



COMPORTEMENT DU SOL SOUS UN OUVRAGE PORTUAIRE (PALPLANCHE)

Saida HADJ ABDERRAHMANE, Ryma AFIRI, Smail GABI

Etudiante en thèse de Doctorat, Etudiante en thèse de Doctorat, Enseignant professeur. Laboratoire de recherche Géomatériaux, Environnement et Aménagement (L.G.E.A), département de génie civil, faculté de génie de la construction, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

sissia26@yahoo.fr, r.afiri@hotmail.fr, gabismail@yahoo.com

Reçu le : 10/09/2016

Accepté le : 20/09/2017

Résumé:

L'utilisation des palplanches métalliques est liée essentiellement d'une part à leur mode de mise en œuvre, et d'autre part à leurs caractéristiques dimensionnelles et mécaniques. Ce type de palplanches, particulièrement bien adapté à la réalisation d'ouvrages de soutènement et d'étanchement en site aquatique de façon provisoire, est aujourd'hui utilisé à 90% de façon définitive.

Le port de Djendjen situé à l'Est Algérien actuellement en cours de travaux d'aménagement, est le site de cette étude, où les palplanches métalliques sont utilisées pour un raccordement. Le présent travail visualise la réaction du sol lors de la mise en site marin et la mise en place par vibrofonçage d'un rideau de palplanches métalliques dans un massif de sol en tri-couche soutenu par un tirant d'encrage.

Cette étude est une simulation numérique par le logiciel de calcul FLAC^{2D}, elle a pour objectif de modéliser le comportement du sol qui est soumis aux sollicitations des efforts latéraux en considérant la poussée hydrostatique, et une charge répartie sur ce sol. Le but étant d'évaluer les zones de stabilité de ce sol en contraintes et déformations sous chargement extérieur, statique et constant d'une part, et la fiabilité de l'utilisation des palplanches métalliques dans les ouvrages portuaires comme ouvrage de soutènement définitif, d'une autre part.

Mots clés: *Ouvrage portuaire; Rideau de palplanche- Comportement du sol- contraintes-déformations- FLAC^{2D}.*

Abstract:



The use of steel sheet piles is essentially linked firstly to their implementation mode and secondly to their dimensional and mechanical characteristics. This type of sheet piles, particularly suitable for the realization of retaining structures and sealing aquatic site temporarily, is now used in 90% permanently.

The port of Djendjen located in the eastern Algeria currently under construction, is the site of this study, where the metal sheet piles are used for connection. The present work shows the reaction of the ground when setting marine site in the establishment of a vibratory driving by SSP wall in a tri-layer soil mass supported by a tie anchor.

This study is a numerical simulation by FLAC2D calculation software, it aims to model the behavior of the soil subjected to lateral forces considering buoyancy, and a distributed load on the soil. The target is to evaluate the soil stability of the areas in stresses and strains under external loading static and constant. as well as the evaluation of the reliability of using steel sheet in harbor facilities permanent retaining structure.

Keyword: Harbor facilities- Sheet piling- Soil behavior- Stresses- Strains- FLAC2D.

Nomenclature

γ_d : Le poids volumique du sol sec.(t/m³)

C: La cohésion du sol.(Pa)

Φ :L'angle de frottement interne.(°)

ν : Le coefficient de poisson.

E : Module de Young.(Pa)

G : Module de cisaillement. (Pa)

K : Module de compressibilité (Pa).

ϕ : Diamètre du tirant d'encrage(mm).

1. Introduction:

Pour résoudre les nombreux problèmes géotechniques rencontrés dans la pratique, l'utilisation du logiciel Flac^{2D} version 5.0 peut être d'un grand apport. Ce code de calcul intègre de nombreux modèles constitutifs adaptables à un grand nombre de matériaux selon différentes lois de comportement.

La maîtrise d'un sol doit se faire en deux phases; la première est une bonne reconnaissance de tout les paramètres du sol intact et



dire si c'est un bon sol pour l'infrastructure, ou c'est un sol à améliorer avec l'une des techniques d'améliorations de sol[1]. Une deuxième phase s'agit d'enregistrer les changements de ces paramètres, en tenant en compte les contraintes transmises par l'infrastructure, par apport aux données témoins qu'on a dans la première étape. Sur cet axe on trouve plusieurs recherches faites soit par modélisation numérique ou par modélisation expérimentale[2].

Pour cette étude, le site choisi est celui du port de Djendjen à Jijel, dans l'est Algérien dont on dispose de données suffisantes pour réaliser le calcul numérique. On a opté pour le modèle élastique de Mohr-Coulomb qui modélise la réponse du massif de sol face aux sollicitations imposées, ce modèle est basé sur les cinq paramètres classiques de la géotechnique (Φ , C , E , ν , G) nécessaires pour le calcul de déformation ou de stabilité ainsi que la détermination du comportement des sols[3]. Les paramètres sont définis à partir de l'étude géotechnique mise à notre disposition par le laboratoire d'études maritimes (LEM) d'Alger. L'objectif de ce travail est de déterminer les contraintes et les déformations (déplacements) du sol sous un ouvrage portuaire en palplanches métalliques avec ancrage[4].

2. Description du projet

Il s'agit de l'aménagement de postes céréaliers sur un quai de raccordement en rideaux de palplanches métalliques en forme de L et de dimensions (53m x 24m) des cotés mer et quai représenté dans (fig. 1) , les détails sont illustrés dans (fig. 2) et (fig. 3). Les rideaux sont enfoncés de chaque côté en escaliers sur 5 profils selon le talus et la profondeur du site [5]. Les détails sont mentionnés dans (Tab. 1) et (Tab. 2).

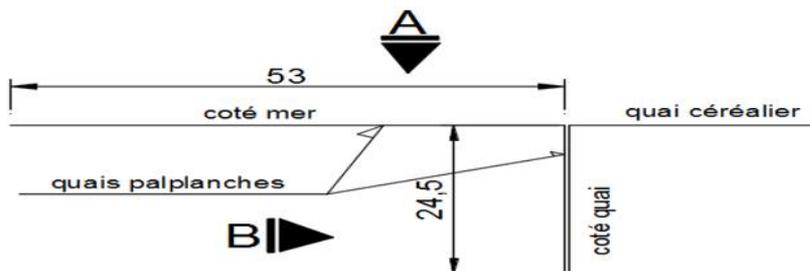


Figure 1. Vue en plan du projet.

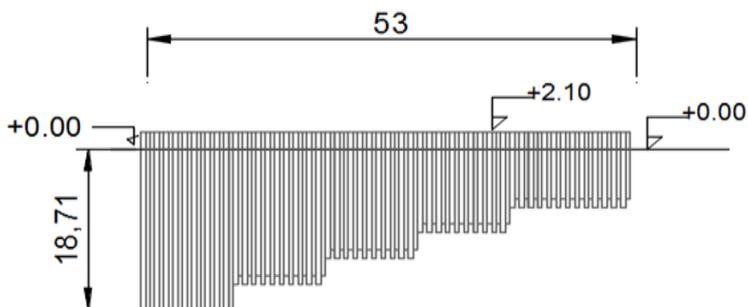


Figure 2. Elévation suivant -A- côté mer. ech1/100

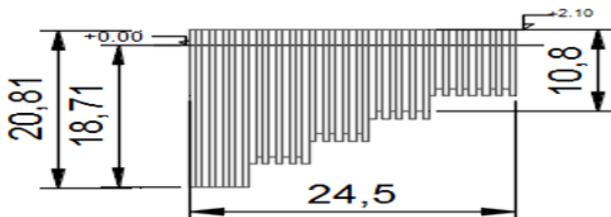




Figure 3. Elévation suivant -B- côté quai . ech1/100

Le rideau de palplanches est soumis à une surcharge de $3t/m^2$ uniformément répartie; un tirant d'encrage est placé à 2,10m de hauteur par rapport au niveau de recepage.

Profils	Profil 1	Profil 2	Profil 3	Profil 4	Profil 5
Nombre de Palplanches	20	20	20	20	26
Profondeur de palplanches (ml)	6,70	9,70	12,70	15,70	18,72

Tableau 1 : Caractéristiques des profils coté mer.

Profils	Profil 1	Profil 2	Profil 3	Profil 4	Profil 5
Nombre de Palplanches	13	09	09	09	09
Profondeur de palplanches (ml)	6,70	9,70	12,70	15,70	12,72

Tableau 2 : Caractéristiques des profils coté quai.

Le sol au niveau du site est constitué de 3 couches dont les caractéristiques du bas vers le haut sont représentées dans (Tab. 3)

Nature du sol	Profondeur de la couche (m)	γ_d (t/m ³)	C (pa)	Φ (°)	ν	G(pa)	K(pa)
Sable fin Compact à dense	12	2.009	4000	40	0.3	2.34962E8	5.0983E8
Sable et gravier	16	1.813	1000	35	0.3	6.29692E8	1.36433E8
Galet de grés	2	1.715	1000	30	0.3	6.29615E8	1.36417E8

4. Résultats et interprétations

4.1. Les déplacements:

Un déplacement maximal de $1.25 \cdot 10^{-3} \text{ml}$ est observé à la couche de surface (fig. 5); cela est dû à la déformation de la couche sableuse sous le chargement appliqué, provoquant un réarrangement des grains[7]. Cette déformation diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la surface, la valeur nulle à la base détermine une assise très rigide.

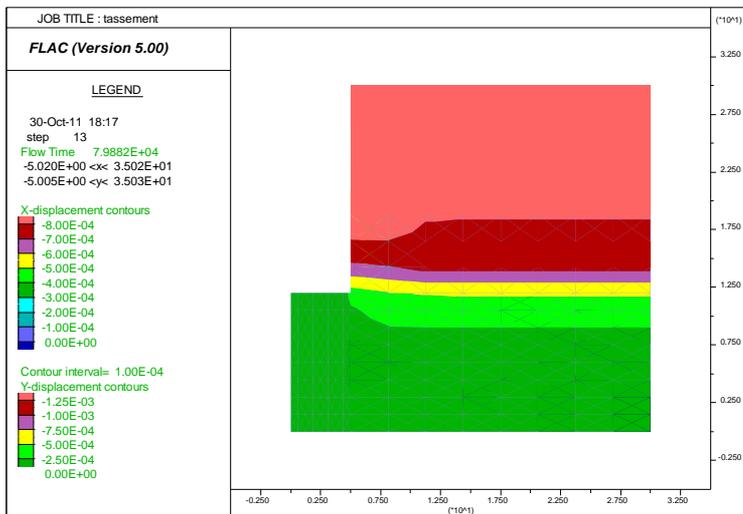


Figure 5. Déplacements verticaux (tassement) des couches de sol.

Dans la (fig. 6), on observe au voisinage du pied de la palplanche un déplacement horizontal maximal de $8.00 \cdot 10^{-4} \text{ml}$ correspondant à la couche de gravier. Ce déplacement horizontal est dû aux forces hydrostatiques et à la poussée des terres qui déstabilisent le bicouche derrière le rideau[8], et dont l'effet s'atténue en s'éloignant des palplanches. Donc, nous aurons une stabilité de l'ouvrage à cette interaction[9].

4.2. Les contraintes:

Les conditions initiales sont les contraintes présentes initialement dans le sol, dans ce cas celles-ci sont les contraintes hydrostatiques causées par l'eau. Le massif du sol est soumis à des contraintes de faibles valeurs, sauf dans la couche de sable et de gravier, où la valeur maximale est atteinte comme illustré dans la (fig. 7), donc la palplanche travaille en pied [9], les valeurs max des contraintes expliquent l'effet triangulaire de son travail en butée.

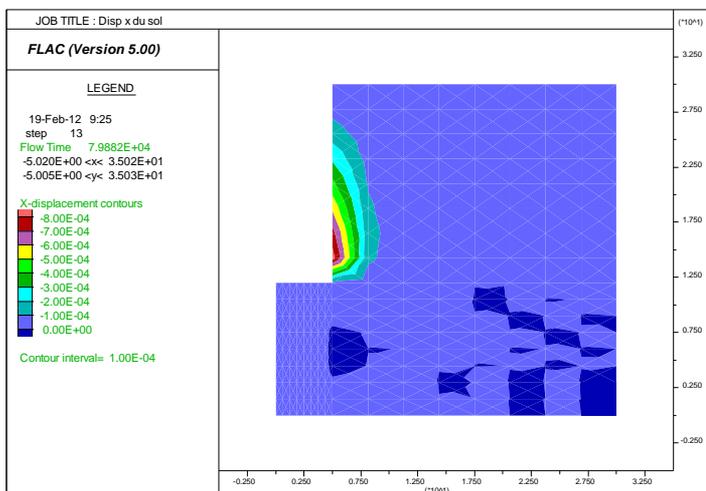


Figure 6. Déplacements horizontaux des couches de sol.

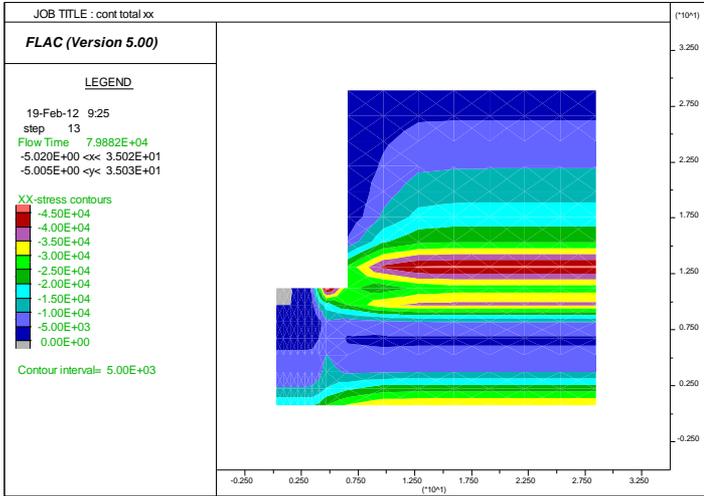


Figure 7. Contraintes totales horizontales.

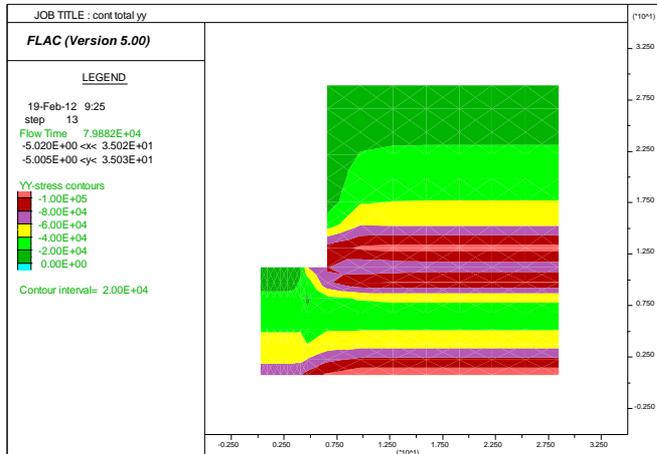


Figure 8. Contraintes totales verticales



Le profil des contraintes verticales présente des valeurs faibles en tête et plus importantes à la base de la palplanche selon la (fig. 8), c.-à-d. puisque la palplanche travaille en pied, et elle est bien maintenue en tête; la concentration des contraintes se situe en bas du massif, les deux couches: sables et gravier, galet de grès due à l'effort vertical appliqué de 30KN/m^2 et la cohésion de 1000Pa .

5. Conclusion

Le travail réalisé ici est une simulation du comportement d'un sol en contact d'un ouvrage portuaire en palplanches métalliques en appliquant un chargement extérieur statique à l'aide du code de calcul Flac2D. La discrétisation de ce modèle par un maillage très fin, et les limites en champs libre sont en plus assignées sur les deux côtés du modèle, de sorte que les ondes extérieures propagées à l'intérieur du modèle puissent être correctement absorbées par les bornes; permettent de donner des résultats plus précis. Les résultats obtenus montrent que les contraintes(100KN/M^2)et les déformations(déplacements) verticaux($1,25\text{mm}$)sont supérieurs aux contraintes(45KN/M^2)et déplacements horizontaux($0,8\text{mm}$) du sol. En admettant que les grandeurs des grains sont identiques pour le même matériau sable ou gravier, donc cela implique que la force verticale est plus importante que celle horizontale. Autrement dit, l'effet du chargement extérieur appliqué(30KN/M^2)et du poids propre du sol est plus important que celui de forces hydrostatiques et de poussées des terres d'une part, et que le tirant d'ancrage a joué un double rôle : il a bien maintenu la palplanche, et il a fait diminuer les tassements verticaux du sol grâce à sa résistance qui est de 2200kg/cm^2 , et au frottement négatif avec le sol.

D'après cette étude l'idée de l'utilisation des palplanches métalliques est plus claire surtout quand il s'agit d'un site marin et qu'elles sont des structures métalliques étanches, avantageuses par leur faible poids, leur rigidité et leur fiabilité.

6. Bibliographie

[1]H.CAMBEFORT, Géotechnique de l'ingénieur et reconnaissance des sols, Eyrolles, Paris,1980.



-
- [2]N.TALLAH, Modélisation expérimentale et numérique du comportement des interfaces sol-structure». Mémoire de magister, Université de M'sila, Algérie, 2008.
- [3]F. Schlosser, Eléments de mécanique des sols, Presses de l'ENPC, Paris, 1988.
- [4]S.HADJ ABDERRAHMANE, Etude de l'interaction d'un rideau de palplanches avec le sol de fondation pour les ouvrages portuaires, Mémoire de magister, encadré par Pr GABI Smail, faculté du Génie de la construction, spécialité Génie civil, Option Géotechnique et environnement, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie 2012.
- [5]J. Chapon, Travaux maritimes: Les ouvrages intérieurs des ports maritimes- Dégagement des accès et plans d'eau des ports». Eyrolles, Paris, 1975.
- [6]Itasca Consulting Group, Inc.; « Fast Lagrangian Analysis of Continua (FLAC), User's Guide ». Minneapolis; Itasca Consulting Group, Inc, 2005.
- [7]D. Cordary, Mécaniques des sol, Ed. Lavoisier-tec,1994.
- [8]V. DETRY, Méthodes des traitements des sols instables». Eyrolles, Paris.3, 1978.
- [9] P. Mista - M. Prat, Ouvrages en interactions, Hermès Science Publications, Paris, 1999.
- [10]Marecel - A. REIMBERI, Les ouvrages de soutènements, Eyrolles, Paris, 1990.