EFFET DE LA VIBRATION TRANSVERSE SOUS CHARGE THERMIQUE DANS L'ETUDE DES NANOMATERIAUX

BESSEGHIER ABDERRAHMANE [a,c], ABDELOUAHED TOUNSI[a], MOHAMMED SID AHMED HOUARI[a], ABDELNOUR BENZAIR[a, b], LAKHDAR BOUMIA[b] AND HOUARI HEIRECHE[a, b]

a.*Laboratoire des Matériaux et Hydrologie, Université de Sidi Bel Abbés, BP 89 Cité Ben M'hidi, 22000 Sidi Bel Abbés, Algérie*
b. *Université de Sidi Bel Abbés, Département de physique, BP 89 Cité Ben M 'hidi, 22000 Sidi Bel Abbés, Algérie*
c. *Centre Universitaire de Tissemsilt, Institut des Sciences et Technologies, B.P 182,38000 Tissemsilt, Algeria*

Résumé :

En cet communication, basé sur la théorie nonlocal d'élasticité, le modèle de poutre est développé pour l'étude de la propagation des ondes dans les nanotubes de carbone (DWNTs) inclus dans un milieu élastique (matrice de polymère). Les effets du milieu élastique et les forces élastiques de Van der Waals entre les tubes internes et externes sont pris en compte. Des expressions explicites sont dérivées pour des fréquences normales et des rapports d'amplitude associés de l'intérieur aux tubes externes pour le cas de DWNTs simplement soutenu, et les influences du changement de température et de l'effet de petit échelle de longueur sur eux sont étudiées.

L'équation du mouvement de vibration transverse est donnée par le modèle de poutre d'Euler-Bernoulli.

Des courbes illustrant les variations de fréquences sont présentés.

Abstract :

L'objectif de ce travail est l'étude de la vibration transverse de nanotube de carbone soumi à une charge thermique et incorporé dans un milieu élastique. Les nanotubes de carbones sont classifiés comme simple, double ou multi -tubes selon le nombre de tubes de carbone.

L'effet thermique sur la propagation des ondes dans les nanotubes de carbone à double paroi (DWNTs) inclus dans une matrice de polymère est étudié en ce document par l'intermédiaire de l'élasticité nonlocal. L'effet de petite taille (non local) sur la vibration des nanotubes de carbone sont explicitement dérivés par un modèle complet de poutre continu. Dans des calculs d'exemple, les propriétés mécaniques des nanotubes de carbone et de la matrice de polymère, respectivement, sont traitées comme fonctions de température. Le travail de recherche indique la signification de l'effet de petite taille sur la propagation des ondes dans DWNTs.

Mots clefs: **Nano-structures, Vibration, poutre Euler-Bernoulli, modélisation, non local.**

1 Établissement des formules pour modèle non local

Dans le cas du modèle de poutre d'Euler-Bernoulli, le mouvement de vibration transverse est décrit par :

$$\frac{\partial Q}{\partial \mathrm{x}} + N_t \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + f(x) + p(x) = \rho\, A \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} \qquad (1)$$

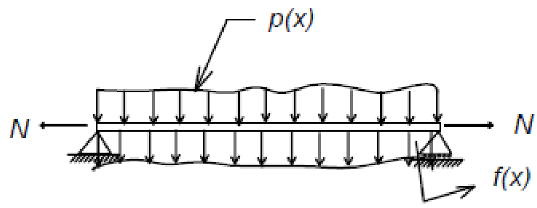

FIG.1-Schéma de la poutre avec les sollicitations prévues

p(x) est la force transversale distribuée le long de l'axe *x*, *w(x, t)* est la déflexion transversale, ρ est la densité, *A* est la section en coupe de la poutre, *f(x)* est la pression d'interaction par longueur axiale d'unité entre le nanotube et le milieu élastique environnant, L'effet thermique crée par N_t se présente comme une force axiale dont son sens est vers l'extérieur du tube, soit une traction et qui dépend de la température *T* et de coefficient de dilatation thermique de nanotube α. Cette force peut être exprimée par: $N_t = -EA\alpha T$.

Q est la force de cisaillement résultante sur la section transversale.

La loi de Hooke (contrainte-déformation) non local peut être écrite ainsi:

$$\sigma - (e_0 a)^2 \frac{\partial^2 \sigma}{\partial x^2} = E\varepsilon \qquad (2)$$

E est le module d'Young, le coefficient e_0a représente l'effet de taille sur la réponse des structures dans la théorie d'élasticité nonlocal (Eringen, 1976).

Après des substitutions et dérivations, l'équation du mouvement (1) peut être exprimée ainsi par la déflexion transversale :

$$f(x) + p(x) = EI\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + \rho A\frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + EA\alpha T\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} - (e_0 a)^2\left(\rho A\frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial t^2} + EA\alpha T\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} - \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 p}{\partial x^2}\right) \qquad (3)$$

C'est l'équation générale pour les vibrations transversales d'une poutre élastique sous une charge répartie transversale et une force thermique avec le milieu élastique environnant sur la base d'élasticité non local.

La résolution de l'équation (3) nous donne la valeur de la fréquence ω. En faisant varier la température, le milieu élastique et le coefficient e_0a des courbes sont établis définissant ainsi leur influence sur la fréquence de vibration.

2 Solutions du problème

La résolution de l'eq (3) nous donne deux fréquences, où ω_{nI} est la fréquence normale inférieure, ω_{nII} est la plus haute fréquence normale.

Les effets du changement de température de petite taille, du paramètre de Winkler, et des forces de Van der Waals entre les nanotubes intérieurs et externes sont pris en compte. Les propriétés mécaniques des nanotubes de carbone et de la matrice de polymère, respectivement, sont traitées comme fonctions de changement de température.

References

[1] S. Iijima, Nature 354 (1991) 56.
[2] S.P. Timoshenko, Philos. Mag. 41 (1921) 744.
[3] A.C. Eringen, J. Appl. Phys. 54 (1983) 4703.