

N° d'ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de L'enseignement Supérieur et de La Recherche Scientifique

المركز الجامعي بلحاج بوشعيب عين تموشنت

Centre Universitaire Belhadj Bouchaib-Ain Témouchent



Institut de Technologie
Département de Génie Civil
Laboratoire des Structures Intelligentes



THESE

Présentée pour l'obtention du **diplôme de DOCTORAT 3^{ème} Cycle**

Domaine : Science et Technologie

Filière : Génie Civil

Spécialité : Sols

Par : Mme MEROUANE Fatima Zohra Ep. DJELLOUL

Intitulé

Utilisation Des Méthodes ANN Pour La Prédiction Des Paramètres De Gonflement Des Argiles.

Soutenue publiquement, le 30 / 06/ 2020 , devant le jury composé de :

Nom & Prénom(s)	Grade	Qualité	Etablissement de rattachement
HOUMADI Youcef	MCA	Président	Centre Universitaire BELHADJ Bouchaib/ Ain Témouchent.
AISSA MAMOUNE Sidi Mohamed	Pr	Directeur de thèse	Centre Universitaire BELHADJ Bouchaib/ Ain Témouchent.
TROUZINE Habib	Pr	Examineur	Université DJILALI Liabès/ Sidi-Bel-Abbès
BOUROKBA Mrabent Souad	MCA	Examineur	Université des Sciences et de la Technologie Mohamed Boudiaf / ORAN

Année Universitaire : 2019/2020

Résumé

Le phénomène de gonflement est l'un des problèmes géotechniques complexes dont l'ingénieur est souvent confronté, et sa quantification est essentielle pour le dimensionnement des ouvrages. Divers procédés peuvent être appliqués à l'identification des sols gonflants. Certains, tels que l'identification minéralogique et les mesures directes de gonflement, sont plus ou moins longs et nécessitent un appareillage bien spécifique. Or il existe d'autres méthodes, qui offrent l'avantage d'être relativement rapides et beaucoup moins coûteux : ils sont basés sur des paramètres de mécanique des sols. Utilisant ces paramètres, plusieurs auteurs ont introduit des modèles de prédiction du gonflement des sols exprimés en majorité sous forme de classifications et formules empiriques. Ce travail concerne dans une première partie l'identification et la classification du potentiel de gonflement de deux argiles situées au nord-ouest de l'Algérie. Suivie d'une analyse statistique effectuée dans le but de tester la fiabilité des observations pour l'estimation de la pression et l'amplitude de gonflement utilisant une régression linéaire multiple. Une deuxième partie est consacrée au développement d'une méthode de prévision par les réseaux de neurones artificiels permettant l'estimation des paramètres de gonflement (pression et amplitude) en minimisant l'écart entre les mesures expérimentales et les résultats numériques. La modélisation par les réseaux de neurones artificiels présente un grand intérêt dans le domaine de la prévision. L'application de quatre réseaux permet d'obtenir de bonnes prévisions des paramètres de gonflement. Dans la dernière partie, l'utilisation des prévisions de gonflement obtenues par RNA sont utilisées pour construire des cartes préventives des régions étudiées.

Mots clés : gonflement ; pression-amplitude ; estimation ; régression linéaire multiple ; réseaux de neurones ; cartographie du gonflement.

Abstract

The phenomenon of swelling is one of the more complicated geotechnical problems that the engineer have to deal with. However, its quantification is essential for the design of structures and various methods can be applied to the identification of this phenomenon. Some, such as mineralogical identification and direct measurements of swelling, are more or less long and require very specific equipment. However, there are other methods that offer the advantage of being relatively fast and lesser expensive: they are based on soil mechanics parameters. Using these parameters, several authors have introduced soil swelling prediction models, mostly in the form of classifications and empirical formulas. This work concerns in the first part the identification and classification of the swelling potential of two clays located in north-western Algeria. Followed by a statistical analysis carried out to test the reliability of the observations for the estimation of the pressure and the swelling amplitude using a multiple linear regression. A second part is devoted to the development of a prediction method by artificial neural networks allowing the estimation of swelling parameters (pressure and amplitude) by minimizing the difference between the experimental measurements and the numerical results. Modelling by artificial neural networks is of great interest in the field of prediction. The application of four networks makes it possible to obtain good forecasts of the swelling parameters. In the last part, the use of the swelling forecasts obtained by ANN are used to construct preventive swelling maps of the studied regions.

Keywords: swelling; pressure-amplitude; estimation; multiple linear regression; neural networks; swelling maps.

ملخص

ظاهرة إنتفاخ التربة هي واحدة من المشاكل الجيوتقنية المعقدة التي يواجهها المهندس في كثير من الأحيان، وكميتها ضرورية لحساب حجم الهياكل. طرق مختلفة يمكن تطبيقها لتحديد إنتفاخ التربة. بعضها، مثل تحديد الهوية المعدنية وقياسات الإنتفاخ المباشر، التي تتطلب معدات محددة للغاية. ومع ذلك، هناك طرق أخرى، والتي توفر ميزة كونها سريعة نسبياً وأقل تكلفة بكثير: فهي تستند إلى معايير ميكانيك التربة. باستخدام هذه المعلومات، قدم العديد من المؤلفين نماذج تنبؤ إنتفاخ التربة، معبرين عنها بشكل رئيسي في شكل تصنيفات وصيغ رياضية. يتعلق هذا العمل في الجزء الأول بتحديد وتصنيف احتمال إنتفاخ الطينين الواقعين في شمال غرب الجزائر. يتبعه تحليل إحصائي تم تنفيذه من أجل اختبار موثوقية الملاحظات لتقدير ضغط وسعة الإنتفاخ باستخدام الانحدار الخطي المتعدد. يكرس الجزء الثاني لتطوير طريقة التنبؤ من قبل الشبكات العصبية الاصطناعية مما يسمح بتقدير معايير الإنتفاخ (الضغط والسعة) مع تقليل الفرق بين القياسات التجريبية والنتائج العددية. النمذجة من خلال الشبكات العصبية الاصطناعية هي ذات أهمية كبيرة في مجال التنبؤ. تطبيق أربعة شبكات يجعل من الممكن الحصول على توقعات جيدة لمعايير الإنتفاخ. في الجزء الأخير، يتم استخدام توقعات الإنتفاخ التي حصل عليها من خلال الشبكات العصبية الاصطناعية لإنشاء خرائط وقائية للمناطق التي شملتها الدراسة.

كلمات مفتاحية: الإنتفاخ، الضغط/السعة، تنبؤ، الانحدار الخطي المتعدد، الشبكات العصبية الاصطناعية، خرائط الإنتفاخ.