

**Prise en compte de la non linéarité du comportement  
des sols soumis à de petites déformations pour le calcul  
des ouvrages géotechniques**

Sophie Coquillay

► **To cite this version:**

Sophie Coquillay. Prise en compte de la non linéarité du comportement des sols soumis à de petites déformations pour le calcul des ouvrages géotechniques. Planète et Univers [physics]. Ecole des Ponts ParisTech, 2005. Français. NNT : 2005ENPC0030 . pastel-00001846

**HAL Id: pastel-00001846**

**<https://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel-00001846>**

Submitted on 3 Sep 2010

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**Prise en compte de la non linéarité du comportement des sols soumis à de petites déformations pour le calcul des ouvrages géotechniques**

**RÉSUMÉ**

L'utilisation intensive du sous-sol urbain et l'évolution des règlements rendent nécessaire de développer de nouveaux outils pour calculer les déplacements induits par un ouvrage au cours de sa construction et lors de sa mise en service. Les performances des méthodes de calcul actuelles restent largement insuffisantes, parce qu'elles ont été développées principalement pour l'analyse des ouvrages vis-à-vis de la rupture, de sorte que le comportement des sols aux faibles niveaux de déformation n'est pas représenté de manière réaliste. Le module de cisaillement des sols varie très fortement entre le domaine des très petites déformations et celui des déformations qui se produisent au voisinage des ouvrages géotechniques lors de leur construction. L'expérience montre qu'on ne parvient pas à estimer correctement les déplacements des ouvrages sans prendre en compte ces variations. A partir d'une étude bibliographique sur les modèles de comportement élastoplastiques à élasticité non linéaire, on a choisi un modèle de comportement comportant peu de paramètres mais susceptible d'améliorer substantiellement les résultats des calculs en déplacement des ouvrages géotechniques. Il s'agit d'une version légèrement modifiée du modèle de comportement proposé par Fahey et Carter (1993) couplée à un critère de plasticité de Mohr-Coulomb. La principale caractéristique du modèle de Fahey et Carter réside dans le fait que le module de cisaillement augmente avec la contrainte moyenne et diminue avec la contrainte de cisaillement. Le modèle retenu a été implanté dans le code de calcul par éléments finis CESAR-LCPC et l'identification de ses paramètres à partir des essais classiques de mécanique des sols constitue une préoccupation importante de ce travail. Le modèle a été testé en modélisant un certain nombre d'ouvrages réels pour lesquels on dispose à la fois de données de sol et de mesures de déplacements et d'efforts suffisantes. Les premiers exemples de mise en œuvre du modèle confirment l'intérêt d'utiliser une loi de comportement plus complexe pour reproduire le comportement réel des ouvrages. Le travail réalisé constitue aussi une contribution à l'amélioration des fonctionnalités de CESAR-LCPC.

**MOTS CLÉS**

Calculs en déplacements, dimensionnement et justification des ouvrages géotechniques, identification des paramètres, méthode des éléments finis, modèle élastoplastique à élasticité non linéaire, modèle hyperbolique de Fahey et Carter, module de cisaillement, petites déformations.

**Accounting for small strain non-linear soil behaviour in the calculation of geotechnical structures**

**ABSTRACT**

The intensive use of urban subsoil and the evolution of the technical regulations require to develop new tools to calculate the displacements caused by the construction of new structures. The performance of usual calculation methods is often inadequate, because they have been developed mainly for the analysis of the pre-failure behaviour of structures; thus in these models, the soil behaviour for small strains is not well represented. The soil shear modulus exhibits significant variations between the field of very small strains and the field of usual deformations next to geotechnical structures during their construction. Experience shows that the displacements of a structure can not be correctly evaluated without taking into account these variations. Based on a bibliographical study on elastic-plastic constitutive models with non-linear elasticity, a model with few parameters has been chosen, which is nevertheless able to improve substantially the results of displacement calculations of the geotechnical structures. The proposed model is a slightly modified version of the constitutive model established by Fahey and Carter (1993) which has been combined to a Mohr-Coulomb plastic criterion. The main characteristic of the Fahey-Carter-model is that the shear modulus increases with the mean stress and decreases with the shear stress. The model has been implemented in the finite element code CESAR-LCPC. The identification of its parameters, based on classical soil mechanic tests, was an important part of this work. The model was tested by calculating various structures for which soil data as well as displacement and stress measurements were available. These examples confirm the interest of using a complex constitutive law to produce calculation results similar to the strain and displacement patterns of real structures. The present work was also a contribution to CESAR-LCPC's functionalities improvement.

**KEYWORDS**

Calculations in displacements, calculation and justification of geotechnical structures, parameters identification, finite element method, elastic-plastic model with non-linear elasticity, hyperbolic model of Fahey and Carter, shear modulus, small strains.

Thèse ENPC • Non linéarité du comportement des sols en petites déformations pour le calcul des ouvrages géotechniques • Sophie Coquillay • 2005



**THÈSE**

**présentée pour l'obtention du grade de  
Docteur de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées  
Spécialité : Géotechnique**

**par :**

**Sophie Coquillay**

**Prise en compte de la non linéarité du comportement  
des sols soumis à de petites déformations  
pour le calcul des ouvrages géotechniques**

soutenue le 30 août 2005

devant la commission d'examen composée de :

<b>Isam Shahrour</b>	<b>Rapporteur</b>
<b>Arezou Modaressi</b>	<b>Rapporteur</b>
<b>Pierre Schmitt</b>	<b>Examineur</b>
<b>Emmanuel Bourgeois</b>	<b>Examineur</b>
<b>Jean-Pierre Magnan</b>	<b>Directeur de thèse</b>