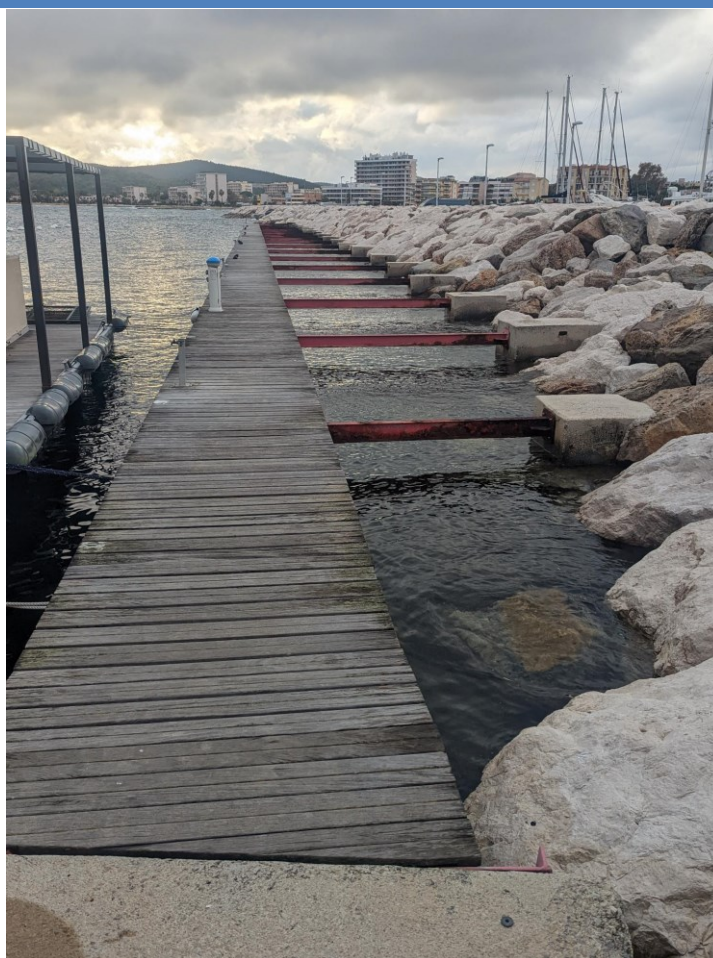


PORT DE PLAISANCE DU LAVANDOU
Réhabilitation du quai P Sud

RAPPORT PROJET





Port de plaisance du Lavandou
Réhabilitation du quai P Sud
Rapport phase PRO

Rév	Date	Intitulé	Rédigé par	Visé par :
0	20/11/2024	Emission initiale	JC ASCIONE	ER
1	30/11/2024	Corrections mineures	JC ASCIONE	

Les modifications relatives à cette révision sont indiquées par un trait en marge gauche.

SOMMAIRE

1. CONTEXTE DE LA MISSION	3
1.1. SITUATION DU PROJET	3
1.2. CONTEXTE DU PROJET	4
2. OBJET DE LA MISSION	4
3. SYNTHÈSE DES DONNÉES ET ÉTAT DES LIEUX	4
3.1. DOCUMENTS REMIS PAR LE MAÎTRE D'OUVRAGE	4
3.2. TOPOGRAPHIE ET BATHYMETRIE	4
3.3. DONNÉES DE SITE	5
3.3.1. <i>Marée</i>	5
3.3.2. <i>Niveaux d'eau</i>	5
3.3.3. <i>Les critères d'agitation admissibles</i>	5
3.3.4. <i>Houle</i>	5
3.4. ÉTAT DES LIEUX – DESCRIPTION DU QUAI EXISTANT	6
3.4.1. <i>Description de la structure existante</i>	6
3.4.2. <i>Solution proposée</i>	7
3.5. DONNÉES PROJET	7
3.5.1. <i>Contraintes données projet</i>	7
3.5.2. <i>Bateau projet</i>	8
3.5.3. <i>Hypothèses</i>	8
4. DESCRIPTION DES OUVRAGES	8
4.1. PRÉSENTATION SCÉNARIO RETENU	8
4.2. STRUCTURE DE PONTON	9
4.1. CAILLEBOTIS	10
4.2. ACCOSTAGE ET AMARRAGE	11
4.1. BOULONNERIE	11
4.2. AUTRES ÉQUIPEMENTS	11
5. DIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES	11
5.1. HYPOTHÈSES DE CALCUL	11
5.1.1. <i>Règlements</i>	11
5.1.2. <i>Poids propre</i>	11
5.1.3. <i>Surcharge d'exploitation</i>	11
5.1.4. <i>Vent sur ponton</i>	12
5.1.5. <i>Actions marines (houle, clapot, courant marin)</i>	12
5.1.6. <i>Efforts d'accostage</i>	12
5.1.7. <i>Efforts d'amarrage</i>	12
5.2. ÉLÉMENTS DE STRUCTURE ET PLAN D'AMARRAGE	13
6. DESCRIPTION DES TRAVAUX	13
6.1. INSTALLATION CHANTIER	13
6.2. RÉALISATION DU NOUVEAU PONTON	13
7. DELAIS D'EXECUTION	14
8. ESTIMATIONS	15

1. CONTEXTE DE LA MISSION

1.1. Situation du projet

Le projet est localisé sur le site du port de plaisance du Lavandou. Le quai P est situé en face de la capitainerie, dans l'avant-port.



Figure 1 : Situation du projet

1.2. Contexte du projet

Le port du Lavandou a fait réaliser une expertise technique du Quai P Sud de son bassin pour vérifier les affouillements de ces quais. Sur le quai Sud les affouillements étaient relativement faibles.

Cependant ce diagnostic a été complété par une visite de site de SOFID qui a constaté des fissures les piles béton existantes.

Compte tenu de ce constat la tenue du ponton sous des sollicitations d'amarrage peut être remise en cause.

2. OBJET DE LA MISSION

L'objectif du port du Lavandou pour cet aménagement est d'avoir un ouvrage permettant d'amarrer des bateaux allant de 8.5m à 12m pendant la période du 01/04 au 01/10 compte tenu de l'implantation de l'ouvrage.

Compte tenu de son état de dégradation l'ouvrage actuel devra être démonté et évacué en décharge agréée.

L'accès au ponton se fera depuis le quai de la capitainerie et une autre entrée pourra être créée à son extrémité Ouest (hors marché).

Le ponton sera équipé de bornes de distribution d'eau et d'électricité : 4 prises de courants de 4x32A et 4 prises d'eau par bornes (hors marché)

L'amarrage des bateaux se fera par 2 bollards sur le ponton et une pendille qui sera reliée à des corps morts.

3. SYNTHESE DES DONNEES ET ETAT DES LIEUX

3.1. Documents remis par le maître d'ouvrage

Les documents remis par le maître d'ouvrage pour la réalisation de l'avant-projet sont :

- [1-1] Plan DWG de topo-bathymétrie OPSIA 2021
- [1-2] Plan topo complémentaire cabinet DUJARDIN juillet 2024
- [1-3] Mesures des massifs béton et des corps morts

3.2. Topographie et bathymétrie

Depuis les plans topobathymétriques très précis, on constate que l'ouvrage actuel est fondé dans le talus de la digue sur des profondeurs allant de 1m à 2.5m et que les profondeurs devant (hors talus) varient de 2.5 à 6 m.

3.3. Données de site

3.3.1. Marée

L'amplitude des marées est faible, d'environ 20 - 25 cm par rapport au niveau moyen.

Le S.H.O.M. renseigne les niveaux caractéristiques de la marée pour le port de Cavalaire :

- Le niveau de plus haute mer astronomique (PHMA) ;
- Le niveau moyen (NM) ;
- Le niveau de plus basse mer astronomique (PBMA).

Nom du port	Lat.	Long.	PHMA	NM	PBMA
Cavalaire	43° 10'N	06°32'E	0.55	0.32	0.09

Les cotes sont données en cotes CM avec l'équivalence 0.00 CM=-0.19 NGF.

3.3.2. Niveaux d'eau

Les niveaux d'eau sont liés à la marée et aux conditions atmosphériques et peuvent varier en fonction des conditions atmosphériques (surcote barométrique) et océanométéo (onde de tempête).

L'estimation des hauteurs de marée extrêmes maximales en 2050, avec des temps de retour de 50 ans à Toulon est de 1.2m (+/-0.12). Cette estimation prend en compte la surélévation des niveaux de mer préconisée par le GIEC (source « projet DISCOBOLE » 2006).

3.3.3. Les critères d'agitation admissibles

D'après le rapport de faisabilité réalisé en 2018 par le groupement SOFID – HydroGC - Pierre Louis les critères suivants pour un port de plaisance ont été retenus :

Occurrence	Hauteur significative Hs	Notion de
Annuelle	0.3m	Confort
Décennale	0.4m à 0.5m	Sécurité
Cinquantennale	0.6m	Sécurité pour navires <20m

Tableau 1 : Seuils de confort et de sécurité pour un port de plaisance

3.3.4. Houle

Une étude de faisabilité a été réalisée en 2018 par le groupement SOFID – HydroGC - Pierre Louis pour la pacification de la passe d'entrée du port. Dans cette étude une modélisation de l'agitation du plan d'eau a été réalisée et a permis de déterminer les niveaux d'agitation dans la zone du quai P. Cette étude a permis d'établir des caractéristiques de houle devant le port pour différentes périodes de retour.

L'extrapolation des hauteurs H_{m0} d'occurrence rare en amont de la plage conduit aux valeurs suivantes :

Extrapolation des houles de projet à l'approche de l'entrée du port (-10m NGF)		
Occurrence	Secteur Est	Secteur SSE
Annuelle	$H_{m0}=2.8\text{m}$; $T_p=8.0\text{s}$ à 10.0s	$H_{m0}=1.3\text{m}$; $T_p=4.0\text{s}$ à 11.0s
Décennale	$H_{m0}=3.6\text{m}$; $T_p=9.0\text{s}$ à 10.5s	$H_{m0}=2.1\text{m}$; $T_p=6.0\text{s}$ à 11.0s
Vingtennale	$H_{m0}=3.9\text{m}$; $T_p=10.5\text{s}$ à 11.0s	$H_{m0}=2.3\text{m}$; $T_p=8.0$ à 11.0ss
Cinquantennale	$H_{m0}=4.2\text{m}$; $T_p=11.0\text{s}$	$H_{m0}=2.6\text{m}$; $T_p=8.0\text{s}$ à 11.0s
Centennale	$H_{m0}=4.6\text{m}$; $T_p=11.5\text{s}$	$H_{m0}=2.8\text{m}$; $T_p=9.0\text{s}$ à 11.0s s
Extrême	$H_{m0}=4.8\text{m}$; $T_p=12.0\text{s}$	$H_{m0}=3.0\text{m}$; $T_p=9.0\text{s}$ à 11.0s

Tableau 2 : caractéristiques de houles pour différentes périodes de retour

3.4. Etat des lieux – description du quai existant

3.4.1. Description de la structure existante

Le ponton d'environ 98,70 m supporté par 16 piles en béton (+1 hors ponton), est constitué en partie centrale d'un platelage métallique en porte-à-faux sur 16 bracons en acier. Le revêtement est en platelage bois de 3 cm d'épaisseur.

La structure est composée de bracons IPN 200 fixés coté digue sur des massifs béton et coté bassin sur des pieux béton d'environ 0.5m de diamètre.

Sur cette structure, une structure acier est posée en porta faux et sur laquelle le platelage bois est fixé.

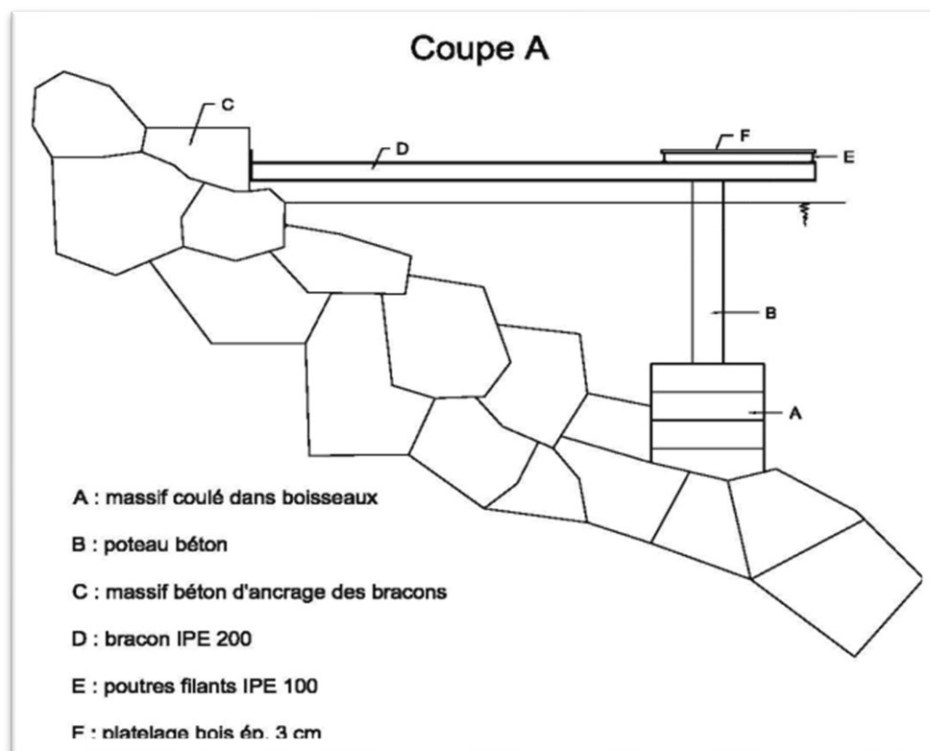


Figure 2 : coupe type du ponton (source Rapport DTI)

L'état de corrosion des aciers et la conception même de la structure ne permet pas d'amarrer des bateaux dans des conditions d'utilisation normale.

De plus, nous avons constaté des fissures horizontales dans les pieux béton ce qui est très dommageable pour ce type d'ouvrage.

Une réfection de cet ouvrage ne permettrait pas d'atteindre des objectifs de sécurité suffisants et conformes aux normes actuelles.

Ainsi le ponton devra être déposé et remplacé par un ouvrage neuf.

3.4.2. Solution proposée

Compte tenu de l'ouvrage nous recommandons une démolition et une évacuation de l'ouvrage existant et son remplacement par une structure fixe car le flottant serait soumis à une trop grande agitation.

Cette structure serait composée de portiques composées de 2 micro pieux de 320mm reliés en tête par un HEB 300 qui permettrait de supporter une structure aluminium avec platelage caillebotis démontable et galeries techniques.

3.5. Données projet

3.5.1. Contraintes données projet

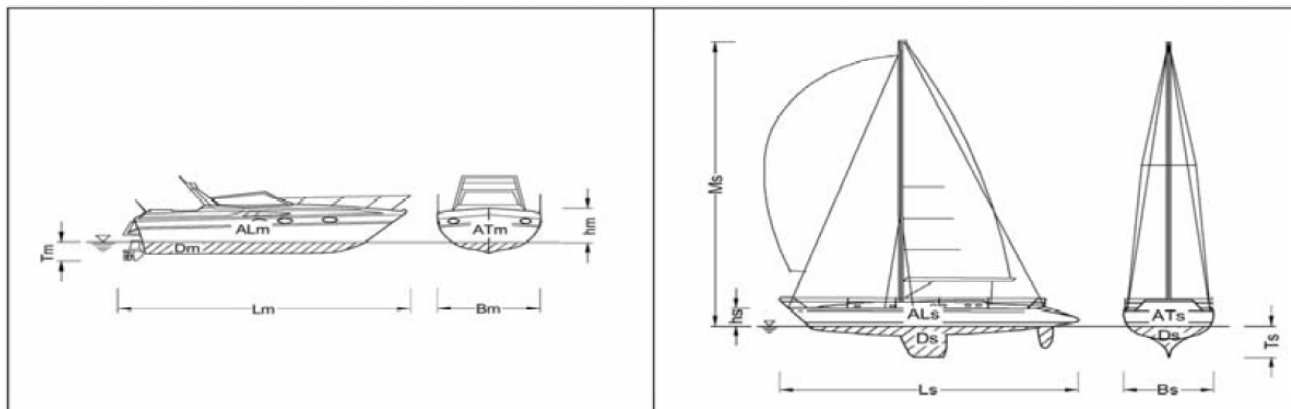
Le projet d'aménagement doit permettre :

- L'amarrage de 6 bateaux de 12m + 14 bateaux de 10m + 10 bateaux de 9m et 3 bateaux de 8.5m
- L'alimentation des bornes eau/élec (hors marché)

- L'accès à l'extrémité de la digue (option)

3.5.2. Bateau projet

Les caractéristiques des bateaux sont les suivantes :



Type de bateau	Bateau de 12m	Bateau de 9m
Déplacement (t)	18	10
Longueur Lm/Ls (m)	12	9
Largeur Bm/Bs (m)	3.8	3.1
Tirant d'eau (m)	1.2	1.0
Hauteur hors eau Hm / Hs (m)	2	1.5
Largeur de poste (m)	4	3.1
Surface au vent longitudinal (m ²)	30	20
Surface au vent transversal (m ²)	11	8
Surface immergée longitudinal (m ²)	14	9
Surface immergée transversal (m ²)	4.5	3

3.5.3. Hypothèses

Le ponton flottant accueillera des bateaux jusqu'à 12m de longueur avec des franc-bord et des niveaux d'accès variables.

L'ensemble des hypothèses sont détaillées dans le chapitre 5.1.

4. DESCRIPTION DES OUVRAGES

4.1. Présentation scénario retenu

Le projet retenu suite à l'avant-projet consiste à :

- Démolir et évacuer le ponton actuel et ces piles (17 au total)
- D'installer des portiques pieux/chevêtre tous les 10m pour accueillir un ponton fixe en aluminium de 99m de long et 2.5m de large.

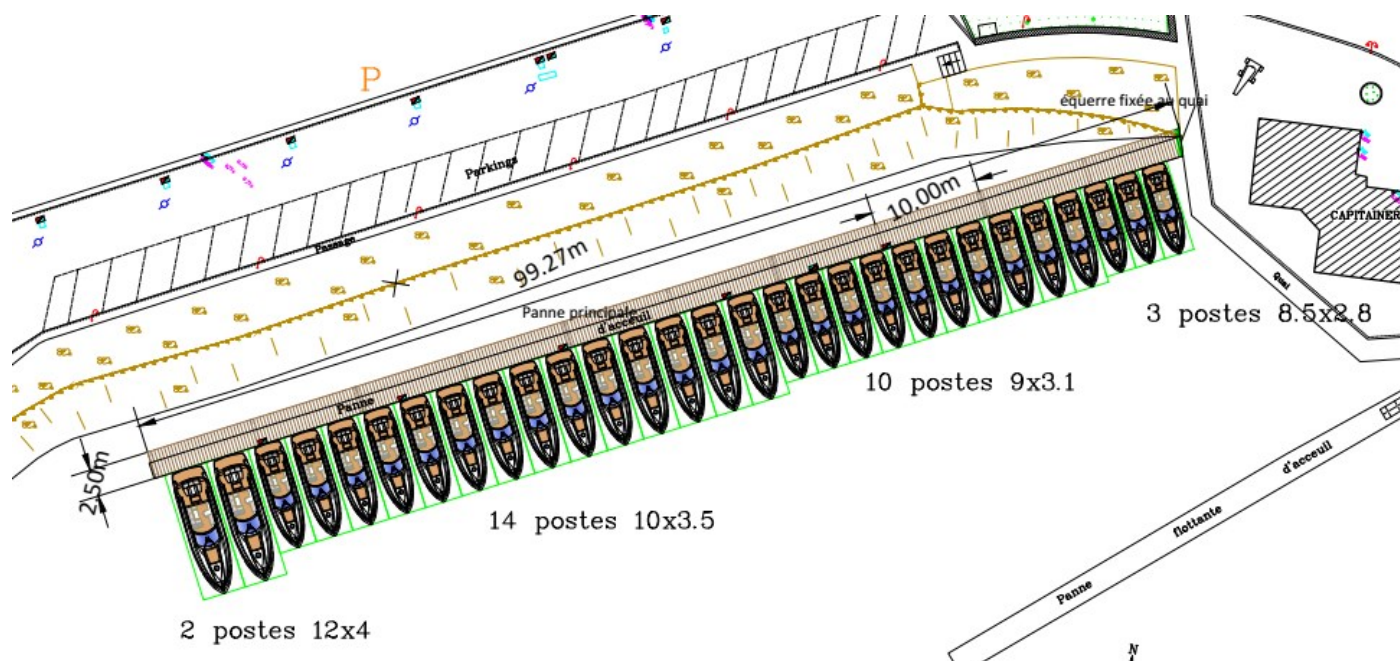


Figure 3 : plan masse de l'aménagement

Les bateaux de 8.5m à 12m de long sont amarrés à ce ponton et à des pendilles fixées à des corps morts. L'accès à ce ponton se fait par le quai de la capitainerie et une option de prolonger le ponton pour offrir un autre accès à son extrémité.

Le ponton sera équipé de bornes d'alimentation en eau et électricité (1 borne pour 2 bateaux) **(hors marché)**.

4.2. Structure de ponton

Le principe consiste à installer un ponton fixe de 2.5m de largeur ancré sur des portiques constitué de 2 micropieux de 323mm traversant la digue et soudés entre eux par un HEB 300.

Le nouveau ponton sera réalisé avec des éléments de 10 m de longueur composés :

- D'une structure aluminium avec rail Halfen et galerie technique
- D'un platelage en caillebotis démontable

L'accroche du ponton au quai béton se fera par la pose d'une équerre scellée dans le quai et réceptionnant le ponton aluminium.

Les dimensions des micropieux ont été vérifiées par le calcul mais sont données à titre indicatifs et peuvent être adaptées par l'entreprise afin de proposer une offre optimisée.

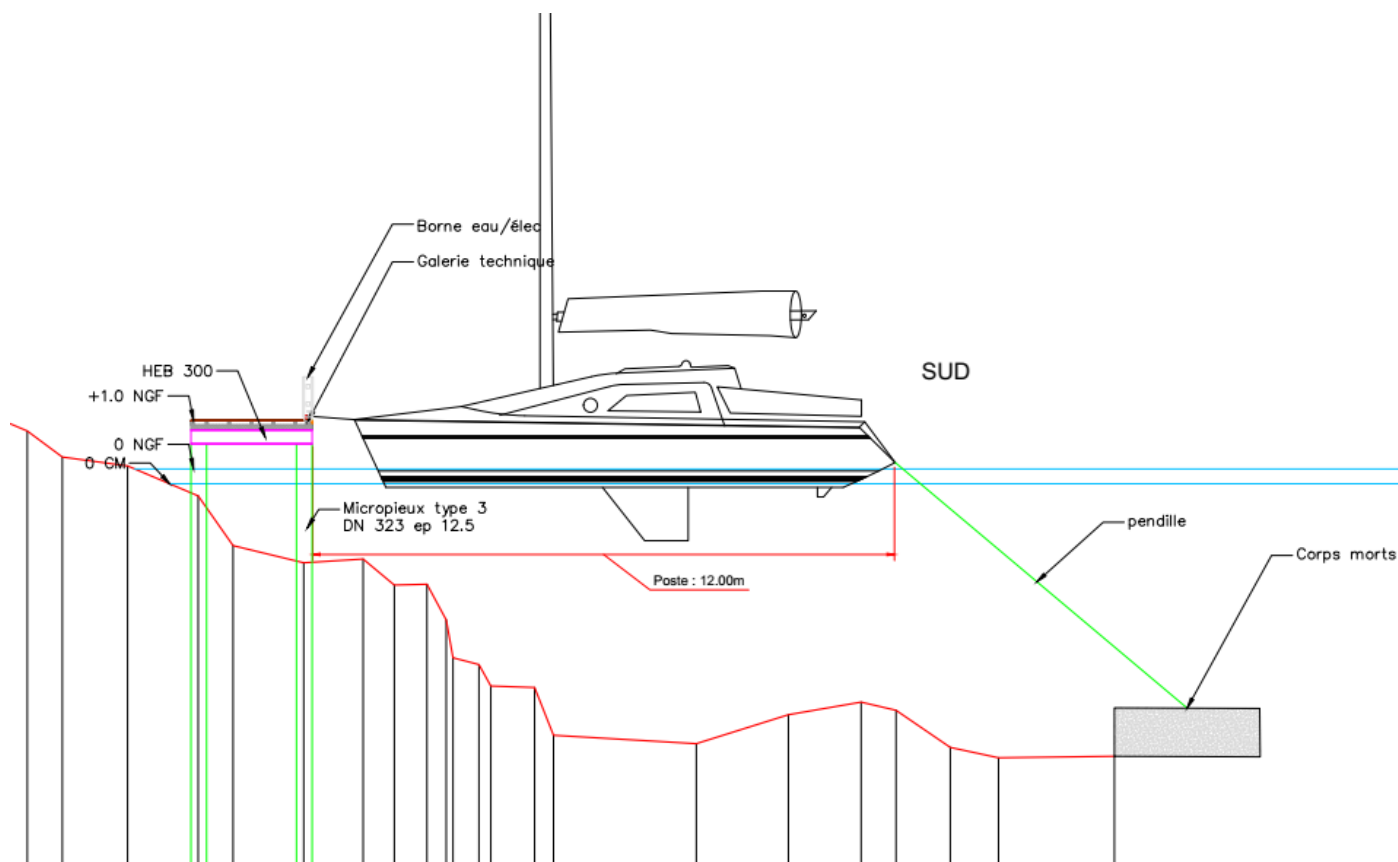


Figure 4 : Structure type du ponton

Les pontons seront assemblés entre eux par liaisons rigides positionnées dans le prolongement des profilés de rives.

Les ancrages et la structure des pontons seront dimensionnés pour permettre l'amarrage de bateaux allant jusqu'à 12 m.

Le franc bord du ponton sera de 1 m NGF comme le niveau du quai.

Des galeries techniques situées de part et d'autre du ponton permettront d'alimenter les bornes de distribution en eau et électricité.

4.1. Caillebotis

Le caillebotis aura les caractéristiques suivantes :

- Caillebotis anti dérapant avec maille 12x12
- Composition : Résine polyester renforcée en fibre de verre.
- Épaisseur : 22 mm
- Couleur : Gris
- Antidérapant constitué de grains de quartz

- Fixations : Cavaliers rivetés ou vissés à la structure
- Garantie : 25 ans

Les éléments de caillebotis seront démontés et remontés chaque année ainsi il est donc impératif que les éléments soient facilement manuyportables par une personne.

4.2. Accostage et amarrage

Le ponton sera équipé de défenses type delta.
Deux bollards de 5t équiperont chaque poste.

4.1. Boulonnerie

Toute la boulonnerie sera inox conforme à la norme ISO 3506-1 avec une nuance A4.

4.2. Autres équipements

Les équipements de sécurité suivant seront aussi mis en place :

- Une bouée couronne homologuée située à chaque extrémité du ponton
- Un extincteur placé dans une armoire à chaque extrémité du ponton

Les postes d'amarrage seront numérotés selon la numérotation du port.

5. DIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES

5.1. Hypothèses de calcul

5.1.1. Règlements

Les justifications seront réalisées avec les règlements suivants :

- NF EN 1990 : Eurocode 0 : Bases de calcul des structures
- NF EN 1991 : Eurocode 1 : Actions sur les structures
- NF EN 1992 : Eurocode 2 : Calcul des structures en béton
- NF EN 1997 : Eurocode 7 : Calcul géotechniques (avec ses normes d'application françaises)
- NF EN 1999 : Eurocode 9 : Calcul des structures en aluminium
- Recommandations pour le calcul aux états-limites des Ouvrages en Site Aquatique" (ROSA 2000)

La réglementation Eurocode sera appliquée avec les annexes nationales françaises.

5.1.2. Poids propre

Le poids propre sera calculé en fonction de la structure du ponton, des flotteurs et des équipements. En première approche un poids de 60 kg/m² est retenu

5.1.3. Surcharge d'exploitation

Le ponton sera dimensionné avec une surcharge d'exploitation de 250 kg/m².

5.1.4. Vent sur ponton

Le vent Eurocode sera appliqué :

- Région 2
- Vitesse de référence de base : 24 m/s avec une période de retour de 50 ans
- Catégorie de terrain : 0

5.1.5. Actions marines (houle, clapot, courant marin)

Bien que les actions marines puissent être très importantes, le dimensionnement a été réalisé sous réserve que l'exploitation de ces places respecte les conditions d'utilisation suivantes.

Les efforts liés aux actions marines sont calculés à partir :

- Des caractéristiques des bateaux projets (tirant d'eau, longueur)
- Les houles de 1m pour une période de retour de 50ans
- Le courant estimé à 0.5m/s et perpendiculaire aux bateaux
- Un coefficient de 1.2 retenu sur l'effort lié au courant et à la houle compte tenu de l'incertitude du calcul de la vitesse
- Les coefficients suivants sont retenus :

Coefficient adimensionnel de forme transversale	Ct = 4
Coefficient adimensionnel de forme longitudinale	Cl = 0.6
Coefficient adimensionnel de frottement	Cr = 0.003

5.1.6. Efforts d'accostage

Les caractéristiques de charges suivantes sont considérées pour le calcul de l'énergie d'accostage :

Déplacement : 18 t (bateau de 12m)

Coefficient de masse ajoutée Vasco Costa : Cm=2.02

Coefficient de souplesse de coque : Cs=1.0

Coefficient d'excentricité : Ce=0.7

Coefficient de configuration d'accostage : Cc=1.0

$$E = C_M \times C_E \times C_S \times C_C \times \left(\frac{1}{2} \times \frac{M}{g} \times v^2 \right)$$

	Vitesse d'accostage	Energie d'accostage
Valeur caractéristique ELS	0.20 m/s	0.513 kN.m
Valeur de calcul ELU	0.30 m/s	1.143 kN.m

A ce stade du projet, l'énergie d'accostage est supposée reprise par des défenses et la souplesse du ponton. Les réactions sur le ponton sont considérées non dimensionnantes par rapport à l'amarrage.

5.1.7. Efforts d'amarrage

Les efforts d'amarrage ont été calculés en fonction des conditions climatiques et des dispositifs d'amarrage. Les calculs ont été effectués pour les cas les plus défavorables (vents de 24m/s et courant de 0.5m/s).

Ainsi, les efforts unitaires d'amarrage par bateau sont :

	Bateaux de 12 m	Bateaux de 9 m
Efforts d'amarrage	4.4t	2.8t

Ces efforts incluent un coefficient 1.5 pour tenir compte des effets dynamiques et l'incertitude des données (recommandations ROSA 2000).

Pour des raisons de souplesse d'exploitation et de sécurité nous considérerons que tous les postes peuvent accueillir des bateaux de 12m.

L'effort linéaire pour l'aménagement retenu en tenant compte des effets de masque est donc de :

Efforts d'amarrage	0.4 t/ml
--------------------	----------

Ces efforts seront repris en partie par les corps morts.

5.2. Eléments de structure et plan d'amarrage

La justification des sections de la structure de ponton flottant sera réalisée dans les phases ultérieures du projet.

Le ponton sera dimensionné pour reprendre les efforts d'amarrage et d'accostage des bateaux.

Les amarrages seront réalisés sur 2 bollards positionnés sur le ponton et par les pendilles.

En tenant compte des effets de masque les bollards devront avoir une capacité de reprise d'efforts de 5t.

6. DESCRIPTION DES TRAVAUX

6.1. Installation chantier

Les installations seront réalisées au niveau du quai P sur une surface d'environ 150 à 200m².

6.2. Réalisation du nouveau ponton

La démolition sera réalisée à partir de la mer par une barge et des plongeurs. Les matériaux de déconstruction seront évacués par camions depuis le quai.

Une attention devra être faite sur le cheminement des camions dont le poids ne devra pas dépasser 26t pour accéder par le pont à la capitainerie. Si cette condition n'est pas remplie le déchargement pourra être réalisé depuis le quai Sud (digue du large).

Les micropieux seront ensuite forés depuis le quai ou une barge à travers la digue.

Les HEB seront ensuite soudés aux micropieux avant que les pontons soient posés depuis une grue posées sur le quai. La grue ne dépassera pas les 26t pour le passage du pont. Des patins de répartition seront ensuite posés pour ne pas dégrader le quai/

Une équerre offrant une largeur horizontale d'au moins 300m sera scellée au quai pour réceptionner le ponton.

La pose des équipements (bollards) pourra être réalisée à l'avancement.

7. DELAIS D'EXECUTION

La durée de réalisation des travaux est d'environ 3 à 6 mois selon les délais de fabrication des fournisseurs (estimé actuellement à 2.5mois).



Port de plaisance du Lavandou
Réhabilitation du quai P Sud
Rapport phase PRO

8. ESTIMATIONS

Le détail des estimations des travaux sont présentées dans les tableaux suivants et tiennent compte d'un aléa à ce stade de 5%.

PORT DE PLAISANCE DU LAVANDOU - Aménagement du ponton P Sud					
PONTON ALUMINIUM					
Numéro	Libellé	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Montant
1	GENERALITES				
1.1	Installation de chantier yc Amenée/repli du matériel général	F	1,00	70 000,00 €	70 000,00 €
1.2	Etudes d'exécution et G3	F	1,00	10 000,00	10 000,00 €
1.3	Implantation et piquetage	F	1,00	2 000,00	2 000,00 €
1.4	Protections environnementales	F	1,00	5 000,00	5 000,00 €
1.5	DOE et récolement	F	1,00	5 000,00	5 000,00 €
Total Généralités					92 000,00 €
2	PONTONS				
2.1	Démolition et évacuation en décharge agréée du ponton actuel	F	1,00	45 000,00	45 000,00 €
2.2	Fourniture et pose de ponton alu 2,5 m de largeur yc fixations sur HEB et défense standard et platelage caillebotis	ml	99,00	1 350,00	133 650,00 €
2.3	Fourniture et pose de bras d'amarrage de 6m	U	7,00	2 200,00	15 400,00 €
2.4	Fourniture de mise en oeuvre de micropieux DN 323 ep 12,5 de type 3 (longueur 12m) yc essais et contrôles	U	20,00	10 175,00	203 500,00 €
2.5	Fourniture et mise en oeuvre de HEB 300 yc soudure sur micropieux	U	10,00	1 000,00	10 000,00 €
2.6	Fourniture et pose de taquets d'amarrage de 5t	U	58	45,00	2 610,00 €
2.7	Equipements de secours (bouée, extincteur, échelle)	U	2,00	900,00	1 800,00 €
2.8	Fourniture et pose d'une équerre pour poser le ponton contre le quai	Ft	1	5 000,00	5 000,00 €
2.9	Fourniture et pose de corps morts additionnels 2m3	U	6,00	1 500,00	9 000,00 €
2.10	Fourniture et pose de pendilles	U	2	300,00	600,00 €
2.11	Fourniture et pose de chaîne mère additionnelle	ml	3	300,00	900,00 €
TOTAL PONTONS					416 960,00 €

GENERALITES	92 000,00 €
PONTONS	416 960,00 €
Aléas et imprévus 5,00%	25 448,00 €
TOTAL BRUT	534 408,00 €
TOTAL HT	534 408,00 €
TVA 20,00 %	106 881,60 €
TOTAL TTC	641 289,60 €