



## **Propriétés effectives dynamiques commandables d'un cristal phononique piézoélectrique couplé à un circuit électrique externe**

O. Poncelet, A. Kutsenko et A. Shuvalov

Université de Bordeaux, Institut de Mécanique et d'Ingénierie (site bât. A4), 351 cours de la Libération,  
33405 Talence, France  
olivier.poncelet@u-bordeaux1.fr

**CFA2014/394****Propriétés effectives dynamiques commandables d'un cristal phononique piézoélectrique couplé à un circuit électrique externe**

O. Poncelet, A. Kutsenko et A. Shuvalov

Université de Bordeaux, Institut de Mécanique et d'Ingénierie (site bât. A4), 351 cours de la Libération, 33405 Talence, France

olivier.poncelet@u-bordeaux1.fr

Cette communication concerne la propagation unidimensionnelle d'une onde longitudinale à travers un empilement périodique de couches élastiques/piézoélectriques possédant des conditions électro-mécaniques internes déterminées par un circuit électrique externe. La cellule élémentaire consiste en générale en une alternance de couches élastiques et piézoélectriques qui peuvent être soit uniformes ou hétérogènes. Les bords de chacune des couches piézoélectriques  $j$  possèdent des électrodes qui sont électriquement reliées l'une à l'autre par une capacité  $C_j$ . Cette capacité du circuit électrique joue le rôle de contrôle électrique externe des propriétés de la structure phononique, qui deviennent ainsi commandables.

L'étude présente se focalise sur la modélisation mathématique du couplage du cristal phononique avec les circuits électriques externes dans le cadre de la méthode des matrices de transfert, ainsi que sur l'obtention des propriétés effectives dynamiques du milieu homogénéisé commandable. A cause des conditions aux limites électriques, la matrice de transfert  $\mathbf{M}$  de la cellule élémentaire (initialement matrice  $4 \times 4$  décrivant l'évolution du champ électro-mécanique en l'absence de conditions internes) peut être réduite à une matrice de transfert  $2 \times 2$  décrivant le champ mécanique uniquement. En conséquence, le milieu homogène équivalent de la structure piézoélectrique électriquement connectée peut être considéré comme purement élastique même si ses paramètres mécaniques effectifs dépendent des coefficients piézoélectriques et diélectriques de la structure réelle, ainsi que des capacités  $C_j$  présentes dans le circuit électrique externe. La masse volumique effective  $\rho_{\text{eff}}(\omega)$  et le module d'élasticité effectif  $c_{\text{eff}}(\omega)$  dynamiques sont déterminés, selon le format élaboré par Willis, aux grandes longueurs d'ondes (régime quasi-statique) et à des fréquences finies au-delà de la première bande d'arrêt.