



Journal of Materials and Engineering Structures

Research Paper

Traitement du sol par vibroflottation – Application aux ouvrages de protection du port de DjenDjen, Jijel, Algérie

Soil treatment by vibroflottation – Application to protection structures of DjenDjen port, Jijel, Algeria

Houssam Khelalfa

Department of Civil Engineering of Mohammed Seddik Benyahia University of Jijel, Algeria

ARTICLE INFO

Historique de l'article :

Recu : 5 janvier 2016

Révisé : 20 septembre 2016

Accépté : 24 septembre 2016

Mots clés:

Ouvrage maritime

Vibroflottation

Liquéfaction

Tassement

Keywords :

Marine Structure

Vibroflottation

Liquefaction

Settlement

RESUME

Le traitement du sol par vibroflottation est une technique récente permettant l'amélioration d'un sol présentant de médiocres propriétés géo-mécaniques. En outre, ce traitement permet de minimiser le risque de liquéfaction et l'instabilité de caisson. Ce travail permet d'une part d'établir une simulation numérique bi-dimensionnelle d'un essai réel de vibroflottation, basé sur un modèle en éléments finis. d'autre part, le travail consiste à faire une étude numérique bidimensionnelle de la stabilité de caisson réalisé sur le sol traité, afin de vérifier son influence sur la stabilité de l'ouvrage. Les résultats de calcul seront comparés avec les mesures in-situ pour valider le modèle numérique.

ABSTRACT

Soil treatment by vibroflotation is a recent technique for improving soil with poor geo-mechanical properties. In addition, this treatment minimizes the risk of liquefaction and the instability of the caisson. This work allows us to establish a two-dimensional numerical simulation of a real vibroflotation test, based on our model and our hypothesis of modeling this mechanism in finite elements. On the other hand, the work consists in making a two-dimensional numerical study of the stability of the caisson carried out on the treated soil, in order to verify its influence on the stability of the structure. The calculation results will be compared with in-situ measurements to validate the numerical model.

1 Introduction

Le sol est généralement un matériau hétérogène avec des caractéristiques très variables. Les principaux problèmes liés aux sols de manière générale se manifestent par une capacité portante faible, des déformations (tassements absolus ou

* Corresponding author. Tel.: +213770591157..

E-mail address: khelalfahoussam@gmail.com

différentiels) importantes sous charges statiques, ou dynamiques (séisme, liquéfaction) particulièrement pour les sols sableux lâches et saturés [1].

Ainsi, de plus en plus de constructions et d'infrastructures sont construites sur des sols de mauvaises qualités tels que les sols meubles dans les zones côtières ou sur les zones de dépôt de sédiments marécageux [2]. Le problème de la réalisation d'ouvrage en terrains de faible portance est un problème d'actualité. Comme le disait le professeur Kerisel: « On construit de plus en plus lourd sur des terrains de plus en plus mauvais » [3]. Cela entraîne une importance grandissante des méthodes et techniques d'amélioration du sol.

La vibroflotation constitue une méthode d'amélioration de sol parmi les plus compétitives de par leur rapidité d'exécution et leur prix compétitif par rapport aux autres méthodes existantes [4]. Le traitement par cette méthode permet d'atteindre généralement les buts suivants :

- l'augmentation de la capacité portante ;
- la réduction du tassement ;
- l'accélération de la consolidation ;
- l'élimination du risque de liquéfaction
- aucun effet négatif n'a été signalé sur l'environnement

C'est grâce à ces avantages pratiques que la vibroflotation est devenue d'usage intense à l'échelle internationale pour des raisons économiques (coût, délais d'exécution) [5] par rapport à d'autres solutions telles que les fondations profondes ou autres [6, 7].

2 Mécanismes de liquéfaction

La liquéfaction est une soudaine perte de résistance intervenant préférentiellement dans des sols granulaires en conditions non drainées et saturées sous des mouvements dynamiques (tels que les séismes) accompagnée d'une augmentation rapide de la pression interstitielle, qui n'a pas pu se dissiper sous la sollicitation causant momentanément la dislocation des particules de sol [8]. Les conséquences de la liquéfaction sont sa perte de résistance au cisaillement, le développement de grandes déformations, la perte totale de la portance du sol, le tassement important, éboulement, mouvement latéral,...etc [9].

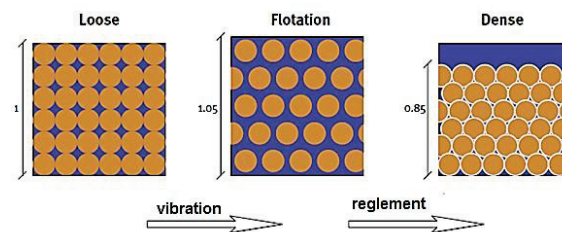


Fig. 1 – Le mécanisme de liquéfaction

Si le sol est saturé (sol marin) le réarrangement passe par trois étapes : Lâche ; flotter et dense.

On peut séparer le processus global de liquéfaction en trois grandes phases [10]:

- Arrangement initial peu compacté: La pression interstitielle ou pression de pore à l'intérieur du sol est la pression hydrostatique. Le poids des grains est porté par le squelette granulaire.
- Liquéfaction-consolidation (déstabilisation): sous l'effet des vibrations, les grains bougent et sont déstabilisés. Durant une période transitoire, les grains sont portés par le fluide ce qui provoque une augmentation de la pression de pore. Puis l'excès de pression interstitielle diminue progressivement.
- Arrangement final : les grains sont à nouveau en contact mais dans un réseau plus compact. La pression de pore est hydrostatique et le poids des grains est repris par le squelette granulaire.

2.1 Dilatation-tassement du sédiment:

Le milieu granulaire commence par se dilater puis se compacter progressivement. La consolidation débute juste après que le niveau de pression interstitielle ait atteint sa valeur maximale dans le sédiment, les grains se redéposent alors progressivement à partir de la zone liquéfiée la plus profonde. En fin de liquéfaction la surface du sédiment est de nouveau rigide et ne présente plus d'ondulations. Le milieu granulaire sera finalement compacté par rapport à l'état initial [10]. On peut conclure que durant la liquéfaction, le sédiment se déforme en suivant les vibrations.

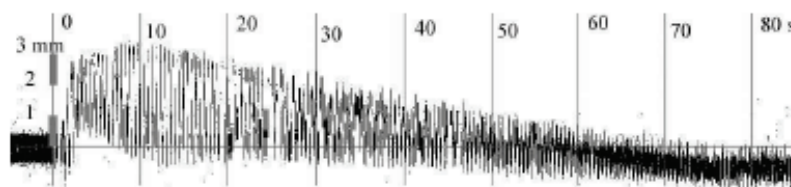


Fig. 2 – Evolution temporelle de la position de la surface du sable en fonction du temps.

3 Amélioration des sols grenus

La perméabilité élevée des sols grenus fait que l'on n'observe une augmentation des pressions interstitielles dans ces sols que dans le cas de la liquéfaction, généralement provoquée par des sollicitations sismiques. Les problèmes des sols grenus sont donc essentiellement des problèmes d'amplitudes de tassement, ainsi que des problèmes de résistance à la liquéfaction, ces problèmes se posent pour l'essentiel dans le cas des sables lâches [9].

Le compactage consiste à appliquer suffisamment d'énergie au sol pour y réduire l'indice des vides et ainsi en accroître la compacité (densifier le sol en place) [3], l'objectif est d'augmenter la résistance au cisaillement et diminuer la perméabilité afin de stabiliser le sol en vue d'augmenter leur capacité portante et de réduire le tassement pour supporter les charges élevées [8].

3.1 Technique de vibroflottation:

La vibroflottation est une technique pour la densification in situ des couches épaisses de dépôts granulaires lâches de sol. Elle consiste à générer, à l'aide d'un vibreur de profondeur (vibroflot), des vibrations horizontales dans les sols grenus afin de les cisailer et de provoquer une liquéfaction localisée et un tassement immédiat [11].

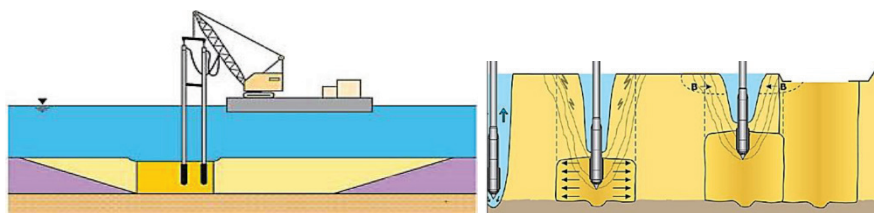


Fig. 3 – Etapes de l'opération de vibroflottation [5].

La méthode de vibroflottation emploie des vagues de compression pour rendre le sol compact, en réarrangeant le modèle de distribution de grains tout en appliquant des vibrations cycliques. En conséquence, le tassement du sol et la réduction de volume de pore sont obtenus [12].

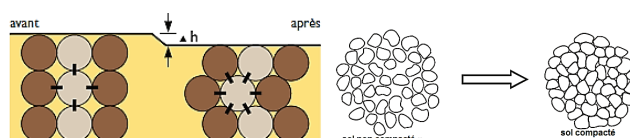


Fig. 4 – Réarrangement des particules du sable.

Pendant le processus de vibroflotation, les vibrations présentes dans le sol, permettent aux particules de sol de se réarranger sous les forces de la gravité dans l'état le plus dense possible. Ceci augmente la densité relative du corps du sol traité, il en résulte une réduction globale de volume [13].

En conséquence, le tassement est dû aux vagues de cisaillement et la compression ondulée, qui sont transmis de l'axe de la sonde de compactage au sol environnant. La méthode de compactage de résonance emploie l'effet d'amplification de vibration pour augmenter l'efficacité de tassement [14].

3.2 Propagation des vibrations de la source au sol environnant

À côté d'une sonde d'oscillation de compactage verticale, trois zones de tassement peuvent être identifiées [15]:

- **zone élastique** : aucune déformation permanente ne peut être prévue,
- **zone élastoplastique** : où certaines déformations constantes se produisent,
- **zone plastique**: là où le sol est en mauvais état d'échec et soumis à de grandes déformations.

Ces trois zones sont indiquées schématiquement dans fig. 5.

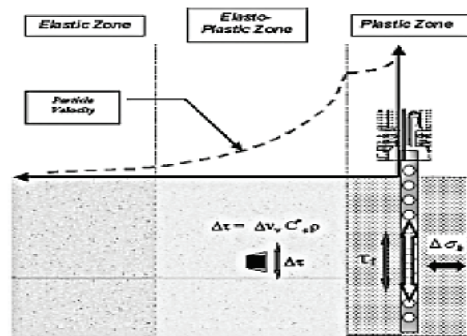


Fig. 5 – Transfert d'énergie de vibration à partir de la sonde de tassement au sol environnant [16].

Dans la zone plastique la vitesse de vibration est relativement constante et limitée par la résistance au cisaillement du sol. L'amplitude de vibration diminue rapidement dans la zone élastoplastique. Dans la zone plastique, et la zone élastoplastique, la vitesse de propagation des ondes dépend de la contrainte et augmente avec la distance de la source d'énergie. Dans la zone élastique, la vitesse de propagation des ondes est constante, due à la limitation par la résistance au cisaillement du sol [17].

3.3 Ce qui se produit à l'intérieur du sol ?

La simulation numérique du compactage de vibroflotation avec le code d'écoulement de particules (PFC 2D) a été établie. D'abord, en utilisant un modèle spécifique pour fournir des informations sur la façon dont on peut optimiser le compactage et connaître la réaction du sol aux ondes induites. Un modèle simple avec trois rangées des billes disposées dans l'état le plus dense a été étudié (fig. 6).

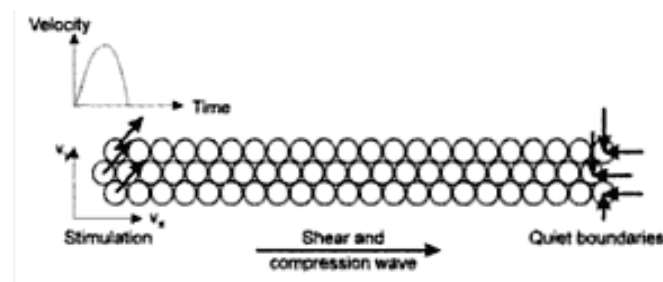


Fig. 6 – Croquis de principe du modèle.

Les boules de gauche ont été stimulées en appliquant des vitesses v_x et v_y dans les directions horizontale et verticale respectivement. Les mesures in-situ ont prouvé que l'accélération verticale des particules de sable est négligeable, seule l'accélération horizontale est importante pour le compactage [15]. Les figures 7 et 8 montrent les résultats d'un essai réalisé sur le modèle de vibration :

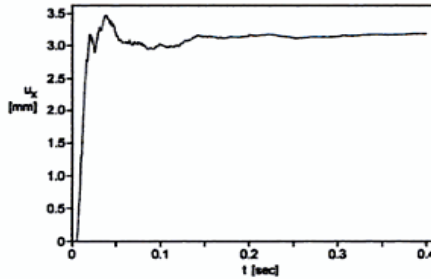


Fig. 7 – Surveillance du déplacement de toutes les particules entre le vibreur et la frontière.

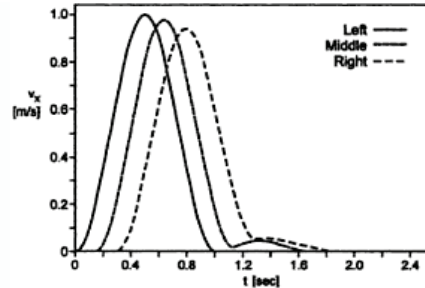


Fig. 8 – Développement de la vitesse de trois boules dans la direction horizontale.

Le déplacement de toute particule entre le vibreur et la frontière sur la figure 9 montre un mouvement simple, ainsi des ondes induites par le vibreur sont en fait entièrement absorbées par les frontières d'arrêt, bien que le déplacement soit aussi bien réduit [15]. On peut conclure que les ondes qui se propagent dans ce milieu subissent un amortissement, par conséquent, le milieu sableux a un comportement amorti.

La figure 9 montre la comparaison de l'état initial du squelette de grains et de son aspect après la simulation du cycle de vibration [15].

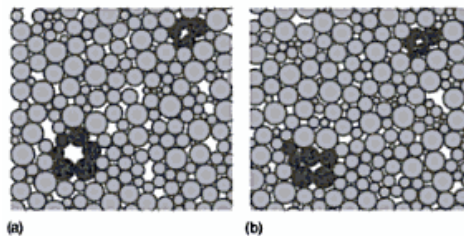


Fig. 9– Section modèle (a) avant et (b) après la simulation du cycle de vibration.

Les boules marquées en noir au coin inférieur gauche de la section modèle enferment une cavité à l'état initial, qui est détruite après vibration (fig. 9b) [15]. Évidemment le mécanisme de compactage est principalement basé sur la réduction du nombre et de la taille des cavités, tandis que les boules comme celles marquées en noir au coin supérieur droit de la figure 9 demeurent dans un état plutôt dense du début jusqu'à la fin. Inspecter une plus grande section de modèle pourrait également montrer que les cavités situées à une certaine distance du vibreur restent inchangées.

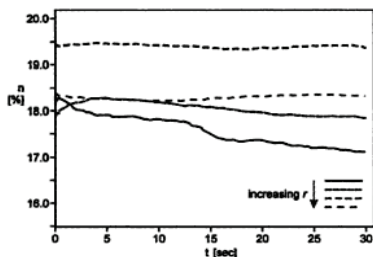


Fig.10 – Développement de la porosité avec l'augmentation de la distance r du vibreur.

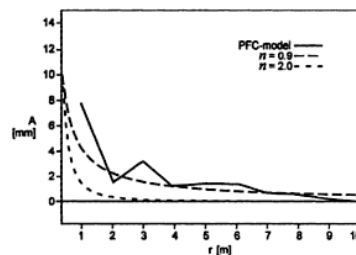


Fig.11– Surveillance de l'amplitude des particules vérifiant l'amortissement mis en application.

L'amplitude de l'onde induite diminue en fonction de la réduction de la distance du compactage, marquant ainsi un rayon d'action du vibreur [15]. La figure 10 montre le développement de la porosité mesurée dans quatre sections. Le diagramme confirme l'influence locale du compactage, et le maintien d'une porosité constante dans les sections éloignées. Ceci est contraire à l'expérience voulant rendre compact un matériau comme le sable qui peut être changé en état tout à fait dense par un simple cycle de vibration. Ce qui est exactement valide pour une vague dans les systèmes bidimensionnels, en plus, l'amortissement dépend de la porosité.

4 Simulation numérique de la vibroflottation:

4.1 Hypothèses de calcul et résultats

La modélisation numérique du mécanisme de la vibroflottation de sable a été établie par le code de calcul Plaxis 2D, qui a permis d'élaborer un modèle numérique bi-dimensionnel en axisymétrie en prenant une seule colonne traitée par vibroflottation. Les vibrations du vibroflot ont été simulées par des charges dynamiques horizontales qui permettent de créer ainsi des ondes horizontales sur le sol. Et vu la difficulté d'établir une modélisation réelle qui prend fidèlement en considération toute la procédure d'exécution de la méthode, certaines hypothèses ont été utilisées dans notre modélisation qui sont les suivantes [18] :

- Le modèle est axisymétrique.
- La loi de comportement utilisée pour le sable, le gravier et la marne est celle de Mohr-Coulomb.
- La contrainte due à la mise en place (descendre de la tige) de la vibroflot est considérée négligeable.
- Le refoulement du sable au niveau haut est négligeable.
- Calcul hydrostatique des pressions interstitielles.
- Les déformations affectées par la descente de la tige de vibroflot sont considérées négligeables.
- La charge appliquée par le vibroflot est dynamique.

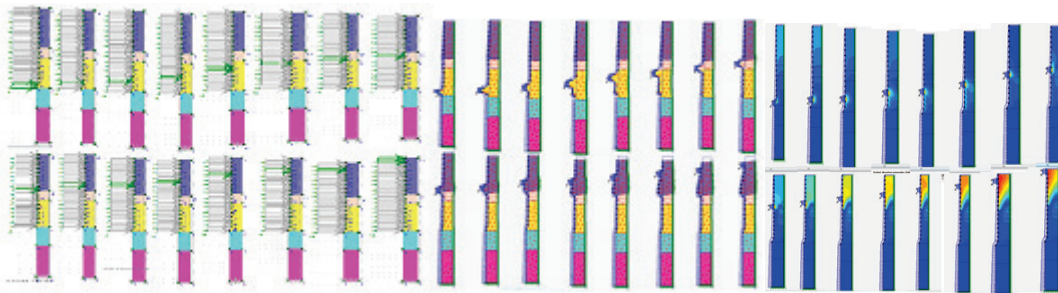


Fig.12– Phasage de calcul et déformation du modèle numérique.

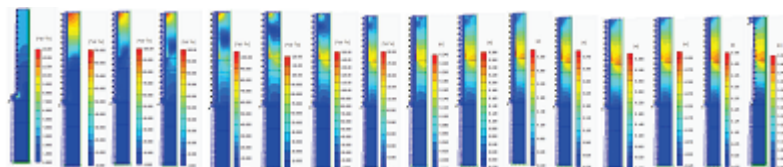


Fig.13– Les déplacements totaux de chaque phase de calcul aux cours de chargement.

On trouve que le tassement final est de 52.29 cm, environ 3.27% de la profondeur traitée (16m), avec un départ par indice de vide égal à 0.5 [18]. Ces résultats sont obtenus à partir d'une modélisation avec certaines hypothèses de calcul qui éliminent quelques facteurs. Une modélisation qui prend en compte tous les facteurs peut donner un tassement plus grand.

En référence à la comparaison avec le levé bathymétrique réel avant le traitement du sol (même point modélisé) de la jetée (Quai) Est du port de DjenDjen effectué le 18/01/2012, et après le traitement du sol effectué le 14/08/2012, on

remarque une moyenne de tassement d'environ 87.5 cm, donc, une différence de 35.21cm du tassement, ce qui donne une crédibilité aux hypothèses utilisées dans le modèle.

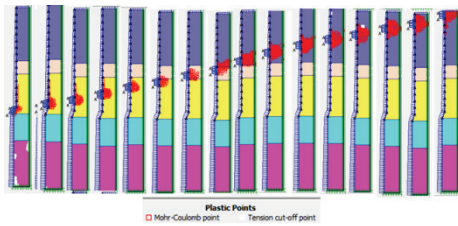


Fig.14– Points plastiques.

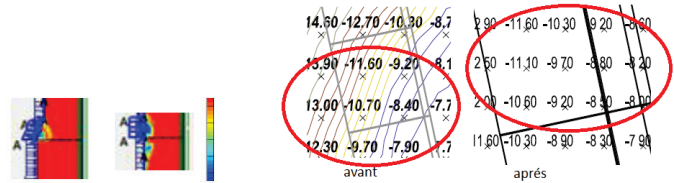


Fig.15– Le degré de saturation aux cours de la vibration.

On remarque que les points plastiques augmentent proportionnellement avec la diminution de la profondeur, par conséquent, la zone plastique dépend essentiellement de la rigidité du sol. On remarque aussi, que le degré de saturation aux bornes du vibroflot est inférieur à 100% (diminution de 50% à 65% d'environ), ce qui indique la présence d'une dissipation temporaire de la pression interstitielle.

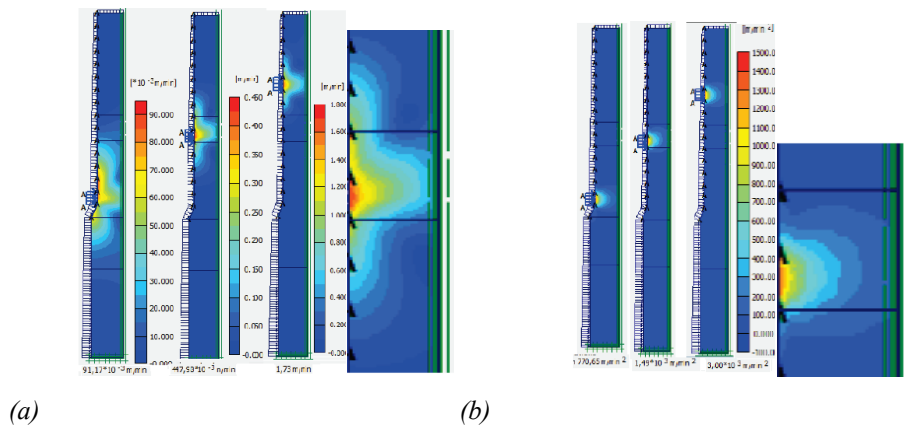


Fig.16– a) Les vitesses et (b) : L'accélération des ondes de la sollicitation dynamique.

Nous remarquons une augmentation de la vitesse et de l'accélération proportionnellement à la diminution de la profondeur. En revanche, nous notons que la prévalence est décroissante. Aussi, la propagation des ondes subissent une réduction par rapport à la distance du rayon d'action du vibreur, ce qui indique la présence d'un comportement amorti. En conséquence; la propagation des ondes de vibration dépend de la rigidité du sol et que le comportement mécanique des sables est fortement influencé par leur état interne en terme de la densité du matériau.

Tableau 1 - Développement des caractéristiques mécaniques du sol réel après la vibroflottation (même point modélisé) de la jetée(Quai) Est du port de Djendjen [19].

Description	γ_{sat} (kN/m ³)	C' (kN/m ²)	ϕ' (deg)	E (kN/m ²)	ν
(sable1/ 8m) Avant	17.0	5	29	3.2x10 ³	0.3
Après	18.0	10	30	4.16x10 ³	0.35
(sable2 /2m) Avant	18.0	10	32	6.4x10 ³	0.33
Après	19	15	33	8.32x10 ³	0.38
(sable3/ 6m) Avant	18.0	10	35	1.3x10 ⁴	0.33
Après	19	15	36	1.69x10 ⁴	0.38

Le tableau 1 illustre une évolution très claire des caractéristiques mécaniques du sol réel traité, ce qui prouve l'efficacité de ce type de traitement.

4.2 Interprétation des résultats:

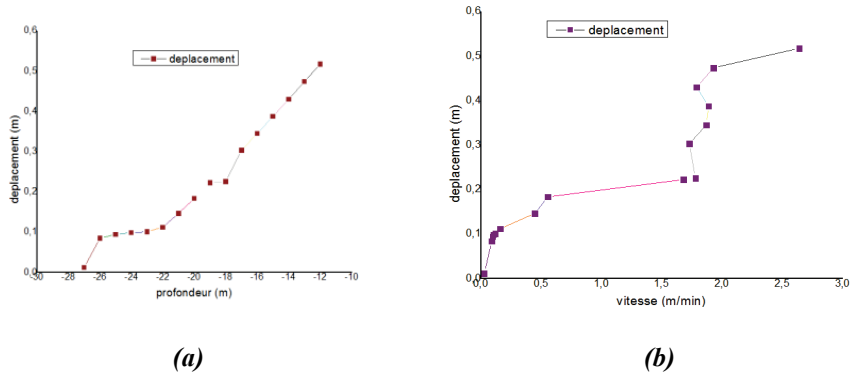


Fig.17– Déplacement en fonction de : (a) la profondeur et (b) la vitesse d’onde.

Globalement, le déplacement (tassement) augmente avec la diminution de la profondeur [18], il est aussi proportionnel à la vitesse d’une manière irrégulière puisque les particules sableuses se déplacent grâce aux ondes des vibrations et les transmettent l’un à l’autre. Parfois, les particules sableuses bloquent le déplacement à cause de l’absence d’un vide, même si le rythme est en croissance. On peut conclure que le déplacement dépend de la porosité.

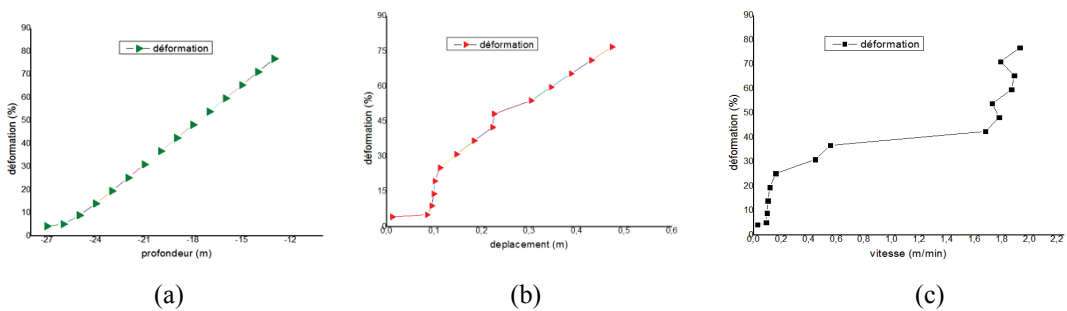


Fig.18– Déformation en fonction de(a)profondeur et (b) déplacement (c) vitesse d’onde.

La déformation est proportionnelle à la vitesse, au déplacement et à la diminution de la profondeur [19]; la figure 18(b) illustre clairement que la particule sableuse peut se déplacer sans se déformer.

5 Evaluation de tassement du caisson par le code PLAXIS 2D V8.2 avant et après traitement

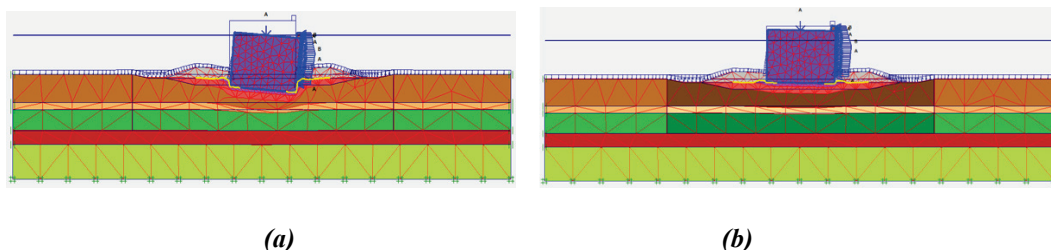


Fig.19– le tassement du caisson sur sol marin (a) avant et (b) après traitement.

Le tassement général du sol en place avant et après traitement est respectivement de 53,538 cm et de 14,52cm [19].

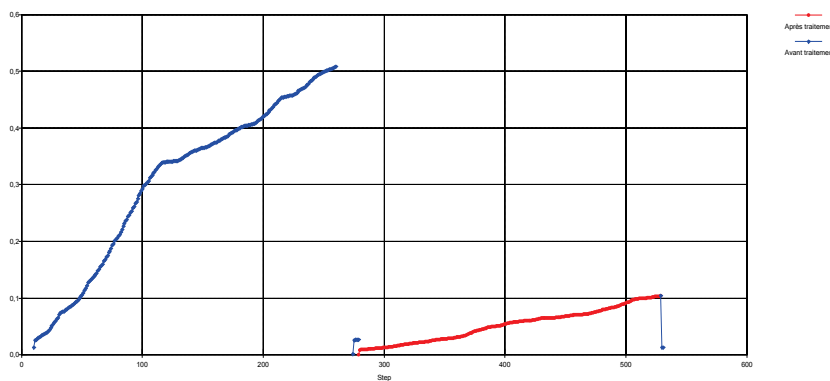


Fig.20– courbes comparatives de déformation du sol avant (bleu) et après (rouge) traitement

Cette différence de déplacement est due à l'effet du traitement du sol (vibroflottation), donnant une augmentation de la capacité portante et une amélioration de la compacité (densité) du sol qui devient plus dense et qui a un grand effet sur le tassement et la déformation du sol. Une vérification mensuelle du tassement du caisson au-dessus du sol réel traité, effectuée le 12/02/2014 par l'entreprise DAEWOOE & Cie a donné 0.128 m de tassement [18]. Ce qui donne une crédibilité à notre modélisation bi-dimensionnelle.

6 Conclusion :

Même si la vibroflottation donne des résultats très satisfaisants pour l'amélioration du sol, il n'y a à notre connaissance pas de recherches scientifiques descriptives et expérimentales ou encore analytiques sur cette méthode et son effet sur le sol d'interaction, mis à part la référence [15]. Nous notons aussi quelques rapports de résultats d'essais in-situ notamment sur les SPT qui permettent de vérifier la capacité d'un sol, son tassement ainsi que des essais pour vérifier la pression interstitielle avant et après la réalisation de la vibroflottation.

Dans cet article, à partir d'hypothèses de calcul, un modèle a été créé pour la simulation et modélisation en vrai grandeur de la vibroflottation sur le sol d'interaction. Cette modélisation numérique nous donne une prévision des déformations, sollicitations et des contraintes au cours du traitement. On observe également que les résultats obtenus sont considérés acceptables et entrent dans les ordres de grandeur que le levé bathymétrique réalisé avant et après le traitement du sol. Ceci donne une crédibilité aux hypothèses de calcul et au modèle numérique.

Les caractéristiques réelles du sol avant et après traitement par vibroflottation, indiqués au Tableau 1, sont prises en considération dans l'étude numérique bidimensionnelle de la stabilité de l'ouvrage de protection réalisé sur le sol, en respectant le phasage réel de construction du caisson (Figure 19) dans la modélisation. Les résultats du tassement de la Figure 20 sont en excellent accord avec les résultats réels. En conclusion, la vibroflottation donne des résultats très satisfaisants en termes d'amélioration du sol.

Appendix A. Géométrie du modèle numérique

Pour atteindre les hypothèses précédentes, on a utilisé un modèle géométrique axisymétrique de diamètre $D=2.4\text{m}$ et de hauteur $H = 27\text{m}$; sable 1 ($H=8\text{m}$), sable 2 ($H=2\text{m}$), sable 3 ($H= 6\text{m}$), gravier ($H= 4\text{m}$) et pour la marne ($H= 7\text{m}$).

Le niveau de la mer est à 11 m au-dessus de la surface du sol (fond marin)

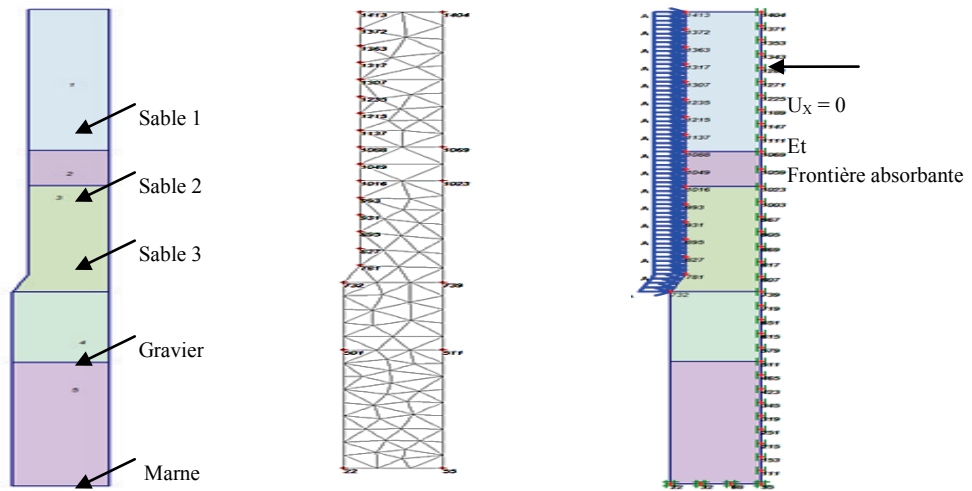


Figure 21 : Modèle réel axisymétrique, Maillage adopté du mode, et Conditions aux limites mécaniques du modèle.

A.1. Conditions aux limites mécaniques du modèle :

Les conditions aux limites sont indiquées comme suit: les déplacements horizontaux sont nuls pour la paroi droite (paroi externe = frontière de l'influence de la colonne de vibroflottation voisine). Les déplacements verticaux sont nuls pour les parois du bas. On active ainsi les frontières absorbantes au niveau de la frontière droite pour absorber les ondes créée par les sollicitations des charges dynamiques.

A.2. Structures concernées par l'étude (caisson)

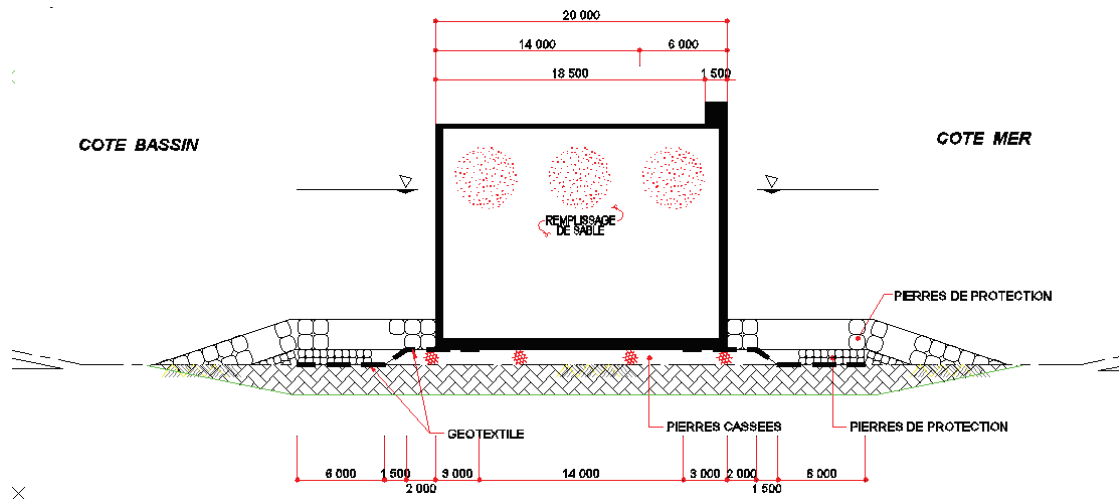


Figure 22 : Structures concernées par l'étude

A.3. Conditions aux limites

L'étendue de l'analyse et les conditions aux limites se réfèrent à la théorie d'élasticité, et les conditions aux limites ont été déterminées en élargissant le champ d'étude jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de changement dû aux sollicitations et aux déformations lors du dragage et lors du traitement:

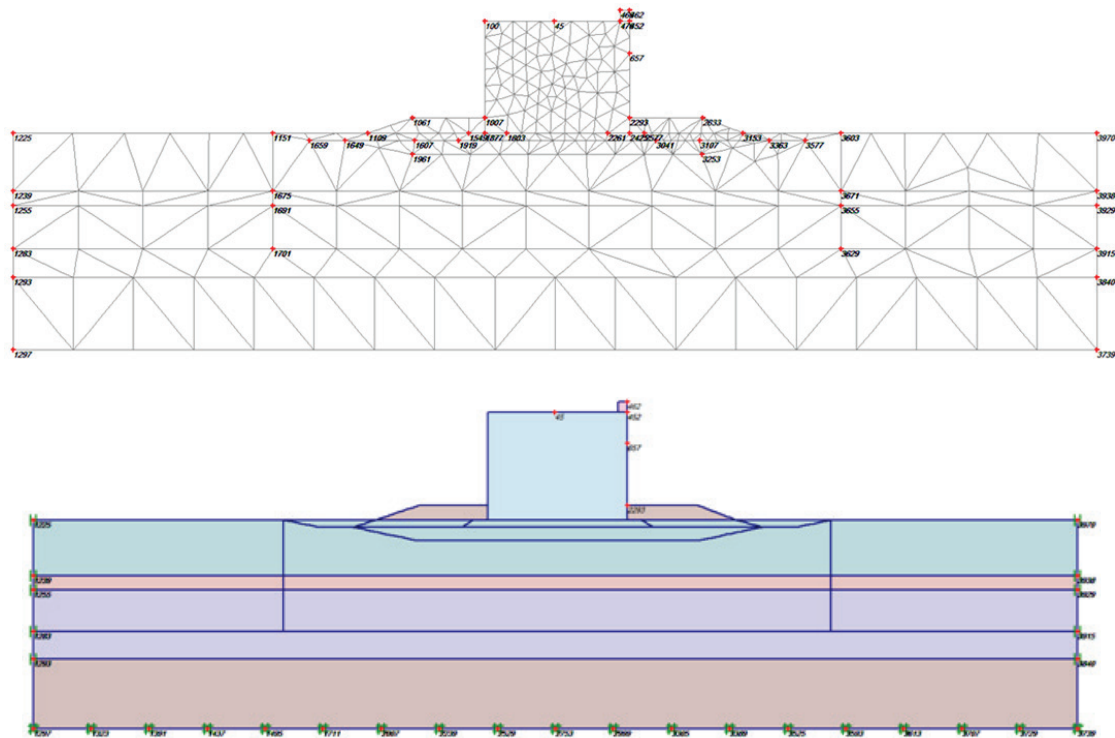


Figure 23 : conditions aux limites du modèle.

REFERENCES

- [1]- F.G. Bell, V. Detry, Méthode de traitement des sols instables, Eyrolles, Paris, 1978.
- [2]- H. Farhat, J. Robert, P. Berthelot, Extension du port de la Condamine à Monaco - Confortement des sols en place et des remblais sous-marins. Rev. Fr. Geotech. 112(2005) 29-34
- [3]- J. Lehuérou-Kérisel, A. Caquot, J. Kersiel, Traité de la mécanique des sols (4eme édition) Paris 1966
- [4]- H. R. Sreekantiah, Vibroflotation for Ground Improvement - A Case Study. In: Proceedings of the Third International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering, St. Louis, Missouri, 1993, p. 949-954
- [5]- Amélioration des sols (Vibroflotation) Ménard, Doc. Keller, 1974
- [6]- A.D. Sayar, M. Khalilpasha, Soil Improvement Using Vibro Replacement Technique. Int. J. Adv. Environ. Biol. 6(2) (2012) 658-661.
- [7]- B.A. McCabe, J.A. McNeill, J.A. Black, Ground improvement using the vibrostone column technique. In: Proceeding of the Meeting of Engineers Ireland West Region, NUI Galway, 15th March 2007.
- [8]- K. Tarzaghi, R.B. Peck, G. Mesri, Soil mechanics in engineering practice, John Wiley & Sons, 3rd Edition, 1996.
- [9]- M. Jefferies, K. Been, Soil liquefaction, a critical state approach. CRC Press Book, 2015.
- [10]- P. Aussillous, D. Collart, O. Pouliquen, Liquéfaction des sols sous vagues. In : Proceeding of 18ème Congrès Français de Mécanique Grenoble, 27-31 août 2007.
- [11]- J. Mecsi, A. Gökalp, R. Düzceer, Compactage des remblais hydrauliques par la technique de vibroflotation , In : Proceeding of the 16th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Université de Pécs, Hungary, 2005.
- [12]- P.H.V. Truong, Dynamic excess pore water pressures by dynamic soil masses and dynamic water heights. Int. J. Geol. 3(6) (2012) 77-83.
- [13]- A Gökalp, R Düzceer vibratory deep compaction of hydraulic fills. In: Proceeding of The XIIIth European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, ISSMGE, Prague, Czech Republic, 2003.
- [14]- R.D. Andrus, R.M. Chung, Ground Improvement Techniques for Liquefaction Remediation Near Existing Lifelines. Report, NISTIR 5714, Building and Fire Research Laboratory, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, 1995.
- [15]- S. Giese, Numerical Simulation of vibroflotation compaction – Application of dynamic boundary conditions. In: Numerical Modeling in Micromechanics via Particle Methods – Konietzky (ed.), 2003.

- [16]- K.R. Massarsch, Effects of Vibratory Compaction, International Conference on Vibratory Pile Driving and Deep Soil Compaction, Louvain-la-Neuve, Keynote Lecture, 2002, p. 33-42.
- [17]- M. Vernay, M. Morvan, P. Breul, Etude du comportement des sols non saturés à la liquéfaction. In : Proceeding of 33èmes Rencontres de l'AUGC, ISABTP/UPPA, Anglet, 27 au 29 mai 2015.
- [18]- H. Khelalfa, Traitement du sol par vibroflottation, I : Proceeding of 2eme Séminaire national sur les géo-risques, Université Mohammed Seddik Benyahia- Jijel-Algérie, 17 et 18 Novembre 2015.
- [19]- H. Khelalfa, Traitement du sol par vibroflottation, In: Proceeding of 3ème communication Journées d'Etudes CGCE, Université Mohammed Seddik Benyahia- Jijel-Algérie 13-14 mai 2014.