

**UNE APPROCHE ÉLÉMENTS FINIS HIÉRARCHIQUE BASÉE SUR LE
MODÈLE SINUS POUR L'ANALYSE DE POUTRES STRATIFIÉES**
**A HIERARCHICAL FINITE ELEMENT APPROACH BASED ON THE SINUS
MODEL FOR THE ANALYSIS OF LAMINATED BEAMS**

Philippe Vidal, Abdelkader Messak et Olivier Polit
LMpX - Laboratoire de Mécanique de Paris X - EA3981
Université Paris X-Nanterre
50, rue de Sèvres
92410 Ville d'Avray, France
e-mail: philippe.vidal@u-paris10.fr

RÉSUMÉ

Dans le cadre d'une famille de modèles sinus, un nouvel élément fini 3 noeuds est développé pour l'analyse de poutres stratifiées. Il est basé sur une distribution sinusoidale avec un raffinement par couche. La représentation de la déformation de cisaillement transverse par une fonction cosinus évite les facteurs de correction en cisaillement. Cette cinématique prend en compte les conditions de continuité aux interfaces entre les couches, et les conditions limites sur les surfaces supérieures et inférieures de la poutre. Une approche élément fini conforme est mise en oeuvre exploitant les fonctions d'interpolation de Lagrange et Hermite. Il faut noter que le nombre d'inconnues est indépendant du nombre de couches. Des test statiques et vibratoires pour des poutres minces et épaisses sont présentés pour évaluer la performance de cette famille d'éléments finis. On discute de la vitesse de convergence et de la précision des résultats. En particulier, une étude est menée sur la contrainte de cisaillement transverse calculée à partir de la relation de comportement.

ABSTRACT

In the framework of a family of sinus models, a new three-noded mechanical beam finite element is derived for the analysis of laminated beams. It is based on a sinus distribution with layer refinement. The representation of the transverse shear strain by cosine function allows avoiding shear correction factors. This kinematics accounts for the interlaminar continuity conditions at the interfaces between layers, and the boundary conditions at the upper and lower surfaces of the beam. A conforming FE approach is carried out using Lagrange and Hermite interpolations. It is important to notice that the number of unknowns is independent of the number of layers. Both static and vibration mechanical tests for thin and thick beams are presented in order to evaluate the capability of this family of finite elements to give accurate results. Both convergence velocity and accuracy are discussed. In particular, the transverse shear stress computed by constitutive relation is studied.

**MOTS CLÉS : POUTRE MULTI-COUCHE, ELEMENTS FINIS, THEORIE
D'ORDRE ELEVEE, RAFFINEMENT PAR COUCHE**

**KEYWORDS : MULTILAYERED BEAM, FINITE ELEMENT, HIGHER ORDER
THEORY, LAYER REFINEMENT**