

Séminaire du LVA

Étude des hypothèses de la SEA en vibro-acoustique

Thibault LAFONT

Doctorant, LVA-INSA de Lyon et LTDS-École Centrale de Lyon

Mercredi 3 juillet 2013 à 13h00

Salle de cours du LVA- INSA de Lyon

25 bis Avenue Jean Capelle, 69621 VILLEURBANNE

La SEA (Statistical Energy Analysis) est une méthode en vibro-acoustique introduite par Lyon [1] qui utilise des équations relativement simples et qui séduit les industriels dès que d'autres méthodes de résolution (méthode des éléments finis, méthode de tirs de rayons, etc) ne sont pas faisables (coût des calculs, taille des systèmes à résoudre, etc). Néanmoins, utiliser la SEA requiert un respect des hypothèses qu'elle préconise. Les difficultés à satisfaire ces hypothèses ont motivés plusieurs études [2-4] et ont divisés la communauté scientifique. En effet, il y a dans la littérature, trois manières distinctes d'appréhender la SEA. Chacune est basée sur une hypothèse de départ : le champ diffus, l'équipartition de l'énergie et l'excitation de type 'rain on the roof'.

Quelles sont les hypothèses absolument nécessaires en SEA ? Parmi ces trois hypothèses de départ y a-t-il équivalence ? Le but de cette présentation est de proposer des éléments de réponse à ces différentes questions. Cette étude se base sur les modèles de plaques (exemple figure 1) pour quantifier chaque hypothèse et dégager la ou les hypothèses fondamentales ou celles qui peuvent être contournées.

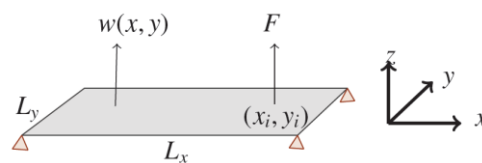


Figure 1 : Cas d'une plaque appuyée-appuyée sollicitée par une force ponctuelle

Pour quantifier chaque hypothèse des critères de nature statistique sont proposés. Leurs expressions sont données par

$$\sigma_{diffuse} = \frac{\sqrt{\langle E^2 \rangle - \langle E \rangle^2}}{\langle E \rangle}$$

$$\sigma_{equipartition} = \frac{\sqrt{\langle E_{nm}^2 \rangle - \langle E_{nm} \rangle^2}}{\langle E_{nm} \rangle}$$

Pour l'hypothèse de champ diffus, l'écart type est évalué entre les densités d'énergie de deux points de la plaque; pour l'équipartition de l'énergie, l'écart type entre deux énergies modales. Lorsque $\sigma_{diffuse}$ tend vers zéro, les densités d'énergie sont égales en tout point de la plaque. Le champ est parfaitement diffus. De la même manière, lorsque $\sigma_{equipartition}$ tend vers zéro, les énergies modales sont distribuées de manière équivalente sur la bande de fréquence.

Les résultats de cette étude montrent que l'hypothèse d'efforts aléatoires décorrélées de type bruit blanc (excitation 'rain on the roof') implique l'hypothèse de champ diffus. La réciproque est néanmoins fautive. En effet, le champ peut être diffus si une seule excitation est employée et si l'amortissement de la structure est suffisamment faible. Par ailleurs, il y a équivalence stricte entre excitation rain on the roof et équipartition de l'énergie modale. Le principe d'équipartition implique, par conséquent, indirectement le champ diffus.

[1]R. H. Lyon, G. DeJong. Theory and application of Statistical Energy Analysis. Butterworths-Heimann, 1995.

[2]C. B. Burroughs, R.W. Fischer and F. R. Kern. An introduction to statistical energy analysis. J. Acoustic. Soc. Am. 101(4):1779-1789, 1997.

[3]H. G. D. Goyder. Vibrational power flow from machines into built-up structures. Journal of Sound and Vibration. 68(1):59-75, 1980.

[4]W. Wöhle. Coupling loss factors for statistical energy analysis of sound transmission at rectangular structural slab joints. Journal of Sound and Vibration. 77(3):335-344, 1981.