



# COMMUNE DE JULLOUVILLE – ASA JULLOUVILLE CENTRE

## ÉTUDE DE RENFORCEMENT DU FRONT DE MER DE JULLOUVILLE

Rapport

N° : 23F-044-RA-1  
Révision n° : A  
Date : 01/08/202323



// Phase 1 : Diagnostic

ISL Ingénierie SAS – ANGERS  
25 rue Lenepveu  
49100 – Angers  
France  
Tel : +33.2.41.36.01.77  
Fax : +33.1.40.34.63.36

[www.isl.fr](http://www.isl.fr)





# Visa

Document verrouillé du 03/08/2023.

Révision	Date	Auteur	Chef de Projet	Superviseur	Commentaire
A	01/08/2023	SBI	ATA	XHA	

ATA : TARDIEU Antoinette

SBI : BILLAUDEAU Simon

XHA : HAMARD Xavier

Rapport ISL  
23F-044-RA-1  
Revision A  
Etude de renforcement du front de mer de J.  
<http://www.isl.fr/r.php?c=236130>





## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>PREAMBULE.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>CONTEXTE ET OBJECTIFS .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2</b>	<b>CONTENU DE LA MISSION .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3</b>	<b>DONNEES D'ENTREE ET BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>CARACTERISTIQUES GENERALES DE L'OUVRAGE ET DONNES HISTORIQUES.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1</b>	<b>DESCRIPTION DE L'OUVRAGE.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2</b>	<b>HISTORIQUE GENERALE DE L'OUVRAGE .....</b>	<b>5</b>
2.2.1	Historique de conception.....	5
2.2.2	Evènements extrêmes.....	6
2.2.3	Chronologie de l'évènement de mars 2020 .....	7
2.2.4	Travaux et interventions .....	9
<b>3</b>	<b>CONTEXTE MARITIME .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1</b>	<b>LES NIVEAUX DE REFERENCE .....</b>	<b>11</b>
3.1.1	Les niveaux marins de référence .....	11
3.1.2	Les niveaux marins extrêmes.....	11
<b>3.2</b>	<b>LES CONDITIONS ATMOSPHERIQUES .....</b>	<b>13</b>
3.2.1	Régime des tempêtes .....	13
3.2.2	Régime des vents.....	13
<b>3.3</b>	<b>LES CONDITIONS DE HOULE .....</b>	<b>14</b>
<b>3.4</b>	<b>CHANGEMENT CLIMATIQUE.....</b>	<b>17</b>
<b>3.5</b>	<b>ANALYSE TOPOGRAPHIQUE .....</b>	<b>19</b>
<b>3.6</b>	<b>DIAGNOSTIC HYDROSEDIMENTAIRE.....</b>	<b>21</b>
3.6.1	Dérive littorale à Jullouville .....	21
3.6.2	Niveau de sable en pied d'ouvrage .....	24
<b>4</b>	<b>DIAGNOSTIC DE L'OUVRAGE .....</b>	<b>28</b>

<b>4.1</b>	<b>CONSTATATION SUR SITE .....</b>	<b>28</b>
4.1.1	Parement béton .....	28
4.1.2	Talus.....	29
4.1.3	Promenade piéton en crête .....	31
<b>4.2</b>	<b>EVOLUTIONS DES DESORDRES .....</b>	<b>32</b>
<b>4.3</b>	<b>SYNTHESE .....</b>	<b>32</b>
<b>5</b>	<b>CONTRAINTES REGLEMENTAIRES.....</b>	<b>34</b>
<b>5.1</b>	<b>PPRL EN PROJET .....</b>	<b>34</b>
<b>5.2</b>	<b>AUTRES ZONAGES REGLEMENTAIRES .....</b>	<b>34</b>
<b>5.3</b>	<b>ENJEUX REGLEMENTAIRES POUR LA REALISATION DES TRAVAUX .....</b>	<b>35</b>
5.3.1	Au titre du code de l'environnement.....	35
5.3.1.1	Nomenclature IOTA.....	35
5.3.1.2	Examen au cas par cas et évaluation environnementale .....	35
5.3.1.3	Zone Natura 2000 .....	36
5.3.1.4	ZNIEFF et ZICO .....	37
5.3.2	Au titre du code général de la propriété publique .....	37
5.3.2.1	Utilisation du domaine public maritime .....	37
5.3.2.2	Demande d'autorisation temporaire du domaine public maritime.....	38
<b>6</b>	<b>CONFORTEMENT .....</b>	<b>39</b>
<b>6.1</b>	<b>SOLUTIONS DE CONFORTEMENT.....</b>	<b>39</b>
6.1.1	Confortement du perré (Partie 1) .....	40
6.1.2	Confortement de la promenade avec les cabines (Partie 2) .....	40
6.1.3	Confortement du talus (Partie 3) .....	42
6.1.4	Confortement de la promenade François Guimbaud en crête (Partie 4) .	44
<b>6.2</b>	<b>PRIORISATIONS.....</b>	<b>45</b>
<b>6.3</b>	<b>ESTIMATION FINANCIERE .....</b>	<b>46</b>
6.3.1	Partie 1 : perré béton.....	46
6.3.2	Partie 2 : promenade.....	46
6.3.3	Partie 3 : talus .....	47
6.3.4	Partie 4 : promenade François Guimbaud .....	47
<b>6.4</b>	<b>SYNTHESE.....</b>	<b>47</b>

<b>7</b>	<b>CONTRAINTES TECHNIQUES DE REALISATION DES TRAVAUX</b> .....	<b>49</b>
<b>7.1</b>	<b>ACCESSIBILITE</b> .....	<b>49</b>
<b>7.2</b>	<b>TRAVAUX A LA MAREE</b> .....	<b>50</b>
<b>7.3</b>	<b>PLANNIFICATION DES TRAVAUX</b> .....	<b>50</b>

## TABLE DES ANNEXES

<b>ANNEXE 1</b>	<b>ZONAGE</b>	<b>REGLEMENTAIRE</b>	<b>–</b>
	<b>COMPLEMENTAIRE</b> .....		<b>1</b>

<b>ANNEXE 2</b>	<b>CARTES DE PRIORISATION DES SOLUTIONS DE CONFORTEMENT</b> .....	<b>4</b>
-----------------	---	----------

<b>ANNEXE 3</b>	<b>ANALYSE TOPOGRAPHIQUE : PROFILS EN TRAVERS</b>	<b>7</b>
-----------------	---	----------

<b>ANNEXE 4</b>	<b>PLAN GENERAL ET VUE EN PLAN</b> .....	<b>11</b>
-----------------	--	-----------

## TABLE DES FIGURES

Figure 1-1 : Localisation du site (Source : Géoportail).....	1
Figure 1-2 : Présentation de la zone d'étude (Source : photo ISL) .....	2
Figure 2-1 : Aménagements de la plateforme intermédiaire (Source : photo ISL) .....	4
Figure 2-2 : A gauche, coupe en travers type d'origine (la promenade et la longrine béton n'ont finalement pas été réalisées), à droite un profil en travers de la protection actuelle (Source CETE 2007) .....	5
Figure 2-3 : Construction du perré [4].....	6
Figure 2-4 : Récapitulatif des évènements extrêmes et de leurs conséquences .....	7
Figure 2-5 : Submersion marine le 11 mars 2020 [8].....	7
Figure 2-6 : Etat de l'ouvrage après les premiers assauts de la tempête à marée haute [8].....	8
Figure 2-7 : Création d'une brèche dans le perré constatée le jeudi au matin [8] .....	8
Figure 2-8 : Suintements et fuites d'eau au travers de l'ouvrage [8] .....	8
Figure 2-9 : Etat de l'ouvrage après la tempête [8].....	9
Figure 2-10 : Travaux de recharge en 2018 [5] .....	9

Figure 2-11 : Premières phases de travaux provisoires (Jeudi 12 mars à gauche, Vendredi 13 mars à droite) [8].....	10
Figure 2-12 : Fin des travaux de 2020 [5].....	10
Figure 3-1 : Cartes de niveaux extrêmes de pleine mer (période de retour 100ans) .....	12
Figure 3-2 : Exemple de trajectoires de tempêtes entre 1953 et 2010.....	13
Figure 3-3 : Rose des vents en pied d'estran [11] .....	14
Figure 3-4 : Réseau de points Resourcecode et point 148705 sélectionné pour l'analyse [11] .....	15
Figure 3-5 : Répartition des houles [11] .....	15
Figure 3-6 : Période de retour des houles [11] .....	17
Figure 3-7 : Elévation du niveau de la mer à Saint-Malo (Source : <a href="https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool?psmsl_id=471&amp;data_layer=scenario">https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool?psmsl_id=471&amp;data_layer=scenario</a> ).....	18
Figure 3-8 : Profil en long de la digue de front de mer de Jullouville.....	19
Figure 3-9 : Localisation des profils en travers .....	20
Figure 3-10 : Profils en travers CETE.....	20
Figure 3-11 : Dynamiques sédimentaires côtières aux alentours du site de l'étude [3].....	21
Figure 3-12 : Transport sédimentaire à proximité du site de l'étude : en orange, le flux sédimentaire ; en jaune, la délimitation de la plage (Source : Google Earth).....	23
Figure 3-13 : Cale d'accès et absence de dérives littorales : en bleu, les lignes de dépôts (Source : Google Earth) .....	24
Figure 3-14 : Localisation des stations du CREC [13] .....	24
Figure 3-15 : Evolution du niveau de plage en pied borne pour la station SW98 de janvier 1992 à avril 2020 [13] .....	25
Figure 3-16 : Tendance d'évolution en cm/an du niveau de plage entre 2009 et 2020 pour le profil de plage à gauche et le haut de plage à droite.....	26
Figure 3-17 : Observations des niveaux de sable au Sud (à gauche) et au Nord (à droite) .....	27
Figure 3-18 : Tendances d'évolution en cm/an du niveau entre 2019 et 2020 pour le profil de plage (à gauche) et pour la haute plage (à droite). [13].....	27
Figure 3-19 : Profil en travers au Nord de la digue de de Jullouville .....	27
Figure 4-1 : Fissures, déstructurations, aciers apparents et traces de corrosion (Source : ISL) ....	28
Figure 4-2 : Joints, zones de fragilité dans le perré (Source : ISL) .....	29
Figure 4-3 : Désordres au niveau des travaux d'urgence de 2020 .....	29
Figure 4-4 : Végétation sur la partie Nord de la digue (Source : ISL).....	30
Figure 4-5 : Aménagements anthropiques sur le talus (Source : ISL).....	30
Figure 4-6 : Illustrations des désordres aux abords des cabines (Source : ISL) .....	31
Figure 4-7 : Traces d'écoulement à gauche et traces de passages anthropiques à droite (Source : ISL).....	31
Figure 4-8 : Erosion du talus à gauche et affaissement à droite (Source : ISL) .....	31
Figure 4-9 : Affaissement de la promenade à gauche et bordure endommagée à droite (Source : ISL).....	32
Figure 4-10 : Hypothèse de défaillance de l'ouvrage.....	33



Figure 6-1 : Découpage de la digue de Jullouville en parties d'ouvrage .....	39
Figure 6-2 : Confortement au droit du perré et de la promenade.....	40
Figure 6-3 : Exemple promenade en béton (Source : photo ISL).....	41
Figure 6-4 : Présentation de la solution de confortement de la promenade intermédiaire.....	42
Figure 6-5 : Mise en œuvre de pieux-planches pour soutenir le pied de talus – Aa (source : photo ISL).....	43
Figure 6-6 : Structure en pieux planches relevée lors de la visite (Source : photo ISL) .....	43
Figure 6-7 : Présentation de la solution pieux-planche du talus couplée à celle de la promenade intermédiaire.....	44
Figure 6-8 : Présentation de la solution de confortement de la promenade en crête .....	45
Figure 7-1 : Accès à la zone de chantier .....	49
Figure 7-2 : Localisation des niveaux marins sur le profil en travers du panneau n°4 de la digue .	50

## TABLE DES TABLEAUX

Tableau 2-1 : Classement par ordre chronologique des évènements extrêmes ayant entraîné des dommages sur le littoral au niveau de Jullouville .....	7
Tableau 3-1 : Niveaux marins de référence à Granville (Source : SHOM, 2022).....	11
Tableau 3-2 : Comparaison des niveaux marins extrêmes de PM entre les marégraphes de Saint-Malo et Cherbourg (Source : CEREMA, 2018).....	11
Tableau 3-3 : Correspondance des différentes unités de vitesse de vent.....	14
Tableau 3-4 : Période de retour des houles au point 148705 [11] .....	16
Tableau 3-5 : Elévation du niveau de la mer à Saint-Malo .....	18
Tableau 3-6 : Synthèse des pentes des différents profils .....	21
Tableau 5-1 : Catégories de l'article R 122-2 du code de l'environnement pouvant être visées par le projet de remise en état des ouvrages .....	36
Tableau 6-1 : Estimation financière des coûts des confortements de la partie 1 .....	46
Tableau 6-2 : Estimation financière des coûts des confortements de la partie 2 .....	46
Tableau 6-3 : Estimation financière des coûts des confortements de la partie 3 .....	47
Tableau 6-4 : Estimation financière des coûts de confortement de la partie 4 .....	47
Tableau 6-5 : Estimation financière des solutions de confortement en fonction de l'état d'urgence des travaux et par partie concernée.....	48
Tableau 7-1 : Synthèse des contraintes à la planification des travaux.....	51



# 1 PREAMBULE

## 1.1 CONTEXTE ET OBJECTIFS

Jullouville est une commune du littoral située dans la baie du Mont-Saint-Michel sur la côte Ouest de la Manche, en Normandie.

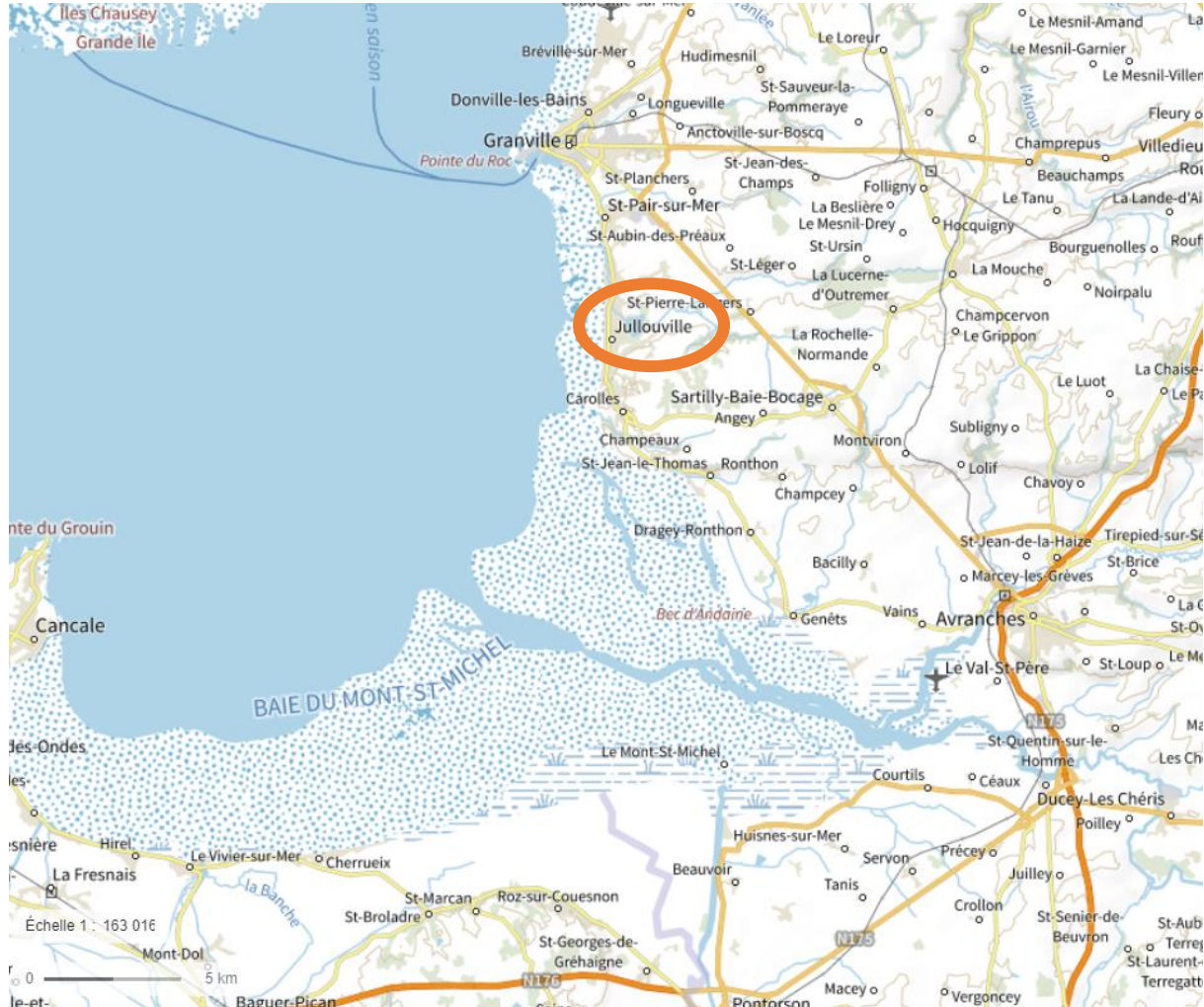


Figure 1-1 : Localisation du site (Source : Géoportail)

La commune présente un front de mer densément urbanisé sur une bande de 1 km environ en arrière du trait de côte. Le littoral de la commune est constitué d'une digue protégeant un espace sableux situé en arrière où sont positionnées des cabines de plage. En crête, une promenade piétonne surplombe la digue. L'objectif est de prévenir l'érosion et de stabiliser le trait de côte.



Figure 1-2 : Présentation de la zone d'étude (Source : photo ISL)

## 1.2 CONTENU DE LA MISSION

La commune de Jullouville et l'Association Syndicale Autorisée de défense contre la mer Jullouville Centre souhaitent réaliser un confortement de la digue de Jullouville située sur la commune du même nom et inclus dans le périmètre d'action de l'ASA.

En effet, en 2020, une forte détérioration de l'ouvrage a conduit la commune et l'ASA à prendre des mesures de confortement d'urgence.

À la suite de cet évènement, ISL Ingénierie et l'Atelier du Marais ont été missionnés pour réaliser une étude de réaménagement du front de mer à Jullouville. L'étude inclut :

- Les travaux à mener de confortement de la digue ;
- L'aménagement à réaliser sur le domaine communal.

L'objectif du présent rapport consiste à :

- Analyser les documents existants concernant le site de l'étude ;
- Réaliser un diagnostic de l'ouvrage ;
- Définir les différentes solutions possibles de confortement de l'ouvrage.

## 1.3 DONNEES D'ENTREE ET BIBLIOGRAPHIE

Les références et données disponibles pour la rédaction du présent rapport sont listées ci-après.

### **Diagnostics :**

- [1]. Expertise de l'état structurel de l'ouvrage – CETE – 2007
- [2]. Etude de préfiguration des systèmes d'endiguement – SCE – 2020

### **Etudes d'aménagements, études réglementaires et aléas :**

- [3]. Etude préalable à l'élaboration d'un PPRL sur les communes de Carolles, Jullouville et Saint-Pair-sur-Mer : Phase 1 analyse du fonctionnement du littoral - 2022

### **Données de l'Association Syndicale Autorisée de défense contre la mer Jullouville Centre :**

- [4]. Historique de la digue (photos et plan initial)
- [5]. Photos des tempêtes et travaux de 1990, 2018 et 2020
- [6]. Vidéos de l'évènement de 2020
- [7]. Rapport photographique sur la dégradation du voile béton percé
- [8]. Rapport à la suite de l'effondrement de la digue de défense contre la mer de Jullouville centre en mars 2020
- [9] Rapport photographique du 16/11/2020, à la suite de la tempête du 15/11/2020

**Autres :**

[10]. Statistiques des niveaux marins extrêmes des côtes de France (Manche et Atlantique) – 2012

[11]. Resourcecode : <https://resourcecode.ifremer.fr/explore>.

[12]. ROL Réseau d'observation du littoral de Normandie et des Hauts-de-France :

<https://experience.arcgis.com/experience/0ad1b32e42374b8a979c006454823c3f/page/Apply-Formulaire/?views=p2>

[13] Suivi des plages du département de la Manche entre 1991 et 2020 - Centre de Recherche en Environnements Côtiers (CREC) / Station marine de l'université de Caen

## 2 CARACTERISTIQUES GENERALES DE L'OUVRAGE ET DONNES HISTORIQUES

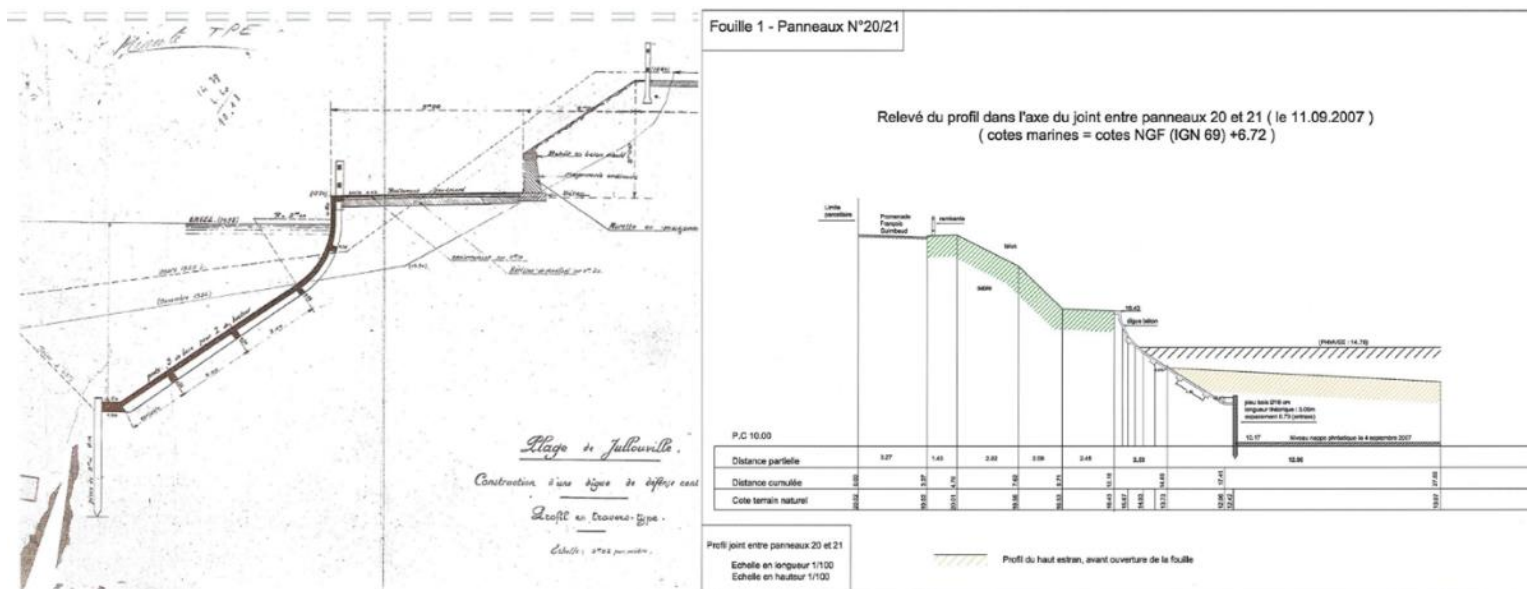
### 2.1 DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

La digue de Jullouville est une protection homogène d'un linéaire de 1170 mètres. L'ouvrage fut construit entre 1935 et 1937 par l'ASA pour pallier les dégradations récurrentes de la promenade en haut de plage. La digue est constituée de deux parties inclinées et séparées par une plateforme intermédiaire, située entre 16,41 m CM et 17,13 m CM. La plateforme accueille des cabines de plages.



**Figure 2-1 : Aménagements de la plateforme intermédiaire (Source : photo ISL)**

Selon les documents d'archive, la partie basse est composée d'un perré béton constitué de 66 panneaux de 17,80 m de large en béton armé et séparés par des joints verticaux en mastic bitumineux. Ce perré repose directement sur le sable. La butée de pied est assurée par des pieux d'environ 3 m de profondeur.



**Figure 2-2 : A gauche, coupe en travers type d’origine (la promenade et la longrine béton n’ont finalement pas été réalisées), à droite un profil en travers de la protection actuelle (Source CETE 2007)**

L’ouvrage intègre des escaliers permettant l’accès à la plage depuis la promenade piétonne située sur la crête du perré.

## 2.2 HISTORIQUE GENERALE DE L’OUVRAGE

### 2.2.1 HISTORIQUE DE CONCEPTION

Le projet de station balnéaire de Jullouville naît en 1876. Après des tempêtes hivernales à répétition entre 1924 et 1930, l’association syndicale autorisée de défense contre la mer (ASA) est créée en 1934, et décide de la construction d’un perré long de 1170 m. Cet ouvrage est réalisé entre 1935 et 1937.





Figure 2-3 : Construction du perré [4]

## 2.2.2 EVENEMENTS EXTREMES

Le tableau suivant recense les différents événements extrêmes ainsi que leurs conséquences sur l'ouvrage à partir de retours d'expériences et des données [3].

Evènements	Coefficient de Marée	Conditions météorologiques	Conséquences
Hivers 1924-1925	/	/	/
26-27 novembre 1928		Tempête	Erosion du trait de côte et dégradation de l'ouvrage.
23 octobre 1930	102 - 105	/	Abaissement de 1,20m environ. Raidissement du talus. Dégradation de l'ouvrage.
Avril 1941	/	/	Dégradation de l'ouvrage.
5 – 8 avril 1962	92 - 116	Fort vent de Nord-Ouest soufflant à 100 km/h et grossi par une dépression atmosphérique importante. Forte mer.	Erosion très accentuée du littoral. Abri de canot de sauvetage éventré. Les cabines ont été emportées voire détruites. Dégradation de l'ouvrage.
2 – 3 novembre 1967	107 - 110	Vent secteur Ouest – Nord - Ouest (entre 20-34 nd et rafales jusqu'à 48 nd)	Recul du cordon littoral de 2-3 m et plateforme de circulation située au Sud endommagée. Dégradation de l'ouvrage.
23 novembre 1984	102	Rafales de vent jusqu'à 133 km/h	Remontée du sable de plus de 2 m sur la dune. Dégradation de l'ouvrage.
26 – 28 février 1990	101 - 107	Rafales à 130 km/h et mer déchainée. Vents d'Ouest à Nord-Ouest	Episode de franchissement (submersion marine) Abaissement haut de plage, jusqu'à plus de 4 m au total. Recul du cordon dunaire jusqu'à plus de 10 m.
3 - 4 janvier 2018	107	Tempête Eleanor – Flux d'Ouest	Affouillement en pied d'ouvrage jusqu'à apparition des pieux bois de fondation au nord de l'ouvrage.
12 mars 2020	117	Tempête Norberto – Fortes houles, flux d'Ouest et Sud-Ouest	Episode de franchissement (submersion marine)



Evènements	Coefficient de Marée	Conditions météorologiques	Conséquences
			Fortes dégradations sur la partie haute d'un panneau de l'ouvrage, érosions du talus et départ de sables ce qui conduit à une instabilité de la promenade.

**Tableau 2-1 : Classement par ordre chronologique des évènements extrêmes ayant entraîné des dommages sur le littoral au niveau de Jullouville**

Les évènements extrêmes sur la commune de Jullouville se caractérisent par : un vent fort d'Ouest allant de Nord-Ouest à Sud-Ouest, un fort coefficient de marée (supérieur à 100), une mer agitée (houle importante).

Erosion ou recul du trait de côte	Dégradation de l'ouvrage	Submersion marine : Franchissement
1924-25 / 1928 / 1930 / 1967 / 1990 / 2018 / 2020	1928 / 1930 / 1941 / 1962 / 1984 / 1990 / 2018 / 2020	1990 / 2020

**Figure 2-4 : Récapitulatif des évènements extrêmes et de leurs conséquences**

### 2.2.3 CHRONOLOGIE DE L'EVENEMENT DE MARS 2020

Selon le rapport [8], l'évènement débute le 11 mars 2020. La marée haute est accompagnée de franchissements de paquets de mer allant jusqu'au talus voire jusqu'à la crête de l'ouvrage.



**Figure 2-5 : Submersion marine le 11 mars 2020 [8]**

Le talus non protégé subit l'action érosive des vagues et des écoulements des paquets de mer. L'eau stagne sur la plateforme intermédiaire perméable sur laquelle se trouve les cabines et s'infiltrer derrière l'ouvrage. Lorsque les vagues se retirent, des écoulements d'eaux et de sables au travers des joints sont visibles.

Le mercredi après-midi, l'un des panneaux béton de l'ouvrage semble commencer à basculer vers l'avant. Le sable à l'arrière est fissuré. Un décalage entre ce panneau et les panneaux adjacents est constaté. Dans le rapport [8], une surcharge liée à des poches d'eau derrière l'ouvrage est envisagée.



**Figure 2-6 : Etat de l'ouvrage après les premiers assauts de la tempête à marée haute [8]**

Le jeudi 12 mars 2020 au matin, le panneau en béton fragilisé la veille s'effondre avec une partie du talus et du garde-corps de la promenade en crête.



**Figure 2-7 : Création d'une brèche dans le perré constatée le jeudi au matin [8]**

A marée descendante, l'ensemble du sable derrière le panneau béton est parti. Devant les cabines, le niveau de sable a baissé ainsi que devant la digue de manière générale.

Des suintements et fuites sont relevés au travers de l'ouvrage béton. Ces éléments confirment que les solutions de confortement doivent proposer une gestion réfléchie du ressuyage de l'eau de mer.



**Figure 2-8 : Suintements et fuites d'eau au travers de l'ouvrage [8]**

L'état de l'ouvrage à la suite de cette sévère dégradation est préoccupant. Le secteur Nord est plus endommagé que le secteur Sud. Au Nord de l'effondrement, une perforation du panneau béton est relevée. Les panneaux adjacents au panneau effondré sont fragilisés et fissurés. La promenade est en très mauvais état et menace de s'effondrer au niveau de la brèche.



Figure 2-9 : Etat de l'ouvrage après la tempête [8]

Les observations faites (fissurations dans le sable derrière l'ouvrage, résurgences et suintements au travers de l'ouvrage) témoignent d'un problème de gestion des eaux provenant principalement du ressuyage des vagues.

#### 2.2.4 TRAVAUX ET INTERVENTIONS

Les principales phases de travaux réalisés sur l'ouvrage sont résumées ci-après, par ordre chronologique :

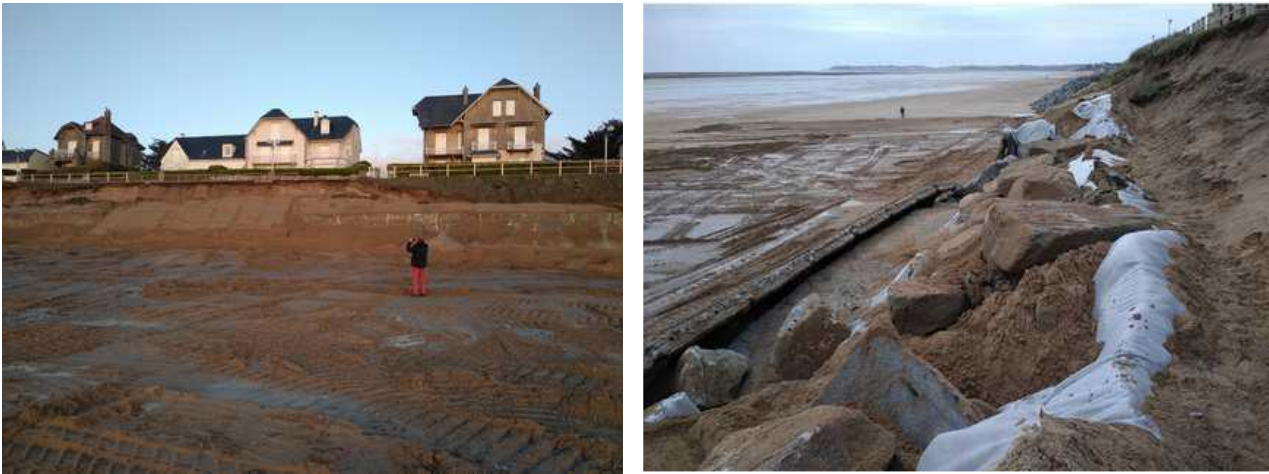
- Confortement de la digue par des enrochements en février 1990.
- Confortement à la suite de la tempête Eleanor du 3 au 4 janvier 2018 : Rechargement en tange. Le point bas à la jonction des enrochements de Jullouville Nord a été remblayé.



Figure 2-10 : Travaux de recharge en 2018 [5]

- Consolidation en urgence en mars 2020 à la suite de la tempête Norberto, évènement extrême détaillé au 2.2.3 : Dans l'après-midi du jeudi 12 mars, directement à la suite de l'effondrement, deux pelles rechargent en sable derrière les panneaux béton à proximité de la brèche, au niveau de l'effondrement sous la promenade et d'anses d'érosion sur le talus.

Le vendredi 13 mars 2020, malgré le passage de deux marées agitées accompagnées de fortes rafales de vent, le remblai a bien tenu à l'exception des secteurs à proximité immédiate avec la brèche. Dans l'après-midi, le service technique met en place un géotextile avant de poser des enrochements pour limiter les fuites de sables. Sous les enrochements, le panneau béton cassé est conservé pour son effet prise lame. L'ensemble est ensuite remblayé de sable.



**Figure 2-11 : Premières phases de travaux provisoires (Jeudi 12 mars à gauche, Vendredi 13 mars à droite) [8]**

La semaine suivante du lundi 16 au jeudi 19 mars 2020, les travaux se poursuivent. La partie haute du talus est remblayée et compactée jusqu'à la crête de l'ouvrage.



**Figure 2-12 : Fin des travaux de 2020 [5]**

### 3 CONTEXTE MARITIME

Ce chapitre a pour objectif de définir les contraintes maritimes ayant un impact sur la digue de Jullouville.

#### 3.1 LES NIVEAUX DE REFERENCE

##### 3.1.1 LES NIVEAUX MARINS DE REFERENCE

Le point le plus proche du site d'étude pour lequel les données sont disponibles est Granville. Les niveaux pour ce point sont rapportés dans le tableau ci-dessous en m CM et en m NGF. Le zéro hydrographique à Granville se situe à -6,62 m IGN69.

	Basse mer		Pleine mer		Marnage (Pb-Bm)
	m NGF	m CM	m NGF	m CM	
Morte Eau Moyenne Coeff 45	-2,07	4,55	3,18	9,80	5,25
Vive Eau Moyenne Coeff 95	-5,12	1,50	6,23	12,85	11,35
Vive eau exceptionnelle Coeff 120	-6,75	-0,13	7,64	14,26	14,39
Niveau Moyen	0,48 m NGF / 7,10 m CM				

**Tableau 3-1 : Niveaux marins de référence à Granville (Source : SHOM, 2022)**

##### 3.1.2 LES NIVEAUX MARINS EXTREMES

Les deux ports de référence sont Cherbourg au Nord et Saint-Malo au Sud. Les niveaux marins extrêmes aux deux marégraphes sont issus des valeurs des deux marégraphes du rapport CEREMA de 2018.

Période de retour (années)	Niveau PM (m NGF) – Saint-Malo	Niveau PM (m NGF) – Cherbourg
5	7,27	3,91
10	7,35	3,97
20	7,43	4,04
50	7,52	4,12
100	7,60	4,18
500	7,78	4,31

**Tableau 3-2 : Comparaison des niveaux marins extrêmes de PM entre les marégraphes de Saint-Malo et Cherbourg (Source : CEREMA, 2018)**

Le marégraphe de Saint Malo est l'observatoire permanent le plus proche du site. D'après le rapport Statistiques des niveaux marins extrêmes des côtes de France (Manche et Atlantique) produit en 2012, la dynamique des marées à Jullouville est plus proche de celle de Saint-Malo que de celle de Cherbourg. La zone côtière de Jullouville est macro tidale étant donné qu'elle est soumise à une amplitude de marnage supérieure à 4m. Les courants de marée sont importants.

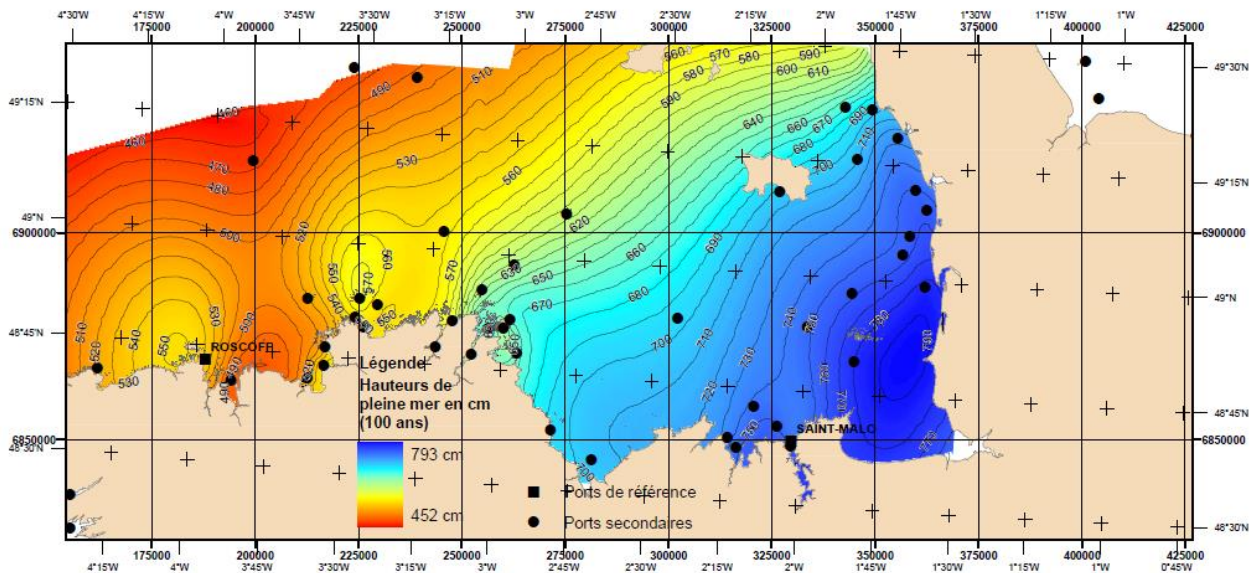
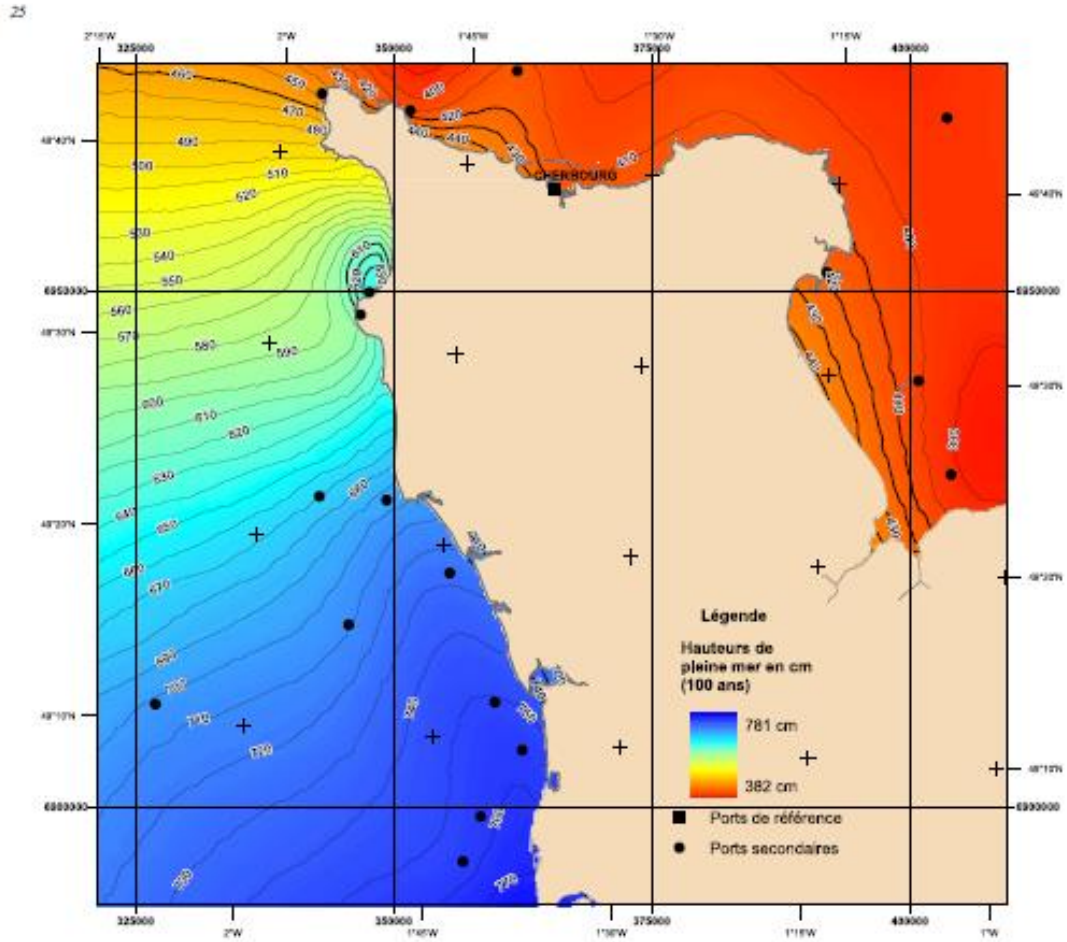


Figure 3-1 : Cartes de niveaux extrêmes de pleine mer (période de retour 100ans)

## 3.2 LES CONDITIONS ATMOSPHERIQUES

### 3.2.1 REGIME DES TEMPETES

Sur le littoral de Bretagne et de Manche, les vents de tempêtes se développent autour du déplacement des cellules dépressionnaires. C'est le rapprochement des isobares autour du centre dépressionnaire qui va être à l'origine de la création des vents. La direction des vents est variable en fonction du positionnement de la cellule dépressionnaire et de son déplacement. L'intensité des vents varie avec le creusement de la dépression. Cette intensité peut évoluer selon les situations météorologiques (notamment avec l'influence du jet-stream).

D'après l'étude [3] et le tableau 2-1, en termes de saisonnalité, les événements dommageables se sont produits dans 80% des cas en hiver (janvier-février-mars). 20% se sont produits au printemps et en été.

Les vents forts rencontrés lors de ces événements tempétueux s'orientent selon un flux général d'Ouest comme une grande partie des tempêtes dans la région.

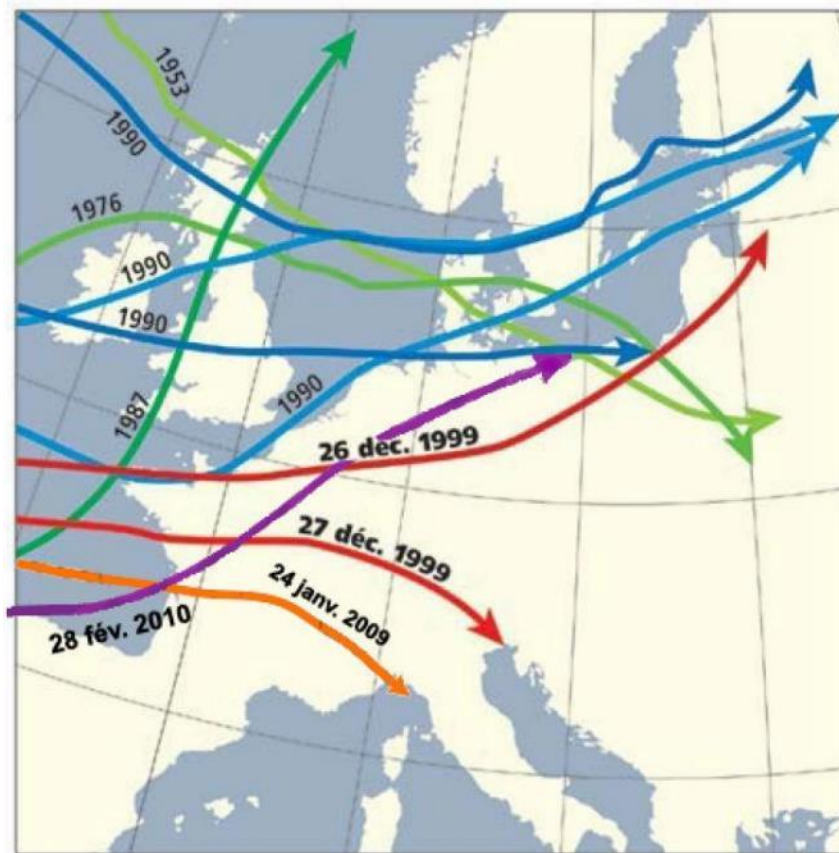


Figure 3-2 : Exemple de trajectoires de tempêtes entre 1953 et 2010

### 3.2.2 REGIME DES VENTS

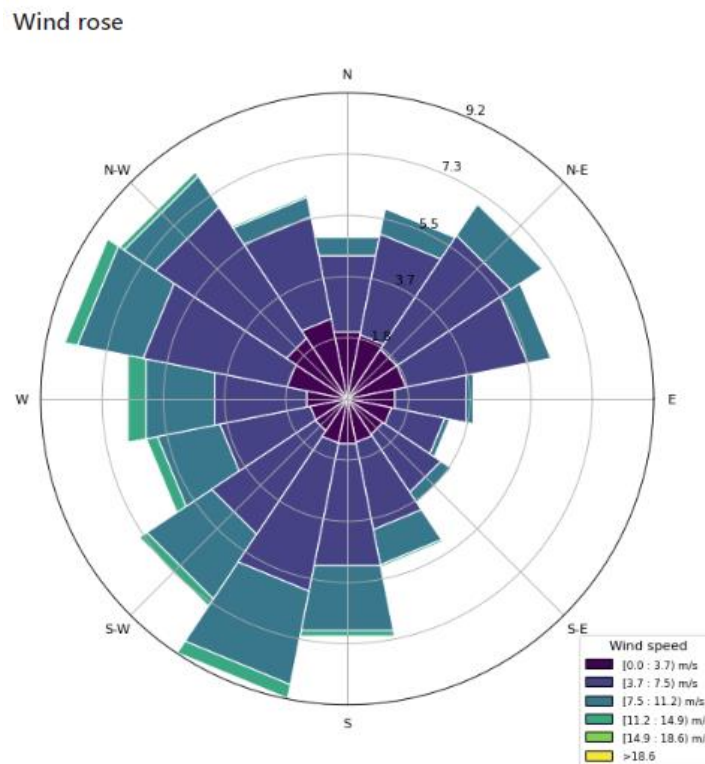
Pour la présente étude, les vents sont exprimés dans différentes valeurs. En revanche, nous nous intéressons toujours à des vents moyens (et non à des rafales), car c'est le vent moyen qui est en mesure d'influencer la houle. Le tableau ci-après présente la correspondance entre les différentes unités de mesure : l'unité SI (m/s), le vent en km/h et en nœuds et l'échelle beaufort.

Beaufort	Nœuds	Km/h	m/s
5	17-21	29-37	8-11
6	22-27	39-49	11-14

Beaufort	Nœuds	Km/h	m/s
7	28-33	50-61	14-17
8	34-40	62-74	17-21
9	41-47	75-88	21-24
10	48-55	89-102	25-28
11	56-63	103-117	29-33

**Tableau 3-3 : Correspondance des différentes unités de vitesse de vent**

Les données de vent sont issues de la base de données [11], modèle de rejou d'événements journaliers depuis 1994. La rose de vent suivante représente la répartition des vents moyens en m/s à 10 m de la surface sur la période 1994-2021 :



**Figure 3-3 : Rose des vents en pied d'estran [11]**

A Jullouville, la direction dominante balaie une ouverture Sud-Sud-Ouest à Nord-Ouest, avec des vents dominants de Ouest-Nord-Ouest et Sud-Sud-Ouest.

### 3.3 LES CONDITIONS DE HOULE

Le réseau Resourcecode correspond à des simulations numériques et non à des enregistrements. Les modèles ont été validés par des comparaisons avec des données issues de houlographes. Il existe de très nombreux points de sorties au droit de la zone d'étude. Il est choisi de baser l'analyse sur le point 148705, sortie la plus proche du pied des ouvrages.



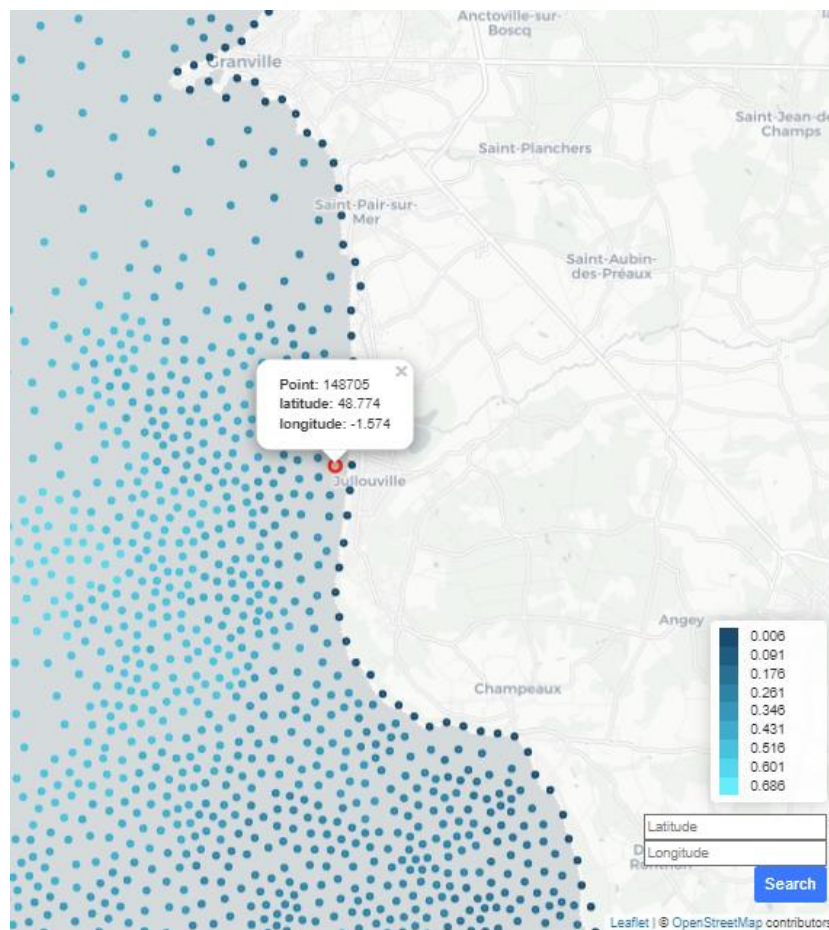


Figure 3-4 : Réseau de points Resourcecode et point 148705 sélectionné pour l’analyse [11]

Les données statistiques issues des simulations Resourcecode représentent la distribution des hauteurs de houles au point fictif. 75% des houles ont une hauteur caractéristique inférieure à 0,72 m. Les houles maximales s’élèvent à 3,4 m. La direction est très majoritairement d’ouest. La période pic est comprise entre 9 s et 18 s pour des hauteurs de houles plus ou moins élevées.

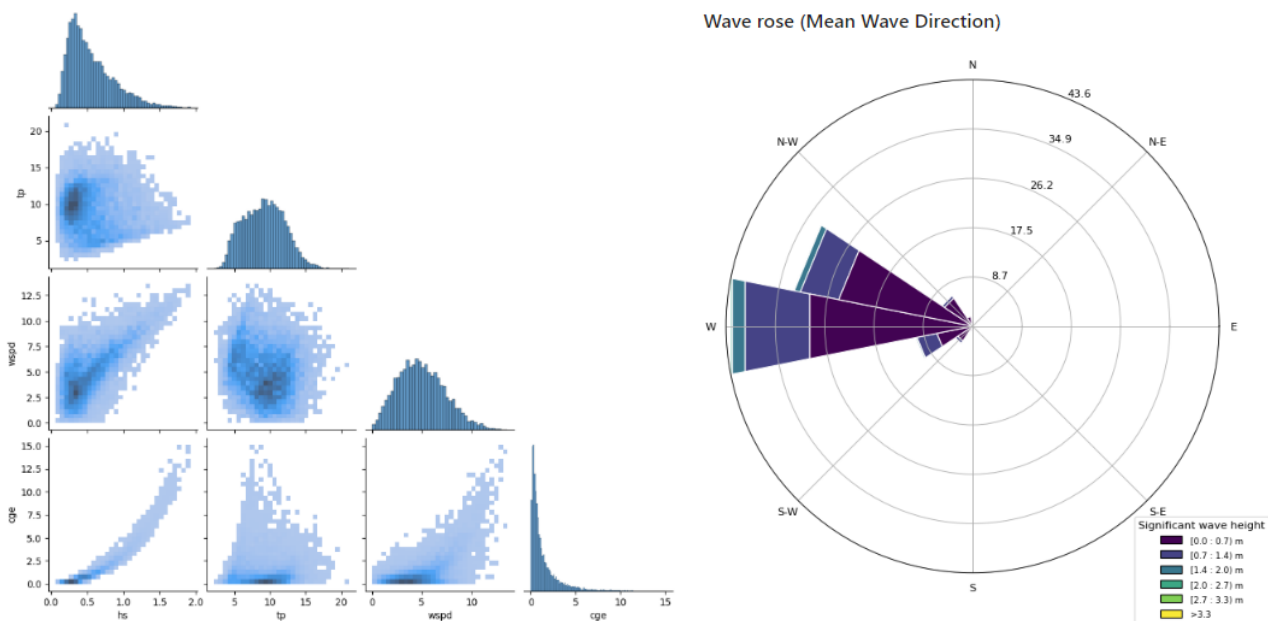


Figure 3-5 : Répartition des houles [11]

Le secteur d'étude est uniquement soumis à des houles de Ouest et Ouest-Nord-Ouest. L'incidence principale de la houle est définie entre 270° et 292°.

La période de retour des houles caractéristiques est donnée ci-après au point 148705. La houle annuelle est définie à 2,60 m et à 3,52 m pour des périodes de retour centennales.

Période de retour	Hauteur de houle Hs (m)
1	2,60
5	2,70
10	3,08
25	3,22
50	3,31
100	3,38
500	3,52

**Tableau 3-4 : Période de retour des houles au point 148705 [11]**

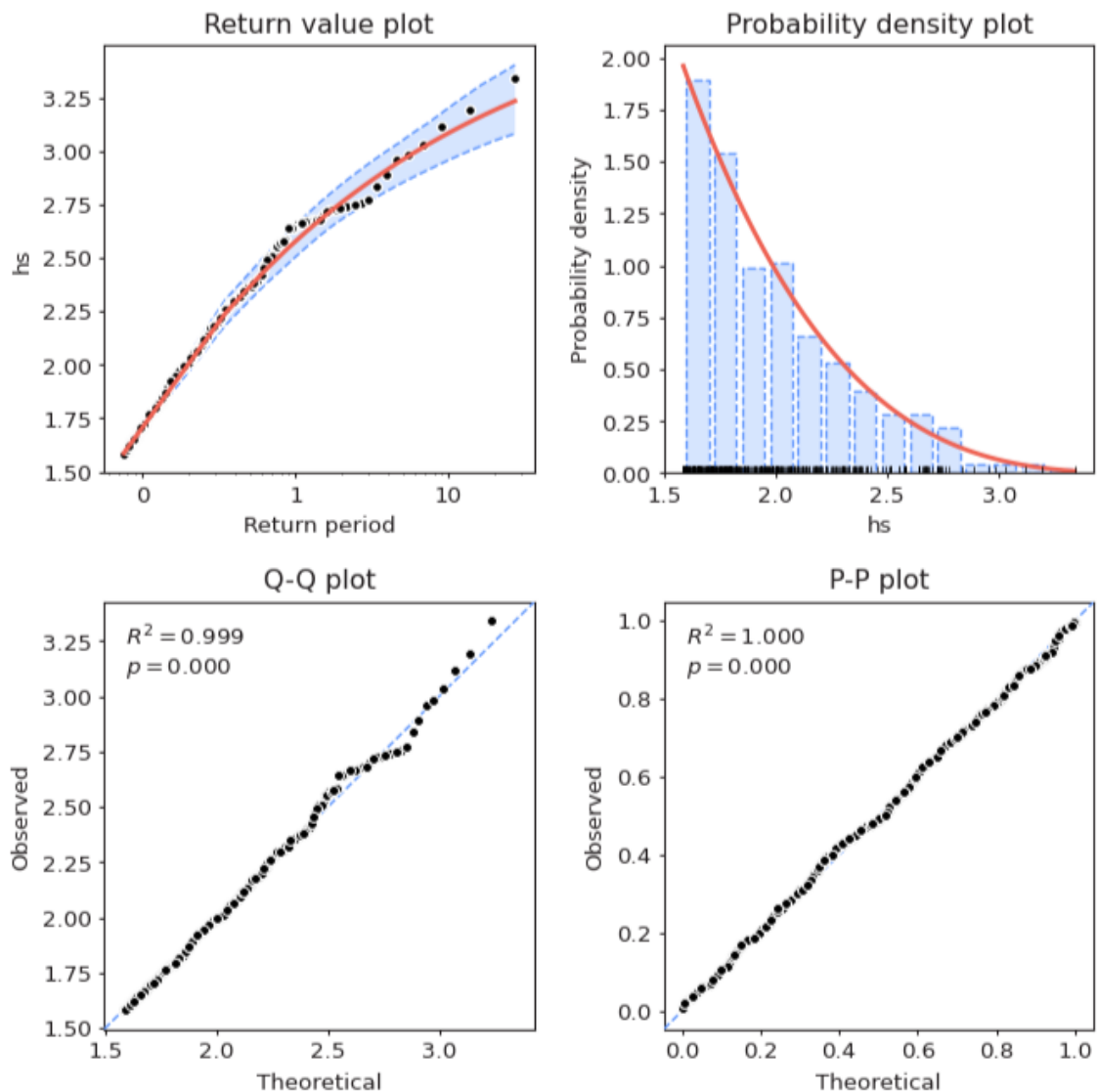


Figure 3-6 : Période de retour des houles [11]

### 3.4 CHANGEMENT CLIMATIQUE

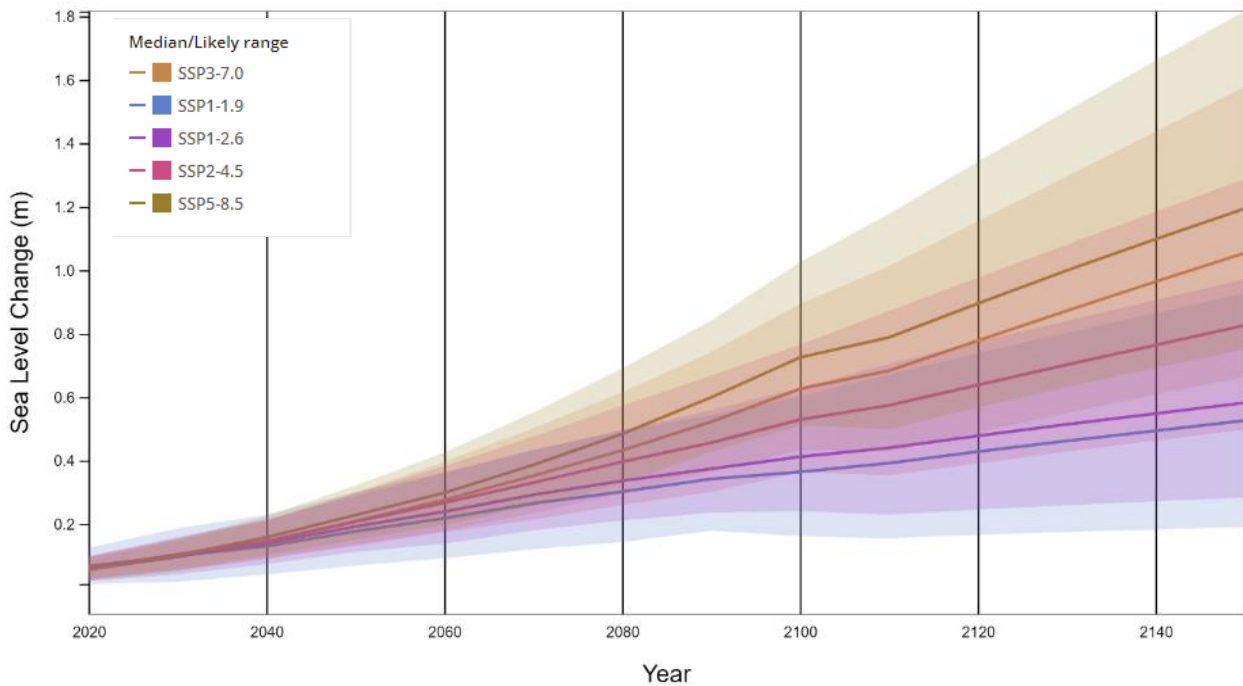
Le changement climatique est étudié depuis plusieurs années par le GIEC (Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat). Les projections sont actualisées régulièrement lors de publication de rapport de synthèses sur l'évolution et l'impact du changement climatique.

Les hypothèses prises lors de l'élaboration d'un PPRL doivent tenir compte des dernières avancées scientifiques.

Le 6ème et dernier rapport du GIEC publié le 4 avril 2022 définit les projections d'évolution du changement climatique à partir de 5 scénarios décrivant les évolutions sociales, économiques, politiques et technologies possibles :

- SSP1-1.9 : scénario très ambitieux pour représenter l'objectif 1,5°C de l'Accord de Paris
- SSP1-2.6 : scénario de développement durable
- SSP2-4.5 : scénario intermédiaire
- SSP3-7.0 : scénario de rivalités régionales
- SSP5-8.5 : développement basé sur les énergies fossiles

Saint-Malo, Saint-Héliier (Jersey) et Cherbourg sont trois localisations sur lesquelles un outil de projection du niveau marin a été appliqué. Saint-Malo est le port le plus proche de la zone d'étude.



**Figure 3-7 : Elévation du niveau de la mer à Saint-Malo (Source : [https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool?psmsl\\_id=471&data\\_layer=scenario](https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool?psmsl_id=471&data_layer=scenario))**

La réhausse du niveau marin médian est estimée à 0,53 m en 2100 pour le scénario intermédiaire (SSP2-4.5). Pour ce même scénario, la borne supérieure de la réhausse du niveau marin à l'horizon 2100 est de 0,77 m. Le tableau suivant précise les réhaussements prévus pour chaque scénario à l'horizon 2100.

Scénario	Borne inférieure à l'horizon 2100	Élévation moyenne à l'horizon 2100	Borne supérieure à l'horizon 2100
SSP1-1.9	0,16 m	0,36 m	0,6 m
SSP1-2.6	0,24 m	0,41 m	0,63 m
SSP2-4.5	0,36 m	0,53 m	0,77 m
SSP3-7.0	0,43 m	0,63 m	0,89 m
SSP5-8.5	0,51 m	0,72 m	1,02 m

**Tableau 3-5 : Elévation du niveau de la mer à Saint-Malo**

Dans la suite de l'étude il sera considéré une élévation maximale du niveau marin correspondant au scénario SSP2-4.5 : scénario intermédiaire, soit une réhausse de 77 cm du niveau statique marin.

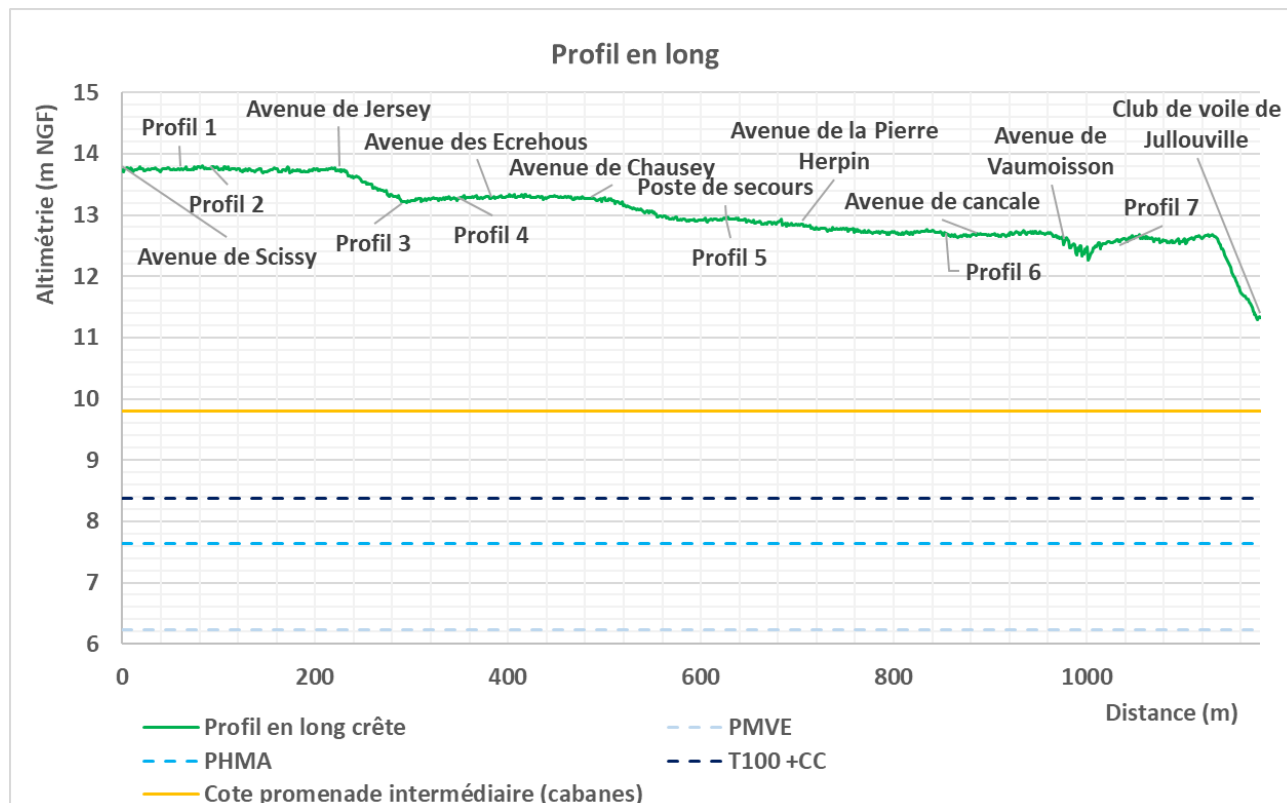
L'élévation des niveaux marins aura un impact sur les sollicitations hydrodynamiques auxquelles l'ouvrage sera confronté. Le niveau d'eau en pied d'ouvrage étant plus élevé, les houles d'amplitudes plus importantes pourront se propager sans déferlement jusqu'en pied d'ouvrage. Il est projeté selon le GIEC que les sollicitations extrêmes locales qui se produisaient historiquement une fois par siècle, surviendront au cours du XXI<sup>e</sup> siècle, au moins une fois par an pour la plupart des régions côtières.

### 3.5 ANALYSE TOPOGRAPHIQUE

L'analyse topographique du front de mer est réalisée à partir des données suivantes :

- Profils en travers du CETE (2007) ;
- MNT du ROL 2016-2018 ;
- MNT du ROL 2020.

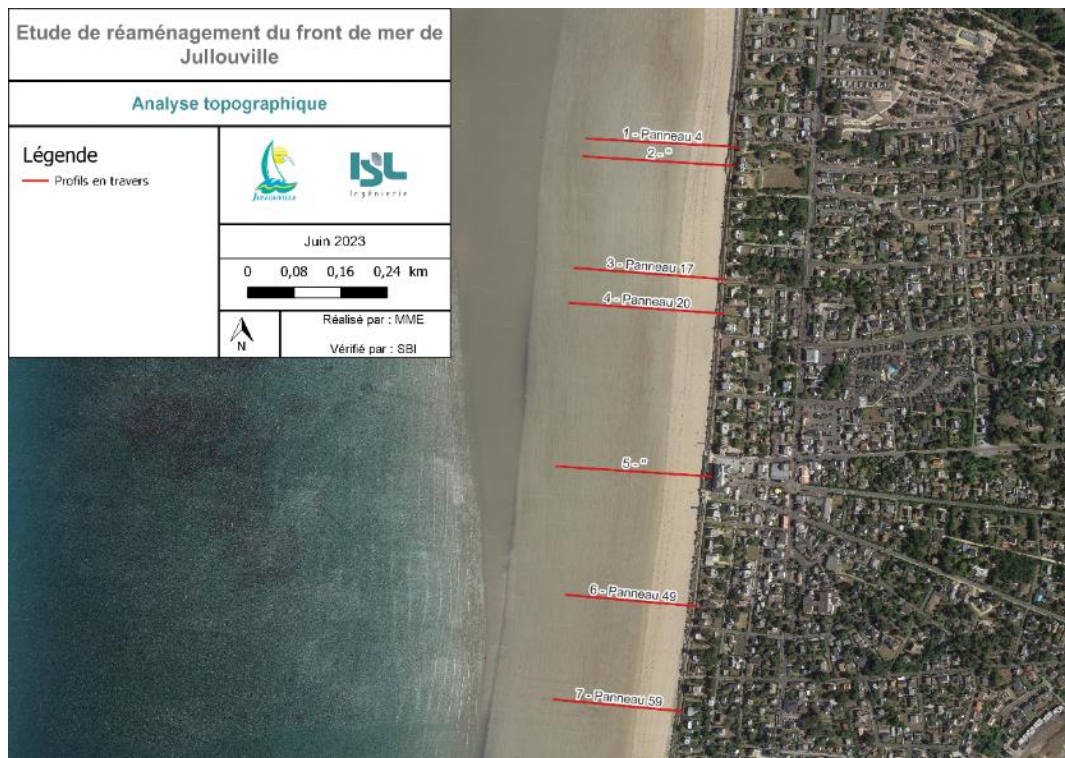
La figure suivante présente le profil en long des ouvrages de protection :



**Figure 3-8 : Profil en long de la digue de front de mer de Jullouville**

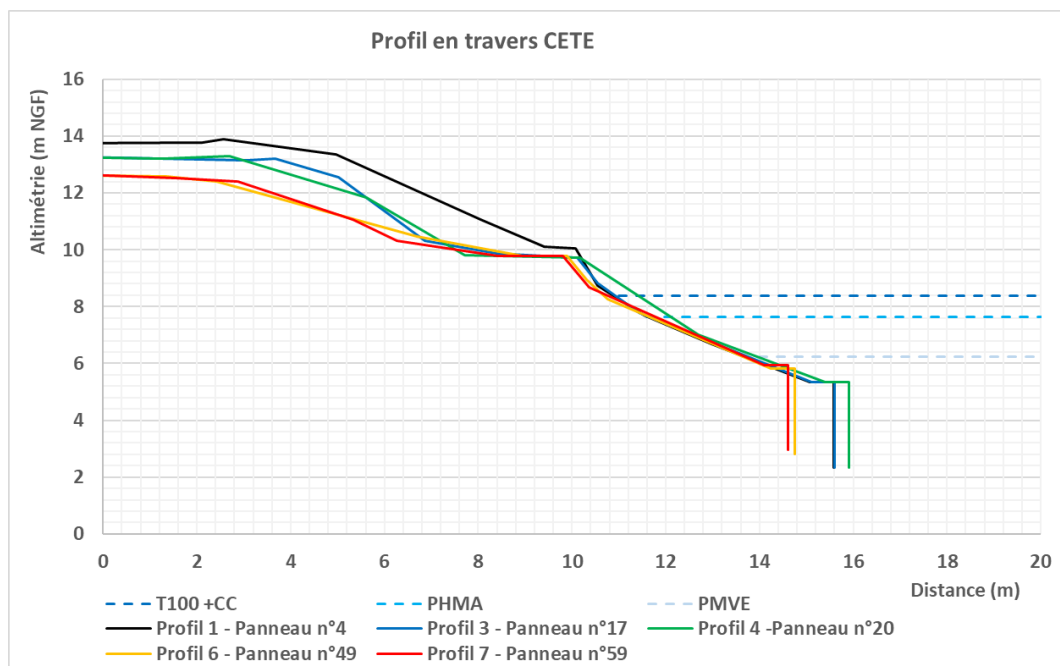
La cote de la promenade en crête décroît progressivement du nord vers le sud, passant de 13,7 m NGF à 12,5 m NGF. On observe un point bas à 11,3 m NGF à l'extrémité sud, au niveau du club de voile de Jullouville. La promenade qui sert de support aux cabanes se situe à la cote de 9,8 m NGF, soit 1,5 m au-dessus des niveaux marins statiques extrêmes pris en compte.

Pour compléter l'analyse, plusieurs profils en travers ont été réalisés. La carte suivante indique l'emplacement de ces transects :



**Figure 3-9 : Localisation des profils en travers**

Les différents profils en travers sont présentés en ANNEXE 3. La figure suivante synthétise les profils du CETE de 2007.



**Figure 3-10 : Profils en travers CETE**

Au nord, la hausse de la cote de crête de la protection entraîne un raidissement de la pente du talus situé au-dessus de l'ouvrage en béton. Plus au sud, la pente diminue, laissant davantage de place à la promenade intermédiaire en crête du perré. Le tableau suivant résume les pentes des différents profils :

	Profils						
	1	2	3	4	5	6	7
Pente (H/V)	1,5/1	1,2/1	1/1	1,5/1	2,2/1	2,1/1	2,1/1
Largeur promenade en pied (m)	1	5	3	2,5	3	2,5	2

**Tableau 3-6 : Synthèse des pentes des différents profils**

La cote de protection est très élevée par rapports aux sollicitations considérées. Cependant, en remontant vers le nord, le raidissement du talus rend la protection plus sensible à l'érosion et aux glissements en cas de franchissements par paquets de mer.

## 3.6 DIAGNOSTIC HYDROSEDIMENTAIRE

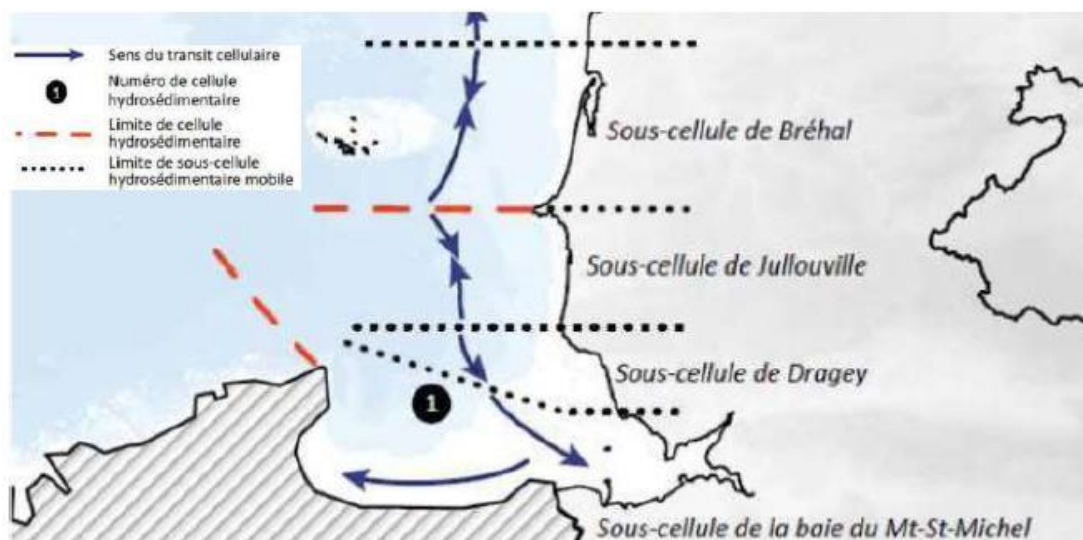
### 3.6.1 DERIVE LITTORALE A JULLOUVILLE

Le littoral est découpé en plusieurs unités morpho-sédimentaires. Le site d'étude s'inscrit dans la cellule globale de la baie du Mont Saint-Michel. La dynamique sédimentaire au sein de la cellule s'effectue du Nord vers le Sud.

Le transit de sédiments est soumis à l'action des courants de marée, de la houle et du vent. La dérive littorale décrit un transit parallèle au trait de côte. Elle est dépendante des éléments naturels tels que les pointes rocheuses et le rejet à la mer d'un cours d'eau. Elle est également influencée par des ouvrages anthropiques transversaux au trait de côte. Les ouvrages dans notre cas d'étude se limitent à des cales d'accès, une piscine d'eau de mer et quelques exutoires de cours d'eau ou de réseaux.

Une sous-cellule sédimentaire est une portion du littoral ayant un fonctionnement sédimentaire relativement autonome, délimitée par des ouvrages ou éléments naturels impactant la dérive littorale. L'ouvrage de la digue de Jullouville se situe au sein de la sous cellule de Jullouville, de la pointe du Roc aux falaises de Carolles.

La carte ci-dessous présente les dynamiques sédimentaires côtières aux alentours du site.



**Figure 3-11 : Dynamiques sédimentaires côtières aux alentours du site de l'étude [3]**

Dans cette sous-cellule, au Nord de l'embouchure du Thar, la dérive littorale s'effectue du Nord vers le Sud. Au Sud, elle s'effectue du Sud vers le Nord. Les différents ouvrages anthropiques confirment cette tendance. Au Nord du secteur d'étude, la cale d'accès et la piscine d'eau de mer sont des obstacles à la dérive littorale. Des zones d'accrétion au Nord se forment au droit de ces ouvrages anthropiques.

Les enrochements mis en place sur le littoral au Nord de la digue ont tendance à abaisser drastiquement le niveau de sable en pied. Ce constat peut être observé à partir des images satellites sur lesquelles la largeur de la plage n'est pas aussi importante que devant l'ouvrage de Jullouville ou plus au Sud.

Au sud, les falaises de la commune de Carolles ne permettent pas de transit sédimentaire proche des côtes. Il s'effectue plus au large.





**Figure 3-12 : Transport sédimentaire à proximité du site de l'étude : en orange, le flux sédimentaire ; en jaune, la délimitation de la plage (Source : Google Earth)**

Au fur et à mesure que l'on se dirige vers le sud après l'estuaire du Thar, la dérive littorale devient de moins en moins visible au niveau des cales d'accès et des autres obstacles. En face de la digue de Jullouville, aucune variation n'est observable sur les images satellites. La Figure 3-13 montre que les lignes de dépôts sont parallèles de part et d'autre de l'ouvrage.



Figure 3-13 : Cale d'accès et absence de dérive littorale : en bleu, les lignes de dépôts (Source : Google Earth)

### 3.6.2 NIVEAU DE SABLE EN PIED D'OUVRAGE

Les plages du département de la Manche ont fait l'objet d'un suivi entre 1991/1992 et 2020 par le laboratoire Centre de Recherche en Environnements Côtiers (CREC) / Station marine de l'université de Caen. Les stations permettant le suivi sont positionnées en haut de l'estran et permettent de mesurer l'évolution altimétrique des plages et l'évolution planimétrique du trait de côte matérialisé.

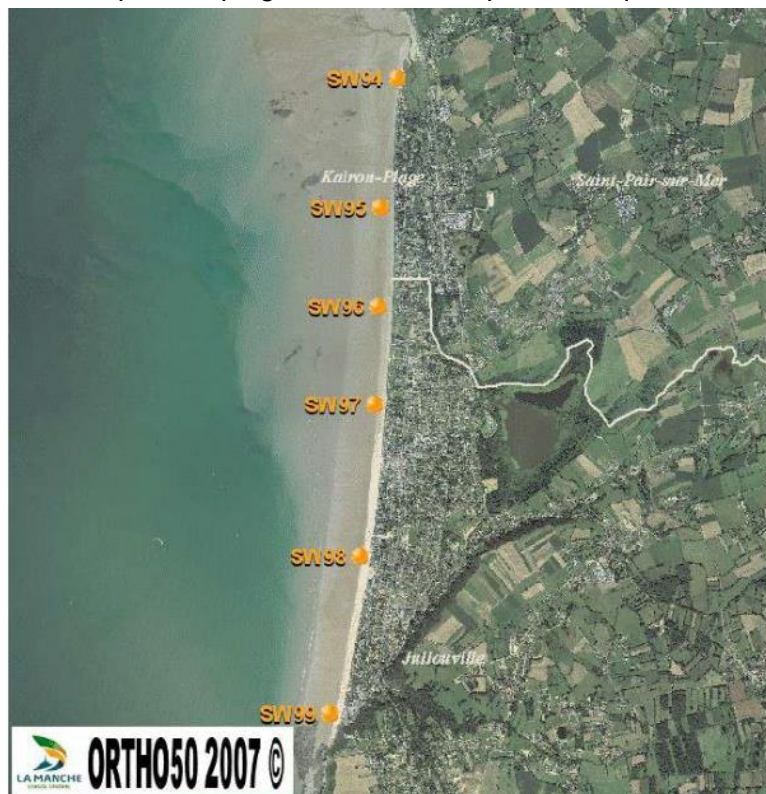
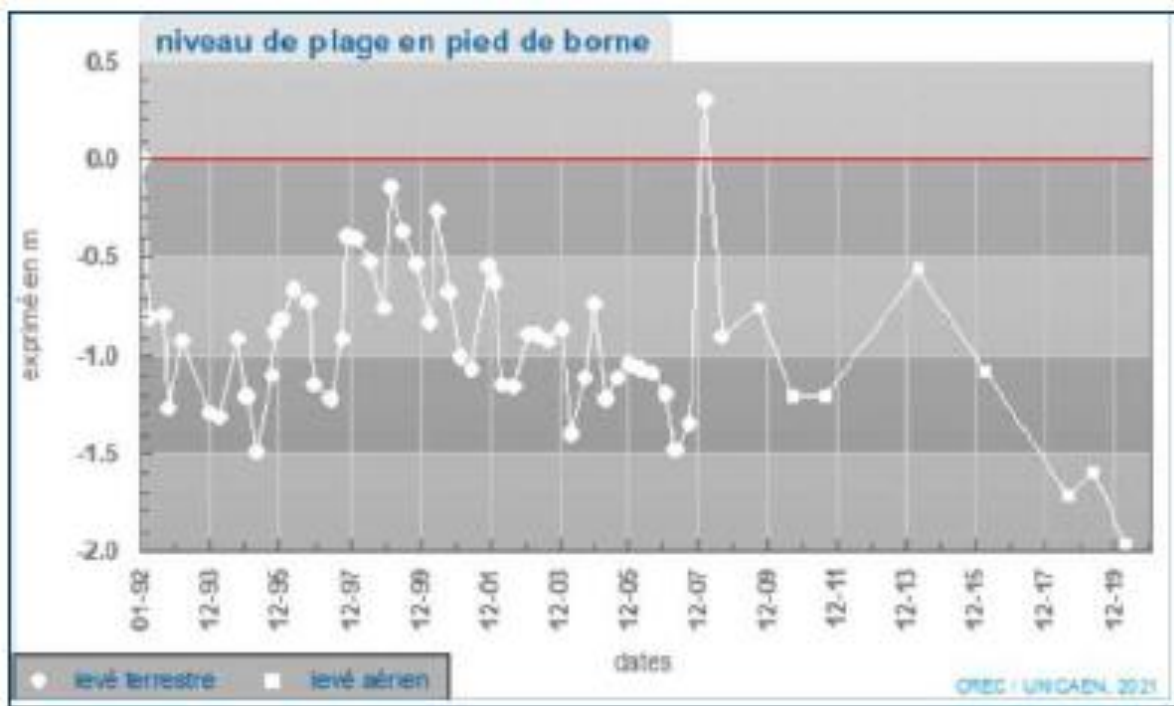


Figure 3-14 : Localisation des stations du CREC [13]

Les stations SW97 et SW98 sont les stations incluses dans le périmètre de l'étude. Jusqu'en 2008, le suivi compte 3 levés au droit des stations. Puis à partir de 2009, le suivi est moins régulier et moins dense du fait d'un changement de méthodologie.



**Figure 3-15 : Evolution du niveau de plage en pied borne pour la station SW98 de janvier 1992 à avril 2020 [13]**

La station SW98 située au sud de l'ouvrage présente une évolution relative constamment négative par rapport au relevé initial de 1992. Excepté le pic d'accrétion de 2007 pouvant être apparenté à un rechargement de sable massif, l'année 1992 semble être une année de forte accrétion. Toute comparaison à cette période mènera à une conclusion de forte érosion sur le secteur de Jullouville. Il convient de réaliser une analyse plus globale sur la période 1992/2020. Une première phase d'accrétion peut être observée de 1993 à 1999 et suivie d'une phase d'érosion jusqu'en 2020 entrecoupée par le pic succinct d'accrétion en 2007.

Les tendances d'évolution du haut de plage (en cm/an) du CREC sur la période 2009/2020 arrivent aux mêmes conclusions pour la partie nord de la plage de Jullouville.

### 2009 à 2020



Figure 3-16 : Tendence d'évolution en cm/an du niveau de plage entre 2009 et 2020 pour le profil de plage à gauche et le haut de plage à droite

Au sud de Jullouville les tendances d'évolution indiquent une faible accretion en haut de plage. La visite de démarrage du 23 mai 2023 a permis de confirmer cette hypothèse. Lors de la visite le niveau de sable observé en pied de digue est bien plus haut au Sud qu'au Nord.



Figure 3-17 : Observations des niveaux de sable au Sud (à gauche) et au Nord (à droite)

Des évolutions saisonnières ou annuelles peuvent également être observées sur la plage de Jullouville comme l'indique les tendances d'évolution du CREC entre les années 2019 et 2020 ou les profils de plages présentés sur les levés topographiques en ANNEXE 4.



Figure 3-18 : Tendances d'évolution en cm/an du niveau entre 2019 et 2020 pour le profil de plage (à gauche) et pour la haute plage (à droite). [13]

Les variations saisonnières du niveau de sable en pied de digue varient de 30 cm à 1 m de profondeur et ne sont pour le moment pas préoccupantes. En effet, les profils réalisés à l'aide des données transmises par le ROL montrent que les fondations sont toujours situées à 3 m de profondeur sous le sable.

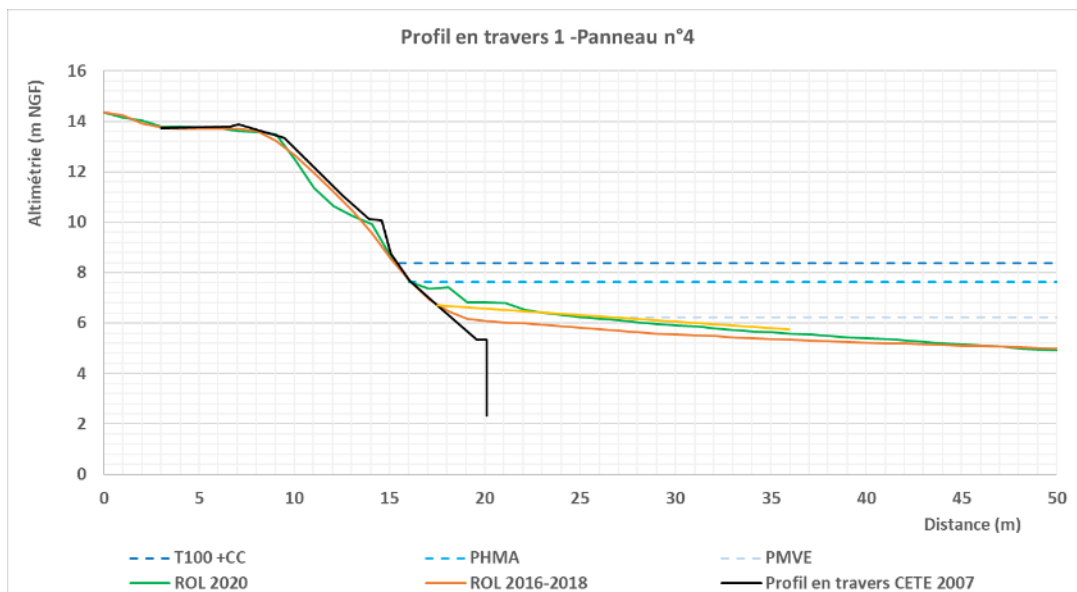


Figure 3-19 : Profil en travers au Nord de la digue de de Jullouville

## 4 DIAGNOSTIC DE L'OUVRAGE

### 4.1 CONSTATATION SUR SITE

Les désordres évoqués dans le présent chapitre ont été relevés lors de la visite de démarrage réalisée sur site par ISL le 23 mai 2023.

Les conditions de l'inspection de l'ouvrage sont répertoriées dans le tableau suivant :

Date	Coefficient de marée	Conditions météorologiques
23/05/2023 – Après-midi	65	Ensoleillé, ciel dégagé, léger vent

#### 4.1.1 PAREMENT BETON

Le parement béton est dans un état apparent correct mais présente des dégradations localisées liées à sa durée de vie. Des mesures ont été prises pour entretenir les joints, traiter les traces de corrosion, couvrir les parties en acier exposées et réparer les fissures. Cependant, des traces de corrosion, des épaufrures et des fissures sont visibles sur le parement côté mer.

Plus d'une trentaine d'épaufrures et de fissures ont été observées sur l'ouvrage. Les épaufrures concernent pour la majorité des zones déjà réparées.



**Figure 4-1 : Fissures, déstructurations, aciers apparents et traces de corrosion (Source : ISL)**

Les joints entre les panneaux sont les principales zones de fragilité. La majorité des fissures et déstructurations se situent à proximité. Les joints ont été emplis d'une bande caoutchouc et de mousse expansive. Aujourd'hui, le caoutchouc est par endroit arraché voire absent.



**Figure 4-2 : Joints, zones de fragilité dans le perré (Source : ISL)**

Au nord, le linéaire d'enrochements provisoires est en mauvais état. Certains enrochements ont glissé, se retrouvant à une distance significative de l'ouvrage. De plus, le géotextile est visible au sud des enrochements, indiquant une exposition inappropriée. Par ailleurs, on observe un mouvement de sable depuis l'arrière du perré vers la plage, suggérant un glissement du sol.



**Figure 4-3 : Désordres au niveau des travaux d'urgence de 2020**

#### 4.1.2 TALUS

Le talus est végétalisé, la végétation est herbeuse sur l'ensemble du linéaire avec quelques arbustes au Nord.



**Figure 4-4 : Végétation sur la partie Nord de la digue (Source : ISL)**

Des cabines de plage sont disposées sur le talus. Les aménagements anthropiques sont parfois lourds autour de ces structures (structure en bois ou en parpaing en arrière de la cabine, surélévation pérenne d'une cabine...). Quatre ouvrages ponctuels ont été observés sur le linéaire.



**Figure 4-5 : Aménagements anthropiques sur le talus (Source : ISL)**

La présence des cabines de plage contribue à l'aggravation de l'érosion du talus. Les arêtes des cabines ainsi que les espaces entre les cabines voisines concentrent les ruissèlements et provoquent une érosion et un affaissement prononcés du talus.





**Figure 4-6 : Illustrations des désordres aux abords des cabines (Source : ISL)**

Outre les cabines et leurs conséquences sur la structure, des traces d'écoulements dû au ressuyage des vagues mais également des traces de piétinements anthropiques, d'érosions et d'affaissement du talus ont été relevées.

**Figure 4-7 : Traces d'écoulement à gauche et traces de passages anthropiques à droite (Source : ISL)****Figure 4-8 : Erosion du talus à gauche et affaissement à droite (Source : ISL)**

#### 4.1.3 PROMENADE PIETON EN CRETE

La bordure longitudinale en crête sur la promenade piétonne a pour objectif de retenir les eaux pluviales et paquets de mer reçus pour limiter les ruissèlements sur le talus. Certaines rigoles sont aujourd'hui cassées voire absentes ce qui permet le ruissèlement de l'eau.

L'autre sujet préoccupant concernant la promenade est la présence de mouvements en crête signe d'un glissement généralisé du talus visible sur la Figure 4-9. Ce désordre est principalement observable au Nord, lieu où le talus est plus raide.



**Figure 4-9 : Affaissement de la promenade à gauche et bordure endommagée à droite (Source : ISL)**

## 4.2 EVOLUTIONS DES DESORDRES

Deux études ont été effectuées concernant la digue de Jullouville. En 2007, le CETE a réalisé une expertise approfondie de l'état structurel de l'ouvrage, fournissant une analyse complète et détaillée. En 2020, SCE a réalisé une étude de préfiguration des systèmes d'endiguement.

L'étude de 2007 relève l'ensemble des désordres et dégradations de l'ouvrage. Les types des désordres sont similaires à ceux relevés en 2023 : fissures, armatures apparentes et corrodées, traces et points d'oxydation. L'étude de 2020 décrit de nombreuses fissures, des traces de corrosion de ferrailles.

En ce qui concerne les joints entre les panneaux, une zone de fragilité a été identifiée dès 2007. Malgré les travaux réguliers effectués (utilisation de mousse expansive, mastic, bitume, etc.), l'étude de 2020 réalisée par SCE et la présente étude réalisée par ISL ont constaté la faible efficacité de ces tentatives.

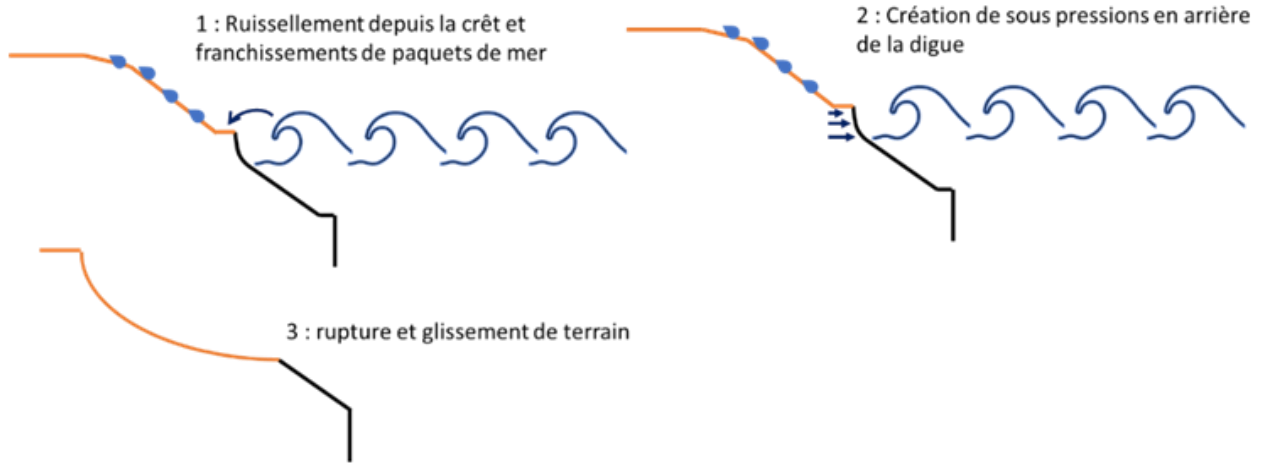
En 2007, des basculements de garde-corps ont soulevé des inquiétudes quant à la stabilité de la promenade. Aujourd'hui, l'affaissement de la promenade observé lors de la visite de site confirme ces préoccupations.

## 4.3 SYNTHÈSE

Le parement béton est dans un état global apparent correct compte tenu de la date de sa construction, mais présente des signes localisés d'usure avancée. La préservation de l'ouvrage est favorisée par sa situation quasi « enterrée » côté mer et par les faibles sollicitations côté terre (absence de constructions lourdes et proches de la crête). Toutefois, depuis quelques années, la plage de Jullouville subit un désensablement. Le niveau du sable a baissé ces dernières années et ne protège plus autant l'ouvrage face aux actions de la houle et des vagues. L'apparition de désordres sur l'ouvrage est liée en partie à la baisse du niveau du sable sur la plage.

Le ferrailage de l'ouvrage semble insuffisant à certains endroits, voire absent. Par ailleurs, le vieillissement du béton et l'avancée du front de carbonatation dans celui-ci ne permet plus de protéger les aciers de la corrosion. La corrosion des aciers de ferrailage provoque un gonflement faisant éclater le béton et entraînant l'apparition de désordres.

D'autre part, la plateforme étanche et la poutre de couronnement dessinés en tête de perré sur les plans d'origine n'ont jamais été réalisés. Il n'y a donc pas de revêtement de protection et d'imperméabilisation. Les dégradations lors de l'épisode de tempête de 2020 et les risques de défaillance actuels sont notamment liés aux écoulements d'eau (pluviales depuis la route en haut du cordon dunaire et de ressuyage en arrière de la digue de front de mer).



**Figure 4-10 : Hypothèse de défaillance de l'ouvrage**

## 5 CONTRAINTES REGLEMENTAIRES

### 5.1 PPRL EN PROJET

Le projet d'élaboration d'un PPRL sur le territoire de Carolles, Jullouville et Saint-Pair-sur-Mer est en cours. L'étude [3] a pour objectif de lancer une réflexion approfondie autour de la réalisation de ce dernier.

Le PPRL vise à fixer les prescriptions et les mesures de prévention à mettre en œuvre pour le risque naturel littoral d'inondation par submersion marine. Il permet ainsi d'améliorer la sécurité des personnes et de garantir voire limiter les dommages aux biens.

Le règlement du PPRL sur le secteur d'étude ainsi que la carte des enjeux et des aléas ne sont à ce jour pas encore disponibles.

### 5.2 AUTRES ZONAGES REGLEMENTAIRES

La commune de Jullouville n'est pas dépourvue d'enjeux environnementaux. En première approche, sur son territoire communal et dans un périmètre de 5 km autour de la commune de Jullouville il est recensé les sites suivants :

Libellé	Présence/absence d'une zone réglementaire
<b>Périmètre réglementaire</b>	
Arrêté de Protection de Biotope	Absence
Parc Naturel régionaux	Absence
Parc naturel Marins	Absence
Sites Natura 2000 (Directive oiseaux)	Présence
Site Natura 2000 (Directive habitats)	Présence
Conservatoire du littoral : site sous responsabilité du conservatoire	Présence
<b>Périmètre d'inventaire</b>	
Zones Naturelles d'Intérêts Ecologique Faunistique et Floristique de type 1	Présence
Zones Naturelles d'Intérêts Ecologique Faunistique et Floristique de type 2	Présence
Zones Naturelles d'Intérêts Ecologique Faunistique et Floristique marine de type 1	Absence
Zones Naturelles d'Intérêts Ecologique Faunistique et Floristique marine de type 2	Présence
Zone d'intérêt pour la conservation des oiseaux (ZICO)	Présence

Les cartographies présentées en ANNEXE 1 rappellent les différents zonages réglementaires présents sur la commune de Jullouville et à proximité de la zone d'étude.

## 5.3 ENJEUX REGLEMENTAIRES POUR LA REALISATION DES TRAVAUX

Les travaux réalisés sur les ouvrages de fixation du trait de côte sur la commune de Jullouville sont susceptibles de relever de plusieurs procédures réglementaires au titre du code de l'urbanisme et du code l'environnement décrit ci-après.

### 5.3.1 AU TITRE DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

#### 5.3.1.1 Nomenclature IOTA

Tout projet d'installation, d'ouvrages, de travaux ou d'activité (dit IOTA) ayant un impact sur la ressource en eau et les milieux aquatiques doit faire l'objet d'un dossier « Loi sur l'eau » suivant deux types de procédures, en application des articles L 214-1 et suivants du code de l'environnement :

- La déclaration, si les conséquences en matière environnementale sont modérées ;
- L'autorisation, si les conséquences sont de nature à compromettre la santé et la sécurité publique et à porter durablement aux équilibres naturels des écosystèmes aquatiques.

Dans le cadre de la procédure réglementaire au titre du R 214-1, les rubriques susceptibles d'intéresser le projet restent limiter et dépendent essentiellement des aspects financiers pour la mise en œuvre des travaux.

Le projet est susceptible de concerner le titre IV : Impact sur le milieu marin, des rubriques de la loi sur l'eau. Au sens du présent titre le milieu marin est constitué par :

- Les eaux des ports maritimes et des accès aux ports maritimes sauf celles qui sont à l'amont du front de salinité dans les estuaires de la Seine, de la Loire et de la Gironde ;
- Les eaux côtières du rivage de la mer jusqu'à la limite extérieur de la mer territoriale ;
- Les eaux de transition des cours d'eau à l'aval du front de salinité ;
- Les eaux de transition des canaux et étangs littoraux salés ou saumâtres.

Ainsi le projet est susceptible d'intéresser la rubrique :

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

**1° d'un montant supérieur ou égal à 1 900 000 euros,**

**2° d'un montant supérieur ou égale à 160 000 euros mais inférieur à 1 900 000 euros ; »**

La procédure retenue au titre de la loi sur l'eau pour les travaux sur les ouvrages de front de mer de la commune de Jullouville dépendra des montant de ces derniers.

Au regard des rubriques du Titre IV de la nomenclature loi sur l'eau, seule la rubrique 4.1.2.0 semble intéresser le projet.

#### 5.3.1.2 Examen au cas par cas et évaluation environnementale

Le code de l'environnement, et son tableau annexé à l'article R 122-2, distingue les projets soumis à évaluation environnementale systématique ou à un examen au cas par cas. Les seuils et critères des catégories visées à l'article R. 122-2 permettent de déterminer le type de procédure dont relève le projet.

Les projets n'entrant pas dans ces deux catégories sont, de fait, dispensés d'évaluations environnementales.

Les projets soumis de manière systématique à évaluation environnementale sont des projets identifiés, par leurs caractéristiques intrinsèques, à engendrer des impacts environnementaux négatifs notables, qu'il convient d'étudier afin de les minimiser. Tout projet soumis à évaluation environnementale fait obligatoirement l'objet d'un avis de l'autorité environnementale et d'une enquête publique.

Dans le cadre de l'examen au cas par cas, les projets concernés sont ceux susceptibles d'avoir des impacts négatifs notables, à mettre en perspective avec la sensibilité du milieu afin de déterminer si une évaluation environnementale doit être réalisée. L'article R.122-2 du même code et son annexe définissent les projets soumis à évaluation environnementale, soit de façon systématique, soit au « cas par cas ».

Le projet de la remise en état de l'ouvrage est susceptible d'intéresser plusieurs catégories de l'article R 122-2 du code de l'environnement en raison de son emprise sur le milieu marin.

Les catégories pouvant être visées par ces opérations sont présentées dans le tableau suivant :

CATÉGORIES de projets	PROJETS soumis à évaluation environnementale	PROJETS soumis à examen au cas par cas
<b>Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)</b>		
Non concerné		
<b>Installations nucléaires de base (INB)</b>		
Non concerné		
<b>Infrastructures de transport</b>		
Non concerné		
<b>Milieus aquatiques, littoraux et maritimes</b>		
11. Travaux, ouvrages et aménagements en zone côtière.	-	a) Ouvrages et aménagements côtiers destinés à combattre l'érosion et travaux maritimes susceptibles de modifier la côte par la construction notamment de digues, de môles, de jetées, d'enrochements, d'ouvrages de défense contre la mer et d'aménagements côtiers constituant un système d'endiguement. b) Reconstruction d'ouvrages ou aménagements côtiers existants.
<b>Forages et mines</b>		
Non concerné		
<b>Energie</b>		
Non concerné		
<b>Travaux, ouvrages, aménagements ruraux et urbains</b>		
Non concerné		

**Tableau 5-1 : Catégories de l'article R 122-2 du code de l'environnement pouvant être visées par le projet de remise en état des ouvrages**

Au vu des éléments techniques du projet, celui-ci semble viser la catégorie 11 dudit article et nécessite de ce fait la rédaction d'une demande d'examen au cas par cas. La demande d'examen au cas par cas se concrétise au travers de l'article R 122-3 du code de l'environnement et l'usage du formulaire Cerfa n° 14734\*03, son annexe n°1, ainsi qu'une note d'accompagnement précisant les éléments du formulaire.

### 5.3.1.3 Zone Natura 2000

La zone de projet se trouve à grande proximité des Natura 2000 Directive Oiseaux et Habitats : « *Baie du Mont Saint Michel* ».

Les sites Natura 2000 ont vocation à protéger la faune, la flore et les habitats ayant une grande valeur patrimoniale.

Conformément à l'article L 414-4 du code de l'environnement, les documents de planification, programme ou projet d'activités, de travaux, d'aménagement, d'installations, de manifestation ou d'intervention dans le milieu naturel ou le paysage susceptibles d'affecter de façon notable un site Natura 2000 doivent faire l'objet d'une évaluation de leurs conséquences au regard des objectifs de conservation du site.

L'article R 414-19 du code de l'environnement énumère les 29 projets qui doivent obligatoirement faire l'objet d'une évaluation d'incidence.

Sont ainsi soumis conformément à ce même article :

- Les projets soumis à évaluation environnementale au titre du tableau annexé à l'article R 122-2 du code de l'environnement ;
- **Les installations, ouvrages, travaux, et activités soumis à autorisation ou déclaration au titre des articles L 214-1 à L 214-11 du code de l'environnement.**

Cette liste nationale peut être complétée par des listes locales élaborées par le préfet du département afin de soumettre à évaluation les projets susceptibles d'avoir un impact sur des enjeux particuliers du site Natura 2000 du département. En outre, l'autorité administrative peut soumettre à évaluation des incidences tout plan, projet ou manifestation qui ne figurerait pas sur cette liste, mais qui serait tout de même susceptible de porter atteinte aux objectifs de conservation d'un ou plusieurs sites Natura 2000.

L'évaluation doit être proportionnée à l'importance de l'opération et aux enjeux de conservation des habitats et des espèces en présence. Ainsi, compte tenu de la réglementation en vigueur, le projet nécessite la réalisation d'une évaluation des incidences Natura 2000, au regard de ses potentielles incidences sur cette dernière.

#### 5.3.1.4 ZNIEFF et ZICO

Une Zone Naturelle d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) est l'identification scientifique d'un secteur du territoire national particulièrement intéressant sur le plan écologique. L'ensemble de ces secteurs constitue l'inventaire des espaces naturels exceptionnels ou représentatifs du patrimoine naturel. Deux types de ZNIEFF se distinguent :

- Les ZNIEFFs de type I recensent les secteurs de très grande richesse patrimoniale (milieux rares ou très représentatifs, espèces protégées) et sont souvent de superficie limitée ;
- Les ZNIEFFs de type II définissent les ensembles naturels homogènes dont la richesse écologique est remarquable. Elles sont souvent de superficie assez importante et peuvent intégrer des ZNIEFF de type I.

Les Zones d'Importance pour la Conservation des Oiseaux (ZICO) sont des sites d'intérêt majeur qui hébergent des effectifs d'oiseaux sauvages jugés d'importance communautaire ou européenne.

Les inventaires ZNIEFF et ZICO sont un outil de connaissance, qui ne constitue pas une mesure de protection juridique directe. Aucune procédure réglementaire n'est associée à l'existence de ce type de zonage.

#### 5.3.2 AU TITRE DU CODE GENERAL DE LA PROPRIETE PUBLIQUE

Les travaux sur les ouvrages pour la fixation du trait de côte sont susceptibles d'intervenir sur le domaine maritime public. L'occupation du domaine maritime est assujettie à deux procédures administratives encadrées par le code de la propriété publique.

##### 5.3.2.1 Utilisation du domaine public maritime

Le Domaine Public Maritime (DPM) en France métropolitaine correspond : au sol et au sous-sol de la mer, compris entre la limite haute du rivage (plus hautes mers) et la limite, côté large, de la mer territoriale, aux étangs salés en communication avec la mer, et aux lacs et relais de mer.

L'article 25 de la loi Littoral (article L.321-5 du Code de l'Environnement) stipule que de manière générale, les décisions d'utilisation du domaine public maritime doivent tenir compte de la vocation des zones concernées, ainsi que des impératifs de préservation des sites et paysages du littoral et des ressources biologiques. Tout changement d'utilisation de zone du domaine public maritime doit être soumis **à enquête publique réalisée conformément au chapitre III du titre II du livre I<sup>er</sup> du code de l'environnement.**

Pour l'application des dispositions de l'article L. 2124-3 du Code général de la propriété des personnes publiques, les dépendances du domaine public maritime situées hors des limites administratives des ports **peuvent faire l'objet de concessions d'utilisation en vue de leur affectation à l'usage du public, à un service public ou à une opération d'intérêt général.** Les biens ainsi concédés ne sont pas soustraits au domaine public. Ces concessions sont conclues pour une durée qui ne peut excéder trente ans.

La demande de concession est à adresser au préfet maritime et l'instruction administrative du dossier est conduite par le service gestionnaire du domaine public maritime. Cette demande de concession s'appliquera notamment pour la création d'un nouvel ouvrage de fixation du trait de côte.

#### 5.3.2.2 Demande d'autorisation temporaire du domaine public maritime

L'occupation temporaire du domaine public maritime, en dehors des limites administratives des ports, en vue de l'aménagement, l'organisation et la gestion des zones de mouillages et d'équipements légers destinées à l'accueil et au stationnement des navires et bateaux tels que définis par le code des transports, fait l'objet d'une autorisation délivrée dans les conditions fixées par les dispositions des articles R 2124—39 à R 2124-55 du code de la propriété des personnes publiques.

La demande d'autorisation est adressée au préfet maritime et comporte les pièces suivantes conformément à l'article R 2124-41 du CG3P :

- 1° Un rapport de présentation du projet et de ses incidences potentielles sur l'environnement et sur le patrimoine archéologique immergé ;
- 2° Un devis des dépenses envisagées ;
- 3° Une notice descriptive des installations prévues ;
- 4° Un plan de situation et un plan détaillé de la zone, faisant ressortir l'organisation des mouillages ainsi que des installations et des équipements légers annexes au mouillage ;
- 5° Une copie du dossier d'examen au cas par cas transmis à l'autorité environnementale au titre de l'article L. 122-1 du code de l'environnement.



# 6 CONFORTEMENT

Comme évoqué précédemment, les solutions techniques développées dans les paragraphes suivants s'attachent à répondre aux objectifs suivants :

- 1) Empêcher l'eau de s'infiltrer derrière le perré en imperméabilisant la promenade intermédiaire ;
- 2) Aider l'eau à ressortir et éviter la mise sous pression en installant des barbacanes ;
- 3) Stabiliser le talus et la structure générale de la digue par la mise en place d'un linéaire de pieux-planches.

## 6.1 SOLUTIONS DE CONFORTEMENT

Outre ses fondations, la digue de Jullouville est composée de plusieurs éléments structurels différents. Ces éléments nécessitent des solutions de confortement adaptées à leurs caractéristiques propres. Pour adapter au mieux les travaux, les éléments constituant l'ouvrage sont divisés par la suite en plusieurs parties.

L'ouvrage peut être divisé en plusieurs parties :

- 1- Perré
- 2- Promenade sur la plateforme intermédiaire
- 3- Talus
- 4- Promenade François Guimbaud en crête

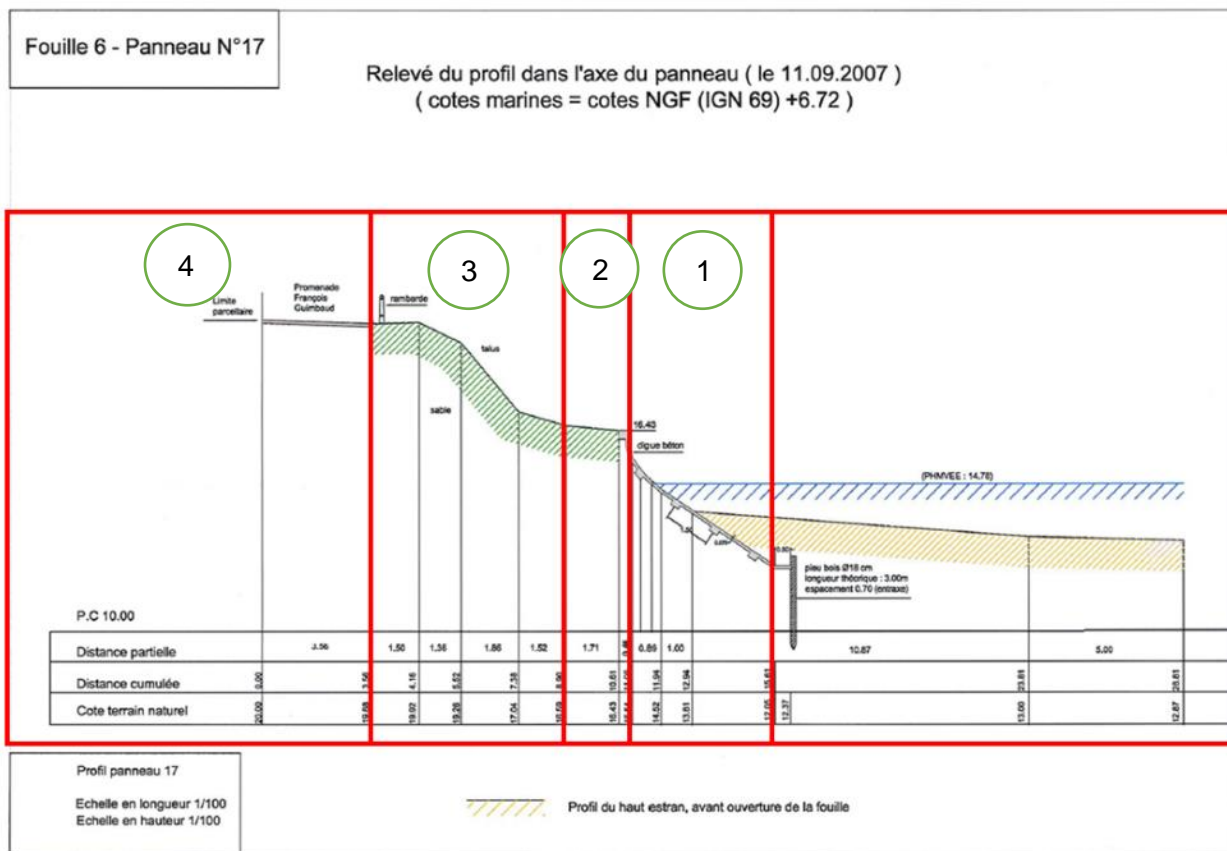


Figure 6-1 : Découpage de la digue de Jullouville en parties d'ouvrage

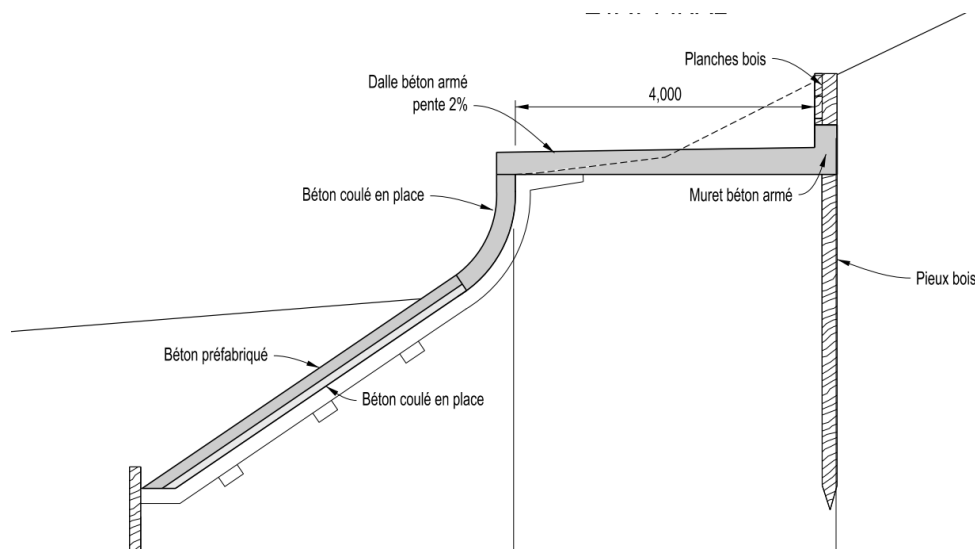
Les solutions de confortement sont détaillées pour chaque partie de l'ouvrage ci-après.

A noter que le pied de l'ouvrage (longrine et pieux en sapin d'environ 3 mètres de profondeur) semble en bon état d'après l'examen des fouilles effectuées par le CETE [1], avec une perte de matière des pieux bois sur une épaisseur de 5 à 10 mm pour un diamètre de 12 à 18 cm. L'étude conclut que la stabilité de l'ouvrage est préservée tant que les fondations ne sont pas exposées et que le niveau de sable reste suffisamment élevé. D'après les retours d'expérience, le niveau de sable est maintenu la plupart du temps de sorte que les fondations de la digue de Jullouville ne sont que rarement exposées. Ainsi il n'est pas prévu de travaux sur le pied de l'ouvrage à ce stade.

Lors des événements entraînant la découverte des pieux bois reconstruction de l'ouvrage, tempête, diagnostic, ...), il est préconisé de réaliser une inspection approfondie de ces pieux et des caractéristiques mécaniques du bois les constituant. Si la dégradation des ces éléments est trop avancée, des travaux de confortement seront à envisager (mise en œuvre de palplanches, procédure de rechargement en sable, ...).

### 6.1.1 CONFORTEMENT DU PERRÉ (PARTIE 1)

L'objectif pour le confortement du perré est de retrouver une structure homogène permettant de maintenir en place les matériaux sur lesquels repose l'ouvrage. La solution retenue pour cette première partie est de créer un nouveau perré en béton par-dessus l'ouvrage actuel ; ce dernier servant de coffrage. Les travaux étant soumis à la marée, la partie plane du perré sera construite en béton préfabriqué pour limiter le temps de mise en œuvre.



**Figure 6-2 : Confortement au droit du perré et de la promenade**

Les étapes de mise en place de cette solution seront les suivantes :

- Construction en préfabriqué de la partie basse rectiligne ;
- Excavation du sable jusqu'au pied de l'ouvrage ;
- Clavetage de ces préfabriqués sur le parement béton actuel à l'aide de suspentes en acier et d'ancrage dans le perré béton existant.
- Construction de la partie haute incurvée directement sur le parement béton actuel grâce à un coffrage courbe.

### 6.1.2 CONFORTEMENT DE LA PROMENADE AVEC LES CABINES (PARTIE 2)

La seconde partie concerne la promenade avec les cabines. Empêcher l'infiltration d'eau à l'arrière de la structure ainsi que faciliter son évacuation (afin de réduire les pressions côté terre exercées sur les parois en béton) sont les deux objectifs pour limiter les désordres.

Le confortement proposé consiste à imperméabiliser l'ensemble de la promenade. Pour faciliter l'écoulement, la promenade sera reprofilée et inclinée côté mer avec une pente d'environ 2%. La largeur de la promenade varie de 3m à 4m sur l'ensemble du linéaire en fonction de la configuration locale :

- Au Sud, la promenade est d'une largeur de 4m permettant ainsi d'y intégrer les cabines.
- Au Nord, au regard de la pente du talus, la largeur de la promenade a été réduite à 3m.

Le principe de confortement de la promenade est donné sur la figure suivante :



**Figure 6-3 : Exemple promenade en béton (Source : photo ISL)**

En complément, un muret en haut de la promenade de 30cm sera installé permettant de retenir les éventuels franchissements.





**Figure 6-5 : Mise en œuvre de pieux-planches pour soutenir le pied de talus – Aa (source : photo ISL)**

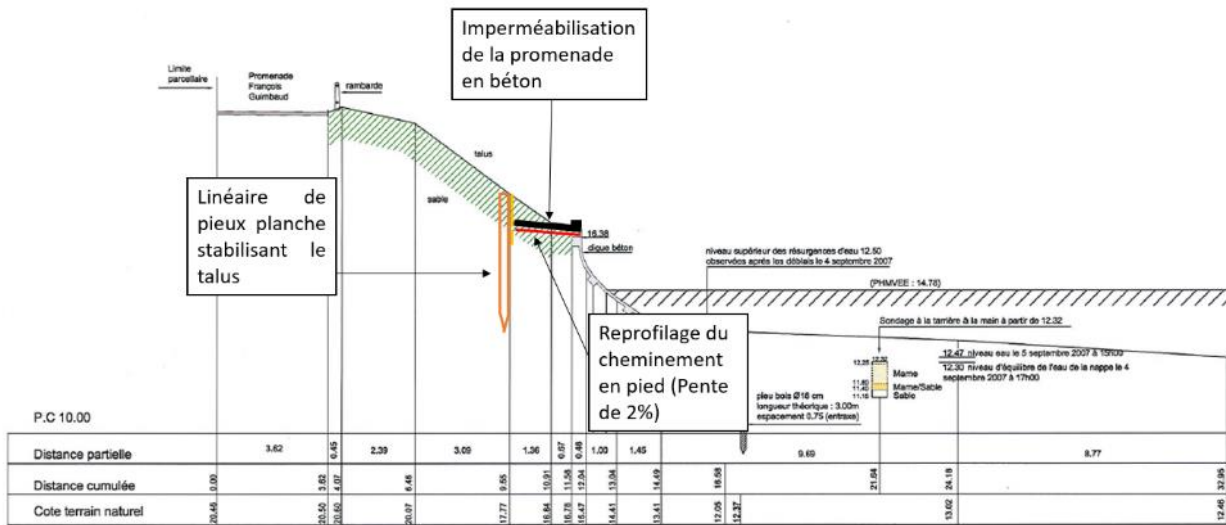
Pour limiter l'impact financier, environnemental et paysager, il est préconisé d'opter pour la seconde solution. La longueur des pieux sera d'environ 5 m, pour un diamètre de 300 mm et un espacement de 2 m. Ces caractéristiques devront être définies précisément en phase PROjet.

A noter que cette solution est déjà utilisée sur de petits linéaires derrière les cabines et se révèle efficace. Des usagers ont construit des structures en bois ou en dur similaires afin de lutter contre l'érosion et l'affaissement du talus comme le montre la figure ci-dessous.



**Figure 6-6 : Structure en pieux planches relevée lors de la visite (Source : photo ISL)**

Cette solution permet d'élargir la promenade au droit des profils ou sa largeur est insuffisante pour réaliser les travaux d'imperméabilisation, comme le montre le profil du panneau 4.



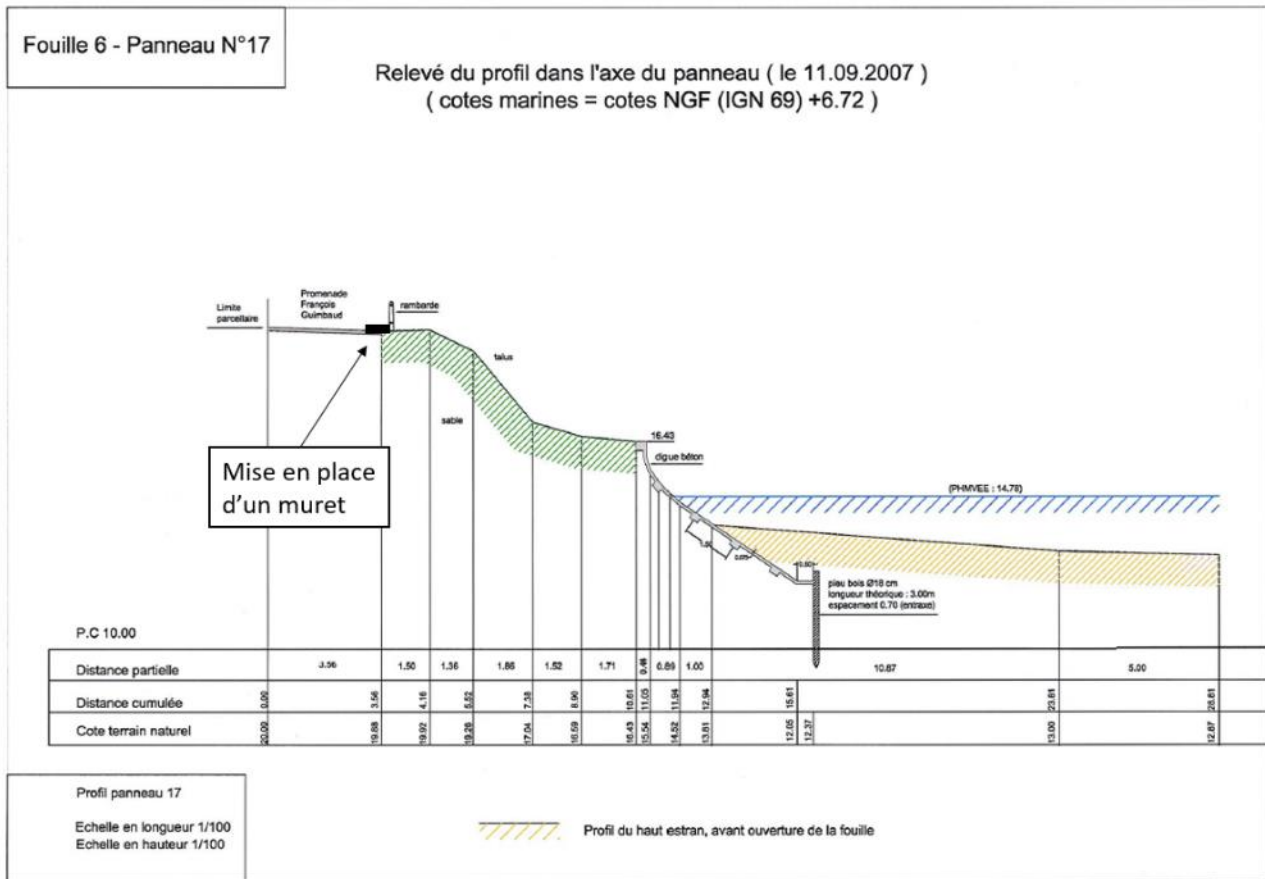
**Figure 6-7 : Présentation de la solution pieux-planche du talus couplée à celle de la promenade intermédiaire**

Le maintien du talus permettra d’éviter les glissements observés sur la promenade en crête.

**Nota :** Les soutènements en pieux-planches ne pourront pas être remplacés par un mur de soutènement pour intégrer les cabines en tant qu’éléments structurels de la digue. En effet, le poids des cabines serait trop faible pour assurer une résistance au glissement suffisante, et ce mur risquerait de glisser côté mer au vu de la force qui y serait appliquée par les matériaux du talus.

#### 6.1.4 CONFORTEMENT DE LA PROMENADE FRANÇOIS GUIMBAUD EN CRETE (PARTIE 4)

Les ruissellements provenant de la crête et s’écoulant sur le talus constituent une source de déstabilisation de celui-ci. Contrairement à ce qui était prévu dans le plan initial de l’ouvrage, il n’y a pas de plateforme d’étanchéité ou de couronnement en crête. L’objectif pour cette partie est donc d’entreprendre des travaux de confortement afin de construire un muret de rétention le long de la promenade et limiter les ruissèlements sur le talus.



**Figure 6-8 : Présentation de la solution de confortement de la promenade en crête**

La promenade François Guimbaud ne disposant pas d'un réseau d'eau pluvial, les eaux de ruissellements doivent tout de même être évacuées vers la mer. Des rigoles bétons à ciel ouvert seront installées tous les 50 m sur le talus. Cette option permet un entretien aisé du dispositif.

## 6.2 PRIORISATIONS

L'objectif de cette partie est de proposer une priorisation des solutions de confortement de l'ouvrage en fonction des linéaires et des parties de l'ouvrage concernés par les désordres.

Les cartes présentes en ANNEXE 2 synthétisent pour chaque partie de l'ouvrage, les linéaires nécessitant une reprise à court terme, à moyen terme et à long terme. Les cartes ont été produites à partir des désordres relevés lors de la visite de terrain, des profils en travers de l'ouvrage et du niveau de sable présent en pied d'ouvrage issus des données d'entrée.

Une reprise à court terme est préconisée lorsque l'ouvrage présente de nombreux désordres d'ordre structurel pouvant affecter la tenue de l'ouvrage face aux conditions maritimes et climatiques du littoral de Jullouville. Une reprise à long terme est indiquée pour les tronçons ayant déjà été repris ou ne nécessitant pas de travaux de confortement dans l'immédiat.

Les travaux sur certaines parties d'ouvrage nécessitent la réalisation des travaux sur une autre partie. Par exemple, certains profils nécessitent un élargissement de la promenade pour mettre en œuvre le dispositif d'imperméabilisation et le muret permettant le ressuyage des eaux de franchissement. Pour réaliser cet élargissement le confortement du talus devra également être réalisé. Cette dépendance des travaux entre les différentes parties d'ouvrage est prise en compte au sein des cartes de priorisation et de l'estimation financière détaillée au paragraphe suivant.

## 6.3 ESTIMATION FINANCIERE

L'ouvrage a été divisé en quatre parties numérotées de 1 à 4, respectivement le perré, la promenade sur la plateforme intermédiaire, le talus et la promenade François Guimbaud en crête.

Pour chaque partie, une solution de confortement est préconisée et détaillée ci-dessous.

### 6.3.1 PARTIE 1 : PERRE BETON

Les prix des travaux de confortement concernant la partie 1 sont détaillés ci-après :

	Unité U	Quantité (U)	Prix unitaire(€/U)	Prix au mètre linéaire de digue confortée (€/ml)
Béton préfabriqué	m <sup>3</sup>	0,78	850,00	<b>660,00</b>
Béton coulé sur place partie basse	m <sup>3</sup>	0,51	250,00	<b>130,00</b>
Béton coulé sur place partie haute courbée	m <sup>3</sup>	0,42	250,00	<b>105,00</b>
Acier pour le béton coulé sur place	kg	74,34	2,50	<b>190,00</b>
Coffrage pour le béton coulé sur place partie haute courbée	m <sup>2</sup>	3,42	100,00	<b>345,00</b>
<b>ALEAS (25%)</b>				<b>357,50</b>
<b>MONTANT TRAVAUX € HT</b>				<b>1 430,00</b>
<b>MONTANT TOTAL € HT</b>				<b>1 790,00</b>

**Tableau 6-1 : Estimation financière des coûts des confortements de la partie 1**

L'estimation financière des coûts des travaux de confortement de la partie 1 s'élève à 1 790,0 € HT par mètre linéaire.

### 6.3.2 PARTIE 2 : PROMENADE

Les prix des travaux de confortement concernant la partie 2 sont détaillés ci-après :

	Unité U	Quantité (U)	Prix unitaire(€/U)	Prix au mètre linéaire de digue confortée (€/ml)
Béton coulé sur place de la dalle et du muret	m <sup>3</sup>	1,42	250,00	<b>360,00</b>
Coffrage pour le béton coulé sur place	m <sup>3</sup>	1,26	90,00	<b>115,00</b>
Acier pour le béton coulé sur place	kg	113,82	2,50	<b>285,00</b>
<b>ALEAS (25%)</b>				<b>190,00</b>
<b>MONTANT TRAVAUX € HT</b>				<b>760,00</b>
<b>MONTANT TOTAL € HT</b>				<b>950,00</b>

**Tableau 6-2 : Estimation financière des coûts des confortements de la partie 2**



L'estimation financière des coûts des travaux de confortement de la partie 2 s'élève à 950,0 € HT par mètre linéaire.

### 6.3.3 PARTIE 3 : TALUS

Les prix des travaux de confortement concernant la partie 3 sont détaillés ci-après :

	Unité U	Quantité (U)	Prix unitaire(€/U)	Prix au mètre linéaire de digue confortée (€/ml)
Hauteur des planches	m <sup>2</sup>	1,06	100	<b>110,00</b>
Longueur des pieux	ml	6,56	210	<b>105,00</b>
Rigole sur le talus	ml	6,67	35	<b>5,0</b>
<b>ALEAS (25%)</b>				<b>55,00</b>
<b>MONTANT TRAVAUX € HT</b>				<b>220,00</b>
<b>MONTANT TOTAL € HT</b>				<b>275,00</b>

**Tableau 6-3 : Estimation financière des coûts des confortements de la partie 3**

L'estimation financière des coûts des travaux de confortement de la partie 3 s'élève à 275,0 € HT par mètre linéaire.

### 6.3.4 PARTIE 4 : PROMENADE FRANÇOIS GUIMBAUD

Les prix des travaux de confortement concernant la partie 4 sont détaillés ci-après :

	Unité U	Quantité (U)	Prix unitaire(€/U)	Prix au mètre linéaire (€/ml)
Béton préfabriqué pour le muret de la promenade	m <sup>3</sup>	0,13	850	<b>110,00</b>
<b>ALEAS (25%)</b>				<b>27,50</b>
<b>MONTANT TRAVAUX € HT</b>				<b>110,00</b>
<b>MONTANT TOTAL € HT</b>				<b>140,00</b>

**Tableau 6-4 : Estimation financière des coûts de confortement de la partie 4**

L'estimation financière des coûts des travaux de confortement de la partie 4 s'élève à 140,0 € HT par mètre linéaire.

## 6.4 SYNTHÈSE

Le diagnostic de la digue de Jullouville établi par ISL Ingénierie a permis, pour chaque partie d'ouvrage (perré, promenade, talus et crête), d'identifier les solutions de confortement nécessaires et de prioriser les actions à mener. Le tableau suivant synthétise pour chaque partie d'ouvrage et chaque niveau de priorité, les linéaires de confortement et les coûts associés.

		Partie				Estimation (€ HT)
		1	2	3	4	
		Perré	Promenade imperméable	Pieux planches	Muret	
<b>Prix (€/ml)</b>		1 790,00	950,00	275,00	140,00	-
<b>Court terme</b>	<b>Linéaires (m)</b>	31	919	919	0	-
	<b>Estimation (€ HT)</b>	55 490,00	873 050,00	252 725,00	-	<b>1 181 265</b>
<b>Moyen terme</b>	<b>Linéaires (m)</b>	789	216	216	0	-
	<b>Estimation (€ HT)</b>	1 412 310,00	205 200,00	59 400,00	-	<b>1 676 910</b>
<b>Long terme</b>	<b>Linéaires (m)</b>	360	45	45	1180	-
	<b>Estimation (€ HT)</b>	644 400,00	42 750,00	12 375,00	165 200,00	<b>864 725</b>
<b>Total</b>	<b>Linéaires (m)</b>	1180	1180	1180	1180	-
	<b>Estimation (€ HT)</b>	2 112 200,00	1 121 100,00	324 500,00	165 200,00	<b>3 722 900</b>

**Tableau 6-5 : Estimation financière des solutions de confortement en fonction de l'état d'urgence des travaux et par partie concernée**

Plusieurs scénarios de reprises sont possibles en fonction de l'ordre de priorité, des parties et linéaires concernés :

- Les travaux à réaliser à court terme représentent un coût estimatif de 1 181 265 € HT.
- Les travaux à réaliser à moyen terme représentent un coût estimatif supplémentaire de 1 676 910 € HT, soit 2 858 175 € HT au total.
- Les travaux à réaliser à long terme représentent un coût estimatif supplémentaire de 864 725 € HT, soit 3 722 900 € HT au total.

## 7 CONTRAINTES TECHNIQUES DE REALISATION DES TRAVAUX

### 7.1 ACCESSIBILITE

L'accès à la digue de Jullouville se fera par la route D571. L'accès au pied de plage sera réalisé par la cale d'accès.



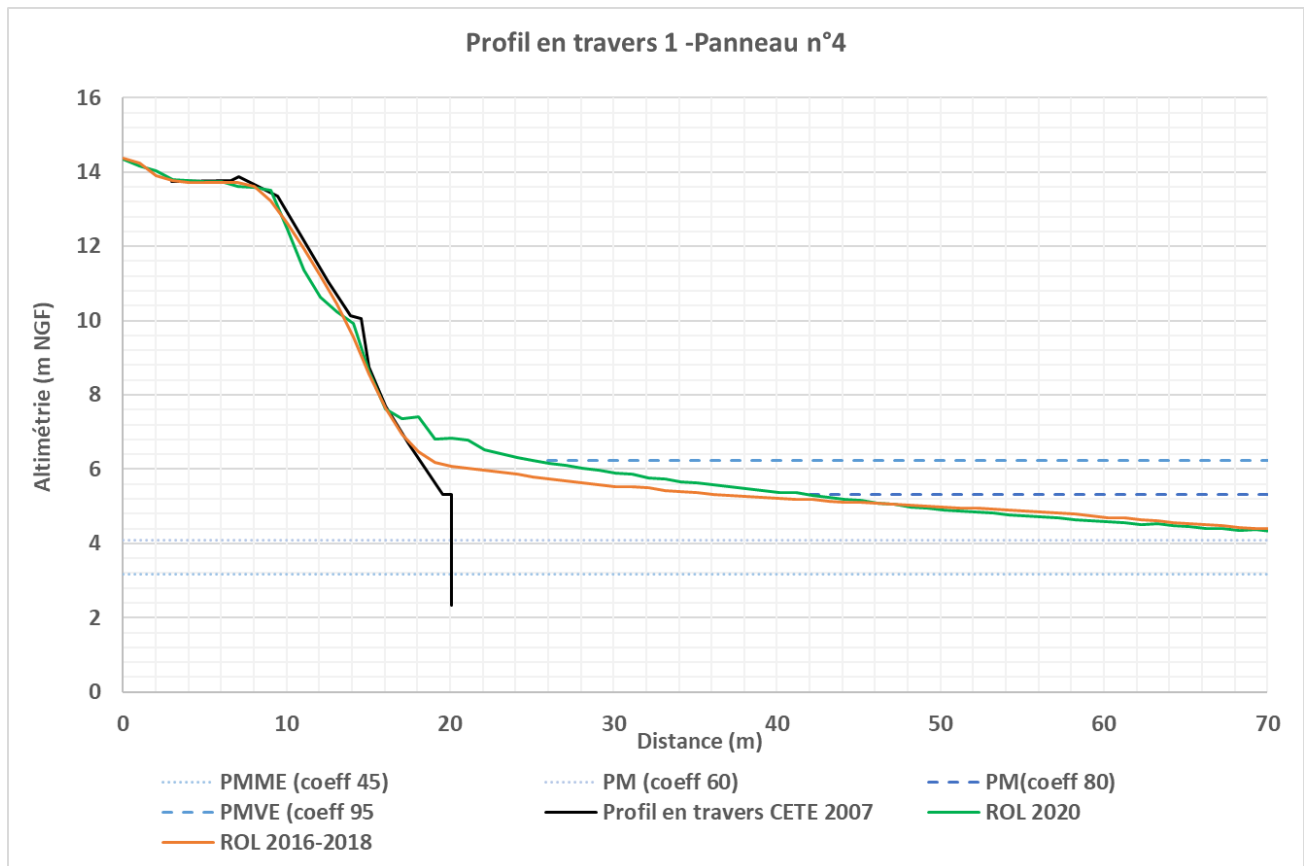
Figure 7-1 : Accès à la zone de chantier

Les zones des travaux seront fermées au public et balisées.

De manière générale, toute circulation d'engins sur le DPM est soumise à autorisation. Cette demande d'autorisation sera réalisée par le MOA pendant la période de préparation des travaux. Les autres arrêtés (voirie, communes, ...) seront réalisés par l'entreprise mandatée pour les travaux.

## 7.2 TRAVAUX A LA MAREE

La zone de travaux est située en haut de plage. Les relevés de CETE et du ROL indiquent un niveau de sable variable en pied d'ouvrage. En 2020, le niveau de sable en pied est à environ 6,20 m NGF. Tandis qu'entre 2016 et 2018, le niveau de sable au même endroit s'élevait à 7,40 m NGF environ.



**Figure 7-2 : Localisation des niveaux marins sur le profil en travers du panneau n°4 de la digue**

Une bande de sécurité devra être prise en compte pour la circulation des engins. En considérant une largeur de 3m depuis le pied de l'ouvrage, l'emprise de la zone de travaux est hors d'eau pour tout coefficient inférieur à 80 (4 à 5 jours de suite).

Sur la durée totale d'exécution des travaux, la marée risque de conditionner ponctuellement les durées d'interventions. L'entreprise se devra de surveiller les prévisions de marées et d'anticiper le temps de retrait des engins à marée montante de coefficient supérieur à 80.

Un batardeau en sable pourra être érigé pour protéger les travaux en cours sur la partie basse de l'ouvrage. De plus, afin de gagner du temps sur le coulage et la prise du béton, et de faciliter l'assurance de la qualité de fabrication des ouvrages, la partie basse rectiligne de l'ouvrage pourra être réalisée en béton préfabriqué.

## 7.3 PLANNIFICATION DES TRAVAUX

La planification des travaux est soumise à des contraintes diverses : météorologiques, touristiques et environnementales.

Les tempêtes sur le secteur d'étude ont principalement lieu l'hiver de novembre à mars. Elles se caractérisent par de grands coefficients de marée et de fortes houles.

Jullouville est également une station balnéaire. L'attrait touristique de la zone ne permet pas la réalisation de travaux sur la période estivale de juin à août.

La commune est à proximité immédiate des sites Natura 2000 directive Oiseaux et Habitats de la Baie du Mont Saint Michel. Le site a une importance au niveau national pour la nidification de l'Aigrette Garzette et du Gravelot à collier interrompu. La période de nidification s'étend de début avril à la fin du mois d'août, période durant laquelle les travaux ne pourront pas être réalisés.

Le tableau ci-dessous propose une synthèse des différentes contraintes pour la planification des travaux.

Année n											
Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre

Légende :

	Niveaux marins élevés
	Période propice à la houle
	Période propice à de fortes houles
	Période estivale
	Période de nidification
	Période pour la réalisation des travaux

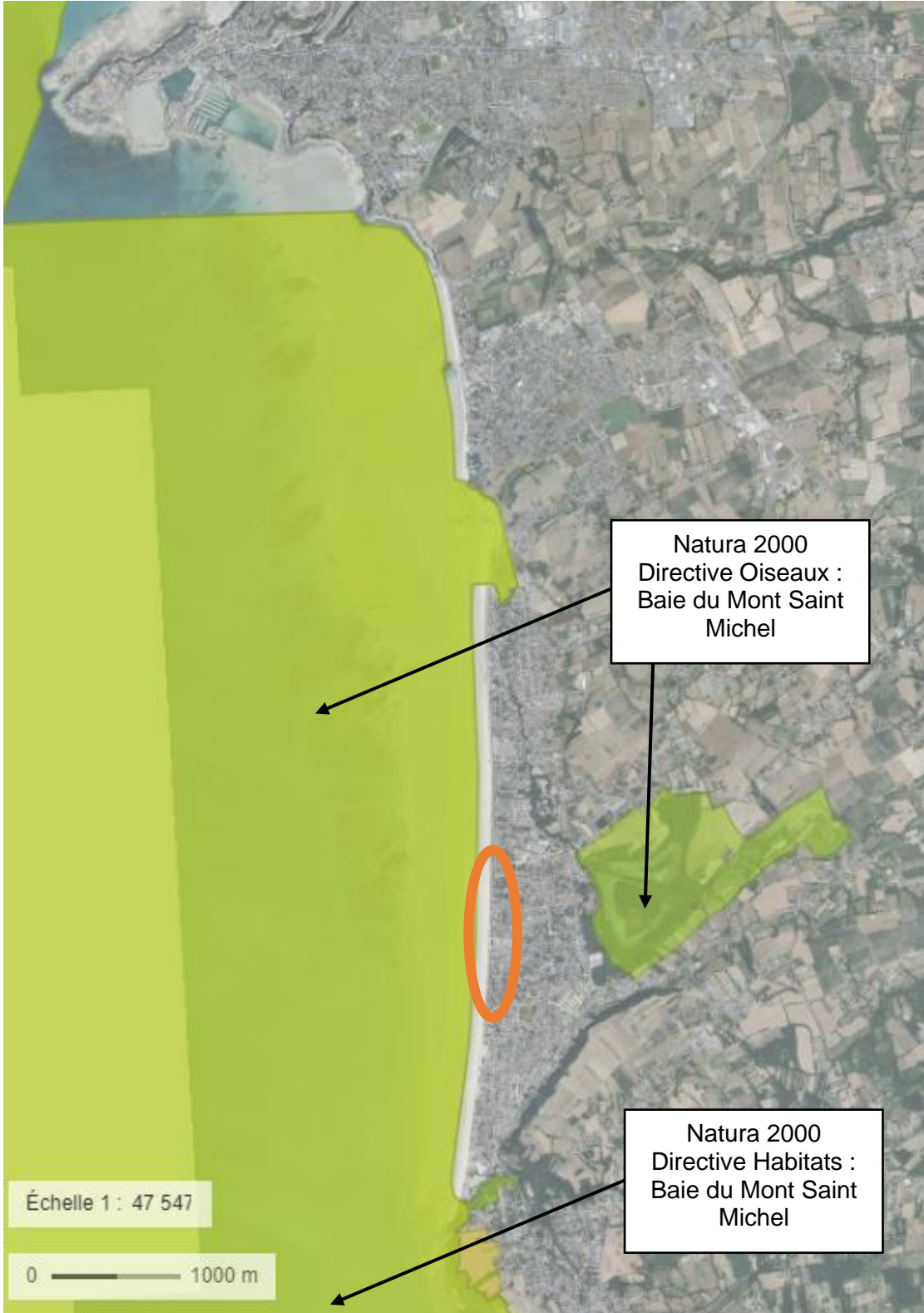
**Tableau 7-1 : Synthèse des contraintes à la planification des travaux**

Au regard des contraintes du site énoncées ci-dessus, les travaux devront être réalisés entre début septembre et fin octobre, en particulier pour la reconstruction de la partie basse. Pour les parties d'ouvrage supérieures (2 à 4), les travaux pourront être réalisés durant l'hiver en mettant en place un suivi des conditions météorologiques (coefficients, vents, températures, ...) afin de limiter les risques vis-à-vis des opérations.

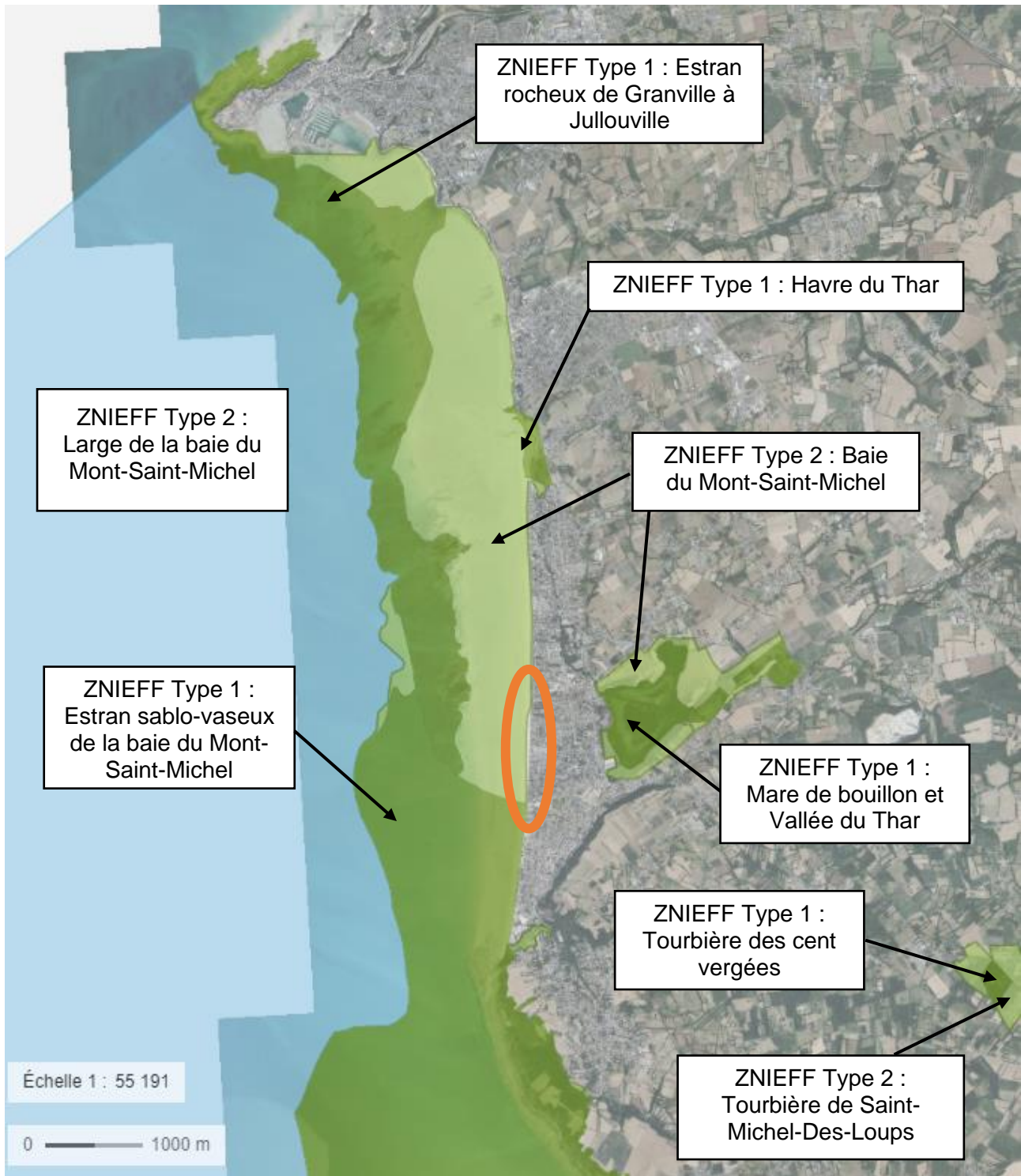
Pour rappel, des travaux sont prévus avenue de la Tanguière pour la création de la base nautique à partir de mai 2024 pour une ouverture prévue en juillet 2025. Les travaux sur le front de mer seront certainement programmés après les travaux de la base nautique.

# ANNEXE 1 ZONAGE REGLEMENTAIRE – COMPLEMENTAIRE

❖ Zone NATURA 2000



Site NATURA 2000 sur la commune de Jullouville et aux abords de la zone de projet



**ZNIEFF sur la commune de Jullouville et aux abords de la zone de projet**

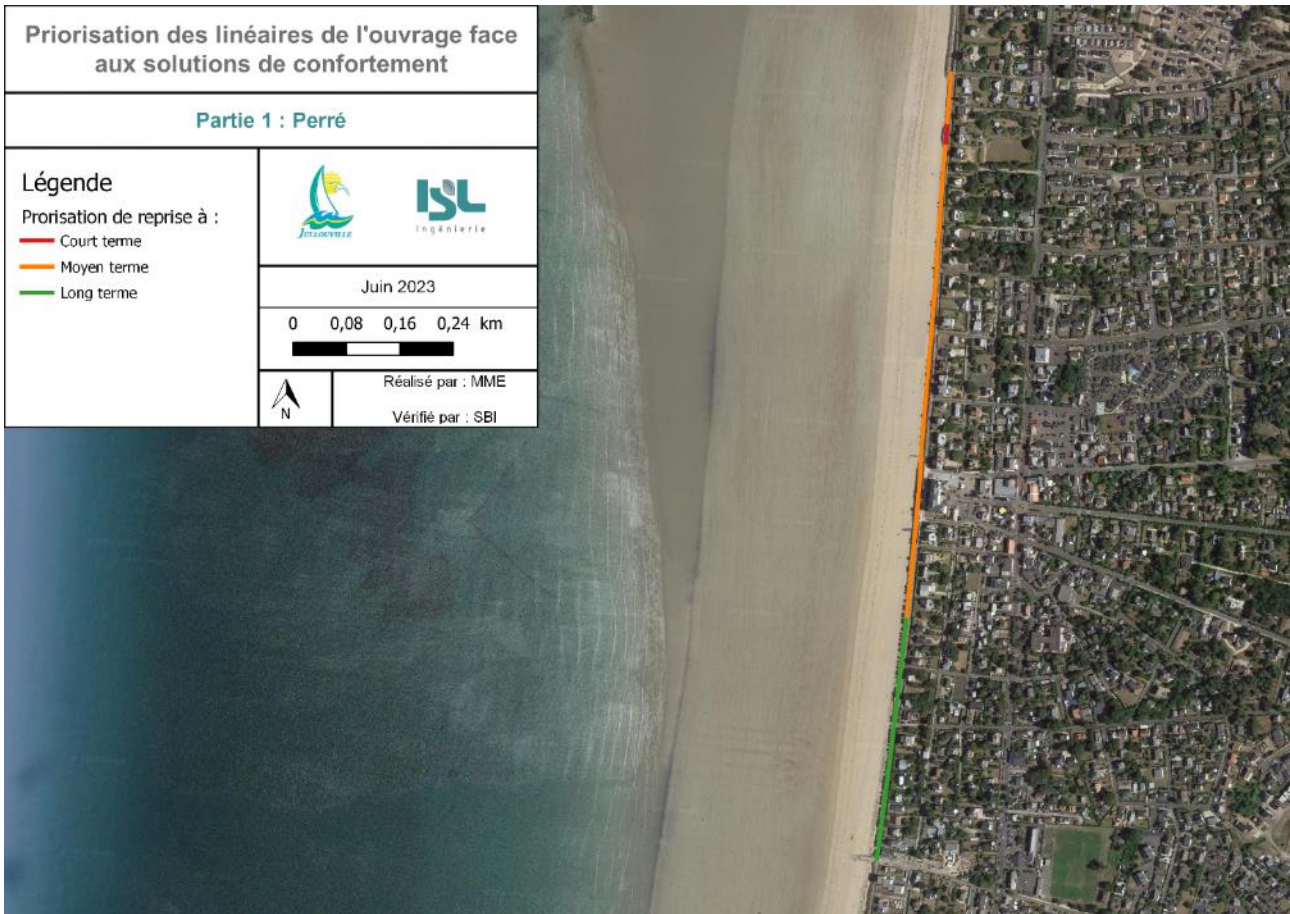
❖ Terrain du conservatoire du littoral

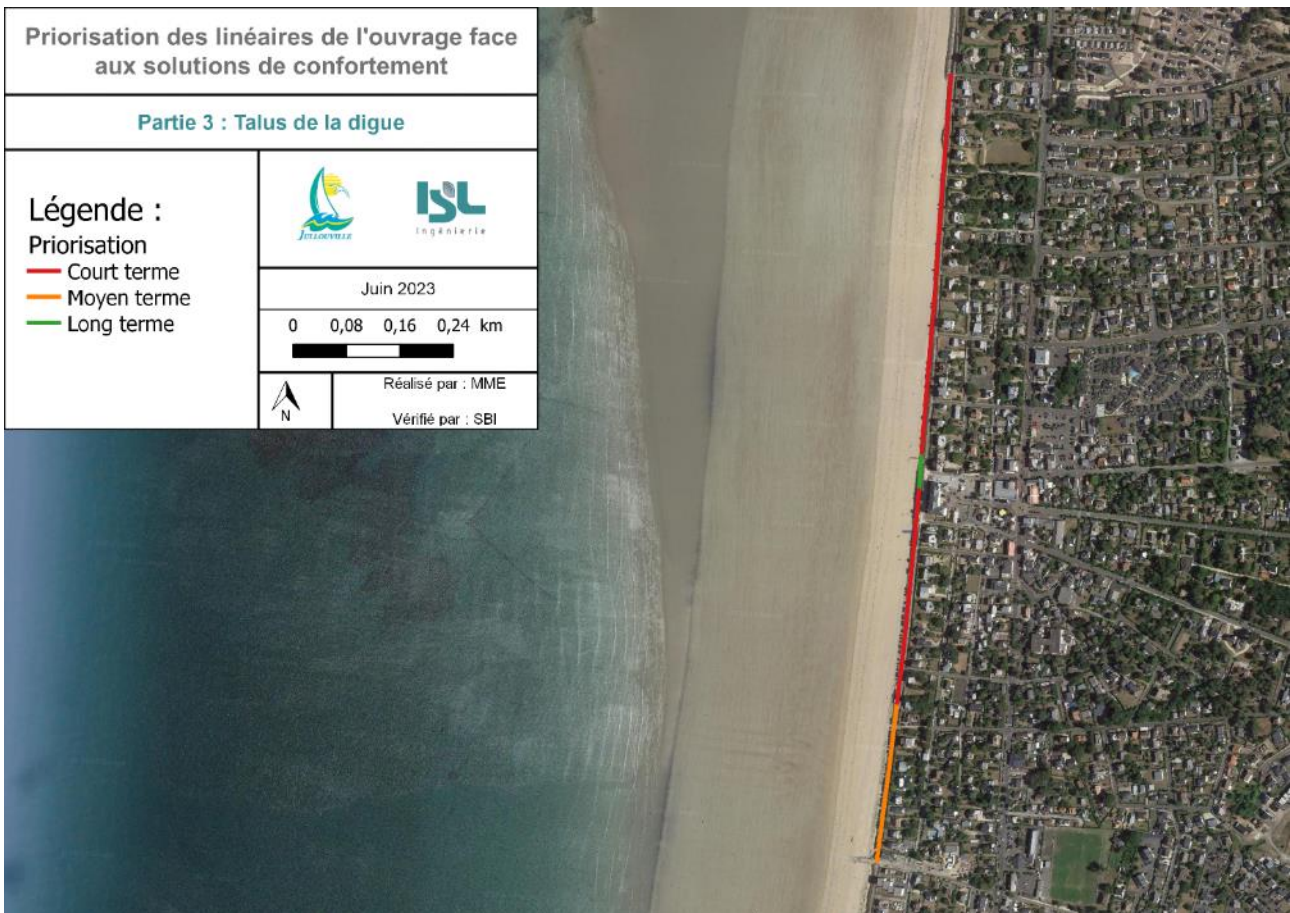
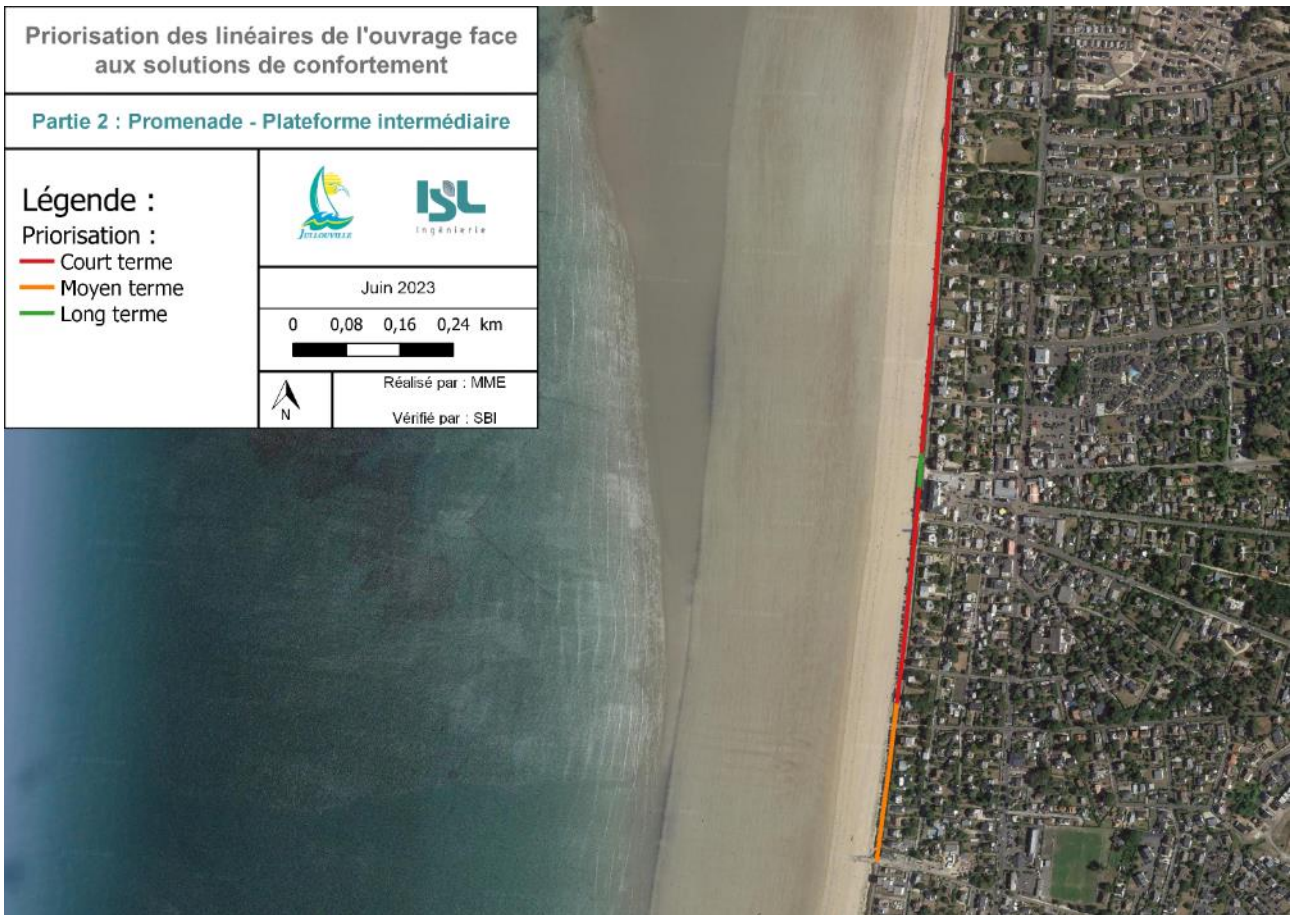


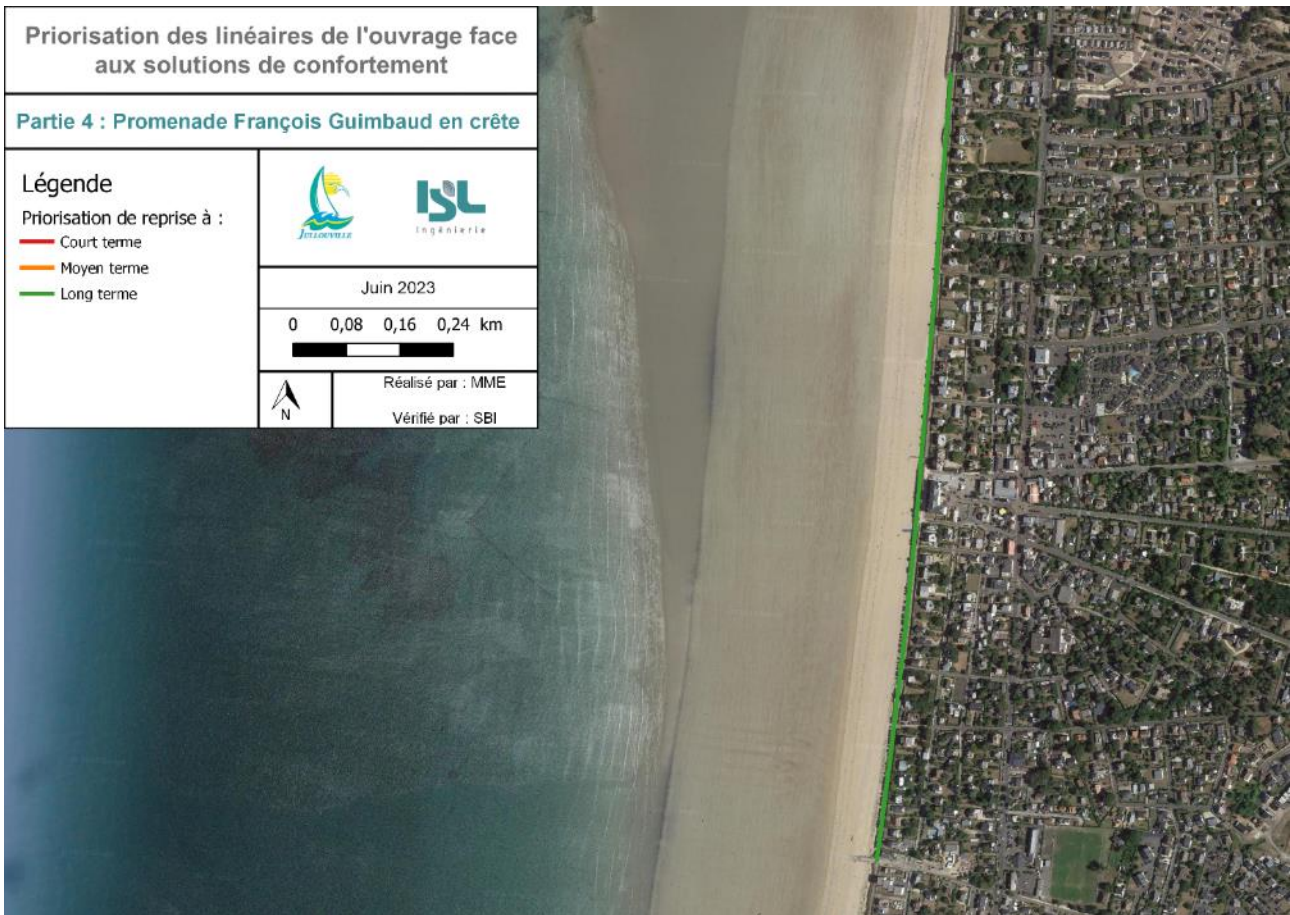
Terrain du conservatoire du littoral sur la commune de Jullouville et aux abords du projet



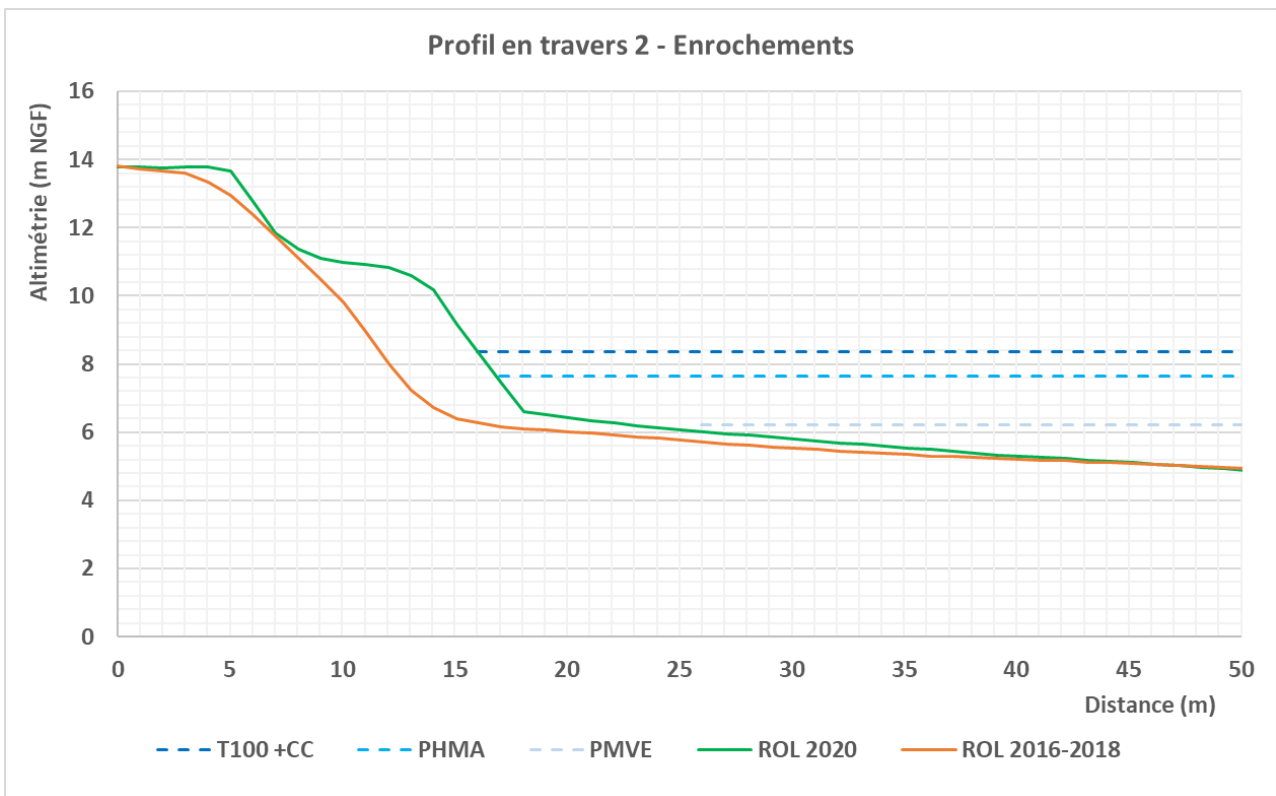
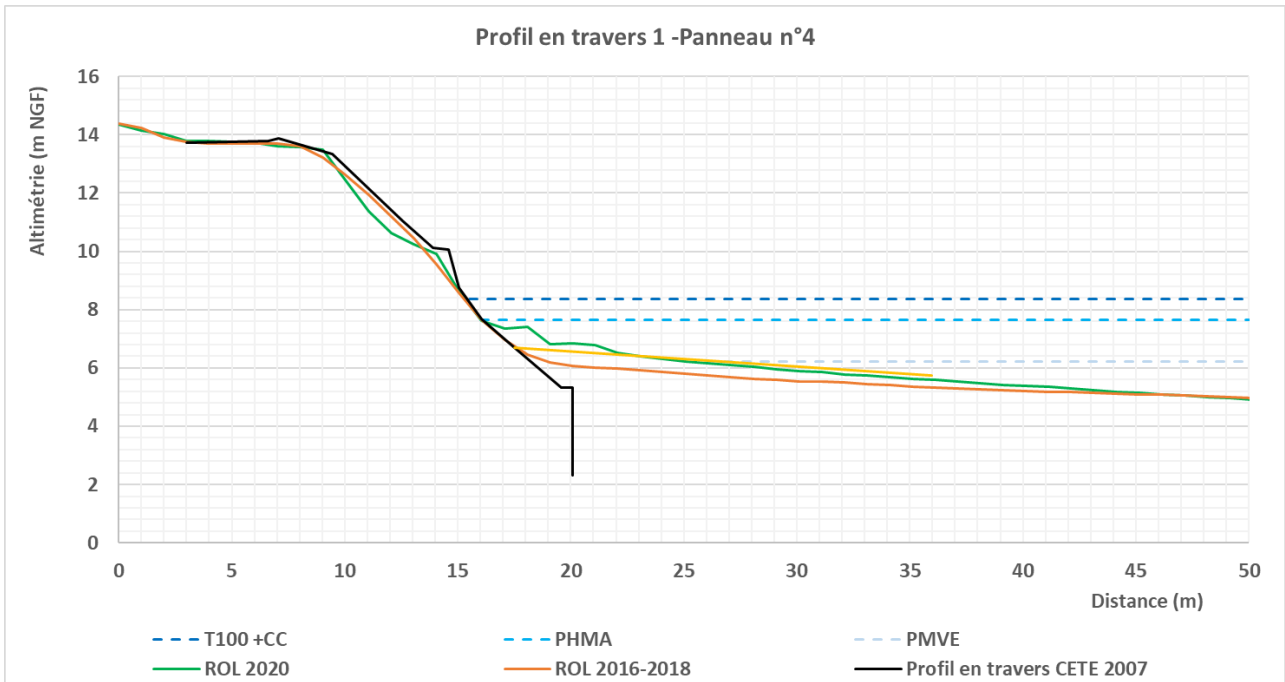
# ANNEXE 2 CARTES DE PRIORISATION DES SOLUTIONS DE CONFORTEMENT

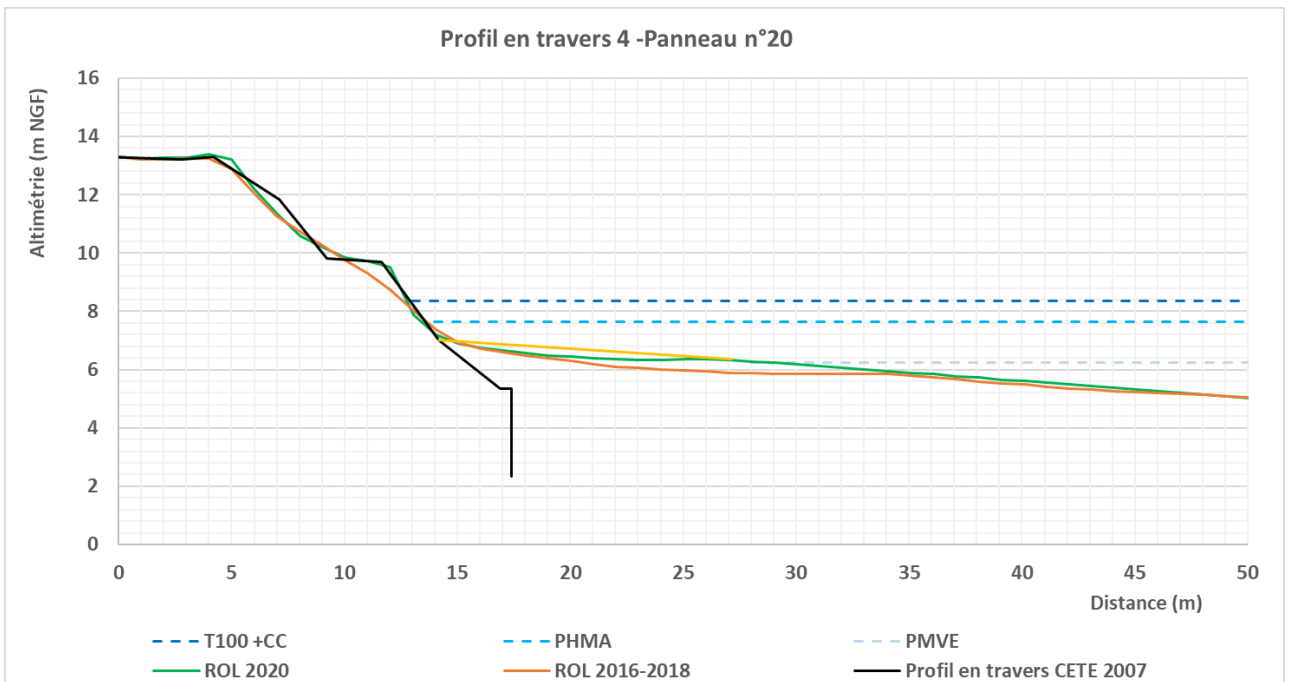
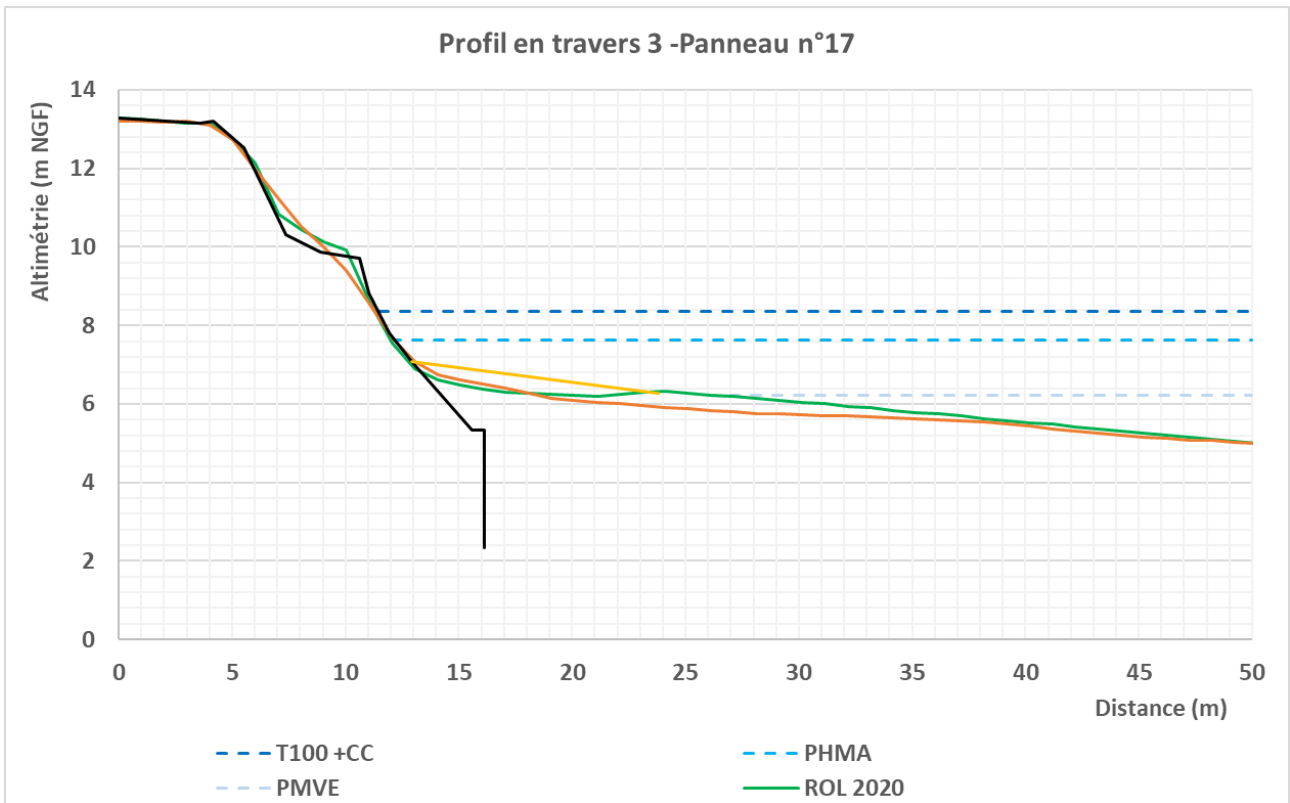


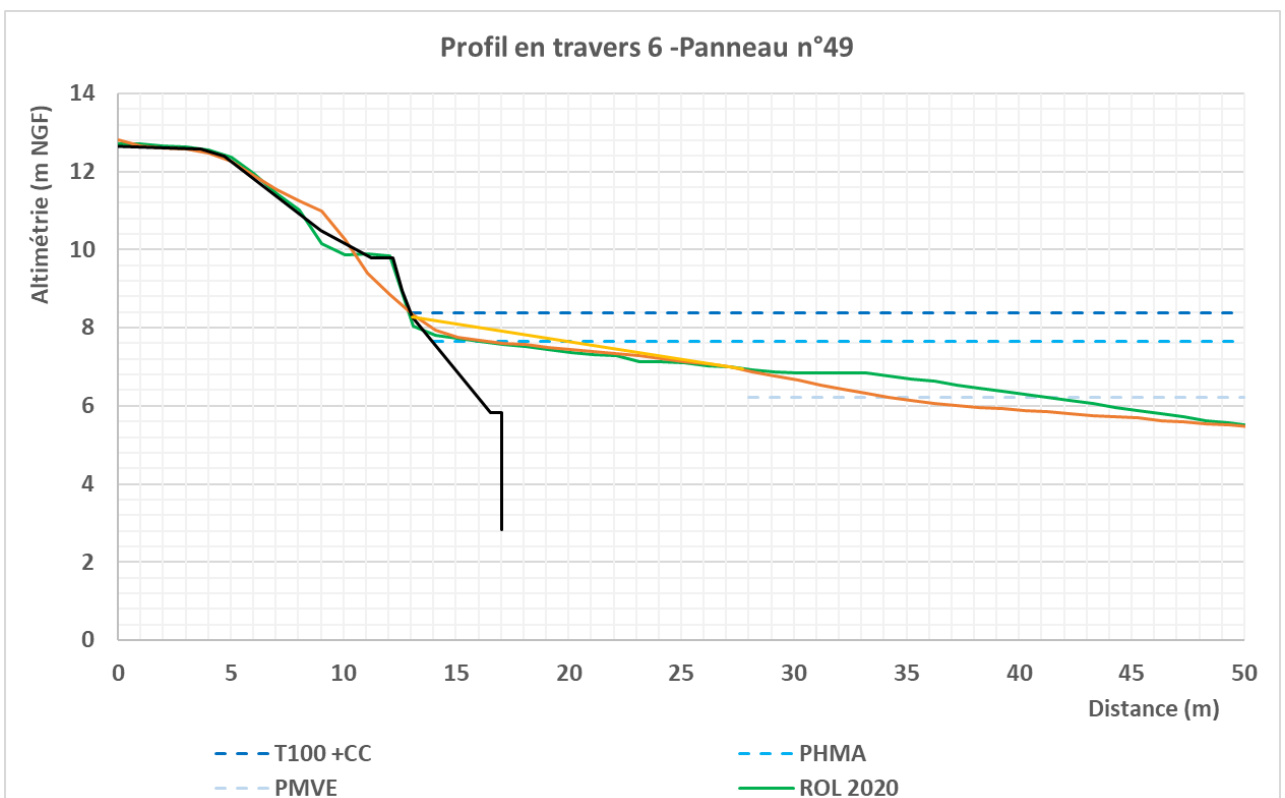
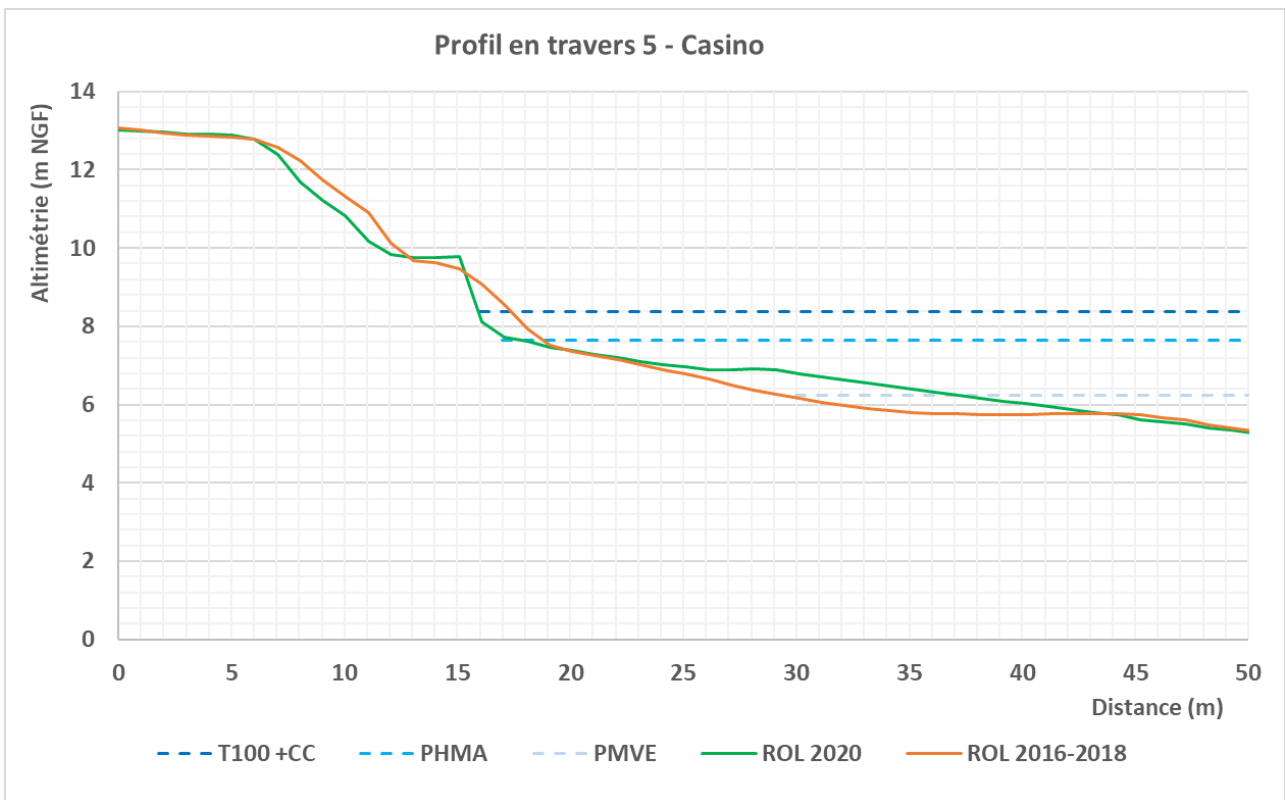


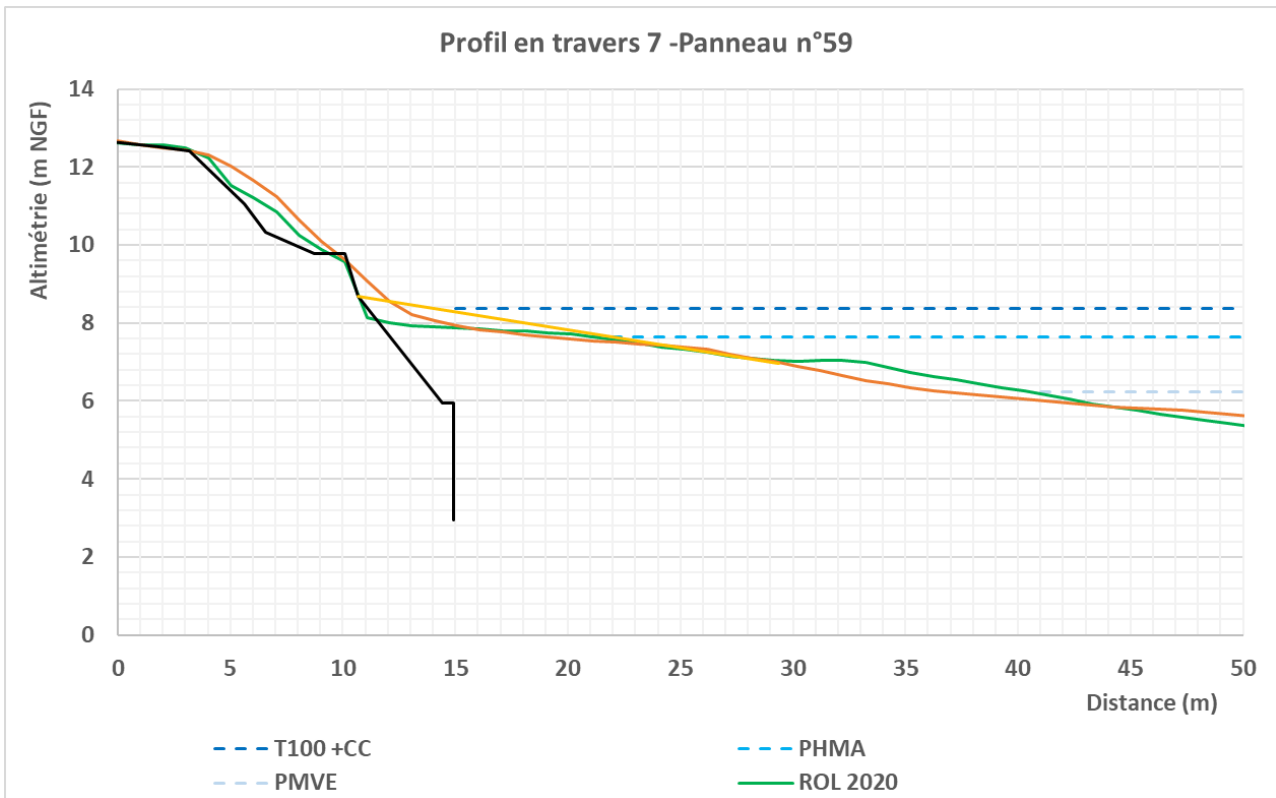


# ANNEXE 3 ANALYSE TOPOGRAPHIQUE : PROFILS EN TRAVERS









## ANNEXE 4 PLAN GENERAL ET VUE EN PLAN