

Identification de défauts par onde de Lamb

Alice DINSENMEYER & Thomas LECHAT

Résumé

I. Introduction

Différents types d'ondes élastiques sont connus dans la propagation dans la matière. Ces ondes peuvent être séparées en 2 catégories : les ondes de locales (longitudinales et transversales) qui sont solutions de l'équation d'onde en milieu infini et les ondes dites modales (à ne pas confondre avec la théorie modale) qui apparaissent quand on prend en compte les conditions limites aux interfaces. Les ondes de cette seconde catégorie sont constituées d'ondes longitudinales (L) et transversales (T) qui se recombinent quand on prend en compte les conditions limites. Dans cette catégorie, on peut citer les ondes de Rayleigh pour un matériau semi-infini avec une interface vers le vide ou encore les ondes de Lamb pour une plaque dans le vide (2 interfaces vide-solide). Ces dernières ont été mise en évidence par Lamb en 1917 [Lamb], se sont des ondes guidées se propageant dans la plaque. C'est sur l'utilisation des ondes de Lamb dans le contrôle non destructif que porte se document.

II. Les ondes de Lamb

Afin de mettre en évidence l'existence d'une guidée dans une plaque, on considère une plaque d'épaisseur h , *in vacuo*, dans laquelle se propage des ondes T et L. L'ensemble des ondes T peuvent être écrites sous la forme de 2 onde équivalente (une se propageant vers le haut, l'autre vers le bas), de même pour les ondes L. Cela est possible car selon la loi de Snell-Descartes, la direction des vecteurs d'ondes restent inchangés pendant la propagation. Un schéma explicatif est représenté figure 1.

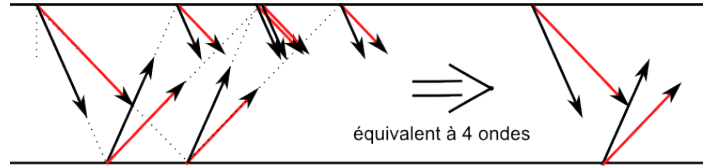


Figure 1 – Schéma de la propagation des ondes dans une plaque *in vacuo*.

Il y a donc 4 inconnus au problèmes (correspondant au 4 amplitudes des ondes). Après applications des conditions limites (contraintes normales et tangentielles nulles aux interfaces car la plaque est *in vacuo*, on obtient un système de 4 équations à 4 inconnus. Il est ensuite facile d'en tirer l'équation de dispersion des ondes dans le milieu en prenant le déterminant de la matrice du système d'équation. Celle-ci montre qu'il existe 2 types de modes après recombinaison des ondes T et L : les modes symétriques (notés S_i) et anti-symétriques (notés A_i) qui correspondent à des ondes de compression et des ondes de flexion. Les champs de déplacements de ses 2 types de modes sont représentés sur le schéma 2.

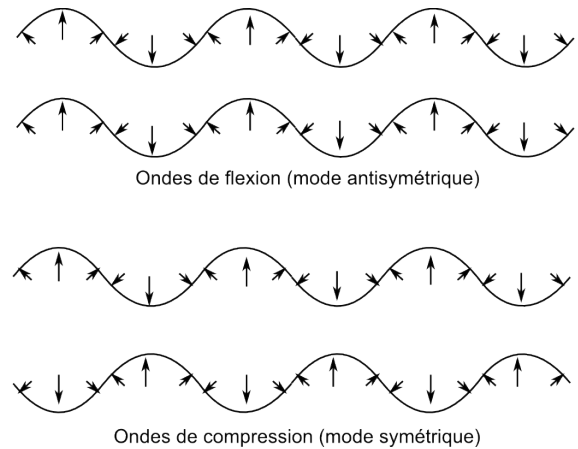


Figure 2 – Déplacements des 2 modes des ondes de Lamb.

1.1. Courbes de dispersion

Les courbes de dispersions des ondes de Lamb peuvent être représentées de différentes manières. Dans la figure ??, les vitesses de phases sont présentées en fonction de $f.h$ ou h est l'épaisseur de la plaque.

III. Mesure de temps de vol sur une plaque d'acier

Dans cette section, une onde de Lamb est générée au moyen d'un capteur piézo-électrique dans une plaque d'aluminium de $d = 5.6mm$ d'épaisseur. Le transducteur est placé en incidence normale sur la plaque (avec un couplant), c'est donc les ondes générées par le bord du transducteur qui rayonnent dans la plaque et se combinent pour former les ondes de Lamb. Stricto senso, se sont des ondes de Lamb gé-

néralisées qui sont produites : c'est la généralisation des ondes de Lamb pour une plaque dans un fluide

léger. Un rayonnement de ces ondes est possible dans le fluide. Le but étant de valider les courbes trouvées précédemment, le temps de vol d'impulsions pour différentes fréquences (bursts de 3 cycles) sont relevés avec un deuxième capteur piézo-électriques placé à une distance connue de l'émetteur. Les points représentés figure ?? sont obtenues à partir des vitesses calculées en fonction des temps de vols.

1.1. Ondes de fuites

couplant+ capteur = onde de fuite

IV. Utilisation d'un EMAT pour contrôler un tuyau

V. Conclusion

Références

[Lamb] Lamb, H. 1917. "On Waves in an Elastic Plate. *Proc. Roy. Soc. London, Ser. A* 93, 114–128