

FONDATIONS PROFONDES
POUR LE WHARF DE DAKHLA

H. EJJAOUANI (LPEE)
L. CHAROUF (ODEP)

L'objectif de l'article est de présenter un cas de suivi des fondations profondes pour un O.A. La particularité est que les fondations ont été exécutées par vibrofonçage et qu'il n'existe pas à l'état actuel de méthode d'approche valable entre les paramètres issus de vibrofonçage et la capacité portante des pieux.

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Une étude géotechnique normale a été effectuée pour les fondations de l'O.A. d'accès au futur port de DAKHLA. Celle-ci a été basée sur des essais de pénétrations, statique et SPT, et sur des essais pressiométriques. L'étude a permis de dégager la présence d'un sable sur environ 20 à 25m surmontant une argile marneuse en profondeur.

Compte-tenu des mouvements des sédiments en surface par l'effet des marées, le sable porte une résistance faible en surface et pratiquement sur les 10m supérieurs.

Un prédimensionnement des fondations a été fait sur la base de l'étude géotechnique et suivant les documents et règlements en vigueur.

A ce stade il faut noter que les fiches des pieux doivent être confirmées lors de l'exécution, et on pouvait être appelé à les augmenter ou les réduire en fonction de la réalité du terrain.

PROBLÈME DE SUIVI

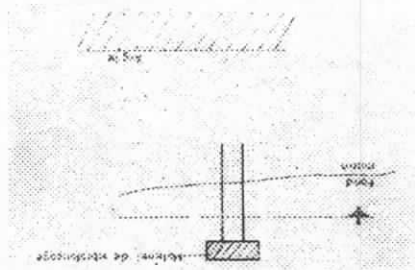
L'entreprise adjudicataire du marché a choisi de faire des pieux métalliques creux vibrofonçés.

Matériel de vibrofonçage

Fond

Marin

Argile



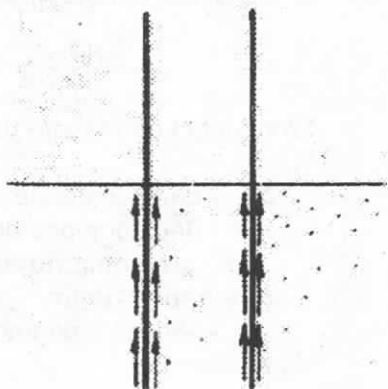
Une fois la pointe arrivée à la côte de fondation le pieu est vidé d'une petite partie de sable en surface, très remanié, et rempli du béton jusqu'à la côte d'arasasse.

Un ferrailage en tête est prévu pour faire la liaison avec le chevêtre.

Au fur et à mesure du fonçage du pieu, la vitesse d'avancement commence à chuter pour devenir très faible. Ceci est dû au fait que le frottement devient de plus en plus important.

Pour éliminer une partie de ce frottement et en particulier du côté intérieur l'entreprise excave le sable sur une bonne partie et continue après le fonçage.

La vitesse augmente de nouveau très sensiblement.



Ainsi le seul paramètre qu'on avait pour juger de l'assise des pieux, à savoir la vitesse, était faussée par cette excavation, celle-ci ne dépendait plus uniquement de la qualité du sol mais aussi de la hauteur excavée.

Il s'est posé le problème suivant :

- Comment réceptionner les pieux déjà exécutés
- Quelle est la vitesse limite qu'elle faut arrêter pour juger de la bonne assise.
- Quelle est la hauteur maximum autorisée à excaver.

Pour répondre au premier point, il a été décidé de faire des essais de chargement en vraie grandeur. Deux pieux parmi les plus défavorables ont été choisis par les différents intervenants et testés.

a - Essais de chargement

La préparation de l'essai a été faite en tenant compte des moyens de l'entreprise sur place.

Le dispositif est comme suit.

A noter que les tirants mentionnés dans les schémas n'ont pas été réalisés sur place.

Les charges ont été appliquées par paliers d'une heure et comme suit :

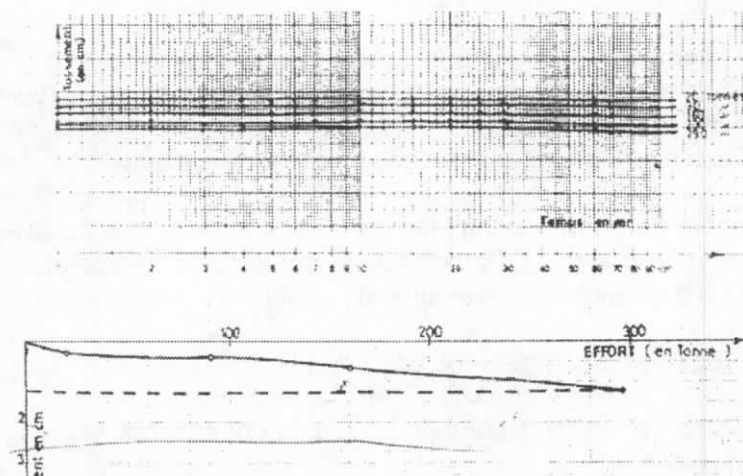
20t, 90t, 160t, 230t, 290t

Le matériel de mesure utilisé était composé essentiellement de :

- deux vérins de 200t (section utile 227 cm²)
- deux pompes de 700 à 1000 bars
- six comparateurs électriques avec lecteur digital donnant les lectures au 1/10mm
- relevés topographique, deux topographes installés de part et d'autre du pieu.

Tout le matériel a été étalonné au niveau du LPEE-Casa.

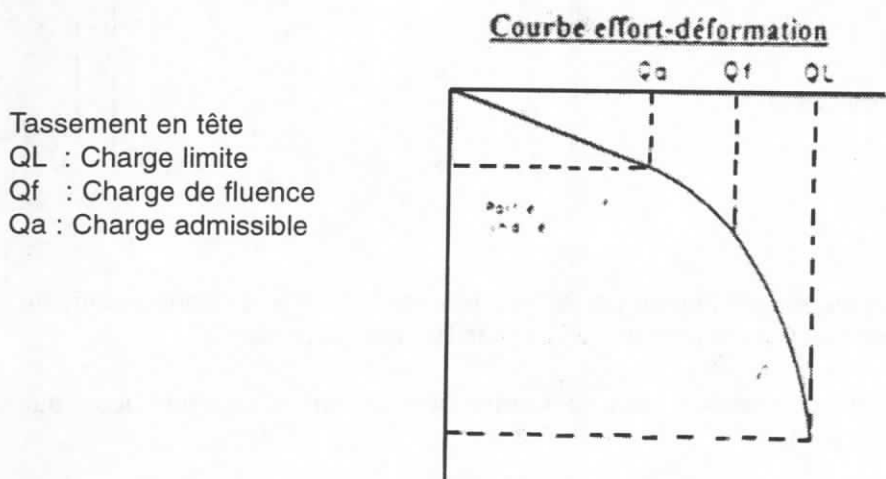
Le premier essai a été déroulé comme prévu jusqu'à la fin chargement-déchargement et a donné les résultats suivants :



On remarque d'après le premier graphique que sous la même charge, la variation du tassement est insignifiante ce qui montre que la charge du fluage est loin d'être atteinte.

L'analyse du deuxième graphique montre que le passage de la mobilisation du frottement latéral à celle de la pointe ne s'est pas accompagnée par un changement de pente.

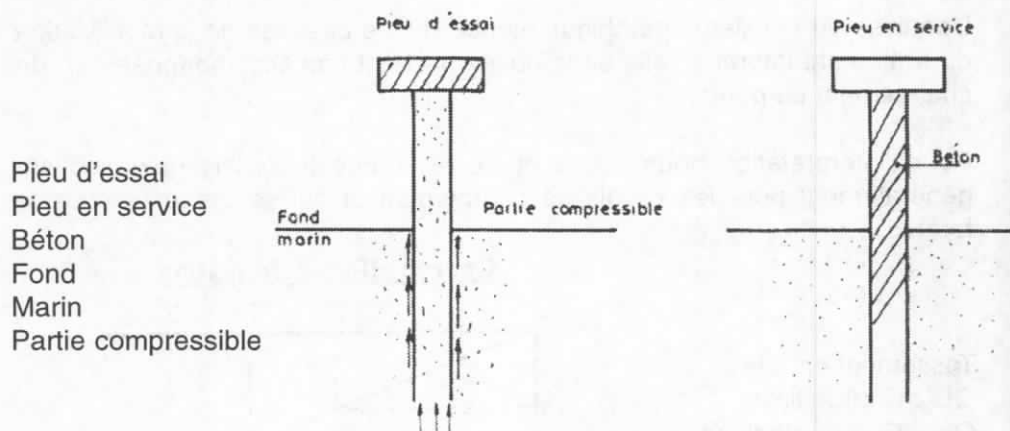
Pour l'interprétation nous avons utilisé la courbe théorique qu'on obtient généralement pour les essais de chargement et qui se présente sous la forme :



Les déplacements enregistrés sous la charge de 290t, sont restés faibles ne dépassant pas 12mm. Comme les pieux avaient un diamètre de 1016mm, la charge limite est définie conventionnellement comme celle qui correspond à un déplacement de $Q/10$ soit 101,6mm.

Les valeurs enregistrées montrent qu'on est loin de cette valeur et même on est encore dans la partie linéaire. Cette linéarité devrait continuer normalement jusqu'à la charge admissible du sol. Ainsi la charge admissible est supérieure à 290t. Plus que ça, puisque la valeur de la déformation correspondante reste très faible nous pouvons avancer que la charge admissible serait au minimum de 400t pour ces pieux. Le tassement correspondant à cette valeur sera aux environs de 16mm.

Par ailleurs, il y'a lieu de retenir que le bouchon a été complètement en sable et donc compressible, alors que les pieux en service seront remplis partiellement par du béton.



Le choix de remplir le pieu par du sable, c'était en vue de continuer éventuellement l'enfoncement du pieu en cas de résultat négatif.

A noter que les pieux d'essai font partie de l'ouvrage et non pas des pieux d'essais à part.

III.b – Méthode de suivi

Les résultats de chargement étaient positifs il a été retenu de prendre la vitesse d'enfoncement enregistrée pour ces pieux comme référence.

Mais en cas où la vitesse d'enfoncement devient faible mais sur une profondeur ne répondant pas à l'encrage critique, l'entreprise est autorisée à excaver à l'intérieur du pieu en respectant un bouchon à l'intérieur d'au moins 5m.

Par ailleurs et pour confirmation, des essais dynamiques ont été réalisés une fois la côte de fondation atteinte et ce pour confirmer la portance et pouvoir faire aussi des recoupements.

Il s'agit d'une première expérience au MAROC sur des pieux exécutés par vibrofonçage devant laquelle on a trouvé une lacune au niveau de la littérature pour pouvoir dégager une méthode fiable de réception des pieux. De ce fait des essais de chargement en vraie grandeur ont été fait et ont permis de confirmer les conclusions des études et dégager une première relation entre la vitesse de fonçage et la portance.

Compte-tenu de l'importance du sujet un projet de recherche a été initié au LPEE pour pouvoir dégager une méthode d'appréciation de la capacité portante des pieux en fonction des caractéristiques du vibrofonçage.