

École Nationale Supérieure d'Informatique et d'Analyse des Systèmes
Centre d'Études Doctorales en Sciences des Technologies de l'Information et de l'Ingénieur

AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE DE DOCTORAT

Monsieur Zakaria IBNORACHID

Soutiendra publiquement sa thèse de Doctorat en Sciences de l'ingénieur

Le Samedi 26 novembre 2022 à 16h au Grand amphi à l'ENSAM de Rabat

Intitulé de la thèse

**ANALYSE VIBRATOIRE LINEAIRE EN FLEXION DES POUTRES EPAISSE,
POREUSE, A GRADIENT FONCTIONNEL, SUR FONDATIONS ELASTIQUES
DANS UN ENVIRONNEMENT THERMIQUE**

Devant le Jury composé de :

Président :

Pr. Hassan El Minor, PES, ENSA, Université Ibn Zohr, Agadir

Directeur de thèse :

Pr. Khalid El Bikri, PES, ENSAM, Université Mohammed V, Rabat

Rapporteurs :

Pr. Mohamed Aboussaleh, PES, ENSAM, Université Moulay Ismail, Meknes

Pr. Mounia EL kadiri, PES, EMI, Université Mohammed V, Rabat

Pr. Nor-Eddine Laghzale, PH, ENSAM, Université Mohammed V, Rabat

Examineurs :

Pr. Rhali Benamar, PES, EMI, Université Mohammed V, Rabat

Pr. Lhoucine Boutahar, PH, ENSAM, Université Mohammed V, Rabat



Résumé : Cette thèse a pour but d'étudier le comportement vibratoire des poutres épaisses poreuses à gradient fonctionnel (FGM) sur des fondations élastiques. La thèse a été répartie en quatre chapitres.

Au premier chapitre, une présentation générale sur les matériaux à gradient fonctionnels, l'histoire de leurs développements, leurs propriétés, leurs élaborations ainsi leurs différents champs d'application.

Le deuxième chapitre aborde les diverses théories qui permettent la modélisation des poutres notamment la théorie classique des poutres minces de Bernoulli (CBT), La théorie de déformation en cisaillement du premier ordre (FSDT) et la théorie de déformation en cisaillement d'ordre élevé (HSDT).

Une analyse du comportement vibratoire en flexion d'une poutre épaisse en FGM sur appuis simples fondée une théorie raffinée prenant en compte de la déformation normale, est présentée dans le chapitre trois. La présente théorie tient compte du cisaillement en considérant un déplacement transversal constant et une variation d'ordre supérieur du déplacement axial à travers l'épaisseur de la poutre. Les résultats obtenus montrent que le matériau, le cisaillement et la déformation normale ont une influence significative sur les déplacements, les fréquences naturelles et sur les contraintes.

Le Quatrième chapitre a été consacré à l'analyse des vibrations linaires libres des poutres épaisses, poreuses à gradient fonctionnel, reposant sur fondations élastiques et exposées à différents champs thermiques. Les caractéristiques des matériaux sont considérées dépendent de la température et changent de manière continue à travers l'épaisseur de la poutre, selon une loi de puissance modifiée, dans laquelle sont considérés deux types de distributions de porosité à travers l'épaisseur de la poutre, uniforme et non uniforme. Le principe de Hamilton a été appliqué pour déterminer les équations du mouvement.

Des modèles numériques sont exposés et analysés pour souligner les répercussions de la température, de la distribution de la porosité et de certains paramètres tels que l'indice de matériau, l'indice de porosité, l'élanement de la poutre et les paramètres de la fondation élastique et l'environnement thermique sur les réponses vibratoires et la température critique du flambement de la poutre FGM.

Mots-clés : FGM, fondation élastique, porosité, température critique de flambement.



Abstract: This thesis will investigate the vibration behavior of thick porous functional gradient beams (FGM) on elastic foundations. The dissertation is broken into four chapters.

The first chapter provides an overview of functional gradient materials, including their development history, characteristics, elaboration, and several domains of application. The second chapter addresses the different beam modeling theories, including the conventional Bernoulli thin beam theory (CBT), first-order shear deformation theory (FSDT), and high order shear deformation theory (HSDT).

The third chapter presents an investigation of the bending vibration behavior of a thick FGM beam on single supports based on an improved theory that takes into account normal deformation. The current theory compensates for shear by taking into consideration a constant transverse displacement and a higher order change of the axial displacement over the beam thickness. The collected findings reveal that material, shear, and normal deformation all considerably impact displacements, natural frequencies, and stresses.

The fourth chapter examined the free linear vibrations of thick, porous, functionally graded beams sitting on elastic foundations and subjected to various heat fields. The material properties are thought to be temperature sensitive and to vary continuously through the beam thickness, according to a modified power law, with two types of porosity distributions through the beam thickness taken into account, uniform and non-uniform. The equations of motion were determined using Hamilton's principle.

The influence of temperature, porosity distribution, and characteristics such as material index, porosity index, beam slenderness, elastic foundation parameters, and thermal environment on the vibration responses and critical buckling temperature of the FGM beam is highlighted using numerical models.

Keywords: Critical buckling temperature, elastic foundation, FGM, porosity.

