Mer et côtes

ASSOCIATION SYNDICALE DE DENNEVILLE-PLAGE

ETUDE DE PROTECTION DU LITTORAL DE DENNEVILLE-PLAGE

Rapport de lot 1 - Etat des lieux

Rapport n° : 15F-150-RA-1

Révision n° : B

Date : 26/01/2016

Rapport

Votre contact :
Olivier BARBET
barbet@isl.fr

ISL Ingénierie SAS - ANGERS
25 rue Lenepveu
49100 - Angers
FRANCE
Tel. : +33.2.41.36.01.77
Fax : +33.2.41.36.10.55

www.isl.fr

ISL Ingénierie

Visa

Document verrouillé du 26/01/2016.

Révision	Date	Auteur	Chef de Projet	Superviseur	Commentaire
A	01/12/2015	RGA	OBA	ATA	Finalisation du rapport Finalisation du rapport
B	26/01/2016	RGA	OBA	ADB	Intégration remarques ASDP du 02/12/2015

ADB : de BONVILLER Arnaud

ATA : TARDIEU Antoinette

OBA : BARBET Olivier

RGA : GARNIER Roxane

Rapport ISL
15F-150-RA-1
Revision B

http://www.isl.fr/r.php?c=121251

SOMMAIRE

1 OBJET DE L'ETUDE 1
1.1 CONTEXTE 1
1.2 OBJECTIF DE LA MISSION 1
1.3 ORGANISATION DE L'ETUDE 1

2 PREAMBULE 2
2.1 CONVENTION 2
2.2 QUELQUES DEFINITIONS 2

3 LE MILIEU NATUREL 4
3.1 GENERALITES 4
3.1.1 BATHYMETRIE 4
3.1.2 MAREES ET NIVEAUX MARINS 6
3.1.2.1 Etats de mer en proche côtier 8
3.1.2.2 Vent 9
3.2 NIVEAUX MARINS EXTREMES 10
3.2.1 NIVEAU STATIQUE 10
3.2.2 HOULES AU LARGE 13
3.2.3 COMBINAISONS D'ETATS DE MER ET DE NIVEAUX EXTREMES 15
3.2.4 PROPAGATION DES HOULES A LA COTE – ESTIMATION DU « WAVE SET-UP » 16
3.2.5 PRISE EN COMPTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE 17
3.3 CONTEXTE HYDRO-SEDIMENTAIRE 18
3.3.1 MOBILITE DU TRAIT DE COTE 19
3.3.1.1 Analyse des photographies aériennes anciennes de l'IGN 19
3.3.1.2 Stations de suivi du littoral de la Manche 20
3.3.1.3 Recul ponctuel lors d'un évènement tempétueux extrême 21
3.3.2 AMPLITUDE DES FLUCTUATIONS ALTIMETRIQUES DE L'ESTRAN 22
3.3.3 FONCTIONNEMENT HYDRO-SEDIMENTAIRE – SYNTHESE 22
3.3.3.1 Dérive littorale Nord-Sud 22
3.3.3.2 Effets des ouvrages de défense contre la mer de Denneville 25
3.3.4 TRANSPORT EOLIEN POTENTIEL 25

4 L'INTERVENTION HUMAINE 26
4.1 L'URBANISATION DE DENNEVILLE-PLAGE 26
4.1.1 HISTORIQUE 26
4.1.2 LES ENJEUX ACTUELS 26
4.2 LA PROTECTION DU TRAIT DE COTE 27
4.2.1 DESCRIPTION DE LA PROTECTION 27
4.2.2 RELEVES DE DESORDRES 29

5 DIAGNOSTIC DES OUVRAGES DE PROTECTION 30
5.1 PREAMBULE 30
5.2 IDENTIFICATION DES RISQUES 30
5.3 PRINCIPAUX MODES DE DEFAILLANCE 31
5.3.1 DIGUES EN ENROCHEMENTS SUR CORDON DUNAIRE 31
5.3.1.1 Erosion de pied 31
5.3.1.2 Submersion et érosion en arrière 32
5.3.1.3 Impact direct des vagues 32
5.3.1.4 Synthèse 32
5.3.2 CORDONS DUNAIRES NATURELS 33
5.3.2.1 Érosion et recul de la dune 33
5.3.2.2 La Submersion par jet de rive 34
5.3.2.3 Submersion totale 34
5.3.2.4 Synthèse 35
5.4 CARACTERISTIQUES DES HOULES EN PIED D'OUVRAGE 36
5.4.1 MODELISATION DES ETATS DE MER 36
5.4.2 HOULES EN PIED D'OUVRAGE 36
5.5 ESTIMATION DES ALEAS DE DEFAILLANCE DE LA PROTECTION 37
5.5.1 ALEA EROSION ET RECUL DU CORDON DUNAIRE 37
5.5.1.1 Affouillement en pied des enrochements 37
5.5.1.2 Dislocation des enrochements par action des vagues 37
5.5.2 ALEA SUBMERSION 38
5.5.2.1 Surverse 38
5.5.2.2 Franchissement par paquets de mer 38
5.5.3 SYNTHESE 39
5.6 CONSEQUENCES D'UNE DEFAILLANCE DE LA PROTECTION 41

6 INTERVENTIONS DE COURT TERME 44

6.1 SECTEUR AU NORD DE LA CALE 45
6.2 SECTEUR AU SUD DE LA CALE 45
6.3 CAS PARTICULIERS 47
6.3.1 PARCELLE NON PROTEGEE AU 8 RUE PELCA 47
6.3.2 EXTREMITE SUD DE LA PROTECTION 49
6.3.3 DUNE DE SAINT-REMY-DES-LANDES 49

7 CONCLUSION 51

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 CARTES

ANNEXE 2 METHODES DE CALCUL

ANNEXE 3 FICHES PARCELLAIRES

TABLE DES FIGURES

Figure 2-1 : vue schématique du système de protection et grandeurs associées (dune protégée par des enrochements). 2
Figure 2-2 : vue schématique du système de protection et grandeurs associées (dune non protégée). 3
Figure 3-1 : Bathymétrie en Manche Ouest. 4
Figure 3-2 : bathymétrie de la zone d'étude(source : Geoportail). 5
Figure 3-3 : profils de plage sur la zone d'étude. 5
Figure 3-4 : situation des profils de plage. 6
Figure 3-5 : courant pendant un cycle de marée en Manche (GEOMER – MIMEL / DREAL de Basse-Normandie, 2010). 7
Figure 3-6 : situation du nœud de calcul COAST-3104 de la base de données ANEMOC (source : http://anemoc.cetmef.developpement-durable.gouv.fr). 8
Figure 3-7 : histogrammes hivernaux du point COAST - 3104 (source : http://anemoc.cetmef.developpement-durable.gouv.fr). 9
Figure 3-8 : répartition de la provenance et de la force du vent au large de la zone d'étude. 10
Figure 3-9 : niveaux extrêmes pour la période de retour 100 ans, référence IGN69 (SHOM – CETMEF, 2012). 11
Figure 3-10 : synoptique de la méthode de calcul des niveaux marins extrêmes (SHOM – CETMEF, 2012) 12

Figure 3-11 : situation des points de calcul de niveau 3 de la base ANEMOC (source : http://anemoc.cetmef.developpement-durable.gouv.fr). 13

Figure 3-12 : répartitions statistiques des différentes grandeurs de la houle au large du Cotentin Ouest (source : http://anemoc.cetmef.developpement-durable.gouv.fr). 14

Figure 3-13 : période de retour combinée du couple {niveau marin, hauteur de houle}. 15

Figure 3-14 : emprises des deux modèles maritimes construits – situation des points de calcul ANEMOC. 16

Figure 3-15 : cellules hydro-sédimentaires du département de la Manche (source : ROLNP, 2012, in Stratégie de gestion intégré du DPM dans la Manche, DDTM 50, 2014). 18

Figure 3-16 : bilan de la dynamique sédimentaire depuis 1947 (source : ROLNP). 19

Figure 3-17 : situation des stations du réseau de suivi du littoral de la Manche. 20

Figure 3-18 : les deux stations le 15 avril 1994 (photos : http://crec.unicaen.fr/suivi50/). 21

Figure 3-19 : schéma de principe des processus de transport sédimentaire entre Porbail et Surville. 22

Figure 3-20 : historique des travaux dans le secteur d'étude. 23

Figure 3-21 : Exemple de photos aériennes de l'IGN illustrant l'évolution du littoral entre Portbail et Denneville depuis 1955 (en haut à gauche) à 2012 (en bas à droite). 24

Figure 4-1 : profils en long caractéristiques de la protection (les pointillés verticaux figurent les limites communales). 27

Figure 4-2 : mise en œuvre des enrochements sur les parcelles AB-436 et AB-437. 28

Figure 4-3 : vues des enrochements sur la parcelle AN-414-543. 29

Figure 4-4 : détail de l'anse d'érosion à l'extrémité Sud de la protection. 29

Figure 5-1 : illustration du processus d'érosion en pied de la protection. 31

Figure 5-2 : illustration du processus d'érosion de la crête de l'ouvrage. 32

Figure 5-3 : schématisation des processus menant à la formation de brèches dans le cordon dunaire protégé. 33

Figure 5-4 : illustration du processus d'érosion en pied de dune. 34

Figure 5-5 : illustration du processus d'érosion de la crête de la dune. 34

Figure 5-6 : schématisation des processus menant à la formation de brèches dans le cordon dunaire naturel. 35

Figure 5-7 : zones basses de Denneville-Plage – moitié Nord. 42

Figure 5-8 : zones basses de Denneville-Plage – moitié Sud. 43

Figure 6-1 : principe de confortement en crête. 46

Figure 6-2 : détail de la topographie au droit des 8 et 12 rue Pelca. 47

Figure 6-3 : profil en travers entre les 8 et 12 rue Pelca. 48

Figure 6-4 : schéma de principe de rechargement de la dune au 8 rue Pelca. 48

Figure 6-5 : détail de la topographie de la dune de Saint-Rémy. 49

Figure 6-6 : profil en travers de la dune de Saint-Rémy. 50

Figure 7-1 : illustration de la méthode FEMA (in guide méthodologique PPRL). 3

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 3-1 : valeurs caractéristiques des marées à Portbail (source : RAM 2014). 7
Tableau 3-2 : niveau moyen marin à Portbail (source : RAM 2014). 7
Tableau 3-3 : niveaux extrêmes de pleine mer au devant de la plage de Denneville (sans prise en compte du « wave set-up »). 12
Tableau 3-4 : caractéristiques des houles extrêmes au point COAST – 0950. 14
Tableau 3-5 : niveaux marins extrêmes sur la zone d'étude. 17
Tableau 3-6 : reculs du trait de côte observés lors d'évènements tempétueux. 21
Tableau 4-1 : nombre d'habitations par secteur en fonction de la distance au trait de côte. 26
Tableau 4-2 : coupe-type de l'enrochement de la parcelle AO-210-4. 28
Tableau 5-1 : calage du modèle de propagation de houle en mars 2008. 36
Tableau 5-2 : résultats des simulations de propagation des houles. 36
Tableau 5-3 : caractérisation des aléas pour l'évènement de référence. 40
Tableau 6-1 : caractérisation des aléas pour un évènement décennal. 45
Tableau 6-2 : coût estimatif des travaux d'urgence. 47

1 OBJET DE L'ETUDE

1.1 CONTEXTE

Située sur la façade Ouest de la pointe du Cotentin, la plage de Denneville a connu dans les années 60-70 plusieurs tempêtes successives qui ont conduit à des reculs ponctuels de la dune. En réaction, les propriétaires riverains ont mis en place des dispositifs de défense contre la mer au fur et à mesure de l'urbanisation des parcelles de front de mer.

Aujourd'hui, la protection s'étend sur environ 1,3 km sur le littoral, elle est constituée d'enrochements à la parcelle mis en place entre la fin des années 50 et le début des années 2000. Cette protection présente ainsi une certaine hétérogénéité.

L'Association Syndicale de Denneville-Plage (ASDP) s'est constituée récemment afin de répondre à la demande des services de l'Etat incitant les riverains à se regrouper et envisager une stratégie de défense contre la mer commune et plus cohérente.

1.2 OBJECTIF DE LA MISSION

L'objectif de la mission est de proposer une stratégie de défense contre la mer qui réponde :

- Aux attentes des riverains en termes de protection des biens ;
- A la problématique liée à la mobilité du trait de côte ;
- Aux recommandations et exigences de l'Etat formulées dans le cadre de la « ***stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte*** ».

Pour répondre à ces trois points, l'ASDP a missionné ISL-Ingénierie qui s'est associé au cabinet HYDRATEC (en tant que sous-traitant).

1.3 ORGANISATION DE L'ETUDE

L'étude se décompose en 5 lots :

- Lot 1 : état des lieux, diagnostic ;
- Lot 2 : proposition d'un projet de défense contre la mer ;
- Lot 3 : assistance de l'ASDP auprès de la DDTM 50 ;
- Lot 4 : rédaction du dossier de consultation des entreprises (DCE) ;
- Lot 5 : assistance à la maîtrise d'ouvrage (AMO).

Le présent rapport traite du **lot n°1 : état des lieux – diagnostic**.

2 PREAMBULE

2.1 CONVENTION

Dans le domaine maritime, le nivellement est usuellement exprimé en Cotes Marines (CM). Toutefois, les données altimétriques à terre utilisent le Nivellement Général de la France (NGF IGN69) comme référentiel. Ce référentiel sera donc retenu pour toute la suite de l'étude.

La correspondance entre les deux systèmes est fournie à Portbail par le RAM 2014[1] : à Portbail, le zéro des cotes marines se situe à l'altitude – 5,74 mNGF.

Nous retiendrons donc la correspondance : $\mathbf{Z_{NGF} = Z_{CM} - 5{,}74}$

Dans la suite de l'étude, toutes les cotes seront exprimées dans le système NGF IGN69.

2.2 QUELQUES DEFINITIONS

Le schéma suivant présente les paramètres dont il sera question dans l'estimation de l'aléa de rupture des protections littorales :

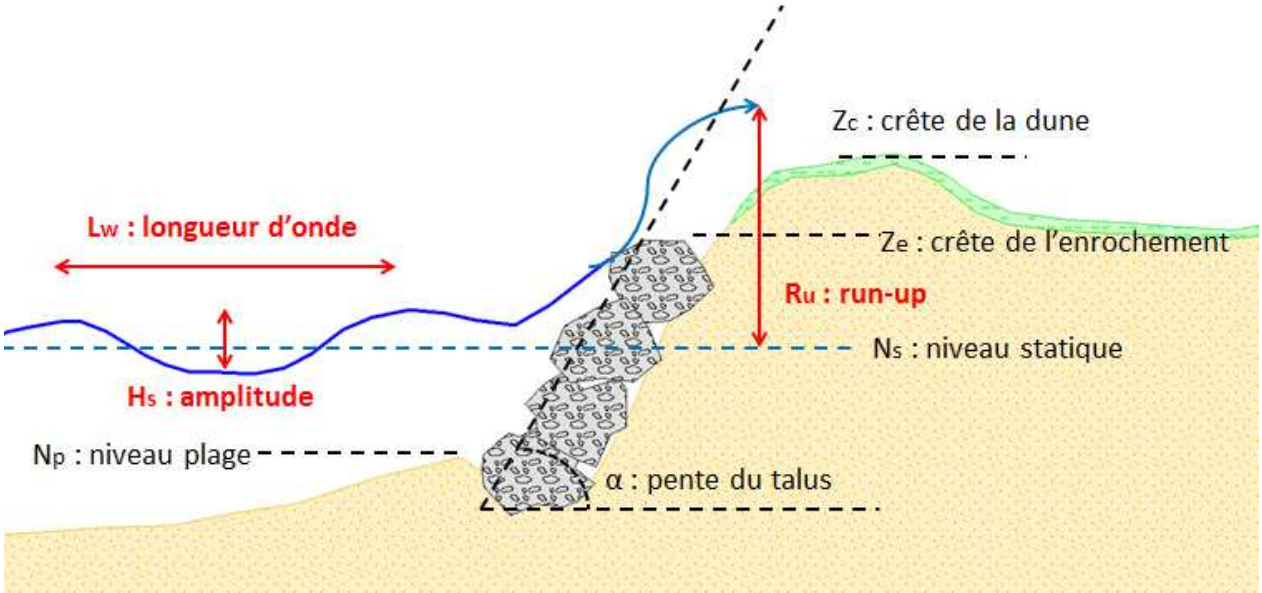


Figure 2-1 : vue schématique du système de protection et grandeurs associées (dune protégée par des enrochements).

Du point de vue de la sollicitation, la houle est définie par sa longueur d'onde* L_w, distance entre deux crêtes (ou deux creux) successives et son amplitude (ou creux) H_s*. Cette houle se superpose à un niveau statique de référence qui prend en compte la marée et les surcotes (barométrique, effet du vent,…).

Le niveau de la plage en pied de digue intervient également dans la sollicitation. Ce niveau est fluctuant en fonction des saisons et des évènements. En l'absence de données quantifiables, nous prendrons comme niveau de base la cote altimétrique à laquelle nous déduirons une hauteur potentielle d'érosion qui peut en première approximation être estimée par H_s* (amplitude de la houle).

[1] RAM 2014 : Références Altimétriques Maritimes, édition 2014 – SHOM.

Du point de vue de la capacité de la digue à contenir la sollicitation maritime, les paramètres suivants sont essentiels : la pente du parement (α), la cote de crête (Z_c), la largeur et le niveau des terrains protégés.

On appellera pente de talus l'angle α et fruit* du talus le rapport entre longueur et hauteur de parement (tan(α) = 1/fruit).

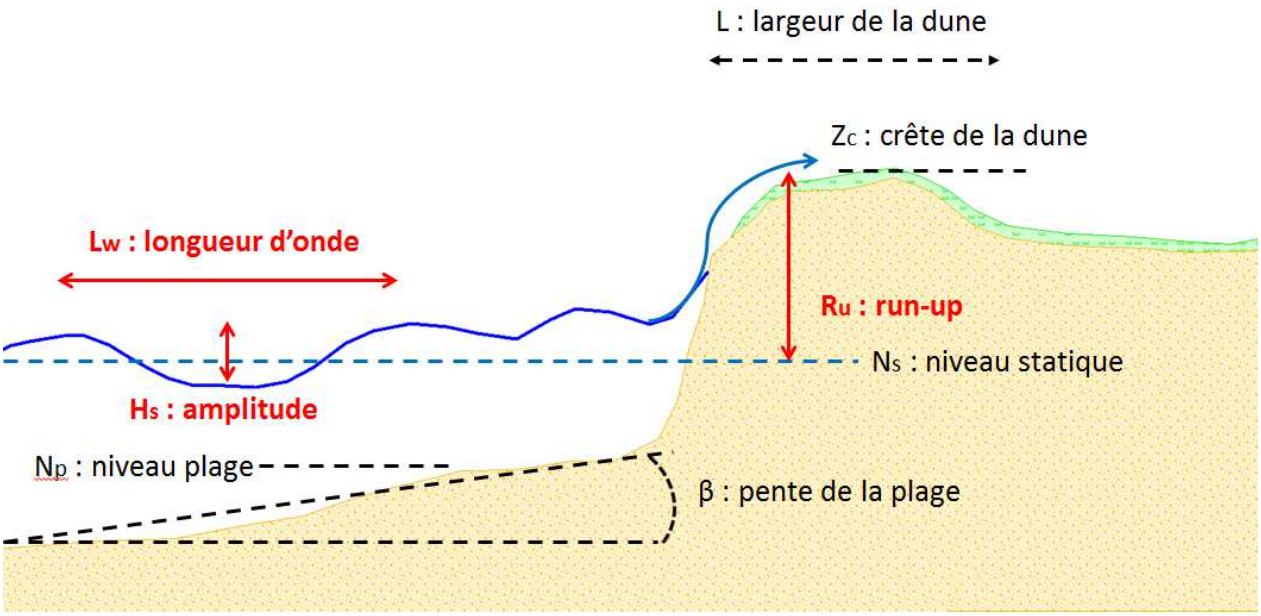


Figure 2-2 : vue schématique du système de protection et grandeurs associées (dune non protégée).

Pour les dunes situées au Nord et au Sud de la protection, on retrouve sensiblement les mêmes paramètres. La pente de la plage β intervient dans l'estimation du run-up (R_u).

3 LE MILIEU NATUREL

3.1 GENERALITES

3.1.1 BATHYMETRIE

La carte ci-dessous illustre la bathymétrie en Manche Ouest. La profondeur moyenne au devant de la zone d'étude est de l'ordre de 30 m et présente une décroissance progressive selon un axe Ouest / Est vers la côte du Cotentin.

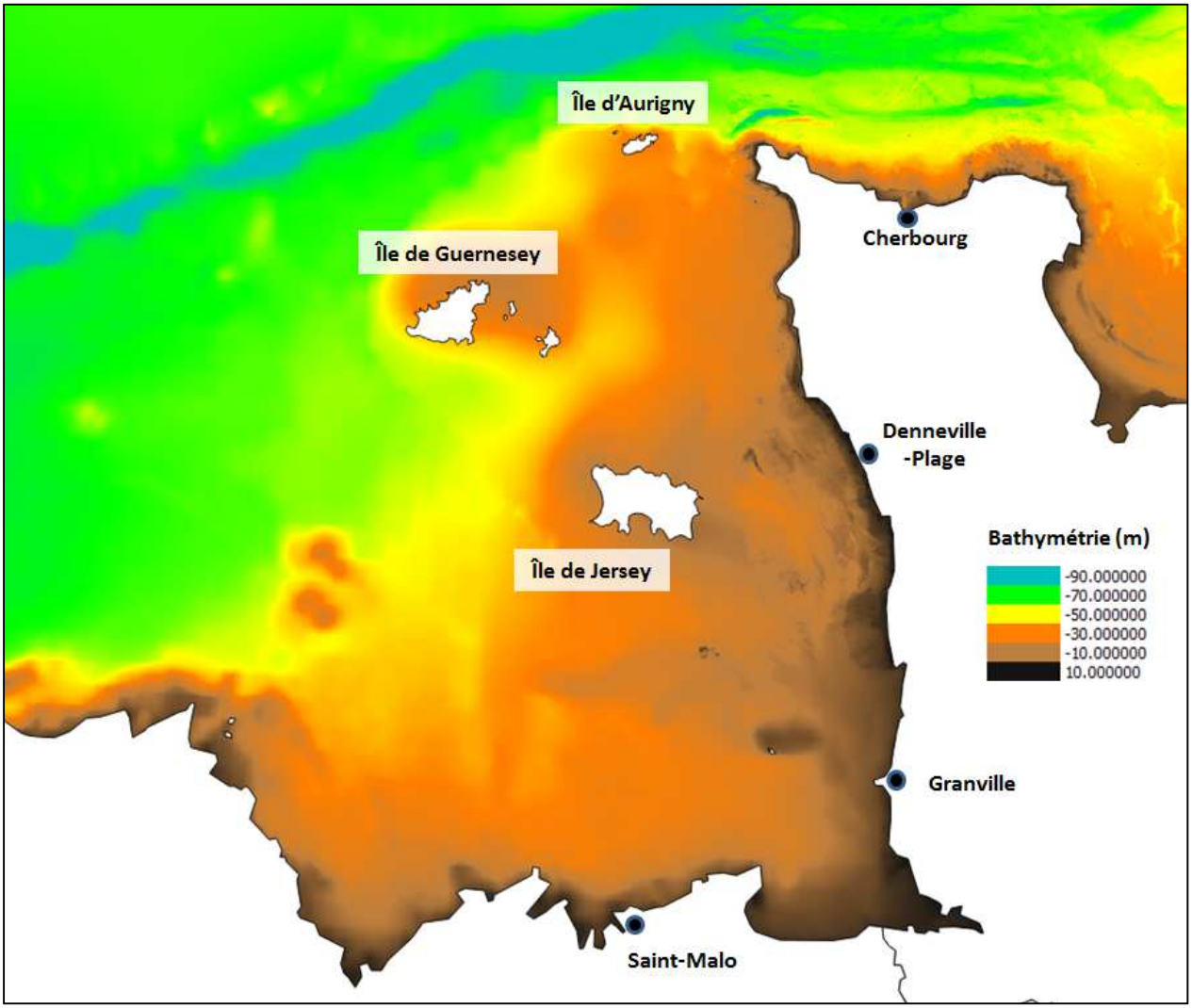


Figure 3-1 : Bathymétrie en Manche Ouest.

La Figure 3-2 présente la carte littorale (SHOM/IGN) du secteur d'étude. A l'approche du littoral dennevillais, la pente s'oriente suivant un axe Ouest-Sud-Ouest/Est-Nord-Est.

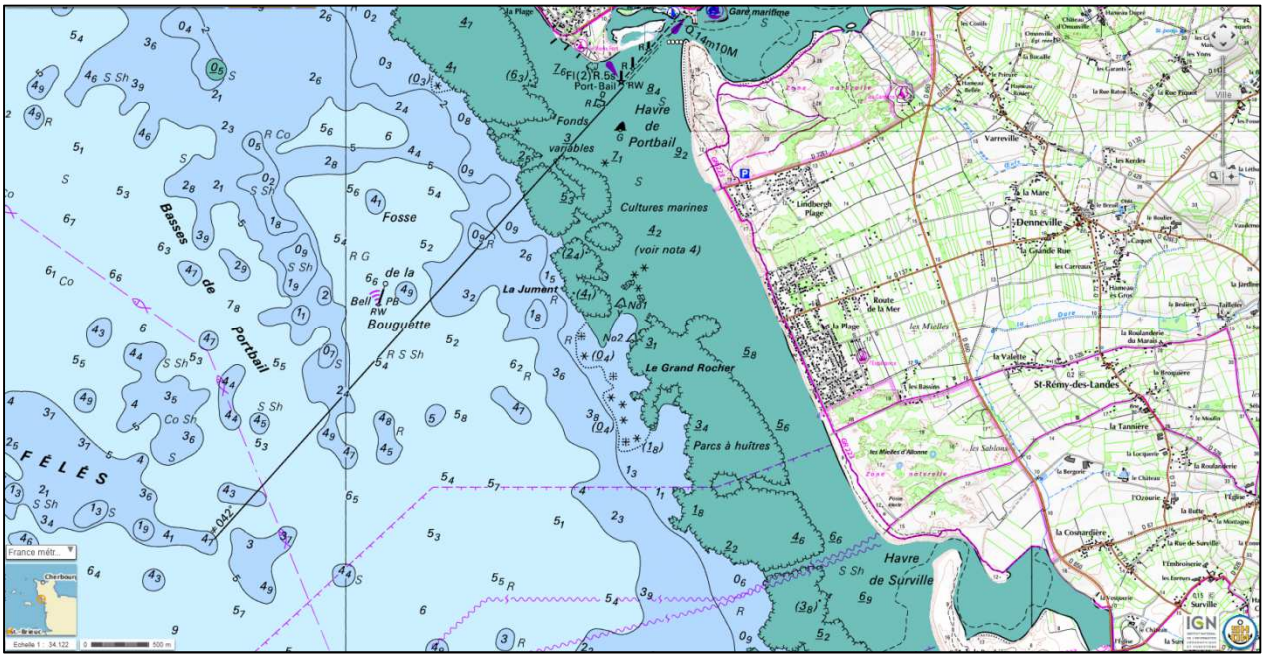


Figure 3-2 : bathymétrie de la zone d'étude(source : Geoportail).

Entre les havres de Portbail et de Surville, le trait de côte suit une diagonale orientée Nord-Nord-Ouest / Sud-Sud-Est.

La Figure 3-3présente les profils de plage du Nord (profil A) au Sud (profil G) de la zone d'étude.

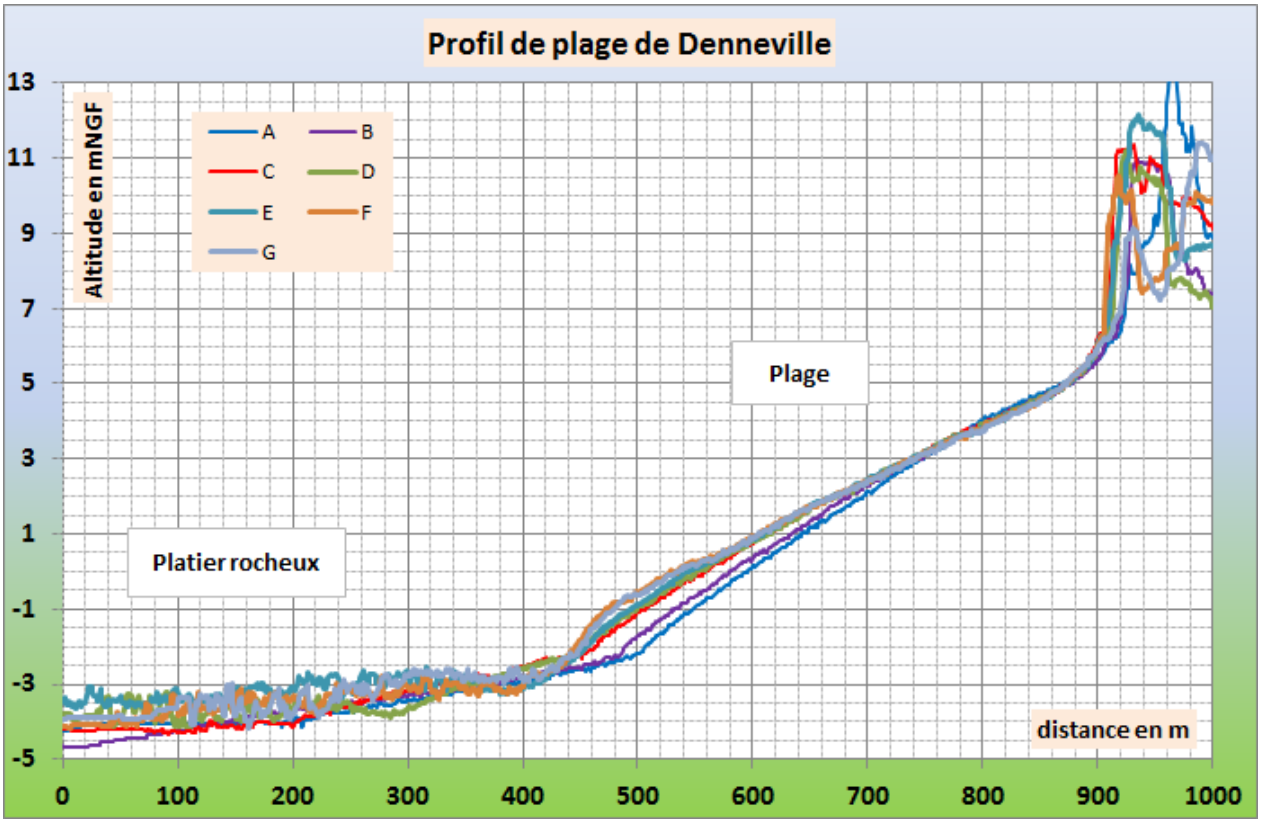


Figure 3-3 : profils de plage sur la zone d'étude.

Ces profils mettent bien en évidence la rupture de pente entre le platier rocheux situé 400 à 500 m en avant du rivage et la plage. La pente du platier rocheux varie très peu d'un profil à l'autre avec une valeur moyenne de 0,4 %. La pente de la plage est légèrement plus élevée au Nord à environ 2,1 %, alors qu'au Sud elle est de l'ordre de 1,8 %.

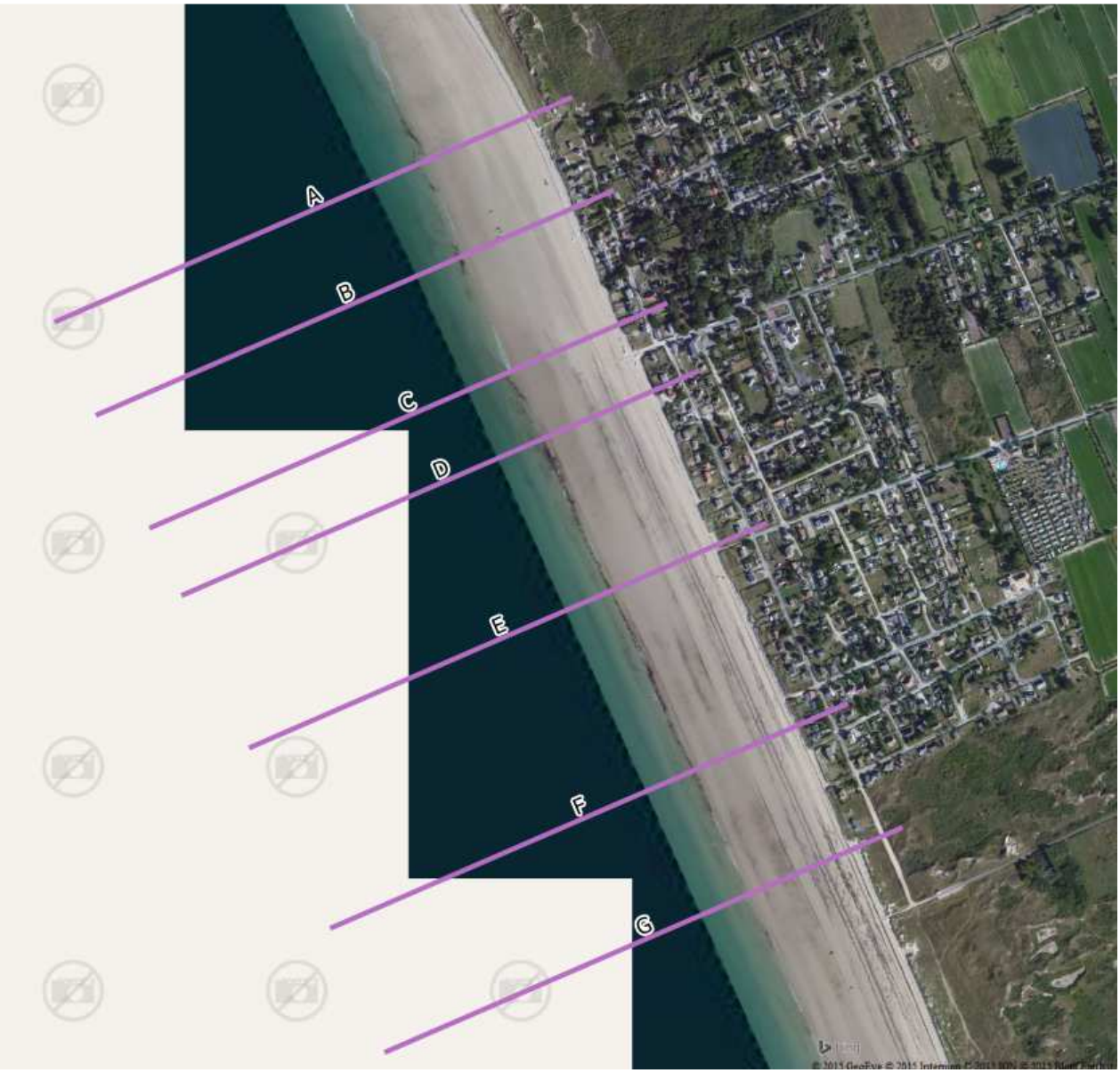


Figure 3-4 : situation des profils de plage.

3.1.2 MAREES ET NIVEAUX MARINS

La marée est de type semi-diurne, le marnage atteint 12,6 m en vives eaux à Portbail.

Les tableaux ci-dessous présentent les cotes de marées hautes et basses pour trois coefficients caractéristiques, ainsi que le niveau moyen de la marée.

Coefficient	Cote marine (CM)		Cote terrestre (NGF)	
	Pleine Mer	Basse Mer	Pleine Mer	Basse Mer
120	12,71	0,10	6,97	-5,64
95	11,45	1,45	5,71	-4,29
45	8,70	4,00	2,96	-1,74

Tableau 3-1 : valeurs caractéristiques des marées à Portbail (source : RAM 2014[2]).

	Cote marine (CM)	Cote terrestre (NGF)
Niveau moyen marin	6,32	0,58
Relation CM/NGF	*0,00*	*-5,74*

Tableau 3-2 : niveau moyen marin à Portbail (source : RAM 2014).

La figure suivante illustre les courants de marée de vives eaux. Ces courants sont caractérisés par une inversion de leur sens 3 heures avant la pleine mer et 3 heures après (en référence au port de Cherbourg).

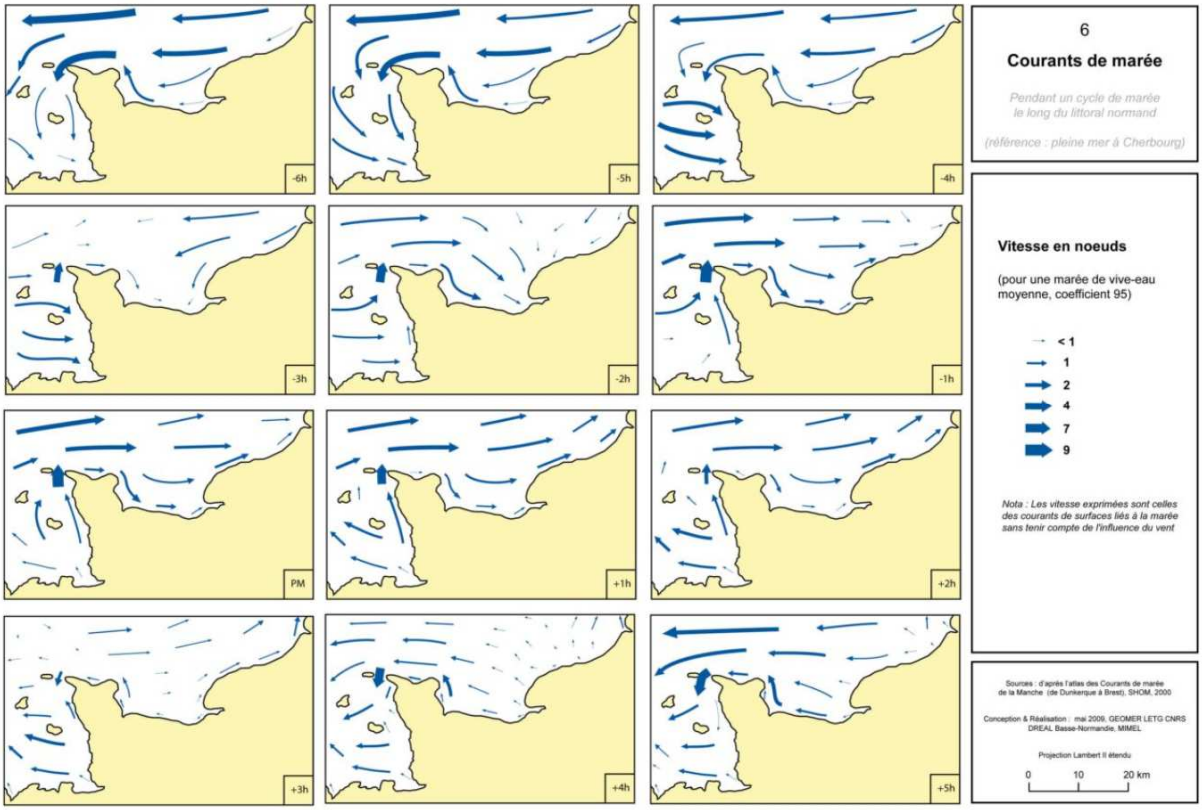


Figure 3-5 : courant pendant un cycle de marée en Manche (GEOMER – MIMEL / DREAL de Basse-Normandie, 2010).

[2] RAM 2014 : Références Altimétriques Maritimes, édition 2014 – SHOM.

3.1.2.1 Etats de mer en proche côtier

Les états de mer en proche côtier sont décrits sur la base des données disponibles dans la base ANEMOC (http://anemoc.cetmef.developpement-durable.gouv.fr). Cette base de données propose des caractéristiques de houles le long des côtes de France issues de simulations. Les points de calcul COAST – 3104 et COAST – 3534 encadrent la zone d'étude, respectivement au Nord-Ouest et au Sud-Ouest, à environ 15 km des côtes (cf. Figure 3-6).

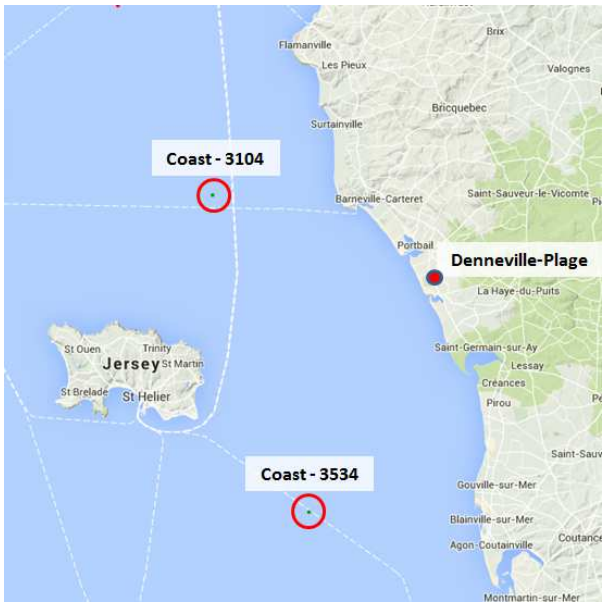


Figure 3-6 : situation du nœud de calcul COAST-3104 de la base de données ANEMOC (source : http://anemoc.cetmef.developpement-durable.gouv.fr).

Les deux points de calcul présentent des caractéristiques assez proches.

La Figure 3-7 présente les histogrammes hivernaux au point COAST – 3104. Il en ressort que près de 35 % des houles ont une hauteur significative inférieure à 1 m et environ 25 % ont une hauteur supérieure à 2 m. Enfin, 10 % des houles ont une hauteur significative supérieure à 3 m.

Les houles proviennent très majoritairement (75 à 80 %) d'Ouest à Nord-Ouest.

L'histogramme relatif à la période de pic (T_{pic}) montre un fort étalement des périodes des houles avec notamment deux « groupes », le premier centré sur des faibles périodes (7-8 secondes) caractéristiques des mers de vent, le second centré sur des périodes plus élevées (12-13 secondes) caractéristiques des grandes houles du large propagées à la côte.

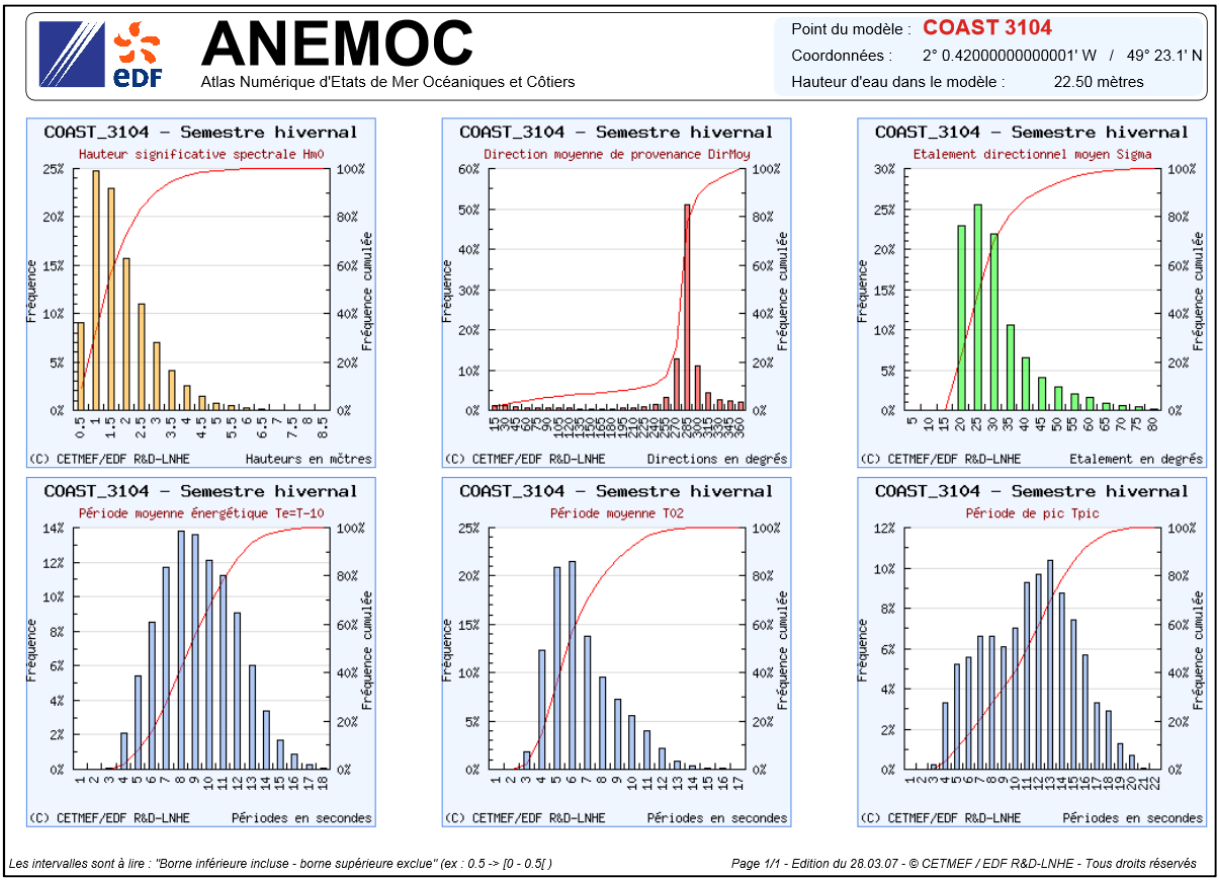


Figure 3-7 : histogrammes hivernaux du point COAST - 3104 (source : http://anemoc.cetmef.developpement-durable.gouv.fr).

3.1.2.2 Vent

L'analyse de vent est réalisée à partir des données du modèle numérique GFS 0,5° du NOAA. Les données sont issues de 7 ans de simulation au pas de temps 6 heures. Les données de vent sont extraites au point du maillage le plus proche de la zone d'étude : ce point se trouve environ 10 km au large du cap de Flamanville, soit environ 30 km au Nord-Ouest de la zone d'étude.

Ces données de vent sont présentées sur la Figure 3-8. Elle met en évidence 2 fenêtres de provenances principales du vent :

- Ouest à Sud Ouest ;
- Est-Nord Est.

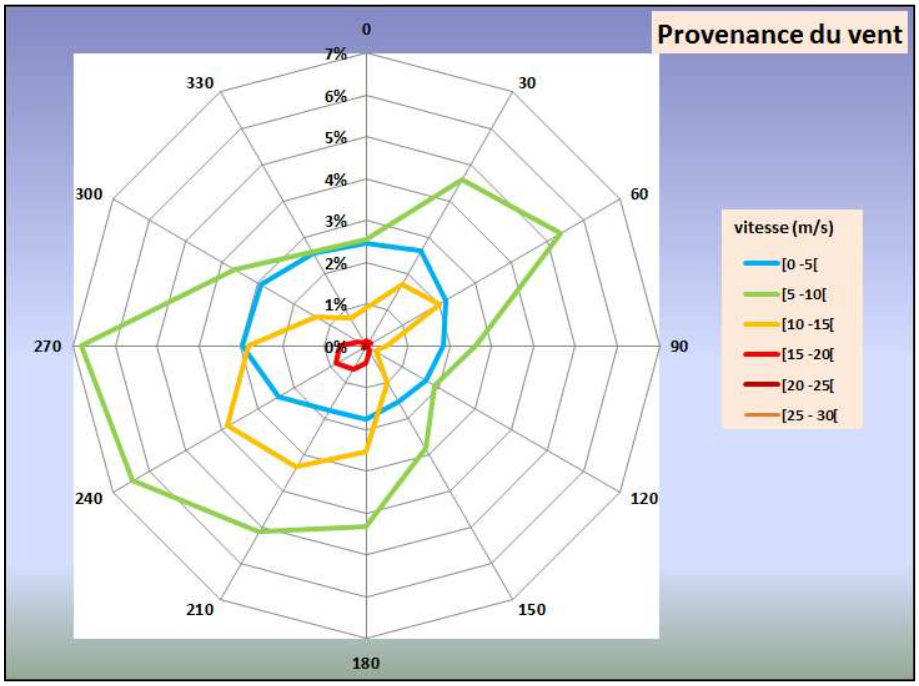


Figure 3-8 : répartition de la provenance et de la force du vent au large de la zone d'étude.

Les vents d'Ouest à Sud-Ouest sont plus fréquents que la 2ème provenance principale. En particulier, les vents les plus forts (supérieurs à 15 m/s) proviennent quasi exclusivement de ce secteur Ouest à Sud-Ouest. Pour la portion de littoral de Denneville, ces directions sont les plus défavorables puisqu'il s'agit de vents d'afflux.

3.2 NIVEAUX MARINS EXTREMES

Les niveaux marins extrêmes résultent de la combinaison de nombreux facteurs météo-marins qui interagissent : la marée (pleine mer de vives eaux), une dépression (surcote barométrique), un vent d'afflux tourné vers la côte (surcote anémométrique), une houle se propageant à la côte (surcote due aux vagues, ou « wave set-up »).

La hauteur de marée, la surcote barométrique et la surcote anémométrique définissent le « niveau statique » qui correspond sensiblement au niveau dans les zones abritées (ports, havres,…).

Dans les secteurs de fronts de mer (plages en particulier), il faut y ajouter le « wave set-up » lié au déferlement des vagues sur la plage.

3.2.1 NIVEAU STATIQUE

Les niveaux marins extrêmes ont été calculés aux ports de référence et interpolés graphiquement par le SHOM et le CETMEF. Les résultats sont disponibles sous formats SIG, ce qui permet d'avoir une estimation de ces niveaux au droit de la plage de Denneville. Les résultats de la dernière étude de 2012[3] sont utilisés pour les niveaux de périodes de retour 10 à 100 ans.

[3] L. Pineau-Guillou, Statistiques des niveaux marins extrêmes des côtes de France (Manche et Atlantique), (CETMEF – SHOM, 2012)

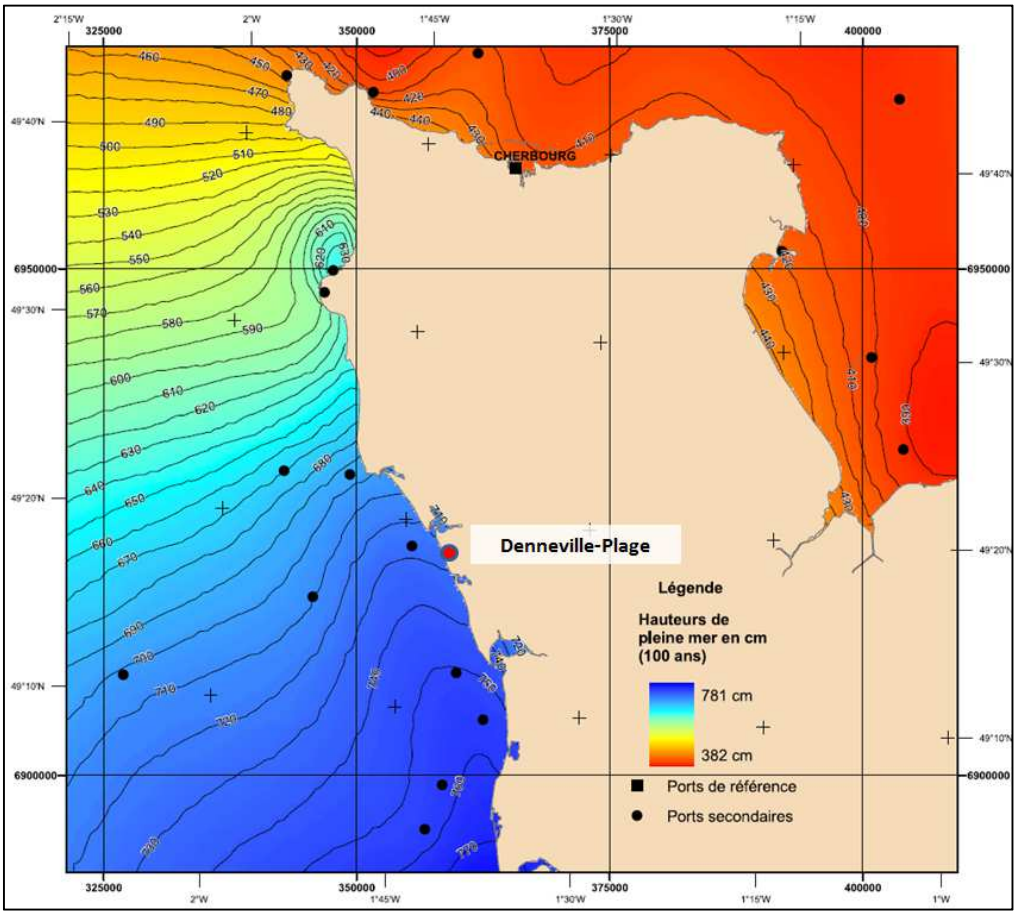


Figure 3-9 : niveaux extrêmes pour la période de retour 100 ans, référence IGN69 (SHOM – CETMEF, 2012).

Les phénomènes de surcotes (liées aux dépressions, aux vents) peuvent avoir ponctuellement un impact sur les niveaux marins et sont pris en compte dans cette prédiction. La surcote due au « wave set-up », qui correspond à l'augmentation du niveau de la mer du fait du déferlement des vagues, n'est pas pris en compte dans ce calcul. Ce point est abordé au3.2.4.

La Figure 3-10 rappelle le synoptique de la méthode de calcul des niveaux extrêmes :

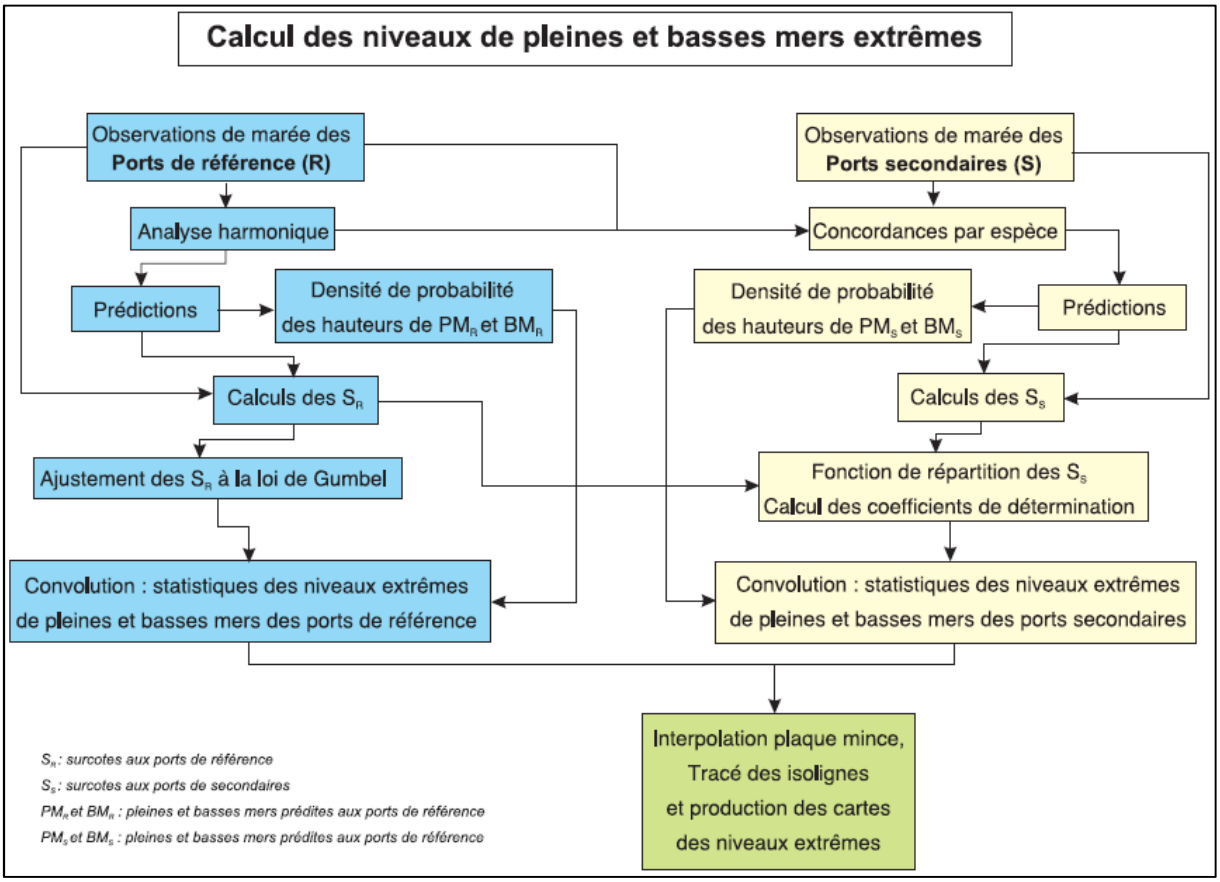


Figure 3-10 : synoptique de la méthode de calcul des niveaux marins extrêmes (SHOM – CETMEF, 2012)

A partir des niveaux calculés par le SHOM, les niveaux extrêmes sont déterminés au droit de la plage de Denneville pour différentes périodes de retour par application d'une loi de Gumbel :

Période de retour (an)	Niveau marin (m NGF69)
1,3	6,87
5	7,03
10	7,09
20	7,16
30	7,19
50	7,24
100	7,29
500	7,43

Tableau 3-3 : niveaux extrêmes de pleine mer au devant de la plage de Denneville (sans prise en compte du « wave set-up »).

3.2.2 HOULES AU LARGE

Des analyses des paramètres statistiques de la houle (hauteur significative H_s, période de pic T_p, direction principale *Dir*) pour la zone côtière ont été réalisées dans le cadre d'études générales (base de données ANEMOC). La Figure 3-11 situe les points de calcul de niveau 3 de la base ANEMOC : ces points de calculs donnent les hauteurs de houles extrêmes déterminées par ajustements statistiques.

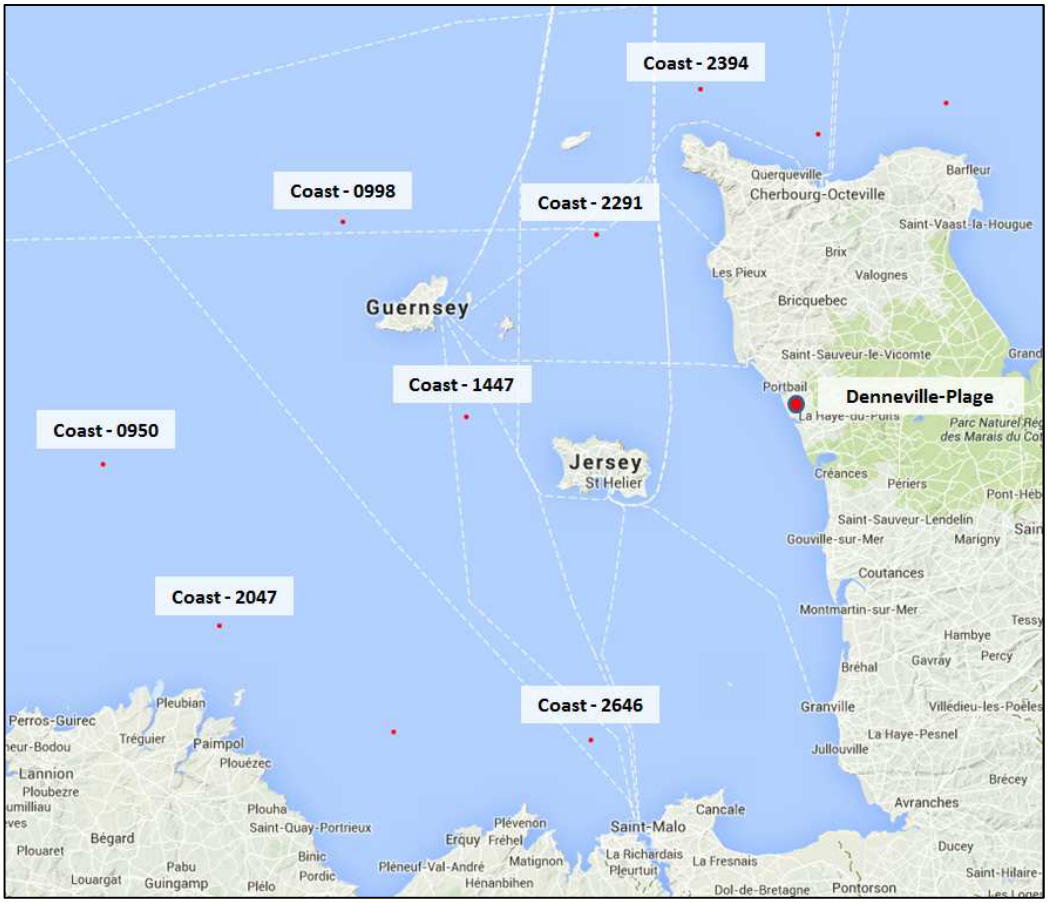


Figure 3-11 : situation des points de calcul de niveau 3 de la base ANEMOC (source : http://anemoc.cetmef.developpement-durable.gouv.fr).

Compte-tenu de l'influence des îles anglo-normandes sur la propagation des houles au devant de la zone d'étude, il a été retenu d'étudier les houles très au large, soit au point « COAST – 0950 » situé à plus de 100 km à l'Ouest de la côte du Cotentin.

Les histogrammes de la Figure 3-12 mettent en évidence que plus de 80 % du temps la houle est supérieure à 1 m et 60% du temps elle est supérieure à 2 m. la direction principale de provenance est comprise entre 270° et 285° (par rapport au Nord) soit une houle dominante d'Ouest à Nord-Ouest. A noter aussi quelques houles d'Est à Nord-Est (15 à 90 °) mais dans une faible proportion (4 %).

Les périodes de pic sont principalement de 11 à 16 secondes, correspondant aux grandes houles atlantiques.

Le Tableau 3-4 présente les hauteurs de houle extrêmes (ANEMOC). Ces valeurs sont calculées sur 96 évènements (issues de modélisations numériques simulant 23 ans de conditions d'état de mer).

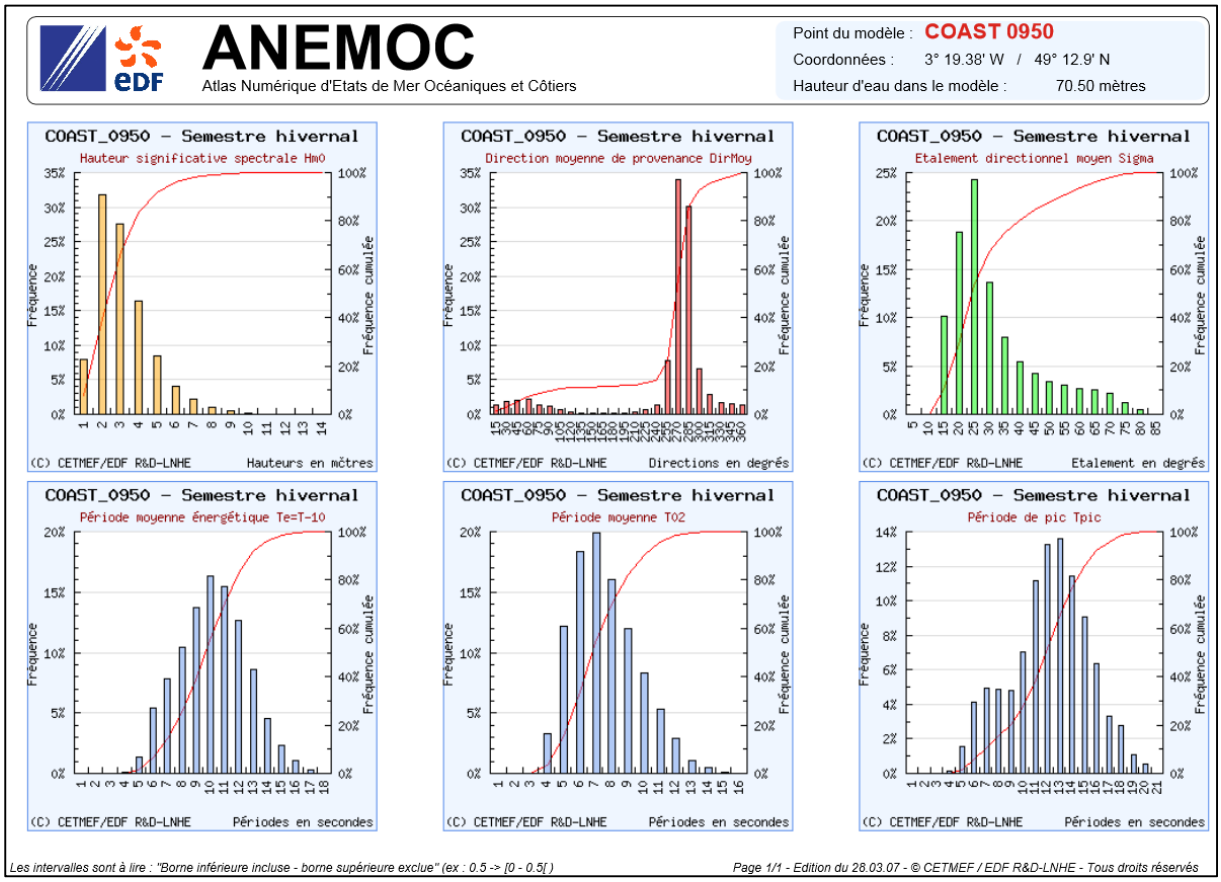


Figure 3-12 : répartitions statistiques des différentes grandeurs de la houle au large du Cotentin Ouest (source : http://anemoc.cetmef.developpement-durable.gouv.fr).

Période de retour (an)	Hm0 (m)	Période de pic (s)	Direction (°)	Etalement (°)
0,90	8,7	15	270	20
0,95	8,8	15	270	20
1	8,9	15	270	20
1,5	9,5	16	270	20
10	12,0	18	270	20
20	12,7	18	270	20
30	13,2	19	270	20
50	13,6	19	270	20
100	14,3	19	270	20

Tableau 3-4 : caractéristiques des houles extrêmes au point COAST – 0950.

3.2.3 COMBINAISONS D'ETATS DE MER ET DE NIVEAUX EXTREMES

Un évènement marin extrême est défini comme la combinaison de deux variables :

- Un niveau marin ;
- Une hauteur de houle.

La période de retour de cette combinaison est définie à partir de la période de retour de chacune de ces deux variables en considérant une faible dépendance entre l'évènement générateur du niveau marin et l'évènement générateur de la houle (le DEFRA[4] considère comme faible la corrélation de ces deux variables dans la zone de la Manche).

Les périodes de retour de ces combinaisons sont définies à partir du guide du DEFRA[5].

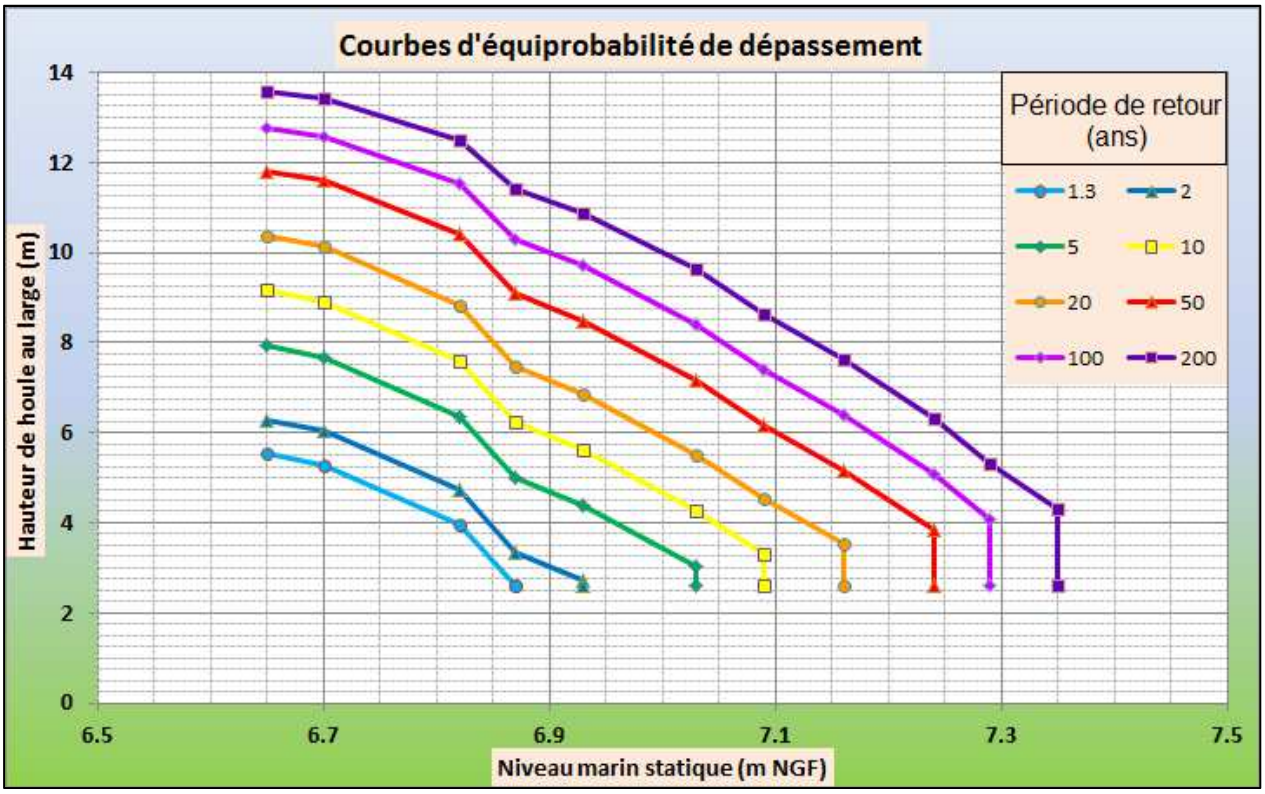


Figure 3-13 : période de retour combinée du couple {niveau marin, hauteur de houle}.

Par exemple, un évènement marin centennal peut résulter de la combinaison :

- D'un niveau marin de 7,30 mNGF et d'une hauteur de houle inférieure à 4,1 m ;
- D'un niveau marin de 6,65 mNGF et d'une hauteur de houle de 10,3 m.

Les évènements tenant compte de houles importantes sont plus à considérer pour les digues de front de mer (franchissement par paquets de mer).

L'évènement de mars 2008 a vu un niveau marin statique d'environ 6,6-6,7 mNGF pour une houle au large de 12-13 m : à cet évènement peut être associé une période de retour de l'ordre de 50 à 100 ans.

[4]DEFRA : Department for Environment, Food and Rural Affairs du Royaume Uni.

[5] Joint Probability : Dependence Mapping and Best Pratice – Technical report on dependence mapping – R&D Technical Report FD2308/TR1, mars 2005.

3.2.4 PROPAGATION DES HOULES A LA COTE – ESTIMATION DU « WAVE SET-UP »

La suite TELEMAC développée par le Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement est utilisée pour la propagation des houles du large à la côte et l'estimation de l'élévation locale du niveau marin due au déferlement des vagues (« wave set-up »).

Deux modules de la suite sont mis en œuvre :

- TELEMAC-2D : module hydrodynamique en 2 dimensions. Il est mis en œuvre pour générer des marées réelles, simuler les courants marins et l'évolution des niveaux d'eau ;
- TOMAWAC : module de propagation des houles. Il est mis en œuvre pour simuler la propagation des houles du large à la côte.

Deux modèles sont également construits : un modèle régional, utilisé pour la propagation des houles du large et un modèle local pour la propagation à la côte et l'estimation du « wave set-up ».

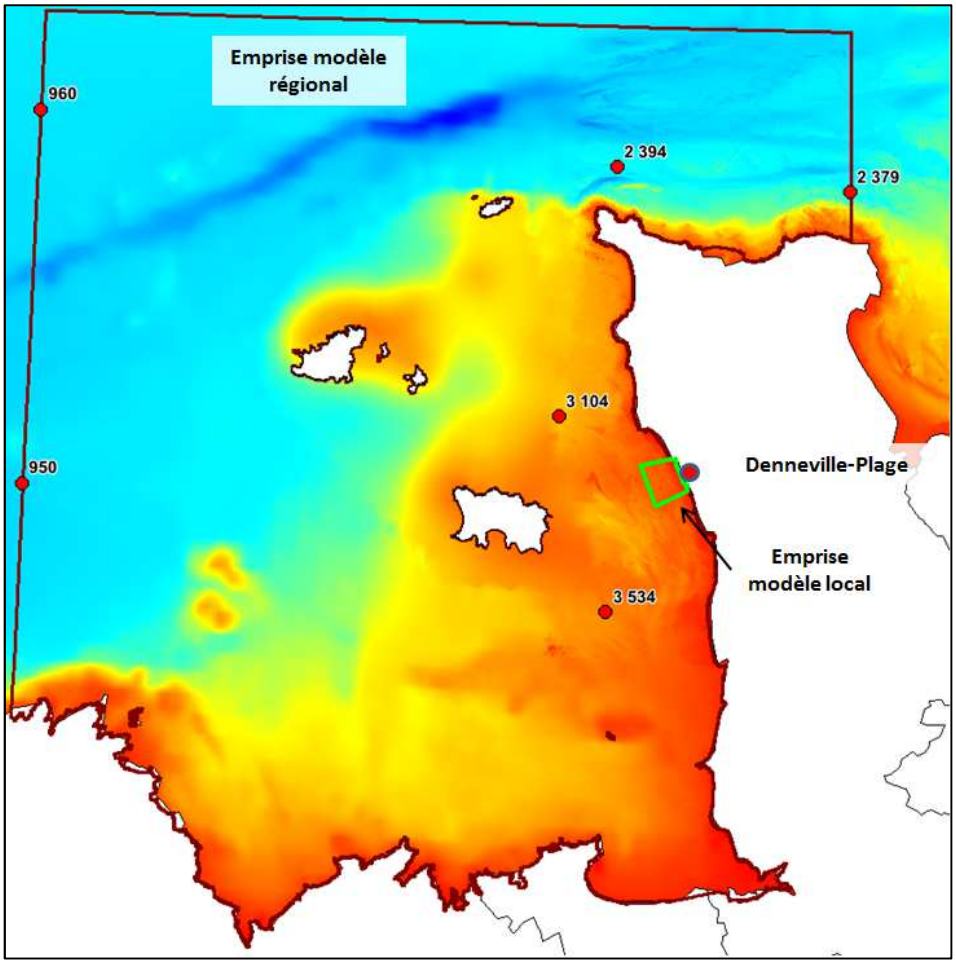


Figure 3-14 : emprises des deux modèles maritimes construits – situation des points de calcul ANEMOC.

Plusieurs combinaisons sont simulées : 3 combinaisons de période de retour équivalente 10 ans et 3 combinaisons de période de retour équivalente 100 ans.

Le Tableau 3-5 présente les résultats des simulations à Denneville-Plage :

H_{m0}	Niveau marin	Période de retour combinée	Set-up	Niveau marin extrême avec set-up
8,9 m	6,70 mNGF	10 ans	0,33 m	7,03 mNGF
5,6 m	6,93 mNGF	10 ans	0,28 m	7,21 mNGF
3,3 m	7,09 mNGF	10 ans	0,12 m	7,21 mNGF
12,6 m	6,70mNGF	100 ans	0,36 m	7,06 mNGF
9,7 m	6,93 mNGF	100 ans	0,35 m	7,28 mNGF
4,0 m	7,29mNGF	100 ans	0,15 m	7,44 mNGF

Tableau 3-5 : niveaux marins extrêmes sur la zone d'étude.

Sur la zone d'étude, nous pouvons retenir comme niveaux marins extrêmes de référence :

- Période de retour 10 ans : 7,21 mNGF ;
- Période de retour 100 ans : 7,44 mNGF.

Le niveau marin extrême de période de retour 100 ans est noté Z_{ref} dans la suite de l'étude :

Z_{ref} = 7,44 mNGF.

3.2.5 PRISE EN COMPTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'ONERC (2010) préconise de retenir en France les valeurs suivantes (à partir du niveau moyen de la mer mesuré en 2000 comme référence) pour l'élévation à l'horizon 2100 :

- Hypothèse optimiste : + 40 cm ;
- Hypothèse pessimiste : + 60 cm ;
- Hypothèse extrême : + 100 cm.

Dans le cadre des PPRL, la valeur + 60 cm est retenue conformément à la circulaire du 27 juillet 2011.

Par ailleurs, afin de tenir compte de l'élévation à court terme, il est préconisé de prendre une élévation de 20 cm.

Dans le cadre du lot 2, nous étudierons les solutions d'aménagement pour une protection contre un évènement Z_{ref} + 20 cm et un évènement Z_{ref} + 60 cm.

3.3 CONTEXTE HYDRO-SEDIMENTAIRE

Le site de Denneville-Plage se situe sur la façade ouest du Cotentin, dans un système sédimentaire complexe, compris entre le cap de Carteret et le havre de Lessay. Les houles constituent un agent primordial de la dynamique côtière et la présence des îles Anglo-Normandes a tendance à « abriter » certaines portions du littoral. 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 travaux de Franck Levoy montrent qu'entre le cap de Carteret et le havre de Lessay, la dérive sédimentaire est globalement Nord/Sud (Levoy, 1994).

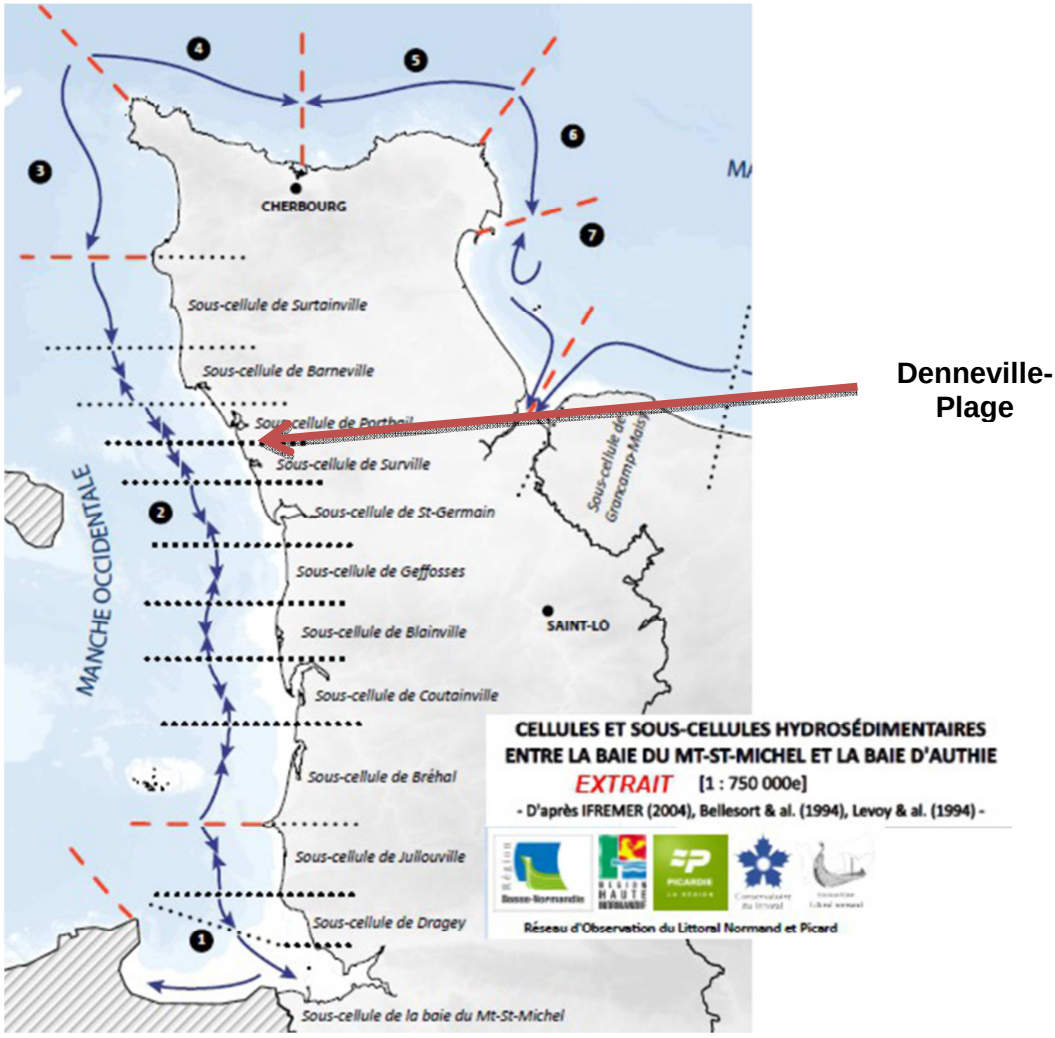


Figure 3-15 : cellules hydro-sédimentaires du département de la Manche (source : ROLNP, 2012, in Stratégie de gestion intégré du DPM dans la Manche, DDTM 50, 2014).

Plus localement, la micro-cellule sédimentaire qui inclut le littoral de Denneville, est comprise entre le havre de Porbail et celui de Surville. Une cellule sédimentaire étant une portion du littoral ayant un fonctionnement sédimentaire relativement autonome par rapport aux portions voisines.

En première approche, il est vraisemblable que les mécanismes responsables de l'érosion du secteur de Denneville sont principalement liés à la dérive littorale. Les apports en sable provenant des cellules au Nord de Denneville ne compenseraient pas les volumes de sable transportés à l'extérieur de la zone vers le Sud.

3.3.1 MOBILITE DU TRAIT DE COTE

3.3.1.1 Analyse des photographies aériennes anciennes de l'IGN

La mobilité du trait de côte est évaluée par analyse diachronique des photos aériennes géoréférencées et sur la base des travaux du suivi du littoral de la Manche (Conseil Départemental de la Manche, CREC).

L'analyse diachronique des photos aériennes anciennes a été menée par le CEREMA et est mise en ligne sur le site du ROLNP (Réseau d'Observation du Littoral Normando-Picard). Les traits de côtes des années 1947, 1977, 1982, 1992, 2001 et 2010 ont été numérisés, permettant d'évaluer la mobilité moyenne du trait de côte sur 60 ans.

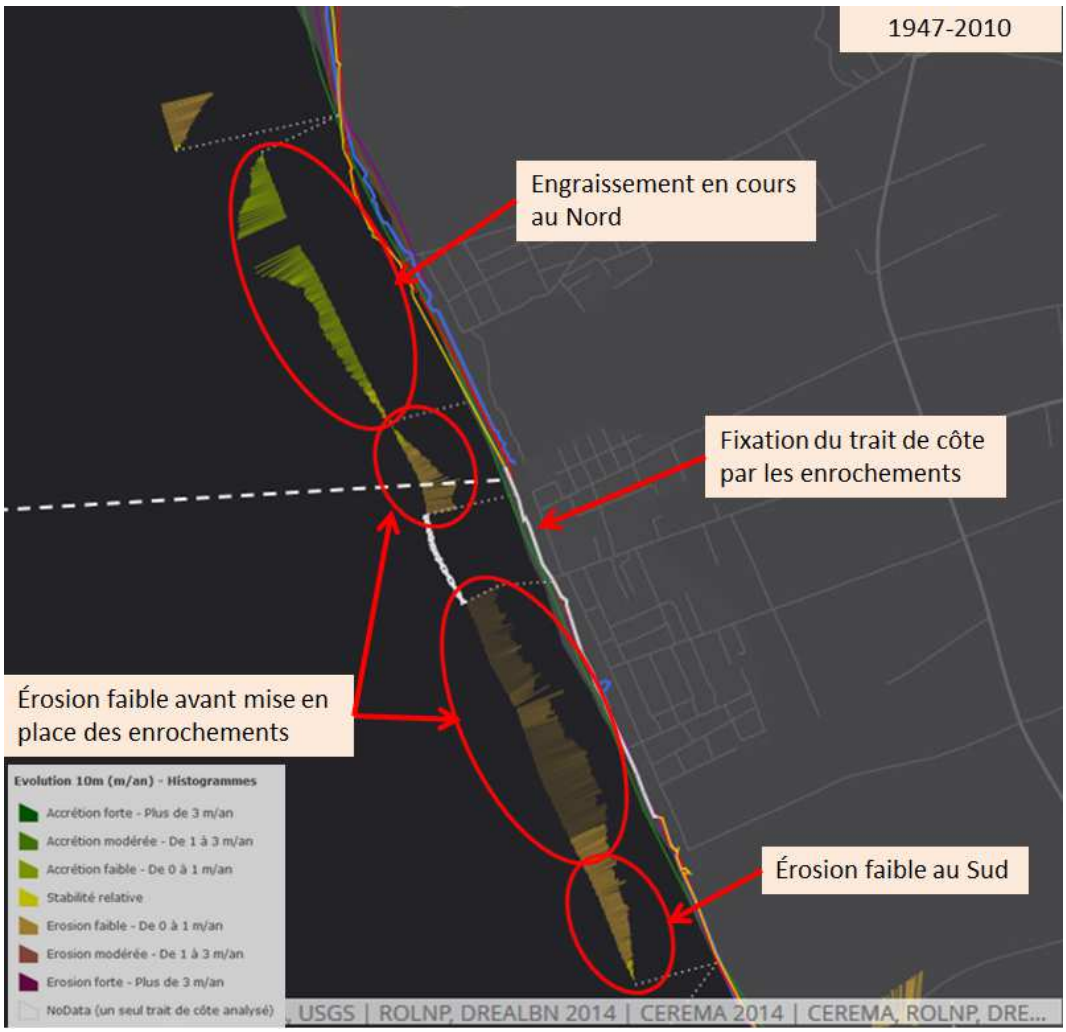


Figure 3-16 : bilan de la dynamique sédimentaire depuis 1947 (source : ROLNP).

A l'heure actuelle, après une phase d'érosion faible (inférieure à 1 m par an) depuis les années 50, le secteur apparaît être dans une dynamique transgressive (accrétion) depuis le milieu des années 90. Cette accrétion est plus marquée sur la partie Nord du secteur. L'inversion s'est opérée entre 1992 et 2001.

Le long du littoral dennevillais, le trait de côte est fixé par les protections en enrochements. Une tendance à l'érosion (faible) est mise en évidence jusqu'à la fin des années 70, avant que l'ensemble du linéaire ne soit progressivement aménagé.

Au Sud des enrochements, sur la commune de Saint-Rémy-des-Landes, la tendance est à l'érosion, d'intensité faible (environ 1 m/an en moyenne).

3.3.1.2 Stations de suivi du littoral de la Manche

Le trait de côte est également suivi via les stations du Conseil Départemental de la Manche. Six stations sont installées sur la sous-cellule hydrosédimentaire de Denneville. Le suivi a été mené de 1992 à 2010-2011 pour les stations SW163, SW17, SW18, SW19 et SW20, et de 1998 à 2011 pour les stations SW161 et SW162. Les repères de la station SW163 ont quant à eux disparus lors de la tempête de mars 2008.

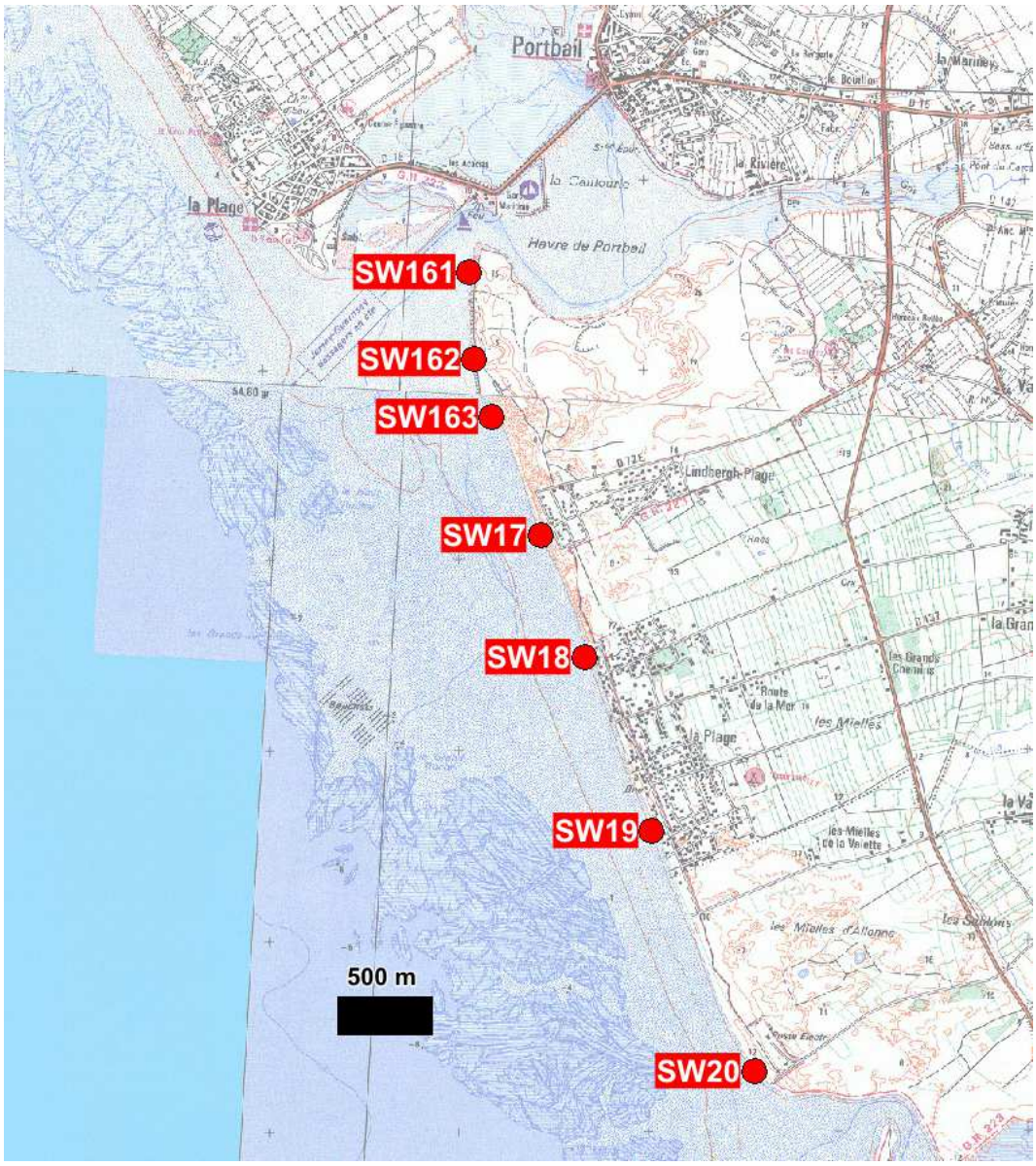


Figure 3-17 : situation des stations du réseau de suivi du littoral de la Manche.

Deux stations se situent au-devant du littoral dennevillais : la station SW18 se situe dans l'axe de la parcelle AB-333 et la station SW19 dans l'axe de la parcelle AN-366. Les deux stations ont été créées après la mise en œuvre de la protection en enrochements sur ces parcelles.

Figure 3-18 : les deux stations le 15 avril 1994 (photos : http://crec.unicaen.fr/suivi50/).

Les trois stations les plus au Nord, sur Saint-Lô-d'Ourville, sont situées sur la flèche de Lindbergh qui a fait l'objet d'un rechargement en sable d'environ 20 000 m^3 à l'automne 1998, la station SW163 se situant à l'extrémité Sud de ce rechargement.

Les conclusions de ce suivi recoupent l'analysent des photographies aériennes, à savoir :

- Un cordon dunaire qui tend à se reconstituer au Nord après une phase de recul jusque 1993 ;
- Une tendance à la stabilité voir à l'engraissement sur le littoral dennevillais, plus marquée au Nord ;
- Une tendance érosive au Sud du cordon dunaire de Saint-Rémy-des-Landes, d'environ 1 m/an.

3.3.1.3 Recul ponctuel lors d'un évènement tempétueux extrême

Les observations décrites dans les deux sous-paragraphes précédents renseignent sur les évolutions du trait de côte à une échelle d'une à plusieurs années.

Lors de fortes tempêtes, un recul ponctuel très important peut être observé et mettre en danger les habitations situées trop proche du front de mer.

Peu d'informations ont pu être retrouvées dans la bibliographie sur ce phénomène, elles sont synthétisées dans le Tableau 3-6 :

Localisation	Evènement	Recul du trait de côte	Source
Dunes de Lindbergh	Février 1990	4 à 15 m	PPRL Barneville-Carteret[6]
Dunes de Saint-Rémy-des-Landes	Mars 2008	3 m	Suivi du littoral de la Manche
Dunes de Lindbergh	Janvier 2014	7 à 8 m	PPRL Barneville-Carteret
Denneville, parcelle non protégée	Février 2014	10 à 12 m	Ouest France

Tableau 3-6 : reculs du trait de côte observés lors d'évènements tempétueux.

[6] PPRL Barneville-Carteret : Plan de Prévention des Risques Littoraux sur les communes de Barneville-Carteret, Saint-Jean-de-la-Rivière, Saint-Georges-de-la-Rivière et Portbail, DDTM50, 2015.

L'application de la méthode du FEMA (cf. ANNEXE 2) à un profil type du cordon dunaire de Denneville donne un recul ponctuel pour un évènement centennal de l'ordre de 15 m, ce qui apparaît être un ordre de grandeur cohérent avec les observations.

3.3.2 AMPLITUDE DES FLUCTUATIONS ALTIMETRIQUES DE L'ESTRAN

Dans le cadre des travaux de Franck Levoy, synthétisés dans le rapport de 1994, 55 profils de plage sur la côte Ouest du Cotentin ont été suivis entre février 1991 et juillet 1993.

La mobilité maximale de l'estran a été enregistrée principalement sur le haut de plage avec des évolutions de plus de 1 mètre devant les ouvrages de protection contre la mer.

Lors de la tempête d'octobre 1992, les mouvements altimétriques de l'estran sont restés très faibles entre Denneville et Bretteville-sur-Ay.

Le suivi du littoral mené jusqu'en 2010-2011 montre une tendance faible à l'exhaussement, ou du moins à la stabilité, du profil de plage sur Denneville.

3.3.3 FONCTIONNEMENT HYDRO-SEDIMENTAIRE – SYNTHESE

3.3.3.1 Dérive littorale Nord-Sud

La Figure 3-19 synthétise le fonctionnement hydro-sédimentaire de la cellule entre Portbail et Surville.

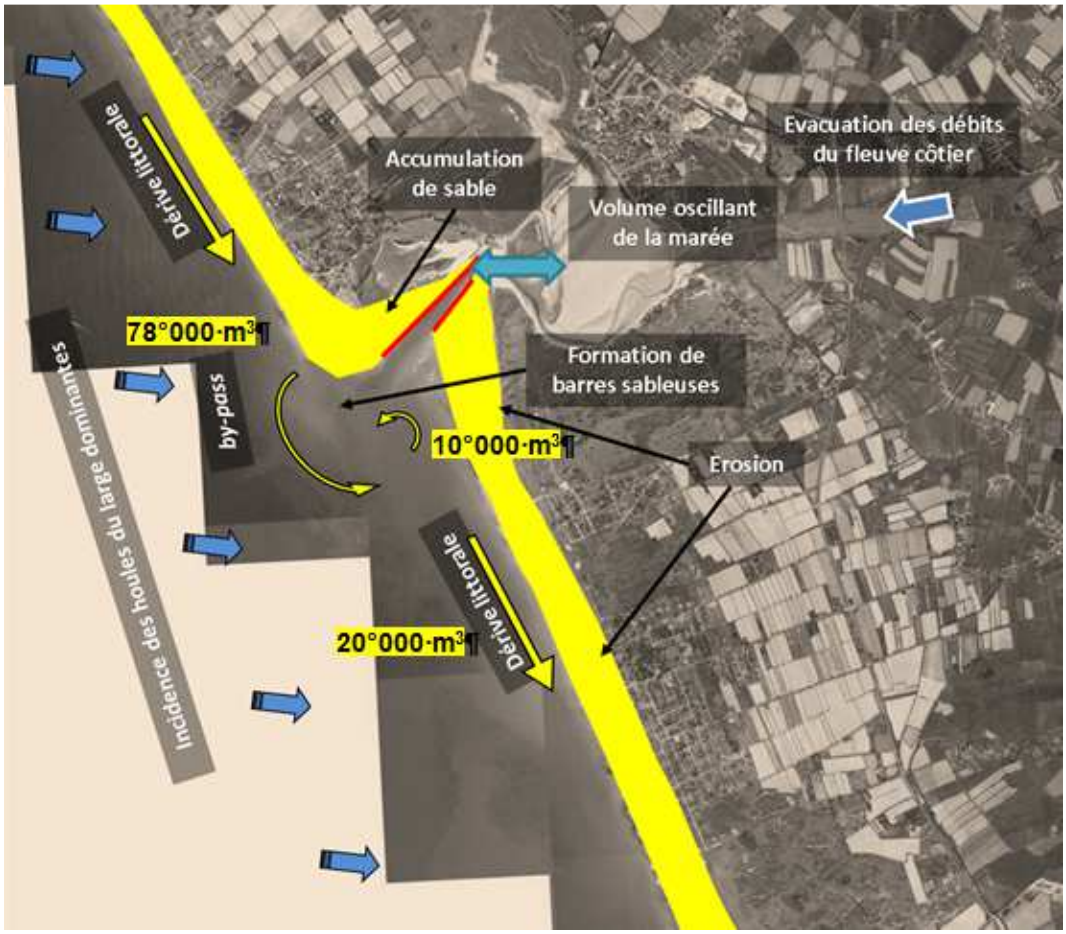


Figure 3-19 : schéma de principe des processus de transport sédimentaire entre Porbail et Surville.

A Portbail, les sédiments contournent le delta de marée au niveau de la moyenne plage. Le débit sédimentaire y est estimé à 78 000 m^3/an vers le Sud (Levoy, 1994).

De fait du delta de marée lié au volume oscillant à la sortie du chenal de navigation et de la formation de barres sableuses, un transit Sud-Nord est observable au niveau du littoral de Lindbergh-Plage, le débit sédimentaire y est estimé d'environ 10 000 m^3/an (Levoy, 1994).

Globalement, et ce malgré ce transit Sud-Nord au niveau de la flèche de Lindbergh, le transit sédimentaire se fait du Nord vers le Sud.

L'historique des travaux, tel qu'il a pu être reconstitué à partir des informations disponibles, est synthétisé sur la Figure 3-20 :

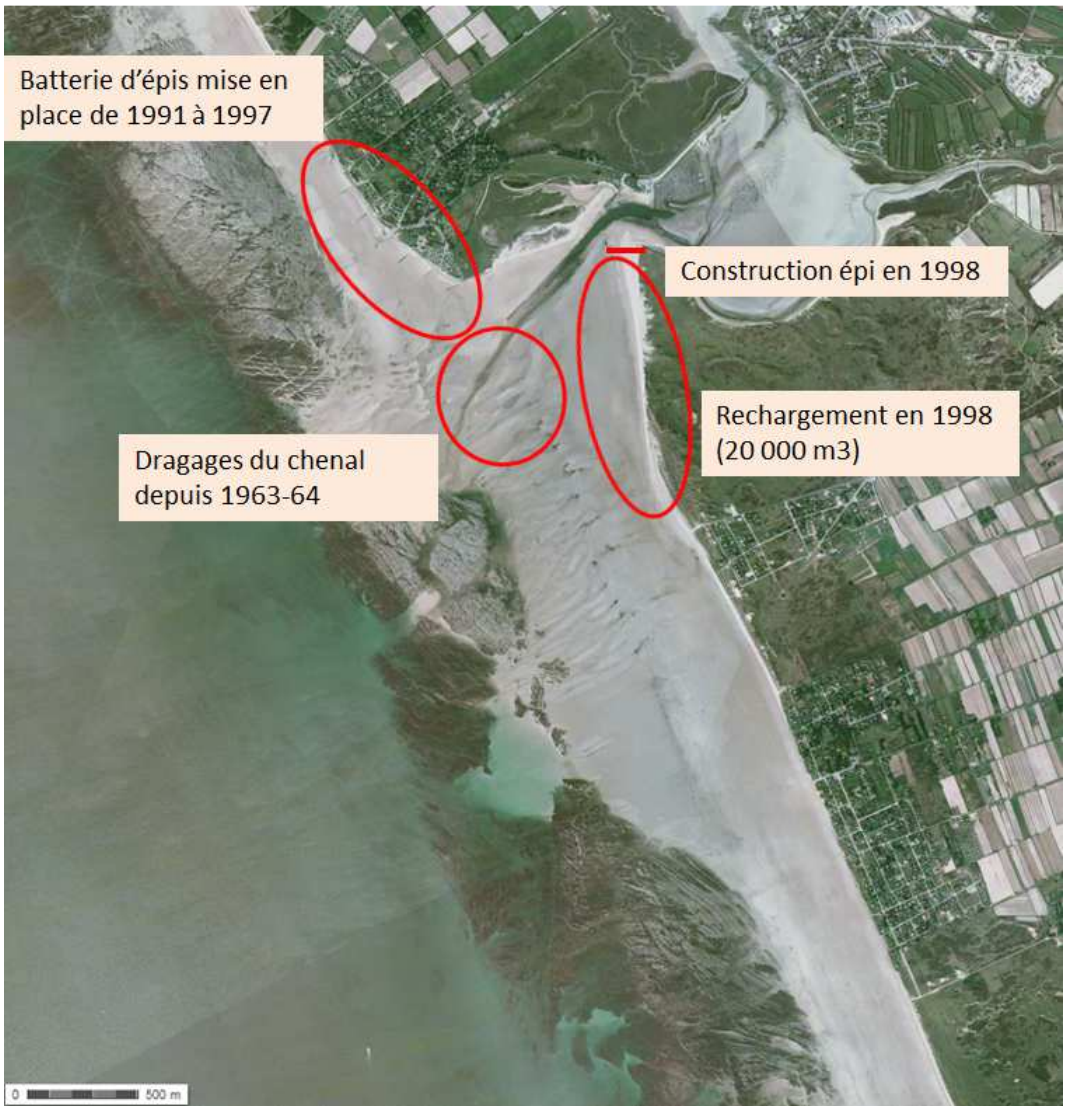


Figure 3-20 : historique des travaux dans le secteur d'étude.

Comme le montre la comparaison des photographies aériennes anciennes et récentes, les aménagements de digue et les extractions de sable à Portbail sont très probablement une des causes anthropiques d'érosion du littoral au Sud.

1955

1965

1973

2012

Figure 3-21 : Exemple de photos aériennes de l'IGN illustrant l'évolution du littoral entre Portbail et Denneville depuis 1955 (en haut à gauche) à 2012 (en bas à droite).

Les dragages du chenal du port de Portbail ont pu interrompre, en tout ou partie, le transit sédimentaire Nord-Sud, le littoral Sud se trouvant alors en déficit sédimentaire, causant ainsi l'érosion constatée entre Portbail et Surville jusque dans les années 90.

Depuis les années 90, la tendance à l'accrétion peut être expliquée par deux phénomènes :

- Une reprise du transit Nord-Sud au droit de la passe de Portbail ;
- Les rechargements réalisés sur la flèche de Lindbergh en 1998.

Il est difficile de conclure sur ce point. Dans le premier cas, la tendance à l'accrétion devrait se poursuivre à moyen terme voir long terme si aucune autre perturbation du système n'intervient, dans le second cas elle ne serait que provisoire, jusqu'à épuisement du stock mis en place en 1998.

3.3.3.2 Effets des ouvrages de défense contre la mer de Denneville

Concernant les effets des ouvrages de défense contre la mer mis en œuvre sur le littoral dennevillais, les observations ne mettent pas en évidence d'impact négatif sur le transit littoral :

- Le haut de plage présente une tendance à l'élévation (de manière générale, les défenses en « dur » ont tendance à provoquer un abaissement de la plage du fait de l'augmentation de l'agitation en pied d'ouvrage) ;
- L'érosion du trait de côte au Sud sur la commune de Saint-Rémy-des-Landes ne montre pas d'accélération ou de ralentissement suite à la construction des défenses à Denneville-Plage.

Lors des évènements tempétueux, les mouvements de sédiment se font majoritairement dans le profil de plage, c'est-à-dire perpendiculairement à la côte, le sable pris en haut de plage étant redéposé en bas de plage à la limite du platier rocheux. Ce sable est ensuite « remonté » par temps calme et par l'effet du vent.

3.3.4 TRANSPORT EOLIEN POTENTIEL

La quantification des débits solides éoliens a été réalisée à l'aide de l'équation de Kawamura.

Le transport éolien potentiel théorique calculé est alors de (Levoy, 1994) :

- 17 266 m^3/an de St Lô d'Ourville à Denneville Nord ;
- 37 145 m^3/an de Denneville à St Rémy des Landes.

Ces volumes annuels correspondent à un débit de 26 m^3/ml/an, soit l'un des plus fort potentiel de transport éolien de toute la côte Ouest du Cotentin.

4 L'INTERVENTION HUMAINE

4.1 L'URBANISATION DE DENNEVILLE-PLAGE

4.1.1 HISTORIQUE

L'urbanisation de Denneville-Plage a commencé au début du XXe siècle en même temps que le développement du tourisme balnéaire sur la côte Ouest du Cotentin.

Les photos aériennes historiques visualisables sur le site http://www.geoportail.gouv.fr de l'IGN montrent qu'en 1929 l'urbanisation était encore peu développée : sur le front de mer, à peine une dizaine de parcelles sont construites. En 1947, la partie Nord du front de mer (rue Charles Lefevre) est plus développée.

Dans les années 60-70, l'urbanisation devient plus importante et les constructions en front de mer se poursuivent jusque dans les années 90.

Aujourd'hui, la plupart des parcelles du front de mer sont construites.

4.1.2 LES ENJEUX ACTUELS

Le front de mer de Denneville-Plage se répartit sur 70 parcelles privatives, dont 1 située au Sud sur la commune de Saint-Rémy-des-Landes.

20 parcelles se situent au Nord de la cale d'accès. Ces 20 parcelles donnent directement sur le front de mer. Elles délimitent 17 propriétés privées, toutes bâties.

Au Sud de la cale d'accès, seule 1 parcelle donne directement sur le front de mer, les 49 autres se trouvent en retrait : des parcelles (AO-211, AN-414 et 1 sur Saint-Rémy-des-Landes) a priori propriétés des Domaines de l'Etat, séparent les parcelles privées de la plage.Les parcelles délimitent 41 propriétés privées, dont 36 sont bâties.

Les enjeux sur la zone d'étude sont ainsi :

- Le bâti (habitat principal et/ou secondaire) ;
- Le foncier.

Afin d'évaluer la vulnérabilité du bâti, pour chaque parcelle, la distance entre le bâti principal et le niveau de la protection a été évalué à partir des photos aériennes (source : http://www.geoportail.gouv.fr). Il ressort de cette analyse les éléments suivants :

Secteur	0 à 15 m	15 à 30 m	30 à 45 m
Nord de la cale d'accès	8	9	
Sud de la cale d'accès	6	25	4

Tableau 4-1 : nombre d'habitations par secteur en fonction de la distance au trait de côte.

La distance de 15 m correspond à un recul ponctuel « vraisemblable » lié à un seul évènement tempétueux de forte intensité et en l'absence de protection. Il s'agit d'une valeur moyenne (cf. ANNEXE 2).

4.2 LA PROTECTION DU TRAIT DE COTE

4.2.1 DESCRIPTION DE LA PROTECTION

La protection du littoral de Denneville-Plage s'étend sur un linéaire de 1 320 ml.

Elle est constituée d'une série d'enrochements mis en œuvre à la parcelle, entre la fin des années 50 (premier enrochement en 1958) et les années 2000.

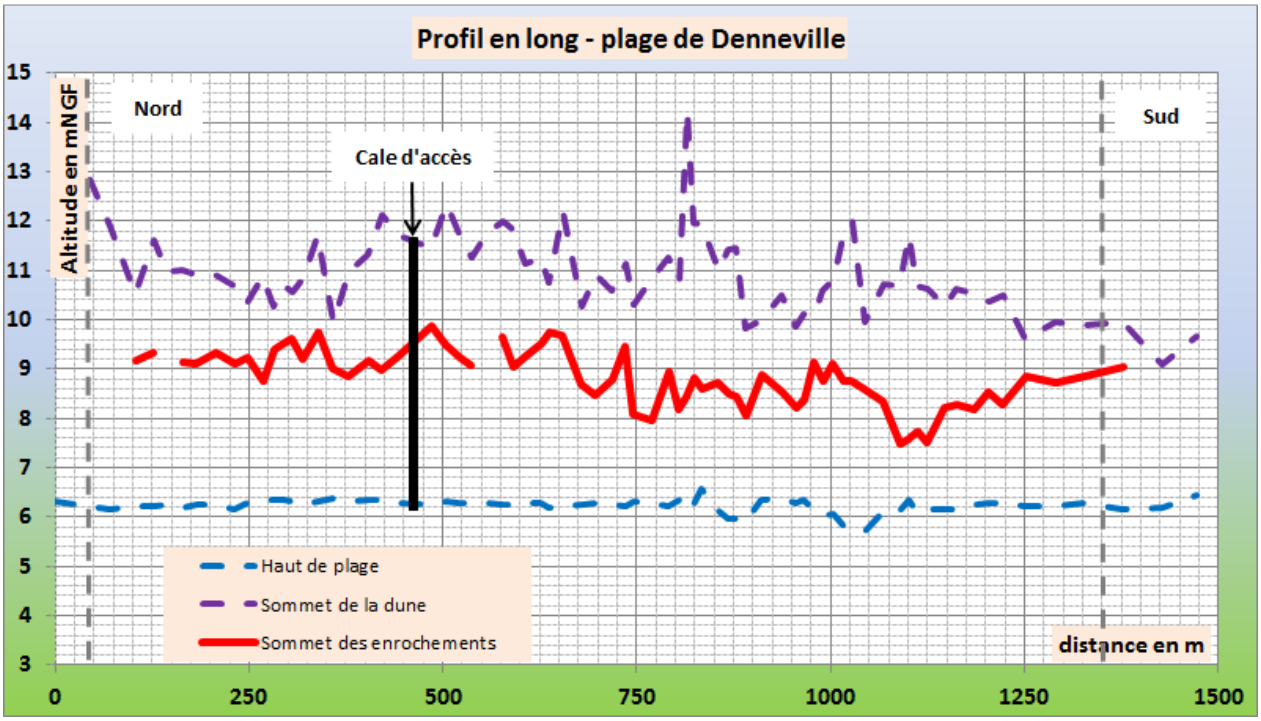


Figure 4-1 : profils en long caractéristiques de la protection (les pointillés verticaux figurent les limites communales).

Sur la moitié Nord, la crête des enrochements dépasse généralement la cote 9 mNGF. Sur la moitié Sud, elle varie entre 8 et 9 mNGF, descendant parfois sous les 8 mNGF.

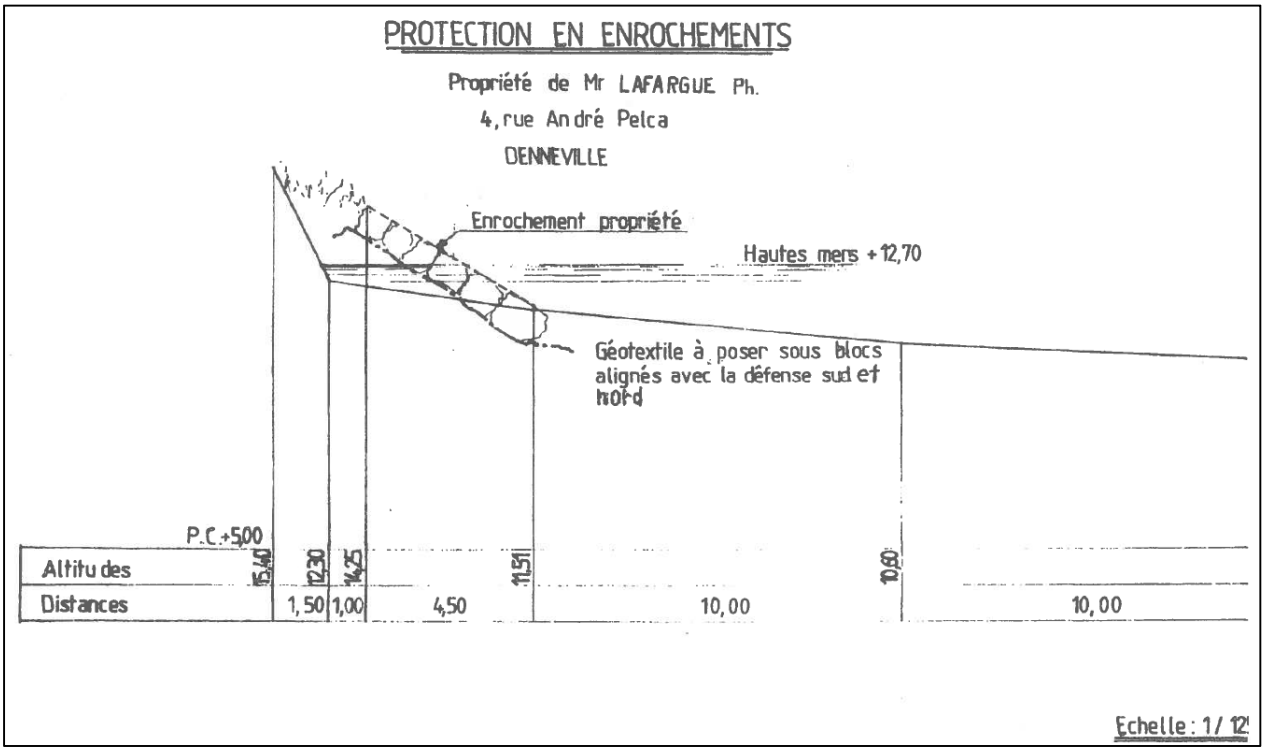


Tableau 4-2 : coupe-type de l'enrochement de la parcelle AO-210-4.

Les photos ci-dessous illustrent la mise en œuvre des enrochements sur les parcelles AB-436 et AB-437 qui ont été réalisés simultanément en 1990 ou 1991 :

Figure 4-2 : mise en œuvre des enrochements sur les parcelles AB-436 et AB-437.

Les photos suivantes présentent les enrochements sur la parcelle AN-414-543

Figure 4-3 : vues des enrochements sur la parcelle AN-414-543.

Bien que la protection soit assez hétérogène, les caractéristiques suivantes ressortent en général :

- Les blocs sont de grande dimension, de 1 à 3 T, parfois plus ;
- Les pentes de talus varient de 3H/2V à 2H/1V ;
- Les enrochements sont mis en œuvre en une seule couche, directement sur le géotextile lorsqu'il y en a un ;
- La butée de pied est assurée par une rangée de blocs ;

4.2.2 RELEVES DE DESORDRES

Les relevés de désordres sont détaillés dans les fiches jointes en annexe.

De manière générale, les désordres observés sont relatifs à des érosions de la dune au-dessus de la crête des enrochements dues aux paquets de mer passant par-dessus la carapace en enrochements.

A l'extrémité Nord, à la jonction avec le cordon dunaire, il n'est pas observé de désordre particulier. Par ailleurs, ce secteur apparaît en engraissement.

A l'extrémité Sud de la protection, sur Saint-Rémy-des-Landes, une érosion de la dune est observée.

Figure 4-4 : détail de l'anse d'érosion à l'extrémité Sud de la protection.

5 DIAGNOSTIC DES OUVRAGES DE PROTECTION

5.1 PREAMBULE

Les concepts théoriques développés sont issus de la documentation technique principale suivante :

- Roch Manual, édition 2009, CIRIA, CUR, CETMEF
- Introduction to bed, bank and shore protection, Gerrit J. Schiereck, 2004, Delft
- EurOtop, Wave overtopping of sea defences and related structures : assessment manual (2007)

Le guide Eurotop d'évaluation du franchissement des ouvrages de défense contre la mer et structures associées a été développé en 2007. Il met à disposition de l'ingénieur des méthodes dédiées à l'évaluation du run-up* (ou altitude maximale du jet de rive*), du débit de franchissement (ou débit débordant) et des hauteur/vitesse de l'eau sur l'ouvrage lors du franchissement. Les structures abordées sont de trois grands types : digue et talus imperméables, talus en enrochements, murs verticaux. De nombreuses variantes sont également possibles quant à la géométrie de l'ouvrage (présence d'un pied d'ouvrage, d'une risberme, d'un mur de couronnement, de ruptures de pentes), ses caractéristiques physiques (revêtement) ou les forçages hydrodynamiques.

Le guide Eurotop s'accompagne d'une base de données rassemblant les résultats de plus de 10 000 essais de franchissement sur modèle physique, qui permet à l'utilisateur de conforter par analogie de cas les évaluations basées sur les formules empiriques. Il s'accompagne également d'un outil informatique générique de prédiction du débit de franchissement. Cet outil, développé dans le cadre du programme de recherche européen CLASH, est basé sur un réseau de neurone, pour lequel les résultats d'essais déjà cités ont servi de jeu d'apprentissage.

Ce guide a été élaboré principalement à partir de trois documents : Manual of Overtopping (Environment Agency, Royaume-Uni, 1999), Technical Report on Wave run-up and wave overtopping (TAW, Pays-Bas, 2002), Die Küste (EAK, Allemagne, 2002). Il s'est également appuyé sur plusieurs programmes de recherche nationaux ou européens.

Le guide Eurotop est donc non seulement appelé à remplacer les trois documents pré-cités, mais aussi à actualiser le CIRIA/CUR Rock Manual, le British Standard BS6349 et l'US Coastal Engineering Manual sur les questions du run-up et du franchissement.

Concernant les outils de modélisations, le module TOMAWAC de la suite de calcul TELEMAC (développée par le LNHE – EDF R&D) est utilisé pour la propagation des houles du large à la côte.

5.2 IDENTIFICATION DES RISQUES

Sur le littoral dennevillais, deux risques liés aux sollicitations marines sont identifiés :

- L'érosion du massif dunaire jusqu'aux habitations, occasionnant un risque de destruction du bâti ;
- La submersion du cordon dunaire occasionnant l'inondation des terrains bas situés en arrière.

Ces deux risques sont le croisement de deux aléas (érosion du massif dunaire et submersion) et de la présence d'enjeux à proximité.

Les deux aléas dépendent des sollicitations marines et de la nature de la protection : dune naturelle non protégée, dune protégée par des enrochements. Pour chacun de ces deux types de protection, les modes de défaillance et les processus initiateurs varient et il convient donc de différencier les deux cas.

5.3 PRINCIPAUX MODES DE DEFAILLANCE

5.3.1 DIGUES EN ENROCHEMENTS SUR CORDON DUNAIRE

Deux modes de défaillance peuvent conduire à la rupture de la protection :

- L'attaque du cordon dunaire par l'arrière lors de son franchissement par les paquets de mer et une érosion régressive* conduisant à la rupture ;
- L'érosion du cordon dunaire consécutif à la destruction (totale ou partielle) de la carapace en enrochements.

Ces deux modes de défaillance sont attachés à trois processus initiateurs liés aux sollicitations marines : l'érosion de pied, la submersion, l'impact direct des vagues.

5.3.1.1 Erosion de pied

L'affouillement de pied a pour conséquences le départ des matériaux support par le fond et le glissement du revêtement, conduisant à la destruction (totale ou partielle) de la carapace. La propension à affouiller dépend des paramètres suivants :

- Nature de la fondation de la digue,
- Géométrie du pied,
- Creux de la houle,
- Niveau d'eau.

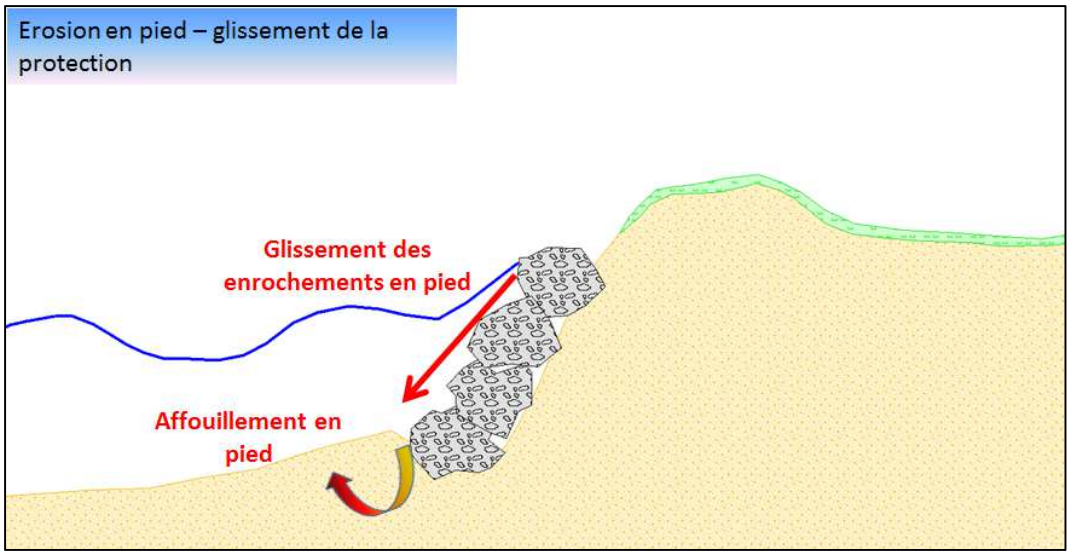


Figure 5-1 : illustration du processus d'érosion en pied de la protection.

Les résultats d'essais réalisés (« effet de la butée de pied posée à faible profondeur sur la stabilité de talus de protection », Université du Havre, Creocean) ont montré que comme l'on peut s'y attendre les seuils d'instabilité décroissent avec le niveau d'eau en pied de talus. Plus le niveau d'eau devant l'ouvrage est faible, plus l'énergie dissipée en pied est forte.

En première approximation la profondeur d'érosion peut atteindre la valeur du creux de houle avant déferlement.

5.3.1.2 Submersion et érosion en arrière

Le terme « submersion » recouvre deux phénomènes distincts :

- La « surverse » : il s'agit d'une submersion continue d'un ouvrage lorsque le niveau moyen de la mer dépasse le niveau de la crête de l'ouvrage ;
- Le « franchissement » : il s'agit du franchissement par paquets de mer, ou encore « jet de rive », lorsque les vagues, au contact de l'ouvrage, projettent des volumes d'eau (des « paquets de mer ») par-dessus la crête de l'ouvrage. Contrairement à la surverse, ce phénomène est intermittent.

Le littoral de Denneville-Plage n'est pas soumis à surverse, la crête du massif dunaire se situant nettement au-dessus des niveaux moyens extrêmes (calculés au 3.2.4).

Par contre, compte-tenu de sa situation en front de mer, le littoral de Denneville-Plage est soumis aux franchissements par paquets de mer : comme l'illustre la Figure 5-2, les paquets de mer, en retombant sur le sol, peuvent éroder le massif dunaire derrière les enrochements et emporter les matériaux de la dune en retournant à la mer. Selon l'intensité du phénomène, les vides ainsi créés à l'arrière des enrochements peuvent déstabiliser la carapace qui s'affaisse alors.

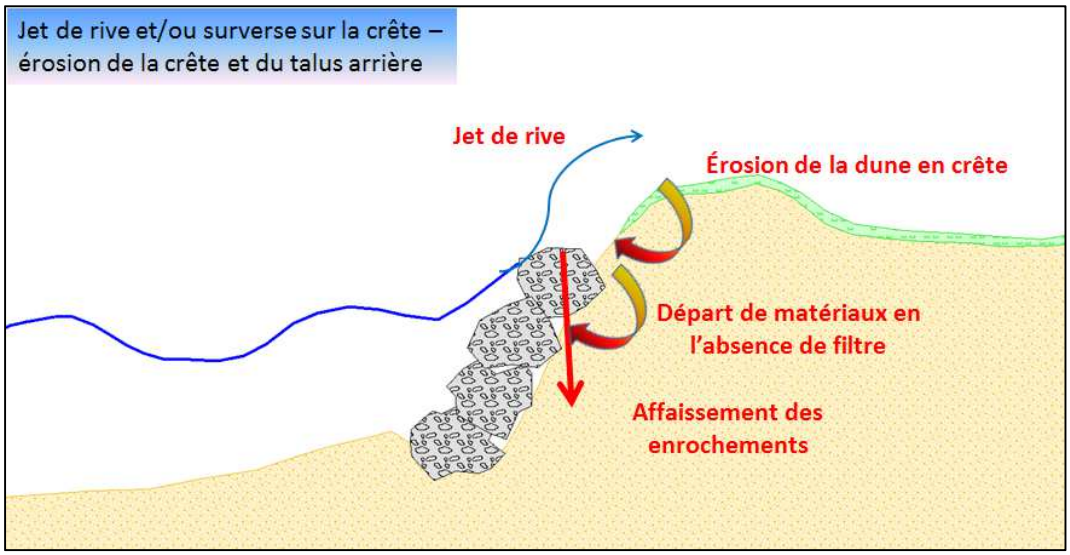


Figure 5-2 : illustration du processus d'érosion de la crête de l'ouvrage.

Le jet de rive est caractérisé par le « Run-up », dont il existe plusieurs formulations : le Run-up est la hauteur maximale à laquelle les paquets de mer peuvent être projetés.

La valeur du Run-up dépend de l'énergie de la vague (donc de sa hauteur et de sa période) et de la géométrie de la protection, en particulier : la pente de talus, le niveau de la crête, la rugosité du talus.

Par ailleurs, si le niveau de crête de la dune est insuffisant, les paquets de mer peuvent également passer par-dessus la crête et venir éroder la dune côté terre : le cordon dunaire s'amincit alors par régression régressive.

5.3.1.3 Impact direct des vagues

L'impact de la vague est dépendant de la pente du talus et de la hauteur de creux (environ $10.\rho.g.H_s.tan(\alpha)$). L'érosion peut se produire dans les zones de rupture géométrique (pied, sommet de l'enrochement) par dissipation privilégiée de l'énergie.

5.3.1.4 Synthèse

Le schéma suivant synthétise l'enchaînement des phénomènes pouvant provoquer une brèche.

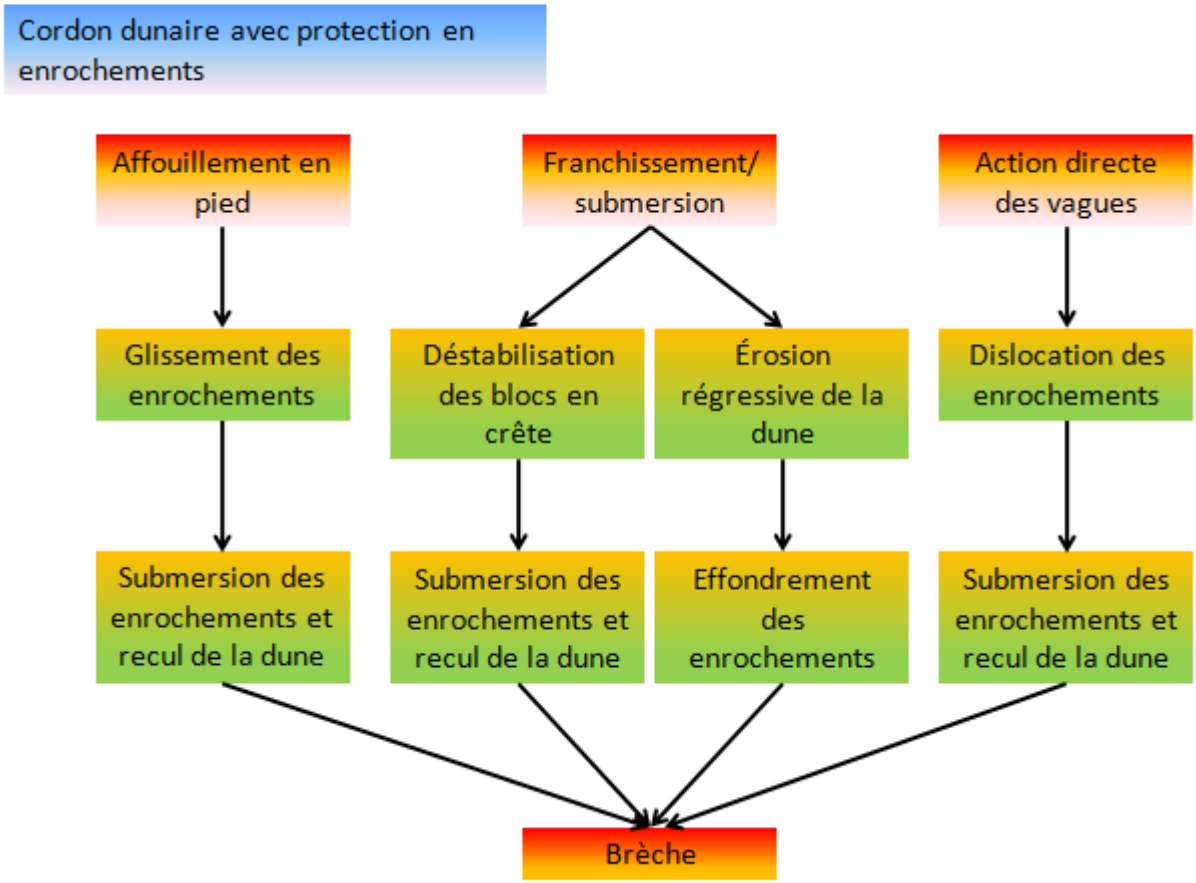


Figure 5-3 : schématisation des processus menant à la formation de brèches dans le cordon dunaire protégé.

5.3.2 CORDONS DUNAIRES NATURELS

Pour les cordons dunaires naturels, on retrouve sensiblement les mêmes modes de défaillance :

- L'érosion du pied de dune progressif jusqu'à instabilité et brèche ou réduction locale de la cote de crête et submersion ;
- La submersion qui peut être totale ou partielle : attaque de l'arrière dune et érosion régressive.

Ces deux modes de défaillance sont attachés à deux processus initiateurs liés aux sollicitations marines : l'érosion de pied par action des vagues, la submersion.

5.3.2.1 Érosion et recul de la dune

Deux cas sont à différencier concernant ce processus :

- L'érosion à long terme, liée à la dynamique sédimentaire du secteur ;
- L'érosion ponctuelle lors d'un évènement tempétueux.

L'érosion à long terme dépend du bilan sédimentaire global lié à la dérive littorale et aux mouvements dans le profil.

Le bilan sédimentaire dépend du régime local des houles qui engendre les courants littoraux et les caractéristiques des sédiments. Le suivi des profils de plage par le CREC est une donnée de base.

Concernant l'érosion ponctuelle liée à un évènement tempétueux, il convient de considérer le recul maximal pour l'évènement de référence.

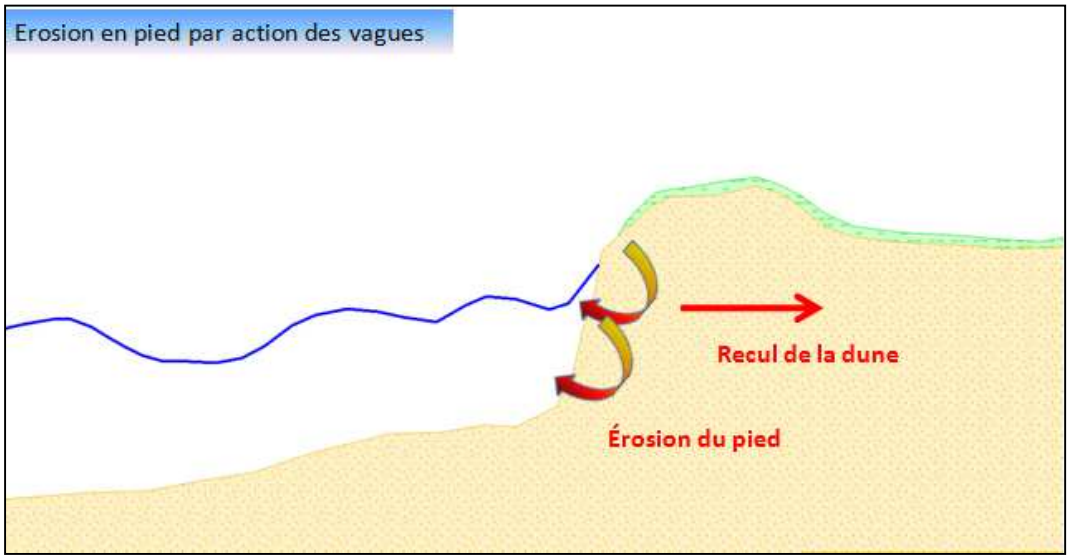


Figure 5-4 : illustration du processus d'érosion en pied de dune.

5.3.2.2 La Submersion par jet de rive

Pour certaines conditions de pente de plage et de cordons, des submersions peuvent avoir lieu alors que le niveau statique est inférieur à la cote du cordon littoral. Le franchissement des paquets de mer vient éroder la crête de dune ou l'arrière de l'avant dune.

L'érosion est plus ou moins intense en fonction du degré de végétalisation du cordon et de sa largeur.

Le run-up peut être calculé par l'équation de P. Ruggiero et al qui s'applique aux plages à caractère dissipant (pente de plage relativement importante) (cf ANNEXE 2).

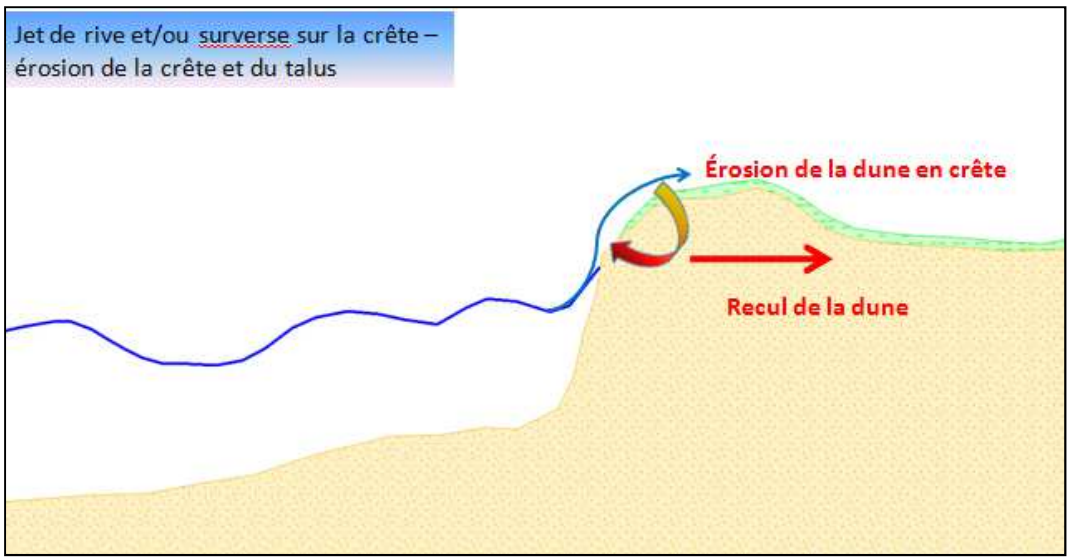


Figure 5-5 : illustration du processus d'érosion de la crête de la dune.

5.3.2.3 Submersion totale

La submersion totale concerne les cordons dunaires à profil bas et pour des conditions maritimes extrêmes. Des brèches peuvent également être ouvertes suite à érosion. La largeur du cordon, les apports éoliens jouent un rôle dans l'apparition de brèche complète.

5.3.2.4 Synthèse

Le schéma suivant synthétise l'enchaînement des phénomènes pouvant provoquer

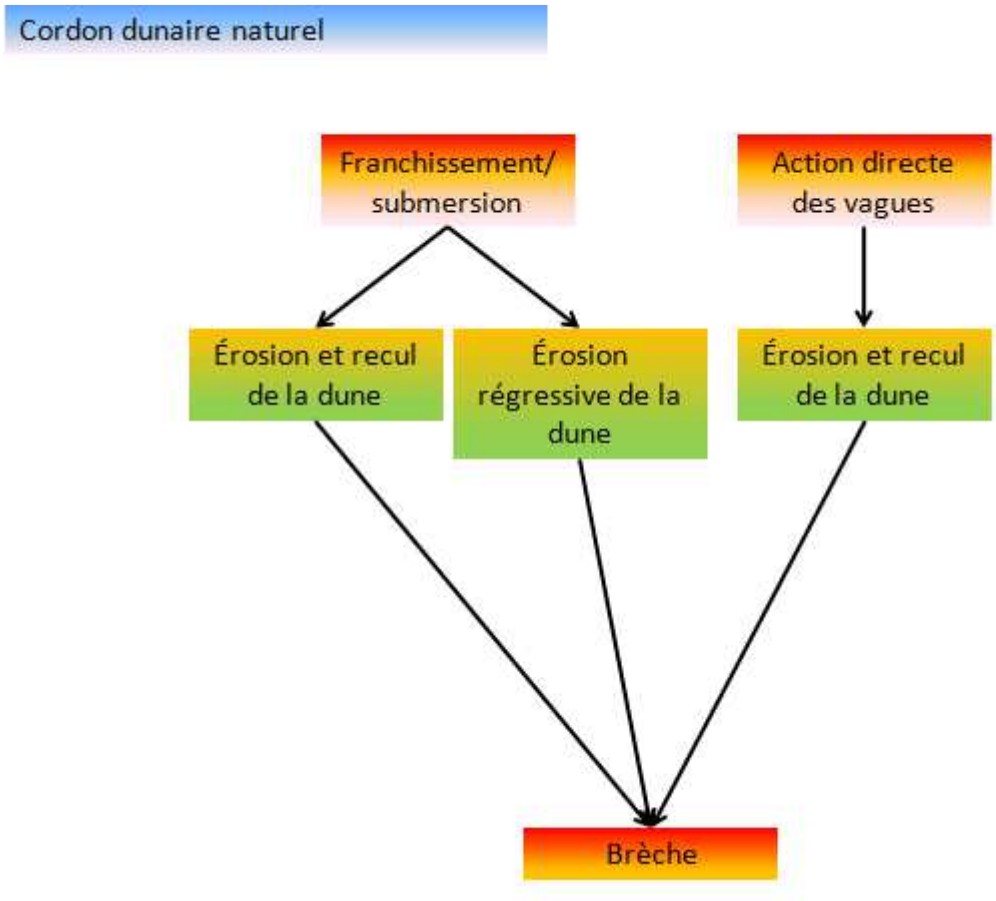


Figure 5-6 : schématisation des processus menant à la formation de brèches dans le cordon dunaire naturel.

5.4 CARACTERISTIQUES DES HOULES EN PIED D'OUVRAGE

5.4.1 MODELISATION DES ETATS DE MER

Le modèle régional présenté au 3.2.4 est utilisé pour propager les houles du large au proche côtier. Le modèle local propage quant à lui les houles du proche côtier jusqu'au front de mer afin de préciser les valeurs sur la plage.

Le modèle est calé sur l'évènement de mars 2008 (tempête « Johanna »). Les hauteurs de houles mesurées aux Minquiers et à la bouée « Channel Lightship » située dans les Casquets sont comparées aux valeurs calculées :

Bouée	H_s observée	H_s calculée
Channel Lightship	9,0 m	8,99 m
Les Minquiers	7,2 m	7,25 m

Tableau 5-1 : calage du modèle de propagation de houle en mars 2008.

5.4.2 HOULES EN PIED D'OUVRAGE

Six combinaisons de niveaux statiques et houles sont simulées :

Combinaison	Niveau statique		Houle		Période de retour combinée	H_s calculée en pied d'ouvrage
	Niveau	T	H_s	T		
T10_1	6,70 mNGF	~ 1 an	8,9 m	1 an	10 ans	1,49 m
T10_2	6,93 mNGF	2 ans	5,6 m	< 1 an	10 ans	1,56 m
T10_3	7,09 mNGF	10 ans	3,3 m	< 1 an	10 ans	1,56 m
T100_1	6,70 mNGF	~ 1 an	12,6 m	20 ans	100 ans	1,48 m
T100_2	6,93 mNGF	2 ans	9,7 m	1,7 an	100 ans	1,60 m
T100_3	7,29 mNGF	100 ans	4,0 m	< 1 an	100 ans	1,67 m

Tableau 5-2 : résultats des simulations de propagation des houles.

Pour la vérification du dimensionnement des ouvrages, nous retiendrons les valeurs suivantes de hauteurs significatives en pied d'ouvrage :

- Evènement de période de retour **10 ans : H_s = 1,56 m** ;
- Evènement de période de retour **100 ans : H_s = 1,67 m**.

5.5 ESTIMATION DES ALEAS DE DEFAILLANCE DE LA PROTECTION

L'estimation des aléas de défaillance est approchée de manière similaire pour les cordons dunaires protégés et naturels.

5.5.1 ALEA EROSION ET RECUL DU CORDON DUNAIRE

Dans le cas des cordons dunaires, l'aléa est considéré comme faible si les vagues déferlent en pied d'ouvrage, autrement dit, si la hauteur d'eau (y compris le run-up) en pied d'ouvrage est proche de 0 : cette hauteur est notée *h*. Elle est calculée en prenant la cote de la surface libre (notée N_S) à 6 mNGF (correspondant à un niveau moyen en vives eaux) et 7,44 mNGF (niveau extrême).

Il a été considéré qu'un cordon dunaire de largeur supérieure à 25 m réduit l'aléa d'un niveau, de même que la présence d'une protection en enrochements.

Cela conduit à la grille de classes d'aléa suivante :

	h (N_s = 6) < 0 h (N_s = 7,44) < 0,5	h (N_s = 6) < 0 h (N_s = 7,44) > 0,5	h (N_s = 6) > 0 h (N_s = 7,44) > 0,5
Cas général	Aléa FAIBLE	Aléa MOYEN	Aléa FORT
Largeur > 25 m	Aléa FAIBLE	Aléa FAIBLE	Aléa MOYEN
Enrochements	Aléa FAIBLE	Aléa FAIBLE	Aléa MOYEN

5.5.1.1 Affouillement en pied des enrochements

Dans le cas des enrochements, il est fait l'hypothèse que l'affouillement est de l'ordre de grandeur de l'amplitude de la houle en pied d'ouvrage, soit d'environ 1,5 à 1,7 m.

Nous n'avons pas d'information sur la profondeur de fondation des blocs d'enrochements. Toutefois, il n'est pas noté de glissement significatif des protections.

Ces observations mènent à considérer un aléa « moyen » pour l'affouillement en pied des enrochements.

Au final, sur les parcelles protégées par enrochements, l'aléa retenu est l'aléa maximal entre l'affouillement en pied et l'aléa lié à l'érosion du cordon dunaire.

5.5.1.2 Dislocation des enrochements par action des vagues

Les tailles de blocs sont dimensionnées pour supporter l'impact des vagues. Plusieurs formules sont employées :

- Formule d'Hudson :
- Formule de Van der Meer :

De manière générale, la formule d'Hudson donne des valeurs plus fortes que celle de Van der Meer.

L'application des deux formules donne des masses d'enrochements de 1 à 1,5 T. De ce point de vue, les enrochements en place apparaissent suffisamment dimensionnés.

L'aléa lié à l'action des vagues est ainsi considéré comme « faible ».

5.5.2 ALEA SUBMERSION

5.5.2.1 Surverse

Sur l'ensemble du linéaire, le niveau de crête du cordon dunaire dépasse largement le niveau marin extrême de référence. L'aléa lié à la submersion par surverse est donc faible sur l'ensemble du linéaire.

5.5.2.2 Franchissement par paquets de mer

La qualification de l'aléa lié au franchissement par paquets de mer est abordée par le calcul du run-up et des débits de franchissement.

Le run-up permet de caractériser la probabilité que la protection soit franchie, le débit de franchissement permet de caractériser les conséquences (en termes de dommages) des franchissements.

Pour les parcelles protégées par des enrochements, les deux valeurs sont calculées par les formules du TAW (2002) présentées en ANNEXE 2.

Pour les cordons dunaires naturels et les parcelles non protégées, la formulation de P. Ruggiero et al. est utilisée (cf. ANNEXE 2).

Pour les parties enrochées, les run-up calculés sont variables autour de 3 m, soit de 2,8 à 3,3 m.

Pour les cordons naturels et les parcelles non protégées, le run-up calculé est de 0,5 à 1 m.

Afin de caractériser l'aléa lié à la submersion par les paquets de mer, il est intéressant de calculer le rapport entre la cote maximale atteinte par la vague et la cote de crête des enrochements. Ce rapport est noté « Ru / Ze ». Dans le cadre de l'étude des digues de la côte Est du Cotentin, les critères suivants avaient été retenus :

Ru/Ze< 0,8	0,8 < Ru/Ze< 1,2	Ru/Ze> 1,2
Aléa FAIBLE	Aléa MOYEN	Aléa FORT

De manière générale, sur les parcelles protégées sur la zone d'étude, ce rapport varie de 1,1 à 1,4.

Si l'on considère non plus la crête des enrochements mais la crête du cordon dunaire, les valeurs obtenues sont inférieures à 1,1 pour l'ensemble des parcelles.

Ces résultats indiquent que le cordon dunaire est peu franchissable par les paquets de mer et que le risque d'érosion régressive par l'arrière de la dune n'est pas prépondérant. L'aléa prépondérant est bien le franchissement de la carapace d'enrochements et l'érosion de la dune pouvant s'en suivre.

Afin de caractériser les dommages à la dune par les paquets de mer, la grille suivante, basée sur les recommandations du Rock Manual (cf. ANNEXE 2) est retenue :

Q < 20 l/s/ml	20 < Q < 50 l/s/ml	50 < Q < 100 l/s/ml	Q > 100 l/s/ml
Aléa FAIBLE	Aléa MOYEN	Aléa FORT	Aléa TRES FORT

Le maximum des deux aléas est retenu pour caractériser sur chaque parcelle l'aléa submersion par franchissement.

5.5.3 SYNTHESE

Les tableaux suivants synthétisent les aléas sur chaque parcelle pour l'évènement extrême de référence (T = 100 ans).

L'aléa total résulte d'une pondération entre l'aléa érosion et l'aléa franchissement : le poids le plus important (70 %) est affecté à l'aléa érosion dans la mesure où il s'agit également d'une résultante de l'aléa franchissement (le franchissement des enrochements entraîne la dislocation de la carapace puis l'érosion de la dune).

Profil	PM	Propriété	Commune	Parcelle	Nature	Aléa érosion et recul de la dune	Aléa franchissement	Aléa Total
1	0	Conservatoire du littoral	Saint-Lô-d'Ourville	847	dune	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
2	71	37, rue Charles lefevre	Denneville	AB-332	dune	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
3	104	35, rue Charles lefevre	Denneville	AB-333	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
4	127	33, rue Charles lefevre	Denneville	AB-470	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
5	143	31, rue Charles lefevre	Denneville	AB-471	dune	FORT	FAIBLE	FORT
6	165	29, rue Charles lefevre	Denneville	AB-437	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
7	182	27, rue Charles lefevre	Denneville	AB-436	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
8	207	25, rue Charles lefevre	Denneville	AB-337	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
9	232	21, rue Charles lefevre	Denneville	AB-338	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
10	248	21, rue Charles lefevre	Denneville	AB-339	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
11	268	19, rue Charles lefevre	Denneville	AB-340	enrochement	MOYEN	FORT	MOYEN
12	282	17, rue Charles lefevre	Denneville	AB-341	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
13	295	15, rue Charles lefevre	Denneville	AB-342	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
14	306	13, rue Charles lefevre	Denneville	AB-343	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
15	320	13, rue Charles lefevre	Denneville	AB-344	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
16	339	9bis, rue Charles lefevre	Denneville	AB-502	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
17	358	9, rue Charles lefevre	Denneville	AB-503	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
18	379	7, rue Charles lefevre	Denneville	AB-346	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
19	404	3, rue Charles lefevre	Denneville	AB-331-298	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
20	421	1, rue Charles lefevre	Denneville	AB-297	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
21	443	1, rue Charles lefevre	Denneville	AB-296	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
22	485	2, rue André Pelca	Denneville	AO-210-1	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
23	504	2, rue André Pelca	Denneville	AO-210-242	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
24	522	4, rue André Pelca	Denneville	AO-210-4	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
25	537	6, rue André Pelca	Denneville	AO-210-422	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
26	557	8, rue André Pelca	Denneville	AO-431	dune	FORT	FAIBLE	FORT
27	577	12, rue André Pelca	Denneville	AO-211-430	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
28	590	14, rue André Pelca	Denneville	AO-211-8	enrochement	MOYEN	FORT	MOYEN
29	607	16, rue André Pelca	Denneville	AO-211-9	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
30	627	18, rue André Pelca	Denneville	AO-211-187	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
31	637	18, rue André Pelca	Denneville	AO-211-186	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
32	654	20, rue André Pelca	Denneville	AO-211-185	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
33	679	22, rue André Pelca	Denneville	AO-211-184	enrochement	MOYEN	FORT	MOYEN
34	697	24, rue André Pelca	Denneville	AO-211-183	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
35	718	26, rue André Pelca	Denneville	AO-211-182	enrochement	MOYEN	FORT	MOYEN
36	735	28, rue André Pelca	Denneville	AO-211-181	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
37	746	30, rue André Pelca	Denneville	AO-211-180	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
38	769	32, rue André Pelca	Denneville	AO-211-179	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
39	791	34, rue André Pelca	Denneville	AO-211-178	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
40	804	34, rue André Pelca	Denneville	AO-211-177	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
41	815	36, rue André Pelca	Denneville	AO-211-176	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
42	824	36, rue André Pelca	Denneville	AO-211-175	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
43	834	36, rue André Pelca	Denneville	AO-211-174	enrochement	MOYEN	FORT	MOYEN
44	855	40, rue André Pelca	Denneville	AN-414-1	enrochement	MOYEN	FORT	MOYEN
45	868	40, rue André Pelca	Denneville	AN-414-2	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
46	878	40, rue André Pelca	Denneville	AN-414-3	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
47	891	40A, rue André Pelca	Denneville	AN-414-540	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
48	911	42, rue André Pelca	Denneville	AN-414-380	enrochement	MOYEN	FORT	MOYEN
49	937	44, rue André Pelca	Denneville	AN-414-379	enrochement	MOYEN	FORT	MOYEN

Profil	PM	Propriété	Commune	Parcelle	Nature	Aléa érosion et recul de la dune	Aléa franchissement	Aléa Total
50	955	46, rue André Pelca	Denneville	AN-414-378	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
51	966	46, rue André Pelca	Denneville	AN-414-377	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
52	979	48, rue André Pelca	Denneville	AN-414-375	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
53	990	50, rue André Pelca	Denneville	AN-414-374	enrochement	MOYEN	FORT	MOYEN
54	1003	52, rue André Pelca	Denneville	AN-414-674	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
55	1016	54, rue André Pelca	Denneville	AN-414-372	enrochement	MOYEN	FORT	MOYEN
56	1027	54, rue André Pelca	Denneville	AN-414-371	enrochement	MOYEN	FORT	MOYEN
57	1044	56, rue André Pelca	Denneville	AN-414-370	enrochement	MOYEN	FORT	MOYEN
58	1068	58, rue André Pelca	Denneville	AN-414-369	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
59	1089	60, rue André Pelca	Denneville	AN-414-368	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
60	1100	60, rue André Pelca	Denneville	AN-414-367	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
61	1112	62, rue André Pelca	Denneville	AN-414-366	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
62	1125		Denneville	AN-414-365	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
63	1147	64, rue André Pelca	Denneville	AN-414-364	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
64	1162	66, rue André Pelca	Denneville	AN-414-387	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
65	1186	68, rue André Pelca	Denneville	AN-414-600	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
66	1204	70, rue André Pelca	Denneville	AN-414-606	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
67	1222	72, rue André Pelca	Denneville	AN-414-358	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
68	1252	74, rue André Pelca	Denneville	AN-414-543	enrochement	MOYEN	FORT	MOYEN
69	1290	74bis, rue André Pelca	Denneville	AN-414-542	enrochement	MOYEN	FORT	MOYEN
70	1327	76, rue André Pelca	Denneville	AN-414-356	enrochement	MOYEN	FORT	MOYEN
71	1377	les Mielles d'Allonne	Saint-Rémy-des-Landes	AB-1-156	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
72	1428	Conservatoire du littoral	Saint-Rémy-des-Landes	AB-1-157	dune	MOYEN	MOYEN	MOYEN
73	1472	Conservatoire du littoral	Saint-Rémy-des-Landes	AB-1-158	dune	MOYEN	MOYEN	MOYEN

Tableau 5-3 : caractérisation des aléas pour l'évènement de référence.

Deux parcelles sont en aléa érosion « fort » : il s'agit des deux parcelles non protégées par enrochements et pour lesquelles les bâtiments sont situés proches du front de mer (13 et 15 m).

Concernant l'aléa franchissement, la moitié Nord du littoral apparaît peu affectée, hormis 2 parcelles. La moitié Sud est quant à elle plus affectée avec des aléas « FORT » à « TRES FORT ». Ce résultat est cohérent avec les observations faites sur le terrain : les dégradations en haut d'enrochements ont été observées plutôt au Sud.

Cette localisation préférentielle n'est pas liée aux conditions de houle, sensiblement les mêmes sur tout le linéaire étudié, ni au niveau altimétrique de la plage, lui aussi sensiblement le même du Nord au Sud. Comme le met en évidence la Figure 4-1, le niveau des enrochements apparaît plus bas au Sud qu'au Nord, ce qui pourrait expliquer cette différence.

5.6 CONSEQUENCES D'UNE DEFAILLANCE DE LA PROTECTION

En termes généraux, les conséquences d'une défaillance de la protection sont de deux ordres :

- L'érosion du massif dunaire jusqu'aux habitations, occasionnant un risque de destruction du bâti ;
- La submersion (totale ou partielle) du cordon dunaire occasionnant l'inondation des terrains bas situés en arrière.

Dans le premier cas, le risque dépend de la présence d'une habitation au droit de la défaillance et de l'intensité de l'aléa, lui-même modulé par la distance des habitations au front de mer.

Dans le second cas, l'inondation peut survenir par franchissement, les volumes franchissant le cordon dunaire venant s'accumuler dans des dépressions situées en arrières, ou par brèche dans le cordon dunaire. Il ressort de l'étude des aléas que le franchissement du cordon dunaire est très peu probable du fait de la hauteur de la dune sur tout le littoral dennevillais. De fait, le risque de submersion prépondérant est lié à la formation d'une brèche et à l'inondation des terrains en arrière.

La carte de submersion en ANNEXE 1 met en évidence les zones basses situées en arrière du cordon dunaire. Trois niveaux correspondant à trois niveaux marins sont représentés : le niveau de référence centennal Z_{ref} (calculé au 3.2.4) et les deux niveaux avec prise en compte du changement climatique, Z_{ref} + 20 cm et Z_{ref} + 60 cm. Il ressort 4 « cellules de submersion » indépendantes sur la zone urbaine de Denneville-Plage, auxquelles on peut ajouter quelques dépressions localisées et de petite taille.

Les trois premières cellules se situent environ 70 m en retrait du front de mer pour l'évènement de référence : l'inondation de ces trois secteurs apparaît donc fort peu probable. Sur le premier secteur, pour l'évènement de référence, 1 bâtiment est susceptible d'être touché, sur le second 5-6, et sur le troisième 3-4.

La quatrième cellule, la plus au Sud, se situe en arrière d'un cordon dunaire non protégé et en érosion. La largeur du cordon est de 26 m pour l'évènement de référence : la rupture du cordon apparaît probable, toutefois, aucun bâtiment ne serait touché par l'inondation du fait de la topographie.

Pour un évènement à plus long terme, Z_{ref} + 60 cm, les largeurs du cordon dunaire sont significativement réduites et les conséquences d'une éventuelle rupture du cordon seraient plus importantes : au moins 7 bâtiments touchés sur le premier secteur, plus de 40 sur le second, 15 sur le troisième et 1 au Sud.

Figure 5-7 : zones basses de Denneville-Plage – moitié Nord.

Figure 5-8 : zones basses de Denneville-Plage – moitié Sud.

6 INTERVENTIONS DE COURT TERME

Le diagnostic présenté au chapitre précédent met en évidence des insuffisances du système de protection actuel, insuffisances confirmées par les observations (érosions en sommet des enrochements en particulier).

Ces insuffisances s'observent avec plus d'intensité sur la moitié Sud du système de protection.

Pour définir les interventions d'urgence à réaliser à court terme, le même travail de caractérisation des aléas a été mené, cette fois, en considérant un évènement plus probable de période de retour 10 ans.

Profil	PM	Propriété	Commune	Parcelle	Nature	Aléa érosion et recul de la dune	Aléa franchissement	Aléa Total
1	0	Conservatoire du littoral	Saint-Lô-d'Ourville	847	dune	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
2	71	37, rue Charles lefevre	Denneville	AB-332	dune	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
3	104	35, rue Charles lefevre	Denneville	AB-333	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
4	127	33, rue Charles lefevre	Denneville	AB-470	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
5	143	31, rue Charles lefevre	Denneville	AB-471	dune	FORT	FAIBLE	FORT
6	165	29, rue Charles lefevre	Denneville	AB-437	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
7	182	27, rue Charles lefevre	Denneville	AB-436	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
8	207	25, rue Charles lefevre	Denneville	AB-337	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
9	232	21, rue Charles lefevre	Denneville	AB-338	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
10	248	21, rue Charles lefevre	Denneville	AB-339	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
11	268	19, rue Charles lefevre	Denneville	AB-340	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
12	282	17, rue Charles lefevre	Denneville	AB-341	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
13	295	15, rue Charles lefevre	Denneville	AB-342	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
14	306	13, rue Charles lefevre	Denneville	AB-343	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
15	320	13, rue Charles lefevre	Denneville	AB-344	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
16	339	9bis, rue Charles lefevre	Denneville	AB-502	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
17	358	9, rue Charles lefevre	Denneville	AB-503	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
18	379	7, rue Charles lefevre	Denneville	AB-346	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
19	404	3, rue Charles lefevre	Denneville	AB-331-298	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
20	421	1, rue Charles lefevre	Denneville	AB-297	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
21	443	1, rue Charles lefevre	Denneville	AB-296	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
22	485	2, rue André Pelca	Denneville	AO-210-1	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
23	504	2, rue André Pelca	Denneville	AO-210-242	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
24	522	4, rue André Pelca	Denneville	AO-210-4	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
25	537	6, rue André Pelca	Denneville	AO-210-422	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
26	557	8, rue André Pelca	Denneville	AO-431	dune	FORT	FAIBLE	FORT
27	577	12, rue André Pelca	Denneville	AO-211-430	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
28	590	14, rue André Pelca	Denneville	AO-211-8	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
29	607	16, rue André Pelca	Denneville	AO-211-9	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
30	627	18, rue André Pelca	Denneville	AO-211-187	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
31	637	18, rue André Pelca	Denneville	AO-211-186	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
32	654	20, rue André Pelca	Denneville	AO-211-185	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
33	679	22, rue André Pelca	Denneville	AO-211-184	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
34	697	24, rue André Pelca	Denneville	AO-211-183	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
35	718	26, rue André Pelca	Denneville	AO-211-182	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
36	735	28, rue André Pelca	Denneville	AO-211-181	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
37	746	30, rue André Pelca	Denneville	AO-211-180	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
38	769	32, rue André Pelca	Denneville	AO-211-179	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
39	791	34, rue André Pelca	Denneville	AO-211-178	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
40	804	34, rue André Pelca	Denneville	AO-211-177	enrochement	MOYEN	FORT	MOYEN
41	815	36, rue André Pelca	Denneville	AO-211-176	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
42	824	36, rue André Pelca	Denneville	AO-211-175	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
43	834	36, rue André Pelca	Denneville	AO-211-174	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
44	855	40, rue André Pelca	Denneville	AN-414-1	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
45	868	40, rue André Pelca	Denneville	AN-414-2	enrochement	MOYEN	FORT	MOYEN
46	878	40, rue André Pelca	Denneville	AN-414-3	enrochement	MOYEN	FORT	MOYEN
47	891	40A, rue André Pelca	Denneville	AN-414-540	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
48	911	42, rue André Pelca	Denneville	AN-414-380	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
49	937	44, rue André Pelca	Denneville	AN-414-379	enrochement	MOYEN	FORT	MOYEN

Profil	PM	Propriété	Commune	Parcelle	Nature	Aléa érosion et recul de la dune	Aléa franchissement	Aléa Total
50	955	46, rue André Pelca	Denneville	AN-414-378	enrochement	MOYEN	FORT	MOYEN
51	966	46, rue André Pelca	Denneville	AN-414-377	enrochement	MOYEN	FORT	MOYEN
52	979	48, rue André Pelca	Denneville	AN-414-375	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
53	990	50, rue André Pelca	Denneville	AN-414-374	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
54	1003	52, rue André Pelca	Denneville	AN-414-674	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
55	1016	54, rue André Pelca	Denneville	AN-414-372	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
56	1027	54, rue André Pelca	Denneville	AN-414-371	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
57	1044	56, rue André Pelca	Denneville	AN-414-370	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
58	1068	58, rue André Pelca	Denneville	AN-414-369	enrochement	MOYEN	FORT	MOYEN
59	1089	60, rue André Pelca	Denneville	AN-414-368	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
60	1100	60, rue André Pelca	Denneville	AN-414-367	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
61	1112	62, rue André Pelca	Denneville	AN-414-366	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
62	1125		Denneville	AN-414-365	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
63	1147	64, rue André Pelca	Denneville	AN-414-364	enrochement	MOYEN	TRES FORT	FORT
64	1162	66, rue André Pelca	Denneville	AN-414-387	enrochement	MOYEN	FORT	MOYEN
65	1186	68, rue André Pelca	Denneville	AN-414-600	enrochement	MOYEN	FORT	MOYEN
66	1204	70, rue André Pelca	Denneville	AN-414-606	enrochement	MOYEN	FORT	MOYEN
67	1222	72, rue André Pelca	Denneville	AN-414-358	enrochement	MOYEN	FORT	MOYEN
68	1252	74, rue André Pelca	Denneville	AN-414-543	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
69	1290	74bis, rue André Pelca	Denneville	AN-414-542	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
70	1327	76, rue André Pelca	Denneville	AN-414-356	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
71	1377	les Mielles d'Allonne	Saint-Rémy-des-Landes	AB-1-156	enrochement	MOYEN	MOYEN	MOYEN
72	1428	Conservatoire du littoral	Saint-Rémy-des-Landes	AB-1-157	dune	MOYEN	MOYEN	MOYEN
73	1472	Conservatoire du littoral	Saint-Rémy-des-Landes	AB-1-158	dune	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE

Tableau 6-1 : caractérisation des aléas pour un évènement décennal.

6.1 SECTEUR AU NORD DE LA CALE

La première propriété, la plus au Nord, parcelle AB-332, ne présente pas de protection du front de mer. Toutefois, ce secteur apparaît en accrétion, le niveau de plage est haut et la dune tend à s'engraisser. De plus, le bâti est en recul du trait de côte (plus de 25 m). Au vu de ces éléments, nous ne préconisons pas d'intervention sur cette parcelle.

Sur ce secteur Nord, une seconde parcelle n'est pas protégée, AB-471. En janvier-février 2015, des bigs-bags ont été déposés en pied de dune avec apports de sable pour reconstituer la dune par-dessus. Ce système n'a pas subi de désordre particulier et ne nécessite pas d'intervention urgente lourde. Un rechargement préventif en sable peut néanmoins être préconisé pour l'hiver 2015-2016.

Les autres parcelles de ce secteur Nord bénéficient toutes d'une protection en enrochement : les observations de terrain et l'approche théorique ne mettent pas en évidence d'intervention urgente à mettre en œuvre. Des interventions à plus long terme seront étudiées dans le cadre du lot 2.

6.2 SECTEUR AU SUD DE LA CALE

Au Sud de la cale, et ce jusqu'à la parcelle AO-185 (20, rue André Pelca), les observations de terrain et l'approche théorique ne mettent pas en évidence d'intervention urgente à mettre en œuvre. Des interventions à plus long terme seront étudiées dans le cadre du lot 2.

Concernant la parcelle AO-431, qui ne bénéficie pas de protection en enrochements, des rechargements réguliers en sable sont opérés par les propriétaires.

Plus au Sud, le risque de franchissement est plus marqué et se traduit par des érosions en arrière des enrochements. Ces érosions sont observées là où le niveau des enrochements est le plus bas (< 8 mNGF). Les parcelles concernées sont les suivantes :

- AO-180 ;
- AO-179 ;
- AN-540 ;
- AN-378 et AN-377 ;
- AN-368, AN-367, AN-366 et AN-365.

Parmi ces parcelles, la parcelle AO-179 ne présente pas de signe d'érosion particulièrement fort : la présence de protections en bois en sommet des enrochements assure une certaine protection contre les paquets de mer. Sur la parcelle AN-540, des petits blocs d'enrochements ont été mis en œuvre en sommet de la protection. Pour ces deux parcelles, il n'est pas prévu de travaux d'urgence, la protection existante apparaît suffisante à court terme.

Sur les 7 autres parcelles, les désordres liés à l'érosion en sommet des enrochements par les paquets de mer sont traités par :

- L'ouverture du terrain en crête sur une hauteur de 1 à 1,5 m et sur une largeur d'environ 2 m ;
- La mise en place d'un géotextile ;
- La mise en œuvre d'enrochements de 100 à 200 kg (en variante, possibilité de mettre des gabions) ;
- Remblaiement.

La figure suivante donne le principe retenu pour les traitements en crête :

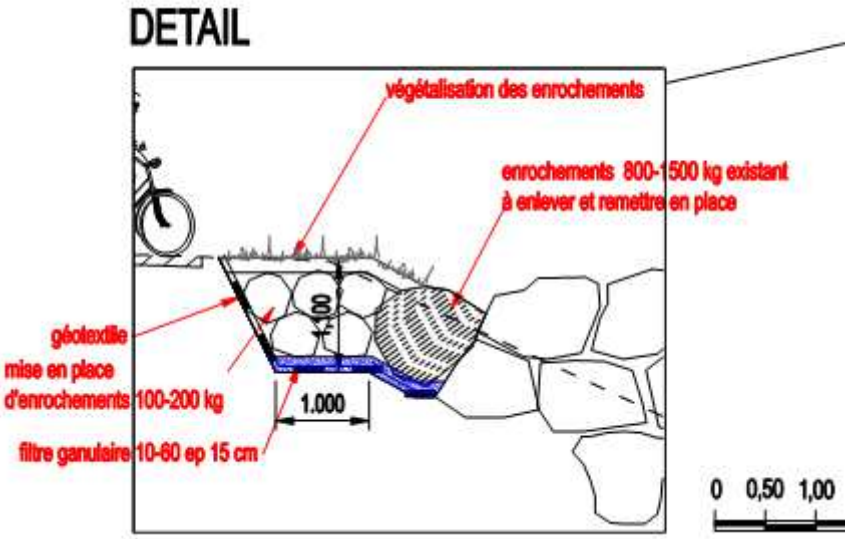


Figure 6-1 : principe de confortement en crête.

Les coûts estimatifs sont donnés ci-dessous par parcelle :

Parcelle	Installation chantier	Coût travaux	Aléa (15 %)	TOTAL HT
AO-180	1 500	2 800	650	4 950
AN-378 et AN-377	1 500	4 800	950	7 250
AN-368 etAN-367	1 500	6 700	1 200	9 400
AN-366	1 500	3 400	750	5 650
AN-365	1 500	5 000	1 000	7 500

Tableau 6-2 : coût estimatif des travaux d'urgence.

Sur les autres parcelles du secteur Sud, des érosions sont également observées sans néanmoins nécessiter un traitement en urgence. Des préconisations à moyen/long terme seront décrites dans le cadre du lot 2.

6.3 CAS PARTICULIERS

6.3.1 PARCELLE NON PROTEGEE AU 8 RUE PELCA

Le front de mer de cette parcelle n'est pas protégé. Elle a subie lors de l'hiver 2013-2014 un recul du trait de côte de 10 à 12 m. Cette parcelle fait l'objet de rechargements en sable réguliers :

- 2009 et antérieurement : apports quasiment annuels de 200 m^3 (~8 m²/ml) environ sans ganivelles ;
- Juin 2011 : apport de 400 m^3 (~16 m²/ml) ;
- Juin 2014 : apport de 500 m^3 (~20 m²/ml) ;
- Février 2015 : apport de 350 m^3 (~14 m²/ml).

L'analyse de la topographie entre les deux propriétés des 8 et 12 rue Pelca met en évidence une réduction de largeur de la dune très localisée (cf. Figure 6-2).

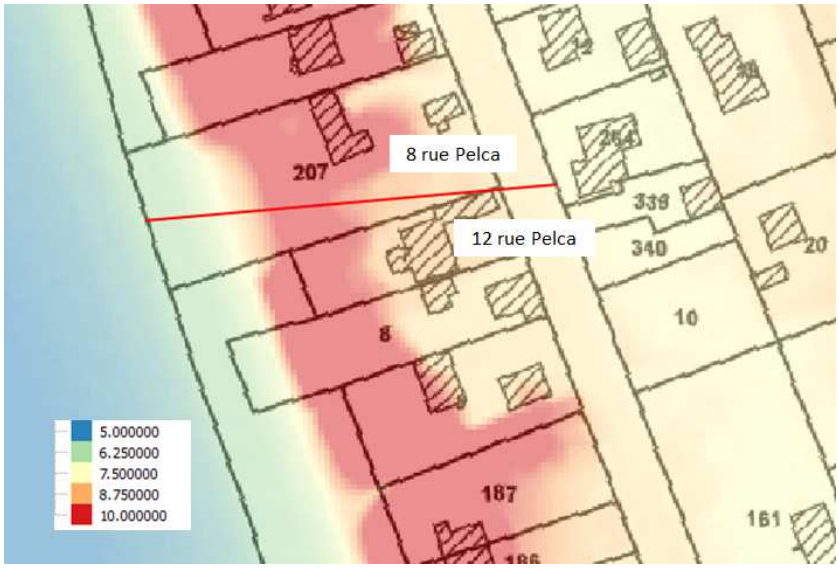


Figure 6-2 : détail de la topographie au droit des 8 et 12 rue Pelca.

Le profil en travers tracé entre les deux propriétés est donné sur la Figure 6-3 :

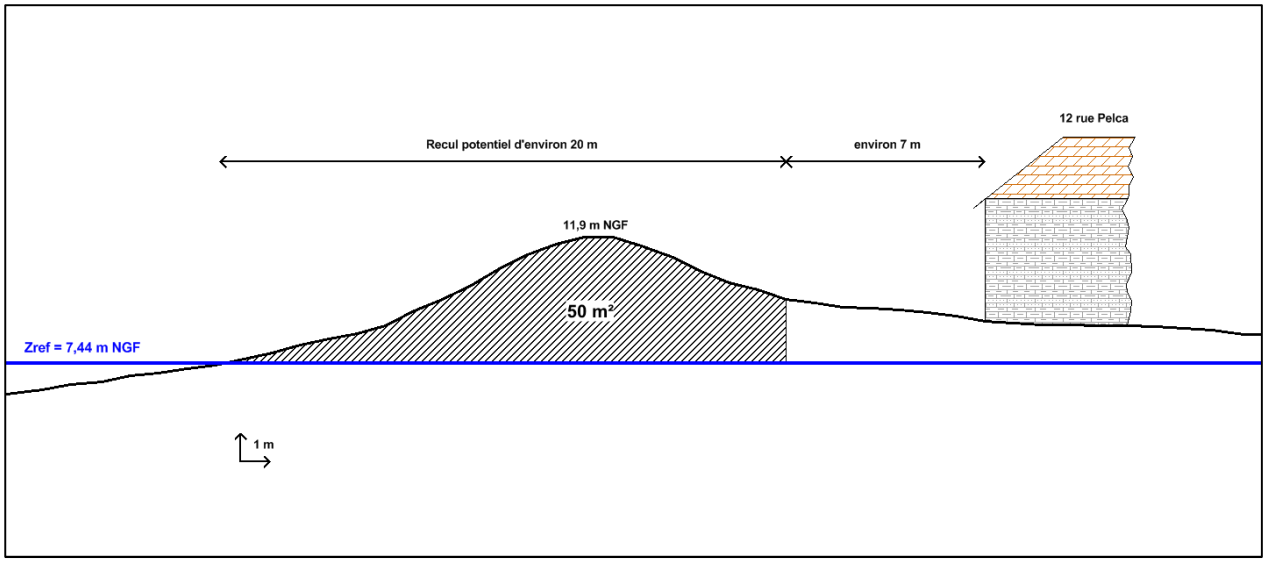


Figure 6-3 : profil en travers entre les 8 et 12 rue Pelca.

L'habitation construite au 12 rue Pelca se situe à environ 27 m du front de mer. Sur ce profil, la dune est peu « épaisse » et l'application de la méthode FEMA (cf. ANNEXE 2) donne un recul potentiel en cas d'évènement centennal de référence d'environ 20 m, le front de mer se retrouvant à environ 7 m au-devant de l'habitation du 12 rue Pelca.

Un rechargement en sable de la dune d'environ 25 m^3/ml (soit un total de 625 m^3) permettrait de limiter le recul à environ 12 m, maintenant une « sécurité » d'environ 15 m pour l'habitation du 12 rue Pelca. Le principe de ce rechargement est illustré sur la Figure 6-4 : « avancée » de la crête d'environ 7 m et pente côté mer de 3H/1V jusqu'à retrouver le haut de plage.

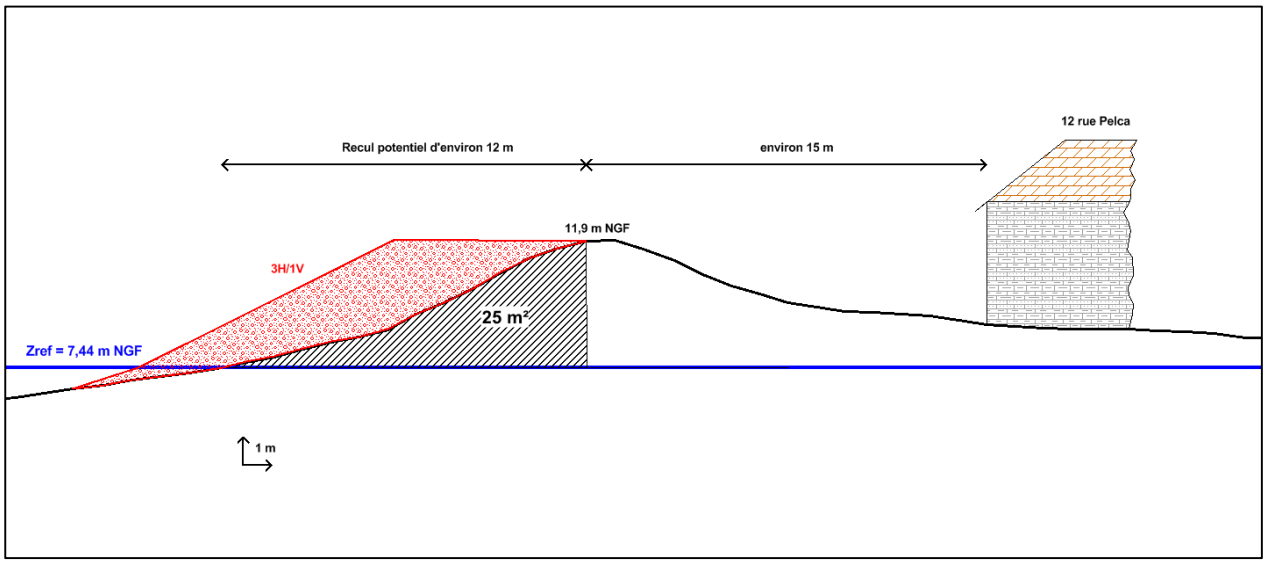


Figure 6-4 : schéma de principe de rechargement de la dune au 8 rue Pelca.

Dans l'hypothèse du prélèvement du sable nécessaire sur l'estran, **le montant de ce rechargement peut être estimé à 3 200 €HT** (sur la base d'un coût unitaire de 5 €/m^3).

Les volumes annuels à mettre en œuvre sont à moduler en fonction du recul hivernal effectif.

6.3.2 EXTREMITE SUD DE LA PROTECTION

A l'extrémité Sud de la protection, une fosse d'érosion s'est développée à l'interface entre les enrochements et le massif dunaire de Saint-Rémy-des-Landes. Cette fosse d'érosion se développe du fait des turbulences induises localement par la dissipation des vagues et qui sapent le pied de dune.

Le traitement à moyen terme de la transition enrochements/dune demande des travaux importants et est abordé dans le cadre du lot n°2.

A court terme, des rechargements en sable réguliers peuvent être proposés afin d'éviter une progression trop importante de l'érosion pouvant mettre en danger l'habitation située à environ 20 m du front de mer. En octobre 2015, le propriétaire a réalisé un rechargement d'environ 100 m^3. Ce volume permet d'aligner le trait de côte avec les enrochements en retour et apparaît adapté.

Dans l'hypothèse du prélèvement du sable nécessaire sur l'estran, **le montant de ce rechargement peut être estimé à 500 €HT** (sur la base d'un coût unitaire de 5 €/m^3).

De la même manière que pour le 8 rue Pelca, les volumes annuels à mettre en œuvre sont à moduler en fonction du recul hivernal effectif.

6.3.3 DUNE DE SAINT-REMY-DES-LANDES

La partie Nord de la dune de Saint-Rémy-des-Landes, juste au Sud des protections de Denneville-Plage, présente une asse faible largeur illustrée par les Figure 6-5 et Figure 6-6.

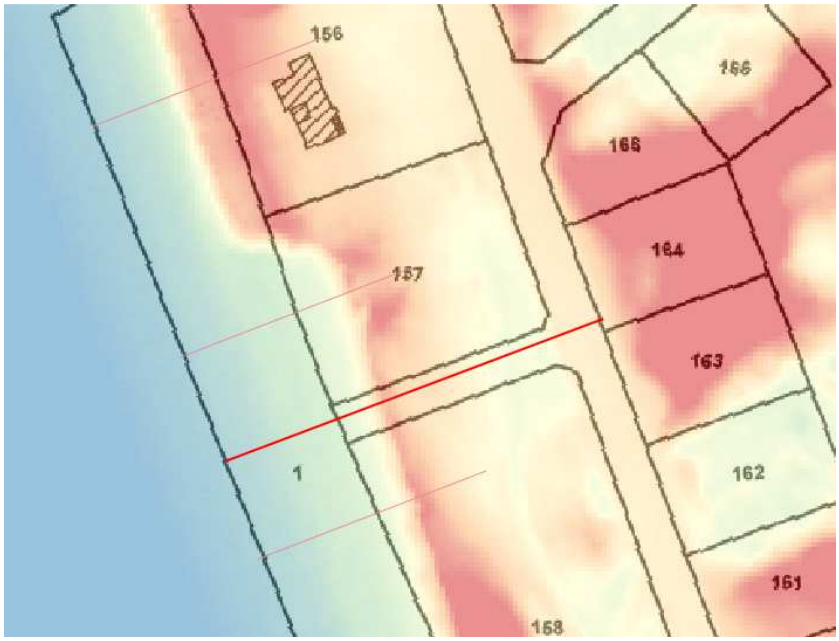


Figure 6-5 : détail de la topographie de la dune de Saint-Rémy.

Le profil en travers tracé entre les deux propriétés est donné sur la Figure 6-6 :

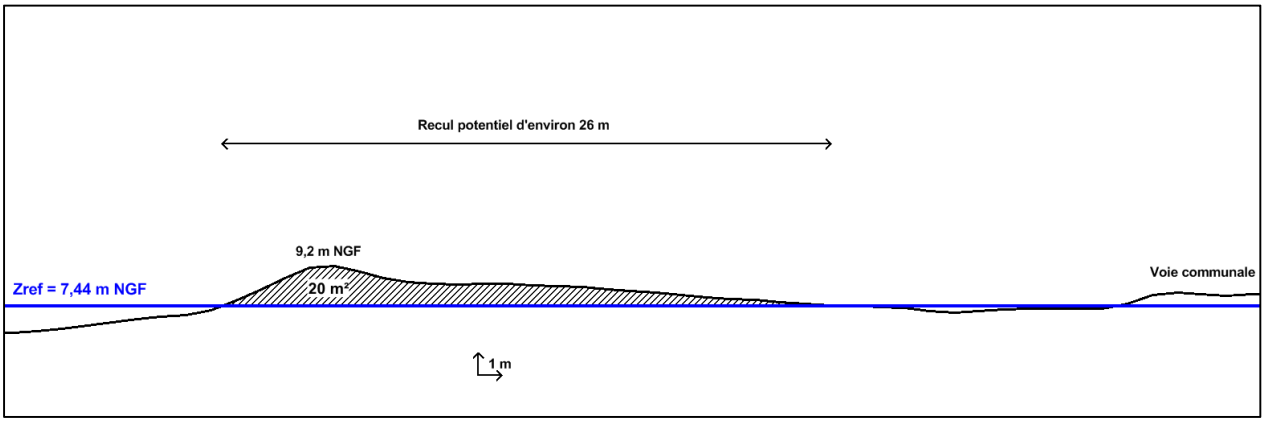


Figure 6-6 : profil en travers de la dune de Saint-Rémy.

Le recul potentiel pour un évènement de référence centennal est d'environ 26 m, correspondant à la formation d'une brèche dans le cordon dunaire.

Néanmoins, dans cette hypothèse, il n'y aurait pas submersion des zones habitées. L'eau n'atteindrait pas le niveau de la voie communale.

Dans ces conditions, **à court terme, il est recommandé de suivre l'évolution de ce secteur dunaire** qui apparaît fragile. Des travaux de confortement dunaire sont proposés pour le moyen terme dans le cadre du Lot n°2.

7 CONCLUSION

De fortes sollicitations maritimes venant de l'Ouest

Les vents proviennent de deux directions principales :

- Ouest à Sud Ouest ;
- Est-Nord Est.

Les vents les plus forts (supérieurs à 15 m/s soit 30 nœuds, force 7 Beaufort) proviennent quasi exclusivement de ce secteur Ouest à Sud-Ouest. Pour la portion de littoral de Denneville-Plage, ces directions sont les plus défavorables puisqu'il s'agit de vents d'afflux.

Les houles proviennent très majoritairement (75 à 80 %) de Sud-Ouest à Nord-Ouest. Elles se combinent aux marées et aux vents pour provoquer les surcotes lors des tempêtes. Différentes associations produisent des niveaux marins élevés.

Les hauteurs significatives en pied d'ouvrage estimées sont les suivantes:

- Evènement de période de retour 10 ans : H_s = 1,56 m ;
- Evènement de période de retour 100 ans : H_s = 1,67 m.

Les niveaux marins extrêmes de référence ont été estimés :

- Période de retour 10 ans : 7,21 mNGF ;
- Période de retour 100 ans : 7,44 mNGF.

Des mouvements de sable importants majoritairement perpendiculaires à la côte

La mobilité maximale de l'estran a été enregistrée principalement sur le haut de plage avec des évolutions de plus de 1 mètre devant les ouvrages de protection contre la mer. Bien qu'une dérive vers le Sud existe, les mouvements principaux de matériaux sont perpendiculaires à la côte. En première approximation, la hauteur d'affouillement peut être évaluée à la valeur de la houle significative en pied d'ouvrage soit 1,5 à 1,7 mètre environ.

Les observations ne mettent pas en évidence des effets négatifs des protections sur le fonctionnement hydro-sédimentaire entre Portbail et Surville. Le rythme d'érosion de la dune observé sur Saint-Rémy-des-Landes n'a pas été modifié par la mise en œuvre des enrochements sur Denneville-Plage.

Un dimensionnement de la taille des enrochements adapté aux sollicitations

Les valeurs de houles sont sensiblement les mêmes tout le long du littoral dennevillais.

L'application des formules de dimensionnement des enrochements donne des masses d'enrochements de 1 à 1,5 T. De ce point de vue, les enrochements en place apparaissent suffisamment dimensionnés.

Un aléa submersion et recul de dune variable s'accentuant vers le Sud

Les risques d'érosion de pied d'ouvrage, de submersion et d'érosion arrière ont été estimés. Il en résulte un tableau donnant l'aléa total pour chaque parcelle. Dans le cas de Denneville, l'aléa franchissement concerne avant tout la protection en enrochements (et non la dune tout entière), de fait, il s'agit d'un « sous-aléa » de l'aléa érosion (après rupture de la protection, il y a érosion de la dune) : en conséquence, un poids plus important est donné à l'aléa érosion.

Sur la partie Sud de la zone urbaine, l'aléa franchissement des enrochements est fort sur une large partie du linéaire. Sans surprise, cet aléa est le plus important là où la crête des enrochements est la plus basse.

Les débits de franchissement calculés par la méthode du TAW sont également très importants : plus de 100 l/s/ml sur de nombreuses parcelles pour un évènement centennal. Pour un évènement décennal, des débits de plus de 100 l/s/ml sont également calculés sur 8 parcelles, pour lesquelles des travaux d'urgence sont préconisés.

Le risque de recul de la dune a également été estimé. L'application de la méthode de FEMA conduit à un recul de 15 mètres en moyenne pour un évènement centennal. Ce recul peut être localement plus important, notamment sur la parcelle non protégée du 8 rue Pelca, pour laquelle des préconisations en termes de rechargements de sable sont données.

ANNEXE 1 CARTES

ANNEXE 2 METHODES DE CALCUL

Estimation du recul dunaire lors d'une tempête – méthode FEMA

La méthode FEMA (Federal Emergency Management Agency) est une méthode simple développée aux Etats-Unis pour évaluer le recul ponctuel d'une dune lors d'une tempête.

Cette méthode établit un volume de dune érodée en fonction de la période de retour (*T* en années) associée au niveau d'eau extrême. Pour un profil perpendiculaire au trait de côte, la dune est érodée d'une aire A (en m²) selon la formule suivante : A = 8xT0,4.

Pour un niveau d'eau centennal statique, l'érosion correspond à 540 pieds carrés (540 SF), soit environ 50 m².

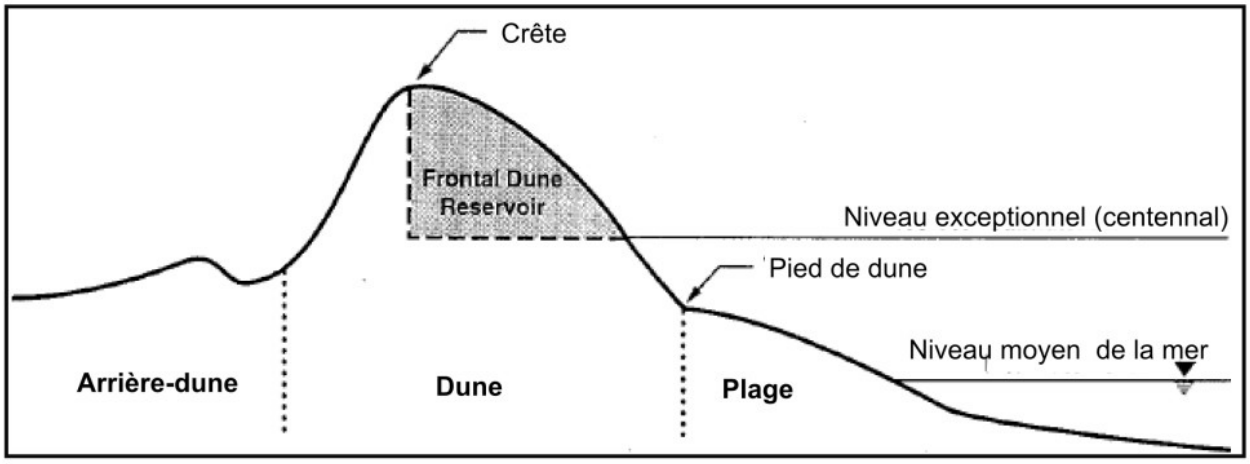


Figure 7-1 : illustration de la méthode FEMA (in guide méthodologique PPRL).

Cette méthode permet d'obtenir une valeur du recul maximal d'une dune pour un évènement caractérisé par un niveau d'eau centennal qui retire un volume égal à 50 m^3 par mètre linéaire. Ainsi, pour un profil de dune donné, la longueur maximale du recul est estimée de sorte que la surface mobilisable (zone grisée sur la Figure 7-1) soit égale à 50 m².

Calcul du Run-up

Le calcul du run-up est différencié avec, d'une part, les cordons dunaires naturels (non protégés) et, d'autre part, les cordons dunaires protégés par des enrochements.

De manière générale, les conditions de franchissement dépendent d'un paramètre déterminant, dénommé « nombre d'Irribaren » : ce paramètre permet de caractériser les conditions du déferlement sur l'ouvrage. Nous retiendrons la formulation suivante :

$$\xi_{m-1,0} = tan(\alpha).\frac{1}{\sqrt{\frac{2\pi}{g}.\frac{H_{m0}}{T_{m-1,0}}}}$$

Avec α l'angle du talus d'enrochements, H_{m0} la hauteur de houle en pied d'ouvrage (en m), et $T_{m-1,0}$ la période énergétique en pied d'ouvrage (en s).

Cordon dunaire protégé par des enrochements

Dans ce cas de figure, la protection en enrochements est assimilée à une digue de front de mer. Le calcul du run-up s'appuie sur la méthode du TAW (2002) :

$$Ru_{2\%} = \gamma_b.\gamma_f.\gamma_\beta.H_{m0}.\left[4{,}3 - \frac{1{,}6}{\sqrt{\xi_{m-1,0}}}\right], \text{ si } 0{,}5 < \gamma_b.\xi_{m-1,0} < 8 \text{ à } 10.$$

Avec $\gamma_b$un coefficient correcteur en présence d'une berme en pied d'ouvrage (ce qui n'est pas le cas à Denneville, donc égal à 1), $\gamma_f$un coefficient correcteur pour tenir compte de la rugosité de la protection, et $\gamma_\beta$un coefficient correcteur relatif à l'angle d'incidence de la houle (considérée ici comme perpendiculaire à la côte, donc égal à 1).

Pour les ouvrages perméables, le run-up est limité à :

$$Ru_{2\%} = 1{,}97.H_{m0}$$

Au final, dans le cas de Denneville, le run-up est calculé de la manière suivante :

$$Ru_{2\%} = min\left\{\gamma_f.H_{m0}.\left[4{,}3 - \frac{1{,}6}{\sqrt{\xi_{m-1,0}}}\right]; 1{,}97.H_{m0}\right\}$$

Cordon dunaire non protégé

Dans le cas des cordons dunaires naturels, le run-up est approché par la formulation de P. Ruggiero et al. :

$$Ru_{2\%} = 0{,}27.\sqrt{tan(\beta).H_{m0}.L}$$

Avec β la pente de la plage, H_{m0} la hauteur en pied de dune (en m) et L la longueur d'onde (en m).

Calcul des débits de franchissement

Le calcul du run-up renseigne sur la probabilité que la protection soit franchie par des paquets de mer. Le calcul des débits de franchissement apporte une information complémentaire sur les dégâts pouvant être occasionnés du fait du franchissement.

De la même façon que le calcul du run-up, le calcul du débit de franchissement se base sur la méthode du TAW (2002) :

$$q = \frac{1}{\sqrt{g.H_{m0}^3}}.\frac{0{,}067}{\sqrt{tan(\alpha)}}.\gamma_b.\xi_{m-1,0}.e^{\left[-4{,}75.\frac{R_C}{H_{m0}}.\frac{1}{\gamma_b.\gamma_f.\gamma_\beta.\xi_{m-1,0}}\right]}, \text{ si } \gamma_b.\xi_{m-1,0} \leq 2 \text{ ;}$$

$$q = \frac{1}{\sqrt{g.H_{m0}^3}}.0{,}20.e^{\left[-2{,}60.\frac{R_C}{H_{m0}}.\frac{1}{\gamma_f.\gamma_\beta}\right]}, \text{ si } \gamma_b.\xi_{m-1,0} > 2.$$

Dans le cas de l'eau peu profonde, ce qui est le cas sur Denneville-Plage, la formulation suivante est utilisée :

$$q = \frac{1}{\sqrt{g.H_{m0}^3}}.0{,}21.e^{\left[-.\frac{R_C}{H_{m0}}.\frac{1}{\gamma_f.\gamma_\beta.(0{,}33+,0{,}022.\xi_{m-1,0})}\right]}$$

Avec : q le débit linéique (en m^3/s/ml), R_c la revanche (en m), c'est-à-dire la différence entre le niveau de crête de la protection et le niveau marin moyen.

La caractérisation des dommages reprend les travaux d'Allsop et al. (2005), repris dans le Rock Manual :

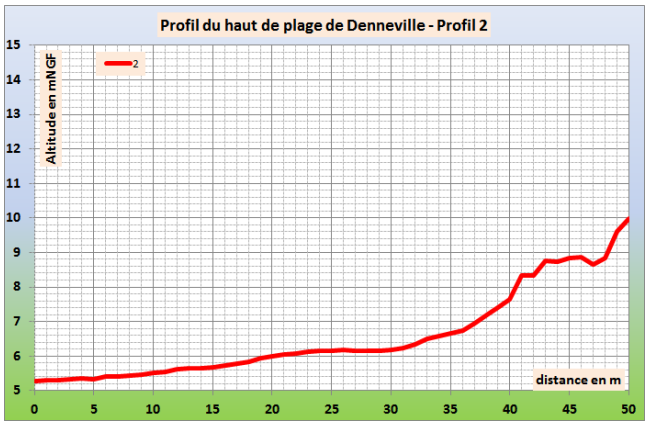
- q ≤ 2 l/s/ml : pas de dommage ;
- 2 < q ≤ 20 l/s/ml : dommages si la crête n'est pas protégée ;
- 20 < q ≤ 50 l/s/ml : dommages si le talus n'est pas protégé ;
- q > 50 l/s/ml : dommages même si la protection est complète.

ANNEXE 3 FICHES PARCELLAIRES

Les fiches ci-après ont été établies suite à la visite des 8 et 9 octobre 2015. Elles sont complétées avec les remarques des propriétaires.

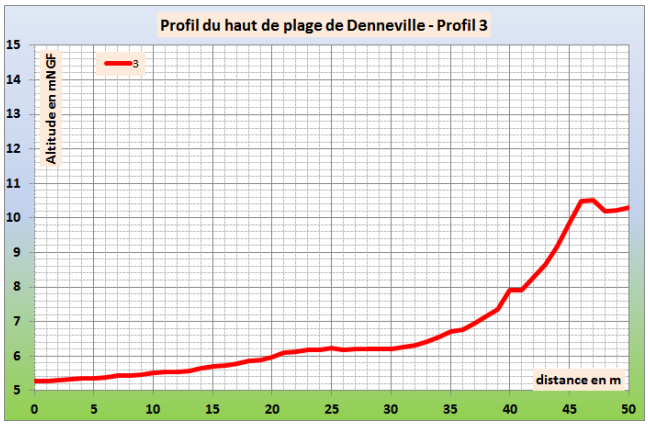
La figure suivante donne le sens de parcours de la visite : les parcelles sont présentées du Nord au Sud.

Parcelle cadastrale	**AB-332**		
Commune	Denneville	Propriété	37, rue Charles Lefevre

Type de structure	Pas d'aménagement particulier Cordon dunaire naturel végétalisé en partie haute Pente variable entre 2 et 3H/1V	
Longueur	44 ml	Profil n°2
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,2 mNGF Sommet dune : 11,9 mNGF <u>Enrochements</u> : non Date : Niveau crête : Géotextile : Blocs : Nb de couches :	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

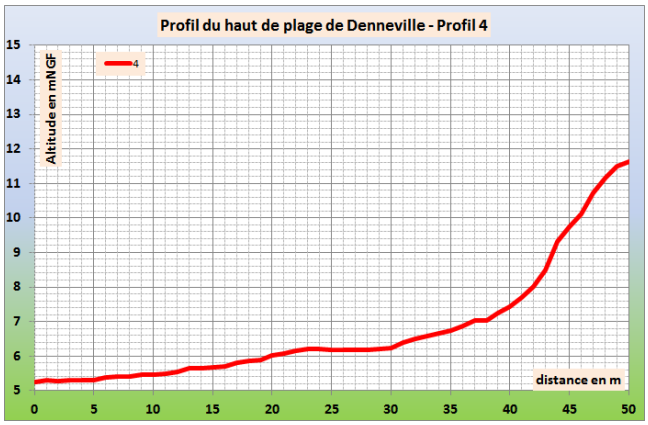
Observations et relevés de désordres	RAS La dune ne présente pas de signe d'érosion
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale	**AB-333**		
Commune	Denneville	Propriété	35, rue Charles Lefevre

Type de structure	Enrochements de protection sur l'ensemble de la hauteur de la dune Cordon dunaire naturel végétalisé en partie haute Enrochements non-visibles car pied ensablé et végétation sur toute la hauteur de la dune, pente de 2H/1V	
Longueur	25 ml	Profil n°3
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,2 mNGF Sommet dune : 10,5 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 2007 Niveau crête : 9,2 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

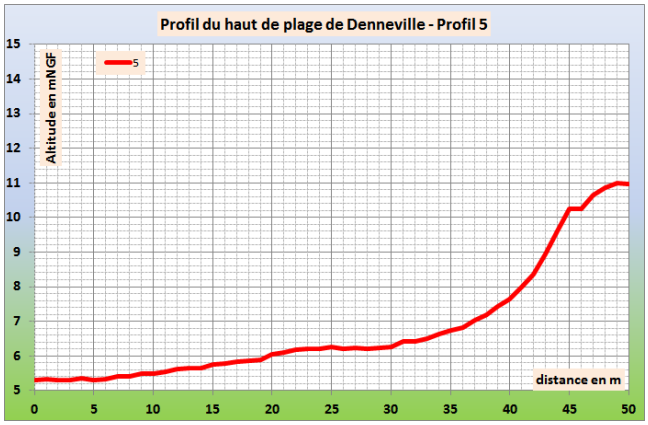
Observations et relevés de désordres	Petites anses d'érosion en pied en partie centrale du linéaire : Les enrochements ont été repris en 2007, les premiers s'étant affaissés. La station de suivi SW18 se trouve face à la parcelle. La photo suivante date du 15 avril 1994 (source : suivi du littoral de la Manche) :
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AB-470	
Commune	Denneville	Propriété	33, rue Charles Lefevre

Type de structure	Cordon dunaire naturel végétalisé en partie haute Enrochements non-visibles car pied ensablé et végétation sur toute la hauteur de la dune, pente de 2H/1V	
Longueur	18 ml	Profil n°4
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,2 mNGF Sommet dune : 11,6 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 9,3 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

Observations et relevés de désordres	Accès piéton non aménagé :
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AB-471	
Commune	Denneville	Propriété	31, rue Charles Lefevre

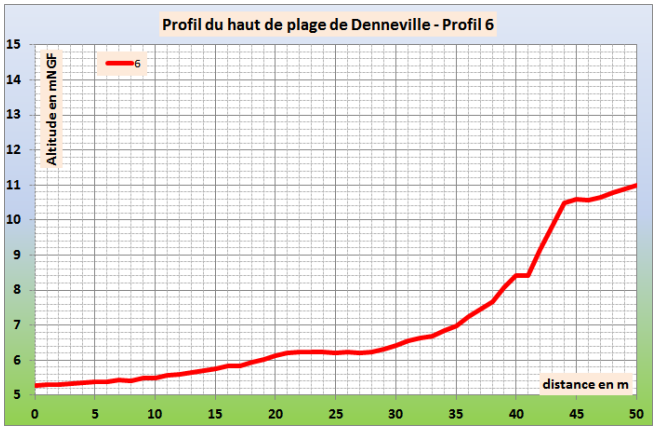
Type de structure	Cordon dunaire naturel végétalisé en partie haute Quelques blocs de petite dimension (Dmoyen~ 10 cm) Bigsbags mis en place en février 2015, à peine visibles	
Longueur	19 ml	Profil n°5
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 11,0 mNGF <u>Enrochements</u> : non Date : Niveau crête : Géotextile : Blocs : Nb de couches :	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

Observations et relevés de désordres	Géotextile des « bigsbags » visible en partie basse :
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		Accès 1	
Commune	Denneville	Propriété	

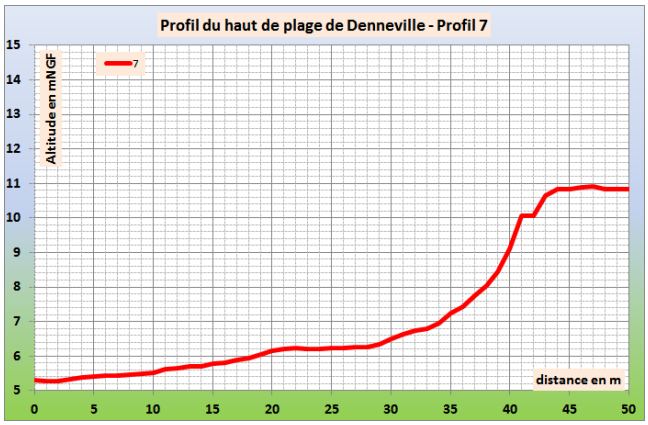
Type de structure	Accès public Pas d'aménagement particulier – Seulement quelques enrochements Point bas dans la dune
Longueur	3 ml
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015

Parcelle cadastrale		AB-437	
Commune	Denneville	Propriété	29, rue Charles Lefevre

Type de structure	Dune végétalisé sur l'ensemble de sa hauteur de pente raide Enrochements présents en pied sur la moitié de sa hauteur environ, avec une pente de 3H/2V	
Longueur	18 ml	Profil n°6
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,2 mNGF Sommet dune : 11,0 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 1990 Niveau crête : 9,2 mNGF Géotextile : oui Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

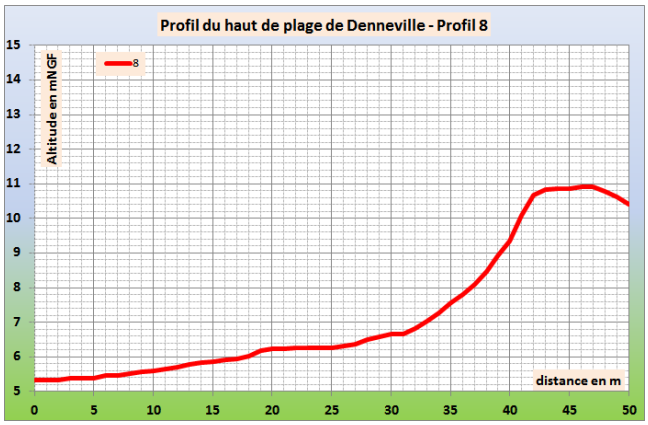
Observations et relevés de désordres	Petites anses d'érosion en pied Les enrochements actuels ont été mis en œuvre en 1990 sur géotextile
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AB-436	
Commune	Denneville	Propriété	27, rue Charles Lefevre

Type de structure	Dune végétalisé sur l'ensemble de sa hauteur de pente raide Enrochements présents en pied sur la moitié de sa hauteur environ, avec une pente de 3H/2V	
Longueur	17 ml	Profil n°7
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 10,9 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 1990 Niveau crête : 9,1 mNGF Géotextile : oui Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

Observations et relevés de désordres	Petites anses d'érosion en pied aux extrémités Accès piéton non aménagé Les enrochements actuels ont été mis en œuvre en 1990 sur géotextile
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AB-337	
Commune	Denneville	Propriété	25, rue Charles Lefevre

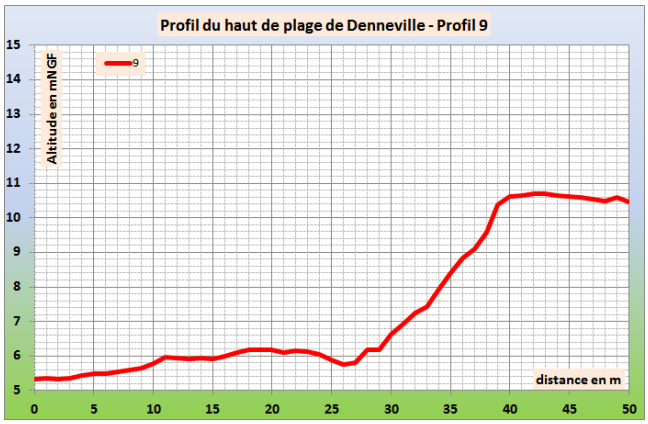
Type de structure	Dune fortement végétalisée en partie haute et présence d'enrochements en partie basse - Pente raide de la dune : ~0,5H/1V Enrochements de forme et de diamètre variable (30 cm à 1 m) – Pas d'aménagement particulier des enrochements	
Longueur	26 ml	Profil n°8
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 10,9 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 1967-1990 Niveau crête : 9,3 mNGF Géotextile : oui Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

Observations et relevés de désordres	Désorganisation générale des enrochements Dislocation en extrémité Sud : Dune subverticale après glissement d'un enrochement
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		Accès 2	
Commune	Denneville	Propriété	

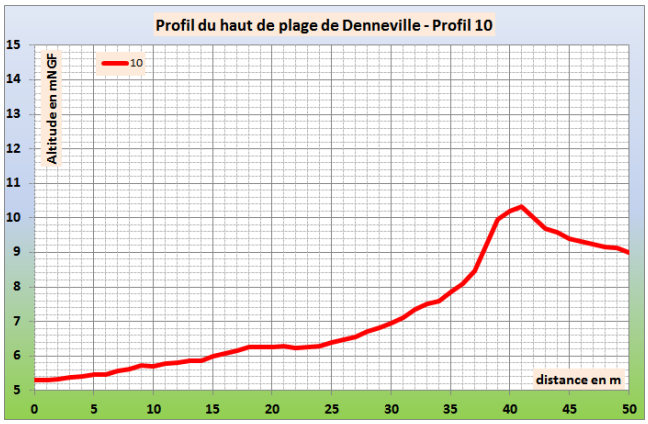
Type de structure	Accès public – Rue des Lilas Point bas dans la dune Escalier (marches et rambardes en bois) protégé par une rangée d'enrochements
Longueur	8 ml
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015

Parcelle cadastrale		AB-338	
Commune	Denneville	Propriété	21, rue Charles Lefevre

Type de structure	Dune végétalisée en partie haute Enrochements visibles uniquement en extrémité Nord en pied de l'ouvrage (glissement ancien d'enrochements ?)	
Longueur	11 ml	Profil n°9
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,2 mNGF Sommet dune : 10,9 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 9,1 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

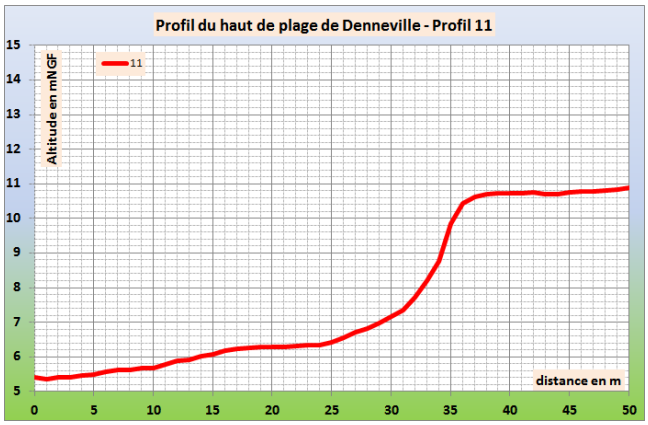
Observations et relevés de désordres	Glissement de la dune en partie haute
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AB-339	
Commune	Denneville	Propriété	21, rue Charles Lefevre

Type de structure	Dune végétalisée renforcée par des enrochements (Dmoyen ~80 cm) sur les 2/3 de sa hauteur Pente de 3H/2V des enrochements et de la dune	
Longueur	29 ml	Profil n°10
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 10,3 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 9,2 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

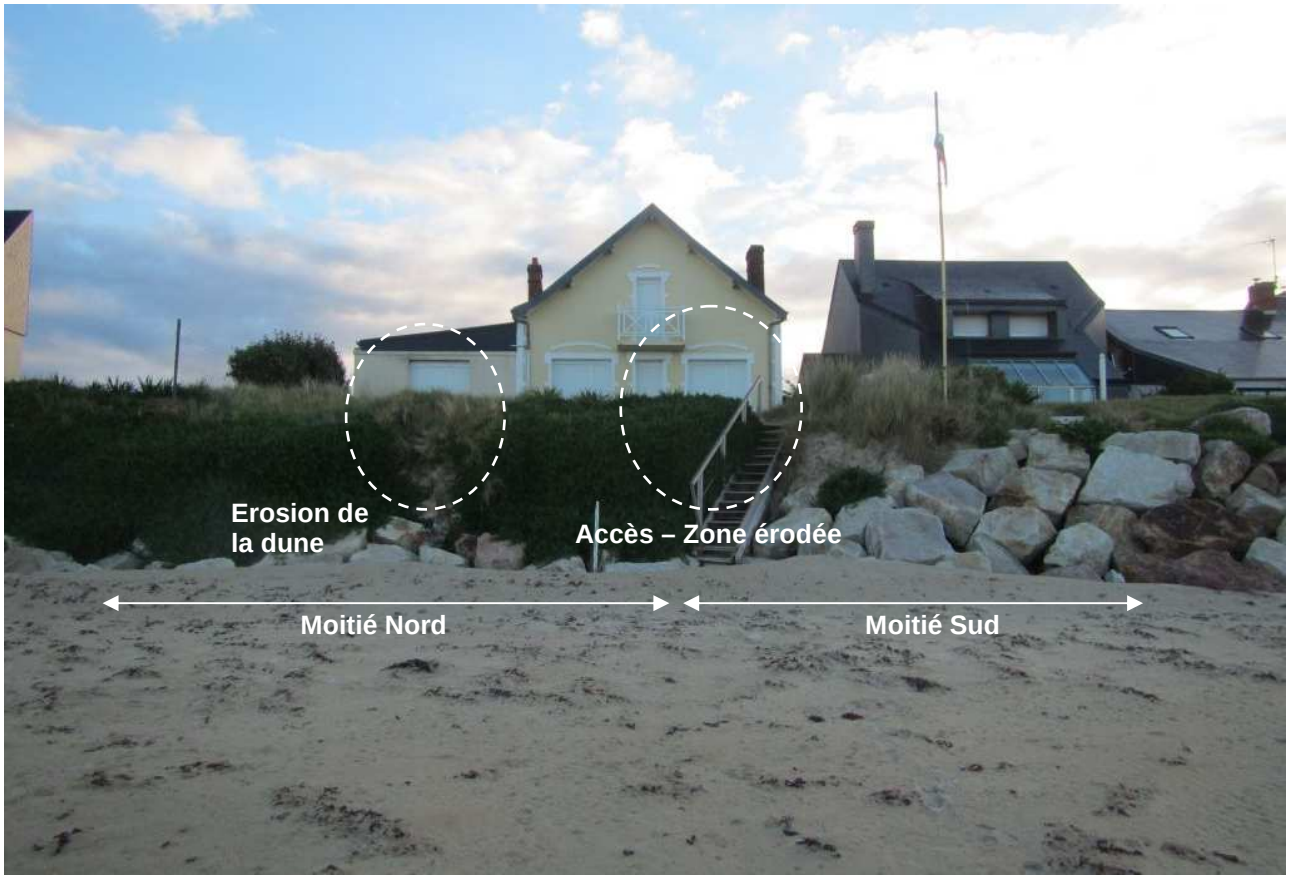
Observations et relevés de désordres	Enrochements désorganisés et avec de nombreux et profonds vides en arrière sur l'ensemble du linéaire Accès privé à la plage par un escalier béton – Affouillement important sous les marches de l'escalier
	Février 2015 Octobre 2015

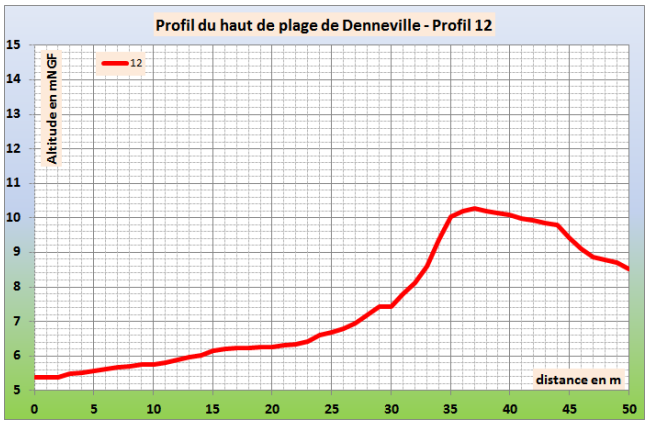
Parcelle cadastrale		AB-340	
Commune	Denneville	Propriété	19, rue Charles Lefevre

Type de structure	Dune végétalisée (plantes grasses et herbes) renforcée par des enrochements (Dmoyen ~80 cm) sur la moitié basse de sa hauteur Pente des enrochements et de la dune : ~2H/1V Accès privé à la plage par un escalier en béton intégré aux enrochements	
Longueur	12 ml	Profil n°11
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 10,9 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 8,8 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

Observations et relevés de désordres	Vides en arrière des enrochements sur l'ensemble du linéaire
	Février 2015 Octobre 2015

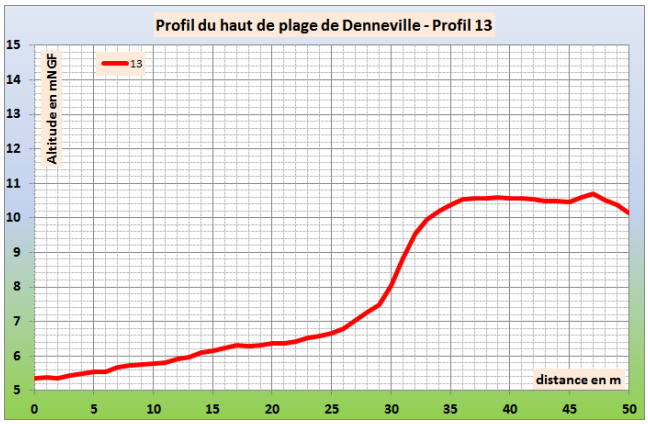
Parcelle cadastrale		AB-341	
Commune	Denneville	Propriété	17, rue Charles Lefevre



Type de structure	Dune végétalisée, localement envahie par des plantes grasses sur sa partie au Nord de l'escalier, renforcement par enrochements de pente 2H/1V sur la moitié de la hauteur au Nord, et sur toute la hauteur au Sud. Plusieurs couches d'enrochements visibles en pied Accès privé à la plage par un escalier en bois	
Longueur	15 ml	Profil n°12
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 10,3 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 1970-1992 Niveau crête : 9,4 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 2	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

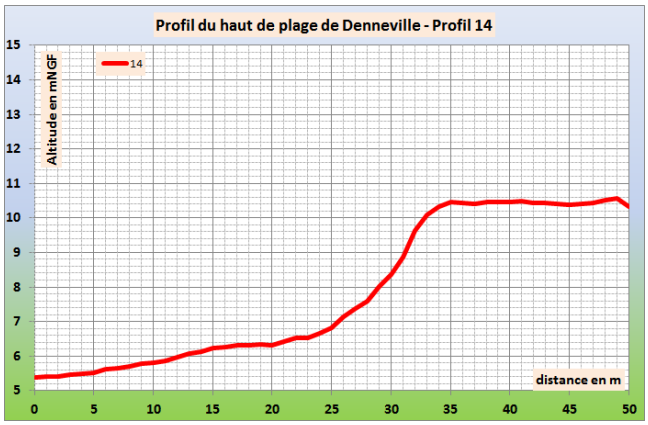
Observations et relevés de désordres	Vides en arrière des enrochements sur l'ensemble du linéaire et surtout sur la moitié Nord Erosion de la dune sur sa moitié haute – pas de protection en enrochements ni de végétation de plantes grasses Accès privé à la plage – affouillement et protection limitée en arrière de l'escalier
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AB-342	
Commune	Denneville	Propriété	15, rue Charles Lefevre

Type de structure	Dune végétalisée en partie haute (herbes) renforcée par des enrochements (Dmoyen ~80 cm) sur la totalité de la hauteur – Plusieurs couches d'enrochements visibles en pied Pente des enrochements et de la dune : ~2H/1V Accès privé à la plage par un escalier en béton sur la protection en enrochements	
Longueur	11 ml	Profil n°13
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,4 mNGF Sommet dune : 10,7 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 9,5 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 2	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

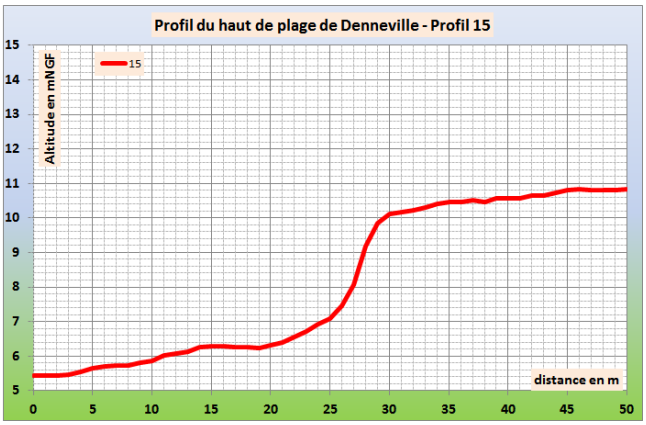
Observations et relevés de désordres	RAS
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AB-343	
Commune	Denneville	Propriété	13, rue Charles Lefevre

Type de structure	Dune végétalisé (herbes) renforcée par des enrochements de diamètres variables (50 cm à 1,2 m environ) – Pente des enrochements variables car désorganisés, en moyenne de 2H/1V. Accès privé à la plage par un escalier en béton à la place de la protection en enrochements	
Longueur	8 ml	Profil n°14
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 10,6 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 9,6 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

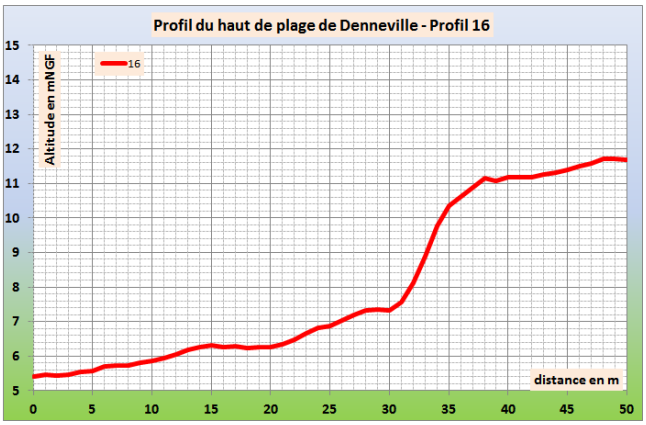
Observations et relevés de désordres	Accès privé à la place de la protection en enrochements – Point bas dans la dune. Léger affouillement en pied de l'escalier Désorganisation générale des enrochements
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AB-344	
Commune	Denneville	Propriété	13, rue Charles Lefevre

Type de structure	Dune végétalisé (herbes) renforcée par des enrochements (Dmoyen ~80 cm) sur les 2/3 de sa hauteur – Pente des enrochements variables car désorganisés, en moyenne de 2H/1V à 3H/1V.	
Longueur	21 ml	Profil n°15
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,2 mNGF Sommet dune : 10,8 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 9,2 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

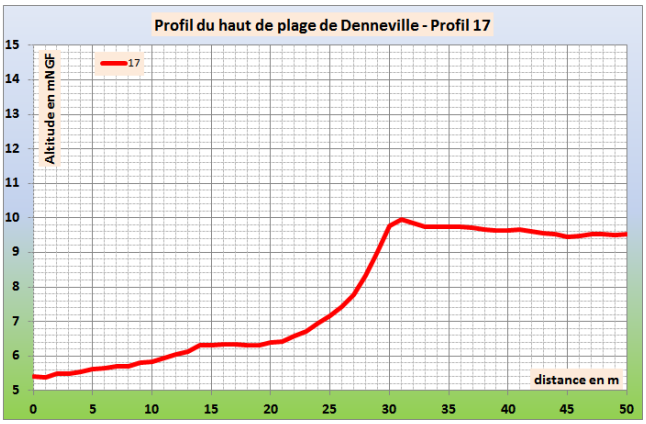
Observations et relevés de désordres	Désorganisation générale des enrochements → Mouvement ou glissement d'enrochements Erosion importante de la dune en partie haute – Vides profonds (jusqu'à 2m) en arrière des enrochements
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AB-502	
Commune	Denneville	Propriété	9bis, rue Charles Lefevre

Type de structure	Protection en enrochements (Dmoyen~80 cm) de hauteur variable diminuant du Nord au Sud de 2,5 m à 1 m environ, de pente 3H/2V en moyenne Panneaux bois en arrière des enrochements Accès privé à la plage par un escalier bois sur la protection en enrochements	
Longueur	19 ml	Profil n°16
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 11,7 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 9,8 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

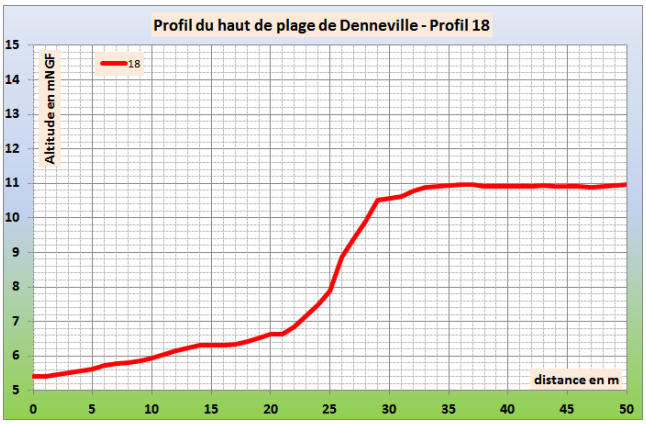
Observations et relevés de désordres	Recul de la protection par rapport à la parcelle précédente (n°344)
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AB-503	
Commune	Denneville	Propriété	9, rue Charles Lefevre

Type de structure	Dune végétalisé (plantes grasses et herbes) renforcée par des enrochements (Dmoyen ~50 cm) en pied sur une hauteur d'environ 1,5 m et de pente 2H/1V environ. Dune de pente subverticale en partie haute	
Longueur	21 ml	Profil n°17
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,4 mNGF Sommet dune : 10,0 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 2007 Niveau crête : 9,0 mNGF Géotextile : oui Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

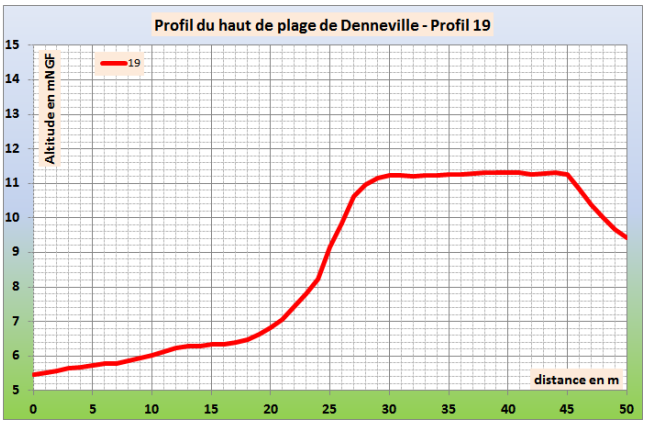
Observations et relevés de désordres	Enrochements désorganisés (mouvement d'enrochements) et loupes de glissement de la dune
	Février 2015 Octobre 2015

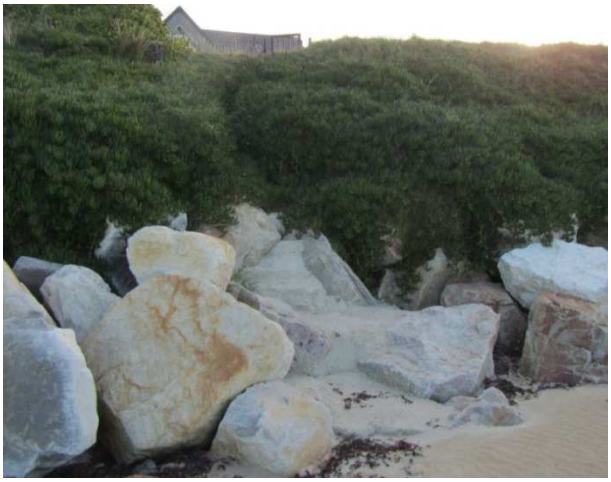
Parcelle cadastrale		AB-346	
Commune	Denneville	Propriété	7, rue Charles Lefevre

Type de structure	Moitié Nord : Dune faiblement végétalisée protégée sur sa moitié basse par des enrochements (Dmoyen~80 cm) Moitié Sud : idem moitié Nord mais avec une protection de la dune en partie haute par des plantes grasses Accès privé à la plage par un escalier en pierres	
Longueur	27 ml	Profil n°18
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 11,0 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 1973-1990 Niveau crête : 8,9 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

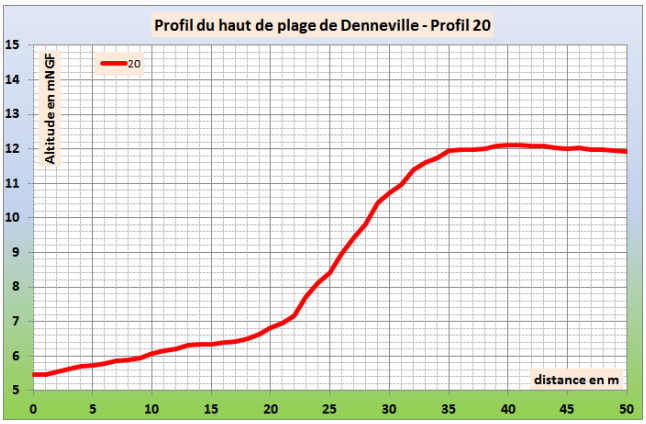
Observations et relevés de désordres	Moitié Nord : Dune subvertical et érodée sur la moitié haute Accès privé à la plage – escaliers en pierres à la place de la protection en enrochements Point bas dans la dune
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AB-331-298	
Commune	Denneville	Propriété	3, rue Charles Lefevre

Type de structure	Dune végétalisée (recouverte de plantes grasses denses) protégée sur les 2/3 de sa hauteur par des enrochements (Dmoyen~80 cm)	
Longueur	15 ml	Profil n°19
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 11,3 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 9,2 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

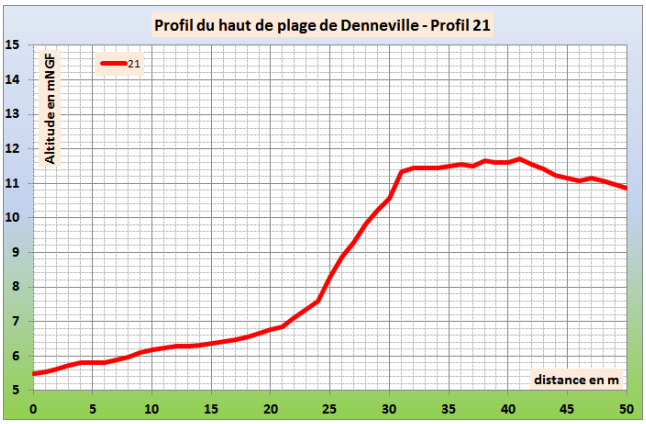
Observations et relevés de désordres	Ancien accès privé – Enrochements bétonnés en partie basse 
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AB-297	
Commune	Denneville	Propriété	1, rue Charles Lefevre

Type de structure	Dune végétalisée (recouverte de plantes grasses denses sur son extrémité Nord puis d'herbes sur le reste du linéaire) protégée sur la moitié de sa hauteur (soit ~1,5 m) par des enrochements (Dmoyen~80 cm) organisés présentant une pente d'environ 2H/1V	
Longueur	14 ml	Profil n°20
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,4 mNGF Sommet dune : 12,1 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 9,0 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

Observations et relevés de désordres	Anse d'érosion de la dune en partie haute
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AB-296	
Commune	Denneville	Propriété	1, rue Charles Lefevre

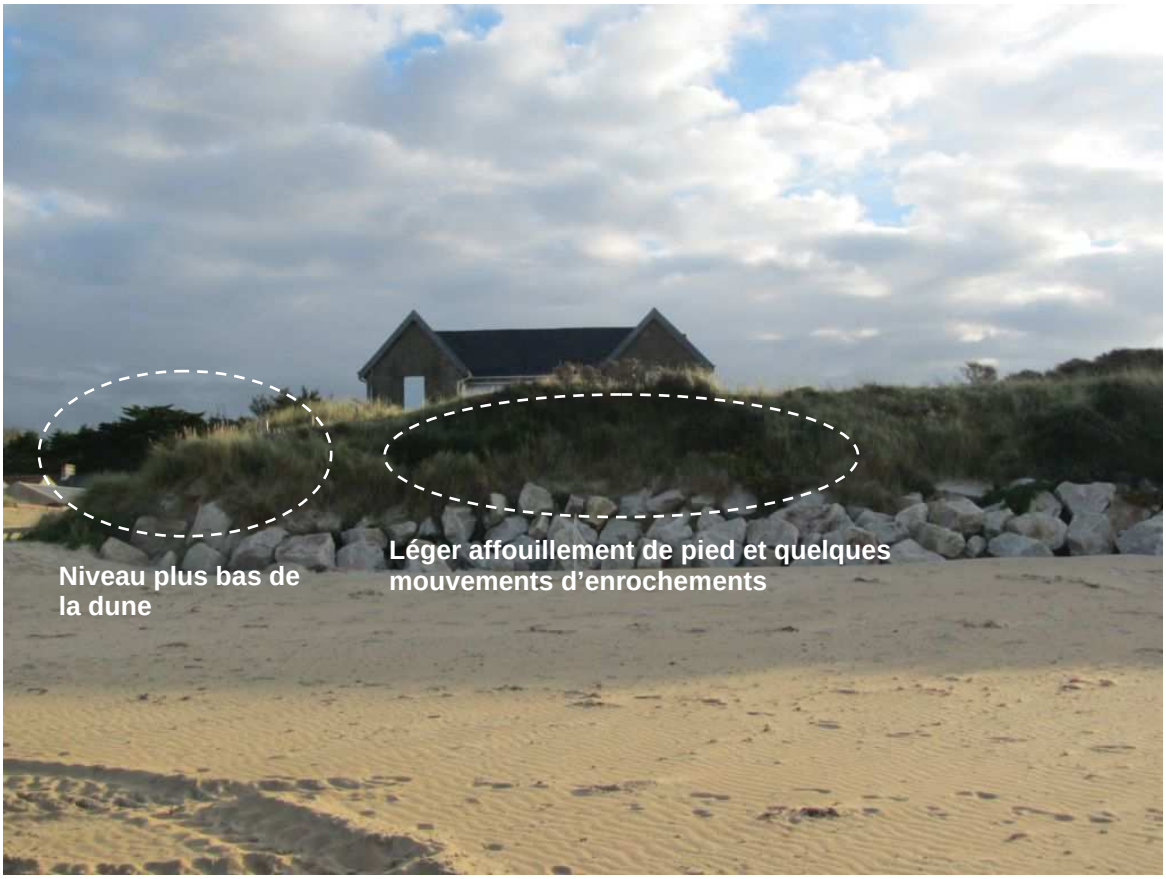
Type de structure	Dune végétalisée (herbes) protégée sur la moitié de sa hauteur (soit ~1,5 m) par des enrochements (Dmoyen~80 cm) organisés présentant une pente d'environ 2H/1V	
Longueur	32 ml	Profil n°21
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 11,7 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 9,3 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

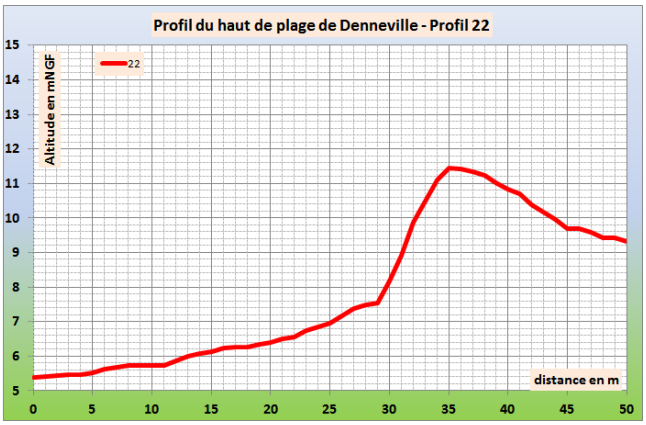
Observations et relevés de désordres	Ancien accès – pas de protection en enrochements à cet endroit entrainant un léger recul de la dune Extrémité Sud en limite avec l'accès – Dune érodée et point bas dans la protection
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		Accès 3	
Commune	Denneville	Propriété	

Type de structure	Accès public – dans le prolongement de la RD137 Cale d'accès en béton de largeur 4 m Ouvrage hydraulique aux abords de la cale – Sortie de la buse protégée par des enrochements et un massif béton et équipée d'un clapet anti-retour Sortie de la buse ensablée et clapet maintenu ouvert par le sable
Longueur	11 ml
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015

Parcelle cadastrale		AO-210-1	
Commune	Denneville	Propriété	2, rue André Pelca



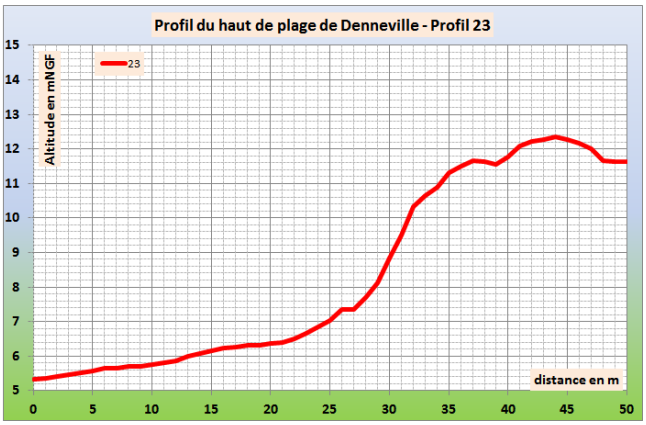
Type de structure	Dune végétalisée (herbes) protégée sur la moitié de sa hauteur (soit ~1,5 m) par des enrochements (Dmoyen~80 cm) présentant une pente d'environ 3H/2V	
Longueur	20 ml	Profil n°22
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 11,4 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 1989 Niveau crête : 9,9 mNGF Géotextile : oui Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

Observations et relevés de désordres	Extrémité Nord en limite avec l'accès – Dune érodée et point bas dans la protection Quelques mouvements d'enrochements
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AO-210-242	
Commune	Denneville	Propriété	2, rue André Pelca

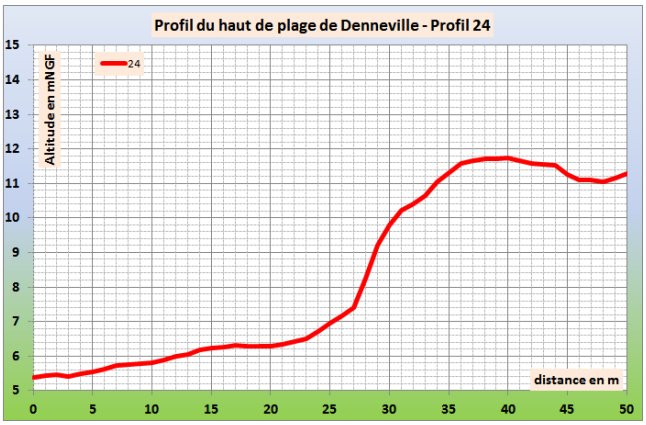
Type de structure	Dune végétalisée (herbes) protégée sur la moitié de sa hauteur (soit ~1,5 m) par des enrochements (Dmoyen~80 cm) présentant une pente d'environ 3H/2V
Longueur	23 ml
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 12,3 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 1989 Niveau crête : 9,5 mNGF Géotextile : oui Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015

Profil n°23



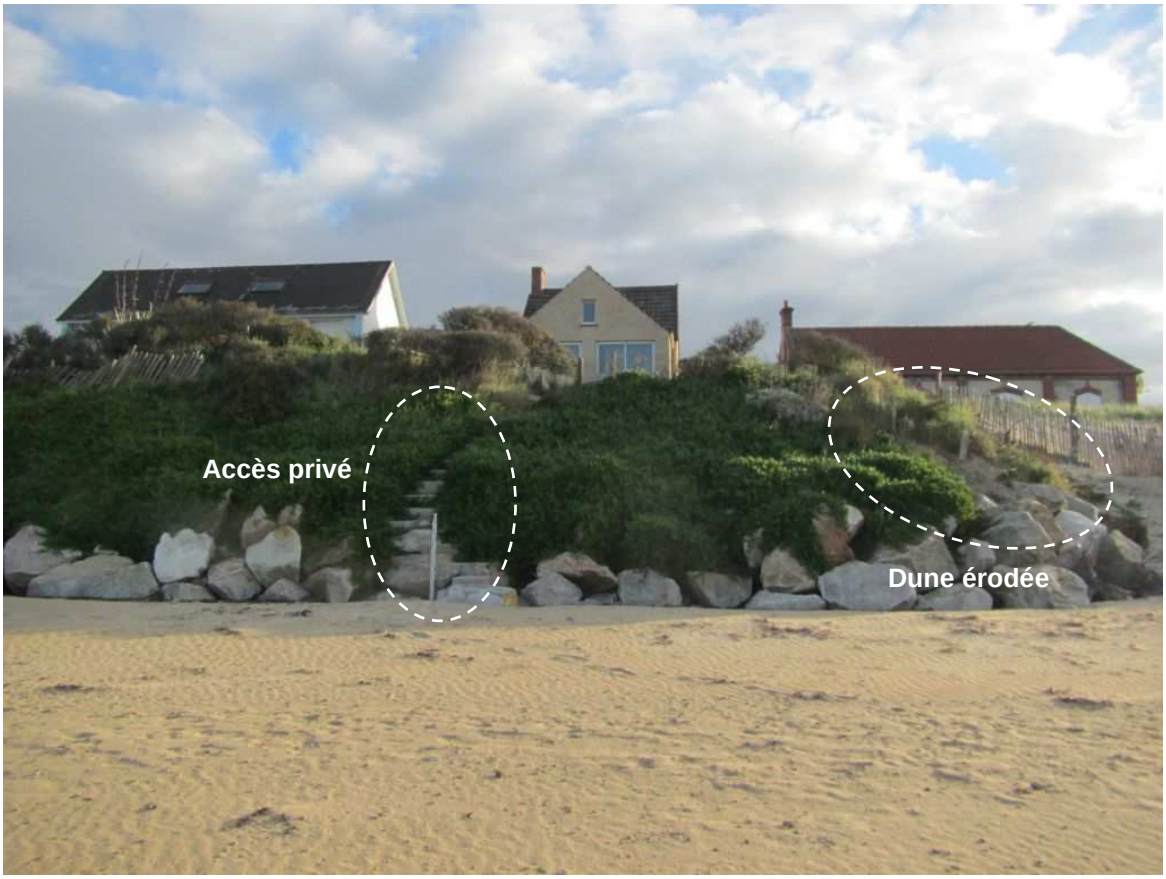
Observations et relevés de désordres	Léger affouillement en pied des enrochements en partie centrale Quelques vides en arrière des enrochements
	Février 2015 Octobre 2015

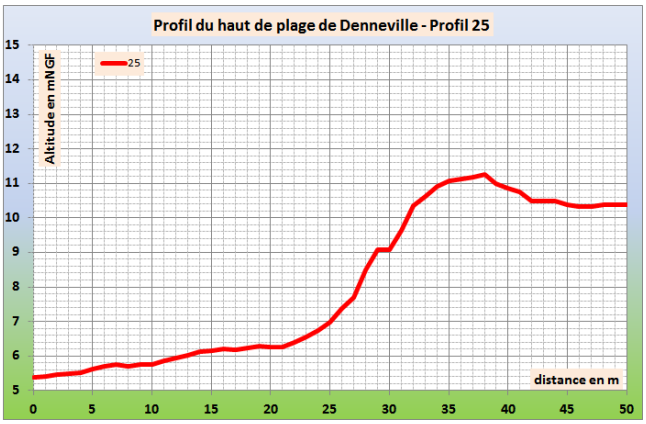
Parcelle cadastrale		AO-210-4	
Commune	Denneville	Propriété	4, rue André Pelca

Type de structure	Protection en enrochements (Dmoyen ~80 cm) organisés sur l'ensemble de la hauteur de la dune Végétation de plantes grasses denses recouvrant la totalité de la protection à l'exception du pied Pente des enrochements : ~3H/2V	
Longueur	14 ml	Profil n°24
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 11,8 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 2001 Niveau crête : 9,2 mNGF Géotextile : oui Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

Observations et relevés de désordres	Accès privé à la plage sur les enrochements – Végétation de plantes grasses moins denses à cet endroit
	Février 2015 Octobre 2015

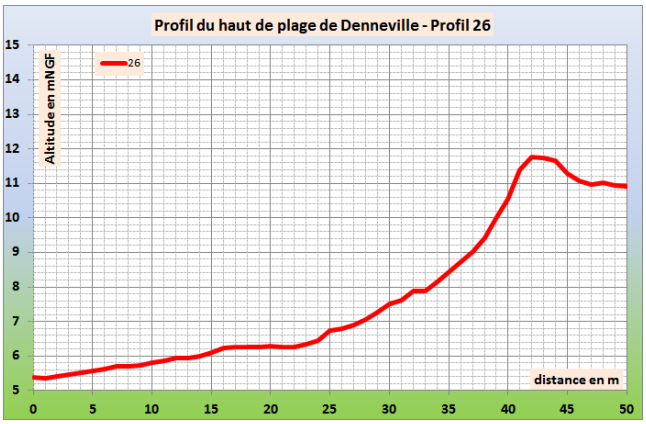
Parcelle cadastrale		AO-210-422	
Commune	Denneville	Propriété	6, rue André Pelca



Type de structure	Protection en enrochements (Dmoyen ~80 cm) organisés sur l'ensemble de la hauteur de la dune Végétation de plantes grasses denses recouvrant la totalité de la protection à l'exception du pied Pente des enrochements : ~3H/2V	
Longueur	14 ml	Profil n°25
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 11,3 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 1990 Niveau crête : 9,1 mNGF Géotextile : oui Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

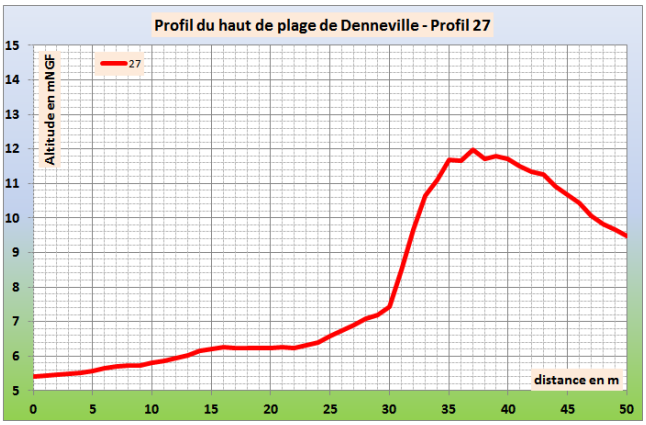
Observations et relevés de désordres	Accès privé à la plage par un escalier en pierres – Végétation de plantes grasses moins denses à cet endroit Extrémité Sud en limite avec la parcelle suivante (n°207) – Dune érodée
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AO-431	
Commune	Denneville	Propriété	8, rue André Pelca

Type de structure	Pas d'aménagement particulier - Pente de la dune ~ 5H/2V Présence d'une rangée de ganivelles	
Longueur	25 ml	Profil n°26
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 11,8 mNGF <u>Enrochements</u> : non Date : Niveau crête : Géotextile : Blocs : Nb de couches :	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

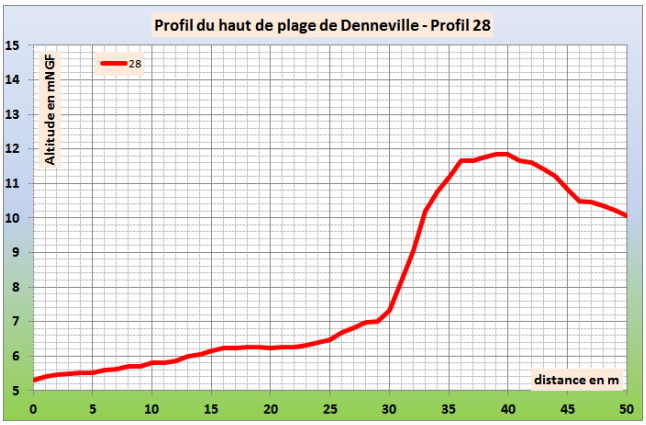
Observations et relevés de désordres	Recul de la dune au droit de la parcelle (estimé à 4-5 m) La parcelle a fait l'objet d'un rechargement en sable début février 2015 (environ 350 m^3). Les ganivelles ont été posées en juillet 2015.
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AO-211-430	
Commune	Denneville	Propriété	12, rue André Pelca

Type de structure	Protection en enrochements (Dmoyen ~70 cm) organisés présentant une pente d'environ 1,2H/1V sur une hauteur de 2,5 m environ Végétation arbustive dense en partie haute de la dune	
Longueur	12 ml	Profil n°27
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 12,0 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 9,7 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

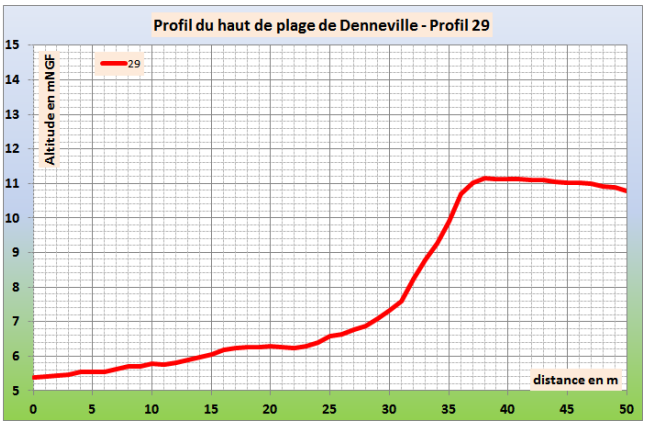
Observations et relevés de désordres	RAS
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AO-211-8	
Commune	Denneville	Propriété	14, rue André Pelca

Type de structure	Protection en enrochements (Dmoyen ~60 cm) organisés sur l'ensemble de la hauteur de la dune Végétation de plantes grasses denses recouvrant la totalité de la protection à l'exception du pied Pente des enrochements : ~1,2H/1V	
Longueur	14 ml	Profil n°28
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 11,8 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 9,0 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

Observations et relevés de désordres	RAS
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AO-211-9	
Commune	Denneville	Propriété	16, rue André Pelca

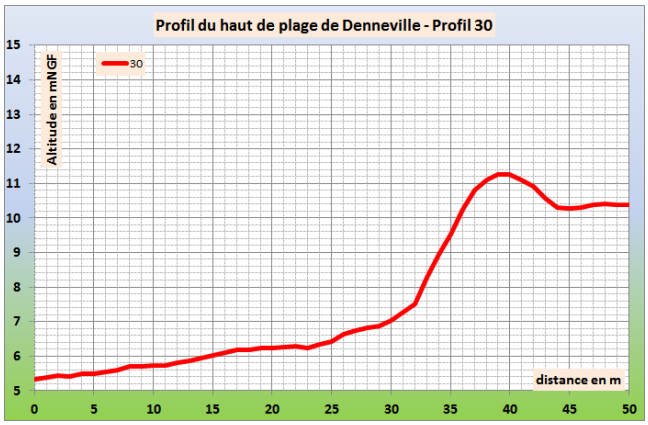
Type de structure	Protection en enrochements (Dmoyen ~60 cm) organisés sur l'ensemble de la hauteur de la dune Végétation de plantes grasses denses recouvrant la totalité de la protection à l'exception du pied - Niveau de sable haut en pied Pente des enrochements : ~2H/1V	
Longueur	21 ml	Profil n°29
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 11,1 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 9,3 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

Observations et relevés de désordres	Accès privé à la plage – Escalier en pierres
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		Accès 4	
Commune	Denneville	Propriété	

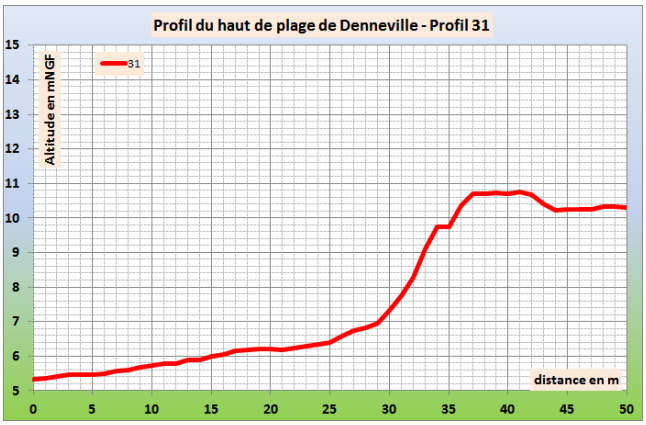
Type de structure	Accès entre deux parcelles privées Passage non aménagé – Point bas dans la dune
Longueur	3 ml
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015

Parcelle cadastrale		AO-211-187	
Commune	Denneville	Propriété	18, rue André Pelca

Type de structure	Protection en enrochements (Dmoyen ~60 cm) organisés sur l'ensemble de la hauteur de la dune Enrochements intégrés à la dune végétalisée d'herbes – Pente : ~3H/2V	
Longueur	15 ml	Profil n°30
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 11,3 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 1999 Niveau crête : 9,5 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

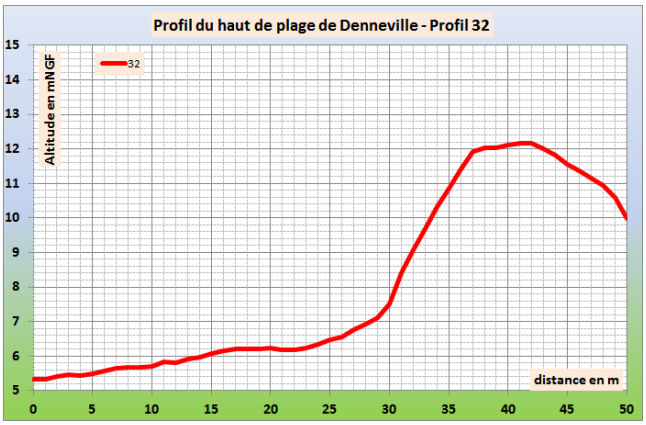
Observations et relevés de désordres	RAS
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AO-211-186	
Commune	Denneville	Propriété	18, rue André Pelca

Type de structure	Protection en enrochements (Dmoyen ~60 cm) organisés sur l'ensemble de la hauteur de la dune Enrochements intégrés à la dune végétalisée d'herbes – Pente : ~3H/2V	
Longueur	11 ml	Profil n°31
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,2 mNGF Sommet dune : 10,7 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 1999 Niveau crête : 9,7 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

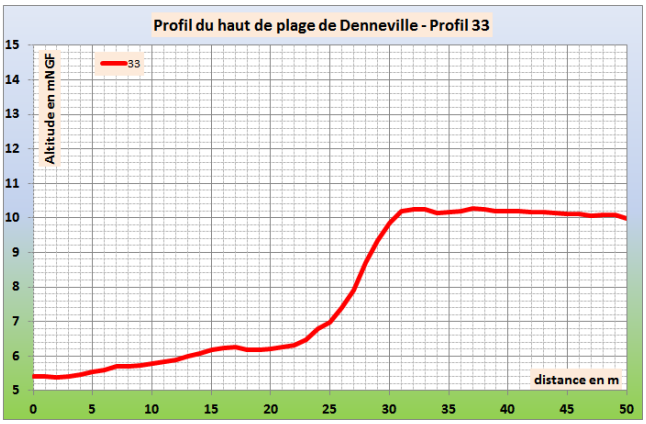
Observations et relevés de désordres	RAS
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AO-211-185	
Commune	Denneville	Propriété	20, rue André Pelca

Type de structure	Dune végétalisée (herbes denses) protégée par des enrochements (Dmoyen~60cm) sur la moitié de sa hauteur (soit ~1,5 m) Enrochements organisés selon une pente de ~3H/2V	
Longueur	24 ml	Profil n°32
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,2 mNGF Sommet dune : 12,2 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 1991 Niveau crête : 9,7 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

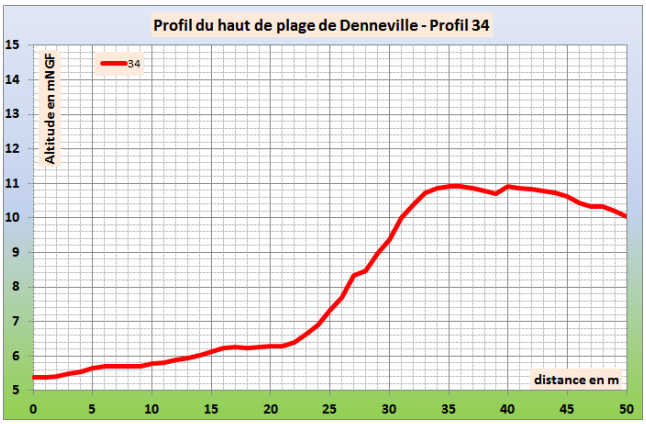
Observations et relevés de désordres	Accès privé à la plage en limite de la parcelle suivante (n°211-184) Passage sur les enrochements Végétalisation de la dune moins dense à cet endroit
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AO-211-184	
Commune	Denneville	Propriété	22, rue André Pelca

Type de structure	Dune végétalisée (herbes denses) protégée par des enrochements (Dmoyen~60cm) sur la moitié de sa hauteur (soit ~1,5 m) Enrochements sur plusieurs couches – protection plus en avant que la parcelle précédente (2 à 3m) Enrochements organisés selon une pente de ~2H/1V	
Longueur	21 ml	Profil n°33
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 10,3 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 8,7 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 2	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

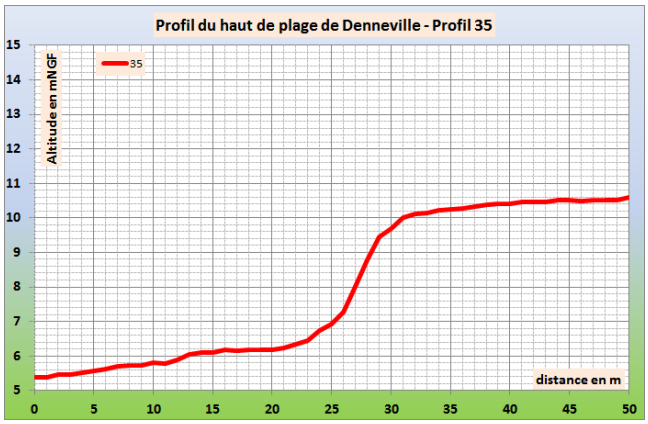
Observations et relevés de désordres	RAS
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AO-211-183	
Commune	Denneville	Propriété	24, rue André Pelca

Type de structure	Dune végétalisée (herbes denses) protégée par des enrochements (Dmoyen~60cm) sur la moitié de sa hauteur (soit ~1,5 m) Enrochements sur plusieurs couches – protection plus en avant que la parcelle précédente (2 à 3m) Enrochements organisés selon une pente de ~2H/1V	
Longueur	20 ml	Profil n°34
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 10,9 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 1990 Niveau crête : 8,5mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

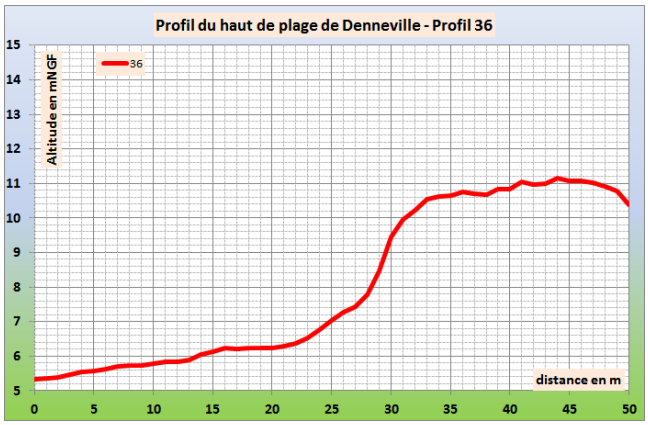
Observations et relevés de désordres	Accès privé à la plage par les enrochements en extrémité Sud – Point bas dans la dune
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AO-211-182	
Commune	Denneville	Propriété	26, rue André Pelca

Type de structure	Dune végétalisée (herbes et plantes grasses denses) protégée par des enrochements (Dmoyen~80cm) sur les 2/3 de sa hauteur (soit ~2 m) Enrochements organisés selon une pente de ~3H/2V	
Longueur	19 ml	Profil n°35
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,2 mNGF Sommet dune : 10,6 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 8,8 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

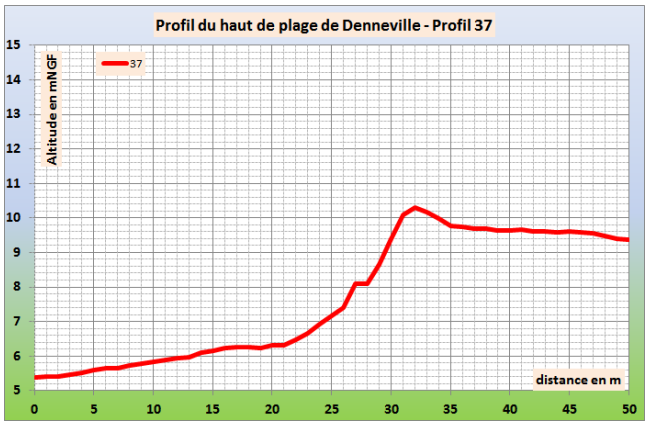
Observations et relevés de désordres	Erosion de la dune en partie haute et chute d'enrochements
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AO-211-181	
Commune	Denneville	Propriété	28, rue André Pelca

Type de structure	Dune végétalisé en partie haute (herbes et quelques buissons) Enrochements de protection sur la moitié basse très ensablés et reculés	
Longueur	11 ml	Profil n°36
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,2 mNGF Sommet dune : 11,1 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 9,5 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

Observations et relevés de désordres	Erosion de la dune en partie haute sur tout le linéaire Anse d'érosion plus importante en partie centrale
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AO-211-180	
Commune	Denneville	Propriété	30, rue André Pelca

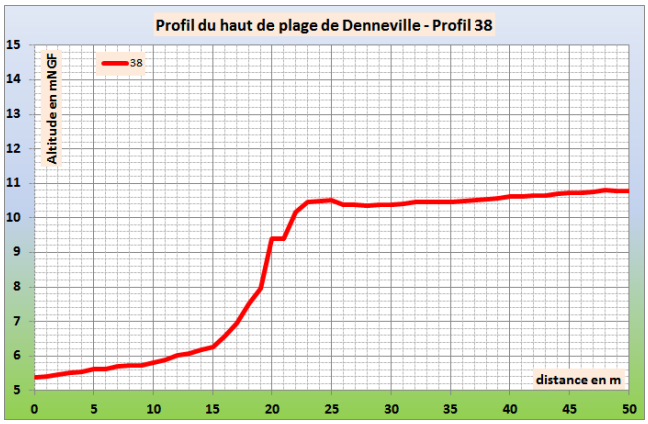
Type de structure	Dune végétalisé en partie haute (herbes et quelques buissons) Enrochements de protection (Dmoyen~50cm) sur la moitié basse très ensablés et reculés, pente d'environ 3H/2V	
Longueur	14 ml	Profil n°37
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 10,3 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 8,1 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

Observations et relevés de désordres	Anse d'érosion importante sur tout le linéaire
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		Accès 5	
Commune	Denneville	Propriété	

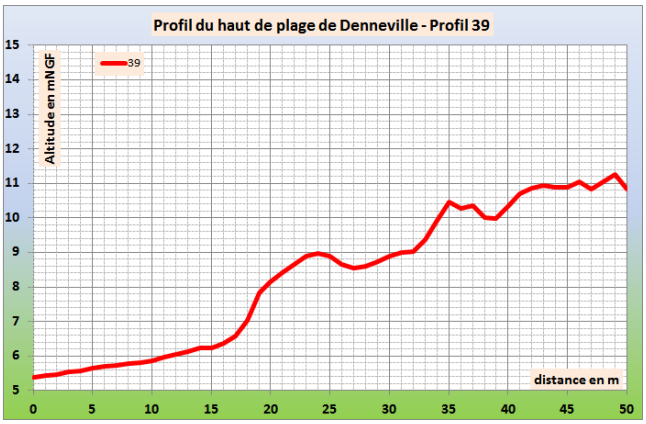
Type de structure	Accès entre deux parcelles privées Passage non aménagé – Point bas dans la dune
Longueur	5 ml
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015

Parcelle cadastrale		AO-211-179	
Commune	Denneville	Propriété	32, rue André Pelca

Type de structure	Dune végétalisée (herbes denses) protégée en pied par des poteaux bois puis par des enrochements (Dmoyen ~80cm) sur environ 1,5 m de hauteur Protection beaucoup plus avancée que la parcelle précédente (n°211-179) : ~10m	
Longueur	26 ml	Profil n°38
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 10,8 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 1990 Niveau crête : 8,0mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

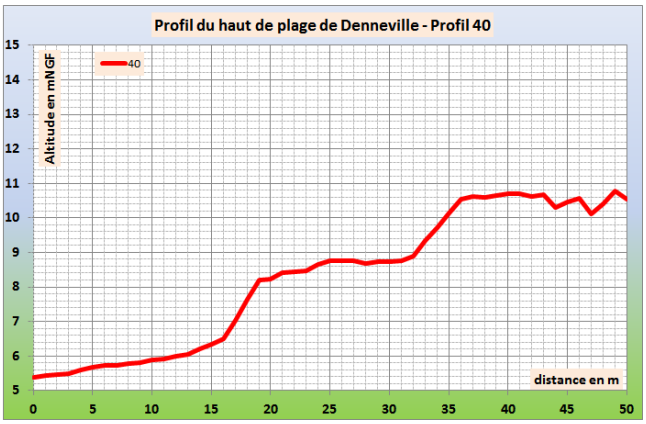
Observations et relevés de désordres	Loupe de glissement de la dune en limite de l'accès Anse d'érosion en arrière des poteaux bois en extrémité Sud Niveau de dune plus bas
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AO-211-178	
Commune	Denneville	Propriété	34, rue André Pelca

Type de structure	Dune végétalisée plus basse Protection en enrochements sur 1,5 m de haut et une largeur importante (~6m), pente d'environ 5H/2V.	
Longueur	19 ml	Profil n°39
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,2 mNGF Sommet dune : 11,3 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 2001 Niveau crête : 9,0 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

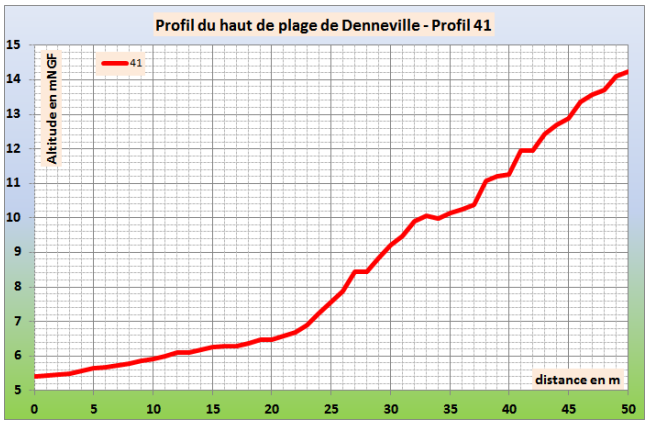
Observations et relevés de désordres	Anse d'érosion en arrière des poteaux bois en limite avec la parcelle précédente (n°211-179) Accès privé à la plage – escaliers par aménagement d'enrochements plats
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AO-211-177	
Commune	Denneville	Propriété	34, rue André Pelca

Type de structure	Dune végétalisée plus basse Protection en enrochements sur 1,5 m de haut et une largeur importante (~6m), pente d'environ 5H/2V.	
Longueur	10 ml	Profil n°40
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 10,8 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 2001 Niveau crête : 8,2mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

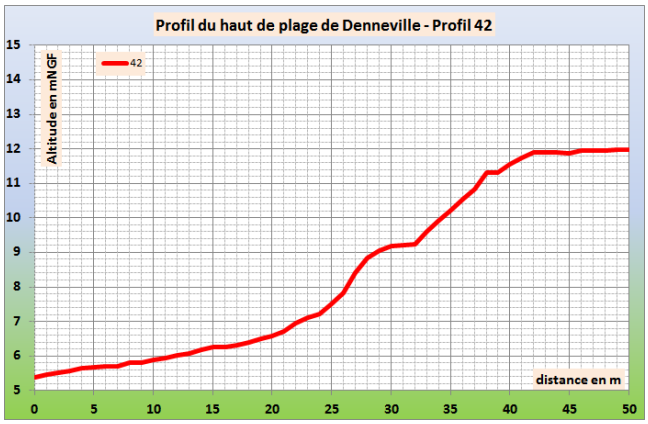
Observations et relevés de désordres	RAS
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AO-211-176	
Commune	Denneville	Propriété	36, rue André Pelca

Type de structure	Dune végétalisée (herbes hautes et denses) avec quelques enrochements ensablés en pied de la dune et une ligne d'enrochements 5 m en avant de la dune Présence de sable et de galets entre les deux lignes d'enrochements	
Longueur	9 ml	Profil n°41
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,5 mNGF Sommet dune : 14,2 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 2001 Niveau crête : 8,5 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

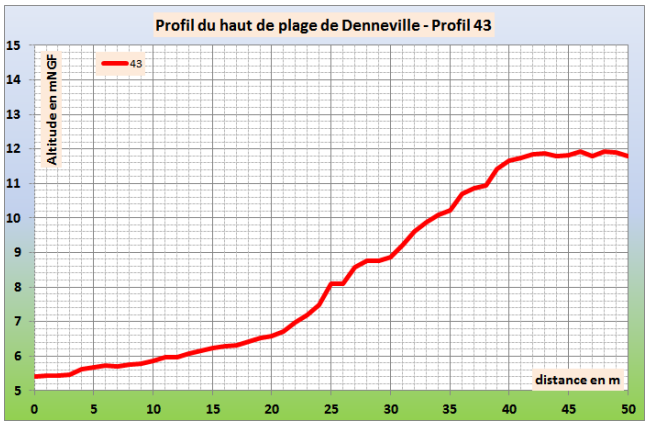
Observations et relevés de désordres	Dune très reculée ~10 m par rapport aux parcelles précédentes (n°211/177 et 178)
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AO-211-175	
Commune	Denneville	Propriété	36, rue André Pelca

Type de structure	Dune végétalisée (herbes hautes et denses) avec quelques enrochements ensablés en pied de la dune et une ligne d'enrochements 5 m en avant de la dune Présence de sable et de galets entre les deux lignes d'enrochements	
Longueur	11 ml	Profil n°42
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 12,0 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 2001 Niveau crête : 8,8 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

Observations et relevés de désordres	Dune très reculée ~10 m par rapport aux parcelles précédentes (n°211/177 et 178)
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AO-211-174	
Commune	Denneville	Propriété	36, rue André Pelca

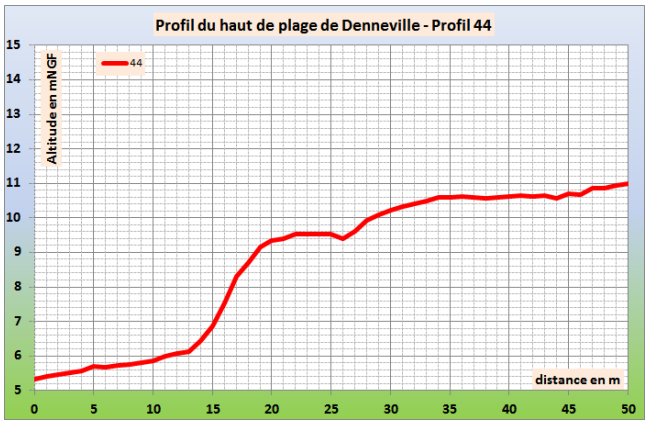
Type de structure	Dune végétalisée (herbes hautes et denses) avec quelques enrochements ensablés en pied de la dune et une ligne d'enrochements 5 m en avant de la dune Présence de sable et de galets entre les deux lignes d'enrochements	
Longueur	7 ml	Profil n°43
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,6 mNGF Sommet dune : 11,9 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 2001 Niveau crête : 8,6 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

Observations et relevés de désordres	Dune très reculée ~10 m par rapport aux parcelles précédentes (n°211/177 et 178)
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		Accès 6	
Commune	Denneville	Propriété	

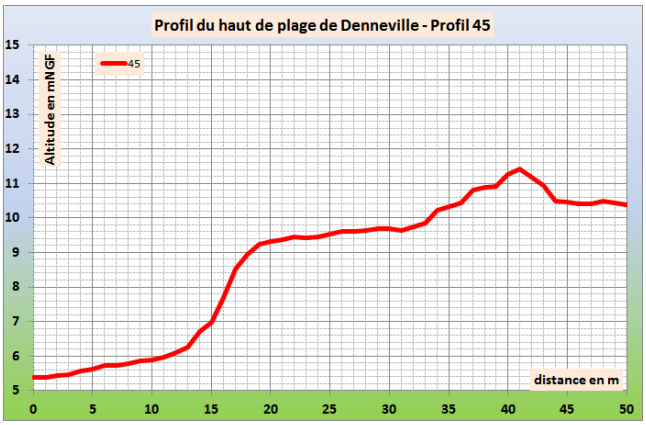
Type de structure	Accès public – Rue de la Gamburie Aménagement de l'accès par des enrochements de diamètre moyen 80 cm et la mise en place d'une rambarde bois Parement lisse de pente estimée à 4H/1V
Longueur	5 ml
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-1	
Commune	Denneville	Propriété	40, rue André Pelca

Type de structure	Protection en enrochements (de forme et de taille variable – D entre 50 cm et 1,2 m) sur plusieurs couches présentant une pente de ~3H/2V « Plaques » de granit (enrochements allongés) ajoutés en partie haute de la protection (signes ancien d'érosion de la digue visible en arrière) Dune enherbée visible en partie haute sur environ 50cm	
Longueur	13 ml	Profil n°44
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,1 mNGF Sommet dune : 11,0 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 8,7 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

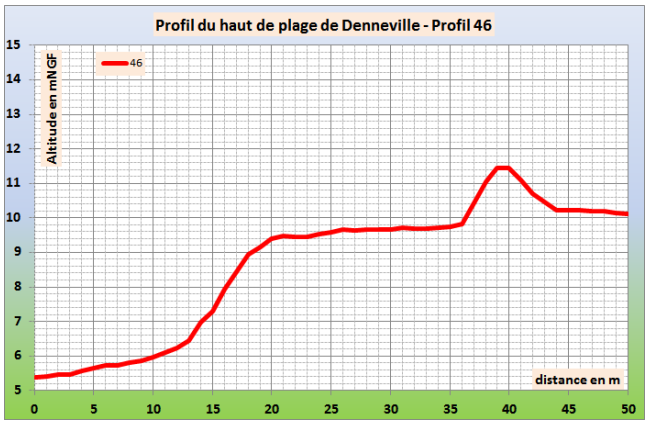
Observations et relevés de désordres	RAS
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-2	
Commune	Denneville	Propriété	40, rue André Pelca

Type de structure	Protection en enrochements (de forme et de taille variable – D entre 50 cm et 1,2 m) sur plusieurs couches présentant une pente de ~3H/2V « Plaques » de granit (enrochements allongés) ajoutés en partie haute de la protection (signes ancien d'érosion de la digue visible en arrière) Dune enherbée visible en partie haute sur environ 50cm	
Longueur	11 ml	Profil n°45
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,0 mNGF Sommet dune : 11,4 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 8,5 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

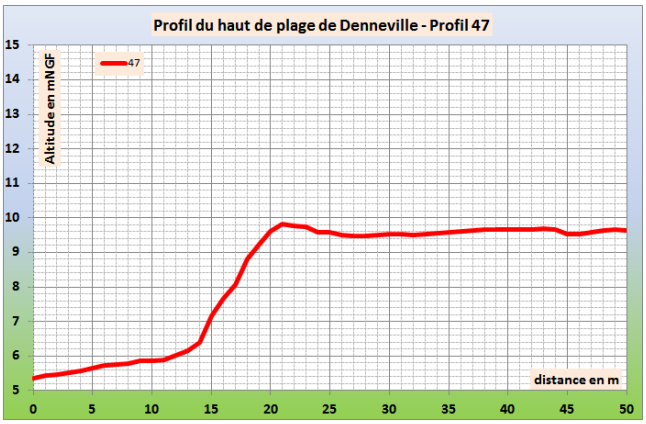
Observations et relevés de désordres	RAS
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-3	
Commune	Denneville	Propriété	40, rue André Pelca

Type de structure	Protection en enrochements (de forme et de taille variable – D entre 50 cm et 1,2 m) sur plusieurs couches présentant une pente de ~3H/2V « Plaques » de granit (enrochements allongés) ajoutés en partie haute de la protection (signes ancien d'érosion de la digue visible en arrière) Dune enherbée visible en partie haute sur environ 50cm	
Longueur	11 ml	Profil n°46
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,0 mNGF Sommet dune : 11,5 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 8,4 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

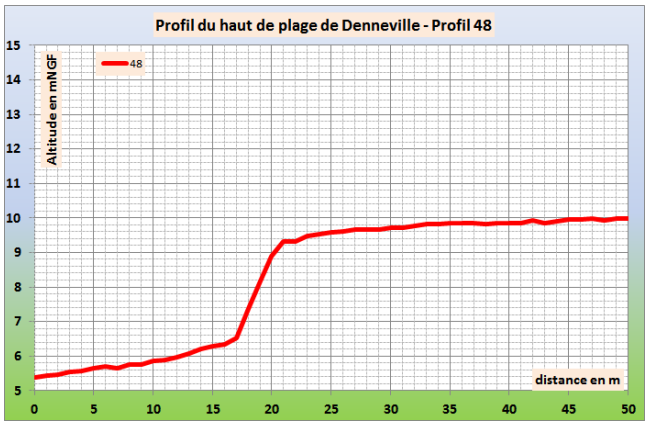
Observations et relevés de désordres	RAS
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-540	
Commune	Denneville	Propriété	40A, rue André Pelca

Type de structure	Protection en enrochements (de forme et de taille variable) sur plusieurs couches présentant une pente de ~1H/1V Ajout de petits enrochements (D 30 à 50cm) en partie haute et aux abords de l'accès (Anciennes zones d'érosion ?) Dune enherbée visible en partie haute sur environ 50cm	
Longueur	15 ml	Profil n°47
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 5,9 mNGF Sommet dune : 9,8 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 8,1 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

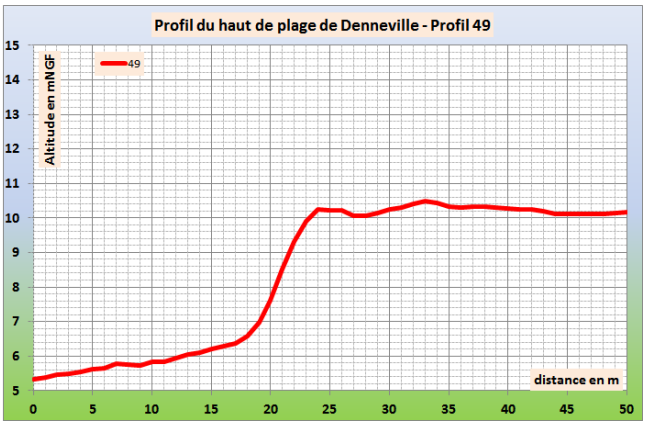
Observations et relevés de désordres	Accès privé à la plage par un escalier béton mis en place sur les enrochements Enrochements ajoutés de diamètre trop faible
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-380	
Commune	Denneville	Propriété	42, rue André Pelca

Type de structure	Protection en enrochements (Dmoyen ~1m) jusqu'en crête de la dune présentant une pente de ~3H/2V Petits enrochements (D 10 à 20 cm) présents en arrière	
Longueur	27 ml	Profil n°48
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 10,0 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 8,9mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

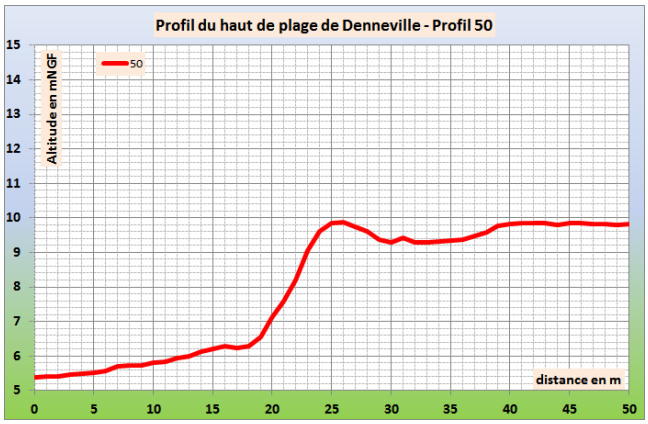
Observations et relevés de désordres	RAS
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-379	
Commune	Denneville	Propriété	44, rue André Pelca

Type de structure	Protection en enrochements (Dmoyen ~1m) jusqu'en crête de la dune présentant une pente de ~3H/2V Petits enrochements (D 10 à 20 cm) présents en arrière	
Longueur	24 ml	Profil n°49
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,4 mNGF Sommet dune : 10,5 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 1989 Niveau crête : 8,5mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

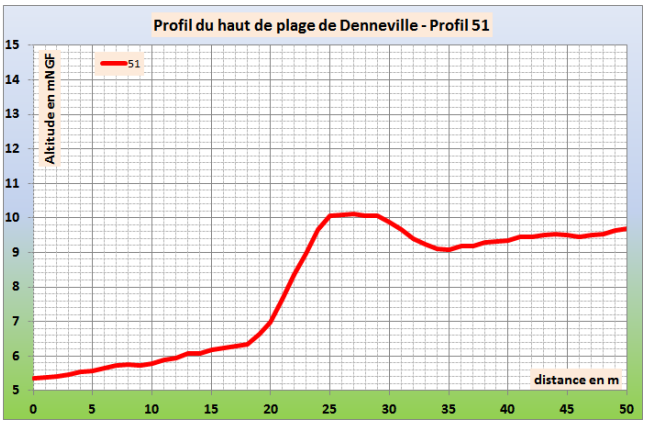
Observations et relevés de désordres	Enrochements légèrement désorganisés sur tout le linéaire Anses d'érosion importante en partie haute de la dune sur la moitié Sud du linéaire
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-378	
Commune	Denneville	Propriété	46, rue André Pelca

Type de structure	Dune végétalisée (herbes) protégée par des enrochements sur la moitié de sa hauteur	
Longueur	13 ml	Profil n°50
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 9,9 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 1990 Niveau crête : 8,2 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

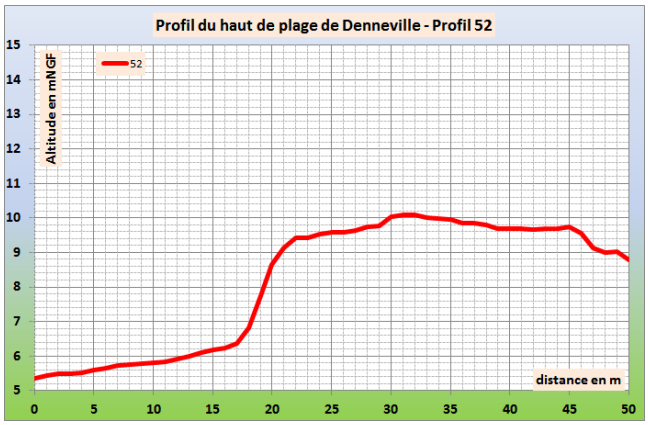
Observations et relevés de désordres	Anse d'érosion importante en partie haute de la dune en extrémité Nord Accès privé à la plage par des marches en béton sur les enrochements Point bas dans la dune
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-377	
Commune	Denneville	Propriété	46, rue André Pelca

Type de structure	Dune végétalisée (herbes) protégée par des enrochements sur la moitié de sa hauteur	
Longueur	11 ml	Profil n°51
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,4 mNGF Sommet dune : 10,1 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 1990 Niveau crête : 8,4 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

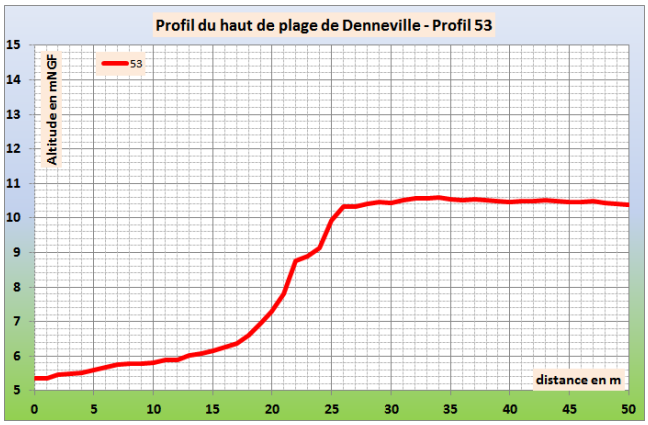
Observations et relevés de désordres	Anse d'érosion très importante (+de 2 m de profondeur) en partie haute de la dune en extrémité Sud Mise en place de big-bags
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-375	
Commune	Denneville	Propriété	48, rue André Pelca

Type de structure	Protection en enrochements (Dmoyen ~0,80m) jusqu'en crête de la dune présentant une pente raide (~3H/2V)	
Longueur	12 ml	Profil n°52
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,1 mNGF Sommet dune : 10,1 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 2009 Niveau crête : 9,1 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

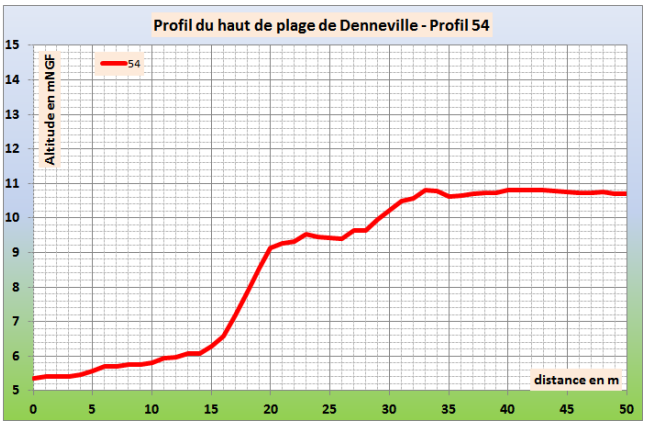
Observations et relevés de désordres	RAS
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-374	
Commune	Denneville	Propriété	50, rue André Pelca

Type de structure	Pas d'aménagement spécifique – Liaison entre les deux parcelles adjacentes (n°414/375 et n°414/674)	
Longueur	12 ml	Profil n°53
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,0 mNGF Sommet dune : 10,6 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 1980 Niveau crête : 8,8 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

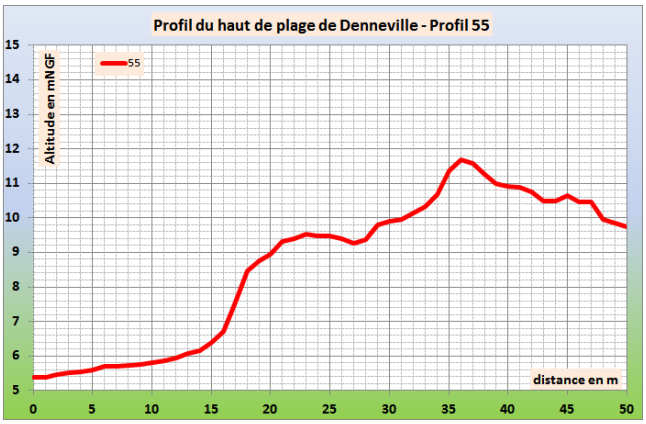
Observations et relevés de désordres	Accès privé à la plage par la dune Erosion de la dune
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-674	
Commune	Denneville	Propriété	52, rue André Pelca

Type de structure	Protection en enrochements (Dmoyen ~0,8m) jusqu'en crête de la dune présentant une pente de ~3H/2V Petits enrochements (D 10 à 20 cm) présents en arrière	
Longueur	12 ml	Profil n°54
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,1 mNGF Sommet dune : 10,8 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 1984 Niveau crête : 9,1 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

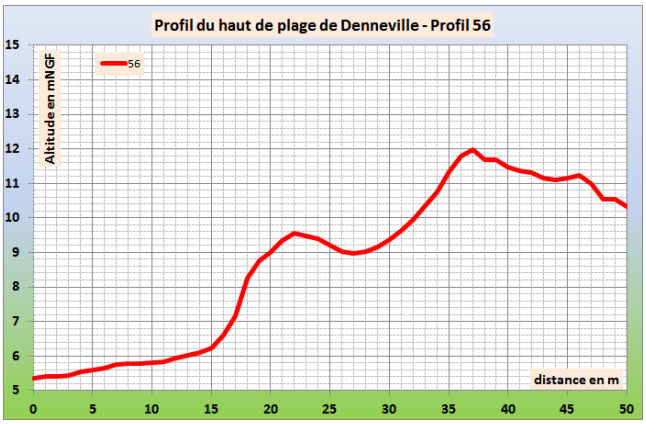
Observations et relevés de désordres	RAS
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-372	
Commune	Denneville	Propriété	54, rue André Pelca

Type de structure	Protection en enrochements (Dmoyen ~0,8m) jusqu'à 50 cm de la crête de la dune Pente de ~3H/2V	
Longueur	12 ml	Profil n°55
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 5,9 mNGF Sommet dune : 11,7 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 8,8mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

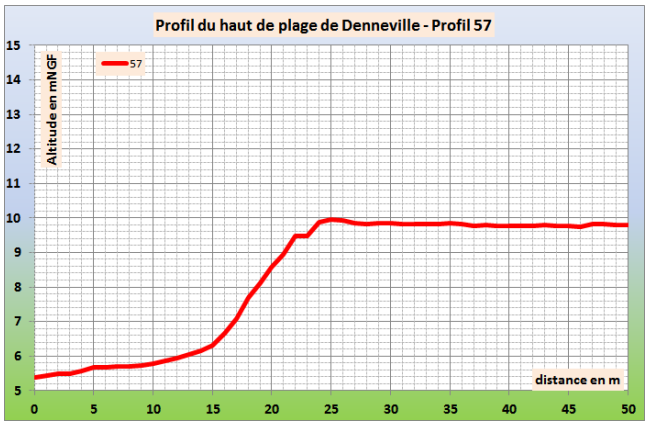
Observations et relevés de désordres	Accès privé à la plage par la mise en place de béton sur les enrochements
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-371	
Commune	Denneville	Propriété	54, rue André Pelca

Type de structure	Protection en enrochements (Dmoyen ~0,8m) jusqu'à 50 cm de la crête de la dune Pente de ~3H/2V	
Longueur	12 ml	Profil n°56
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 5,8 mNGF Sommet dune : 12,0 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 8,8 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

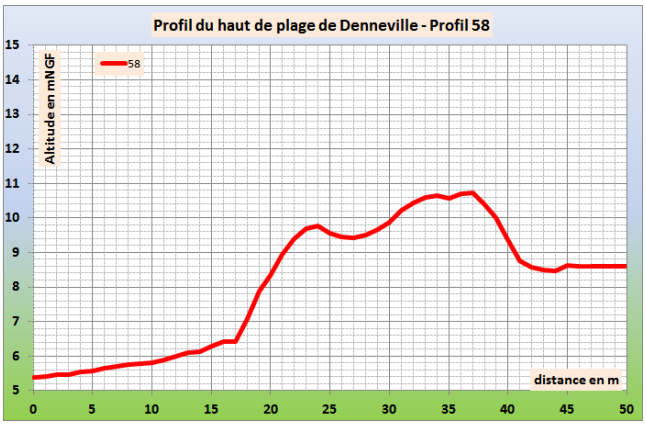
Observations et relevés de désordres	Partie Sud : Ajout de petits enrochements et galets en partie haute (zone d'érosion ?)
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-370	
Commune	Denneville	Propriété	56, rue André Pelca

Type de structure	Protection en enrochements (taille variable D 50 cm à 1,2 m) sur les 2/3 de la hauteur de la dune Ajout de « plaques » granit en partie haute	
Longueur	24 ml	Profil n°57
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 5,8 mNGF Sommet dune : 12,0 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 1980 Niveau crête : 8,8 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

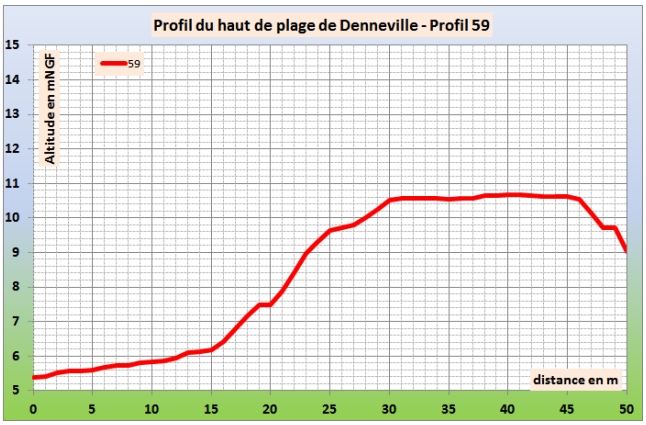
Observations et relevés de désordres	Erosion de la partie haute de la dune sur l'ensemble du linéaire. Ajout de « plaques » de granit Accès privé à la plage – Erosion importante sous l'escalier Erosion de la partie haute de la dune sur l'ensemble du linéaire Ajout de « plaques » de granit et de big-bags sur la moitié Sud
	Février 2015 / Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-369	
Commune	Denneville	Propriété	58, rue André Pelca

Type de structure	Protection en enrochements (Dmoyen ~0,8m) jusqu'à 50 cm de la crête de la dune Enrochements globalement désorganisés et ajout de « plaques » granit en partie haute partiellement sur un géotextile	
Longueur	24 ml	Profil n°58
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,1 mNGF Sommet dune : 10,7 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 8,3mNGF Géotextile : oui Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

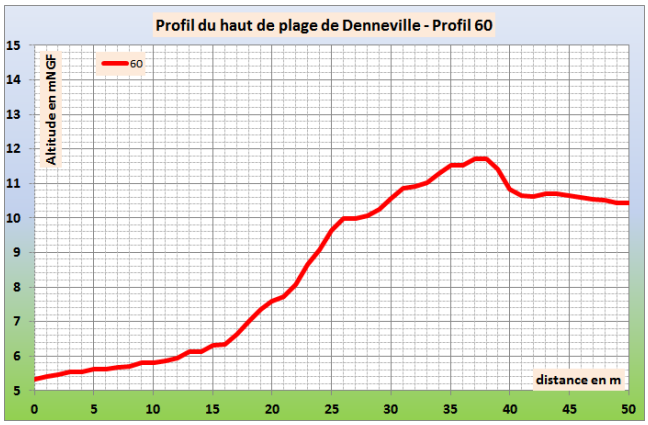
Observations et relevés de désordres	Accès privé à la plage par un escalier en pierre et les enrochements Enrochements désorganisés Géotextile visible sous les plaques granit Mise en place du géotextile pas homogène et sans ancrage dans la dune Légère érosion de la dune en arrière des enrochements et des plaques granit
	Février 2015 / Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-368	
Commune	Denneville	Propriété	60, rue André Pelca

Type de structure	Dune végétalisée (herbes) protégée par des poteaux en bois puis par des enrochements en pied (Dmoyen ~70cm) Ajout de « plaques » granit en arrière des poteaux bois et en partie haute des enrochements	
Longueur	12 ml	Profil n°59
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,1 mNGF Sommet dune : 10,7 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 7,5mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

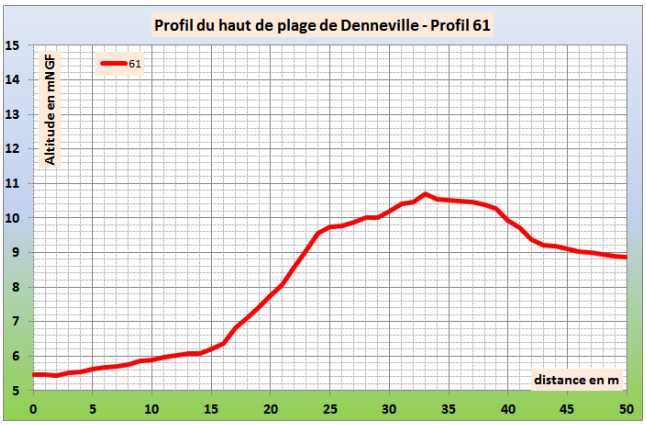
Observations et relevés de désordres	Légère érosion de la dune en arrière des enrochements et des plaques granit Enrochements globalement désorganisés
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-367	
Commune	Denneville	Propriété	60, rue André Pelca

Type de structure	Dune végétalisée (herbes) protégée par des poteaux en bois puis par des enrochements en pied (Dmoyen ~60cm) Ajout de « plaques » granit en arrière des poteaux bois et en partie haute des enrochements	
Longueur	12 ml	Profil n°60
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,4 mNGF Sommet dune : 11,7 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 7,6mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

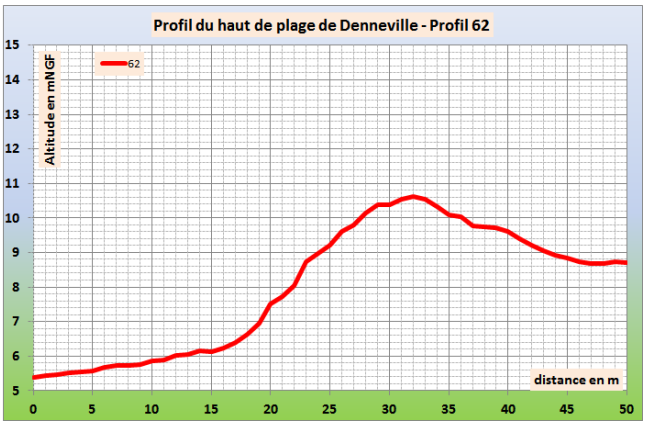
Observations et relevés de désordres	Protection désorganisée voir déstructurée en partie centrale Légère érosion de la dune en arrière des enrochements et des plaques granit
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-366	
Commune	Denneville	Propriété	62, rue André Pelca

Type de structure	Dune végétalisée (herbes) protégée par des poteaux en bois puis par des enrochements en pied (Dmoyen ~60cm) Ajout de « plaques » granit en arrière des poteaux bois et en partie haute des enrochements	
Longueur	12 ml	Profil n°61
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,1 mNGF Sommet dune : 10,7 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 1975 Niveau crête : 7,7 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

Observations et relevés de désordres	Protection désorganisée et légère érosion de la dune en arrière des enrochements et des plaques granit Anse d'érosion importante Accès à la plage non aménagé – point bas dans la dune
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-365	
Commune	Denneville	Propriété	rue André Pelca

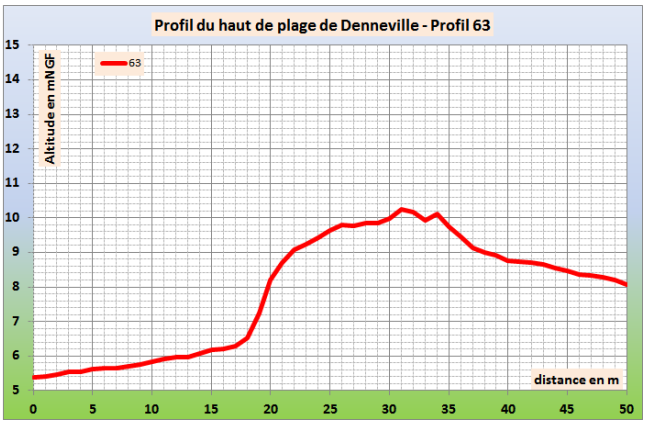
Type de structure	Dune végétalisée (herbes) protégée par des poteaux en bois puis par des enrochements en pied (Dmoyen ~60cm) Ajout de « plaques » granit en arrière des poteaux bois et en partie haute des enrochements	
Longueur	18 ml	Profil n°62
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,1 mNGF Sommet dune : 10,6 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 7,5 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

Observations et relevés de désordres	Protection désorganisée et légère érosion de la dune en arrière des enrochements et des plaques granit Erosion importante à l'extrémité Sud Point bas dans la dune
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		Accès 7	
Commune	Denneville	Propriété	

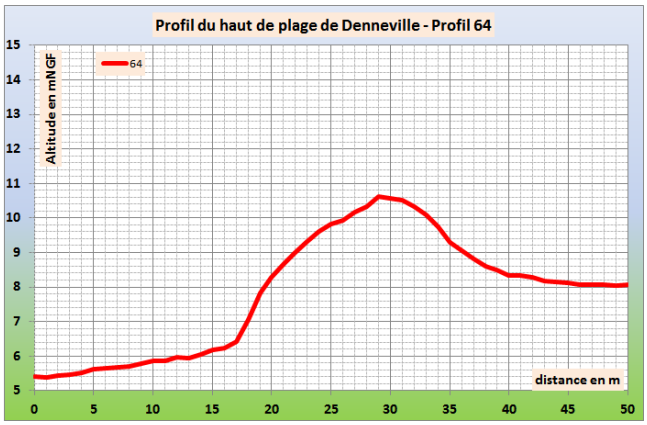
Type de structure	Accès entre deux parcelles privées dans le prolongement de l'avenue du Nord Passage non aménagé – Point bas dans la dune
Longueur	6 ml
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-364	
Commune	Denneville	Propriété	64, rue André Pelca

Type de structure	Protection en enrochements (Dmoyen~1m) jusqu'à environ 50 cm de la crête selon une pente raide de 1,2H/1V Big-bags de sable en arrière des enrochements sur la moitié haute de la dune (renforcement de la dune)	
Longueur	18 ml	Profil n°63
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,2 mNGF Sommet dune : 10,3 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 8,2 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

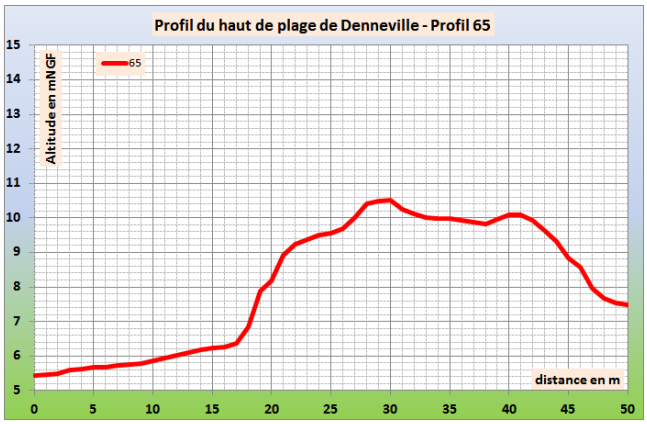
Observations et relevés de désordres	Big-bags de renforcement de la dune – anciennes zones d'érosion en partie haute ?
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-387	
Commune	Denneville	Propriété	66, rue André Pelca

Type de structure	Protection en enrochements (Dmoyen~1m) jusqu'à environ 50 cm de la crête selon une pente raide de 0,5H/1V Ajout de plus petits enrochements (D50 cm) en partie haute Géotextile et galets en arrière des enrochements	
Longueur	23 ml	Profil n°64
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,2 mNGF Sommet dune : 10,6 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 8,32 mNGF Géotextile : oui Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

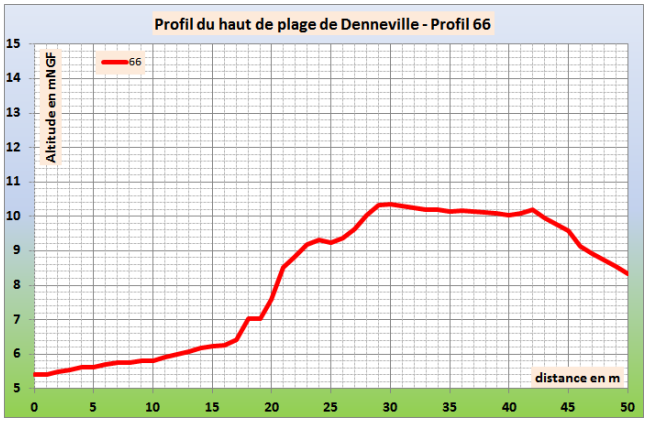
Observations et relevés de désordres	Enrochements légèrement désorganisés avec des vides entre eux Géotextile visible en partie haute
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-600	
Commune	Denneville	Propriété	68, rue André Pelca

Type de structure	Protection en enrochements (Dmoyen~1m) jusqu'à environ 50 cm de la crête selon une pente de 1,5H/1V	
Longueur	18 ml	Profil n°65
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 10,5 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 8,2 mNGF Géotextile : oui Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

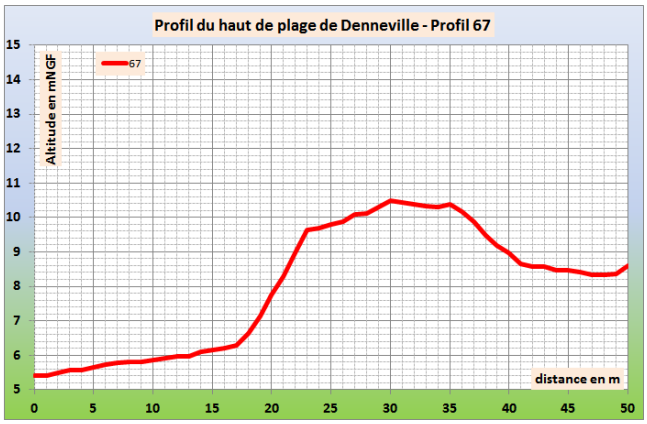
Observations et relevés de désordres	Enrochements légèrement désorganisés avec des vides entre eux
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-606	
Commune	Denneville	Propriété	70, rue André Pelca

Type de structure	Protection en enrochements (Dmoyen~0,8m) jusqu'à environ 50 cm de la crête selon une pente 1,5H/1V Galets en arrière des enrochements	
Longueur	18 ml	Profil n°66
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 10,4 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 8,5 mNGF Géotextile : oui Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

Observations et relevés de désordres	Enrochements légèrement désorganisés avec des vides entre eux
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-358	
Commune	Denneville	Propriété	72, rue André Pelca

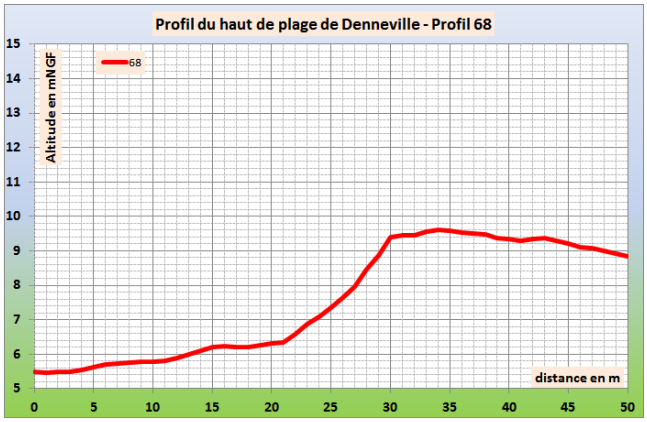
Type de structure	Protection en enrochements (Dmoyen~0,7m) jusqu'à environ 50 cm de la crête selon une pente de 1,8H/1V Ajout de petits enrochements en partie haute	
Longueur	21 ml	Profil n°67
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 10,5 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 1980 Niveau crête : 8,3 mNGF Géotextile : non Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

Observations et relevés de désordres	Ajout de petits enrochements en partie haute – Ancienne zone d'érosion ?
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		Accès 8	
Commune	Denneville	Propriété	

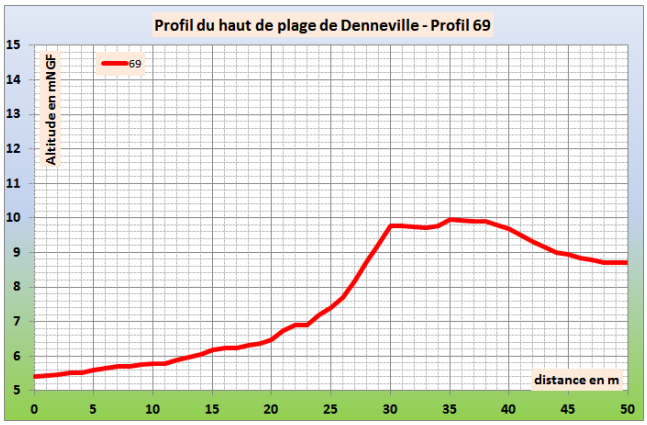
Type de structure	Accès entre deux parcelles privées dans le prolongement de l'avenue du Centre Passage aménagé par un escalier en pierres protégés par des enrochements
Longueur	3 ml
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-543	
Commune	Denneville	Propriété	74, rue André Pelca

Type de structure	Protection en enrochements (Dmoyen~0,7m) jusqu'à environ 50 cm de la crête selon une pente de 2H/1V. Les enrochements sont à peine visibles sous le sable. Galets sur une ligne de largeur 1m à environ 2-3 m du pied de la dune	
Longueur	50 ml	Profil n°68
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,2 mNGF Sommet dune : 9,6 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 1993 Niveau crête : 8,9mNGF Géotextile : oui Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

Observations et relevés de désordres	Recul de la dune d'environ 10 ml par rapport aux parcelles précédentes (n°414/358) Erosion de la dune sur tout le linéaire – Décroché de la dune sur une hauteur d'~1m
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-542	
Commune	Denneville	Propriété	74bis, rue André Pelca

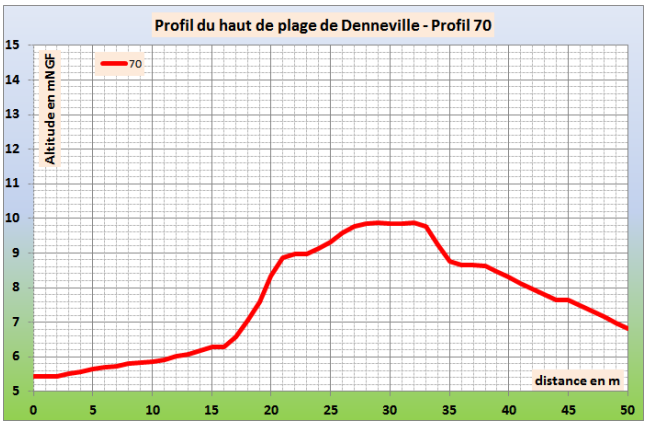
Type de structure	Protection en enrochements (Dmoyen~0,7m) jusqu'à environ 50 cm de la crête selon une pente de 2H/1V. Les enrochements sont à peine visibles sous le sable. Galets sur une ligne de largeur 1m à environ 2-3 m du pied de la dune	
Longueur	26 ml	Profil n°69
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,2 mNGF Sommet dune : 10,0 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : 1993 Niveau crête : 8,7 mNGF Géotextile : oui Blocs : 1 à 3 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

Observations et relevés de désordres	Recul de la dune d'environ 10 ml par rapport aux parcelles précédentes (n°414/358) Erosion de la dune sur tout le linéaire – Décroché de la dune sur une hauteur d'~1m
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		Accès 9	
Commune	Denneville	Propriété	

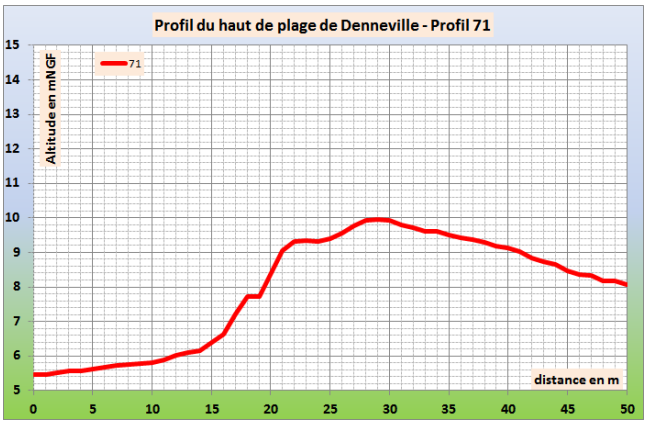
Type de structure	Accès entre deux parcelles privées dans le prolongement de l'avenue du Sud Passage non aménagé – Point bas dans la dune
Longueur	4 ml
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015

Parcelle cadastrale		AN-414-356	
Commune	Denneville	Propriété	76, rue André Pelca

Type de structure	Protection en enrochements (Dmoyen~80 cm) aménagé selon une pente de 2H/1V jusqu'à 50 cm de la crête de la dune	
Longueur	40 ml	Profil n°70
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,3 mNGF Sommet dune : 9,9 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 8,9 mNGF Géotextile : oui Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

Observations et relevés de désordres	Grande anse d'érosion en arrière des enrochements – Extrémité Nord Petite anse d'érosion en arrière des enrochements – partie centrale
	Février 2015 Octobre 2015

Parcelle cadastrale		AB-1-156	
Commune	Saint-Rémy-des-Landes	Propriété	Les Mielles d'Allonne

Type de structure	Protection en enrochements (Dmoyen~80 cm) aménagé selon une pente de 2H/1V jusqu'à 50 cm de la crête de la dune	
Longueur	57 ml	Profil n°71
Caractéristiques	<u>Dune</u> : Niveau de plage : 6,2 mNGF Sommet dune : 10,0 mNGF <u>Enrochements</u> : Date : nc Niveau crête : 9,0mNGF Géotextile : oui Blocs : 1 à 5 T Nb de couches : 1	
Inspection	ISL Ingénierie – octobre 2015	

Observations et relevés de désordres	Grande anse d'érosion en arrière des enrochements – Extrémité Nord Petite anse d'érosion en arrière des enrochements – partie centrale
	Février 2015 / Octobre 2015