

Titre : Comportement mécanique des sols bio-cimentés

Mots clés : MICP, comportement monotone et cyclique, distribution granulométrique, teneur en CaCO_3

Résumé : La thèse présente une étude des propriétés mécaniques des sables traités par MICP (Précipitation Microbienne de Carbonate de Calcium), une méthode prometteuse à faible empreinte carbone. Les études précédentes étaient principalement basées sur des sables à grains très fins (< 1 mm), et étaient souvent qualitatives plutôt que quantitatives. De nombreux essais triaxiaux monotones et cycliques ont été effectués sur cinq mélanges de sables non traités et légèrement traités avec des diamètres de grains allant jusqu'à 5 mm. Les résultats des essais montrent que le traitement MICP améliore fortement la résistance des sols aux sollicitations tant monotones que cycliques, même lorsque les échantillons ne sont pas totalement cimentés, l'effet relatif de la densité et de la cimentation dépendant du pourcentage de grains fins (FC).

Dans les essais monotones et cycliques, la relation entre l'amélioration des propriétés mécaniques et la teneur en carbonate de calcium déposé est complexe, caractérisée par une teneur minimale en CaCO_3 , qui augmente lorsque FC diminue, en dessous de laquelle son effet n'est pas visible. Au-dessus de la "valeur minimale", la résistance augmente linéairement avec la teneur en CaCO_3 . Les observations au microscope confirment l'interaction complexe de plusieurs mécanismes qui peuvent expliquer l'effet du traitement MICP par le pontage des particules, l'augmentation de la rugosité de surface (revêtement) et de la densité (remplissage des pores). Des essais bio-physico-chimiques complémentaires ont aidé à interpréter les résultats.

Title : Mechanical behavior of bio-cemented soils

Keywords : MICP, monotonic and cyclic behavior, grain size distribution, CaCO_3 content

Abstract : The thesis presents a study of the mechanical properties of sands treated by MICP (Microbial-induced calcium carbonate precipitation), a promising bio-mediated methods with little carbon footprint. Previous studies were mainly based on poorly graded sands with very fine grains (< 1 mm) and were often qualitative rather than quantitative. Many monotonic and cyclic triaxial tests were done on five untreated and lightly treated sand mixtures with grain diameters up to 5 mm. Test results show that MICP treatment greatly enhances the resistance of the soils to both monotonic and cyclic solicitations, even when samples are not totally cemented, the relative effect of density and cementation depending on the percentage of fine grains (FC).

In both monotonic and cyclic tests, the relation between the enhancement of the mechanical properties and the deposited calcium carbonate content is complex, characterized by a minimum CaCO_3 content, which increases when FC decreases, below which its effect is not visible. Above the "minimum value", the resistance increases linearly with the CaCO_3 content. Microscope observations confirm the complex interplay of several mechanisms that can explain the effect of MICP treatment through the bridging of particles, surface roughness (coating) and density (pore-filling) increases. Additional bio-physico-chemical tests helped interpret the results.