

Volet aménagements maritimes

Note générale Phase PROJET

PORNICHET - 44

Marché de conception réalisation
pour le réaménagement des ports de
plaisance de Pornichet



SEM CEPP

SOUS-TRAITANCE



Modifications	Indice	Date	Établi	Vérfié	Validé	Suivi des modifications	État
	A	18/07/2025	ALC / GSA	ALE	MCO		
B	10/10/2025	ALC / GSA	ALE	MCO	Mise à jour		

ÉMETTEUR	ENTITÉ		NUMÉRO INTERNE	DOCUMENT	PHASE ÉTUDE	THÈME	N° DOCUMENT	INDICE	STATUT
CHA	NA	C	24009	NDC	PRO	DIM	001	B	PVI

SOMMAIRE

HISTORIQUE DES RÉVISIONS	4
1. PRÉAMBULE	5
1.1. Contexte	5
1.2. Présentation générale du projet	6
1.3. Rappel de l'historique du projet et de ses évolutions	8
2. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE	14
2.1. Données	14
2.2. Normes et règlements applicables	15
3. DONNÉES DE SITE	19
3.1. Nivellement et référentiel	19
3.2. Topographie et bathymétrie	19
3.3. Niveaux d'eau	19
3.4. Courants	20
3.5. Houles	20
3.6. Vent	22
3.7. Géotechnique	23
3.8. Sismologie	27
3.9. Environnement	27
4. DESCRIPTION DES OUVRAGES EXISTANTS	30
4.1. Diagnostic de la digue existante	30
4.2. Chenaux d'accès	33
4.3. Port d'échouage	34
4.4. Terre-plein du port à flot	37
4.5. Bassin du port à flot	39
4.6. Darse du port à flot	41

AIDE À LA NAVIGATION

5. DESCRIPTION GÉNÉRALE DES OUVRAGES PROJETÉS



Retour au
sommaire



Liens vers
Annexes



Télécharger
un fichier

	43
5.1. Implantation, plan d'aménagement	43
5.2. Bassin d'échouage	44
5.3. Renforcement de la digue du port d'échouage	52
5.4. Extension du terre-plein	56
5.5. Appontements du port à flot	60
5.6. Réparation de la darse	65
5.7. Chenaux d'accès et balisage	67
5.8. Enjeux environnementaux	68
6. MAINTENANCE DES OUVRAGES	69
6.1. État des ouvrages en fin de contrat	69
6.2. Modalités de maintenance et d'entretien	69
7. HYPOTHÈSES FONCTIONNELLES	72
7.1. Durée d'utilisation de projet	72
7.2. Fiabilité	72
7.3. Catégorie d'importance sismique	73
7.4. Agitation et franchissements	74
8. ACTIONS ET SOLLICITATIONS	75
8.1. Actions permanentes	75
8.2. Actions variables	75
9. COMBINAISONS D'ACTIONS	79
10. MATÉRIAUX	80
10.1. Béton 80	
10.2. Armatures pour béton armé	81
10.3. Pieux de guidage des pontons	81
10.4. Aluminium	82
10.5. Bois	83
11. VÉRIFICATIONS	84
11.1. Béton armé	84
11.2. Pieux de guidage des pontons	84
11.3. Digue et terre-plein	85



Retour au
sommaire



Liens vers
Annexes



Télécharger
un fichier

AIDE À LA NAVIGATION

AIDE À LA NAVIGATION



Retour au
sommaire



Liens vers
Annexes



Télécharger
un fichier

HISTORIQUE DES RÉVISIONS

Rév.	Signataire et repérages des paragraphes modifiés
A	Rédacteur : Anne-Laure COUËTOUX du TERTRE / Galatée SALAÛN Vérificateur : Anthony LERAY Approbateur : Milig COLLOBERT Émission initiale.
B	Rédacteur : Anne-Laure COUËTOUX du TERTRE / Galatée SALAÛN Vérificateur : Anthony LERAY Approbateur : Milig COLLOBERT Mise à jour.

1. PRÉAMBULE

1.1. Contexte

Contexte du projet

Le site des ports de Pornichet se situe à la croisée entre différents paysages. D'est en ouest, il marque l'interface entre le centre-ville de Pornichet, ses quartiers balnéaires et littoraux et la mer ; du nord au sud, entre la baie sableuse du Pouliguen de la Baule-Pornichet et la côte rocheuse de Pornichet.

Le projet du port doit créer une place nautique centrale, dynamique, attractive et reconnue réunissant le port à flot et le port d'échouage, qui s'intégrera à la fois dans la continuité du remblai tout en marquant l'aboutissement de la baie.

Ce nouveau lieu constituera un point d'étape d'une promenade projetée entre littoral et ville dont le parcours reliera la gare de Pornichet à l'hippodrome en passant par les Océanes, le square Hervo, le boulevard de la République et la place du marché.

Les ports de Pornichet sont un point de convergence entre deux « Y » :

- Celui formé à l'est par la jonction des avenues métropolitaines (avenue du Baulois, boulevard de Saint-Nazaire) avec le boulevard de la République,
- Celui formé au nord par l'avenue Charlotte et le Boulevard des Océanides.

Le port doit devenir dans ce système un point d'attraction, qui contribue à faire du lien entre les quartiers de Pornichet. Pour ce faire, le port doit développer une puissance d'usage, assise sur une grande qualité architecturale et paysagère.

Dans ce cadre, le parvis des Océanes constitue un lien majeur entre le quartier de la gare, le secteur commerçant de l'avenue du général de Gaulle et la promenade du port.

Le rond-point de l'Europe est un emplacement stratégique à l'articulation entre le front de mer, l'entrée du port et le centre-ville. Il structure des ouvertures paysagères depuis et vers ces espaces emblématiques du paysage pornichétin.

La démarche de « projet de ville » développée et mise en œuvre par la Municipalité depuis 2017 a cherché à mettre en cohérence les études engagées et les a complétées par une démarche de concertation afin d'engager de façon pragmatique et concrète, le projet dans une phase opérationnelle.

Ainsi, la requalification des axes structurants des avenues du Baulois et de Saint-Nazaire, le réaménagement total du quartier de la gare et de la place du Dauphin, le réaménagement en cours du Cœur de ville et celui du front de mer constituent les fondements du projet de ville et créent le cadre du renouvellement de la place portuaire.

La démarche de projet

Les concessions des ports de plaisance et d'échouage de la ville de Pornichet arrivent à échéance au 31 décembre 2026.

La Municipalité a souhaité anticiper cette échéance et lancer une réflexion sur l'avenir de ses ports à la fois par le biais d'études mais également en recueillant l'avis des habitants.

Les ports de Pornichet ont fait l'objet en 2018-2019 d'un travail de réflexion ciblée dans le cadre des études pour l'activation de la façade littorale de la métropole de Nantes / Saint-Nazaire sur les communes de Saint-Nazaire et Pornichet. Cette étude, commandée par le pôle métropolitain Nantes / Saint-Nazaire en partenariat avec la CARENE, les villes de Saint-Nazaire et de Pornichet, a été réalisée par le groupement constitué de l'agence d'architectes catalans Jornet-Llop-Pastor,

l'agence Barré-Lambot, Contrepoint, Urbanwater et les programmistes d'Alphaville.

L'admn a accompagné le pôle métropolitain dans la démarche pour le compte de l'ensemble des partenaires et a piloté la réalisation des études.

Un atelier de concertation relatif à l'avenir des ports s'est tenu le 22 mars 2018 réunissant plus de 140 personnes. Une réunion publique a permis de présenter l'avancement des réflexions et des études le 7 juillet 2019.

Lors de ces échanges, il avait notamment été évoqué le souhait d'améliorer les services portuaires et notamment ceux du port d'échouage, de créer de nouveaux services pour les plaisanciers, de moderniser les bâtiments actuels, de réaménager les espaces publics, et de préserver le stationnement tout en proposant des modes de déplacement alternatifs à la voiture.

Il avait également été demandé que le projet soit exemplaire en matière environnementale.

La municipalité a organisé en novembre 2020 des réunions de concertation avec les associations de plaisanciers, les commerçants et les acteurs nautiques pour coconstruire les orientations programmatiques du projet.

Cette démarche d'écoute des besoins et de concertation a été renouvelée au printemps 2023 afin de finaliser et consolider le présent programme.

En préalable à la procédure de passation du contrat de concession de délégation de service public (DSP), la ville a publié un appel à manifestation d'intérêt auprès des plaisanciers pour attribuer de futures garanties d'usage qui concourront au financement de l'opération. Cette démarche a connu un véritable succès. Ainsi la municipalité par délibérations des conseils municipaux des 30 juin et 22 septembre 2021 a attribué 570 garanties d'usage.

Toutes les demandes n'ayant pu être satisfaites, et en cas de cession par les attributaires, la ville a constitué des listes d'attente créatrices de droit par bassin et type de bateaux.

1.2. Présentation générale du projet

Présentation générale du projet

Le projet de réaménagement du port de plaisance de Pornichet doit répondre à l'ensemble des objectifs visés par le concédant :

- Un port discret, vert, intégré dans le paysage.
- Un port ouvert à tous et à des nouveaux usages.
- Un port permettant d'assurer la sécurité des plaisanciers et des riverains.
- Un port qui prend soin de son environnement maritime, de la nature, et qui n'abîme pas la baie du Pouliguen.
- Un port accueillant que l'on a envie de faire découvrir à ses amis, sa famille.
- Un port qui dans son fonctionnement permet aux professionnels de voir leur activité facilitée et encouragée.
- Un port animé ouvert sur la culture, sur la fête.

Pour atteindre ces objectifs, le projet comporte un ensemble cohérent d'aménagements :

- La transformation du port d'échouage avec la mise en œuvre de pontons qui comprendra 550 places dont 470 sur pontons et 80 à l'échouage.
- Le rehaussement de la digue Nord-ouest du Port d'échouage d'un mètre cinquante.
- L'extension du terre-plein central et la sécurisation de la passe d'entrée du port d'échouage.

- La redéfinition du plan de mouillage du port en eaux profondes.
- La reconstruction d'un bâtiment central, afin d'y accueillir les commerces, les associations, de nouvelles activités notamment événementielle et le pôle technique et nautique.
- La création d'une capitainerie emblématique dont la vue donnera sur la baie du Pouliguen et sur les deux bassins.
- La rénovation des sanitaires sur les deux digues du port en eaux profondes, à la capitainerie.
- La création de 100 places de parking supplémentaires par la construction d'un niveau supplémentaire sur le parking actuel.

Aménagements maritimes

Le projet de réaménagement global comprend deux volets relativement distincts :

- Un projet d'aménagements maritimes, comprenant :
 - La modernisation des bassins portuaires (à flot et à échouage).
 - Le renforcement de la digue de protection du port d'échouage.
 - L'extension du terre-plein central du port à flot.
 - La réparation de la darse.
- Un projet d'aménagements terrestres, comprenant :
 - La reconstruction du bâtiment central.
 - La création d'une capitainerie.
 - La rénovation des sanitaires.
 - La création d'un parking.
 - La modernisation de l'aire de carénage.
 - La modernisation des voiries et réseaux.

Le présent document concerne uniquement les aménagements maritimes.

Localisation des aménagements maritimes



Figure 1 : Localisation des aménagements maritimes

Modernisation du bassin d'échouage	<p>Le bassin d'échouage permet actuellement l'accueil de bateaux au mouillage et il est envisagé de remplacer les mouillages par des pontons échouant afin de permettre :</p> <ul style="list-style-type: none"> • D'améliorer la sécurité des plaisanciers, des infrastructures et des bateaux. • D'améliorer l'offre d'emplacements permettant aux plaisanciers de disposer d'emplacements avec beaucoup plus de services et de confort (accès aux pontons à toute heure de marée, eau, électricité) en totale cohérence avec leurs attentes. • De conserver une offre à bas coût avec la conservation d'emplacements sur mouillages. • D'améliorer les conditions d'accueil des plaisanciers et de travail des équipes portuaires.
Modernisation du bassin à flot	<p>L'ensemble des pontons du port en eau profonde date de l'origine du port (hormis ponton O et N). Ils sont donc aujourd'hui en fin de vie et leur remplacement est nécessaire. De plus, la largeur des pannes et catways est insuffisante et n'est plus dans les standards actuels ce qui peut poser des problèmes de sécurité. Les pieux de guidage des pontons sont conservés.</p> <p>Il est prévu de remplacer l'ensemble des éléments de pontons et de revoir le calepinage des emplacements. L'augmentation nécessaire de la largeur entre les catways va induire une baisse brute du nombre d'emplacements afin d'atteindre environ 1000 emplacements sur pontons.</p>
Renforcement de la digue du port d'échouage	<p>Le bassin du port d'échouage est aujourd'hui insuffisamment protégé des houles du large. La digue sera donc renforcée :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rehaussement dans la limite des prescriptions du programme. • Élargissement nécessaire à l'atténuation des houles. <p>La digue ainsi confortée permettra de limiter l'agitation dans le bassin portuaire à des niveaux permettant la mise en place des pontons sur pieux et l'amarrage des bateaux en sécurité.</p>
Extension du terre-plein central du port à flot	<p>Le terre-plein central du port à flot sera étendu d'environ 8000 m² pour accueillir la capitainerie, l'espace polyvalent, des espaces de promenade et de stationnement.</p> <p>Le terre-plein sera réalisé en remblais d'apport et protégé côté bassin par un talus en enrochements sur le même principe que le talus actuel.</p>
Modernisation des moyens de mise à l'eau	<p>La darse, constituée de dalles bétons supportées par une structure poteaux/poutres, est aujourd'hui endommagée.</p> <p>L'ouvrage sera mis en sécurité.</p>

1.3. Rappel de l'historique du projet et de ses évolutions

Évolutions du projet – infrastructures maritimes	<p>Le projet de réaménagement des ports de plaisance de Pornichet a évolué tout au long de sa définition afin de renforcer sa faisabilité technique, sa soutenabilité financière et de l'adapter aux enjeux environnementaux.</p> <p>Les principales évolutions ayant permis d'aboutir au présent projet sont rappelées ci-dessous.</p>
Bassin à seuil	<p>Le projet initial avait pour ambition la création d'un bassin à seuil sur l'emprise de l'actuelle zone de mouillage. Ce bassin à seuil permettait la mise en place d'un</p>

nombre important d'anneaux présentant un niveau de service et de confort très supérieur aux mouillages préexistants :

- Protection du plan d'eau toute l'année
- Bateaux accessibles et flottants 24h/24h
- Limitation des sorties du port selon le niveau de marée

Cette orientation programmatique a été abandonnée, notamment du fait :

- De coûts d'infrastructures importants et difficilement soutenables par les seuls revenus de l'exploitation portuaire.
- De travaux importants potentiellement impactants : réalisation d'un seuil mobile, étanchéification du bassin.
- D'impacts importants sur les conditions hydrosédimentaires du site :
 - Dragage initial du bassin.
 - Envasement récurrent nécessitant des dragages d'entretien régulier du bassin estimés de l'ordre de 20 000 m³/an.
 - Incidence sur le transit sédimentaire du sud de la baie.



Figure 2 : Bassin à seuil

Promenade piétonne Le projet initial prévoyait une promenade piétonne permettant de circuler sur ou le long de la digue Nord et de franchir la passe d'entrée du port à seuil vers le terre-plein central du port à flot.

Cet aménagement a été abandonné du fait de contraintes techniques importantes pour la réalisation d'un cheminement sécurisé sur et/ou le long la digue entraînant des coûts d'investissements et d'entretien trop importants.



Figure 3 : Promenade piétonne

Extension du terre-plein central

Le projet initial prévoyait une extension du terre-plein central du port à flot de 10 000 m² pour accueillir les nouveaux services portuaires.

Cette surface d'extension a été ramenée au minimum nécessaire à l'exploitation portuaire future. Cette optimisation a permis une diminution de la surface de l'extension à 8000 m² soit une réduction de 20%.

Cette réduction de surface a permis :

- Une réduction des surfaces naturelles impactées par le nouveau remblai.
- Une réduction des apports de matériaux nécessaires à la réalisation des travaux (remblai et aménagements de surface).



Figure 4 : Surface du terre-plein

Implantation de la digue de protection Nord

La digue Nord, trop basse, est renforcée dans le cadre du projet. Ce renforcement a évolué au cours des études afin de concilier :

- Une limitation des travaux à réaliser
- La préservation du platier rocheux sur lequel a été inventorié la présence d'habitats à Sabellaria Alveolata (récifs hermelles, visualisation sur la figure ci-dessous).

Sur la dernière section de digue en bordure du platier rocheux présentant des récifs hermelles, l'implantation de la digue a été revue afin de ne pas empiéter sur le platier rocheux au-delà de la limite de la digue actuelle côté mer et donc de renforcer la digue en l'étendant côté port uniquement.

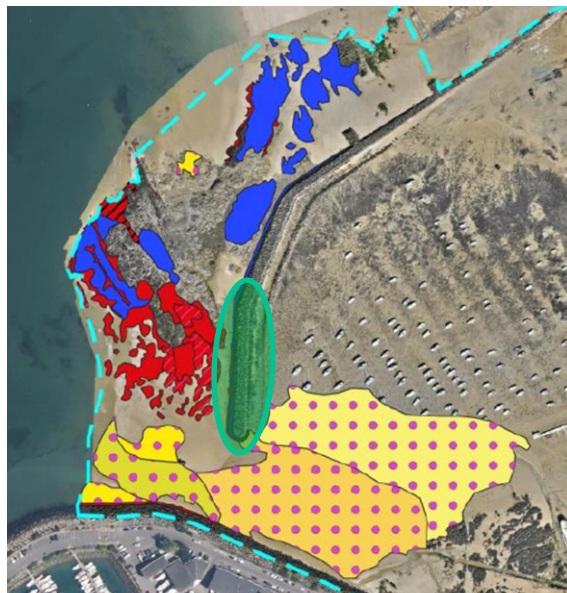


Figure 5 : Implantation de la digue Nord

Suppression de la cale de mise à l'eau pour dériveur

Le projet prévoyait la mise en œuvre d'une cale de mise à l'eau pour dériveur permettant la mise à l'eau depuis le terre-plein central étendu. Cet aménagement est abandonné.



Figure 6 : Suppression de la cale de mise à l'eau pour dériveur

2. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Les documents listés ci-dessous concernent uniquement les études relatives au projet.

2.1. Données

Les données techniques de projet utiles pour la réalisation des études seront extraites des documents suivants :

- Programme d'aménagement
 - Réf. 1 Programme fonctionnel, urbain, architectural et paysager (Ville de Pornichet, 2023).
 - Réf. 2 Contrat de concession, annexe 7-programme de réaménagement.
 - Réf. 3 Contrat de concession, annexe 6- Annexe_6 Entretien maintenance.
 - Réf. 4 3154NOT_A404_LAN Évaluation digues Pornichet
- Annexes au DCE de 2021 comprenant :
 - Réf. 5 Plans topographiques des ports.
 - Réf. 6 Plans d'archives.
 - Réf. 7 Études environnementales (Biolittoral 2020).
 - Réf. 8 Études bathymétrie et sismique (Energie de la Lune 2020).
 - Réf. 9 Études géotechniques dans le port d'échouage (Fondouest 2020).
 - Réf. 10 Études hydrodynamiques – modélisations numériques (Créocéan 2020).
 - Réf. 11 Diagnostic faune/flore (LPO 2021).
- Documents CRÉOCÉAN :
 - Réf. 12 CHA_NAC24009_NDC_PRO_EXP_006 – Dimensionnement des ouvrages – Juin 2025.
 - Réf. 13 CHA_NAC24009_NDC_PRO_EXP_003 – Modélisation des houles – Propagation et Agitation portuaire – Mars 2025.
 - Réf. 14 CHA_NAC24009_NDC_PRO_EXP_004 – Modélisation courantologique et hydrosédimentaire – Mai 2025.
 - Réf. 15 CHA_NAC24009_NDC_PRO_EXP_005 – Essais en canal à houle – juin 2025.
- Documents FONDOUEST :
 - Réf. 16 CHA_NAC24009_NDC_PRO_EXP_002 – Étude géotechnique de conception – Mission G2 PRO – Juin 2025.
- Documents CHARIER :
 - Réf. 17 Relevé topographique (Avril 2025).
- Documents Legendre/Rougerie Tangram :
 - Réf. 18 23.23 POR-APD.Notice paysagère V2 et annexes

2.2. Normes et règlements applicables

Généralités

D'une manière générale, les Études et les Travaux satisferont en priorité aux normes françaises et aux normes européennes mais certains règlements, guides et recommandations pourront aussi être utilisés ou consultés, cet ensemble constituant les documents de référence.

Études

Normes européennes et règlements généraux

- Les normes **Eurocodes 0** : NF EN 1990 (2^{ème} tirage 2003/04).
- Les normes **Eurocodes 1** :
 - Pour la darse et la cale du port à flot : NF EN 1991-1-1 (3^{ème} tirage 2009/11), son annexe nationale NF P06-111-2 (1^{er} tirage 2004/06) et son amendement à l'annexe nationale NF P06-111-2/A1 (1^{er} tirage 2009/03).
- Les normes **Eurocodes 2** :
 - Pour la darse et la cale du port à flot : NF EN 1992-2 (1^{er} tirage) et son annexe nationale NF EN 1992-2/NA (1^{er} tirage 2007/04).
- Les normes **Eurocodes 3** :
 - Pour les pieux de guidage des pontons : NF EN 1993-5 (2^{ème} tirage 2013/12) et son annexe nationale NF EN 1993-5/NA (1^{er} tirage 2008/08).
- Les normes **Eurocodes 7** et les normes d'application nationale qui s'y réfèrent.
 - NF EN 1997-1 (2^{ème} tirage 2011/08), son amendement NF EN 1997-1/A1 (1^{er} tirage 2014/04) et son annexe nationale NF EN 1997-1/NA (1^{er} tirage 2018/09).
 - Norme d'application NF P 94-261 (juin 2013) : Justification des ouvrages géotechniques – Fondations superficielles.
 - Norme d'application NF P 94-262 (juillet 2012) : Justification des ouvrages géotechniques – Fondations profondes.
 - Norme d'application NF P 94-281 (avril 2014) : Justification des ouvrages géotechniques – Ouvrages de soutènement – Murs.
- Les normes **Eurocodes 8** : Pour le terre-plein du port à flot
 - NF EN 1998-1 (2^{ème} tirage 2010/10), son amendement NA EN 1998-1/A1 (1^{er} tirage 2013/05) et son annexe nationale NF EN 1998-1/NA (révision – 1^{er} tirage 2013/12).
 - NF EN 1998-5 (3^{ème} tirage 2013/10) et son annexe nationale NF EN 1998-5/NA (1^{er} tirage 2007/10).
- Les normes **Eurocodes 9** et les normes qui s'y réfèrent en cas d'utilisation de ce métal en substitution de l'acier : pour les pontons flottants et le passerelles d'accès :
 - NF EN 1999-1-1 (1^{er} tirage 2007/08), ses amendements NF EN 1999-1-1/A1 (1^{er} tirage 2010/07) et NF EN 1999-1-1/A2 (1^{er} tirage 2014/01) et son annexe nationale NF EN 1999-1-1/NA (1^{er} tirage 2016/07).

Guides et recommandations

À défaut de normes existantes seront utilisés notamment les guides et recommandations suivantes :

- Recommandations pour le calcul aux états-limites des ouvrages en site aquatique (ROSA 2000).
- Pour la digue Nord et le terre-plein du port à flot :
 - Guide enrochement : l'utilisation des enrochements dans les ouvrages hydrauliques. Version française du Rock manual (2^{ème} édition) – CETMEF, 2009.
- Pour le port à flot et le port d'échouage :
 - PM_02_03 – Les aménagements de plaisance maritime – Plan masse et éléments d'indication sur les équipements – CETMEF, 2002.

- Australian Standard – Marian design – AS 3962 : 2020.
- « Les Pontons de plaisance – Guide de conception », publié en 1992.

La plupart de ces normes ont été réactualisées et sont compatibles avec l'utilisation des normes de conception Eurocode.

Matériaux

Relatives aux granulats, ciments et bétons

- Ciments : la collection de normes NF EN 197 (partie 1 d'avr.2012 et partie 2 de mai 2014) relatives aux ciments.
- Essais ciment : la collection de normes NF EN 196 relatives aux méthodes d'essais des ciments.
- Liants génériques : NF P15-317, NF P15-319.
- Bétons :
 - NF EN 206+A2 (mars 2021) : « Béton - Spécification, performances, production et conformité ».
 - NF EN 206+A2/CN (nov. 2022) : « Complément national à la norme NF EN 206 ».
 - Fascicule 65 du CCTG : utilisé uniquement pour la formulation des bétons et les classes de résistance.
- Essais sur les bétons :
 - La collection de normes NF EN 12 350 relatives aux essais pour les bétons frais.
 - La collection de normes NF EN 12 390 relatives aux essais pour les bétons durcis.
- Granulats : PR NF EN 12 620 (juin 2011) et la collection de normes NF EN 933 relatives aux essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats.
- Alkali-réaction : FD P18-464 - Avril 2014 – « Béton - Dispositions pour prévenir les phénomènes d'Alcali-Réaction ».

Relatives aux métaux et à leurs protections anticorrosion

Aciers

- NF EN 10 027 (Nov.2005 pour la partie 1 et nov.1992 pour la partie 2) relative aux systèmes de désignation des aciers.
- NF EN 10 025 relatives aux produits laminés à chaud en aciers de construction.
- NF EN 10 025-1 (mars 2005) : « Partie 1 : Conditions techniques générales de livraison ».
- NF EN 10 025-2 (août 2019) : « Partie 2 : Conditions techniques de livraison pour les aciers non alliés ».
- NF EN 10 025-3 (août 2019) : « Partie 3 : Conditions techniques de livraison pour les aciers de construction soudables à grains fins à l'état normalisé/laminage normalisant ».
- NF EN 10 025-4 (août 2019) : « Partie 4 : Conditions techniques de livraison pour les aciers de construction soudables à grains fins obtenus par laminage thermomécanique ».
- NF EN 10 025-5 (août 2019) : « Partie 5 : Conditions techniques de livraison pour les aciers de construction à résistance améliorée à la corrosion atmosphérique ».
- NF EN 10 025-6 (août 2019) : « Partie 6 : Conditions techniques de livraison pour produits plats en aciers à haute limite d'élasticité à l'état trempé et revenu ».

- NF EN 10 219 (août 2006 pour la partie 1 et mai 2019 pour la partie 2) relatives aux profils creux de construction soudés formés à froid en aciers non alliés et grains fins.
 - NF EN 10 210 (août 2006 pour la partie 1 et mai 2019 pour la partie 2) relatives aux profils creux de construction finis à chaud en aciers non alliés et grains fins.
- Aciers moulés*
- NF EN 10 293 (avril 2015).
- Boulons en acier*
- La collection des normes NF EN 14 399 (mai 2015) relatives à la boulonnerie de construction métallique à haute résistance.
 - La collection des normes NF EN ISO 898 relatives aux caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier au carbone et en acier allié.
- Aluminium*
- NF EN 13 195 (novembre 2013) Aluminium et alliages d'aluminium - Spécifications des produits corroyés et des pièces moulées pour applications marines (construction navale, maritime et offshore).
 - Collection de normes NF EN 755 relatives aux barres tubes et profilés filés en aluminium, notamment :
 - NF EN 755-1 (juillet 2016) : « Partie 1 : Conditions techniques de contrôle et de livraison ».
 - NF EN 755-2 (avril 2016) : « Partie 2 : Caractéristiques mécaniques ».
 - NF EN 755-3 (juillet 2008) : « Partie 3 : Barres rondes, tolérances ».
 - NF EN 755-4 (juillet 2008) : « Partie 4 : Barres carrées, tolérances ».
 - NF EN 755-5 (juillet 2008) : « Partie 5 : Barres rectangulaires, tolérances ».
- Aciers du béton armé*
- NF A35 015 (juillet 2019) : « Aciers pour béton armé - Aciers soudables lisses - Barres et couronnes ».
 - NF A35 017 (juillet 2019) : « Aciers pour béton armé - Barres et couronnes non soudables à verrous ».
 - NF A35 027 (décembre 2015) : « Produits en acier pour béton armé - Armatures ».
- Pour la protection des aciers contre les risques de corrosion*
- La collection des normes NF EN ISO 12944 : « Peintures et vernis - Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture ».
 - La collection des normes NF EN 14713 : « Revêtements de zinc, lignes directrices et recommandations pour la protection contre la corrosion du fer et de l'acier dans les constructions ».
 - Les normes relatives à la protection cathodique :
 - NF EN 12 473 (mars 2014) : « Principes généraux de la protection cathodique en eau de mer ».
 - NF EN 13 174 (mai 2013) : « Protection cathodique des installations portuaires ».
 - NF EN 12 495 (mai 2000) : « Protection cathodique des structures en acier fixes en mer ».
 - NF EN 12 496 (août 2013) : « Anodes galvaniques pour la protection cathodiques en mer ».
 - NF EN 13 173 (avril 2001) : « Protection cathodique des structures en acier flottant en mer ».
 - NF EN 13 509 (octobre 2003) : « Techniques de mesures applicables en protection cathodique ».
 - NF EN 14 505 (juillet 2005) : « Protection cathodique des structures complexes ».
 - NF EN ISO 15 257 (juillet 2017) : « Protection cathodique - Niveaux de compétence et certification du personnel en protection cathodique : (ex-norme :NF A05-690).

Travaux

Exécution des structures métalliques

- La collection des normes NF EN 1090 lorsqu'applicables :
 - NF EN 1090-1+A1 (février 2012) : Partie 1 : exigences pour l'évaluation de la conformité des éléments structuraux.
 - NF EN 1090-2+A1 (juin 2018) : Partie 2 : exigences techniques pour les structures en acier.
 - NF EN 1090-3 (avril 2019) : Partie 3 : exigences techniques pour l'exécution des structures en aluminium.
 - NF EN 10 204 (janvier 2005) : « Produits métalliques - Types de documents de contrôle ».

Exécution des structures en béton

- NF EN 13 670 (février 2013) : Exécution des structures en béton.
- NF EN 13 670/CN (avril 2013) : Complément national à la NF EN 13 670 : 2013.

3. DONNÉES DE SITE

3.1. Nivellement et référentiel

Références altimétriques

Sauf indication contraire, tous les niveaux et toutes les côtes du projet sont donnés par rapport au zéro hydrographique des cartes marines (m CM), qui correspond au niveau des plus basses mers.

D'après le SHOM 2022, le zéro hydrographique du port de Pornichet se situe à **-2.927 m** sous le zéro de nivellement général de la France (NGF).

Références planimétriques

Pour ce projet, il sera utilisé un repérage de type **Lambert CC zone 47**.

3.2. Topographie et bathymétrie

Sources

Les données topo-bathymétriques disponibles sont issues de plusieurs sources :

- Relevés topographiques et bathymétriques transmis par la mairie de Pornichet.
- Levé drone CHARIER du 31/03/2025.

3.3. Niveaux d'eau

Marée

La marée en Loire-Vendée se caractérise par un régime semi-diurne, avec deux pleines mers et deux basses mers par jour lunaire, soit environ 24 heures et 50 minutes. Cette zone présente des amplitudes de marée importantes, de l'ordre de 5.6 m à Pornichet pour une marée maximale. Les marées de vives eaux surviennent lors de la pleine lune ou de la nouvelle lune.

Les niveaux caractéristiques sont fournis par le SHOM 2022 dans le tableau ci-dessous (Port de référence de la zone : Saint Nazaire).

Nom	Type	Lat.	Long.	Et.	Année Ch	PHMA	PMVE	PMME	NM	BMME	BMVE	PBMA
Port du Crouesty	S	47 33 N	02 54 W	3.57	2014	06.17	05.40	04.30	03.32	02.05	00.80	00.01
Pénerf	S	47 31 N	02 37 W	3.53		06.10	05.45	04.30	03.28	02.05	00.75	00.01
Tréguier	S	47 30 N	02 26 W	3.65		06.36	05.55	04.40	03.40	02.10	00.75	-0.03
Houat	S	47 24 N	02 57 W	3.50		05.81	05.35	04.25	03.17	02.00	00.75	00.11
Hoëdic	S	47 21 N	02 52 W	3.38		05.78	05.15	04.10	03.09	01.90	00.65	-0.01
Saint-Nazaire	P	47 16 N	02 12 W	3.59	2018	06.60	05.90	04.70	03.61	02.25	00.85	00.06
Le Croisic	S	47 18 N	02 31 W	3.52		06.13	05.45	04.30	03.30	02.05	00.70	-0.03
Le Poulguen	S	47 15 N	02 24 W	3.49		06.15	05.45	04.30	03.31	02.05	00.75	00.04
Pornichet	S	47 15 N	02 21 W	3.41		06.22	05.55	04.40	03.41	02.20	00.80	-0.01

Tableau 1 : Marée – SHOM 2022

Au niveau de Pornichet, les niveaux extrêmes de la marée donnent un maximum de + 6.22 m CM et comme minimum -0.01 m CM. Les variations journalières de la marée sont de l'ordre de 3.5 m.

Les niveaux suivants seront donc retenus :

PHMA	PMVE	PMME	NM	BMME	BMVE	PBMA
+6.22	+5.55	+4.40	+3.41	+2.20	+0.80	-0.01

Tableau 2 : Marée – Niveaux retenus

PHMA : Plus Haute Mer Astronomique.

PMVE : Pleine Mer de Vive Eau.

PMME : Pleine Mer de Morte Eau.

NM : Niveau Moyen.

BMME : Basse Mer de Morte Eau.

BMVE : Basse mer de Vive Eau.

PBMA : Plus Basse Mer Astronomique.

Hausse du niveau de la mer due au réchauffement climatique

Comme indiqué dans le document établi par CRÉOCÉAN (Réf. 13), dans le cadre de cette étude, **une élévation du niveau de la mer due au changement climatique de +0.43 m** sera considérée, ce qui correspond à la surcote médiane calculée par le GIEC en 2075 pour le scénario pessimiste SSP5-8.5.

3.4. Courants

Source

L'analyse des courants est présentée dans le document de modélisation courantologique et hydrosédimentaire établi par CRÉOCÉAN (Réf. 14).

3.5. Houles

Source

L'analyse de la houle est détaillée dans le document de modélisation des houles établi par CRÉOCÉAN (Réf. 13).

Résumé des constats

Les analyses statistiques permettent de dégager les observations suivantes :

- Plus de 95 % des vagues proviennent du secteur Ouest-sud-ouest.
- Les vagues les plus hautes, dépassant 6 m de hauteur significative, viennent principalement de l'Ouest-Sud-Ouest.
- Les hauteurs significatives excèdent 1.2 m environ 10 % du temps en été et atteignent 2.1 m 10 % du temps en hiver.

Les houles les plus longues proviennent du Sud-Ouest, avec des périodes de pic typiquement comprises entre 9 et 13 secondes.

**Analyse statistique
extrême**

Le tableau synthétisant les hauteurs significatives extrêmes correspondantes aux différentes périodes de retour est présenté ci-dessous :

Périodes de retour (années)	Mode	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
1	3.49	3.40	3.56
5	4.01	3.82	4.14
10	4.23	4.00	4.40
20	4.45	4.18	4.65
30	4.58	4.29	4.80
50	4.74	4.42	4.98
100	4.96	4.60	5.23

Tableau 3 : Hauteurs significatives extrêmes associées aux périodes de retour

3.6. Vent

Source

L'analyse des vents est détaillée dans le document de modélisation des houles établi par CRÉOCÉAN (Réf. 13).

Résultats principaux

- Distribution directionnelle :

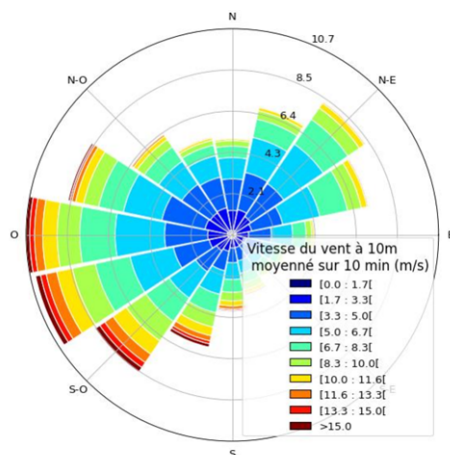


Figure 8 : Rose des vents réalisée à partir des données de vent extraites du modèle Homere au point d'extraction entre janvier 1994 et avril 2020 – Document CRÉOCÉAN (Réf. 13)

La figure précédente présente la rose des vents basée sur les données HOMERE de 1994 à 2020. Les vents proviennent de tous les secteurs, avec une prédominance marquée des secteurs Ouest et Sud-Ouest pour les vents les plus forts.

- Variabilité saisonnière et long terme :
 - Les vents dépassent 45 km/h environ 24 heures par mois.
 - Les vitesses moyennes maximales (sur 10 minutes) atteignent environ 90km/h.
 - Une variabilité saisonnière significative est observée, accompagnée d'une tendance à l'intensification des vents moyens.

Par ailleurs, les courbes de dépassement saisonnier du vent indiquent qu'un vent moyen de 25 nœuds (soit 13 m/s), est dépassé :

- 0.6% du temps en été (soit 1 jour par saison estivale en moyenne).
- 5.0% du temps en hiver (soit 9 jours par saison hivernale en moyenne).
- 3.0% du temps sur une année type (soit 10 jours par an en moyenne).

Ces pourcentages de dépassement s'entendent tous secteurs confondus, or les vents de secteur Sud-Est à Sud-Ouest qui affectent le port de Pornichet sont observés 38.5% du temps.

Ainsi, un vent moyen de 25 nœuds (soit 13 m/s) de secteur Sud-Est à Sud-Ouest, est dépassé :

- **0.2% du temps en été (soit 0.5 jour par saison estivale en moyenne).**
- **1.9% du temps en hiver (soit 3.5 jours par saison hivernale en moyenne).**
- **1.2% du temps sur une année type (soit 4 jours par an en moyenne).**

3.7. Géotechnique

Géologie



Figure 9 : Carte géologique du BRGM avec emprise du port en tracé rouge

La géologie du site est caractérisée par la présence des formations géologiques :

- **Granites anatectiques** : en rose sur la carte, ils se matérialisent par un affleurement rocheux observable depuis le viaduc actuel permettant l'accès au port à flot.
- **Gneiss métatectiques à biotite et sillimanite** : en orange foncé sur la carte, ils constituent également un affleurement rocheux qui sera observé au niveau de la digue du port d'échouage et ponctuellement dans les ports d'échouage et à flot.
- **Migmatites indifférenciées, extension probable submergée** : en orange clair sur la carte, cette formation rocheuse est attendue en profondeur, sous des **alluvions marines de nature sableuse à vasard** localement.

Le pointillé noir représente le plan d'une faille. Dans l'environnement, les matériaux observés pourront être broyés/métamorphisés, et présenter des états d'altération prononcés même en profondeur.

Enjeux Les enjeux géotechniques reposent sur l'identification du toit rocheux qui constituera la formation d'ancrage des fondations des ouvrages :

- Pieux des pontons.
- Pieds de digue.
- Pied de talus du terre-plein.

Sondages géotechniques

Diverses campagnes de sondages géotechniques ont été réalisées dont l'ensemble des investigations sont repérées sur le fond de plan ci-dessous. Les investigations géophysiques n'apparaissent pas.

- FONDOUEST 2020 – Bassin d'échouage.
- APC Ingénierie – Terre-plein du port à flot.
- Infraneo G2 AVP – Vieux Môle.
- Infraneo G2 PRO 2024 – Vieux Môle.
- Kornog – Cale de mise à l'eau bassin à flot.
- Kornog – Cale de mise à l'eau bassin d'échouage.
- Charier/Fondouest 2025 – Sondages pelle bassin d'échouage.
- Fondouest 2025 – Chenal d'accès.

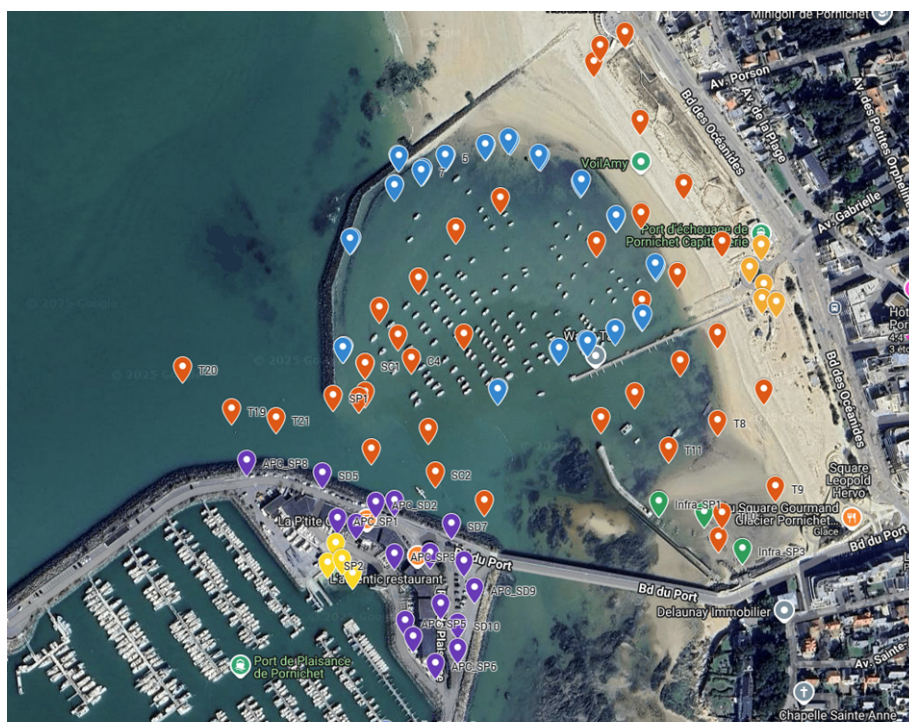


Figure 10 : Repérage des sondages géotechniques (hors géophysique)

Géophysique

Les campagnes de mesures menées par Energie de la Lune et ses sous-traitants entre le mois de février et le mois de mai 2020 ont permis d'établir un modèle numérique de terrain avec une résolution de 50 cm.

Une seconde campagne réalisée en 2025 a permis d'approfondir les connaissances sur le toit rocheux.

La prospection géophysique permet de déterminer précisément les épaisseurs de sédiment et ainsi l'altimétrie du toit rocheux.

La bathymétrie peut être amenée à varier dans le temps mais se trouve entre +1.5 et 0.0 m CM dans le port d'échouage au moment des investigations.

Les épaisseurs de sédiment sont comprises entre 0.0 et -4.73 mètres en partie centrale.

L'altimétrie du toit rocheux est comprise entre +0.6 et -4.7 m CM dans le port d'échouage.

Dans le chenal d'accès, le toit rocheux se trouve entre 0 m CM et -4.3 m CM.



Figure 11 : Altimétrie du toit rocheux dans le port d'échouage (m CM) – Energie de la Lune 2025



Figure 12 : Altimétrie du toit rocheux dans le port d'échouage et le chenal d'accès (m CM) – Energie de la Lune 2025

Sédimentologie

L'analyse de la sédimentologie du site et son évolution suite aux aménagements est détaillée dans le document de modélisation courantologique et hydrosédimentaire établi par CRÉOCÉAN (Réf. 14).

Le transport hydrosédimentaire est étroitement lié à la courantologie. L'implantation du terre-plein modifiera peu les courants pour les conditions fréquentes. En revanche, sous conditions extrêmes, elle engendre une alternance marquée d'érosion et d'accrétion.

Les variations de fond peuvent alors atteindre $\pm 0,6$ m, depuis la plage située au nord de l'épi jusqu'à l'ouest du port d'échouage, avec un maximum d'évolution dans la passe.

Sur la dynamique sédimentaire du port d'échouage, les observations satellitaires révèlent des déplacements sédimentaires notables au fil des ans. La durée des simulations étant limitée, il reste incertain que le transport ait atteint un régime stabilisé dans la passe.

Le modèle suppose toutefois un lit sableux de profondeur illimitée, alors que le rapport géotechnique montre une épaisseur réelle inférieure à 2 m. Cette hypothèse peut conduire à surestimer l'intensité des transferts sédimentaires.

Mesures de gestion À titre de précaution, il est conseillé :

- Surveillance post-tempête : après toute houle significative ($H_{m0} \geq 2$ m), inspecter la passe et le pied des ouvrages pour détecter d'éventuels affouillements.
- Dragage ponctuel : programmer, si nécessaire, des dragages de remise à niveau.
- Suivi bathymétrique régulier : réaliser des levés fréquents de la passe et du pied de l'épi-digue, avec une vigilance accrue après chaque événement extrême afin d'ajuster le calendrier de dragage et les actions de maintenance.

Analyses sur les sédiments (2020)

Les analyses réalisées sur la qualité des sédiments indiquent que la zone nord du port à sec est occupée par une vase réduite avec quelques traces d'hydrocarbure certainement liées à la densité des bateaux au mouillage dans cette zone.

L'arrivée d'eau douce située au nord-est de la zone a un débit suffisamment important pour entraîner un changement de faune benthique sur une vaste zone. Des bactéries E Coli et entérobactéries caractéristiques d'une pollution par les eaux usées ont été retrouvées alors que les prélèvements ont été réalisés lorsque la population est au plus bas (pendant la période de confinement). La proximité de la plage avec les stations contaminées, nécessite un suivi sanitaire de cet effluent.

3.8. Sismologie

Zonage sismique

Le 1^{er} mai 2011, le nouveau zonage sismique de la France pour le bâti conventionnel à « risque normal » est entré en vigueur, à la suite de l'arrêté du 22 octobre 2010 « relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite à risque normal » et aux décrets n°2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique et n°2010-1255 portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français.

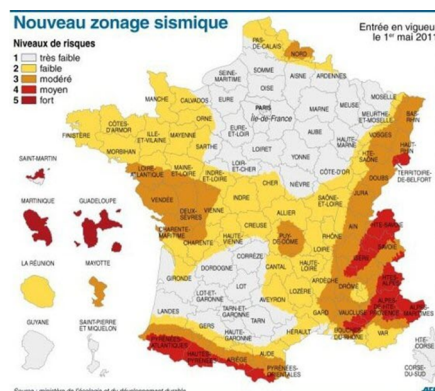


Figure 13 : Nouveau zonage sismique

Contexte sismique

Selon le Nouveau zonage du 22 octobre 2010, Pornichet se situe en **Zone sismique 3 (aléa moyen)**.

3.9. Environnement

Diagnostic LPO 2021

Les dunes embryonnaires, reconnues comme habitat d'intérêt communautaire selon la Directive Habitat, Faune, Flore (92/43/CEE), présentes entre le front de mer et la plage constituent un enjeu fort de préservation. Ces habitats abritent plusieurs espèces floristiques patrimoniales comme le **Panicaut maritime** et la **Luzerne des sables**, deux espèces menacées inscrites sur la liste rouge de la flore vasculaire des Pays de la Loire. Cet habitat constitue un lieu de halte migratoire pour le **Traquet motteux**, de reproduction pour le **Criquet des dunes** et abritant la **Noctuelle du littoral** (première donnée de Loire-Atlantique d'après les bases de données Oreina et Faune France). Les contacts de **chiroptères** ont été nettement plus importants aux alentours des dunes embryonnaires, par la présence de nombreux insectes que viennent chasser les **chauves-souris** dans cet habitat. Parmi les trois espèces de chiroptères contactées, la Noctule commune est classée « vulnérable » sur la liste rouge des Pays de la Loire.

Les **limicoles** stationnant sur la zone d'étude constituent également un enjeu fort de préservation. L'enrochement au nord de la zone d'étude constitue le reposoir préférentiel des **Tournepierres à collier**, **Bécasseaux sanderlings**, **Bécasseaux variables** et **Grands Gravelots** à marée haute. De petits groupes ont également été observés, accompagnés d'une dizaine de **Bécasseaux violets** sur les blocs rocheux à l'entrée du port. Les fonds rocheux au sud de la zone d'étude servent de reposoir à de nombreux laridés mais également un lieu de nourrissage des **Huîtriers pies**, **Tournepierres à collier** et **Bernaches cravants**. À marée basse, les zones de vasières dégagées sur le pourtour du port d'échouage constituent un lieu de nourrissage très prisées par les petits limicoles (Tournepierre à colliers et bécasseaux). Ces zonages sont donc primordiaux pour les haltes migratoires et l'hivernage de ces espèces.

Les blocs rocheux formant le port de plaisance abritent de **nombreux Lézards des murailles** sur l'ensemble du linéaire. C'est aussi le lieu de reproduction d'au moins trois couples de **Pipits maritimes**, espèce classée « vulnérable » sur la liste rouge des oiseaux nicheurs en Pays de la Loire.



Figure 21 : carte de synthèse des enjeux biodiversité

46

Diagnostic Avifaune, Chiroptères, Flore et Habitats pour le projet de réaménagement du port de plaisance et d'échouage de Pornichet - (44) – LPO Loire-Atlantique

Figure 14 : Carte de synthèse des enjeux de biodiversité

Les inventaires faune, flore, habitats ont donc identifié un certain nombre d'enjeux biodiversité sur la zone d'étude. Ils concernent principalement l'avifaune par la présence de certains passereaux en nidification, la présence d'habitats nécessaires au repos de certaines espèces ou bien à leur alimentation. En effet, à marée basse, les fonds rocheux sont découverts et sont des reposoirs pour de nombreux limicoles. Les étendues de plages de sables sont aussi très fréquentées par des laridés et autres passereaux. Le port d'échouage à marée basse est aussi considéré comme un secteur d'alimentation pour l'avifaune.

Un habitat d'intérêt communautaire selon les critères de la Directive européenne est identifié : les dunes mobiles embryonnaires. Cet habitat est fragile et fait déjà l'objet d'aménagements spécifiques (ganivelles, caillebotis, passerelle en bois,) pour éviter son piétinement. Trois espèces de chiroptères sont aussi détectées et survolent cette emprise pour s'alimenter.

Le secteur du port de plaisance est quant à lui très fréquenté par les activités nautiques mais laisse cependant apparaître un enjeu avifaune concernant la nidification du Pipit maritime et un enjeu floristique par la présence de certains arbres isolés et âgés, comme **le Cyprés de Lambert, qu'ils seraient nécessaires de préserver après la réhabilitation du port.**

Inventaires 2025

Un inventaire faune/flore 4 saisons est réalisé sur l'année 2025. Ces inventaires, en cours de réalisation, montrent la présence d'espèces non répertoriées préalablement sur le site projet, avec notamment :

- des banquettes à Lanice
- des bancs de moules médiolittorales :
- des récifs d'hermelles
- la présence de kystes planctoniques

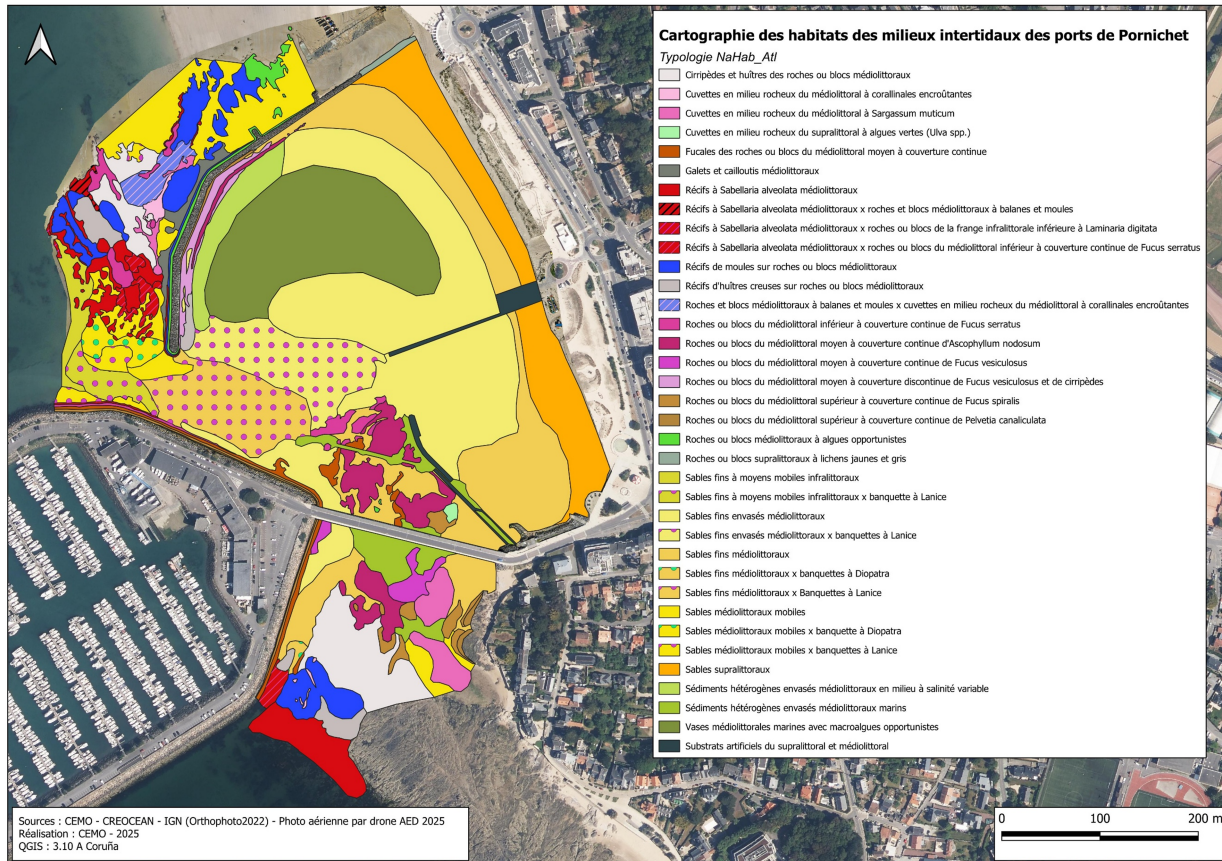


Figure 15 : Cartographie des habitats benthiques identifiés sur le secteur du port d'échouage de Pornichet en avril 2025 (CEMO, CRÉOCEAN, 2025)

4. DESCRIPTION DES OUVRAGES EXISTANTS

4.1. Diagnostic de la digue existante

Composition

La digue Nord est actuellement composée de blocs en enrochement de granite/gneiss dont les plus gros éléments sont estimés à environ **20 tonnes**.

Le dessus de la digue est plat, ne permettant pas une imbrication des blocs lors d'une extension de la digue. Côté mer, la pente des enrochements est d'environ 3/2 et côté port, elle est de 1/1.



Figure 16 : Vue de la digue vers le Sud Figure 17 : Vue de la digue vers le Nord

Matériaux d'assise

Dans les études géotechniques disponibles, il n'y a pas de sondages géotechniques au droit de la digue. Les matériaux d'assise sont observés visuellement sur site et sur les photographies aériennes et cartes géologiques.

L'assise de la digue est essentiellement constituée par un **affleurement granitique** à l'exception du musoir où des **sables marins** pourront éventuellement être observés près du chenal sur de faibles épaisseurs.



Figure 18 : Affleurement rocheux visible côté mer

Épis Deux épis en enrochement sont présents en partie extérieure de la digue, à proximité de la plage. Ces épis sont conservés dans le projet.



Figure 19 : Épis conservés dans le projet de rénovation de la digue

Plans d'archives La digue a été construite en trois temps avec un prolongement de l'épi initial en 1988 et son extension en 1990.

Les archives de la construction de la digue nous communiquent des informations à la fois sur sa composition mais également sur le fond du port d'échouage avec l'identification des affleurements rocheux en 1990.

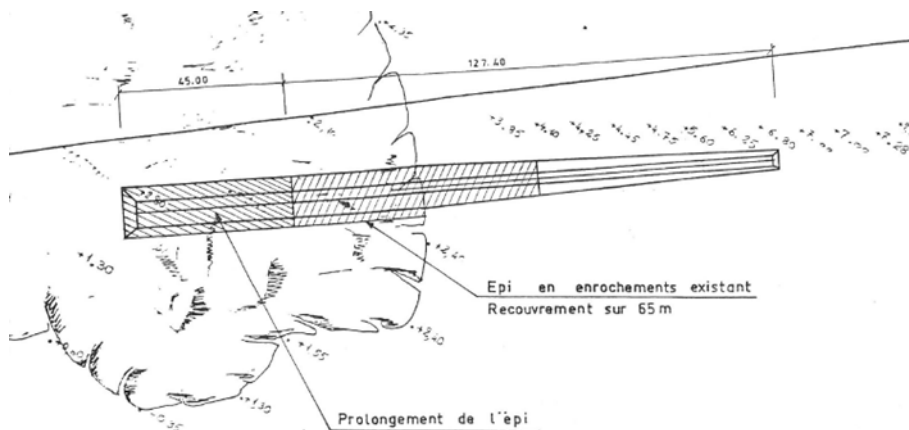


Figure 20 : Prolongement de l'épi en 1988

PROLONGEMENT DE L'ÉPI

COUPE - TYPE

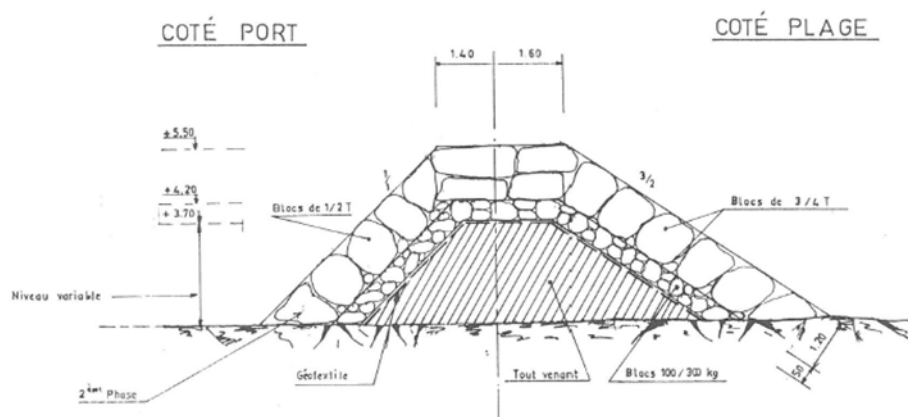


Figure 21 : Coupe type du prolongement de l'épi en 1988



Figure 22 : Plan d'archives de l'extension de l'épi en 1990

D'après le plan, le rocher a été terrassé au droit de l'épi et aux pieds des talus jusqu'à une cote de 0.17 m CM au niveau du musoir à 2.50 m CM au niveau du deuxième coude de l'épi.

4.2. Chenaux d'accès

Dans la baie

Venant du secteur Nord-Ouest, de la pointe du Croisic au Phare de la Banche, passer entre la pointe de Penchâteau et Les Evens (bouée de Penchâteau (FI.R.2,5s) et bouée des Guérandaises (FI.G.2,5s)), puis se diriger vers le phare de la jetée de Pornichet en laissant sur tribord la bouée verte « Pornichet » située au nord des Evens.

De nuit passer entre la bouée des Guérandaises (FI.G.2,5s) et la bouée de Penchâteau (FI.R.2,5s) en serrant la bouée rouge, et se diriger vers le secteur blanc du feu de la jetée de Pornichet en évitant la bouée verte « Pornichet » au nord des Evens.

De jour seulement entrée possible par le passage des Troves au milieu de la baie, balise bâbord (47°14',4N-002°22',45 W), balise tribord (47°14',30 N -002°22',36 W). Passage pouvant s'avérer difficile en fonction des conditions météorologiques.

Feu d'entrée : Digue sud (phare de Pornichet) Iso.WRG.4s11m10/7M (sect. b. 081° à 084", r. 084° à 180°, v. 303° à 081°). Enrochements (47°15',5N-002°21',1W) Q.G; Digue N Q.R.

Dans le port d'échouage

- Chenal d'accès** Actuellement le chenal d'accès est délimité à la fois par les talus en enrochement de la digue et du terre-plein mais également par
- Une balise rouge située à 50 m du pied du talus en enrochement du terre-plein.
 - Un espar marquant le musoir de la digue Nord
 - Deux balises vertes en intérieur du port permettant d'éviter la roche Doloire



Figure 23 : Chenal d'accès

Dans le port à flot

Actuellement l'entrée du bassin à flots est signalée par le phare de Pornichet situé sur la digue Sud (Iso.WRG.4s11m10/7M) secteur blanc 081° à 084°, rouge de 084° à 180°, vert de 303° à 081°.

À l'entrée les enrochements forment une porte délimitée au sud par une balise rouge à éclats et au nord par une balise verte à éclats.

4.3. Port d'échouage

Mouillage Actuellement, les bateaux sont au mouillage dans le port d'échouage. Les corps morts sont liés entre eux par des lignes ancrées dans le fond du port à l'aide de massifs enterrés.

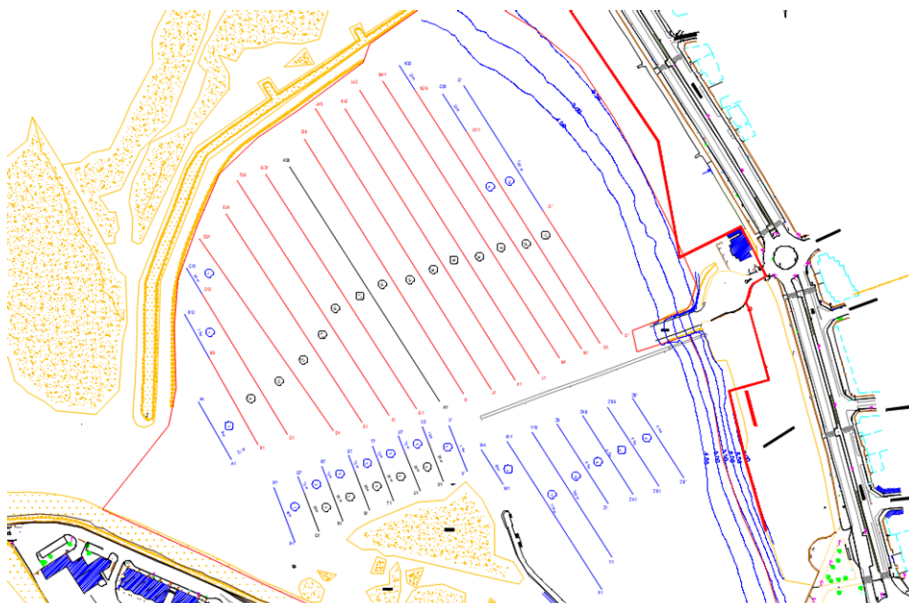


Figure 24 : Organisation du futur plan de mouillage – version provisoire – Le 11/12/2014



Figure 25 : Mouillage observé en mars 2025

En comparant le projet avec l'existant, une zone se distingue dans laquelle les mouillages ont été retirés du projet, le long de la digue existante. Cela peut s'expliquer par le déferlement de la houle au-dessus de la digue qui apporte une agitation trop importante. Cette zone se dessine **jusqu'à 30 m de la digue** environ.

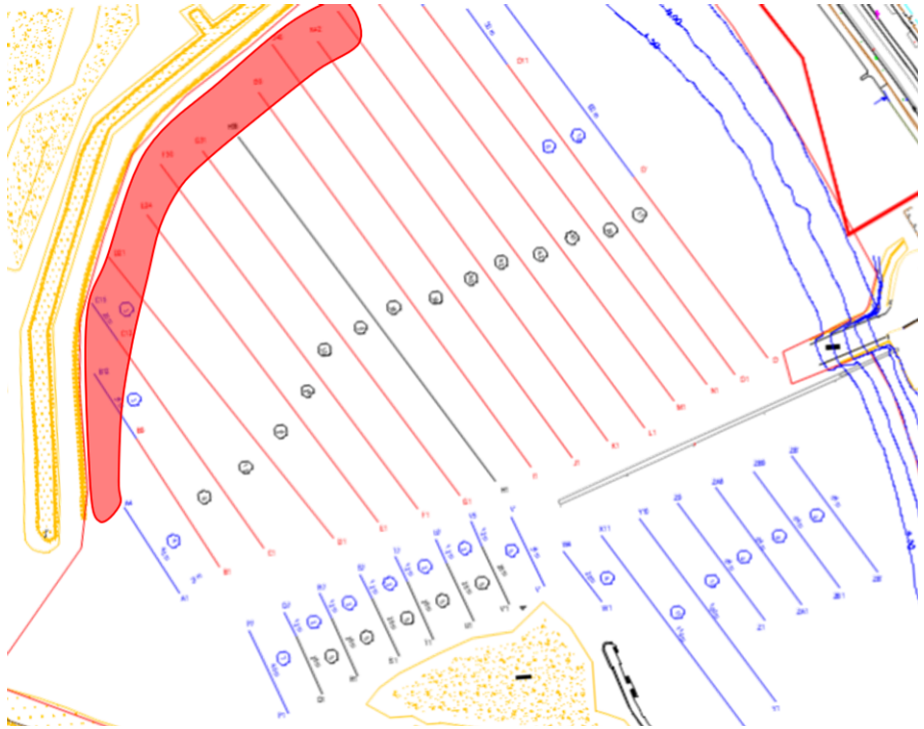


Figure 26 : Zone où les mouillages ont été retirés en rouge

Fond du port d'échouage

Le fond du port a subi différentes phases de déroctage que l'on peut deviner grâce à l'analyse des photographies aériennes anciennes (formes noires sur la photo).

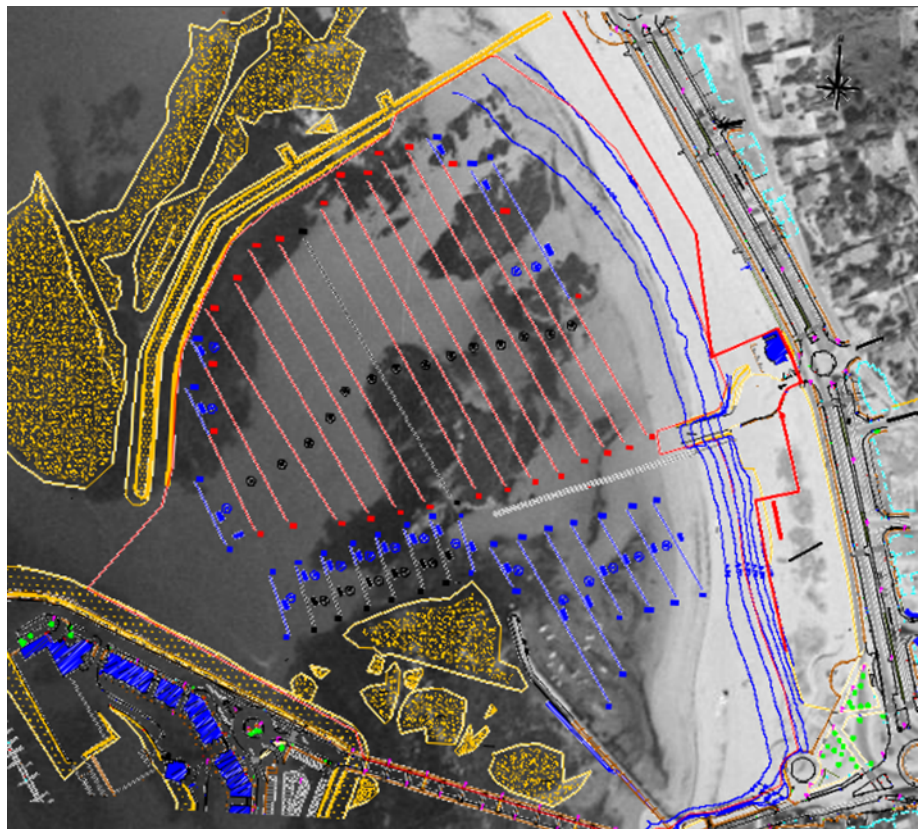


Figure 27 : Superposition d'une vue aérienne de 1952 avec le plan de mouillage

Depuis, le fond du port est composé de sédiments de nature limoneuse régulièrement dragués afin de garantir le tirant d'eau.

Sondages à la pelle Des sondages à la pelle ont été réalisés en avril 2025 afin d'identifier le toit du rocher.

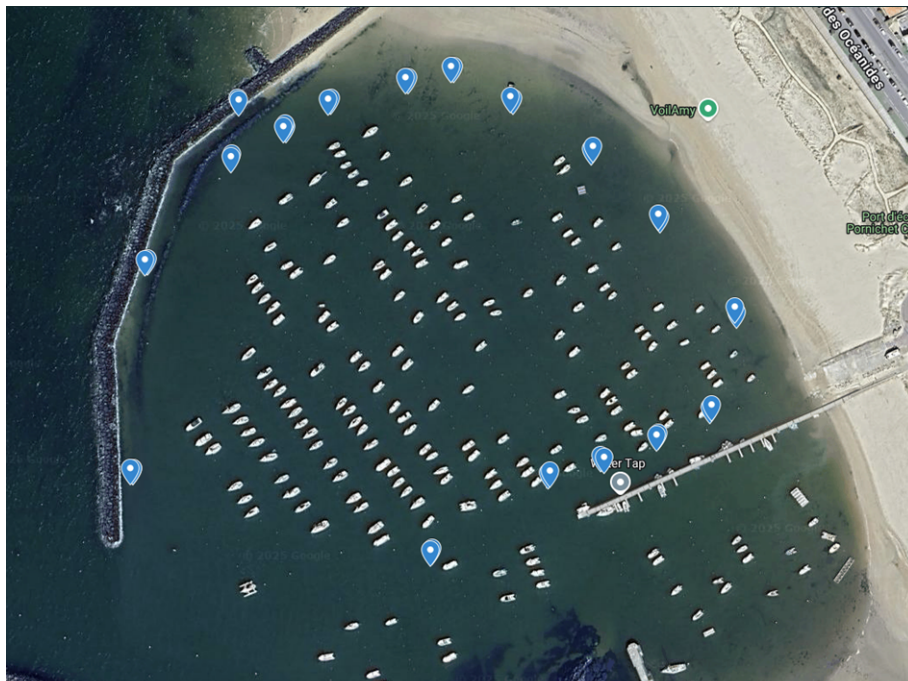


Figure 28 : Implantation des sondages à la pelle

Les sondages ont montré que le toit du rocher se trouve entre **-1.0 m et -3.6 m** ce qui représente une épaisseur de sédiments comprise entre **0,8 m et 3,2 m** au droit des sondages.

Les sondages réalisés à l'arrière de la digue, sur ce qui semble être une piste, ont révélés **la présence du rocher entre 1 et 2 m de profondeur** environ.

Épaisseurs de sédiments

L'étude G2 PRO menée par Fondouest a permis de cartographier la profondeur du toit rocheux et ainsi déterminer les épaisseurs de sédiments dans le port. La méthodologie utilisée est le sondeur à sédiment. Il s'agit de mesurer la vitesse de propagation d'une onde acoustique dans le sol. Le carottage permet de vérifier les épaisseurs de sable ponctuellement et vérifier la présence de vases.



Représentation des épaisseurs de sédiments (G2 PRO Fondouest (Réf. 16))

Les épaisseurs de sédiments sont comprises **entre 1 et 4 mètres** dans l'emprise des futurs pontons du port d'échouage.

4.4. Terre-plein du port à flot

Enrochements Le terre-plein est composé d'une carapace en enrochements avec des blocs pouvant aller jusqu'à **20 tonnes environ**.



Figure 29 : Vue du terre-plein actuel (Levé de drone)

Rejet d'eau Une canalisation maçonnée le long du vieux môle permet le rejet d'eau à la mer, creusant à marée basse un espace érodé dans les sédiments, et courant le long du pied de talus en enrochement.

Matériaux d'assise dans le chenal L'extension du terre-plein empiètera sur le chenal actuel. Le fond est majoritairement sableux et des affleurements rocheux sont identifiés à proximité de la passerelle d'accès et de la digue nord, visibles sur les photos de 1952. Certains affleurements auront été déroctés et/ou ensablés depuis.

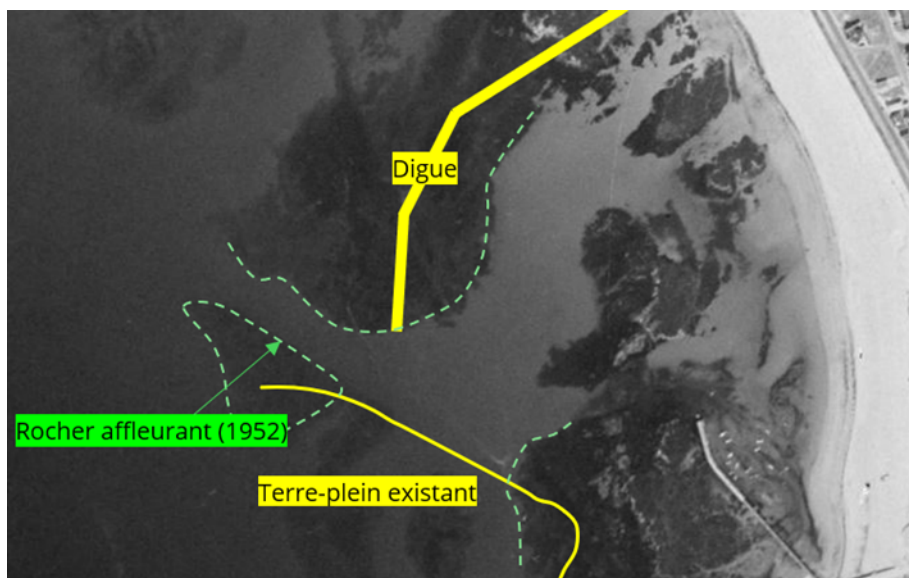


Figure 30 : Affleurements rocheux visibles sur la vue de 1952

Sondages géotechniques Le rapport G2 PRO a permis la réalisation de sondages complémentaires dans le chenal d'accès afin de mieux cerner le modèle géotechnique dans l'emprise du futur terre-plein.

Il en ressort que les sédiments sont essentiellement composés de sables et que la présence d'argiles reste marginale.

Le toit rocheux est présent **entre 0.4 m CM et -3.5 m CM** au droit des sondages.

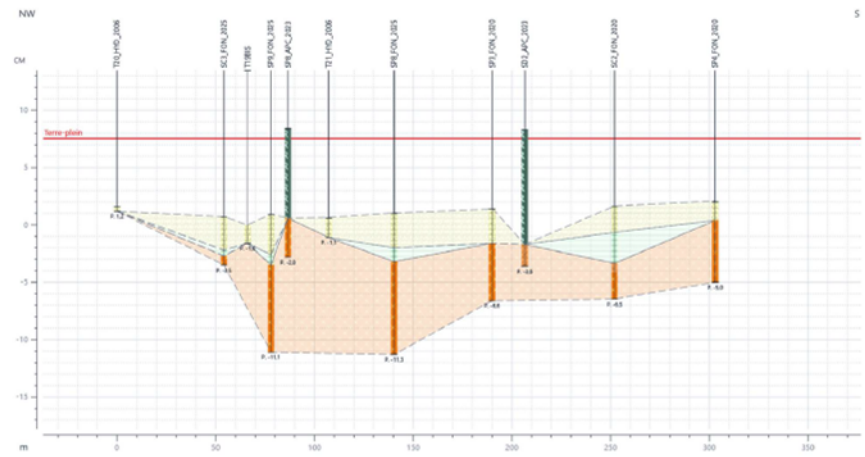
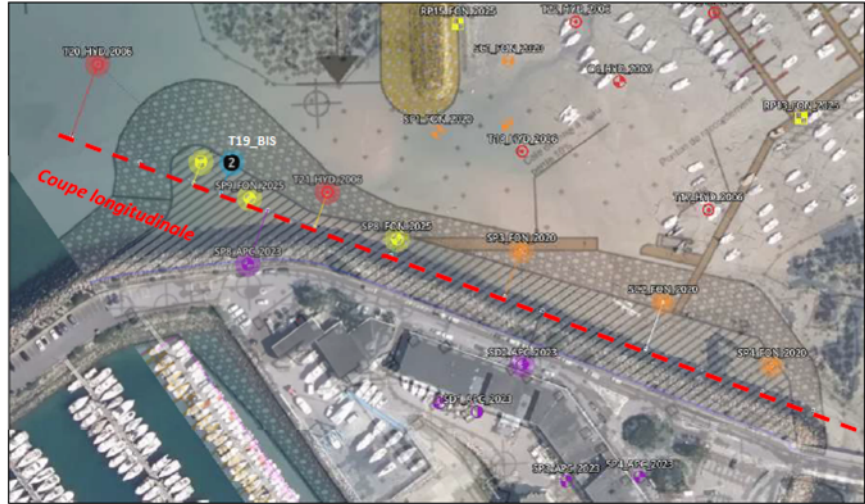


Figure 31 : Coupe type au droit du futur terre-plein (G2 PRO Fondouest (Réf. 16))

4.5. Bassin du port à flot

Le bassin du port à flot comporte 15 pannes de pontons flottants guidés sur pieux et chacun accessible depuis une passerelle ancrées sur massif béton.

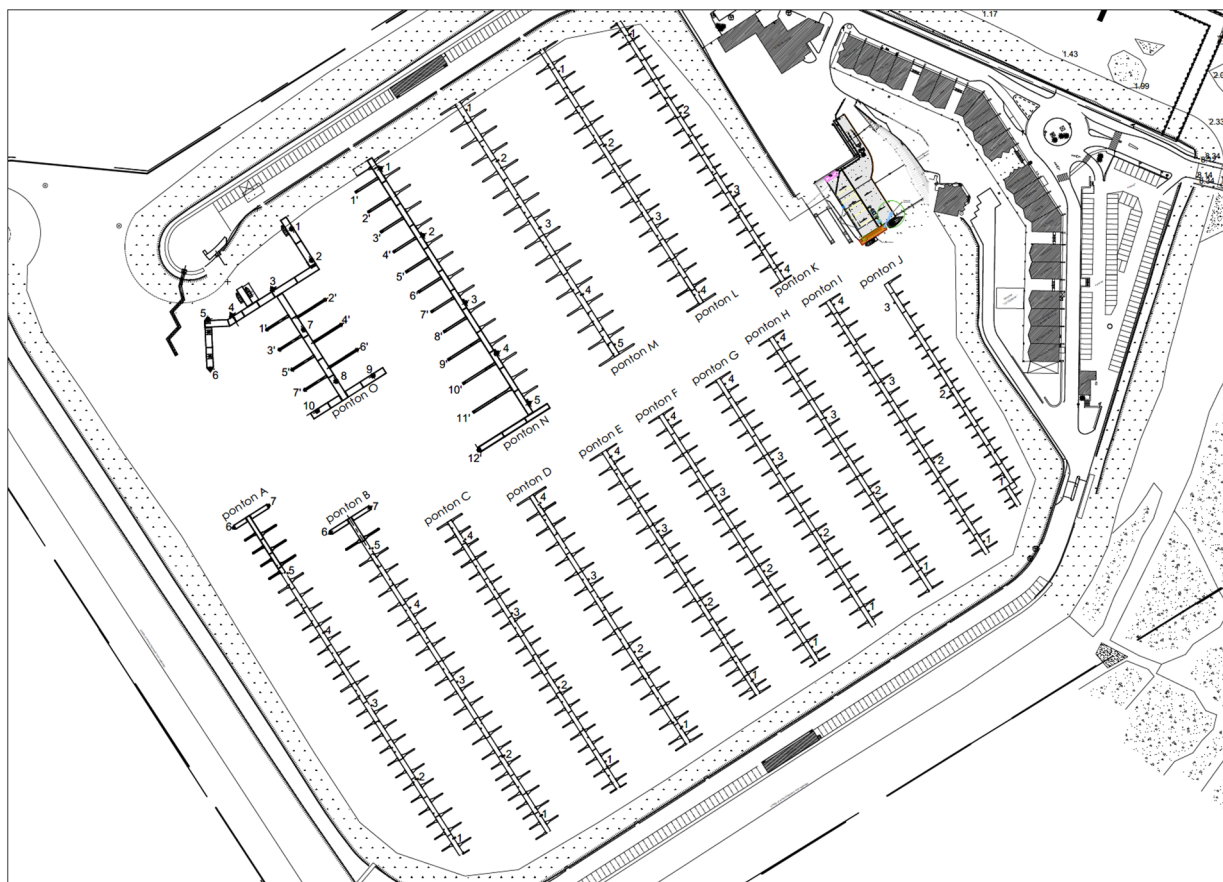


Figure 32 : Plan d'apportement actuel du bassin à flot

Digues d'enclosure Les digues du port à flot ont fait l'objet d'un diagnostic par la société Accoast en 2023 ; (Réf. 4).

Les conclusions de ce diagnostic sont les suivantes :

[...]

L'inspection visuelle n'a pas révélé de désordre majeur susceptible d'engendrer des actions à court terme. Néanmoins, il faut mentionner des lacunes localisées de blocs de carapace laissant apparaître la couche filtre sous-jacente. Ces lacunes représentent des points faibles susceptibles de déstabiliser localement la carapace et d'engendrer des départs de matériaux internes. Signalons également la présence de fissures marquées sur les blocs en béton massif du mur abri couronnant la digue.

Pour autant, l'ouvrage apparaît globalement sain, et nous n'avons pas eu écho ou relevé de signe de travaux importants réalisés sur la digue d'enclosure au cours de ses 50 années d'existence. Ceci peut s'expliquer par une conception et une réalisation de qualité. En effet, la géométrie des profils est régulière, la blocométrie semble adaptée sur les différentes expositions, et aucun signe de porosité excessive ou de circulation d'eau interne n'a été relevé.

[...]

Pieux Les pieux du port à flot ont fait l'objet d'un relevé en 2021 (résultats présentés ci-dessous) :

- Relevés effectués sur les bandes de roulement (donc zone les plus usées).
- Pieux en bon état général avec peinture anticorrosion en bon état, sauf partie haute des pieux (soumise à une forte pression des galets sur défaut de verticalité des pieux).

Ponton	Pieux n°	Diametre	ep zone 1	ep zone 2
A	1	609	21,20	16,25
	2	609	16,17	18,50
	3	609	18,60	21,20
	4	609	18,70	16,20
	5	609	18,12	18,50
	6	510	18,50	15,55
	7	510	15,55	
B	1	609	20,75	20,10
	2	609	15,60	16,10
	3	609	16,03	16,08
	4	609	16,02	16,00
	5	609	16,74	15,80
	6	510	15,34	16,30
	7	510	15,77	15,65
C	1	609	15,58	15,80
	2	609	16,02	16,22
	3	609	16,07	16,01
	4	609	16,00	16,10
D	1	609	21,30	
	2	609	16,02	16,10
	3	609	16,09	16,50
	4	609	16,10	14,96
E	1	609	15,96	
	2	609	21,30	
	3	609	21,25	
	4	609	16,02	
F	1	609	21,00	
	2	609	16,11	15,93
	3	609	20,63	
	4	609	15,86	

Ponton	Pieux n°	Diametre	ep zone 1	ep zone 2
G	1	609		
	2	609		
	3	609	15,60	
	4	609	16,20	
H	1	609		
	2	609	20,70	
	3	609	16,01	
	4	609	16,10	
I	1	609		
	2	609	16,57	
	3	609		
	4	609	15,40	
J	1	609	14,10	
	2	720	12,87	14,80
	3	609	20,60	
K	1	609	20,70	
	2	609		
	3	609	20,80	
	4	609	15,30	15,40
L	1	609	20,80	18,20
	2	609	14,40	15,70
	3	609	18,60	20,20
	4	609	15,32	15,70
M	1	609	13,60	16,00
	2	609	15,50	16,00
	3	609	16,00	15,30
	4	609	15,12	15,20
	5	609	15,20	16,30
N	1	800	17,05	17,70
	2	800	25,02	26,02
	3	800	25,90	
	4	800	17,90	16,90
	5	800	17,85	17,40

Ponton	Pieux n°	Diametre	ep zone 1	ep zone 2
N'	1	500	19,60	
	2	500		
	3	500	18,50	
	4	500	19,30	
	5	500	18,47	
	6	500	17,80	18,20
	7	500	17,70	
	8	500		
	9	500	18,70	
	10	500	18,00	
	11	500	19,60	
	12	800	17,60	18,70
O	1	810	16,05	
	2	810	16,53	
	3	810	16,64	15,62
	4	810	15,81	15,40
	5	810	15,80	16,20
	6	810	15,10	15,20
	7	810	16,10	14,70
	8	810	16,80	15,60
	9	810	16,20	
	10	810	15,25	
O'	1	510	15,20	
	2	510	14,30	
	3	510	16,00	
	4	510	17,05	
	5	510	16,48	
	6	510	16,10	
	7	510	18,10	

Figure 33 : Relevés d'épaisseur des pieux (en mm) – sur zone de roulement – numérotation des pieux selon figure 26

Pontons Les pontons du port à flot sont anciens (40 ans) et présentent un niveau de dégradation avancé.

Quelques portions de pannes ont été remplacées ces dernières années et sont donc un état satisfaisant :

- Extrémité de la panne A.
- Extrémité de la panne B.
- Panne O.

Passerelles Les passerelles sont jugées par le futur exploitant dans un état de fonctionnement satisfaisant.

Entretien des fonds Des opérations de dragage d'entretien des fonds sont réalisées environ tous les 8 ans.

4.6. Darse du port à flot

Structure de la darse La darse du port à flot est une structure en béton armé composée de :

- un tablier de 25 cm d'épaisseur avec des éléments prédalles BA d'épaisseur 15 cm et d'une chape de compression non armée d'épaisseur 10 cm.
- deux poutres de roulement de l'élévateur.

Aucun diagnostic matériaux n'a été réalisé, la connaissance de l'état actuel de l'ouvrage est limitée aux plans d'archives et aux constats visuels réalisés.

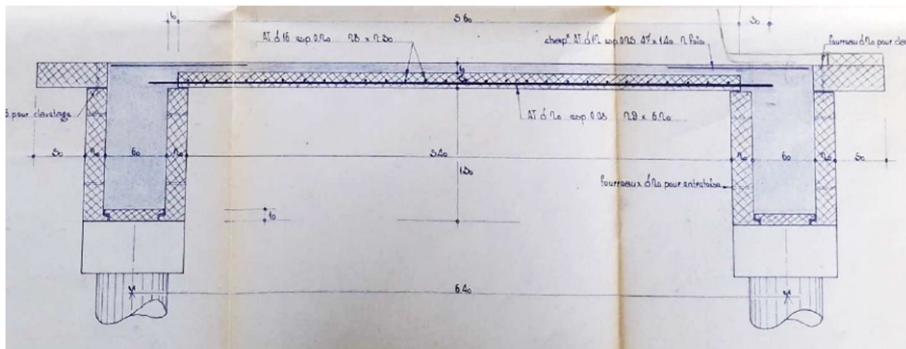


Figure 34 : Plan de coffrage/ferraillage du tablier (source : capitainerie)



Figure 35 : Darse du port à flot

Désordres du tablier Les prédalles présentent des désordres structurels, elles ont plié, sans doute sous l'influence d'une charge trop importante.

Quatre des cinq prédalles ont perdu une partie de leur béton de peau, laissant apparaître les armatures structurales corrodées.

Le tablier nécessite une reconstruction.



Figure 36 : Sous face du tablier



Figure 37 : Sous face du tablier

Poutres de roulement Les poutres présentent des micro-fissurations sur les faces latérales et sous-faces.
L'inspection visuelle ne permet pas de conclure à des désordres structurels, mais l'utilisation des joues et dallettes préfabriquées ne permet pas non plus de conclure à l'absence de détérioration.
Les plans montrent un enrobage faible des armatures.
La présence des joues et dallettes ne permet pas de savoir si les armatures sont attaquées par la corrosion.



Figure 38 : Poutres



Figure 39 : Poutres

5. DESCRIPTION GÉNÉRALE DES OUVRAGES PROJÉTÉS

5.1. Implantation, plan d'aménagement

- Présentation générale** Les aménagements maritimes prévus sont issus du programme fonctionnel détaillant les objectifs fixés par la maîtrise d'ouvrage (Réf. 1). Ces objectifs ont été retranscrits lors de la mise au point du contrat de concession sous la forme d'un programme de réaménagement du port (Réf. 2). Ce programme comprend les aménagements suivants pour le volet maritime, objet du présent PRO :
- Renforcement de la digue du port d'échouage.
 - Appontements du port d'échouage.
 - Extension du terre-plein.
 - Appontements du port à flot.
 - Réparation de la darse existante.



Figure 40 : Localisation des aménagements maritimes

- Plan d'aménagement** Les aménagements projetés sont présentés en pièce « CHA_NAC24009_PLA_PRO_CPT_101 - Plan d'ensemble ».

5.2. Bassin d'échouage

Plan d'aménagement Le plan d'aménagement du bassin est présenté en pièce « CHA_NAC24009_PLA_PRO_CPT_103 – Plan d'implantation des pontons et pieux du port d'échouage ».

5.2.1. Objectifs fixés

Choix de conception imposés Les choix de conception ci-dessous sont retenus par retranscription des objectifs fixés au programme fonctionnel :

- Le bassin d'échouage n'est pas dragué durant la phase de travaux initiaux. Les éventuels dragages d'entretien du port d'échouage seront intégrés aux opérations de dragage d'entretien du port à flot réalisées tous les 8 ans (prochaine opération prévue en 2031/2032).
- Des pontons sont mis en place afin d'améliorer le confort d'usage du port. Le port d'échouage n'étant pas prévu d'être dragué, les pontons doivent supporter l'échouage.
- Les pannes de pontons sont desservies par une panne de distribution permettant l'accès aux usagers depuis le front de mer et depuis le terre-plein central du port.
- L'accès aux pontons, y compris aux pannes de desserte, est réservé aux usagers du port. L'accès public aux pontons n'est pas un objectif visé. L'accès aux pontons devra être contraint et sécurisé afin que le public ne puisse accéder librement aux pontons.

Nombre de place Le port d'échouage réaménagé comportera :

- Environ 80 emplacements au mouillage sur bouées.
- Environ 474 emplacements sur pontons.
- 1 bureau d'accueil flottants sur le plan d'eau.

Accès maritime Les possibilités d'accès maritime au port d'échouage et aux emplacements est prévu inchangé par rapport à la pratique actuelle des bateaux au mouillage.

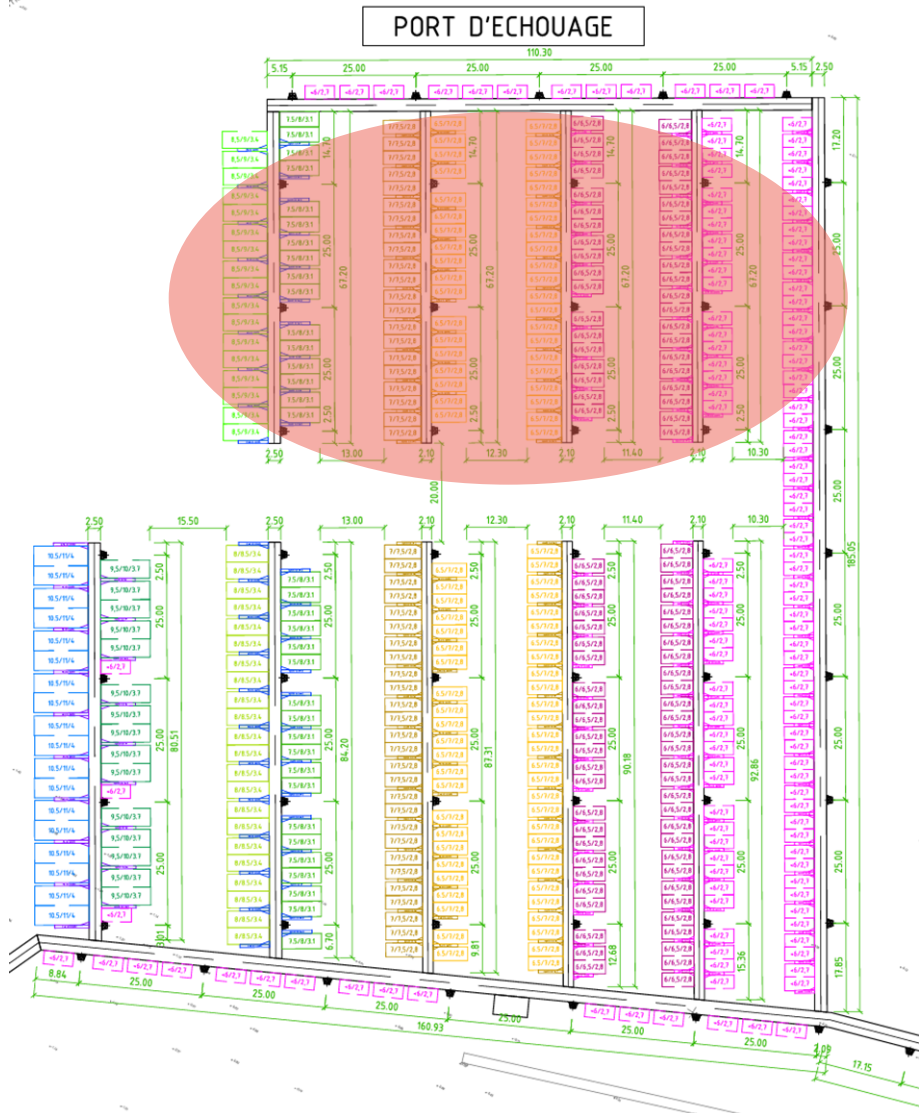
La cote de bassin étant comprise entre +1 m CM au niveau de la passe d'entrée et +2,5 m CM au niveau de la ligne de ponton la plus proche de la plage, les bateaux pourront accéder au port et à leurs emplacements à chaque marée haute avec une plage horaire dépendante de leur tirant d'eau.

Le chenal d'accès au port est modifié du fait de l'extension du terre-plein et du renforcement de la digue Nord. Cette modification du chenal est proposée au PRO et fait l'objet en parallèle d'une validation en Grande Commission Nautique (date de passage en commission le 09/10/2025).

5.2.2. Choix de conception complémentaires

Plan d'apponnement général

- Axe d'implantation des pontons : Les pontons d'amarrage seront préférentiellement implantés selon un axe perpendiculaire aux vents et houles dominants, soit un axe NO-SE.
- Les pieux de guidage des pontons sont alignés et équidistants sur l'ensemble d'une file de ponton (y compris chenal secondaire). Cette disposition a été retenue après discussion avec le futur exploitant afin de permettre une évolution potentielle sur les sections de panes encerclées ci-dessous. Cette disposition pourra permettre notamment :
 - Déplacement du chenal vers la digue Nord
 - Suppression des sections de panes Nord et prolongement des sections de panes Sud



- Zone d'implantation des pontons : les pontons sont implantés en fonction de :
 - La bathymétrie : Les pontons et chenaux sont implantés dans la zone de bassin présentant un TN inférieur à +3 m CM.

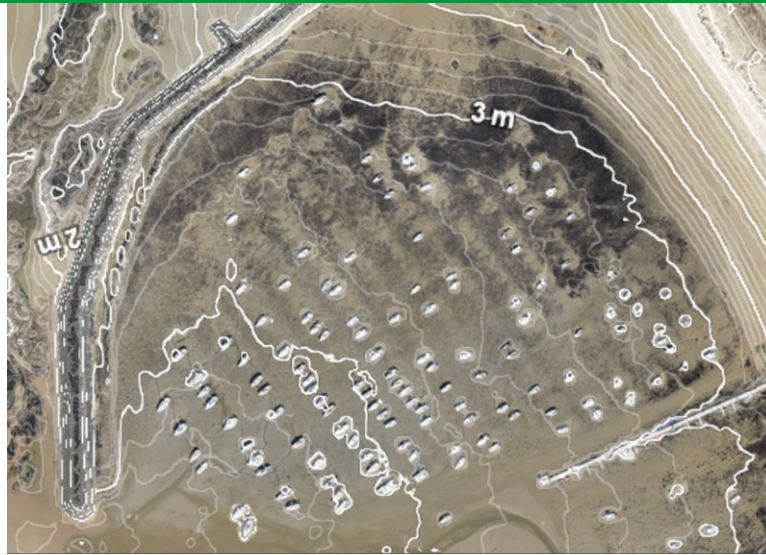


Figure 41 : Bassin d'échouage – Bathymétrie

- Les conditions d'agitation portuaire : Les essais en canal à houle de la digue Nord (Réf. 15) montrent les niveaux de transmission de la houle à travers l'ouvrage vers le bassin. La digue Nord restant franchissable en cas de conjonction de tempêtes et de haut niveau de marée, une agitation sera transmise en arrière de l'ouvrage. Les pontons seront donc préférentiellement implantés à distance de l'ouvrage.
- Implantation du chenal d'accès intérieur : le chenal intérieur d'accès au ponton est implanté en partie centrale du bassin de façon à garantir un niveau d'agitation minimal et un tirant d'eau maximal. Le guide de conception « les pontons de plaisance » recommande une largeur de chenal de 1,5 à 2 fois la longueur des plus grands bateaux amarrés soit 16,5 m à 22 m pour des bateaux de 11 m de longueur. Une largeur de chenal minimal de 20 m est retenue.
- Cercle d'évitage entre pontons : au droit des zones d'accostage, un cercle d'évitage de 1,5 fois la longueur du plus grand bateau sera réservé.

Dimension des emplacements

Les emplacements sur pontons seront distribués selon les catégories définies dans le tableau ci-dessous.

La corrélation longueur/largeur est issue de l'analyse de Loire Atlantique Nautisme, exploitant actuel du port d'échouage de Pornichet et des port de La Baule - Le Pouliguen, Piriac, Pornic, La Turballe et Croisic. LAN est également le futur exploitant des ports de Pornichet.

Catégorie	Longueur de bateau	Largeur de poste
I	<5,99 m	2,70 m
II	6,00 à 6,49 m	2,80 m
III	6,50 à 6,99 m	2,80 m
IV	7,00 à 7,49 m	2,80 m
V	7,50 à 7,99 m	3,10 m
VI	8,00 à 8,49 m	3,40 m
VII	8,50 à 8,99 m	3,40 m
VIII	9,00 à 9,49 m	3,70 m
IX	9,50 à 9,99 m	3,70 m
X	10,00 à 10,49 m	3,80 m
XI	10,50 à 10,99 m	4,00 m
XII	11,00 à 11,49 m	4,20 m
XIII	11,50 à 11,99 m	4,20 m
XIV	12,00 à 12,99 m	4,60 m
XV	13,00 à 13,99 m	4,80 m
XVI	14,00 à 15,99 m	5,80 m
XVII	16,00 à 17,99 m	6,15 m
XVIII	18,00 à 19,99 m	6,30 m
XIX	20,00 à 25,99 m	7,30 m

Tableau 4 : Corrélation longueur/largeur des bateaux

Distribution

Afin d'améliorer globalement les durées d'accès maritimes aux emplacements sur pontons, ceux-ci seront distribués en fonction de longueur des bateaux (corrélée statistiquement à leur tirant d'eau) :

- Les emplacements pour petites unités seront implantés sur les zones de plus faible tirant d'eau.
- Les emplacements pour grandes unités seront implantés sur les zones de plus grands tirants d'eau.

L'amarrage se fera sur ponton et catways en configuration postes doubles.

Le nombre projeté d'emplacements par catégorie est détaillé ci-dessous :

- Bateaux au mouillage :
 - 20 unités de 5 à 5.5 m.
 - 20 unités de 5.5 à 6 m.
 - 20 unités de 6 à 6.5 m.
 - 10 unités de 6.5 à 7 m.
 - 3 unités de 7 à 7.5 m.
 - 2 unités de 7.5 à 8 m.
 - 5 multicoques de 7 à 12 m.

- Bateaux au ponton :

Longueur bateau	Poste d'amarrage
moins de 5,99m	122
6,0 à 6,49m	102
6,5 à 6,99m	90
7,0 à 7,49m	44
7,5 à 7,99m	44
8,0 à 8,49m	20
8,5 à 8,99m	20
9,0 à 9,49m	0
9,5 à 9,99m	20
10,0 à 10,49m	0
10,5 à 10,99m	18
Total	480

Tableau 5 : Bateaux au ponton

Pontons

Largeur utile Les largeurs de pontons minimales sont définies selon la norme britannique reprise dans le guide « les aménagements de plaisance maritimes, CETMEF, 2002 », soit :

- 2,0 m pour une utilisation normale.
- 2,5 m pour une utilisation intensive.

Dans le cadre du projet, ces largeurs minimales sont complétées par une surlargeur permettant d'améliorer le confort d'utilisation et la stabilité à l'échouage. Les pontons seront de largeur utile (hors pieux) :

- 2,1 m pour les pontons accueillant les unités de moins de 10 m.
- 2,5 m pour les pontons accueillant les unités de plus de 10 m.
- 3,0 m pour les pannes de distribution.

Guidage Les pontons seront guidés sur pieux ancrés au rocher afin de limiter les mouvements latéraux des pontons et garantir les largeurs d'accès dans les chenaux de navigation.

Les colliers de guidage des pieux seront prévus extérieurs au ponton afin de faciliter la circulation sur les pontons et faciliter les opérations de préfabrication des éléments.

Les colliers de guidage des pontons seront en alliage d'aluminium (idem structure ponton).

Ils comporteront trois galets polyamide ou polyéthylène haute densité montés sur axe inox et bague téflon, assurant les contacts avec les pieux métalliques. L'échantillonnage sera justifié par note de calcul. Les galets devront être interchangeables et seront en néoprène, ils seront montés en tenant compte des défauts de verticalité des pieux dans la zone de marnage.

De plus, les colliers seront équipés de butées : pièces martyrs interchangeables, afin d'éviter tout contact entre l'anneau de guidage du ponton et le pieu métallique, l'habillage en bois sus visé devra en tenir compte.

Structure Afin d'améliorer la durée de vie des équipements et limiter leur entretien, les pontons seront constitués d'une structure en aluminium et de flotteurs PEHD.

Les pannes accueillant les bateaux de longueur >8 m seront équipés de cadres de renfort servant d'appuis afin de faciliter l'échouage.

Les structures des pontons seront dimensionnées pour supporter une surcharge :

- 200Kg/m² pour l'ensemble des pontons hormis la panne de desserte reliant le terre-plein à la berge
- 250kg/m² pour la panne de desserte reliant le terre-plein à la berge. Cette panne de ponton sera renforcée pour supporter un trafic piéton plus important (il dessert l'ensemble du port d'échouage).

Cette panne de desserte reliant le terre-plein à la berge sera également renforcée structurellement pour supporter une agitation potentiellement plus importante. Les modélisations d'agitation dans le bassin montrent une agitation de l'ordre de 30cm en condition centennale. Par sécurité cette panne sera dimensionnée pour supporter une agitation de l'ordre de 50cm.

Franc-bord Les Franc-bord lèges minimaux sont définis selon les recommandations du guide « les aménagements de plaisance maritimes, CETMEF, 2002 », soit :

- Le franc-bord lège des pontons sera de 0,5 m minimum.
- Le franc-bord lège des pontons accueillant les unités de longueur >10,0m sera de 0,7 m minimum. Un planchon de raccordement sera mis en œuvre pour assurer la transition entre des pontons de FBL différents.

Angle de gîte L'angle de gîte maximal est défini selon les recommandations de « Les Pontons de plaisance – Guide de conception », 1992 ».

Il sera considéré un angle de gîte maximal de 15° sous charge uniformément répartie de 2 kPa sur une demi-largeur de ponton, le centre de gravité de la charge considérée étant supposé être à 5 cm au-dessus du platelage.

Il devra être vérifié la non-immersion du profilé de rive.

Platelage Le platelage des pontons sera en bois adapté aux environnements marins (bois exotiques).

Défenses d'accostage Les pontons, catways et colliers de guidage seront équipés de défenses d'accostage du même matériaux que le platelage.

Flotteurs Les flotteurs seront en matériaux non oxydables pour une meilleure durabilité et devront pouvoir conserver leur flottabilité même en cas de percement. Les flotteurs pourront être en PEHD rotomoulé rempli de polystyrène expansé.

Catways La longueur des catways est défini selon les recommandations de « Les Pontons de plaisance – Guide de conception », 1992 », soit :

Longueur bateau (m)	Longueur catway (m)	Largeur Catway (m)
9 < L ≤ 11	7	0,6
7,5 < L ≤ 9	6	0,6
6,5 < L ≤ 7,5	5	0,6
≤ 6,5	4	0,6

Tableau 6 : Dimensions des catways

Le platelage des catways sera identique au platelage des pontons.

Équipements Les pontons seront équipés :

- de galerie technique circulaire et démontable intégrant :
 - réseau électrique
 - réseau eau potable
- de bornes de distribution en eau et électricité, en considérant 1 borne pour 8 bateaux. Chaque borne sera équipée de
 - 4 prises électriques 16A 230v
 - 2 robinets d'eau potable
- 3 taquets par postes d'amarrage.
- Sécurité :
 - Bouées de sauvetage : 1 bouée de sauvetage par ponton
 - Extincteurs : 1 extincteur portable type EN3 par ponton
 - Éclairage : éclairage des passerelles

Pontons échouables Le bassin présente :

- Des fonds sableux à sablo-vaseux
- Une topographie régulière et présentant une faible pente :
 - 0,5% dans le sens de la panne de distribution.
 - 0,1% dans le sens des pannes d'amarrage.



Figure 42 : Bassin d'échouage – Pentés du terrain naturel

Les pontons pourront donc échouer en conservant une planéité permettant la circulation en toute sécurité.

Les flotteurs des pontons seront renforcés pour permettre l'échouage des pontons.

Passerelles

Les pontons seront accessibles depuis la terre via 2 passerelles :

- Depuis le front de mer. La passerelle sera implantée le long de la cale de mise à l'eau existante afin de profiter de l'accès terrestre existant.
- Depuis le terre-plein central. La passerelle sera implantée en cohérence avec le projet urbain du nouveau terre-plein, au niveau de l'esplanade polyvalente.

Les recommandations du guide « les aménagements de plaisance maritimes, CETMEF, 2002 », indiquent une largeur recommandée de passerelle de 1,2 m. Toutefois, l'ensemble des pontons d'amarrage n'étant accessibles que via 2 passerelles, une surlargeur est prévue pour faciliter le trafic.

Les passerelles auront une largeur minimale de 1,5 m utile.

Les passerelles formeront un angle maximal avec la surface du plan d'eau de 30° à marée basse.

Les passerelles seront fixées côté rive au moyen d'une liaison charnière horizontale à un massif d'appui. La partie basse de la passerelle reposera sur la partie supérieure du ponton et sera équipée de roulettes. Pour sécuriser la transition passerelle / ponton, un planchon de raccordement sera mis en place pour assurer la continuité au niveau des extrémités de la passerelle.

Il n'est pas prévu de moyens physique d'interdiction d'accès aux passerelles (portillons). Les modalités de restriction d'accès seront fixées en phase exploitation par le concédant et/ou l'exploitant. Ces passerelles sont prévues pour un usage par les usagers du port.

Ponton « arche »

De façon à permettre le franchissement maritime depuis le bassin d'échouage vers le vieux môle, le ponton de raccordement au terre-plein intégrera un ponton « arche » sur le principe de la photo ci-dessous (port de St-Cast).

Ce ponton arche permettra :

- le franchissement piéton selon les mêmes modalités que la passerelle d'accès au ponton (largeur, pente)
- le franchissement maritime pour des bateaux moteur de longueur inférieure à 8,0m. Le gabarit du passage inférieur du ponton « arche » sera de 7 m de large et 2,5 m de tirant d'air.

Les pontons flottants du ponton arche seront dimensionnés en phase EXE pour permettre leur échouement et pour supporter les mêmes conditions d'agitation que la panne de desserte, soit une agitation de l'ordre de 50cm. Les déplacements différentiels entre ponton seront également analysés afin d'assurer la stabilité du ponton arche dans toutes les configurations.

Les pontons support de l'arche seront guidés sur pieux.



Figure 43 : Principe du « ponton arche »

5.3. Renforcement de la digue du port d'échouage

- Plan d'aménagement** Le plan d'aménagement de la digue est présenté en pièce.
- CHA_NAC24009_PLA_PRO_CPT_101 – Plan d'ensemble.
 - CHA_NAC24009_PLA_PRO_CPT_104 – Coupes digue port d'échouage.

5.3.1. Objectifs fixés

Choix de conception imposés Le bassin du port d'échouage est aujourd'hui insuffisamment protégé des houles du large par une digue existante (digue Nord, présentée au 4.1). Il est donc prévu un renforcement de cette digue :

- Rehaussement dans la limite des prescriptions du programme (maximum à +7 m CM, soit 1,5 m au-dessus de l'existant).
- Élargissement nécessaire à l'atténuation des houles.

La digue ainsi confortée devra permettre de limiter l'agitation dans le bassin portuaire à des niveaux permettant la mise en place des pontons sur pieux et l'amarrage des bateaux en sécurité.

La digue ne permettra cependant pas de stopper 100% de la houle car elle restera submersible dans les conditions de tempêtes conjuguées à un haut niveau de marée. Pour garantir la sécurité des ouvrages et des bateaux, aucun ponton d'amarrage ne sera prévu dans la zone située directement en arrière de la digue.

Du fait de ces franchissements lors des événements de tempêtes, la digue ne sera pas rendue circulaire. L'arase de la digue sera donc constituée d'enrochement et sera interdite à la promenade.

- Implantation** L'implantation de la digue est recherchée pour concilier :
- Une limitation des travaux à réaliser
 - La préservation du platier rocheux sur lequel a été inventorié la présence d'habitats à Sabellaria Alveolata (récifs hermelles, visualisation sur la figure ci-dessous).

Afin de limiter les travaux à réaliser il est prévu sur la section de digue hors platier rocheux :

- De maintenir en place au maximum l'ouvrage existant.
- De créer un nouveau talus extérieur de protection de la digue devant l'ouvrage actuel.
- De maintenir la risberme située au pied du talus intérieur de la digue actuelle en prévision d'éventuelles travaux de maintenance ultérieure de la digue et afin de ne pas réduire la taille du bassin d'échouage.

Sur la dernière section de digue en bordure du platier rocheux présentant des récifs hermelles, il est prévu de ne pas empiéter sur le platier rocheux au-delà de la limite de la digue actuelle côté mer et donc de renforcer la digue en l'étendant côté port ;

Il est également demandé de maintenir l'ouvrage au sein de la délimitation administrative du domaine portuaire.

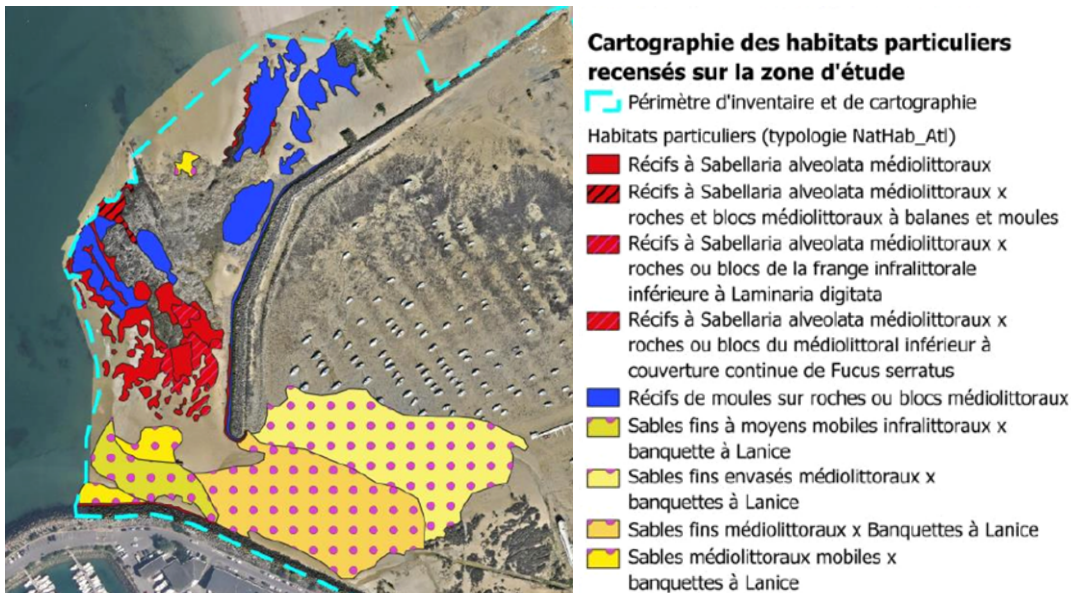


Figure 44 : Cartographie des habitats particuliers

5.3.2. Choix de conception complémentaires

Contexte hydrodynamique

Le contexte hydrodynamique présidant à la conception de la digue est présenté aux notes :

- CHA_NAC24009_NDC_PRO_EXP_003 – Modélisation des houles – Propagation et Agitation portuaire – Mars 2025 (Réf. 13).
- CHA_NAC24009_NDC_PRO_EXP_004 – Modélisation courantologique et hydrosédimentaire – Mai 2025 (Réf. 14).

Contexte géotechnique

Le contexte géotechnique présidant à la conception de la digue est présenté dans la note :

- CHA_NAC24009_NDC_PRO_EXP_002 – Étude géotechnique de conception – Mission G2 PRO – Juin 2025 (Réf. 16).

Les principaux éléments de cette note sur la stabilité de l'ouvrage sont :

- L'ouvrage étant réputé stable, son élargissement et son confortement avec une nouvelle carapace ne pourront qu'améliorer sa stabilité plus encore.
- Aucun sujet de portance ou de tassement n'est donc identifié, d'autant plus que l'ouvrage reposera directement au toit du substratum gneissique.

Conception de la digue

Le dimensionnement de la carapace de la digue est présenté dans les notes :

- CHA_NAC24009_NDC_PRO_EXP_006 – Dimensionnement des ouvrages – Juin 2025 (Réf. 12).
- CHA_NAC24009_NDC_PRO_EXP_005 – Essais en canal à houle – juin 2025 (Réf. 15).

Analyse de la conception AVP

Le profil de digue retenu lors de la conception AVP (Réf. 2) a été analysé via une étude de franchissement et stabilité en canal à houle (Réf. 15) menée par le laboratoire Builders sous la supervision du BET Créocéan.

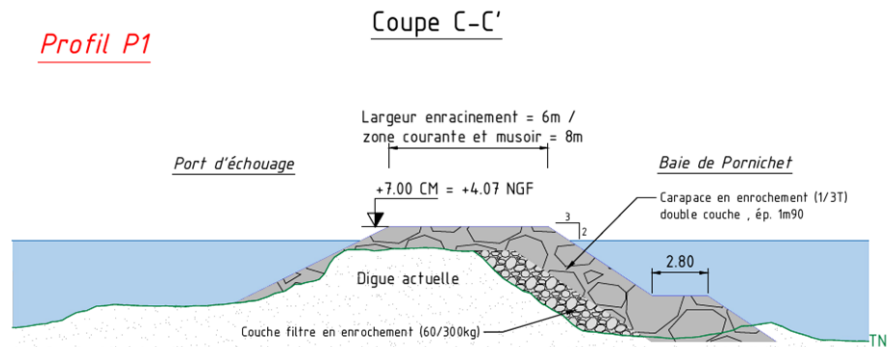


Figure 45 : coupe digue AVP – Document CHARIER (Réf. 13)

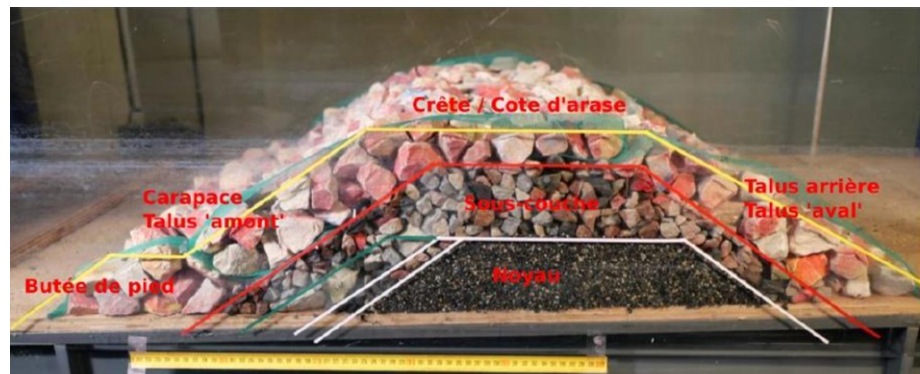


Figure 46 : Coupe digue testée – Document CRÉOCÉAN (Réf. 13)

Ces essais ont montré une fragilité de la conception au niveau de la crête et du talus arrière de la carapace constituée d'une seule rangée de blocs avec un risque de mouvement des blocs et de mise à nu de la couche filtre.

Afin de parer à cette fragilité, il a été retenu la mise en place d'une carapace en double couche sur l'ensemble de la section.

Enrochements de protection

Les principaux éléments de ce dimensionnement sont :

- La carapace de la digue sera constituée :
 - D'une double couche d'enrochements 1/3 T.
 - D'une couche filtre en enrochements 60/300 kg.
- Le talus de l'ouvrage aura une pente de 3H/2V.

Corps de digue

Le corps de digue sera constitué :

- De la digue actuelle. Celle-ci sera remaniée pour permettre :
 - La mise en place de la couche filtre d'assise de la carapace.
 - La mise en place de la carapace et sa butée de pied.

Les blocs issus du remaniement de la digue actuelle sera fractionné si nécessaire et réutilisés dans les sous-couche ou carapace de la digue selon blocométrie obtenue.

- D'un matériau de remblai d'apport.
- D'un géotextile anti-poinçonnement entre le noyau et le filtre permettant de confiner les éléments fins du noyau.

Surlargeur en crête La largeur en crête est définie avec deux objectifs :

- Permettre un niveau de franchissement par la mer compatible avec les aménagements intérieurs du bassin (bateaux amarrés sur pontons) :
 - Une largeur d'arase de 8 m a été empiriquement retenue au stade AVP et testée en canal numérique puis en canal à houle pour validation des niveaux de franchissement.
- Permettre un rehaussement ultérieur éventuel en cas de surélévation du niveau de la mer trop important pour permettre l'exploitant du bassin :
 - La largeur d'arase en tête de 8m permet le rehaussement de la digue d'un mètre (à +8 m CM) tout en conservant une largeur de crête supérieure à 4 m.

Pied des talus Les pieds de talus seront réalisés selon la nature du sol :

- Lorsque le talus de la digue repose directement sur le substratum rocheux, le pied de digue sera bloqué par une butée de pied afin de ne pas réaliser de terrassements dans le rocher.
- Lorsque le talus de la digue repose sur du substrat meuble (sable), le talus sera poursuivi jusqu'à atteindre le substrat rocheux ou un enfouissement de 2 m sous le terrain naturel. Cette profondeur est jugée satisfaisante au regard de la dynamique sédimentaire du site et rappelé dans la note en Réf. 14 :

SOGREAH (2012) a établi sur la base des cartes présentées ci-dessus la présence d'un courant longitudinal Ouest/Est bien établi qui indique que la plage de la Baule située à proximité immédiate du port est en déséquilibre. La recherche de la position d'équilibre statique passe donc par des érosions de la zone centrale au profit d'engraissements au niveau du port de Pornichet.

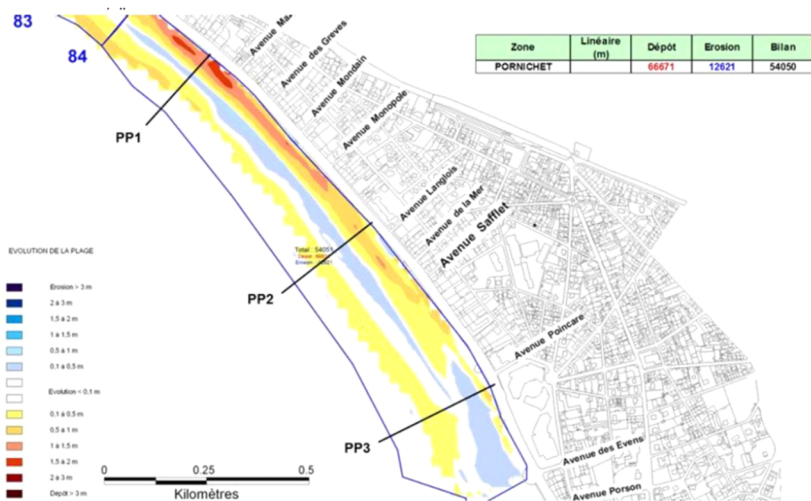


Figure 3-1 : Bilan sédimentaire de la plage de Pornichet 2004-2014 (Source : Artelia 2017)

5.4. Extension du terre-plein

- Plan d'aménagement** Le plan d'aménagement de l'extension du terre-plein est présenté en pièce
- CHA_NAC24009_PLA_PRO_CPT_101 – Plan d'ensemble
 - CHA_NAC24009_PLA_PRO_CPT_105 – Coupes talus du terre-plein.

5.4.1. Objectifs fixés

Choix de conception imposés

L'extension du terre-plein du port à flot est gouvernée :

- Par le projet de modernisation des aménagements terrestres du port présentée en Réf. 2. Cette extension du terre-plein portera :
 - La nouvelle capitainerie commune aux 2 bassins.
 - Un stationnement polyvalent véhicule/attelage.
 - Une esplanade polyvalente.
 - Des voies de circulation piéton / cycle.
 - Un belvédère.
- Par la nécessité de mieux protéger la passe d'entrée du bassin d'échouage.

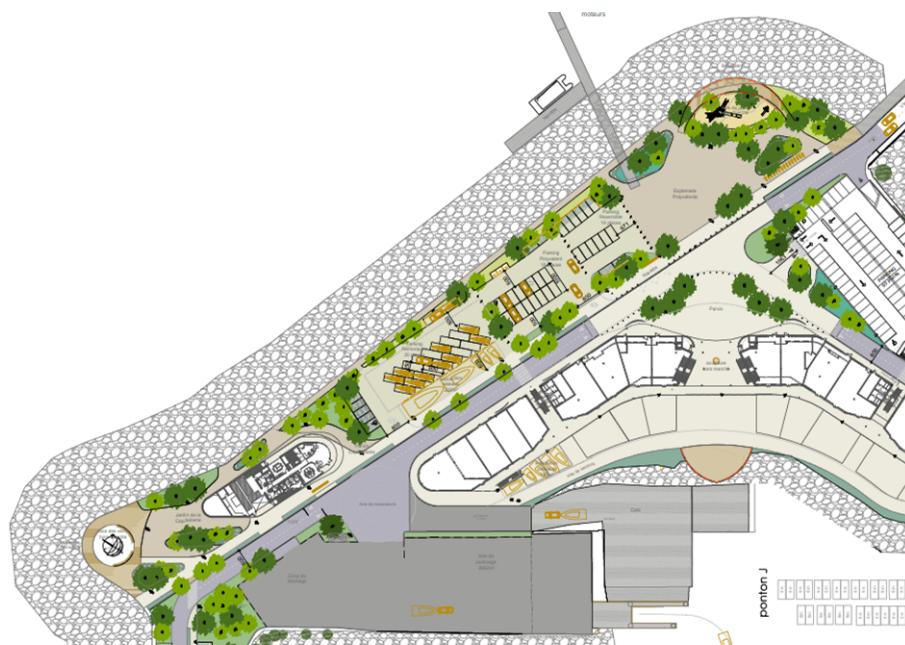


Figure 47 : Aménagements terrestre du terre-plein

Implantation et surface

Les surfaces nécessaires au projet terrestre sont de 8000 m².

L'implantation de cette extension a été proposée au stade AVP en privilégiant :

- Une extension dans le bassin d'échouage afin de préserver les zones d'apportement du bassin à flot et les zones les mieux protégées du bassin d'échouage.
- Une desserte de cette nouvelle zone par la voie d'accès existante bordant le talus Nord de l'actuel terre-plein.
- La réalisation d'une « excroissance » du terre-plein vers le nord-est permettant de mieux protéger la passe d'entrée du bassin d'échouage et reproduisant la géométrie de la passe d'entrée du port à flot.
- Le maintien d'un chenal d'accès au bassin d'échouage d'une largeur minimale de 25 m.

5.4.2. Choix de conception complémentaires

Contexte hydrodynamique

Le contexte hydrodynamique présidant à la conception du remblai d'extension est présenté aux notes :

- CHA_NAC24009_NDC_PRO_EXP_003 – Modélisation des houles – Propagation et Agitation portuaire – Mars 2025 (Réf. 13).
- CHA_NAC24009_NDC_PRO_EXP_004 – Modélisation courantologique et hydrosédimentaire – Mai 2025 (Réf. 14).

Contexte géotechnique

Le contexte géotechnique présidant à la conception de la digue est présenté dans la note :

- CHA_NAC24009_NDC_PRO_EXP_002 – Étude géotechnique de conception – Mission G2 PRO – Juin 2025 (Réf. 16).

Conception du remblai d'extension

Implantation / protection contre l'agitation

L'implantation et la surface du remblai nécessaire aux aménagements terrestres n'est pas questionnée au stade PRO car il s'agit de besoins liés au projet terrestre et imposés au projet maritime. Le point de l'excroissance du remblai côté Nord-Est a cependant un intérêt sur le projet maritime puisqu'il permet de mieux protéger la passe d'entrée du bassin d'échouage.

Les incidences de l'extension du terre-plein sur la propagation de l'agitation dans le bassin d'échouage sont présentées dans la note CHA_NAC24009_NDC_PRO_EXP_003 – Modélisation des houles – Propagation et Agitation portuaire – Mars 2025 (Réf. 13).

Les modélisations réalisées montrent pour des conditions de houles décennales :

- Configuration actuelle : houle > 45 cm sur une partie importante du bassin avec une entrée directe de l'agitation par la passe d'entrée.
- Configuration projet : houle < 30 cm avec une protection de la passe d'entrée selon une géométrie similaire à la passe d'entrée du port à flot.

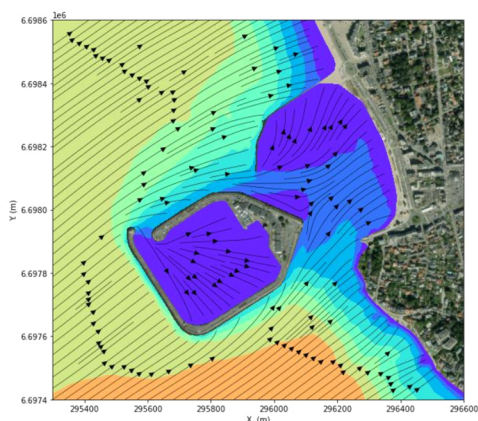


Figure 434 : Propagation de la houle au niveau du port de Pornichet. Scénario 10 ans niveau élevé.

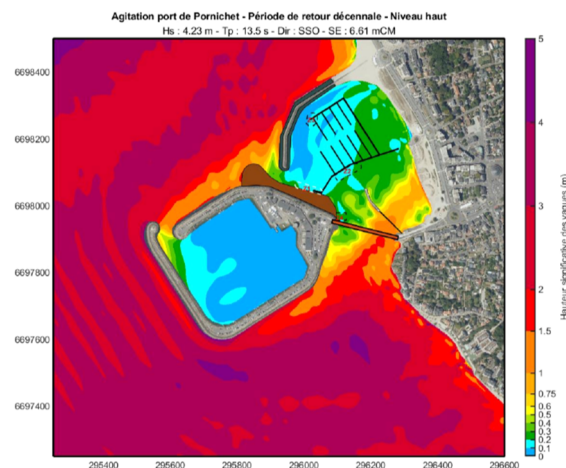


Figure 49 : Propagation de l'agitation – Configuration projet

Figure 48 : Propagation de l'agitation – Configuration actuelle

Cette implantation a été retenue en phase PRO.

Corps de remblai Le dimensionnement du remblai est présenté dans la note CHA_NAC24009_NDC_PRO_EXP_002 – Étude géotechnique de conception – Mission G2 PRO – Juin 2025 (Réf. 16).

Le remblai sera réalisé par un matériau d'apport constitué de tout-venant de carrière. Un géotextile anti-poinçonnement sera mis en œuvre entre le noyau et le filtre permettant de confiner les éléments fins du remblai.

Protection du remblai Le dimensionnement de la protection du remblai est présenté dans la note CHA_NAC24009_NDC_PRO_EXP_006 – Dimensionnement des ouvrages – Juin 2025 (Réf. 12).

Les principaux éléments de ce dimensionnement sont :

- La carapace du talus de protection exposé sera constituée :
 - D'une double couche d'enrochements 1/3T.
 - D'une couche filtre en enrochements 60/300 kg.
 - Le talus de l'ouvrage aura une pente de 3H/2V.
- La carapace du talus de protection protégé sera constituée :
 - D'une double couche d'enrochements 60/300kg.
 - Le talus de l'ouvrage aura une pente de 3H/2V.

Pied des talus Les pieds de talus seront réalisés selon la nature du sol :

- Lorsque le talus du remblai repose directement sur le substratum rocheux, le pied de talus sera bloqué par une butée de pied afin de ne pas réaliser de terrassements dans le rocher.
- Lorsque le talus du remblai repose sur du substrat meuble (sable), le talus sera poursuivi jusqu'à atteindre le substrat rocheux ou un enfouissement de 2m sous le terrain naturel. Cette profondeur est jugée satisfaisante au regard de la dynamique sédimentaire du site et rappelé dans la note en réf (Réf. 14) qui indique des variations de fond pouvant atteindre +/- 0,60m dans la passe d'entrée du bassin d'échouage.

Aménagement du terre-plein

Le terre-plein sera aménagé dans un second temps pour porter différents aménagement et usages :

- La nouvelle capitainerie commune aux 2 bassins.
- Un stationnement polyvalent véhicule/attelage.
- Une esplanade polyvalente.
- Des voies de circulation piéton / cycle.
- Un belvédère.

Le bâtiment sera fondé sur fondations profondes, la définition de cet aménagement ne fait pas partie de ce PRO.

Les voiries, réseaux et aménagements paysagers supportés par le terre-plein sont définis au niveau AVP et présentés en Réf. 2.

Pour supporter ces différents aménagements, le niveau d'arase du terre-plein défini au présent PRO est dimensionné pour une surcharge d'exploitation de 2t/m². Ce niveau d'arase constitue la partie supérieure des terrassements (PST).

Phasage de réalisation

La réalisation du remblais nécessite la réalisation terrassements sous eau pour la mise en œuvre de la butée de pied.

L'Ifremer, dans ses derniers bulletins, évoque la présence de phycoplanctons dans la baie du Pouliguen qui fait peser un risque environnementale et sanitaire de libération des kystes phycoplanctoniques présents dans le sable pouvant entraîner un bloom toxiques en cas de réalisation de ces travaux sur la période avril-septembre.

Le phasage de réalisation du remblais devra tenir compte d'une réalisation des terrassements pour la mise en œuvre de la butée de pied sur la période octobre-mars uniquement.

5.5. Appontements du port à flot

Plan d'aménagement Le plan d'aménagement du bassin est présenté en pièce « CHA_NAC24009_PLA_PRO_CPT_102 – Plan d'implantation des pontons du port à flot ».

5.5.1. Objectifs fixés

Choix de conception imposés Les choix de conception ci-dessous sont retenus par retranscription des objectifs fixés au programme fonctionnel :

- L'ensemble des pieux et passerelles ainsi que le ponton O, sont jugés dans un état de fonctionnement acceptable et sont conservés jusqu'aux prochaines opérations de Gros Entretien Renouvellement prévues.
- Le plan d'appontement n'est donc revu qu'à la marge au niveau de la distribution des bateaux par taille.
- Les pontons sont remplacés y compris leurs équipements et les catways.
- Des aménagements optionnels complémentaires sont proposés au plan masse pour aménagement ultérieur :
 - Ajout d'un ponton à vocation d'accueil de bateau à passager.
 - Ajout d'un ponton de facilitation de mise à l'eau.
 - Remplacement des balises d'entrée du port.

Nombre de place Le nombre projeté d'emplacements par catégorie est d'environ 1000 places pour des bateaux monocoques de 6 à 18 m et 3 places pour des multicoques inférieurs à 25 m.

Parmi ces emplacements, le projet prévoit :

- De réserver l'ensemble du ponton J pour les professionnels du nautisme, soit 63 emplacements.
- De réserver la partie Ouest du ponton O pour les événements nautiques ou bateaux de course au large.

Accès maritime L'accès maritime au bassin à flot est inchangé. Les deux balises d'entrée du port sont dans un état de corrosion avancé et sont remplacés à l'identique.

Les opérations de dragage ne font pas partie du projet d'aménagement. Des opérations de dragage d'entretien des fonds sont prévus tous les 8 ans par le futur exploitant en prolongement de la gestion actuelle du port.

Maintien des pieux de guidage existants

Les pieux existants ont fait l'objet d'un relevé d'épaisseur résiduelle (présenté au 4.5).

Les hypothèses retenues pour justifier la conservation de ces pieux sont :

- Le présent projet n'apporte pas de modifications des contraintes sur les pieux (remplacement des pontons à l'identique géométrique, accueil des mêmes catégories de bateaux par panne).
- Les pieux feront l'objet d'opérations d'entretien :
 - Pieux de guidage et du rideau de palplanche : opérations prévues en 2030 puis en 2050.
 - Le remplacement des anodes sacrificielles installés sur les ouvrages métalliques tous les 15 ans (en 2027, 2042 et 2057).
 - Rehausse des pieux en 2050.
- La cote d'arase des pieux paraît cohérente avec les niveaux de tempêtes extrêmes récentes : pas de problèmes liés à l'arase des pontons relevés lors de la tempête Xynthia.

Un recalcul a été réalisé pour les pieux de la panne C afin de vérifier l'adéquation des épaisseurs d'acier relevées avec les contraintes exercées. Cette vérification est présentée dans la note CHA NAC24009 NDC PRO DIM 011.

Cette vérification montre l'importance de réaliser un entretien régulier (peinture et anode) afin de limiter la corrosion jusqu'aux prochaines opérations de refit.

5.5.2. Choix de conception complémentaires

Plan d'appontement général

- Le plan d'appontement n'est pas modifié.
- Chenal d'accès intérieur : non modifié.
- Cercle d'évitage entre pontons : non modifié.

Dimension des emplacements

Les emplacements sur pontons seront distribués selon les catégories définies dans le tableau ci-dessous.

La corrélation longueur/largeur est issue de l'analyse de Loire Atlantique Nautisme, exploitant actuel du port d'échouage de Pornichet et des port de La Baule - Le Pouliguen, Piriac, Pornic, La Turballe et Croisic. LAN est également le futur exploitant des ports de Pornichet.

Catégorie	Longueur de bateau	Largeur de poste
I	<5,99 m	2,70 m
II	6,00 à 6,49 m	2,80 m
III	6,50 à 6,99 m	2,80 m
IV	7,00 à 7,49 m	2,80 m
V	7,50 à 7,99 m	3,10 m
VI	8,00 à 8,49 m	3,40 m
VII	8,50 à 8,99 m	3,40 m
VIII	9,00 à 9,49 m	3,70 m
IX	9,50 à 9,99 m	3,70 m
X	10,00 à 10,49 m	3,80 m
XI	10,50 à 10,99 m	4,00 m
XII	11,00 à 11,49 m	4,20 m
XIII	11,50 à 11,99 m	4,20 m
XIV	12,00 à 12,99 m	4,60 m
XV	13,00 à 13,99 m	4,80 m
XVI	14,00 à 15,99 m	5,80 m
XVII	16,00 à 17,99 m	6,15 m
XVIII	18,00 à 19,99 m	6,30 m
XIX	20,00 à 25,99 m	7,30 m

Tableau 7 : Corrélation longueur/largeur des bateaux

Distribution L'amarrage se fera sur ponton et catways en configuration postes doubles.
Le nombre projeté d'emplacements par catégorie est détaillé ci-dessous :

- Bateaux au ponton :

Longueur bateau	Poste d'amarrage
moins de 5,99m	156
6,0 à 6,49m	134
6,5 à 6,99m	114
7,0 à 7,49m	52
7,5 à 7,99m	164
8,0 à 8,49m	53
8,5 à 8,99m	45
9,0 à 9,49m	41
9,5 à 9,99m	86
10,0 à 10,49m	36
10,5 à 10,99m	31
11,0 à 11,49m	23
11,5 à 11,99m	23
12,0 à 12,49m	0
12,5 à 12,99m	41
13,0 à 13,49m	0
13,5 à 13,99m	18
14,0 à 15,99m	7
16,0 à 17,99m	7
plus de 18,0m	3
Total	1034

Tableau 8 : Bateaux au ponton

Pontons

Largeur utile Les largeurs de pontons minimales sont définies selon la norme britannique reprise dans le guide « les aménagements de plaisance maritimes, CETMEF, 2002 », soit :

- 2,0 m pour une utilisation normale.
- 2,5 m pour une utilisation intensive.

Dans le cadre du projet, ces largeurs minimales sont complétées par une surlargeur permettant d'améliorer le confort d'utilisation et la stabilité, notamment pour les plus grandes unités. Les pontons seront de largeur utile (hors pieux) :

- 2,1 m pour les pontons accueillant les unités inférieures ou égales à 12 m.
- 2,5 m pour les pontons accueillant les unités supérieures à 12 m.
- 3,5 m pour les pontons accueillant du publics (ponton d'accueil pour bateau passager).

Guidage Les pontons seront guidés sur les pieux existants ancrés au rocher afin de limiter les mouvements latéraux des pontons et garantir les largeurs d'accès dans les chenaux de navigation.

Les colliers de guidage des pieux seront prévus extérieurs au ponton afin de faciliter la circulation sur les pontons et faciliter les opérations de préfabrication des éléments.

Les colliers de guidage des pontons seront en alliage d'aluminium (idem structure ponton).

Ils comporteront trois galets polyamide ou polyéthylène haute densité montés sur axe inox et bague téflon, assurant les contacts avec les pieux métalliques. L'échantillonnage sera justifié par note de calcul. Les galets devront être interchangeables et seront en néoprène, ils seront montés en tenant compte des défauts de verticalité des pieux dans la zone de marnage.

De plus, les colliers seront équipés de butées : pièces martyrs interchangeables, afin d'éviter tout contact entre l'anneau de guidage du ponton et le pieu métallique, l'habillage en bois sus visé devra en tenir compte.

Structure Afin d'améliorer la durée de vie des équipements et limiter leur entretien, les pontons seront constitués d'une structure en aluminium et de flotteurs PEHD.

Franc-bord Les Franc-bord légers minimaux sont définis selon les recommandations du guide « les aménagements de plaisance maritimes, CETMEF, 2002 », soit :

- Le franc-bord léger des pontons sera de 0,5 m minimum.
- Le franc-bord léger des pontons accueillant les unités de longueur >10,0m sera de 0,7m minimum. Un planchon de raccordement sera mis en œuvre pour assurer la transition entre des pontons de FBL différents.

Angle de gîte L'angle de gîte maximal est défini selon les recommandations de « Les Pontons de plaisance – Guide de conception », 1992 ».

Il sera considéré un angle de gîte maximal de 15° sous charge uniformément répartie de 2 kPa sur une demi-largeur de ponton, le centre de gravité de la charge considérée étant supposé être à 5 cm au-dessus du platelage.

Il devra être vérifié la non-immersion du profilé de rive.

Platelage Le platelage des pontons sera en bois adapté aux environnements marins (bois exotiques).

Défenses d'accostage Les pontons, catways et colliers de guidage seront équipés de défenses d'accostage du même matériaux que le platelage.

Flotteurs Les flotteurs seront en matériaux non oxydables pour une meilleure durabilité et devront pouvoir conserver leur flottabilité même en cas de percement. Les flotteurs pourront être en PEHD rotomoulé rempli de polystyrène expansé.

Catways La longueur des catways est défini selon les recommandations de « Les Pontons de plaisance – Guide de conception », 1992 », soit :

Longueur bateau (m)	Longueur catway (m)	Largeur Catway (m)
$12 < L \leq 14$	9	0,6
$11 < L \leq 12$	8	0,6
$9,5 < L \leq 11$	7	0,6
$7,5 < L \leq 9,5$	6	0,6
$6,5 < L \leq 7,5$	5	0,6
$\leq 6,5$	4	0,6

Tableau 9 : Dimensions des catways

Les catways de la panne N, côté Ouest, sont fixés sur pieux d'extrémité. Leurs dimensions et modes d'ancrage actuel sont conservés pour les nouveaux équipements.

Le platelage des catways sera identique au platelage des pontons.

Des catways supplémentaires sont présentés au plan Projet aux racines des pannes au niveau des voies de roulement des passerelles. Ces emplacements d'un accès difficile ne présenteront pas le même confort d'usage mais sont tout de même estimés intéressants par le futur exploitant.

Équipements Les pontons seront équipés :

- de galerie technique circulaire et démontable intégrant :
 - réseau électrique
 - réseau eau potable
 - réseau eau non potable
- de bornes de distribution en eau et électricité, en considérant 1 borne pour 8 bateaux. Chaque borne sera équipée de
 - 4 prises électriques 16A 230v
 - 2 robinets d'eau potable
 - 1 robinet d'eau non potable.
- 3 taquets par postes d'amarrage.
- Sécurité :
 - Bouées de sauvetage : 1 bouée de sauvetage par ponton
 - Extincteurs : 1 extincteur portable type EN3 par ponton
 - Éclairage : éclairage des passerelles

5.6. Réparation de la darse

Plan d'aménagement Les plans et coupes de la darse sont présentés en pièce « CHA_NAC24009_PLA_PRO_CPT_107 – Coupes et détails darse ».

5.6.1. Objectifs fixés

Choix de conception imposés Les choix de conception ci-dessous sont retenus par retranscription des objectifs fixés au programme fonctionnel :

- Le fonctionnement actuel de la darse est conservé par le futur exploitant
- Le remplacement ultérieur du portique se fera en considération des capacités actuelles de la darse et des éventuelles nouvelles capacités apportées lors des opérations de gros entretien prévues en 2035.

5.6.2. Choix de conception complémentaires

Programmation des travaux de réparation et d'entretien Dans le cadre des études PRO, une inspection visuelle de la darse a été menée mettant en évidence :

- un état de corrosion très avancée des dalles pouvant entraîner un poinçonnement du béton sous l'exploitation,
- un état de dégradation correcte des poutres avec la présence de fissures et traces de corrosions ainsi que quelques épaufrures...
- des pieux métalliques avec une corrosion de surface.

Au vu de l'inspection visuelle, sont prévus au programme de réaménagement du port :

- le remplacement des dalles. Pour ne pas sursolliciter la structure conservée, l'épaisseur des dalles existante sera conservée.
- la réparation des désordres relevés sur les poutres (piquage du béton, passivation des aciers et ragréage de la structure).

Ces travaux doivent permettre de prolonger la durée de vie des ouvrages jusqu'à la prochaine opération de gros entretien programmée en 2035.

Afin de conforter l'inspection visuelle de la structure, il sera procédé à un diagnostic sur les matériaux avec la réalisation de quelques carottages du béton, dégarnissage local des aciers et analyse chimique des carottes.

Les objectifs sont notamment :

- de vérifier la profondeur de propagation des ions chlorure afin de s'assurer que les armatures structurales soient toujours protégées,
- de s'assurer de l'absence de corrosion des armatures dans les zones sans traces de corrosion apparentes,
- de vérifier la résistance à l'écrasement du béton en fonction des zones d'exposition.

Ce diagnostic sera réalisé en phase préparatoire des travaux. Si ce diagnostic devait montrer des désordres ou une porosité plus importants que ceux attendus, un recalage du planning de gros entretien pourra être envisagé avec le maître d'ouvrage.

Travaux projetés Le remplacement des dalles à fait l'objet d'une note de dimensionnement présentée en pièce CHA_NAC24009_NDC_PRO_DIM_008 - Darse dalles.

5.7. Chenaux d'accès et balisage

Grande Commission Nautique

Dans le cadre du projet de réaménagement des ports de plaisance, Une Grande Commission Nautique est prévue en octobre 2025 pour émettre un avis sur les conséquences au point de vue de la sécurité de la navigation du projet de réaménagement des ports de Pornichet.

Les éléments précisés ci-après sont issus des éléments présentés à cette commission et seront validés ou complétés en fonction de ses conclusions.

Dans le port d'échouage

Les plans et coupes du chenal d'entrée au port d'échouage sont présentés en pièce « NAC 24009 PLA PRO CPT 0105 ».

En raison du projet d'extension de terre-plein du port en eau profonde de Pornichet, la passe d'entrée du port d'échouage se voit réduite.

Le futur exploitant a effectué une mesure à basse mer fort coefficient et établi que le chenal pouvait être déplacé de 15m vers le nord sans conséquence pour la navigation car les fonds sont plats.

Il est proposé :

- De créer une porte de 30m de large entre le musoir de l'extension du terre-plein et une nouvelle balise bâbord
- De créer de fait un nouvel alignement entre la nouvelle rouge et celle de l'extrémité de la digue
- De supprimer la balise bâbord existante



Figure 50 : Modification du balisage

Dans le port à flot

Les ouvrages d'accès au port à flot de Pornichet n'étant pas modifié, le chenal d'accès restera identique à celui existant. La rénovation des pieux supports des balises vertes et rouges d'entrée de port est en discussion entre l'exploitant actuel, le service des Phares et Balises et la ville de Pornichet.

5.8. Enjeux environnementaux

Adaptations aux enjeux environnementaux

Les études de Projet sont menées en parallèle de la réalisation des dossiers d'autorisation réglementaires (incluant des analyses environnementales complémentaires).

Les études de Projet ne prennent donc pas en compte à ce stade la totalité des éventuelles mesures ERC qui pourraient être mises en place à l'issu des études environnementales et autorisations réglementaires.

Mesures ERC

Toute intervention sur l'environnement peut se traduire par une dégradation de la qualité environnementale. La séquence « éviter, réduire, compenser » (ERC) a pour objectif d'éviter les atteintes à l'environnement, de réduire celles qui n'ont pu être suffisamment évitées et, si possible, de compenser les effets notables qui n'ont pu être ni évités, ni suffisamment réduits.

La séquence ERC est appliquée au travers de l'évaluation environnementale, dès le stade de la planification. Sont rappelés ci-après les principes même de l'évitement, de la réduction et de la compensation :

- L'évitement : il est primordial et se traduit à travers les choix stratégiques de la solution retenue. Ces choix doivent concerner dans un premier temps la quantité et la qualité des impacts prévus. En effet, le choix de scénarios minimisant par exemple le besoin en artificialisation des milieux littoraux et marins, est une première étape de l'évitement. L'évitement doit prendre ensuite la forme de choix géographiques (spatialisation des impacts et nuisances en fonction des enjeux environnementaux), de choix temporels et de choix technologiques généralisés sur la zone couverte par le projet en question.
- La réduction : elle peut aussi être anticipée dès le stade d'avant-projet. Une fois les scénarios actés, il s'agit de donner une dimension environnementale dans les composantes du projet permettant de limiter certains impacts d'ores et déjà identifiés à travers la modification des composantes du projet ou des modalités de réalisation du projet.
- La compensation : elle ne doit être envisagée qu'en ultime recours, lorsqu'aucune autre solution, ni mesure d'évitement ou de réduction n'a été trouvée.

Applications au Projet

Le Projet pourra être adapté ou complété ultérieurement par des mesures ERC permettant ou facilitant l'acceptation réglementaire du Projet.

Les mesures suivantes ont d'ores et déjà été intégrées au projet :

- Réduction des emprises de la digue Nord sur le platier rocheux pour éviter tout empiètement sur les récifs d'hermelles présents sur les espaces naturels devant l'ouvrage actuel.
- Modification du phasage de réalisation des travaux d'extension du terre-plein central pour éviter tout risque de remise en suspension de kystes phycoplanctoniques sur la période avril-septembre.
- Suppression des travaux d'extension de la cale de mise à l'eau pour éviter tout risque de remise en suspension de sédiments pollués dans le port à flot.

6. MAINTENANCE DES OUVRAGES

6.1. État des ouvrages en fin de contrat

Cadre contractuel	<p>Le présent Projet s'intègre dans le contrat de conception-réalisation pour le réaménagement des ports de plaisance de Pornichet, lui-même s'intégrant dans le contrat de concession des ports de plaisance de Pornichet.</p> <p>Ce contrat de concession définit les objectifs en termes d'état des ouvrages en fin de contrat à l'article 52.1 – les biens de retour :</p> <p>52.1 Les biens de retour</p> <p>A l'expiration du Contrat, et quelles qu'en soient les causes, le Concessionnaire sera tenu de restituer au Concédant les biens de la Concession classés comme biens de retour, à l'exception de ceux retirés pendant la durée du Contrat avec l'accord du Concédant.</p> <p>L'ensemble des ouvrages et équipements du service devra être en bon état de fonctionnement et d'entretien. L'état des biens devra permettre de poursuivre l'exploitation normale du service en conformité au regard de la réglementation en vigueur, particulièrement en matière de bâtiments, d'environnement ou de santé, sécurité publique et au travail.</p> <p>[...]</p>
Durée du contrat	Le contrat de concession est de 40 ans.
État des biens en fin de contrat	Les ouvrages objet du présent PRO font partie des biens de retour. À ce titre ils devront être en bon état de fonctionnement et d'entretien au terme du contrat.
Travaux initiaux, entretien/maintenance et GER	<p>Ce bon état de fonctionnement et d'entretien en fin de contrat est atteignable par 3 moyens complémentaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les opérations d'entretien et de maintenance courante. • Les opérations de Gros Entretien Renouvellement. • La construction initiale, pour laquelle la durée de vie retenue pour les différents ouvrages doit être cohérente avec ces objectifs.

6.2. Modalités de maintenance et d'entretien

Travaux d'entretien et de maintenance	<p>Selon les termes de l'article 24 du contrat de concession :</p> <p>Article 24 : Travaux d'entretien et de maintenance</p> <p>Les limites et conditions des travaux d'entretien et de maintenance à la charge du Concessionnaire sont décrites à l'annexe 6.</p> <p>Les travaux d'entretien et de maintenance du Concessionnaire comprennent toutes les réparations courantes et les opérations permettant d'assurer le maintien en état de bon fonctionnement de l'exploitation des biens inclus dans le périmètre du Contrat, jusqu'au moment où leur vétusté ou une défaillance rend nécessaire des travaux de grosses réparations ou de renouvellement.</p> <p>Le Concessionnaire assure une maintenance préventive et corrective sur l'ensemble de ces biens afin de limiter la maintenance curative.</p> <p>[...]</p>
Programme d'entretien-maintenance	<p>Le programme d'entretien-maintenance à la charge de l'exploitant est décrit en Réf. 3.</p> <p>L'exploitant met en place, dès la mise en service des ouvrages et équipements un dispositif de gestion du patrimoine et d'entretien-maintenance issue de la méthode VSC (Visites Simplifiées Comparées) développée par le CEREMA.</p>

Méthode VSC

Le dispositif de gestion patrimonial qui sera mis en place, s'appuie donc notamment sur une évaluation périodique des ouvrages selon la méthode VSC (Visites Simplifiées Comparées).

Cette méthode, développée par le CEREMA (services techniques de l'état), a dans un premier temps été appliquée à la gestion des infrastructures routières. Elle est depuis plusieurs années applicable aux spécificités du domaine portuaire et est reconnue par les collectivités et les experts du domaine. Elle consiste à découper les ouvrages en « objets », dont la structure mécanique est identifiée, et les désordres potentiels pouvant l'affecter sont décrits sous forme de tableaux (Identifiant mécanique).

Une échelle allant de 1 à 4 permet d'évaluer le degré de gravité des désordres observés. Conformément à la méthode VSC, un plan quinquennal (5 à 10 ans) est alors réalisé suite aux visites et à l'intégration des données existantes, avec comme objectif premier, d'isoler les priorités, de façon à sortir le plus vite possible des Indices d'Etat 1 et 2, pour accéder à un patrimoine situé en indices 3 et 4 (nécessitant des actions préventives de niveau 1 ou 2 selon la norme NF X 60-000).

Indice d'Etat (IE)	Nature de l'intervention	Délais d'intervention	Gravité
1	CURATIF	Immédiat	Isoler vers le haut les ouvrages à problèmes (IE = 1)
2		Court terme (1 à 2 ans)	
3	PREVENTIF	Moyen terme (3 à 4 ans)	Programation raisonnée (IE = 2, IE = 3)
4		Long terme (> 4 ans)	

Contrôle et entretien courant

En sus de la mise en place de la méthode VSC qui concerne les principaux ouvrages et équipements portuaires, une surveillance et un entretien régulier des équipements permettront de maintenir les installations en bon état et ainsi prolonger leur longévité.

L'un des objectifs majeurs est de réduire au maximum les actions curatives (ou « corrective » selon la norme NF X 60-000), au profit des actions préventives, en travaillant à partir d'un plan pluriannuel mis à jour régulièrement et reposant sur une évaluation périodique de l'état des ouvrages.

Les opérations de maintenance s'organisent de la façon suivante :

- Surveillance régulière de l'ensemble des équipements avec tenue d'un registre spécifique permettant de planifier les interventions nécessaires. En particulier, des contrôles réguliers seront réalisés sur les dispositifs de mouillage, le pontons, les bornes d'eau et électricité, l'élévateur, les contrôle d'accès, la station à carburant, etc.
- Maintenance préventive : remplacement d'équipements et matériels usés avant éventuelle casse
- Maintenance curative : en fonction du plan de maintenance définit et en cas de besoin, réparation des équipements
- des contrôles techniques réglementaires sont également réalisés avec des entreprises spécialisées et des organismes de contrôles. Ces vérifications sont obligatoires. Elles concernent les installations électriques, les alarmes, les moyens de lutte contre les incendies, les systèmes de manutention, etc.

Toutes ces opérations sont prises en charge et suivies par les agents de ports avec l'appui de techniciens spécialisés d'autres ports gérés par Loire-Atlantique Nautisme ou bien sous-traitées selon le type d'interventions.

Travaux de gros entretien et de renouvellement des biens

Selon les termes de l'article 23 du contrat de concession :

Article 23 : Travaux de gros entretien et de renouvellement des biens

En sus du PRPP et dans les conditions et limites prévues à l'annexe 7, hors cas d'imprévision, de force majeure, ou cause légitime, le Concessionnaire assure, à ses frais et sous sa maîtrise d'ouvrage, l'ensemble des grosses réparations, renouvellement des infrastructures portuaires ainsi que les travaux de mise en conformité réglementaire.

Ces travaux sont réalisés de sorte que les équipements concédés puissent :

- Répondre aux exigences de sécurité, d'hygiène, environnementales, d'accessibilité et de continuité du service, ainsi que de performance d'exploitation et de qualité de services.
- Être remis au Concédant à l'expiration du Contrat en bon état d'entretien et de fonctionnement conformément aux dispositions de l'article 24.

[...]

Programme de GER

Le programme de GER prévu par l'exploitant est le suivant (Réf. 2) :

- Dragage du port à flot : un dragage tous les 8 ans pour un volume de 100 à 120 000 m³ de sédiments environ (selon taux d'envasement). La prochaine opération ayant lieu en 2031.
- Dragage du port d'échouage : un dragage tous les 8 ans en même temps que le port à flot pour un volume de 10 à 15 000 m³ de sédiments environ (selon taux d'envasement).
- Une provision est constituée pour des travaux de remise en état de 300 k€/an à partir de 2048 pour un montant total en fin de concession de 5,7M€.
- Le renouvellement partiel des pontons du port d'échouage est prévu en 2044 et en 2057.
- Le renouvellement des pontons du port à flot est prévu en 2052.
- Le refit des pieux de guidage des pontons du port à flot et du rideau de palplanche en 2030 puis en 2050.
- Le refit des pieux de guidage des pontons du port d'échouage en 2050.
- Le remplacement des anodes sacrificielles installés sur les ouvrages métalliques tous les 15 ans (en 2027, 2042 et 2057).
- Le remplacement du balisage en 2027 puis leur renouvellement tous les 20 ans.
- Opération de gros entretien de la darse en 2035.

7. HYPOTHÈSES FONCTIONNELLES

7.1. Durée d'utilisation de projet

Durée de contrat de la concession La durée du contrat de concession est fixée à quarante (40) ans à compter de son entrée en vigueur au 01/01/2027.

Durée d'utilisation de projet La durée d'utilisation du projet que doit exiger le maître d'ouvrage dépend du type d'ouvrage et de sa fonction (importance sociale, économique et stratégique), ainsi que des conditions présumées d'exploitation et éventuellement d'environnement.

Le choix de la durée d'utilisation du projet est un choix de Maître d'Ouvrage.

Dans le cadre de ce projet, aucun choix ne semble indiqué.

Il est donc proposé une **durée d'utilisation de projet de 50 ans pour l'ensemble des ouvrages**. Cette durée est en accord avec la durée de la concession mentionnée ci-dessus.

Structures Les durées d'utilisation de projet retenues sont les suivantes :

- Digue et terre-plein : 50 ans.
- Ouvrages en béton armé : 50 ans.
- Pieux de guidage des pontons : 50 ans.

Équipements Les durées de vie à considérer pour les équipements sont les suivantes :

- Pontons flottants, catways, passerelle : 25 ans.

7.2. Fiabilité

Généralités De manière générale, une structure doit être conçue et réalisée de sorte que, pendant sa durée d'utilisation escomptée, avec des niveaux de fiabilité appropriés et de façon économique, elle résiste à toutes les actions susceptibles d'intervenir durant son utilisation et reste apte à son usage.

Fiabilité Au sens des Eurocodes, le projet sera défini par les niveaux de fiabilité suivants :

- Classe de conséquence : CC2 (conséquence moyenne en termes de perte de vie humaine, conséquences économiques, sociales ou d'environnement considérables – correspondant à des bâtiments résidentiels et de bureaux, bâtiments publics où les conséquences de la défaillance seraient moyennes (par exemple bâtiments de bureaux)).
- Classe de fiabilité : RC2.
- Niveau de supervision du projet est DSL 2.
- Niveau de contrôle est IL2.

7.3. Catégorie d'importance sismique

État réglementaire

Les décrets d'application actuellement parus au journal officiel ne font référence qu'aux bâtiments, aux ouvrages d'arts et aux ICPE.

À ce jour, la Puissance Publique n'a pas pris de décision particulière concernant les ouvrages maritimes. Il ne s'agit néanmoins pas d'un contexte nouveau en France, puisque dans les recommandations ROSA 2000 (diffusées depuis 2001), il est indiqué qu'il « n'existe actuellement pas de texte sur les ouvrages maritimes et fluviaux, à l'exception des ponts situés dans le Domaine Public, qui sont cités dans l'arrêté qui concerne les ponts ».

Prise en compte du risque sismique

Le choix de la catégorie d'importance sismique des ouvrages est un choix de Maître d'Ouvrage.

Dans le cadre de ce projet, aucun choix ne semble indiqué.

Suivant l'arrêté du 26 octobre 2011 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux ponts de la classe dite « à risque normal », il est proposé de retenir les catégories suivantes par ouvrage :

- Digue et extension de terre-plein : **Catégorie II.**
- Pieux de guidage et pontons : **Catégorie I.**
- Pontons flottants, catways, passerelles : **Catégorie I.**
- Darse : **Catégorie II.**

7.4. Agitation et franchissements

Préconisations pour le confort des usagers

La notice du CETMEF « Mouvements des navires amarrés – Agitations admissibles, 1992 » préconise les valeurs d'agitation suivantes :

- 0.2 m pour les petits navires de 5 à 12 m sans pont.
- 0.3 m pour les petits navires de 5 à 12 m avec pont.

Ainsi, pour un événement annuel, il est raisonnable de ne pas dépasser une agitation de 0.2 m au niveau des pontons. Cette agitation peut atteindre 0.4 m pour un événement décennal ou supérieur.

Préconisations pour les structures

Le guide de conception des pontons de plaisance publié en 1992 préconise une agitation admissible de 0.3 m sous houle annuelle.

Résultats des essais en canal

Les essais en canal à houle sont présentés dans le document CHA_NAC24009_NDC_PRO_EXP_005 (Réf. 15).

Les résultats sont rappelés dans le tableau ci-dessous :

Label	Scénario	Hauteur (max) de vague transmise	
C0	1 an, niveau haut	0.22m	Déferlement initié sur la crête amont. Lames d'eau rapides suivent la crête. Vitesses horizontales élevées dans la lame d'eau. Lessivage de la crête horizontale et de la limite haute de la pente aval
C1	1 an, niveau bas	0.06m	Petits déferlements frontaux suivis de projections d'eau jusqu'à la partie horizontale du talus arrière. run-up jusqu'à la cote d'arase mais sans franchissement
C10	10 ans, niveau haut	0.42m	Déferlement glissant directement sur la crête
C11	10 ans, niveau bas	0.12m	Run-up jusqu'à la cote d'arase et au bord de la section horizontale, à la limite du franchissement (sur vague extrême)
C100	100 ans, niveau haut	0.75m	Vagues importantes et déferlantes sur la crête mais le niveau d'eau élevé absorbe l'énergie et transmet une grande partie ce qui induit des dommages limités
C101	100 ans, niveau bas	0.21m	Run-up jusqu'à la cote d'arase et franchissement sur quelques vagues extrêmes
C2	1 an, niveau intermédiaire	0.12m	Déferlement frontal à plongeant initié à la position de la butée puis impactant la partie supérieure de la carapace, suivi de projections importantes sur la crête de digue (beaucoup d'aération, vitesses d'écoulement élevées). Projections peuvent atteindre le talus arrière
C12	10 ans, niveau intermédiaire	0.15m	Déferlement frontal à plongeant initié à la position de la butée puis impactant la partie supérieure de la carapace et de la crête suivi de projections importantes sur la crête de digue jusqu'au talus arrière et aussi vers le plan d'eau côté port entraînant une transmission
C102	100 ans, niveau intermédiaire	0.26m	mêmes remarques que la condition C12

Tableau 10 : Synthèse des franchissements permis par l'ouvrage pour les différentes conditions

8. ACTIONS ET SOLLICITATIONS

8.1. Actions permanentes

Poids propre (PP)

Les poids propre des différents éléments mis en œuvre sont les suivants :

- Béton armé : 2.5 T/m³.
- Béton non armé : 2.3 T/m³.
- Acier : 7.85 T/m³.
- Aluminium : 2.7 T/m³.
- Enrochements naturels : 2.65 T/m³.
- Sables et graviers ainsi que remblais : 1.8 à 2.0 T/m³.
- Pavés pour les terre-pleins : 2.2 à 2.4 T/m³.

8.2. Actions variables

Action de l'eau (NH)

Les actions dues à l'eau sont calculées à partir d'un poids volumique de l'eau égal à 1.025 T/m³ pour l'eau de mer.

Charges d'exploitation (EXP)

Terre-pleins

- Surcharge répartie : EXP_r = 20 kPa permettant d'englober les circulations prévues sur le terre-plein.
- Essieu unique (EXP_v) : il sera considéré un véhicule de catégorie G défini par la norme NF EN 1991-1-1 (30 kN < PTAC < 160 kN). Le tableau 6.8 (NF) de l'annexe nationale à la norme NF EN 1991-1-1 définit les charges appliquées :

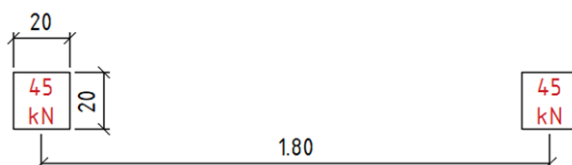


Figure 51 : Extension du terre-plein – Essieu unique (EXP_v)

Ces valeurs de charges d'exploitation couvrent les effets dynamiques lorsque la vitesse est inférieure à 10 km/h.

Il s'agit de charges dites caractéristiques au sens des Eurocodes.

Passerelles d'accès aux pontons

Les passerelles ont vocation de ne servir qu'aux usagers des pontons. Par conséquent, une surcharge piétonne sur les paliers et les passerelles d'accès aux pontons sera considérée : EXP_r = 2.5 kPa avec restriction d'accès.

Dans le cas des passerelles, la norme Eurocode NF EN 1991-2 précise dans la section 5 qu'il convient de considérer une force horizontale agissant le long de l'axe du tablier de l'ouvrage au niveau de son revêtement et, d'adopter comme valeur caractéristique de cette force horizontale, une fraction égale à 10 % de la surcharge uniforme.

Pontons

Une surcharge piétonne sur les pontons sera considérée :

- Ponton desserte : 2.5 kPa.
- Pontons d'amarrage : 2.0 kPa.

Élévateur à bateaux (EXEele)

Les éléments à dimensionner dans le cadre de la réparation de la darse sont les prédalles. Les poutres existantes seront simplement réagréées et sont déjà dimensionnées pour reprendre les charges apportées par l'élévateur à bateau.

À titre d'information, la **fiche technique de l'élévateur** est présentée en Annexe. L'élévateur circule sur les poutres de la darse existante ; il sera donc pris en compte uniquement pour le dimensionnement de cette dernière.

- Poids à vide : CP = 17 T.
- Charge maximale levée : Q = 25 T.

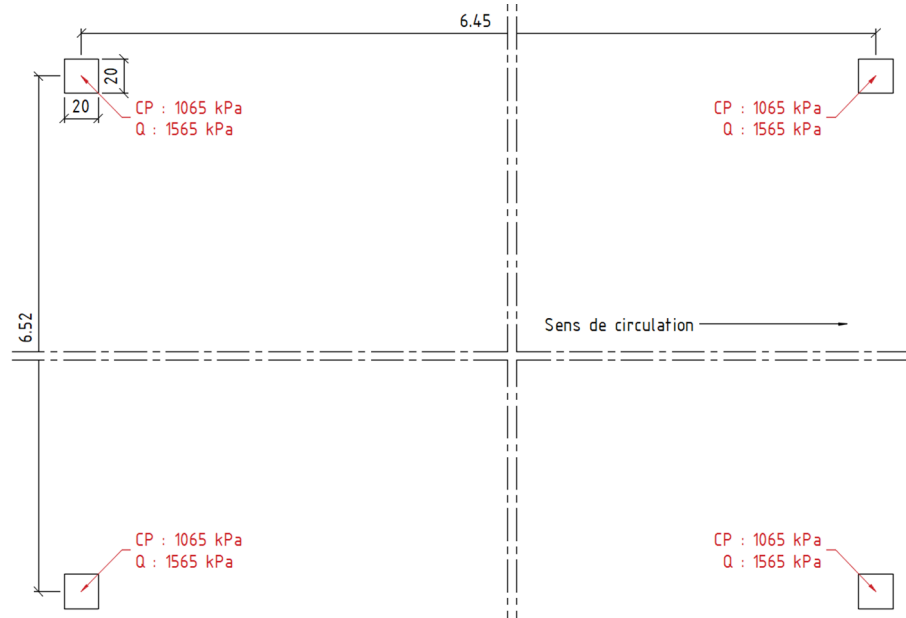


Figure 52 : Élévateur (EXPele) – Schéma d'application des charges

Darse – Prédalles

Pour le dimensionnement des prédalles de la darse, il sera considéré un véhicule de catégorie G défini par la norme NF EN 1991-1-1 (30 kN < PTAC < 160 kN). Le tableau 6.8 (NF) de l'annexe nationale à la norme NF EN 1991-1-1 définit les charges appliquées :

- Surcharge répartie : EXPr = 5 kPa.
- Essieu unique : EXPv

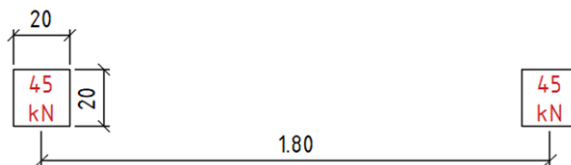


Figure 53 : Prédalles de la darse – Essieu unique (EXPv)

Ces valeurs de charges d'exploitation couvrent les effets dynamiques lorsque la vitesse est inférieure à 10 km/h.

Il s'agit de charges dites caractéristiques au sens des Eurocodes.

**Houle et clapot -
Digue (HOU)**

Pour l'étude de stabilité des enrochements, les conditions de houles et niveaux d'eau associés en pied d'ouvrage sont issues du rapport de modélisation des houles (Réf. 10) et sont récapitulés dans le tableau suivant. Les niveaux considérés intègrent l'élévation du niveau de la mer due au changement climatique.

Ces cas de charges sont utilisés uniquement pour dimensionnement de la digue.

Scénario	Digue Nord			Extension du terre-plein		
	Hm0	Tp	Niveau	Hm0	Tp	Niveau
1 an Niveau haut	2.00 m	12.5 s	6.41 m CM	1.38 m	12.5 s	6.41 m CM
1 an Niveau bas	0.99 m	12.5 s	3.41 m CM	1.02 m	12.5 s	3.41 m CM
10 an Niveau haut	2.09 m	13.5 s	6.61 m CM	1.55 m	13.5 s	6.61 m CM
10 an Niveau bas	1.02 m	13.5 s	3.41 m CM	1.06 m	13.5 s	3.41 m CM
100 an Niveau haut	2.13 m	14.5 s	6.91 m CM	1.68 m	14.5 s	6.91 m CM
100 an Niveau bas	1.05 m	14.5 s	3.41 m CM	1.11 m	14.5 s	3.41 m CM

Tableau 11 : Conditions de houles et niveaux d'eau associés

**Niveau d'eau dans le
terre-plein**

D'après les études menées par A. Rezzoug, A. Alexis et P. Thomas (*Écoulement à surface libre dans un massif de sol soumis à la marée : comparaison théorie-expérimentation*), le niveau d'eau moyen dans le terre-plein peut être évalué à :

NM + 1.0 m, soit 4.41 m CM.

Vent

L'action du vent sur les ouvrages sera négligée sur l'ensemble des ouvrages. Elle sera néanmoins prise en compte sur les navires, par les efforts d'amarrage retenus.

Les actions dues au vent sont définies conformément aux règles « Eurocodes » et notamment la norme NF EN 1991-1-4 et son annexe nationale NF EN 1991-1-4/NA.

Pornichet est classée en zone 3 : $v_{b,0} = 26$ m/s.

Les catégories de terrain à prendre en compte sont :

- Catégorie 0 (mer) : pour les vents de mer.
- Catégorie IV (ville) : pour les vents de terre.

Amarrage (Am)

Les efforts d'amarrage sur les pieux de guidage seront déterminés en considérant le vent sur les bateaux et sur les pontons.

Accostage (Acc)

D'après la norme AS 3962 : 2020 (Australian Standard), il sera considéré les hypothèses suivantes :

- Vitesse d'accostage : 0.3 m/s.
- Angle d'accostage :
 - ELS : 30°.
 - ELU : 90°.
- Déplacement des bateaux : La norme AS 3962 : 2020 (Australian Standard) donne les valeurs minimales suivantes :

Table 4.6 — Minimum design vessel displacements

Vessel length (L) m	Displacement tonnes
10	7
12	12
15	20
18	33
20	44
25	80
30	180
35	270
40	360
45	470
50	600

NOTE 1 This table is prepared on the basis that 95 % of vessels do not exceed the above displacement.
NOTE 2 Linear interpolation can be applied for vessel sizes that fall between the above categories.

Tableau 12 : Déplacements minimum des bateaux

Dans le cadre de ce projet, les bateaux auront une longueur maximale de 25 m. Une interpolation des valeurs peut être effectuée pour déterminer les déplacements moyens pour chaque longueur de bateau selon le graphique suivant :

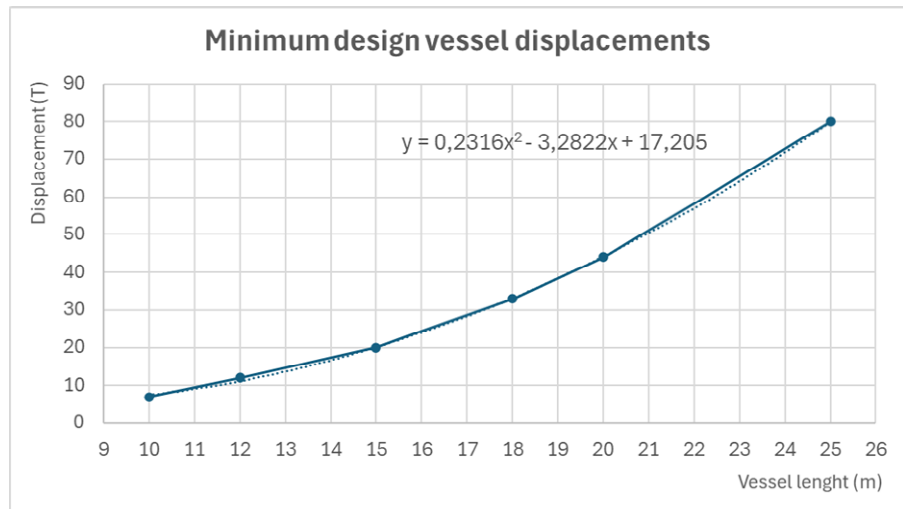


Figure 54 : Déplacement des bateaux en fonction de leur longueur

9. COMBINAISONS D'ACTIONS

Pieux de guidage des pontons

Les pieux de guidage des pontons seront calculés en considérant un effort d'amarrage déterminé à partir du vent sur les bateaux et sur les pontons.

À l'ELU, cet effort sera pondéré par 1.5.

Réparation de la darse

Les combinaisons étudiées seront les suivantes :

- ELS caractéristique : $\Sigma G + Q_{k,1} + \psi_{0,i} Q_{k,i}$.
- ELS fréquente : $\Sigma G + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i}$.
- ELS quasi-permanente : $\Sigma G + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i}$.
- ELU fondamental : $\Sigma \gamma_g G + \gamma_{Q1} Q_{k,1} + \psi_{0,i} \gamma_{Qi} Q_{k,i}$.

Avec les coefficients partiels et d'accompagnement suivants :

Action	γ_d	ψ_{0i}	ψ_{1i}	ψ_{2i}
PP	1.35	-	-	-
EXPr	1.5	0.7	0.5	0.3
EXPv	1.5	0.7	0.5	0.3

Tableau 13 : Coefficients partiels et d'accompagnement

Les coefficients partiels et d'accompagnement des charges sont issus du tableau A1.1 de la norme NF EN 1990, pour la catégorie G (véhicule : 30 kN < PTAC < 160 kN).

Les charges liées à l'élévateur ou à la houle ne sont pas mentionnées dans le tableau précédent car elles ne sont pas utiles au dimensionnement de ces éléments.

10. MATÉRIAUX

10.1. Béton

Classes d'exposition

- Corrosion induite par carbonatation
 - Superstructure de la darse : cet ouvrage est situé en partie supérieure la darse dans un environnement alternativement sec ou humide (pluie). Il est donc choisi pour cet ouvrage une classe d'exposition **XC4** conformément aux descriptions données dans la norme NF EN 206+A2 :

XC4	Alternance d'humidité et de séchage	Surfaces soumises au contact de l'eau, mais n'entrant pas dans la classe d'exposition XC2
— en XC4 : les parties aériennes d'ouvrages d'art et les parties extérieures des bâtiments non protégées de la pluie, comme par exemple les façades, les pignons et les parties saillantes à l'extérieur ²⁾ , y compris les retours de ces parties concernés par les cheminements et/ou rejaillissements d'eau.		

Définition de la classe XC4 selon la norme NF EN 206+A2/CN

- Corrosion induite par les chlorures présents dans l'eau de mer
 - Il est considéré une classe d'exposition **XS3** conformément aux descriptions données dans la norme NF EN 206+A2 :

XS3	Zones de marnage, zones soumises à des projections ou à des embruns	Éléments de structures marines
— en XS3 : les éléments de structures marines en zone de marnage et/ou exposés aux embruns (ce sont en général ceux situés à moins de 100 m de la côte).		

Définition de la classe XS3 selon la norme NF EN 206+A2/CN

- Risque d'abrasion
 - Abrasion mécanique
 - Superstructure de la darse : la classe d'abrasion paraît sans objet car ce n'est pas une zone de circulation pour les véhicules.
 - Abrasion hydraulique
 - Superstructure de la darse : Sans objet.

Il est donc choisi de ne pas retenir cette classe d'exposition.

Le tableau ci-dessous présente les classes d'exposition retenues :

	Corrosion par carbonatation (XC)	Corrosion par chlorures marins (XS)
Superstructure de la darse	XC4	XS3

Tableau 14 : Bétons – Classes d'exposition

Durée d'utilisation de projet pour la formulation des bétons

Pour les ouvrages de Génie Civil, et en particulier pour les ouvrages situés en site maritime dont les travaux d'entretien et de maintenance sont délicats compte tenu des contraintes d'accessibilité, la durée d'utilisation de projet à prendre en compte pour les formulations des bétons sera de **100 ans**.

Classes de résistance	Conformément au fascicule 65, les classes de résistance suivantes seront retenues : <ul style="list-style-type: none"> • Éléments coulés en place : C35/45. • Éléments préfabriqués : C40/50.
------------------------------	---

10.2. Armatures pour béton armé

Exigences générales	<p>Les armatures de béton armé utilisées pour la construction de l'ouvrage doivent respecter les exigences générales définies dans la norme NF EN 13670/CN.</p> <p>Les armatures utilisées pour le béton armé seront de type HA B500B.</p> <p>La limite élastique caractéristique correspondante est $f_{yk} = 500$ MPa pour un module d'élasticité $E = 200\,000$ MPa.</p>
----------------------------	---

10.3. Pieux de guidage des pontons

Nature des tubes	<p>Les pieux en acier pourront être de deuxième choix, c'est-à-dire déclassé par rapport à un autre usage, pétrolier par exemple mais en aucun cas, ils ne devront être de réemploi.</p> <p>Conformément à la norme NF EN 12699, les pieux devront satisfaire au minimum aux prescriptions concernant le type, la dimension, la nuance et la qualité d'acier spécifiées lors de la conception et ils devront être exempts de dommages et de corrosion susceptibles d'affecter leur résistance et leur durabilité.</p> <p>Les tubes spiralés seront proscrits pour les pieux de guidage des pontons.</p>
-------------------------	---

Nuance d'acier	<p>Les pieux métalliques de type profilés circulaires sont en acier tel que défini par les normes NF EN 10025-1 et NF EN 10025-2.</p> <p>Les nuances d'acier des pieux métalliques devront être conformes à la réglementation européenne en vigueur.</p> <p>Les pieux métalliques ne présenteront pas une nuance supérieure à S460.</p> <p><i>Note : Dans le domaine des travaux maritimes, il arrive que soient utilisées les dénominations des nuances d'acier basées sur la norme API Line Pile-5 L (API 5 L) établie par l'American Petroleum Institute propre à la fabrication des tubes en acier de haute qualité dans les industries du gaz, du pétrole et de la construction. En cas de nécessité (pénurie de stock), sous réserve que ces désignations API ne trouvent pas d'équivalence dans la norme française NF EN ISO 3183, ces désignations pourront être employées.</i></p>
-----------------------	---

Protection des pieux	<p>Les pieux seront fermés en tête par un chapeau métallique.</p> <p>Les pieux de guidage seront revêtus d'une peinture anticorrosion. La catégorie d'environnement à retenir pour les pieux est IM2 au sens de la norme NF EN ISO 12944-2. Ce revêtement sera mis en place sur la partie extérieure du tube, de l'arase du pieu jusqu'à une profondeur de 1,0 m sous le niveau du toit bathymétrique.</p> <p>Ils seront équipés d'anodes sacrificielles de durée de vie 15 ans.</p>
-----------------------------	--

10.4. Aluminium

Exigences générales

Pour les structures, il pourra être privilégié l'utilisation de l'aluminium en lieu et place de l'acier.

Ce matériau présente l'avantage d'être plus léger et moins sensible à la corrosion que l'acier. Toutefois, il sera nécessaire de veiller à isoler les contacts aluminium-acier, afin d'éviter la création de pile galvanique susceptible de générer de la corrosion.

Du fait de ses deux atouts majeurs – faible poids et résistance à la corrosion – l'aluminium est un matériau extrêmement utilisé pour les passerelles du domaine portuaire.

En cas d'utilisation de profilés en alliage d'aluminium, ceux-ci seront constitués d'un alliage d'aluminium – silicium – magnésium 6005 A selon la classification numérique de la norme NF EN 573-1.

L'alliage se présentera à l'état (cf. NF EN 515) :

- T5 ⇒ Refroidi après transformation à chaud et revenu.
- T6 ⇒ Mise en solution séparé et revenu.

Il présentera un indice de durabilité adapté à un environnement marin (B1).

Il pourra être proposé une autre catégorie d'alliage présentant des caractéristiques mécaniques, de résistance aux agents atmosphériques et au milieu marin et de soudabilité supérieure aux valeurs minimum citées ci avant.

Les tolérances sur les dimensions conventionnelles recommandées pour les profilés en alliage d'aluminium seront conformes aux normes NF EN 755-3 à NF EN 755-9.

10.5. Bois

Généralités

Les contraintes inhérentes au bord de mer obligent à procéder à des choix car tous les bois ne résistent pas aussi bien aux agressions du sel, du soleil et du vent que subissent quotidiennement les constructions érigées en bord de mer.

Certification

- PEFC : Principale certification forestière à travers le monde, le PEFC, ou Programme for the Endorsement of Forest Certification schemes, a pour but de promouvoir des pratiques forestières compatibles avec la protection des ressources forestières et le bien-être économique et social des populations concernées. Créé en 1999, cette certification s'appuie sur les critères et indicateurs de gestion forestière durable définis lors des conférences interministérielles d'Helsinki et de Lisbonne, au cours des années 90. Concrètement, la certification PEFC garantit :
 - que chaque forêt certifiée est bien gérée selon les règles établies par les professionnels et les usagers et contrôlée, à ce titre, par des organismes indépendants et accrédités.
 - que le bois récolté dans ces conditions est bien identifié à chaque étape de sa transformation afin que le consommateur final puisse choisir les produits issus des forêts certifiées en toute connaissance de cause.
- FSC : Le premier but du FSC est d'encourager de manière constructive les initiatives de gestion forestière socialement, écologiquement et économiquement responsable, en les rendant visibles et crédibles par un label apposé sur les produits issus de forêts certifiées. Le logo FSC signale un produit correspondant à un cahier des charges clair, transparent et vérifié par des certificateurs indépendants, avec la caution d'une des plus grandes ONG environnementales.

Si l'utilisation de bois est envisagée, la certification devra être précisée.

Classes de service

En fonction de ses conditions d'utilisations, le bois doit être en conformité avec 5 classes d'utilisation (Norme NF EN 335-1 à 3). Le bois peut avoir une durabilité naturelle vis à vis de ce classement ou bien une durabilité conférée, grâce à l'application d'un traitement adéquat.

Dans le cadre du projet, la classe de service sera la **classe 5**.

11. VÉRIFICATIONS

11.1. Béton armé

Les vérifications relatives aux structures en béton armé seront menées conformément aux normes NF EN 1992-1-1 (règles générales), NF EN 1992-1-1/NA et NF EN 13670/CN.

Enrobage	<p>Les valeurs d'enrobage seront déterminées sur la base des spécifications de l'Eurocode 2.</p> <p>Il sera considéré un enrobage minimal de 50 mm.</p> <p>Les valeurs d'enrobage seront déterminées pour chaque ouvrage dans les notes de calcul associées.</p>
-----------------	--

Limitation des contraintes dans les armatures en conditions de service	<p>L'Eurocode 2-1 indique que l'on peut considérer, vis-à-vis de l'aspect, une fissuration ou une déformation inacceptable est évité si, sous ELS caractéristique, la contrainte de traction dans les armatures n'excède pas $k_3 f_{yk}$, avec $k_3 = 0.8$, soit 400 MPa.</p> <p>Pour des structures portuaires, une limitation à 400 MPa sous sollicitations caractéristiques semblent très faible à comparer avec la limitation à 200 MPa avec le BAEL (sollicitations rares).</p> <p>Par conséquent, il sera donc vérifié une contrainte de traction dans les armatures inférieure à 200 MPa pour tous les ELS (soit $k_3 = 0.4$).</p>
---	---

11.2. Pieux de guidage des pontons

Épaisseur sacrificielle due à la corrosion	<p>Par référence aux recommandations ROSA 2000 et à la norme NF EN 1993-5 « calcul des structures en acier – Pieux et palplanches », les pertes d'épaisseurs suivantes seront prises en compte sur les pieux de guidage, pour une durée d'utilisation de 50 ans :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basses eaux et zones d'embruns : 3.75 mm. • Zone d'immersion permanente et zone de marnage : 1.75 mm. • Remblais non compactés et non agressifs (sable, limon, ...) : 1.2 mm. • Sur les surfaces intérieures : 0.6 mm. • Sur les zones extérieures hors d'eau et hors terrain : 1 mm. <p>L'attention du Maître d'Ouvrage est attirée sur le fait qu'il n'est pas pris en compte d'épaisseur sacrificielle due à la corrosion par frottement.</p>
---	--

Justifications	<p>Le calcul des pieux de guidage sera conduit en utilisant la méthode élastoplastique de préférence. Le dimensionnement de ces tubes, devra tenir compte des caractéristiques géotechniques du sol, de la variation de la hauteur d'eau, des efforts apportés par le ponton, de l'accostage des navires, etc...</p>
Limitation des contraintes	<ul style="list-style-type: none"> • À l'ELU, les contraintes dans les tubes seront inférieures à 90 % de la limite élastique garantie de l'acier. • À l'ELS, les contraintes dans le tube sont inférieures à 2/3 de la limite élastique garantie de l'acier.

Exigences en pied de tubes

- La pression en pied des tubes est inférieure à la pression de fluage.
- La tangente à la déformée en pied est pseudo-verticale.

Ces 2 critères sont à considérer par un état limite ultime du sol (ELU).

État limite d'instabilité de forme

Afin d'éviter le cloquage du pieu d'épaisseur la plus faible au voisinage d'une soudure, état limite d'instabilité de forme en situation de construction, la contrainte maximale de voilement sera prise égale à $0.8 f_y$, et on vérifie que pour toutes les viroles :

$$e \geq 10 \times \frac{R \times f_y}{E}$$

E : Module d'élasticité de l'acier.

e : épaisseur du tube le plus mince.

R : Rayon extérieur du tube.

f_y : limite d'élasticité de l'acier.

11.3. Digue et terre-plein

Vérifications de la stabilité

Les vérifications de la stabilité des ouvrages en enrochement comprennent :

- Vérification à la stabilité générale.
- Vérification du tassement et de la portance.
- Vérification de l'érosion interne et des règles de filtre.
- Vérification des enrochements en chocs liés à la houle.

L'ensemble de ces vérifications est détaillé dans le rapport G2 PRO de Fondouest (Réf. 16) et le rapport d'étude hydrodynamique de Créocéan (Réf. 12 à Réf. 15).

Stabilité générale

Les vérifications se font selon l'Approche de calcul 3 selon l'Eurocode 7, plus spécifiquement selon la norme NF P94-270-10.5 sur la réalisation des remblais. Les actions sont pondérées selon les coefficients correspondants et il est alors recherché un facteur de sécurité supérieur ou égal à 1 à l'aide du logiciel Talren.

La stabilité générale est vérifiée pour le terre-plein. L'ancrage au rocher garantit la stabilité de la digue.

Tassement

Le tassement du terre-plein est estimé à environ 3 centimètres.

La digue reposant sur le substratum gneissique, le tassement est négligeable.

Portance

Le poinçonnement du terre-plein est vérifié pour $q_u = 280$ kPa.

La digue reposant sur le substratum gneissique, le poinçonnement est négligeable.

Érosion interne et Règles de filtre

L'érosion interne consiste en l'entraînement des grains à l'intérieur de l'ouvrage selon les phénomènes de suffusion, de boulangerie, de renard, ou d'érosion de contact.

Les sollicitations hydrauliques sont uniquement liées à la houle, il n'y a donc pas d'écoulement vertical lié à une perte de charge. De même, il n'y a pas de matériaux fins exposés directement à la houle, la granulométrie des ouvrages est conçue pour annuler les phénomènes d'érosion interne grâce notamment au respect des règles de filtre et la présence d'enrochement de dimension adaptée.

Les règles de filtre sont vérifiées dans le document Créocéan pour le dimensionnement des ouvrages avec les blocométries suivantes :

- Digue nord :
 - Carapace en enrochements double couche de blocométrie 1/3T.

- Couche filtre en enrochement 60/300 kg.
- Terre-plein :
 - Carapace en enrochements double couche de blocométrie 1/3T en zone exposée ou 0.3/1T en zone protégée de la houle.
 - Couche filtre en enrochement 60/300 kg.

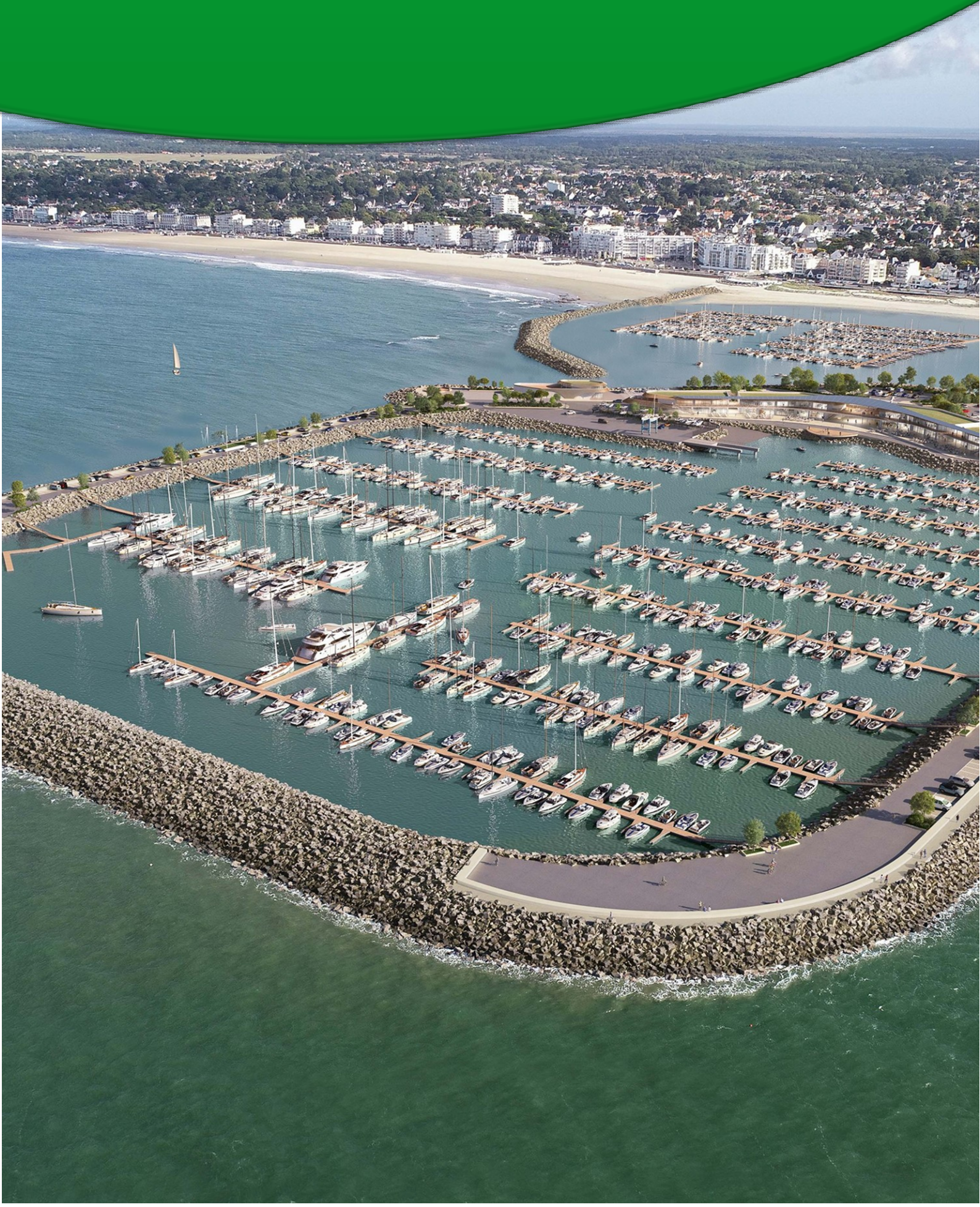
Tableau 1.3 : Vérification des règles de filtres entre carapace et sous-couche pour les profils étudiés

Profils		Carapace -> Sous-couche	
		d_{15f}/d_{85b}	d_{15f}/d_{15b}
Digue Nord – Profils 1 et 2		1.7 < 4 (ok)	2.4 > 1 (ok)
Terre-plein	Exposé	1.7 < 4 (ok)	2.4 > 1 (ok)
	Protégé	1.1 < 4 (ok)	1.6 > 1 (ok)

Tableau 4 : Vérification des règles de filtre des enrochements

Ainsi, le risque d'érosion interne de l'ouvrage est maîtrisé.

Annexes



Liste des annexes

La liste des annexes est la suivante :

Fiche technique de l'élèveur

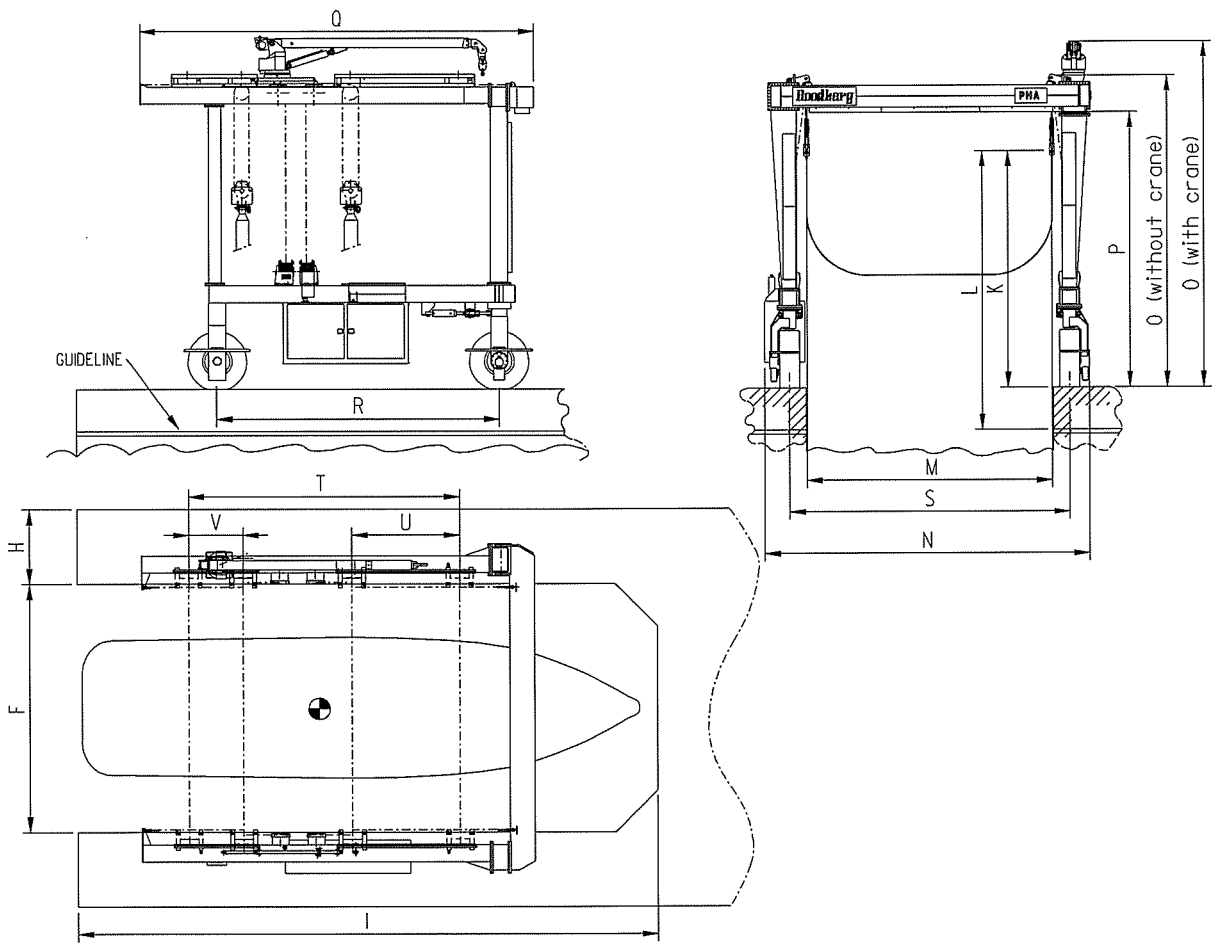
Fiche technique de l'élévateur

Capacity

rated capacity	25.000 kg
travel speed	0-4 km/h
lifting speed	0 - 5,0 M/min
engine power	59 kW
engine type	Iveco 4 cilinder
maximum gradeability	4 %
approximate weight	17 ton

Dimensions

inside clear width (M)	5,57 mtr
overall width (N)	7,52 mtr
overall height (standard) (O)	7,48 mtr
height with opt. crane 1,5T (O)	8,54 mtr
inside clear height (P)	6,70 mtr
total length (Q)	7,66 mtr
wheel base (R)	6,45 mtr
track (S)	6,52 mtr
maximum sling spacing (T)	5,00 mtr
front sling adjustment (U)	1,30 mtr
rear sling adjustment (V)	1,30 mtr
maximum lift height (dry) (K)	6,06 mtr
(wet) (L)	12,56 mtr
inside width dock (F)	5,54 mtr
dock length (I)	16,00 mtr or more



Part Description

Frame

Sand Blast SA 2,5 according to ISO-norm 8501-1

Zandleven 2 component paint system.

1st Coat Monopox SF-HB 100 µm

2nd Coat Monopox HB Coating 100 µm

3th Coat Polyfinish ZA 50 µm - RAL 5017 (Blue)

The Pulley Blocks RAL 1003 (Yellow)

Frame hinge

bush Multiglide PFM150165 Kühne

Front wheels

bearing Glycodur GLY PG 12012560 A

radial type tyre 14,00-24 EM 28PR BKT

tyre pressure 8,5 bar

motorreducer: O&K type F 20

gear ratio 101

hydraulic engine: Rexroth A2FE 28

Rear wheels

inside wheel bearing: ECO 33021

outside wheel bearing: ECO 30218

radial type tyre 14,00-24 EM 28PR BKT

tyre pressure 8,5 bar

Steering

cylinders type Roodberg 702-13-003

bearing bush Glycodur GLY PG 556050 A

spherical plain bearing 6F 60 DO

Slings

2x single slings: reinforced 240 mm wide 8,5 meter long duplex polyester webbing slings with lead weight in the center.

Working load limit 8 ton, safe working load in basket 16 ton

Cables

galvanized cable

type: 6x36WS + STK

diameter 16 mm

minimum breaking load 179 kN

cable lengths:

Hoist rear starboardside 41,25 m RHO

Hoist front starboardside 41,25 m RHO

Hoist rear portside 41,25 m RHO

Hoist front portside 41,25 m RHO

Pulleys

lamigamid 319, 400mmØ/100Øx55/cable16mm

Trolleys

cylinders type Roodberg 702-06-020

Winches

reducer/brake: O&K F20/101/K32-MB

gear ratio 101,5

oil content 2,5 l.

Type 855970 serial numbers: 0577, 0579, 0587 en 0590

hydraulic engine Rexroth A2FE32

brake valve: Oil Control

Engine

type IVECO N67MNAE00.00
4 cylinder 4 stroke diesel with direct injection
maximum power: 59 kW at 2.500 rpm
air filter Donaldson FPG 08 2503

Hydraulic components

$\frac{1}{2}$ " hydraulic hoses	working pressure	240 bar
$\frac{3}{8}$ " hydraulic hoses	working pressure	250 bar
$\frac{3}{4}$ " hydraulic hoses	working pressure	350 bar
$\frac{5}{8}$ " hydraulic hoses	working pressure	350 bar

Hydraulic pump coupling

KTR SAE3/10/SAE B-B /16/32/15
Elastic coupling BoWex65FLE-PA10"

High pressure axial pistonpump

type JRR 060B LS 2520 NNN3 C3N4A8 N NNN NNN
NNN Sauer Danfoss

Return line filter

Parker, type Fairey Arlon TTF-2-170-R1 $\frac{1}{2}$ "-XW4 CC25
capaciteit 10 ltr./min.

Hydraulic tank

capacity 138 ltr

Fuel tank

capacity 110 ltr

Radio remote control:

Brand: NBB
Type: Compact-V/D, Nano-L /A 1/6 AA
Serialno: 9600100601
Frequency: 433,100 – 434,750 MHz
Power: 12V/DC