

INTERNATIONAL SOCIETY FOR SOIL MECHANICS AND GEOTECHNICAL ENGINEERING



This paper was downloaded from the Online Library of the International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE). The library is available here:

<https://www.issmge.org/publications/online-library>

This is an open-access database that archives thousands of papers published under the Auspices of the ISSMGE and maintained by the Innovation and Development Committee of ISSMGE.

Capacité portante des pieux par chargement dynamique – La méthode C.E.B.T.P.

Bearing capacity of piles by dynamic loading – The C.E.B.T.P. method

B.HERITIER, Centre Expérimental de Recherches et d'Études du Bâtiment et des Travaux Publics, France

RESUME :

Un programme de recherche de plusieurs années a permis de mettre au point une méthode de détermination de la capacité portante qui a montré sa fiabilité sur plusieurs sites. Les prévisions faites dans le sable et dans l'argile se sont avérées satisfaisantes.

Les essais conduisent à l'établissement de la courbe effort/tassement directement utilisable par le géotechnicien.

1. INTRODUCTION

Le Centre Expérimental de Recherches et d'Études du Bâtiment et des Travaux Publics (C.E.B.T.P.) a réalisé un programme de recherche financé par la Fédération Nationale des Travaux Publics pour la mise au point d'une méthode de détermination de la capacité portante des pieux par chargement dynamique.

Les phases successives de la recherche ont été :

- analyse des méthodes existantes
- essais sur modèles réduits
- développement de matériel de mesure et d'acquisition original
- essais en vraie grandeur.

La méthode mise au point a pu être vérifiée sur plusieurs sites dans l'argile et dans le sable. Elle peut être considérée comme opérationnelle.

2. METHODE D'ESSAI

Le pieu est chargé dynamiquement au moyen d'une masse tombante et pour chaque impact les paramètres suivants sont mesurés :

- force dynamique en tête $F(t)$
- accélération prise par la tête $a(t)$
- déplacement transitoire $d(t)$

Dans le cas des pieux métalliques, l'instrumentation de la tête ne pose pas de problème particulier. Par contre, lorsqu'il s'agit de pieux en béton, la préparation de la tête est importante. On doit, en particulier, disposer d'une section de mesure où le béton est homogène et l'impédance parfaitement connue.

Le chargement se fait par hauteur de chute croissante de la masse de façon à faire varier la force et la vitesse de pénétration du pieu. L'utilisation d'une masse tombante est préférable à un mouton diesel qui présente l'inconvénient d'induire des efforts de pré-compression avant le choc.

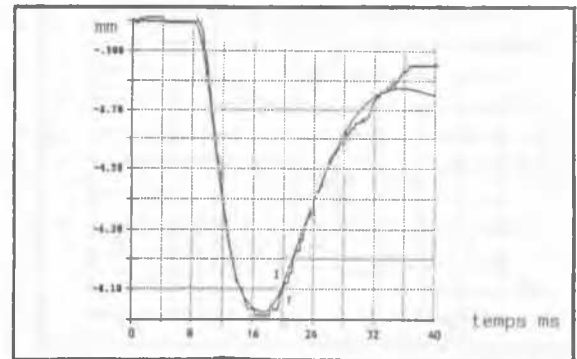
2.1. Mesure du déplacement

Les mesures classiques, force et accélération, sont complétées par la mesure du déplacement au moyen d'un

théodolite électronique qui suit une cible collée sur le pieu. Cette mesure est utilisée pour valider le signal d'accélération ce qui permet un calcul précis de la vitesse. Paramètre essentiel des mesures.

La figure 1 montre la comparaison entre le signal de déplacement mesuré et calculé par double intégration.

Fig 1 : Comparaison théodolite-double intégration de $a(t)$



2.2. Acquisition des données

L'ensemble des données est stocké et numérisé sur micro-ordinateur type PC-AT. Les traitements de signaux, les calculs et les simulations sont faits avec le même matériel.

3. INTERPRETATION DES RESULTATS

La démarche classique (SMITH, CASE, ...) consiste à déterminer, par modélisation, la résistance dynamique R_d mesurée au cours du battage puis à calculer la résistance statique Q_s au moyen d'une formule du type :

$$R_d = Q_s + J.V$$

- J paramètre global d'amortissement imprécis
- V vitesse prise par le pieu pour un choc.

L'approche du C.E.B.T.P. est différente (Paquet 1987-1988).

3.1. Calcul de la résistance dynamique, R_d

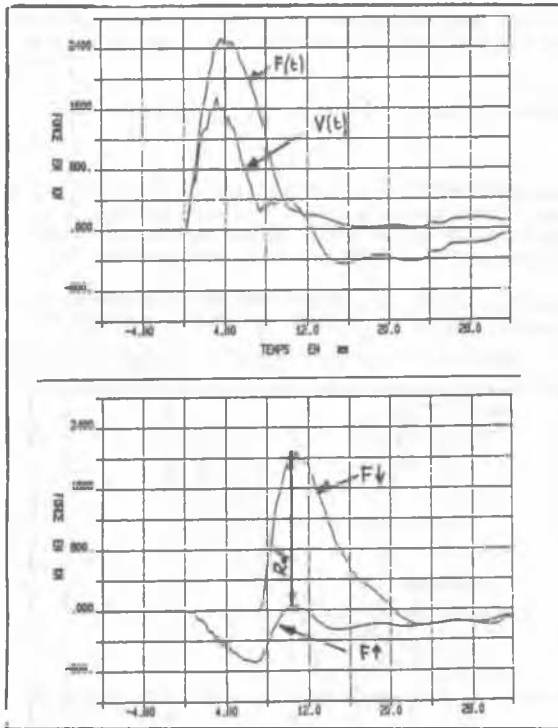
En utilisant les résultats classiques de l'équation d'onde, $F(t)$ et $V(t)$ sont décomposées en force montante $F \uparrow$ et force descendante $F \downarrow$ (resp. $V \uparrow$ et $V \downarrow$) puisqu'en tout point on a :

$$F = F \downarrow + F \uparrow \quad \text{et} \quad V = V \downarrow + V \uparrow \quad \text{et}$$

$$F = Z \cdot V \quad \text{avec } Z \text{ impédance du pieu.}$$

La résistance dynamique, R_d est obtenue numériquement par différence entre l'onde montante qui serait celle d'un pieu libre et l'onde montante réelle. (figure 2).

Fig 2 : Signaux mesurés et décomposition de la force



R_d est validée lorsque les conditions suivantes sont remplies :

- le temps d'application de la force est suffisamment long pour que les forces limites de réaction se cumulent en tête ;
- le frottement latéral et la résistance de pointe sont entièrement mobilisés au passage de l'onde.

Lorsque la première condition n'est pas remplie, R_d est calculée en utilisant le programme de simulation SIMBAT.

3.2. Résistance statique du pieu

Cette étape est complexe et le passage de la résistance dynamique à la résistance statique se fait en utilisant toute la séquence de battage, ce qui permet de faire varier la vitesse de pénétration du pieu.

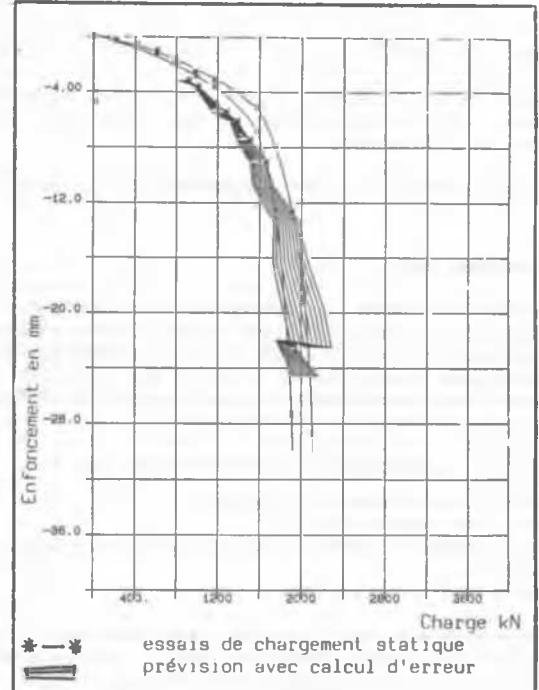
En utilisant des chocs d'intensité différente et la courbe tassement/résistance dynamique, Paquet (1988) a établi une relation du type :

$$R_d = Q_s \cdot f(V_{pen})$$

où V_{pen} est la vitesse moyenne de pénétration du pieu pour un choc.

Un exemple de courbes effort/tassement prévues et mesurées est représenté sur la figure 3.

Fig 3 : Courbe effort-tassement



4. APPLICATIONS

La méthode a été utilisée sur plusieurs sites : dans le sable (Gand) et dans l'argile des Flandres.

Les résultats des essais, publiés par ailleurs, ont montré la fiabilité de la méthode (Paquet 1987-1988).

-0-0-0-0-0-

REFERENCES

- PAQUET J. (1987) - Evaluation de la force portante par essais dynamiques. Journées d'études Bruxelles - Nov. 1987
- PAQUET J. (1988) - Checking Bearing Capacity by Dynamic Loading. Choice of a Methodology. The third International Conference on the Application of Stress-Wave Theory on Piles - Ottawa - May 1988