



# Simulation numérique des phénomènes d'Emission Acoustique associés à la propagation de fissures

Ali AKROUT, Mabrouk Ben Tahar, Mohamed HADDAR – 2010/2011



Laboratoire Roberval  
École doctorale de l'UTC  
Université de Technologie de Compiègne

Unité de Mécanique, Modélisation et Production  
École doctorale de l'ENIS  
École Nationale d'Ingénieurs de Sfax

## Objectif

L'objectif de ce travail de recherche est le développement d'une approche par éléments finis pour la modélisation de la transparence acoustique d'un système double vitrages feuilletés.

## Domaines d'applications

Les systèmes doubles vitrages feuilletés trouvent leurs applications dans les secteurs du bâtiment, de l'industrie automobile et de l'aéronautique.

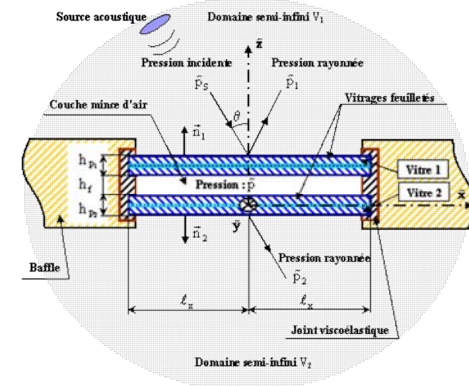


Fig. 1. Système double vitrages feuilletés

## 1. Développement d'une famille de plaques multicouches

Une combinaison des théories de KIRCHHOFF et celles de MINDLIN des plaques minces et l'élaboration d'une loi de comportement d'interface spécifique aux films ultra-minces de colle destinés à l'assemblage des structures multicouches, permet le développement d'un modèle dynamique qui décrit de façon adéquate le comportement vibratoire d'une structure feuilletée.

### Hypothèses

- Peaux obéissant à l'hypothèse KIRCHHOFF (cisaillement transverse négligé)
- Cœurs obéissant à l'hypothèse de MINDLIN (cisaillement transverse pris en compte)
- Film ultra-mince (épaisseur nulle) obéissant à une loi de comportement spécifique traduisant la discontinuité des déplacements au niveau de l'interface
- La continuité de déplacement est considérée entre deux feuilles KIRCHHOFF et/ou MINDLIN sans film.

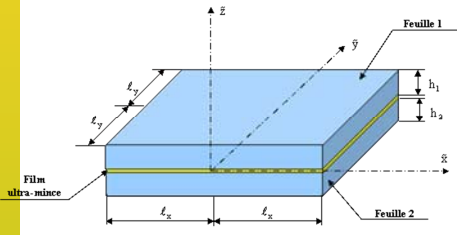


Fig. 2. vitrage feuilleté

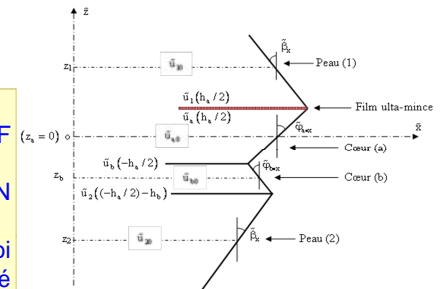


Fig. 3. Cinématique d'un feuilletage

## 2. Conditions d'encastrement d'un double vitrages

Les deux vitres feuilletées sont fixées dans un baffle rigide par l'intermédiaire d'un joint viscoélastique dont les propriétés mécaniques (module d'Young et coefficient de viscosité) permettent de le modéliser par des systèmes à base de ressorts-amortisseurs de translation et de rotation.

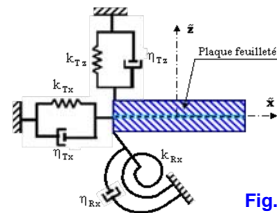


Fig. 4. Joint viscoélastique

## Loi de comportement d'un joint viscoélastique

$$F_{J \bullet T} = ([K_{J \bullet T}] - i\omega[A_{J \bullet T}])\{u_{J \bullet T}\}$$

$$F_{J \bullet R} = ([K_{J \bullet R}] - i\omega[A_{J \bullet R}])\{u_{J \bullet R}\}$$

## 3. Cavité fluide

La prise en compte des effets viscothermiques de la cavité mince d'air permet d'obtenir l'équation dynamique couplée plaques-fluide thermovisqueux.

$$\Delta p(x, y) + K_{\text{eff}}^2(k_v)p(x, y) = -\frac{\ell_s^2 \gamma \omega^2}{c_f^2 B_1(k_v)}(w_1(x, y) - w_2(x, y))$$

## 4. Résultats numériques

- La prise en compte des effets viscothermiques engendre un amortissement considérable au niveau de la réponse vibro-acoustique d'un système double vitrages feuilletés
- La présence d'un film ultra-mince de colle au niveau de l'interface permet d'améliorer le comportement dynamique d'un feuilletage.

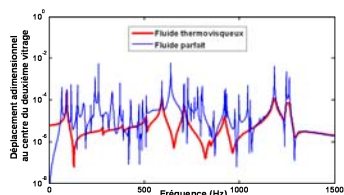


Fig. 5. Effets viscothermiques de la cavité d'air

## Hypothèses: Modélisation des couches fluides minces

- Épaisseur de la couche fluide petite devant la longueur d'onde acoustique
- Épaisseur de la couche fluide petite devant les dimensions des plaques
- Épaisseur de la couche limite visqueuse petite % dimensions des plaques
- Épaisseur de la couche limite thermique petite % dimensions des plaques
- Composante de la vitesse du fluide selon l'épaisseur de la cavité négligeable devant les composantes de la vitesse du fluide dans le plan (x,y).

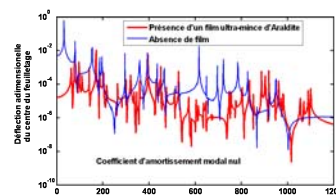


Fig. 6. Effets du cisaillement d'un film ultra-mince

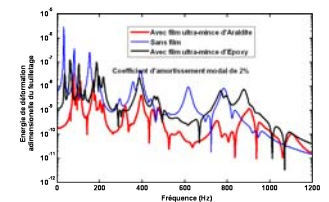


Fig. 7. Influence de la rigidité d'un film ultra-mince

## 5. Conclusion

Le comportement vibro-acoustique d'un système double vitrages feuilletés ainsi que le comportement dynamique d'un feuilletage à base de film ultra-mince ont été analysés.

