

PORT DE BEJAIA

CONSTRUCTION D'UN NOUVEAU QUAI EN CAISSONS CLOISONNES EN PALPLANCHES

Par :

Ahsène SAADALI

Directeur des Infrastructures Maritimes et Aéroportuaires
au Ministère de l'Équipement

1 PRESENTATION

Le port de Bejaïa, situé à 1,5 Km au Sud du Cap Carbon et du côté Ouest du Golfe de Bejaïa, a été un petit port, mais d'une certaine importance jusqu'à ce qu'en fin des années 50, il devient le plus grand port pétrolier de l'Algérie.

Cependant, durant les dernières années, le volume des exportations du pétrole a diminué alors que les importations d'autres marchandises ont considérablement augmenté.

Les disponibilités qu'offraient ce port en matière d'augmentation de ses capacités à moindre coût allaient permettre aux décideurs le lancement en 1980/81 des études d'un nouveau quai pour prendre en charge le trafic généré par l'implantation de :

- l'usine d'électrolyse d'aluminium à M'Sila,
- le complexe de produit alimentaire "Corps Gras" à Bejaïa évalué à 1,3 Millions de tonnes.

Ce programme ayant par la suite été modifié, la décision de maintenir ce projet a été prise, essentiellement pour résorber le déficit en capacités portuaires enregistré à l'Est du pays.

2 CONCEPTION DU PROJET

2.1 Géotechnique

Les nombreuses campagnes de reconnaissance géotechniques effectuées, ont montré que les sols de Bejaïa sont constitués d'alternances de sables fins silteux et d'argile, sans aucune continuité à l'échelle du projet. Ces sols résultent d'un alluvionnement extrêmement erratique.

Avant toute consolidation, ces sols présentent des caractéristiques mécaniques très faibles, comme le montrent aussi bien les essais de laboratoires, les pénétromètres, que les tassements mesurés lors du préchargement expérimental (0,70 m sous 8 à 9 t/m² au bout de 200 jours depuis le début du chargement).

Avant travaux (au pénétromètre) :

- Les argiles présentent des résistances de pointe de l'ordre de 10 bars,
- Les sables fins 40 à 50 bars.

Après consolidation, 20 et 100 bars respectivement.

2.2 Consolidation du sol de fondation

Dès le début des études, la réalisation d'un préchargement du sol était recommandée.

Les études ont conduit à proposer un préchargement de 10 t/m^2 pendant 8 mois au dessus du niveau + 2 NGA. Sur une largeur de 70 m en crête décalé de 20 m par rapport à la magistrale du quai ; ce préchargement devait être associé à la création de trois frontières drainantes longitudinales par drains de sable.

2.3 Dimensionnement du projet de base

Les différents types de solution envisageables ont été examinés de façon critique. Les calculs détaillés ont été réalisés pour les solutions qui paraissent les mieux adaptées au site : gabions cloisonnés et rideau plan.

Types de quais envisagés :

- Quai sur pieux
- Quai en blocs
- Quai en caissons préfabriqués
- Quai en palplanches (gabions cloisonnés, rideau plan)

Après les études préliminaires des diverses solutions envisageables, les études définitives ont été faites pour le quai en palplanches qui est apparu le mieux adapté aux contraintes du site (géotechnique).

Deux types classiques de gabions cloisonnés ont été calculés :

- Gabions à faces parallèles,
- Gabions en "Seau de charbon".

Le projet retenu est constitué par 50 cellules en palplanches plates de type Rombas 500J E 390 SP de $32,50 \text{ m} \times 15,279 \text{ m}$, fichées à - 23,00 m.

Ces gabions sont surmontés par une superstructure composée d'une poutre de couronnement avec voie de grue, équipée de bollards et de défense d'accostage avec toutes les réservations nécessaires (assainissement, électricité, etc ...) ainsi qu'une poutre arrière supportant la deuxième voie de grue.

Toute la superstructure repose sur le remblai intérieur du caisson.

3 TRAVAUX DE CONSOLIDATION DU SOL DE FONDATION

La surcharge effectivement appliquée en Mai 1982, au terrain en place a été de 17 t/m^2 soit presque le double de la surcharge définie par les études, pendant une durée également supérieure à celle prévue.

Alors qu'il était escompté un accroissement de la cohésion du sol de $2,35 \text{ t/m}^2$ sous la partie centrale du

remblai, l'accroissement que l'on peut calculer avec le préchargement mis en place serait de l'ordre de 5 t/m^2 soit une cohésion de l'ordre de 10 t/m^2 , valeur compatible avec les résultats des reconnaissances et essais de 1985 exécutés suite aux difficultés de chantier rencontrées.

Il est à signaler que le tassement a été suivi à l'aide de tassomètres et qu'il a été constaté un tassement moyen de 1,50 m de terrain en place sur un peu plus d'un an.

4 DIFFICULTES DU CHANTIER

Dès le commencement des travaux, la construction des gabions cloisonnés à faces parallèles du quai a immédiatement rencontré des difficultés d'exécution. Des blocages de palplanches étaient constatés à partir de profondeurs se situant entre - 12 et - 15 m, des déchirures et dégrafages de palplanches étaient constatés dans la zone des serrures.

Des vérifications réalisées à plusieurs reprises par enfouissement de palplanches isolées ont montré :

- qu'il n'y avait pas d'horizon résistant,
- que les palplanches pouvaient être enfoncées isolément avec une faible énergie aux profondeurs requises,
- que le vibrofonçage ne consolidait pas le sol,
- qu'une gangue de matériaux adhérait aux palplanches dans leur partie basse et que cette gangue était, semble-t-il, d'autant plus importante que l'énergie appliquée pour l'enfoncement était elle-même importante.

Tous les problèmes étaient dus au coincement dans les serrures des palplanches et aux efforts prohibitifs qui en résultent. Toutes les tentatives faites pour résoudre ce problème par augmentation de l'énergie de battage se sont soldées par des échecs (dégrafage ou déchirure des palplanches).

L'entreprise a mis en cause la cohésion du sol et a proposé de lui substituer du sable non cohésif par l'intermédiaire de forages jointifs dans lesquels seraient foncés les rideaux de palplanches. Un essai réalisé sur un gabion G4 n'a pas apporté d'amélioration significative dans la mise en oeuvre du projet.

L'entreprise a également essayé le lançage dans certaines zones de blocage de palplanches ; aucun résultat n'a été obtenu.

Une campagne complémentaire de reconnaissance et d'essais a montré que la consolidation du sol était supérieure à celle prévue au projet de base et que l'on pouvait donc en tenir compte pour adapter le dimensionnement du projet aux caractéristiques améliorées du sol.

Simultanément, la possibilité a été donnée à l'entre-

prise d'étudier et de proposer un projet adapté, tenant compte des enseignements tirés des tentatives de mise en oeuvre du projet de base, des nouvelles caractéristiques mécaniques du sol et des capacités propres de l'entreprise.

5 PROJET ADAPTE

Les adaptations du projet ont porté successivement sur :

- des gabions cloisonnés du type ouvert, c'est-à-dire sans arc arrière mais avec des parois allongées,
- des gabions classiques en "Seau à Charbon".

Le projet "Seau à Charbon", dont les essais sur le chantier avaient pu montrer la capacité de l'entreprise à le réaliser sans difficulté majeure, a été retenu.

Le projet tient compte des caractéristiques du sol résultant des reconnaissances et des essais exécutés après application du remblai de consolidation.

Il conduit, pour des conditions de surcharge et de séisme inchangées, à des coefficients de sécurité du même ordre que ceux obtenus pour le dimensionnement du projet initial.

Les palplanches destinées au projet initial étant approvisionnées sur le chantier avec une longueur de 23,50 m, l'entreprise devra procéder à la découpe des palplanches pour obtenir les longueurs requises de 11,75, 14,66, 17,16 et 19,66 m. De plus, la surface des rideaux de palplanches étant réduite (meilleures caractéristiques du sol que pour l'étude initiale), une installation permettant le raboutage par soudure permettra de reconstituer des palplanches aux longueurs nécessaires.

6 REALISATION DU QUAI

La mise en oeuvre de la gabionnade s'est effectuée de la façon suivante :

- a) - Mise en place de gabarits de la forme des gabions implantées à l'aide d'un théodolite T2 et distomat.
- b) - Enclanchement des palplanches autour des gabarits et contrôle de verticalité dans les deux plans. Après rectification, soudure à l'aide de pattes en acier d'une paire de palplanches toutes les cinq (5) paires sur le gabarit.
- c) - Vibrofonçage par palier de 2 à 2,50 m à l'aide de vibrofonçeur type 216 pendu à une grue ou type ICE 815 et 416 sur sonnette.
- d) - Battage de la dernière tranche à l'aide d'un mouton type DELMAG D.22 monté sur

sonnette.

Dès la fin des travaux de la gabionnade, le dragage des matériaux du bassin a été exécuté jusqu'à la côte -12,00.

Ce travail a été réalisé à l'aide d'une drague suceuse par tranche de 3,00 m de profondeur, sur une bande de 50 m de largeur sur toute la longueur de la gabionnade.

Durant le dragage, des relevés topographiques hebdomadaires des palplanches de raccord et des arcs Est des gabions ont été réalisés pour suivre leurs déformations durant le dragage.

Dès stabilisation des déformations des gabions, la magistrale du quai a pu être déterminée, ce qui permet l'exécution du couronnement.

Le couronnement de la gabionnade consiste en une poutre en béton armé dotée des équipements d'amarrage et d'accostage ainsi que des réservations des diverses servitudes.