



HAL
open science

Homogénéisation à deux échelles en 3D : Application aux sols renforcés par inclusions rigides

Michaël Darche, Yann Capdeville, Donatienne Leparoux

► **To cite this version:**

Michaël Darche, Yann Capdeville, Donatienne Leparoux. Homogénéisation à deux échelles en 3D : Application aux sols renforcés par inclusions rigides. 25ème Congrès Français de Mécanique, Aug 2022, Nantes, France. hal-04790893

HAL Id: hal-04790893

<https://hal.science/hal-04790893v1>

Submitted on 19 Nov 2024

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.

Homogénéisation à deux échelles en 3D : Application aux sols renforcés par inclusions rigides

M. Darche^a, Y. Capdeville^b, D. Leparoux^a

a. GERS-GeoEND, Univ Gustave Eiffel, IFSTTAR, F-44344 Bouguenais -
michael.darche@univ-eiffel.fr / donatienne.leparoux@univ-eiffel.fr

b. Laboratoire de Planétologie et Géodynamique, UMR CNRS 6112, Université de Nantes , 44300
Nantes - yann.capdeville@univ-nantes.fr

Mots clés : Homogénéisation, Propagation d'ondes, Renforcement des sols, Modélisation numérique

Résumé :

Les vibrations dues à la circulation des trains sont dépendantes de la vitesse du train et de la configuration locale du terrain. Elle sont néfastes pour les riverains et le confort des passagers, mais aussi pour la durabilité de la voie. En effet, lorsque la vitesse des trains est du même ordre de grandeur que la vitesse de propagation des ondes mécaniques dans le sous-sol sur lequel la voie est installée, l'amplitude des vibration est alors amplifiée. Cette vitesse dite critique dépend donc des caractéristiques du sous-sol sur lequel la voie repose. Dans le cadre du trafic ferroviaire actuel, cette vitesse n'est atteinte que dans le cas de trains à grande vitesse circulant sur des sols mous qui sont renforcés par des inclusions rigides (pour des raisons statiques).

Ces inclusions rigides modifient les propriétés effectives du sol, et notamment la vitesse de propagation des ondes sismiques (ou mécaniques). Afin de déterminer ces caractéristiques modifiées, l'étude du milieu par des moyens numériques permet de mieux comprendre l'effet des inclusions rigides sur la propagation des ondes mécaniques dans le sol. La méthode des éléments spectraux est une méthode numérique efficace pour la simulation de la propagation des ondes. Cependant, la présence d'un grand nombre d'inclusions, et donc un grand nombre de discontinuités mécaniques, impose une simulation numérique coûteuse due au raffinement du maillage au niveau des inclusions.

L'homogénéisation à deux échelles est une solution efficace pour supprimer les discontinuités et les hétérogénéités de petites tailles en lien avec la plus courte longueur d'onde que l'on veut propager. Cet aspect de la modélisation est réalisé en séparant fictivement les petites et les grandes échelles. L'intérêt de la méthode est que contrairement à une homogénéisation classique, les propriétés des matériaux sont modifiés en fonction de leurs effets sur les déplacements et non visà vis de la variabilité spatiale de ces propriétés. Cette discrimination est faite en ne considérant pas les variations inférieures à une certaine longueur d'onde limite caractéristique du milieu.

Des sols argileux renforcés par des inclusions cylindriques en béton sont étudiées dans ce travail. Des valeurs moyennes sont utilisées dans le choix des paramètres géométriques et pour les propriétés des matériaux afin d'analyser l'homogénéisation d'un tel milieu. Ainsi le sol et les inclusions possèdent des vitesses de propagation des ondes S de respectivement 100m/s et 1500m/s. Pour la géométrie, plusieurs

cas sont étudiés en modifiant le nombre d'inclusions mises en place. Cependant, le pavage n'est pas modifié. Les inclusions sont disposées périodiquement selon un maillage carré de pas 1.20m et de diamètre 40cm. La bande de fréquence considérée pour le signal généré par un train est entre 30 et 280Hz, ce qui correspond à des longueurs d'ondes minimales du même ordre de grandeur que les inclusions.

Des simulations numériques effectuées en utilisant le code SEM3D sont réalisées afin de valider et illustrer l'utilisation des propriétés homogénéisées dans le cadre d'une utilisation dans des simulations temporelles en 3D.