littoral avoisinant (Pointe de la Fosse au Nord et Pointe de Notre-Dame-de-Monts au Sud) est une caractéristique essentielle de cette zone et que l'évolution du chenal est étroitement corrélée avec ces

processus sédimentaires. Il faudrait recourir à une étude numérique véritablement bidimensionnelle de la courantologie, de la propagation de la houle et du transport sédimentaire pour tenter d'élucider les multiples problèmes hydrauliques et sédimentologiques que pose le système complexe goulet – delta - chenal.

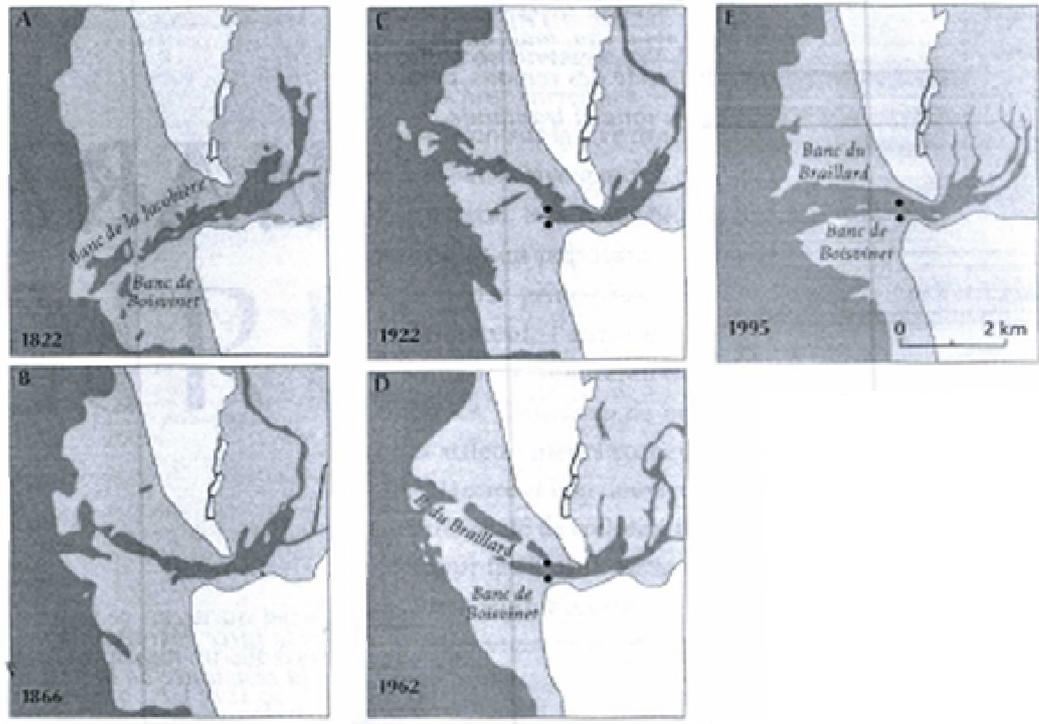


Figure B.2.18 Evolution du delta sous-marin du delta de Fromentine de 1822 à 2002 ; modifié d'après la Fig. 9.39 extraite de l'ouvrage "Marais Breton et La Baie de Bourgneuf".

2.3 **Scénario d'évolution du trait de côte**

On rappelle que face à la réduction de la fiabilité de l'évolution future des agents morphodynamiques – en l'occurrence, le climat de vent et de houle – avec une échéance croissante, seules les prévisions de l'évolution du trait de côte à court terme sont détaillées ci-dessous au niveau de l'unité sédimentaire, alors que pour le moyen et long terme, une évaluation de l'impact de la variabilité des phénomènes océano-météorologiques qui agissent sur la dynamique littorale, sur l'évolution à moyen et long terme a été menée au chapitre A-3.3.3.

La mobilité du trait de côte de l'unité sédimentaire 2 en 2027 par rapport au trait de côte en 2001 est indiquée sur la Figure B.2.19. Des zooms rapprochés sur des tronçons de littoral dynamiques sont fournis de la Figure B.2.20 à la Figure B.2.27.

L'évolution du trait de côte à 50 ans indiqué sur les cartes à suivre est fourni à titre indicatif si les facteurs océano-météorologiques qui agissent sur la morphologie littorale n'évoluaient plus durant les 50 années à venir – ce qui paraît fort peu probable.

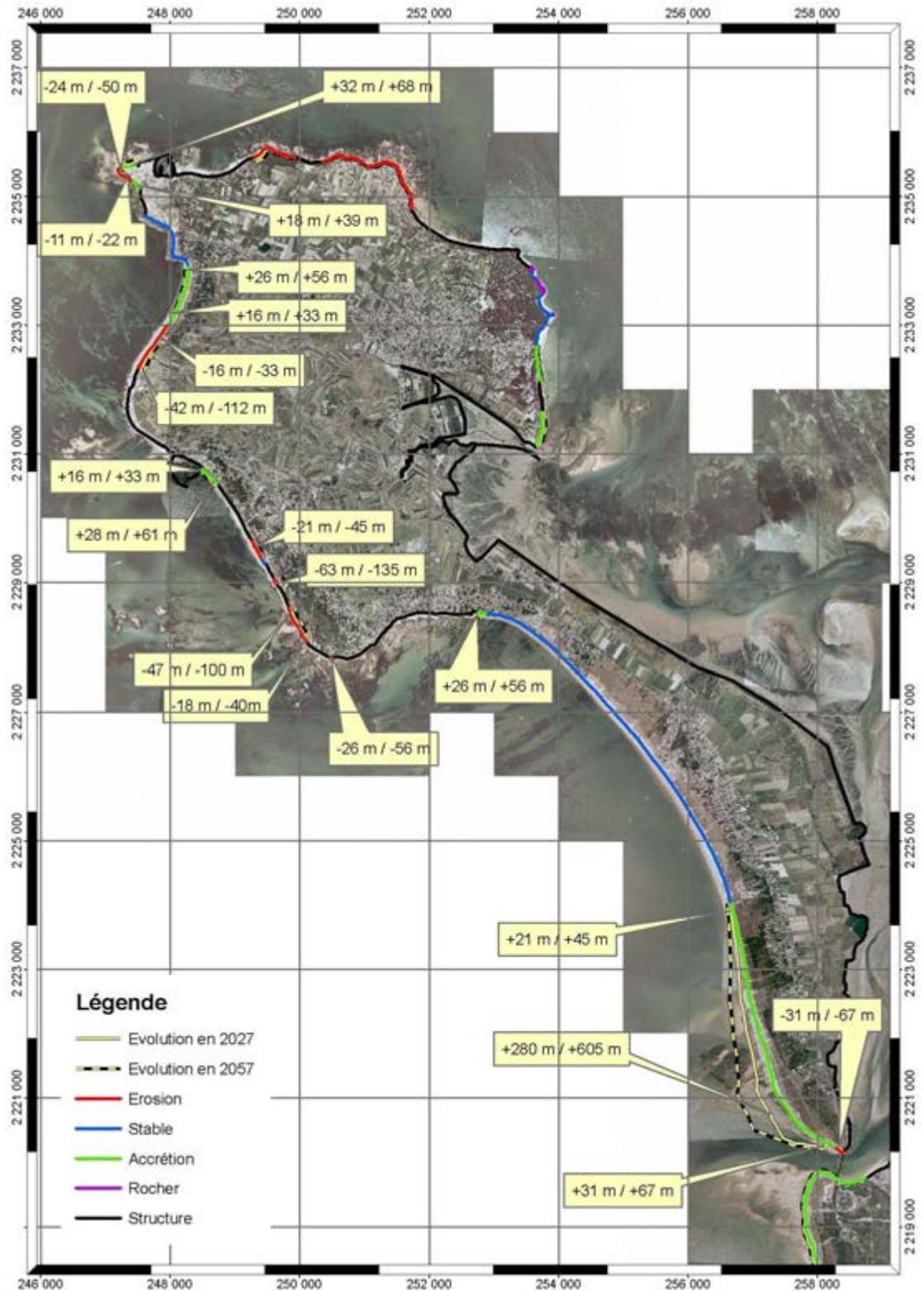


Figure B.2.19 Scénario d'évolution du trait de côte de l'unité sédimentaire 2 à court terme : mobilité du trait de côte en 2027 par rapport au trait de côte de 2001. **ATTENTION : cette évolution est basée sur la comparaison des orthophotos IGN de 1975 et 2001 ; elle ne tient pas compte des récents ouvrages réalisés sur le mouillage de Morin.**

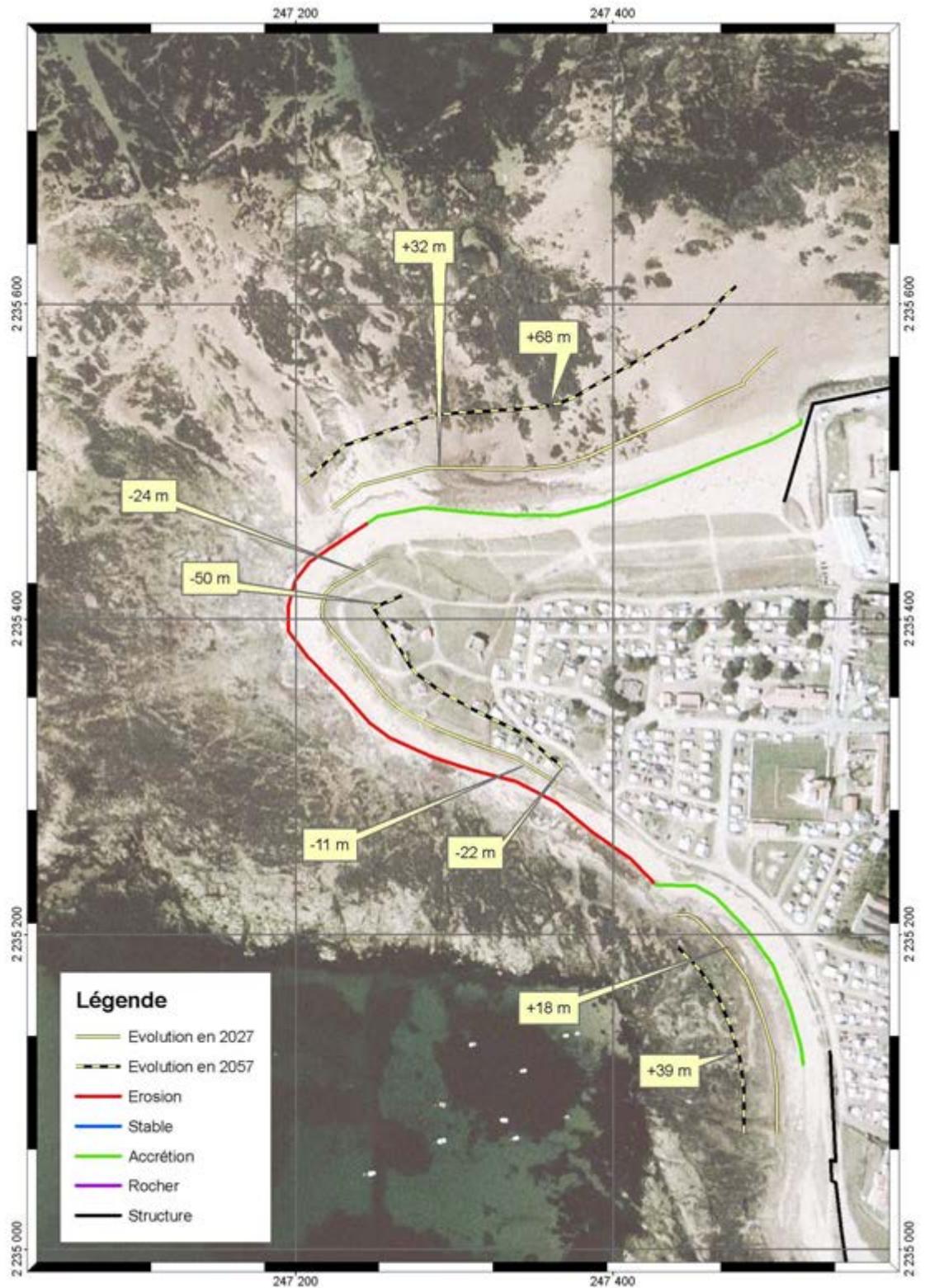


Figure B.2.20 Scénario d'évolution du trait de côte à la Pointe de l'Herbaudière à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.

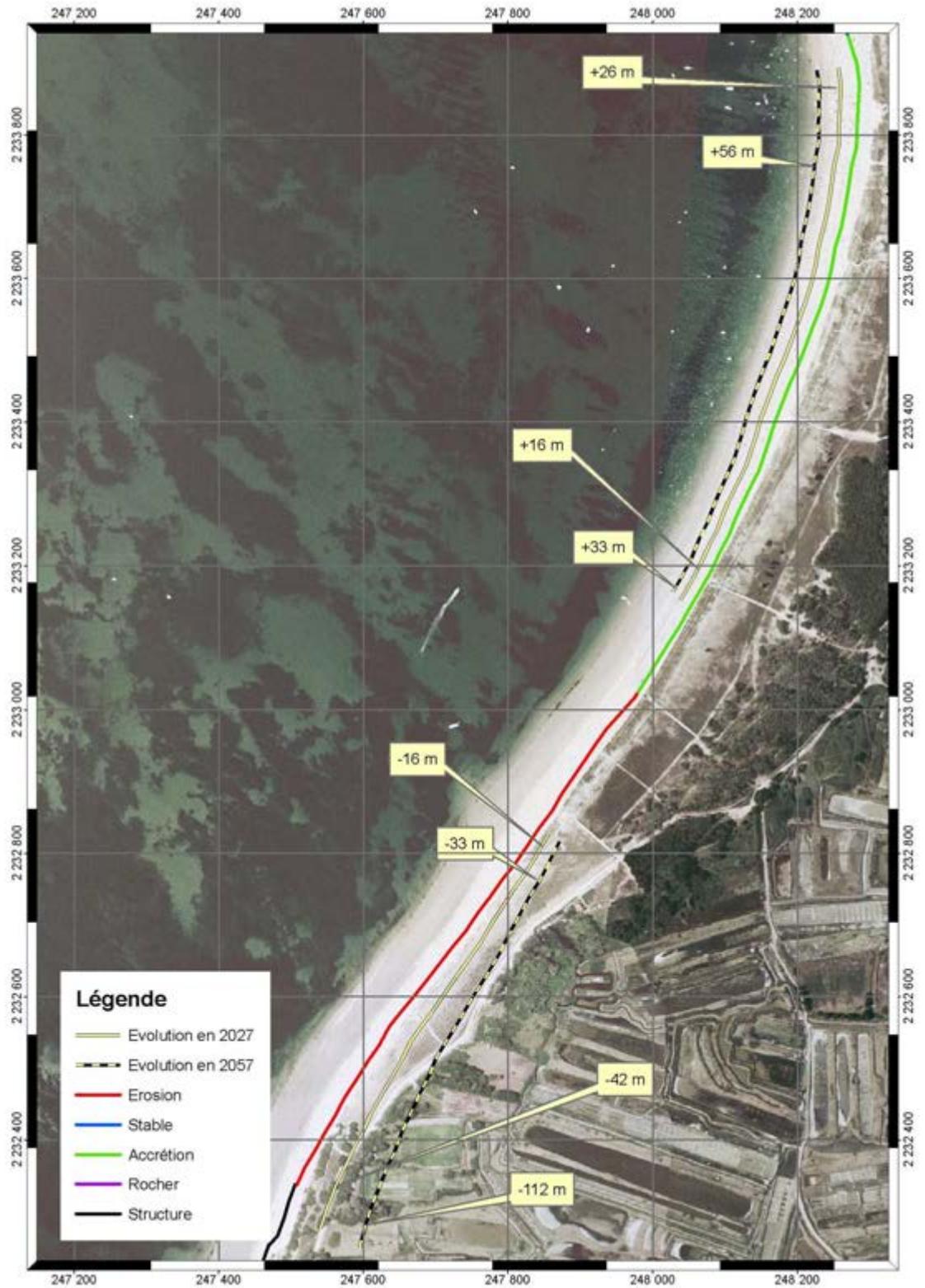


Figure B.2.21 Scénario d'évolution du trait de côte de la plage de Luzérone à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.

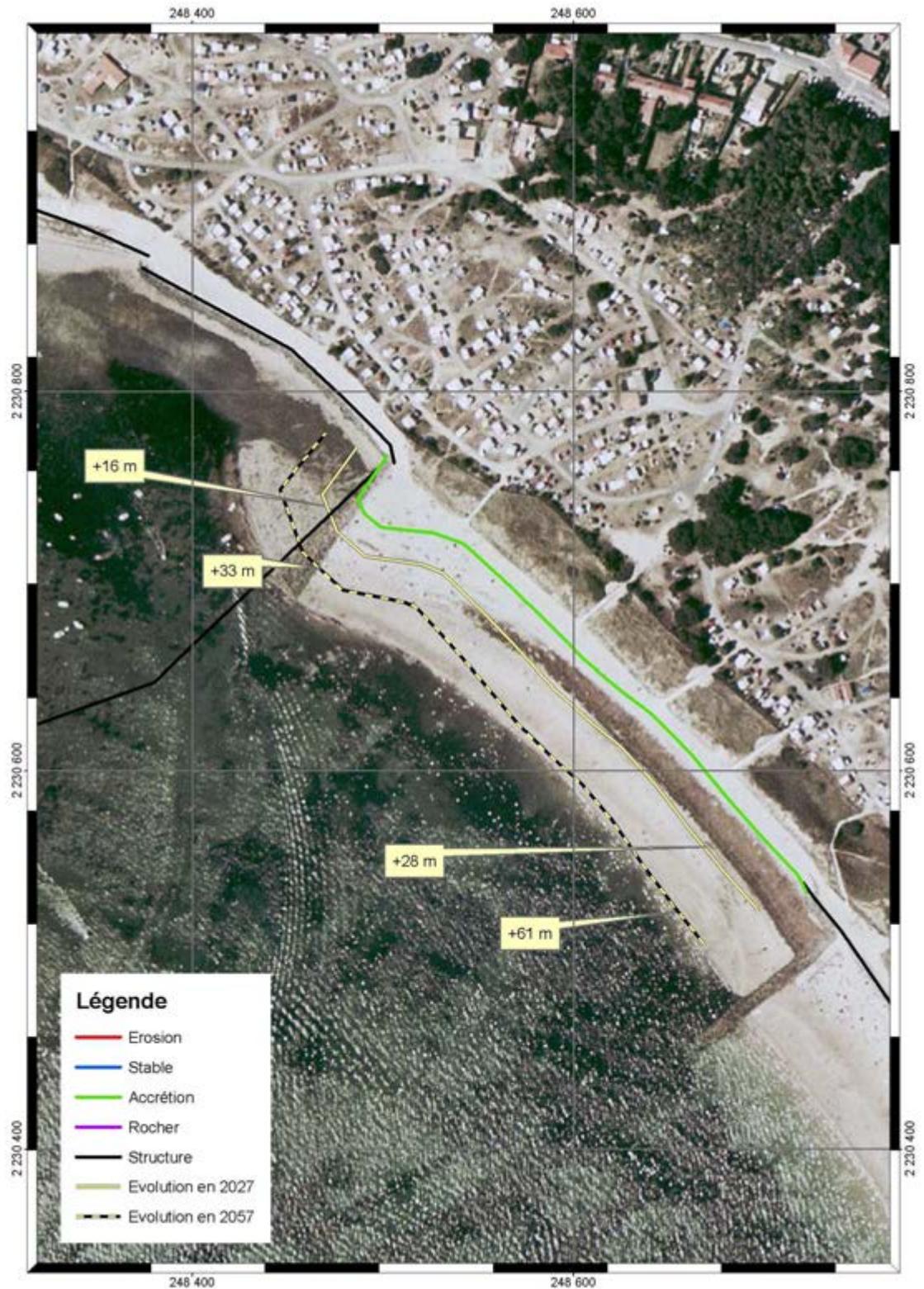


Figure B.2.22 Scénario d'évolution du trait de côte au sud du port du Morin à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027. **ATTENTION : cette évolution est basée sur la comparaison des orthophotos IGN de 1975 et 2001 ; elle ne tient pas compte des récents ouvrages réalisés sur le mouillage de Morin.**



Figure B.2.23 Scénario d'évolution du trait de côte de la plage de l'Epine à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.

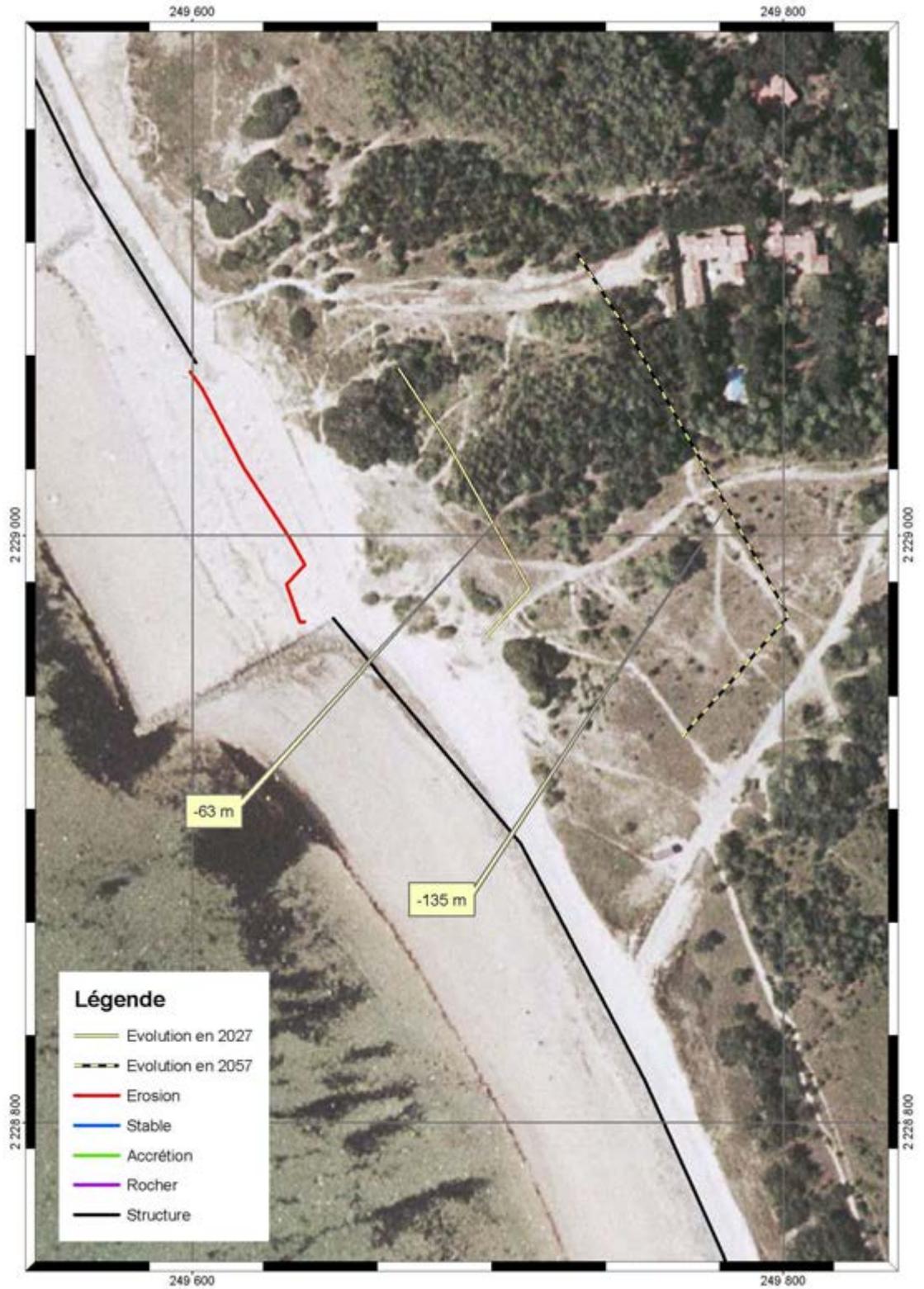


Figure B.2.24 Scénario d'évolution du trait de côte au Nord de la plage des Eloux à court terme :
 localisation du trait de côte en 2001 et 2027.

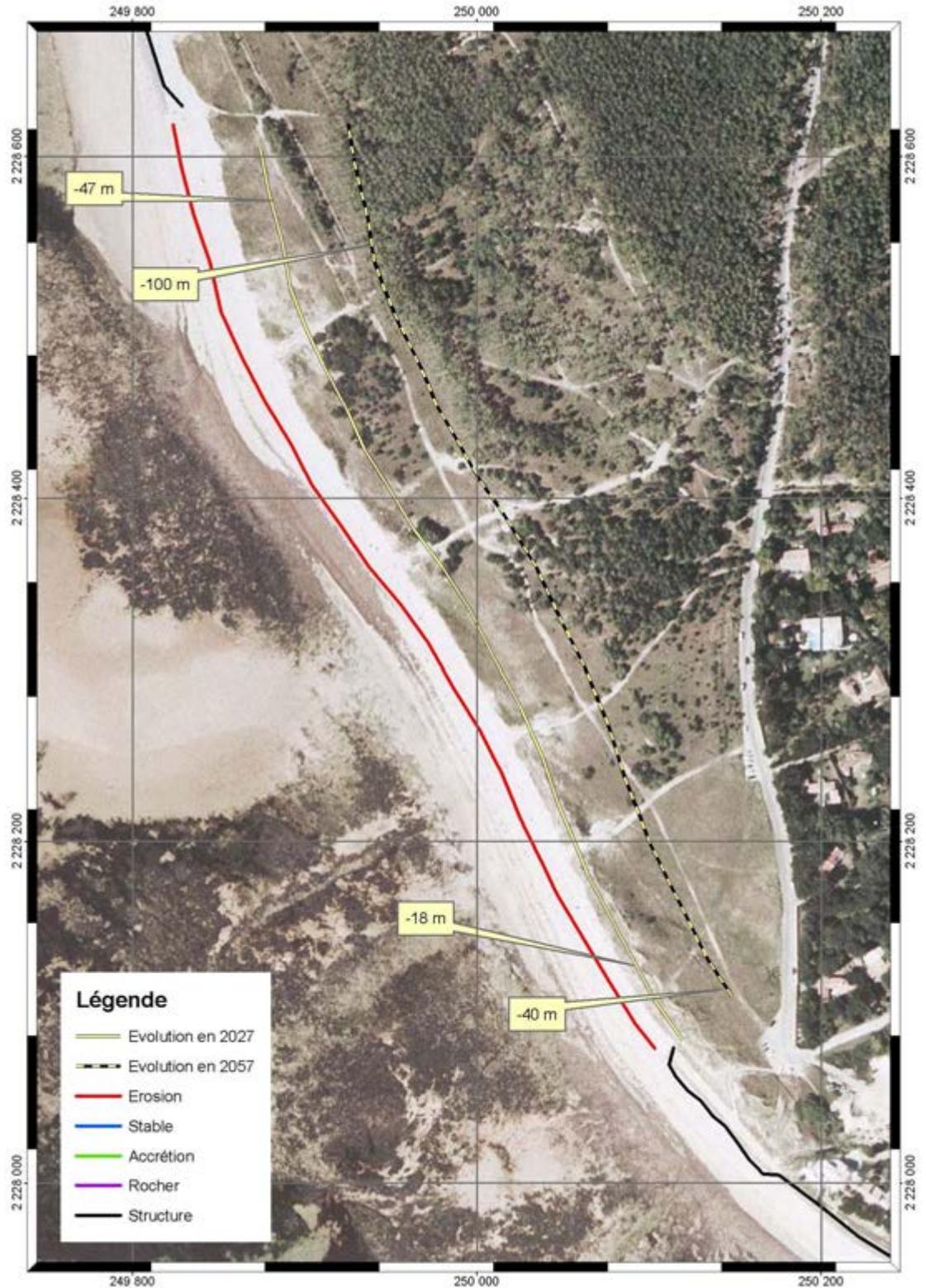


Figure B.2.25 Scénario d'évolution du trait de côte au Sud de la plage des Eloux à court terme :
 localisation du trait de côte en 2001 et 2027.

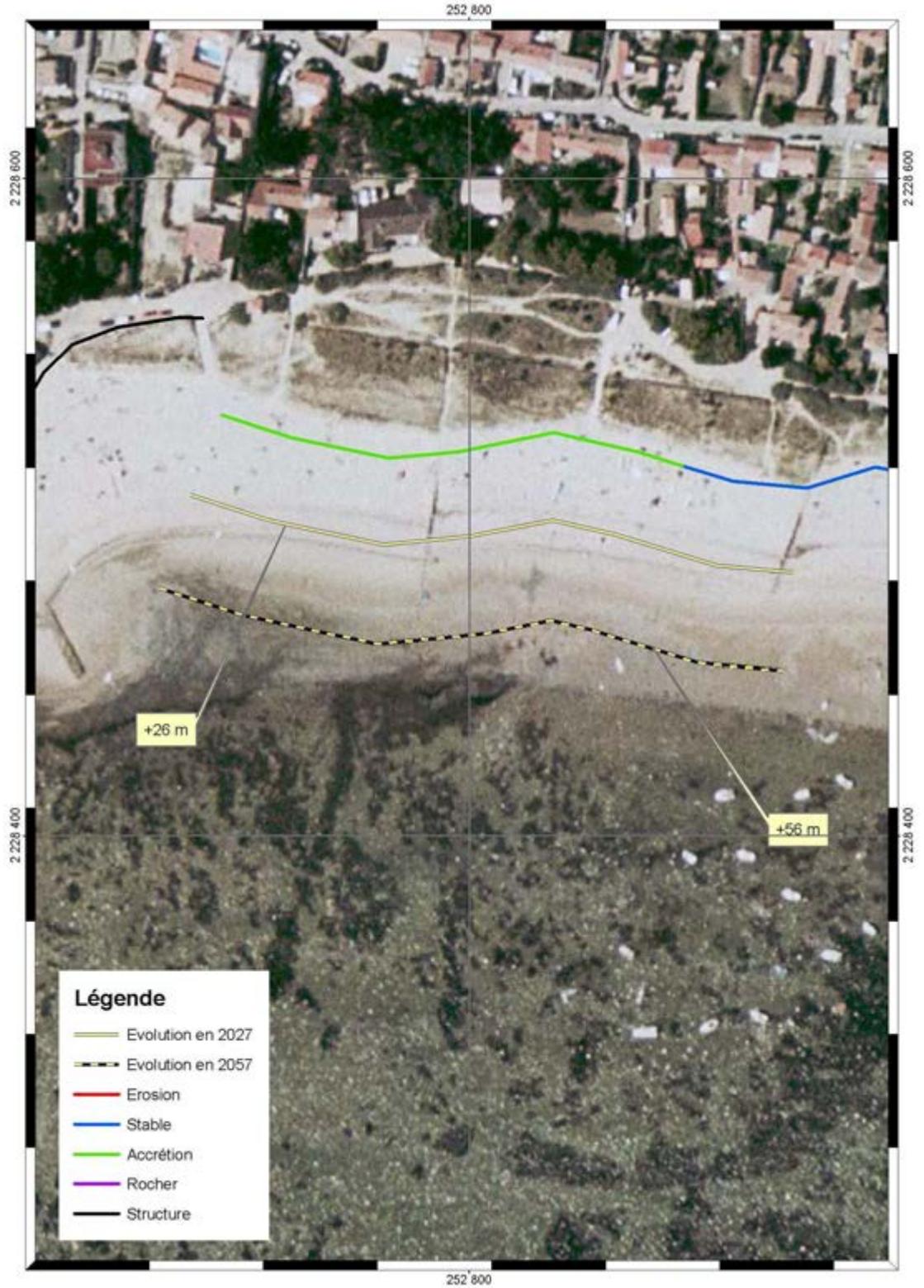


Figure B.2.26 Scénario d'évolution du trait de côte de la Guérinière à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.

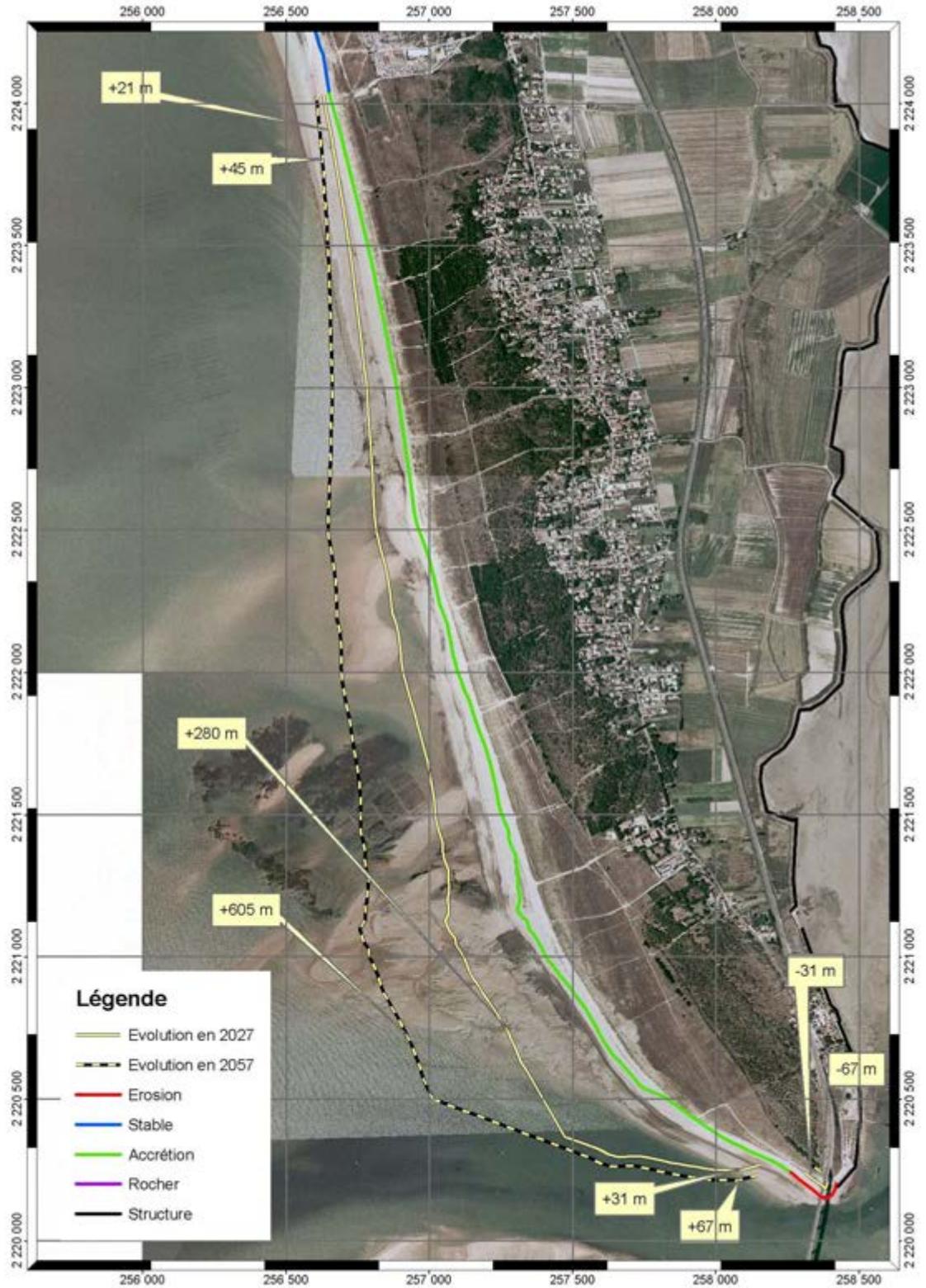


Figure B.2.27 Scénario d'évolution du trait de côte de la plage de la Fosse au goulet de Fromentine à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.

2.4 Objectif des ouvrages de protection en place

Une cartographie des protections en place a été établie à l'échelle de l'unité sédimentaire. Cette carte, recensant les divers systèmes de protection en place, est associée à un tableau présentant une évaluation de leur efficacité actuelle. L'évaluation des ouvrages menée ci-après peut servir à la justification de leur présence mais ne représente pas une évaluation de leur état structurel. Ainsi, la question de leur devenir, voire de leur entretien n'est pas posée quel que soit le degré d'efficacité et de détérioration en ce qui concerne les ouvrages les plus endommagés. A noter que cette évaluation a le caractère de note de synthèse des tendances sur l'usage et l'efficacité de ces ouvrages.

L'évaluation des ouvrages de protection en place est menée selon la classification tenant compte de l'objectif de l'ouvrage en place et d'atteinte de l'objectif avec des effets plus ou moins indésirables. De façon générale, les types d'ouvrage de protection les plus fréquents sur la côte vendéenne interviennent sur le transit littoral ou sur le trait de côte ; en l'occurrence, sur le littoral de l'unité sédimentaire 2, il s'agit d'épis et d'ouvrages longitudinaux, tels que perrés et digues respectivement. Pour ces types d'ouvrage, la classification est plus détaillée ci-dessous.

Dans cette étude, l'efficacité d'un épi est évaluée par rapport à sa capacité à intercepter une partie de la dérive littorale. Un épi efficace est donc capable de maintenir une accumulation de sédiments à l'amont de celui-ci ; si la plage à l'amont est stabilisée, l'épi est efficace malgré un éventuel *by-pass* de sédiments vers l'aval. A l'opposé, un épi non-efficace est incapable d'intercepter des sédiments en transit ; celui-ci est donc perméable et permet une fuite de sédiments alimentant la dérive littorale. Il faut noter ici qu'un épi est jugé efficace malgré d'éventuels effets non désirables comme un risque d'érosion accentuée de l'estran au niveau du musoir et du trait de côte à l'aval de celui-ci. De plus, dans le contexte de la présente expertise, même si la configuration d'un épi est uniquement capable de stabiliser le haut estran, celui-ci est jugé efficace ; ainsi, un épi de faible longueur par rapport à la largeur de la zone littorale, mais, néanmoins capable d'intercepter une faible partie de la dérive littorale, est jugé efficace.

L'efficacité d'un perré est évalué par rapport à son imperméabilité d'un point de vue hydrosédimentaire et ainsi par rapport à sa capacité à maintenir le trait de côte à une position fixe. Généralement établi sur un tronçon de plage à tendance érosive, un perré est donc efficace si le recul du trait de côte sur ce tronçon est arrêté ; essentiellement, par sa présence, un perré est toujours efficace si celui-ci n'est pas endommagé. A l'opposé, un perré est non-efficace s'il permet une fuite de sédiments vers l'estran engendrant des points d'affouillement en arrière de l'ouvrage. Attention de noter qu'un perré est jugé efficace malgré d'éventuels effets non désirables comme un risque d'affouillement à la base de l'ouvrage et un risque d'érosion accentuée du trait de côte à l'aval de celui-ci.

Sur la côte vendéenne, des successions d'ouvrages sont fréquentes ; le rapprochement de ces ouvrages permet généralement d'en évaluer l'efficacité pour l'ensemble de ceux-ci. Il est important de souligner qu'une batterie d'ouvrages efficaces, qu'il s'agisse d'une série d'épis ou de perrés, peut donner un sentiment d'efficacité vu la fixation du trait de côte dans l'immédiat. Or, vu que ni l'épi ou le perré ont un impact sur la houle incidente, les conditions de forçage à la côte ne sont pas atténuées et l'aléa érosion reste inchangé. Ainsi, si un gradient de transport sédimentaire existe le long d'une zone

littorale dont le trait de côte est efficacement stabilisé par une batterie d'ouvrages, on peut observer un abaissement progressif de l'estran malgré la position fixe du trait de côte.

Un recensement des divers systèmes de protection en place sur le littoral de l'unité sédimentaire 2 est illustré sur la Figure B.2.28 et la Figure B.2.29 ; l'évaluation de leur efficacité actuelle est présentée dans le tableau suivant :

Tableau B.7: Tableau de l'évaluation de l'objectif des ouvrages de l'US2 face à la dynamique sédimentaire

Localisation	Commune	Type d'ouvrage	Objectif de l'ouvrage	Atteinte de l'objectif
L'Herbaudière	Noirmoutier-en-l'Île	Enrochement, longueur de 400m	Maintenir le trait de côte	Oui
Luzéronde	Noirmoutier-en-l'Île	Enrochement, longueur de 4 et 9m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage de Luzéronde Sud	Noirmoutier-en-l'Île	Pieux hydrauliques en bois, longueur de 320 m	Réduire les courants	Pieux transversaux:oui Pieux latéraux: expérimentation en cours
Plage de Luzéronde Sud	Noirmoutier-en-l'Île	Perré maçonné, longueur de 350 m	Maintenir le trait de côte	Oui
Pointe du Devin	Noirmoutier-en-l'Île L'Epine	Batterie de 13 épis dont certains en bois, longueur de 50 à 100m	Maintenir le trait de côte	Epis en bois: non Epis en pierres maçonnées: oui
Pointe du Devin	Noirmoutier-en-l'Île L'Epine	Perré maçonné, longueur de 200m Enrochement, longueur de 15m	Maintenir le trait de côte	Oui Oui
Port du Morin	L'Epine	Enrochement, longueur 650 et 310m	Réduire l'agitation portuaire	Oui
Plage de la Bosse Plage de l'Epine	L'Epine	Enrochement, longueur 1060m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage de la Bosse Plage de l'Epine	L'Epine	Batterie de 7 épis, longueur 60 à 100m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage des Eloux	L'Epine	Enrochement, longueur 760m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage des Eloux	L'Epine	Batterie de 3 épis, longueur 60 à 100m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage des Eloux	L'Epine	Pieux hydrauliques, longueur de 350m	Réduire les courants	Pieux transversaux:oui Pieux latéraux: expérimentation en cours
Roches de la Loire	La Guérinière	Enrochement, longueur 460m	Maintenir le trait de côte	Oui
Roches de la Loire	La Guérinière	Perré maçonné, longueur 650m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage de la Cantine	La Guérinière	Batterie de 13 épis, longueur de 30 à 120m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage de la Cantine	La Guérinière	Enrochement, longueur de 5 et 40m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage de la Cantine	La Guérinière	Perré maçonné, longueur de 130 et 7200m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage du Midi	Barbâtre	Enrochement, longueur de 70m	Maintenir le trait de côte	Oui

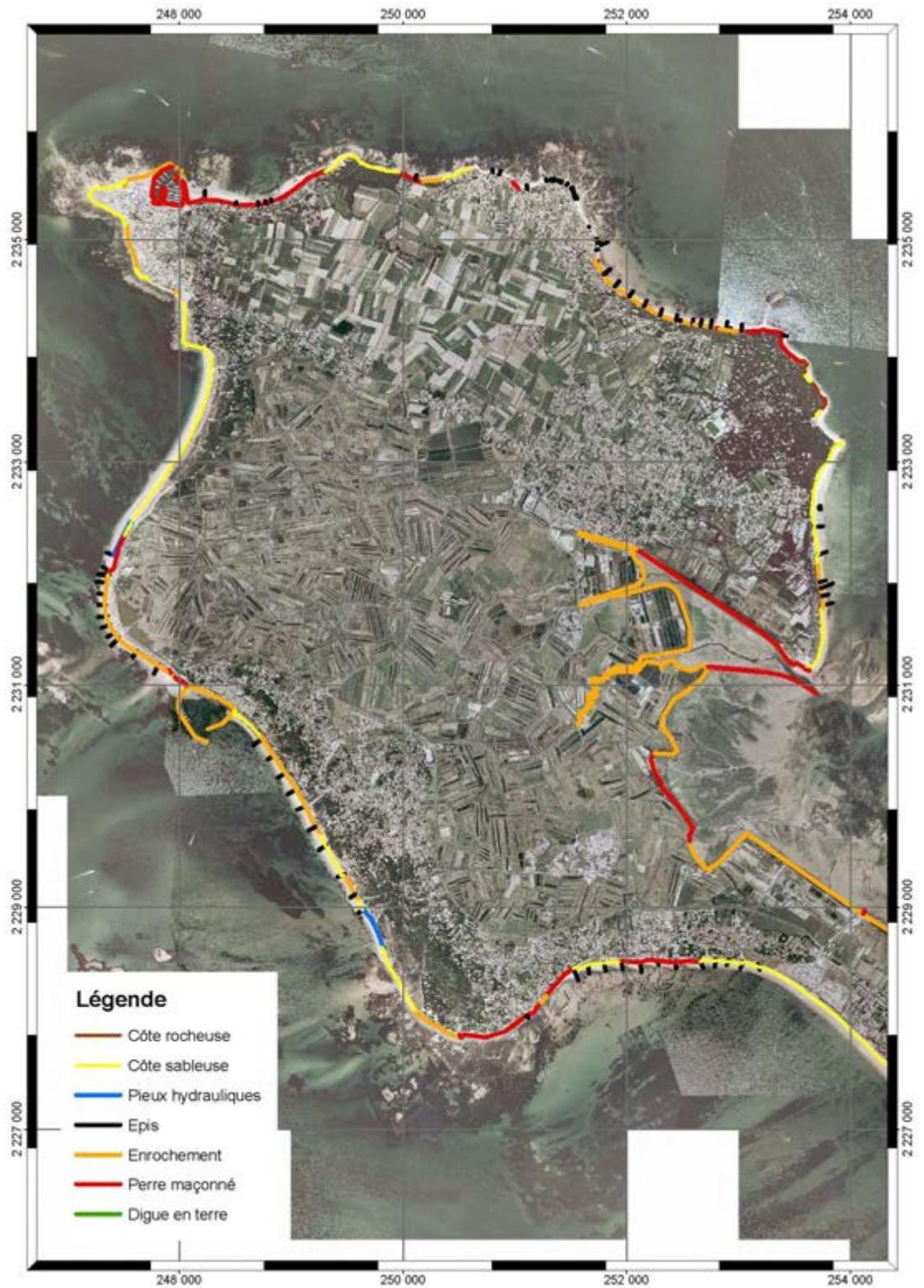


Figure B.2.28 Cartographie des ouvrages sur l'unité sédimentaire 2

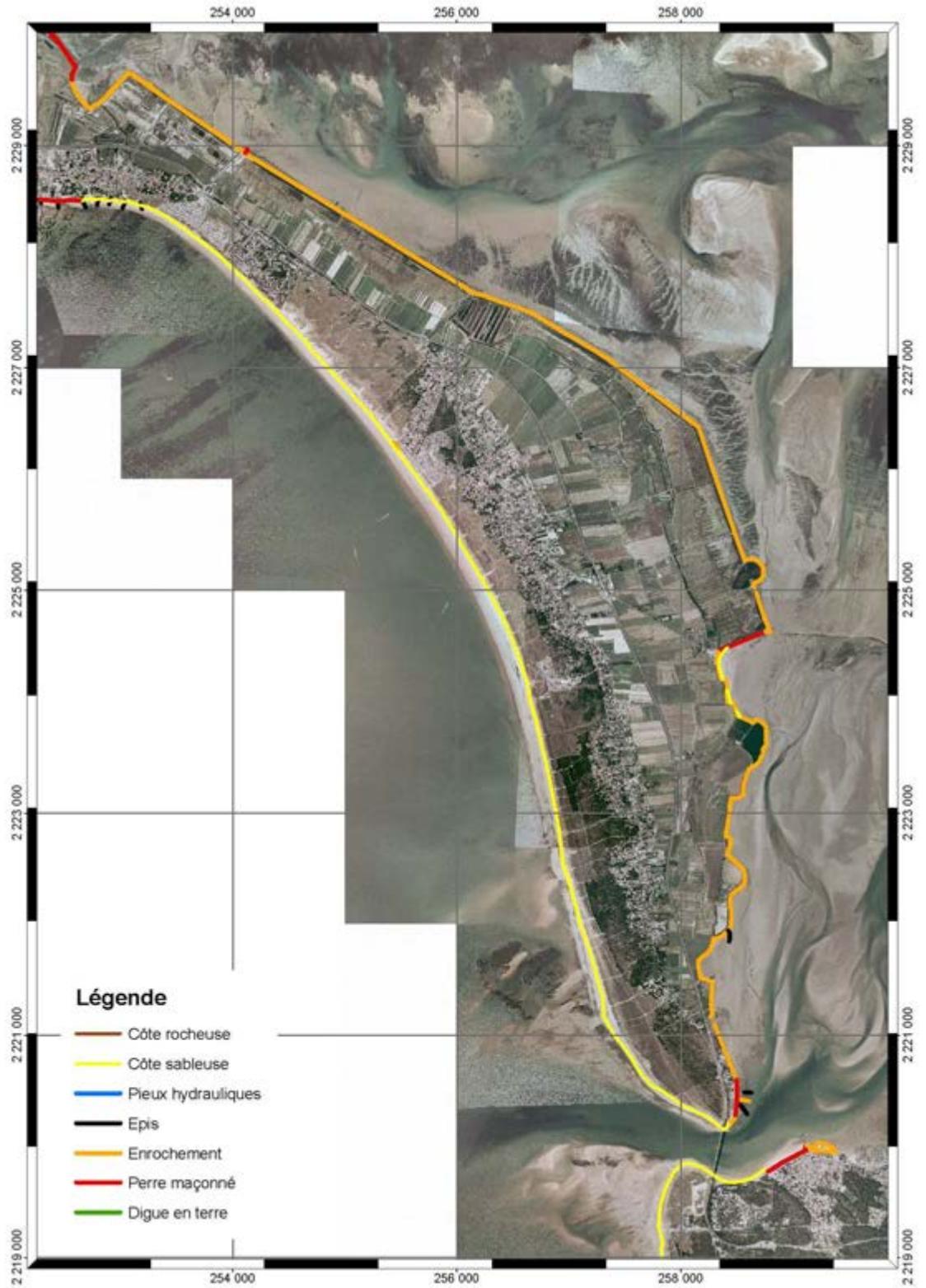


Figure B.2.29 Cartographie des ouvrages sur l'unité sédimentaire 2

2.5 Aléas et enjeux

Les enjeux sont cartographiés sur l'ensemble de l'île de Noirmoutier et classés en 3 thématiques :

- Activités économiques : le port de l'Herbaudière constitue la limite Nord de l'Unité. Outre la zone commerciale située entre l'Épine et la Guérinière, les principales activités économiques sont liées au tourisme avec les campings-caravanings et à l'agriculture avec l'élevage, les marais salants et la conchyliculture.
- Habitat / Equipement : les principaux pôles urbains sont l'Herbaudière, l'Épine, la Guérinière, Barbâtre et la Fosse, où l'urbanisation est dense. Ils sont desservis par les 2 principaux axes de communication, la D38 et la D938. Une station d'épuration se situe dans les terres, près des Marais Chessé.
- Qualité du patrimoine naturel et culturel : la frange littorale présente une grande diversité naturelle avec des forêts domaniales, des sites classés, des espaces naturels sensibles et de nombreuses zones Natura 2000.

Cette cartographie à l'échelle de l'unité sédimentaire 2 permet de visualiser les différents types d'enjeux selon les secteurs géographiques. Les informations représentées sont notamment issues de la BD Topo de l'IGN, de l'IPLI2000 et de la DIREN, de la DDE.

Concernant les aléas d'érosion, l'unité 2 a été découpée en 3 segments cohérents en fonction de l'homogénéité des contours bathymétriques afin de respecter l'hypothèse de linéarité du modèle LITPACK. La modélisation numérique a permis de quantifier les taux de transport sur chaque segment US2-A, US2-B et US2-C ainsi que la direction du transport net. Chaque sous-secteur est ensuite analysé suivant la nature de son trait de côte (côte sableuse, côte rocheuse ou côte artificielle).

L'analyse des photos aériennes de 1975 et 2001 fait apparaître les grandes tendances des secteurs en érosion / accrétion ou stables. Le Sud de la pointe de l'Herbaudière, le Sud de la plage de Luzéronde et la plage de l'Épine sont en érosion avec des reculs de -0,7 à -2,4 m/an. Le Nord de la plage de Luzéronde est en accrétion au rythme moyen de +0.8 m/an ainsi que la pointe de la Fosse qui avance à +8.4 m/an pour le secteur le plus prononcé. La longue plage de sable entre Barbâtre et la Guérinière est relativement stable. À noter que cette analyse n'est valable que pour les portions de côte sableuse. L'évolution des côtes rocheuses est difficilement analysable par photos aériennes, leur trait de côte est généralement stable. L'analyse des côtes structurées par contre ne nous renseigne pas sur la tendance à l'érosion étant donné leur caractère artificiel. Les différents ouvrages longitudinaux fixent bien le trait de côte mais ne résolvent pas le problème d'érosion.

Les surfaces de submersion sont calculées sur chaque unité sédimentaire suivant leur origine : la submersion des marais au Nord de l'île sur 1180 ha avec un aléa faible à moyen a été comptabilisée sur l'Unité 2. Cependant l'origine de cette submersion pourrait être la pointe du Devin comme le port de Noirmoutier. Au total on compte 1663 ha de terres submergées dont 30 ha avec un aléa fort, 510 ha avec un aléa fort à moyen et 1123 ha avec un aléa faible à moyen.

Le Tableau B.8 fait la synthèse par secteur des aléas et des enjeux de l'unité sédimentaire 2. Noter que lorsque le trait de côte est indiqué comme structuré cela ne veut pas dire qu'il n'y a pas de phénomène d'érosion. Le littoral a été structuré afin que la ligne de rivage reste fixe mais il peut subsister un transport sédimentaire déficitaire qui engendre une érosion de l'estran et des fonds, et peut être problématique notamment devant les ouvrages où il est responsable d'affouillements.

Tableau B.8 : synthèse des aléas et des enjeux sur l'U.S. 2

Secteur		Nature du trait de côte	Aléa		Enjeux		
			Nature	Degré	Activités économiques	Habitat et Equipement	Qualité du Patrimoine
US2-A	Pointe de l'Herbaudière	Dune	Evolution du trait de côte	accrétion / érosion	port, camping La Pointe	urbanisation dense	forêt domaniale
			Submersion	néant			
	Plage de Luzérondo	Dune	Evolution du trait de côte	accrétion / érosion	néant	urbanisation diffuse	site classé
			Submersion	néant			
	Pointe du Devin	Enrochement	Evolution du trait de côte	structuré			
			Submersion	fort sur 15 ha	camping de la Bosse	urbanisation diffuse	
				moyen à fort sur 36 ha + 58 ha + 96 ha	élevage et salines		
				faible à moyen sur 1180 ha dans les marais		axe de communication	Natura 2000
US2-B	Plage de l'Epine, Plage des Eloux	Perré et Dune	Evolution du trait de côte	structuré / érosion		urbanisation dense à diffuse	espace naturel sensible + Natura 2000
			Submersion	néant			

Secteur		Nature du trait de côte	Aléa		Enjeux		
			Nature	Degré	Activités économiques	Habitat et Equipement	Qualité du Patrimoine
US2-C	Plage de la Cantine, La Guérinière	Perré	Evolution du trait de côte	structuré	conchyliculture		
			Submersion	fort sur 15 ha	zone commerciale	urbanisation dense à diffuse	forêt domaniale
		moyen à fort sur 227 ha					
	Plage des Sables d'Or, Plage du Midi	Dune	Evolution du trait de côte	stable	conchyliculture		espace naturel sensible, Natura 2000
			Submersion	moyen à fort sur 33 ha	camping La Sourderie, le Caravan'île	urbanisation dense	
	Plage de la Fosse	Dune	Evolution du trait de côte	accrétion	conchyliculture	urbanisation dense à diffuse	forêt domaniale Natura 2000
Submersion			néant	stationnement de caravanes			

B.3 LE LITTORAL DE FROMENTINE A SAINT-GILLES-CROIX-DE-VIE (U.S.3)

3.1 Description morphologique

3.1.1 Le cadre géologique et géomorphologique

C'est sur le platier calcaire du Pont d'Yeu que se sont ancrées et développées, au cours de la transgression flandrienne, deux flèches sableuses qui forment aujourd'hui la frange littorale qui borde au Sud-Ouest le marais breton, sur 26 km (S. Tenaud-Caille, 1997).

Les dunes reposent sur des cordons littoraux quaternaires, faits d'un matériel grossier, recouvrant des formations éocènes. Une grande partie d'entre elles s'élèvent jusqu'à 20 m. L'installation de ces dunes a débuté vers 4500 ans avant notre ère (BCEOM / Antea).

Tous ces sables dunaires sont des mélanges de sables remaniés crétacés, éocènes et pliocènes, provenant du bassin de Challans. L'origine de ces sables provient :

- d'une part, des grands épisodes fluviaux parvenus à la mer en période de bas niveau marin et en milieu périglaciaire,
- d'autre part, des apports sableux de la Loire et ses affluents, qui ont été refoulés vers la côte. La présence des minéraux lourds (augite, hornblende, grenat) témoigne de cette origine.



Figure B.3.1: Le littoral de Fromentine à Saint-Gilles-Croix-de-Vie

A partir du bourg de Notre-Dame-de-Monts jusqu'à Fromentine, le cordon dunaire s'étend, selon une direction Sud-Nord, sur 8 km. L'épaisseur de ce cordon atteint 700 mètres au niveau de la plage du Pont d'Yeu et 2 km au niveau de la Parée Garnier et de la Barre de Monts. Son altitude atteint 15 m au Nord de la Parée Grollier.



Figure B.3.2: Le cordon dunaire entre Fromentine et Notre-Dame-de-Monts (source : Google Earth)

On note que sous l'influence d'un transit littoral portant vers le Sud, le long de l'île de Noirmoutier, la Pointe de la Fosse se prolonge dans cette direction (avancée de l'ordre de 400 m depuis 1700) tandis que la Pointe de Notre Dame de Monts a, au contraire, tendance à progresser vers le Nord-Ouest (Sogreah, 1989).

Entre les 2 systèmes, la Baie de Bourgneuf communique avec la mer par le goulet de Fromentine, zone de forts courants où se sont développés d'importants bancs sableux.

Entre les affleurements rocheux de la Pointe de Notre-Dame-de-Monts et la corniche de Sion s'étend une plage longue de 17 km, d'orientation générale Nord-Ouest – Sud-Est.



Figure B.3.3: Le cordon dunaire au niveau de La Pège (source : Google Earth)

En arrière du rivage, le cordon dunaire se développe sur une largeur maximale de 3 km (au niveau de Saint-Jean-de-Monts). Il atteint une hauteur le plus souvent d'une dizaine de mètres et rarement plus de 15 à 20 mètres. Cependant, la largeur du cordon est réduite à 250 mètres au lieu-dit La Pège, au niveau du lit de l'ancien exutoire des

marais, à 2,5 km au Nord-Ouest de Sion. La Baisse, qui sinue encore dans les dunes, se jetait dans la mer, au 17^{ème} siècle. La fermeture progressive de ce havre par des bancs de sable correspond à la réunion en un seul cordon de la flèche littorale venue du Pont d'Yeu et de celle du môle de Saint-Hilaire-de-Riez (S. Tenaud-Caille, 1997).

Par ailleurs, on note que la plage des Demoiselles est à la charnière entre ces deux littoraux sableux, presque rectilignes et d'importance comparable (LCHF, mars 1985), qui ont progressé l'un vers l'autre. Ils offrent des orientations différentes :

- au Nord-Ouest, sur 8 km jusqu'à la Pointe de Notre-Dame-de-Monts, les plages de Saint-Jean-de-Monts font face au 215 N;
- au Sud-Est, sur 9 km jusqu'à la corniche de Sion, les plages de Saint-Hilaire-de-Riez sont tournées vers le plein Sud-Ouest et forment donc un angle de 10° avec les précédentes. Très près de la corniche, la plage se raccorde au platier en s'incurvant.

La complexité du relief sous-marin s'explique par sa nature presque exclusivement rocheuse. Contrairement à ce que suggère la belle régularité des plages, la morphologie des fonds est tourmentée et varie sensiblement sur de faibles distances (LCHF, 1985) :

- Sur 4 à 5 km de part et d'autre de la Pointe de Notre-Dame-de-Monts, le promontoire du Pont d'Yeu s'enfonce sous l'eau perpendiculairement à la côte, mais son arase reste 3 à 5 m au-dessus des fonds qui l'entourent.
- Plus au Sud-Est, entre Saint-Jean-de-Monts et les approches de Sion, des platiers rocheux s'étagent à des profondeurs lentement croissantes jusqu'à plus de 10 km en mer.
- Devant la corniche de Sion par contre, au large du rocher découvrant, la pente des fonds est plus que doublée.

Dans ces conditions, à une même distance des plages, des profondeurs assez différentes peuvent être rencontrées. Ainsi sur une parallèle à la côte tracée à 7,5 km en mer, on trouve sous basse mer les profondeurs suivantes :

- 3 m sur le Pont d'Yeu,
- 9 à 10 m devant la plage des Demoiselles,
- 7 à 8 m au droit de la Pège,
- 18 à 20 m devant Sion et la Corniche.

Le Marais Breton est isolé de la mer par des digues et un épais cordon dunaire. Il s'étend sur 45 000 ha, des communes des Moutiers-en-Retz (au Nord) à Saint-Gilles-Croix-de-Vie (au Sud) et vers Machecoul et Challans à l'Est

La formation du Marais Breton résulte notamment de dépôts sédimentaires marins sur des couches calcaires jurassiques dans le Golfe de Challans et de Machecoul lors des transgressions flandriennes. Ces dépôts sont essentiellement constitués d'argiles coquillères compactes. Ils expliquent le caractère très argileux des sols du marais. La nappe des calcaires éocènes s'étend sous l'ensemble du Marais Breton jusqu'à l'océan (SCE, 2003).

3.1.2 Les incidences de l'implantation humaine sur le littoral

Jusqu'à la fin du 19^{ème} siècle, une lente adaptation de la société humaine aux conditions du milieu naturel

Le Golfe de Challans, parsemé de nombreuses îles (Bouin, Beauvoir-sur-Mer, Sallertaine), se comblait peu à peu avec les sédiments marins et également fluviaux apportés par la Loire et la Charente. Depuis l'époque romaine, l'homme avait favorisé cet ensablement en construisant des digues et des canaux pour l'installation des marais salants.

Du 15^{ème} au 18^{ème} siècle, le Marais Breton était l'un des le plus grands producteurs de sel de toute la France (avec jusqu'à 30 000 tonnes produites par an). Mais la concurrence avec les zones salicoles de Méditerranée ainsi que l'envasement progressif de la baie (qui empêchait les navires d'accéder aux ports de la Baie de Bourgneuf) avaient entraîné l'abandon progressif des marais salants.

Le cordon dunaire, jusqu'au début du 19^{ème} s., était quasiment vierge de toute construction (S.Caillé, 2003). Les quelques villages étaient disséminés sur le revers oriental du cordon dunaire, au contact du marais. Les cultures de seigle ou de légumes étaient réalisées dans les Parées, en complément des prés du marais. (la Parée Préneau, la Parée Garnier...).

Cependant, les passages de plus en plus fréquents des villageois entre les marais et la mer (ramassage du goémon, ...), le piétinement des troupeaux de bêtes, l'arrachage de la duranne (pour en faire de l'engrais ou des balais) allaient dégrader fortement la végétation fixatrice des dunes. Cette présence humaine était, en effet, à l'origine de la mise en mouvement, menaçante, des sables mobilisés par les vents de noroît³ et de suroît.

S. Caillé (2003) a relevé dans les archives que :

- A Notre-Dame-de-Monts, l'église mentionnée dans une charte de 1136 est à la fin du 19^{ème} ensablée de plus de 4 mètres et dominée par des dunes très élevées. Un village « La Fortinière » est également sous le sable.
- A Saint-Jean-de-Monts, les sables menacent le marais : « les sables de ces quartiers sont mouvants et avancent actuellement vers les marais et accablent les maisons ».



Figure B.3.4: La Forêt Domaniale des Pays de Monts, au niveau de Fromentine

³ suroît - noroît : Vents de sud-ouest ou de nord-ouest.

Pour faire face au risque de l'ensablement du bâti et des terres agricoles, l'Etat prend au début du 19^{ème} siècle des initiatives visant à lutter contre la mobilité des dunes :

- Le décret impérial qui ordonne la fixation du cordon dunaire date de décembre 1810, mais c'est véritablement dans les années 1830-1850 que commence la plantation de pins maritimes et que, progressivement, se constitue le massif forestier. La forêt dunaire des Pays de Monts s'étend aujourd'hui sur une surface de 2 288 ha.
- Notons également qu'en 1820, le préfet du département prenait un arrêté qui interdisait non seulement le parcours des bestiaux sur les dunes mais également « d'y opérer aucune coupe de plants, herbes, broussailles, arbustes, roseaux ou racines quelconques, sans exception de celles employées communément à la fabrication des balais ; comme d'y opérer des fouilles ou enlèvement de sable ».

20^{ème} siècle : Pression humaine et perturbation des équilibres naturels

Au cours du 20^{ème} siècle, la frange littorale devient progressivement un espace attractif, convoité. On note alors une accélération de la transformation du paysage des dunes de Monts, qui avait lentement débuté dans la seconde moitié du 19^{ème} siècle avec la couverture des massifs boisés.

C'est à partir de 1925, avec la construction de la voie ferrée qui relie les Sables d'Olonne à Bourgneuf et avec l'arrivée des premiers baigneurs « étrangers » au pays que s'amorce le développement des stations balnéaires. Puis, les congés payés (en 1936) et la généralisation de l'automobile (dans les années 1950) participent pour une grande part à l'essor du tourisme de masse sur le littoral.



Figure B.3.5 : Les campings et les centres de vacances assurent l'accueil des estivants

Aujourd'hui, l'accueil de plusieurs milliers d'estivants est assuré par :

- une centaine de campings répartie sur le secteur dunaire du Pays de Monts, dont près de la moitié sur la commune de Saint-Hilaire de Rietz,

- les colonies de vacances apparues entre le début des années 50 et les années 70, notamment pour recevoir pendant la période estivale les enfants de la banlieue parisienne.

L'urbanisation s'est développée sur le cordon littoral au détriment des surfaces agricoles et des surfaces boisées. Elle forme à présent un chapelet de stations balnéaires qui s'égrènent le long de la route côtière (D38).

L'étalement urbain en front de mer constitue une extension récente des villages anciens de la Barre-de-Monts, de Notre-Dame-de-Monts, et de Saint-Jean-de-Monts, noyaux urbains qui étaient implantés en retrait de la côte et au contact du cordon dunaire et du marais.



Figure B.3.6 L'urbanisation sur le front de mer de la Barre-de-Monts prend appui sur le port de Fromentine



Figure B.3.7 Le remblai de Notre-Dame-de-Monts est aménagé sur 600 mètres dans les années 1970 – 71



Figure B.3.8: L'urbanisation en front de mer de Saint-Jean-de-Monts (décidé en 1930 sur le plan foncier) s'étire aujourd'hui sur 2,5 km.



Figure B.3.9: L'extension balnéaire du noyau urbain de Saint-Hilaire-de-Riez (installé sur un massif rocheux de micaschistes) se traduit par la présence sur le rivage des villages-vacances "Merlin - Les Becs" et "Merlin - Les Marines", construits dans les années 70

La qualité du cadre naturel de son littoral est l'une des raisons qui explique que le département de la Vendée est placé au tout premier rang des destinations touristiques depuis les années 1980. Cette activité touristique, considérée comme un enjeu économique majeur, a nécessité des aménagements et des équipements dimensionnés pour répondre aux besoins de la saison estivale : lotissements, campings, stations d'épuration, chemins et routes d'accès aux plages.

Parmi les équipements, notons aussi les ouvrages de défense contre la mer réalisés au fur et à mesure de l'urbanisation sur la ligne de rivage.

Ces ouvrages sont présents au niveau des côtes rocheuses de Sion-sur-l'Océan où des enrochements et des murs protègent le pied de la falaise.

On les rencontre également au niveau des cordons dunaires :

- les zones urbanisées sont toutes protégées par des ouvrages longitudinaux (talus en enrochements et murs principalement). Prenons pour exemple la digue de la plage des Demoiselles à Saint-Jean-de-Monts, construite de 1974 à 1979, et renforcée par une butée de pied en enrochements en 1996, ou encore les perrés en enrochements devant les Becs et les Mouettes, mis en place d'abord pour aménager des descentes à la plage (avant 1989) puis pour maintenir le remblai des parkings en 1998 (Créocéan, mai 1999).

- l'extrémité des chemins d'accès à la mer, entre les Becs et Saint-Jean-de-Monts, est défendue par des cordons d'enrochements.
- depuis le Nord du lotissement des Becs jusqu'au droit de la Parée Preneau au Sud, une quarantaine d'épis ont été implantés entre 1968 et 1974.
- Par ailleurs, les zones dunaires naturelles sont en partie équipées de ganivelles.

3.2 *Dynamique littorale*

3.2.1 *Données bathymétriques et granulométriques*

Les données bathymétriques et granulométriques du cordon de sable qui forme les plages de l'unité sédimentaire 3 sont concentrées au niveau du goulet de Fromentine et des plages de St. Jean-de-Monts (*cf.* Figure B.3.10). Une synthèse des données pertinentes à la présente étude de dynamique littorale est présentée ci-après.

Des levés topographiques partiels des plages sont disponibles. Au moyen estran des plages de Saint Jean-de-Monts, la pente est douce et varie peu autour de la valeur 1,3 %. Les profils au-delà de l'estran ont été complétés par le biais des données bathymétriques digitalisées à partir des cartes du SHOM. Celles-ci couvrant principalement la partie offshore du domaine, une estimation de la pente a été menée pour combler le manque de données précises.

De nombreux prélèvements des sables d'estran ont été faits au niveau du Goulet de Fromentine, des plages de Saint Jean-de-Monts et de Sion-sur-Océan. Les données ainsi réunies permettent de dégager, pour l'ensemble de l'unité sédimentaire 3, un contexte sédimentologique et les caractères généraux des sables du littoral et d'estrans.

Sur le socle rocheux qui impose le relief de cette unité sédimentaire, la couverture sédimentaire est mince et discontinue jusqu'aux fonds de -20 m CM. De façon générale, les plages et les petits fonds jusqu'à +3 m CM environ sont constitués par des sables ; sur les flancs du Pont d'Yeu ceux-ci sont mélangés à des coquilles. Le diamètre moyen des sables de la bordure côtière et les petits fonds est de l'ordre de 0,20 à 0,25 mm. Plus au large, des stocks fossiles de sables grossiers (0,25 à 0,50 mm) de graviers et de galets sont présents. Cet étagement inverse des granulométries exclut l'alimentation des plages par un apport frontal de sables du large. Toutefois il existe également des sables vasards en partie basse des sables littoraux et dans les fonds supérieurs à -10 m CM.

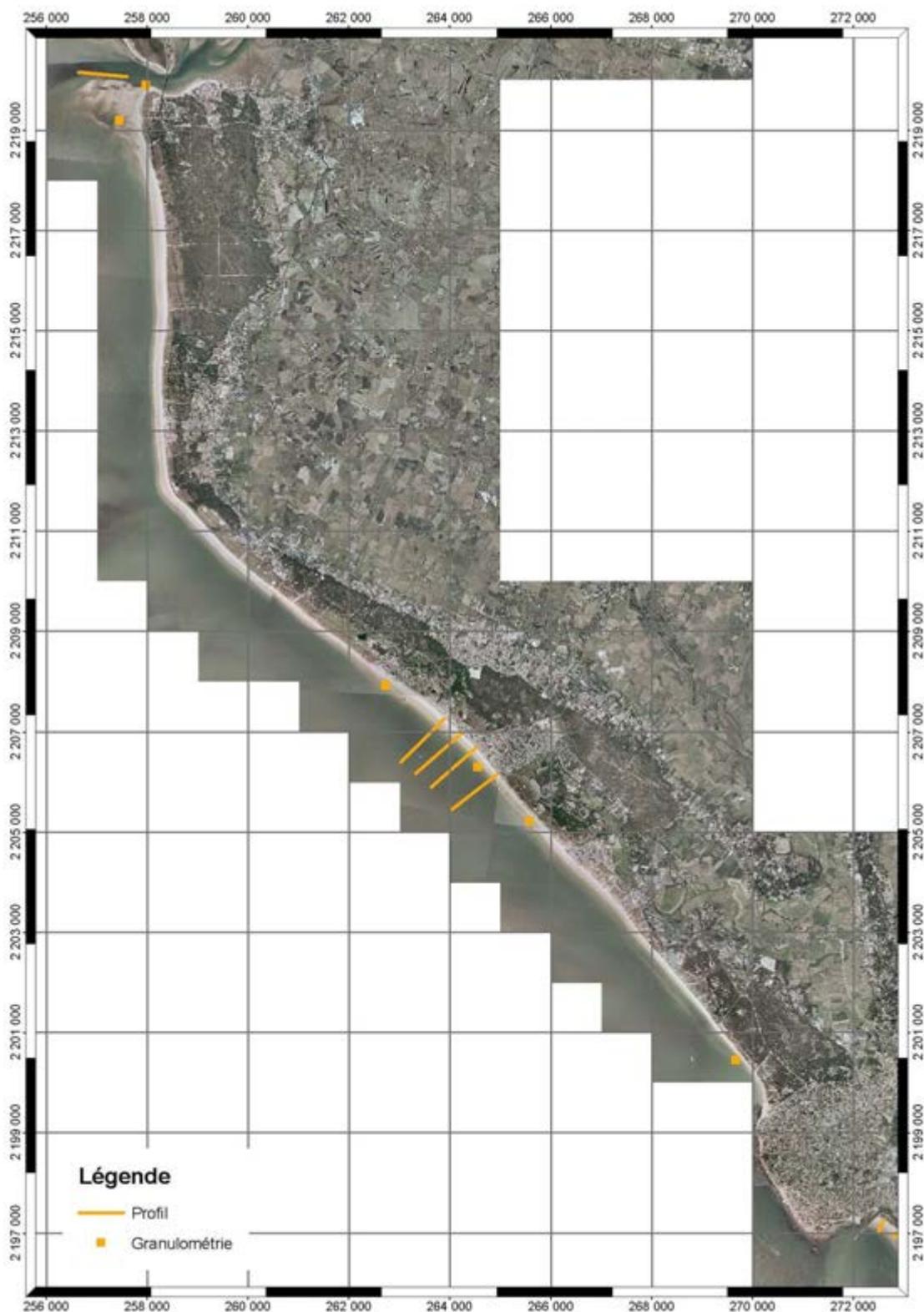


Figure B.3.10 Localisation des données bathymétriques et granulométriques sur l'unité sédimentaire 3.

3.2.2 Données de calage

Face à la quasi-inexistence de données de transport sédimentaire fiables – on rappelle que les études visant à décrire le régime hydrosédimentaire de la côte vendéenne

précédant cette étude ont surtout le caractère d'estimation du transit – les informations dérivées des photos aériennes de 1975 et 2001 ont fourni les véritables données de calage pour le modèle de transport sédimentaire. Une synthèse de l'évolution historique du trait de côte est illustrée dans la Figure B.3.11. pour l'ensemble de l'unité sédimentaire 3 ; une description de cette évolution est brièvement présentée ci-après.

Une stabilité et même des tendances à l'engraissement caractérisent les plages devant la Forêt Domaniale des Pays des Monts et des plages de Notre-Dame-de-Monts jusqu'au Nord de la Plage des Demoiselles ; cela est à mettre en relation avec la protection due à l'Île d'Yeu. Toutefois la moitié Sud de la Plage du Pont d'Yeu, située devant l'hippodrome, apparaît être en érosion avec un recul moyen du trait de côte de 1 m/an.

Du milieu de la Plage des Demoiselles à Saint Jean-de-Monts jusqu'au lieu dit La Pège, il y a une érosion nette du littoral, croissante du Nord-Ouest vers le Sud-Est ; on peut y retenir un recul moyen de 0.8 à 1.5 m/an. Une large partie de ce secteur est stabilisée par des ouvrages longitudinaux. Au sud, les plages au niveau de la Pège apparaissent être stabilisées par des épis et de là jusqu'à Sion-sur-Océan, la tendance générale est à l'accrétion avec une avancée moyenne du trait de côte de l'ordre de 1 m/an.

Une autre source susceptible de fournir des données précises sur la dynamique littorale provient des dragages annuels au niveau du Goulet de Fromentine : une extraction de sables de l'ordre de 100 000 m³/an y est menée. Cependant l'évolution des Pointes de la Fosse et de Notre-Dame-de-Monts, associée à celle du Goulet de Fromentine a été abordée dans le chapitre 2. Une discussion vis-à-vis de la difficulté de se servir du volume d'extraction de 100 000 m³/an comme donnée de calage pour le transit du littoral avoisinant y est abordée.

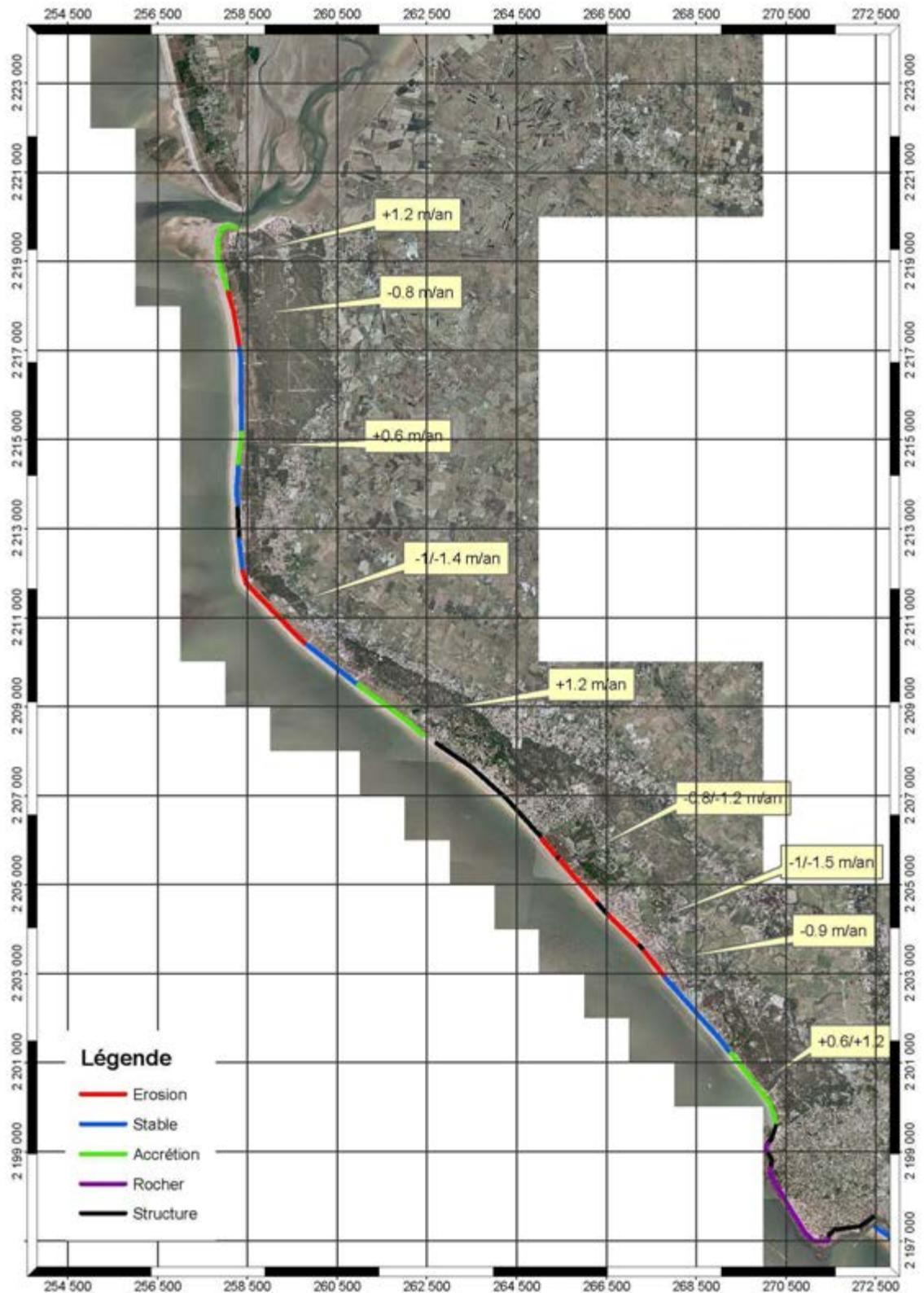


Figure B.3.11 Synthèse de l'évolution du trait de côte de 1975 à 2001 sur l'unité sédimentaire 3 ; accrétion (positif) et érosion (néгатif).

3.2.3 Segmentation de l'unité sédimentaire 3

Le littoral compris entre le Goulet de Fromentine (Pont de Noirmoutier) et la Pointe de Grosse Terre à Saint-Gilles-Croix-de-Vie présente d'importantes variations dans l'orientation du trait de côte et des contours bathymétriques ainsi que dans les pentes des profils de plage. Vu que l'estran est sensiblement sableux jusqu'à la Pointe de Grosse Terre, cette complexité géomorphologique résulte directement de l'effet d'écran de l'île d'Yeu située à environ 20 km au large du centre de l'unité sédimentaire.

Contrairement à ce que suggère la belle régularité des plages sur ce littoral, la morphologie des fonds est tourmentée et varie sensiblement sur de faibles distances : à une même distance des plages, des profondeurs assez différentes peuvent être rencontrées. Ainsi, à titre indicatif sur une parallèle à la côte tracée à 8 km en mer, on trouve, sous basse mer, des hauteurs d'eau de 4 à 5 m devant la Barre des Monts, 3 m sur le Pont d'Yeu, 9 à 10 m devant la Plage des Demoiselles, 16 à 18 m au droit de La Pège et 18 à 20 m devant la corniche de Saint-Gilles-Croix-de-Vie. De telles différences, dans de telles profondeurs, impliquent, par effets de réfraction, des altérations notables et systématiques de la propagation de toutes les agitations de périodes supérieures à 6s, donc en pratique de tous les mauvais temps. Afin de satisfaire l'hypothèse du modèle de transport sédimentaire quant à l'uniformité du profil de plage dans la direction de la dérive littorale, il a donc été impératif de procéder à une segmentation de l'unité sédimentaire 3 ; celle-ci a été divisée en 5 segments nommés A, B, C, D et E du Nord vers le Sud (cf. Figure B.3.12); par la suite, le segment A de l'unité sédimentaire 3 est nommé US3-A. Les limites sont désignées par des secteurs plutôt que par des points précis :

- Segment US3-A : Goulet de Fromentine – Plage des Lays (~4 km)
- Segment US3-B : Plage des Lays – Pointe de Notre-Dame-de-Monts (~4 km)
- Segment US3-C : Pointe de Notre-Dame-de-Monts – St. Jean-de-Monts (~7 km)
- Segment US3-D : St. Jean de Monts – La Pège (~7 km)
- Segment US3-E : La Pège – Pointe de Grosse Terre à St. Gilles Croix de Vie (~6 km)

La plage au droit de la Barre des Monts jusqu'à la Pointe de Notre-Dame-de-Monts a été divisée en deux parties égales en longueur, US3-A et US3-B, néanmoins avec une orientation du trait de côte différent d'environ 4-5°. Entre les affleurements rocheux de la Pointe de Notre-Dame-de-Monts et la corniche de Saint-Gilles-Croix-de-Vie s'étend une plage longue de 17 km. Cette plage a été découpée en 3 segments : le trait de côte du segment US3-C est orienté environ 10° plus vers le Sud que celui des segments US3-D et E, et les segments US3-D et E ont une pente au large sensiblement différente l'une de l'autre. La Plage des Demoiselles à Saint Jean-de-Monts est à la charnière entre les segments US3-C et US3-D.

Les pentes moyennes des 5 segments de l'unité sédimentaire 3 sont synthétisées dans le Tableau B.9. Une grande variation de la pente au large de la cote 0 m CM caractérise les profils des segments de ce littoral.

Tableau B.9 Pente moyenne des segments de l'unité sédimentaire 3 en fonction de la profondeur.

Cote (m CM)	A	B	C	D	E
[+5 +8]	1/50	1/50	1/50	1/50	1/50
[0 +5]	1/100	1/100	1/100	1/100	1/100
[-5 0]	1/1400	1/2200	1/900	1/300	1/200

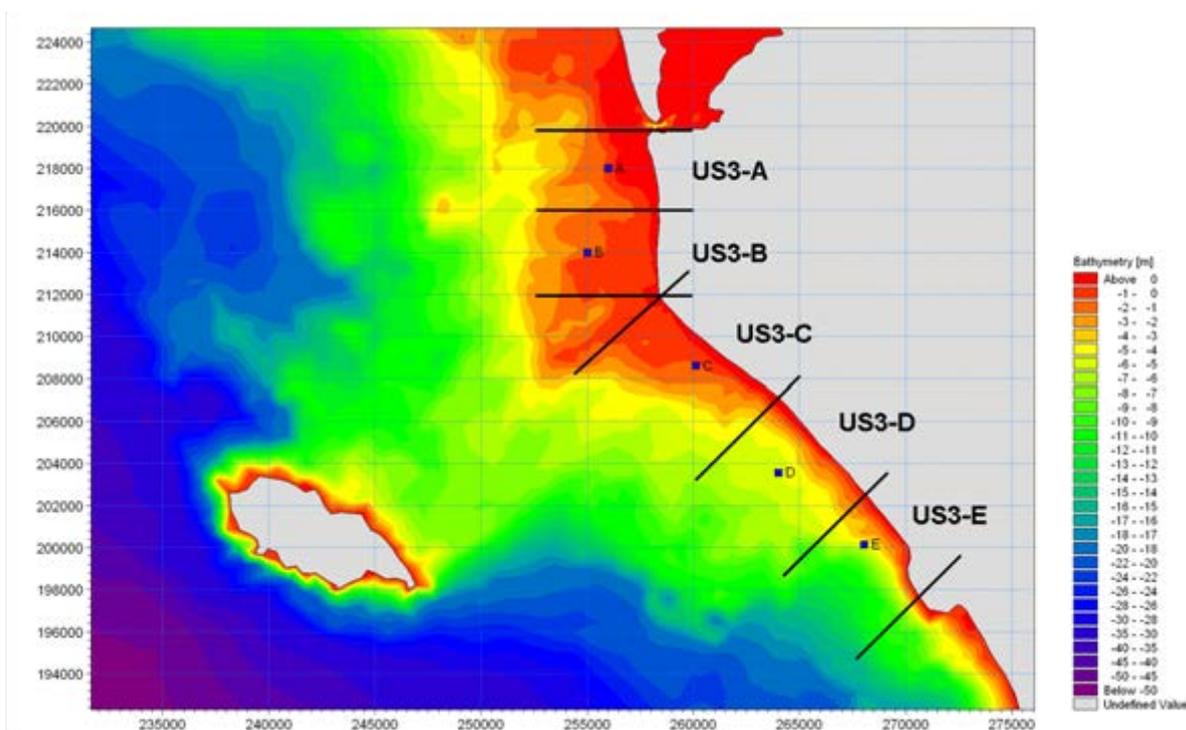


Figure B.3.12 Segmentation de l'unité sédimentaire 3 et localisation des points d'extraction des climats de houle à la côte pour chacun des segments.

Face à la complexité géomorphologique du site et par nécessité d'obtenir des conditions quasi-stationnaires dans un segment, les roses de houle ont été extraites à différentes profondeurs le long du trait de côte (cf. Figure B.3.12). Afin de bénéficier de la modélisation bidimensionnelle de la propagation de la houle derrière l'île d'Yeu, il s'agit d'extraire des données de houle aussi proches de la côte que possible, toutefois en restant au large de la zone de la dérive littorale. Pour les segments US3-A, US3-B et US3-C une profondeur de -1 m CM a été trouvée adéquate pour extraire les roses de houles (cf. Figure B.3.14) et pour les segments US3-C et US3-D, les roses de houles ont été extraites à une profondeur de -5 m CM (cf. Figure B.3.15).

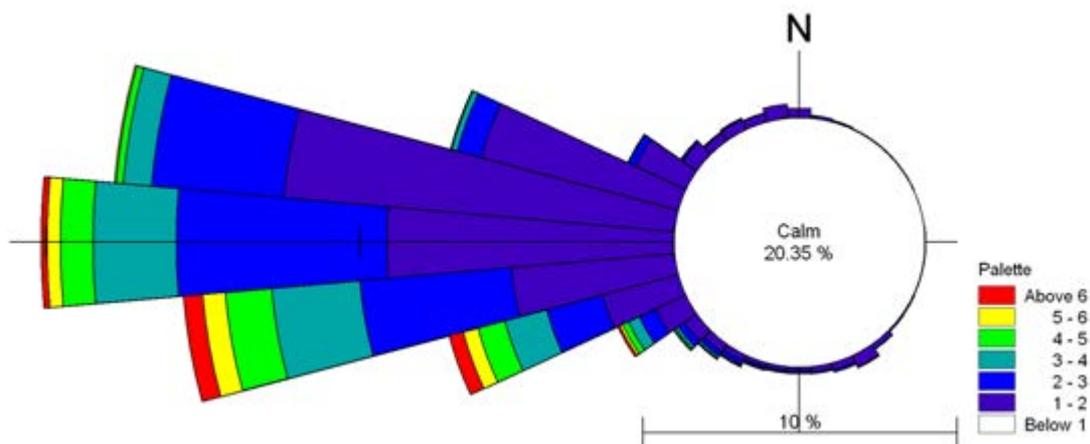


Figure B.3.13 Rose des houles à l'isobathe -50 m CM au Sud-Ouest de l'île d'Yeu.

Pour illustrer l'effet d'écran de l'île d'Yeu, la rose des houles extraite à l'isobathe -50 m CM au Sud-Ouest de l'île est présentée dans la Figure B.3.13. Les houles et mers de vent océaniques du secteur Ouest Sud-Ouest à Ouest Nord-Ouest sont prépondérantes en probabilité et en force ; à noter que les houles les plus fortes sont du secteur Ouest Sud-Ouest. En comparaison, les roses des houles des segments US3-A, US3-B et US3-C (cf. Figure B.3.14) indiquent une agitation fortement atténuée et réfractée. Moins à l'abri de l'île d'Yeu, les roses des houles des segments US34-D et US3-E (cf. Figure B.3.15) sont moins atténuées et moins réfractées.

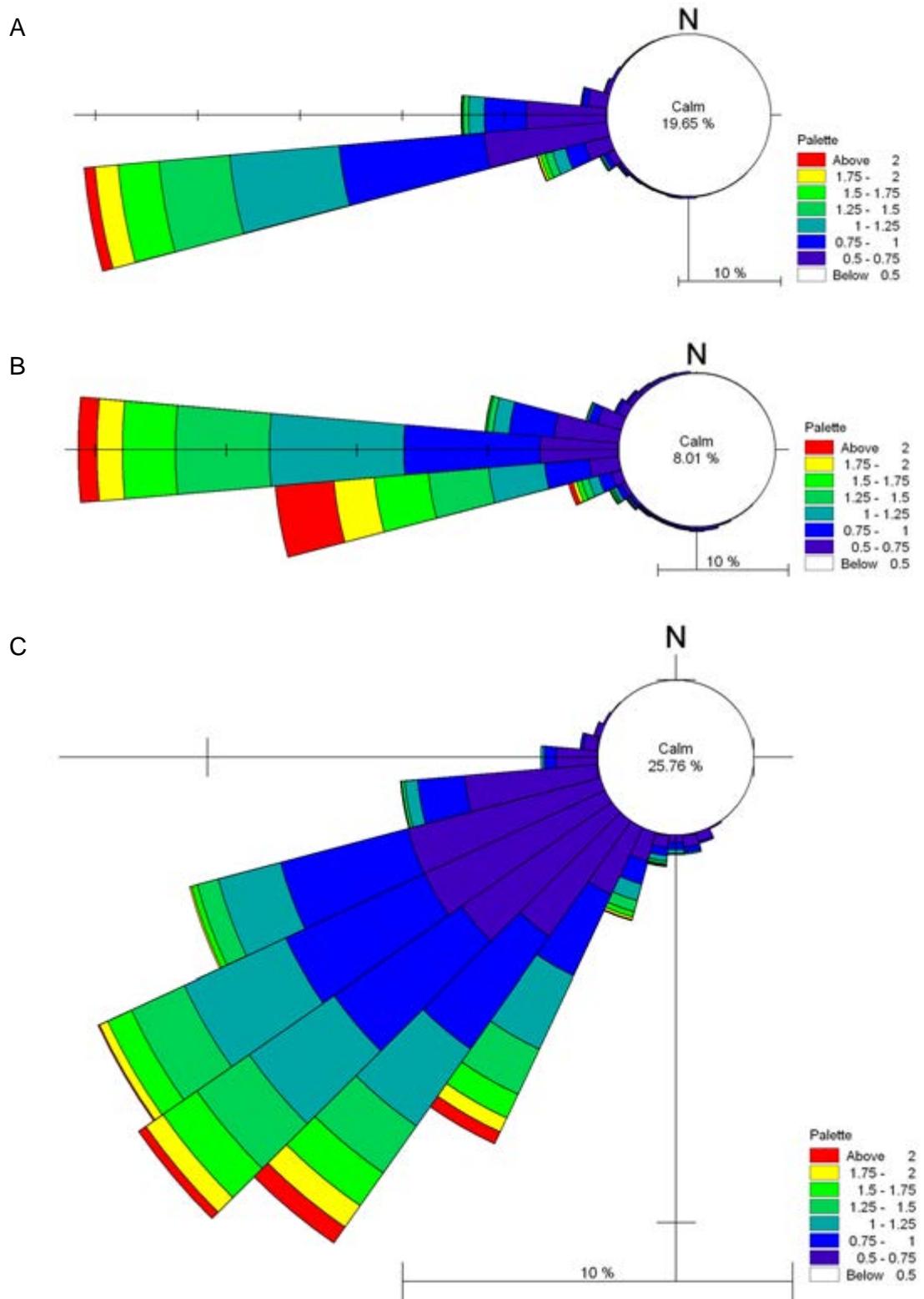


Figure B.3.14 Roses des houles au point d'extraction A (haut), B (milieu) et C (bas) de l'unité sédimentaire 3 ; les données sont extraites à la cote -1 m CM.

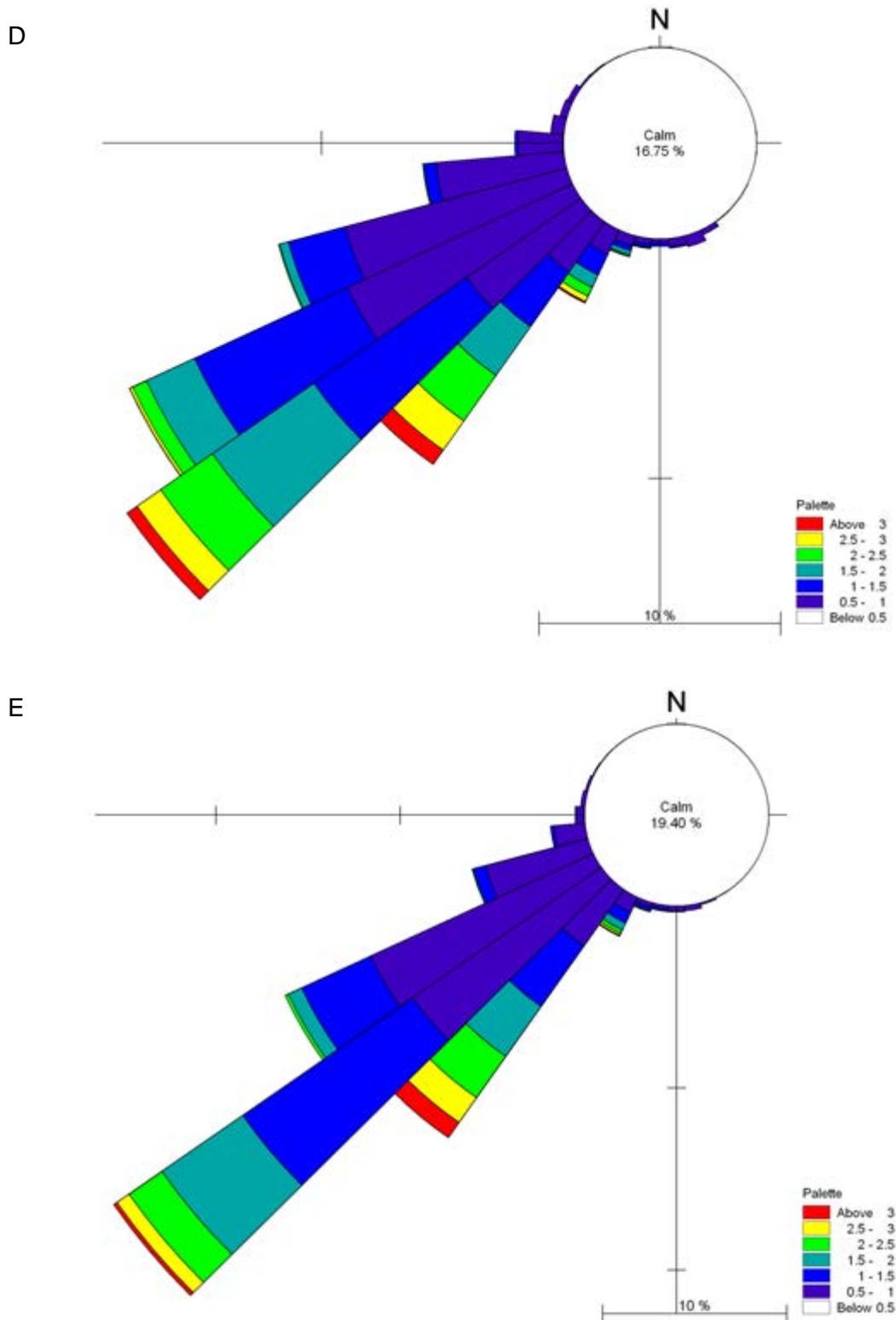


Figure B.3.15 Roses des houles au point d'extraction D (haut) et E (bas) de l'unité sédimentaire 3 ; les données sont extraites à la cote -5 m CM.

3.2.4 Résultats de la modélisation du transit littoral

Faisant l'hypothèse de l'uniformité du profil dans chaque segment, le transit littoral calculé reste ainsi sensiblement inchangé à l'intérieur de chaque segment ; les résultats de la modélisation du transit littoral seront présentés indépendamment pour chaque segment suivis par une synthèse de la dynamique littorale sur l'ensemble de l'unité sédimentaire.

On rappelle que les résultats de la modélisation du transit littoral ci-dessous correspondent à la **capacité saturée du transport sédimentaire et que donc les valeurs indiquées sont des limites supérieures des transits, correspondant à la capacité au transport**. Ainsi sur un platier rocheux sans aucun matériau mobile, la capacité de transit peut être très importante et le transit effectif nul.

Segment US3-A : Goulet de Fromentine – Plage des Lays

La Figure B.3.16 illustre la capacité du transport sédimentaire net et brut en fonction de l'orientation du trait de côte dans le segment US3-A ; la zone grise représente l'enveloppe de l'orientation du trait de côte, allant de 263° à 267° dans ce segment. Sur ce littoral, la capacité du transport net est de l'ordre de **0 à 20 000 m³/an** portant vers le Nord. Le trait de côte de ce segment est à quelques degrés de son orientation d'équilibre située à environ 263° . Dans le segment US3-A, la capacité du transport brut est relativement stable et de l'ordre de **25 000 à 30 000 m³/an**.

La distribution du transport sédimentaire dans le profil est illustrée dans la Figure B.3.17 ; cette répartition est calculée pour une orientation du trait de côte de 266° mais est représentative pour l'ensemble du littoral du segment US3-A. Le transport portant vers le Sud est plus faible que le transport portant vers le Nord. De manière pratique, les mouvements sont faibles au-delà de 0 m CM et concernent le plus souvent les fonds inférieurs à +2 m CM. La largeur de la zone littorale correspondant à 90 % du transport sédimentaire y est de l'ordre de 500 m à partir du rivage.

A noter que les limites d'action des houles se situent toutefois vers -1 à -2 m CM devant cette partie du littoral. Néanmoins cela correspond à un transport situé à plusieurs kilomètres de la côte et de faible intensité et ainsi sans véritable importance pour la dynamique de la zone côtière.

US3-A, $d_{50} = 0.25\text{mm}$

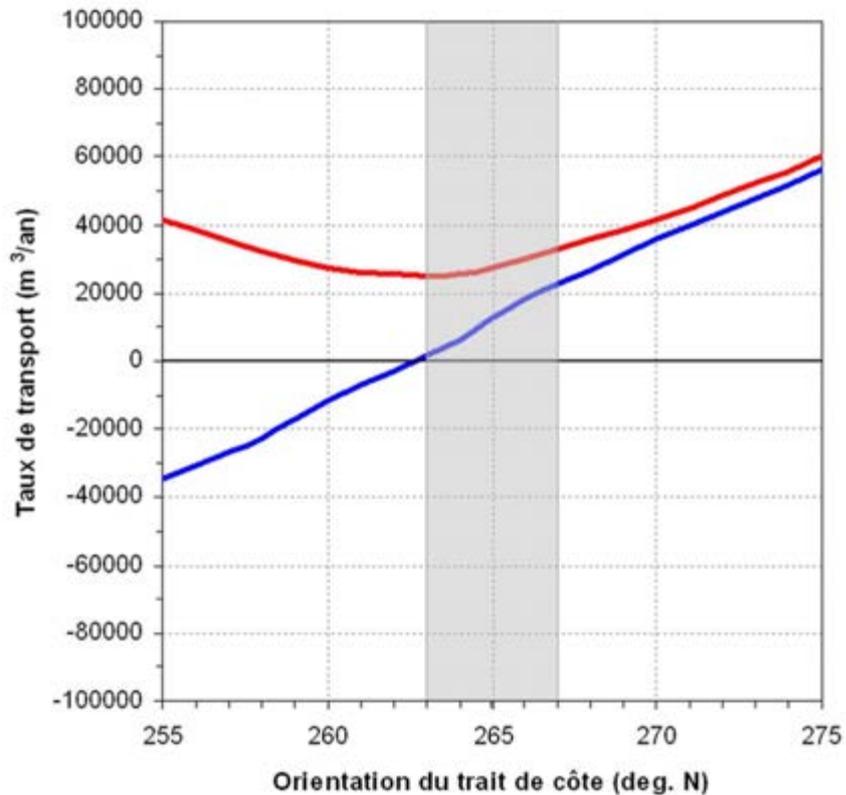


Figure B.3.16 Taux de la capacité du transport sédimentaire en fonction de l'orientation du trait de côte pour le segment US3-A : transport net (bleu) et brut (rouge) ; le transport net est positif (négatif) vers le Nord (Sud).

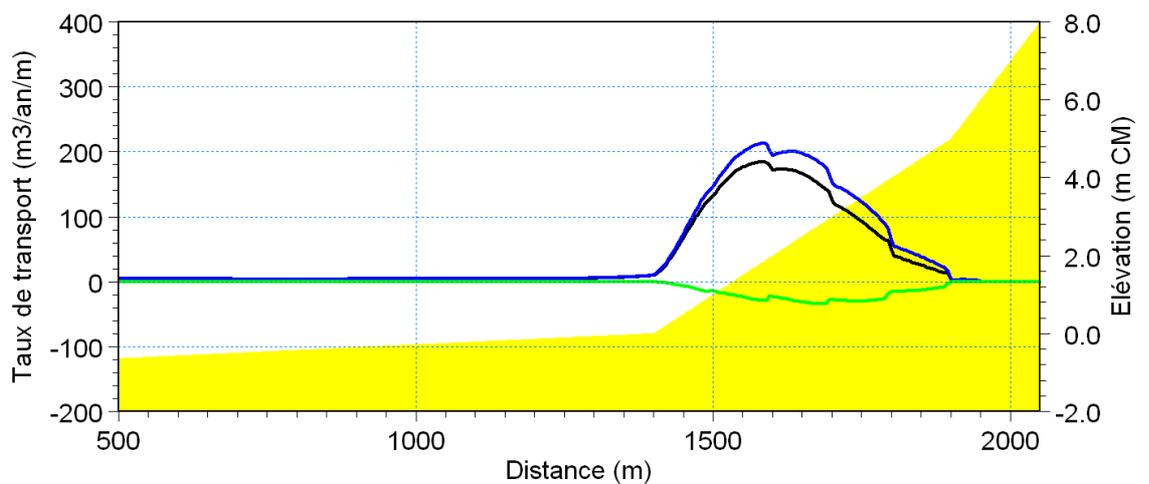


Figure B.3.17 Distribution du transport sédimentaire dans le profil pour le segment US3-A, à titre indicatif pour une orientation du trait de côte de 266° : transport net (noir), transport vers le Sud (vert) et vers le Nord (bleu) ; le profil représentatif du segment US3-A est indiqué en jaune.

Segment US3-B : Plage des Lays - Pointe de Notre-Dame-de-Monts

La dynamique littorale du segment US3-B est sensiblement identique à celle du segment avoisinant au nord US3-A : la capacité du transport net y est également de l'ordre de **0 à 20 000 m³/an** portant vers le Nord et la capacité du transport brut y est relativement stable de l'ordre de **30 000 à 35 000 m³/an** (cf. Figure B.3.18). Ce trait de côte est également proche de son orientation d'équilibre.

Il est intéressant de noter que cette similarité de transport entre segments puisse exister malgré un redressement de l'orientation du trait de côte d'environ 10° vers l'Est du segment US3-B. Ceci est directement lié à l'effet d'écran de l'Ile d'Yeu : les roses des houles indiquent également cette différence du faisceau des directions dominantes de l'ordre de 10° (cf. Figure B.3.14).

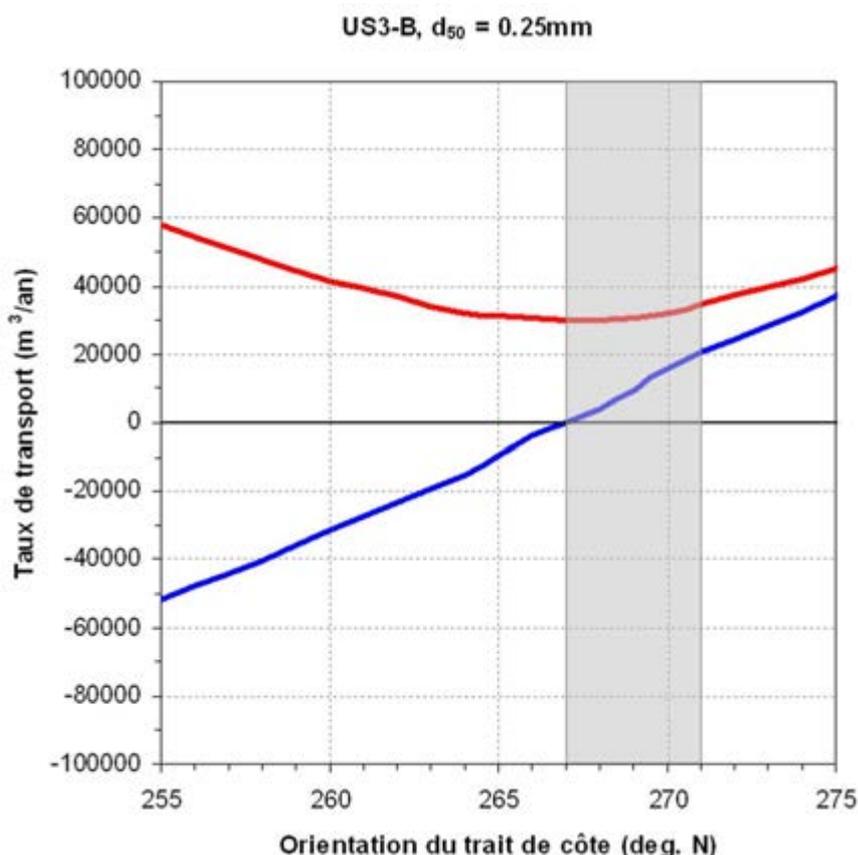


Figure B.3.18 Taux de la capacité du transport sédimentaire en fonction de l'orientation du trait de côte pour le segment US3-B : transport net (bleu) et brut (rouge) ; le transport net est positif (négatif) vers le Nord (Sud).

Par la suite, les caractéristiques de la distribution du transport sédimentaire dans le profil dans le segment US3-B sont sensiblement identiques à celles du segment US3-A (cf. Figure B.3.19). Le transport portant vers le Sud est ici également très faible et les mouvements de sédiments sont faibles au-delà de 0 m CM et concernent le plus souvent les fonds inférieurs à +2 m CM. La largeur de la zone littorale correspondant à 90 % du transport sédimentaire y est aussi de l'ordre de 500 m à partir du rivage.

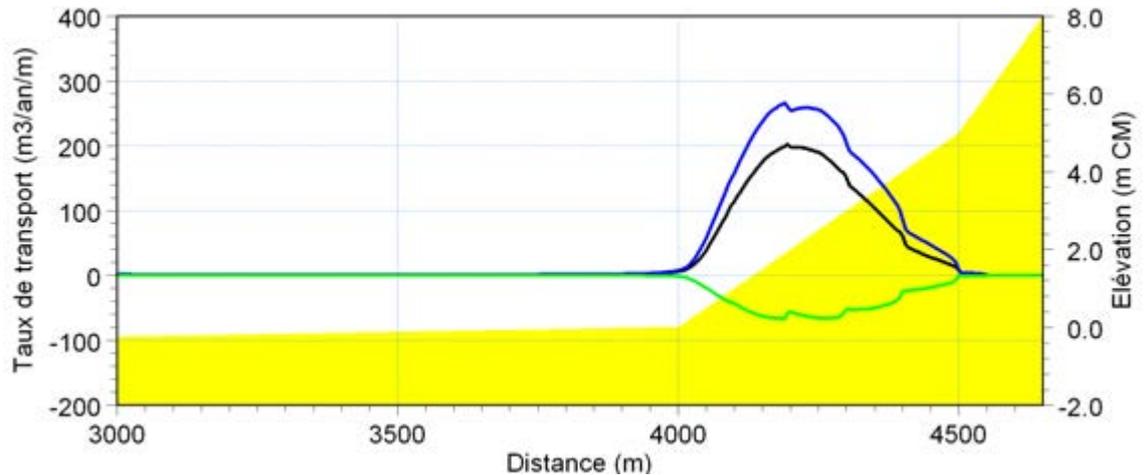


Figure B.3.19 Distribution du transport sédimentaire dans le profil pour le segment US3-B, à titre indicatif pour une orientation du trait de côte de 270° : transport net (noir), transport vers le Sud (vert) et vers le Nord (bleu) ; le profil représentatif du segment US3-B est indiqué en jaune.

Segment US3-C: Pointe de Notre-Dame de Monts - Saint Jean-de-Monts

La Figure B.3.20 illustre la capacité du transport sédimentaire net et brut en fonction de l'orientation du trait de côte dans le segment US3-C ; la zone grise représente l'enveloppe de l'orientation du trait de côte, allant de 216° à 220° dans ce segment, soit une différence d'environ 50° par rapport aux segments avoisinant au Nord. Ainsi, sur ce littoral, bien que la capacité du transport net y soit du même ordre de grandeur d'environ **0 à 25 000 m³/an**, la résultante porte vers le Sud. Le trait de côte de ce segment est également à quelques degrés de son orientation d'équilibre située à environ 220°. Dans le segment US3-C, la capacité du transport brut est relativement stable et de l'ordre de **80 000 à 90 000 m³/an**, et ainsi sensiblement supérieur à la capacité brute des segments US3-A et US3-B.

La distribution du transport sédimentaire dans le profil est illustrée dans la Figure B.3.21; cette répartition est calculée pour une orientation du trait de côte de 219° mais peut être prise comme représentative pour l'ensemble du littoral du segment US3-C. Il est intéressant de noter que dans les petits fonds de 0 à +1 m CM, la résultante du transport portant vers le Nord domine et ainsi le sens du transport net y est inversé par rapport à la résultante intégrée sur l'ensemble du profil ; cela résulte naturellement du fait que les houles de forte intensité sont du Sud-Ouest et que les houles du Nord-Est sont fortement atténuées sur le Pont d'Yeu avant d'atteindre le segment US3-C.

Les mouvements de sédiments sont faibles au-delà de 0 m CM et concernent le plus souvent les fonds inférieurs à +2 m CM. Pareillement à la situation au Nord du Pont d'Yeu, les limites d'action des houles se situent toutefois vers -1 à -2 m CM devant cette partie du littoral, correspondant à un transport situé à plusieurs kilomètres de la côte et de faible intensité et ainsi sans véritable importance pour la dynamique de la zone côtière dans ce segment.

Malgré le sens opposé de la dérive littorale portant vers le Sud au Sud-Est du Pont d'Yeu, la largeur de la zone littorale correspondant à 90 % du transport sédimentaire y reste inchangée de l'ordre de 500 m à partir du rivage.

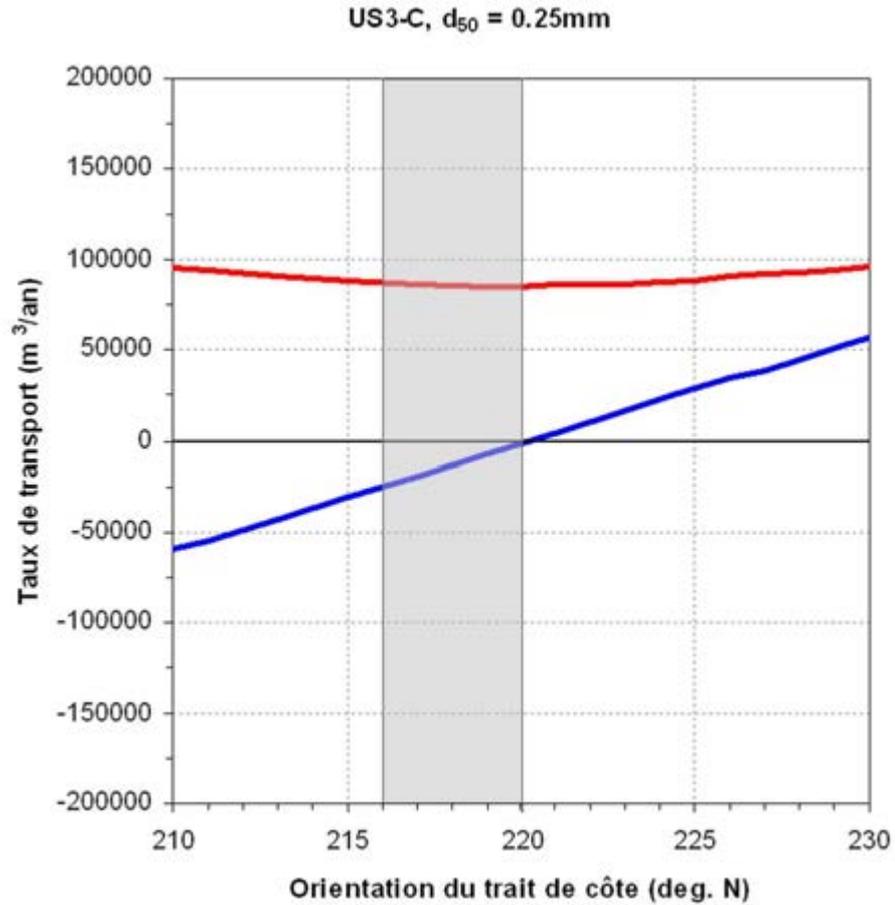


Figure B.3.20 Taux de la capacité du transport sédimentaire en fonction de l'orientation du trait de côte pour le segment US3-C : transport net (bleu) et brut (rouge) ; le transport net est positif (négatif) vers le Nord (Sud).

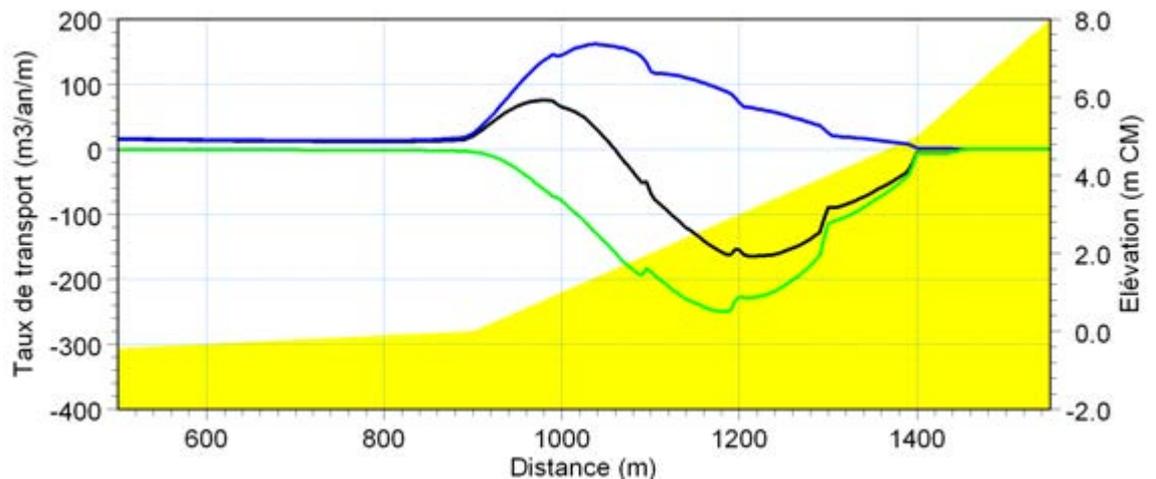


Figure B.3.21 Distribution du transport sédimentaire dans le profil pour le segment US3-C, à titre indicatif pour une orientation du trait de côte de 219° : transport net (noir), transport vers le Sud (vert) et vers le Nord (bleu) ; le profil représentatif du segment US3-C est indiqué en jaune.

Segment US3-D: Saint Jean-de-Monts – La Pège

Moins à l'abri de l'Île d'Yeu par rapport aux 3 segments avoisinants au Nord et avec une bathymétrie progressivement plus profonde pour une même distance à la côte, le transit littoral dans le segment US3-D est plus intense : la capacité du transport net y atteint un ordre de **30 000 à 100 000 m³/an** portant toujours vers le Sud, et la capacité du transport brut, tout en restant relativement stable, y augmente jusqu'à environ **160 000 à 180 000 m³/an**. Le trait de côte de ce segment est légèrement plus éloigné de son orientation d'équilibre située à environ 230° (cf. Figure B.3.22).

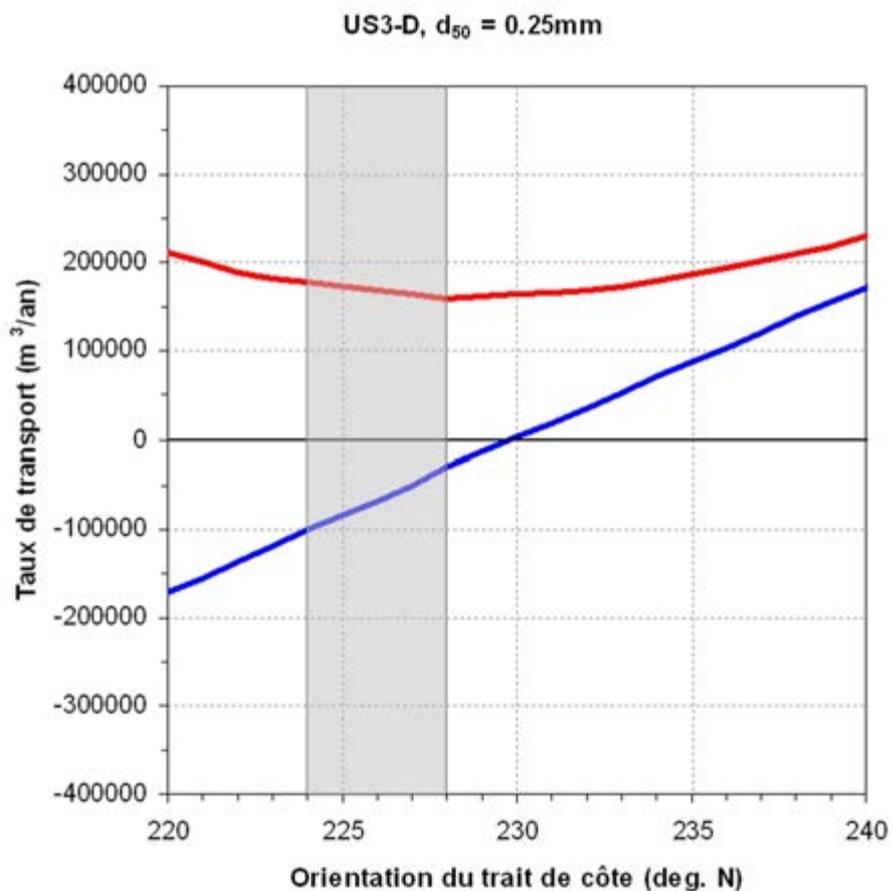


Figure B.3.22 Taux de la capacité du transport sédimentaire en fonction de l'orientation du trait de côte pour le segment US3-D : transport net (bleu) et brut (rouge) ; le transport net est positif (négatif) vers le Nord (Sud).

La distribution du transport sédimentaire dans le profil est illustrée dans la Figure B.3.23 pour une orientation du trait de côte de 227° du segment US3-D. Le même phénomène que dans le segment US3-C y est présent : dans les petits fonds de 0 à -4 m CM, la résultante du transport portant vers le Nord domine le transport et ainsi le sens du transport net y est inversé par rapport à la résultante intégrée sur l'ensemble du profil. Il faut retenir que les mouvements de sédiments sont faibles au-delà de 0 m CM et concernent le plus souvent les fonds inférieurs à +2 m CM.

Face à une vigueur croissante de l'agitation avec l'éloignement de la zone d'ombre de l'Île d'Yeu, les limites d'action des houles augmentent jusqu'à -3 à -4 m CM devant cette partie du littoral ; toutefois, cela correspond à un transport de faible intensité situé à quelques kilomètres de la côte et ainsi sans véritable importance pour la dynamique de

la zone côtière dans ce segment. La largeur de la zone littorale correspondant à 90 % du transport sédimentaire y reste inchangée de l'ordre de 500 m à partir du rivage.

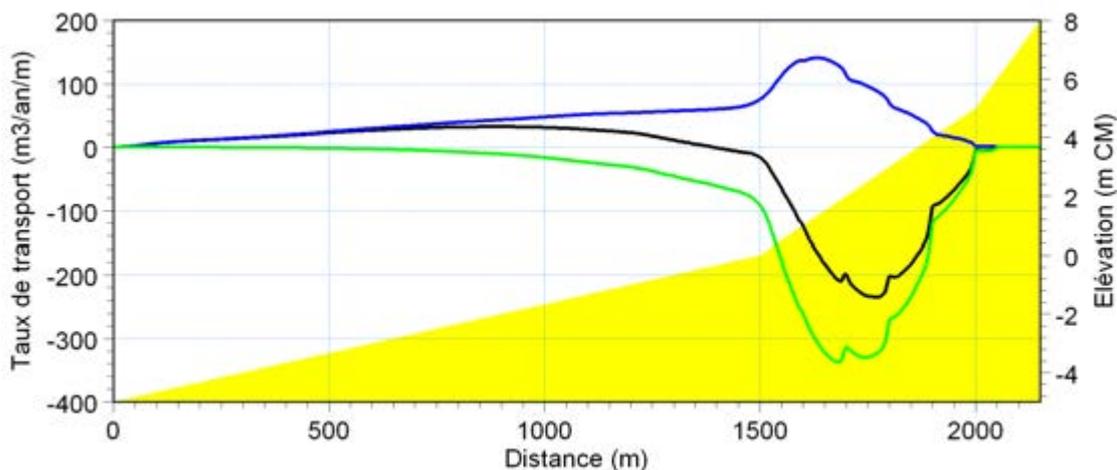


Figure B.3.23 Distribution du transport sédimentaire dans le profil pour le segment US3-D, à titre indicatif pour une orientation du trait de côte de 227° : transport net (noir), transport vers le Sud (vert) et vers le Nord (bleu) ; le profil représentatif du segment US3-D est indiqué en jaune.

Segment US3-E : La Pège - Pointe de Grosse Terre à St. Gilles Croix de Vie

La Figure B.3.24 illustre la capacité du transport sédimentaire net et brut en fonction de l'orientation du trait de côte dans le segment US3-E. Sur ce littoral, la capacité du transport net est de l'ordre de **0 à 50 000 m³/an** portant vers le Sud. La capacité du transport brut est sensiblement identique à celle du segment avoisinant au Nord, soit relativement stable et de l'ordre de **170 000 à 180 000 m³/an**. Ce trait de côte est très proche de son orientation d'équilibre.

Les caractéristiques de la distribution du transport sédimentaire dans le profil du segment US3-E sont sensiblement identiques à celles du segment US3-D (cf. Figure B.3.25) : dans les petits fonds de 0 à -4 m CM, la résultante du transport portant vers le Nord domine le transport et ainsi le sens du transport net y est inversé par rapport à la résultante intégrée sur l'ensemble du profil. Toutefois, dans les profondeurs supérieures à 0 m CM, cela correspond à un transport de faible intensité situé à quelques kilomètres de la côte et ainsi sans véritable importance pour la dynamique de la zone côtière dans ce segment. La largeur de la zone littorale correspondant à 90 % du transport sédimentaire y reste inchangée de l'ordre de 500 m à partir du rivage.

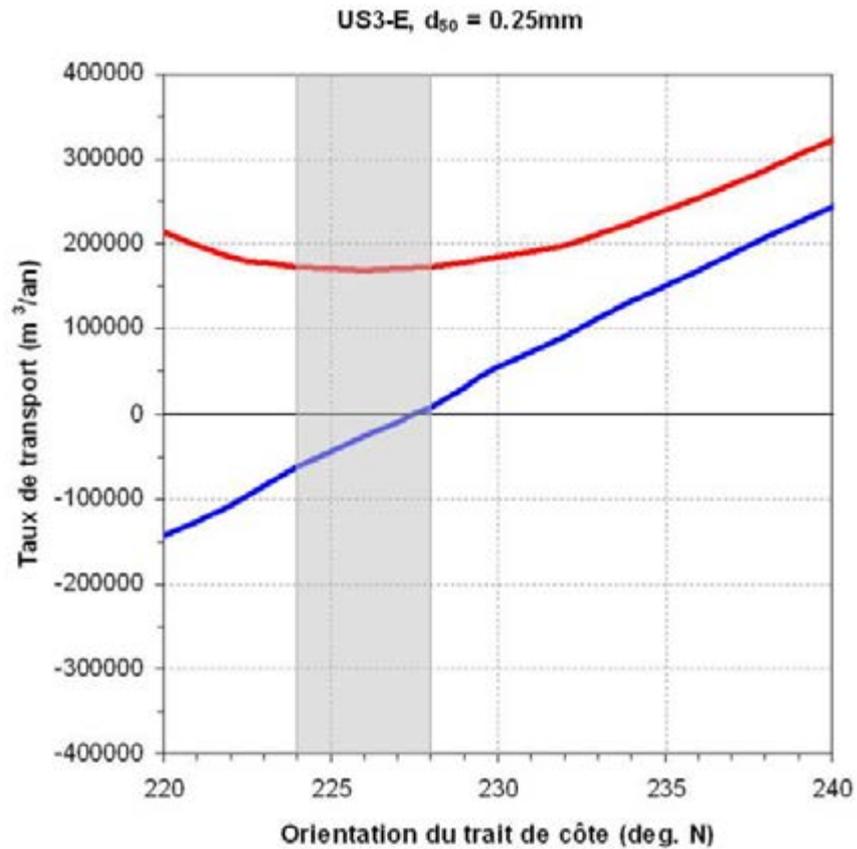


Figure B.3.24 Taux de la capacité du transport sédimentaire en fonction de l'orientation du trait de côte pour le segment US3-E : transport net (bleu) et brut (rouge) ; le transport net est positif (négatif) vers le Nord (Sud).

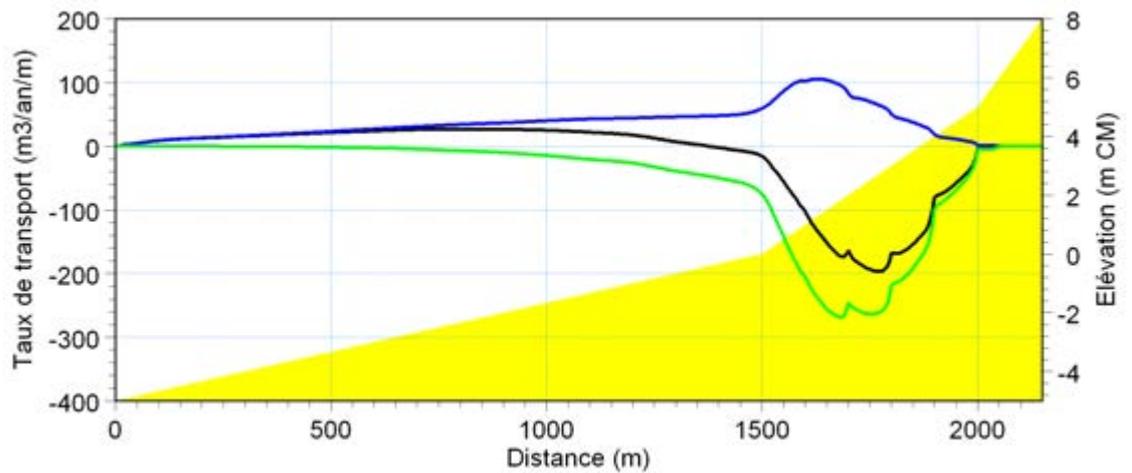


Figure B.3.25 Distribution du transport sédimentaire dans le profil pour le segment US3-E, à titre indicatif pour une orientation du trait de côte de 227° : transport net (noir), transport vers le Sud (vert) et vers le Nord (bleu) ; le profil représentatif du segment US3-E est indiqué en jaune.

3.2.5 Synthèse de la dynamique littorale de l'unité sédimentaire 3

La Figure B.3.26, page suivante, synthétise les résultats de la modélisation du transit littoral net sur l'ensemble de l'unité sédimentaire 3. De manière générale, au Nord du Pont d'Yeu, le transit a une résultante portant vers le Nord, alors qu'au Sud du Pont d'Yeu, la résultante porte vers le Sud. Il n'existe pas de gradient du transport net au Nord du Pont d'Yeu, la dérive littorale y est de 0 à 20 000 m³/an. Toutefois, au Sud du Pont d'Yeu, il existe de fort gradient dans le transit net le long du trait de côte : il y a une croissance de la dérive en progressant vers le Sud de 0 à 25 000 m³/an au niveau des plages de Notre-Dame-de-Monts jusqu'à 30 à 100 000 m³/an au niveau de La Pège. A l'approche du massif rocheux de St. Gilles Croix de Vie, ce transit se trouve néanmoins réduit jusqu'à environ 0 à 50 000 m³/an. Il est probable qu'une partie de ce transit contourne le massif rocheux pour alimenter le littoral de l'unité sédimentaire 5.

Il existe également des gradients dans le transport brut le long du rivage sur l'ensemble de l'unité sédimentaire 3. Au Nord du Pont d'Yeu, la capacité du transport brut est constante de l'ordre de 25 à 30 000 m³/an. Au Sud du Pont d'Yeu, le transport brut augmente de 70 à 80 000 m³/an niveau des plages de Notre-Dame-de-Monts jusqu'à un ordre de 170 à 180 000 m³/an à l'approche du massif rocheux de Saint-Gilles-Croix-de-Vie. Pour toute variabilité naturelle de l'orientation du trait de côte, l'intensité du transport brut reste relativement stable.

Au Nord, la singularité du goulet de Fromentine est détaillée au paragraphe B.2.2.6. (US 2)

Au Sud, il y a une probable fuite de sédiment de l'ordre de 20 000 à 50 000 m³/ an vers l'US 5 .

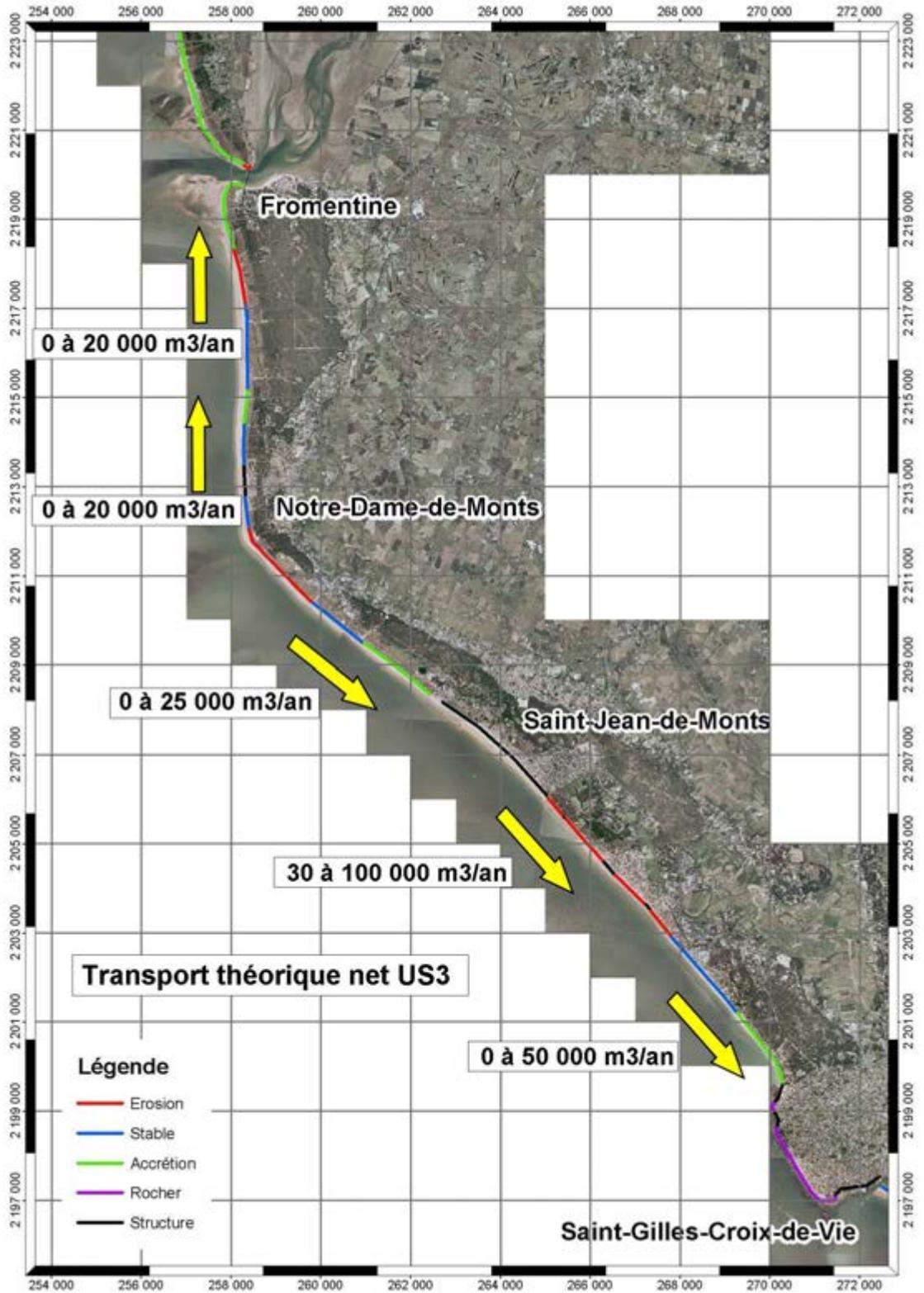


Figure B.3.26 Synthèse de la dérive littorale sur l'ensemble de l'unité sédimentaire 3.

3.3 Scénario d'évolution du trait de côte

On rappelle que face à la réduction de la fiabilité de l'évolution future des agents morphodynamiques – en l'occurrence, le climat de vent et de houle – avec une échéance croissante, seules les prévisions de l'évolution du trait de côte à court terme sont détaillées ci-dessous au niveau de l'unité sédimentaire, alors que pour le moyen et long terme, une évaluation de l'impact de la variabilité des facteurs agissant sur la dynamique littorale a été menée au chapitre A-3.3.3.

La mobilité du trait de côte de l'unité sédimentaire 3 en 2027 par rapport au trait de côte en 2007 est indiquée sur la Figure B.3.27. Des zooms rapprochés sur des tronçons de littoral dynamiques sont fournis de la Figure B.3.28 à la Figure B.3.36.

L'évolution du trait de côte à 50 ans indiqué sur les cartes à suivre est fournis à titre indicatif si les facteurs océano-météorologiques qui agissent sur la morphologie littorale n'évoluaient plus durant les 50 années à venir – ce qui paraît fort peu probable.

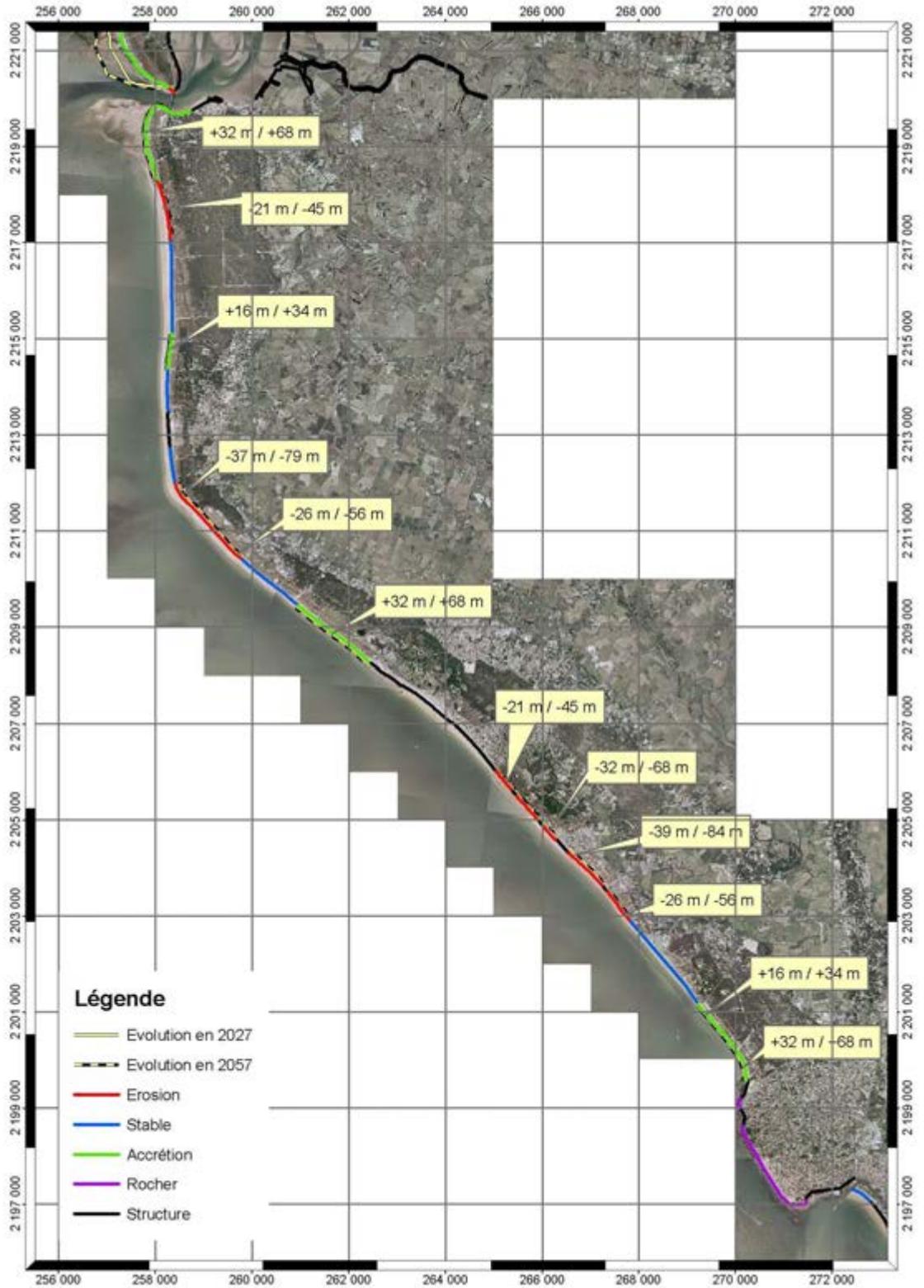


Figure B.3.27 Scénario d'évolution du trait de côte de l'unité sédimentaire 3 à court terme : mobilité du trait de côte en 2027 par rapport au trait de côte de 2007.

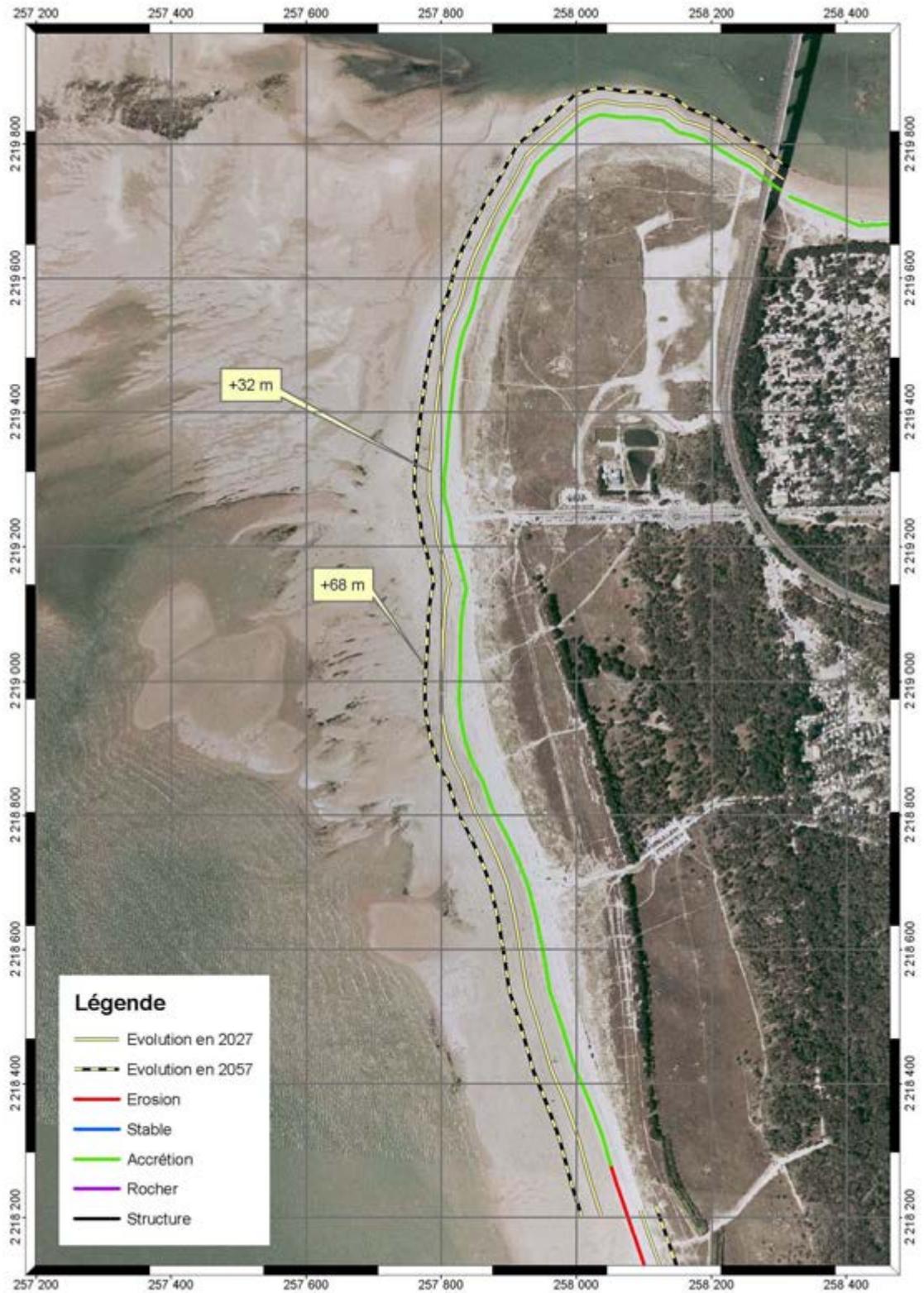


Figure B.3.28 Scénario d'évolution du trait de côte du Goulet de Fromentine à la plage de la bergère à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.

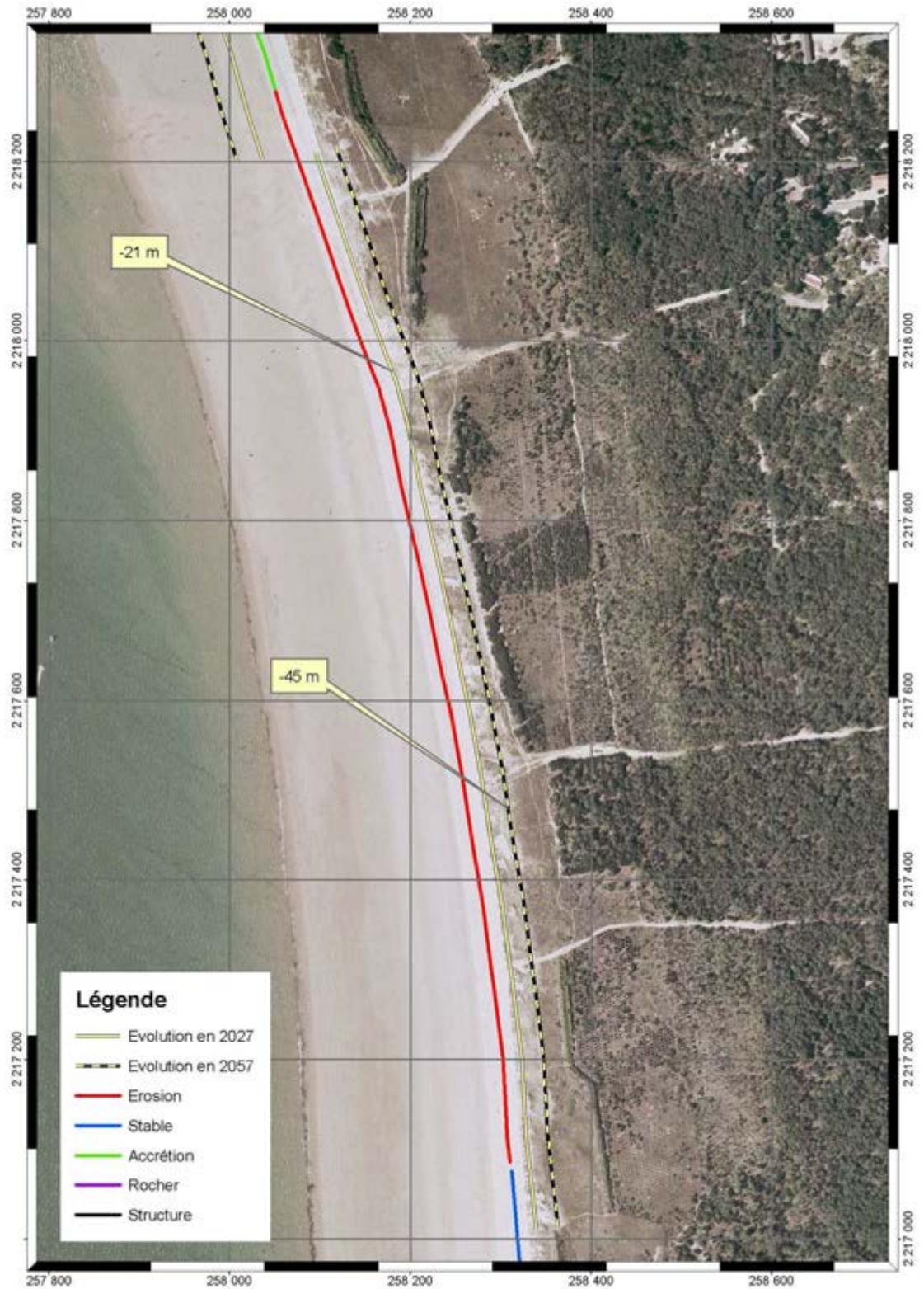


Figure B.3.29 Scénario d'évolution du trait de côte du Sud de la plage de la bergère à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.

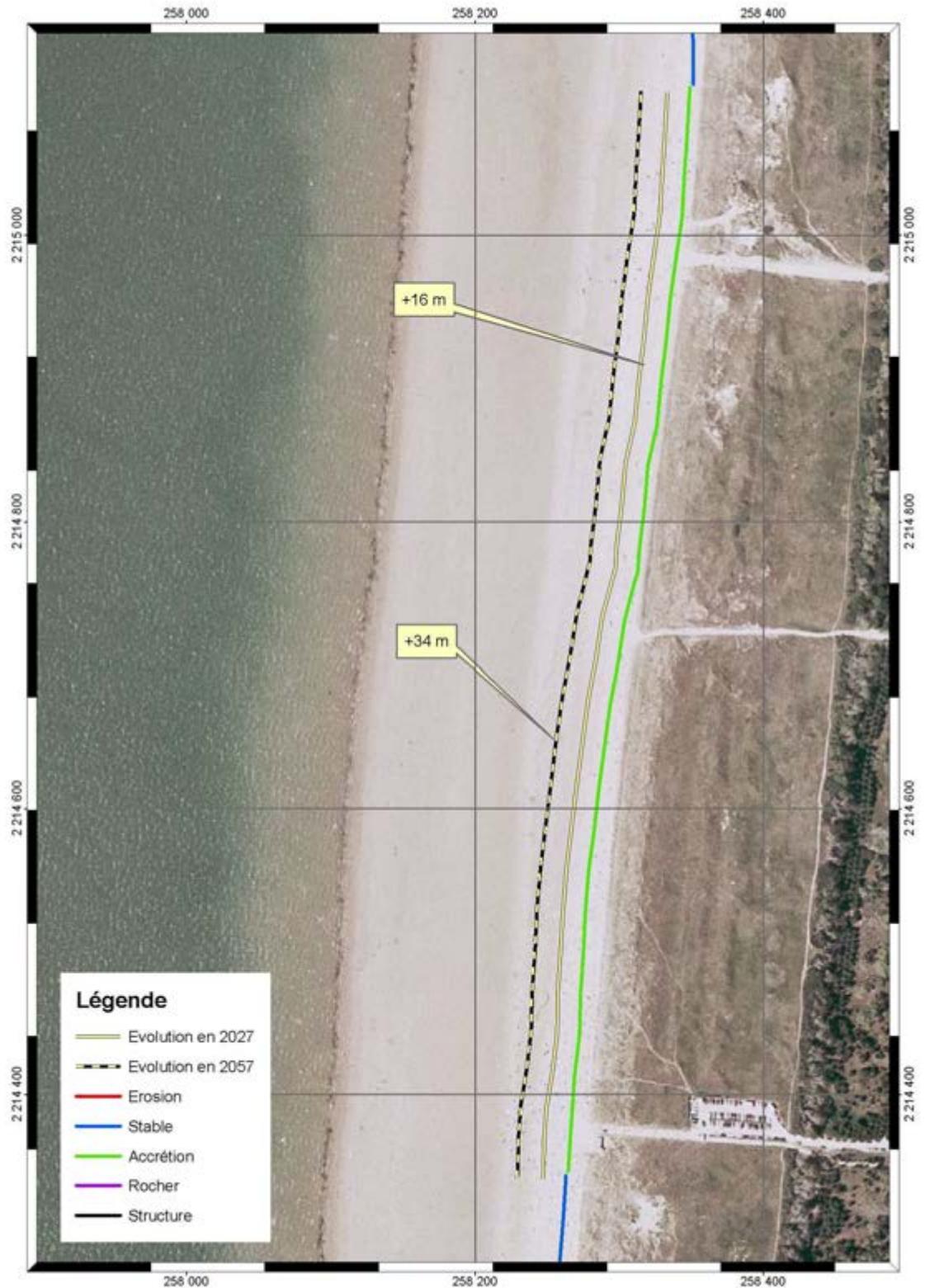


Figure B.3.30 Scénario d'évolution du trait de côte au Nord de Notre-Dame-de-Monts à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.



Figure B.3.31 Scénario d'évolution du trait de côte du Pont d'Yeu à la plage de la Tonnelle à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027..

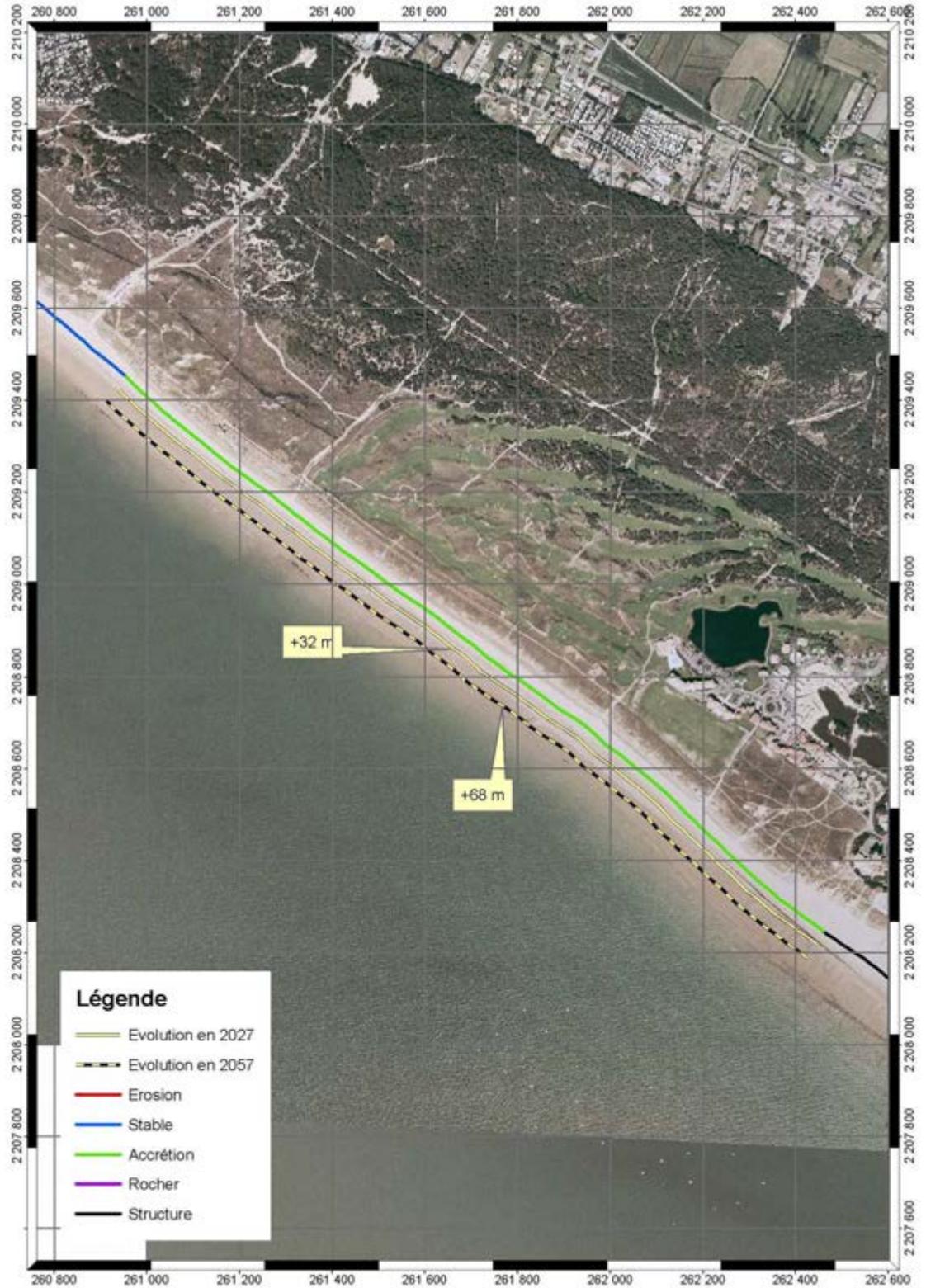


Figure B.3.32 Scénario d'évolution du trait de côte au niveau du terrain de Golf de Saint-Jean-de-Monts à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027..



Figure B.3.33: Scénario d'évolution du trait de côte au niveau de Saint-Jean-de-Monts à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027

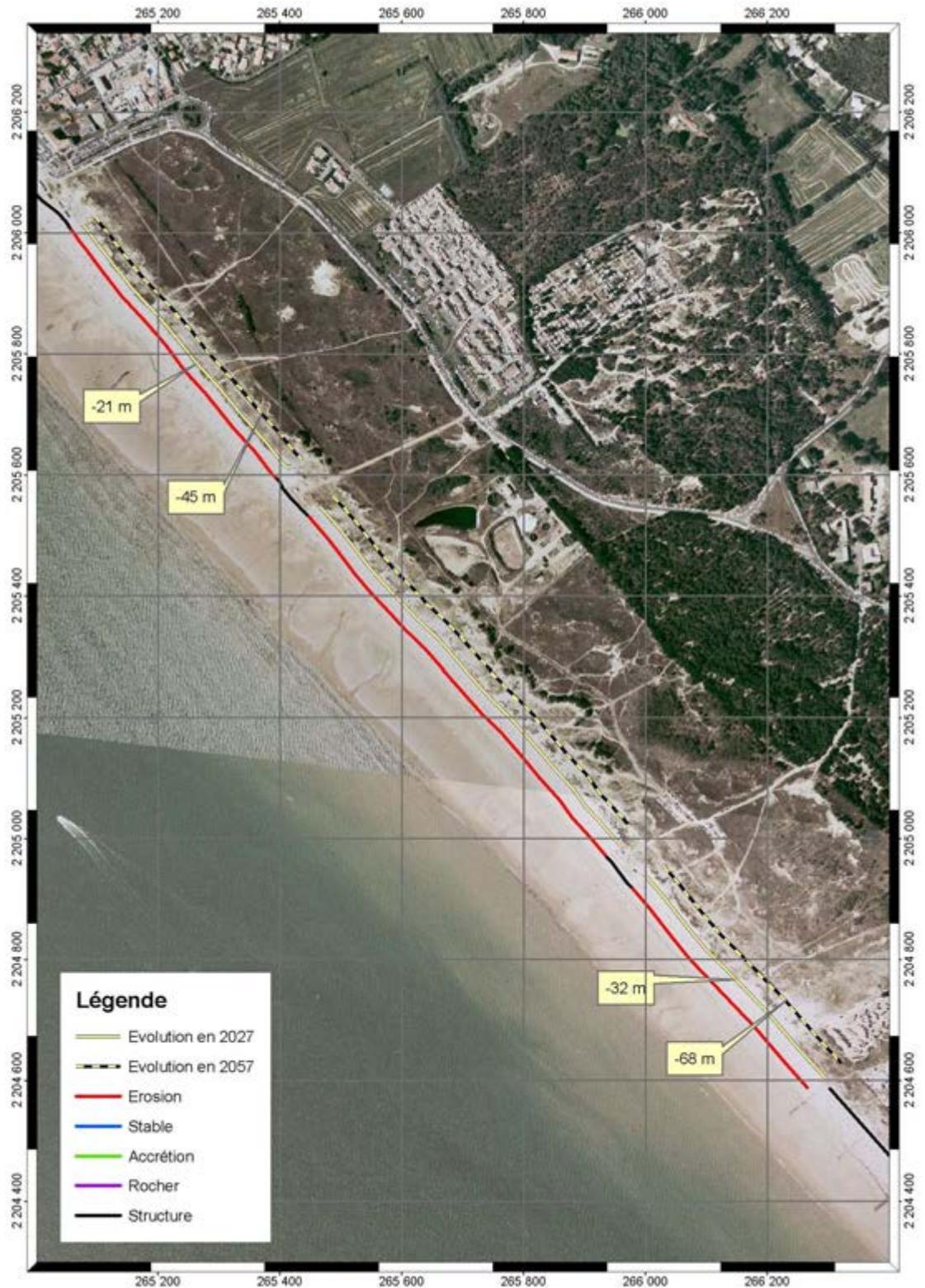


Figure B.3.34 Scénario d'évolution du trait de côte des plages des soixante Bornes et des Salins à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027..



Figure B.3.35 Scénario d'évolution du trait de côte des plages des Becs et des Mouettes à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027..

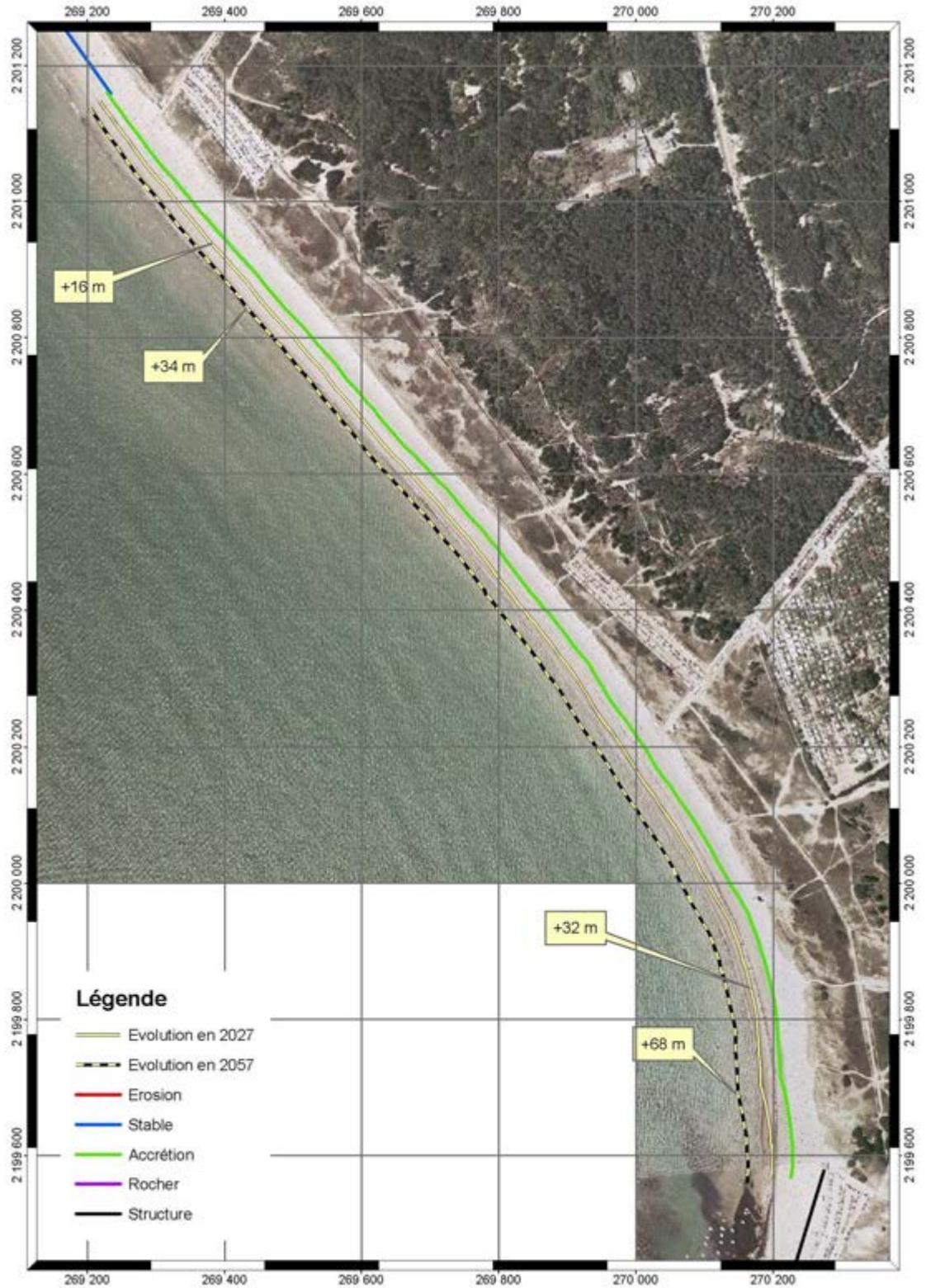


Figure B.3.36 Scénario d'évolution du trait de côte de la plage de la parée Preneau aux roches de Sion-sur-l'Océan à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.

3.4 Objectif des ouvrages de protection en place

Une cartographie des protections en place a été établie à l'échelle de l'unité sédimentaire. Cette carte, recensant les divers systèmes de protection en place, est associée à un tableau présentant une évaluation de leur efficacité actuelle. L'évaluation des ouvrages menée ci-après peut servir à la justification de leur présence mais ne représente pas une évaluation de leur état structurel. Ainsi, la question de leur devenir, voire de leur entretien n'est pas posée quel que soit le degré d'efficacité et de détérioration en ce qui concerne les ouvrages les plus endommagés. A noter que cette évaluation a le caractère de note de synthèse des tendances sur l'usage et l'efficacité de ces ouvrages.

L'évaluation des ouvrages de protection en place est menée selon la classification tenant compte de l'objectif de l'ouvrage en place et d'atteinte de l'objectif avec des effets plus ou moins indésirables. De façon générale, les types d'ouvrage de protection les plus fréquents sur la côte vendéenne interviennent sur le transit littoral ou sur le trait de côte ; en l'occurrence, sur le littoral de l'unité sédimentaire 3, il s'agit d'épis et d'ouvrages longitudinaux, tels que perrés et digues respectivement. Pour ces types d'ouvrage, la classification est plus détaillée ci-dessous.

Dans cette étude, l'efficacité d'un épi est évaluée par rapport à sa capacité à intercepter une partie de la dérive littorale. Un épi efficace est donc capable de maintenir une accumulation de sédiments à l'amont de celui-ci ; si la plage à l'amont est stabilisée, l'épi est efficace malgré un éventuel *by-pass* de sédiments vers l'aval. A l'opposé, un épi non-efficace est incapable d'intercepter des sédiments en transit ; celui-ci est donc perméable et permet une fuite de sédiment alimentant la dérive littorale. Il faut noter ici qu'un épi est jugé efficace malgré d'éventuels effets non-désirables comme un risque d'érosion accentuée de l'estran au niveau du musoir et du trait de côte à l'aval de celui-ci. De plus, dans le contexte de la présente expertise, même si la configuration d'un épi est uniquement capable de stabiliser le haut estran, celui-ci est jugé efficace ; ainsi, un épi de faible longueur par rapport à la largeur de la zone littorale, mais, néanmoins capable d'intercepter une faible partie de la dérive littorale, est jugé efficace.

L'efficacité d'un perré est évalué par rapport à son imperméabilité d'un point de vue hydrosédimentaire et ainsi par rapport à sa capacité à maintenir le trait de côte à une position fixe. Généralement établi sur un tronçon de plage à tendance érosive, un perré est donc efficace si le recul du trait de côte sur ce tronçon est arrêté ; essentiellement, par sa présence, un perré est toujours efficace si celui-ci n'est pas endommagé. A l'opposé, un perré est non-efficace si il permet une fuite de sédiments vers l'estran engendrant des points d'affouillement en arrière de l'ouvrage. Attention de noter qu'un perré est jugé efficace malgré d'éventuels effets non-désirables comme un risque d'affouillement à la base de l'ouvrage et un risque d'érosion accentuée du trait de côte à l'aval de celui-ci.

Sur la côte vendéenne, des successions d'ouvrages sont fréquentes ; le rapprochement de ces ouvrages permet généralement d'en évaluer l'efficacité pour l'ensemble de ceux-ci. Il est important de souligner qu'une batterie d'ouvrages efficaces, qu'il s'agisse d'une série d'épis ou de perrés, peut donner un sentiment d'efficacité vu la fixation du trait de côte dans l'immédiat. Or, vu que ni l'épi ou le perré ont un impact sur la houle incidente, les conditions de forçage à la côte ne sont pas atténuées et l'aléa érosion reste inchangé. Ainsi, si un gradient de transport sédimentaire existe le long d'une zone

littorale dont le trait de côte est efficacement stabilisé par une batterie d'ouvrages, on peut observer un abaissement progressif de l'estran malgré la position fixe du trait de côte.

Un recensement des divers systèmes de protection en place sur le littoral de l'unité sédimentaire 3 est illustré de la Figure B.3.37 à la Figure B.3.39 ; l'évaluation de leur efficacité actuelle est présentée dans le tableau suivant :

Tableau B.10: Tableau d'évaluation de l'objectif des ouvrages de l'US3 face à la dynamique sédimentaire

Localisation	Commune	Type d'ouvrage	Objectif de l'ouvrage	Atteinte de l'objectif
La Plage	Notre Dame de Monts	Perré maçonné, longueur de 680m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage des Demoiselles	Saint-Jean-de-Monts	Perré maçonné (digue remblai Nord), longueur de 2500m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage des Demoiselles	Saint-Jean-de-Monts	Batterie de 22 épis, longueur de 15 à 40m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage des Demoiselles	Saint-Hilaire-de-Riez	Perré maçonné (digue remblai Sud), longueur de 650m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage des Demoiselles	Saint-Hilaire-de-Riez	Enrochement, longueur de 70m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage des Demoiselles	Saint-Hilaire-de-Riez	Epi, longueur 20m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage des soixantes bornes	Saint-Hilaire-de-Riez	Enrochement, longueur de 70m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage des Salins	Saint-Hilaire-de-Riez	Enrochement, longueur de 50m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage des Becs, Plage des Mouettes et Plage de la Pège	Saint-Hilaire-de-Riez	Batterie de 32 épis, longueur de 10 à 60m	Maintenir le trait de côte	Non
Plage des Becs	Saint-Hilaire-de-Riez	Enrochement, longueur de 170m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage des Mouettes	Saint-Hilaire-de-Riez	Enrochement, longueur de 160m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage de la Parée Preneau	Saint-Hilaire-de-Riez	2 épis, longueur de 40m	Maintenir le trait de côte	Non
Sion-sur-l'Océan	Saint-Hilaire-de-Riez	4 épis/calles, longueur de 50 à 150m	Maintenir le trait de côte	Oui
Sion-sur-l'Océan	Saint-Hilaire-de-Riez	Perré maçonné, longueur de 820m	Maintenir le trait de côte	Oui

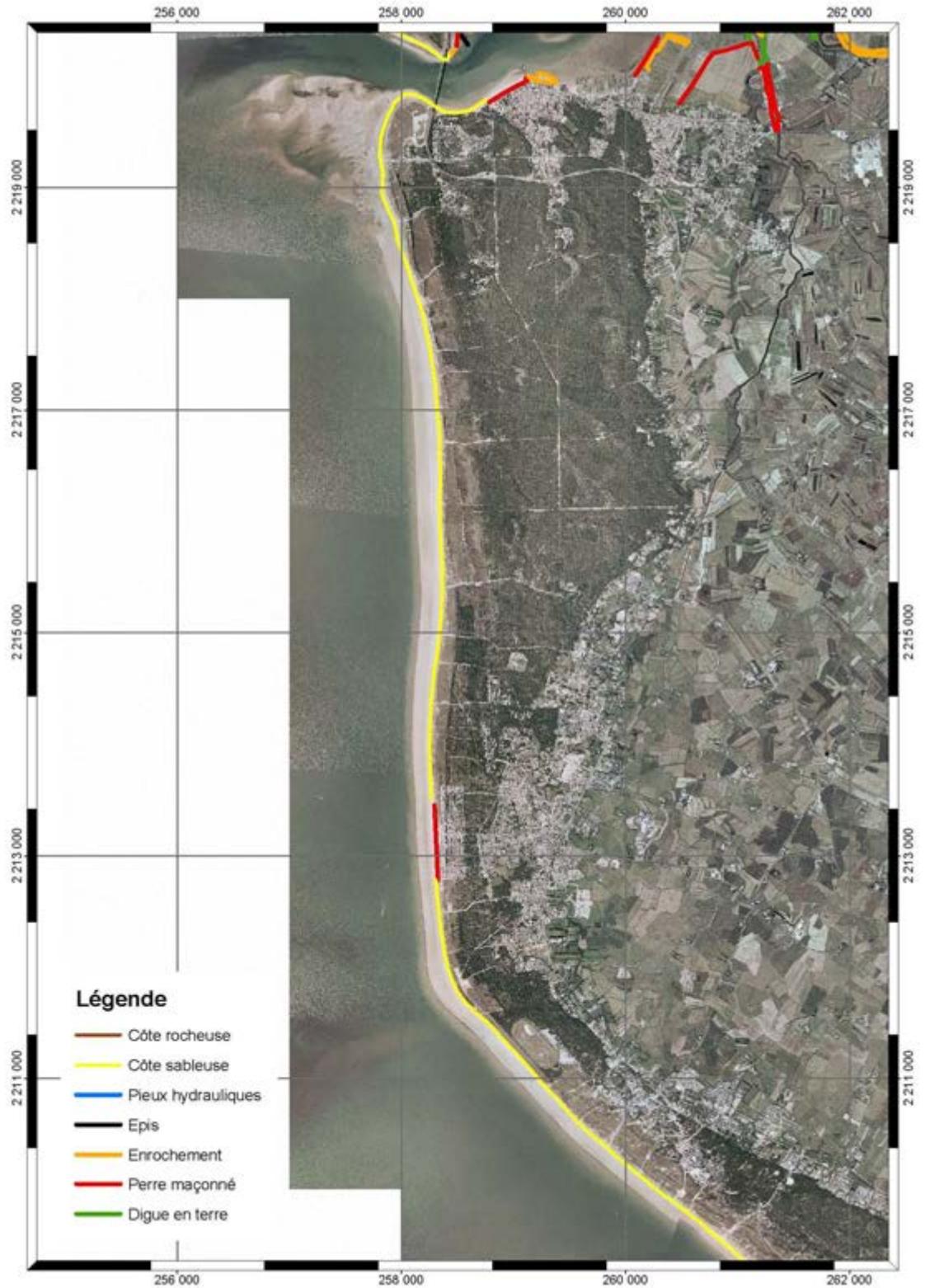


Figure B.3.37 Cartographie des ouvrages sur l'unité sédimentaire 3

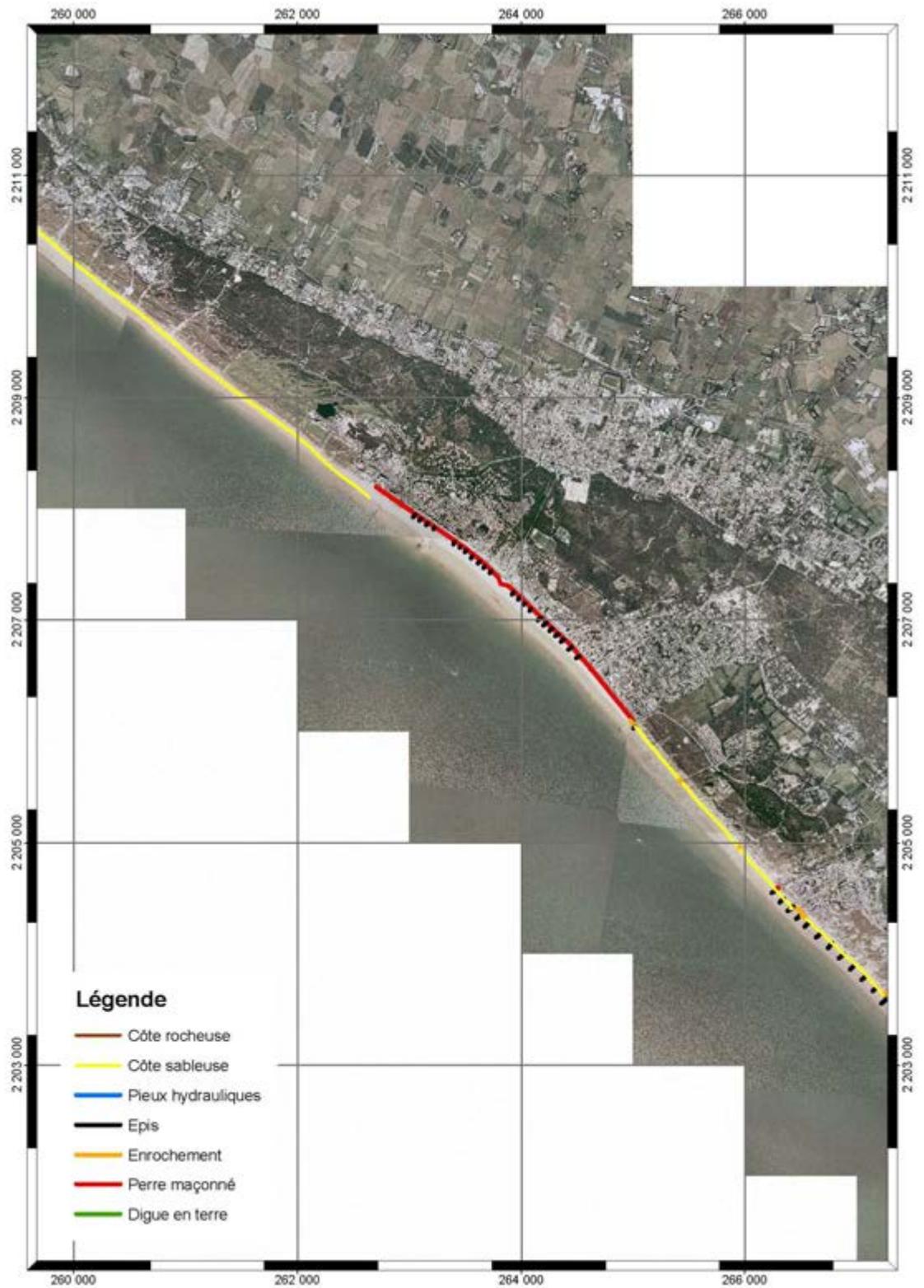


Figure B.3.38 Cartographie des ouvrages sur l'unité sédimentaire 3

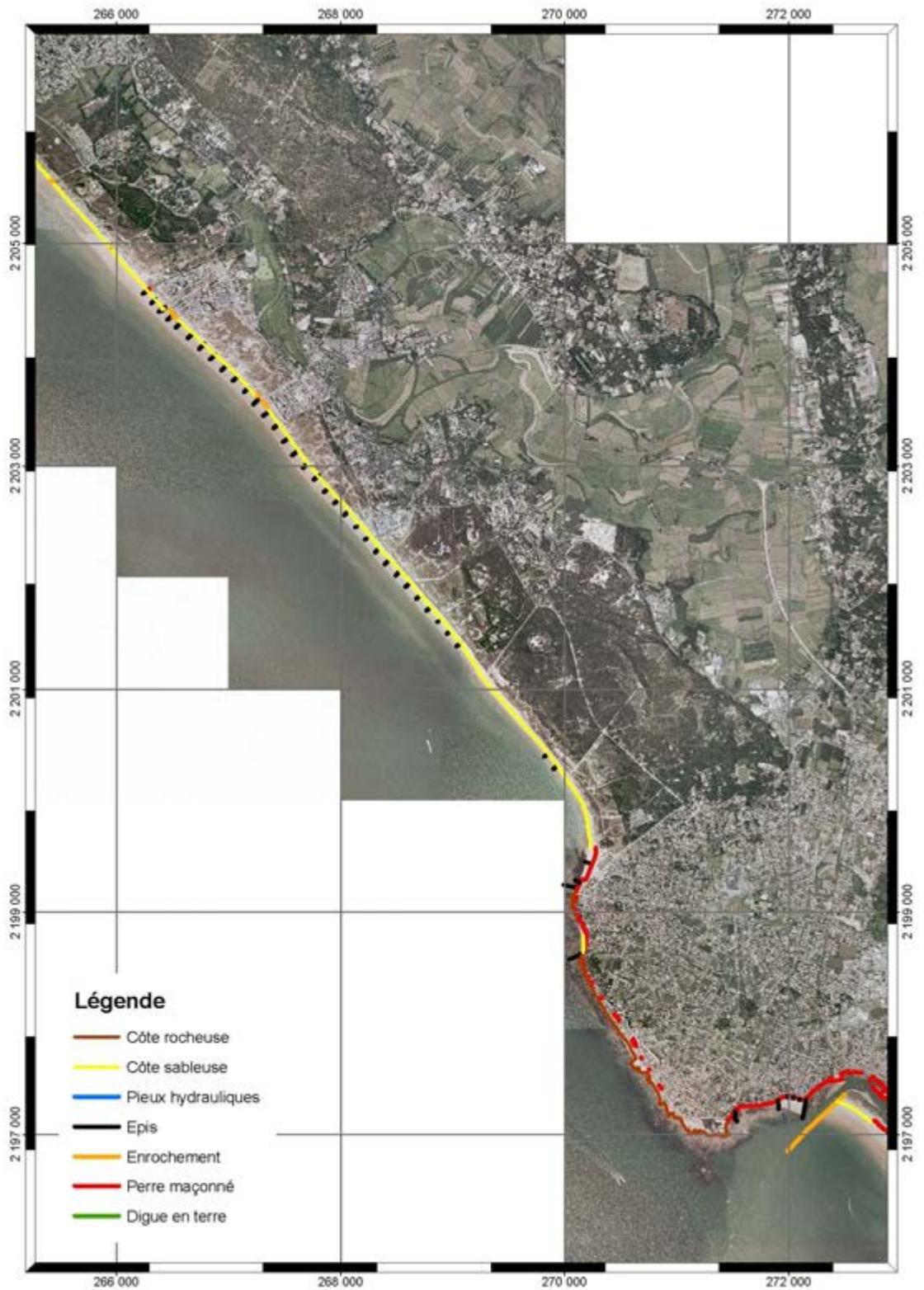


Figure B.3.39 Cartographie des ouvrages sur l'unité sédimentaire 3

3.5 Aléas et enjeux

Les enjeux sont cartographiés sur une frange littorale de 5 kilomètres environ et classés en 3 thématiques :

- Activités économiques : l'activité principale est le tourisme avec l'implantation de nombreux campings et de stationnements pour caravanes tout au long du littoral. Le front maritime étant constitué d'un long cordon dunaire, les quelques zones commerciales et les cultures sont renvoyées un peu plus dans les terres.

- Habitat / Equipement : les principaux pôles urbains sont Notre-Dame-de-Monts, Sion-sur-l'Océan et Saint-Jean-de-Monts où l'urbanisation est la plus dense. La D123 longe le littoral depuis Saint-Jean-de-Monts jusqu'à Sion-sur-l'Océan. On compte 3 stations d'épuration, près du goulet de Fromentine sur la plage de la Grande Côte, au lieu dit la Parée Grollier et sur la plage des soixante Bornes.

-Qualité du patrimoine naturel et culturel : la forêt domaniale des pays de Monts occupe la quasi-totalité du littoral de Fromentine à Sion-sur-l'Océan et n'est interrompue que par les zones urbaines. L'ensemble de ces zones sont répertoriées en Natura 2000. Enfin le Conservatoire du littoral possède un terrain sur le lieu-dit de La Pège.

Cette cartographie à l'échelle de l'unité sédimentaire 3 permet de visualiser les différents types d'enjeux selon les secteurs géographiques. Les informations représentées sont notamment issues de la BD Topo de l'IGN, de l'IPLI2000, de la DIREN et de la DDE.

Concernant les aléas d'érosion, l'unité 3 a été découpée en 5 segments cohérents en fonction de l'homogénéité des contours bathymétriques afin de respecter l'hypothèse de linéarité du modèle LITPACK. La modélisation numérique a permis de quantifier les taux de transport sur chaque segment US3-A, US3-B, US3-C, US3-D et US3-E ainsi que la direction du transport net. Chaque sous-secteur est ensuite analysé suivant la nature de son trait de côte (côte sableuse, côte rocheuse ou côte artificielle).

L'analyse des photos aériennes de 1975 et 2001 fait apparaître les grandes tendances des secteurs en érosion / accrétion ou stables. Le secteur entre Notre-Dame-de-Monts et Fromentine semble stable avec accrétion de la pointe au niveau du goulet de Fromentine. Seul le Sud de la plage de la Bergère est en érosion. Le secteur suivant entre Notre-Dame-de-Monts et Saint-Jean-de-Monts passe du Nord au Sud de l'érosion à l'accrétion avec un taux de +/- 1,2 m/an. Le front de mer de Saint-Jean-de-Monts est stabilisé par un perré alors que l'érosion sévit plus au Sud, de la plage des Demoiselles à la Pège, malgré quelques ouvrages longitudinaux. Le secteur de la Pège jusqu'à Sion-sur-l'Océan est stabilisé par une batterie d'épis qui ramène la tendance à l'accrétion avec un taux moyen de 1 m/an. A noter que cette analyse n'est valable que pour les portions de côte sableuse. L'évolution des côtes rocheuses est difficilement analysable par photos aériennes, leur trait de côte est généralement stable. L'analyse des côtes structurées par contre ne nous renseigne pas sur la tendance à l'érosion étant donné leur caractère artificiel. Les différents ouvrages longitudinaux fixent bien le trait de côte mais ne résolvent pas le problème d'érosion.

Les aléas de submersion sont relativement limités sur cette unité sédimentaire grâce principalement à la présence du cordon dunaire. Les zones urbaines ayant une façade

maritime comme Notre-Dame-de-Monts et Saint-Jean-de-Monts sont soumises à un aléa fort mais sont protégées par des perrés. Un aléa fort à faible s'étend sur 375 ha au niveau de la Pège. Au total on compte 412 ha de terres submergées dont 47 ha avec un aléa fort, 20 ha avec un aléa fort à moyen et 345 ha avec un aléa faible à moyen.

Le Tableau B.11 fait la synthèse par secteur des aléas et des enjeux de l'unité sédimentaire 3. Noter que lorsque le trait de côte est indiqué comme structuré cela ne veut pas dire qu'il n'y a pas de phénomène d'érosion. Le littoral a été structuré afin que la ligne de rivage reste fixe mais il peut subsister un transport sédimentaire déficitaire qui engendre une érosion de l'estran et des fonds, et peut être problématique notamment devant les ouvrages ou il est responsable d'affouillements.

Tableau B.11 : Synthèse des aléas et des enjeux sur l'US3

Secteur		Nature du trait de côte	Aléa		Enjeux				
			Nature	Degré	Activités économiques	Habitat et Equipement	Qualité du Patrimoine		
US3-A	Plage de la Bergère	Dune	Evolution du trait de côte	accrétion / érosion	camping la Grande Côte, le Grand Corseau	station d'épuration	forêt domaniale Natura 2000		
			Submersion	néant					
US3-A US3-B	Plage des Lays	Dune	Evolution du trait de côte	stable / accrétion	camping		forêt domaniale Natura 2000		
			Submersion	néant					
US3-B	La Plage (Notre-Dame-des-Monts)	Perré	Evolution du trait de côte	stable / structuré		urbanisation dense à diffuse	forêt domaniale Natura 2000		
			Submersion	fort sur 8ha					
US3-C	Plage du Pont d'Yeu	Dune	Evolution du trait de côte	érosion			forêt domaniale Natura 2000		
			Submersion	néant					
	Plage de la Tonnelle Plage de la Parée du Jonc	Dune	Evolution du trait de côte	stable / accrétion	camping	espace vert	forêt domaniale Natura 2000		
			Submersion	néant					
US3-D	Plage des Demoiselles	Perré	Evolution du trait de côte	structuré		urbanisation dense			
			Submersion	fort sur 29ha					
	Plage des soixantes Bornes - Plage de la Pège	Dune / perrés ponctuels / épis	Evolution du trait de côte	érosion / structuré	camping	station d'épuration	forêt domaniale Natura 2000		
			Submersion	fort sur 10ha					urbanisation dense
				moyen à fort sur 20 ha		moyen de communication			
				faible à moyen sur 345 ha					
US3-E	Plage de la Parée Preneau	Dune	Evolution du trait de côte	stable / accrétion	camping		forêt domaniale Natura 2000		
			Submersion	néant					

B.4 L'ILE D'YEU (U.S. 4)

4.1 Description morphologique

Située à une vingtaine de kilomètres du continent, l'île d'Yeu s'étend sur une superficie de 23 km² selon une orientation Nord-Ouest / Sud-Est (10 km de long et 4 km de large).

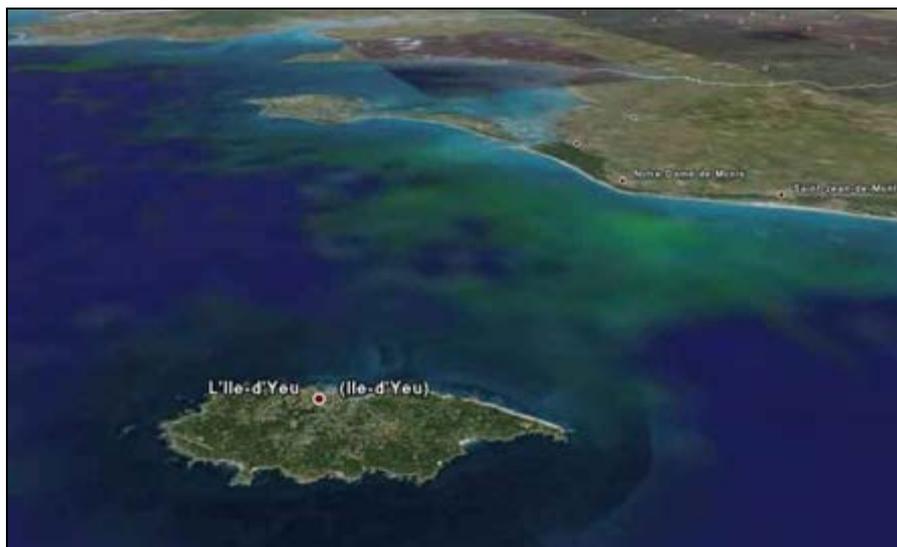


Figure B.4.1: L'île d'Yeu face au continent (source : Google Earth)

Son relief est peu accentué. Le plateau qui constitue le centre de l'île, entre Grand-Phare et Saint-Sauveur, culmine entre 25 et 30 mètres d'altitude (le point le plus haut est situé à Ker Viraux, 35 m). Cet axe central délimite une douzaine de petits bassins versants qui se répartissent tout autour de l'île.



Figure B.4.2: L'île d'Yeu vue du Nord-Est au Sud-Ouest (source : Google Earth)

L'île d'Yeu appartient au massif hercynien sud-armoricain. Son substratum est essentiellement gneissique et recouvert localement de formations récentes : limons éoliens, alluvions marines flandriennes, alluvions fluviales modernes, dunes récentes et actuelles. Des intrusions granitiques pointent à travers cet anticlinal gneissique, notamment au niveau de Saint-Sauveur, de la presqu'île du Châtelet, de Ker Pissot et de la pointe des Corbeaux.

Les 26 km du rivage sont constitués principalement de côtes rocheuses, excepté au niveau de certaines indentations dont le fond est tapissé d'une plage sablonneuse, ainsi qu'au Nord-Est de l'île, où de la Pointe de Gilberge à la Pointe des Corbeaux, les plages sont suffisamment développées pour que des formations dunaires aient pu s'édifier.

4.1.1 La côte Nord

De la Pointe du But à la Pointe de Gilberge, on note la présence de plusieurs anses sableuses (plages de la Pulante, des Roses, plages de la Tourette, de Ker Châlon). L'estran, à dominante rocheuse, se développe sur une largeur de 100 à 200 m.

De la Pointe Gauthier à la Pointe des Corbeaux, les plages des Ovaires, de la Grande Conche et de la Petite Conche bordent de manière presque continue la côte et augmentent d'importance en direction du Sud-Est.

Elles sont particulièrement bien développées de la Pointe de la Conche à la Pointe du Corbeau où des formations dunaires ont pu se développer. L'estran, qui découvre sur 200 mètres, est à dominante sableuse.

A l'arrière de cette côte sableuse, de petites dépressions sont occupées par les marais de la Guerche, de la Table, du marais salé, du marais de la Gorelle, du marais Mottou et du marais de la Croix. Ces marais sont actuellement isolés du milieu marin et sont alimentés par des arrivées d'eaux douces.

La bathymétrie le long de cette côte se caractérise par la présence de petits fonds d'environ -5 m se situant à environ 500 / 600 mètres de la côte. Plus au large, en direction du Nord-Est vers le continent, les fonds ne dépassent pas 8 m, et l'on rejoint rapidement les hauts-fonds du Pont d'Yeu se situant de -3 m à -5 m environ.

4.1.2 La côte Sud

La bordure côtière offre essentiellement un relief très escarpé avec des falaises rocheuses abruptes, d'une hauteur pouvant aller jusqu'à 25 mètres. Les quelques plages sont toujours de dimensions réduites (Plage des Sables Rouis, des Sabias, des Vieilles,...) et s'encastrent entre des pointes rocheuses ou se nichent au fond de criques. L'estran est rocheux et la bathymétrie présente une déclivité importante, l'isobathe des -30 m se situant en moyenne à 1 km du rivage.

4.2 Dynamique littorale

4.2.1 Données bathymétriques et granulométriques

La répartition des données bathymétriques sur l'unité sédimentaire 4 est présentée dans la Figure B.4.3; celles-ci sont uniquement disponibles sur la Plage de la Grande Conche sur la côte Nord-Est de l'Île d'Yeu. En réalité, il s'agit d'un levé topographique partiel de cette plage ; celui-ci couvre le haut de plage jusqu'à mi-estran (cote supérieure à environ +3 à +4 m CM). Le profil au-delà de l'estran a été complété par le biais des données bathymétriques digitalisées à partir des cartes du SHOM ; celles-ci couvrant principalement la partie offshore du domaine, une estimation de la pente a été menée pour combler le manque de données précises.

Des prélèvements de sable d'estran ont également été menés sur la Plage des Grandes Conches. Une valeur de 0,25 mm caractérise le diamètre médian pour les calculs de transport sédimentaire sur cette partie du littoral.

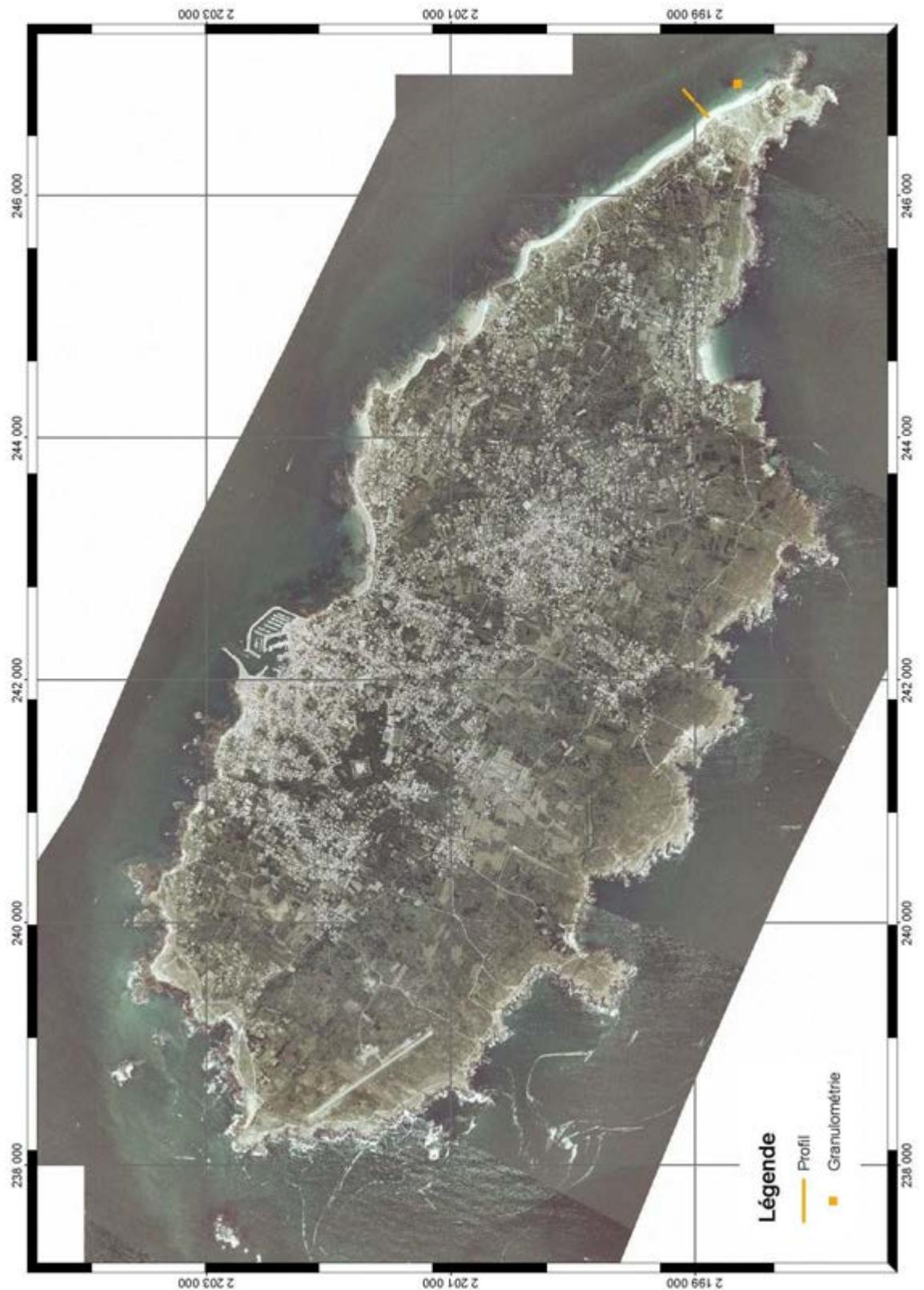


Figure B.4.3 Localisation des données bathymétriques et granulométriques sur l'unité sédimentaire 4.

4.2.2 *Données de calage*

Face à la quasi-inexistence de données de transport sédimentaire fiables – on rappelle que les études visant à décrire le régime hydrosédimentaire de la côte vendéenne précédant cette étude ont surtout le caractère d'estimation du transit – les informations dérivées des photos aériennes de 1975 et 2001 ont fourni les véritables données de calage pour le modèle de transport sédimentaire. Une synthèse de l'évolution historique du trait de côte est illustrée dans la Figure B.4.4 pour l'ensemble de l'unité sédimentaire 4 ; une description de cette évolution est présentée schématiquement ci-dessous.

Le trait de côte de l'Île d'Yeu est largement à dominance rocheuse à l'exception du cordon littoral sur l'extrémité Sud-Est de la face Nord de l'île ; ce cordon s'étire de la Plage des Petites Conches jusqu'à la Plage des Grandes Conches. Entre 1975 et 2001, un certain dynamisme semble caractériser ce littoral avec une alternance entre avancée (de 0,6 à 0,8 m/an) et recul (de 0,6 à 1 m/an).

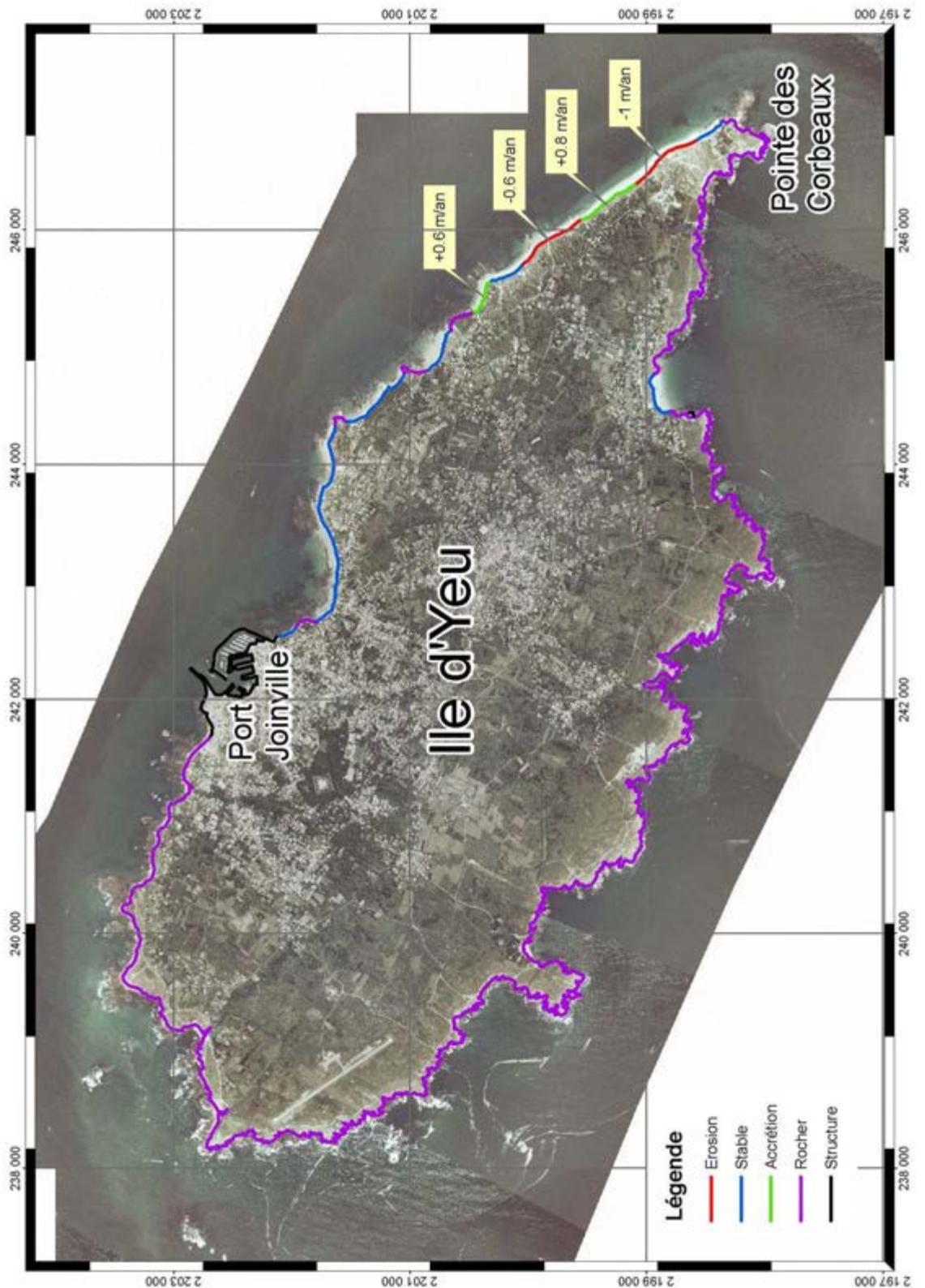


Figure B.4.4 Synthèse de l'évolution du trait de côte de 1975 à 2001 sur l'unité sédimentaire 4 ; accrétion (positif) et érosion (néгатif).

4.2.3 Segmentation de l'unité sédimentaire 4

Comme indiqué auparavant, le trait de côte de l'Île d'Yeu est largement à dominance rocheuse, celui-ci alternant entre des tronçons de falaise et des avancées rocheuses. Plusieurs petites plages et anses semblent y vivre en autarcie (Plage des Vieilles, Plage des Sabias, Plage des Sables Rouis...et Anse des Soux, Anse des Fontaines...). Toutefois, celles-ci se trouvent bien encadrées par des pointes rocheuses et apparaissent stables. En raison du degré de bidimensionnalité de ce trait de côte et du relief tourmenté des petits fonds au large, l'hypothèse de l'uniformité du profil le long du rivage ne peut être satisfaite sur une grande partie du périmètre de l'Île d'Yeu. C'est uniquement entre la Pointe du Porteau et la Pointe des Corbeaux sur la face Nord de l'île qu'il existe un cordon littoral susceptible de permettre une modélisation non-bidimensionnelle.

Ainsi, vu la géomorphologie complexe de l'Île d'Yeu, l'unique segment défini se situe sur la face Nord de l'île et est délimité par la Pointe du Porteau au Nord et la Pointe des Corbeaux au Sud ; celui-ci est nommé US4-A (cf. Figure B.4.5).

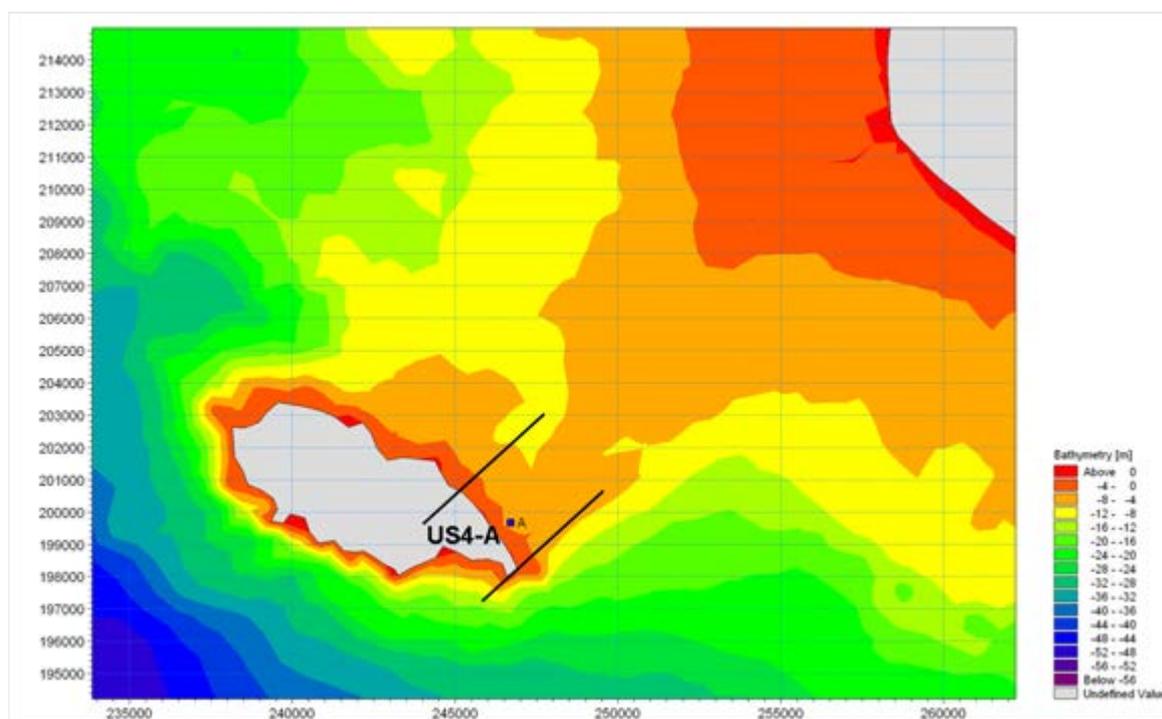


Figure B.4.5 Segmentation de l'unité sédimentaire 4 et localisation du point d'extraction du climat de houle à la côte pour ce segment.

La rose des houles représentative du segment US4-A est présentée dans la Figure B.4.6 ; pour comparaison, la rose des houles à l'isobathe -50 m CM au Sud-Ouest de l'Île d'Yeu y est également représentée. À l'abri de l'île, suite à une réfraction significative des houles océaniques, les houles se propagent essentiellement en parallèle à la côte ; l'importance du phénomène de réfraction résulte également en une forte atténuation des hauteurs de houle. Il est intéressant de noter que selon l'incidence au large des houles, celles-ci parviennent du Nord *et* du Sud, toutefois de vigueur limitée en provenance du Nord.

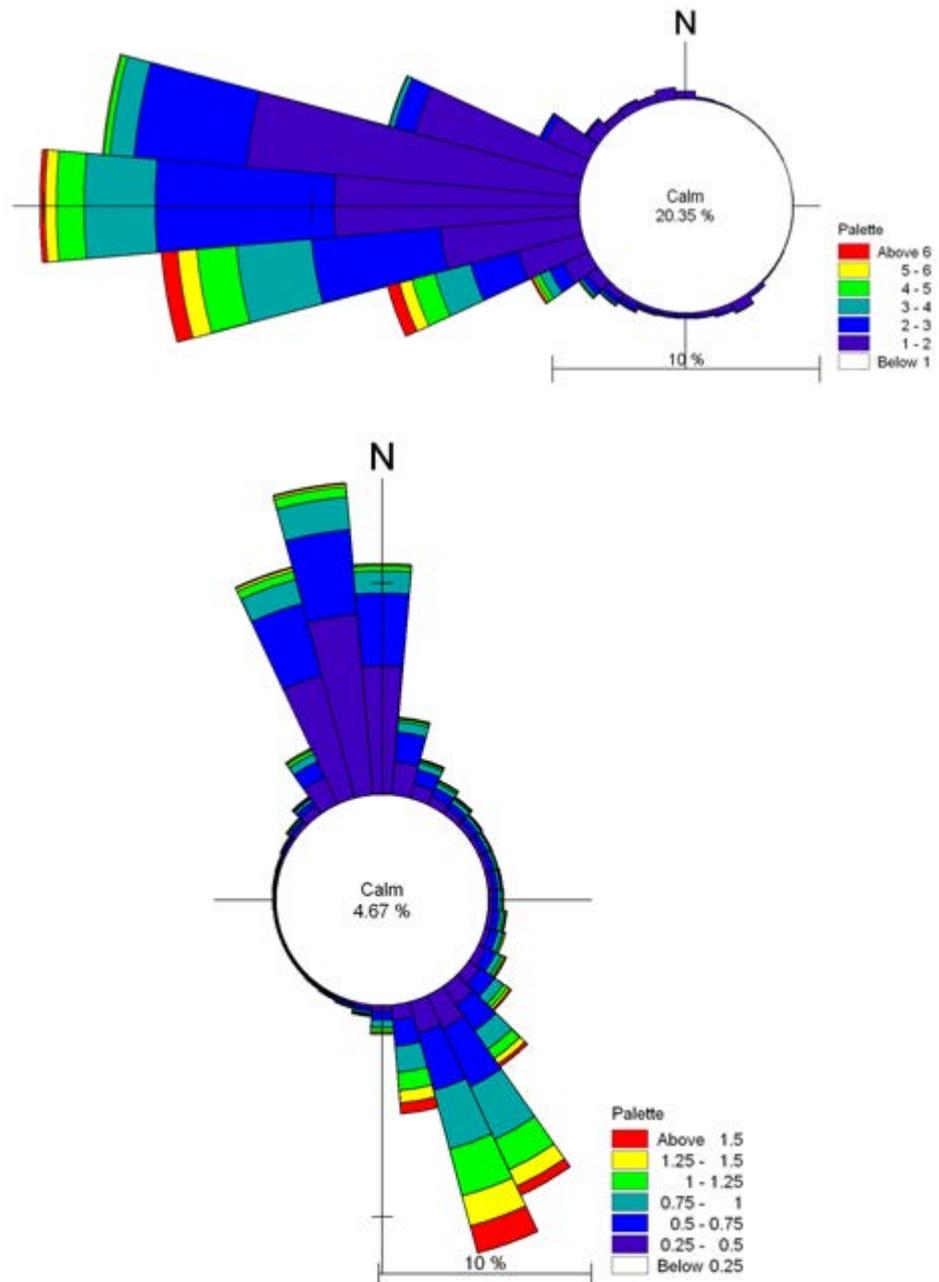


Figure B.4.6 Rose des houles à l'isobathe -50 m CM au Sud-Ouest de l'île d'Yeu (en haut) et à l'isobathe -5 m CM face au segment US4-A (en bas).

Les pentes moyennes de l'unique segment de l'unité sédimentaire 4 ont été synthétisées comme suit : de +5 à +8 m CM, la pente est de l'ordre de 1/20, de 0 à +5 m CM de l'ordre de 1/50 et jusqu'à -5 m CM, la pente est de l'ordre de 1/100.

4.2.4 Résultats de la modélisation du transit littoral

On rappelle que les résultats de la modélisation du transit littoral ci-dessous correspondent à la **capacité saturée du transport sédimentaire et que donc les valeurs indiquées sont des limites supérieures des transits, correspondant à la capacité au transport**. Ainsi sur une platier rocheux sans aucun matériau mobile, la capacité de transit peut être très importante et le transit effectif nul.

La Figure B.4.7 illustre la capacité du transport sédimentaire net et brut en fonction de l'orientation du trait de côte dans le segment US4-A ; la zone grise représente l'enveloppe de l'orientation du trait de côte, allant de 52° à 56° sur le littoral entre les plages de la Petite Conche et de la Grande Conche. Sur cette partie du littoral, la capacité du transport net est de l'ordre de **9 000 à 12 000 m³/an** portant vers le Sud-Est. Ce littoral est très écarté de son orientation d'équilibre située environ à 345°. La capacité du transport brut y est de l'ordre de **23 000 à 24 000 m³/an**.

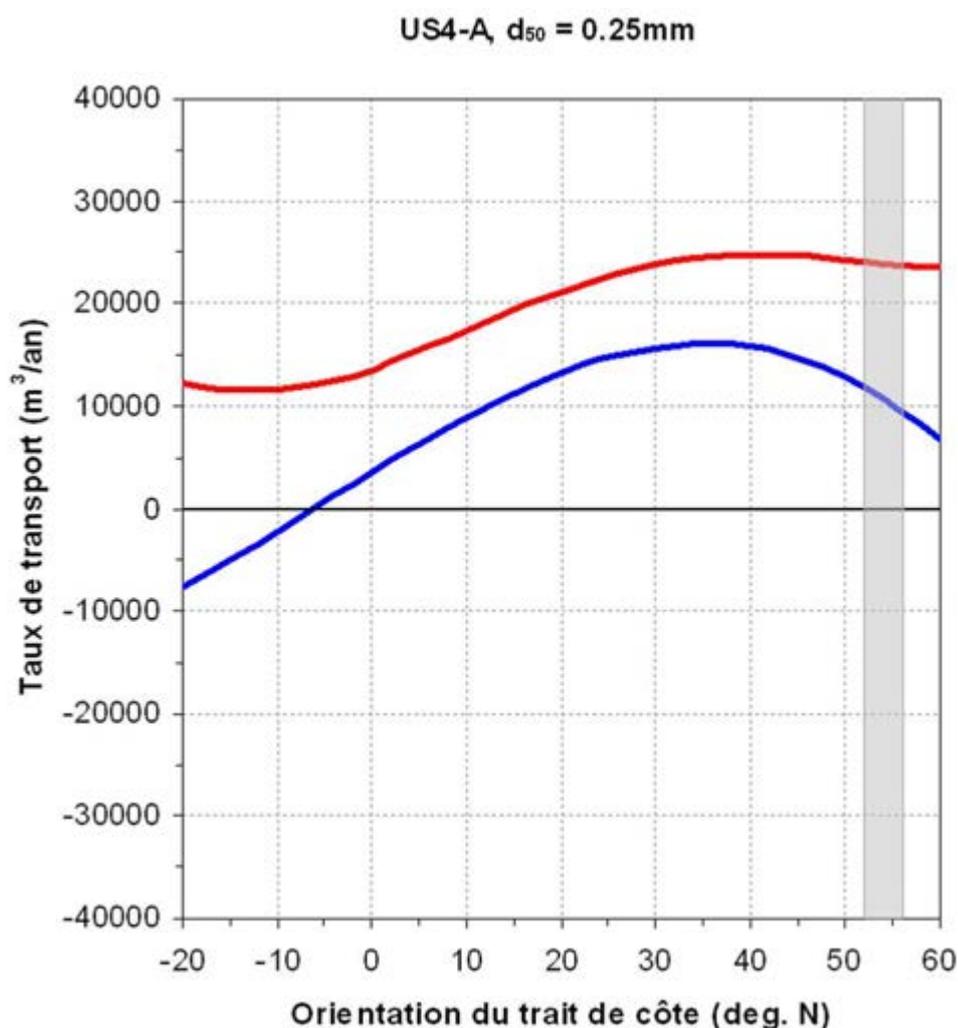


Figure B.4.7 Taux de la capacité du transport sédimentaire en fonction de l'orientation du trait de côte pour le segment US4-A : transport net (bleu) et brut (rouge) ; le transport net est positif (négatif) vers le Sud-Est (Nord-Ouest).

La distribution du transport sédimentaire dans le profil est illustrée dans la Figure B.4.8 ; cette répartition est calculée pour une orientation du trait de côte de 54°. Le

transport portant vers le Sud-Est est dominant, toutefois les houles les plus fortes, en provenance du Sud sur ce littoral (*cf.* rose des houles dans la Figure B.4.6), ont une contribution importante dans le sens opposé, soit vers Nord-Ouest. Les mouvements sont faibles au-delà de +1 m CM et concernent le plus souvent les fonds inférieurs à +3 m CM. La largeur de la zone littorale correspondant à 90 % du transport sédimentaire y est de l'ordre de 200 m à partir du rivage.

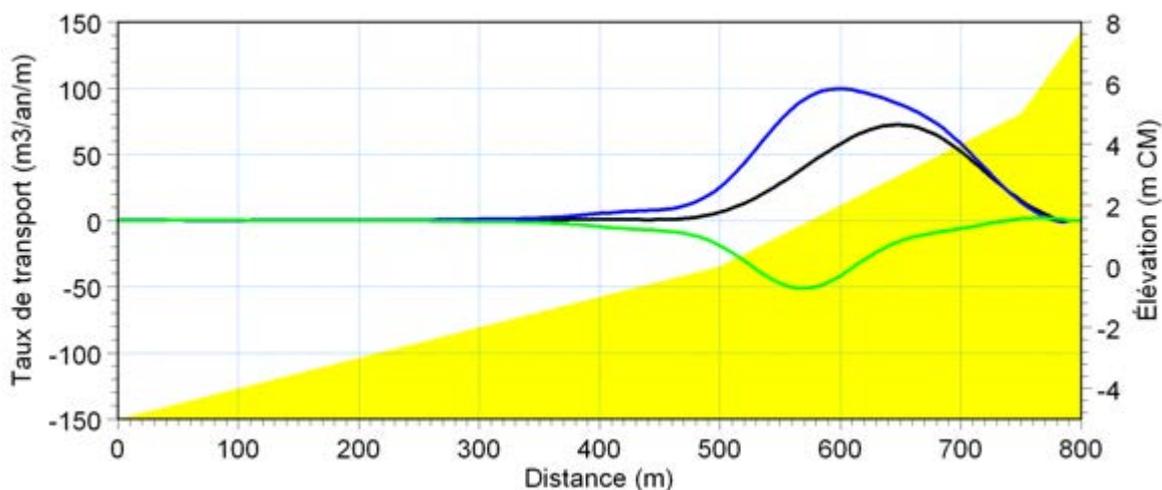


Figure B.4.8 Distribution du transport sédimentaire dans le profil pour le segment US4-A, à titre indicatif pour une orientation du trait de côte de 54° : transport net (noir), transport vers le Sud-Est (bleu) et vers le Nord-Ouest (vert) ; le profil représentatif du segment US4-A est indiqué en jaune.

La Figure B.4.9, page suivante, synthétise les résultats de la modélisation du transit littoral net sur l'unité sédimentaire 4 – on rappelle que les calculs de transport sédimentaire ont uniquement été menés sur le littoral Sud-Est de la face Nord de l'Île d'Yeu. Entre la Pointe du Porteau et la Pointe des Corbeaux, le transit a une résultante portant vers le Sud-Est, la dérive littorale y est de l'ordre de 9 à 12 000 m³/an. La capacité du transport brut le long de ce littoral est légèrement plus élevée de l'ordre de 23 000 à 24 000 m³/an.

Il n'y a évidemment aucune interaction avec les unités sédimentaires continentales.

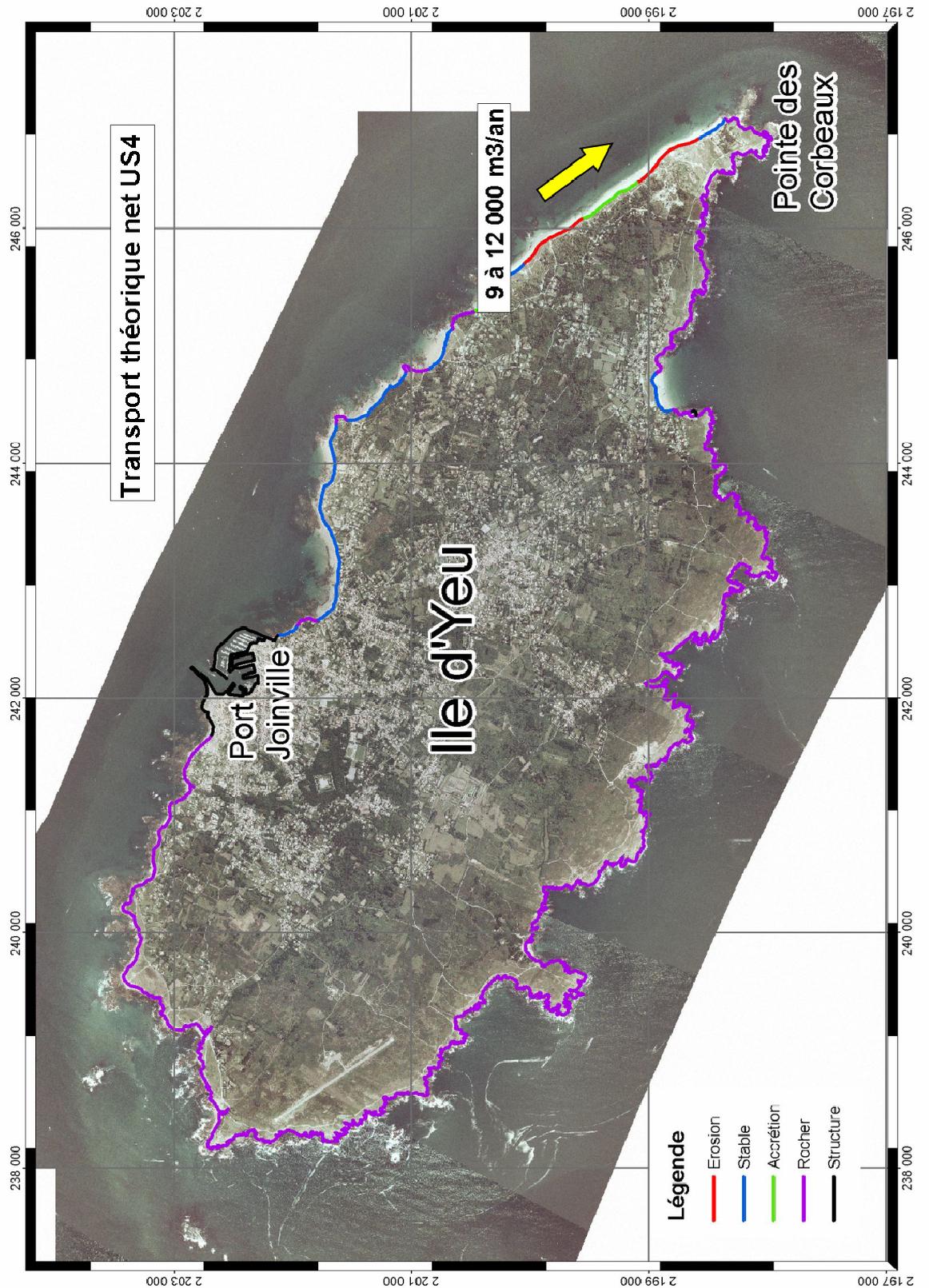


Figure B.4.9 Synthèse de la dérive littorale sur l'ensemble de l'unité sédimentaire 4.

4.3 Scénario d'évolution du trait de côte

On rappelle que face à la réduction de la fiabilité de l'évolution future des agents morphodynamiques – en l'occurrence, le climat de vent et de houle – avec une échéance croissante, seules les prévisions de l'évolution du trait de côte à court terme sont détaillées ci-dessous au niveau de l'unité sédimentaire, alors que pour le moyen et long terme, une évaluation de l'impact de la variabilité des facteurs agissant sur la dynamique littorale a été menée au chapitre A-3.3.3.

La mobilité du trait de côte de l'unité sédimentaire 4 en 2027 par rapport au trait de côte en 2001 est indiquée sur la Figure B.4.10. Un zoom rapproché sur le tronçon de littoral dynamique est fourni sur la Figure B.4.11.

L'évolution du trait de côte à 50 ans indiqué sur les cartes à suivre est fournis à titre indicatif si les facteurs océano-météorologiques qui agissent sur la morphologie littorale n'évoluaient plus durant les 50 années à venir – ce qui paraît fort peu probable.

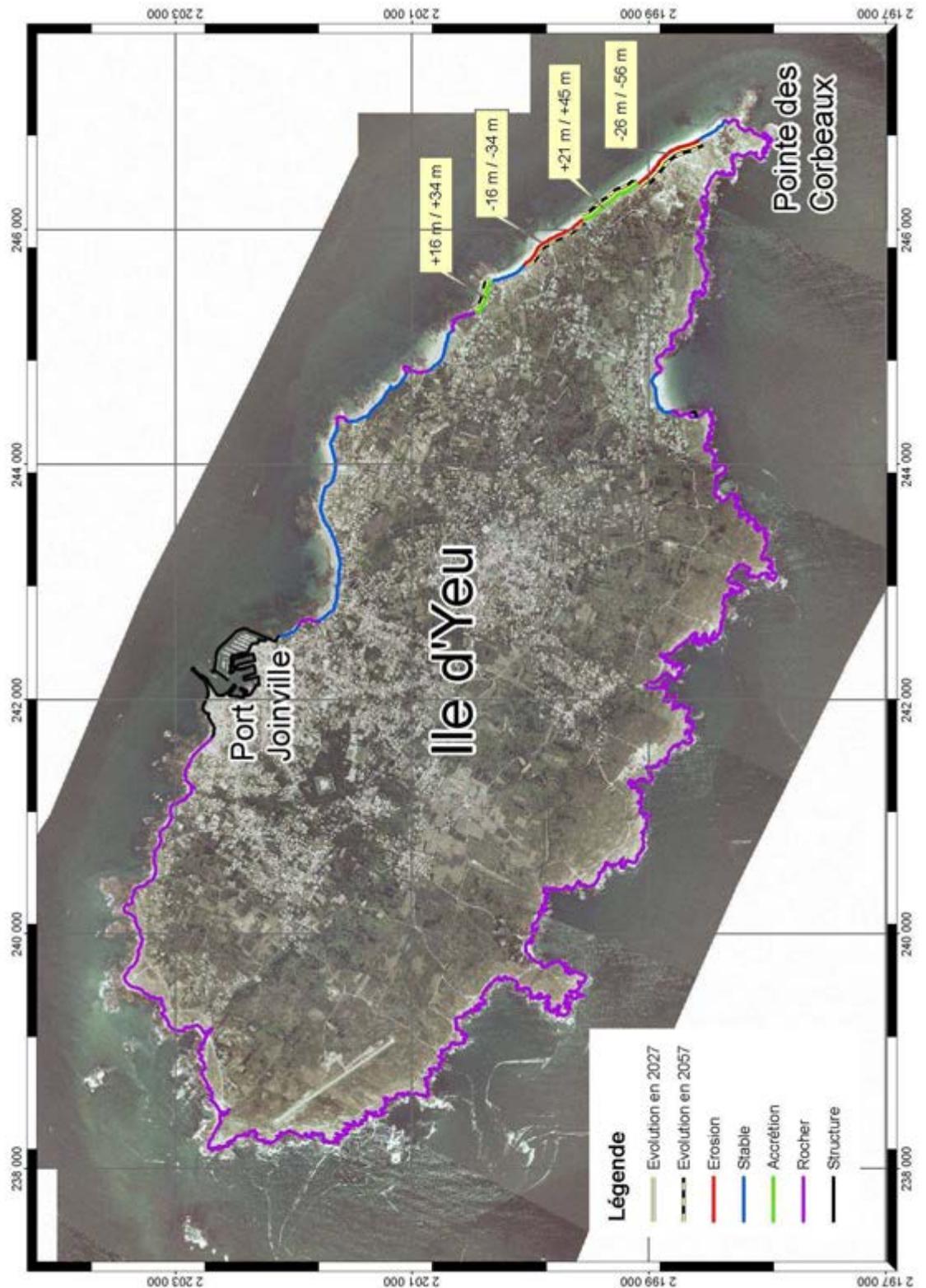


Figure B.4.10 Scénario d'évolution du trait de côte de l'unité sédimentaire 4 à court terme : mobilité du trait de côte en 2027 par rapport au trait de côte de 2001.

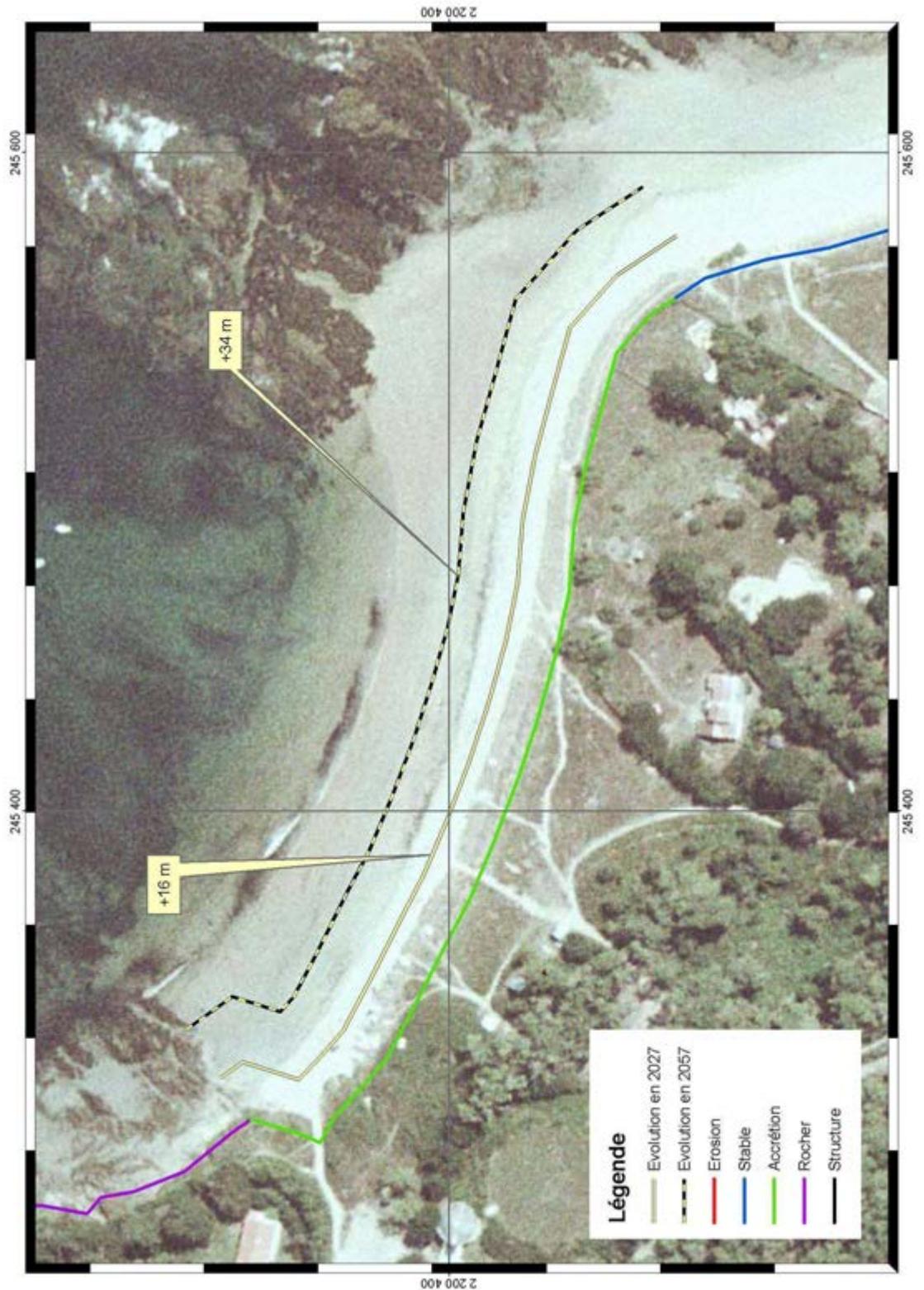


Figure B.4.11 Scénario d'évolution du trait de côte au Nord de la plage de la petite Conche à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.

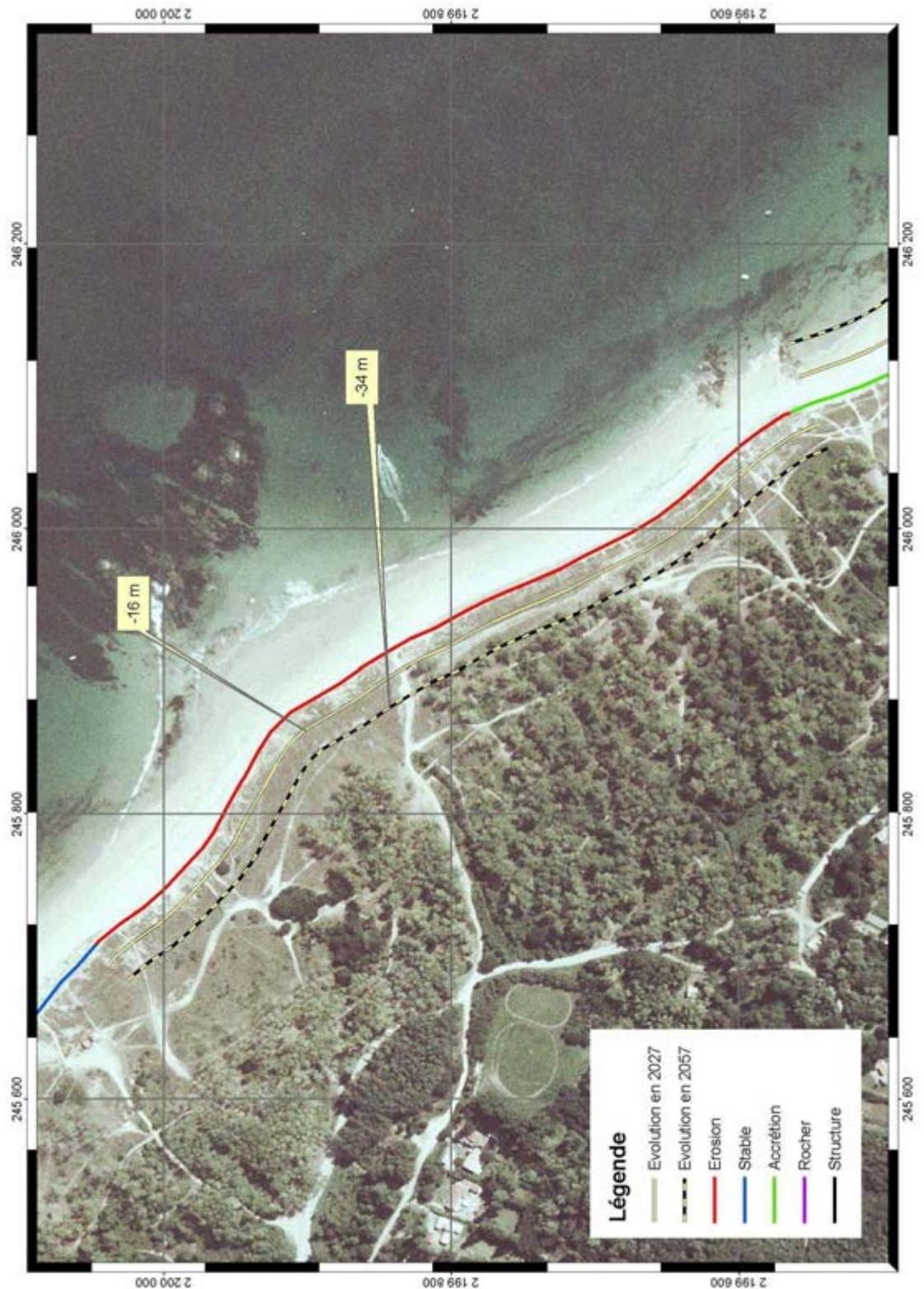


Figure B.4.12 : Scénario d'évolution du trait de côte de la plage des Ovaire à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.

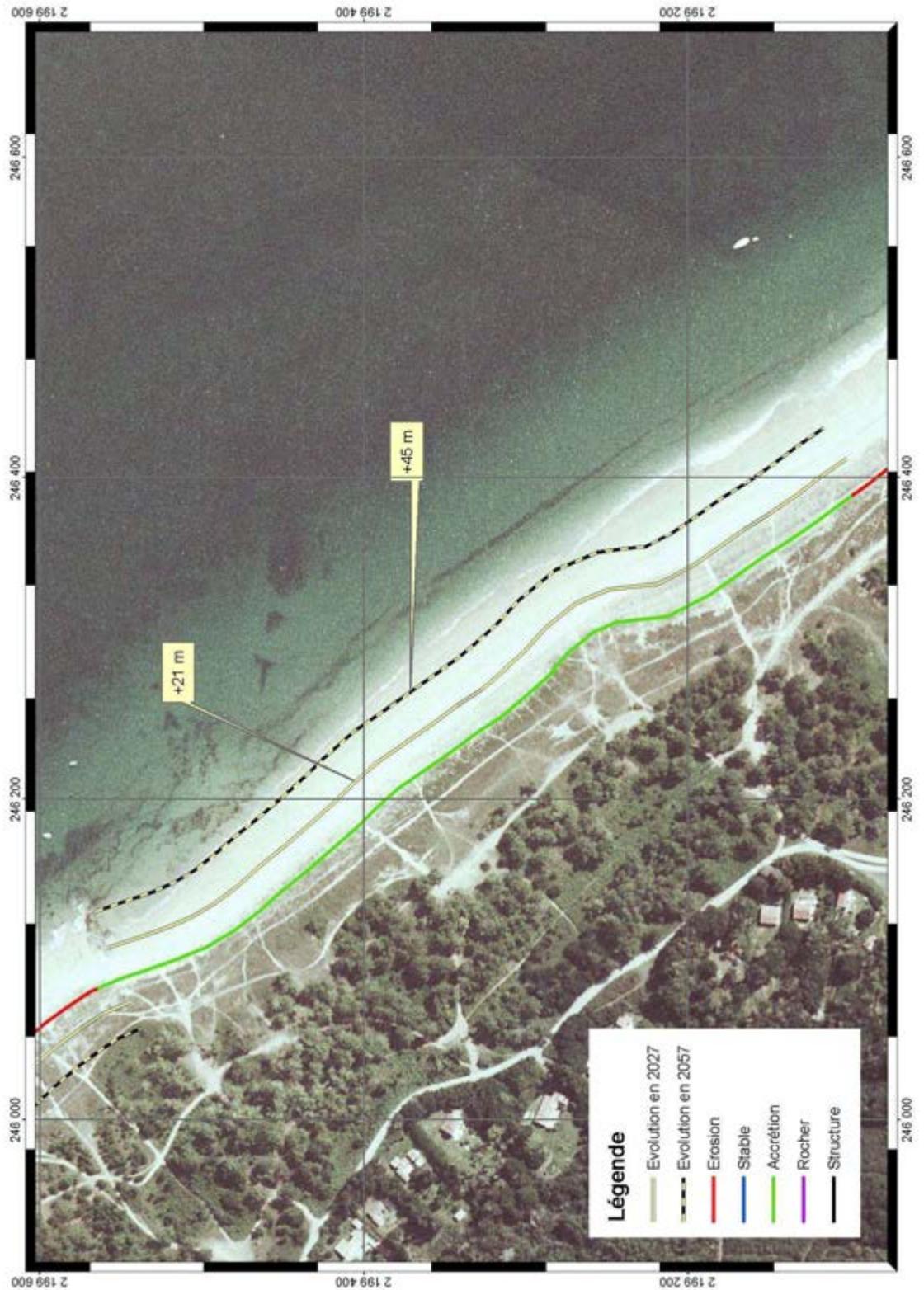


Figure B.4.13 : Scénario d'évolution du trait de côte la plage des Ovaire à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.



Figure B.4.14 : Scénario d'évolution du trait de côte au Nord de la plage de la grande Conche à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.

4.4 **Objectif des ouvrages de protection en place**

Une cartographie des protections en place a été établie à l'échelle de l'unité sédimentaire. Cette carte, recensant les divers systèmes de protection en place, est associée à un tableau présentant une évaluation de leur efficacité actuelle. L'évaluation des ouvrages menée ci-après peut servir à la justification de leur présence mais ne représente pas une évaluation de leur état structurel. Ainsi, la question de leur devenir, voire de leur entretien n'est pas posée quel que soit le degré d'efficacité et de détérioration en ce qui concerne les ouvrages les plus endommagés. A noter que cette évaluation a le caractère de note de synthèse des tendances sur l'usage et l'efficacité de ces ouvrages.

L'évaluation des ouvrages de protection en place est menée selon la classification tenant compte de l'objectif de l'ouvrage en place et d'atteinte de l'objectif avec des effets plus ou moins indésirables. De façon générale, les types d'ouvrage de protection les plus fréquents sur la côte vendéenne interviennent sur le transit littoral ou sur le trait de côte ; en l'occurrence, sur le littoral de l'unité sédimentaire 4, il s'agit d'épis et d'ouvrages longitudinaux, tels que perrés et digues respectivement. Pour ces types d'ouvrage, la classification est plus détaillée ci-dessous.

Dans cette étude, l'efficacité d'un épi est évaluée par rapport à sa capacité à intercepter une partie de la dérive littorale. Un épi efficace est donc capable de maintenir une accumulation de sédiments à l'amont de celui-ci ; si la plage à l'amont est stabilisée, l'épi est efficace malgré un éventuel *by-pass* de sédiments vers l'aval. A l'opposé, un épi non-efficace est incapable d'intercepter des sédiments en transit ; celui-ci est donc perméable et permet une fuite de sédiment alimentant la dérive littorale. Il faut noter ici qu'un épi est jugé efficace malgré d'éventuels effets non-désirables comme un risque d'érosion accentuée de l'estran au niveau du musoir et du trait de côte à l'aval de celui-ci. De plus, dans le contexte de la présente expertise, même si la configuration d'un épi est uniquement capable de stabiliser le haut estran, celui-ci est jugé efficace ; ainsi, un épi de faible longueur par rapport à la largeur de la zone littorale, mais, néanmoins capable d'intercepter une faible partie de la dérive littorale, est jugé efficace.

L'efficacité d'un perré est évalué par rapport à son imperméabilité d'un point de vue hydrosédimentaire et ainsi par rapport à sa capacité à maintenir le trait de côte à une position fixe. Généralement établi sur un tronçon de plage à tendance érosive, un perré est donc efficace si le recul du trait de côte sur ce tronçon est arrêté ; essentiellement, par sa présence, un perré est toujours efficace si celui-ci n'est pas endommagé. A l'opposé, un perré est non-efficace s'il permet une fuite de sédiments vers l'estran engendrant des points d'affouillement en arrière de l'ouvrage. Attention de noter qu'un perré est jugé efficace malgré d'éventuels effets non-désirables comme un risque d'affouillement à la base de l'ouvrage et un risque d'érosion accentuée du trait de côte à l'aval de celui-ci.

Sur la côte vendéenne, des successions d'ouvrages sont fréquentes ; le rapprochement de ces ouvrages permet généralement d'en évaluer l'efficacité pour l'ensemble de ceux-ci. Il est important de souligner qu'une batterie d'ouvrages efficaces, qu'il s'agisse d'une série d'épis ou de perrés, peut donner un sentiment d'efficacité vu la fixation du trait de côte dans l'immédiat. Or, vu que ni l'épi ou le perré ont un impact sur la houle incidente, les conditions de forçage à la côte ne sont pas atténuées et l'aléa érosion reste inchangé. Ainsi, si un gradient de transport sédimentaire existe le long d'une zone

littorale dont le trait de côte est efficacement stabilisé par une batterie d'ouvrages, on peut observer un abaissement progressif de l'estran malgré la position fixe du trait de côte.

Un recensement des divers systèmes de protection en place sur le littoral de l'unité sédimentaire 4 est illustré de la Figure B.4.15 à la Figure B.4.16 ; l'évaluation de leur efficacité actuelle est présentée dans le tableau suivant :

Tableau B.12: Tableau d'évaluation de l'objectif des ouvrages de l'US4 face à la dynamique sédimentaire

Localisation	Commune	Type d'ouvrage	Objectif de l'ouvrage	Atteinte de l'objectif
Port Joinville	L'Île-d'Yeu	Perré maçonné, longueur de 203m	Maintenir le trait de côte	Oui
Port Joinville	L'Île-d'Yeu	Enrochement (digue Nord), longueur de 590m	Maintenir le trait de côte	Oui
Port Joinville	L'Île-d'Yeu	Perré maçonné (gare maritime), longueur de 2500m	Maintenir le trait de côte	Oui
Port Joinville	L'Île-d'Yeu	Enrochement (digue Sud), longueur de 900m	Maintenir le trait de côte	Oui
la Croix - Plage des Vieilles	L'Île-d'Yeu	Perré maçonné, longueur de 65m	Maintenir le trait de côte	Oui
la Croix - Plage des Vieilles	L'Île-d'Yeu	Perré maçonné, longueur de 140m	Maintenir le trait de côte	Oui
la Croix - Plage des Vieilles	L'Île-d'Yeu	Perré maçonné, longueur de 30m	Maintenir le trait de côte	Oui
la Croix - Plage des Vieilles	L'Île-d'Yeu	Perré maçonné, longueur de 160m	Maintenir le trait de côte	Oui
Port de la Pointe des Vieilles	L'Île-d'Yeu	Perré maçonné, longueur de 40 et 20m	Maintenir le trait de côte	Oui
Port de la Pointe des Vieilles (habitation)	L'Île-d'Yeu	Perré maçonné, longueur de 70m	Maintenir le trait de côte	Oui
Port de la Meule	L'Île-d'Yeu	Perré maçonné, longueur de 350m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage des Sabias	L'Île-d'Yeu	Perré maçonné, longueur de 20m	Maintenir le trait de côte	Oui

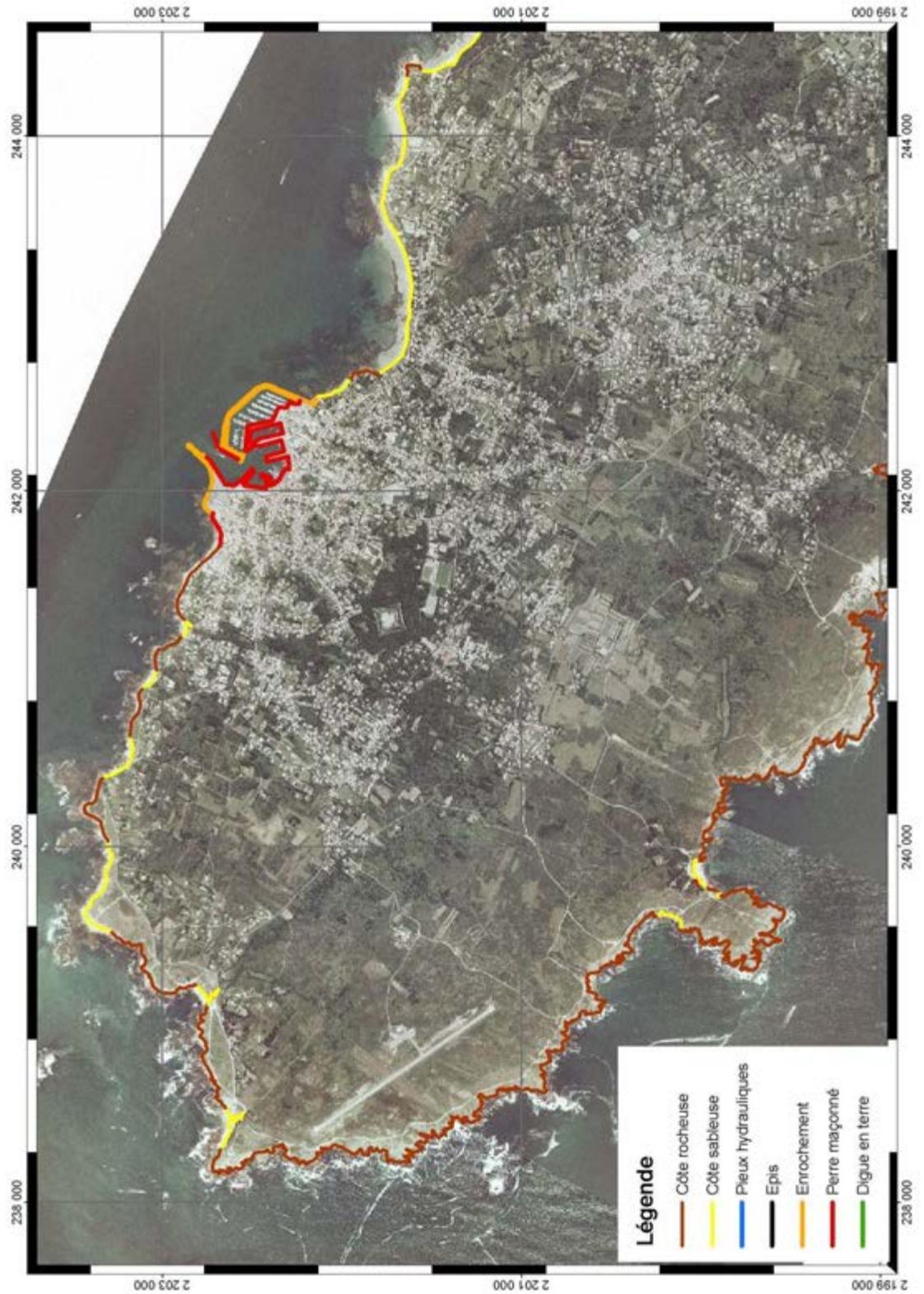


Figure B.4.15: Cartographie des ouvrages sur l'unité sédimentaire 4

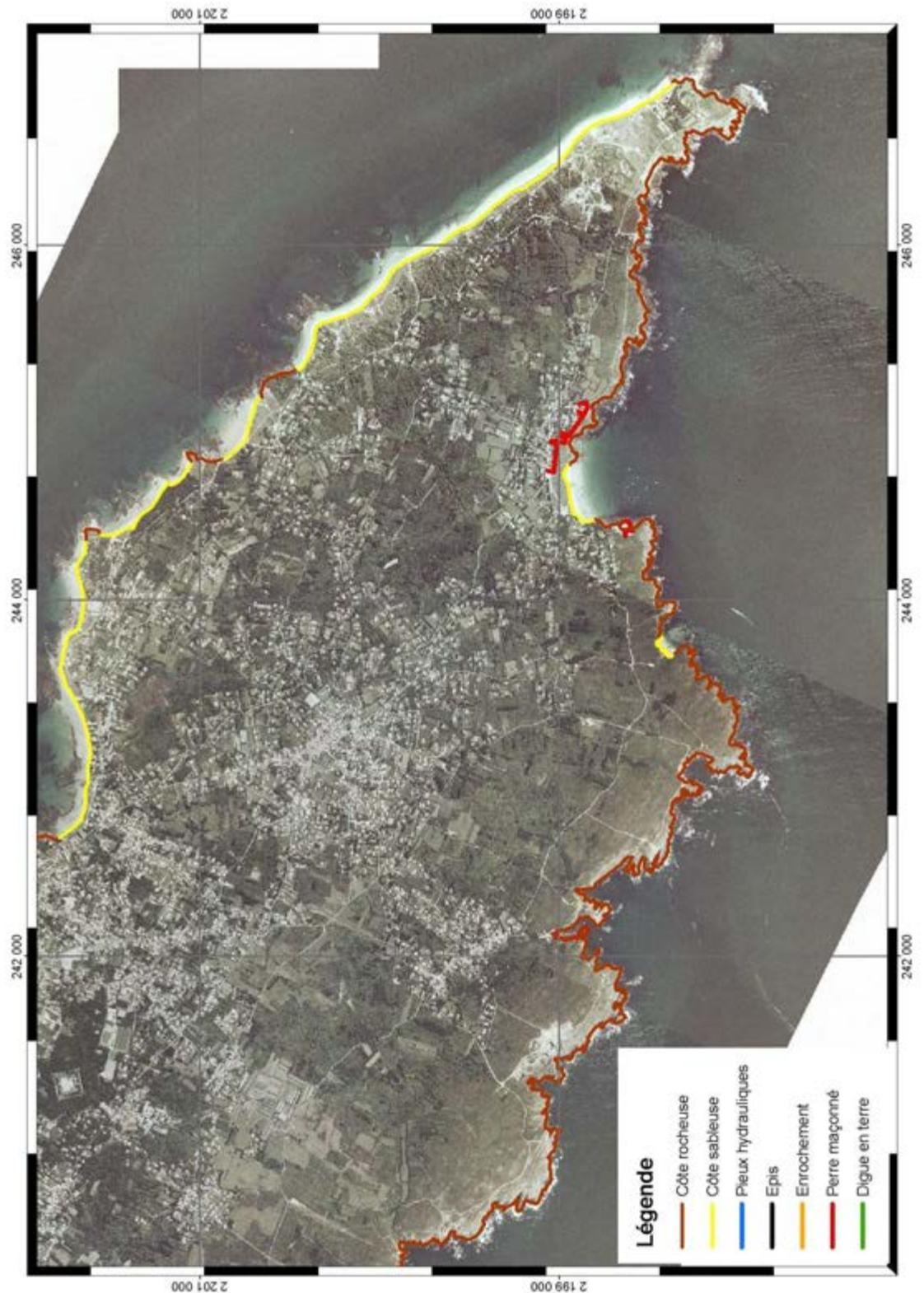


Figure B.4.16 : Cartographie des ouvrages sur l'unité sédimentaire 4

4.5 Aléas et enjeux

Les enjeux sont cartographiés sur toute l'Ile d'Yeu et classés en 3 thématiques :

- Activités économiques : l'activité de pêche et de plaisance est assez développée avec la présence de plusieurs ports. Outre un camping situé en face de la plage de Ker Châlon on note quelques cultures et élevage dans les terres, ainsi que des commerces à Port Joinville.
- Habitat / Equipement : la zone la plus dense en terme d'urbanisation est Port Joinville, suivi de la Meule. Une station d'épuration se situe près de la plage de la Pulante.
- Qualité du patrimoine naturel et culturel : l'ensemble de la côte sauvage est un site inscrit, doublé d'une zone Natura 2000 et ZNIEFF avec la présence d'un espace naturel sensible. La côte Est présente également des zones Natura 2000 ou ZNIEFF dans les portions non urbanisées.

Cette cartographie à l'échelle de l'unité sédimentaire 4 permet de visualiser les différents types d'enjeux selon les secteurs géographiques. Les informations représentées sont notamment issues de la BD Topo de l'IGN, de l'IPLI2000, de la DIREN et de la DDE.

Concernant les aléas d'érosion, l'unité 4 ne comporte qu'un segment où les contours bathymétriques sont suffisamment linéaires pour respecter l'hypothèse de linéarité du modèle. Le reste du trait de côte est le plus souvent rocheux et donc plutôt stable. La modélisation numérique a permis de quantifier les taux de transport sur ce sous-secteur 4-A ainsi que la direction du transport net.

L'analyse des photos aériennes de 1975 et 2001 fait apparaître les grandes tendances des secteurs en érosion / accrétion ou stables. Le secteur entre Port Joinville et la plage de la petite Conche est relativement stable. La plage de la petite Conche et la plage des Ovais alternent entre érosion et accrétion à un taux de $-0,6$ m/an à $+0,8$ m/an respectivement. La plage de la Grande Conche est en érosion de moyenne -1 m/an. A noter que cette analyse n'est valable que pour les portions de côte sableuse. L'évolution des côtes rocheuses est difficilement analysable par photos aériennes, leur trait de côte est généralement stable. L'analyse des côtes structurées par contre ne nous renseigne pas sur la tendance à l'érosion étant donné leur caractère artificiel. Les différents ouvrages longitudinaux fixent bien le trait de côte mais ne résolvent pas le problème d'érosion.

Les aléas de submersion sont inexistants sur cette unité sédimentaire qui a une topographie assez élevée pour se protéger naturellement.

Le Tableau B.13 fait la synthèse par secteur des aléas et des enjeux de l'unité sédimentaire 4. Noter que lorsque le trait de côte est indiqué comme structuré cela ne veut pas dire qu'il n'y a pas de phénomène d'érosion. Le littoral a été structuré afin que la ligne de rivage reste fixe mais il peut subsister un transport sédimentaire déficitaire qui engendre une érosion de l'estran et des fonds, et peut être problématique notamment devant les ouvrages où il est responsable d'affouillements.

Tableau B.13 : Synthèse des aléas et des enjeux sur l'unité sédimentaire 4

Secteur		Nature du trait de côte	Aléa		Enjeux		
			Nature	Degré	Activités économiques	Habitat et Equipement	Qualité du Patrimoine
	Pointe du But Pointe des Corbeaux	Côte Rocheuse	Evolution du trait de côte	stable	culture, élevage, port de la Meule	urbanisation diffuse à dense (la Meule)	Site inscrit, ZNIEFF, Natura 2000, espace naturel sensible
			Submersion	néant			
	Pointe du But Port Joinville	Côte Rocheuse	Evolution du trait de côte	stable	port, élevage, zone commerciale	urbanisation diffuse à dense, station d'épuration	Site inscrit, ZNIEFF, Natura 2000
			Submersion	néant			
	Port Joinville Pointe Gauthier	Dune	Evolution du trait de côte	stable	camping, élevage	urbanisation diffuse	
			Submersion	néant			
US4- A	Pointe Gauthier Plage de la petite Conche	Dune / Côte Rocheuse	Evolution du trait de côte	accrétion		urbanisation diffuse	ZNIEFF
			Submersion	néant			
	Plage de la petite Conche Plage des Ovaires	Dune	Evolution du trait de côte	érosion / accrétion			Site inscrit, ZNIEFF, Natura 2000
			Submersion	néant			
	Plage de la Grande Conche	Dune	Evolution du trait de côte	érosion			Site inscrit, ZNIEFF, Natura 2000
			Submersion	néant			

B.5 LE LITTORAL DE SAINT-GILLES-CROIX-DE-VIE AUX SABLES D'OLONNE (U.S. 5)

5.1 Description morphologique

5.1.1 Le cadre géologique et géomorphologique

La géomorphologie de ce littoral est marquée par l'existence de 3 points durs entre lesquels se sont développés des cordons littoraux sableux et dunaires. Ces points durs (principalement constitués de roches schisteuses et cristallophiliennes) sont :

- le massif de Sion-Croix-de-Vie
- le massif de Brétignolles
- le massif des Sables d'Olonne

Les môles rocheux

La corniche de Sion-sur-l'Océan au Nord jusqu'à la pointe de la grosse terre au Sud, est constituée d'une succession de falaises rocheuses de hauteur variable (de 3 à 15 m).

En pied de falaise, l'estran (d'où émergent des chicots comme Pill Hours) est principalement rocheux et ne présente pas de forte déclivité. Sa largeur moyenne atteint environ 300 m dans la partie Nord-ouest et se rétrécit à hauteur de la Grosse Terre dans sa partie Sud-ouest. Il est localement recouvert de sable comme sur la plage du Boisvinet, la plage des Cinq Pineaux et les criques.

Les roches de type métamorphiques sont constituées principalement de micaschistes très friables et altérés et, à un niveau moindre, de grès plus résistants.

L'ensemble des falaises rocheuses est très fracturé et présente de nombreux sous-cavages. L'abondance de la fracturation induit, en certains points, des instabilités de blocs rocheux.

Ce massif rocheux protège la partie Nord de la Grande Plage de Saint-Gilles-Croix-de-Vie de l'agitation Nord-nord-ouest à Ouest.

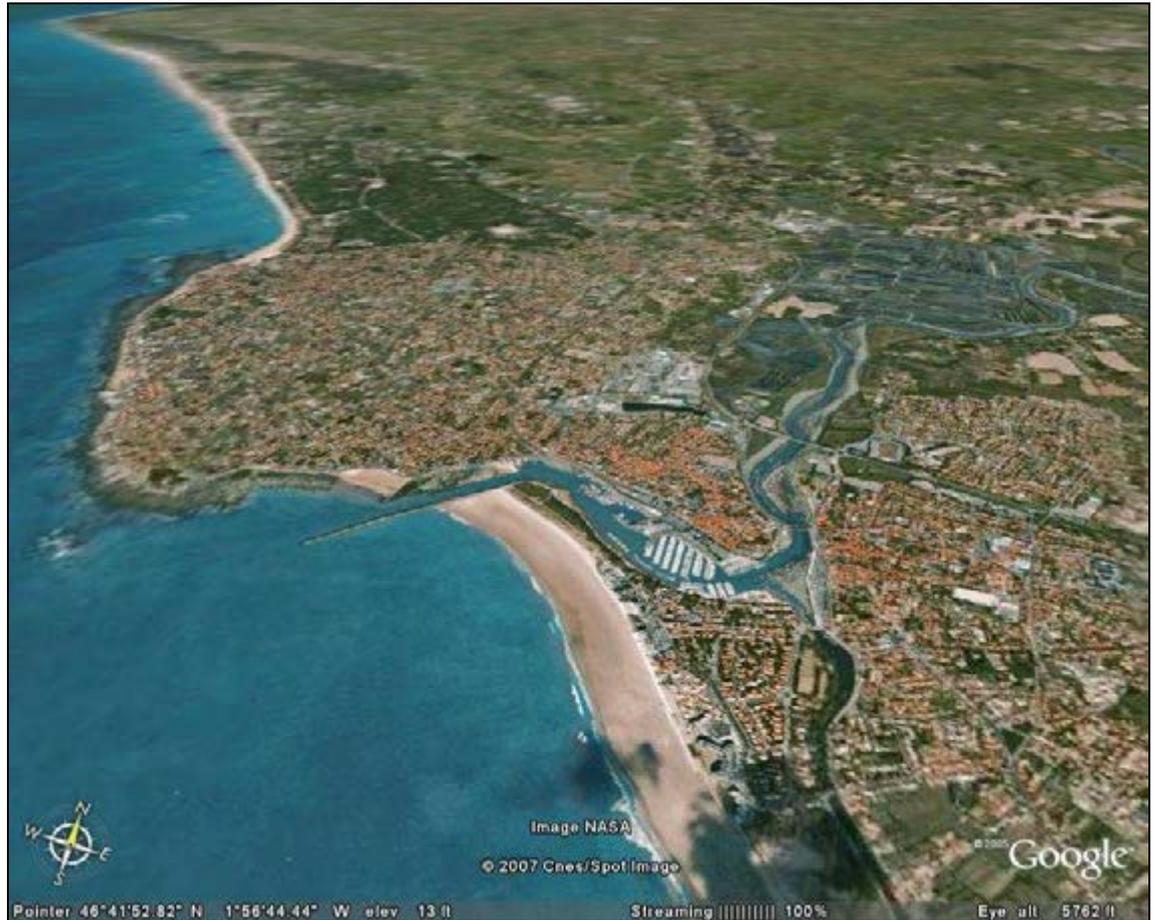


Figure B.5.1: Le massif de Sion –Croix-de-Vie (source : Google Earth)

La corniche de Brétignolles-sur-Mer offre une côte rocheuse de part et d'autre de la plage de la Parée :

Au Nord, **la Falaise du Prégneau**, d'une hauteur variable (de 7 à 14 m) s'étire sur environ 2 000 m entre la Sauzaie et la Parée (Corniche de Ste Véronique, Corniche du Prégneau). L'estran est entièrement rocheux à l'exception de quelques secteurs recouverts de sable sur une faible épaisseur (plage de la Sauzaie et quelques criques).

Au Sud, **la falaise du Marais Girard** est plus basse entre 2 et 4 m d'altitude. Elle se développe sur environ 1100 m entre la Parée et la Normandelière (Corniche du Pied de Chaume, Corniche du Marais Girard). En pied de falaise, sur 10 à 20 mètres, le substratum rocheux est recouvert d'une faible épaisseur de sable. Le reste de l'estran est rocheux.

Les falaises de Brétignolles sont constituées de formations variées faiblement métamorphisées :

- la falaise de Prégneau est composée de porphyroïdes, de phanites (rocher Sainte Véronique) puis d'une série de schistes rouges et de grès grisâtres très massifs ;
- la falaise du Marais Girard est constituée par des schistes et des grès feldspathiques, très altérés en tête. Elle est surmontée d'une couche de sable dunaire d'épaisseur variable (de 0 à 2 m).

La schistosité et la fracturation importante de la roche se traduit par un tracé du rivage déchiqueté et une faible résistance de ce secteur à l'érosion.



Figure B.5.2: Le massif de Brétignolles (source : Google Earth)

La plage de la Parée s'étire sur 800 mètres entre le rocher de Ste-Véronique au Nord et le massif du Marais Girard au Sud. Elle est limitée vers l'Ouest par un platier rocheux d'une largeur de 200 à 300 m, arasé à environ +2 à +3 m CM. Celui-ci doit constituer un obstacle significatif aux apports à la côte de sédiments du large.

La côte rocheuse de la Chaume se développe sur près de 3 km depuis l'Anse de Chaillé jusqu'à l'entrée du port des Sables d'Olonne et se prolonge par un large platier rocheux (250 m). Elle est essentiellement constituée de gneiss.

La partie urbanisée de La Chaume est d'une altitude généralement comprise entre 5 et 17 mètres d'altitude.



Figure B.5.3: Le massif de La Chaume / Les Sables d'Olonne (source : Google Earth)

Les cordons dunaires

Entre ces 3 môles rocheux qui constituent des points d'ancrage, se sont développés 2 cordons littoraux sableux orientés Nord-nord-ouest / Sud-sud-est, en avant de zones marécageuses.

La dune du Jaunay entre Saint-Gilles-Croix-de-Vie et Brétignolles,

La dune d'Olonne entre Brétignolles et la Chaume (Sables d'Olonne)

Elles forment une barrière qui participe activement à la protection contre les submersions marines.

La dune du Jaunay

Sur 7 km, depuis la Pointe de la Garenne jusqu'au massif rocheux de Brétignolles, le trait de côte présente 2 unités morphologiques :

- au Nord, de la pointe de la Garenne à la Roche Biron, la dune du Jaunay borde des zones basses marécageuses. L'épaisseur du cordon littoral n'est pas régulière (sa limite orientale est très sinueuse) : elle atteint 500 m au niveau de Grande Plage, 750 m au Pont Jaunay et 1 km au Petit Pont. Par contre, entre la Grande Plage et les Ruines de Kerlo, elle n'est que de 200 à 250 m. Le point culminant du cordon littoral est de 21 m près du Pont Jaunay. Il se prolonge jusqu'à l'embouchure de la Vie (pointe de la Garenne) par une flèche sableuse dont la progression est aujourd'hui bloquée par des digues.

- au Sud, de la Roche Biron à la Roche Sainte-Véronique, le massif s'appuie sur l'escarpement rocheux de la Sauzaie formant ainsi un ensemble de dunes perchées dont l'altitude reste modeste (moins de 10 m).

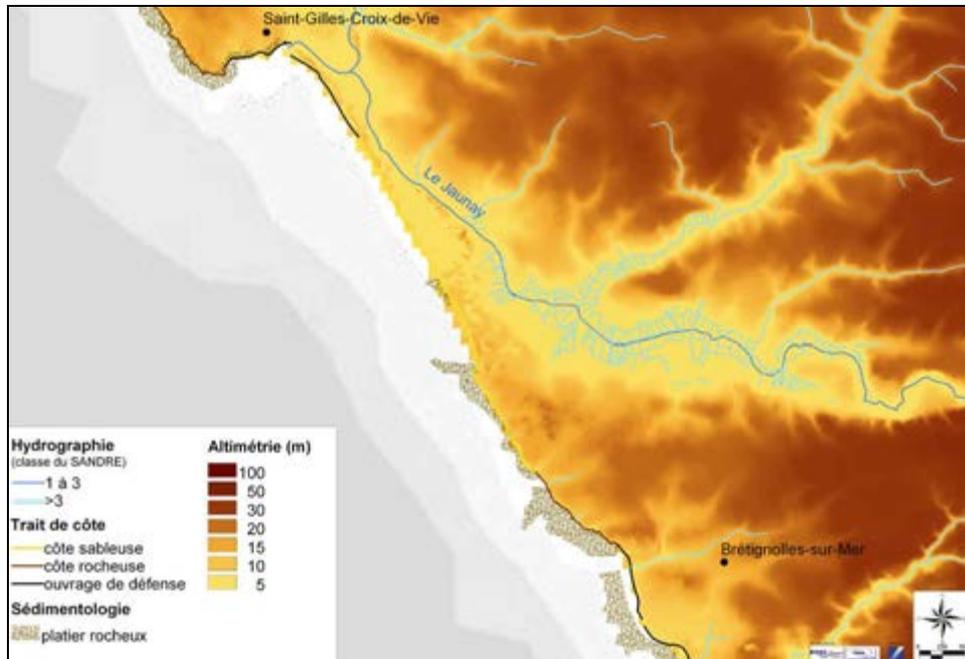


Figure B.5.4: La dune du Jaunay, relief et hydrographie

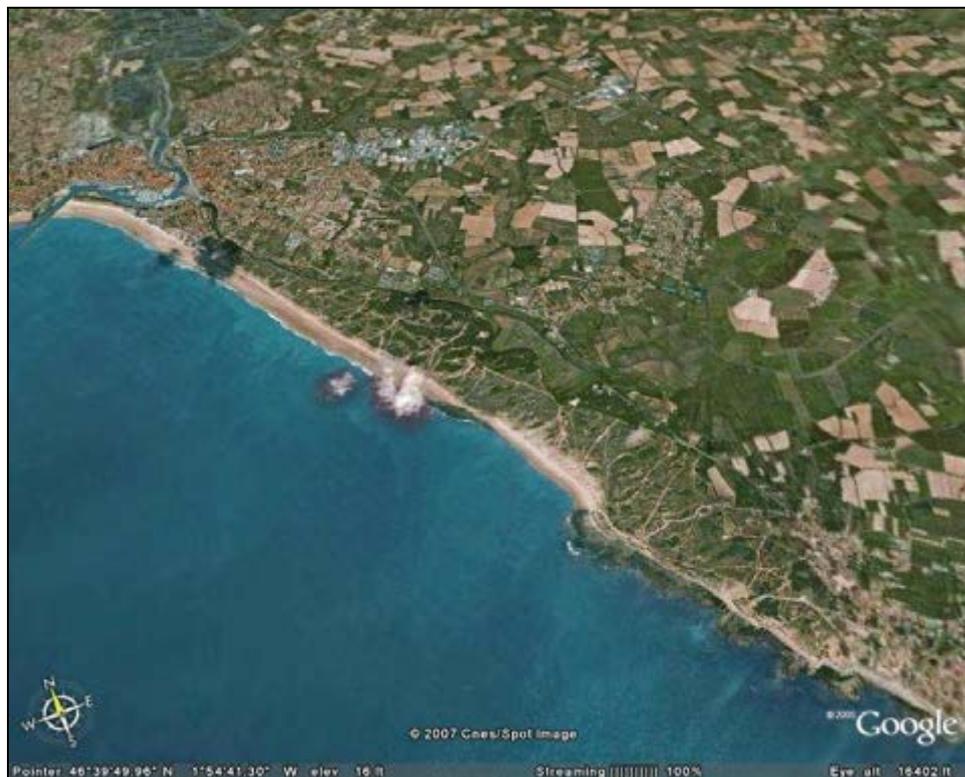


Figure B.5.5: Vue aérienne de la Dune du Jaunay (source : Google Earth)

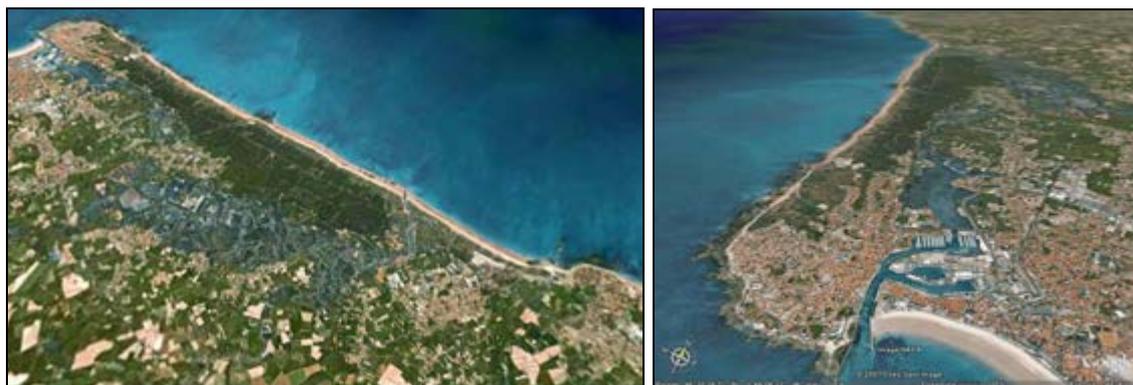


Figure B.5.7: Vues aériennes du cordon dunaire d'Olonne (source : Google Earth)

Lors de la dernière remontée du niveau marin (transgression flandrienne) des dépôts sableux se sont organisés en cordon littoral entre les roches de Sauveterre et la butte de la Chaume. Sur ces cordons littoraux, les apports continus de sable sur le rivage ont abouti à la formation des dunes, en pente douce côté vent, en pente raide sous le vent.

Au Nord, sur la côte rocheuse de Brétignolles, une flèche sableuse progressant vers le Sud naissait.

Simultanément, les eaux marines envahissaient le « golfe d'Olonne », dont le flot circulait de la Gâchère (au Nord), au Havre d'Olonne (au Sud), isolant une terre de roche et de dune appelée « Ile Vertime ». L'extrémité méridionale de cette île deviendra La Chaume.

Il y a environ 2 500 ans, en se comblant progressivement, se sont formés les marais de la Gâchère (au Nord) et le Bassin des Chasses (au Sud).

Ces deux bassins sont reliés aujourd'hui entre eux par le canal de la Bauduère. Ils reçoivent l'eau des rivières Auzance et Vertonne. Les marais se remplissent et se vident, au Nord par l'écluse située au havre de la Gachère (à la limite des communes d'Olonne et de Brétignolles) et au Sud par l'écluse située au fond du port de plaisance.

Depuis le quasi-abandon des marais salants (la tradition attribue leur création à l'époque romaine), les Marais d'Olonne ont trouvé une nouvelle vocation dans la pratique de l'ostréiculture et de l'élevage extensif de poissons, ainsi que dans le développement touristique.

Il faut souligner que si l'estran est, devant ces cordons essentiellement sableux, les affleurements rocheux sont abondants en particulier au niveau de la plage des Granges, « Roches Vertes » (Mézosoïque, Lias), de la plage de Sauveterre (Roches métamorphiques : micaschistes), d'Olonne sur Mer, « les Grands Chevaux » (Roches métamorphiques : micaschistes) et de la Chaume (Roches éruptives : orthogneiss)

Cela signifie très certainement que la roche est toujours proche de la surface du sol dans cette zone et qu'il joue probablement un rôle dans la géomorphologie comme tend à le prouver le tracé de la côte qui est marqué par de nombreuses sinuosités au lieu d'être régulier.

5.1.2 **Les incidences de l'implantation humaine sur le littoral**

Trois périodes sont à distinguer.

Jusqu'au 19^{ème} siècle, un littoral peu attractif

Jusqu'au 19^{ème} siècle, la frange littorale est composée de vastes étendues de dunes délaissées, quasiment dépourvues de végétation.

Ces dunes ont un rôle de barrière naturelle et participent activement à la protection des marais, devant lesquels elles sont édifiées, contre les inondations pouvant être provoquées par les houles du large. Cependant, non fixées par la végétation, elles présentent pour les populations littorales un réel danger en raison de leur mobilité et de leur déplacement vers les terres sous l'action des vents violents.

Considérées comme des espaces répulsifs, presque stériles, les dunes restent longtemps vierges de toute occupation humaine.

Les premières zones d'habitat (comme par exemple celles de Saint-Gilles-Croix-de-Vie, centre de navigation important au Moyen-Age, et de La Chaume – Les Sables d'Olonne dont le port prend son essor au 15^{ème} siècle) se sont installées dans les zones les plus proches des lieux d'échange ou d'accostage les plus accessibles et dans les zones protégées des vents, des ensablements et des inondations.

C'est également à partir Moyen Age que les terres humides ont été drainées afin de leur éviter d'évoluer en marécage insalubre, de les mettre en valeur et de les exploiter (saliculture, pisciculture, ostréiculture).

L'usage des dunes se limite à la chasse, à de maigres pâturages et à quelques cultures pratiquées dans des dépressions bien protégées du vent et des apports sableux (conches). Cet usage reste extrêmement modéré et son impact sur le milieu est faible.

Mais les apports de sable persistent. Il devenait nécessaire de stabiliser les dunes qui menaçaient les marais ainsi que les villages et les cultures de l'arrière-pays.

XIX^{ème} : vers une conquête du littoral

La fixation des dunes

Le 14 décembre 1810 est décrété par Napoléon : « l'ensemencement, la plantation et la culture de végétaux reconnus les plus favorables à la fixation des dunes » (Article 1^{er}). Le 5 février 1817, une ordonnance royale confie la fixation des dunes à l'administration des Ponts et Chaussées. Les plantations se font en pins maritimes.

Jusqu'en 1899, plus de 1500 hectares de dunes sont ensemencées sur tout le littoral vendéen, dont 123 à Olonne-sur-Mer. D'ores et déjà les premières coupes d'amélioration se réalisent, les branchages sont abandonnés au sol afin d'assurer une protection physique et favoriser les semis naturels.

Au début du XX^{ème} siècle la fixation du sable peut être considérée comme acquise.

Le massif dunaire boisé domanial d'Olonne ; géré par l'Office National des Forêts s'étend aujourd'hui sur 1120 ha (auxquels il faut ajouter les 47 ha des dunes de la Gachère, propriété du Conservatoire du Littoral).

L'aménagement des embouchures de la Vie et de la Gachère

Embouchure de la Vie

Il est apparu nécessaire au début du 19^{ème}, d'accentuer la force de la chasse d'eau au jusant afin de dégager les bancs de sables qui avaient tendance à obstruer l'entrée du port.

Les travaux entrepris entre 1839 et 1881 pour réduire la largeur du chenal consistèrent d'une part à établir la jetée de la Garenne sur 160 mètres de long (prolongée de 400 mètres par la suite) et d'autre part, de l'autre coté du chenal, à ancrer un ouvrage sur les rochers de Boisvinet.

De nouveaux travaux d'allongement sur 250 mètres de la jetée de la Garenne ont été entrepris en 1988.

Par ailleurs, les nombreux passages des hommes et des animaux sur la dune de la Garenne (illustrés dans un document des Archives départementales daté de juin 1858) ouvraient de profondes brèches. Le sable remis en mouvement avait tendance à obstruer le port situé à l'arrière.

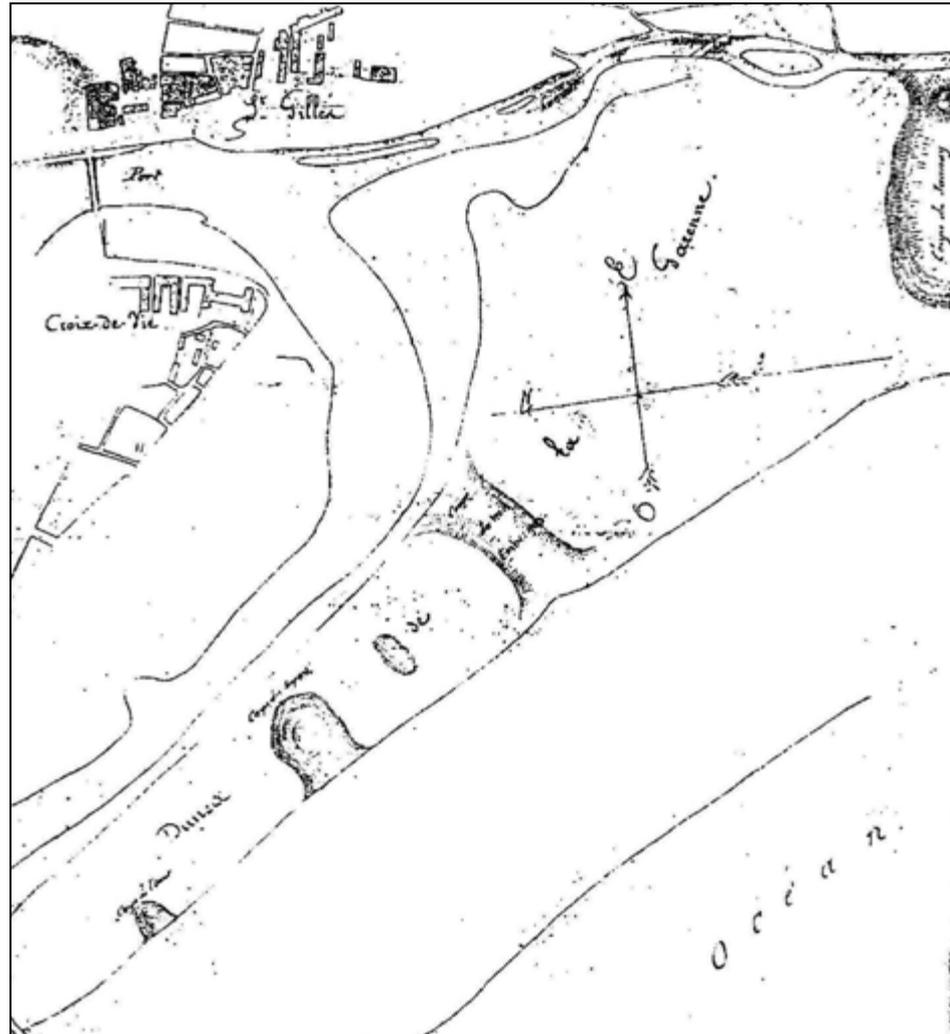


Figure B.5.8: La dune de la Garenne en 1858 (Extrait de l'ouvrage de S. Caillé "Les côtes sableuses en Loire-Atlantique et en Vendée du 19^{ème} siècle à nos jours", Editions Siloé, 2003)

Havre de la Gachère

Plusieurs opérations ont été tentées pour fixer le débouché de l'Auzance qui s'est déplacé le long d'un linéaire de 1 600 m en une trentaine d'années, au gré des atterrissements sableux et des tempêtes.

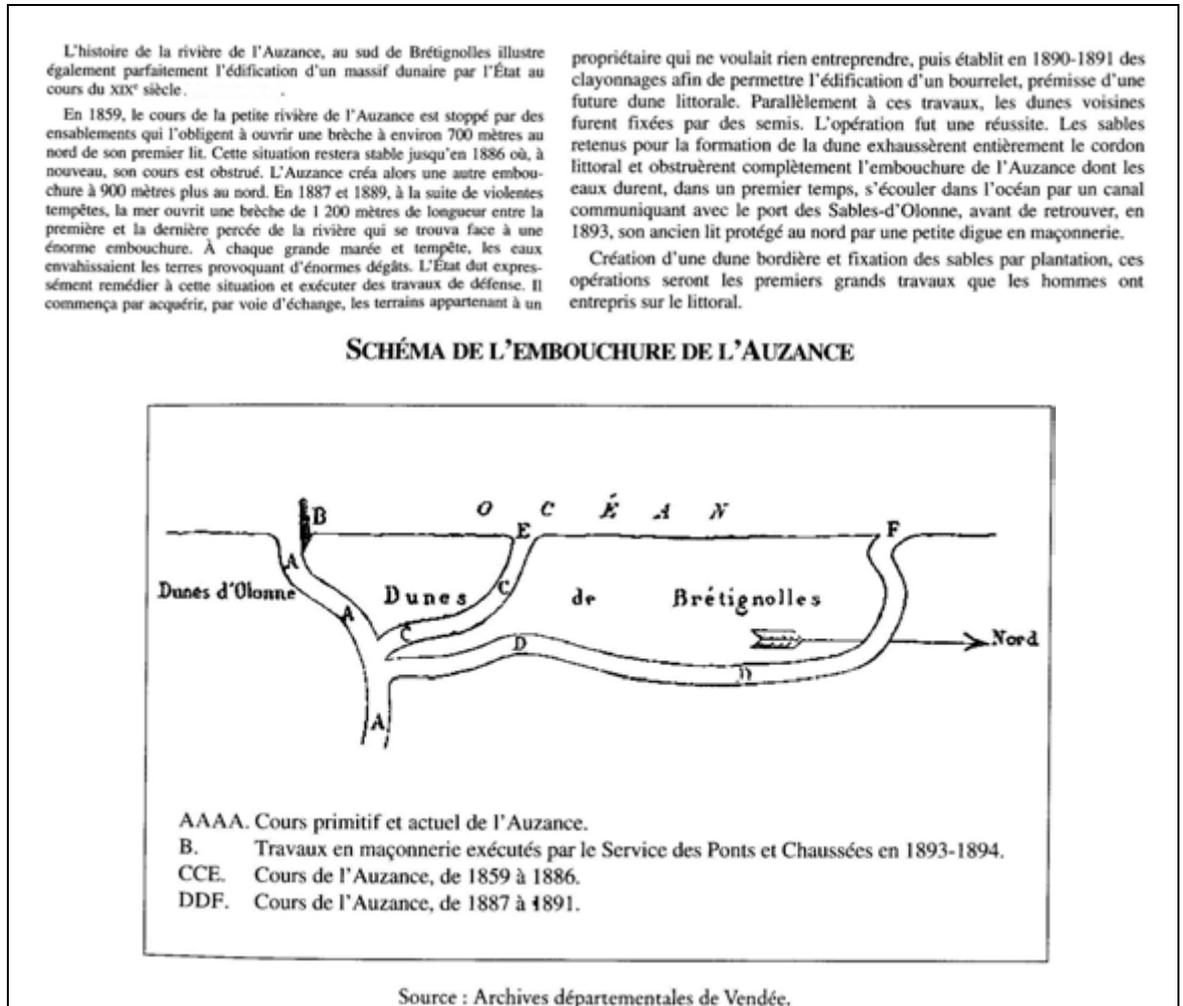


Figure B.5.9 : Les déplacements de l'embouchure de l'Auzance (Extrait de l'ouvrage de S. Caillé "Les côtes sableuses en Loire-Atlantique et en Vendée du 19^{ème} siècle à nos jours", Editions Siloë, 2003)

L'assise rocheuse affleurant dans l'estuaire « primitif et actuel » de l'Auzance et sur laquelle s'appuie la dune a permis sa stabilisation par les digues construites à la fin du 19^{ème}.

Un barrage avec vannes levantes commandées électriquement fut construit en 1900 pour réguler les prises et renvois d'eau de mer et pour évacuer les crues de l'amont. L'embouchure semble actuellement bien stabilisée par deux digues de maçonnerie.

L'amorce de l'urbanisation balnéaire

La construction d'une gare et l'arrivée du chemin de fer aux Sables d'Olonne (1866) et à Saint-Gilles-Croix-de-Vie (1881) stimulent le dynamisme des stations balnéaires et favorisent le début du processus de démocratisation du tourisme.

Dès 1858, la commune de Saint-Gilles-Croix-de-Vie installait une passerelle sur le Jaunay pour accéder à la plage. Les premiers chalets s'établissent sur la dune en 1862, puis l'année suivante se développe un petit quartier avec l'établissement de bains, et en 1894 d'un sanatorium. A la fin du 19^{ème}, la plage est vierge de tout système de défense contre l'érosion côtière.

Au début du 20^{ème}, on compte une trentaine de chalets installés entre le Jaunay et l'océan.

Pression humaine et perturbation des équilibres naturels

A partir de 1936 (15 jours de congés payés) et surtout dans les années 50 (généralisation de l'automobile et des campings), le tourisme de masse se développe. La frange littorale vendéenne attire de plus en plus en raison de son cadre naturel (plage, mer, climat). Elle est alors considérée comme un espace récréatif et de loisirs.

La Vendée devient, à partir des années 1980, la deuxième destination touristique de France. L'activité touristique prend une part très importante dans l'économie des communes littorales. Les plages sont considérées comme des marchandises destinées à la grande consommation et leur état constitue un enjeu considérable.

Cette activité touristique nécessite la construction d'équipements variés (souvent implantés dans les massifs dunaires) conçus et dimensionnés pour répondre aux besoins de la saison estivale : lotissements, campings, stations d'épuration, chemins et routes d'accès aux plages.

Les conséquences de l'urbanisation des secteurs dunaires

Avant que ne se développe l'urbanisation en front de mer, les échanges entre les cordons dunaires et les plages qui leur faisaient suite étaient permanents.

Aujourd'hui, devant les secteurs urbains construits sur la dune de Saint-Gilles-Croix-de-Vie et de Brétignolles, les ouvrages longitudinaux de haut de plage favorisent un abaissement du niveau de l'estran.

Les perrés ont deux impacts négatifs :

- ils entraînent une rupture des liaisons dune-plage et interdisent ainsi les fonctions régulatrices des évolutions des plages et dunes (échanges permanents dune-plage ou plage-dune selon les conditions océanographiques) ;

- ils induisent des ressacs favorables à l'érosion de la plage (la réflexion des vagues sur l'ouvrage favorise l'érosion des fonds devant celui-ci).

Par ailleurs, les extractions de sable (plusieurs milliers de m³/an) sur l'estran et la plage de la Parée (jusqu'en 1970) ainsi que sur l'estran et la dune du Jaunay (entre 1969 et 1976) ont participé à l'appauvrissement du stock sédimentaire.

Au début du 20^{ème} s., le littoral de la **plage de la Parée (commune de Brétignolles)** était constitué par une dune en continuité avec la plage. Les premières maisons et perrés les protégeant ont été construits en 1936. Peu à peu, la quasi totalité du littoral a été bordée par des perrés. Le niveau de la plage a baissé dans le temps.

D'après la Sogreah (1995), depuis la fin de la dernière guerre, le niveau de la plage a baissé d'environ 1,5 m en haut d'estran et on peut évaluer à 80 000 à 100 000 m³ la perte de matériaux depuis 1960, soit en moyenne 3 000 à 4 000 m³/an. L'érosion de la plage se serait accentuée ces dernières années et pourrait donc être de l'ordre de 5 000 m³/an.

Avec l'abaissement du niveau de la plage, les attaques du pied des ouvrages sont devenues de plus en plus fréquentes. Depuis la fin des années 1960, il a fallu restaurer la quasi-totalité des fondations des perrés.

A Saint-Gilles-Croix-de-Vie, au début du 20^{ème}, on compte une trentaine de chalets installés sur la dune de la Garenne, entre le Jaunay et l'océan. Vers le Sud-Est, les premiers immeubles collectifs servant de résidences secondaires apparaissent à la fin des années 1960, notamment les immeubles Merlin. Erigés en sommet de dune, à une vingtaine de mètres de la ligne de rivage, ils sont systématiquement séparés de l'estran par un remblai bétonné.

L'édification des ouvrages de protection résulte d'une volonté de lutter contre le recul du trait de côte qui menaçait la pérennité des aménagements balnéaires construits sur la dune du Jaunay (Créocéan, 2000) :

- perré de la Villa Notre Dame (170 m de long) prolongé de 30 m en 1977,
- perré de la Garenne de Retz (200 m de long), au Sud du perré précédent dont il est distant de 100 m,
- perré communal joignant les 2 perrés précédents (130 m de long),
- perré communal au Sud de la Garenne de Retz (325 m de long),
- perré de protection du lotissement Merlin (180 m de long),
- enrochements au Nord du perré de la Villa Notre Dame (10 m de long), à la jonction avec la dune de la Garenne,
- épi en enrochement, au Nord du perré de la Villa Notre Dame, protégeant les ouvrages de rejet des produits de dragage du port de plaisance,
- enrochements de 80 m de long à l'extrémité Sud du perré du lotissement Merlin, protégeant la descente à la mer, à la jonction avec la dune du Jaunay.

Malgré ces protections, une érosion du haut de plage, au niveau des édifices Merlin et quelques affaissements et affouillements du remblai de l'esplanade sont très nets (mise à nue des palplanches et fuite des matériaux du remblai).

Par ailleurs, au Sud du remblai, le pied de la dune a reculé de plusieurs dizaines de mètres comme en témoignent les blockhaus qui gisent aujourd'hui sur l'estran.

Le LCHF (1987) estime le recul du trait de côte à 1 m/an au Pont-Jaunay entre 1945 et 1985.

Les conséquences de la surfréquentation des sites sensibles

En raison d'une fréquentation estivale considérable et afin d'éviter le piétinement des zones les plus fragiles, il s'est avéré nécessaire d'aménager des points principaux **d'accès aux plages** aux extrémités des massifs et au droit des accès routiers existants qui ont donc été créés.

Ces accès aux plages, comme les aires de pique-nique aménagées et les sentiers balisés, tiennent compte des pressions touristiques localement importantes. Ils ne remettent pas en cause la fragilité du milieu dunaire et forestier.

Pour exemple, deux points principaux d'accueil ont été retenus sur le secteur des dunes et des forêts d'Olonne sur Mer :

- La Gachère – Les Granges,
- Sauveterre Nord et Sud : qui correspond à un point d'accroche en schiste plus stable que les espaces dunaires.

5.2 *Dynamique littorale*

5.2.1 *Données bathymétriques et granulométriques*

Quantitativement, fort peu de données bathymétriques et granulométriques sont disponibles sur l'unité sédimentaire 5 ; la Figure B.5.10 donne un aperçu de celles-ci. Il existe quelques profils à Saint-Gilles-Croix-de-Vie et un profil au niveau du Havre de la Gachère, ceux-ci couvrant principalement l'estran. Les profils au-delà de l'estran ont été complétés par le biais des données bathymétriques digitalisées à partir des cartes du SHOM. Celles-ci couvrant principalement la partie offshore du domaine, une estimation de la pente a été menée pour combler le manque de données précises.

Des analyses granulométriques ont été menées sur 3 localisations : à la Dune de la Garenne et la Dune de Jaunay à Saint-Gilles et au Havre de la Gachère ; les échantillons ont été prélevés sur l'estran uniquement. De manière générale, le diamètre médian du sable y est de l'ordre de 0,2 à 0,35 mm. Basée sur les données acquises sur l'ensemble de la côte vendéenne, une valeur de 0,25 mm a conventionnellement été adoptée comme diamètre médian pour les calculs de transport sédimentaire sur le littoral entre Saint-Gilles-Croix-de-Vie et les Sables d'Olonne.

A noter que les données en notre possession n'ont pas permis de déterminer de façon précise la nature sableuse ou rocheuse des fonds.

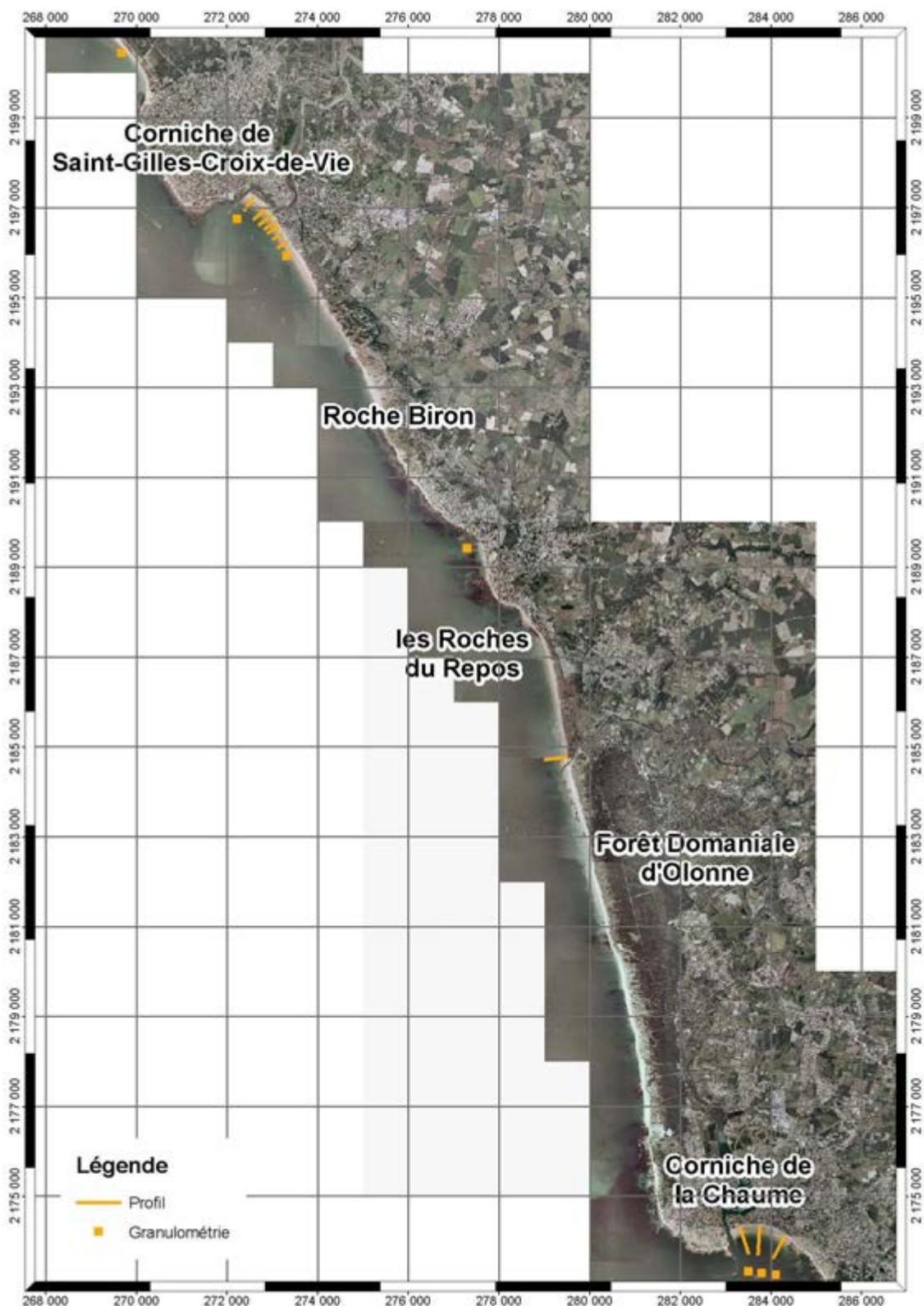


Figure B.5.10 Localisation des données bathymétriques et granulométriques sur l'unité sédimentaire 5 ; à titre indicatif, quelques profils y sont représentés.

5.2.2 *Données de calage*

Face à la pénurie de données bathymétriques et granulométriques et la quasi-inexistence de données de transport sédimentaire fiables – on rappelle que les études visant à décrire le régime hydrosédimentaire de la côte vendéenne précédant cette étude ont surtout le caractère d'estimation du transit – les informations dérivées des photos aériennes de 1975 et 2001 ont fourni les véritables données de calage pour le modèle de transport sédimentaire.

Une synthèse de l'évolution historique du trait de côte est illustrée dans la Figure B.5.11. pour l'ensemble de l'unité sédimentaire 5 : sur les parties non stabilisées par des ouvrages et celles naturellement stables, la tendance générale est à l'érosion avec un recul en moyenne de **0,4 à 1,3 m/an**.

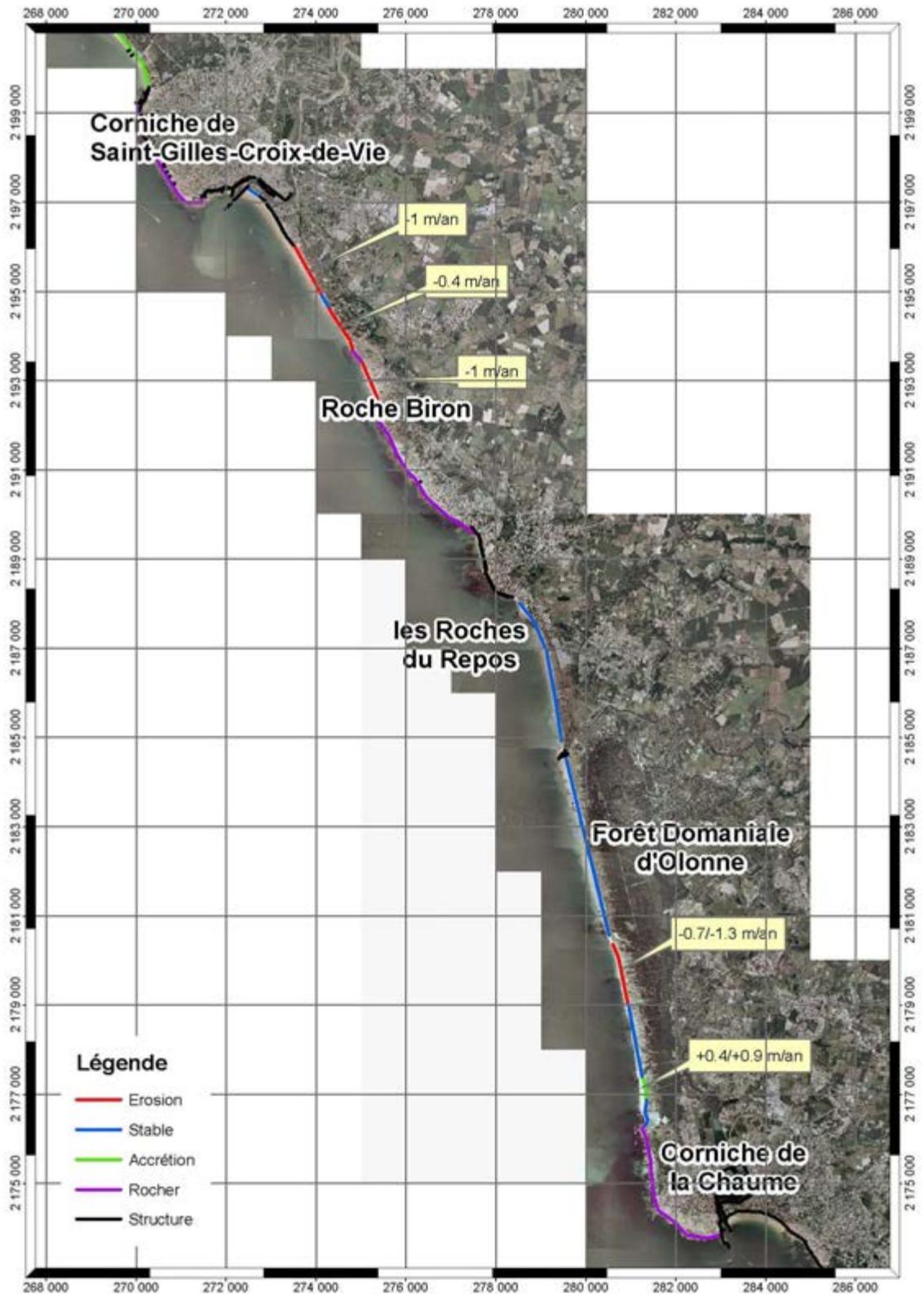


Figure B.5.11 Synthèse de l'évolution du trait de côte de 1975 à 2001 sur l'unité sédimentaire 5 ; accrétion (positif) et érosion (néгатif).

5.2.3 Segmentation de l'unité sédimentaire

En vue d'obtenir des conditions quasi-stationnaires le long de la côte, l'unité sédimentaire 5 (US5) a été divisée en 4 segments, chacun défini par une homogénéité des contours bathymétriques afin de satisfaire l'hypothèse du modèle de transport sédimentaire quant à l'uniformité du profil de plage dans la direction de la dérive littorale. Ces segments sont nommés A, B, C et D du Nord vers le Sud (cf. Figure B.5.12) ; par la suite, le segment A de l'unité sédimentaire 5 est nommé US5-A. Les limites sont désignées par des secteurs plutôt que par des points précis :

- Segment US5-A : Corniche de St. Gilles – Grande Plage (~4 km)
- Segment US5-B : Grande Plage – Les Roches du Repos (~8 km)
- Segment US5-C : Les Roches du Repos – Forêt d'Olonne (~8 km)
- Segment US5-D : Forêt d'Olonne – Corniche de la Chaume (~7 km)

Faisant l'hypothèse de l'uniformité du profil dans chaque segment, le transit littoral calculé reste ainsi sensiblement inchangé à l'intérieur de chaque segment ; les résultats de la modélisation du transit littoral seront présentés indépendamment pour chaque segment suivi par une synthèse de la dynamique littorale sur l'ensemble de l'unité sédimentaire.

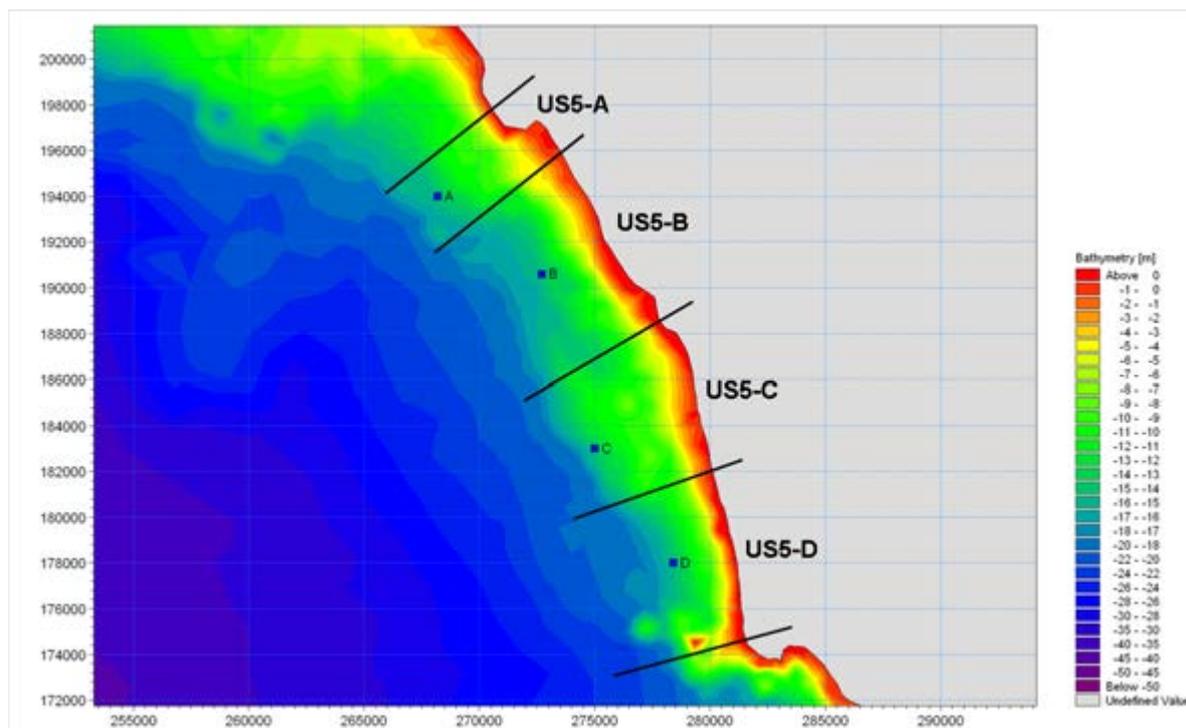


Figure B.5.12 Segmentation de l'unité sédimentaire 5 et localisation des points d'extraction des climats de houle à la côte pour chacun des segments.

Pour chacun des segments, les climats de houle à la côte ont été extraits à -15 m CM qui est la limite de la zone active ; les roses de houle correspondantes sont illustrées dans la Figure B.5.13. Il est intéressant de noter que le faisceau des directions d'incidence de la houle y est très resserré tout au long du trait de côte. Un redressement vers le Nord de ce faisceau en allant du Nord vers le Sud confirme d'ailleurs la nécessité de procéder à une segmentation de l'unité sédimentaire.

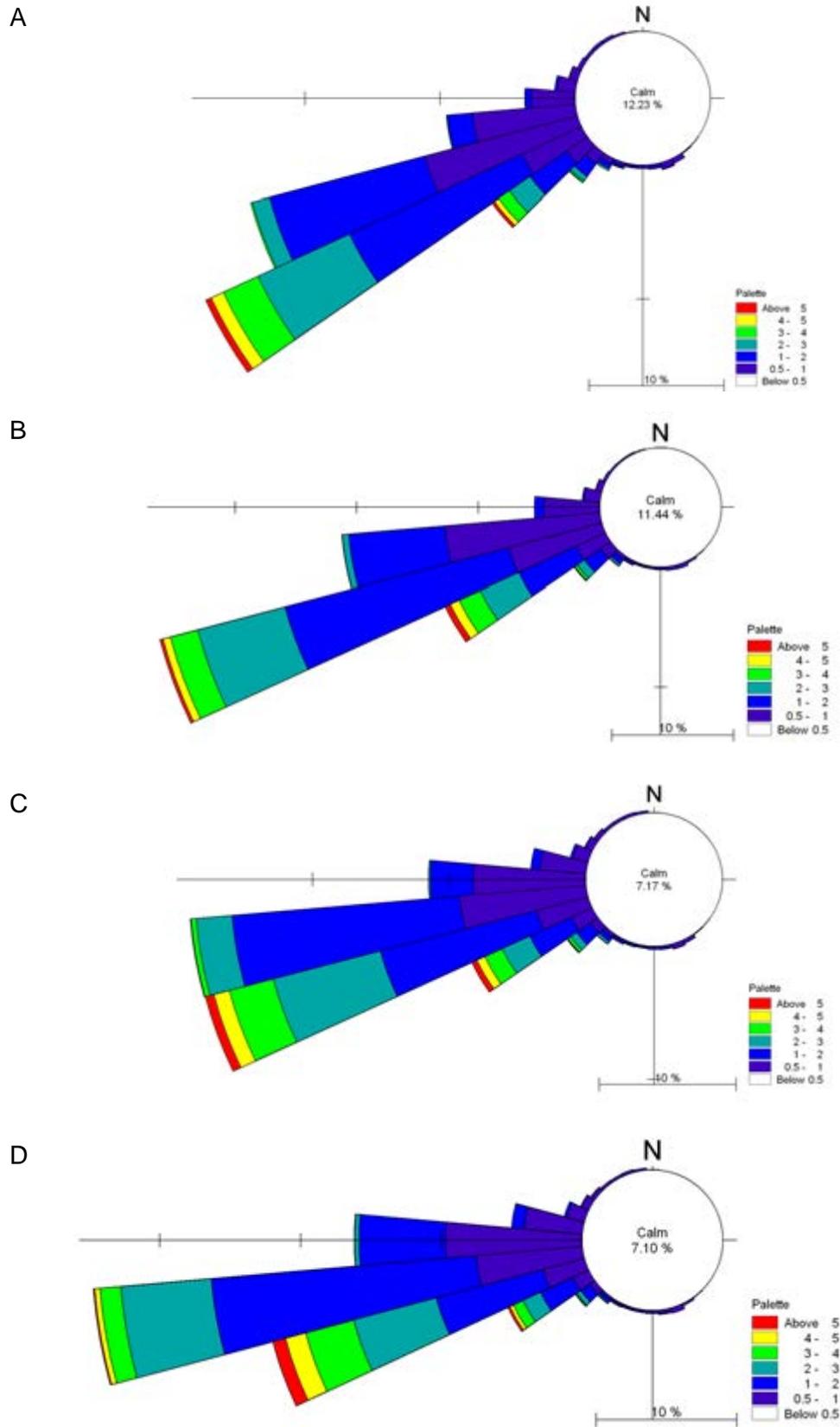


Figure B.5.13 Rose des houles aux points d'extraction A, B, C et D (de haut en bas) de l'unité sédimentaire 5 ; les données sont extraites à la cote -15 mCM.

Les pentes moyennes des 4 segments de l'unité sédimentaire 5 sont synthétisées dans le Tableau B.14. Une grande variation de la pente au large de la cote 0 m CM caractérise les profils typiques des segments de ce littoral.

Tableau B.14 Pente moyenne des segments de l'unité sédimentaire 5 en fonction de la profondeur.

Cote (m CM)	A	B	C	D
[+5 +8]	1/20	1/20	1/20	1/20
[0 +5]	1/50	1/50	1/50	1/50
[-5 0]	1/100	1/120	1/200	1/100
[-10 -5]	1/240	1/150	1/350	1/150
[-15 -10]	1/400	1/300	1/200	1/300

5.2.4 Résultats de la modélisation du transit littoral

Les résultats de la modélisation du transit littoral seront présentés indépendamment pour chaque segment, suivis par une synthèse de la dynamique littorale sur l'ensemble de l'unité sédimentaire.

On rappelle que les résultats de la modélisation du transit littoral ci-dessous correspondent à la **capacité saturée du transport sédimentaire et que donc les valeurs indiquées sont des limites supérieures des transits, correspondant à la capacité au transport**. Ainsi sur un platier rocheux sans aucun matériau mobile, la capacité de transit peut être très importante et le transit effectif nul.

Segment US5-A: Corniche de St. Gilles – Grande Plage

La Figure B.5.14 illustre la capacité du transport sédimentaire net et brut en fonction de l'orientation du trait de côte dans le segment US5-A ; la zone grise représente l'enveloppe de l'orientation du trait de côte non rocheux, allant de 233° à 237° dans ce segment.

Sur ce littoral, la capacité du transport net est de l'ordre de **50 000 à 150 000 m³/an** portant vers le Sud. Du fait d'une rose des houles très étroite (cf. Figure B.5.13), le transit net y est très sensible à l'orientation du trait de côte : un pivotement de 1° du trait de côte peut provoquer un changement significatif du transit d'environ 30 000 m³/an. Le trait de côte de ce segment est à quelques degrés de son orientation d'équilibre située à environ 239°. Dans le segment US5-A, la capacité du transport brut est relativement stable et de l'ordre de **160 000 à 220 000 m³/an**.

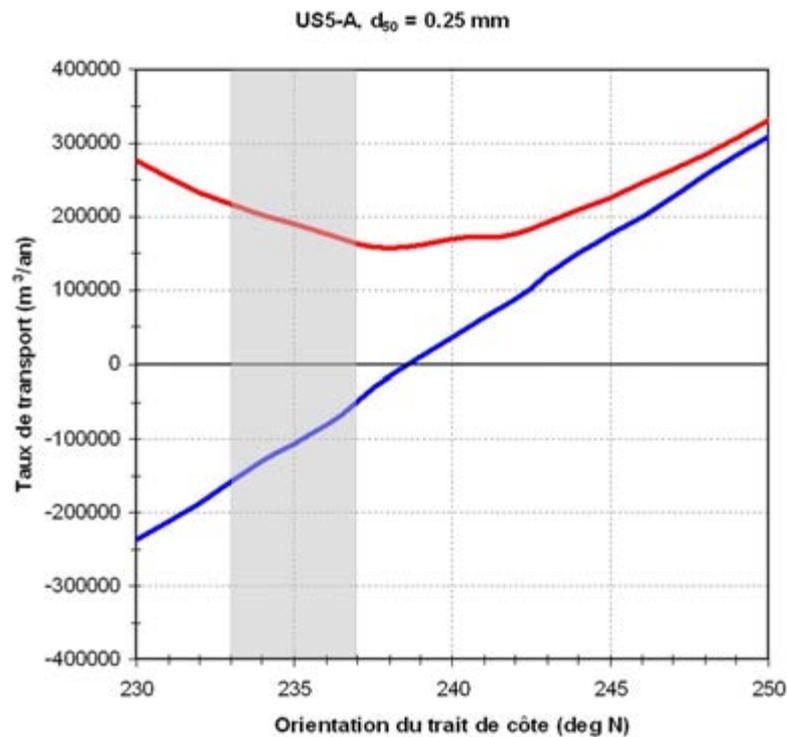


Figure B.5.14 Taux de la capacité du transport sédimentaire en fonction de l'orientation du trait de côte pour le segment US5-A : transport net (bleu) et brut (rouge) ; le transport net est positif (négatif) vers le Nord (Sud).

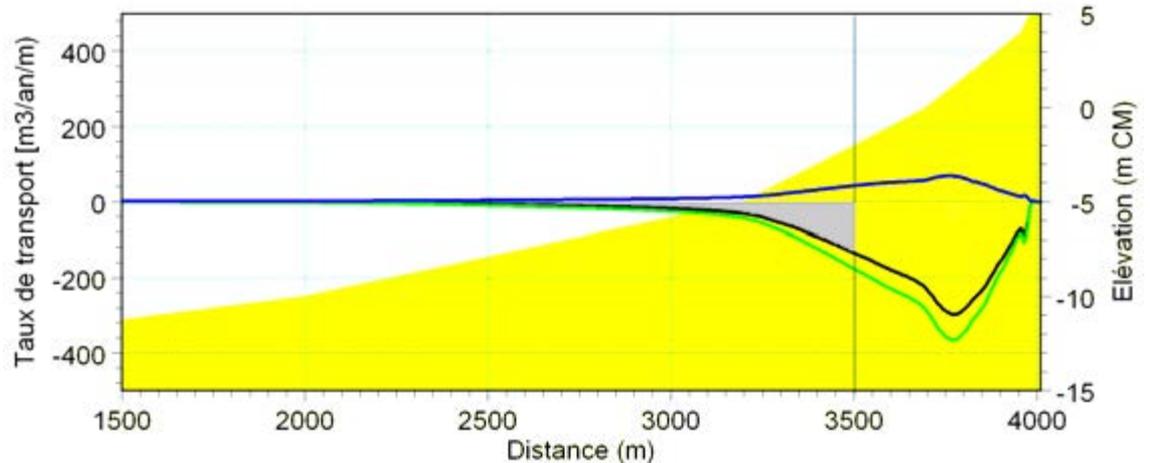


Figure B.5.15 Distribution du transport sédimentaire dans le profil pour le segment US5-A, à titre indicatif pour une orientation du trait de côte de 234° : transport net (noir), transport vers le Sud (vert) et vers le Nord (bleu) ; le profil représentatif du segment US5-A est indiqué en jaune.

La distribution du transport sédimentaire dans le profil est illustrée dans la Figure B.5.15 ; cette répartition est calculée pour une orientation du trait de côte de 234° mais est représentative pour l'ensemble du littoral du segment US5-A. Le transport portant vers le Nord est sensiblement plus faible que le transport portant vers le Sud. Les limites d'action des houles se situent vers -9 m CM devant cette partie du littoral. Toutefois il s'agit là d'une profondeur qui n'est atteinte que pour les houles les plus fortes et, de manière pratique, les mouvements sont faibles au-delà de -5 m CM et concernent le plus souvent les fonds inférieurs à -2 m CM.

Devant le massif rocheux de la corniche de Saint-Gilles, il est estimé que les fonds rocheux atteignent -2 m CM ; le transit littoral est ainsi effectivement bloqué dans les fonds inférieur à -2 m CM. Le bypass portant vers le Sud est ainsi établi à environ 0 à 50 000 m³/an (cf. la zone grise dans la Figure B.5.15).

Sur la base des informations des photos aériennes de 1975 et 2001, un recul moyen du trait de côte de l'ordre de 1 m/an (cf. Figure B.5.16) peut être retenu sur la Grande Plage au Sud de Saint-Gilles-Croix-de-Vie. Rapporté à une longueur de plage d'environ 5 000 m et à une hauteur érodée de l'ordre de 12 m (entre -5 m et +7 m CM environ), ce recul correspondrait à un rythme d'érosion d'environ 60 000 m³/an. Cette érosion indique l'existence d'un gradient de la dérive littorale dans cette zone transitoire entre les segments US5-A et US5-B : le transit portant vers le Sud devrait y augmenter du même ordre de grandeur que l'érosion de cette plage.

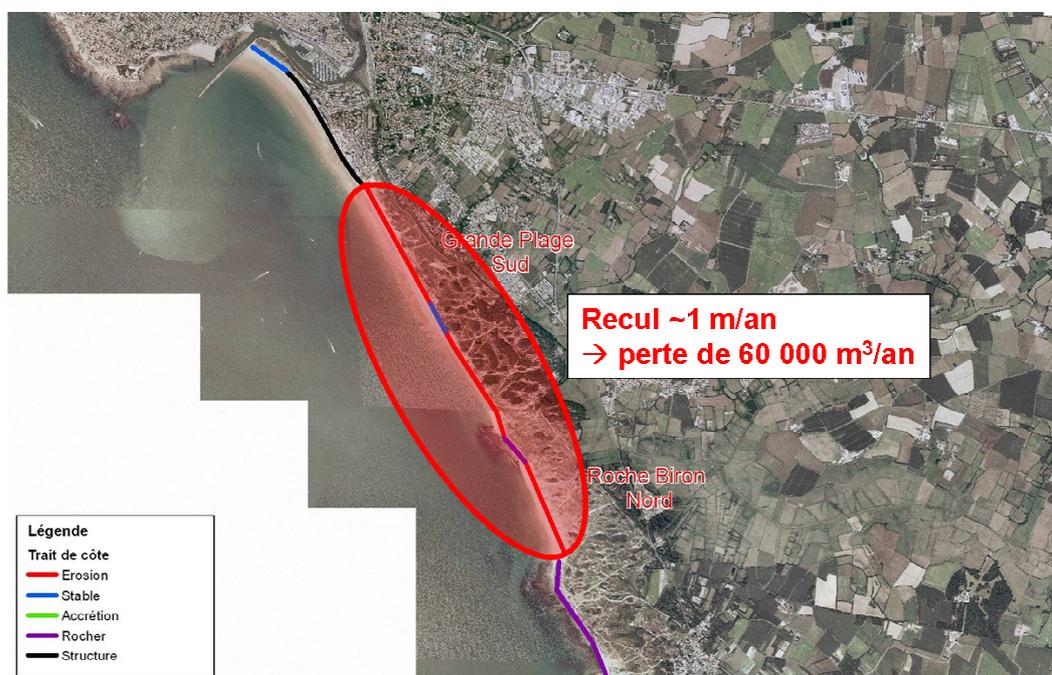


Figure B.5.16 Erosion de la Grande Plage au Sud de St. Gilles-Croix-de-Vie.

Segment US5-B : Grande Plage – Les Roches du Repos

Les caractéristiques du transport sédimentaire dans le segment US5-B sont semblables à celles du segment US5-A (cf. Figure B.5.17). Toutefois sur ce littoral, la capacité du transport net y est supérieure de l'ordre de **100 000 à 200 000 m³/an** portant vers le Sud. Le transit net y est également très sensible à l'orientation du trait de côte : un pivotement de 1° du trait de côte peut provoquer un changement significatif du transit d'environ 30 000 m³/an. Dans ce segment, l'orientation du trait de côte non rocheux va de 239° à 243° (cf. Figure B.5.17). La capacité du transport brut y est également relativement stable de l'ordre de **200 000 à 250 000 m³/an**.

Par la suite, les caractéristiques de la distribution du transport sédimentaire dans le profil dans le segment US5-B sont sensiblement identiques à celles du segment US5-A (cf. Figure B.5.18) ; cette répartition est calculée pour une orientation du trait de côte de 240° mais est représentative pour l'ensemble du littoral du segment US5-B. Le transport portant vers le Nord est ici également très faible. Les limites d'action des houles se

situent toujours vers -9 m CM devant cette partie du littoral et les mouvements sont faibles au-delà de -5 m CM et concernent le plus souvent les fonds inférieurs à -2 m CM.

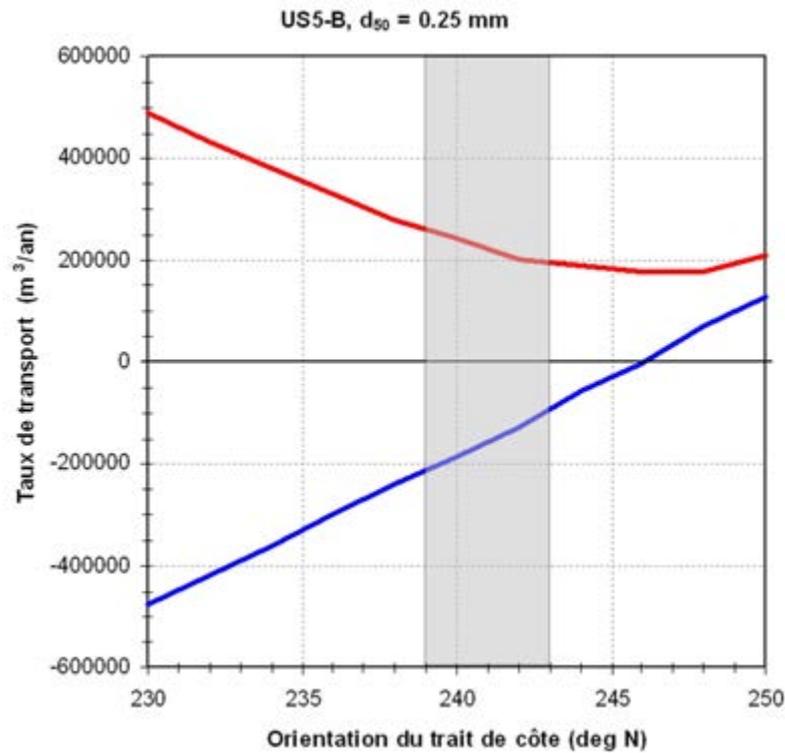


Figure B.5.17 Taux de la capacité du transport sédimentaire en fonction de l'orientation du trait de côte pour le segment US5-B : transport net (bleu) et brut (rouge) ; le transport net est positif (négatif) vers le Nord (Sud).

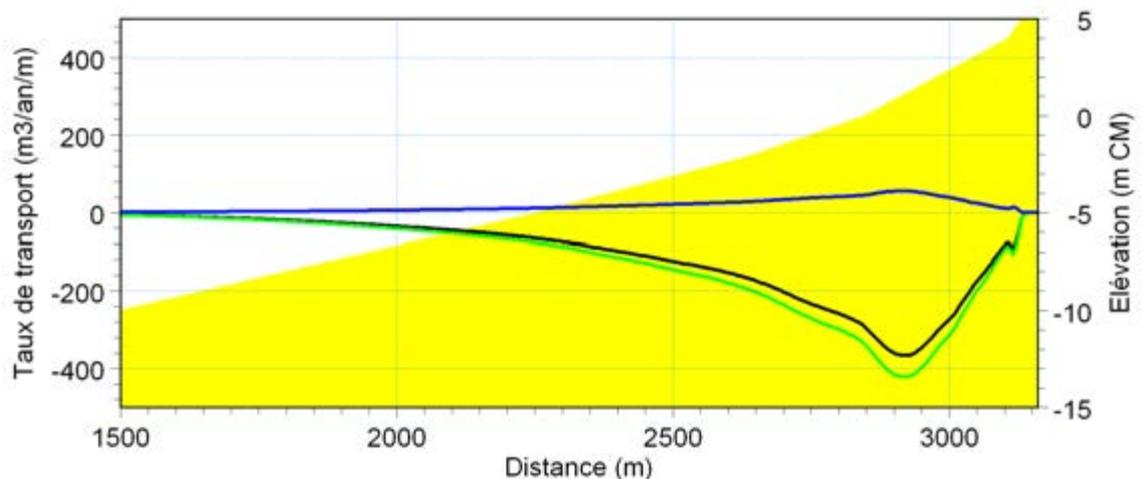


Figure B.5.18 Distribution du transport sédimentaire dans le profil pour le segment US5-B à titre indicatif pour une orientation du trait de côte de 240° : transport net (noir), transport vers le Sud (vert) et vers le Nord (bleu) ; le profil représentatif du segment US5-B est indiqué en jaune.

Segment US5-C: les Roches du Repos – Forêt d'Olonne

Le segment US5-C ne satisfait pas l'hypothèse de conditions quasi-stationnaires le long de la côte : vue l'importante variation des contours bathymétriques dans ce segment, la validité du modèle de transport sédimentaire y est fortement limitée. Ne pouvant pas prendre correctement en compte la réfraction de la houle sur des contours non-parallèles, les calculs de transport net présenteraient une trop large imprécision. Toutefois le transport brut y est nettement moins sensible et par conséquent, la modélisation sédimentaire concerne que le transport brut dans ce segment.

Dans le segment US5-C, la capacité du transport brut est relativement stable de l'ordre de **220 000 à 280 000 m³/an** (cf. Figure B.5.19). Malgré un étalement important, l'orientation des contours bathymétriques se situe entre 244° et 254°

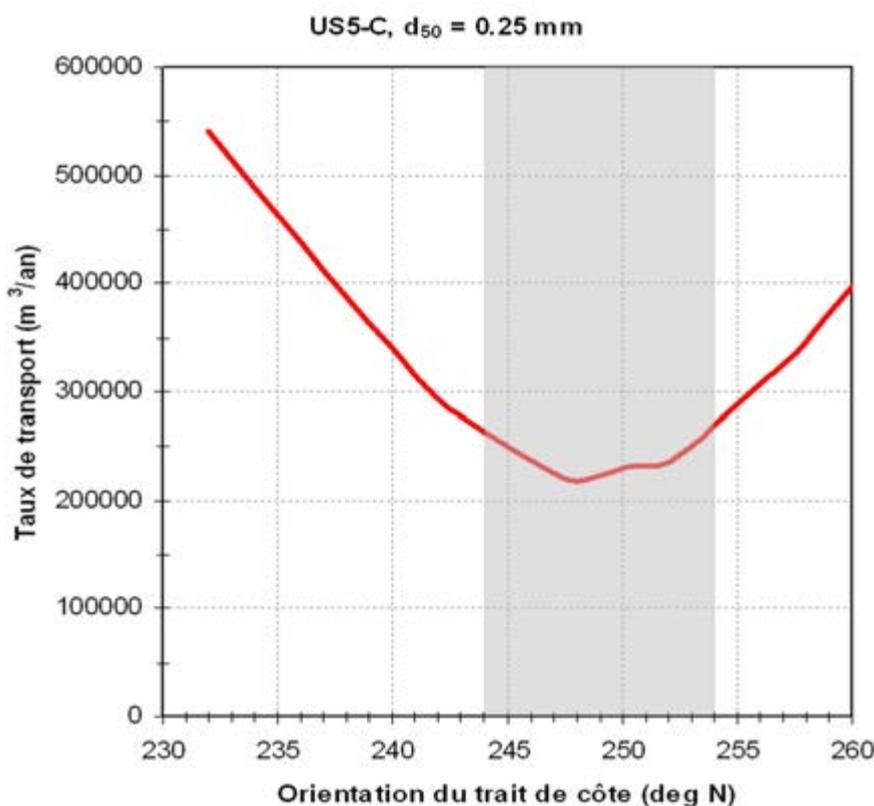


Figure B.5.19 Taux de la capacité du transport sédimentaire brut en fonction de l'orientation du trait de côte pour le segment US5-C.

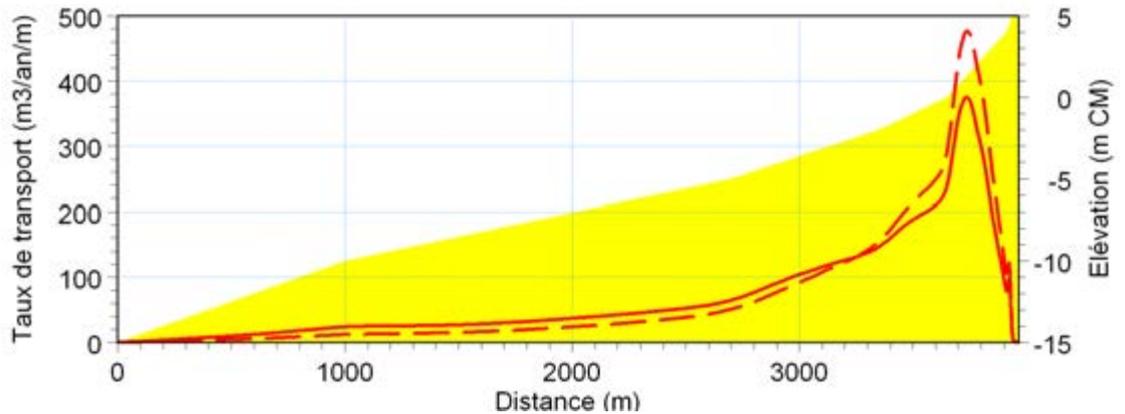


Figure B.5.20 Distribution du transport sédimentaire brut dans le profil pour le segment US5-C pour une orientation du trait de côte de 244° (rouge pointillé) et de 254° (rouge); le profil représentatif du segment US5-C est indiqué en jaune.

Les calculs de transport sédimentaire dans le segment US5-C (cf. Figure B.5.20) indiquent que 50 % du transit littoral se fait dans des profondeurs inférieures à -1 m CM soit sur une largeur d'environ 500 m à partir du haut de plage. De même, 90 % de la dérive littorale transite dans des fonds inférieurs à -6 m CM, soit sur une largeur de l'ordre de 500 m à partir du haut de plage.

A l'extrémité Nord du segment US5-C, au niveau de Brétignolles-sur-Mer, se situe une flèche rocheuse quasiment perpendiculaire au trait de côte (les Roches du Repos, cf. Figure B.5.21 et Figure B.5.22) : le transit sédimentaire Nord-Sud y est uniquement possible pour des profondeurs inférieures à -1 m CM sur une largeur correspondant à environ 500 m du haut du profil. La dérive littorale étant effectivement bloquée au-delà des fonds de -1 m à 0 m CM, un dépôt de l'ordre de 50 % du transport net du segment US5-B s'accumuleraient au Nord de cette flèche rocheuse. Ce dépôt serait ainsi de l'ordre de 50 à 100 000 m³/an. A noter que le littoral au Nord de Brétignolles-sur-Mer, sur une longueur d'environ 6 km de la Roche Biron jusqu'aux Roches du Repos, est sensiblement à dominante rocheuse sur toute la largeur de la zone littorale. Par conséquent, malgré l'ordre de grandeur allant jusqu'à 100 000 m³/an, l'accumulation de ces sédiments répartie sur une largeur de profil de l'ordre de 1 000 m et sur une longueur de plusieurs kilomètres résulte en un exhaussement annuel des fonds pratiquement inquantifiable.

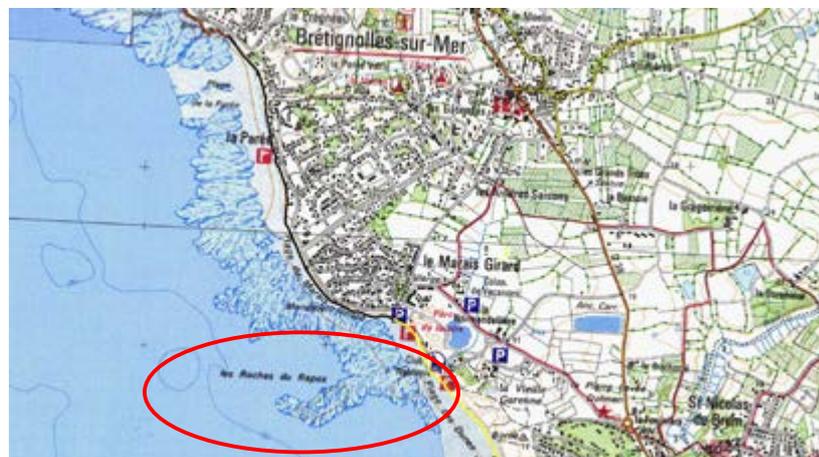


Figure B.5.21 Localisation des Roches du Repos au Sud de Brétignolles-sur-Mer.

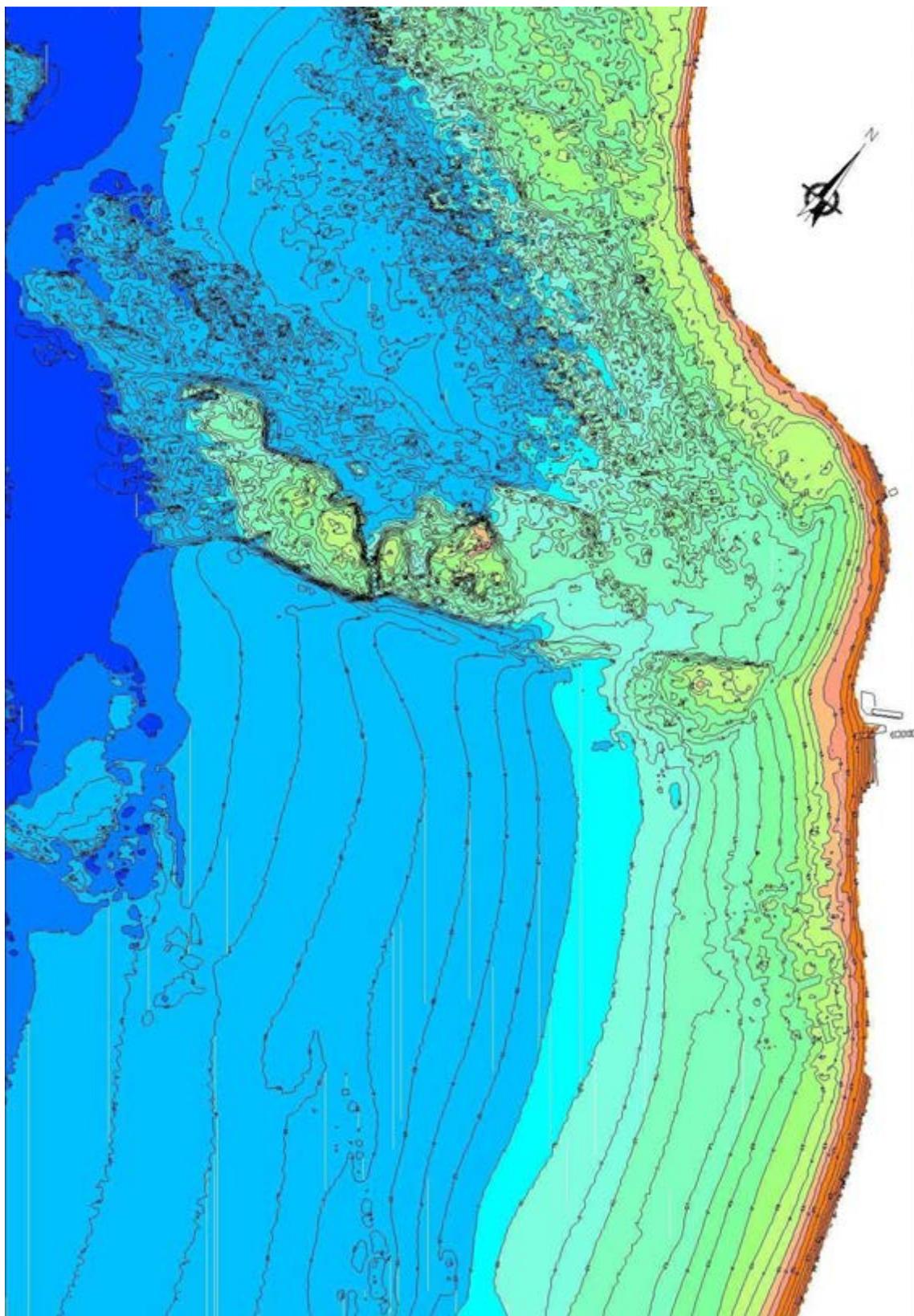


Figure B.5.22 Plan bathymétrique devant Brétignolles-sur-Mer (levé ARMOR de Novembre 2001).

L'analyse des photos aériennes fournit une importante information sur ce segment (cf. Figure B.5.11) : le trait de côte est sensiblement stable de 1975 à 2001. Il n'y a donc pas de gradient dans le transit littoral à travers ce segment.

Segment US5-D: Forêt d'Olonne – Corniche de la Chaume

La Figure B.5.23 illustre la capacité du transport sédimentaire net et brut en fonction de l'orientation du trait de côte dans le segment US5-D ; la zone grise représente l'enveloppe de l'orientation du trait de côte non rocheux, allant de 247° à 251° dans ce segment.

Sur ce littoral, la capacité du transport net est de l'ordre de **50 000 à 200 000 m³/an** portant vers le Sud. Le transit net y est encore plus sensible à l'orientation du trait de côte que dans les segments US5-A et US5-B : un pivotement de 1° du trait de côte peut provoquer un changement significatif du transit d'environ 40 000 m³/an ; la rose des houles y est effectivement encore plus étroite (cf. Figure B.5.12) que dans le littoral plus au Nord. La rose des houles très étroite justifie d'ailleurs pourquoi la fourchette du transport net (de 50 à 200 000 m³/an) y est relativement importante.

Le trait de côte de ce segment est également à quelques degrés de son orientation d'équilibre située à environ 253°. Dans le segment US5-D, la capacité du transport brut est relativement stable et de l'ordre de **220 000 à 280 000 m³/an**.

La distribution du transport sédimentaire dans la profil est illustrée dans la Figure B.5.24; cette répartition est calculée pour une orientation du trait de côte de 250° mais est représentative pour l'ensemble du littoral du segment US5-D. Les résultantes du transport portant vers le Nord et le Sud y sont sensiblement plus importantes que dans les segments US5-A et US5-B. Les limites d'action des houles se situent vers -10 m CM devant cette partie du littoral. Toutefois les mouvements sont faibles au-delà de -5 m CM et concernent le plus souvent les fonds inférieurs à -2 m CM.

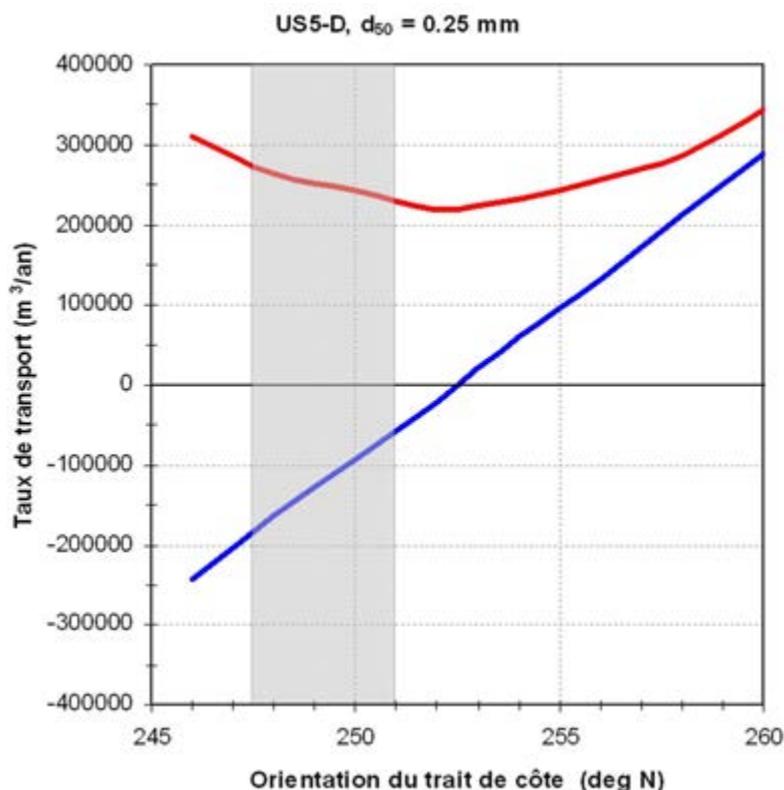


Figure B.5.23 Taux de la capacité du transport sédimentaire en fonction de l'orientation du trait de côte pour le segment US5-D: transport net (bleu) et brut (rouge) ; le transport net est positif (négatif) vers le Nord (Sud).

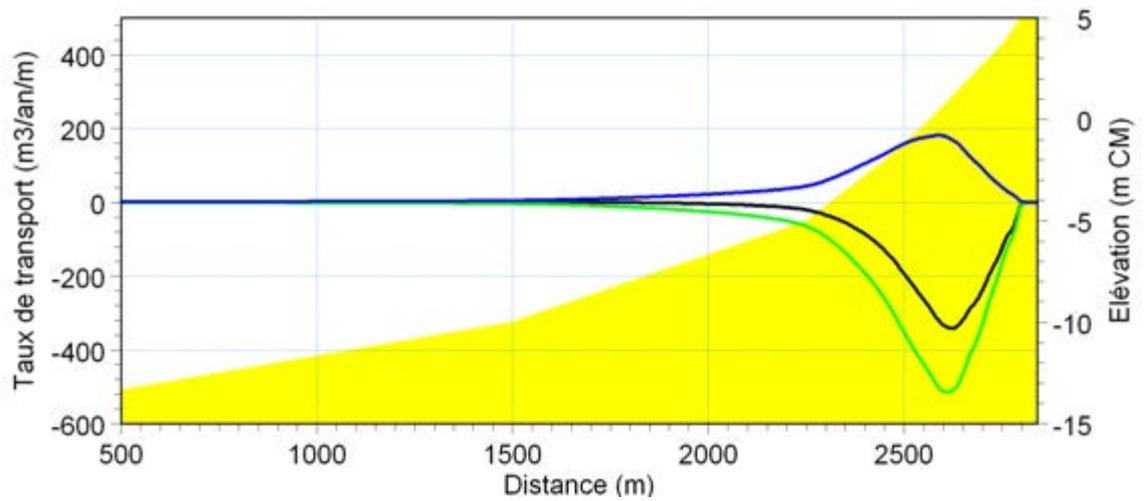


Figure B.5.24 Distribution du transport sédimentaire dans le profil pour le segment US5-D à titre indicatif pour une orientation du trait de côte de 250° : transport net (noir), transport vers le Sud (vert) et vers le Nord (bleu) ; le profil représentatif du segment US5-B est indiqué en jaune.

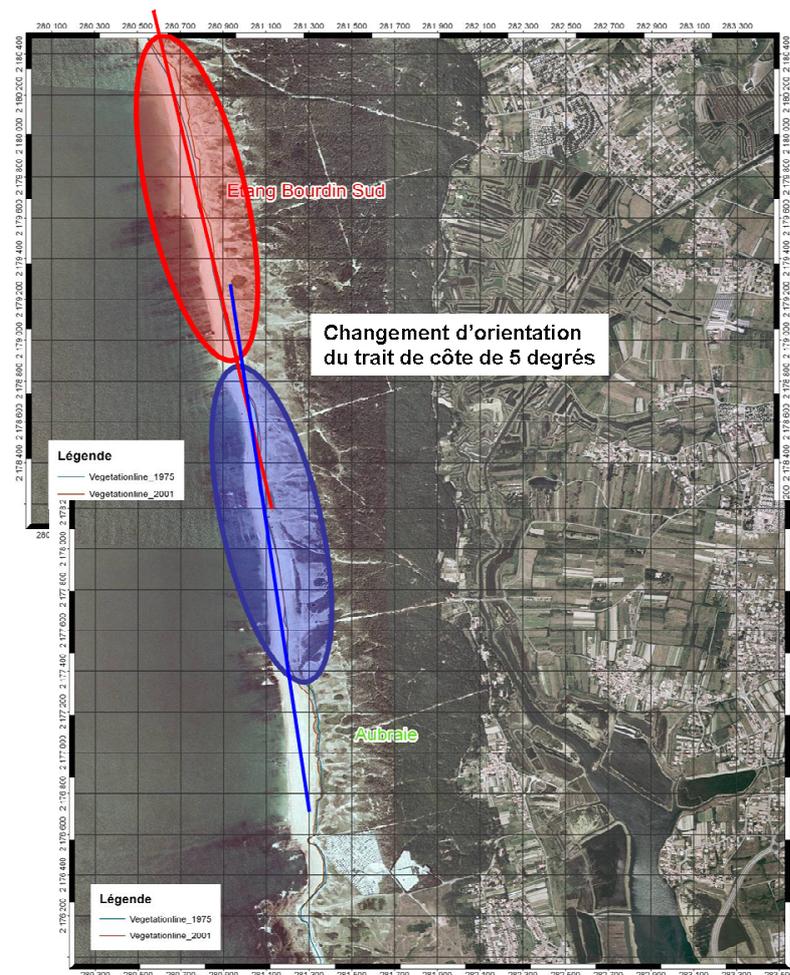


Figure B.5.25 Variation de l'alignement du trait de côte au niveau de l'Etang Bourdin Sud sur la base des informations des photos aériennes de 1975 et 2001: zone en érosion (rouge) et stable (bleu).

L'analyse des photos aériennes confirme les résultats de la modélisation sédimentaire sur ce segment (*cf.* Figure B.5.25) : plus le trait de côte se redresse dans le sens des aiguilles d'une montre, plus la côte s'approche de son équilibre. Le trait de côte au niveau de l'Étang Bourdin Sud est en érosion alors que le trait de côte avoisinant au Sud est stable avec une orientation légèrement différente de quelques degrés uniquement. Cela correspond effectivement à la capacité du transport net (*cf.* Figure B.5.23) allant vers zéro pour un changement d'orientation de quelques degrés.

5.2.5 Synthèse de la dynamique littorale de US5

La Figure B.5.26, page suivante, synthétise les résultats de la modélisation du transit littoral sur l'ensemble de l'unité sédimentaire 5. De manière générale, le transit a une résultante portant vers le Sud, toutefois il y existe de forts gradients dans le transit net le long du trait de côte. Une dérive de l'ordre de 0 à 50 000 m³/an contourne le massif rocheux de Saint-Gilles-Croix-de-Vie. A l'approche de Brétignolles-sur-Mer, ce transit a augmenté jusqu'à environ 100 000 à 200 000 m³/an ce qui explique l'érosion des plages du Jaunay et de la Parée. D'autre part, cette érosion n'a pas de rapport avec la déviation de l'embouchure du Jaunay. Suite à une fuite de sédiment vers le large au niveau de Brétignolles-sur-Mer, le transit se retrouve réduit à un ordre de grandeur de 50 000 à 100 000 m³/an et reste constant jusqu'au massif rocheux de la Corniche de la Chaume. Il est peu probable que ces sédiments puissent contourner ce massif rocheux et ceux-ci sont ainsi perdus au large.

Le transport brut le long du rivage sur l'ensemble de l'unité sédimentaire est de l'ordre de 200 000 à 250 000 m³/an quoi que légèrement plus faible au Nord de l'unité.

Au Nord, un apport probable existe depuis le Sud de l'US 3 vers la grande plage au Sud des Sables-d'Olonne.

Au Sud, la totalité de la dérive littorale se disperse vers le large.

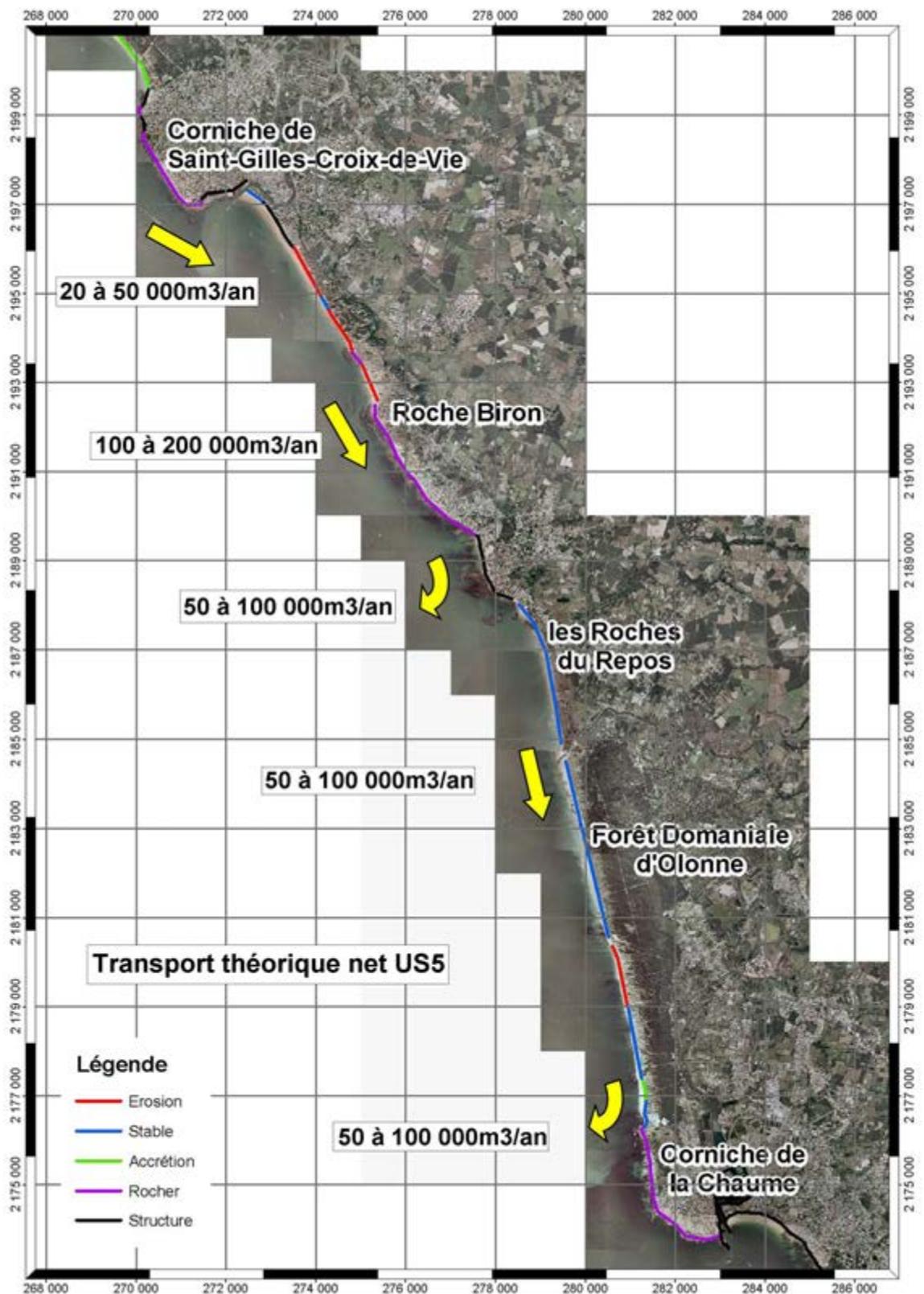


Figure B.5.26 Synthèse de la dérive littorale sur l'ensemble de l'unité sédimentaire 5.

5.3 **Scénario d'évolution du trait de côte**

On rappelle que face à la réduction de la fiabilité de l'évolution future des agents morphodynamiques – en l'occurrence, le climat de vent et de houle – avec une échéance croissante, seules les prévisions de l'évolution du trait de côte à court terme sont détaillées ci-dessous au niveau de l'unité sédimentaire, alors que pour le moyen et long terme, une évaluation de l'impact de la variabilité des facteurs agissant sur la dynamique littorale a été menée au chapitre A-3.3.3.

La mobilité du trait de côte de l'unité sédimentaire 5 en 2027 par rapport au trait de côte en 2001 est indiquée sur la Figure B.5.27. Des zooms rapprochés sur des tronçons de littoral dynamiques sont fournis de la Figure B.5.30 à la Figure B.5.32.

L'évolution du trait de côte à 50 ans indiqué sur les cartes à suivre est fourni à titre indicatif si les facteurs océano-météorologiques qui agissent sur la morphologie littorale n'évoluaient plus durant les 50 années à venir – ce qui paraît fort peu probable.

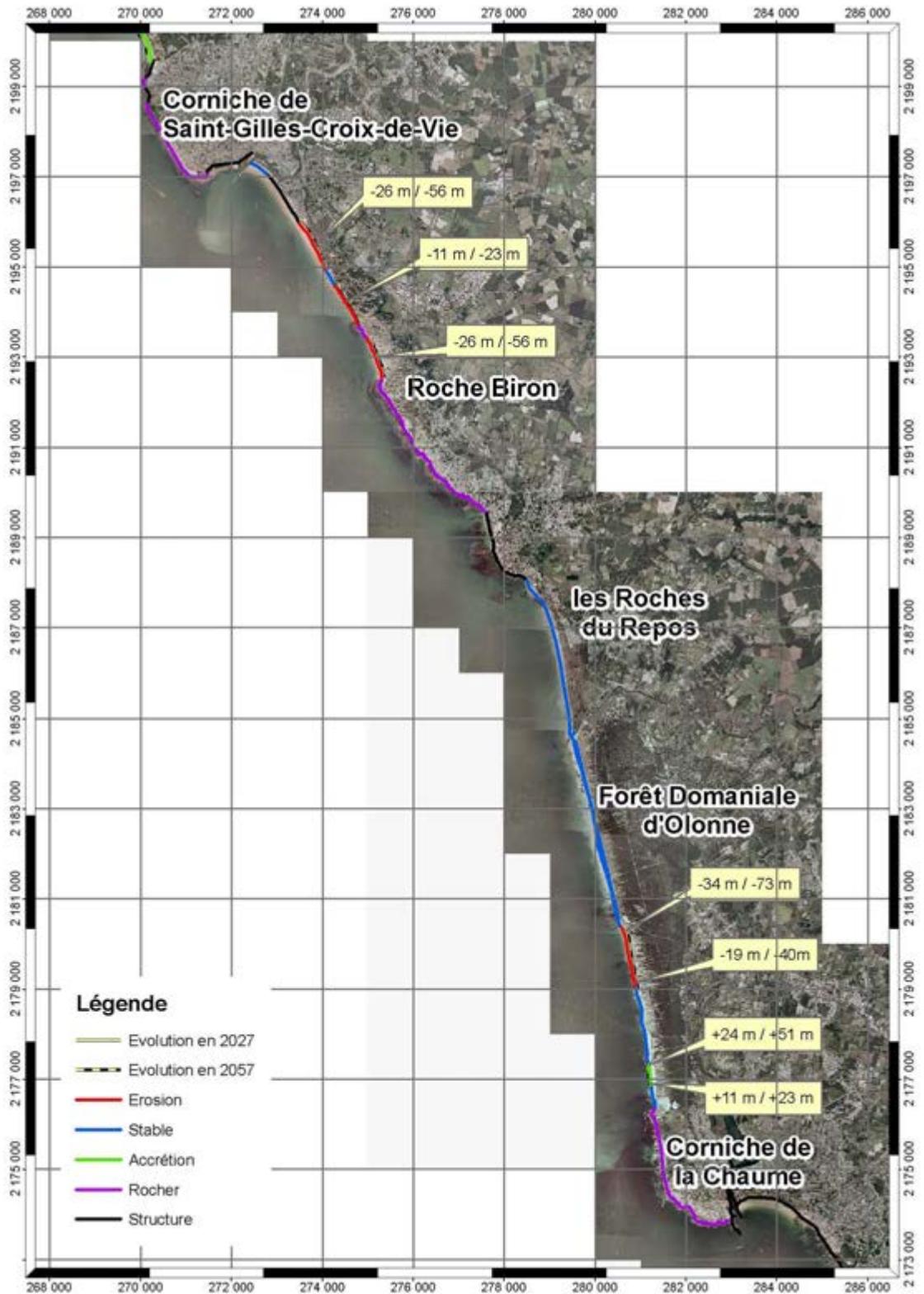


Figure B.5.27 Scénario d'évolution du trait de côte de l'unité sédimentaire 5 à court terme : mobilité du trait de côte en 2027 par rapport au trait de côte de 2001.



Figure B.5.28 : Scénario d'évolution du trait de côte de la dune du Jaunay à court terme : mobilité du trait de côte en 2027 par rapport au trait de côte de 2001.



Figure B.5.29 : Scénario d'évolution du trait de côte de la dune du Jaunay à court terme : mobilité du trait de côte en 2027 par rapport au trait de côte de 2001.



Figure B.5.30 Scénario d'évolution du trait de côte à la Roche Biron à court terme : mobilité du trait de côte en 2027 par rapport au trait de côte de 2001.

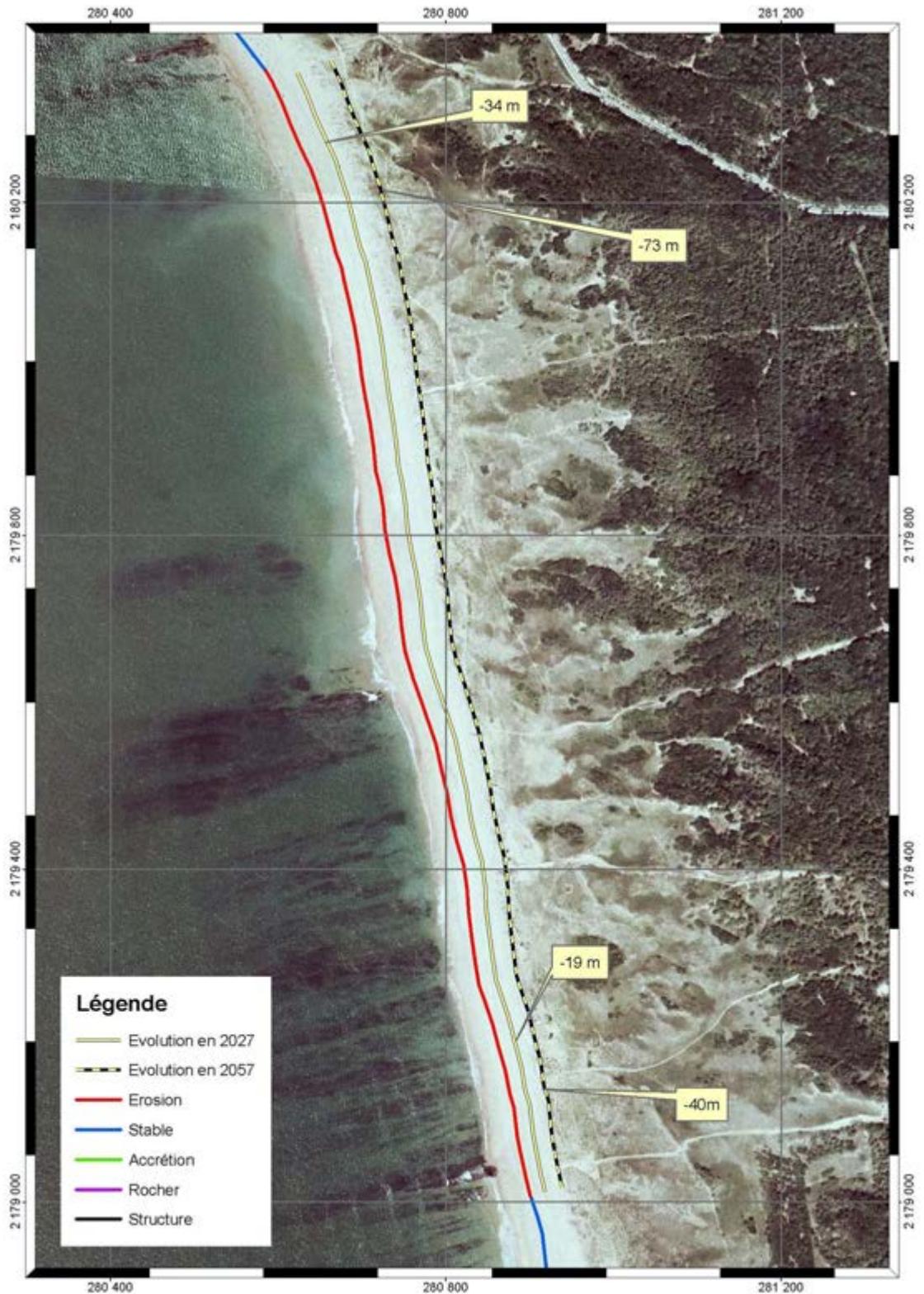


Figure B.5.31 : Scénario d'évolution du trait de côte de la plage de Sauveterre à court terme : mobilité du trait de côte en 2027 par rapport au trait de côte de 2001.

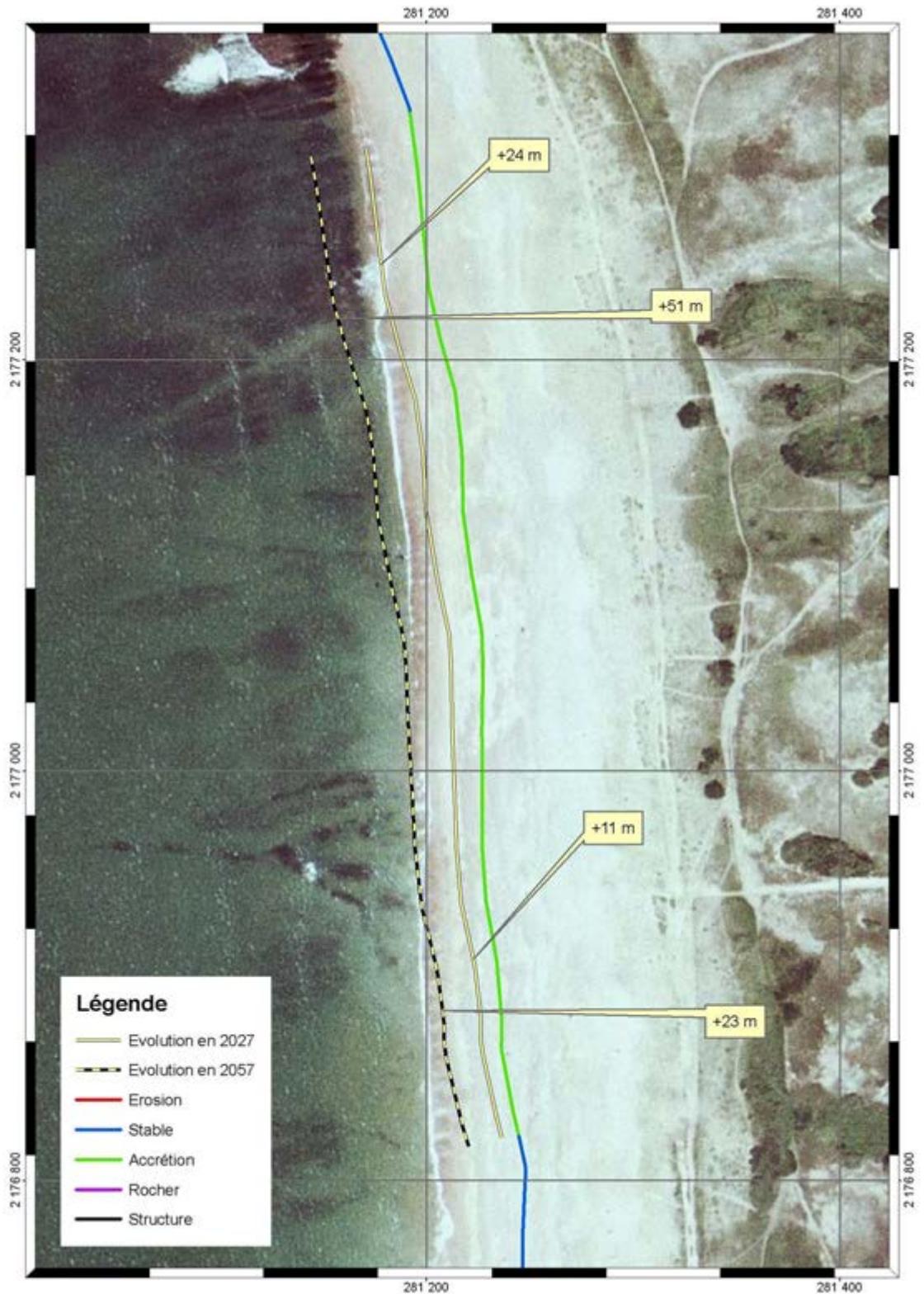


Figure B.5.32 Scénario d'évolution du trait de côte au Nord de la Corniche de la Chaume à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.

5.4 Objectif des ouvrages de protection en place

Une cartographie des protections en place a été établie à l'échelle de l'unité sédimentaire. Cette carte, recensant les divers systèmes de protection en place est associée à un tableau présentant une évaluation de leur efficacité actuelle. L'évaluation des ouvrages menée ci-après peut servir à la justification de leur présence mais ne représente pas une évaluation de leur état structurel. Ainsi, la question de leur devenir, voire de leur entretien n'est pas posée quel que soit le degré d'efficacité et de détérioration en ce qui concerne les ouvrages les plus endommagés. A noter que cette évaluation a le caractère de note de synthèse des tendances sur l'usage et l'efficacité de ces ouvrages.

L'évaluation des ouvrages de protection en place est menée selon la classification tenant compte de l'objectif de l'ouvrage en place et d'atteinte de l'objectif avec des effets plus ou moins indésirables. De façon générale, les types d'ouvrage de protection les plus fréquents sur la côte vendéenne interviennent sur le transit littoral ou sur le trait de côte ; en l'occurrence, sur le littoral de l'unité sédimentaire 5, il s'agit d'épis et d'ouvrages longitudinaux, tels que perrés et digues respectivement. Pour ces types d'ouvrage, la classification est plus détaillée ci-dessous.

Dans cette étude, l'efficacité d'un épi est évaluée par rapport à sa capacité à intercepter une partie de la dérive littorale. Un épi efficace est donc capable de maintenir une accumulation de sédiments à l'amont de celui-ci ; si la plage à l'amont est stabilisée, l'épi est efficace malgré un éventuel *by-pass* de sédiments vers l'aval. A l'opposé, un épi non-efficace est incapable d'intercepter des sédiments en transit ; celui-ci est donc perméable et permet une fuite de sédiments alimentant la dérive littorale. Il faut noter ici qu'un épi est jugé efficace malgré d'éventuels effets non-désirables comme un risque d'érosion accentuée de l'estran au niveau du musoir et du trait de côte à l'aval de celui-ci. De plus, dans le contexte de la présente expertise, même si la configuration d'un épi est uniquement capable de stabiliser le haut estran, celui-ci est jugé efficace ; ainsi, un épi de faible longueur par rapport à la largeur de la zone littorale, mais, néanmoins capable d'intercepter une faible partie de la dérive littorale, est jugé efficace.

L'efficacité d'un perré est évalué par rapport à son imperméabilité d'un point de vue hydrosédimentaire et ainsi par rapport à sa capacité à maintenir le trait de côte à une position fixe. Généralement établi sur un tronçon de plage à tendance érosive, un perré est donc efficace si le recul du trait de côte sur ce tronçon est arrêté ; essentiellement, par sa présence, un perré est toujours efficace si celui-ci n'est pas endommagé. A l'opposé, un perré est non-efficace s'il permet une fuite de sédiments vers l'estran engendrant des points d'affouillement en arrière de l'ouvrage. Attention de noter qu'un perré est jugé efficace malgré d'éventuels effets non-désirables comme un risque d'affouillement à la base de l'ouvrage et un risque d'érosion accentuée du trait de côte à l'aval de celui-ci.

Sur la côte vendéenne, des successions d'ouvrages sont fréquentes ; le rapprochement de ces ouvrages permet généralement d'en évaluer l'efficacité pour l'ensemble de ceux-ci. Il est important de souligner qu'une batterie d'ouvrages efficaces, qu'il s'agisse d'une série d'épis ou de perrés, peut donner un sentiment d'efficacité vu la fixation du trait de côte dans l'immédiat. Or, vu que ni l'épi ou le perré ont un impact sur la houle incidente, les conditions de forçage à la côte ne sont pas atténuées et l'aléa érosion reste inchangé. Ainsi, si un gradient de transport sédimentaire existe le long d'une zone

littorale dont le trait de côte est efficacement stabilisé par une batterie d'ouvrages, on peut observer un abaissement progressif de l'estran malgré la position fixe du trait de côte.

Un recensement des divers systèmes de protection en place sur le littoral de l'unité sédimentaire 5 est illustré de la Figure B.5.33 à la Figure B.5.35 ; l'évaluation de leur efficacité actuelle est présentée dans le tableau suivant :

Tableau B.15: Tableau d'évaluation de l'objectif des ouvrages de l'US5 face à la dynamique sédimentaire

Localisation	Commune	Type d'ouvrage	Objectif de l'ouvrage	Atteinte de l'objectif
Plage des Boivinets	Saint-Gilles-Croix-de-Vie	Perré maçonné, longueur de 1000m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage des Boivinets	Saint-Gilles-Croix-de-Vie	3 épis de longueur 75 à 170m et batterie de 3 épis de 20m	Maintenir le trait de côte	Oui
Entrée du port de Saint-Gilles	Saint-Gilles-Croix-de-Vie	Enrochement , longueur de 720m	Maintenir le trait de côte	Oui
Grande Plage	Saint-Gilles-Croix-de-Vie	Perré maçonné, longueur de 1300m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage de la Parée	Brétignolles-sur-Mer	Perré maçonné, longueur de 1100m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage du Marais Girard	Brétignolles-sur-Mer	Enrochement , longueur de 850m	Maintenir le trait de côte	Oui
Havre de la Gachère	Brétignolles-sur-Mer	Perré maçonné (épis), longueur de 200m	Maintenir le trait de côte	Oui

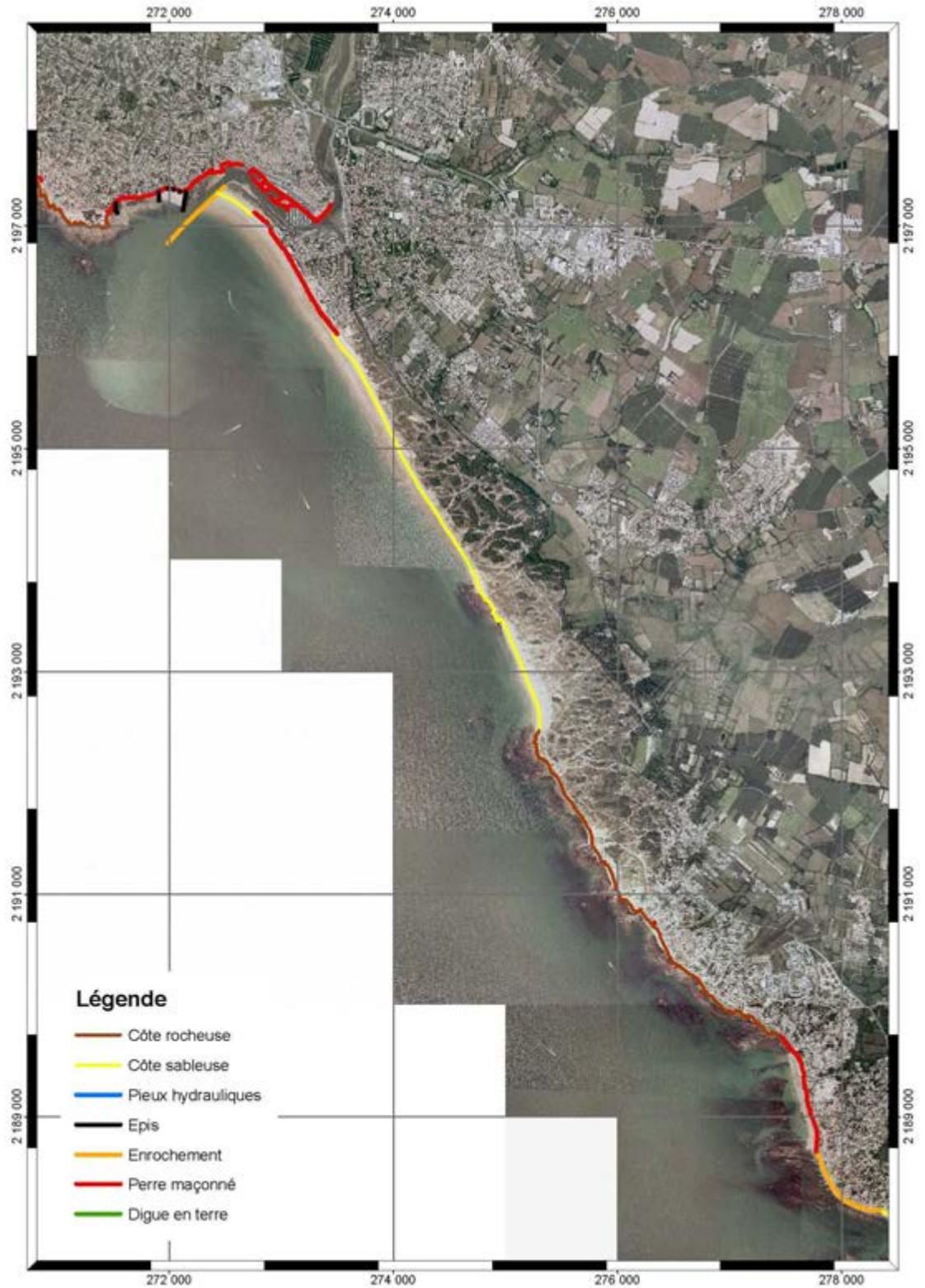


Figure B.5.33 Cartographie des ouvrages sur l'unité sédimentaire 5

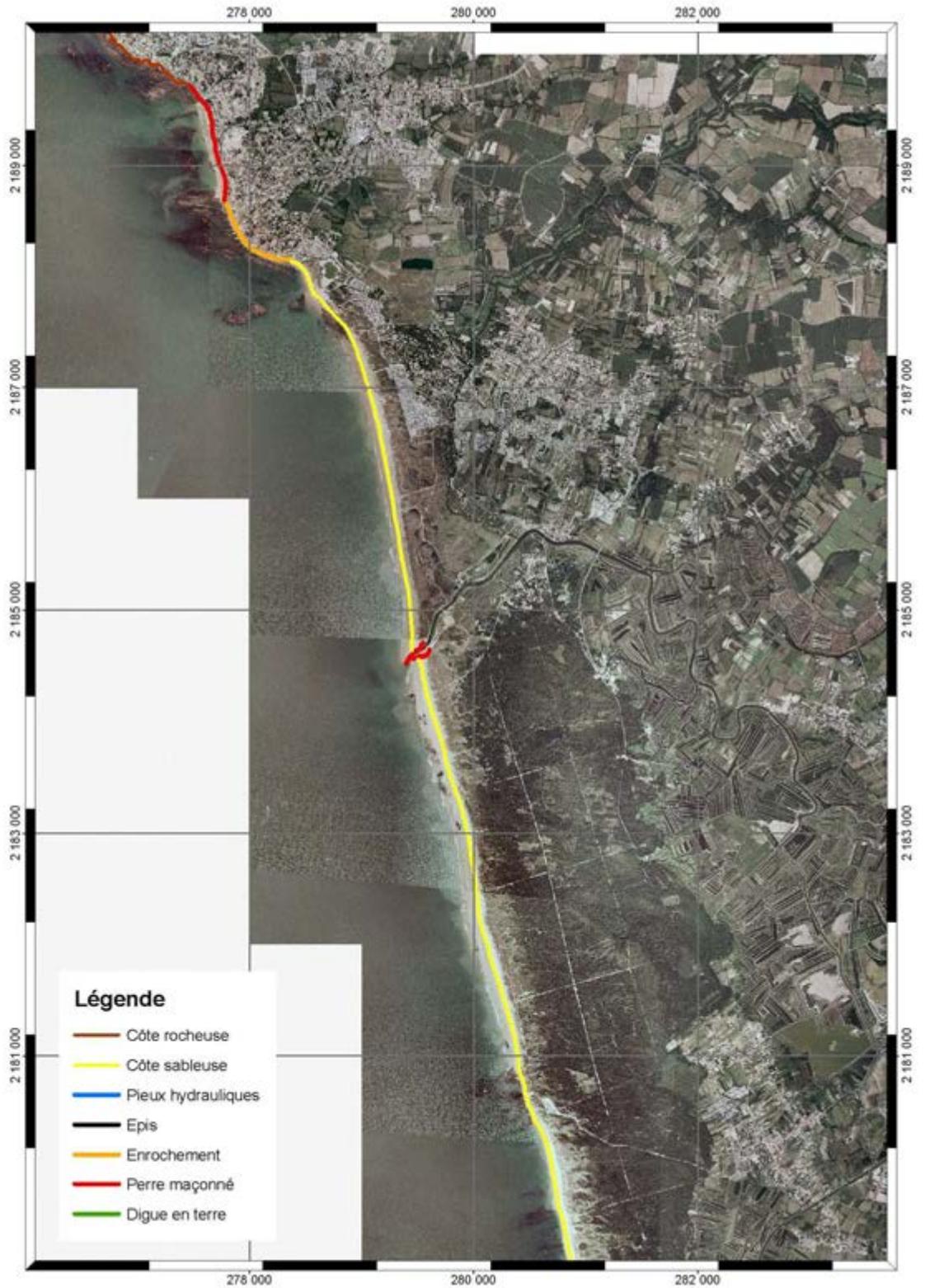


Figure B.5.34 Cartographie des ouvrages sur l'unité sédimentaire 5

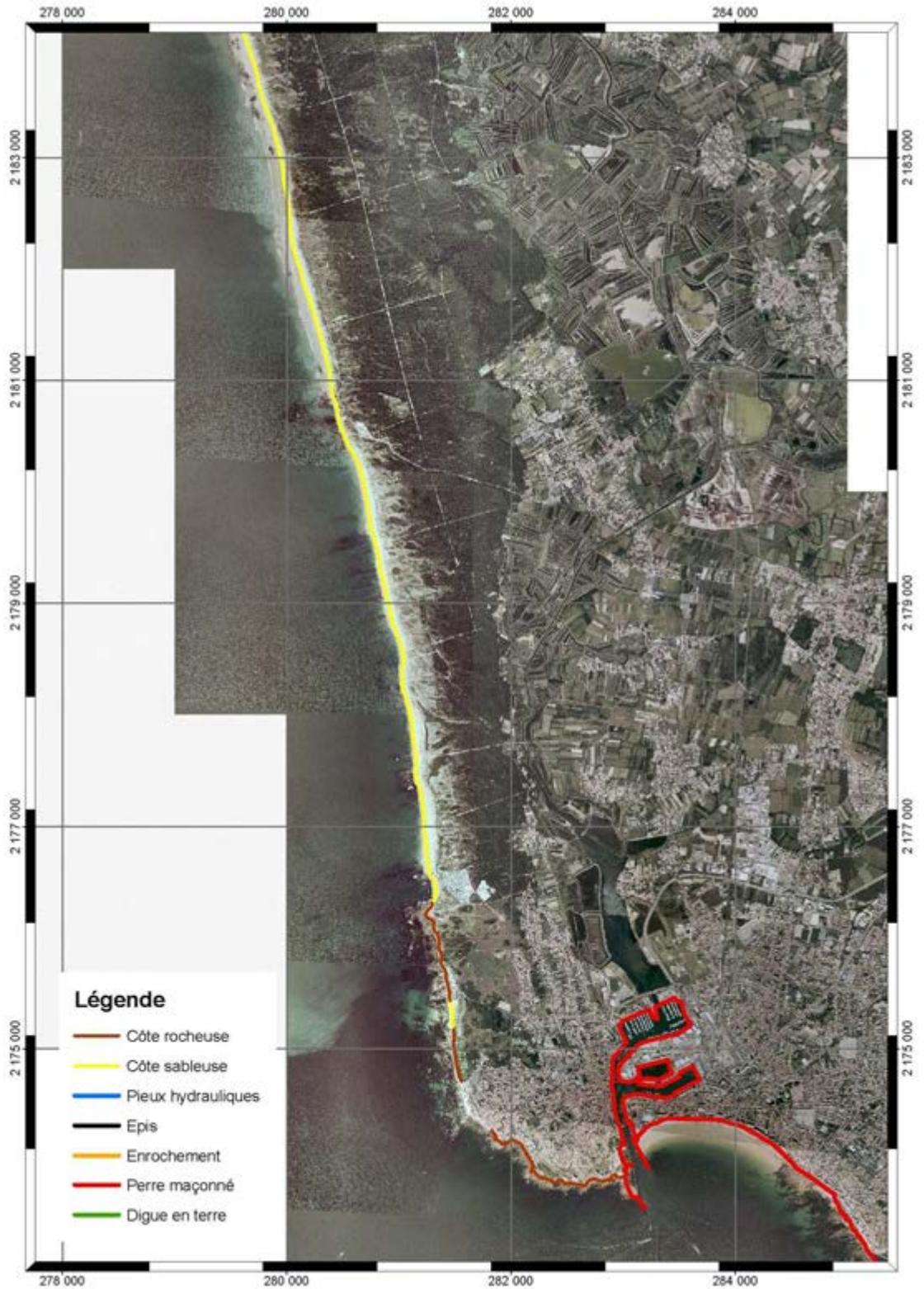


Figure B.5.35 Cartographie des ouvrages sur l'unité sédimentaire 5

5.5 Aléas et enjeux

Les aléas et les enjeux, cartographiés sur une frange littorale d'environ 8 km d'épaisseur, sont classés en 3 thématiques :

- Activités économiques : port, zone industrielle et commerciale, camping et habitat touristique spécifique, zone agricole
- Habitat / Equipement : urbanisation dense et diffuse, route et voie ferrée, station d'épuration, ligne électrique
- Qualité du patrimoine naturel et culturel : protection foncière et réglementaire, qualité écologique inventoriée

Cette cartographie à l'échelle de l'unité sédimentaire 5 permet de visualiser les différents types d'enjeux selon les secteurs géographiques. Les informations représentées sont notamment issues de la BD Topo de l'IGN, de l'IPLI2000 et de la DIREN.

L'unité 5 est découpée en segments de manière cohérente en fonction de la nature du trait de côte et des grandes tendances du transport sédimentaire. La quantification des taux de transports par modélisation numérique a fait ressortir quatre segments US5-A, US5-B, US5-C et US5-D sur lesquels une tendance générale d'évolution du trait de côte se dégage. Chaque secteur est ensuite analysé suivant la nature de son trait de côte (côte sableuse, côte rocheuse ou côte artificielle).

Les surfaces de submersion sont calculées sur chaque unité sédimentaire suivant leur origine. Par exemple un aléa fort à moyen est identifié sur le lit de la Vie qui débouche à Saint-Gilles-Croix-de-Vie : l'aléa de submersion est donc comptabilisé pour l'unité sédimentaire 5. Au total on compte 2734 ha de terres submergées dont 9 ha avec un aléa fort (le Havre de la Gachère), 8 ha avec un aléa fort à moyen (confluence Vie / Jaunay) et 2717 ha avec un aléa faible à moyen (lit de la Vie, lit de l'Auzance et Marais d'Olonne).

L'érosion est significative sur le secteur.

Les enjeux économiques pour ce qui concerne les équipements touristiques et les zones industrielles et commerciales, sont concentrés sur les pôles urbains que sont Saint-Gilles-Croix-de-Vie, Brétignolles-sur-mer et les Sables d'Olonne. Ces pôles urbains sont par ailleurs ancrés à des môles rocheux et le plus souvent protégés par des ouvrages (perré de la Garenne, perré de la Parée...). Les dunes du Jaunay et des Olonnes sont deux sites classés car ils constituent deux lieux remarquables pour le patrimoine naturel et culturel.

Le Tableau B.16 fait la synthèse par secteur des aléas et des enjeux de l'unité sédimentaire 5.

Tableau B.16 : Synthèse des aléas et des enjeux sur l'U.S. 5

Secteur	Nature du trait de côte	Aléa		Enjeux			
		Nature	Degré	Activités économiques	Habitat et Equipement	Qualité du Patrimoine	
US5-A	Grande Plage	Perré	Evolution du trait de côte	stabilisé	néant	urbanisation dense sur la pointe de la Garenne	néant
			Submersion	moyen à fort à la confluence de la Vie et du Jaunay sur 8 ha			
				faible à moyen le long du lit de la Vie sur 562 ha			
US5-B	Dune du Jaunay	Dune	Evolution du trait de côte	érosion	camping en arrière de la dune	néant	site classé
			Submersion	néant			
	Plage de la Sauzaie	Côte Rocheuse	Evolution du trait de côte	stable	néant	urbanisation diffuse	néant
			Submersion	néant			
	La Parée	Perré	Evolution du trait de côte	Stabilisé temporairement	camping	urbanisation diffuse à dense à Brétignolles	néant
Submersion			néant				
US5-C	Plage des Dunes	Dune	Evolution du trait de côte	stable	camping en arrière de la dune	urbanisation diffuse	site classé
			Submersion	néant			
	Le Havre de La Gachère	Epis / Barrage	Evolution du trait de côte	stable			
			Submersion	fort juste derrière l'ouvrage sur 9 ha			site classé
				faible à moyen le long du lit de la Vertonne, de l'Auzance et dans les marais sur 2155 ha	Camping, cultures et salines	urbanisation diffuse, axe de communication D80	site classé

Secteur		Nature du trait de côte	Aléa		Enjeux		
			Nature	Degré	Activités économiques	Habitat et Equipement	Qualité du Patrimoine
US5-D	Plage des Granges Plage de Sauveterre	Dune	Evolution du trait de côte	stable	culture	axe de communication D80	site classé
			Submersion	néant	néant		
	Les Pierres Noires Les Grands Chevaux	Dune	Evolution du trait de côte	érosion / accrétion	camping en arrière de la dune	urbanisation diffuse	site classé
			Submersion	néant			
	La Chaume	Côte Rocheuse	Evolution du trait de côte	stable	néant	urbanisation dense	néant
			Submersion	néant			

B.6 LE LITTORAL DES SABLES D'OLONNE A LA TRANCHE-SUR-MER (U.S. 6)

6.1 Description morphologique

Sur près de 30 kilomètres, le linéaire côtier présente 4 faciès différents :

- les falaises de roches dures, entre les Sables-d'Olonne et la limite Sud de Bourgenay,
- les falaises de roches tendres, depuis le Sud de Bourgenay jusqu'à Saint-Vincent-sur-Jard,
- la flèche sableuse du Veillon, édiflée en travers de l'estuaire de la Payré,
- le cordon littoral, de Saint-Vincent-sur-Jard à La Tranche-sur-Mer.



Figure B.6.1: Le littoral des Sables d'Olonne à La Tranche-sur-Mer

Les falaises de roches dures entre les Sables d'Olonne et la limite Sud de Bourgenay

La côte est constituée par des falaises de roches métamorphiques (micaschistes, gneiss), de 10 à 15 mètres de hauteur. Elles sont surmontées par une faible épaisseur de limons (1 à 2 mètres). Ces roches dures résistent à l'action de la mer et ne reculent que très peu. On peut les considérer comme stables à une échelle de temps humaine (LCHF, 1980).

Les falaises se prolongent en mer par des platiers rocheux qui affleurent largement sur l'estran (400 à 500 m). Ils sont recouverts, de manière discontinue, par un mince placage sableux. Les plages, de sables ou de galets, n'apparaissent qu'à la partie supérieure de l'estran (sauf aux Sables d'Olonne).



Figure B.6.2: Vue aérienne du secteur compris entre Les Sables d'Olonne et Bourgenay (source : Google Earth)

Les falaises de roches tendres, depuis le Sud de Bourgenay jusqu'à Saint-Vincent-sur-Jard

Au Sud de Bourgenay apparaît un autre type de falaise, constitué par deux formations qui offrent une résistance faible aux actions érosives d'origine continentale et marine. Ces falaises, qui atteignent 10 à 15 mètres d'altitude, sont composées à la base par des calcaires (d'âge jurassique), relativement tendres, qui se débitent en plaquettes et au sommet par des limons sablo-argileux de plusieurs mètres d'épaisseur.



Figure B.6.3: Vue aérienne du secteur compris entre Bourgenay et Saint-Vincent-sur-Jard (source : Google Earth)

L'érosion est particulièrement nette dans la zone des Murailles. On peut fixer comme ordre de grandeur des valeurs à 30 cm/an (LCHF, juin 1980).

Dans le prolongement des falaises, l'estran est formé d'un platier rocheux calcaire, à faible pente, recouvert d'un placage de sable de faible épaisseur. Ce platier se disloque lentement sous l'action de la mer et produit une masse importante de galets que l'on retrouve en haut de plage (protection naturelle du rivage) ou sur l'estran.

On ne rencontre généralement des plages sableuses bien formées qu'à la partie supérieure de l'estran.

La flèche sableuse du Veillon

Le Havre du Payré correspond au débouché en mer d'une zone dépressionnaire marécageuse.

La flèche sableuse du Veillon qui est rattachée au Nord-Ouest à la falaise peu élevée, s'allonge en travers de l'estuaire vers le Sud-Est (comme la plupart des flèches vendéennes) sur près d'un kilomètre. Son altitude décroît de l'enracinement vers l'extrémité libre, passant de 16 mètres à 8 mètres.

Le stock sableux est globalement en équilibre, voire plutôt en augmentation mais depuis quelques années, la dérive des sédiments vers l'extrémité méridionale de la flèche s'est accentuée, provoquant une déstabilisation du littoral au Nord-Ouest de la plage et l'allongement de la dune (Créocéan, octobre 1999)



Figure B.6.4: Vue aérienne du Havre du Payré et de la flèche sableuse du Veillon (source : Google Earth)

Le cordon littoral, de Saint-Vincent-sur-Jard à La Tranche-sur-Mer

A l'Est de l'Anse de Saint-Vincent-sur-Jard, au débouché de la petite rivière du Goulet, la dune sur laquelle s'est développée la forêt domaniale de Longeville se développe jusqu'à la Tranche sur Mer.

Cette flèche sableuse qui a progressé vers le Sud (et qui a évolué en cordon dunaire) s'est développée en bordure de la partie Nord-Ouest du Marais Poitevin jusqu'à atteindre le platier rocheux de la Pointe du Groin du Cou. Le cordon sableux s'étend sur près de 12 km et sur une épaisseur maximale de 1800 m. Son altitude varie de 5 m à 12 m.



Figure B.6.5: Vue aérienne du cordon littoral compris entre Saint-Vincent-sur-Jard et La Tranche-sur-Mer (source : Google Earth)

6.2 *Dynamique littorale*

6.2.1 *Données bathymétriques et granulométriques*

Quantitativement, fort peu de levés bathymétriques sont disponibles sur l'unité sédimentaire 6 : il existe uniquement quelques profils sur la plage des Sables d'Olonne, au Havre du Payré et à la Tranche-sur-Mer (cf. Figure B.6.6), ceux-ci couvrant principalement l'estran. Les profils au-delà de l'estran ont été complétés par le biais des données bathymétriques digitalisées à partir des cartes du SHOM. Celles-ci couvrant essentiellement la partie offshore du domaine, la pente du profil a été estimée pour combler le manque de données précises.

Ce n'est qu'à trois sites distincts que l'on trouve des formations sableuses importantes : à la plage des Sables d'Olonne, à la plage du Veillon au niveau du Havre du Payré et au cordon dunaire devant la Forêt Domaniale de Longeville. Des analyses granulométriques ont été menées sur ces localisations. Les prélèvements ont été effectués sur l'estran. Toutefois au niveau du Havre de Payré, les échantillons ont également été prélevés à différentes profondeurs.

De manière générale, les caractéristiques granulométriques indiquent des hauts d'estrans principalement composés de galets (diamètre de 20 à 50 cm) et, lorsqu'ils sont présents, de sables grossiers dont la médiane est supérieure à 1 mm. Jusqu'au fonds de -5 m CM, les sables sont moyens, de 0,2 à 0,5 mm. Dans les fonds supérieurs à -10 m CM, les sables sont fins, de moins de 0,20 mm. Sur la plage du Veillon le mode dominant est essentiellement constitué de grains de 0,25 mm de diamètre, les sables de haute plage recouvrent des stocks de galets importants. Le diamètre médian du sable d'estran sur le cordon sableux entre St. Vincent-sur-Jard et la Tranche-sur-Mer est de l'ordre de 0,2 à 0,35 mm. Basée sur ces données, une valeur de 0,25 mm a été adoptée comme diamètre médian pour les calculs de transport sédimentaire de l'unité sédimentaire 6.

Il est important de noter que le littoral à l'Est de la plage des Sables d'Olonne jusqu'à Saint-Vincent-sur-Jard est essentiellement rocheux et que les matériaux sableux ne constituent que des placages discontinus et très peu épais qui se développent à la faveur des topographies des fonds particulières, par exemple dans une dépression locale. Sur cette partie du littoral, les falaises rocheuses se développent vers le large sous forme d'un platier en partie découvrant et des fonds rocheux.

Il n'entre pas dans le cadre de cette étude d'élaborer le contexte géologique du littoral rocheux. Toutefois afin de comprendre le régime sédimentologique du site, la nature des formations côtières est brièvement abordée ci-après. Ceci est d'autant plus important que l'érosion du littoral et des fonds est à l'origine de la production des sédiments meubles ou facilement érodables (sable, calcaire tendre, marne...) qui viennent s'intégrer au stock sédimentaire déjà existant et peuvent constituer une source d'apports non négligeables. Des Sables d'Olonne jusqu'à Saint-Vincent-sur-Jard, la côte est principalement constituée par des falaises de roches - seul le Havre du Payré est bordé par un cordon littoral sableux d'environ 1 km de long et de 200 à 300 m de large. Entre les Sables d'Olonne et Bourgenay, les falaises sont constituées de roches dures qui résistent à l'action de la mer. En revanche, au Sud de Bourgenay les falaises calcaires et limoneuses sont soumises à l'attaque de la mer et peuvent localement être en érosion.

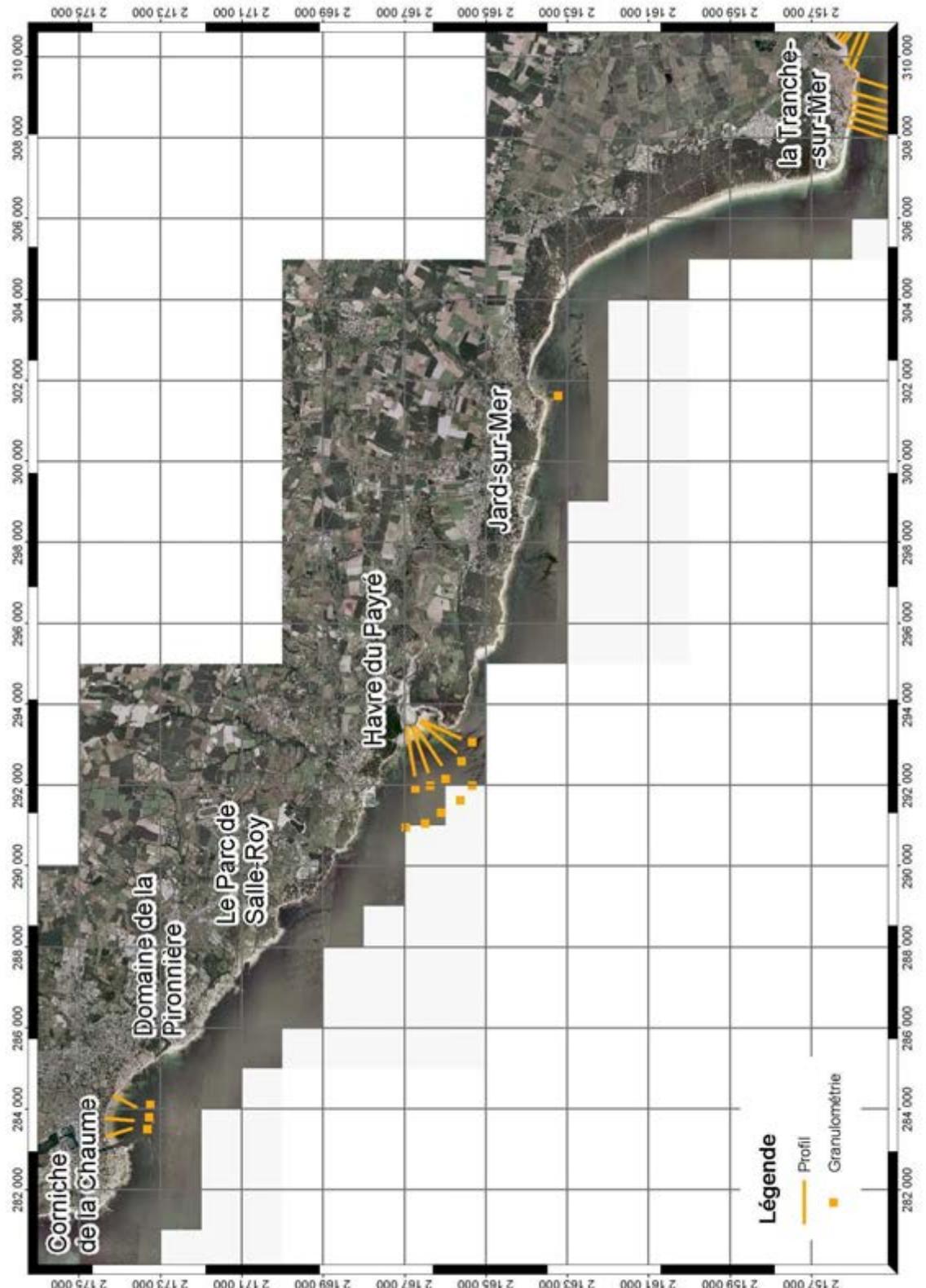


Figure B.6.6 Localisation des données bathymétriques et granulométriques sur l'unité sédimentaire 6.

6.2.2 Données de calage

Face à la quasi-inexistence de données de transport sédimentaire fiables – on rappelle que les études visant à décrire le régime hydrosédimentaire de la côte vendéenne

précédant cette étude ont surtout le caractère d'estimation du transit – les informations dérivées des photos aériennes de 1975 et 2001 ont fourni les véritables données de calage pour le modèle de transport sédimentaire. Une synthèse de l'évolution historique du trait de côte est illustrée dans la Figure B.6.7 pour l'ensemble de l'unité sédimentaire 6 ; une description de cette évolution est présentée schématiquement ci-dessous.

Des Sables d'Olonne jusqu'à la Pointe du Payré, vu que la côte est principalement constituée de falaises rocheuses derrière des estrans composés fréquemment de cordons de galets, l'évolution du trait de côte n'a pas été analysée. Comme indiqué, sur cette partie du littoral, seul le Havre du Payré est bordé par un cordon littoral sableux d'environ 1 km. La plage du Veillon dans le fond de l'anse du Payré est sensiblement stable : l'évolution dérivée des photos aériennes de 1975 et 2001 indique certes une érosion de la flèche sableuse, toutefois ceci résulte plutôt d'une redistribution épisodique des sédiments sous l'action de la houle qu'une véritable fuite de sédiments.

De la Pointe du Payré jusqu'à Saint-Vincent-sur-Jard, le haut de l'estran, principalement composé de cordons de galets, semble stable. Le cordon dunaire devant la Forêt Domaniale de Longeville entre Saint-Vincent-sur-Jard et la Tranche-sur-Mer est stable malgré sa nature sableuse.

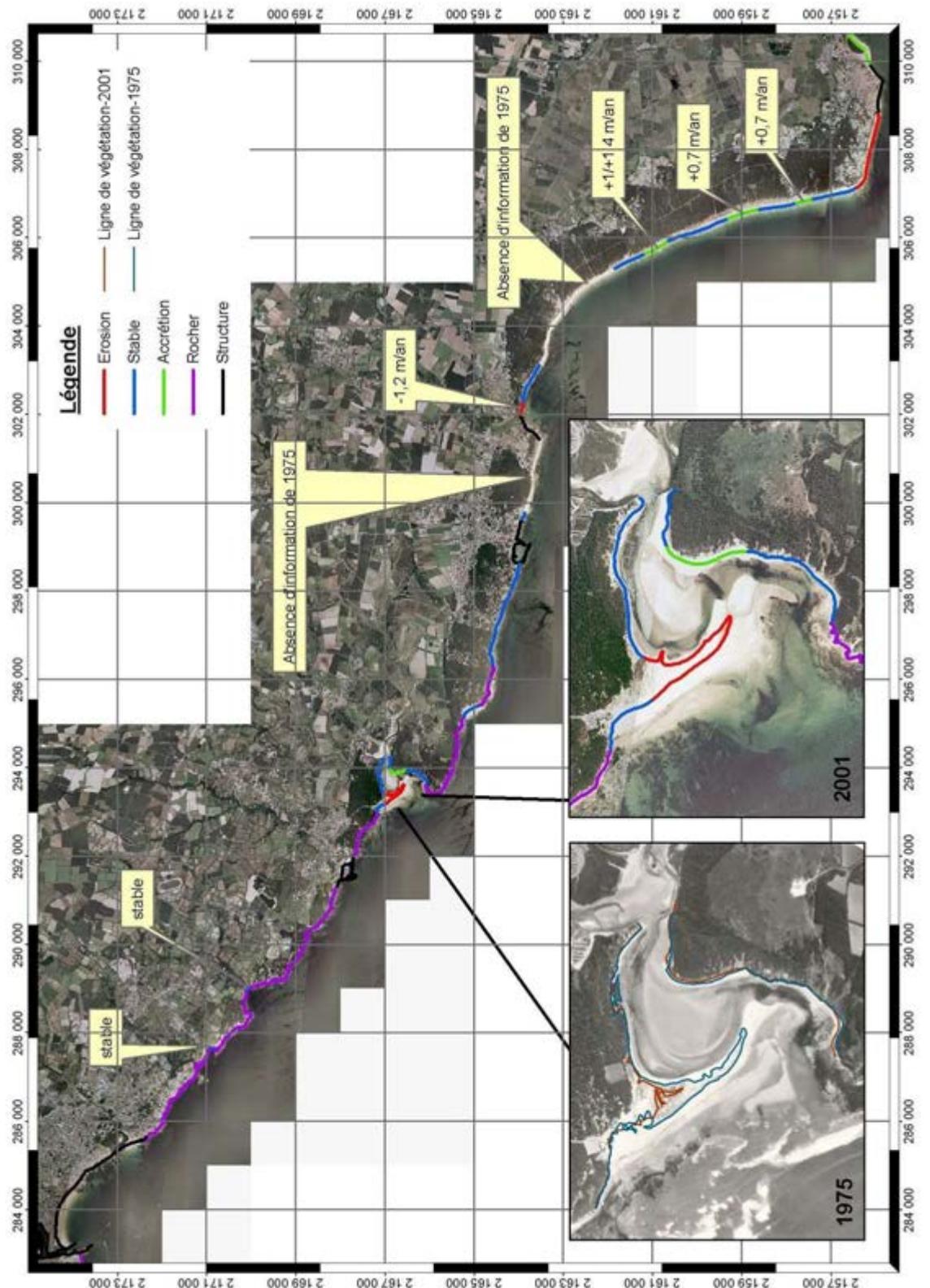


Figure B.6.7 Synthèse de l'évolution du trait de côte de 1975 à 2001 sur l'unité sédimentaire 6 ; accrétion (positif) et érosion (néгатif).

6.2.3 Segmentation de l'unité sédimentaire 6

La géomorphologie du littoral entre les Sables d'Olonne et Saint-Vincent-sur-Jard est dominée par une zone rocheuse. La bathymétrie traduit la présence de fonds rocheux : les isobathes ont des tracés tourmentés. La variation dans l'alignement du trait de côte et la largeur de la zone d'action des houles y impose des limites naturelles pour la segmentation de l'unité sédimentaire en quatre segments ; un cinquième segment encadre le littoral sableux du cordon dunaire entre Saint-Vincent-sur-Jard et la Tranche-sur-Mer. Ces cinq segments sont nommés A, B, C, D et E du Nord-Ouest vers le Sud-Est (*cf.* Figure B.6.8) ; par la suite, le segment A de l'unité sédimentaire 6 est nommé US6-A. Les limites sont désignées par des secteurs plutôt que par des points précis :

- Segment US6-A : Corniche de la Chaume – Domaine de la Pironnière (~3 km)
- Segment US6-B : Domaine de la Pironnière – Le Parc de la Salle-Roy (~4 km)
- Segment US6-C : Le Parc de la Salle-Roy – Havre du Payré (~5 km)
- Segment US6-D : Havre du Payré – Jard-sur-Mer (~6 km)
- Segment US6-E : Jard-sur-Mer – La Tranche sur Mer (~10 km)

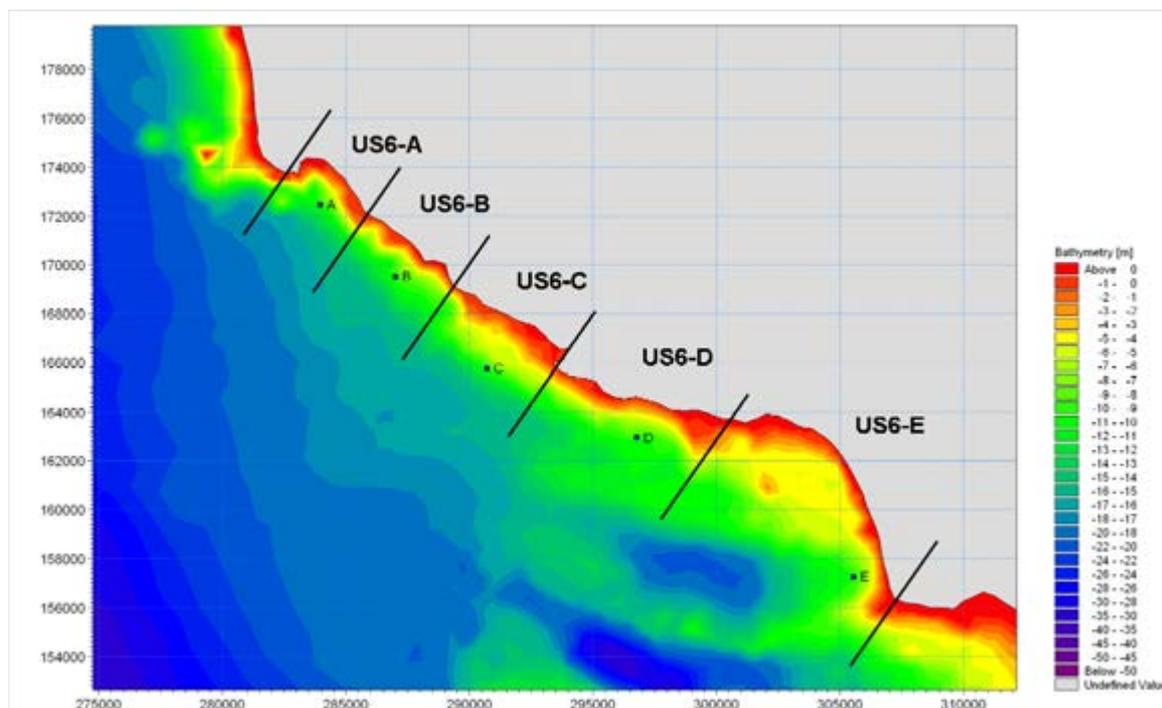


Figure B.6.8 Segmentation de l'unité sédimentaire 6 et localisation des points d'extraction des climats de houle à la côte pour chacun des segments.

Il est important de préciser qu'en raison de la propagation de la houle fortement bidimensionnelle à l'abri de la Corniche de la Chaume, la zone de validité des résultats de la modélisation du transport sédimentaire se retrouve restreinte à moitié Sud-Est du segment US6-A : ainsi la dynamique littorale de la plage des Sables d'Olonne ne peut être prise en compte. De même, en raison du relief tourmenté des petits fonds au large de Jard-sur-Mer (affleurements rocheux nombreux), la zone de validité se doit d'être précisée pour le segment US6-E. Suite à l'irrégularité de la bathymétrie, l'hypothèse de l'uniformité du profil ne peut pas être satisfaite sur la moitié Nord-Ouest de ce segment.

Pour chaque segment, la rose des houles a été extraite à la cote -10 m CM (cf. localisation des points d'extraction dans la Figure B.6.8). Les roses des houles représentatives des segments US6-A, US6-B, US6-C, US6-D et US6-E sont présentées dans la Figure B.6.9.

Dans les quatre premiers segments au Nord-Ouest, le site est largement exposé aux houles océaniques entre Ouest Sud-Ouest et Sud-Ouest et le faisceau d'incidence des houles principales ne varie que de peu. Il est très intéressant de noter que, sur le littoral qui s'étend entre les Sables d'Olonne et Saint-Vincent-sur-Jard avec une orientation générale Nord-Ouest/Sud-Est, ces houles sont sensiblement obliques à l'orientation générale du trait de côte.

Dans le dernier segment au Sud-Est, US6-E, les conditions de houles sont significativement différentes : les plus fortes houles y sont orientées Ouest Sud-Ouest et fortement atténuées. De plus, sur cette partie du littoral entre Saint-Vincent-sur-Jard et la Tranche-sur-Mer, ces houles sont sensiblement perpendiculaires à la côte.

Les fonds de -5 m CM se situent à environ 500 m de la côte et ceux de -10 m CM à 1,5 à 2 km. Les pentes moyennes des cinq segments de l'unité sédimentaire 6 sont synthétisées dans le Tableau B.17.

Tableau B.17 Pente moyenne des segments de l'unité sédimentaire 6 en fonction de la profondeur.

Cote (m CM)	A	B	C	D	E
[-5 +8]	1/50	1/50	1/50	1/50	1/50
[-5 -10]	1/200	1/200	1/300	1/200	1/200

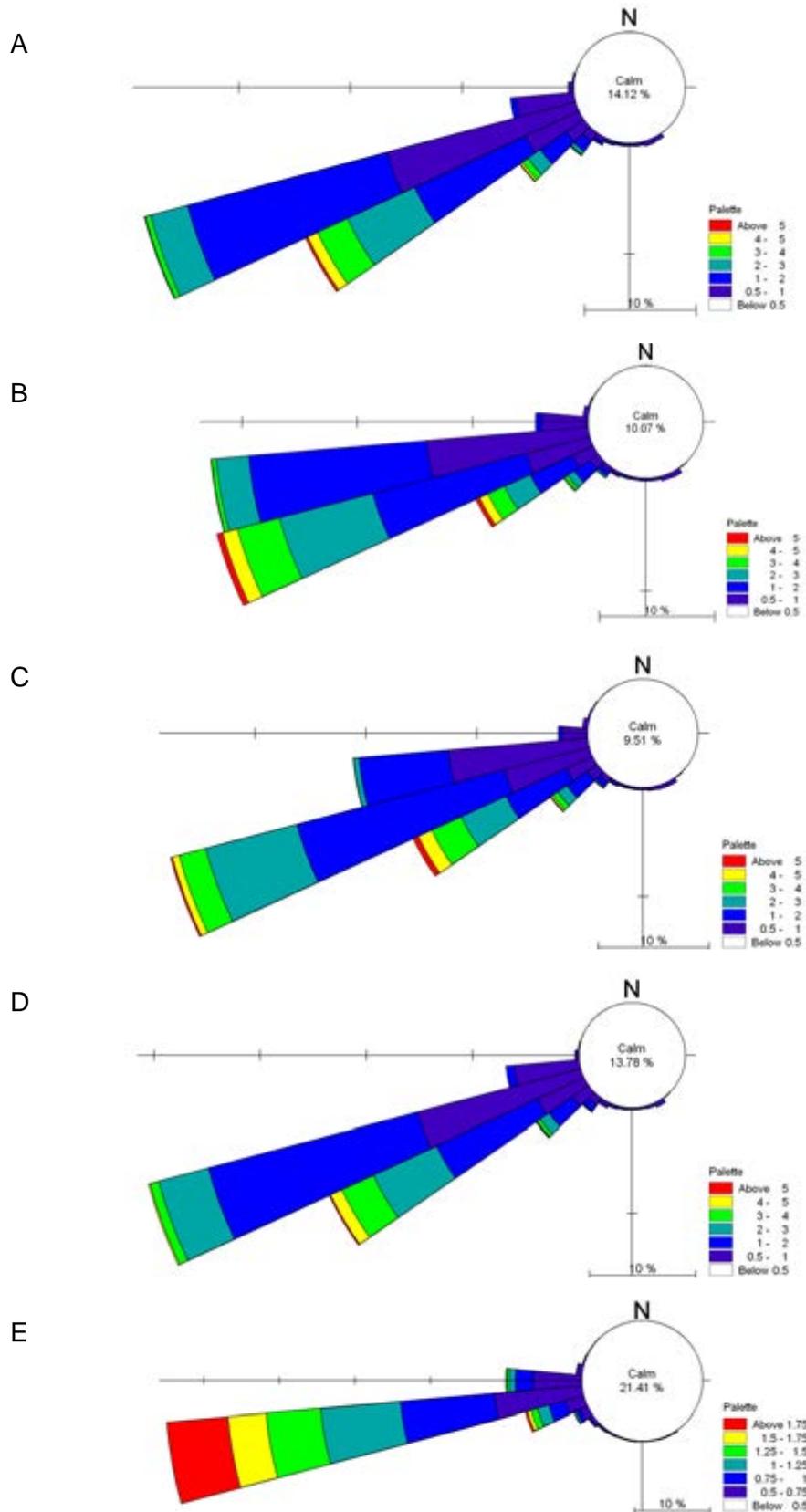


Figure B.6.9 Roses des houles au point d'extraction A, B, C, D et E (de haut en bas) de l'unité sédimentaire 6 ; les données sont extraites à la cote -10 m CM.

6.2.4 Résultats de la modélisation du transit littoral

Les résultats de la modélisation du transit littoral seront présentés indépendamment pour chaque segment, suivis par une synthèse de la dynamique littorale sur l'ensemble de l'unité sédimentaire.

Compte tenu de la nature particulièrement rocheuse des fonds de la zone littorale de l'unité sédimentaire 6, il est important de rappeler que les résultats de la modélisation du transit littoral ci-dessous correspondent à la **capacité saturée du transport sédimentaire et que donc les valeurs indiquées sont des limites supérieures des transits, correspondant à la capacité au transport**. Ainsi sur un platier rocheux sans aucun matériau mobile, la capacité de transit peut être très importante et le transit effectif nul.

Segment US6-A : Corniche de la Chaume – Domaine de la Pironnière

La Figure B.6.10 illustre la capacité du transport sédimentaire net et brut en fonction de l'orientation du trait de côte dans le segment US6-A.

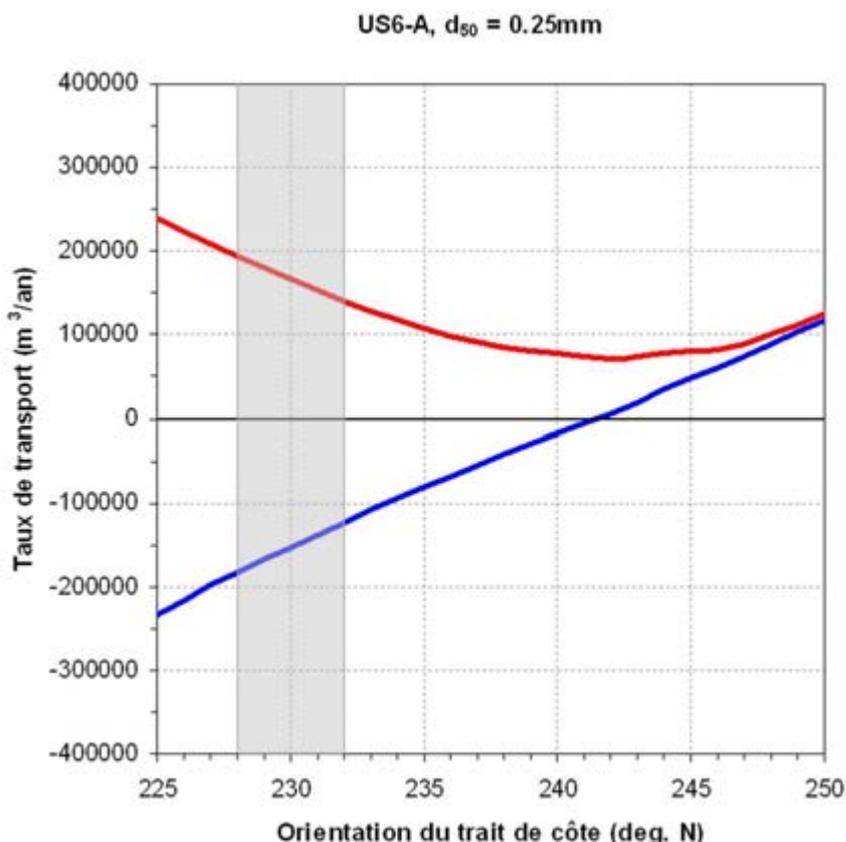


Figure B.6.10 Taux de la capacité du transport sédimentaire en fonction de l'orientation du trait de côte pour le segment US6-A : transport net (bleu) et brut (rouge) ; le transport net est positif (négatif) vers Nord-Ouest (Sud-Est).

La zone grise représente l'enveloppe de l'orientation du trait de côte, allant de 228° à 232° – on rappelle que les résultats de la modélisation du transport sédimentaire sont uniquement valables pour l'orientation du littoral rocheux au Sud-Est de la plage des Sables d'Olonne, abritée par le massif rocheux de la Corniche de la Chaume. Attention de noter qu'il peut y avoir des transports littoraux de résultante inverse sur cette plage. Sur ce tronçon du littoral, la capacité du transport net est de l'ordre de **130 000 à 180 000 m³/an** portant vers le Sud-Est. Le rivage y est environ à 12° de son orientation d'équilibre située autour de 242° . La capacité du transport brut y est de l'ordre de **140 000 à 190 000 m³/an**.

La distribution du transport sédimentaire dans le profil est illustrée dans la Figure B.6.12 ; on rappelle encore que cette répartition est calculée pour une orientation du trait de côte de 230° , uniquement représentative du littoral rocheux dans la moitié Sud-Est du segment US6-A. Le transport portant vers le Sud-Est est proche du transport brut, ainsi le transport portant vers le Nord-Ouest est très faible. Les limites d'action des houles se situent vers -8 m CM devant cette partie du littoral. Toutefois il s'agit là d'une profondeur qui n'est atteinte que pour les houles les plus fortes et, de manière pratique, les mouvements sont faibles au-delà de -4 m CM et concernent le plus souvent les fonds inférieurs à -1 m CM. La largeur de la zone littorale correspondant à 90 % du transport sédimentaire y est de l'ordre de 500 m à partir du rivage.

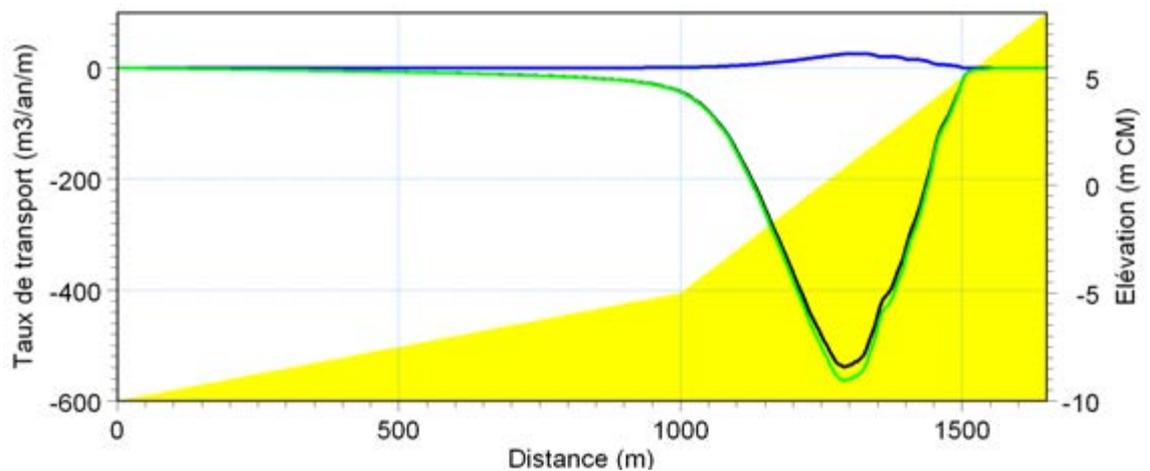


Figure B.6.11 Distribution du transport sédimentaire dans le profil pour le segment US6-A, à titre indicatif pour une orientation du trait de côte de 230° : transport net (noir), transport vers SE (vert) et vers Nord-Ouest (bleu) ; le profil représentatif du segment US6-A est indiqué en jaune.

Segment US6-B : Domaine de la Pironnière – Le Parc de la Salle-Roy

La dynamique du transport net du segment US6-B est sensiblement supérieure à celle du segment avoisinant au Nord, US6-A : la résultante porte aussi vers le Sud-Est, toutefois, la capacité du transport net y atteint une intensité de l'ordre de **500 à 600 000 m³/an** (cf. Figure B.6.12). La capacité du transport brut y est du même ordre de grandeur que le transport net, soit **500 à 600 000 m³/an**. L'orientation du trait de côte rocheux est loin d'une situation d'équilibre : le rivage y est environ à 25° de son orientation d'équilibre située autour de 242°.

La distribution du transport sédimentaire dans le profil est illustrée dans la Figure B.6.13 ; cette répartition est calculée pour une orientation du trait de côte de 220° mais peut être prise comme représentative pour l'ensemble du littoral du segment US6-B. Le transport portant vers le Sud-Est est sensiblement identique au transport brut, ainsi le transport portant vers le Nord-Ouest est insignifiant. Les mouvements de sédiments sont faibles au-delà de -4 m CM et concernent le plus souvent les fonds inférieurs à -1 m CM. Les limites d'action des houles se situent toutefois vers -9 m CM devant cette partie du littoral. La largeur de la zone littorale correspondant à 90 % du transport sédimentaire y est de l'ordre de 500 m à partir du rivage.

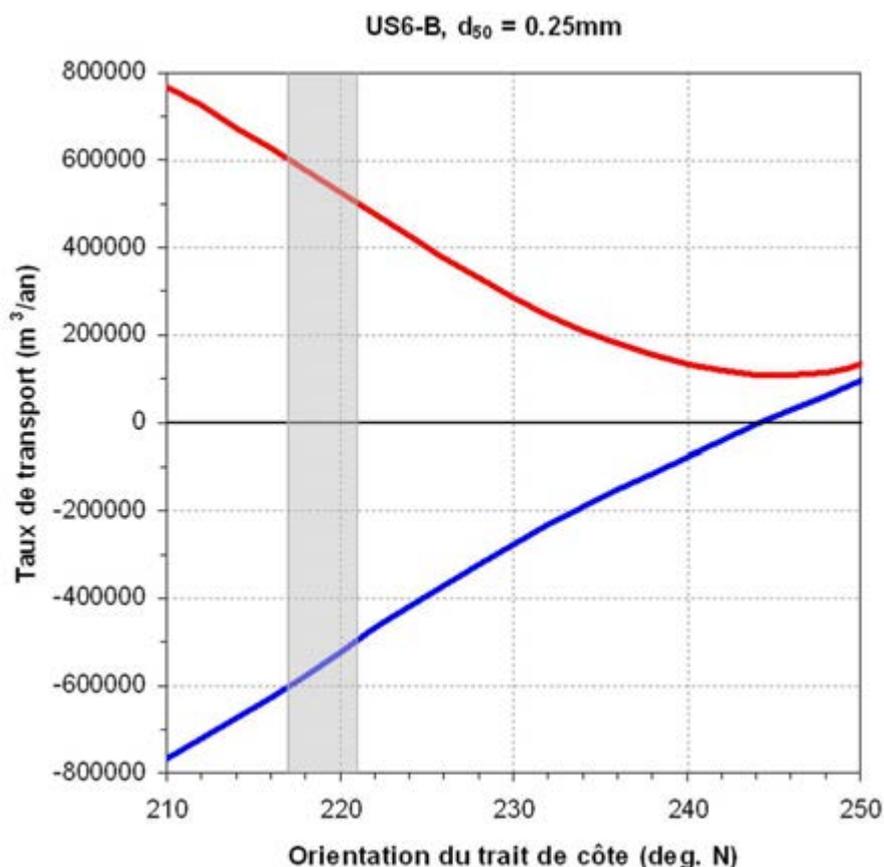


Figure B.6.12 Taux de la capacité du transport sédimentaire en fonction de l'orientation du trait de côte pour le segment US6-B : transport net (bleu) et brut (rouge) ; le transport net est positif (négatif) vers Nord-Ouest (Sud-Est).

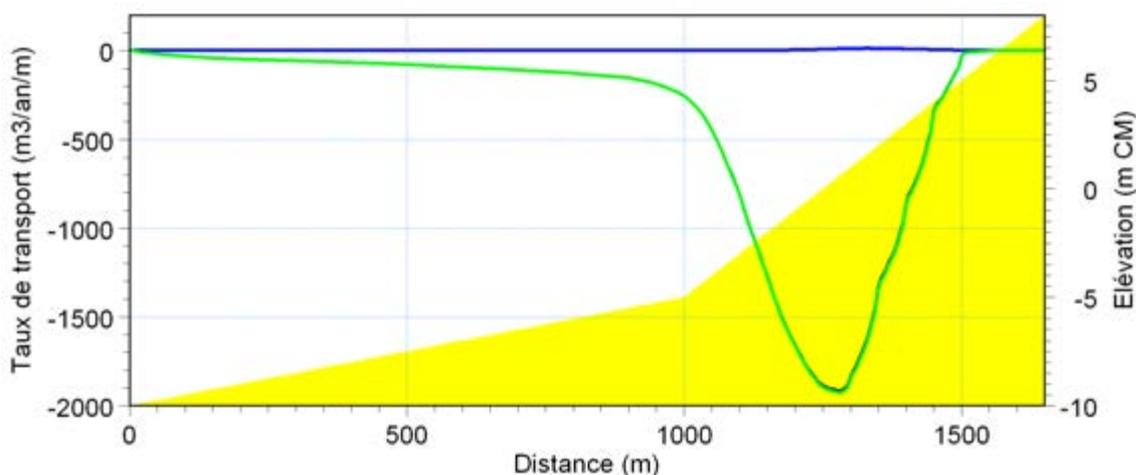


Figure B.6.13 Distribution du transport sédimentaire dans le profil pour le segment US6-B, à titre indicatif pour une orientation du trait de côte de 220° : transport net (noir), transport vers Sud-Est (vert) et vers Nord-Ouest (bleu) ; le profil représentatif du segment US6-B est indiqué en jaune.

Segment US6-C : Le Parc de la Salle-Roy – Havre du Payré

La dynamique littorale du segment US6-C est sensiblement identique à celle du segment avoisinant au Nord, US6-B : la capacité du transport net y est de l'ordre de **580 à 620 000 m³/an** portant vers le Sud-Est et la capacité du transport brut y est de l'ordre de **580 à 660 000 m³/an** (cf. Figure B.6.14). L'orientation du trait de côte rocheux est également loin d'un équilibre : le rivage y est environ à 31° de son orientation d'équilibre située autour de 242° .

Par la suite, les caractéristiques de la distribution du transport sédimentaire dans le profil dans le segment US6-C sont sensiblement identiques à celles du segment US6-B (cf. Figure B.6.15). Le transport portant vers le Sud-Est domine largement et les mouvements de sédiments sont faibles au-delà de -4 m CM et concernent le plus souvent les fonds inférieurs à -1 m CM. La largeur de la zone littorale correspondant à 90 % du transport sédimentaire y est aussi de l'ordre de 500 m à partir du rivage.

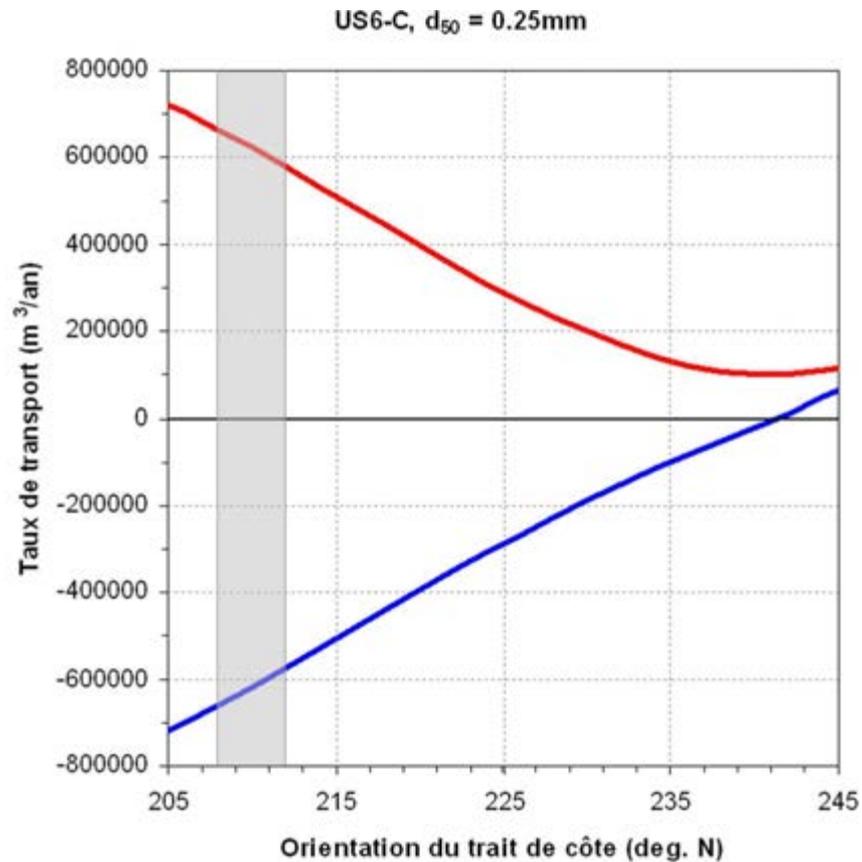


Figure B.6.14 Taux de la capacité du transport sédimentaire en fonction de l'orientation du trait de côte pour le segment US6-C : transport net (bleu) et brut (rouge) ; le transport net est positif (négatif) vers le Nord-Ouest(Sud-Est).

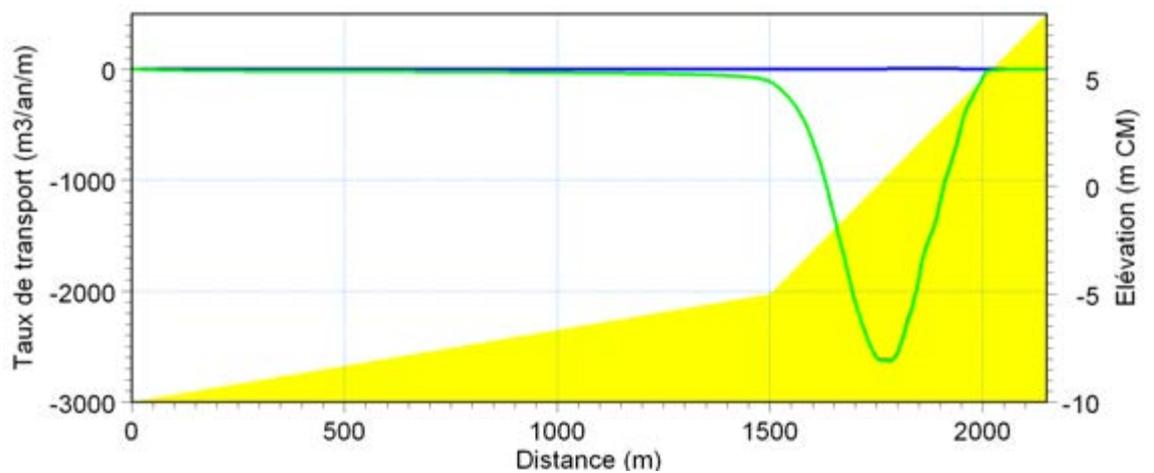


Figure B.6.15 Distribution du transport sédimentaire dans le profil pour le segment US6-C, à titre indicatif pour une orientation du trait de côte de 210° : transport net (noir), transport vers Sud-Est (vert) et vers Nord-Ouest (bleu) ; le profil représentatif du segment US6-C est indiqué en jaune.

Segment US6-D : Havre du Payré – Jard-sur-Mer

La dynamique littorale du segment US6-D est légèrement supérieure à celle des segments avoisinant au Nord, US6-B et US6-C : la capacité du transport net y est de l'ordre de **600 000 à 640 000 m³/an** portant vers le Sud-Est et la capacité du transport brut y est de l'ordre de **600 000 à 640 000 m³/an** (cf. Figure B.6.16). L'orientation du trait de côte rocheux y est encore plus loin d'un équilibre : le rivage est environ à 41° de son orientation d'équilibre située autour de 235°.

Les caractéristiques de la distribution du transport sédimentaire dans le profil dans le segment US6-E sont sensiblement identiques à celles des segments US6-C et US6-D (cf. Figure B.6.17). Le transport portant vers le Sud-Est domine largement et les mouvements de sédiments sont faibles au-delà de -4 m CM et concernent le plus souvent les fonds inférieurs à -1 m CM. La largeur de la zone littorale correspondant à 90 % du transport sédimentaire y est aussi de l'ordre de 500 m à partir du rivage.

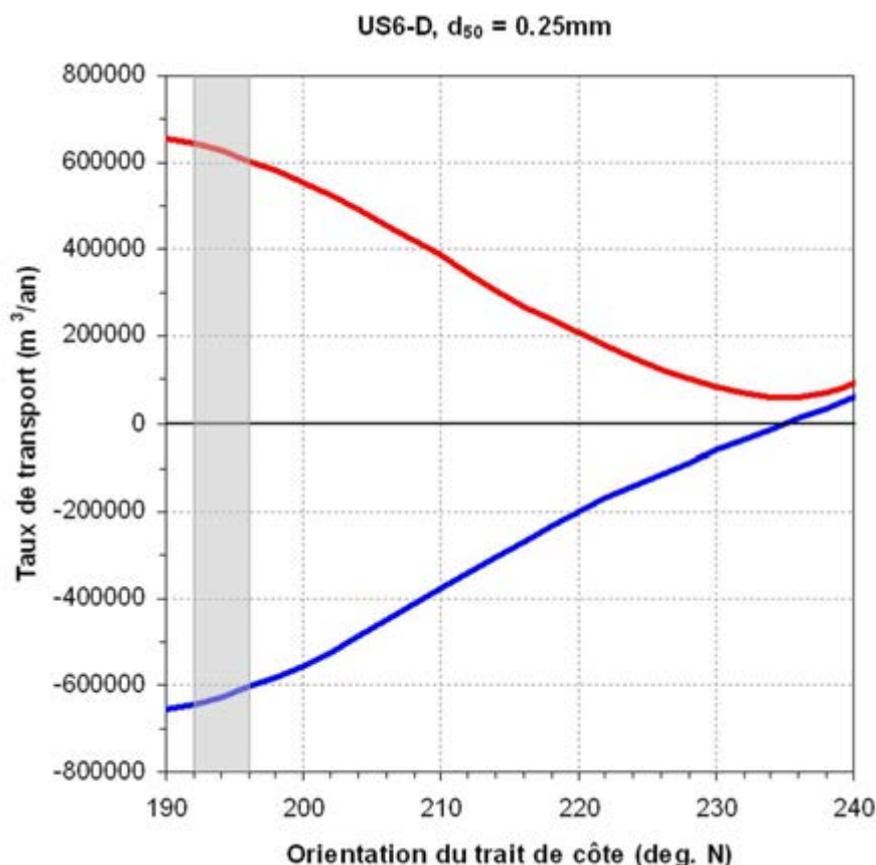


Figure B.6.16 Taux de la capacité du transport sédimentaire en fonction de l'orientation du trait de côte pour le segment US6-D : transport net (bleu) et brut (rouge) ; le transport net est positif (négatif) vers le Nord-Ouest (Sud-Est).

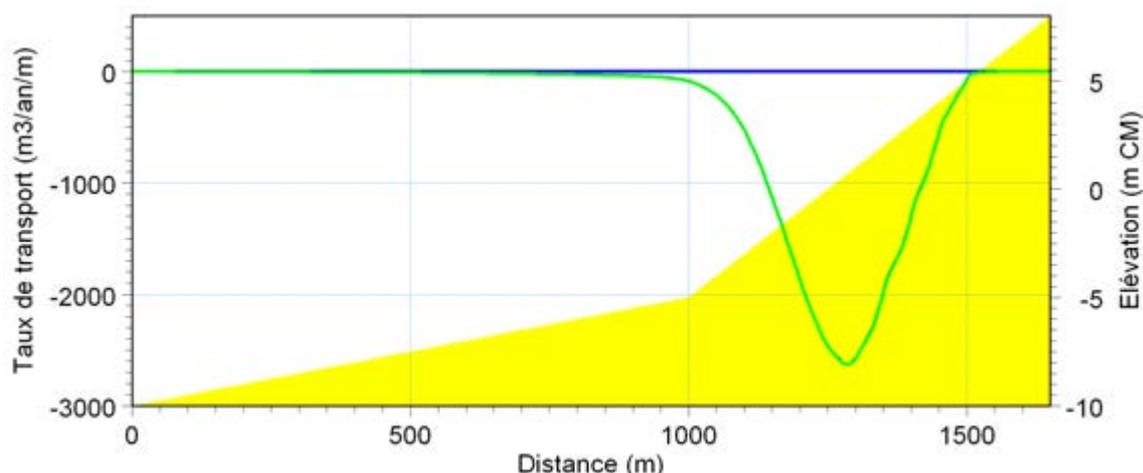


Figure B.6.17 Distribution du transport sédimentaire dans le profil pour le segment US6-D, à titre indicatif pour une orientation du trait de côte de 194° : transport net (noir), transport vers Sud-Est (vert) et vers Nord-Ouest (bleu) ; le profil représentatif du segment US6-D est indiqué en jaune.

Segment US6-E : Jard-sur-Mer – La Tranche-sur-Mer

La dynamique du transport net du segment US6-E suggère l'existence d'un équilibre stable de son trait de côte (cf. Figure B.6.18) : selon l'orientation du rivage, la capacité du transport net y est de l'ordre de $\pm 25\,000\text{ m}^3/\text{an}$ dans la direction Nord-Sud. Dans sa configuration actuelle, ce cordon littoral serait ainsi sensiblement stabilisé. A noter qu'un évènement tempétueux peut certainement y engendrer une érosion épisodique du trait de côte. Toutefois, cette érosion résulterait d'un transport dans le profil et ainsi correspondrait à une redistribution temporaire des sédiments érodés : malgré le recul immédiat du trait de côte, le bilan sédimentaire resterait nul et le profil aurait tendance à se rééquilibrer. Suite à la variabilité interannuelle du climat de houle, des fluctuations dans le sens du transport net sont probables. Toutefois, en moyenne, ce va-et-vient de sédiment dans la direction Nord-Sud ne devrait pas engendrer un changement définitif de l'orientation du trait de côte. Dans le segment US6-E, la capacité du transport brut y est de l'ordre de $50\,000$ à $60\,000\text{ m}^3/\text{an}$.

On rappelle que les résultats du segment US6-E ne sont pas valables sur la moitié Nord des plages devant la Forêt Domaniale de Longeville (les effets de réfraction des îlots rocheux les Mouneries et Chabot ne sont pas pris en compte dans la modélisation de la houle). Au long du segment US6-E, bien que l'orientation du trait de côte augmente de 220° à 260° vers le Sud, on retient que les résultats sont uniquement valables pour un intervalle de l'ordre de $\pm 2^{\circ}$ par rapport à l'orientation moyenne de la Plage de la Terrière, située à environ 260° .

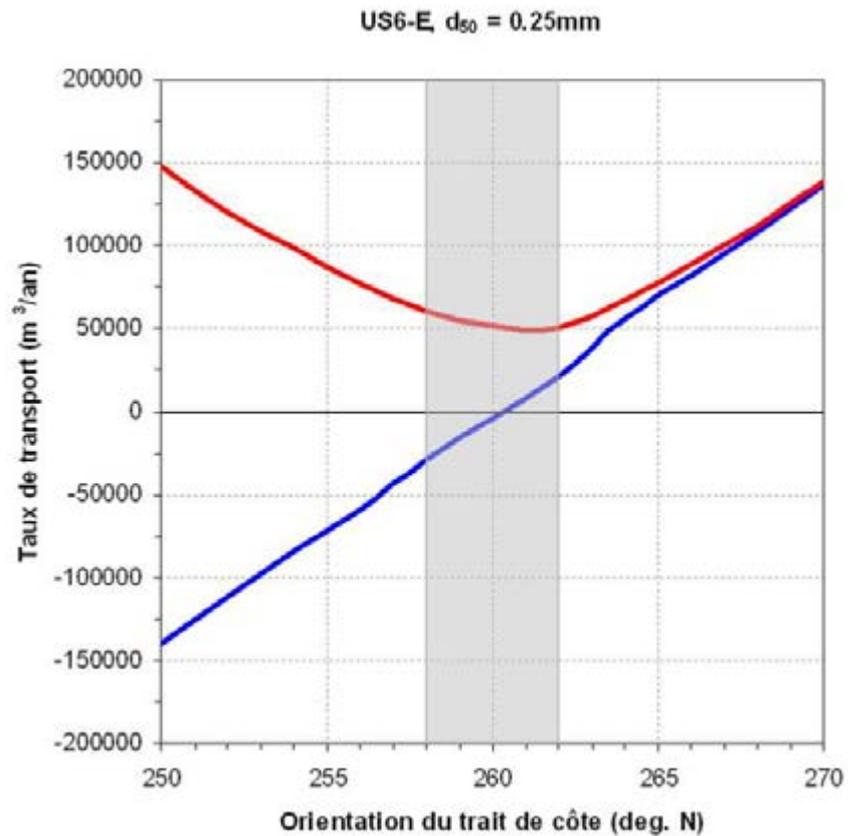


Figure B.6.18 Taux de la capacité du transport sédimentaire en fonction de l'orientation du trait de côte pour le segment US6-E : transport net (bleu) et brut (rouge) ; le transport net est positif (négatif) vers le Nord (Sud).

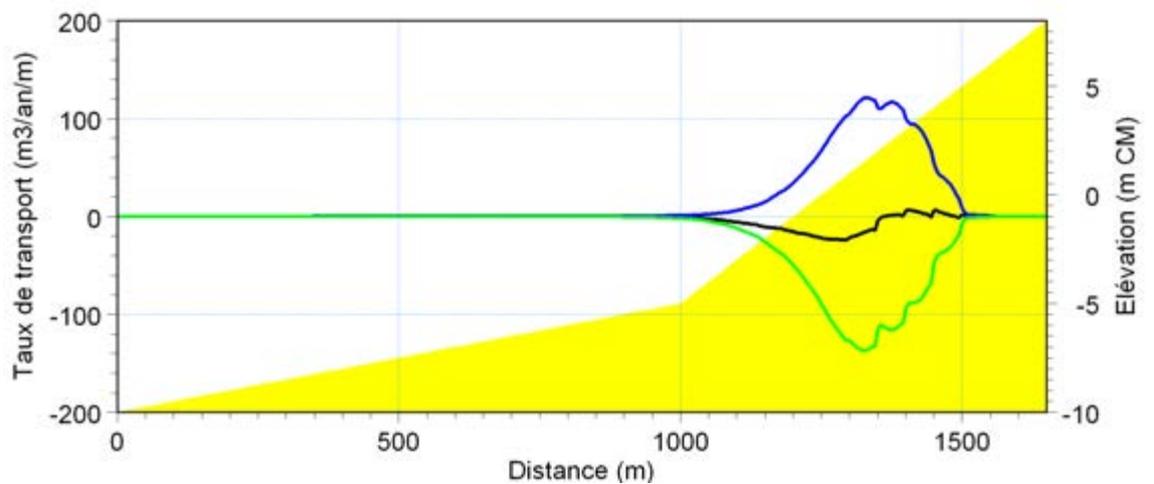


Figure B.6.19 Distribution du transport sédimentaire dans le profil pour le segment US6-E, à titre indicatif pour une orientation du trait de côte de 260° : transport net (noir), transport vers le Sud (vert) et vers le Nord (bleu) ; le profil représentatif du segment US6-E est indiqué en jaune.

La distribution du transport sédimentaire dans le profil est illustrée dans la Figure B.6.19; on rappelle encore que cette répartition est calculée pour une orientation du trait de côte de 260°, uniquement représentative du littoral dans la moitié Sud du segment US6-E. Le transport portant vers le Sud est sensiblement identique au transport portant vers le Nord : le transport net est donc pratiquement nul.

Les mouvements de sédiments sont faibles au-delà de -3 m CM et concernent le plus souvent les fonds inférieurs à -1 m CM. Les limites d'action des houles se situent toutefois vers -5 m CM devant cette partie du littoral. La largeur de la zone littorale correspondant à 90 % du transport sédimentaire y est de l'ordre de 400 m à partir du rivage.

6.2.5 Synthèse de la dynamique littorale de l'unité sédimentaire 6

La Figure B.6.20, page suivante, synthétise les résultats de la modélisation du transit littoral net sur l'ensemble de l'unité sédimentaire 6. De la Corniche de la Chaume jusqu'à Jard-sur-Mer, le transit a une résultante portant vers le Sud-Est. Au niveau des Sables d'Olonne, la dérive littorale est de l'ordre de 200 000 m³/an. En progressant vers le Sud, de manière générale, du Domaine de la Pironnière jusqu'à la partie Nord de la Forêt Domaniale de Longeville, le transit net augmente de 500 à 640 000 m³/an. Au niveau de la Plage de la Terrière située au Nord de la Pointe du Grouin du Cou, le transit net aurait une résultante nulle. Toutefois selon les variations interannuelles du climat de houles, la capacité du transport net serait de l'ordre de ±25 000 m³/an dans la direction Nord-Sud.

Du fait d'un écart significatif de l'ordre de 20 à 40° entre l'orientation d'équilibre du trait de côte et l'alignement actuel du rivage, le transport brut le long du rivage orienté Nord-Ouest/Sud-Est de l'unité sédimentaire 6 est proche du transport net : au niveau des Sables d'Olonne, la capacité du transport brut est de l'ordre de 200 000 m³/an, alors que du Domaine de la Pironnière jusqu'à la partie Nord de la Forêt Domaniale de Longeville, celle-ci augmente de 500 à 680 000 m³/an et au niveau de la Plage de la Terrière elle se retrouve fortement réduite jusqu'à 50 à 60 000 m³/an.

Il est impératif de souligner que cette synthèse suppose un transit littoral saturé. Mais cette saturation n'est absolument pas atteinte car les quantités de sédiments disponibles à la côte pour alimenter le transit sont extrêmement faibles. L'intensité du transit réel est donc véritablement inférieure à celle du transit maximum théorique. De manière générale, les volumes d'accumulation que l'on peut observer ne sont donc pas liés aux quantités pouvant transiter devant le site. Un exemple pertinent de la sous-alimentation du transit est la quasi-inexistence d'accumulation de sédiments au Nord-Ouest du Port de Bourgenay.

La stabilité de l'orientation du trait de côte, écartée de 20° à 40° par rapport à son orientation d'équilibre, est uniquement assurée par la nature rocheuse du littoral.

On ne note aucune interaction sédimentaire entre l'US 5 et l'US 6 due à la nature rocheuse de la Corniche de la Chaume

Au Sud, la côte est en équilibre. Il n'y a pas de transport net dominant donc pas de fuite vers l'US 7 par la pointe du Grouin du Cou.

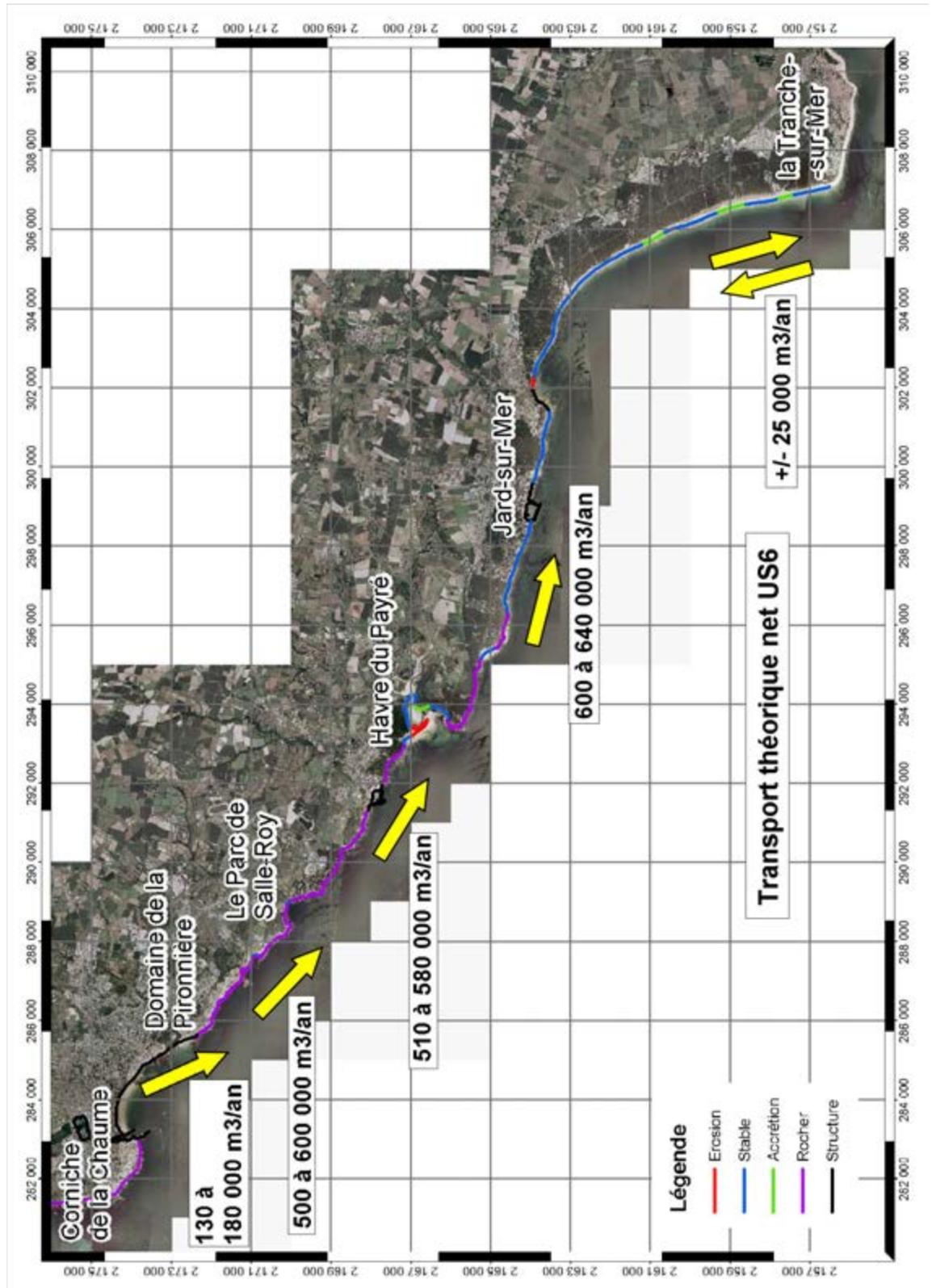


Figure B.6.20 Synthèse de la dérive littorale sur l'ensemble de l'unité sédimentaire 6.

6.3 Scénario d'évolution du trait de côte

On rappelle que face à la réduction de la fiabilité de l'évolution future des agents morphodynamiques – en l'occurrence, le climat de vent et de houle – avec une échéance croissante, seules les prévisions de l'évolution du trait de côte à court terme sont détaillées ci-dessous au niveau de l'unité sédimentaire, alors que pour le moyen et long terme, une évaluation de l'impact de la variabilité des facteurs agissant sur la dynamique littorale a été menée au chapitre A-3.3.3.

La mobilité du trait de côte de l'unité sédimentaire 6 en 2027 par rapport au trait de côte en 2001 est indiquée sur la Figure B.6.21. Des zooms rapprochés sur des tronçons de littoral dynamiques sont fournis sur la Figure B.6.22 et la Figure B.6.23.

L'évolution du trait de côte à 50 ans indiqué sur les cartes à suivre est fournis à titre indicatif si les facteurs océano-météorologiques qui agissent sur la morphologie littorale n'évoluaient plus durant les 50 années à venir – ce qui paraît fort peu probable.

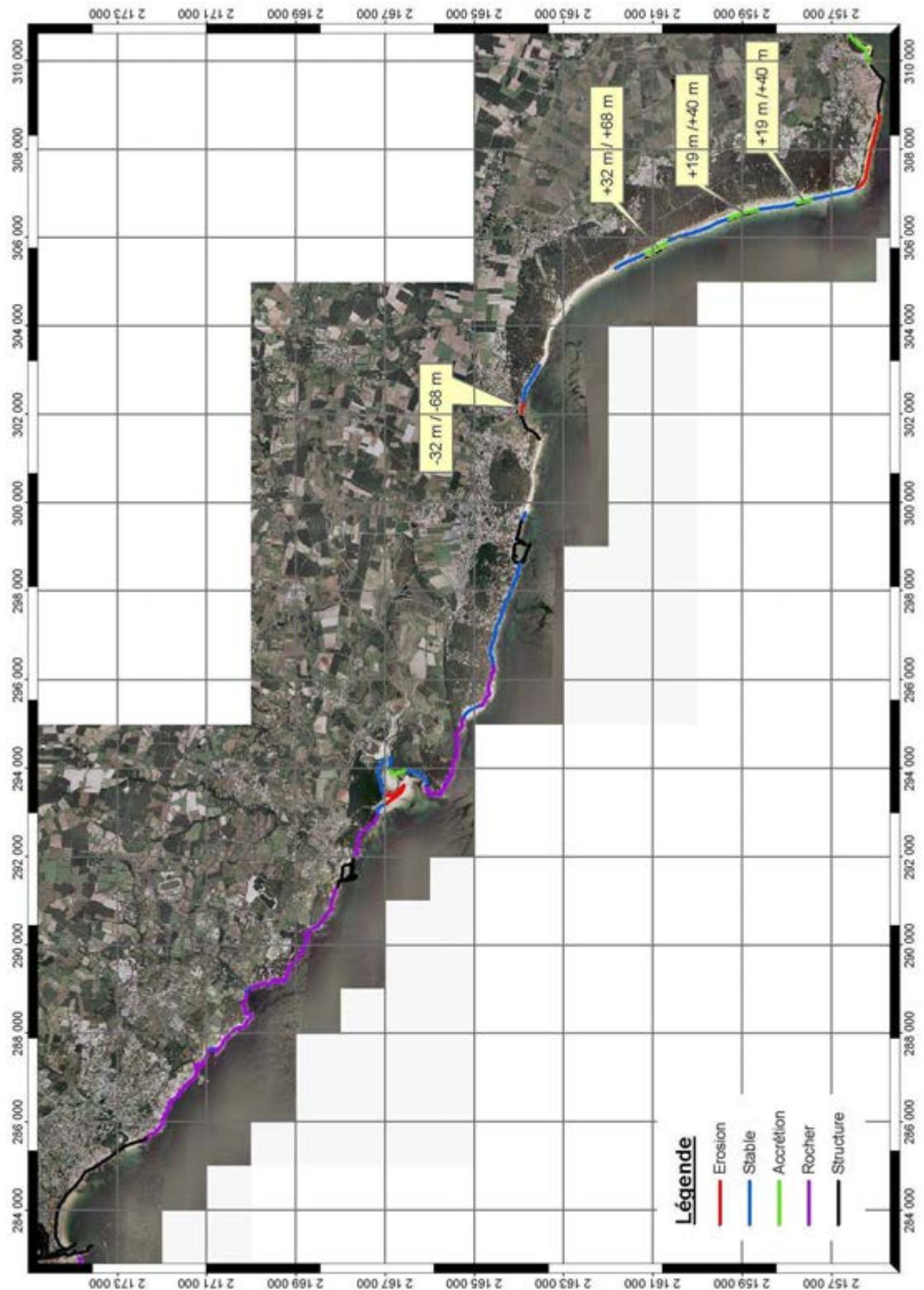


Figure B.6.21 Scénario d'évolution du trait de côte de l'unité sédimentaire 6 à court terme : mobilité du trait de côte en 2027 par rapport au trait de côte de 2001.



Figure B.6.22 Scénario d'évolution du trait de côte à Jard-sur-Mer à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.



Figure B.6.23 Scénario d'évolution du trait de côte de la plage des Conches à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.

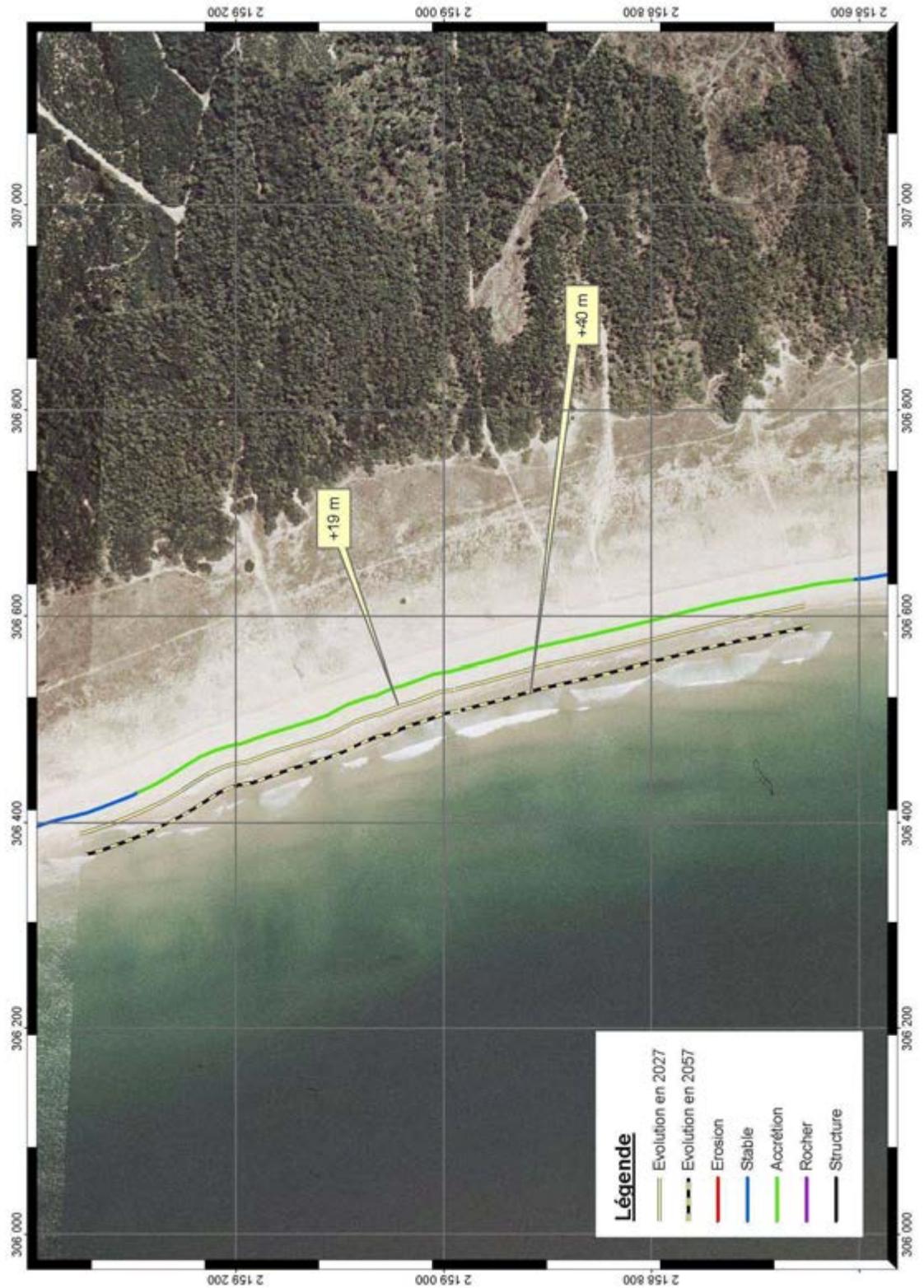


Figure B.6.24 : Scénario d'évolution du trait de côte de la plage de la Terrière à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.



Figure B.6.25 : Scénario d'évolution du trait de côte de la plage de la Terrière à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.

6.4 Objectif des ouvrages de protection en place

Une cartographie des protections en place a été établie à l'échelle de l'unité sédimentaire. Cette carte, recensant les divers systèmes de protection en place est associée à un tableau présentant une évaluation de leur efficacité actuelle. L'évaluation des ouvrages menée ci-après peut servir à la justification de leur présence mais ne représente pas une évaluation de leur état structurel. Ainsi, la question de leur devenir, voire de leur entretien n'est pas posée quel que soit le degré d'efficacité et de détérioration en ce qui concerne les ouvrages les plus endommagés. A noter que cette évaluation a le caractère de note de synthèse des tendances sur l'usage et l'efficacité de ces ouvrages.

L'évaluation des ouvrages de protection en place est menée selon la classification tenant compte de l'objectif de l'ouvrage en place et d'atteinte de l'objectif avec des effets plus ou moins indésirables. De façon générale, les types d'ouvrage de protection les plus fréquents sur la côte vendéenne interviennent sur le transit littoral ou sur le trait de côte ; en l'occurrence, sur le littoral de l'unité sédimentaire 6, il s'agit d'épis et d'ouvrages longitudinaux, tels que perrés et digues respectivement. Pour ces types d'ouvrage, la classification est plus détaillée ci-dessous.

Dans cette étude, l'efficacité d'un épi est évaluée par rapport à sa capacité à intercepter une partie de la dérive littorale. Un épi efficace est donc capable de maintenir une accumulation de sédiments à l'amont de celui-ci ; si la plage à l'amont est stabilisée, l'épi est efficace malgré un éventuel *by-pass* de sédiments vers l'aval. A l'opposé, un épi non-efficace est incapable d'intercepter des sédiments en transit ; celui-ci est donc perméable et permet une fuite de sédiment alimentant la dérive littorale. Il faut noter ici qu'un épi est jugé efficace malgré d'éventuels effets non-désirables comme un risque d'érosion accentuée de l'estran au niveau du musoir et du trait de côte à l'aval de celui-ci. De plus, dans le contexte de la présente expertise, même si la configuration d'un épi est uniquement capable de stabiliser le haut estran, celui-ci est jugé efficace ; ainsi, un épi de faible longueur par rapport à la largeur de la zone littorale, mais, néanmoins capable d'intercepter une faible partie de la dérive littorale, est jugé efficace.

L'efficacité d'un perré est évaluée par rapport à son imperméabilité d'un point de vue hydrosédimentaire et ainsi par rapport à sa capacité à maintenir le trait de côte à une position fixe. Généralement établi sur un tronçon de plage à tendance érosive, un perré est donc efficace si le recul du trait de côte sur ce tronçon est arrêté ; essentiellement, par sa présence, un perré est toujours efficace si celui-ci n'est pas endommagé. A l'opposé, un perré est non-efficace s'il permet une fuite de sédiments vers l'estran engendrant des points d'affouillement en arrière de l'ouvrage. Attention de noter qu'un perré est jugé efficace malgré d'éventuels effets non-désirables comme un risque d'affouillement à la base de l'ouvrage et un risque d'érosion accentuée du trait de côte à l'aval de celui-ci.

Sur la côte vendéenne, des successions d'ouvrages sont fréquentes ; le rapprochement de ces ouvrages permet généralement d'en évaluer l'efficacité pour l'ensemble de ceux-ci. Il est important de souligner qu'une batterie d'ouvrages efficaces, qu'il s'agisse d'une série d'épis ou de perrés, peut donner un sentiment d'efficacité vu la fixation du trait de côte dans l'immédiat. Or, vu que ni l'épi ou le perré ont un impact sur la houle incidente, les conditions de forçage à la côte ne sont pas atténuées et l'aléa érosion reste inchangé. Ainsi, si un gradient de transport sédimentaire existe le long d'une zone

littorale dont le trait de côte est efficacement stabilisé par une batterie d'ouvrages, on peut observer un abaissement progressif de l'estran malgré la position fixe du trait de côte.

Un recensement des divers systèmes de protection en place sur le littoral de l'unité sédimentaire 6 est illustré sur la Figure B.6.26 et la Figure B.6.27 ; l'évaluation de leur efficacité actuelle est présentée dans le tableau suivant :

Tableau B.18: Tableau d'évaluation de l'objectif des ouvrages de l'US6 face à la dynamique sédimentaire

Localisation	Commune	Type d'ouvrage	Objectif de l'ouvrage	Atteinte de l'objectif
Port des Sables-d'Olonne	les Sables-d'Olonne	Perré maçonné, longueur de 280m	Maintenir le trait de côte	Oui
Grande plage des Sables-d'Olonne	les Sables-d'Olonne	Perré maçonné (le Remblai), longueur de 2200m	Maintenir le trait de côte	Oui
La Rudelière	les Sables-d'Olonne	Perré maçonné, longueur de 1400m	Maintenir le trait de côte	Oui
Port Bourgenay	Talmont-Saint-Hilaire	Enrochement, longueur de 350 et 450m	Réduire l'agitation portuaire et maintenir le trait de côte	Oui
Havre du Payré	Talmont-Saint-Hilaire	3 épis, longueur de 25 et 80m	Maintenir le trait de côte	Oui
Port de Jard-sur-Mer	Jard-sur-Mer	2 épis, longueur de	Maintenir le trait de côte	Oui
Port de Jard-sur-Mer	Jard-sur-Mer	Enrochement, longueur de 350 et 450m	Maintenir le trait de côte	Oui
Port de Jard-sur-Mer	Jard-sur-Mer	4 épis, longueur de 30 à 330m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage des Conches	Longeville-sur-Mer	2 enrochements, longueur de 35m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage de la Terrière	La Tranche-sur-Mer	Enrochement, longueur de 45m	Maintenir le trait de côte	Oui

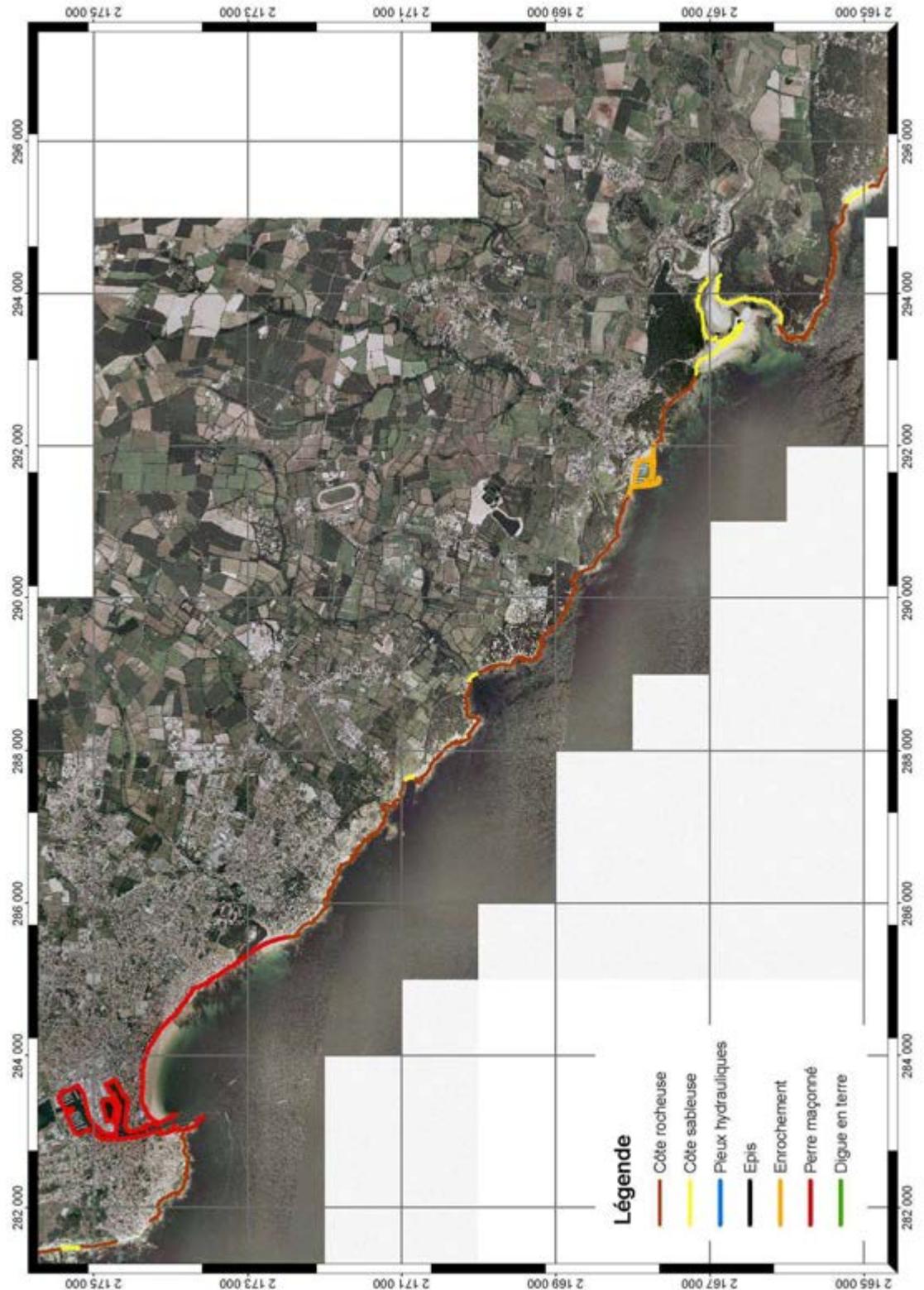


Figure B.6.26 Cartographie des ouvrages sur l'unité sédimentaire 6

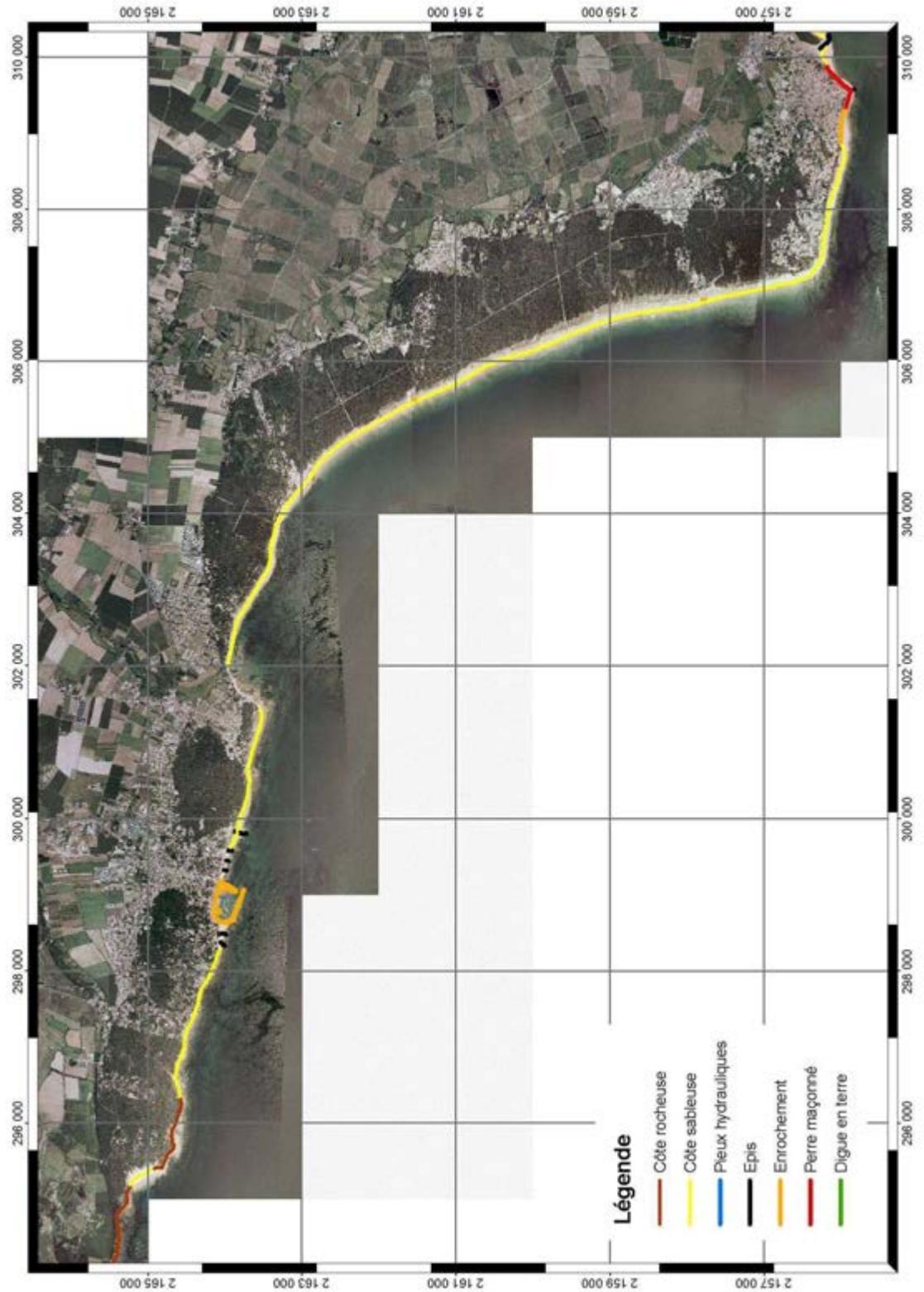


Figure B.6.27 Cartographie des ouvrages sur l'unité sédimentaire 6

6.5 Aléas et enjeux

Les enjeux sont cartographiés sur une frange littorale de 5 kilomètres environ et classés en 3 thématiques :

- Activités économiques : la ville des Sables d'Olonne regroupe les activités portuaires et les activités commerciales les plus importantes. Des campings sont présents sur le littoral ainsi que des équipements touristiques comme le Parc de la Grange. Les marais derrière le havre du Payré sont une zone de culture du sel et de coquillages. Une grande partie des terres hors du littoral sont consacrées aux cultures et à l'élevage.
- Habitat / Equipement : les Sables-d'Olonne concentrent le plus d'habitations avec un front de mer très urbanisé. La commune de Jard-sur-Mer possède également une urbanisation dense. 3 stations d'épurations sont situées non-loin du rivage, dans la Baie de Cayola, au Nord du parc de la Grange et à Jard-sur-Mer.
- Qualité du patrimoine naturel et culturel : 9 espaces naturels sensibles sont répertoriés sur cette unité. Les marais du havre du Payré sont un site classé comportant des zones Natura 2000. La forêt domaniale de Longeville court de Jard-sur-Mer à la pointe du Grouin du Cou. Le Conservatoire du littoral possède les terrains du Havre du Payré et le bois de Saint-Jean à la pointe de Cayola.

Cette cartographie à l'échelle de l'unité sédimentaire 6 permet de visualiser les différents types d'enjeux selon les secteurs géographiques. Les informations représentées sont issues notamment de la BD Topo de l'IGN, de l'IPLI2000, de la DIREN et de la DDE.

Concernant les aléas d'érosion, l'unité 6 a été découpée en 5 segments cohérents en fonction de l'homogénéité des contours bathymétriques afin de respecter l'hypothèse de linéarité du modèle LITPACK. La modélisation numérique a permis de quantifier les taux de transport sur chaque segments 6-A, 6-B, 6-C, 6-D et 6-E ainsi que la direction du transport net. Chaque sous-secteur est ensuite analysé suivant la nature de son trait de côte (côte sableuse, côte rocheuse ou côte artificielle).

L'analyse des photos aériennes de 1975 et 2001 fait apparaître les grandes tendances des secteurs en érosion / accrétion ou stables. Tout le front de mer des Sables est structuré par un perré ; le littoral jusqu'au parc de la Grange est essentiellement rocheux, donc stable. Le havre du Payré constitue un système sableux complexe et très mobile dont il est difficile de sortir une tendance générale. Le littoral jusqu'à la plage des Conches est stable ; la portion suivante jusqu'à la pointe du Grouin du Cou est en accrétion au rythme de 1 m/an en moyenne. A noter que cette analyse n'est valable que pour les portions de côte sableuse. L'évolution des côtes rocheuses est difficilement analysable par photos aériennes ; leur trait de côte est généralement stable. L'analyse des côtes structurées par contre ne nous renseigne pas sur la tendance à l'érosion étant donné leur caractère artificiel. Les différents ouvrages longitudinaux fixent bien le trait de côte mais ne résolvent pas le problème d'érosion.

Les aléas de submersion sont situés en deux points de l'Unité : sur le front de mer des Sables et sur les marais derrière le Havre du Payré. Au total on compte 1090 ha de terres submergées dont 37 ha avec un aléa fort, 0 ha avec un aléa fort à moyen et 1053 ha avec un aléa faible à moyen.

Le Tableau B.19 fait la synthèse par secteur des aléas et des enjeux de l'unité sédimentaire 6. Noter que lorsque le trait de côte est indiqué comme structuré cela ne veut pas dire qu'il n'y a pas de phénomène d'érosion. Le littoral a été structuré afin que la ligne de rivage reste fixe mais il peut subsister un transport sédimentaire déficitaire qui engendre une érosion de l'estran et des fonds, et peut être problématique notamment devant les ouvrages où il est responsable d'affouillements.

Tableau B.19 : Synthèse des aléas et des enjeux sur l'US6

Secteur		Nature du trait de côte	Aléa		Enjeux		
			Nature	Degré	Activités économiques	Habitat et Equipement	Qualité du Patrimoine
6-A	Remblais des Sables d'Olonne	Perré	Evolution du trait de côte	structuré			
			Submersion	fort sur 36 ha	port, zone industrielle et commerciale	urbanisation dense	
6-B 6-C	Domaine de la Pironnière - Bourgenay	Côte rocheuse	Evolution du trait de côte	stable	culture élevage dans les terres, camping	urbanisation diffuse	espaces naturels sensibles
			Submersion	néant			
	Plage du Veillon Havre du Payré	Dune	Evolution du trait de côte	érosion / stable	conchyliculture		
			Submersion	faible à moyen sur 1053ha (rives du Payré et marais alentour)			espace naturel sensible, conservatoire du littoral, Natura 2000
6-D	Pointe du Payré - Ragnette	Côte rocheuse Dune	Evolution du trait de côte	stable structuré	campings	urbanisation diffuse à dense, station d'épuration	espace naturel sensible, forêt domaniale
			Submersion	néant			
6-E	Plage des Conches Plage de la Terrière	Dune	Evolution du trait de côte	stable / accrétion	élevage, campings	urbanisation diffuse	forêt domaniale, Natura 2000, espaces naturels sensibles
			Submersion	néant			

B.7 LE LITTORAL DE LA TRANCHE-SUR-MER A LA BAIE DE L'AIGUILLON (U.S. 7)

7.1 Description morphologique

7.1.1 Le cadre géologique et géomorphologique

La bordure occidentale du Marais Poitevin est constituée par un rivage sableux (Pointe d'Arçay, Pointe de l'Aiguillon) qui prend appui sur les affleurements de calcaires jurassiques (situés entre la Pointe du Groin du Cou et la pointe du Rocher), ainsi que par des rivages vaseux (estuaire du Lay et anse de l'Aiguillon).

A la fin de la transgression flandrienne, ces platiers calcaires affleurant ont été des points d'ancrage pour les sables issus dans un premier temps de la plateforme continentale puis aujourd'hui de l'érosion des cordons qui alimentent le transit sédimentaire vers le Sud-Est.

Dans le Pertuis Breton, les fonds sont généralement de l'ordre de 10 à 20 m et atteignent des profondeurs de 30 à 50 mètres dans le secteur de la fosse de Chevarache (au Nord de l'Île de Ré). Dans l'estuaire du Lay et dans la baie de l'Aiguillon, la majorité des fonds sont découvrants.



Figure B.7.1: Le littoral compris entre La Tranche-sur-Mer et la Baie de l'Aiguillon

L'affleurement calcaire entre la Pointe du Groin du Cou et la Pointe du Rocher

Cet affleurement rocheux forme un point dur sur la commune de la Tranche-sur-Mer :

- à l'Ouest, au niveau de la Pointe du Groin du Cou qui se prolonge en mer par un haut-fond,
- au centre au niveau de la Pointe du Chiquet qui se prolonge par le rocher de l'Aunis,
- à l'Est, au niveau de la Pointe du Rocher.

L'étendue découverte à marée basse présente un fort contraste entre le platier rocheux du bas estran et le haut-estran sableux.

Le bas-estran est caractérisé par la présence d'une plate-forme d'abrasion marine quasi continue (excepté dans l'anse de Maupas), recouverte parfois d'un placage sableux de faible épaisseur.

Le haut-estran est occupé par une accumulation sableuse de faible largeur, avec la présence de galets en certains endroits (notamment au niveau de la Pointe de la République).

Les plages sableuses, peu développées, se prolongent par des formations dunaires.

Le linéaire côtier se divise en trois secteurs bien identifiables :

de la Pointe du Groin du Cou à la Pointe du Chiquet (environ 3 km)

A l'Ouest de la Pointe de la République, l'épais cordon dunaire d'une altitude atteignant 15 mètres maximum est en grande partie boisé. Le pied de dune est relativement rectiligne et présente un faciès en légère érosion. A l'Est de la Pointe de la République, la dune est moins haute et moins large. Le sable de la plage des Générelles est retenu par l'épi de l'Aunis qui prolonge la Pointe du Chiquet.

l'anse de Maupas,

En raison de son orientation Sud Sud-Est / Nord Nord-Ouest, le secteur est bien abrité des vents dominants et des houles du large. Un plan d'eau a été aménagé dans une casse (zone isolée de la mer par la formation d'un cordon littoral).

la plage de la Grière,

Le haut estran sableux, de faible largeur et orienté Ouest Nord-Ouest / Est Sud-Est, s'appuie sur de petites dunes tandis que le bas-estran est constitué essentiellement d'un platier rocheux.

Cet affleurement de roches calcaires constitue un point d'ancrage à partir duquel s'est développé (depuis la fin de la transgression flandrienne) le grand cordon littoral qui se développe selon une direction Ouest / Est entre la pointe du Groin du cou et la Pointe du Rocher, puis Nord Nord-Ouest / Sud Sud-Est jusqu'à la Pointe d'Arçay.

A partir de la Pointe du Rocher, le déploiement du grand cordon littoral

L'orientation et la dimension imposante de ces structures sableuses indiquent un transit littoral Ouest-Est suffisamment développé pour avoir pu alimenter ces cordons littoraux. Il a été estimé entre 150 000 m³ et 250 000 m³/an (Sogreah, Août 1988).

Le littoral est marqué :

par la formation de la casse de la Belle Henriette

C'est à l'Est de la Pointe du Rocher que s'enracine la flèche d'Arçay d'une longueur totale de 10 km environ. L'évolution de cette flèche littorale sableuse a donné naissance à la fin du 19^{ème} siècle à la casse de la Belle Henriette, formation lagunaire qui s'étend sur près de 4 km et sur une superficie de 240 ha.

par une progression de la pointe d'Arçay et de la pointe de l'Aiguillon

Cette zone d'accumulation sableuse dans le Pertuis Breton, alimentée par la dérive littorale, est constituée des flèches d'Arçay et de l'Aiguillon entre lesquelles s'écoule le

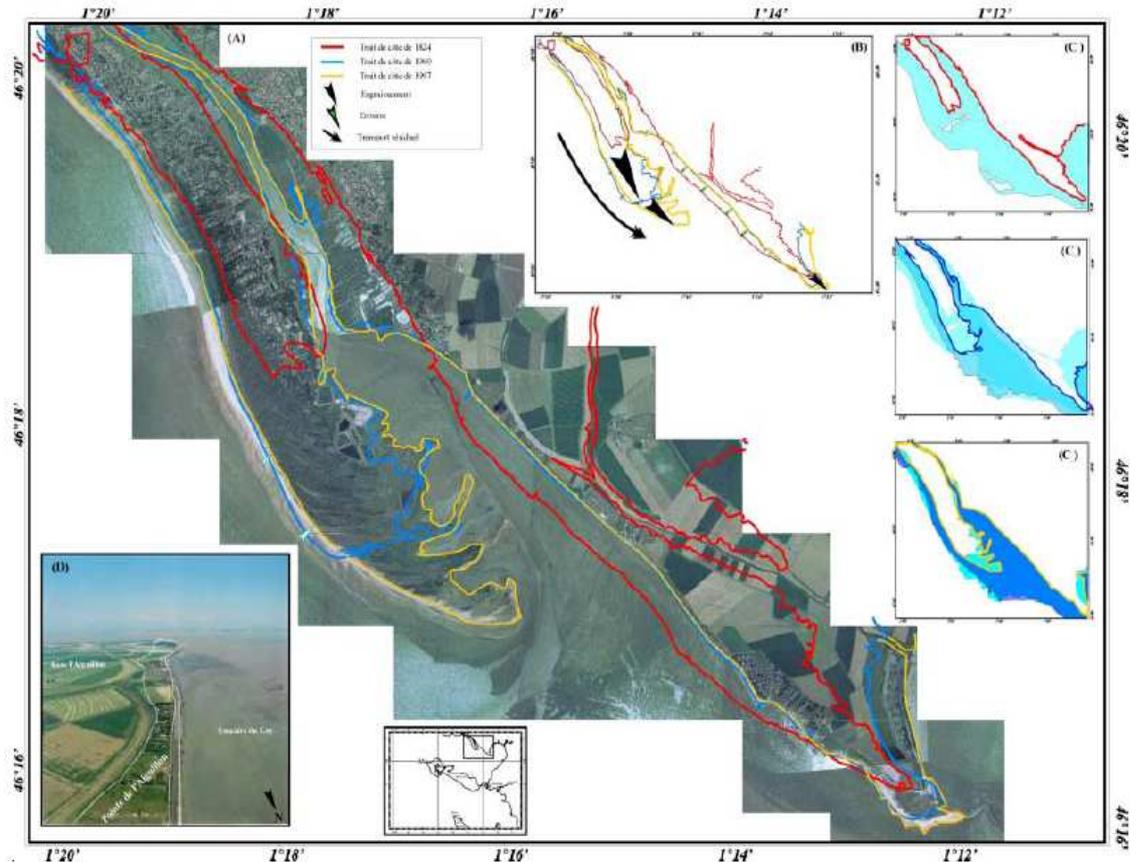


Figure B.7.3 : Pointes d'Arçay et de l'Aiguillon – Evolution du trait de côte entre 1824 et 1997 (Weber, 2004)

Le colmatage de l'anse de l'Aiguillon

L'anse de l'Aiguillon, qui est séparée du large par deux pointes sableuses, correspond à la partie la plus orientale du Pertuis Breton. Elle accueille les eaux de quatre canaux et celles de la Sèvre-Niortaise.

Le colmatage de l'anse (matériaux fins) est estimé à 75 millions de m³ de 1865 à 1960, soit 750 000 m³/an correspondant à un exhaussement moyen des fonds de 1,7 cm/an (LCHF, 1987).

Le colmatage de la Baie de l'Aiguillon ainsi que la sédimentation vaseuse importante sur les rives du Lay sont les conséquences directes de la dissymétrie du cycle des marées : la capacité d'évacuation est moins élevée en raison d'une durée plus faible du jusant par rapport à celle du flot. On observe donc un transit dirigé vers le Sud-Est. Seuls les sables ayant une granulométrie inférieure à 0,2 mm peuvent être mobilisés par les courants de marée. Ils sont d'ailleurs toujours associés à de fortes teneurs en vases. (Ecocéan / Sce, 1990)

La progression du rivage, marquée par la réalisation des endiguements, décroît d'Ouest en Est :

- 4 km en 150 ans à Saint-Michel (26 m/an)
- 1 km par siècle à Champagne (10 m/an)
- 0,5 km par siècle vers Esnandes (5 m/an)

7.1.2 Les incidences de l'implantation humaine sur le littoral

Jusqu'au 19^{ème} siècle : Mobilité de la ligne de rivage

Au Moyen-Age, le Golfe des Pictons qui s'étendait au Sud de Talmont – Luçon – Fontenay-le-Comte offrait une configuration totalement différente du littoral que nous connaissons aujourd'hui. Ce Golfe, qui se comblait peu à peu avec les sédiments marins, formait une immense vasière qui était recouverte à chaque marée.

C'est à partir du 7^{ème} siècle, sous l'impulsion des moines bénédictins, que l'homme a accompagné ce colmatage naturel. L'édification de digues et de canaux ainsi que l'assèchement de parcelles ont été réalisés dans le but d'exploiter de manière plus organisée la productivité de ces milieux (cultures, élevage, saliculture, pêcheries...).

La politique de poldérisation entreprise pour gagner des terres sur la mer a été amplifiée au 12^{ème} siècle, et surtout au 17^{ème} siècle avec l'intervention des ingénieurs hollandais qui ont été à l'initiative d'une véritable organisation géométrique du Marais Poitevin (les terres conquises sur la baie de l'Aiguillon depuis le 18^{ème} siècle représentent une superficie de 5 600 ha).

Au début du 19^{ème} siècle, le cordon dunaire était vierge de toute urbanisation. Il jouait un rôle de barrière naturelle qui isolait le Marais Poitevin de l'océan. Les passages étaient fréquents entre le marais (zone d'habitat, de culture et d'élevage) et l'estran (installation de pêcheries, ramassage du goémon pour amender les terres). En raison d'une très forte fréquentation et d'une disparition progressive de la végétation fixatrice sous l'action du piétinement, le cordon dunaire était soumis à une déflation éolienne et voyait ses limites reculer. Cette mobilité pouvait constituer une menace pour la population, notamment à la Tranche-sur-Mer où les jardins, les vignes, les prés et les récoltes étaient ravagés par le sable et où certaines maisons commençaient à être ensevelies.

S. Caillé (2003) mentionne que, en raison de ce danger redoutable pour l'agriculture entre la pointe de l'Aiguillon et celle du Pairay, l'administration voulait interdire sévèrement le parcours des animaux et empêcher les habitants de vaquer dans les dunes. Elle les invitait à récolter le goémon pour le répandre à la surface afin de permettre au sable de s'immobiliser.



Figure B.7.4: Récolte du goémon au début du 20^{ème} siècle (Source : Boiral m., Fage J., Lamy P., *Autrefois La Tranche, un village vendéen à la Belle Époque (1900 – 1914)*, 224 p, 1990)

19^{ème} siècle : occupation et aménagement de la frange littorale

La carte d'Etat Major de 1890 (cf. Figure B.7.5) met en évidence la répartition des lieux-dits (hameaux ou habitats isolés) implantés dans le marais ou le long des voies de communication sur le revers du cordon dunaire.

Seuls sont implantés à proximité du trait de côte :

le bourg de La Tranche, face à l'anse de Maupas, dans le secteur le plus protégé des houles du large et des vents dominants de secteur Ouest,

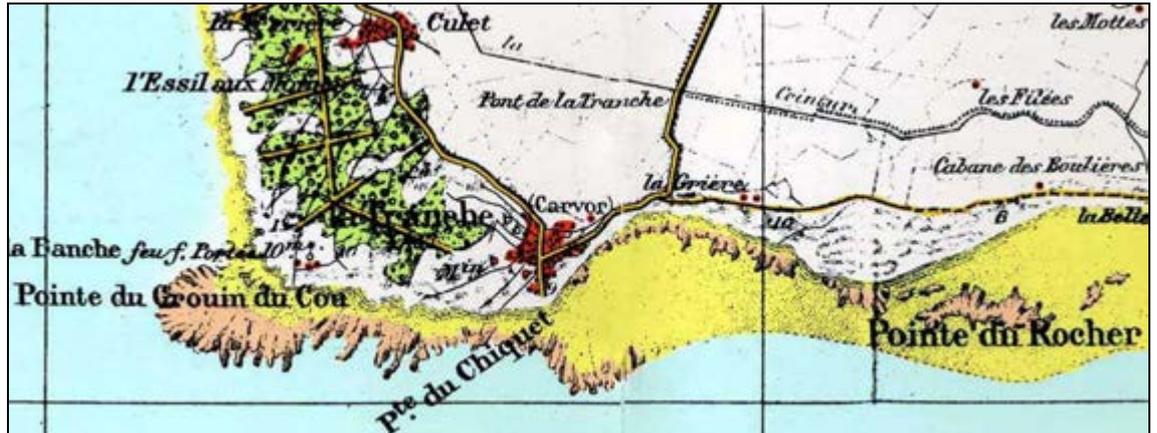


Figure B.7.5: Carte d'Etat Major, 1890

La jetée actuelle a été construite en 1866. Elle constituait non seulement le lieu d'embarcation pour la main d'œuvre trançaise qui partait travailler sur l'Île de Ré (vendangeurs entre autres) mais également un ouvrage qui protégeait la grande plage de la houle. (Source : Association Autrefois La Tranche).



Figure B.7.6: La jetée (source : Association Autrefois La Tranche)

les hameaux de La Grière et de La Faute-sur-Mer

le bourg de L'Aiguillon sur la rive gauche du Lay

L'ouverture, le 14 Août 1901, de la ligne Luçon - l'Aiguillon, et qui permet de rejoindre La Tranche grâce à une correspondance routière amène les premiers touristes sur les plages de la Faute-sur-Mer et de la Tranche-sur-Mer.

le phare de la Pointe du Groin du Cou. Construit en 1867 à l'emplacement d'une ancienne tour qui daterait de 1831 (Source : Association Autrefois La Tranche), il veille sur l'entrée du Pertuis Breton



Figure B.7.7: Le phare de la Pointe du Groin du Cou (source : Association Autrefois La Tranche)

le Corps de Garde de la Pointe du Groin du Cou que l'on aperçoit sur la Figure B.7.8, à flanc de dune (en 1917). Il est mentionné sur la carte de Cassini, à l'époque de Louis XVI. (Source : Association Autrefois La Tranche)



Figure B.7.8: Le Corps de Garde de la Pointe du Groin du Cou (source : Association Autrefois La Tranche)

Par ailleurs, on comptait sur l'estran jusque dans les années 1940, dix à douze **pêcheries (ou écluses à poissons)**, toutes situées entre la Pointe du Groin et la Pointe du Chiquet.

Cavoleau, en 1844, indique que « *une écluse est une enceinte plus ou moins étendue, circulaire, elliptique ou carrée, renfermée de murs en pierres sèches ...* »

« *M. Léon Charrier, instituteur à Jard, donne des précisions : les murs qui les entourent ont une hauteur d'environ 1,30 m à 1,50 m et une épaisseur à peu près égale à la base. Ils sont très solides ; le gravier remplace le ciment, et la vague, même par les plus fortes tempêtes, a peine à les entamer. Parallèlement aux flots, dans ces murs, les pêcheurs font une ou plusieurs ouvertures de 1,50 m environ de largeur et les ferment au moyen d'une vanne (...)* » (Source : Association Autrefois La Tranche).



Figure B.7.9: Les pêcheries ou écluses à poissons au début du 20^{ème} siècle (source : Association Autrefois La Tranche)

Plus à l'Est, entre la Grière et la Baie de l'Aiguillon, l'estran était également occupé par des lignes de bouchots à moules. La **mytiliculture** est une activité très ancienne. Nombreux étaient les cultivateurs à tirer de la mytiliculture des revenus complémentaires.



Figure B.7.10: Mytiliculture entre la Grière et la Baie de l'Aiguillon

les plantations de pins

Le décret impérial du 14 décembre 1810 ordonna l'ensemencement, la plantation et la culture des végétaux les plus propres à la fixation des dunes. Mais c'est véritablement à partir de 1836 que les travaux de boisement sont réalisés sur le secteur de Longeville / La Tranche-sur-Mer (pour la portion de dune comprise entre la rivière du Lay et la rivière du Goulet) pour stopper l'ensablement des habitations et des cultures.

La forêt domaniale de Longeville couvre aujourd'hui une surface de 1230 ha.

les **digues de la l'anse de l'Aiguillon** sont des ouvrages de défense contre la mer, destinés à protéger les polders.

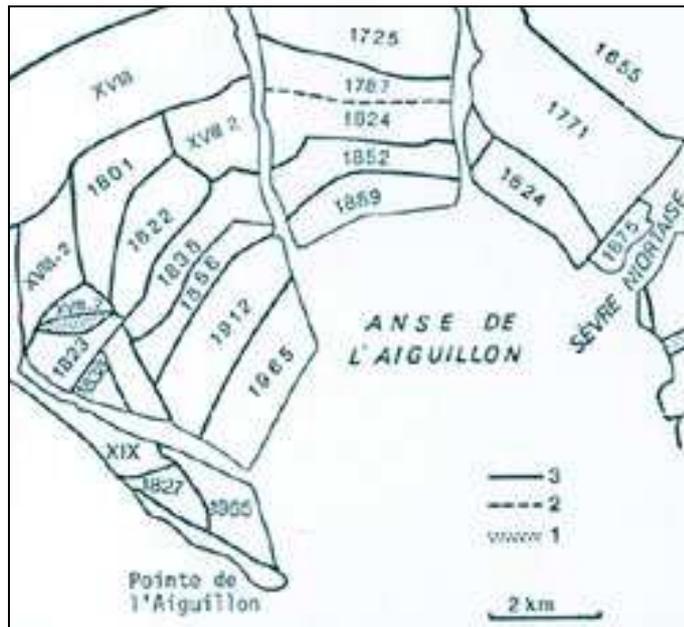


Figure B.7.11: Les digues de l'anse de l'Aiguillon (source : F. Verger)

20^{ème} siècle : Extension de l'urbanisation ...

Au cours du 20^{ème} siècle, l'urbanisation va conquérir la frange littorale de 3 manières différentes :

- **en s'étendant linéairement**, le long des voies de communication avec des pavillons, des hôtels, des campings, mais également des parkings donnant accès direct aux plages,
- **en prenant appui sur des villages** et des hameaux anciens (comme autour de La Tranche, de la Grière ou de la Terrière),



Figure B.7.12: Plage des Générelles, les trois premières villas construites entre 1924 et 1926 en haut de dune face à la mer. (Source : Association Autrefois La Tranche)

- **en s'implantant ex-nihilo** (comme autour du phare de la Pointe du Groin du Cou).



Figure B.7.13: Du sommet du phare, le panorama sur la Pointe du Groin : les dunes littorales n'abritent plus des vignes mais elles sont désormais recouvertes par des lotissements. (Sources : Mairie de La Tranche-sur-Mer, Association Autrefois La Tranche)

Aujourd'hui, l'urbanisation se développe de manière quasi-continue depuis la Pointe du Groin du Cou jusqu'à la Pointe d'Arçay, entre les marais au Nord et la mer au Sud, face au Pertuis Breton et à l'Île de Ré.

Par ailleurs, le massif dunaire a été profondément modifié au début des années 1940 par l'armée d'occupation allemande qui a exploité le sable pour la construction des blockhaus.



Figure B.7.14: Trois blockhaus dominant aujourd'hui la plage entre la Pointe du Groin et la Pointe de la République

Notons également que cette frange littorale est fortement fréquentée en période estivale, essentiellement pour ses plages mais également pour les promenades sur la plage. Cette fréquentation entraîne une saturation des aires de stationnement.

... et préoccupations relatives au recul trait de côte

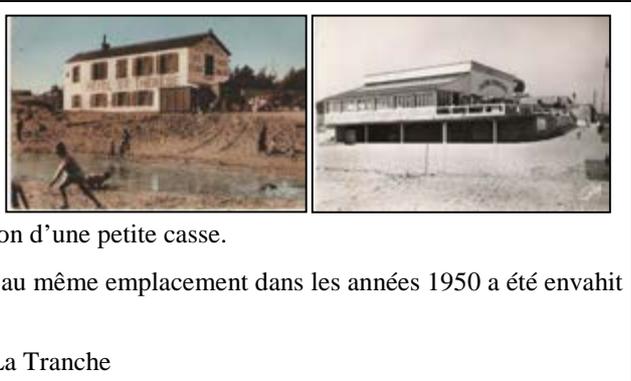
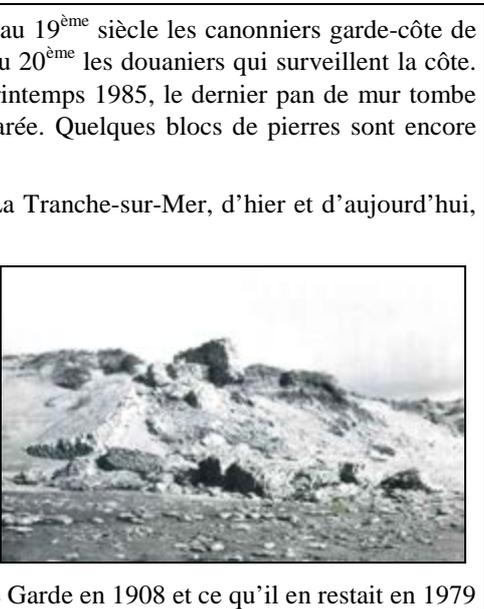
On note sur ce secteur du littoral un sentiment d'inquiétude vis-à-vis du phénomène d'érosion côtière. Ce sentiment d'inquiétude monte en puissance progressivement au fur et à mesure de l'occupation humaine sur la frange littorale.

L'analyse des archives exploitées fait apparaître que l'intérêt porté au recul du trait de côte et aux dégâts des tempêtes par la Commune et les Services de l'Etat est différent selon les sites et selon les périodes. Elle est très implicitement liée à la présence de l'urbanisation ou d'équipements sur frange littorale (cf. Tableau B.21).

Tableau B.21 : Quelques événements tempétueux autour de La Tranche-sur-Mer

Quelques événements tempétueux	
(Source : Boiral m., Fage J., Lamy P., Ouvrages réalisés par l'Association Autrefois La Tranche)	
Dimanche 31 octobre 1460	<p>Le marais est un ancien golfe comblé par les alluvions... d'après une légende "le retrait le plus spectaculaire de la mer eut lieu tandis que l'on chantait les vêpres, veille de la Toussaint... avec ces dernières grandes marées d'avant l'hiver, la mer ne devait plus revenir ! On dit que de pieux fidèles arrivés en barque furent contraints de s'en retourner à pied dans la vase" (G. Prouteau).</p> <p>Source : Michel Boiral, Office du tourisme de la Tranche-sur-Mer</p>
Décembre 1911	<p>«Un des points faibles de la côte, véritable « ventre mou » du pays, se situe au niveau de la <u>Belle Henriette</u>, où la mer, à plusieurs reprises, parvint à rompre le cordon dunaire pour envahir le marais, cherchant ainsi à reconquérir son ancien fief du Golfe des Pictons, asséché et poldérisé depuis plusieurs siècles. En Décembre 1911 particulièrement, l'alerte avait été chaude. La route de la Faute ayant été coupée, on dut reconstruire plus en retrait. »</p> <p>Source : Boiral m., Fage J., Lamy P., Autrefois La Tranche, un village vendéen de la Grande Guerre aux Années Folles (1914 – 1930), 272 p, 1991</p>
16 novembre 1913	<p>Intervention du Conseil Municipal : « Vu les dégâts causés par la mer dans l'anse des Rouillères et de la Marie-Louise, il serait nécessaire qu'une digue fut établie dans la partie Ouest de cette échancrure pour empêcher l'eau de la marée montante de recouvrir plusieurs hectares de terres d'un mètre de hauteur en moyenne et d'établir des fascines au levant de cette partie afin de retenir le sable et de combler en plusieurs parties cette baie dont le courant ronge continuellement la base de la dune protégeant les marais. »</p> <p>Source : Boiral m., Fage J., Lamy P., Autrefois La Tranche, un village vendéen à la Belle Époque (1900 – 1914), 1990</p>
janvier 1922	<p>Au niveau du bourg et de la Grande Plage, s'il y eut dans le passé des attaques spectaculaires amenant la disparition du cimetière, de la première église, de l'auberge de la Côte, entre autres, ces mouvements n'en sont pas moins limités dans le temps (ils ont toujours été cycliques) et ne se traduisent pas par un mouvement continu et irréversible d'érosion, comme en certains endroits de la côte où le recul linéaire de la dune est un fait établi (voir les Landes).</p> <p>C'est surtout l'érosion éolienne qui menace nos dunes, aggravée par le facteur anthropique. L'érosion marine à proprement parler s'exerce principalement sur les pointes (Groin, République, Chiquet, Cimetière, Rocher) (...)</p> <p>L'expérience prouve que le sable revient toujours, plus ou moins rapidement (parfois, une ou deux marées suffisent) pour combler les dégâts ponctuels causés par un coup de tabac ou un vimer (ouragan coïncidant avec un gros coefficient, entraînant une montée subite des eaux : un raz-de-marée, comme ce fut le cas en (17 ou 18 ?) janvier 1922».</p> <p>Ce cliché nous montre l'étendue des ravages : il n'y a plus de plage devant les villas « Le rêve », « le Nid » et « Les Tamaris », dont les jardins ont été rongés par les flots.</p> <p>Cet hiver là, la mer a attaqué depuis la propriété Vrignaud (futur Hôtel de l'Océan) jusqu'à la Rue de l'Aunis, qui se terminait de ce fait par un à-pic de plus de deux mètres.</p> <p>Source : Boiral m., Fage J., Lamy P., Autrefois La Tranche, un village vendéen de la Grande Guerre aux Années Folles (1914 – 1930), 272 p, 1991</p>



<p>9 janvier 1924</p>	<p>La jetée actuelle de la Pointe du Chiquet, qui fut réparée plusieurs fois depuis sa construction en 1866, est venue remplacer un ouvrage plus ancien que la mer avait emporté. (...) Lors du raz de marée du 9 janvier 1924 la jetée est en partie détruite (démolie à son extrémité, sur une longueur de 22 mètres).</p> <p>Source : Boiral m., Fage J., Lamy P., Autrefois La Tranche, un village vendéen à la Belle Époque (1900 – 1914), 224 p, 1990</p>	
<p>Fin Mars 1928</p>	<p>L'Etoile de la Vendée du 25 mars: « La mer fait une trouée de 150 m sur la côte... 120 ha submergés... »</p> <p>Le Nouveau Publicateur du 25 Mars : « A 2 km du hameau de la Faute, sur la route de la Tranche, aux lieux-dits « la Jeune Prise et la Vieille Prise », il y a une vingtaine d'années existaient des dunes magnifiques, d'une hauteur de 20, 30 et même 40 mètres... Ces dunes, minées par le pied, se sont écroulées dans la mer et sont maintenant entièrement disparues, et les sapins déracinés ont été emportés comme des fétus de paille... A marée montante, lorsque la mer, furieuse, déferle ses vagues, l'eau pénètre dans ces prises et les submerge »...</p> <p>Un syndicat de défense des côtes est constitué. Ces épis existaient en 1927 et furent en partie détruits en mars 1928, faisant preuve de leur inefficacité.</p> <p>(...) Les travaux sont anéantis par la mer, fin 1929, puis en mars 1930 et en novembre 1930.</p>	
<p>Hiver 1940</p>	<p>L'Hôtel Sainte-Thérèse (La Tranche-sur-Mer) est emporté par la mer au cours de l'hiver 1940</p> <p>On observe ici, à la suite d'une tempête, un recul de la dune devant l'hôtel et la formation d'une petite casse.</p> <p>Le pavillon de l'Aunis construit au même emplacement dans les années 1950 a été envahi par la mer à plusieurs reprises.</p> <p>Source : Association Autrefois La Tranche</p>	
<p>Printemps 1985</p>	<p>L'ancien Corps de Garde en 1902. Il abritait au 19^{ème} siècle les canoniers garde-côte de la Batterie Impériale du Grouin et au début du 20^{ème} les douaniers qui surveillent la côte. Il a été restauré partiellement en 1906. Au printemps 1985, le dernier pan de mur tombe lors d'une tempête par fort coefficient de marée. Quelques blocs de pierres sont encore enfouis au pied de la dune.</p> <p>Source : Association Autrefois La Tranche, La Tranche-sur-Mer, d'hier et d'aujourd'hui, 1991</p>	

Le Corps de Garde en 1908 et ce qu'il en restait en 1979

<p>Septembre 1988</p>	<p>Une cloche en bronze est retrouvée au niveau de l'hôtel de l'Océan, lorsque la mer creusa à cet endroit, découvrant des vestiges de la seconde guerre mondiale</p> <p>Source : Boiral m., Fage J., Lamy P., Autrefois La Tranche, un village vendéen à la Belle Epoque (1900 – 1914), 1990</p>
<p>fin janvier et fin février 1990</p>	<p>A La Tranche-sur-Mer : Lors des tempêtes de fin janvier et fin février 1990, avec des marées de coefficients centrés respectivement autour de 95 et 105, la mer a pu atteindre des cotes de +6,8 à +7,0 m ce qui conduit à des surcotes de l'ordre de 0,5 à 1,0 m, en accord avec celles observées aux Sables d'Olonne.</p> <p>Les tempêtes du début de 1990 ont eu pour conséquence de vider partiellement le haut estran, les sables étant entraînés vers le bas estran (basculement du profil). Les défenses en gabions et enrochements ont été franchies, et le pied du cordon dunaire, derrière celles-ci, a été attaqué. Source : Sogreah, Mai 1990</p>
<p>9 décembre 2006</p>	<p>Les tempêtes de la fin de l'année 2006 ont eu pour conséquence, comme en 1990, de vider partiellement le haut estran. Dans la nuit du 9 décembre 2006 (coefficient de marée de 90, vents de Sud-Ouest), le pied du cordon dunaire des Générelles a été attaqué sur 600 mètres linéaires.</p>

Plusieurs opérations de défense côtière ont été menées pour lutter contre le recul du trait de côte qui menace la zone de marais située en arrière du cordon dunaire ainsi que l'urbanisation qui s'est implantée en front de mer.

Les dunes du secteur Pointe du Groin du Cou – Pointe de la République

Jusqu'aux années 1970 – 80, l'érosion de ce secteur ne semblait pas retenir l'attention. Ultérieurement, avec l'extension de l'urbanisation dans le secteur arrière-dunaire (autour du phare) et une fréquentation importante de la plage, des opérations visant à préserver l'état de la dune ont été réalisées. Ces opérations, utilisant des techniques douces (canalisation du public, ganivelles...), furent engagées, notamment avec la participation active des propriétaires riverains rassemblés en Association Foncière Urbaine (AFU).

Enrochement de la plage des Générelles

La présence le long de la ligne de rivage de ces ouvrages de défenses longitudinales, plus ou moins récents, divers et variés (enrochements, gabions, béton...), témoigne de la fréquence des tempêtes ayant occasionné des craintes de voir partir à la mer les propriétés riveraines.

La jetée (racine de l'estacade) dans l'anse de Maupas

L'Anse du Maupas est divisée en 2 parties bien distinctes par une digue construite en 1964-65 et prolongée en 1973-74 par une estacade.

Des cordons sableux se prolongeaient au Nord-Est vers la plage de la Grière avant la réalisation de la digue de l'embarcadère. Ils viennent désormais engraisser la plage qui se développe sur la face Ouest de cet ouvrage qui agit comme un épi.

Par ailleurs, c'est à partir de l'extrémité de la digue de l'embarcadère que s'est amorcée la formation d'une flèche sableuse qui a peu à peu évolué en cordon dunaire.

L'engraissement très important se traduit (Sogreah, Aout 1988), à l'Est de la digue, par une accumulation sur environ 600 à 700 m de longueur. C'est à partir de 1973 que la casse de Maupas s'est trouvée isolée de la mer par un cordon dunaire d'une altitude de 5 m NGF. Celui-ci a été renforcé (apports de sables d'estran, mise en place de ganivelles, de coupe-vent,...), et rejoint aujourd'hui, à l'Est, le cordon de la Grière.

Les épis de la Grière

Suite à la réalisation de la digue (construite en 1964-1965) dans l'anse de Maupas, le transit sédimentaire a été stoppé temporairement, ce qui a entraîné une diminution des apports de sable vers l'Est.

C'est pour limiter la vulnérabilité du littoral de la Grière (en raison de cette sous-alimentation en sédiments), que plusieurs ouvrages ont été réalisés en 1966 :

- un perré en enrochements (environ 450 m), en limite Est de l'anse de Maupas,
- et une série d'épis (inférieurs à 100 m) qui présente aujourd'hui une face Ouest légèrement plus chargée que la face Est.

Fermeture de l'embouchure de la casse de la Belle Henriette

En 1972 fut prise la décision de fermer l'embouchure de la lagune afin de stopper l'érosion du littoral de la Faute-sur-Mer, érosion qui était provoquée par les courants de marée. L'installation d'une digue en sable entraîna un engraissement du littoral au Sud, sur environ 3 km. On peut estimer l'ordre de grandeur des matériaux accumulés (apports dans le profil et par transit littoral) à 2 millions de m³ (Sogreah, Avril 1988).

La Pointe de l'Aiguillon

C'est à la fin du 19^{ème} siècle que des ouvrages de défense contre la mer ont été réalisés pour protéger les polders ainsi que le cordon dunaire. Les travaux de construction de la digue du Génie se sont déroulés entre les années 1863 et 1881, pour une longueur de 4 200 mètres (Ecocéan / Sce, 1990).

7.2 *Dynamique littorale*

7.2.1 *Données bathymétriques et granulométriques*

La géomorphologie de l'unité sédimentaire 7 comprend trois zones bien distinctes d'Ouest en Est : une zone à dominance rocheuse, un cordon littoral sableux et une baie vaseuse. La zone Pointe du Grouin du Cou/Pointe du Rocher est un point dur sur lequel est ancré le cordon littoral, d'abord d'orientation Ouest-Est puis Nord Nord-Ouest/Sud Sud-Est, qui se termine par le complexe Pointe d'Arçay/Pointe de l'Aiguillon ; entre la flèche d'Arçay et celle de l'Aiguillon s'écoule le Lay.

Entre la Pointe du Grouin du Cou et la Pointe du Rocher, l'estran inférieur (moyen et bas-estran) et les petits fonds marins sont à dominante rocheuse. Les platiers rocheux sont recouverts par un placage de sable de faible épaisseur. Les plages sableuses n'occupent que la partie supérieure de l'estran (haut-estran peu développé, à l'exception de l'Anse de Maupas). La transition entre l'estran rocheux et sableux est clairement délimitée. Ainsi les évolutions sédimentaires concernent surtout la partie de l'estran d'altitude supérieure à +3 m CM.

De multiples levés topographiques partiels des plages sont disponibles au niveau de la Tranche-sur-Mer et la Belle Henriette ; de manière générale, ceux-ci couvrent le haut de plage jusqu'à mi-estran (cote supérieure à environ +3 à +4 m CM). Les profils au-delà de l'estran ont été complétés par le biais des données bathymétriques digitalisées à partir des cartes du SHOM. Celles-ci couvrant principalement la partie offshore du domaine, une estimation de la pente a été menée pour combler le manque de données précises.

Des analyses granulométriques ont été effectuées sur des échantillons prélevés sur le littoral de la Tranche-sur-Mer et sur la rive gauche du Lay. Une certaine homogénéité des sables caractérise le secteur de la Tranche-sur-Mer. Les sables de la moitié supérieure de la plage active (haut à mi-estran) présentent un diamètre médian de 0,25 à 0,3 mm ; en descendant vers le bas estran, le diamètre diminue jusqu'à 0,15 mm. Basée sur ces données, une valeur de 0,25 mm a conventionnellement été adoptée comme diamètre médian pour les calculs de transport sédimentaire sur l'unité sédimentaire 7.

Dans l'anse de l'Aiguillon, la sédimentation est à caractère vaseux.

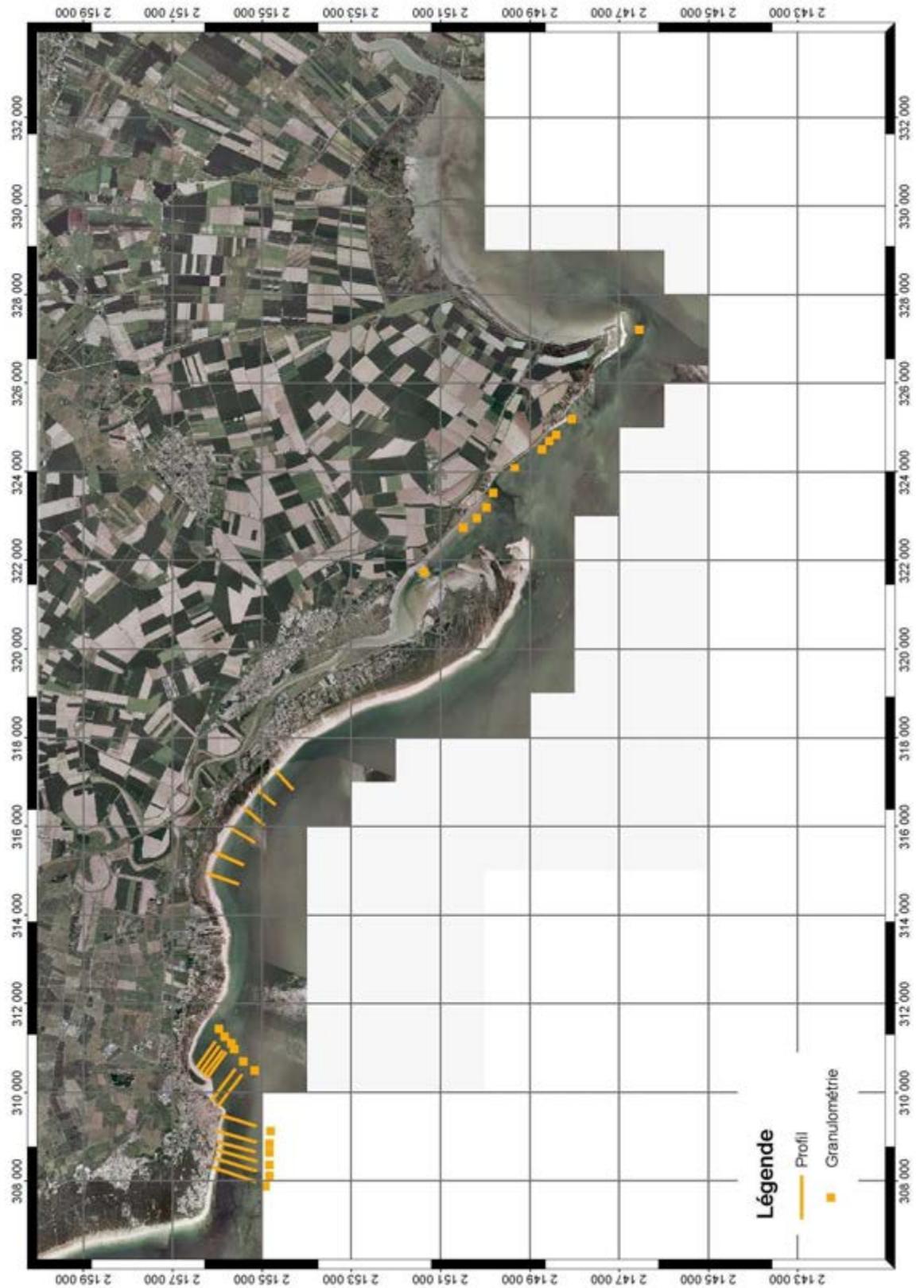


Figure B.7.15 Localisation des données bathymétriques et granulométriques sur l'unité sédimentaire 7.

7.2.2 Données de calage

Face à la quasi-inexistence de données de transport sédimentaire fiables – on rappelle que les études visant à décrire le régime hydrosédimentaire de la côte vendéenne précédant cette étude ont surtout le caractère d'estimation du transit – les informations dérivées des photos aériennes de 1975 et 2001 ont fourni les véritables données de calage pour le modèle de transport sédimentaire. Une synthèse de l'évolution historique du trait de côte est illustrée dans la Figure B.7.16 pour l'ensemble de l'unité sédimentaire 7 ; une description de cette évolution est présentée schématiquement ci-dessous.

De la Pointe du Grouin du Cou jusqu'à la Pointe de la République, le trait de côte est en érosion de l'ordre de 0,5 à 1 m/an. Le secteur des Générelles à l'Est de la Pointe de la République est protégé par des ouvrages. Ainsi l'évolution du trait de côte n'y a pas été analysée. La moitié Ouest de l'Anse de Maupas est en accrétion de l'ordre de 0,6 à 1 m/an. Au niveau de la Plage de la Grière cette tendance est inversée et l'érosion domine l'évolution du trait de côte jusqu'à la Faute-sur-Mer ; sur ce littoral, l'érosion est forte et peut localement atteindre 5 à 6 m de recul annuel. De manière générale, entre la Faute-sur-Mer et la Pointe d'Arçay, le trait de côte est à l'engraissement ; celui-ci est fort et peut localement atteindre jusqu'à 10 m d'avancement annuel. Un petit tronçon de plage y est néanmoins en érosion de l'ordre de 2 à 3,5 m/an. La rive Nord de l'Anse de l'Aiguillon est stabilisée par des ouvrages longitudinaux et ainsi n'a pas été analysée.

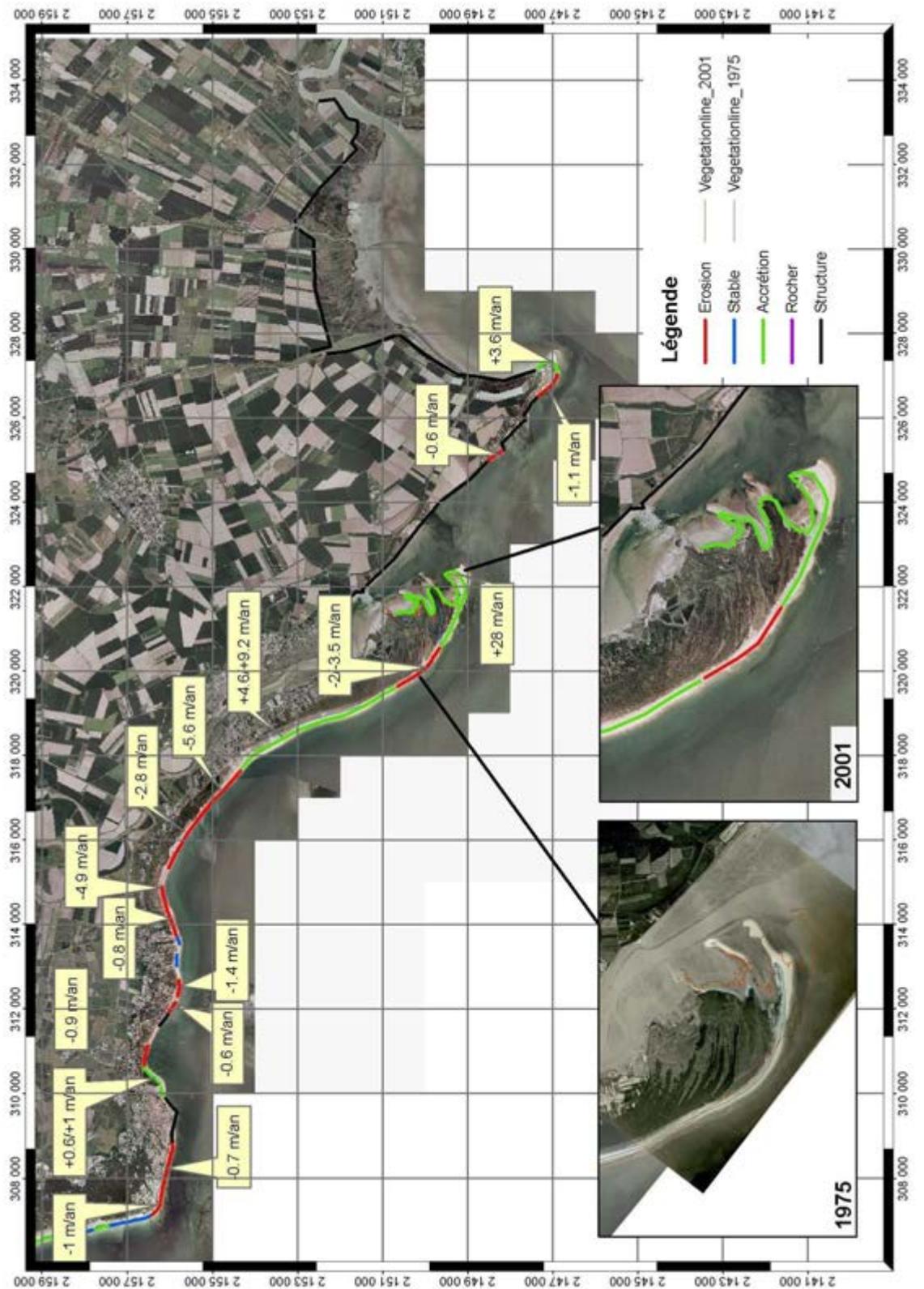


Figure B.7.16 Synthèse de l'évolution du trait de côte de 1975 à 2001 sur l'unité sédimentaire 7 ; accrétion (positif) et érosion (négatif).

7.2.3 Segmentation de l'unité sédimentaire 7

Le littoral entre la Pointe du Grouin du Cou et la Pointe d'Arçay présente une importante variation de l'alignement du trait de côte et des contours bathymétriques. Quatre segments ont été choisis pour décrire cette variation ; un cinquième segment est adopté pour la Pointe de l'Aiguillon. Ces cinq segments sont nommés A, B, C, D et E du Nord-Ouest vers le Sud-Est (cf. Figure B.7.17) ; par la suite, le segment A de l'unité sédimentaire 7 est nommé US7-A. Les limites sont désignées par des secteurs plutôt que par des points précis :

- Segment US7-A : Pointe du Grouin du Cou – Pointe du Chiquet (~3 km)
- Segment US7-B : Pointe du Chiquet – La Belle Henriette (~5 km)
- Segment US7-C : La Belle Henriette – La Faute-sur-Mer (~3 km)
- Segment US7-D : La Faute-sur-Mer – Pointe d'Arçay (~6 km)
- Segment US7-E : La Dive – Pointe de l'Aiguillon (~4 km)

L'anse de l'Aiguillon n'est pas représentée dans l'étude de modélisation de transport sédimentaire du présent document : le sédiment y est à caractère vaseux et la dynamique sédimentaire n'y est pas dominée par la houle.

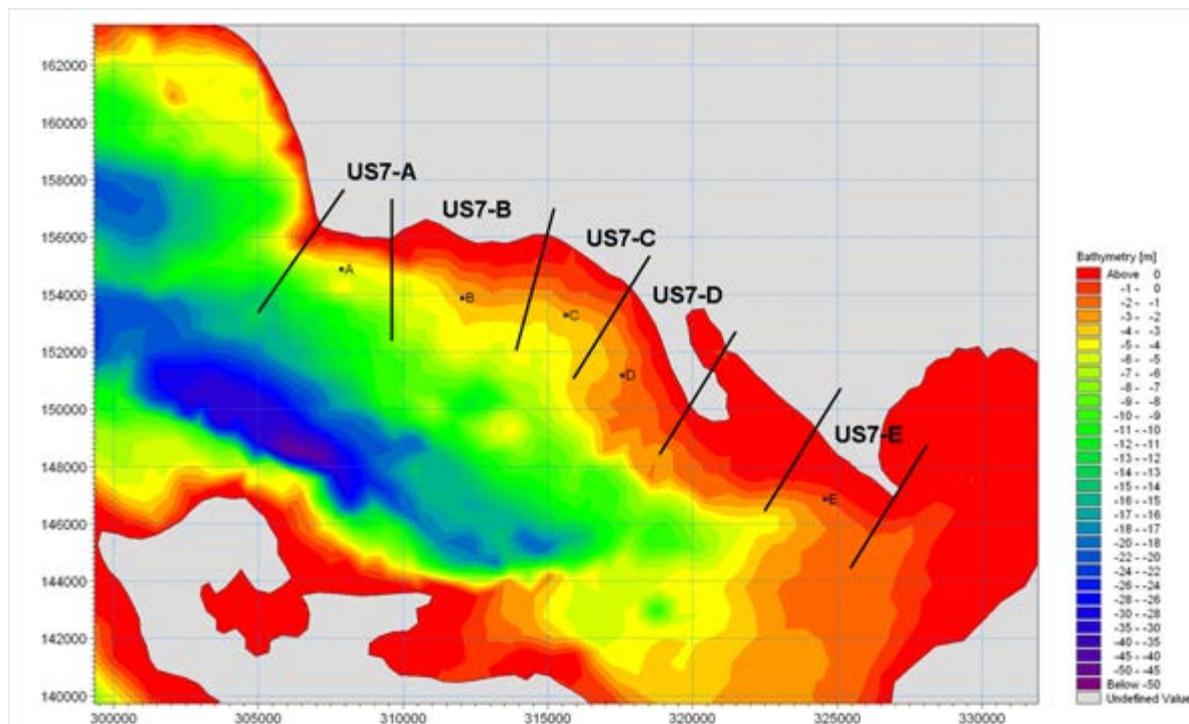


Figure B.7.17 Segmentation de l'unité sédimentaire 7 et localisation des points d'extraction des climats de houle à la côte pour chacun des segments.

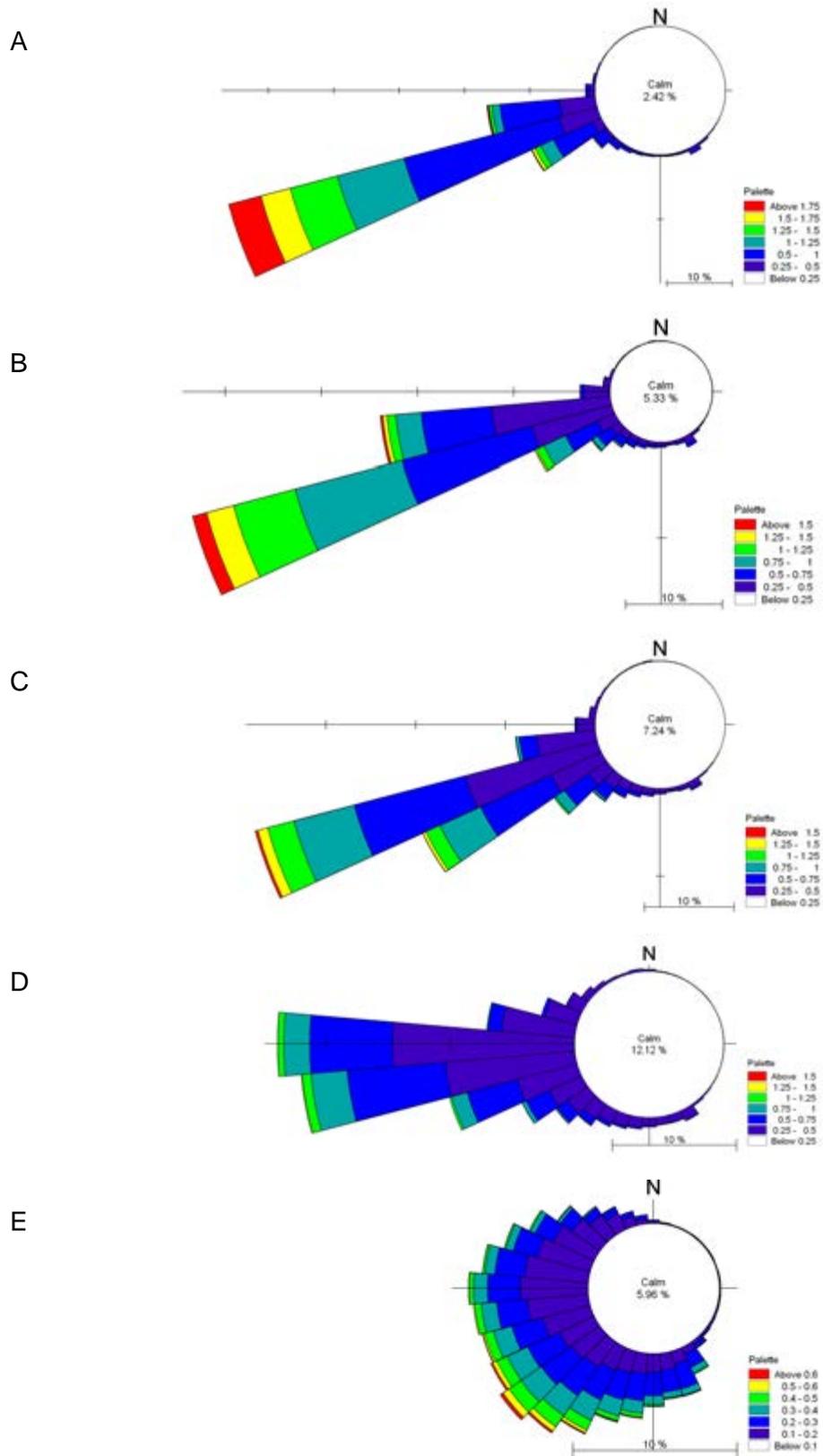


Figure B.7.18 Roses des houles au point d'extraction A, B, C, D et E (de haut en bas) de l'unité sédimentaire 7 ; les données sont extraites à la cote -5, -3, -3, -2 et -1 m CM respectivement.

Afin de bénéficier de la modélisation bidimensionnelle de la propagation, les données de houle ont été extraites aussi proche de la côte que possible, en restant toutefois au large de la zone de la dérive littorale. Face à l'atténuation progressive des houles vers l'Est dans le Pertuis Breton, les roses de houles ont été extraites à différentes profondeurs le long du trait de côte (*cf.* localisation des points d'extraction dans la Figure B.7.17). Pour le segment US7-A, une profondeur de -5 m CM a été trouvée adéquate pour extraire la rose de houles ; de même, une profondeur de -3 m CM pour les segments US7-B et US7-C, -2 m CM pour le segment US7-D et -1 m CM pour le segment US7-E a été choisie. Les roses de houles des segments de l'unité sédimentaire 7 sont présentées dans la Figure B.7.18.

Les pentes moyennes des cinq segments de l'unité sédimentaire 7 sont synthétisées dans le Tableau B.22. Celui-ci indique que les pentes sont de plus en plus faibles en allant vers l'Est dans le Pertuis Breton.

Tableau B.22 Pente moyenne des segments de l'unité sédimentaire 7 en fonction de la profondeur.

Cote (m CM)	A	Cote (m CM)	B & C
[+5 +8]	1/20	[+5 +8]	1/20
[+3 +5]	1/50	[+3 +5]	1/50
[-2 +3]	1/100	[0 +3]	1/200
[-5 -2]	1/150	[-3 0]	1/400

Cote (m CM)	D	Cote (m CM)	E
[+5 +8]	1/20	[+5 +8]	1/20
[+3 +5]	1/50	[+3 +5]	1/50
[0 +3]	1/200	[0 +3]	1/400
[-2 0]	1/600	[-1 0]	1/600

7.2.4 Résultats de la modélisation du transit littoral

Les résultats de la modélisation du transit littoral seront présentés indépendamment pour chaque segment, suivis par une synthèse de la dynamique littorale sur l'ensemble de l'unité sédimentaire.

On rappelle que les résultats de la modélisation du transit littoral ci-dessous correspondent à la **capacité saturée du transport sédimentaire et que donc les valeurs indiquées sont des limites supérieures des transits, correspondant à la capacité au transport**. Ainsi sur un platier rocheux sans aucun matériau mobile, la capacité de transit peut être très importante et le transit effectif nul.

Segment US7-A : Pointe du Grouin du Cou – Pointe du Chiquet

La Figure B.7.19 illustre la capacité du transport sédimentaire net et brut en fonction de l'orientation du trait de côte dans le segment US7-A ; la zone grise représente l'enveloppe de l'orientation du trait de côte, allant environ de 186° à 190° sur ce littoral. La capacité du transport net est de l'ordre de **110 000 m³/an** portant vers l'Est et du transport brut de **110 000 m³/an** (cf. lignes tirées dans la Figure B.7.19). Toutefois, on rappelle qu'entre la Pointe du Grouin du Cou et la Pointe du Chiquet, seul l'estran d'altitude supérieure à +3 m CM est sableux, ainsi la quasi-totalité du transport sédimentaire s'effectue sur le haut d'estran. Vu la discontinuité marquée par la délimitation entre partie sableuse et rocheuse sur cette partie du littoral, il est fort probable que le transport net y soit vraisemblablement de l'ordre de **20 000 m³/an** portant vers l'Est et le transport brut de **20 000 m³/an**. (cf. lignes pleines dans la Figure B.7.19). Cette évaluation du transport net à partir de la capacité du transport théorique se base sur la distribution du transport sédimentaire dans le profil (cf. Figure B.7.20) : le transport sur l'estran d'altitude supérieure à +3 m CM y est indiqué en gris et correspond à environ 20 % du transport total. Il est important de souligner la sensibilité du taux de transport net à la cote de la transition entre l'estran rocheux et sableux : la Figure B.7.20 indique clairement l'existence d'un gradient fort sur cette partie de l'estran. Ainsi, si cette transition se situe véritablement à la cote +3,5 m CM, le transport net se retrouve réduit à environ 15 000 m³/an.

L'orientation du trait de côte rocheux entre la Pointe du Grouin du Cou et la Pointe du Chiquet est très loin d'une situation d'équilibre : le rivage y est à environ 62° de son orientation d'équilibre située autour de 250°. Cette situation souligne le caractère unidirectionnel du transport : vu l'orientation du trait de côte, le clapot généré localement dans le Pertuis Breton, susceptible de transporter de sédiments vers l'Ouest, est insignifiant par rapport aux houles océaniques. Ceci se traduit également par un transport portant vers l'Est sensiblement identique au transport brut, et par la suite, le transport portant vers l'Ouest est quasiment inexistant (cf. Figure B.7.20). Cela explique pourquoi les transports net et brut sont du même ordre grandeur.

Les limites d'action des houles se situent vers -3 m CM devant cette partie du littoral. Toutefois il s'agit là d'une profondeur qui n'est atteinte que pour les houles les plus fortes et, de manière pratique, les mouvements sont faibles au-delà de -1 m CM et concernent le plus souvent les fonds inférieurs à 0 à +1 m CM. La largeur de la zone littorale correspondant à 90 % du transport sédimentaire y est de l'ordre de 100 à 200 m à partir du rivage.

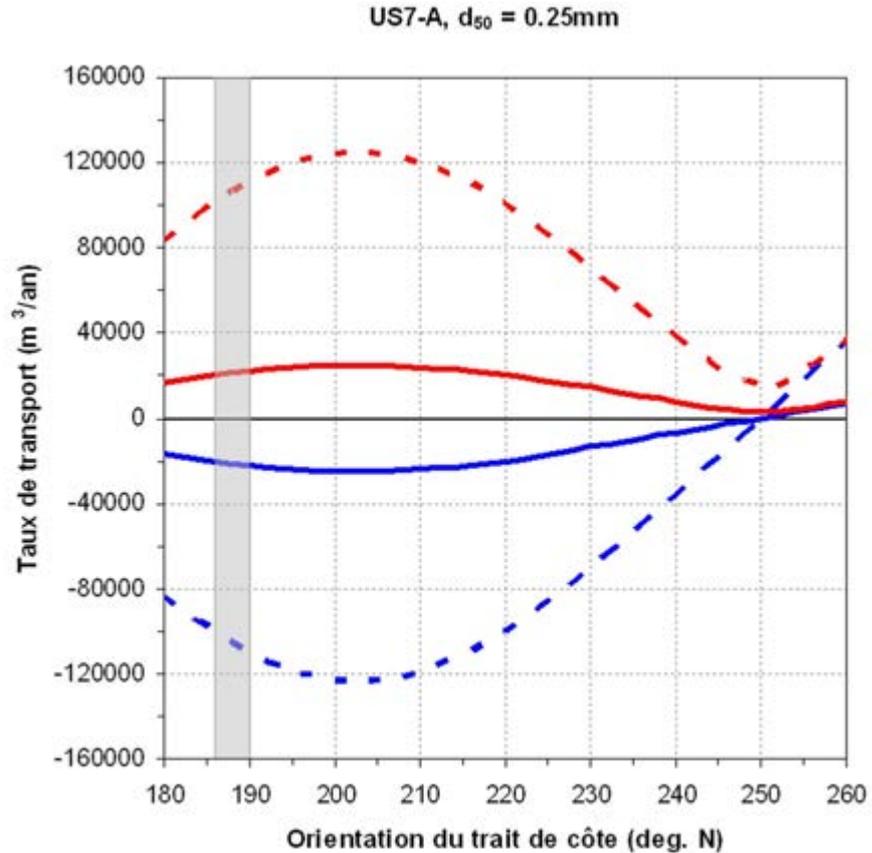


Figure B.7.19 Taux de la capacité du transport sédimentaire en fonction de l'orientation du trait de côte pour le segment US7-A : transport net (bleu) et brut (rouge) ; le transport net est positif (négatif) vers l'Ouest (Est). Les pointillés présentent le transport théorique sur tout le profil, les traits pleins le transport théorique sur l'estran sableux uniquement.

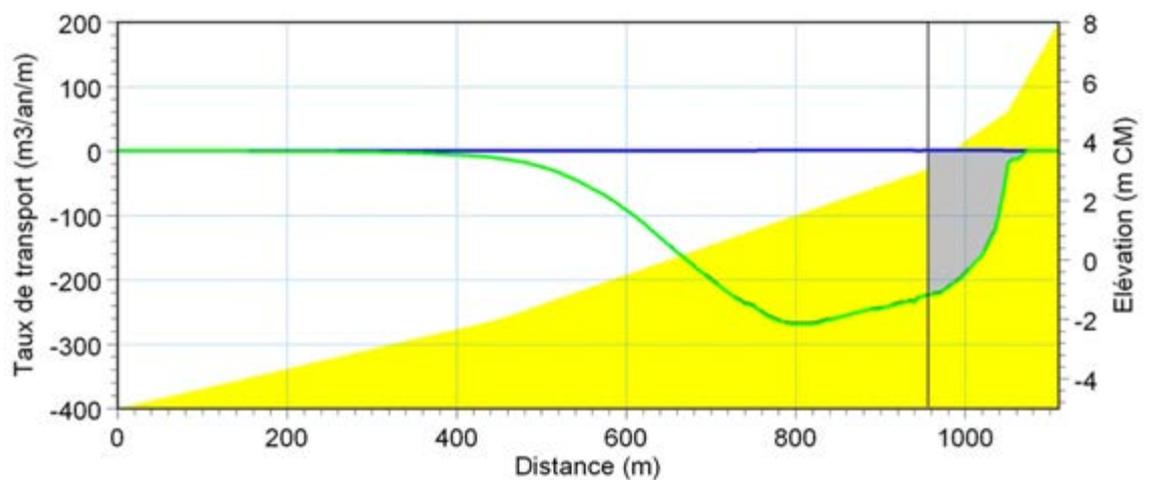


Figure B.7.20 Distribution du transport sédimentaire dans le profil pour le segment US7-A à titre indicatif pour une orientation du trait de côte de 188° : transport net (noir), transport vers l'Est (vert) et vers l'Ouest (bleu) ; le profil représentatif du segment US7-A est indiqué en jaune. La zone grise représente le transit littoral sur l'estran supérieur à $+3$ m CM.

Segment US7-B : Pointe du Chiquet – La Belle Henriette

La dynamique du transport net du segment US7-B est semblable à celle du segment avoisinant à l'Ouest, US7-A, toutefois réduite en intensité : la résultante porte aussi vers l'Est et la capacité du transport net atteint une intensité de l'ordre de **60 000 à 70 000 m³/an** (cf. Figure B.7.21). La capacité du transport brut y est du même ordre de grandeur que le transport net, soit **60 000 à 70 000 m³/an**. L'orientation du trait de côte y est également très loin d'une situation d'équilibre : le rivage est environ à 62° de son orientation d'équilibre située autour de 250°. On rappelle que les résultats de l'unité US7-B ne prennent pas en compte l'irrégularité de la bathymétrie dans l'Anse de Maupas et les affleurements rocheux au niveau de la Pointe du Rocher ; ces résultats présentent ainsi surtout un ordre de grandeur théorique de la dérive littorale à cette location. Malgré une forte présence sableuse sur l'estran, les affleurements rocheux sur plusieurs kilomètres servent très certainement à réduire les taux présentés ci-dessus.

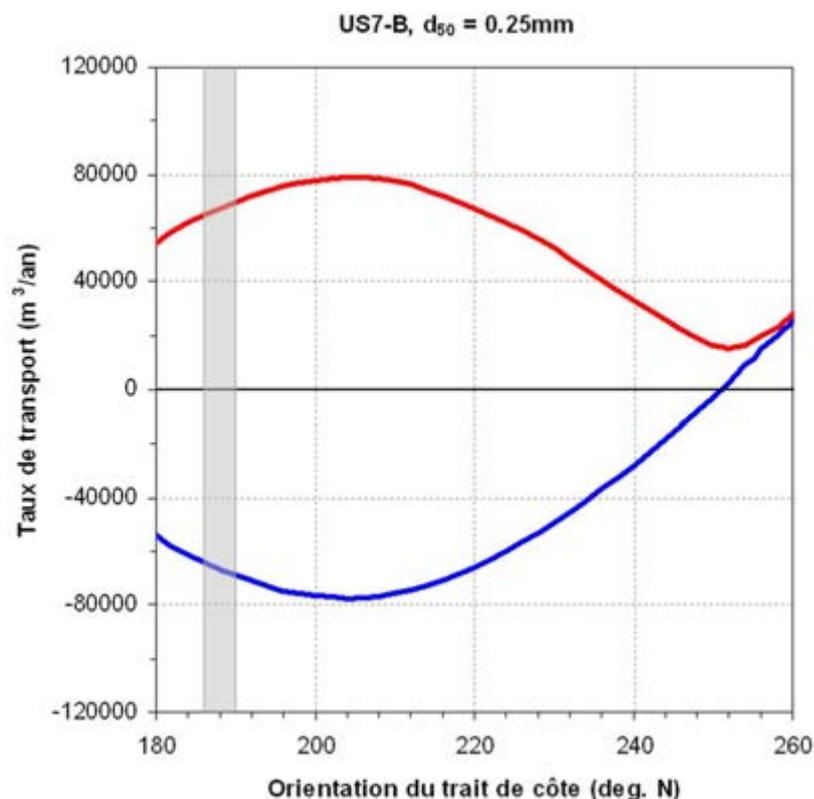


Figure B.7.21 Taux de la capacité du transport sédimentaire en fonction de l'orientation du trait de côte pour le segment US7-B : transport net (bleu) et brut (rouge) ; le transport net est positif (négatif) vers l'Ouest (Est).

La distribution du transport sédimentaire dans le profil est illustrée dans la Figure B.7.22 ; cette répartition est calculée pour une orientation du trait de côte de 188° correspondant à l'orientation générale du littoral du segment US7-B. Le transport portant vers l'Est est sensiblement identique au transport brut, ainsi le transport portant vers l'Ouest est insignifiant. Les mouvements de sédiments sont faibles au-delà de 0 m CM et concernent le plus souvent les fonds inférieurs à +1 m CM. Les limites d'action des houles se situent toutefois vers -1 m CM devant cette partie du littoral. La largeur de la zone littorale correspondant à 90 % du transport sédimentaire y est de l'ordre de 500 m à partir du rivage.

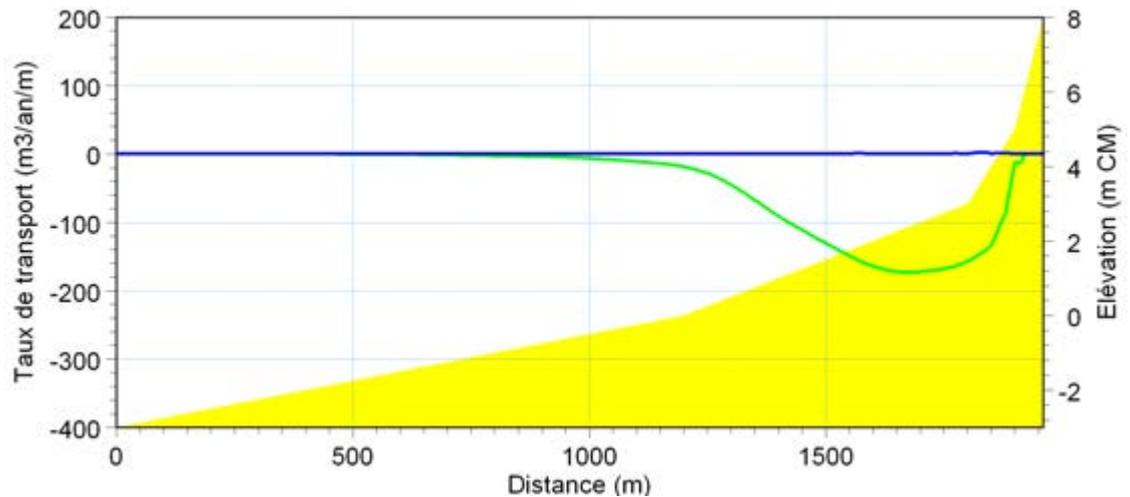


Figure B.7.22 Distribution du transport sédimentaire dans le profil pour le segment US7-B à titre indicatif pour une orientation du trait de côte de 188° : transport net (noir), transport vers l'Est (vert) et vers l'Ouest (bleu) ; le profil représentatif du segment US7-B est indiqué en jaune.

Segment US7-C : La Belle Henriette – La Faute-sur-Mer

Avec un trait de côte qui s'oriente nettement plus vers le Sud-Ouest et ainsi moins oblique par rapport à la direction d'incidence des houles principales, le transit littoral dans le segment US7-C est plus intense que dans les segments avoisinant à l'Ouest. La capacité du transport net y atteint une intensité de l'ordre de **90 000 à 100 000 m³/an** (cf. Figure B.7.21) ; la capacité du transport brut y est du même ordre de grandeur que le transport net, soit **90 000 à 100 000 m³/an**. Le trait de côte de ce segment est toujours bien éloigné (écartement réduit à 35°) de son orientation d'équilibre située à environ 245° .

Les caractéristiques de la distribution du transport sédimentaire dans le profil dans le segment US7-B sont sensiblement identiques à celles du segment US7-C (cf. Figure B.7.24) : les mouvements de sédiments sont faibles au-delà de 0 m CM, concernent le plus souvent les fonds inférieurs à +1 m CM et les limites d'action des houles se situent toutefois vers -1 m CM devant cette partie du littoral. Le transport portant vers le Sud-Est est largement dominant, ainsi le transport portant vers le Nord-Ouest est insignifiant.

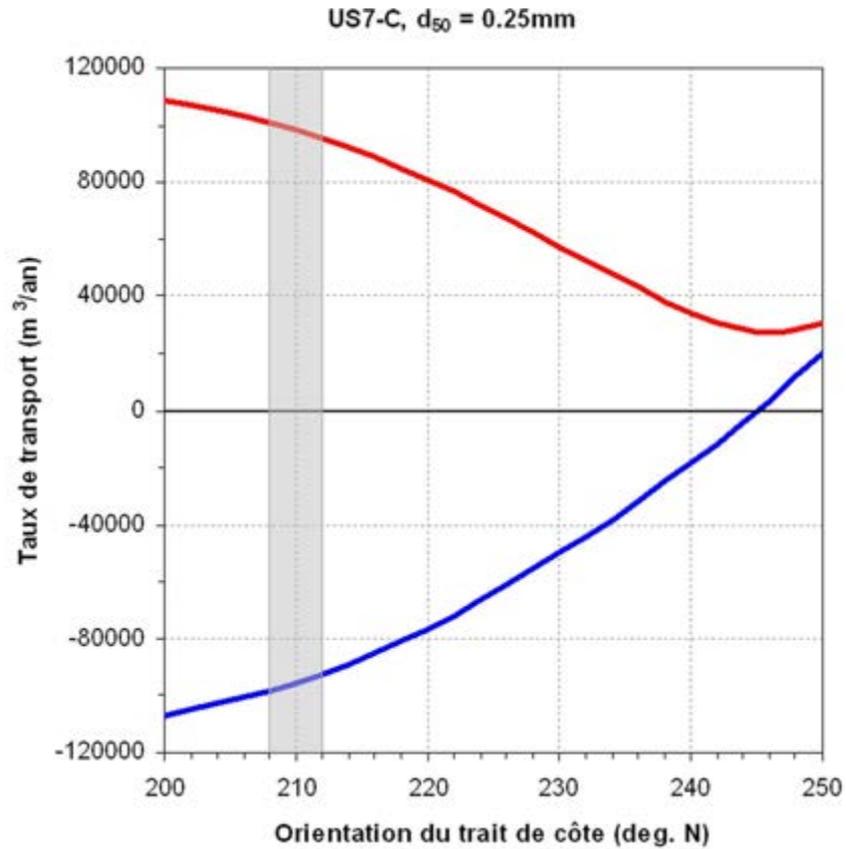


Figure B.7.23 Taux de la capacité du transport sédimentaire en fonction de l'orientation du trait de côte pour le segment US7-C : transport net (bleu) et brut (rouge) ; le transport net est positif (négatif) vers l'Nord-Ouest (Sud-Est).

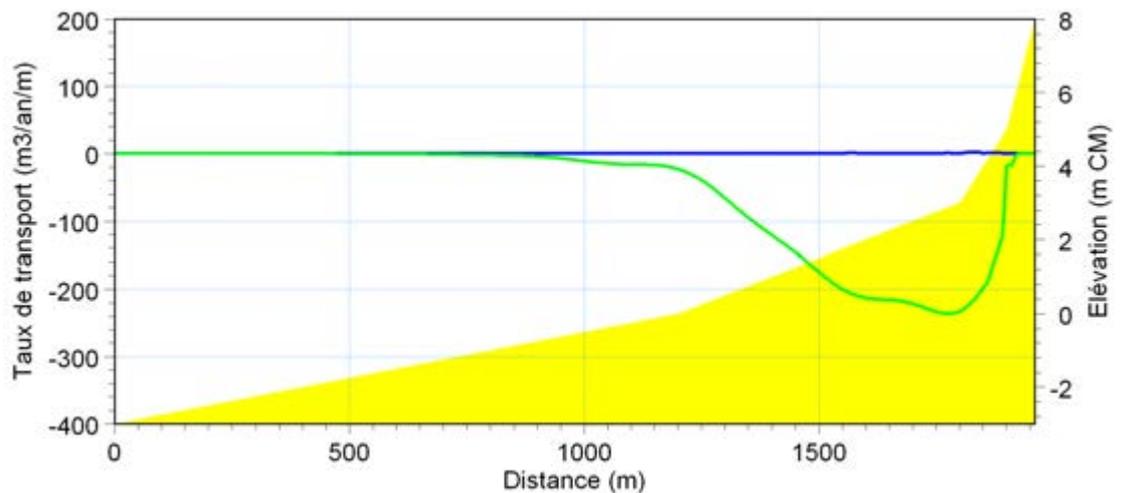


Figure B.7.24 Distribution du transport sédimentaire dans le profil pour le segment US7-C à titre indicatif pour une orientation du trait de côte de 210° : transport net (noir), transport vers l'Est (vert) et vers l'Ouest (bleu) ; le profil représentatif du segment US7-C est indiqué en jaune.

Segment US7-D : La Faute-sur-Mer – Pointe d'Arçay

Avec un trait de côte qui s'oriente encore plus vers la direction d'incidence des houles principales, le transit littoral dans le segment US7-C se retrouve réduit : la capacité du transport net y atteint une intensité de l'ordre de **30 000 à 40 000 m³/an** (cf. Figure B.7.25) et la capacité du transport brut y est légèrement supérieure de l'ordre de **40 000 à 50 000 m³/an**. Le trait de côte se rapproche (écartement réduit à 15°) de son orientation d'équilibre située à environ 261° Nord.

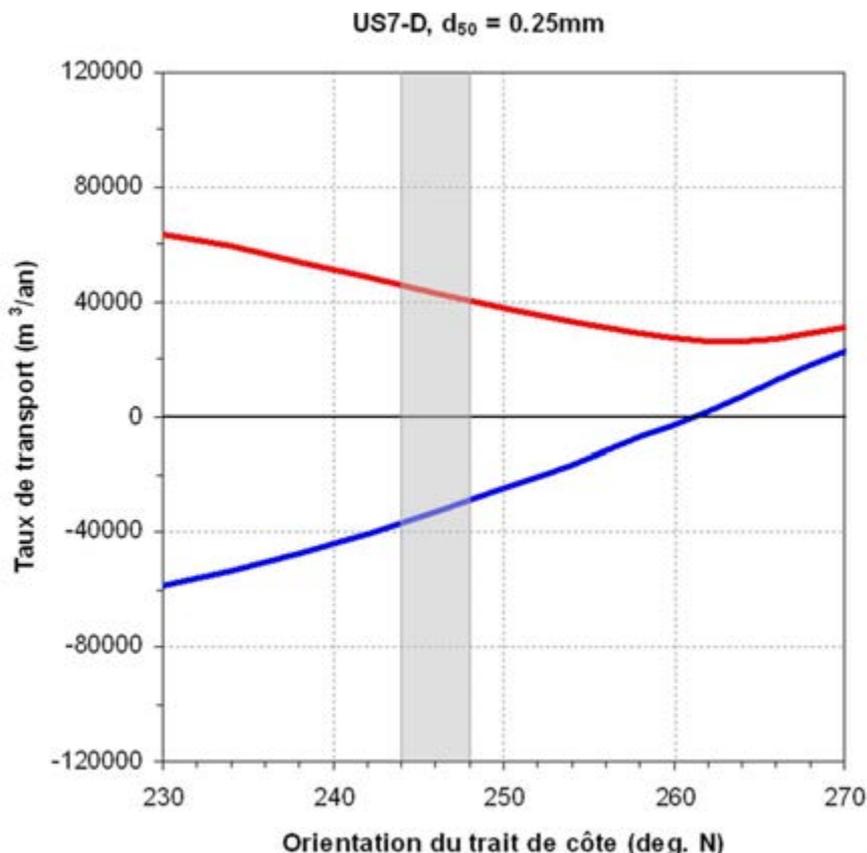


Figure B.7.25 Taux de la capacité du transport sédimentaire en fonction de l'orientation du trait de côte pour le segment US7-D : transport net (bleu) et brut (rouge) ; le transport net est positif (négatif) vers le Nord-Ouest (Sud-Est).

A part une légère contribution du transport vers le Nord-Ouest, les caractéristiques de la distribution du transport sédimentaire dans le profil du segment US7-D (cf. Figure B.7.26) sont sensiblement identiques aux segments avoisinants : les mouvements de sédiments sont faibles au-delà de 0 m CM, concernent le plus souvent les fonds inférieurs à +1 m CM et les limites d'action des houles se situent vers -1 m CM devant cette partie du littoral.

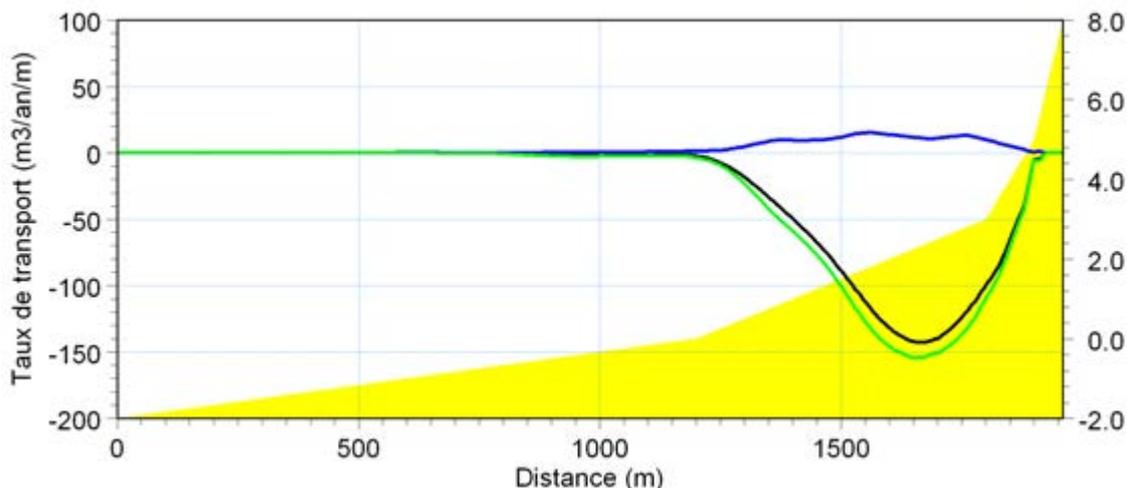


Figure B.7.26 Distribution du transport sédimentaire dans le profil pour le segment US7-D à titre indicatif pour une orientation du trait de côte de 246° : transport net (noir), transport vers le Sud-Est (vert) et vers le Nord-Ouest (bleu) ; le profil représentatif du segment US7-D est indiqué en jaune.

Segment US7-E : La Dive – Pointe de l'Aiguillon

La dynamique littorale est très faible dans le segment US7-E : la résultante porte vers le Sud-Est avec une capacité de transport net de l'ordre de **5 000 à 6 000 m³/an** (cf. Figure B.7.27) alors que la capacité du transport brut y est de l'ordre du double du transport net, soit **12 000 m³/an**. Suite aux hauteurs de houles très également réparties dans l'intervalle de direction étudié (cf. rose des houles dans la Figure B.7.18), le transport brut y est très peu sensible à l'orientation du trait de côte. L'orientation du trait de côte reste toujours loin d'une situation d'équilibre : le rivage est situé à environ 22° de son orientation d'équilibre (cf. Figure B.7.27).

Les caractéristiques de la distribution du transport sédimentaire dans le profil du segment US7-E (cf. Figure B.7.28) illustrent le régime hydrosédimentaire très atténué : les mouvements de sédiments sont faibles au-delà de +1 m CM, concernent le plus souvent les fonds inférieurs à +1 m CM et les limites d'action des houles se situent vers 0 m CM devant cette partie du littoral.

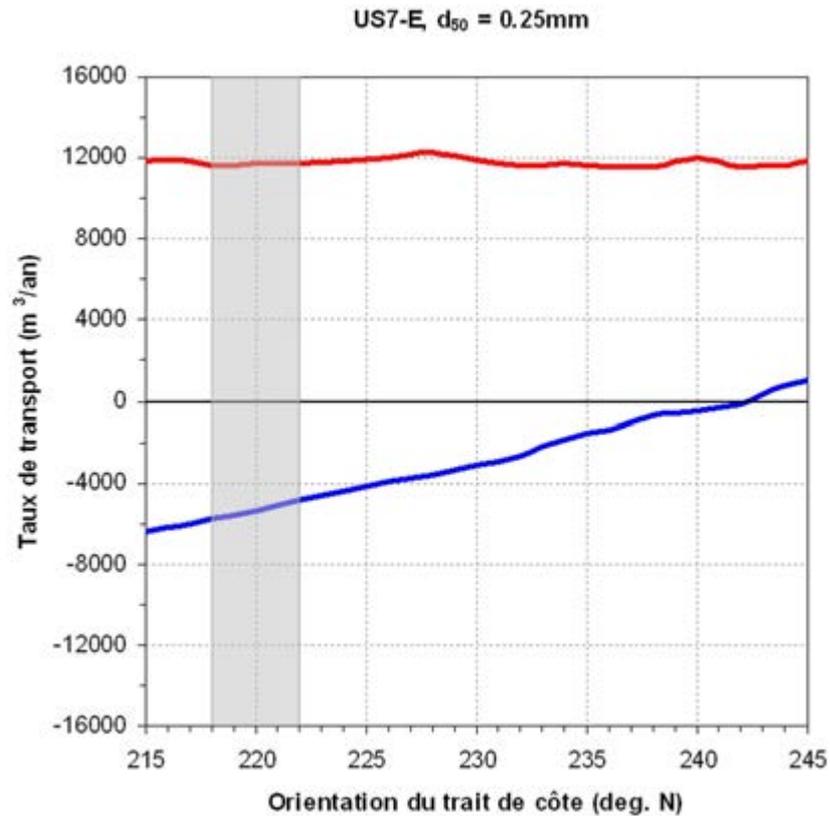


Figure B.7.27 Taux de la capacité du transport sédimentaire en fonction de l'orientation du trait de côte pour le segment US7-E : transport net (bleu) et brut (rouge) ; le transport net est positif (négatif) vers le Nord-Ouest (Sud-Est).

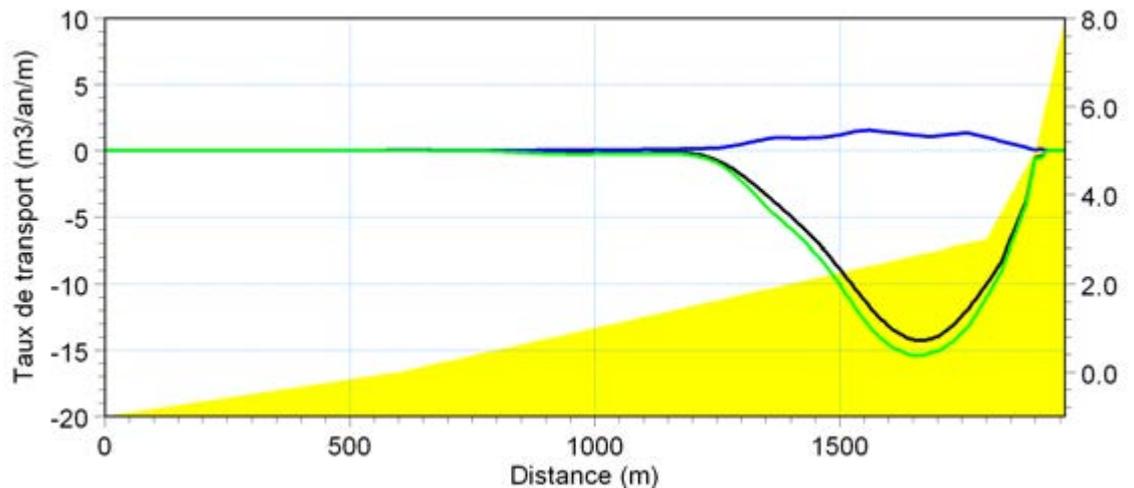


Figure B.7.28 Distribution du transport sédimentaire dans le profil pour le segment US7-E à titre indicatif pour une orientation du trait de côte de 220° : transport net (noir), transport vers le Sud-Est (vert) et vers le Nord-Ouest (bleu) ; le profil représentatif du segment US7-E est indiqué en jaune.

7.2.5 Synthèse de la dynamique littorale de l'unité sédimentaire 7

La Figure B.7.29, page suivante, synthétise les résultats de la modélisation du transit littoral net sur l'ensemble de l'unité sédimentaire 7. De manière générale, de la Pointe du Grouin du Cou jusqu'à la Pointe d'Arçay, le transit a une résultante portant vers le Sud-Est. Entre la Pointe du Grouin du Cou et la Pointe du Chiquet, la dérive littorale est de l'ordre de 20 000 m³/an vers l'Est – attention de noter que la capacité théorique du transport y est sensiblement plus large. Toutefois, vu que les sédiments meubles se trouvent uniquement juchés en haut de l'estran, un transport réaliste peut être déduit de la capacité totale : celui-ci correspond à la résultante du transport intégré sur l'estran supérieur à la cote +3 m CM, altitude limitant l'estran sableux et rocheux. Entre la Pointe du Chiquet et la Belle Henriette, le transit augmente jusqu'à 60 à 70 000 m³/an vers l'Est, ce qui correspond au transport sur l'ensemble de l'estran - à noter que malgré la dominance sableuse de l'estran, les affleurements rocheux y sont nombreux et qu'en conséquence le transport net y est vraisemblablement plus faible. Au niveau de la Belle Henriette, un changement d'orientation du trait de côte très marqué engendre une augmentation du transit sur ce littoral sableux : entre la Belle Henriette et la Faute-sur-Mer le transit net portant vers le Sud-Est est de l'ordre de 90 000 à 100 000 m³/an. En progressant vers la Pointe d'Arçay, ce transit se réduit jusqu'à 30 000 à 40 000 m³/an. Sur l'autre rive du Lay, au niveau de la Pointe de l'Aiguillon, l'apport de sédiments est de l'ordre de 5 000 à 6 000 m³/an en direction du Sud-Est.

De la Pointe du Grouin du Cou jusqu'à la Faute-sur-Mer, le transport brut est du même ordre de grandeur que le transport net : l'aspect unidirectionnel du transit résulte du fait que les houles principales sont très obliques par rapport au trait de côte. Toutefois, au niveau des pointes sableuses du Sud-Est de l'unité sédimentaire, le transport brut est supérieur : au niveau de la Pointe d'Arçay, de l'ordre de 40 000 à 50 000 m³/an et au niveau de la Pointe de l'Aiguillon, de l'ordre de 12 000 m³/an.

A l'Ouest, on ne note pas d'apport de l'US 6 vers l'US 7 par la pointe du Grouin du Cou et quasiment aucune interaction entre les deux rives de la Sèvre Niortaise car il n'y a aucune houle susceptible de transporter les sédiments.

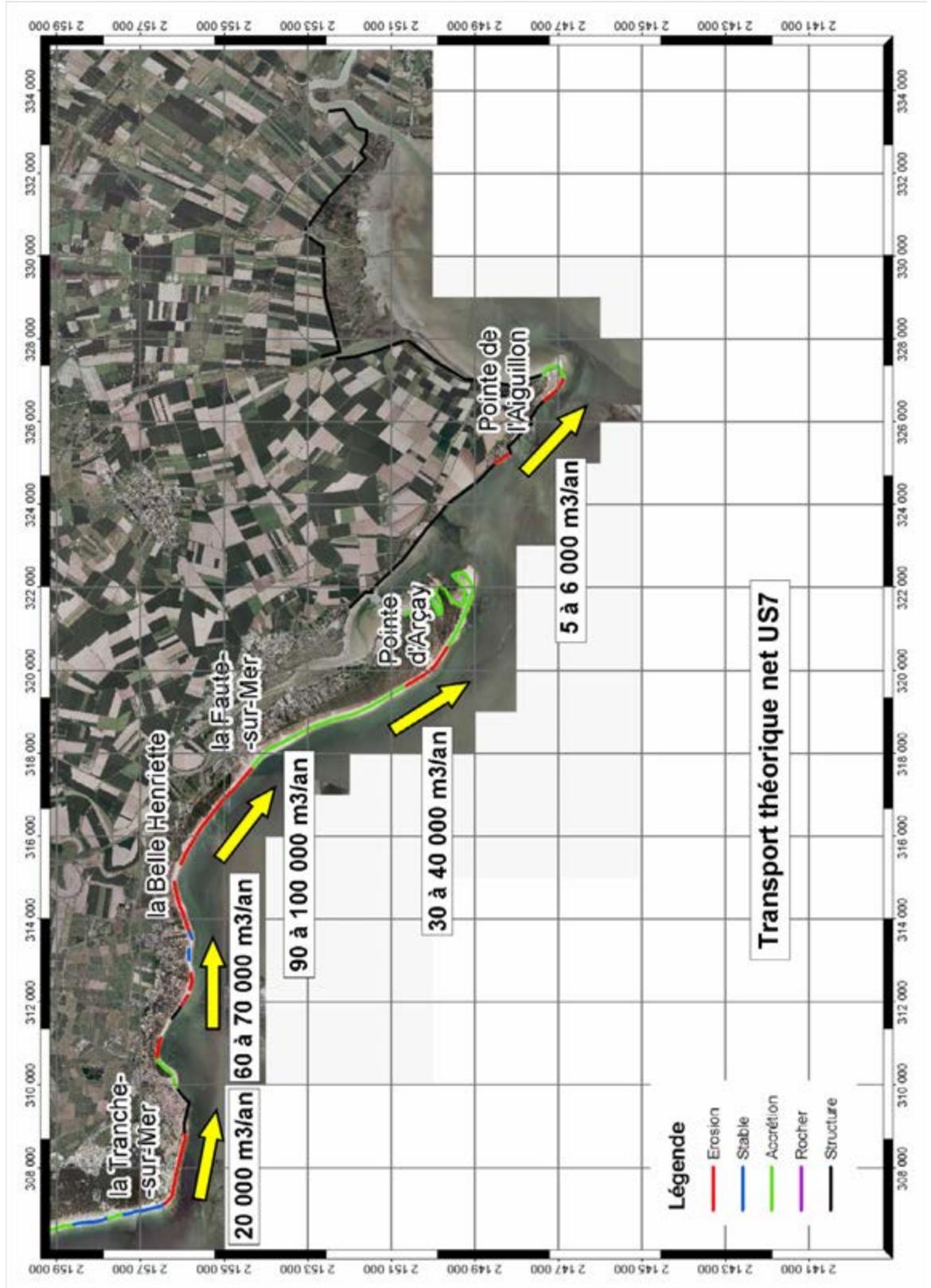


Figure B.7.29 Synthèse de la dérive littorale sur l'ensemble de l'unité sédimentaire 7.

7.2.6 Evolution de la Pointe d'Arçay

On rappelle que de la Tranche-sur-Mer à la Pointe de l'Aiguillon, la géomorphologie littorale est marquée par l'existence de deux importantes flèches qui se sont développées vers le Sud-Est, en raison d'un transport de sables d'Ouest en Est sous l'action d'une dérive littorale dirigée vers le Sud-Est : la Pointe d'Arçay d'orientation Sud/Sud-Est et la Pointe de l'Aiguillon d'orientation Sud-Est. Elles sont situées au Nord-Est du Pertuis Breton et séparent du large l'Anse de l'Aiguillon qui correspond à la partie la plus orientale de ce pertuis. Elles correspondent à deux flèches sableuses larges (Aiguillon : 700 m ; Arçay : 900 m) et longues (Aiguillon : 13 km ; Arçay : 9 km). Elles sont situées dans un environnement hydrodynamique principalement dominé par les courants de marée mais où la houle atteint sa pénétration maximale dans le Pertuis Breton.

L'évolution de ces flèches sableuses, notamment la Pointe d'Arçay, mérite un approfondissement car ces deux flèches sableuses très développées constituent deux importantes zones d'accumulation sableuse dans le Pertuis Breton. Celles-ci représentent une alimentation par la dérive littorale orientée Nord-Ouest/Sud-Est et à moins d'aménagements dans la zone littoral en aval, la Pointe d'Arçay continuera à progresser. Ainsi, l'évolution de ce cordon littoral, comprenant son extension vers le Sud-Est, le développement de crochons suivant une direction Ouest-Est et l'évolution de l'estuaire du Lay, maintient aujourd'hui un caractère particulièrement dynamique.

De plus, d'un point de vue sédimentologique, ce secteur mérite aussi un approfondissement car celui-ci se situe à la transition entre une zone de sédiments à dominance sableuse (à l'Ouest de la Pointe d'Arçay) et une zone à dominance vaseuse (à l'Est de la Pointe de l'Aiguillon).

Comme indiqué dans la description géomorphologique du cordon littoral (cf. Chapitre 7.1.1), c'est uniquement à partir du 18^{ème} siècle que la Pointe d'Arçay se développe sur la rive droite du Lay, en formant successivement des crochons dont l'orientation générale est Nord-Ouest/Sud-Est à Ouest-Est, avançant ainsi de plus de 3 km entre 1824 et 1977 avec une progression annuelle de l'ordre de 20 m. A noter que, alors que la Pointe d'Arçay n'existait pas encore, la Pointe de l'Aiguillon était peu développée. Sur ces flèches sableuses s'étendent deux ensembles de dunes sub-parallèles :

- Les dunes de la Pointe de l'Aiguillon forment un ensemble discontinu comprenant les dunes du bourg de l'Aiguillon et les dunes de l'extrémité de la pointe, qui correspond à l'extension de la flèche. Ces deux systèmes dunaires, sans doute initialement reliés, semblent avoir été disjoints par l'érosion de la face Ouest de la Pointe de l'Aiguillon. Cette érosion a été provoquée par une diminution ou un arrêt de l'alimentation sableuse probablement liée à la formation de la Pointe d'Arçay. L'endiguement récent a stabilisé le recul de la côte protégeant ainsi l'Anse de l'Aiguillon.
- Les dunes situées entre la tranche et l'extrémité de la Pointe d'Arçay forment un ensemble de largeur très variable mais à peu près continu. La terminaison orientale de la flèche se caractérise par une série de crochets successifs comme en témoigne la morphologie dentelée de sa côte orientale.

Il est toutefois important de souligner que le taux d'accroissement de la Pointe d'Arçay – mesuré en surface gagnée sur la mer – diminue depuis le 18^{ème} siècle, une diminution

de 35 000 m²/an à 13 000 m²/an en deux siècles. D'ailleurs, ceci souligne la variabilité temporelle de la dérive littorale qui alimente cet accroissement.

L'évolution récente se traduit également par l'érosion d'un chenal encadré par les deux flèches sableuses, situé devant l'estuaire du Lay et s'ouvrant sur le Pertuis Breton. En 1824, ce chenal était situé plus au Nord. Il se décale progressivement vers le Sud-Est, en suivant la migration de la Pointe d'Arçay.

Malgré l'accumulation de sédiments dans la flèche sableuse, une partie des sables transite de la Pointe d'Arçay vers la Pointe de l'Aiguillon. Le déplacement de ces sables s'effectue le long du rivage, de la Pointe d'Arçay en direction du Banc des Jaux, en étant préalablement piégés dans l'estuaire du Lay, pour arriver finalement à la Pointe de l'Aiguillon. Ils subissent en même temps un affinement de leur granulométrie. Leur granulométrie diminue d'Ouest en Est en raison du développement d'un crochon sableux à l'extrémité de la Pointe d'Arçay : il représente un obstacle à la propagation normale des houles par des phénomènes d'amortissement (diffraction et réfraction) – vu l'atténuation de la houle, l'importance du transit s'amointrit quand on se déplace de la Pointe d'Arçay vers la Pointe de l'Aiguillon. On observe donc un ensablement du chenal du Lay et une distribution différentielle des sables en fonction de la taille.

Ainsi le chenal du Lay joue un rôle de piège à sédiment, empêchant le cheminement normal des sables de la Pointe d'Arçay à la Pointe de l'Aiguillon ; seuls les plus fins atteignent le littoral aiguillonais. D'après les cartes sédimentaires établies le long de la digue du Génie, la répartition des sables en haut d'estran montre qu'effectivement, la plage au sens strict, n'est que très peu représentée : on y trouve surtout un sable vaseux dont la teneur en vase croît en direction du large.

Il est également intéressant de souligner que le colmatage de la Baie de l'Aiguillon, ainsi que la sédimentation vaseuse importante sur les rives abritées du Lay, sont les conséquences directes de la dissymétrie des courants de marée : la capacité d'évacuation est moins élevée en raison d'une durée plus faible du jusant par rapport à celle du flot. Seuls les sables ayant une granulométrie inférieure à 0,2 mm pourront être mobilisés par les courants de marée. Ils sont d'ailleurs toujours associés à de fortes teneurs en vases.

Les résultats de la modélisation du transport sédimentaire de cette étude conduisent à admettre que l'ordre de grandeur du transit littoral au niveau de la Faute-sur-Mer se situe aux environs de 100 000 m³/an. Cette valeur est en accord avec celle (généralement admise dans la littérature) qui a été déduite de l'évolution de la Pointe d'Arçay qui implique un transit de 150 000 à 200 000 m³/an. Il s'agit d'un transit non négligeable et les rapides évolutions du littoral, consécutives aux travaux d'aménagement ayant modifié les conditions de transit littoral, comme par exemple l'appontement de la Tranche-sur-Mer et la fermeture de la Casse de la Belle Henriette par une digue de sable en 1972, attestent de ce dynamisme du littoral.

A noter que des dragages sont régulièrement effectués dans l'estuaire du Lay. A titre indicatif, lors d'un dragage en septembre – novembre 2006 avec une extraction de l'ordre de 50 000 m³, 35 000 m³ ont été déposés sur deux plages situées sur la Pointe de l'Aiguillon et 15 000 m³ ont été clapés dans la Fosse de Chevarache.

7.3 Scénario d'évolution du trait de côte

On rappelle que face à la réduction de la fiabilité de l'évolution future des agents morphodynamiques – en l'occurrence, le climat de vent et de houle – avec une échéance croissante, seules les prévisions de l'évolution du trait de côte à court terme sont détaillées ci-dessous au niveau de l'unité sédimentaire, alors que pour le moyen et long terme, une évaluation de l'impact de la variabilité des facteurs agissant sur la dynamique littorale a été menée au chapitre A-3.3.3.

La mobilité du trait de côte de l'unité sédimentaire 7 en 2027 par rapport au trait de côte en 2001 est indiquée sur la Figure B.7.30. Des zooms rapprochés sur des tronçons de littoral dynamiques sont fournis de la Figure B.7.31 à la Figure B.7.35.

L'évolution du trait de côte à 50 ans indiqué sur les cartes à suivre est fournie à titre indicatif si les facteurs océano-météorologiques qui agissent sur la morphologie littorale n'évoluaient plus durant les 50 années à venir – ce qui paraît fort peu probable.

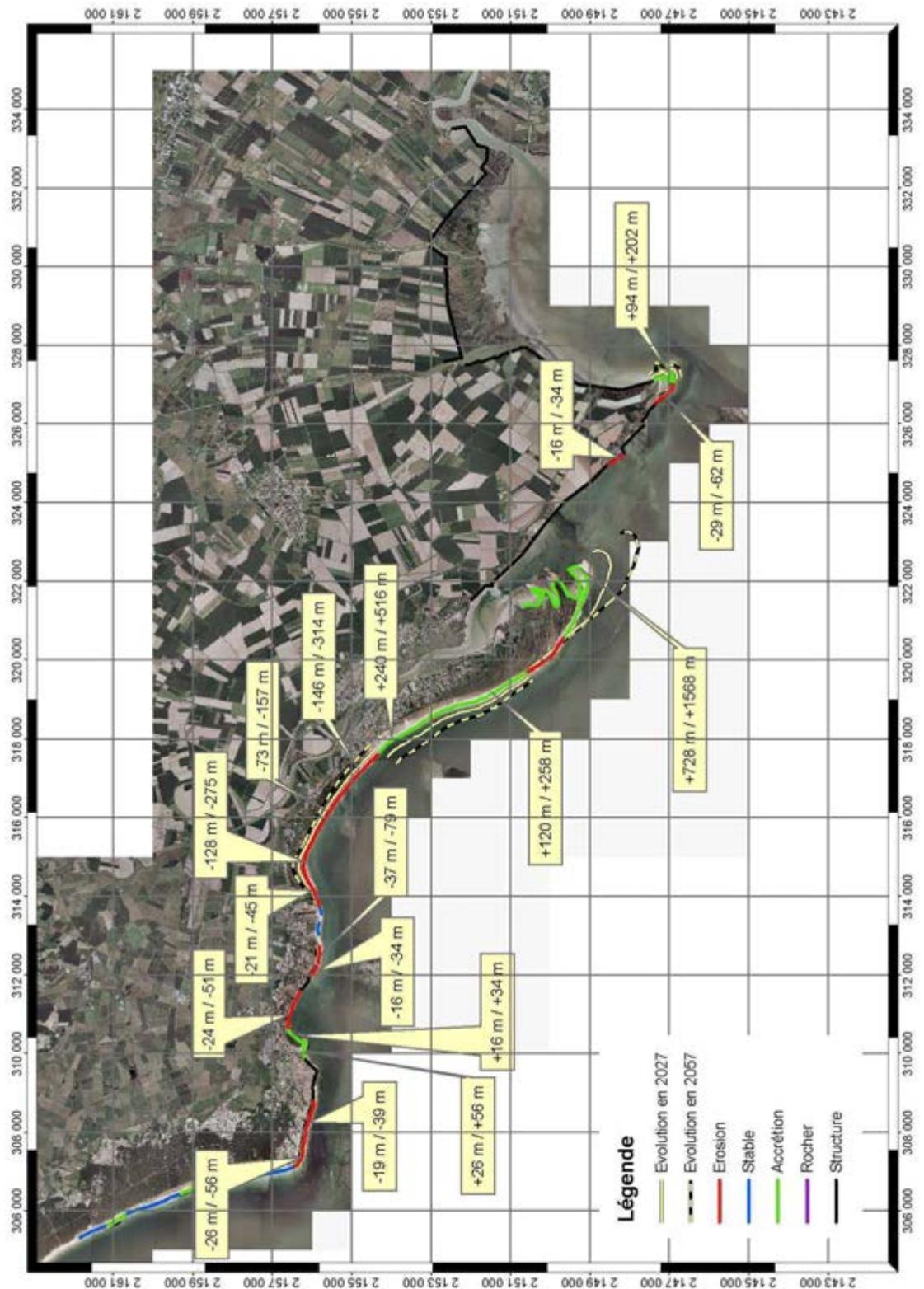


Figure B.7.30 Scénario d'évolution du trait de côte de l'unité sédimentaire 7 à court terme : mobilité du trait de côte en 2027 par rapport au trait de côte de 2001.

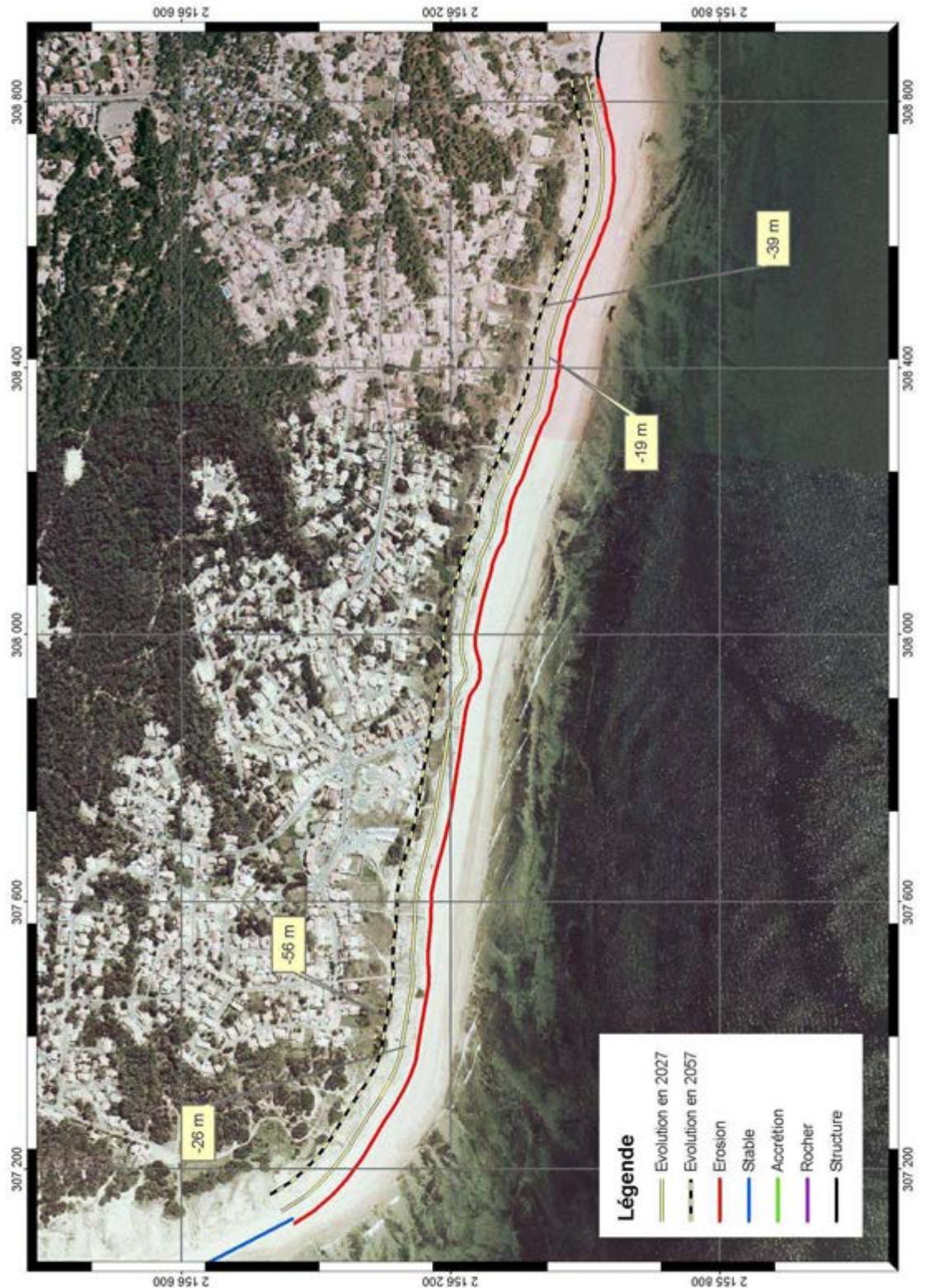


Figure B.7.31 Scénario d'évolution du trait de côte de la plage des Générelles à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.



Figure B.7.32 Scénario d'évolution du trait de côte de la Grande Plage de la Tranche-sur-Mer à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.



Figure B.7.33 Scénario d'évolution du trait de côte de la Plage Clémenceau à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.



Figure B.7.34 Scénario d'évolution du trait de côte de la plage de la Grière à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.



Figure B.7.35 Scénario d'évolution du trait de côte de l'Anse des Rouillères à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027.

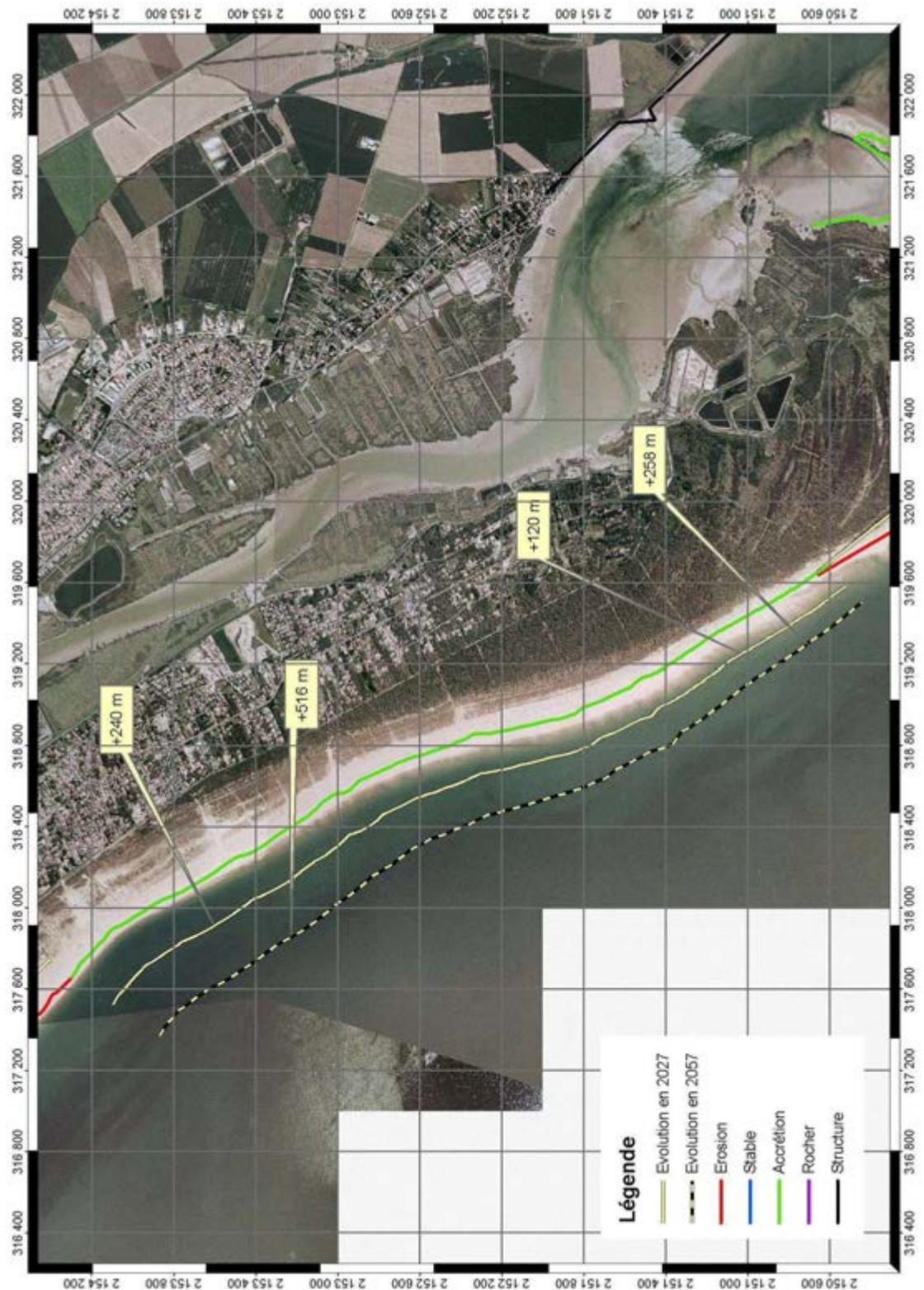


Figure B.7.36 : Scénario d'évolution du trait de côte de la Grande Plage de la Faute-sur-Mer à la plage de la barrique à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027

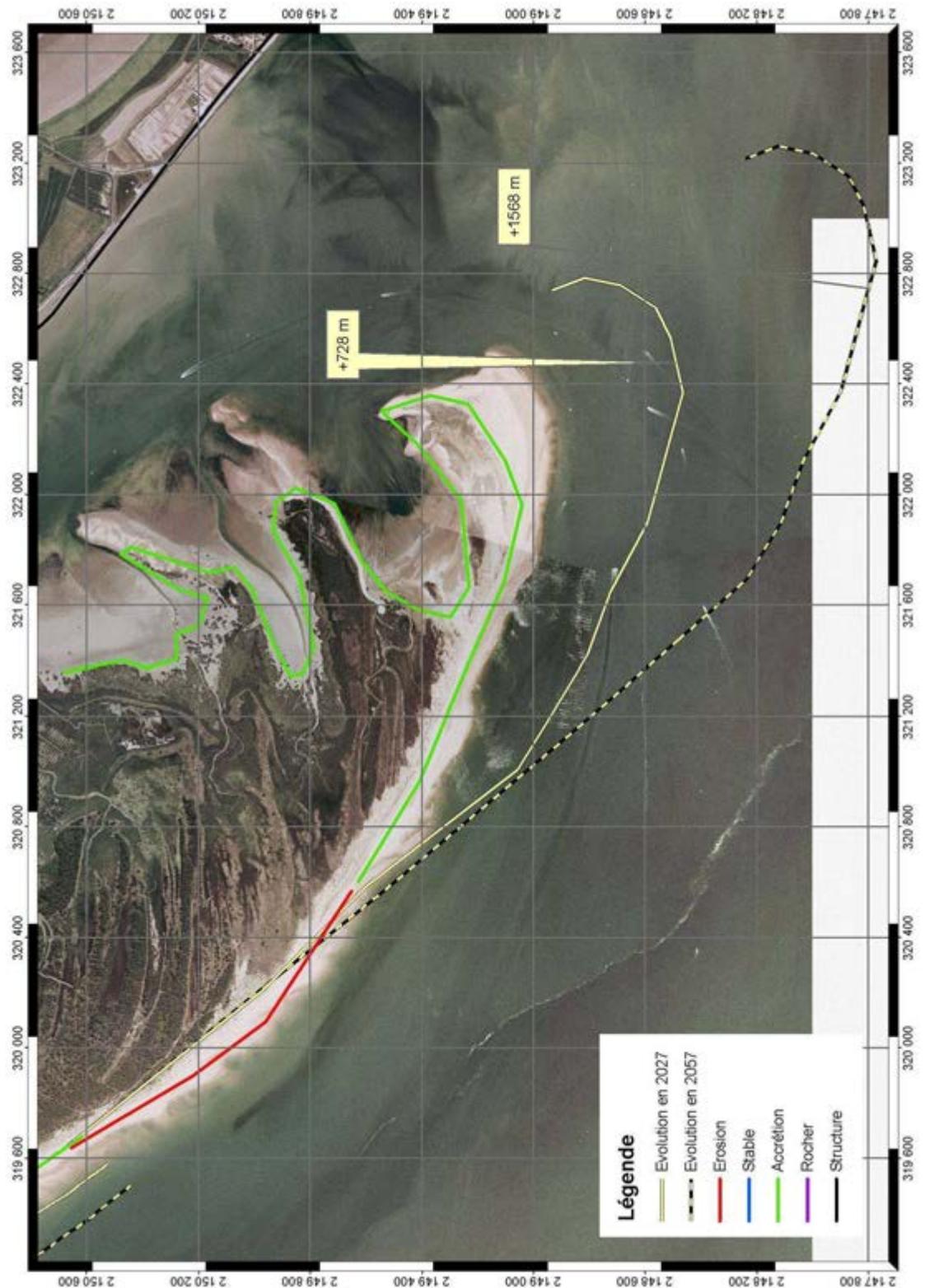


Figure B.7.37 : Scénario d'évolution du trait de côte de la Pointe d'Arçay à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027



Figure B.7.38 : Scénario d'évolution du trait de côte de la plage de l'Eperon à court terme : localisation du trait de côte en 2001 et 2027

7.4 Objectif des ouvrages de protection en place

Une cartographie des protections en place a été établie à l'échelle de l'unité sédimentaire. Cette carte, recensant les divers systèmes de protection en place, est associée à un tableau présentant une évaluation de leur efficacité actuelle. L'évaluation des ouvrages menée ci-après peut servir à la justification de leur présence mais ne représente pas une évaluation de leur état structurel. Ainsi, la question de leur devenir, voire de leur entretien n'est pas posée quel que soit le degré d'efficacité et de détérioration en ce qui concerne les ouvrages les plus endommagés. A noter que cette évaluation a le caractère de note de synthèse des tendances sur l'usage et l'efficacité de ces ouvrages.

L'évaluation des ouvrages de protection en place est menée selon la classification tenant compte de l'objectif de l'ouvrage en place et d'atteinte de l'objectif avec des effets plus ou moins indésirables. De façon générale, les types d'ouvrage de protection les plus fréquents sur la côte vendéenne interviennent sur le transit littoral ou sur le trait de côte ; en l'occurrence, sur le littoral de l'unité sédimentaire 7, il s'agit d'épis et d'ouvrages longitudinaux, tels que perrés et digues respectivement. Pour ces types d'ouvrage, la classification est plus détaillée ci-dessous.

Dans cette étude, l'efficacité d'un épi est évaluée par rapport à sa capacité à intercepter une partie de la dérive littorale. Un épi efficace est donc capable de maintenir une accumulation de sédiments à l'amont de celui-ci ; si la plage à l'amont est stabilisée, l'épi est efficace malgré un éventuel *by-pass* de sédiments vers l'aval. A l'opposé, un épi non-efficace est incapable d'intercepter des sédiments en transit ; celui-ci est donc perméable et permet une fuite de sédiments alimentant la dérive littorale. Il faut noter ici qu'un épi est jugé efficace malgré d'éventuels effets non-désirables comme un risque d'érosion accentuée de l'estran au niveau du musoir et du trait de côte à l'aval de celui-ci. De plus, dans le contexte de la présente expertise, même si la configuration d'un épi est uniquement capable de stabiliser le haut estran, celui-ci est jugé efficace ; ainsi, un épi de faible longueur par rapport à la largeur de la zone littorale, mais, néanmoins capable d'intercepter une faible partie de la dérive littorale, est jugé efficace.

L'efficacité d'un perré est évalué par rapport à son imperméabilité d'un point de vue hydrosédimentaire et ainsi par rapport à sa capacité à maintenir le trait de côte à une position fixe. Généralement établi sur un tronçon de plage à tendance érosive, un perré est donc efficace si le recul du trait de côte sur ce tronçon est arrêté ; essentiellement, par sa présence, un perré est toujours efficace si celui-ci n'est pas endommagé. A l'opposé, un perré est non-efficace s'il permet une fuite de sédiments vers l'estran engendrant des points d'affouillement en arrière de l'ouvrage. Attention de noter qu'un perré est jugé efficace malgré d'éventuels effets non-désirables comme un risque d'affouillement à la base de l'ouvrage et un risque d'érosion accentuée du trait de côte à l'aval de celui-ci.

Sur la côte vendéenne, des successions d'ouvrages sont fréquentes ; le rapprochement de ces ouvrages permet généralement d'en évaluer l'efficacité pour l'ensemble de ceux-ci. Il est important de souligner qu'une batterie d'ouvrages efficaces, qu'il s'agisse d'une série d'épis ou de perrés, peut donner un sentiment d'efficacité vu la fixation du trait de côte dans l'immédiat. Or, vu que ni l'épi ou le perré ont un impact sur la houle incidente, les conditions de forçage à la côte ne sont pas atténuées et l'aléa érosion reste inchangé. Ainsi, si un gradient de transport sédimentaire existe le long d'une zone

littorale dont le trait de côte est efficacement stabilisé par une batterie d'ouvrages, on peut observer un abaissement progressif de l'estran malgré la position fixe du trait de côte.

Un recensement des divers systèmes de protection en place sur le littoral de l'unité sédimentaire 7 est illustré sur la Figure B.7.40 et la Figure B.7.41 ; l'évaluation de leur efficacité actuelle est présentée dans le tableau suivant :

Tableau B.23: Tableau d'évaluation de l'objectif des ouvrages de l'US7 face à la dynamique sédimentaire

Localisation	Commune	Type d'ouvrage	Objectif de l'ouvrage	Atteinte de l'objectif
Plage des Générelles	La Tranche-sur-Mer	Enrochement, longueur de 460m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage des Générelles	La Tranche-sur-Mer	Perré maçonné, longueur de 280m	Maintenir le trait de côte	Non
Plage des Générelles	La Tranche-sur-Mer	Epi de l'Aunis, longueur de 50m	Maintenir le trait de côte	Oui
Grande Plage	La Tranche-sur-Mer	Perré maçonné, longueur de 450m	Maintenir le trait de côte	Oui
Grande Plage	La Tranche-sur-Mer	Epi (embarcadère), longueur de 250m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage Clémenceau	La Tranche-sur-Mer	2 épis, longueur de 40 et 50m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage de la Grière	La Tranche-sur-Mer	Batterie de 8 épis, de 40 à 100m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage de la Grière	La Tranche-sur-Mer	Enrochement, longueur de 390m	Maintenir le trait de côte	Oui
Plage de la Grière	La Tranche-sur-Mer	4 enrochements, longueur de 30 et 40m	Maintenir le trait de côte	Oui
Les Rouillères	La Tranche-sur-Mer	2 épis, longueur de 70m	Maintenir le trait de côte	Oui
La Belle Henriette	La Faute-sur-Mer	Perré maçonné (digue de front de mer), longueur de 1300m	Maintenir le trait de côte	Oui
Pointe d'Arçay	l'Aiguillon-sur-Mer	Digue en terre, longueur de 1900m	Maintenir le trait de côte	Oui
Pointe d'Arçay	La Faute-sur-Mer	Perré maçonnée, longueur de 2800m	Maintenir le trait de côte	Oui
Camping de la Faute-sur-Mer	La Faute-sur-Mer	Perré maçonnée (digue du camping), longueur de 640m	Maintenir le trait de côte	Oui
La Faute-sur-Mer	La Faute-sur-Mer	Enrochement (digue Est RD), longueur de 2000m	Maintenir le trait de côte	Oui
Les Grands Relais	Saint-Michel-en-l'Herm	Digue en terre (MM. Casseron et Priouzeau), longueur de 1100m	Maintenir le trait de côte	Oui
Les Grands Relais	l'Aiguillon-sur-Mer	Digue en terre (digue des Grands Relais), longueur de 890m	Maintenir le trait de côte	Oui
Petite jetée des Caves	l'Aiguillon-sur-Mer	Epis, longueur de 130m	Maintenir le trait de côte	Oui
Pointe de l'Aiguillon Ouest	l'Aiguillon-sur-Mer	Enrochement (digue du Génie), longueur de 5000m	Maintenir le trait de côte	Oui
Pointe de l'Aiguillon	l'Aiguillon-sur-Mer	Batterie de 6 épis, longueur de 20 à 110m	Maintenir le trait de côte	Oui
Pointe de l'Aiguillon	l'Aiguillon-sur-Mer	Enrochement, longueur de 1500m	Maintenir le trait de côte	Oui
Pointe de l'Aiguillon	l'Aiguillon-sur-Mer	Batterie de 4 épis, longueur de 85 à 110m	Maintenir le trait de côte	Oui
Pointe de l'Aiguillon Est	l'Aiguillon-sur-Mer	Enrochement (digue de front de mer), longueur de 1350m	Maintenir le trait de côte	Oui
Pointe de l'Aiguillon Est	Saint-Michel-en-l'Herm	Enrochement (digue de front de mer), longueur de 4000m	Maintenir le trait de côte	Oui
Anse de l'Aiguillon	Triaize	Digue en terre (digue des Wagons), longueur de 3600m	Maintenir le trait de côte	Oui
Anse de l'Aiguillon	Champagné-les-Marais	Digue en terre (digue des Prises), longueur de 1400m	Maintenir le trait de côte	Oui
Anse de l'Aiguillon	Puyravault	Digue en terre (digue d'en bas), longueur de 860m	Maintenir le trait de côte	Oui
Anse de l'Aiguillon	Puyravault	Enrochement, longueur de 1150m	Maintenir le trait de côte	Oui

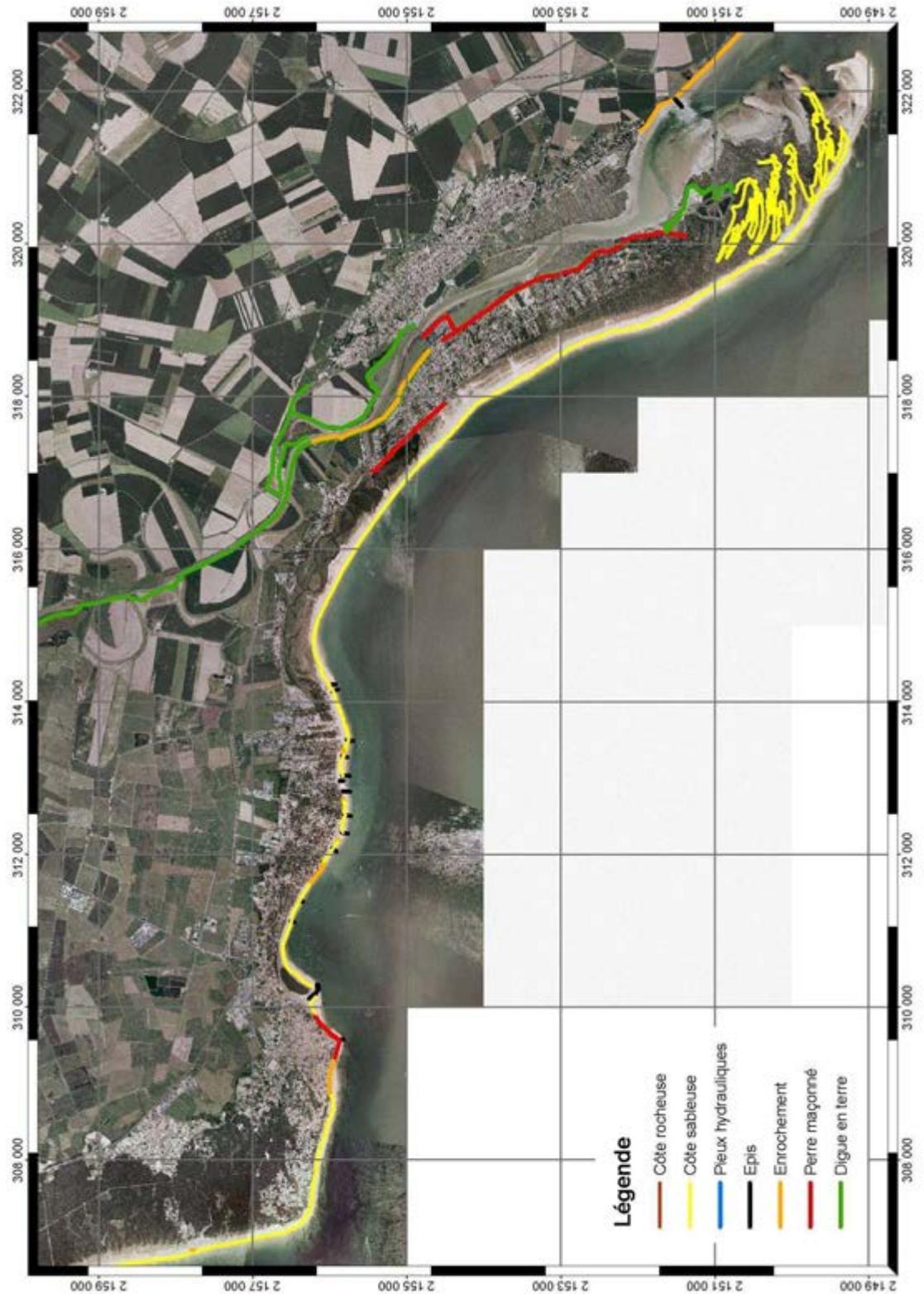


Figure B.7.40 Cartographie des ouvrages sur l'unité sédimentaire 7

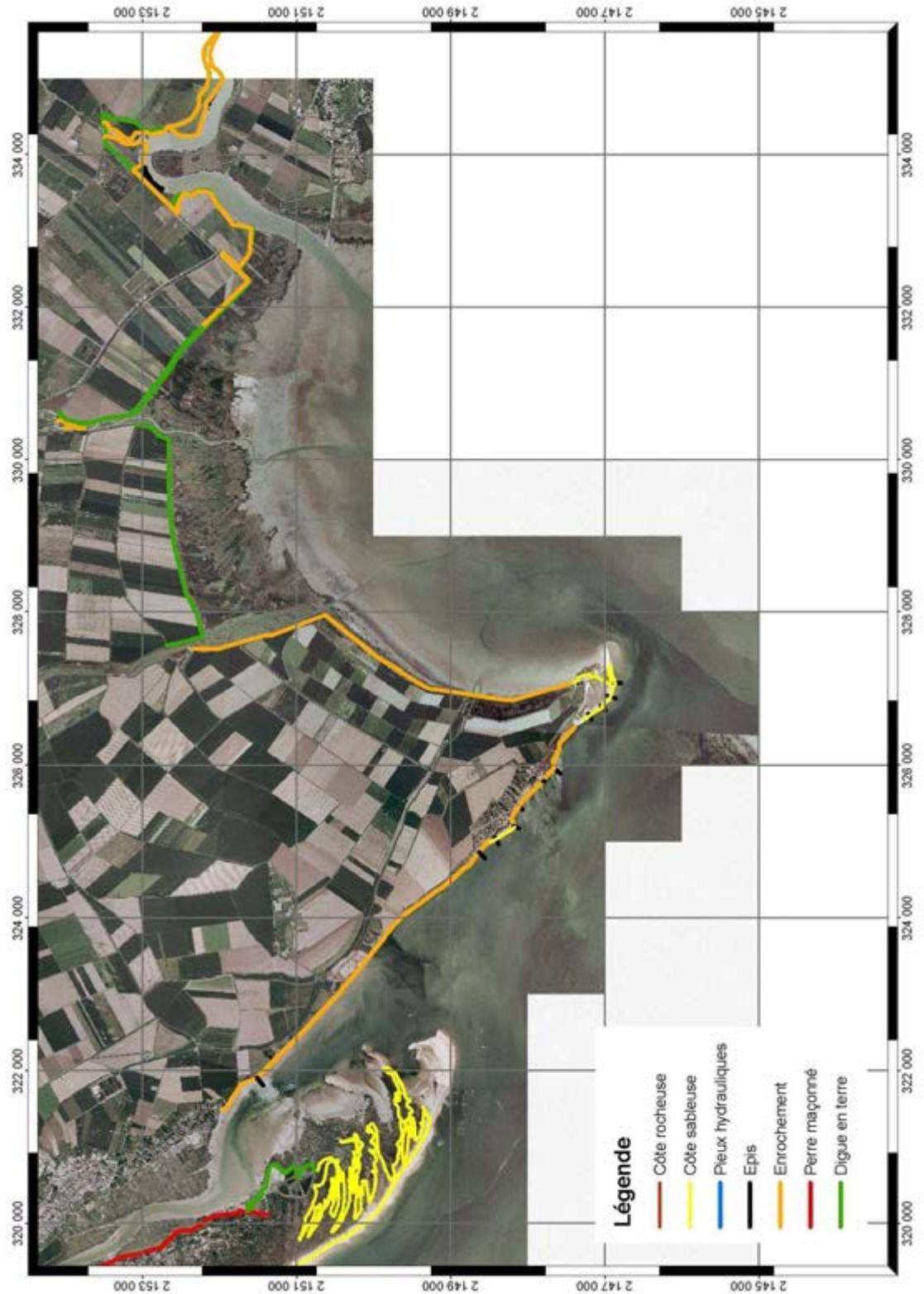


Figure B.7.41 Cartographie des ouvrages sur l'unité sédimentaire 7

7.5 Aléas et enjeux

Les enjeux sont cartographiés sur une frange littorale de 5 kilomètres environ et classés en 3 thématiques :

- Activités économiques : le littoral depuis l'Anse du Maupas jusqu'à la Baie de l'Aiguillon en passant par le delta du Lay est exploité par des concessions conchylicoles, notamment de bouchots. Les zones commerciales sont regroupées autour de la Tranche-sur-Mer et de l'Aiguillon-sur-Mer. De nombreux campings sont implantés près de la Tranche, sur les rives de la Belle Henriette, le long du Lay et de la pointe de l'Aiguillon. La pointe et l'Anse de l'Aiguillon sont principalement occupées par les cultures et les zones humides.

- Habitat / Equipement : les grands pôles urbains sont les communes de la Tranche-sur-Mer, la Faute-sur-Mer et l'Aiguillon-sur-Mer qui sont reliées par l'axe routier D46. Une station d'épuration est située à l'Est de la Tranche et une autre près de l'Aiguillon-sur-Mer.

- Qualité du patrimoine naturel et culturel : le front de mer très urbanisé de la Pointe du Grouin du Cou jusqu'à l'Anse des Rouillères laisse la place à quelques zones Natura 2000 et ZNIEFF. Ces zones protégées s'étendent plus largement de la Belle Henriette à la pointe d'Arçay, elle-même plantée de la forêt domaniale de Longeville. La Pointe et l'Anse de l'Aiguillon sont des zones Natura 2000 et ZNIEFF comportant 3 réserves naturelles et une propriété du conservatoire du littoral à la Prée Mizotière.

Cette cartographie à l'échelle de l'unité sédimentaire 7 permet de visualiser les différents types d'enjeux selon les secteurs géographiques. Les informations représentées sont notamment issues de la BD Topo de l'IGN, de l'IPLI2000, de la DIREN et de la DDE.

Concernant les aléas d'érosion, l'unité 7 a été découpée en 5 segments cohérents en fonction de l'homogénéité des contours bathymétriques afin de respecter l'hypothèse de linéarité du modèle LITPACK. La modélisation numérique a permis de quantifier les taux de transport sur chaque segments US7-A, US7-B, US7-C, US7-D et US7-E ainsi que la direction du transport net. Chaque sous-secteur est ensuite analysé suivant la nature de son trait de côte (côte sableuse, côte rocheuse ou côte artificielle).

L'analyse des photos aériennes de 1975 et 2001 fait apparaître les grandes tendances des secteurs en érosion / accrétion ou stables. Le secteur entre la plage des Générelles et la Belle Henriette est en érosion significative avec des taux de -1 m/an pour le premier et de -5 m/an pour le second. Le littoral de la pointe d'Arçay est en accrétion dans sa partie Nord et en érosion / accrétion au Sud. Le reste du littoral est globalement structuré sauf sur la pointe de l'Aiguillon dont la façade Ouest est en érosion alors que sa façade Est est en accrétion. A noter que cette analyse n'est valable que pour les portions de côte sableuse. L'évolution des côtes rocheuses est difficilement analysable par photos aériennes, leur trait de côte est généralement stable. L'analyse des côtes structurées par contre ne nous renseigne pas sur la tendance à l'érosion étant donné leur caractère artificiel. Les différents ouvrages longitudinaux fixent bien le trait de côte mais ne résolvent pas le problème d'érosion.

Les aléas de submersion sont très nombreux sur cette unité à cause des zones marécageuses de la pointe de l'Aiguillon. Au total on compte 5150 ha de terres

submergées dont 609 ha avec un aléa fort, 487 ha avec un aléa fort à moyen et 4054 ha avec un aléa faible à moyen.

Le Tableau B.24 fait la synthèse par secteur des aléas et des enjeux de l'unité sédimentaire 7. Noter que lorsque le trait de côte est indiqué comme structuré cela ne veut pas dire qu'il n'y a pas de phénomène d'érosion. Le littoral a été structuré afin que la ligne de rivage reste fixe mais il peut subsister un transport sédimentaire déficitaire qui engendre une érosion de l'estran et des fonds, et peut être problématique notamment devant les ouvrages où il est responsable d'affouillements.

Tableau B.24 : Synthèse des aléas et des enjeux sur l'US7

Secteur		Nature du trait de côte	Aléa		Enjeux		
			Nature	Degré	Activités économiques	Habitat et Equipement	Qualité du Patrimoine
US7-A	Plage des Générelles Grande Plage	Plage/ Enrochement/ Perré	Evolution du trait de côte	érosion / structuré	campings dans les terres		Natura 2000
			Submersion	fort sur 11 ha		urbanisation diffuse à dense	
US7-B	Plage Clémenceau Plage de la Grière	Dune	Evolution du trait de côte	érosion / stable	campings, conchyliculture	urbanisation diffuse à dense, station d'épuration	ZNIEFF, Natura 2000
			Submersion	néant			
US7-B US7-C	Anse des Rouillères La belle Henriette	Dune	Evolution du trait de côte	érosion	élevage, conchyliculture		ZNIEFF, Natura 2000
			Submersion	fort sur 60 ha faible à moyen sur 183 ha			
US7-D	Forêt Domaniale de Longeville, Pointe d'Arçay	Dune	Evolution du trait de côte	accrétion / érosion / accrétion	camping, élevage, conchyliculture		Forêt domaniale
			Submersion	néant			
	Rive droite du Lay, La Faute-sur-Mer	Enrochement/Digue en terre	Evolution du trait de côte	structuré	camping, port, conchyliculture	urbanisation diffuse à dense	ZNIEFF, Natura 2000
			Submersion	fort sur 44 ha faible à moyen 165 ha			
	Rive gauche du Lay, Aiguillon sur Mer	Digue en terre/Perré	Evolution du trait de côte	structuré	camping, port, conchyliculture	urbanisation diffuse à dense	ZNIEFF, Natura 2000
			Submersion	fort sur 17 ha + 8 ha			
				moyen à fort sur 19 ha faible à moyen sur 102 ha			

Secteur		Nature du trait de côte	Aléa		Enjeux		
			Nature	Degré	Activités économiques	Habitat et Equipement	Qualité du Patrimoine
US7-E	Petite jetée des Caves, début digue de défense à la Grande jetée	Enrochement (petite Dune)	Evolution du trait de côte	structuré / érosion	camping, culture, conchyliculture	urbanisation diffuse	ZNIEFF, Natura 2000
			Submersion	fort sur 35 ha			
				moyen à fort sur 31 ha+1 ha+ 6 ha+ 8 ha+ 5 ha+ 81 ha+ 6 ha+ 43 ha=181 ha			
	faible à moyen sur 71ha (Dessèchement le Roux)						
	Pointe de l'Aiguillon	Enrochement/ Dune avec épis sur la Pointe	Evolution du trait de côte	érosion / accrétion	élevage		ZNIEFF, Natura 2000
			Submersion	fort sur 22 ha			
				moyen à fort sur 10 ha+ 24 ha			
	faible à moyen sur 924 ha (remontant jusqu'à la Prise du bois coté digue de défense et jusqu'à la Prise des Corsive coté Anse/Digue d'en Bas)						
	Anse de l'Aiguillon, Prise des corsives	Enrochement	Evolution du trait de côte	structuré	élevage, culture		ZNIEFF, Natura 2000, Réserve naturelle
			Submersion	fort sur 33 ha + 10 ha + 10 ha = 53 ha			
				moyen à fort sur 15 ha			
	Anse de l'Aiguillon, Digue des wagons	Digue en terre	Evolution du trait de côte	structuré	élevage, culture		ZNIEFF, Réserve naturelle
			Submersion	fort sur 41 ha + 7 ha			
				moyen à fort sur 4 ha			

Secteur		Nature du trait de côte	Aléa		Enjeux		
			Nature	Degré	Activités économiques	Habitat et Equipement	Qualité du Patrimoine
	Anse de l'Aiguillon, Digue des Prises, Digue d'en bas	Digue en terre/ Enrochement	Evolution du trait de côte	structuré	élevage, culture		ZNIEFF, Natura 2000, Réserve naturelle
			Submersion	fort sur 39 ha			
	Anse de l'Aiguillon, Digue de la Bosse	Digue en terre/ Enrochement	Evolution du trait de côte	structuré	élevage, culture		ZNIEFF, Natura 2000, Réserve naturelle
			Submersion	fort sur 8 ha + 29 ha			
				moyen à fort sur 20 ha + 7 ha (embouchure canal de l'Epine dans la Sèvre)			
			faible à moyen sur 250 ha				

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Antéa (décembre 1995) – « Diagnostic de stabilité des falaises de la corniche vendéenne », Commune de Saint-Hilaire-de-Riez.

Antéa (novembre 1995) – « Diagnostic sur l'état des falaises du Prégneau et du Marais Girard », Ville de Brétignolles-sur-Mer.

Antéa (novembre 1999) – « Notice d'impact concernant la réalisation de travaux de défense contre la mer – Communes de Saint-Hilaire-de-Riez et de Brétignolles-sur-Mer », Communauté de Communes Côte de Lumière.

Antéa / Bceom (2001) – « Etude de définition, réalisation d'un diagnostic des ouvrages de défense contre la mer sur le littoral de Vendée », Conseil Général de Vendée.

Association 12 sur 12 (non daté) – « Principales catastrophes et cataclysmes dans l'île de Noirmoutier depuis le III^{ème} siècle ».

Association Autrefois La Tranche (1991) – « La Tranche-sur-Mer d'Hier et d'Aujourd'hui ».

Bachelier P. (1993) – « Géomorphologie et dynamique littorale des Sables d'Olonne aux falaises du Veillon », mémoire de Maîtrise de géographie, Igarun.

Battjes, J.A., and Janssen J.P.F.M. (1978) - Energy Loss and Set-Up due to Breaking of Random Waves. Proc. of the 16th Int. Conf. On Coastal Eng. pp. 569-587, Hamburg.

Bceom et Ouest-Infra (juin 2000) – « Défense contre la mer de la Grande Plage de Saint-Gilles-Croix-de-Vie – Notice d'impact », Communauté de Communes Côte de Lumière.

Benoit, M. and Lafon, F. (2004) – « A nearshore wave atlas along the coasts of France based on the numerical modelling of wave climate over 25 years ». EDF R&D LNHE.

Boiral, M., Fage, J. and Lamy, P. (1990) – « Autrefois La Tranche, un village vendéen à la Belle Epoque (1900 – 1914) ».

Boiral, M., Fage, J. and Lamy, P. (1991) – « Autrefois La Tranche, un village vendéen de la Grande Guerre aux Années Folles (1914 – 1930) ».

Boiral, M., Fage, J. and Lamy, P. (2001) – « Autrefois La Tranche, un village vendéen dans les années trente (1930 – 1939) ».

Boiral, M. and Joussaume, R. (1990) – « La Tranche-sur-Mer avant notre ère, dans son contexte régional – Préhistoire en Vendée ».

Bonnin, C. (1993) – « Les forêts et les dunes littorales vendéennes », mémoire de DEA, Igarun.

Brizot, F. (2000) – « Traitement de l'érosion côtière entre Saint-Jean-de-Monts et Saint-Gilles-Croix-de-Vie », mémoire de DEA, Igarun.

Caillé, S. (2003) – « Les côtes sableuses : du XIX^e siècle à nos jours », Editions Siloë.

CETE Ouest (décembre 1984) – « La Tranche-sur-Mer, Création d'un plan d'eau - Reconnaissance des sols, Etude de faisabilité ».

Coutureau, E. and Maheux, H. (1994) – « Yeu et Noirmoutier, îles de Vendée », Cahiers du Patrimoine.

Créocéan (mars 1992) – « La Tranche-sur-Mer, projet de port de plaisance, mesures en nature », DDE Vendée.

Créocéan (avril 1997) – « District de Noirmoutier – Programme de défense contre la mer – Rapport provisoire ».

Créocéan (mars 1998) – « Réensablement de la Grande Plage de Saint-Gilles-Croix-de-Vie – Etude de faisabilité », Commune de Saint-Gilles-Croix-de-Vie.

Créocéan (mai 1999) – « Protection de la dune au droit des deux secteurs urbanisés : les Becs et les Mouettes », Communauté de Communes Côte de Lumière.

Créocéan (octobre 1999) – « Etude préalable à la protection de la plage du Veillon », Mairie de Talmont-Saint-Hilaire.

Créocéan (avril 2000) – « Aménagement de la Grande Plage de Saint-Gilles-Croix-de-Vie – Expertise sédimentaire et définition d'un avant-projet », Communauté de Communes Côte de Lumière.

DDE de la Vendée (avril 1984) – « Etude d'impact d'un perré en enrochements dans le site classé du Havre de la Gachère », Commune d'Olonne-sur-Mer.

DDE de la Vendée (mai 1985) – « Etude d'impact d'un épi expérimental sur la plage de la Grande Conche », Commune de l'Ile d'Yeu.

DDE de la Vendée (septembre 1985) – « Etude d'impact des ouvrages de défense contre la mer, Le Goulet – Le Bouil », Commune de Longeville-sur-Mer.

DDE Subdivision de Beauvoir (1988 à 1998) – « Levés de l'estran. Défense contre la mer »

DHI (2007) – « Longshore current and littoral drift. LITDRIFT user guide ».

DHI (2007) – « MIKE 21 Spectral Wave Module. Scientific Documentation ».

Ecocéan / SCE (1990) – « Travaux de défense contre la mer, Etude d'impact », Syndicat Mixte pour la réfection de la Digue du Génie, L'Aiguillon sur Mer.

Engelund, F. and Fredsøe, J. (1976) – « A sediment transport model for straight alluvial channels », Nordic Hydrology, 7, pp. 296-306

Fondaconcept (février 2004) – « Corniche vendéenne – Etude diagnostic sur l'état et la stabilité des falaises », Communauté de Communes Côte de Lumière / Commune de Saint-Gilles-Croix-de-Vie et de Saint-Hilaire-de-Riez.

Fondaconcept (février 2004) – « Falaise du Marais Girard – Etude de diagnostic sur l'état et la stabilité des falaises », Communauté de Communes Côte de Lumière / Commune de Brétignolles-sur-Mer.

Fondaconcept (février 2004) – « Falaise du Prégneau – Etude de diagnostic sur l'état et la stabilité des falaises », Communauté de Communes Côte de Lumière / Commune de Brétignolles-sur-Mer.

Gérard, C. (septembre 1992) – « Les dunes littorales de Fromentine à la corniche vendéenne : étude écogéographique », mémoire de Maîtrise, Igarun.

Hénaff, A. (2004) – « Mobilité des littoraux et variabilité des vents de tempête et des houles dominantes au cours du dernier siècle en Bretagne ». XVIIème colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Caen, 8-11 septembre 2004.

Hénaff, A. (2006) – « Projet DISCOBOLE – Contribution à la phase 3 : recherche d'indicateurs géomorphologiques de l'orientation des houles sur les côtes françaises de l'Atlantique et de la Manche au cours des 25 dernières années, analyse des données et comparaison avec les données de l'atlas numérique de houle EDF-LNHE ». Laboratoire Géomer LETG UMR 6554 CNRS – Institut Universitaire Européen de la Mer.

Hoozemans, F.M.J. (1990) – « Long term changes in wind and wave climate of the North Sea ». The Dutch coast – Report of a session of the 22nd ICCE. Delft.

Hydroexpert (octobre 1987) – « Programme décénal de travaux de défense contre la mer de l'île de Noirmoutier – Etude d'impact – Rapport provisoire », Sivom de l'île de Noirmoutier / Direction Départementale de Vendée.

Hydroexpert (avril 1990) – « Défense contre la mer du littoral de l'île de Noirmoutier » - District de Noirmoutier / DDE Vendée, Service Maritime.

IPCC (2001) – « Climate Change 2001 : The Scientific basis of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change ». Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Noguer, M., van der Linden, P.J., Dai, X., Maskell, K. and Johnson, C.A. (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Lchf (juin 1980) – « Etude d'aménagement du site de Bourgenay », DDE de la Vendée / Département de la Vendée.

Lchf (mars 1981) – « Saint-Vincent-Sur-Jard, étude d'un port de plaisance », DDE de Vendée, commune de Saint-Vincent-sur-Jard.

Lchf (juillet 1982) – « Saint-Vincent-Sur-Jard, étude de défense des côtes », DDE de Vendée, commune de Saint-Vincent-sur-Jard.

Lchf (mars 1983) – « Etude de la défense du littoral Sud-Est de l'île d'Yeu », DDE de la Vendée / Commune de l'île d'Yeu.

Lchf (décembre 1984) – « La Tranche-sur-Mer, Aménagement de la Casse du Maupas – Avis technique de faisabilité ».

Lchf (mars 1985) – « Plage des Demoiselles, note de synthèse », DDE de la Vendée / Communes de Saint-Jean-de-Monts et de Saint-Hilaire-de-Riez.

Lchf (janvier 1986) – « Le Gois – Fromentine, hydraulique et sédimentologie – avis technique », Département de la Vendée / DDE.

Lchf (1987) – « Restauration de la plage des Sables d'Olonne – Rapport Général », Commune des Sables d'Olonne.

Lchf (juin 1987) – « Défense contre la mer de la Plage des Demoiselles, étude d'impact », DDE de la Vendée / Communes de Saint-Jean-de-Monts.

Lchf (1987) – « Catalogue sédimentologique des côtes françaises, Côtes de la Manche et de l'Atlantique », Secrétariat d'Etat à la Mer, Direction des Ports et de la Navigation Maritimes.

Mangor, K. (2004). – « Shoreline Management Guidelines », DHI Water & Environment

Marchand, M. (1990) – « Etude de la dynamique littorale et de ses effets actuels et historiques sur la côte entre Saint-Gilles et la Chaume aux Sables d'Olonne », mémoire de Maîtrise de Géographie, Igarun.

Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement / Ministère de l'équipement, des transports et du logement (1997) – « Plans de prévention des risques littoraux (PPR), guide méthodologique ». La Documentation Française.

Miossec, A. (1998) – « Erosion marine, les réponses », Mappemonde n° 52.

Miossec, A. (2004) – « Etude des lieux, dynamique et proposition de gestion de l'Ile d'Yeu. »

Paysages de l'Ouest (...) – « Plan Local d'Urbanisme de la commune de l'Ile d'Yeu »

Pirazzoli, P.A. (2007) – « Projet DISCOBOLE – Rapport final. » CNRS –UMR N°8591, Meudon, 241 p.

Pirazzoli, P.A. (1989) – « Present and near future global sea level changes »- Palaeogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology – 75 1989, pp. 241-258.

Rialland, O. (juin 1995) – « La protection des espaces naturels littoraux en Vendée par le Conservatoire du Littoral depuis 1975, Bilan et perspectives », mémoire de MST, Igarun.

Sce (janvier 2003) – « Travaux de rénovation des digues entre le Grand Pont et le Pont Noir sur le Grand Etier de Sallertaine – Etude d'impact », Département de Vendée / Syndicat Mixte de Défense contre la Mer du Littoral Continental de la Baie de Bourgneuf.

Sce (novembre 1986) – « Plan d'eau du Maupas, Etude d'impact », Département de la Vendée / commune de la Tranche-sur-Mer.

Simon, B. (2007). – « Statistique des niveaux marins extrêmes le long des côtes de France ». SHOM, Brest.

Sma Ingénierie (février 1998) – « Mise en place du système Ecoplage – Etude d'impact », Ville des Sables d'Olonne.

Sogreah (mai 1988) – « Port de plaisance de Port Joinville, Etude du régime océanographique et sédimentologique du site portuaire », DDE de la Vendée / Commune de l'Ile d'Yeu.

Sogreah (août 1988) – « Commune de la Faute-sur-Mer, Aménagement de la casse de la Belle Henriette, avis technique sur le régime littoral ».

Sogreah (octobre 1989) – « Synthèse des études sédimentologiques en Baie de Bourgneuf – Rapport général », Préfecture de la Région des Pays de la Loire.

Sogreah (décembre 1989) – « Protection du littoral de Fromentine – Diagnostic, principe d'aménagement de la plage », Commune de la Barre-de-Monts.

Sogreah (mai 1990) – « La Tranche-sur-Mer, Protection du littoral entre la Pointe du Groin du Cou et la Pointe du Rocher, Projets de solutions de défense », DDE Vendée.

Sogreah (septembre 1990) – « La Tranche-sur-Mer, Etude de faisabilité d'un aménagement pour la plaisance », DDE Vendée.

Sogreah (avril 1991) – « La Tranche-sur-Mer, Protection du littoral entre la Pointe du Groin du Cou et la Pointe du Rocher, Notice d'impact », DDE Vendée.

Sogreah (mai 1992) – « District de Noirmoutier – Expertise sédimentologique – Rapport général ».

Sogreah (mai 1992) – « La Tranche-sur-Mer, Projet de port de plaisance, Mesures en nature », DDE Vendée.

Sogreah (juin 1992) – « La Tranche-sur-Mer, Protection du littoral entre la Pointe du Groin du Cou et la Pointe du Rocher, Etude d'impact », DDE Vendée.

Sogreah (juin 1992) – « Schéma de mise en valeur de la mer, Baie de Bourgneuf - Evolution des fonds et de la sédimentation – Rapport général », Préfecture des Pays de Loire.

Sogreah (juillet 1992) – « District de Noirmoutier – Expertise sédimentologique – Rapport général ».

Sogreah (avril 1993) – « Ile de Noirmoutier – Défense contre la mer - Etude sédimentologique ». District de Noirmoutier.

Sogreah (avril 1994) – « Protection contre l'érosion marine du littoral des villages de la Tresson – Solutions d'aménagements – Rapport technique », Association Syndicale « Les Villages de la Tresson »

Sogreah (avril 1994) – « Protection contre l'érosion marine du littoral des villages de la Tresson – Solutions d'aménagements – Notice d'impact », Association Syndicale « Les Villages de la Tresson »

Sogreah (juillet 1994) – « Construction de 4 épis entre les Gats Greneaux et Madoreau, éléments pour l'étude d'impact », SMA Ingénierie.

Sogreah (novembre 1995) – « Etude de restauration de la plage de la Parée », Commune de Brétignolles.

Sogreah (février 2002) – « Extension du port de plaisance – Etude hydrosédimentaire », DDE Vendée et Mairie de Saint-Gilles-Croix-de-Vie .

Swail, V.R., Ceccacci, E.A, and Cox, A.T. (2000) – « The AES40 north Atlantic wave reanalysis: validation and climate assessment », 6th International Workshop On Wave Hindcasting and Forecasting, November 6-10, 2000 Monterey, California, USA.

Syndicat Mixte de la Côte d'Opale (2003) – « Plan Littoral d'Actions pour la Gestion de l'Erosion ».

Tenaud-Caillé, S. (1997) – « Le Littoral de Loire-Atlantique et de Vendée et sa géographie du danger », Thèse de doctorat, Igarun.

Teisson, C. (1991) – « Surélévation future du niveau de la mer : conséquences et stratégies ». Rapport EDF LNH HE/42/90.42.

Ters, M. (1961) – « La Vendée littorale : étude de géomorphologie », CNRS.

Weber, N. (2004) – « Morphologie, architecture des dépôts, évolution séculaire et millénaire du littoral charentais, apports de la sismique, réflexion combinée à des suivis bathymétriques et validés par des vibrocarotages », Thèse de Doctorat, La Rochelle