

Utilisation de l'analyse statistique dans l'interprétation des paramètres géotechniques ; Application à l'étude de microzonage sismique de la région de Boumerdès

RESUME

Les paramètres géotechniques mesurés in situ et en laboratoire présentent une dispersion dans l'espace qui est à l'origine d'incertitudes sur les grandeurs représentatives de ces paramètres et sur la représentativité des résultats finaux des calculs géotechniques. Si la mesure, expression d'une vérité unique en un point, est bien déterministe, la valeur représentative de ce paramètre sur le volume intéressé par une fondation est inconnue et un recours aux méthodes statistiques de l'estimation semble indispensable.

Ce travail de recherche traite de la caractérisation de la variabilité naturelle des sols et des incertitudes liées aux reconnaissances géotechniques dans le but de mieux les prendre en compte dans l'évaluation des aléas géologiques pouvant induire un risque lors d'un séisme. Il se positionne dans le contexte de la maîtrise des risques d'origine géotechnique. Les principaux outils statistiques servant à décrire la dispersion des données et leur structuration spatiale (géostatistique), ainsi que des méthodes probabilistes permettant d'utiliser leurs résultats dans des calculs, sont présentés sous l'angle de leur application en géotechnique.

La démarche est appliquée sur les résultats des essais physico-mécaniques réalisés au niveau du site urbain de Boumerdès. Zone sismique active très exposée aux effets de site sismiques. Une nouvelle analyse des données géotechniques a été entreprise. Ces données ont été regroupées, au préalable, dans une base de données qui a facilité leur traitement statistique et géostatistique. Leur variabilité spatiale a été caractérisée permettant une meilleure compréhension du site. Le modèle géologique et géotechnique ainsi établi a ensuite été utilisé pour évaluer le potentiel d'instabilités de terrains liées aux séismes à travers une étude de microzonage sismique. Une démarche en trois temps est proposée : globale, locale et spatialisée permettant une estimation du potentiel d'instabilités et de leur incertitude, respectivement, à l'échelle du site, aux points de sondages, et spatialisée sur la zone d'étude.

Les résultats montrent clairement l'intérêt des méthodes statistiques et géostatistiques pour la caractérisation des paramètres géotechniques plus réalistes et des sites complexes et l'élaboration d'un modèle géologique et géotechnique du site adapté. La démarche progressive d'analyse des instabilités proposée met en avant le fait que les incertitudes des paramètres se répercutent sur les résultats des calculs et expliquent le comportement global du sol. Ces résultats peuvent se traduire sous forme d'une probabilité de ruine qui peut ensuite être utilisée dans un processus de prise de décision et de management des risques.

D'une manière plus large, ce travail constitue une contribution à l'élaboration d'une méthodologie d'analyse des campagnes de reconnaissances géotechniques, en ayant le souci d'identifier, d'évaluer et de prendre en compte la variabilité et les incertitudes des données géotechniques pour permettre une meilleure maîtrise du risque d'origine géotechnique.

Mots-clés: Géotechnique, variabilité, incertitudes, paramètres géotechniques, méthodes statistiques, géostatistique, méthodes probabilistes, analyse statistique, valeur représentative, risque, microzonage sismique, Boumerdès.

Use of the statistical analysis in the interpretation of the geotechnical's parameters; Application to the seismic microzonation study of the area of Boumerdès

ABSTRACT

In situ and laboratory geotechnical parameters show spatial dispersions leading to uncertainties on their representative values. If the measures are deterministic, because they represent a unique value at a point, the representative value on the volume of soil bearing a foundation is unknown and it is necessary to use statistical methods for its estimation. For this reason, this work is dealing with statistics, a typical estimation method, and more precisely, its potentialities and limits in geotechnical application.

This work deals with the characterization of the natural variability of soils and with the uncertainties due to geotechnical investigations, with the aim to better take them into account in geotechnical engineering project. This work takes place in the context of the management of the risk with geotechnical origin. The main statistical tools used to describe the scattering of the data and their spatial variability (geostatistic), as well as the probabilistic methods enabling to use their results in calculations, are presented under the view of their application in geotechnical design.

The approach is applied to the results of the geotechnical tests carried out to the site of Boumerdès. Seismic zone very exposed to the seismic induced effects. A new analysis of geotechnical data was started again. First, geotechnical data were included in a database in order to ease their statistical and geostatistical treatment. Their statistical and spatial variability were characterized allowing a better understanding of the site. The geologic and geotechnical model so established was then used to assess the geological induced effects. An analysis in three levels is proposed: global, local and spatial, which give means to estimate the geological induced effects values and its uncertainty, respectively, on the scale of the site, on the boring points, and on zone of study according to the spatial connectivity of soil properties.

The results clearly show the interest of statistical and geostatistical methods in characterizing complex sites and in the elaboration of a relevant geologic and geotechnical model. The geological effects analysis proposed highlight that the parameter uncertainties are of first importance on the design calculations and explain the global behaviour of the site. These results can be translated in the form of a reliability analysis which can then be used in a process of decision-making and risk management.

In a wider way, this study contributes toward the elaboration and the analysis of the geotechnical investigations, with the aim to identify, to estimate and to take into account the variability and the uncertainties of the data during the various stages of the project. It leads to better control the risk of geotechnical origin.

Key words: Geotechnical engineering, variability, uncertainty, statistical method, geostatistical method, probabilistic method, statistical analysis, geotechnical's parameters, risk, seismic microzonation, Boumerdès.