
Résumé

L'objectif technique majeur de cette thèse se rapporte au développement d'un outil de simulation numérique fiable et robuste adapté à la maîtrise et la connaissance du fonctionnement mécanique des ouvrages géotechniques. Cet outil de simulation doit notamment permettre une maîtrise des scénarii les plus pénalisants pour leur tenue, notamment sous l'aléa sismique.

La qualité des résultats d'un tel outil dans le cadre de la méthode des éléments finis est fonction du modèle de comportement utilisé, la qualité de l'intégration du modèle et sa résolution numérique. Dans le cadre de ce travail, le modèle élastoplastique de comportement cyclique des sols de l'ECP (dit de Hujeux) a été introduit dans Code_Aster selon un schéma d'intégration implicite, permettant ainsi une représentation fine et précise des phénomènes mis en jeu durant l'aléa sismique. Ce modèle possède également l'avantage d'être adapté au comportement de différents types de sols dans le cadre des milieux poreux sous l'hypothèse des petites déformations. Après validation sur des chemins de chargement variés, le modèle est à présent utilisé pour la simulation de la construction par couches, de la mise en eau et de la tenue sismique de barrages en terre.

Le caractère non standard et adoucissant de ce modèle conduit à mettre en oeuvre des techniques de régularisation pour résoudre le problème de dépendance pathologique des résultats aux maillages lors de l'apparition de modes de ruine localisée. Le modèle de second gradient de dilatation est utilisé en complément au modèle de comportement de Hujeux pour contrôler la largeur des bandes de localisation apparaissant sur les structures étudiées. La prise en compte d'une cinématique enrichie permet de rendre objectives aux maillages les réponses des structures durant leur phase d'adoucissement mais n'instaure pas l'unicité des solutions aux problèmes posés suite aux instabilités. Dans le cadre d'essais biaxiaux drainés sur des matériaux dilatants exprimés au sein des milieux du second gradient de dilatation, il est apparu une dépendance de la largeur des bandes de cisaillement à l'état de contraintes initial en plus des propriétés matériaux.

A partir d'un exemple analytique d'une bande de matériau cisailée, cette dépendance a pu être exprimée, comparée et maîtrisée en fonction des paramètres de régularisation par rapport aux résultats des simulations numériques. L'extension de cette approche à un cas de stabilité de pente sous chargement d'une fondation superficielle a ensuite été entrepris. La dépendance des largeurs de bandes à l'état de contraintes initial est apparu comme un élément clé de la maîtrise du couplage entre le modèle de second gradient de dilatation et les modèles du type Cam-Clay.

Mots-clés : Comportement cyclique des sols, schéma d'intégration implicite, milieu du second gradient de dilatation, essai biaxial drainé, stabilité de pente, digue en terre, modèle de Hujeux.