

14 novembre 2013 à Brest

Ligne de stationnement des frégates FREMM



Vue de synthèse du projet



Arrivée du caisson à son emplacement définitif

L'AFGC Grand-Ouest a organisé le 14 novembre 2013 une journée consacrée à la ligne de stationnement des frégates FREMM de la Marine Nationale au port militaire de Brest.

Il s'agit, pour cette ligne de stationnement des FREgates Multi Missions (FREMM) dans le port militaire de Brest, d'un ponton flottant de 160 m de long, large de 17 m, haut de 8 m dont 3.5 m immergés, comportant un niveau supérieur de circulation lourde et un niveau inférieur dédié à la distribution des réseaux.

Tenu par des chaînes ancrées sur un quai existant aménagé, il est amarré sur un musoir cylindrique posé sur le rocher.

Ponton et musoir ont été fabriqués dans une forme de l'arsenal et amenés sur site par flottaison.

3800 m³ de béton et 1000 tonnes d'armatures ont été mis en oeuvre pour ces travaux.

Les 8300 m³ de dragages ont fait l'objet d'un traitement particulier visant à limiter les impacts environnementaux de l'opération

Le contrat comprend la conception, la construction et la maintenance pour une durée de 7 ans.

Rappel du programme

9h30 : Accueil – présentation de l'AFGC

Michel Laude – AFGC Grand Ouest

9h35 : Présentation du SID et de l'ESID de Brest

Christophe CAMPOS – ESID de Brest

9h45 : Présentation de l'opération, de l'ouvrage, de sa conception et des grandes étapes de la construction

Viviane Thomas – ESID de Brest, Yves Stassen - Ingérop

10h45 : Points forts de l'AMO

Manuel Gonzalez – Artélia

10h55 : Points forts du contrôle technique

Yannick Le Bouquin - APAVE

11h05 : La construction de l'ouvrage

Jean Baptiste Bouyer – Antoine Thauray – Charier

Pascal Clemente - Demathieu Bard, Yves Robin – DCNS, Yves Stassen - Ingérop

12h45 : Transport nautique et mise en place des colis

Thierry Jaouen – Service des Mouvements Portuaires

13h00 : déjeuner

14h15 : départ vers le chantier
16h30 : Fin de la visite et retour vers Brest

Environ 40 personnes étaient présentes au Cercle de la Marine pour une matinée de conférences suivies, l'après-midi de la visite elle-même de la structure réalisée.

Les bases du projet

- **Le maître d'ouvrage**

Le SID (Service d'Infrastructure de la Défense) est désormais le service commun aux différentes armées pour tout ce qui concerne les équipements et les constructions. Ses compétences sont aussi bien la conduite et la réalisation de construction que la gestion et la maintenance de ces équipements, et possède également l'expertise technique, administrative et juridique spécifique à l'infrastructure militaire.

L'ESID de Brest gère, entre autres, 2,5 millions de m² de bâtiments, 11 bassins de radoub, 11 kilomètres de quai et 3 aérodromes. Le patrimoine correspondant présente une valeur de reconstruction estimée entre 3 et 4 Md€.

En l'occurrence, il a été le maître d'ouvrage de l'opération "Ligne de stationnement des frégates multi-missions" à Brest.

- **Les besoins**

A la base navale de Brest, les navires militaires accostent le long de lignes de stationnement perpendiculaires au quai général ; elles sont constituées de pontons flottants métalliques. Les dimensions réduites de ces pontons (20 x 5 m ou 30 x 8 m) conduisent à en assembler plusieurs entre eux de manière à atteindre une taille suffisante pour accueillir les navires. Ils sont reliés au quai par des chaînes.

Leur état actuel, fonction de leur vétusté, et l'évolution des conditions de travail liées à la baisse très importante des effectifs des équipages (divisés par 3 sur les nouveaux bâtiments) et l'évolution de la flotte avec des navires plus longs et plus larges, font que ces ouvrages ne répondent plus aux besoins actuels et futurs. Ainsi, l'accès aux navires par ces pontons ne peut se faire par camions rendant difficile l'approvisionnement des bâtiments. Enfin, les alimentations électriques ont également évolué (HT) et les différents réseaux se situent tous ensemble sur ces pontons rendant délicate leur cohabitation et l'approvisionnement des navires.

Les manifestations régionales



fig. 1 – accès aux pontons



fig. 2 – encombrement des pontons

L'objectif était donc de disposer d'un appontement permettant :

- un accès à des véhicules de manière permanente, soit une grue de 40 t et 2 camions de 19 t.
- des raccordements aux servitudes séparées (eau potable, eau industrielle, eaux grises, eaux noires, air comprimé, électricité BT et HT, et courants faibles : télécommunications)
- l'accueil de frégates FREMM de 6 300 t ou de 2 avisos de 1 500 t.

Ce qui entraîne une longueur accostable de 160 m.

- **La procédure adoptée**

Pour cette opération, le SID a retenu la procédure "Conception – Construction" (article 37 du CMP) à partir d'un cahier des charges précis et pilotée grâce au degré d'expertise du service. Cette procédure peut être utilisée en raison de « motifs d'ordre technique rendant nécessaires l'association de l'entrepreneur aux études de l'ouvrage ».

L'instruction du dossier environnemental (loi sur l'eau) s'est faite sur plusieurs plans : militaire par le CGA et civile par la Préfecture,

L'étude d'impact a comporté une synthèse de l'état initial (géologique, morphologique, climatologie, qualité des eaux et des sédiments, patrimoine naturel et mesures de protection), puis la synthèse des incidences du projet et les mesures associées,

la compatibilité avec le SDAGE de Loire-Bretagne et le SAGE de l'Elorn, ainsi que, bien évidemment, la compatibilité avec le réseau Natura 2000. L'opération comprenait une 1ère ligne d'accostage en tranche ferme, avec une 2ème ligne en tranche conditionnelle. Pour des raisons budgétaires, la 2ème ligne a été repoussée.

Le calendrier du projet a été le suivant :

- juin 2009 - réception des offres
- octobre 2009 – choix de l'offre
- décembre 2009 – notification du marché
- 2010 – études APD et Projet d'exécution, en parallèle avec les études environnementales
- mai 2011 – début des travaux
- janvier 2013 – livraison de la 1ère ligne d'accostage.

Un maximum de cinq compétiteurs avait été retenu pour cet appel d'offre. Les entreprises pouvaient proposer des solutions fixes comme des solutions flottantes. C'est l'entreprise Charier, de la région de Nantes qui a emporté le marché.

Le groupement était composé de :

- SA Charier (mandataire)
- CHARIER GC agence SEMEN (quai et dragages)
- DCNS SA (constructeur réseaux et mainteneur)
- Demathieu et Bard (génie civil)
- Ducrocq SAS (passerelle)
- Ingérop (conception)

Le maître d'ouvrage (ESID de Brest) s'est adjoint les assistants suivants dès la phase jugement des offres :

- Apave (Contrôle technique)
- Artélia (AMO)
- DEKRA (CSPS)

Artelia est la réunion de Coteba et de Sogreah.

Le marché comportait la conception de l'ouvrage, la construction de la 1ère ligne en tranche ferme, ainsi que l'entretien et la maintenance pour une période de 7 ans. Il comprend la partie génie civil, mais aussi tous les différents équipements : électricité (BT et HT) et les réseaux de fluides. Il était également nécessaire d'approfondir une partie de la zone d'accostage pour tenir compte du tirant d'eau plus important des frégates FREMM.

La solution retenue

La solution choisie par le groupement est constitué d'un caisson flottant en béton armé embossé au quai par des chaînes. Le quai sur lequel est amarré le caisson devait être renforcé également.

Les manifestations régionales

La solution flottante a été retenue en raison des faibles intensités de houle résiduelle au droit de l'apportement, démontrées par l'étude Sogreah.

Le caisson fait 160 m de long sur 17 m de large et 5 m de hauteur. La séparation de la circulation des véhicules et de l'ensemble des réseaux est assurée par l'existence de deux niveaux :

- un pont supérieur sur lequel manœuvrent les véhicules ;
- et un pont inférieur (dessus du caisson) regroupant tous les équipements.

Des bollards d'une capacité de 100 à 50 t sont disposés tous les 20 m.



fig. 3 – vue de synthèse du projet

Le caisson est constitué de 12 alvéoles étanches assurant ainsi la sécurité de l'ouvrage vis-à-vis de sa flottabilité.

Le pont supérieur repose sur 4 séries de poteaux dégageant ainsi le pont inférieur pour y disposer l'ensemble des réseaux et des équipements.

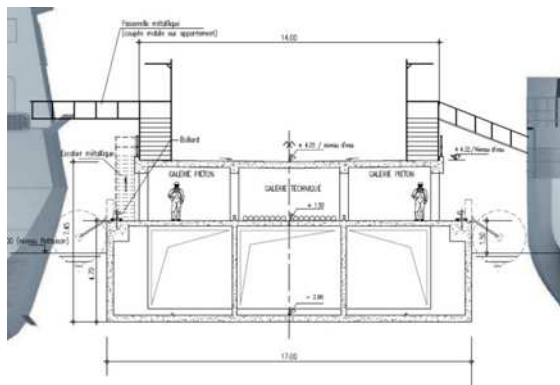


fig. 4 – coupe transversale du caisson (1)

Le caisson est entièrement en béton armé, le béton précontraint n'ayant pas été retenu en raison de sa construction en forme de radoub dans la base navale. La durabilité du béton est basée sur des enrobages conséquents, selon les normes de l'Eurocode 2. Les parois ont une épaisseur courante de 30 cm.

Le caisson est maintenu par des chaînes à chaque extrémité, ancré directement au "quai des flottilles" au nord, et sur un musoir cylindrique posé sur le rocher, côté rade, à 13 m de profondeur.

Ce musoir est un cylindre en béton armé de 14 m de diamètre et 21 m de hauteur. Il est entièrement lesté par un matériau de remplissage obtenu par reconditionnement des produits de dragage de l'apponnement lui-même.

Cette disposition permet de faciliter l'amarrage des navires en le limitant à sa liaison avec le pon-ton, contrairement à l'amarrage sur coffre tradi-tionnel. Le musoir est posé sur une couche de gravier soigneusement réglée au préalable par plongeurs. Les massifs d'ancrage sur le quai, auxquels est accroché le ponton, reprennent les efforts de traction apportés par le ponton dans les condi-tions de vent extrêmes. Ces massifs sont désoli-darisés du quai et ramènent les efforts au sub-stratum par l'intermédiaire de deux séries de micro-pieux verticaux et inclinés. Les micro-pieux sont constitués de barres $\square$ 50 de 30 m de longueur.

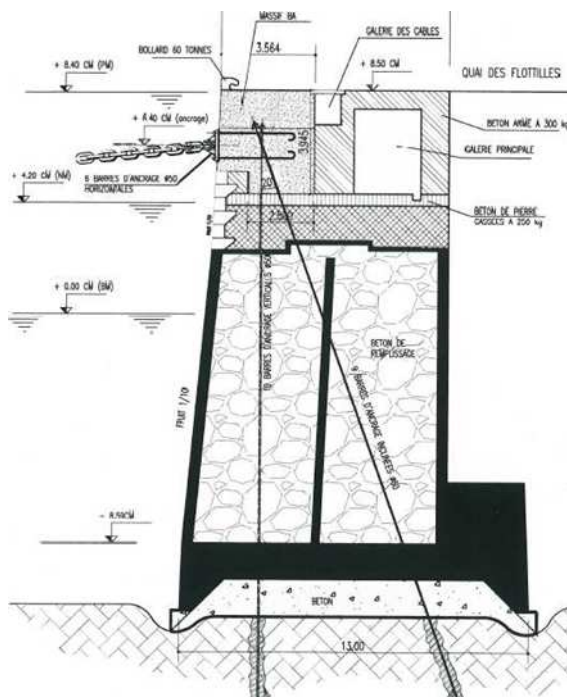


fig. 5 – structure du quai

L'accès au ponton se fait au moyen d'une passerelle métallique à poutres latérales en PRS et comportant un platelage en caillebotis métallique pour alléger la structure. Cette passerelle a une portée de 30 m. Les poutres latérales sont constituées de deux tronçons réunis par un joint à boulons HR. Elles ont une hauteur de 1,79 m et des semelles de 400 mm de large. L'entraxe des poutres est de 4 m et un passage pour piétons est disposé de part et d'autre en encorbelle-ment.

Les manifestations régionales

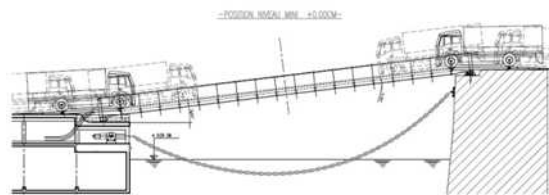


fig. 6 – passerelle

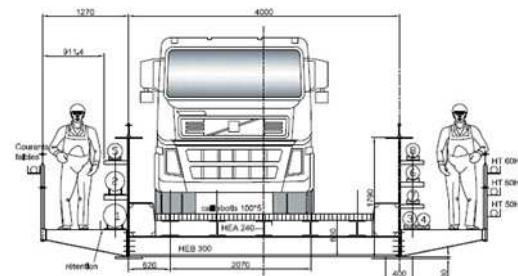


fig. 7 – passerelle – coupe transversale

La construction

• Construction du musoir et du caisson

La proximité de formes de radoub, appartenant à la Marine Nationale, a conduit, tout naturellement à construire le caisson et le musoir en les préfabriquant dans une forme, et les amenant ensuite à leur emplacement définitif.

C'est dans la forme n° 4 qu'a commencé la construction des éléments, sa longueur permettant de les réaliser ensemble directement.



fig. 8 – construction du musoir – dalle de fond

Le musoir a été réalisé en coffrage glissant, en coulage continu sur 5 jours.

En parallèle, le caisson est réalisé, en coffrage classique, sa hauteur pouvant être bétonnée en une seule phase.



fig. 9 – élévation du musoir



fig. 10 – construction dans la forme de radoub

Compte tenu des épaisseurs modérées des différentes parois, la densité de ferrailage est élevée. Cela a conduit, en particulier, à réaliser les bétonnages avec un béton fluidifié.



fig. 11 – ferrailage de l'angle supérieur du caisson (zone ancrage chaîne)



fig. 12 – détail de ferrailage d'ancrages

La densité de ferrailage se monte à 300 kg/m³ dans les zones les plus denses.

• Travaux de dragage

Pendant ce temps, les dragages ont été réalisés dans la zone d'accès des futurs appointements. Cette zone a été préalablement repérée par sondages de précision. Les volumes dragués se chiffrent à 8 500 m³. Après passage des sédiments dans une centrale de traitement installée sur le quai, une grande partie des produits de dragage a été valorisée, soit en réutilisation directe pour le lestage du musoir, soit à proximité de Brest.

Les dragages se sont étalés sur une période d'environ 7 mois, de novembre 2011 à mai 2012.



fig. 13 – centrale de traitement des boues de dragage

• Renforcement du quai

La construction des ancrages dans le quai a commencé par la réalisation des micro-pieux, et enfin le bétonnage de massifs en béton armé coiffant la structure existante et les micro-pieux.



fig. 14 – réalisation des micro-pieux



fig. 15 – micro-pieux

- **Transport du musoir et du caisson**

Une fois ces éléments terminés, on a procédé à la mise en eau de la forme de radoub pour permettre le transport par flottaison de ces deux ouvrages. Ce sont les bâtiments de la Marine qui ont procédé au re-morquage depuis le fond de la Penfeld jusqu'à l'emplacement définitif des ouvrages en rade abri. La mise en place des éléments en position définitive a été réalisée par l'entreprise CHARIER et les Lamaneurs du port de Brest.



fig. 17 – remorquage du musoir



fig. 18 – arrivée du caisson à son emplacement définitif (1)

Compte rendu rédigé par Daniel A. Lecointre, vice-président du CAG de l'AFGC