

Aménagement des infrastructures portuaires de Longoni – Réparations du Quai 1

Dossier d'Autorisation Environnementale – Description du projet

CONSULTING

SAFEGE
 14 Rue Jules Thirel
 Bât. A - Bureau 34 - Savanna
 97460 SAINT PAUL

Agence de la Réunion

SAFEGE SAS - SIÈGE SOCIAL
 Parc de l'île - 15/27 rue du Port
 92022 NANTERRE CEDEX
www.safega.com

LOT	Phase	Émetteur	Type	Série	Numéro Ordre	Indice	Code
LOT1	MC2	SAF	RAP	1	059	01	LOT1-MC2-SAF-RAP-1059-01

Numéro du projet : 20MRU032

Intitulé du projet : Aménagement des infrastructures portuaires de Longoni – Réparations du Quai 1

Intitulé du document : Dossier d’Autorisation Environnementale – Description du projet

Version	Rédacteur NOM / Prénom	Vérificateur NOM / Prénom	Date d’envoi JJ/MM/AA	COMMENTAIRES Documents de référence / Description des modifications essentielles
0	Myriam MAHABOT	Aude BOUILLY	22/01/2021	Version initiale

Sommaire

1.....	Préambule.....	4
2.....	Localisation du projet	5
3.....	Consistance des travaux	6
4.....	Description de l'ouvrage existant.....	6
4.1	Présentation générale de l'ouvrage	6
4.2	Désordres structurels existants sur l'ouvrage actuel.....	8
4.3	Réseaux existants desservant le quai n°1	13
5.....	Description des travaux.....	21
5.1	Définition des éléments de structure de l'ouvrage	21
5.2	Travaux de réparation de la plateforme béton.....	23
5.3	Renouvellement des équipements.....	27
5.4	Travaux de réparation des pieux.....	30
5.5	Travaux de pose de réseaux supplémentaires	33
5.6	Installations provisoires pour les sujétions d'accès	33
6.....	Phasage des travaux.....	33
6.1	Contraintes d'exploitation pour la définition du phasage des travaux.....	34
6.2	Phasage de réalisation des travaux de réparation de la plateforme	34
6.3	Phasage de réalisation des travaux de réparation des pieux	35
7.....	Coût estimatif des travaux	35

Tables des illustrations

Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude	5
Figure 2 : Extrait image site internet MCG - vue d'ensemble du Port de Longoni (source : http://www.mcg-mayotte.com/site-fonctionnel.html)	5
Figure 3 : Vue vers l'Est sur le quai n°1 (Source : Artelia, 2019)	7
Figure 4 : Coupe transversale du Quai 1 (source : SAFEGE 2020)	8
Figure 5: Photographies des poutres et dés en sous-face du Quai 1 (inspection visuelle SAFEGE – Août 2020)	9
Figure 6 : Plan des désordres (source : SAFEGE 2020)	10
Figure 7: Photographies des équipements du Quai 1 (inspection visuelle SAFEGE – Août 2020)	11
Figure 8: Mesures d'épaisseur des anodes sacrificielles sur les pieux	12
Figure 9 : Extrait du plan du réseau AEP (source : SMAE)	13
Figure 10 : Localisation des poteaux incendies (source : SDIS)	14
Figure 11 : Caniveau de collecte longitudinal (route d'accès au quai)	15
Figure 12 : Exutoire du caniveau de collecte longitudinal (route d'accès au quai)	15
Figure 13 : Tracé et exutoires du caniveau	16
Figure 14: Localisation du poste de transformation (source : EDM)	17
Figure 15: Photo des équipements du réseau électrique	18
Figure 16: Photo des massifs des mâts d'éclairage	18
Figure 17: Localisation des candélabres et des mâts d'éclairage quai 1 et terre-plein	19
Figure 18: Localisation du réseau Orange (source : Orange)	20
Figure 19: Chambre de raccordement dans le terre-plein vers la cimenterie	21
Figure 20: Dénomination des éléments structurels	22
Figure 21: Principe d'implantation des barres au droit des appuis poutre/dalle	25
Figure 22: Principe d'implantation des barres au droit des appuis poutre/pieux	26
Figure 23: Principe d'implantation des barres en sous-face	26
Figure 24 : Coupe de principe des défenses du front de mer et photo défense secondaire	28
Figure 25: Photo d'illustration d'une échelle de quai	29
Figure 26 : Plan d'implantation des réseaux existants	30
Figure 27: Coupe et plan d'origine 1 (2021)	31
Figure 28: Plan de délimitation des trois zones de priorité de réalisation des travaux de la plateforme (source : SAFEGE 2020)	35

1 PREAMBULE

Le port de Longoni, mis en service en 1992, est le principal port de commerce de l'île de Mayotte. Le Département de Mayotte assure la gestion du port de commerce de Longoni depuis 2009 et a confié fin 2013 un mandat de délégation de service public (DSP) à la société Mayotte Chanel Gateway (MCG) pour une durée de 15 ans.

Le port de Longoni assure principalement une activité de transbordement de diverses filières :

- conteneurs ;
- vrac, dont ciment (site de stockage de LAFARGE) ;
- véhicules et autres marchandises lourdes ;
- pétrole et gaz (terminal spécifique) – site de stockage de TOTAL.

Le port dispose pour cela de plusieurs installations :

- Deux quais techniques, dénommés quai n°1 (au nord) et quai n°2 (au sud), enserrant la darse qui constitue le port de commerce. Ces quais comprennent des terre-pleins en arrière pour le stockage des marchandises, notamment les conteneurs, et les engins de manutention ;
- Le terminal pétrolier-gazier (TPG), situé tout au nord du site au niveau de la pointe de Longoni et disposant d'un accès dédié ;
- Au-delà des quais techniques, et de 2 quais de servitude, les berges de la darse portuaire sont constituées de talus en enrochements.

Le quai n°1 (130 m x 29 m) a été construit il y a près de 30 ans, avec une fondation sur pieux tubulaires ancrés dans le substratum et une superstructure constituée de poutres et dalles en béton armé. Il prolonge un terre-plein constitué en remblai.

Ce quai a fait l'objet de différents états des lieux des infrastructures en 2015, 2016, 2019 et 2020 mettant en évidence des désordres structurels importants incompatibles avec les objectifs d'utilisation du Quai 1 que s'est fixé le Conseil Départemental de Mayotte.

En lien avec les perspectives de développement de son port, le Conseil Départemental souhaite engager des travaux de reconstruction des infrastructures du Port de Longoni. Un programme d'opération de réhabilitation du quai n°1 a ainsi été défini prenant en compte à la fois l'état structurel des ouvrages et les besoins d'exploitation exprimés par les parties prenantes.

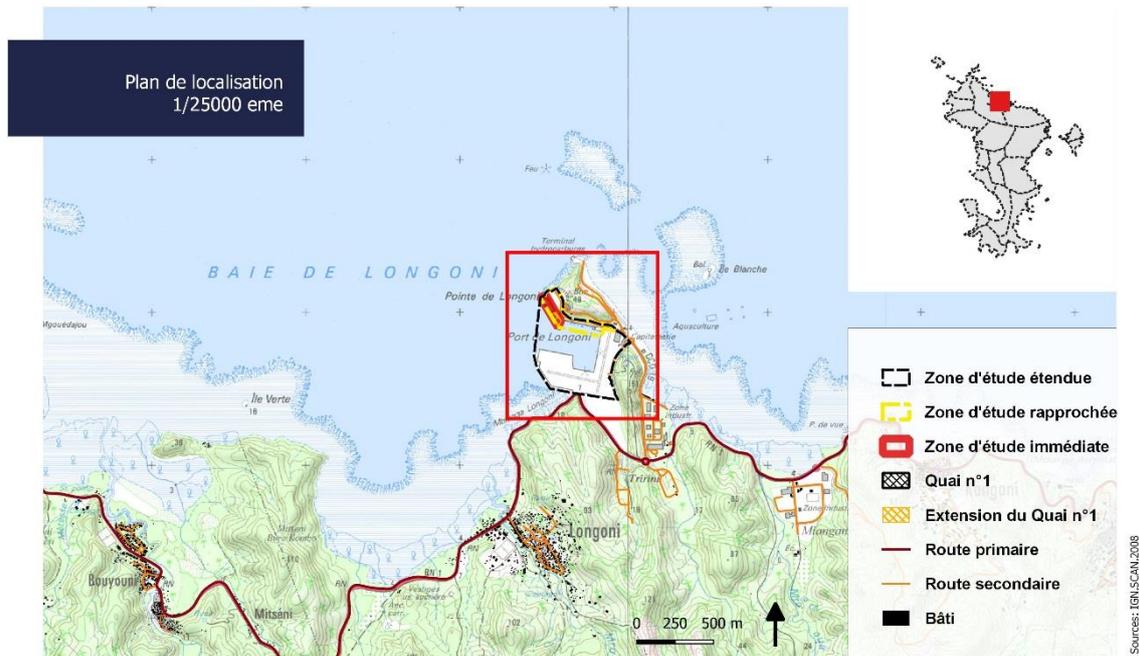
La réhabilitation du quai 1 constitue un projet hautement stratégique et prioritaire à l'échelle de Mayotte puisqu'elle est liée à court terme au projet d'exploitation des réserves de gaz découvertes au large des côtes du Mozambique.

Le présent projet a pour objet la réhabilitation du Quai 1. Les travaux portent sur la plateforme en béton armé, les pieux métalliques et les réseaux (eau, électricité, éclairage) desservant le quai.

2 LOCALISATION DU PROJET

La zone d'étude est localisée au Nord de l'Île de Mayotte, à côté du village de Longoni, sur la commune de Koungou.

Cette mission est relative aux travaux de réhabilitation du **quai 1 du Port de Longoni, localisé sur l'extrémité ouest de la Pointe de Longoni.**



Aménagement des infrastructures portuaires de Longoni - Lot 1 -

20MRU032
DECEMBRE 2020



Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude



Figure 2 : Extrait image site internet MCG - vue d'ensemble du Port de Longoni (source : <http://www.mcg-mayotte.com/site-fonctionnel.html>)

3 CONSISTANCE DES TRAVAUX

Le projet a pour objectif la réhabilitation de la plateforme en béton armé existante du Quai 1 du Port de Longoni et son renforcement structurel pour atteindre des objectifs de charges d'exploitation supérieurs à ceux fixés pour sa conception initiale. A cette fin, les travaux projetés concerneront :

- Les travaux de réparations et renforcement de la plateforme béton armé avec démolition et remplacement d'équipements (bollards et défenses d'accostage, échelles).
- Les travaux de pose de réseaux supplémentaires d'alimentation en eau et électricité et d'éclairage.
- Les travaux de réparation et renforcement des pieux de la plateforme.

4 DESCRIPTION DE L'OUVRAGE EXISTANT

4.1 Présentation générale de l'ouvrage

Le quai n°1 a été mis en service en 1992 et est destiné à l'accostage de cargos et le débarquement des conteneurs.

Le quai est situé en avant d'un terre-plein en remblai sur la face ouest de la presqu'île de Longoni pour le stockage des conteneurs et les engins de manutention. Le quai et le terre-plein sont accessibles par une voie d'accès établie sur une plate-forme en remblai, protégé côté mer par des enrochements.



Figure 3 : Vue vers l'Est sur le quai n°1 (Source : Artelia, 2019)

Il s'agit d'un quai sur pieux de 130.00 m x 29.10 m, constitué de 145 pieux répartis en 5 files (A →E), de diamètre Ø762 mm x 14mm, reliés entre eux par un réseau de poutres de (0.70 à 0.90) x 1.45m dans le sens transversal. Dans le sens longitudinal les poutres sont réparties comme suit, sur les intermédiaires (files B-C-D) de 0.60x1.45m et en extrémités côté accostage (file E) poutre de 2.20x2.00m et en arrière un voile de 1.20x3.30m reliés par des tirants, sur lesquelles repose une dalle de 45.00cm.

Le quai est renforcé par 29 lignes de tirants métalliques, diamètres 65 mm E 420 et longueur d'environ 9.50 m à l'arrière du mur, enterrés dans le remblai.

Le quai actuel est équipé de 11 bollards, 7 défenses d'accostage et 2 échelles.

Des réseaux (eau, électricité, hydrocarbures, conduite d'aspiration de la cimenterie) sont présents dans le quai, ils traversent les retombées des poutres et remontent en surface au niveau de plusieurs trappes d'accès visibles sur le quai.

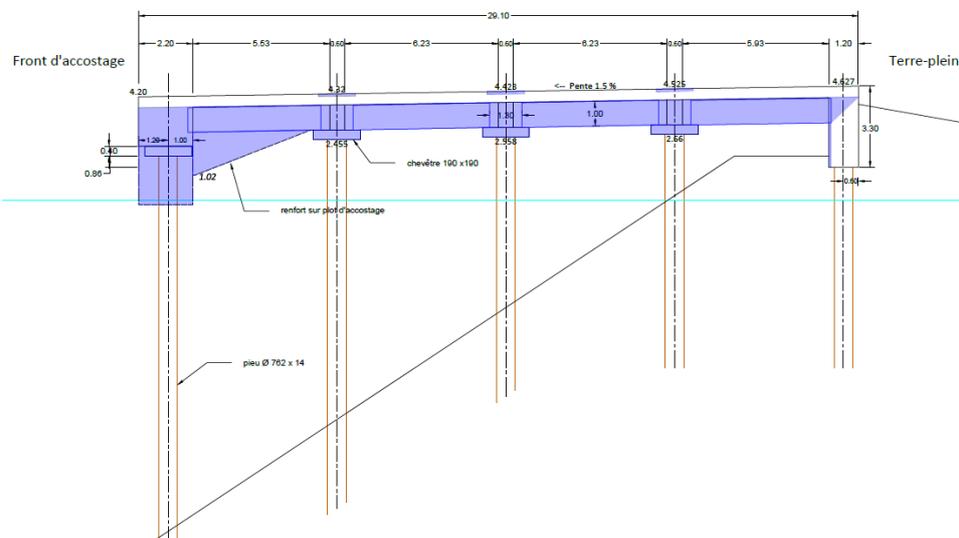


Figure 4 : Coupe transversale du Quai 1 (source : SAFEGE 2020)

4.2 Désordres structurels existants sur l'ouvrage actuel

4.2.1 Plateforme béton armé

L'ouvrage a fait l'objet d'inspections détaillées :

- Avril 2016 : Inspection des installations du port de Longoni par CESIM (inspection du quai et rétrodimensionnement du quai).
- Septembre 2018 – Juin 2019 : Suivi de la dégradation de l'ouvrage par la DMSOI puis par Bureau Veritas.
- Avril 2019 : Expertise du quai 1 et de la berge de la voie d'accès du port de Longoni par Egis.

Les principaux désordres observés sont synthétisés ci-après.

On relève la présence de faïençage sur l'ensemble de l'entablement de la dalle.

Les dés d'appui de la poutraison sont dans un état de dégradation critique sur la file D, où les aciers du nœud de liaison poutres-poteaux (centre du bossage) sont potentiellement attaqués par la corrosion (parmi lesquels les dés 9, 10, 18, 19 et 25 file D).



Figure 5: Photographies des poutres et dés en sous-face du Quai 1 (inspection visuelle SAFEGE – Août 2020)

Des fissures apparaissent sur les poutres notamment entre les files D et E et entre les files A et B sur la partie Nord du quai (rangées 2 à 11). Ces fissures sont dues au gonflement des aciers corrodés et indiquent que le processus de migration des chlorures dans le béton ainsi que l'oxydation des aciers se poursuivent dans les poutres.

Compte tenu des surcharges d'exploitation attendues, la résistance interne des pieux et la portance du sol en place ont été vérifiés en l'état.

Des missions de reconnaissances de la plateforme béton, permettent de tirer les conclusions suivantes :

- Les mesures au scléromètre et les essais de compressions indiquent un béton globalement homogène et compact : Résistance 40 MPa en moyenne ;
- Les profondeurs de carbonatation et pénétration des chlorures du béton en surface de la dalle sont peu profondes (inférieures au 1.5 cm) ;
- Les résultats des mesures de la profondeur de carbonatation au niveau de la sous-face indiquent des profondeurs de l'ordre de 3 à 4 cm ;
- Les résultats des mesures de la profondeur de pénétration des Chlorures sont significatifs et atteignent 7 cm sur les poutres, prédalles et dés en sous face ;
- Aucune corrosion détectée sur les armatures sur la face supérieure de la dalle, cependant certaines armatures sont corrodées au niveau de la sous-face.

Le plan ci-après présente la cartographie des désordres issue des reconnaissances faites sur l'ouvrage.

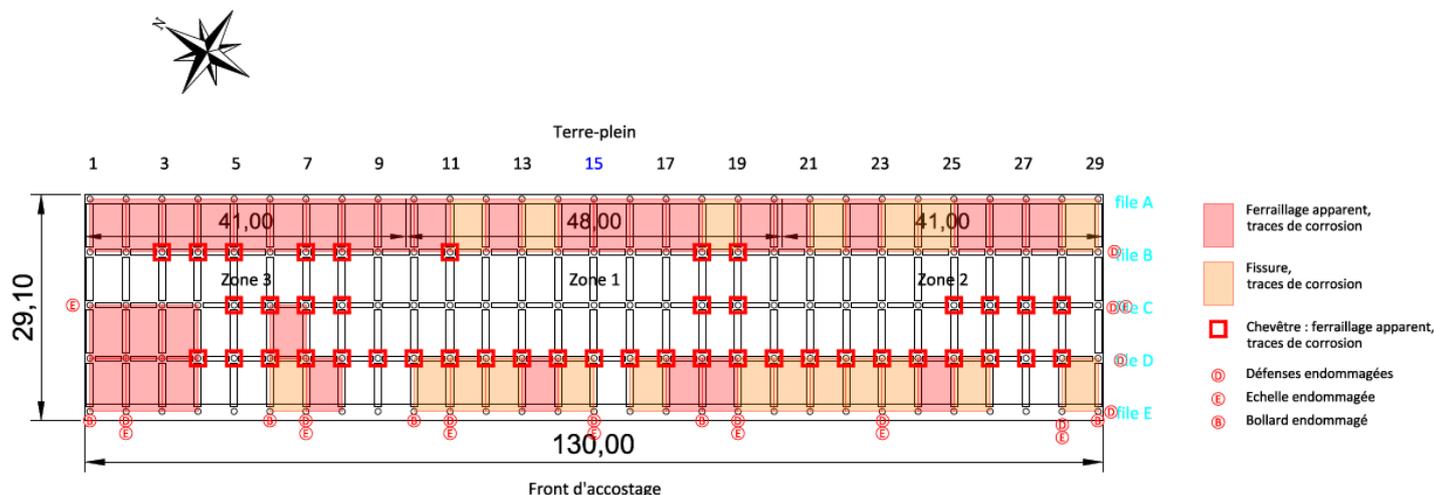


Figure 6 : Plan des désordres (source : SAFEGE 2020)

4.2.2 Équipements

On relève une corrosion généralisée sur les structures métalliques (bollards et défenses d'accostage) et leurs organes d'ancrage.



Figure 7: Photographies des équipements du Quai 1 (inspection visuelle SAFEGE – Août 2020)

4.2.1 Désordres constatés sur les pieux

L'ouvrage a fait l'objet d'inspections détaillées. Le rapport d'inspection est joint au présent dossier de consultation sous l'appellation « Annexe diagnostic du quai1 ».

Les mesures des épaisseurs résiduelles d'acier des pieux qui ont été réalisées par le bureau de contrôle STMM en Août 2020 donnent :

<i>Synthèse STMM</i>	
Nombre mesures	117
Perte max =	2,00
Moyenne pertes	0,42

On relève également la présence de chancre :



Pour évaluer l'efficacité du dispositif de protection (anode sacrificiels), les épaisseurs des anodes et les potentiels électrochimiques ont été également relevés :

Localisation	Valeur (- mv)
E 1 +7	1015
D 3 +6	1021
C 6 Enrochements	1012
D 9 +5	1009
C 12 Enrochements	1019
E 16 +7	1024
E 19 + 7	1015
D 23 + 6	1025
C 26 +2	1025
D 29 +6	1027



Figure 8: Mesures d'épaisseur des anodes sacrificielles sur les pieux

Les potentiels mesurés témoignent d'un niveau satisfaisant de protection de l'ouvrage avec des valeurs relativement homogènes sur l'ensemble.

Mises en place en 1998 pour une durée de vie théorique des anodes sacrificielles de 15 ans, le niveau de perte de matière des anodes n'excède pas 50 % (estimation faite sans retrait des dépôts calco-magnésiens).

4.2.2 Origine des désordres

Les désordres sont principalement liés à des teneurs en chlorures élevées dans le béton, voire très élevées (jusqu'à 10 fois le seuil maximal fixé par la norme NF EN 206/CN) et ce jusqu'à des

profondeurs relativement importantes (7cm). Cette teneur importante en ions chlorures concerne les poutres et les dés, et dans une moindre mesure les dalles.

4.3 Réseaux existants desservant le quai n°1

La présente section décrit les différentes composantes des réseaux qui desservent actuellement le Quai 1 au regard des éléments techniques disponibles à ce stade de l'étude. Il est à noter que la reconnaissance des réseaux sera réalisée début mars 2021 pour établir un recollement précis des réseaux du Quai 1.

4.3.1 Réseau d'eau potable et défense incendie

Le quai n°1 est desservi en amont par un réseau de distribution (tracé en bleu sur la figure ci-dessous) qui rejoint le réservoir de stockage R095 à proximité (moins d'1 km du quai).

La nature et le diamètre de ce réseau ne sont pas connus à ce jour.

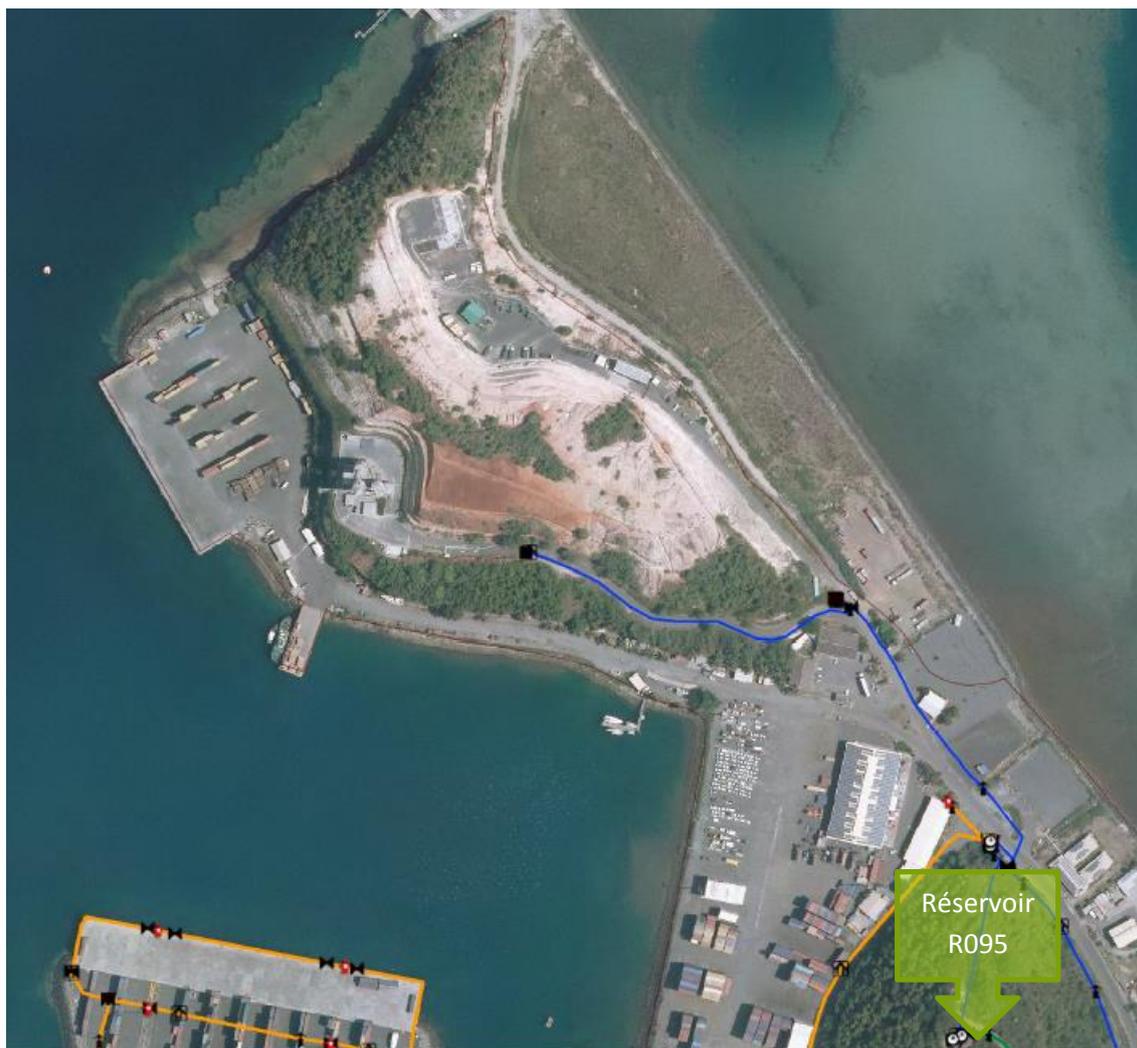


Figure 9 : Extrait du plan du réseau AEP (source : SMAE)

Ce réseau serait en DN150mm fonte.

Le réseau interne au quai 1 n'est pas reporté sur les plans fournis par l'exploitant.

Cependant les plans papiers consultés auprès des services du port fournissent les informations suivantes :

- ▷ Le réseau interne du quai 1 serait raccordé au DN150 par un autre DN150 par la route d'accès au Quai 1.
- ▷ La présence de 2 bouches de distribution d'eau potable avec compteur amont au niveau du quai (une à chaque extrémité). L'alimentation de ces bouches est en DN100mm (canalisations noyées dans la dalle du quai).
- ▷ La présence d'un poteau incendie en bordure Nord du Quai, et d'un deuxième en bordure sud.



Figure 10 : Localisation des poteaux incendies (source : SDIS)

4.3.2 Réseau d'assainissement des eaux usées

Il n'y a pas de réseau d'assainissement des eaux usées sur le quai ou sur le terre-plein arrière.

4.3.3 Réseau d'assainissement des eaux pluviales

Il n'y a pas eu de retour de DT permettant d'obtenir les plans du réseau d'assainissement des eaux pluviales.

Les plans papiers consultés auprès des services du port fournissent les informations reportées ci-dessous.

On peut observer l'existence d'un caniveau de collecte maçonné longeant la route d'accès côté terre :



Figure 11 : Caniveau de collecte longitudinal (route d'accès au quai)

Ce caniveau traverse la route en 5 points et termine sa course dans les eaux du port :



Figure 12 : Exutoire du caniveau de collecte longitudinal (route d'accès au quai)

Ce caniveau se prolonge également en arrière du terre-plein. Un sixième exutoire en mer est présent en extrémité nord du terre-plein.

Il collecte essentiellement les eaux en provenance du talus amont.

Il collecte potentiellement (à vérifier avec un levé topographique de la zone) l'accotement de la voie d'accès et également la partie arrière du terre-plein.

La figure suivante présente en synthèse le tracé du caniveau et ses 6 exutoires :



Figure 13 : Tracé et exutoires du caniveau

Il n'y a pas de réseau de collecte ni pour la voie d'accès, ni pour le quai, ni pour la partie avant du terre-plein.

4.3.4 Réseau électrique

Le quai n°1 est desservi en amont par un poste de transformation localisé à l'entrée de la route d'accès au quai. Ce poste est alimenté en souterrain.



Figure 14: Localisation du poste de transformation (source : EDM)

Le réseau interne au quai 1 n'est pas reporté sur les plans fournis par l'exploitant.

Notons cependant les informations suivantes :

- ▶ Le réseau interne du quai 1 serait raccordé en souterrain au poste de transformation par la route d'accès au Quai 1.
- ▶ La présence d'équipements électriques au niveau des extrémités nord et sud du quai (à proximité des poteaux incendies mentionnées précédemment)

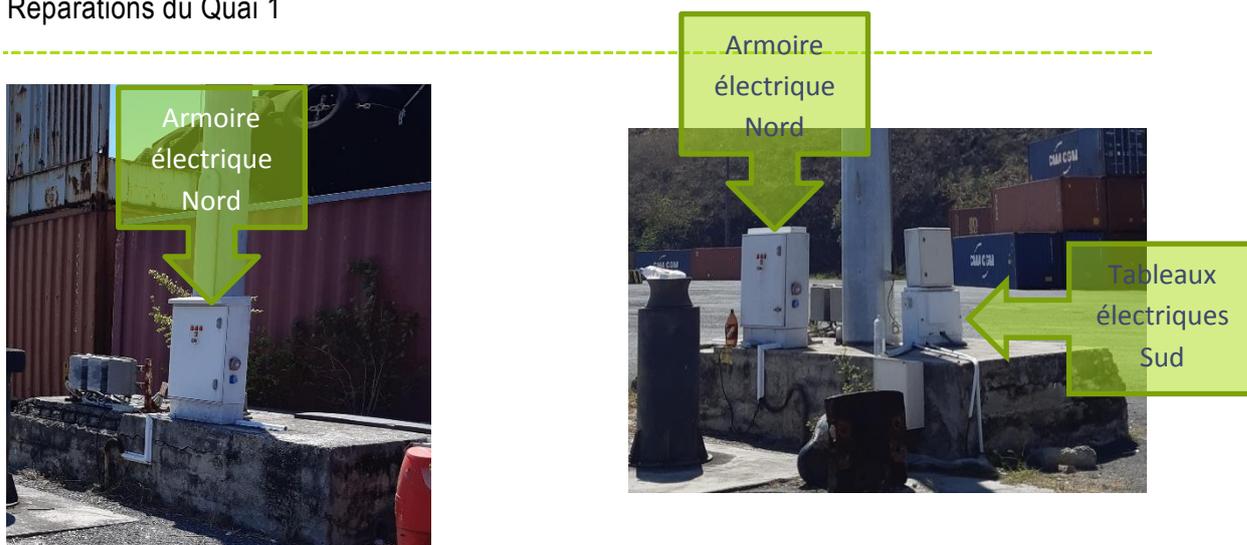


Figure 15: Photo des équipements du réseau électrique

- ▷ D'après les services du port, les câbles électriques de la zone seraient fortement dégradés (corrosion).

4.3.5 Réseau d'éclairage

Les plans papiers consultés auprès des services du port fournissent les informations reportées ci-dessous.

- ▷ La voie d'accès au quai présente des candélabres (hauteur à préciser) de type routier. Ils permettent d'éclairer la route, le quai de servitude et le ponton flottant. Les caractéristiques des lampes ne sont pas connues. Certains candélabres ne semblent plus d'aplomb.
- ▷ L'arrière du terre-plein dispose de 3 mâts (hauteur à préciser). Les nombres et caractéristiques des projecteurs ne sont pas connues.
- ▷ Le quai dispose de 2 mâts d'éclairage (hauteur 16m à confirmer), aux mêmes emplacements que les poteaux d'incendies présentés en 4.3.1. Ils sont équipés de 8 projecteurs chacun. Les caractéristiques des projecteurs ne sont pas connues. Les massifs béton de ces mâts présentent des dégradations (éclats de béton et ferrailles apparentes)



Figure 16: Photo des massifs des mâts d'éclairage

- ▷ Le réseau d'alimentation électrique de ces points lumineux est enterré

L'éclairage serait largement défectueux d'après les services du port.



Figure 17: Localisation des candélabres et des mâts d'éclairage quai 1 et terre-plein

4.3.6 Réseaux de télécommunication

Les plans papiers consultés auprès des services du port fournissent les informations reportées ci-dessous.

- ▷ Présence de 2 fourreaux PVC DN45 sous la route d'accès au quai.
- ▷ Les deux fourreaux se prolongent en arrière du quai, ils permettent de raccorder 3 chambres au niveau du quai (fourreau PVC150mm noyé dans la dalle). Les chambres sont communes avec les prises d'électricité.

L'existence de réseaux dans ces fourreaux n'est pas connue.

La cimenterie de Lafarge bénéficie d'un raccordement au réseau Orange. Celui-ci ne concerne pas le quai 1.



Figure 18: Localisation du réseau Orange (source : Orange)

4.3.7 Réseaux d'hydrocarbures

les plans de ferrailages de la dalle font apparaitre 3 réservations 40x40cm pour 3 conduites DN254mm (matériau inconnu) dans la dalle débouchant dans 3 regards au niveau du quai.

Il semble également qu'au moins l'une d'entre elle (la plus au Sud) soit utilisée pour alimenter la cimenterie : il existe un accès aménagé sur le terre-plein à l'autre extrémité qui permet d'y raccorder la cimenterie par tuyau souple.



Figure 19: Chambre de raccordement dans le terre-plein vers la cimenterie

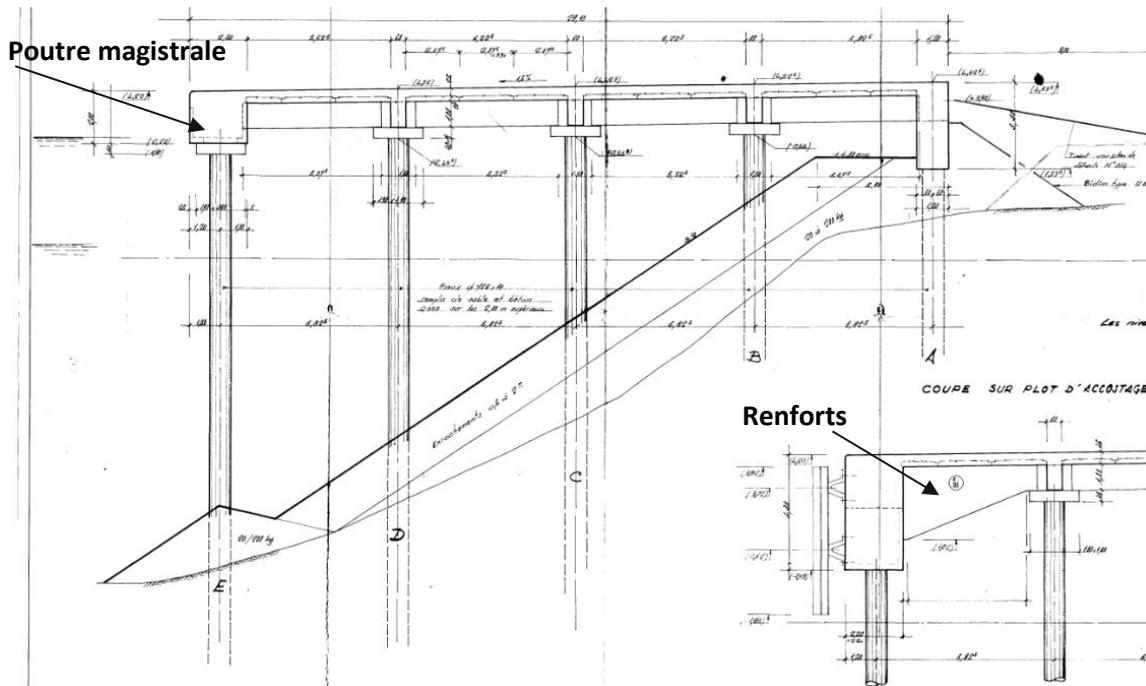
5 DESCRIPTION DES TRAVAUX

5.1 Définition des éléments de structure de l'ouvrage

Dans l'ensemble du descriptif des travaux, la dénomination des éléments de structure est la suivante :

- Dalle
- Poutre longitudinale
- Poutre transversale
- Poutre maîtresse
- Dé
- Pieux
- Zone au droit des appuis poutre/dalle et pieu/dalle

Coupe transversale



Coupe longitudinale

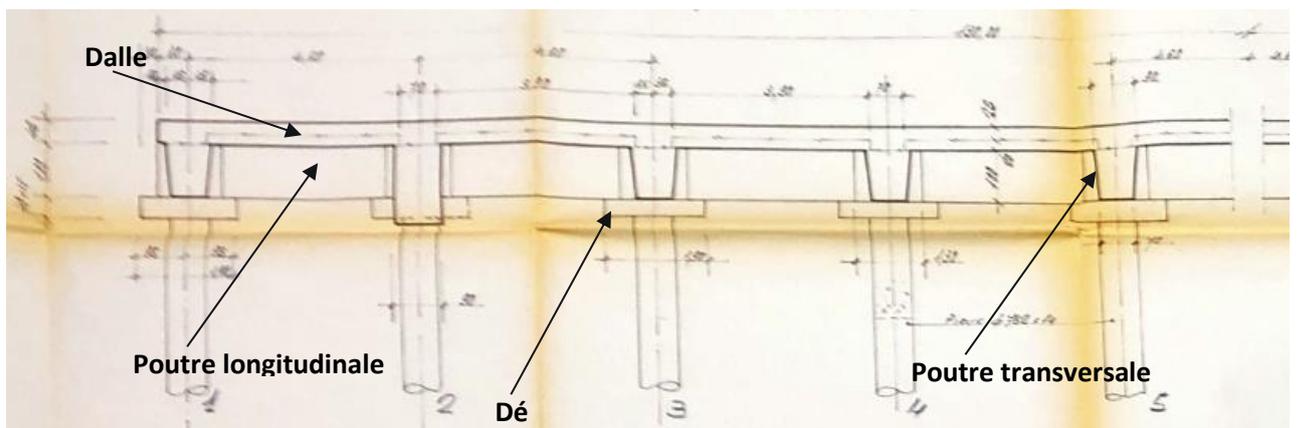


Figure 20: Dénomination des éléments structurels

5.2 Travaux de réparation de la plateforme béton

5.2.1 Objectifs généraux

Les objectifs des travaux sont de deux ordres :

- Un objectif de réparation / restitution des capacités portantes initiales de l'ouvrage pour l'ensemble de la structure béton par un remplacement des aciers corrodés et réfection des bétons de surface (enrobage des aciers) ;
- Et un objectif de renforcement de la structure pour l'accueil de nouveaux engins portuaires (la grue et le reachstacker) non prévus initialement sur ce quai. L'augmentation de sa capacité portante s'effectue sur les zones les plus sollicitées de tous les éléments de structure poutres, dalles, par rajout de barres aciers en nappe supérieure et inférieure selon les éléments.

De façon générale les travaux intéressent toute la plateforme béton et chaque élément de structure de celle-ci, en surface et en sous face de l'ouvrage.

5.2.2 Consistance des travaux de réparation de la plateforme

De façon détaillée et par éléments de structure, les travaux consistent (sans distinction de zone, de phasage et concomitance des travaux) :

- En surface :
 - **Traitement des fissures de la dalle** sur toute sa surface par colmatage au coulis et/ou mortier selon la géométrie de la fissure.
 - **Renforcement de la dalle au droit des appuis poutres longitudinales/dalle, des poutres transversales/dalle et des pieux/dalle** par purge du béton, rajout d'armatures acier au ferrailage supérieur de la dalle et reconstitution du béton de la dalle (7cm d'enrobage minimum)
- En sous face de la plateforme :
 - **Les dés** seront purgés du béton dégradé (dessous et cotés) ; au besoin, les armatures inférieures seront remplacées ; passivation des aciers nus et reconstitution de l'enrobage béton 7cm minimum d'épaisseur ;
 - **Les poutres longitudinales et transversales** seront purgées du béton dégradé sur les trois faces visibles ; au besoin, les armatures inférieures seront remplacées ; rajout de barres acier de renfort ; passivation des aciers nus et reconstitution de l'enrobage béton 7cm minimum d'épaisseur ;
 - **La dalle en sous face** est purgée du béton dégradé ; au besoin, les armatures inférieures seront remplacées ; rajout de barres acier de renfort ; passivation des aciers nus et reconstitution de l'enrobage béton 7cm minimum d'épaisseur ;
 - **La poutre magistrale** est purgée du béton dégradé ; au besoin, les armatures inférieures seront remplacées ; passivation des aciers nus et reconstitution de l'enrobage béton 7cm min d'épaisseur.

Les travaux de purge du béton seront réalisés sur toute la sous face de la plateforme (surface développée poutres et dalle) compte tenu de la nécessité de rajout de barres acier de renfort de la structure et quelle que soit la dégradation du béton.

5.2.3 Description des travaux de réparation de la plateforme béton

5.2.3.1 Purge des bétons

Les travaux prévoient l'enlèvement du béton sur 10cm maximum dans les zones concernées afin d'assurer la purge des bétons dégradés (profondeur de pénétration des Chlorures) et de mettre à nu la nappe de ferrailage pour passivation, remplacement si besoin et renforcement.

Dans le cas où les bétons présentent une dégradation au-delà des 10cm d'épaisseur purgée (constat de fissure, fracture, éclatement, tâche de rouille), des quantités complémentaires de purge et béton pourront être nécessaires.

Les moyens et la méthodologie mis en œuvre pour réaliser la purge des bétons seront proposés par les entreprises de travaux retenues : hydrodémolition, démolition mécanique par marteau, sciage disque diamant, fil...

Les surfaces concernées par la purge de béton sont :

- **En surface de la plateforme (hors poutre maîtresse) :** les surfaces au droit des appuis poutres longitudinales et transversales/dalle et des appuis pieux/dalle, pour le renforcement par ajout de barre acier de la capacité portante de l'ouvrage.

A minima les surfaces découvertes sont la largeur des poutres partie supérieure (en effet les sections des poutres sont trapézoïdales) plus (+) 10 cm de part et d'autre maximum.

Au droit des pieux, la surface découverte correspond à la zone de clavetage des poutres/pieux/dalle plus (+) 10cm maximum.

La largeur d'ouverture du béton pourra être adaptée en fonction des longueurs de barres acier à mettre en place pour renfort. Les longueurs sont dépendantes de la zone à renforcer et sollicitation correspondante. Sur justification, dans les études d'exécution, les longueurs des barres à mettre en œuvre pourront être ajustées.

- En sous face de la plateforme : toutes les surfaces développées visibles des poutres, dalle et dés.
- **Sur la poutre maîtresse :** toutes les surfaces développées visibles, y compris la surface supérieure. Il est noté et pris en compte les différentes hauteurs du front d'accostage de cet élément de structure, en effet la face verticale côté mer présente une hauteur plus importante au niveau des implantations des défenses d'accostage pour leur scellement et appui. Cette hauteur fait partie intégrante des réparations.

5.2.3.2 Nettoyage ou remplacement et passivation des aciers

Les ferrillages mis à nu et toutes barres rajoutées en renfort des éléments de structure font l'objet d'un traitement de passivation avant projection, coulage, enrobage béton.

En préalable de ce traitement les aciers existants mis à nu et conservés seront nettoyés et frottés pour enlèvement de toute la rouille.

5.2.3.3 Rajout d'acier

Il s'agit ici de renforcer les éléments de structure par la mise en œuvre de barres d'acier/armatures complémentaires à l'existant pour la résistance des bétons et donc augmenter la capacité portante de l'ouvrage pour accueillir de nouveaux engins portuaires.

Ce renforcement s'effectue au niveau de la nappe supérieure du ferrailage de la dalle au droit des poutres et têtes de pieux et au niveau du ferrailage inférieur des poutres et des dalles.

A titre indicatif, les barres seront des barres HA 25 mm de diamètre de nuance Fe.E.24. Les implantations devront présenter les principes suivants :

○ En surface :

- ▶ Au droit des appuis poutre/dalle, les barres seront positionnées en travers et en long se recoupant et couvrant l'ensemble de la zone de liaison pieu/poutres/dalle. Les barres seront d'une longueur suffisante pour se prolonger au-dessus des poutres avec un chevauchement minimum de 1.15m avec le ferrailage des poutres. L'espacement entre barre sera de 22 cm. La fixation des barres se fera aux armatures existantes par ligature en fils de fer, autant que nécessaire pour résister à la mise en œuvre du béton de réparation, dont particulièrement en projection.

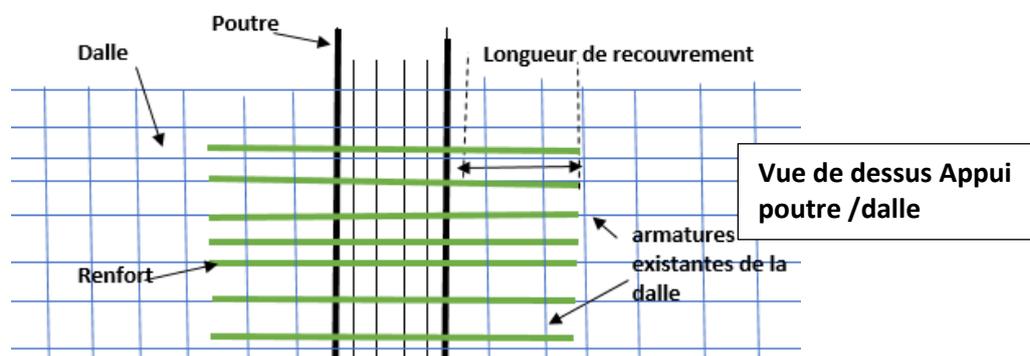


Figure 21: Principe d'implantation des barres au droit des appuis poutre/dalle

- ▶ Au droit des appuis poutre / pieux que ce soit les poutres transversales ou longitudinales, les barres seront placées perpendiculairement à la poutre et d'une longueur permettant une liaison avec la dalle. Le chevauchement avec l'élément structurel de la dalle sera de 1.15 m au minimum. De même les liaisons seront par ligature en fils de fer aux armatures existantes.

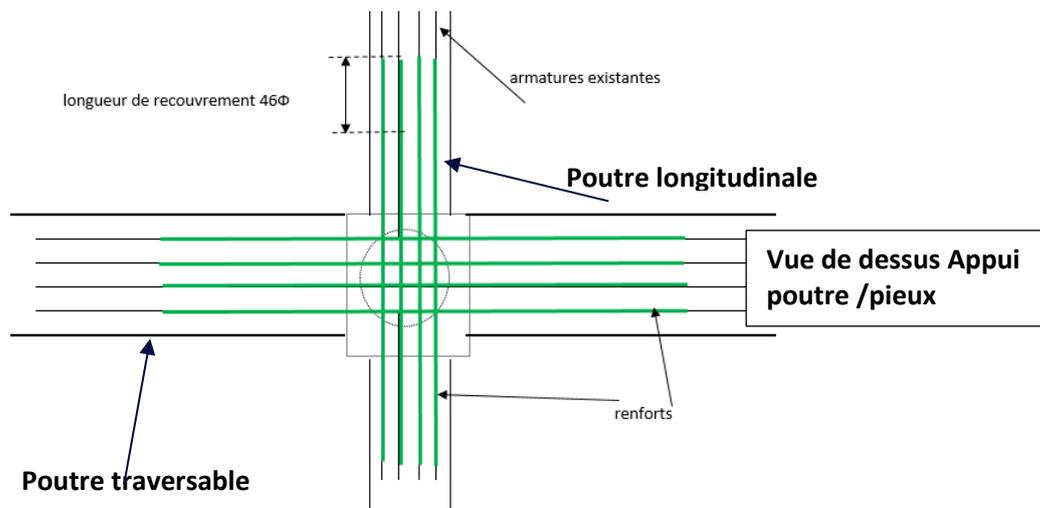


Figure 22: Principe d'implantation des barres au droit des appuis poutre/pieux

□ En sous face :

- ▷ Les poutres transversales et longitudinales seront renforcées au niveau du ferrailage inférieur et sur leur linéaire central, sur une longueur de 1/3 de la portée libre de la poutre, soit des longueurs de 1.1 m à 1.83 m. Les barres en nombre de 4 par poutre seront liaisonnées par ligature en fil de fer à l'armature existante.
- ▷ Le ferrailage inférieur de la dalle est également renforcé par un ensemble de barres complémentaires implantées transversalement et longitudinalement au quai, se recoupant et couvrant la surface au centre d'un maillage délimité par les poutres. Les barres présenteront à minima une longueur de 1.5 m avec un espacement de 22 cm par direction. La liaison s'effectuera aux armatures existantes par ligature de fils de fer autant que nécessaire pour une tenue à la mise en œuvre du béton de réparation.

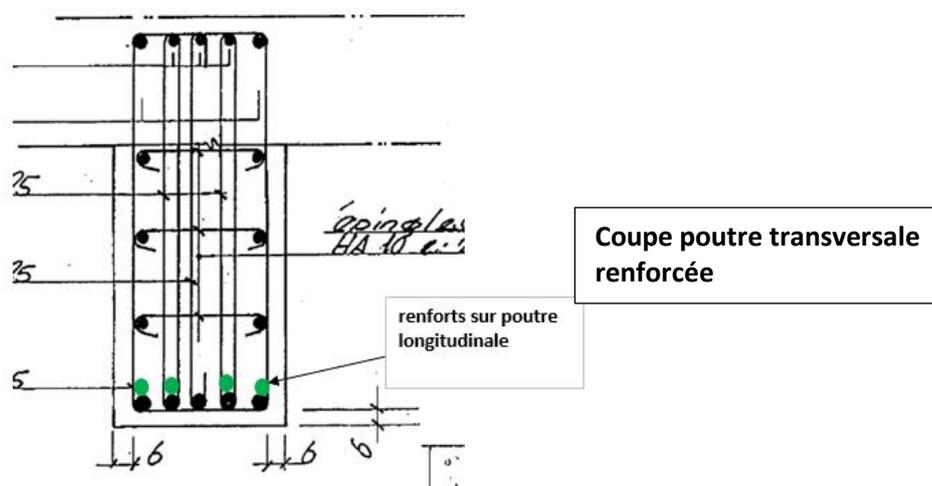


Figure 23: Principe d'implantation des barres en sous-face

Ces aciers complémentaires feront également l'objet d'un traitement de passivation avant la mise en œuvre du béton de réparation.

Il est à noter que les dés des pieux et la poutre magistrale ne présenteront pas de renforcement des armatures.

5.2.3.4 Bétonnage de réparation

Les travaux de bétonnage consistent à restituer la partie de béton purgée sur l'épaisseur extraite afin de garantir un béton sain ainsi qu'un enrobage minimum des aciers remplacés et complémentaires de 7cm.

Le béton sera de classe XS3, prise mer et de consistance permettant sa mise en œuvre selon les conditions et contraintes de pose (surface et sous face).

Les moyens et la méthodologie de mise en œuvre pour réaliser la pose des bétons sont proposés par l'entreprise retenu pour les travaux : béton coulé en place gravitairement, béton projeté, usage de coffrage...

5.2.3.5 Reprise des fissures superficielles

Les fissures superficielles en surface de la dalle seront traitées à l'aide de produit colmatant.

Les produits devront être adaptés au type de fissures et dimensions de ces dernières : microfissures, 1mm d'ouverture...

Les produits devront être adaptés aux conditions de pose et contexte d'exposition milieu marin.

Les moyens et la méthodologie de mise en œuvre pour réaliser le colmatage des fissures seront déterminés par l'entreprise e travaux: projection, coulage et nettoyage...

5.3 Renouvellement des équipements

Compte tenu de l'état de dégradation des défenses, échelles de quai et bollards, ces équipements seront remplacés et adaptés pour répondre aux usages futurs.

5.3.1 Changement des bollards

Les travaux consistent au démontage des 7 bollards 50T existant et évacuation pour la mise en place en lieu et place de 7 bollards neufs de 100T de résistance. La mise en œuvre doit tenir compte de cette implantation sur un quai existant, dans une poutre béton : 6 unités sur le linéaire du front d'accostage (front de mer) et 1 unité sur le quai de rive Sud.

Le bollard sera en acier moulé. Les pièces d'ancrages seront en acier inoxydable. Ils seront de résistance 100T minimum.

Des travaux préalables sont nécessaires :

- Démontage et évacuation du bollard actuel
- Purge des 10cm de béton d'assise des bollards
- Prise de mesures des positions en x, y et z des ancrages (tiges diamètre 70) qui seront rabotés au maximum et laissés en place
- Définition et mise en plan des nouvelles implantations des tiges d'ancrage afin de ne pas être gêné par les tiges anciennes laissées en place.

Compte tenu du maintien d'une activité portuaire mensuelle avec le dépotage du cimentier, donc un accostage et amarrage d'un navire, la réalisation de la dépose des bollards existant et travaux de remplacement se feront de façon échelonnée sur les 7 bollards afin de maintenir des organes d'amarrages en fonctionnement avec, à minima, 4 points d'amarrage répartis sur l'ensemble du linéaire d'accostage.

5.3.2 Renouvellement des défenses d'accostage

Les travaux consistent au renouvellement en lieu et place des 11 défenses d'accostage du quai : 7 défenses principales en front de mer et 4 défenses secondaires en zone retour du quai de rive sud.

On entend par défense l'ensemble d'un système de défense comprenant les défenses à jambage le bouclier + plaque PE et les chaînes de support.

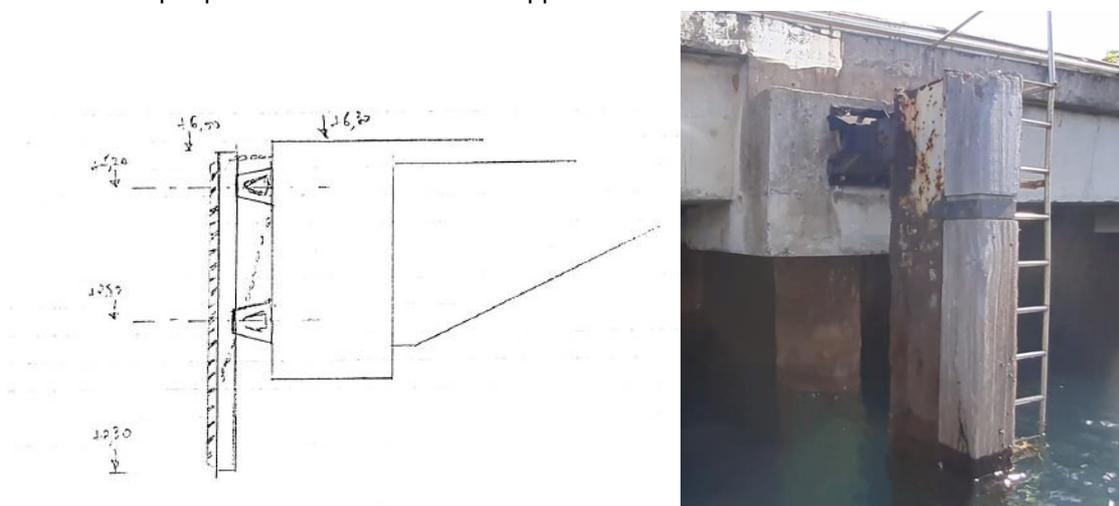


Figure 24 : Coupe de principe des défenses du front de mer et photo défense secondaire

Les travaux nécessitent de démonter l'ensemble des systèmes de défense soit les boucliers, les chaînes de maintien, leurs ancrages au quai et les défenses à jambage installées sur le front de mer et de les transporter jusqu'à la zone de stockage puis/ou évacuer directement en décharge agréée.

Le démontage des systèmes de défense secondaire en Rive Sud comprend les défenses trapézoïdales, les ancrages aux profilés métalliques HEB et le profilé proprement dit. L'ensemble de la boulonnerie éventuelle et autres systèmes de fixation comme les soudures seront démontés/coupés soigneusement afin de ne pas endommager la surface/zone d'appui et d'ancrage de la future défense.

Toutes les tiges d'ancrage des défenses dans le quai seront coupées à raz du béton après la purge afin de ne pas laisser un élément d'acier en surface du béton et soumis aux embruns maritimes. Les points de fixation dans les éléments acier pieux mis à nu lors de la dépose seront nettoyer pour être retraité contre la corrosion par peinture.

Les démontages se feront par voie maritime.

Tout comme les bollards, le maintien de l'accueil du cimentier une fois par mois nécessite un phasage de réalisation afin de maintenir à minima 4 défenses en usage tout du long du front d'accostage mer : réalisation en deux ensemble 3 défenses puis 4 défenses.

En revanche le quai Rive Sud pourra faire l'objet d'un démontage complet des 4 défenses en même temps pour renouvellement.

Afin de permettre de rehausser le système de défense, il est prévu la réalisation sur la poutre magistrale d'un bloc béton ancré à la poutre de 0,80 de large, 0,70 de haut et 2m de long pour permettre l'éventuel appui et fixation des défenses à jambage. Ce bloc béton sera ferrillé à 150kg/m³ et constitué de béton XS3. Cette rehausse est en nombre de 7 au droit de chaque implantation des systèmes de défense.

5.3.3 Renouvellement des échelles de quai

Les travaux comprennent la dépose des 2 échelles existantes sur toutes leurs hauteurs y compris les éléments de support et fixation.



Figure 25: Photo d'illustration d'une échelle de quai

Le renouvellement des échelles se fait en lieu et place des actuelles sur les mêmes principes de dimensions, équipement, fixations et support.

Les échelles présenteront une hauteur équivalente, soit 5,80m ainsi que la main courante supérieure pour faciliter l'accès à la plateforme. Cette dernière dépassera de 1m au-dessus de la cote finie du quai. La hauteur totale y compris la main courante d'accès sera à minima de 6,80.

La largeur doit être à minima de 500mm hors tout.

L'espacement entre barreaux ne devra pas être supérieur à 250mm pour permettre aisément de monter l'échelle.

L'espacement entre l'échelle et le quai sera à minima de 250mm pour permettre la pose du pied sur le barreau de l'échelle mais ne devra pas excéder la ligne d'accostage formé par les défenses secondaires pour rester protégé des bateaux.

Les échelles de quai seront réalisées en acier galvanisé, qualité marine (Z350).

Renouvellement des réseaux existants déposés pour gêne

Le quai est équipé de réseaux divers implantés en sous face de la plateforme :

- 3 Dessertes hydrocarbure (conduite Ø254 mm),
- Une desserte cimenterie,
- Des réseaux d'eau (2 conduites Ø100 mm),
- Et des réseaux d'électricité placé en fourreaux PVC (3 PVC Ø150 mm).

Les réseaux proviennent du terre-plein arrière, implantés en tranchée, puis passent à travers le mur arrière du quai pour revenir visibles sous la plateforme et passer à travers les poutres longitudinales qui leurs servent de support afin de desservir le bord de quai.

En bord de quai, les réseaux sont disponibles dans des regards d'attente.

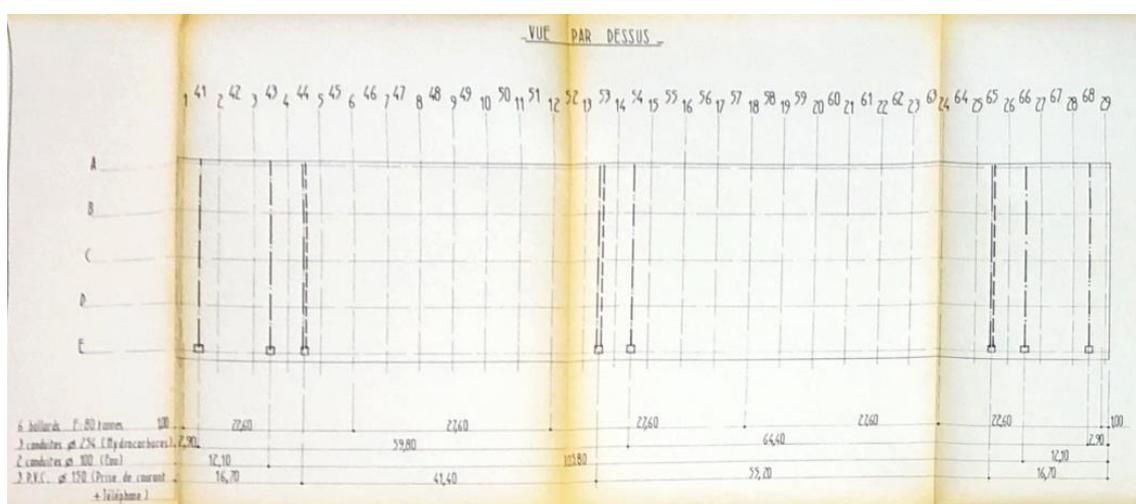


Figure 26 : Plan d'implantation des réseaux existants

Le renouvellement des réseaux se fait du terre-plein arrière avec d'éventuels regards d'accès des raccordements anciens/nouveaux réseaux.

5.4 Travaux de réparation des pieux

5.4.1 Objectifs généraux

Les objectifs des travaux de réparation des pieux sont de deux ordres :

- Un objectif de réparation de l'ouvrage en limitant la corrosion des pieux et renouvelant la protection anodique ;
- Et un objectif de restitution des capacités portantes initiales des pieux corrodés pour l'accueil de nouveaux engins portuaires (la grue et le reachstacker) non prévus initialement sur ce quai. Les pieux initiaux non corrodés seraient suffisants pour reprendre ces nouvelles sollicitations. Afin de répondre à ces nouvelles charges le projet consistera donc à les renforcer sur toutes leurs hauteurs hors-sol (zone de corrosion importante) à travers la mise en place de demies-coques métalliques qui auront pour rôle de compenser les pertes d'épaisseurs acier actuelles et futures des pieux d'origines.

5.4.2 Consistance des travaux

Ces travaux concernent le renforcement des pieux métalliques du Quai 1 existant pour atteindre des objectifs de charges d'exploitation supérieurs à ceux fixés pour sa conception initiale.

La consistance des travaux de réparation est la suivante :

- Le nettoyage des pieux sur toutes leurs hauteurs hors sol ;
- Le chemisage des pieux à l'aide de viroles métalliques ;
- Remplissage du vide annulaire à l'aide d'un mortier à retrait limité ;
- La protection du pieu d'origine et de la virole contre la corrosion, par pose d'anodes sacrificielles.

Les travaux concernent :

- Pour le renforcement par des demies-coques métalliques : les pieux des files B-C-D et E ;
- Pour la protection contre la corrosion : les pieux des files B-C-D et E (la totalité des pieux du quai 1).

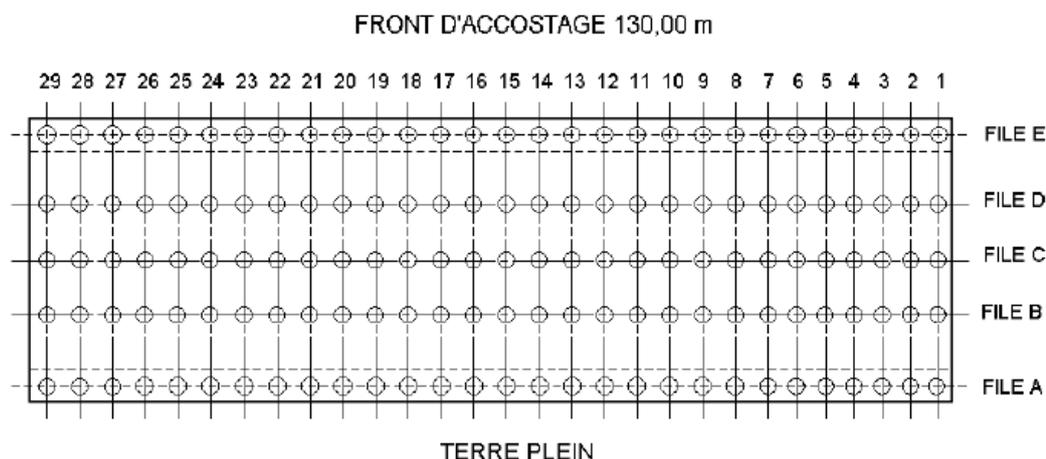


Figure 27: Coupe et plan d'origine 1 (2021)

5.4.3 Description des travaux de réparation des pieux

Les travaux de chemisages consistent à nettoyer les pieux, positionner et assembler les demi-coques autour des pieux avant de remplir le vide annulaire par un mortier à retrait limité, par l'extérieur.

Les demi-coques métalliques sont d'épaisseur 14 mm minimum, de diamètre 880 mm minimum et de nuance S355.

5.4.3.1 Travaux préalables

Enlèvement des anciennes anodes sacrificielles :

Pour permettre la pose du chemisage des pieux, les anodes existantes sur les pieux seront déposées par découpage acier des supports et enlèvement de l'ensemble (support, scelle et anode). La dépose du système anodique pourra se faire par déboulonnage avant enlèvement des supports ; la méthodologie sera proposée par l'entreprise en fonction des moyens disponibles.

L'ensemble du matériel déposé sera mis hors d'eau et stocké à terre avant évacuation en décharge agréée. Un tri des matériaux sera fait sur site.

Nettoyage des pieux :

La surface du pieu d'origine sera nettoyée à haute pression ou très haute pression de manière à éliminer les concrétions existantes sur les structures, pour assurer une bonne mise en place du mortier de liaison entre les deux pieux.

Le pieu sera ainsi débarrassé de tout corps étranger non métalliques : coquillages, algues, boues. Un complément par brossage pourra être effectué sur toute sa hauteur afin de bien se débarrasser des impuretés.

5.4.3.2 Chemisage des pieux

Mise en fiche :

La mise en fiche consiste à positionner les deux premières demies-coques qui devrait s'enfoncer de 50 cm dans le sol existant à la base du pieux d'origine. Ces demies-coques sont soudées au pieu d'origine.

L'assemblage des demi-coques entre elles se fait par soudure ou boulonnage.

Afin de limiter la fuite du mortier remplissage du vide annulaire un anneau élastomère est fixé à la base des demies-coques assemblées. Ce joint peut être fixé directement dans les demies coques ; l'objectif étant d'étanchéifier le vide annulaire pour l'injection béton.

Mise en place des demies-coques et assemblages :

Les viroles seront alignées sur celles mises en fiches précédemment.

La tolérance d'alignement des axes des demi-coques assemblées les unes sur les autres est limitée à +/- 1 mm en tout point afin de garantir l'espace suffisant pour le remplissage du vide annulaire par le mortier.

L'assemblage des viroles se font par boulonnage sur les cornières. L'assemblage entre virole pourra se faire par des soudures.

Pour garantir la stabilité des demi-coques assemblées avant bétonnage, certaines demi-coques seront soudées au pieux d'origine. Ces points de soudures doivent permettre également une liaison électrique avec les demi-coques qui porteront la protection anodique.

Ajustement des demies-coques supérieures :

Ces demi-coques sont arrêtées à 5 cm du dé et leurs hauteurs sont adaptées à travers une découpe des demi-coques standard mises en place.

5.4.3.3 Bétonnage du vide annulaire

Le vide annulaire entre le pieu existant et les coques de chemisage devrait être rempli à l'aide d'un mortier à retrait limité type « Seltex, par l'extérieur.

Le remplissage se fera de bas en haut, avec des zones d'injection intermédiaire et des dispositifs de contrôle du remplissage, à minima tous les 6m maximum.

5.4.3.1 Protection cathodique par anodes sacrificielles

Les travaux consistent au renouvellement de la protection cathodique des pieux, suite à leur chemisage, par anodes sacrificielles pour les pieux des files C-D-E et par continuité électrique pour les pieux de la file B.

Les anodes seront en alliage d'aluminium activé à l'indium (solution de base). L'espace entre les anodes et leur poids unitaire sera optimisé de façon à ce que la distribution des courants de protection soit la plus uniforme possible. Les anodes seront posées sur les demi-coques dans la zone constamment sous eau.

Il est prévu la pose de 3 anodes de 70kg par pieu.

Les anodes seront soudées sur les demi-coques à l'aide de selle de renfort directement sur les pieux des files E, D et C. Les pieux de la file B seront protégés par continuité électrique parce que la hauteur des pieux est découverte (hors d'eau) à marée basse. Les pieux de la file C porteront les anodes nécessaires à la protection de la file B.

Les anodes seront dimensionnées pour assurer la protection cathodique des structures pour une durée de vie de 15 ans minimum.

Les pieux de la file B sont sur la hauteur hors sol découvert à marée basse, ne permettant pas la pose des anodes.

Les anodes seront donc mises en œuvre de façon déportée, sur les pieux de la file C puis liaisonné par câble électrique et/ou barre acier en contact acier / acier.

5.5 Travaux de pose de réseaux supplémentaires

Le projet prévoit la pose de réseaux supplémentaires d'alimentation en eau potable, électricité et d'éclairage.

A ce stade, le programme et les modalités de travaux de pose des réseaux n'a pas encore été définis. Pour rappel, un diagnostic des réseaux est actuellement en cours.

5.6 Installations provisoires pour les sujétions d'accès

L'accès aux zones de travaux situées sous la plateforme (sous-face de la plateforme béton et pieux) nécessitera un minimum d'installation pour permettre l'évolution au-dessus du plan d'eau :

- Une plateforme de travail à hauteur d'homme en sous face de la plateforme pour la réalisation des travaux de purge, de traitement des aciers et bétonnage
- Des modes de liaison pour le personnel et matériels à ces plateformes par barge, échelle ou autres moyens permettant l'accès mais également le dégagement/sortie lors d'élévation du niveau d'eau (marée) ou autres situations particulières

6 PHASAGE DES TRAVAUX

La réalisation des travaux est répartie en 3 lots de prestations désignés ci-après :

- Lot n° 01 – Réparations et renforcement de la plateforme béton armé
- Lot n° 02 – Réparations et renforcement des pieux de la plateforme
- Lot n° 03 – Pose de réseaux d'alimentation en eau et électricité et d'éclairage

Ces trois lots de travaux ne seront pas lancés en même temps, ils seront décalés dans le temps pour répondre aux contraintes d'exploitation et de calendrier précisées ci-dessous.

6.1 Contraintes d'exploitation pour la définition du phasage des travaux

Les contraintes principales s'appliquant au phasage des travaux sont liées à l'exploitation du Quai 1 et notamment au planning de mise en exploitation du Quai 1 par la société TechnipFMC.

Actuellement, le Quai 1 fait l'objet d'un arrêté préfectoral d'interdiction d'utilisation sauf pour le navire cimentier de Lafarge (cadence mensuelle environ) et exceptionnellement pour des navires scientifiques ou militaires (*arrêté n°2019/DMSOI/411 du 25/06/2019 portant conditions d'exploitation du Quai n°1 du Port de Longoni*).

Les travaux auront donc lieu sous la **contrainte de libérer les emprises et de permettre l'amarrage du navire cimentier une fois par mois lors de sa venue**.

Le phasage de travaux est organisé de telle sorte que le cimentier puisse accoster et rester à quai le temps nécessaire, et que les travaux continuent sur d'autres parties de l'ouvrage que la poutre magistrale pendant ce temps. Une coordination avec l'exploitant du Port sera nécessaire pour connaître les dates et les durées d'accostage. Les candidats incluent dans leur offre financière et technique tous les frais inhérents à cette contrainte.

A compter du **01/10/2021**, les contraintes d'exploitation changeront.

En effet, à cette date la société TechnipFMC exploitera le Quai 1 et le terre-plein situé à l'arrière du quai 1 pour l'acheminement des pipes de construction du champ gazier dans le Canal du Mozambique.

Le quai 1 et son terre-plein pourront alors être utilisés par TechnipFMC à toute heure sans restriction. La fréquentation estimée sur le Quai 1 est d'environ 4 navires en moyenne par semaine. Le Quai 1 servira à l'accostage de navires d'environ 90 m, qui chargeront et déchargeront du matériel à l'aide d'une grue LMH420 positionnée au centre du quai 1.

Il sera par conséquent nécessaire de continuer les travaux en adaptant les méthodes d'exécution pour laisser la priorité absolue à l'exploitation du Quai 1 par TechnipFMC.

6.2 Phasage de réalisation des travaux de réparation de la plateforme

Le phasage des travaux est organisé sur la base de **3 zones de priorité décroissante** (cf. Figure 28) :

- La **zone 1 de 48m de large** est centrale : elle doit être terminée et réceptionnée **avant le 30/09/2021**, la zone 1 accueillera du matériel de levage (type grue LMH420) de façon à charger et décharger les navires pendant la phase 2 ;
- La **zone 2** est scindée en **deux zones de 28 m de large** chacune, elle doit être terminée et réceptionnée **avant le 31/12/2021** pour offrir des conditions d'exploitation favorables et adaptées au pic d'activité de 2022 ;
- La **zone 3** est scindée en **deux zones de 13 m de large** chacune, elle doit être terminée et réceptionnée **avant le 31/12/2021** pour offrir des conditions d'exploitation favorables et adaptées au pic d'activité de 2022 ; cette zone 3 est réalisée en dernier car elle est moins essentielle que les autres pour l'exploitation du quai ; cette zone servira de « fusible » en cas de survenus d'aléas non maîtrisables (événements météorologiques extrêmes ou autres événements non prévisibles).

Ce phasage repose sur la volonté de disposer d'une **zone centrale la plus étendue possible** pour mise à la disposition de TechnipFMC : les travaux seront donc **réalisés en progressant simultanément du centre du quai vers les extrémités nord et sud**.



Figure 28: Plan de délimitation des trois zones de priorité de réalisation des travaux de la plateforme
(source : SAFEGE 2020)

6.3 Phasage de réalisation des travaux de réparation des pieux

Les travaux de réparation des pieux débiteront après la fin des travaux sur la plateforme il n'y aura donc pas de coactivité.

Le phasage des travaux est organisé sur la base de **2 zones liées aux contraintes d'exploitation du quai 1** :

- La **zone 1** concerne les pieux des files B, C et D : elle commence le **01/04/2022** et **doit être terminée et réceptionnée avant le 31/12/2022** ;
- La **zone 2** concerne les pieux de la files E : elle commence le **01/01/2023** et **doit être terminée et réceptionnée avant le 31/03/2023** pour offrir des conditions d'exploitation favorables et adaptées à partir de Avril 2023.

7 COUT ESTIMATIF DES TRAVAUX

Le coût total des travaux est estimé à environ 30 millions d'euros (l'ensemble des 3 lots de travaux).

Dossier d'Autorisation Environnementale – Description du projet

Aménagement des infrastructures portuaires de Longoni –
Réparations du Quai 1

