

Pratiquons-nous le surdimensionnement en Géotechnique? Résultats de l'enquête Suisse du dimensionnement en géotechnique, partie de l'enquête internationale de la SIMSG

Dr. Dimitrios Terzis ; dimitrios.terzis@epfl.ch

RÉSUMÉ : En 2020 et 2021, la Société Internationale de Mécanique des Sols et de la Géotechnique (SIMSG) et ses jeunes membres ont mis en ligne une enquête et près de 260 réponses ont été déposées. La question était aussi simple que compliquée : « **est-ce que nous surdimensionnons en géotechnique ?** »

L'enquête impliquait des problèmes géotechniques simples sur des argiles ou des sables, basés sur des données géotechniques réelles provenant de deux sites d'essai. Ces réponses ont été analysées et présentées lors de la conférence internationale qui eu lieu à Sydney du 1^{er} au 5 mai 2022. Cet article présente les résultats de l'édition Suisse de cette enquête et les compare aux résultats d'autres régions, aux calculs de modèles ainsi qu'aux solutions basées sur la fiabilité du Comité Technique (TC) 304, qui se focalise sur la « Pratique d'ingénierie géotechnique et d'évaluation et de gestion des risques ». Seul un des 10 problèmes examinés a été traité dans l'édition Suisse, pour laquelle 9 réponses ont été reçues et comparées aux 34 réponses des autres sociétés membres de la SIMSG. Les résultats ont été analysés sur la base des tendances à la surconception. Cette enquête de la SIMSG avait pour buts la mise en œuvre des connaissances existantes et

l'analyse des méthodes appliquées dans l'industrie.

MOTS CLÉS : conception géotechnique, surdimensionnement, dimensionnement et conception, enquête de pratique

INTRODUCTION :

L'enquête internationale a reçu au total 260 réponses pour les dix problèmes géotechniques posés. La provenance des réponses est illustrée dans la Figure 1. Les réponses n'ont pas été réparties de manière égale sur tous les 10 problèmes. Pour le problème du mur de soutènement traité par l'édition Suisse (Figure 2) 43 réponses ont été reçues dont 9 provenant de la Suisse.

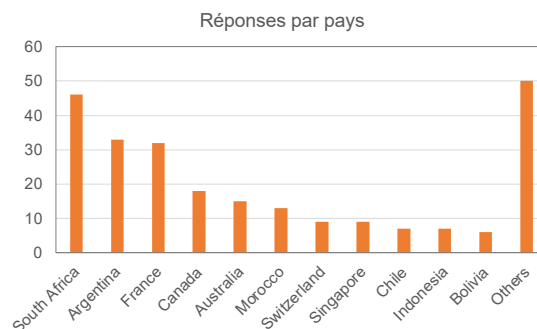


Figure 1 Répartition de réponses selon pays de participant

Il s'agissait d'un problème de conception dans lequel les participants devaient déterminer la profondeur d'encastrement requise (d), la réaction au point d'appui (P) et le moment de flexion maximal (M_{max}) d'un mur de soutènement.

STRUCTURE:

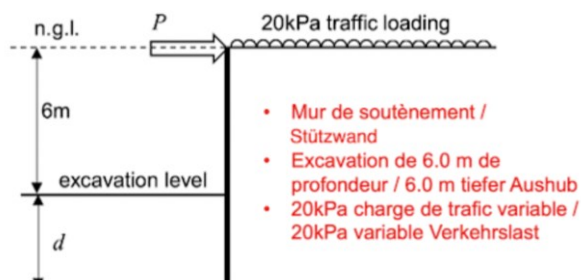


Figure 2 Mur de soutènement (sol sableux)

RESULTATS : Selon le nombre de réponses reçues, la profondeur d'encastrement requise (fiche) est illustrée à la figure 3 et la force d'appui à la figure 4. L'angle de frottement moyen utilisé par les participants dans leurs calculs était de 32.7° pour les réponses provenant de la Suisse et de 34° pour les autres.

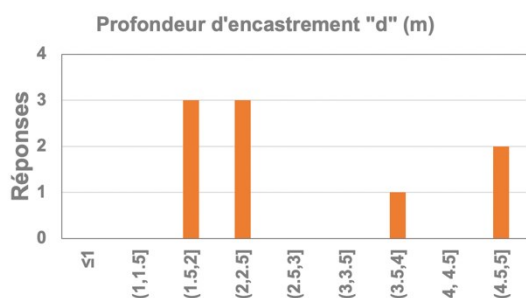


Figure 1 Réponses à la question de la profondeur d'encastrement

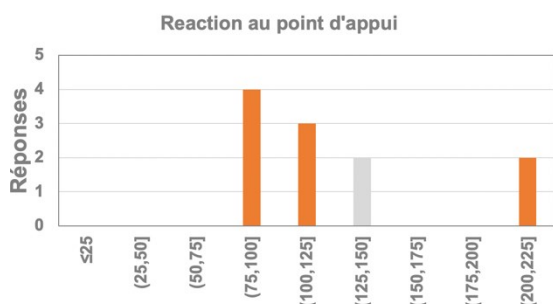


Figure 4 réponses à la question de la force de réaction au point d'appui. En gris les réponses libres pour le cas séisme.

Le TC 304 (Shuku et al. 2020) a effectué une analyse déterministe et probabiliste de la profondeur d'encastrement et de la force d'appui requises. Leurs réponses sont représentées par les lignes rouges en pointillé dans la Figure 5.

Pour une comparaison supplémentaire, une conception aux états limites a été effectuée sur la base de l'approche de conception 1, combinaison 2 (GEO) de l'Eurocode EN1997-1:2004.

La valeur caractéristique moyenne de l'angle de frottement (ϕ'_k) a été fixée à 34° (égale à l'angle de frottement moyen utilisé par les participants). Ce calcul, qui utilisait la méthode de soutènement avec appui libre en butée (sans encastrement), était basé sur la solution modèle pour un mur étayé, préparé par Orr (2005). Les résultats sont représentés par les

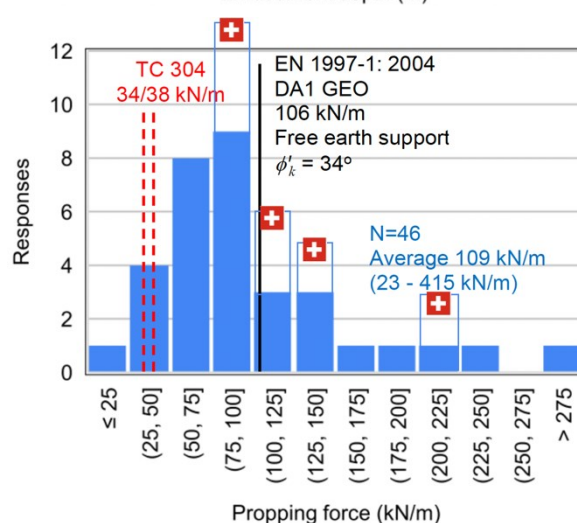
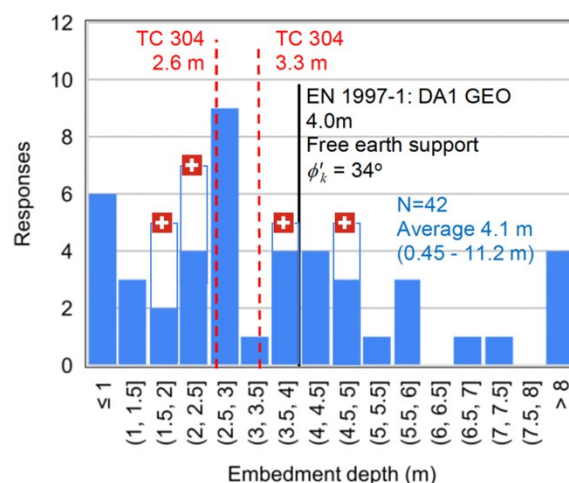


Figure 5 Comparaison entre les réponses reçues de par la société internationale (bleu) avec les réponses reçues de participants Suisses pour les questions de la profondeur d'encastrement et de la force de réaction au point d'appui

La comparaison entre les réponses des participants Suisses et les résultats de l'enquête internationale relève, pour les résultats suisses, un intervalle de valeurs moins écarté et surtout plus

proche des valeurs suggérées selon le calcul de l'Eurocode. A l'exception de la profondeur d'encastrement (d), qui a été sous-dimensionné par la moitié des participants par rapport au calcul de référence (Orr (2005)), les valeurs suggérées par nos membres suivent les tendances principales trouvées dans l'enquête internationale. A noter qu'une étude sur la corrélation négative entre longueur de fiche et réaction d'appui a été menée pour les réponses provenant de la Suisse. Celle-ci montre que pour une moitié des réponses cette relation existe (force d'appui élevée correspond à une fiche réduite resp. force d'appui faible correspond à une fiche élevée). Pour une autre moitié des réponses il n'y a pas de corrélation négative. Une synthèse de tous les paramètres, les outils numériques et les méthodes d'analyse utilisés par les participants de notre société sont-est illustrés au tableau ci-dessous.

Table 1 Synthèse de paramètres, outils numériques et méthodes d'analyse utilisées par les participants pour répondre à l'enquête Suisse (* indique des commentaires libres)

Paramètre	min	max
ϕ'_k	25.7°	38°
c'	0 kPa	3 kPa
Méthode d'analyse	Nombre de réponses	
Calcul de contrainte de travail	0	
Calcul à l'état limite ultime	7	
Elastoplastic Calculation*	1	
Deterministic and propabilistic analysis applied to finite element modelling*	1	
Logiciel	Nombre de réponses	
Larix	4	
Plaxis	2	
Zsoil	1	
Optum 2G	1	
DC Baugrube	1	

DES RÉPONSES SIGNIFICATIVES :

Parmi les réponses reçues à l'enquête Suisse, il y avait des approches allant au-delà d'un dimensionnement

conventionnel. Deux participants sur neuf ont complété leurs réponses, librement, avec des valeurs du calcul de la force de réaction pour le cas de séisme. Notamment, un participant a utilisé une analyse déterministe et probabiliste à l'aide de calculs par éléments finis (Zsoil). Les résultats de cette démarche pour la profondeur à l'encastrement, la force d'appui et le moment sont égaux à : 2.5m, 212 kN/m et 385 kNm/m. Cette valeur de profondeur est légèrement en sous-dimensionnement et les deux autres en sur-dimensionnement selon les résultats globaux de l'enquête.

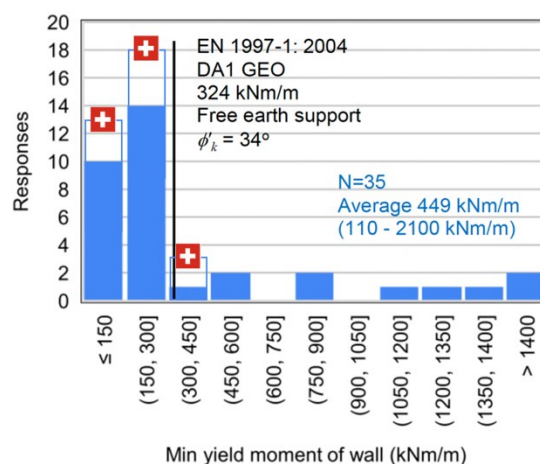


Figure 6 Comparaison entre les réponses reçues par la société internationale (bleu) avec les réponses provenant de Suisse (pour la question de la de la moment fléchissant du mur ; (droit)

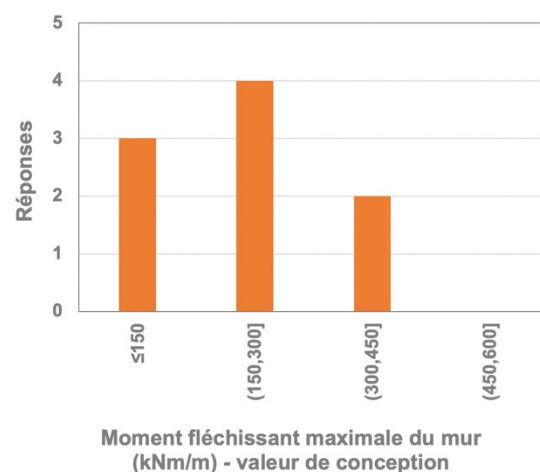


Figure 7 Réponses provenant de Suisse pour la question de la de la moment fléchissant du mur

CONCLUSIONS :

L'intervalle de réponses à cette enquête était plus large pour la question sur la profondeur de fiche par rapport aux deux autres questions. La majorité des participants a choisi l'Eurocode comme méthode d'analyse ce qui a généré des réponses cohérentes qu'importe l'expérience ou le pays d'origine des participants.

Globalement, il est difficile de fournir une réponse claire à la question, "Surdimensionnons-nous les ouvrages géotechniques?" Le seul problème où il semble y avoir des preuves de sur-ou sous-dimensionnement est celui de la prédiction de profondeur d'encastrement (fiche). Mais l'intervalle de réponses de nos membres était moins important que celui de l'enquête internationale.

REFERENCES

Day, P, Briaud J.L.. Are we overdesigning: Results of ISSMGE survey. Proceedings of the 20th ICSMGE-State of the Art and Invited Lectures– Rahman and Jaksa (Eds) 2022 Australian Geomechanics Society, Sydney, Australia, ISBN 978-0-9946261-6-5 511

Orr, T.L.L. 2005. Model solutions for Eurocode 7 – workshop examples. Proc. international workshop on the evaluation of Eurocode 7, Trinity College, Dublin, 31 Mar – 1 Apr 2005, 75-108.

Shuku, T., Cao, Z., Schweckendiek, T., and Redael, M. 2020. Probabilistic analysis of propped embedded retaining wall. Probabilistic solutions for survey questions in "Are we overdesigning? – a survey of international practice", 66-74. Report by ISSMGE TC 304.