

# Dimensionnement des fondations superficielles à partir du pénétromètre dynamique instrumenté à énergie variable

## Shallow foundation design using a dynamic cone penetrometer with variable energy

Tuan-Anh LUONG<sup>1,2,\*</sup>, Philippe Reiffsteck<sup>2</sup>, Fabien Szymkiewicz<sup>2</sup>, Miguel Angel Benz-Navarrete<sup>1</sup> et Jean-Christophe Pellez<sup>1</sup>

*1 Sol Solution, Riom, France*

*2 Université Gustave Eiffel, SRO, Champs sur Marne, France*

*\*[taluong@sol-solution.com](mailto:taluong@sol-solution.com)*

**RESUME :** Le pénétromètre dynamique est un moyen de reconnaissance géotechnique simple, rapide et largement répandu dans le monde. Grâce à son récent développement, qui permet d'instrumenter à énergie variable, il offre désormais une technique de caractérisation des sols plus diversifiée, l'essai DCLT (*Dynamic Cone Load Test*), capable de fournir une courbe charge-enfoncement qualitativement comparable à celle issue d'essais de chargement de fondation. Cette communication propose ainsi une méthode de dimensionnement des fondations superficielles directe fondée sur les données de sol obtenues à partir des essais DCLT. L'estimation de la capacité portante est issue d'une synthèse de travaux récents. Notamment, la prédiction du tassement basée sur l'analogie entre deux relations : résistance dynamique-pénétration d'un pénétromètre dynamique et charge-tassement d'une semelle et à l'aide du modèle d'Hyperbolique Simple modifié et adapté aux données DCLT, est mise en avant dans cette étude. Par la suite, la validation de la méthode par confrontation aux données expérimentales est également exposée.

**ABSTRACT:** The dynamic penetrometer is a simple and rapid geotechnical investigation tool that is widely used around the world. Thanks to its recent development, which allows for variable energy instrumentation, it now offers a more diversified technic of soil characterization, the Dynamic Cone Load Test (DCLT), capable of providing a load-penetration curve qualitatively comparable to that obtained from foundation loading tests. This communication then proposes a direct shallow foundation design method based on the soil data obtained from the DCLT. The estimation of bearing capacity is based on a synthesis of recent studies. In particular, the prediction of settlement based on the analogy between two relationships: dynamic resistance-penetration of a penetrometer and load-settlement of a footing and using the Hyperbolic Simple model modified and adapted to the DCLT data, is emphasized in this study. Thereafter, the validation of the method by comparison with experimental data is also discussed.

**Mots-clés :** Pénétromètre dynamique, essai DCLT, fondations superficielles, tassement, modèle d'Hyperbolique Simple

### 1 INTRODUCTION

Dans la pratique actuelle du génie civil, les projets de construction demeurent particulièrement coûteux, tant pour l'environnement que pour la société, du fait du recours prédominant aux fondations profondes pour le support des structures (Reiffsteck et al., 2025). Les fondations superficielles constituent néanmoins une solution couramment utilisée, comme support d'ouvrages très variés, tels que les maisons individuelles, les bâtiments industriels, les ponts ou encore certains ouvrages pétroliers, mais leur comportement reste encore mal maîtrisé. Cette situation résulte du faible nombre de recherches spécifiques consacrées, ainsi que du besoin de méthodes de reconnaissance adaptées à la

caractérisation des sols de surface. En pratique, leur conception repose majoritairement sur des approches empiriques traditionnelles, souvent susceptibles de surestimer la capacité portante (Poulos et al., 2001).

D'autre part, le pénétromètre dynamique constitue une technique largement répandue mondialement. Il offre un moyen de caractérisation des sols de surface simple, rapide et économique, dès les phases préliminaires des investigations. Grâce aux récentes avancées en matière de capteurs et de traitement des mesures, le pénétromètre dynamique instrumenté à énergie variable a connu un développement important (Benz Navarrete et al., 2024). Cette dernière version permet désormais d'obtenir une courbe de charge-enfoncement qualitativement comparable à la courbe de chargement-tassement issue d'essais de chargement

de fondation. Les évolutions ouvrent la voie à l'utilisation de cet outil pour la conception et la justification des fondations superficielles.

Cette communication présente ainsi une méthode de dimensionnement des fondations superficielles directe basée sur les données de sol obtenues à partir des essais DCLT au pénétromètre dynamique instrumenté à énergie variable. Les résultats obtenus dans cette communication contribuent à mieux comprendre le comportement des fondations et à optimiser la conception des semelles.

## 2 PENETROMETRE DYNAMIQUE A ENERGIE VARIABLE – ESSAI DCLT

Le pénétromètre dynamique à énergie variable Panda® (*Pénétromètre Automatique Numérique Dynamique Assisté par ordinateur*) appartient à la famille des pénétromètres dynamiques légers et portables. Il est actionné par un marteau manuel délivrant des énergies variables, adaptées aux différentes rigidités de sol. À chaque coup, l'énergie transmise est mesurée par des capteurs, tandis que la profondeur de pénétration est enregistrée en continu. L'outil est équipé d'un train de tiges de 14 mm de diamètre et 500 mm de longueur, surmonté d'une pointe conique débordante avec un angle au sommet de 90° et une section transversale de 4 cm<sup>2</sup> (22,5 mm du diamètre), permettant de limiter les effets du frottement latéral autour des tiges. L'utilisation d'un tubage ou de boue de forage reste possible si nécessaire. La résistance dynamique de pointe est calculée selon la formule hollandaise modifiée, conformément à la norme NF EN ISO 22476-2 (AFNOR, 2005).

Développée récemment, la troisième génération de cet appareil, nommé Panda® 3 (Benz Navarrete et al., 2013) et (Benz Navarrete et al., 2022) intègre des capteurs plus avancés (accéléromètres, jauges de contrainte et mesure d'enfoncement) ainsi que des dispositifs pour l'acquisition, le stockage et l'affichage des données. Cette version permet de résoudre les équations d'ondes directement, et fournit non seulement le profil en profondeur de la résistance dynamique de pointe (pénétrogramme), mais également des paramètres complémentaires tels que le module dynamique ou la célérité des ondes. La Figure 1 montre la représentation schématique et le principe de fonctionnement du pénétromètre dynamique Panda® 3.

A partir de chaque point d'enfoncement dans le pénétrogramme lors de l'impact du marteau, la courbe DCLT est générée montrant la relation entre la résistance dynamique au cône et la pénétration du

cône. En utilisant les deux paramètres obtenus : la résistance pseudo-statique  $q_s$  et le module dynamique,  $E_d$ , ainsi qu'un modèle élasto-plastique non linéaire tel que le modèle d'Hyperbole Simple, une courbe numérique est ensuite établie pour ajuster les courbes expérimentales, permettant de simuler le comportement du sol lors des essais DCLT.

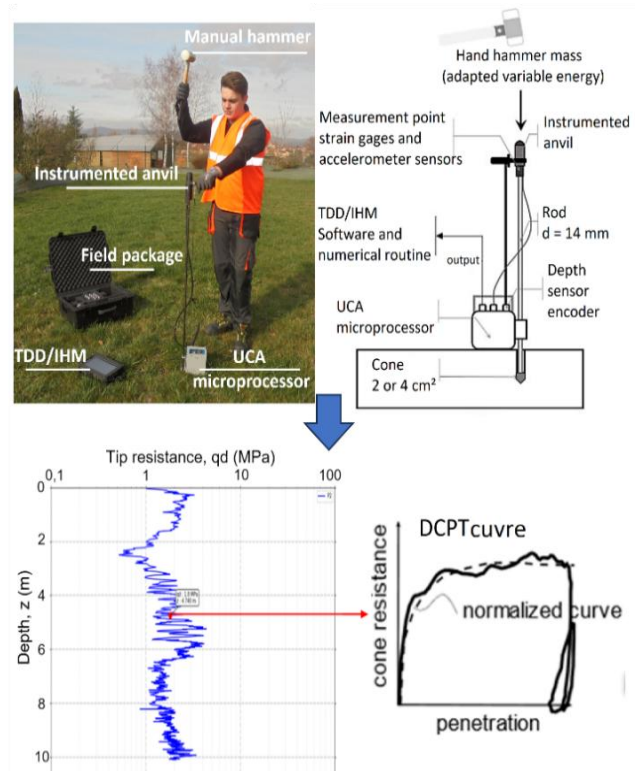


Figure 1 : Equipement et principe de l'essai DCLT

## 3 METHODE DE DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS SUPERFICIELLES A PARTIR DE L'ESSAI DCLT

### 3.1 Estimation de la capacité portante

Une méthode pour le calcul des fondations superficielles a été proposée à la suite de la comparaison entre les résultats obtenus lors d'essais de chargement de fondation et ceux fournis par le pénétromètre dynamique par les LPC (Bigot, 1984). Récemment, (Reiffsteck et al., 2022, 2024 et 2025) et (Luong, Reiffsteck et al., 2024) ont également présenté une méthode directe permettant d'estimer la capacité portante à l'aide du pénétromètre dynamique, de manière analogue aux approches pressiométriques ou pénétrométriques statiques. Selon les études, cette méthode conduit à une sous-estimation systématique de la charge limite, ce qui tend au côté de sécurité dans la conception, tout comme les autres approches.

Ainsi, la contrainte nette  $q_{net}$  du terrain sous une fondation chargée au centre et verticalement peut être déterminée selon :

$$q_{net} = k_d \cdot q_{de} \cdot i_\delta \cdot i_\beta \quad (1)$$

où  $q_{net}$  représente la capacité portante,  $k_d$  le facteur de portance au pénétromètre dynamique, et  $q_{de}$  la résistance de pointe dynamique équivalente.  $i_\delta$  et  $i_\beta$  sont respectivement les coefficients de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement et à la proximité d'un talus de pente  $\beta$ . Ils valent à 1 si la charge est verticale et la fondation est éloignée d'un talus.

La résistance équivalente  $q_{de}$  peut être définie en calculant la moyenne de la résistance dynamique, sur le profil d'une profondeur de 1,5 fois la largeur de la fondation.

Pour le facteur de portance pénétrométrique dynamique  $k_d$ , il est évalué en combinant la méthode de Bigot avec le principe des courbes proposées pour le PMT ou le CPT dans la norme NF P94-261 (AFNOR, 2013). Pour des valeurs de  $D_e/B \leq 2$  (où  $D_e$  représente l'encastrement équivalent), il est déterminé selon la relation suivante :

$$k_{d; \frac{D_e}{B}} = k_{d0} + \left( a + b \cdot \frac{D_e}{B} \right) \cdot \left( 1 - e^{-c \cdot \frac{D_e}{B}} \right) \quad (2)$$

où  $a$ ,  $b$  et  $c$  sont les coefficients dépendant du type de sol et de la géométrie de la fondation présentés dans le Tableau 1 suivant.

Tableau 1. Coefficients de l'expression du facteur de portance  $k_d$

Type de sol	Semelle	Expression de $k_d$			
		a	b	c	$k_{d0}$
Argile limon	Filante : Q1	0,04	0,007	1,3	0,15
	Carrée : Q2	0,10	0,007	1,5	0,15
Sable grave	Filante : Q3	0,04	0,009	2	0,08
	Carrée : Q4	0,03	0,04	5	0,08
Craie	Filante : Q5	0,06	0,03	3	0,2
	Carrée : Q6	0,09	0,04	3	0,2

La Figure 3 montre que les prédictions de facteur de capacité portante sur la base de données de l'univ G. Eiffel, sont tout à fait comparables aux méthodes basées sur le pressiomètre, méthode de référence et du pénétromètre statique. Environ 60 % des prévisions obtenues à l'aide de la méthode de Ménard sous-estiment la capacité portante mesurée, avec des

surestimations limitées. Les méthodes basées sur des essais statiques et dynamiques sous-estiment presque les mêmes valeurs avec des écarts-types très proches. La méthode de Terzaghi présente une plus grande dispersion et des prévisions pessimistes.

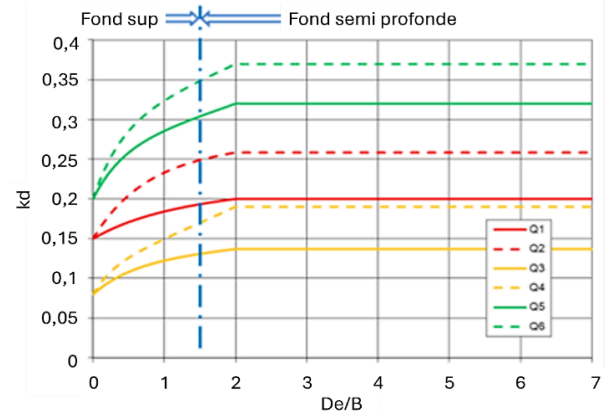


Figure 2 : Effet de l'encastrement pour la méthode pénétrométrique dynamique (Reiffsteck et al., 2024)

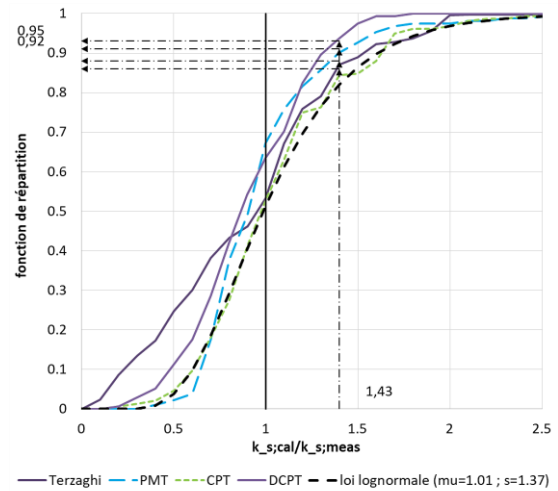


Figure 3 : Comparaison entre le facteur de capacité portante calculé et mesuré pour toutes les techniques de la NF P 94-261, courbes de distribution

### 3.2 Prédiction des tassements à l'aide du modèle d'Hyperbole Simple

Comme mentionné précédemment, les courbes expérimentales des essais DCLT ont été modélisées à l'aide d'un modèle rhéologique classique de mécanique des sols, le modèle d'Hyperbole Simple (HS) a été présentés dans plusieurs travaux récents (Reiffsteck et al., 2021, 2022, 2025) et (Luong et al., 2023, 2024). Ce modèle est modifié à partir de celui utilisé pour formuler la courbe pression-déformation volumique de l'essai pressiométrique (Baud et al., 1992, 2013) et (Baud & Gambin, 2008). La courbe d'ajustement est ensuite établie en intégrant non seulement les informations liées à la résistance et à la

déformation du sol, respectivement  $q_s$  (également appelée résistance limite  $q_{lim}$ ) et  $E_d$ , mais encore les paramètres dépendant de la nature du sol, les constantes adimensionnelles  $A_{HS}$  et  $B_{HS}$ .

Par ailleurs, s'inspirant du principe de la méthode des courbes t-z pour l'estimation du tassement des fondations superficielles à partir d'essais pressiométriques (Briaud, 2007) et constatant la similitude des mécanismes entre les deux relations — la courbe DCLT résistance dynamique-enfoncement obtenue par le Panda® 3, et la courbe charge-tassement issue des essais de chargement —, il devient possible d'appliquer le modèle HS modifié pour prédire le tassement,  $s$  comme suit :

$$s = H(A_1 + A_2 \cdot q + \frac{A_4}{A_6 - q}) \quad (3)$$

où  $H$  l'épaisseur des couches de sol situées sous la base, prise entre  $1,5B$  et  $2B$  (zone d'influence). La variable  $q$  correspond à la contrainte appliquée au sol à partir la fondation chargée. Les paramètres  $A_i$  sont ensuite définis :

$$A_1 = -\frac{A_4}{A_6}$$

$$A_2 = \frac{\alpha \cdot B_{HS}}{E_{d;fond}}$$

$$A_4 = \frac{\alpha(1 - A_{HS})(1 - B_{HS})}{E_{d;fond}} \cdot q_{d;fond}^2$$

$$A_6 = q_{d;fond}$$

avec  $q_{d;fond} = q_{net}$ , correspondante à la capacité portante estimée à partir des données issues du pénétromètre dynamique (Equation 1). Le module dynamique équivalent de fondation,  $E_{d;fond}$ , est estimé à partir des caractéristiques des couches de sol situées dans la profondeur  $H$ , à partir du sommet du massif conique à l'envers sous la base de la fondation.

Le coefficient  $\alpha$ , associé à la déformation et à la forme de la fondation, est donné par  $\alpha = (1 - \nu^2) \frac{B}{H} C_f$ , où  $B$  est la largeur de la semelle,  $\nu$  le coefficient de Poisson, et  $C_f$  le coefficient de forme, dont les valeurs égale à 0,79 pour une semelle circulaire et 0,88 pour une semelle carrée.

Tableau 2 : Paramètres  $A_{HS}$  et  $B_{HS}$  proposés

Types de comportement des sols	$A_{HS}$	$B_{HS}$
Mou (argile, sable lâche)	0,3	0,3
Medium (limon, sols intermédiaire)	0,4	0,7
Raide (sable dense, sol dur)	0,7	0,9

Les paramètres  $A_{HS}$  et  $B_{HS}$  sont présentés dans le Tableau 2 dépendant de la nature du sol et sont obtenus à partir du calage du modèle HS sur les essais DCLT (Luong et al., 2023, 2024) et (Reiffsteck et al., 2025).

En effet, la tassement des fondations superficielles est également estimé de la théorie générale de l'élasticité de Boussinesq (Boussinesq, 1885). On obtient ainsi un modèle élastique non linéaire, présenté ci-après :

$$s = q_{d;fond} \cdot \frac{(1-\nu^2) \cdot B \cdot C_f}{E} \quad (4)$$

où  $E$  dénote le module de déformation, estimé en fonction du module dynamique équivalent de fondation,  $E_{d;fond}$  par le ratio,  $k(r_q)$  suivant :

$$k(r_q) = \frac{E}{E_{d;fond}} = \frac{1}{B_{HS} \cdot r_q + (1 - A_{HS}) \cdot (1 - B_{HS}) \cdot \frac{r_q}{1 - r_q}} \quad (5)$$

avec  $r_q = \frac{q}{q_{d;fond}}$  représente le rapport entre la contrainte appliquée  $q$  et la capacité portante de la fondation superficielle  $q_{d;fond}$ . Ainsi, à partir de cette relation, on peut également proposer une loi de dégradation de module des sols en fonction du rapport de contrainte,  $r_q$  présenté dans la Figure 4 :

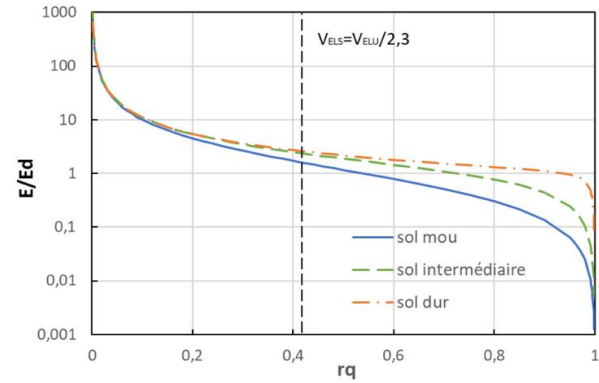


Figure 4 : Lois de dégradation de module selon les sols basées sur la méthode pénétrométrique dynamique proposée.

Les courbes de la dégradation du module de déformation pour les différents types de sol sont assez proches lorsque la charge appliquée est inférieure à la résistance du terrain calculées pour l'état limite de service,  $V_{ELS} = V_{ELU}/2,3$ . Au-delà, les courbes divergent. On peut également remarquer que la dégradation du module de déformation pour les sols mous est plus prononcée par rapport aux sols intermédiaires et sols durs.

## 4 VERIFICATION DE LA METHODE

### 4.1 Essai de chargement de fondation

Afin de mieux reproduire le comportement d'un ouvrage de fondation superficielle en conditions réelles, plusieurs essais de chargement à grande échelle, sur une plaque circulaire de 60 cm de diamètre, ont été récemment réalisés par l'univ G. Eiffel sur des sites en France présentant des types de sol variés. Le principe et les résultats de l'essai, ainsi que les caractéristiques du sol obtenues à partir d'investigations géotechniques sur ces sites sont rapportés dans (Reiffsteck et al., 2022) et (Luong et al., 2023, 2024). La Figure 5 ci-dessous présente un exemple de campagne d'essais de chargement in situ sur un sol sableux.



Figure 5 : Essais de chargement à échelle réelle

### 4.2 Comparaison des résultats

Pour vérifier la méthode proposée, on compare, dans cette section, les résultats calculés à l'aide des différentes méthodes de calcul des fondations superficielles directes aux données expérimentales issues d'essais de chargement, en termes de relation de charge-tassement. Avec la méthode pénétrométrique dynamique du modèle HS modifié pour l'essai DCLT, deux autres méthodes existantes et standardisées sont également utilisées concernant l'approche pressiométrique présentée dans la norme française NF P94-261 (AFNOR, 2013) et l'approche pénétrométrique statique de (Schmertmann, 1970), calculées pour une durée de 10 ans.

Les Figures 6 a, b et c présentent la comparaison des courbes charge-tassement prédites et mesurées, respectivement sur trois sites aux types de sol variés : Cran d'argile molle, Aulnat de limon et Montfavet de limon raide. Pour chaque site, les courbes expérimentales sont comparables. Les valeurs de la charge limite,  $V_{max}$  définie conventionnellement correspondant à un tassement  $s = 10\%$  (6 cm) sont estimées environ à 6 et 10 tonnes, respectivement pour le site de Cran et d'Aulnat. Cette valeur n'a pas été atteinte pour le dernier en raison du dépassement de la capacité des dispositifs expérimentaux.

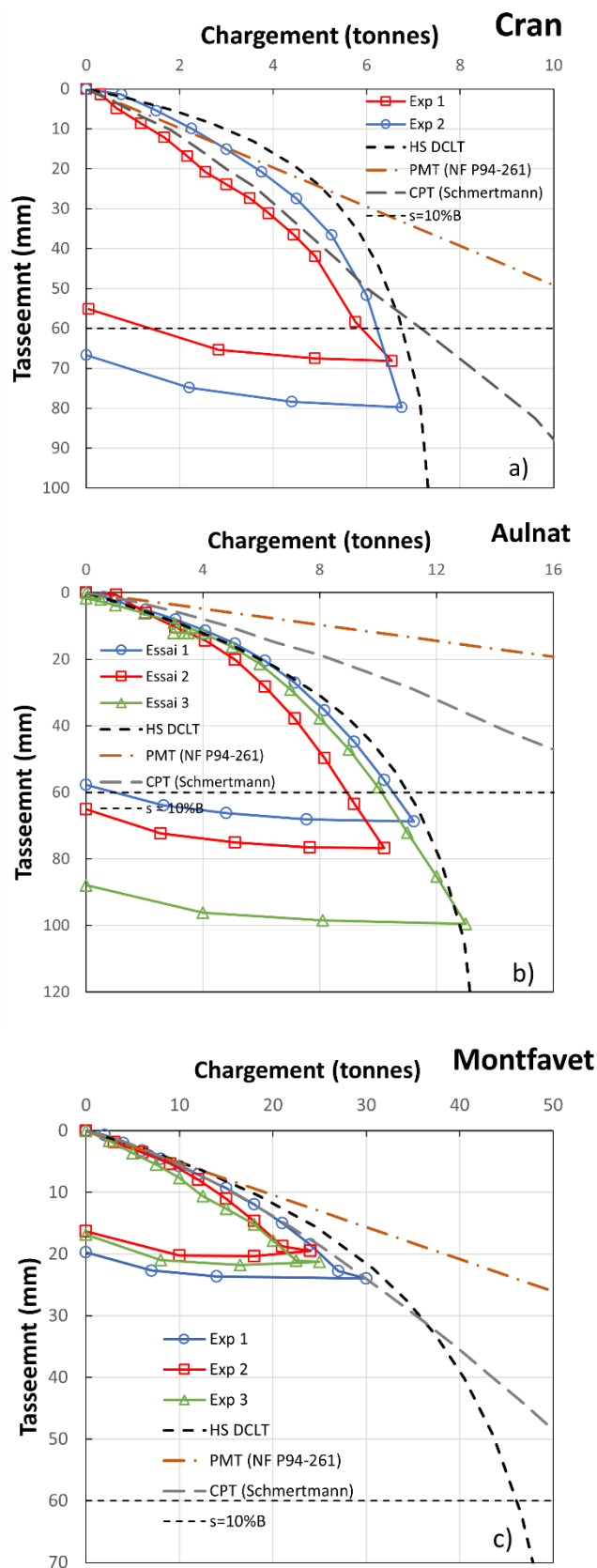


Figure 6 : Comparaison des courbes de charge-tassement calculées et mesurées pour les sites a) Cran, b) Aulnat et c) Montfavet

Par ailleurs, on peut également constater que pour les trois sites étudiés, les courbes de charge-tassement obtenues à l'aide des trois méthodes de calcul présentent toutes une bonne prédiction lorsque la charge appliquée ne dépasse pas un tiers de  $V_{max}$ . Au-delà, ces courbes calculées commencent toutefois à diverger, notamment quand la charge appliquée est supérieure à la moitié de  $V_{max}$ .

En effet, la méthode pressiométrique sous-estime le tassement dans les trois cas. Les mêmes observations (Figure 7a et 7b) est trouvée dans (Reiffsteck et al., 2025) en comparant des tassements de fondations superficielles mesurés et calculés sur des sites différents.

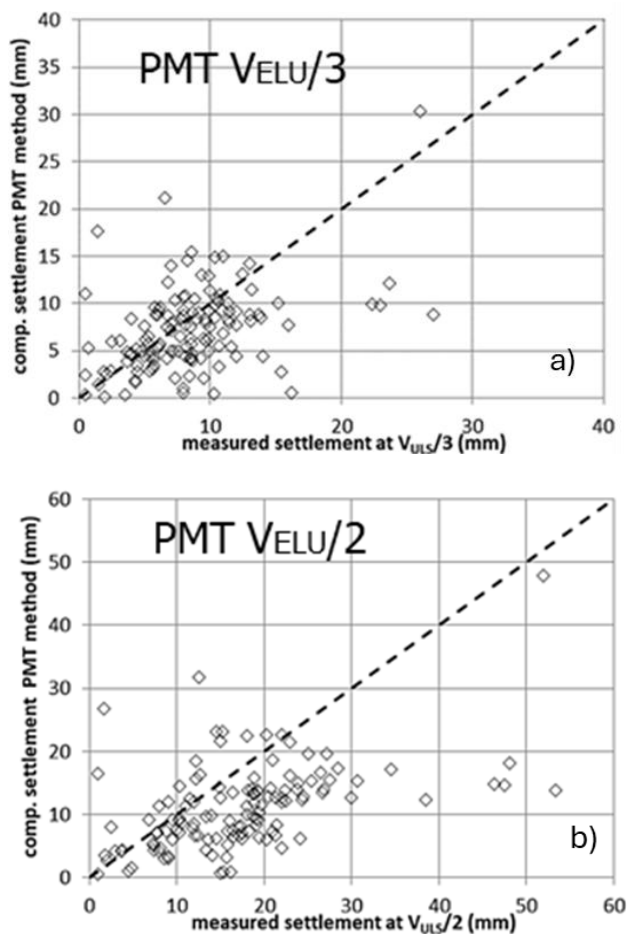


Figure 7 : Comparaison des tassements mesurés et calculés pour la méthode pressiométrique a) à  $V = 1/3 V_{ELU}$  et b)  $V = 1/2 V_{ELU}$  (c.f. Reiffsteck et al., 2025).

Les deux méthodes pénétrométriques, CPT-Schmertmann et HS-DCLT, au contraire, montrent moins de sous-estimation du tassement des fondations superficielles, en particulier la méthode proposée, dont les courbes permettent une bonne prédiction. Cette remarque est également confirmée par l'étude de Reiffsteck. On peut trouver les résultats dans les figures 8a et 8b suivantes :

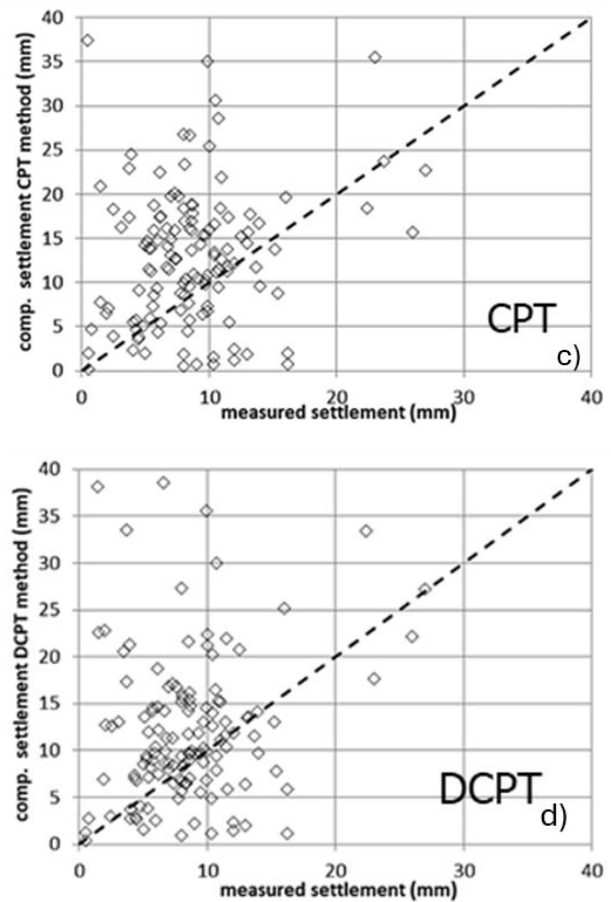


Figure 8 : Comparaison des tassements mesurés et calculés pour les méthodes pénétrométriques a) statique et b) dynamique (c.f. Reiffsteck et al., 2025).

## 5 CONCLUSIONS

Le développement d'une méthode innovante de conception des fondations superficielles à l'aide des essais DCLT au pénétromètre dynamique à énergie variable a été présenté dans cette communication. La comparaison avec les mesures a révélé que les résultats calculés étaient pertinents.

D'après les travaux récents, la méthode de calcul de la capacité portante présentée tend encore à légèrement sous-estimer les résultats, dans la même proportion que les prédictions basées sur l'essai au pénétromètre statique telle que codifiée dans la norme NF P94-261. Pour prédire le tassement, le modèle d'Hyperbole Simple adapté aux essais DCLT (modèle HS-DCLT) et intégrant une loi de dégradation du module des sols, est également été présenté. Les courbes de charge-tassement obtenues par ce modèle ont été confrontées à des courbes expérimentales et à des courbes calculées par d'autres approches dans la norme, sur trois sites aux sols variés. Lorsque la charge appliquée dépasse la moitié de sa limite, la méthode

pressiométrique montre généralement une sous-estimation du tassement, tandis que le phénomène est moins prononcé sur les deux autres méthodes pénétrométriques.

En fin, les résultats de cette étude ont permis de développer une nouvelle méthode directe pour le dimensionnement de fondations superficielles à l'aide d'un pénétromètre dynamique à énergie variable, et d'optimiser leur conception.

## REMERCIEMENTS

Cet article a également été réalisé grâce au soutien financier de l'agence de financement ANRT.

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- AFNOR. (2005). *NF EN ISO 22476-2 - Reconnaissance et Essais Géotechniques — Essais En Place — Partie 2: Essais de Pénétration Dynamique*.
- AFNOR. (2013). *NF P94-261 - Justification of geotechnical work - National application standards for the implementation of Eurocode 7 - Shallow foundations* (p. 160).
- Baud, J., & Gambin, M. (2008). Homogenising MPM test curves by using a hyperbolic model. *Geotechnical and Geophysical Site Characterization – Huang & Mayne (Eds), Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-0-415-46936-4, 1, 975–980*.
- Baud, J. P., Gambin, M., & Schlosser, F. (2013). Courbes hyperboliques contrainte-déformation au pressiomètre Ménard autoforé. *18th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering: Challenges and Innovations in Geotechnics, ICSMGE 2013, 1, 491–494*.
- Baud, J. P., Gambin, M., & Uprichard, S. (1992). Modeling and automatic analysis of a Ménard pressuremeter test. *Géotechnique et Informatique, 25–32*.
- Benz Navarrete, M. A., Breul, P., & Gourvès, R. (2022). Application of wave equation theory to improve dynamic cone penetration test for shallow soil characterisation. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, 14(1), 289–302*. <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2021.07.004>
- Benz Navarrete, M. A., Escobar, E., Haddani, Y., Breul, P., & Bacconnet, C. (2013). Charge-Enfoncement Dynamique En Pointe Penetration Curve. *Proceedings of the 18th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 1, 499–502*.
- Benz Navarrete, M., Breul, P., Moustan, P., Villavicencio Arancibia, G., & Teissier, L. (2024). A review of 30 years French instrumented and variable energy dynamic cone penetrometer Panda. *Proceedings of the 7th International Conference on Geotechnical and Geophysical Site Characterization, Barcelone, June, 18–21*. <https://doi.org/10.23967/isc.2024.266>
- Bigot, G. (1984). *Règles pénétrométriques – pénétromètre dynamique, rapport interne*.
- Boussinesq, J. (1885). Application des potentiels à l'Etude de l'Equilibre et du Mouvement des Solides Elastiques. *Gauthier-Villars. Paris*.
- Briaud, J.-L. (2007). Spread Footings in Sand: Load Settlement Curve Approach. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 133(8), 905–920*. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)1090-0241\(2007\)133:8\(905\)](https://doi.org/10.1061/(asce)1090-0241(2007)133:8(905))
- Luong, T.-A., Benz-Navarrete, M. A., Reiffsteck, P., & Szymkiewicz, F. (2023). Shallow Foundation Design Using Dynamic Cone Penetrometer and Taking into Account Liquefaction Aspect. *Geotechnics for Sustainable Infrastructure Development - Geotec Hanoi 2023, Lecture No, pp 2035–2048*. [https://doi.org/10.1007/978-981-99-9722-0\\_136](https://doi.org/10.1007/978-981-99-9722-0_136)
- Luong, T.-A., Reiffsteck, P., Benz Navarrete, M., & Szymkiewicz, F. (2024). In-situ experimental tests for shallow foundation design using dynamic penetration testing method. *Proceedings of the 7th International Conference on Geotechnical and Geophysical Site Characterization, Barcelone Barcelona, June, 18–21*. <https://doi.org/10.23967/isc.2024.047>
- Luong, T.-A., Reiffsteck, P., Szymkiewicz, F., & Benz-Navarrete, M. A. (2024). Direct design method of shallow foundation based on in situ tests results, application to dynamic cone penetrometer. *Proceedings of the XVIII ECSMGE, Lisbonne, Portugal*. doi: 10.1201/9781003431749-100
- Poulos, H. G., Carter, J. P., & Small, J. C. (2001). Foundations and retaining structures – research and practice. *Proceedings International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, January, 80 p*.
- Reiffsteck, P., Luong, T.-A., Szymkiewicz, F., Benz-Navarrete, M. A., & Pellez, J.-C. (2024). Méthode directe de dimensionnement des fondations superficielles - Généralisation au DPT et SPT. *12èmes Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur –*

Poitiers, 1–8.

- Reiffsteck, P., Luong, T.-A., Szymkiewicz, F., Benz, M. A., & Solution, S. (2022). Essais sur fondations superficielles et dimensionnement au pénétromètre dynamique. *11emes Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur – Lyon 2022 ESSAIS*, 1–8.
- Reiffsteck, P., Luong, T. A., Szymkiewicz, F., Angel, M., Navarrete, B., Tran, Q. A., Teyssier, A., & Jacquard, C. (2021). Shallow foundation design based on load-transfer curves obtained from DCLT test Conception des fondations superficielles basée sur les courbes charge-tassement obtenue à partir de l'essai DCLT. *Proceedings of the 20th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*, 1–6.
- Reiffsteck, P., Luong, T., Szymkiewicz, F., & Benz, M. (2025). Direct design methods of shallow foundation : DCPT and SPT application Direct design methods of shallow foundation : DCPT and. *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, 0(0), 1–29. <https://doi.org/10.1080/19648189.2025.2568978>
- Schmertmann, J. H. (1970). Static Cone to Compute Static Settlement Over Sand. *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division*, 96(3), 1011–1043. <https://doi.org/10.1061/jsfeaq.0001418>