

Examen du module de « Dynamique des structures », partie « analyse modale »

Tous les documents sont autorisés.

1- Questions de cours

- 1- L'analyse modale expérimentale fournit les modes d'un système, qui sont généralement complexes. Est-ce vrai ? Pourquoi ? (1 ligne)
- 2- Les modèles 'Éléments Finis' fournissent au contraire des modes réels ? Est-ce vrai ? Pourquoi ? (1 ligne)
- 3- Dans quel(s) cas le lien entre modes complexes et modes réels est-il simple ? (3 lignes)

2- Détermination des deux premiers modes d'une guitare classique

L'analyse modale expérimentale a pour objectif d'identifier certaines caractéristiques vibratoires des structures mécaniques à partir de fonctions de transfert mesurées. Ces caractéristiques sont les fréquences propres, les amortissements réduits et les déformées modales.

Dans l'exercice proposé ici, nous nous attacherons à étudier les deux premiers modes vibro-acoustiques d'une guitare. En particulier, nous étudions le couplage entre l'air compris dans l'évent et la table d'harmonie. Pour cela, un marteau d'impact muni d'un capteur de force applique un effort au centre de la table d'harmonie, au niveau du chevalet. Au même point, un accéléromètre mesure l'accélération. La mesure de la vitesse du fluide au centre de l'évent (également appelé rose) est effectuée par une sonde intensimétrique composée d'un doublet microphonique. Avec ce protocole expérimental, représenté schématiquement figure 1, nous pouvons collecter deux fonctions de transfert de type mobilité, l'une au centre de la table d'harmonie (V_1/F) et l'autre au centre de l'évent (V_2/F) (voir figure 2).

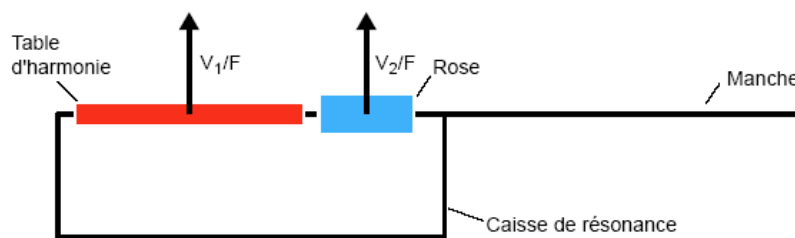


Figure 1 : descriptif schématique du protocole expérimental. Les flèches représentent l'orientation positive de la direction de mesure.

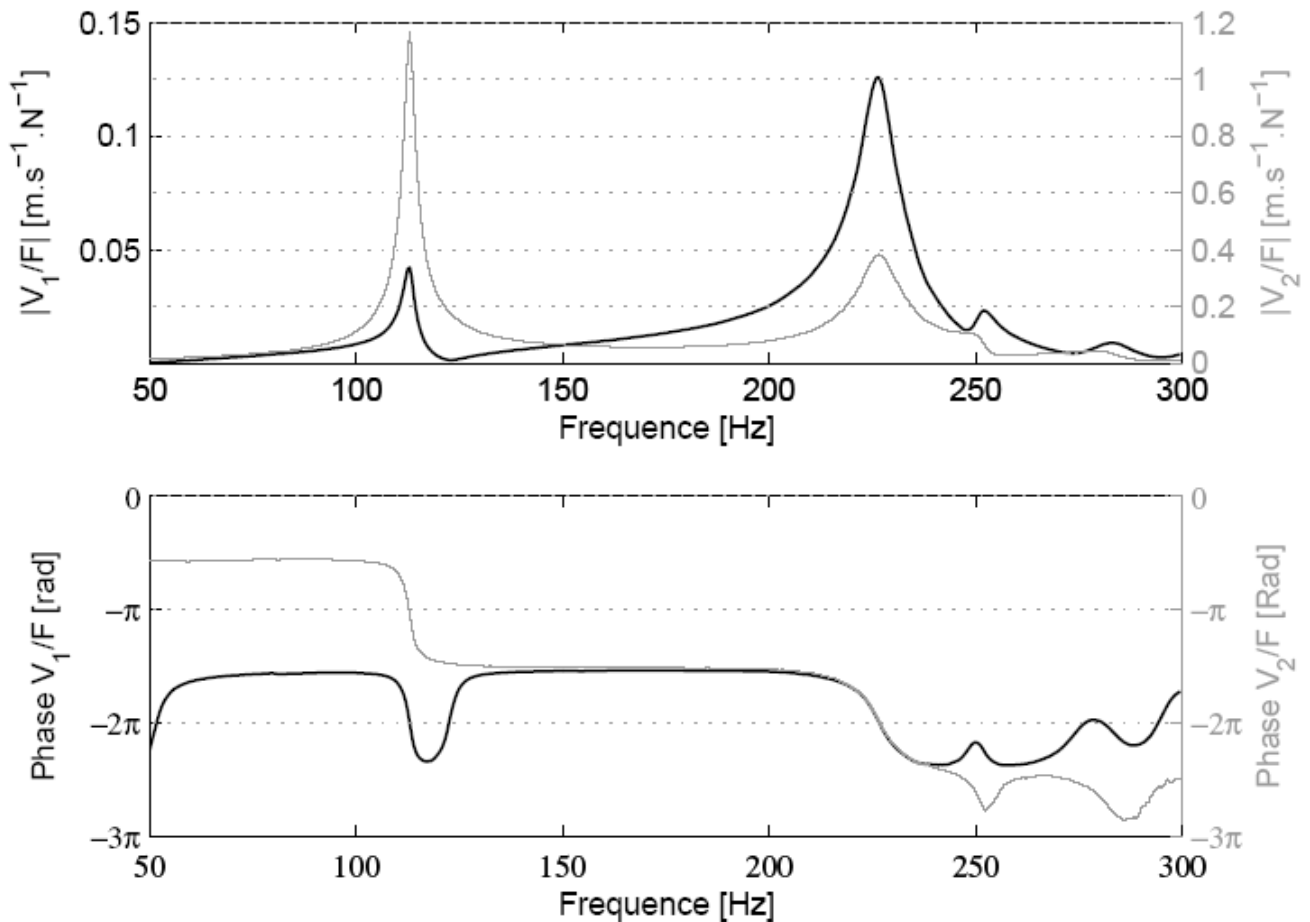


Figure 2 : fonctions de transfert de type mobilités mesurées aux points 1 et 2.

- 1- Décrivez ce qu'est une méthode SDOF (1 ligne), ce qu'est une méthode MDOF (1 ligne). Compte tenu des résultats expérimentaux présentés ici, quelle méthode proposez-vous d'utiliser ici ? Pourquoi ?
- 2- Pour les données expérimentales, les largeurs de bande à -3dB des deux pics sont estimées à $\Delta f_1 = 3$ Hz et à $\Delta f_2 = 8$ Hz sur la fonction de transfert V_2/F . Déterminer les fréquences et amortissement des deux premiers modes.
- 3- Définissez et déterminez les vecteurs déformées modales, que vous noterez Φ_1 et Φ_2 .
- 4- Représentez et interprétez les modes Φ_1 et Φ_2 .

Annexe : rappel et notations

On rappelle que pour un système à amortissement proportionnel, la fonction de transfert mobilité entre deux points du système est de la forme

$$H_{ij}(\omega) = \frac{x_i(\omega)}{F_j(\omega)} = j\omega \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\Phi_{ik} \Phi_{jk}}{-\omega^2 + 2j\xi_k \omega_k \omega + \omega_k^2} .$$

Dans cette expression, on a convenu des notations suivantes :

i, j : indices désignant deux degrés de liberté du système

ω : pulsation

$x_i(\omega)$: déplacement du degré de liberté i

$F_j(\omega)$: effort exercé sur le degré de liberté j

$\Phi_k = [\Phi_{1k} | \Phi_{2k} | \dots | \Phi_{ik} | \dots | \Phi_{1k}]^t$: vecteur déformée modale du mode k

ω_k : pulsation propre du mode k