

MOE QUAI D'ACCOSTAGE IFREMER

Rapport

N° : 24F-052-RA-8

Révision n° : A

Date : 24/07/2025

Votre contact :
Xavier HAMARD
hamard@isl.fr



// Rapport de PROjet - Quai sur pieux

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

ISL
Ingénierie

Visa

Document actualisé le 24/07/2025.

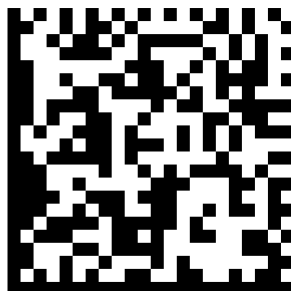
Révision	Date	Auteur	Chef de Projet	Superviseur	Commentaire
A	24/07/2025	CLA AND	XHA	XHA	

AND : DESAGE Antoine

CLA : LALLOUER Corentin

XHA : HAMARD Xavier

Rapport ISL
24F-052-RA-8
Revision A
MOE quai d'accostage IFREMER
<http://www.isl.fr/r.php?c=273058>



]

SOMMAIRE

1	CONTEXTE ET PERIMETRE DU PROJET	1
1.1	GENERALITES.....	1
1.2	PERIMETRES DU PROJET	1
1.3	CONTENU DU RAPPORT.....	2
1.4	DOCUMENTS DISPONIBLES	3
2	CARACTERISTIQUES GENERALES DE L'OUVRAGE EXISTANT	4
2.1	LOCALISATION.....	4
2.2	DESCRIPTION DE L'OUVRAGE ACTUEL	4
2.3	CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL ET REGLEMENTAIRE	6
2.4	CONTRAINTES DU SITE.....	7
3	HYPOTHESES GENERALES	8
3.1	CORRESPONDANCE DU ZERO HYDROGRAPHIQUE.....	8
3.2	TOPOGRAPHIE ET BATHYMETRIE	8
3.3	NIVEAUX MARINS AU DROIT DU QUAI DE SAINTE-ANNE DU PORTZIC	8
3.3.1	Niveaux d'eau : niveaux de référence et niveaux extrêmes	8
3.3.1.1	Niveaux de référence.....	8
3.3.1.2	Niveaux extrêmes.....	9
3.3.2	Houles	9
3.3.2.1	Clapot en rade de Brest.....	9
3.3.3	Courantologie.....	11
3.4	CONTEXTE GEOLOGIQUE ET GEOTECHNIQUE	11
3.4.1	Récapitulatif des données.....	11
3.4.2	Modèle géotechnique.....	12
3.5	BATEAUX CIBLES	13
3.6	PERTE D'EPaisseur A LA CORROSION	13
4	DESCRIPTION DU PROGRAMME DE TRAVAUX.....	14

4.1	DESCRIPTION FONCTIONNELLE	14
4.2	STRUCTURE DU QUAI, DE LA PASSERELLE ET DU PONTON FLOTTANT	15
4.2.1	Fondation du quai	15
4.2.2	Superstructure du quai.....	15
4.2.3	Passerelle fixe d'accès	16
4.2.4	Ponton flottant et passerelle mobile.....	16
4.3	EQUIPEMENT DU QUAI.....	17
4.3.1	Revêtement.....	17
4.3.2	Potence	17
4.3.3	Garde-corps	17
4.3.4	Accessibilité	17
4.3.5	Défense d'accostage	17
4.3.6	Eclairage	17
4.3.7	Echelles	17
4.3.8	Bouées	18
5	METHODES ET PHASAGE DE TRAVAUX	19
5.1	METHODES ET MOYENS.....	19
5.1.1	Travaux de démolition.....	19
5.1.2	Mise en œuvre des pieux de fondation.....	19
5.1.3	Reconstruction du tablier du quai d'accostage	20
5.1.4	Reconstruction de la passerelle du quai	20
5.1.5	Pontons flottants et passerelle mobile d'accès.....	21
6	CONTINUE D'EXPLOITATION ET SECURITE DURANT LE CHANTIER.....	22
6.1	ACCES ET COACTIVITE	22
6.2	ZONES DE TRAVAUX, DE STOCKAGE ET DE BASE-VIE	22
6.3	NUISANCES	23
6.4	PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT	24
6.5	CAPACITE DES ENGINS DE MANUTENTION	24

7	PLANNING DE TRAVAUX	25
7.1	CADENCES ET DUREES DE REALISATION DES INTERVENTIONS	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
7.2	PLANNING D'INTERVENTION.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
8	MONTANT DES TRAVAUX	26
9	CADRAGE REGELEMENTAIRE	27
10	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1	PLANNING	1
ANNEXE 2	CHIFFRAGE	2

TABLE DES FIGURES

Figure 1-1 : Photographies de l'état du quai actuel (ISL, 2024)	1
Figure 2-1 : Localisation du quai d'accostage de l'IFREMER (Source : Géoportail).....	4
Figure 2-2 : Extraits du plan d'archive de l'ouvrage	5
Figure 2-3 : Photographies de l'ouvrage actuel (ISL, 2024).....	6
Figure 2-4 : Zonage environnemental	7
Figure 2-5 : Usages et exploitation à proximité du quai d'accostage	7
Figure 3-1 : Représentation des levés topographique et bathymétrique – ECR Environnement.....	8
Figure 3-2 : Directions de provenance du vent (DHI, 2024).....	10
Figure 3-3 : Résultats des simulations des clapots en rade de Brest (DHI, 2024)	10
Figure 3-4 : Résultats des simulations de propagation de la houle (DHI, 2024)	11
Figure 3-5 : Résultats des modélisations de courantologie	11
Figure 3-6 : Implantation des sondages de GINGER en 2024.....	12
Figure 4-1 : Vue de l'ouvrage projeté	14
Figure 4-2 : Vue en plan de l'ouvrage projeté.....	15
Figure 4-3 : Dispositif de guidage des pontons flottants (Guide de conception des pontons de plaisance)	16

Figure 6-1 : Installations de chantier	22
Figure 6-2 : Zone de stockage	23
Figure 6-3 : Zone de stockage potentielle en extrémité de môle	23
Figure 7-1 : Planning général de l'opération	Erreur ! Signet non défini.

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1-1 : Liste des documents émis lors du PRO	2
Tableau 1-2 : Bibliographie	3
Tableau 3-1 : Valeurs caractéristiques des niveaux marins (Le Dellec).....	9
Tableau 3-2 : Niveaux extrêmes (SHOM / CEREMA)	9
Tableau 3-3 : Modèle géotechnique utilisé	13
Tableau 5-1 : Déroulé des travaux de démolitions	19
Tableau 5-2 : Mise en œuvre des pieux de fondations	20
Tableau 5-3 : Opération sur le tablier d'accostage	20
Tableau 5-4 : Opération sur la passerelle d'accès au quai	20
Tableau 6-1 : Mesures pour la protection de l'environnement	24
Tableau 7-1 : Détails des cadences de réalisation des interventions.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 8-1 : Synthèse du chiffrage de la reconstruction du quai d'accostage	Erreur ! Signet non défini.

1 CONTEXTE ET PERIMETRE DU PROJET

1.1 GENERALITES

La présente mission de maîtrise d'œuvre a pour objectif de réhabiliter le quai d'accostage et d'amarrage du site de Sainte-Anne du Portzic afin d'assurer un accès à la mer efficient et sécurisé aux organismes de recherche, de formation et aux industriels partenaires.

Le quai d'accostage actuel est constitué d'une structure poutres / dalle en béton armé reposant sur des gabionnades, c'est-à-dire des cellules circulaires en palplanches plates remplies de remblai. Des désordres majeurs sont constatés :

- Sur les cellules en gabionnade : corrosion des palplanches, déversement des palplanches, perforations...
- Sur les structures en béton armé : armatures apparentes corrodées, épaufures...



Figure 1-1 : Photographies de l'état du quai actuel (ISL, 2024)

La solution de réhabilitation initialement privilégiée issue de l'étude de faisabilité [1] prévoyait :

- Un renforcement des gabions existants par un rempiètement en palplanches plates ;
- La démolition et reconstruction du tablier actuel du quai ;
- L'installation d'un ponton flottant.

Toutefois, après analyse des résultats des investigations subaquatiques et des moyens nécessaires à la mise en œuvre de cette solution, il est apparu que l'important étalement des enrochements de protection de la digue autour des gabionnades existantes ne permettait pas de maîtriser les aléas techniques et financiers liés à l'opération, sans remettre en cause sa faisabilité.

La solution développée en phase PROjet prévoit la réalisation d'un quai sur pieux implanté au droit de la structure actuelle.

1.2 PERIMETRES DU PROJET

Le programme de travaux pour répondre aux objectifs généraux identifiés est précisé ci-dessous :

- Remettre en état le quai d'accostage :
 - ♦ Remplacement du dispositif de fondation ;
 - ♦ Reconstruction des superstructures du quai en béton armé.
- Remplacer la passerelle d'accès au quai d'accostage :

- ♦ Reconstruction de la passerelle d'accès ;
- Créer un ponton flottant pour l'amarrage de deux bateaux :
 - ♦ Construction d'un ponton flottant en béton armé ;
 - ♦ Mise en place d'une passerelle mobile d'accès depuis le quai.
- Sécuriser le quai d'accostage.
- S'adapter à la hausse du niveau marin
 - ♦ Rehausse de la structure de quai pour assurer l'amarrage en sécurité des bateaux selon les conditions du site à échéance 50 ans.

Concernant ce dernier point, l'analyse de la hausse du niveau marin (cf. §3.3.1.1) et de la houle (cf. §3.3.2) montre qu'une rehausse de l'ouvrage actuel est nécessaire (de l'ordre de 70 cm). Selon les niveaux extrêmes à 50 ans couplés aux effets du changement climatique et la hauteur de franc-bord du ponton flottant, la cote de crête à privilégier est de 9,5 m CM.

1.3 CONTENU DU RAPPORT

Le présent rapport constitue le rapport de PROjet de la mission pour la solution de quai sur pieux.

Les points principaux de cette note sont décrits ci-dessous :

- Les hypothèses générales pris en compte pour l'élaboration de la solution ;
- L'élaboration d'un programme de travaux pour chacune des parties de l'ouvrage, à savoir pour la passerelle, le quai et le ponton flottant ;
- La description de la méthodologie de travaux pour les différents dispositifs ;
- Le recensement des contraintes et les enjeux du site ;
- La proposition d'un planning prévisionnel des travaux et une estimation financière.

Le tableau suivant présente la liste des documents produits dans le cadre du rapport en phase PROjet.

Nom	Détails
PRO	Mémoire de conception en phase PRO du nouveau quai et de son ponton flottant
G2 PRO	Etude géotechnique et note de calcul de dimensionnement des ouvrages constitutifs du quai d'accostage
Note de cadrage réglementaire	Note détaillant les contraintes environnementales du site et les procédures réglementaires applicables au projet
Note de calcul du ponton flottant	Note de calcul du dimensionnement du ponton flottant
Pièces graphiques de l'ouvrage 0001 PRO ISL A101 à A104	Vue en plan et coupes de l'ouvrage projeté

Tableau 1-1 : Liste des documents émis lors du PRO

1.4 DOCUMENTS DISPONIBLES

Le tableau suivant présente les données disponibles de cette étude.

Num	Titre	Date
[1]	Mémoire de faisabilité sur la remise en l'état des structures de mise à l'eau, AIA (format PDF)	Octobre 2022
[2]	Diagnostic des digues de l'IFREMER, ARCADIS (format PDF)	Juillet 2006
[3]	Plan de masse (format DWG)	-
[4]	Plan de construction du quai d'accostage (format papier)	-
[5]	Etude hydrodynamique pour le projet de réhabilitation du quai Ifremer, anse de Sainte-Anne, Plouzané ; DHI	2024
[6]	Plan topographique et bathymétrique, ECR Environnement	Septembre 2024
[7]	Rapport d'étude géotechnique préalable phase Principe Généraux de Construction (G1 PGC) Résultats des sondages et essais réalisés	Novembre 2024
[8]	Etude de G2 PRO ; ISL Ingénierie	2025

Tableau 1-2 : Bibliographie

2 CARACTERISTIQUES GENERALES DE L'OUVRAGE EXISTANT

2.1 LOCALISATION

L'ouvrage est situé dans la baie de Sainte-Anne du Portzic à Plouzané, dans le département du Finistère (29). La figure suivante présente la localisation de l'ouvrage.

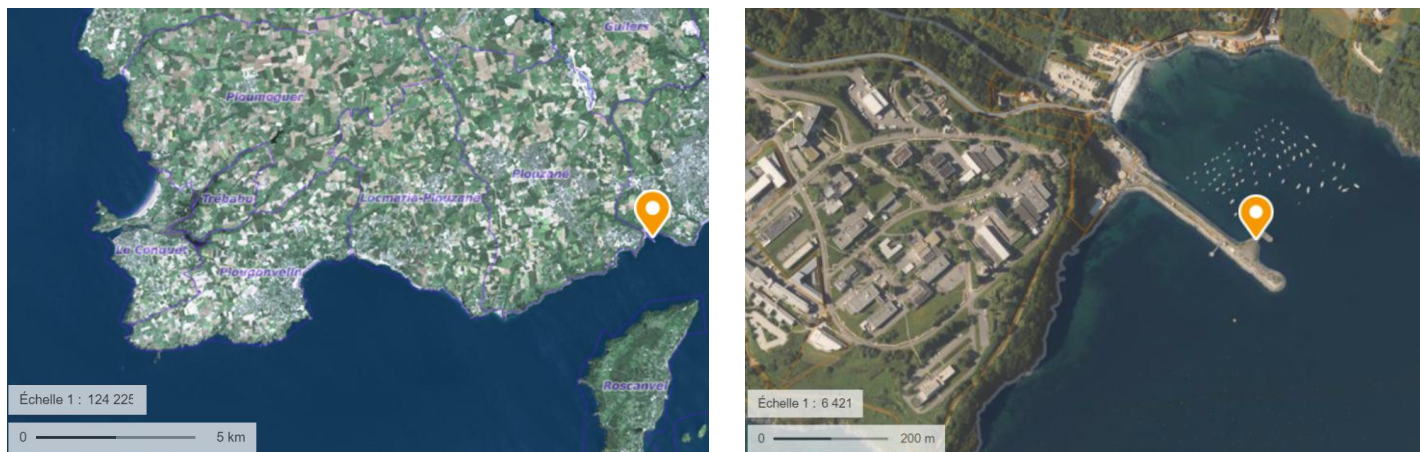


Figure 2-1 : Localisation du quai d'accostage de l'IFREMER (Source : Géoportail)

2.2 DESCRIPTION DE L'OUVRAGE ACTUEL

L'ouvrage actuel comprend :

- Une passerelle en béton armé constituée de 3 poutres en béton armé et d'une dalle de couverture en béton armé.
 - ◆ Les dimensions actuelles de la passerelle sont les suivantes : 15 x 6 m ;
 - ◆ Des caniveaux techniques sont aménagés de chaque côté de la passerelle ;
 - ◆ Les poutres reposent, côté digue, sur un massif béton armé et, côté quai, sur un massif situé au niveau du gabion central.
- Un quai constitué :
 - ◆ De 3 gabionnades remplies d'un matériau granulaire dont les dimensions sont :
 - ◇ Diamètre des gabions : 10 m ;
 - ◇ Hauteur des palplanches : 15,5 m.
 - ◆ Des poutres en béton armé (1,2 x 0,4) de longueur 15 m qui reposent sur un massif béton sur les gabions.
 - ◆ D'une dalle en béton armé reposant sur les poutres en béton armé.

Un plan d'archives de l'ouvrage est disponible, apparemment issu de la procédure de consultation des entreprises de l'époque. Même si les observations sur site ne révèlent pas de différences majeures entre ce plan et l'ouvrage en place, sa conformité avec la construction réelle ne peut être certifiée.

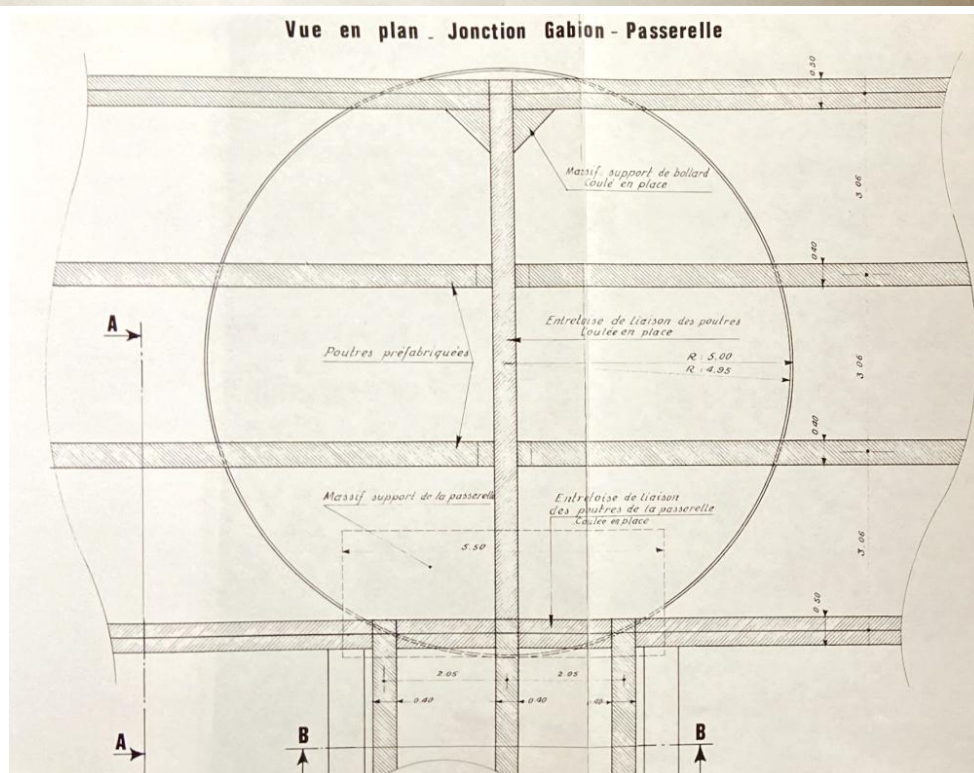
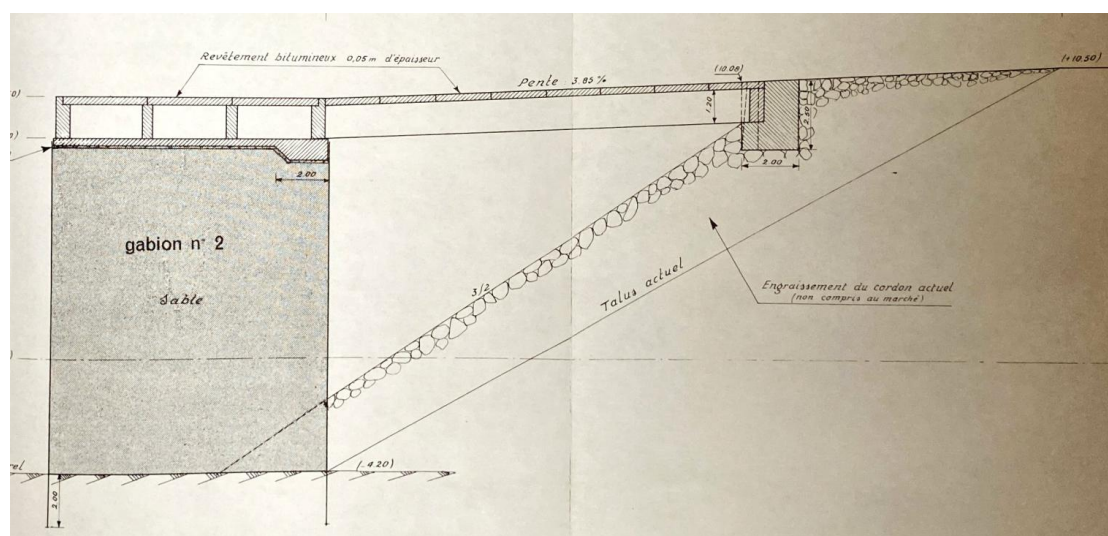


Figure 2-2 : Extraits du plan d'archive de l'ouvrage

Les photographies suivantes visent à présenter les différents éléments constitutifs de l'ouvrage.



Figure 2-3 : Photographies de l'ouvrage actuel (ISL, 2024)

2.3 CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL ET REGLEMENTAIRE

Le site de Saint-Anne-du-Portzic est situé à proximité de plusieurs zones ZNIEFF et NATURA 2000 dans un rayon de 10 km :

- NATURA 2000 :
 - ◆ Rade de Brest : Baie de Daoulas, Anse de Poulmic ;
 - ◆ Rade de Brest, estuaire de l'Aulne ;
 - ◆ Presqu'île de Crozon.
- ZNIEFF
 - ◆ Estuaire de l'Elorn ;
 - ◆ Presqu'île de Roscanvel.



Figure 2-4 : Zonage environnemental

Les échanges de cadrage avec les services instructeurs et les éventuelles procédures environnementales et réglementaires nécessaires sont portés par la Maître d'Ouvrage et détaillées au §9.

2.4 CONTRAINTES DU SITE

De nombreuses activités sont identifiées à proximité du périmètre d'intervention. Les activités suivantes sont recensées :

- Navigation de plaisance ;
- Activités balnéaires ;
- Activités de recherche sur la digue.



Figure 2-5 : Usages et exploitation à proximité du quai d'accostage

3 HYPOTHESES GENERALES

3.1 CORRESPONDANCE DU ZERO HYDROGRAPHIQUE

Le zéro hydrographique est défini dans le document Références Altimétriques Maritimes (RAM) entretenu et mis à disposition par le SHOM.

Les éléments suivants sont considérés pour le projet.

- Le type de marée : Semi-diurne ;
- Port de référence : Brest ;
- Nom du repère : Le Dellec ;
- Zéro hydrographique dans le système altimétrique légal : -3,591 m NGF.

3.2 TOPOGRAPHIE ET BATHYMETRIE

D'après les relevés réalisés en 2024, la surface du quai existant est située à environ 8,8 mCM (5,2 mNGF). La surface de la passerelle côté digue atteint 9,3 mCM (5,7 mNGF).

Le relevé bathymétrique identifie la présence d'enrochements de protection lié à la digue aux abords du quai d'accostage.

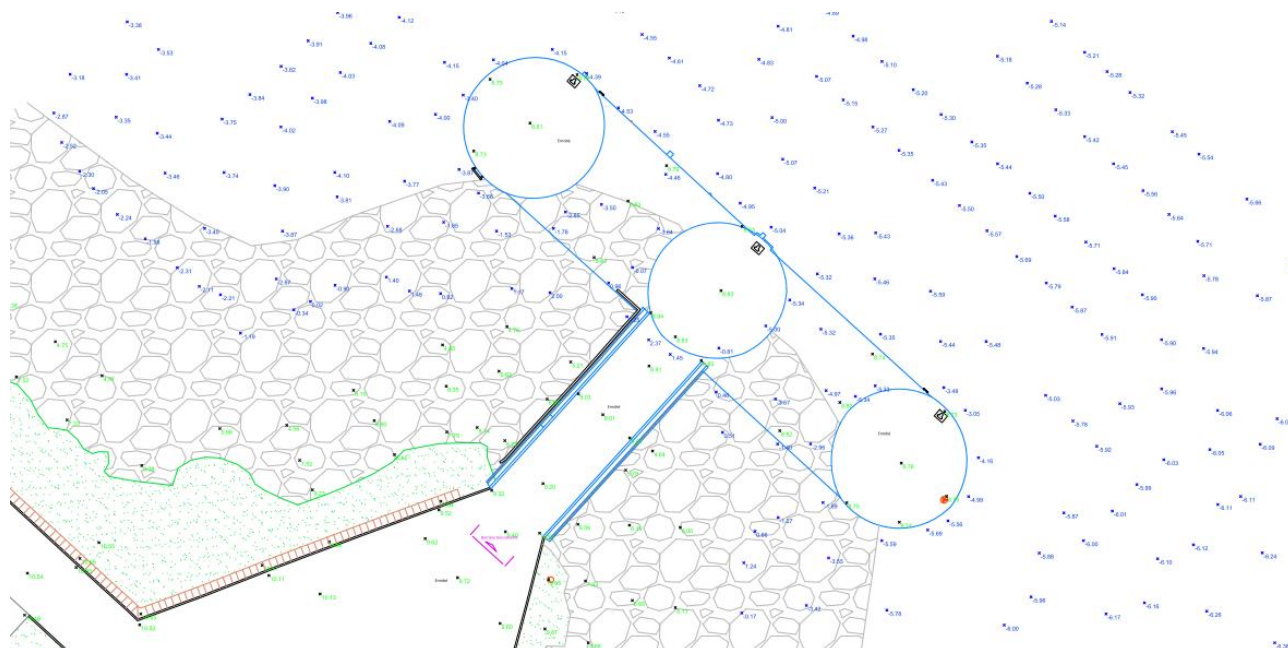


Figure 3-1 : Représentation des levés topographique et bathymétrique – ECR Environnement

3.3 NIVEAUX MARINS AU DROIT DU QUAI DE SAINTE-ANNE DU PORTZIC

3.3.1 NIVEAUX D'EAU : NIVEAUX DE REFERENCE ET NIVEAUX EXTREMES

Le changement climatique est étudié depuis plusieurs années par le GIEC (Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat). Les projections sont régulièrement actualisées lors de la publication des rapports de synthèses sur l'évolution et l'impact du changement climatique. A l'horizon 2090 selon le scénario SSP5-8.5 « Low confidence », l'élévation du niveau marin dans 50 ans est estimée à **0,67 m**.

3.3.1.1 Niveaux de référence

Les niveaux maritimes sont présentés dans le tableau suivant.

	Niveau caractéristique	Niveau caractéristique
Plus Hautes Mers Astronomiques (PHMA) + CC	7,76 + 0,67 soit 8,25 m CM	4,17 + 0,67 soit 4,84 m NGF
Plus Hautes Mers Astronomiques (PHMA)	7,76 m CM	4,17 m NGF
Pleines Mers de Vives Eaux (PMVE)	6,85 m CM	3,26 m NGF
Pleines Mers de Mortes Eaux (PMME)	5,35 m CM	1,76 m NGF
Niveau Moyen (NM)	3,99 m CM	0,40 m NGF
Basses Mers de Mortes Eaux (BMME)	2,65 m CM	-0,94 m NGF
Basses Mers de Vives Eaux (BMVE)	1,15 m CM	-2,44 m NGF
Plus Basses Mers Astronomiques (PBMA)	0,30 m CM	-3,29 m NGF

Tableau 3-1 : Valeurs caractéristiques des niveaux marins (Le Dellec)

3.3.1.2 Niveaux extrêmes

Les niveaux extrêmes sont estimés sur la base des travaux du SHOM / CEREMA. Les niveaux dans l'anse de Sainte-Anne sont présentés dans le tableau suivant.

Période de retour	Niveaux d'eau (m NGF)
5 ans	4,40
10 ans	4,46
20 ans	4,53
50 ans	4,61
100 ans	4,67

Tableau 3-2 : Niveaux extrêmes (SHOM / CEREMA)

Considérant les niveaux extrêmes associées à l'élévation du niveau de la mer sous l'effet du changement climatique, le niveau d'eau en 2090 pourra atteindre les 8,87 mCM (+5,28 m NGF).

3.3.2 HOULES

DHI [5] a effectué des modélisations hydrauliques pour différents scénarios et pour différentes directions de vent.

3.3.2.1 Clapot en rade de Brest

La simulation a été générée à partir des vents de secteur Sud-Est à Est. La figure suivante présente les directions de provenance du vent considérées pour les calculs d'agitation dans la rade de Brest.

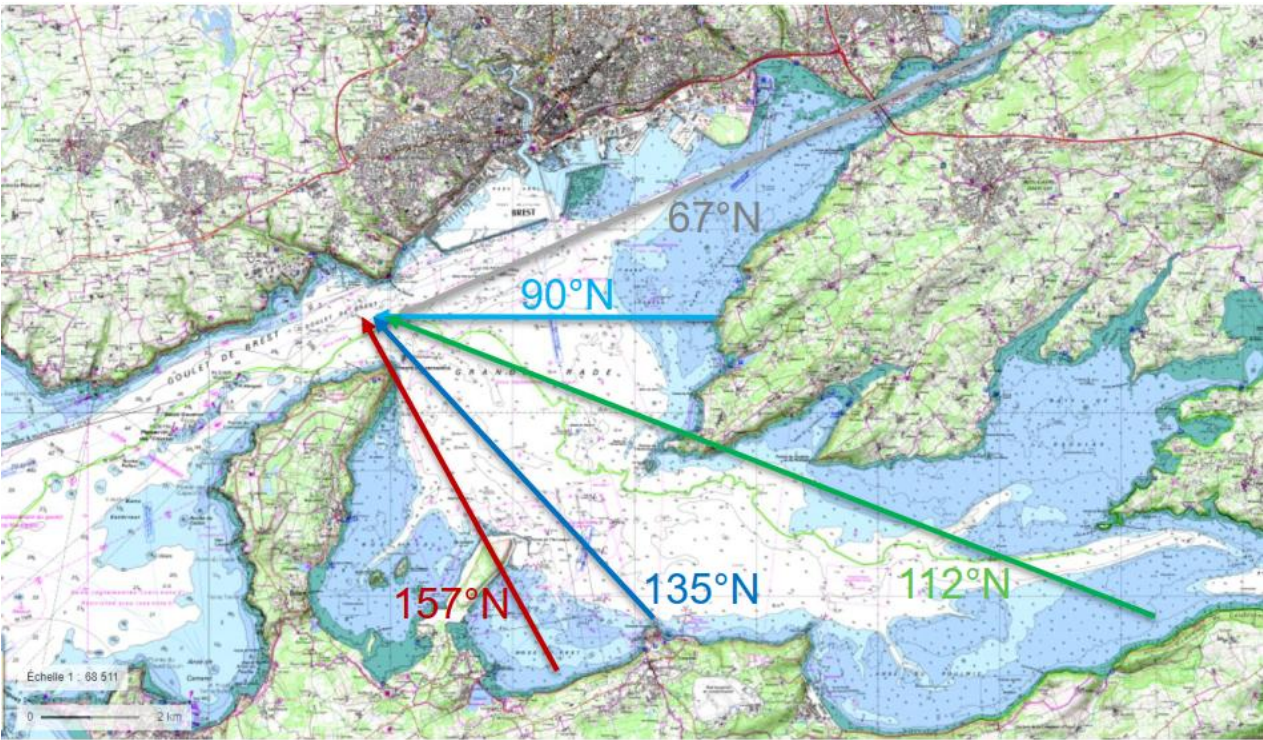


Figure 3-2 : Directions de provenance du vent (DHI, 2024)

Direction de provenance du vent [°N]	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°
Valeur extrême T100 Vitesse du vent [m/s]	20.4	19.1	20.1	23.5	25.5
Hs [m] en face Anse Ste-Anne (goulet)	0.807	1.097	1.181	1.475	1.66
Hs [m] à l'entrée Anse	0.71	0.92	1.14	1.42	1.57
Hs [m] au quai	0.73	0.92	1.1	1.32	1.31
Hs [m] devant digue	0.82	0.98	1.16	1.44	1.57
Hs [m] à prise d'eau	0.60	0.75	0.92	1.15	1.29
Tp [s]	4.15	4.05	4.20	4.40	4.40

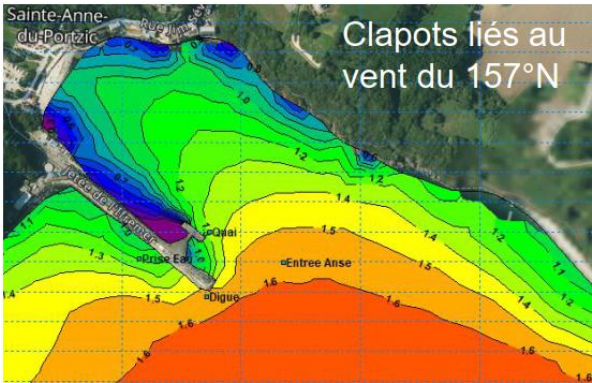


Figure 3-3 : Résultats des simulations des clapots en rade de Brest (DHI, 2024)

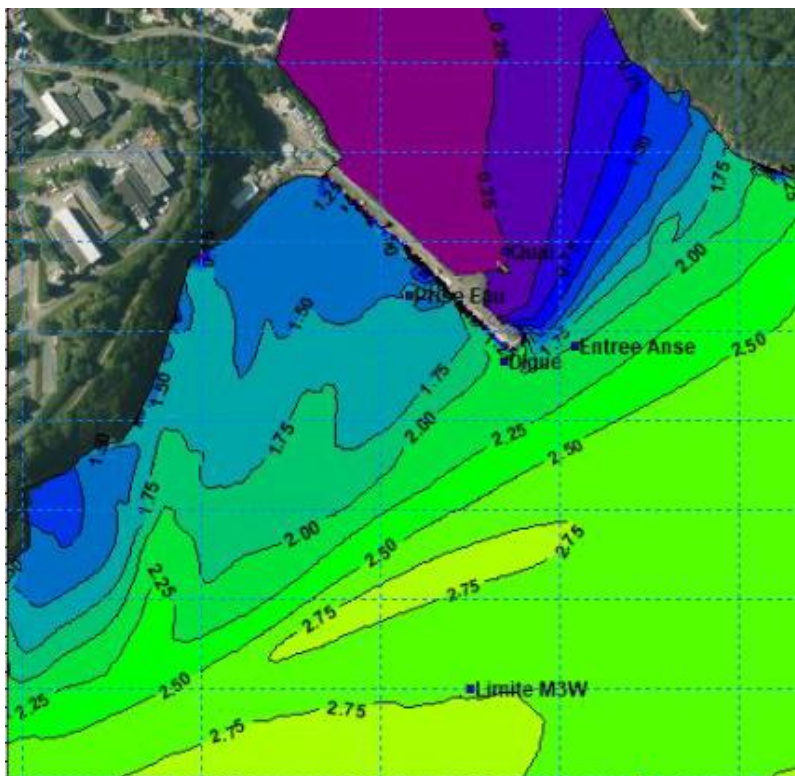


Figure 3-4 : Résultats des simulations de propagation de la houle (DHI, 2024)

La houle maximale due au clapot pour une période de retour 100 ans est d'environ 1,3 m

3.3.3 COURANTOLOGIE

La figure suivante présente les résultats des modélisations de courantologie (effet du vent et des vagues).

Courants [m/s]	Entrée Anse	Digue	Prise d'eau	Quai
Marée 95	0.14	0.15	0.03	0.04
Marée 114	0.16	0.18	0.04	0.06
Direction du max (vers où il porte)	207°N	248°N	300°N	163°N
Marée+vent+vagues (5 fev 2014)	0.17	0.44	0.24	0.064

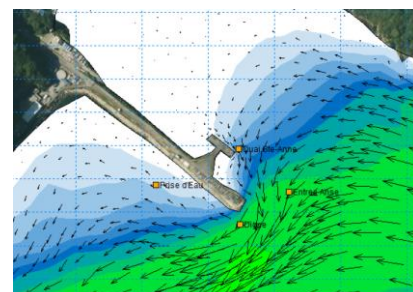


Figure 3-5 : Résultats des modélisations de courantologie

La vitesse maximale du courant dans l'anse de Sainte-Anne atteint environ 0,1 m/s.

3.4 CONTEXTE GEOLOGIQUE ET GEOTECHNIQUE

Les paragraphes suivants rappellent les principales caractéristiques géologiques et géotechniques du site. Celles-ci sont détaillée dans les documents concernés, notamment [7] et [8].

3.4.1 RECAPITULATIF DES DONNEES

Deux campagnes ont été menées sur la zone de projet :

- Une campagne réalisée en 2006 : Seul le sondage SD3 se situe à proximité de la zone d'étude. Les données de cette campagne ne seront pas utilisées.
- Une campagne réalisée par GINGER dans le cadre de l'étude de réhabilitation du quai.

Cette dernière campagne a consisté en :

- 2 sondages carottés d'environ 10 m de profondeur afin de caractériser la nature du sol contenu au sein des gabions et afin de prélever des échantillons permettant de réaliser des essais en laboratoire, dont :
 - ♦ 6 analyses granulométriques.
- 3 sondages destructifs de profondeur comprise entre 20 et 25 m, avec réalisation d'essais pressiométriques in-situ afin de :
 - ♦ Caractériser le niveau du terrain naturel au droit des gabions existants ;
 - ♦ Caractériser la nature du terrain constituant le mole ;
 - ♦ Caractériser les propriétés mécaniques des couches de sol de fondation et du terrain constituant le mole ;
- 8 essais au pénétromètre dynamique.

Le plan suivant représente l'implantation des sondages réalisés en 2024.

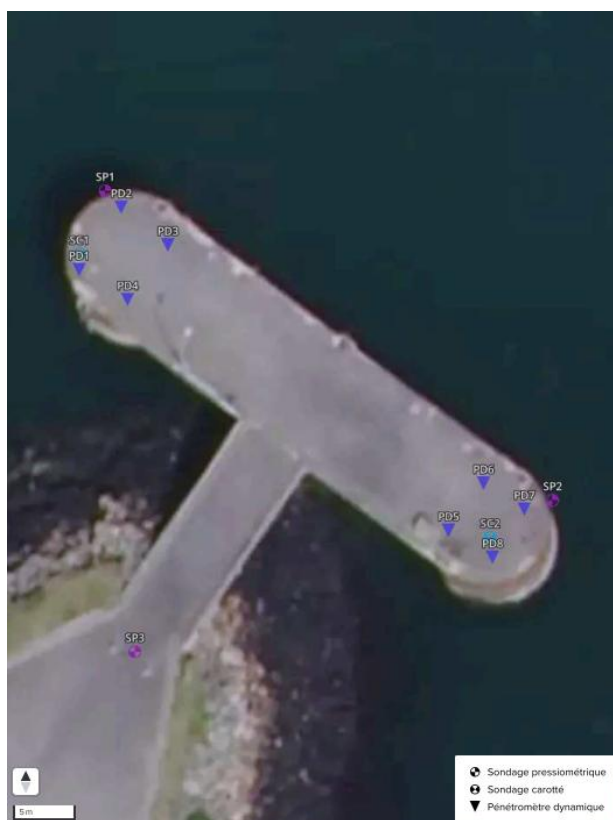


Figure 3-6 : Implantation des sondages de GINGER en 2024

3.4.2 MODELE GEOTECHNIQUE

Le tableau suivant synthétise la lithologie et les caractéristiques mécaniques de chaque couche de sol du modèle géotechnique utilisé.

	Niveau du toit	Niveau de la base	E_M	p_i^*	p_f^*
Vase	-4,5 m CM	-5,5 m CM	-	-	-
Sable	-5,5 m CM	-6,0 m CM	3,5 MPa	0,22 MPa	0,37 MPa
Schiste altéré	-6,0 m CM	-10,5 m CM	40 MPa	2,5 MPa	3,0 MPa

	Niveau du toit	Niveau de la base	E_M	p_i^*	p_f^*
Schiste sain	-10,5 m CM	> -19,0 m CM	375 MPa	4,8 MPa	4,8 MPa

Tableau 3-3 : Modèle géotechnique utilisé

Les valeurs choisies sont sécuritaires par rapport aux valeurs moyennes calculées.

NOTA : La résistance de la couche de vase est négligée dans les calculs.

NOTA : Certains pieux sont implantés au sein des gabions existants. Les actions et les résistances du remblai intégré aux gabions sont négligées.

3.5 BATEAUX CIBLES

Les navires ciblés ne dépassent pas 12 mètres de longueur. Afin de garantir un dimensionnement adapté aux types de bateaux susceptibles d'accoster à l'ouvrage, les ouvrages sont conçus en s'appuyant sur les recommandations du PIANC RecCom n°149-IV. Celles-ci permettent d'évaluer les efforts d'amarrage et d'accostage en prenant comme référence la longueur maximale des navires envisagés.

3.6 PERTE D'ÉPAISSEUR A LA CORROSION

L'ensemble des ouvrages métalliques est dimensionné en prenant en compte une épaisseur sacrificielle à la corrosion. Conformément à la norme NF EN 1993-5, une perte d'épaisseur due à la corrosion de 3,75 mm est considérée sur toutes les faces exposées à la mer pour une durée de vie de 50 ans.

Pour garantir la pérennité des ouvrages en béton armé, il est préférable de privilégier les éléments préfabriqués, afin d'assurer une qualité constante et un contrôle rigoureux tout au long du processus de fabrication. Cette démarche est particulièrement importante dans le milieu maritime, où les ouvrages sont exposés à un environnement particulièrement agressif.

4 DESCRIPTION DU PROGRAMME DE TRAVAUX

4.1 DESCRIPTION FONCTIONNELLE

Les principes techniques sont dictés par les contraintes du site, associées à la réduction des impacts des travaux sur le site d'implantation. L'étalement des enrochements et la limitation des volumes de terrassement sont les 2 principaux critères ayant mené à la structure retenue.

La vue en plan suivante présente le quai d'accostage projeté et le lexique utilisé pour identifier les différentes parties d'ouvrage.

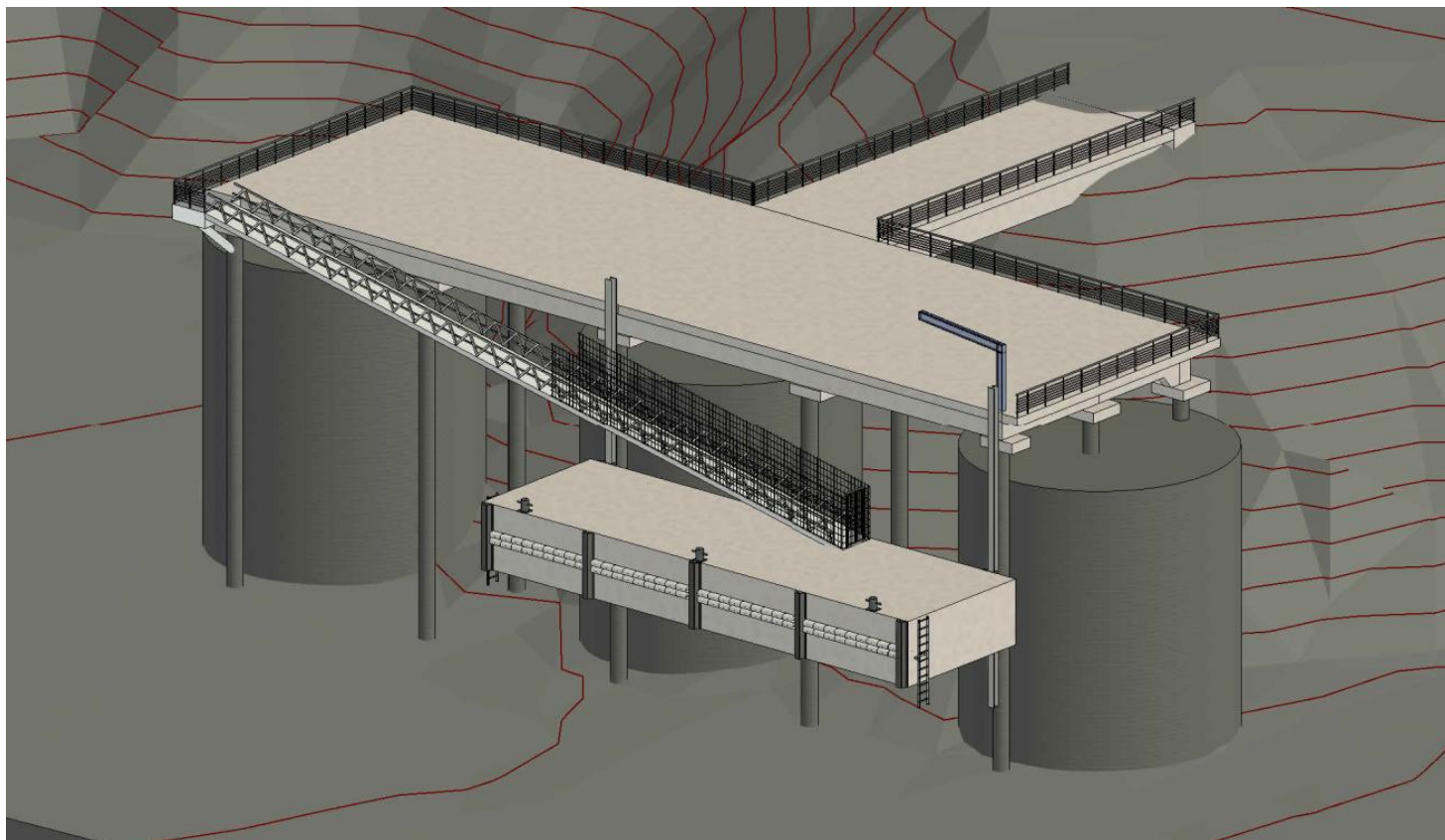


Figure 4-1 : Vue de l'ouvrage projeté

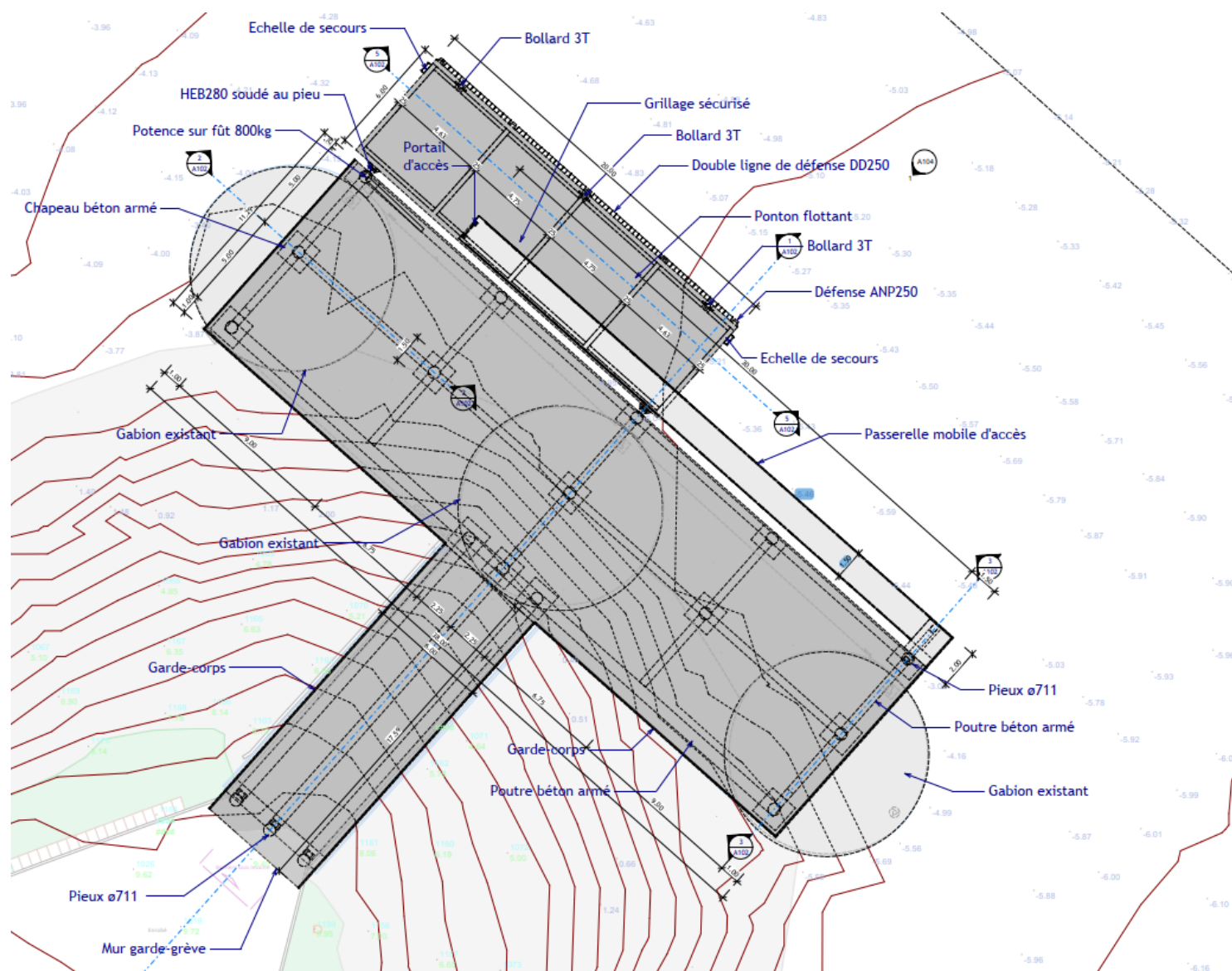


Figure 4-2 : Vue en plan de l'ouvrage projeté

4.2 STRUCTURE DU QUAI, DE LA PASSERELLE ET DU PONTON FLOTTANT

4.2.1 FONDATION DU QUAI

La fondation est réalisée par 15 pieux de diamètre 711 mm implantés dans les gabionnades existantes ou entre ceux-ci, mais hors de l'emprise des enrochements de protection de la digue identifiés par le dernier relevé bathymétrique (2024). Ainsi, côté digue, aucun pieu intermédiaire entre les gabions existants n'est mis en œuvre. Au droit des gabions, les pieux sont mis en œuvre à travers les matériaux de remplissage des gabions (sables grossiers marins) permettant la mise en fiche des pieux jusqu'au substratum.

4.2.2 SUPERSTRUCTURE DU QUAI

La superstructure du quai consiste en un réseau de poutres préfabriquées posées sur les chapiteaux en béton armé réalisés en tête des pieux. La dalle du quai, composée d'une prédalle et d'un hourdis coulé en place repose sur les poutres préfabriquées.

4.2.3 PASSERELLE FIXE D'ACCES

La passerelle d'accès permettant le passage de la digue au quai est de conception similaire à la superstructure du quai. Elle repose côté digue sur un massif faisant office de mur garde-grève et fondé sur 3 pieux de diamètre 711 mm. L'appui existant ne satisfait pas les critères de contrainte applicables au sol selon les normes actuelles.

4.2.4 PONTON FLOTTANT ET PASSERELLE MOBILE

Le ponton flottant est réalisé en béton armé et rempli d'une mousse polystyrène. Il est guidé par des profilés HEB fixés sur les pieux extérieurs aux gabions. La structure en béton armé se compose d'un caisson ouvert (sans radier), renforcé par des voiles transversaux. Des surépaisseurs sont intégrées dans la partie inférieure des murailles périphériques du ponton afin d'augmenter l'inertie de la section transversale. Les principales caractéristiques du ponton sont les suivantes :

- Longueur : 20 m ;
- Largeur : 6 m ;
- Creux : 2,5 m ;
- Franc-bord léger : 1,2 m.

Des chambres de lestage sont intégrées à chaque angle du ponton afin d'assurer son équilibrage une fois tous les équipements installés. Elles seront remplies de sable. Une bâche sera disposée en sous-face de l'appontement pour faciliter l'élimination des accrétions marines sans altérer le remplissage en polystyrène. Le ponton est guidé par un dispositif de galets roulant sur un profilé métallique. La figure suivante présente le dispositif de guidage envisagé.

Exemple de guidage sur poutrelle HEA 140

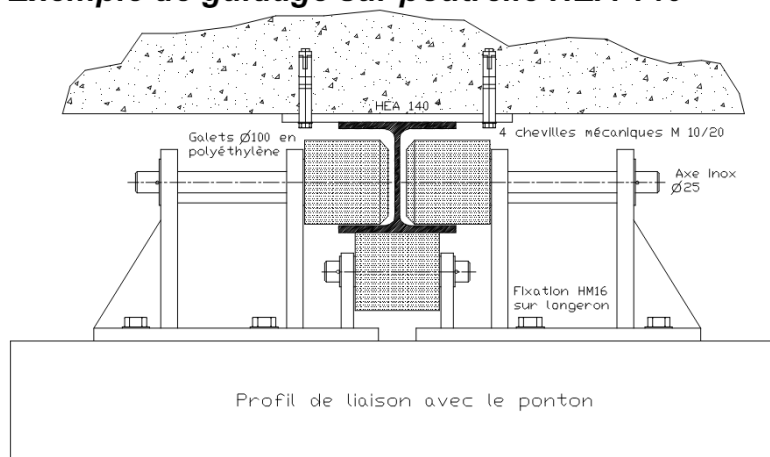


Figure 4-3 : Dispositif de guidage des pontons flottants (Guide de conception des pontons de plaisance)

La passerelle mobile d'accès permet d'accéder au ponton depuis le quai sur pieux :

- Longueur : 30 m ;
- Largeur : 1,5 m ;
- Largeur utile entre garde-corps : 1,4 m ;
- Articulation : rotule en tête ; galets sur rails en pied de ponton.

L'inclinaison maximale de la passerelle à marée basse (PBMA) est d'environ 15°. Un flap permet d'assurer la jonction entre passerelle et ponton pour tous les niveaux de marées.

4.3 EQUIPEMENT DU QUAÏ

4.3.1 REVETEMENT

Aucun revêtement spécifique n'est prévu pour la dalle du ponton. La surface en béton brut sera traitée afin de prévenir tout risque de glissement en cas de pluie. L'Entreprise proposera un mode de traitement, qui sera soumis à l'agrément du maître d'œuvre après validation sur un échantillon test.

4.3.2 POTENCE

Une potence sur fût sera implantée au niveau du front d'accostage dédié aux pêcheurs pour faciliter la manutention de colis lourds.

Les caractéristiques techniques de la potence sont les suivantes :

- Hauteur sous crochet : 2,5 m
- Charge maximale utile à 3 m : 800 kg

La potence sera manipulée manuellement à l'aide d'un système de palan. Elle devra être entièrement verrouillable en position de repos (perpendiculaire au front d'accostage) grâce à un dispositif mécanique à code, permettant d'en contrôler l'usage.

4.3.3 GARDE-CORPS

Des garde-corps sont implantés sur tout le pourtour du quai, sauf côté ponton afin de permettre la manutention de matériel.

4.3.4 ACCESSIBILITE

L'accessibilité au quai est contrôlée :

- Côté digue par le portail général d'accès au site à l'extrémité nord de la digue. La barrière devant la passerelle est conservée. Elle sera déposée durant les travaux et remise en place ensuite.
- Côté ponton par :
 - Un portail d'accès en pied de passerelle mobile.
 - Une grille d'une hauteur de 2 m environ le long du garde-corps côté mer de la passerelle

4.3.5 DEFENSE D'ACCOSTAGE

Le front d'accostage Nord sera équipé :

- De deux lignes de défenses extrudées de type DD250 fixées le long du front d'accostage pour permettre une continuité du front d'accostage et faciliter l'accueil tant des grands navires que des petits ;
- De défenses trapézoïdales verticales espacées d'environ 5m permettant d'éviter aux unités de passer sous les défenses horizontales.

4.3.6 ECLAIRAGE

Le front d'accostage sera éclairé par 4 projecteurs sur mât pour permettre les opérations de chargement et déchargement de nuit de manière sécurisé.

4.3.7 ECHELLES

Deux échelles métalliques de secours seront installées aux extrémités du ponton.

4.3.8 BOUEES

Le ponton et le quai seront équipés de 4 bouées couronne, chacune dotée d'une ligne de vie de 30 mètres et d'une plaque signalétique « Secours aux noyés ». L'ensemble sera fixé sur le garde-corps pour les bouées du quai, sur des supports spécifiques près des échelles pour le ponton.

5 METHODES ET PHASAGE DE TRAVAUX

5.1 METHODES ET MOYENS

5.1.1 TRAVAUX DE DEMOLITION

Les travaux de démolition concernent les opérations de dépose et de démolition de l'ouvrage existant. Ces travaux consistent en les opérations suivantes :

Opération	Moyens
<p>Dépose des éléments préfabriqués du tablier du quai d'accostage ;</p> <p>Cette opération concerne les dalles (dont l'épaisseur est estimée à 30 cm d'après les plans d'archives) et les poutres préfabriquées (4 par travée) constitutives du tablier de l'actuel quai d'accostage.</p>	<p>Sciage et démolition : petit matériel manuportatif, voire minipelle et BRH positionnée sur les gabions.</p> <p>Pour les éléments côté digue : Grue type LTM 1350 positionnée sur l'esplanade de la digue devant le quai.</p> <p>Pour les éléments côté mer : grue treillis sur chenille (type LR) positionnée sur ponton flottant.</p>
<p>Démolition du radier de fondation des poutres sur chaque gabion ;</p> <p>Cette opération concerne les fondations superficielles des poutres (radier) identifiées sur chaque gabion. Les gravats sont collectés et évacués.</p>	
<p>Purge en tête des gabions et recépage des palplanches existantes. Cette opération permet de libérer la hauteur nécessaire à l'implantation des nouvelles superstructures du quai.</p>	
<p>Dépose des éléments préfabriqués de la passerelle fixe d'accès au quai ;</p> <p>Cette opération concerne les dalles et les poutres préfabriquées constitutives du tablier de la passerelle fixe d'accès entre la digue et le quai d'accostage.</p>	<p>Grue type LTM 1350 positionnée sur l'esplanade de la digue devant le quai.</p>
<p>Purge des enrochements au droit des pieux hors gabions ;</p> <p>Une purge superficielle localisée au droit des pieux hors gabions est à prévoir pour enlever les éventuels blocs d'enrochement pouvant gêner la mise en œuvre de ces pieux.</p>	<p>Pelle long bras sur ponton.</p>

Tableau 5-1 : Déroulé des travaux de démolitions

5.1.2 MISE EN ŒUVRE DES PIEUX DE FONDATION

Les 15 pieux de fondation sont mis en œuvre après les opérations de démolitions.

Opération	Moyens
Mise en fiche et enfoncement des pieux	Grue treillis sur chenille (type LR1100.1) positionnée sur ponton flottant. Approvisionnement pieu par barge depuis la cale.
Reprofilage du fond et enlèvement des palplanches en cas de dégrafage et basculement de ces éléments.	Pelle positionnée sur ponton flottant.

Tableau 5-2 : Mise en œuvre des pieux de fondations

5.1.3 RECONSTRUCTION DU TABLIER DU QUAÏ D'ACCOSTAGE

La dalle supérieure est composée de poutres préfabriquées supportant une dalle en béton armé. Les poutres préfabriquées sont posées sur des chapiteaux en béton armé coiffant les pieux de fondation.

Opération	Moyens
Pose et clavetage des chapiteaux	Grue type LTM 1350 positionnée sur l'esplanade de la digue devant le quai pour la pose des chapiteaux préfabriqués posés sur les pieux. Camion pompe pour le coulage du béton.
Pose des structure préfabriquées	Pour les éléments côté digue (éléments de la passerelle d'accès au quai et poutres longitudinale de rive côté digue) : Grue type LTM 1350 positionnée sur l'esplanade de la digue devant le quai. Pour les éléments côté front d'accostage : Grue treillis sur chenille (type LR1100.1) positionnée sur ponton flottant

Tableau 5-3 : Opération sur le tablier d'accostage

5.1.4 RECONSTRUCTION DE LA PASSERELLE DU QUAÏ

L'état du mur garde grève, support actuel des poutres de la passerelle, ne permet pas de reprendre les charges envisagées sur le nouvel ouvrage selon les normes de dimensionnement actuelles. Il sera démoli après dépose de la passerelle existante et reconstruit. Une fondation sur pieux est prévue pour assurer la reprise des efforts verticaux en limitant l'impact sur l'emprise des travaux et sur la stabilité générale du talus de la digue côté quai.

La passerelle d'accès sera reconstruite en intégralité. Sa structure est similaire à la structure du tablier du quai.

Opération	Moyens
Réalisation des pieux de fondation	Atelier positionné sur l'esplanade de la digue.
Pose des structure préfabriquées de la passerelle	La grue type LTM 1350 utilisée pour les opérations de démolition et de pose des poutres préfabriquées de rive côté digue pourra être mobilisée pour la pose des poutres et prédalles préfabriquées de la passerelle.

Tableau 5-4 : Opération sur la passerelle d'accès au quai

5.1.5 PONTONS FLOTTANTS ET PASSERELLE MOBILE D'ACCES

En parallèle de la mise en œuvre des pieux et des superstructures, le ponton en béton armé est préfabriqué sur un site dédié, en dehors du site de Sainte-Anne-du-Portzic, laissé au choix de l'Entreprise titulaire (forme de radoub, quai, ...). Le polystyrène servira de coffrage partiel au béton armé. La console supportant l'articulation de la passerelle au niveau du quai et la passerelle seront également fabriquées en usine.

L'ensemble est acheminé sur site. Par voie maritime pour le ponton, par voie maritime ou terrestre pour la passerelle mobile.

6 CONTINUITE D'EXPLOITATION ET SECURITE DURANT LE CHANTIER

6.1 ACCES ET COACTIVITE

L'opération nécessite des interventions par voie terrestre et par voie maritime.

L'accès au périmètre des travaux est réalisé par la digue pour la voie terrestre et par la cale ou les infrastructures portuaires à proximité pour la voie maritime. Les activités identifiées autour du site devront être maintenues. En particulier l'accès à la cale est à maintenir ainsi que l'accès aux dispositifs de recherche en place sur et autour de la digue. Sur mer, la coactivité avec les plaisanciers devra être anticipée avec une communication. Une mise en sécurité de la zone de travaux est nécessaire.

6.2 ZONES DE TRAVAUX, DE STOCKAGE ET DE BASE-VIE

Le zonage des installations pressenti à ce stade est le suivant :

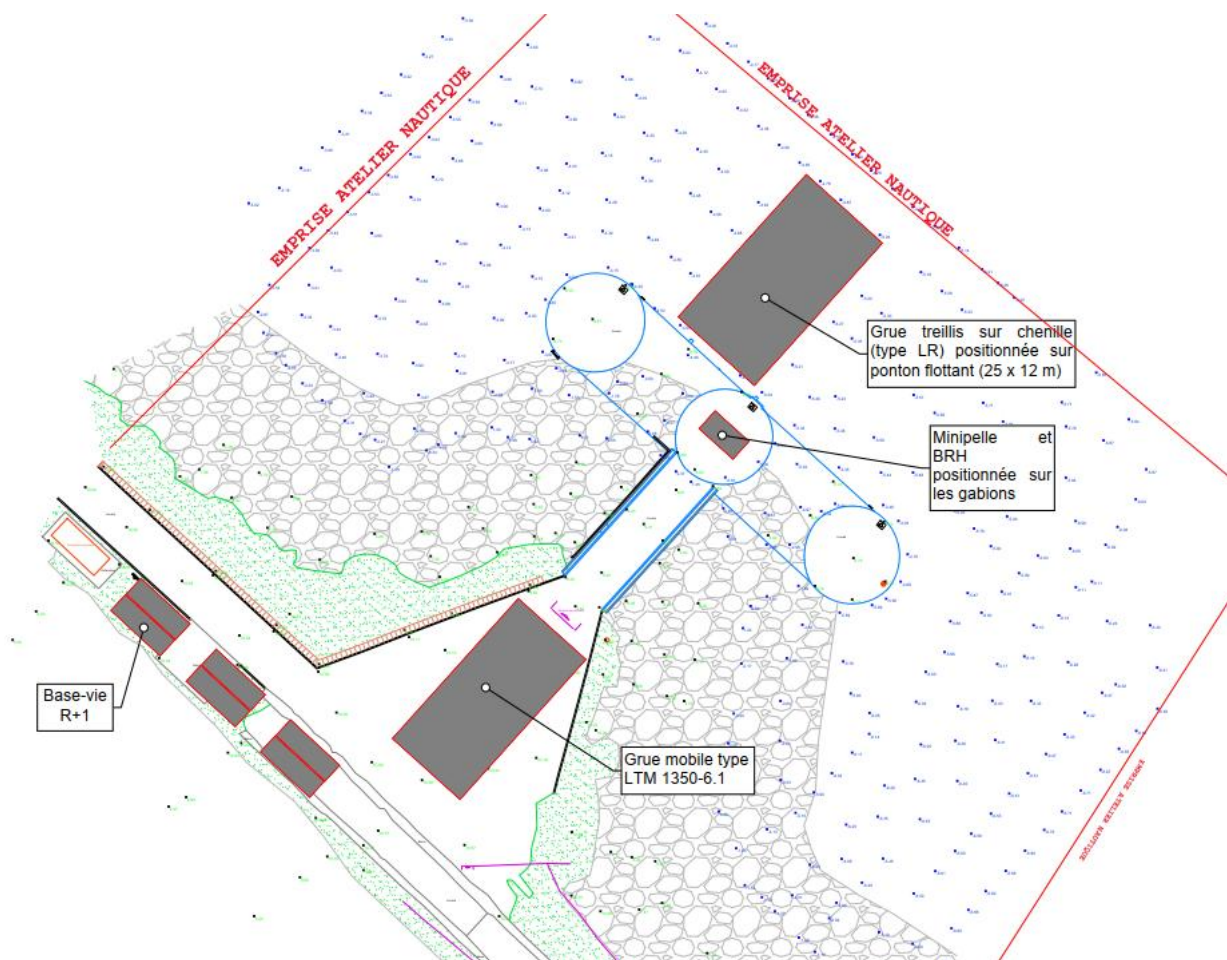


Figure 6-1 : Installations de chantier

Une zone de stockage sera nécessaire pour l'approvisionnement des pieux et éléments préfabriqués notamment. La zone le long de la voie d'accès au quai pourra être mise à disposition de l'entreprise :



Figure 6-2 : Zone de stockage

Par ailleurs, l'institut de la corrosion occupe une place importante à l'extrémité du môle. En cas de départ de cet institut avant le démarrage des travaux, la place pourrait être libérée et permettre d'implanter la base-vie et / ou des surfaces de stockage.

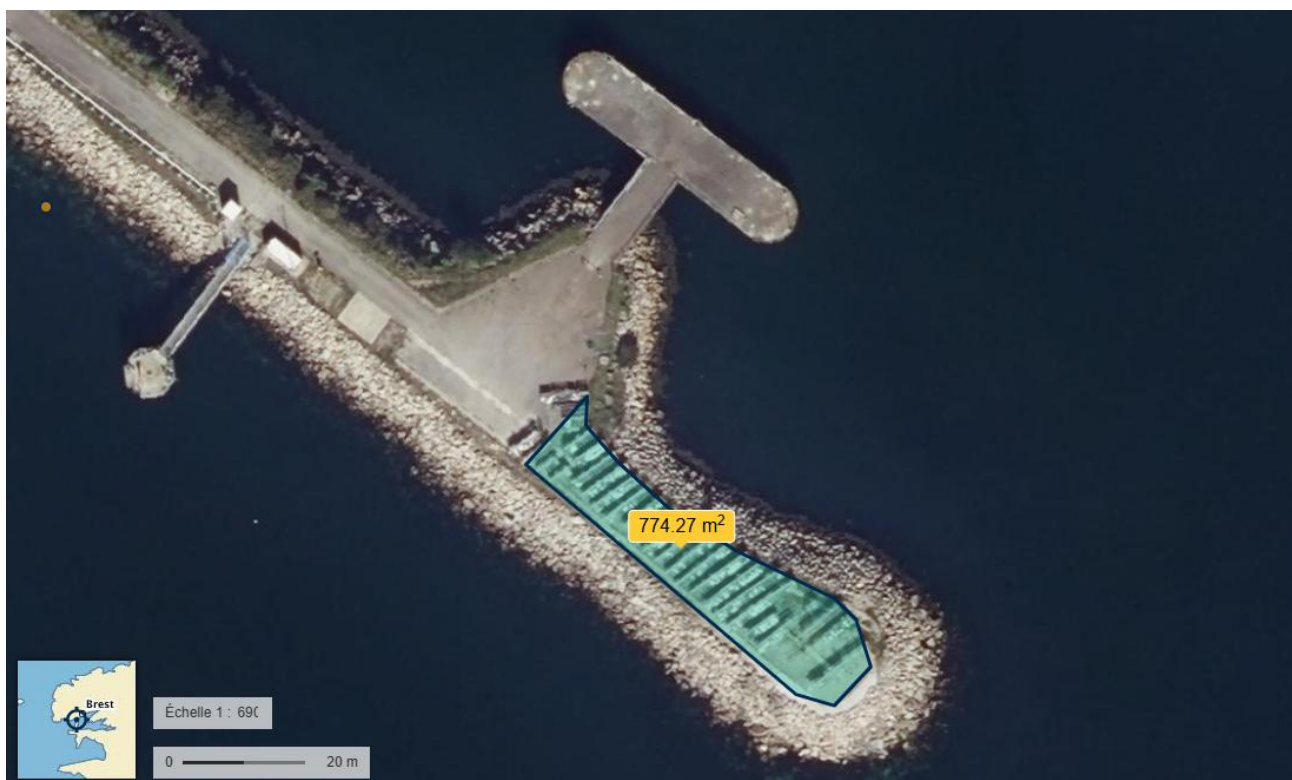


Figure 6-3 : Zone de stockage potentielle en extrémité de môle

6.3 NUISANCES

En phase travaux, il conviendra de tenir compte de la proximité avec **des zones résidentielles, des zones d'activité professionnelle et de recherche et des zones de loisir.**

Une opération de communication sera mise en œuvre par l'IFREMER pour présenter au voisinage le projet et les différentes échéances.

La planification des opérations bruyantes, inhérentes aux travaux prévus, devront être réalisées en dehors de la période estivale (soit après le mois d'octobre). Les opérations concernées sont principalement le battage des pieux dans le sol.

6.4 PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

La réhabilitation de l'ouvrage devra prendre en compte le contexte marin local notamment vis-à-vis des méthodologies d'intervention et de protection du milieu.

Les travaux intégreront plusieurs types de protection afin d'éviter toute pollution du site :

Écrans anti-turbidité (rideaux flottants) :	<p>Installer des rideaux géotextiles flottants pour limiter la dispersion des particules et sédiments dans l'eau.</p> <p>Fixer ces écrans autour de la zone d'intervention pour contenir les matières en suspension (MES).</p>
Barrages flottants anti-pollution	Mettre en place des barrages absorbants pour contenir et récupérer d'éventuelles fuites d'hydrocarbures ou de béton
Collecte et Traitement des Débris de Béton	<p>Utiliser des plateformes de collecte flottantes pour éviter la chute de gravats dans l'eau.</p> <p>Mettre en place des filets de rétention sous la zone de découpe pour récupérer les morceaux de béton armé.</p>
Préfabrication à Terre	<p>Privilégier les éléments préfabriqués en béton armé :</p> <p>Limiter les travaux de coffrage et de bétonnage en milieu marin pour réduire les risques de pollution.</p> <p>Clavetage sur place avec des joints spéciaux limitant les fuites de laitance.</p>
Récupération des Eaux de Lavage	<p>Installer des bacs de rétention pour collecter les eaux de nettoyage des outils et des équipements.</p> <p>Filtrer ces eaux avant rejet pour éliminer les particules de ciment</p>
Limiter les nuisances sonores	<p>Utiliser des marteaux hydrauliques ou vibrateurs à faible émission sonore pour le battage des pieux.</p> <p>Installer des écrans acoustiques immergés pour limiter la propagation des ondes sonores.</p>

Tableau 6-1 : Mesures pour la protection de l'environnement

6.5 CAPACITE DES ENGINS DE MANUTENTION

En première approche, les poutres de rive côté digue du quai sont les éléments les plus massifs et les plus contraignants à poser. Leur poids unitaire est d'environ 22 t. Une grue type LTM 1350 positionnée sur l'esplanade de la digue devant le quai permet de reprendre ces charges. Les éléments moins lourds pourront être manutentionnés depuis l'esplanade ou depuis l'atelier nautique avec une grue mobile sur ponton flottant.

7 PLANNING DE TRAVAUX

8 MONTANT DES TRAVAUX

9 CADRAGE REGELEMENTAIRE

ANNEXE 1 PLANNING

ANNEXE 2 CHIFFRAGE