



HAL
open science

Évolution des paramètres viscoélastiques de bois de lutherie soumis à des vibrations à long terme

Vincent Gauthier, Sandie Le Conte

► **To cite this version:**

Vincent Gauthier, Sandie Le Conte. Évolution des paramètres viscoélastiques de bois de lutherie soumis à des vibrations à long terme. 5èmes journées du GDR 3544 “ Sciences du bois ”, GDR 3544 “ Sciences du bois ”, Nov 2016, Bordeaux, France. hal-02512685

HAL Id: hal-02512685

<https://hal.science/hal-02512685>

Submitted on 19 Mar 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Evolution des paramètres viscoélastiques de bois de lutherie soumis à des vibrations à long terme

Gauthier Vincent¹, Le Conte Sandie²

¹ Stagiaire ingénieur – Ecole Nationale d'Ingénieurs du Mans (ENSIM)

² Ingénieur de recherche – Equipe Recherche et Conservation, Cité de la Musique
vincent_gauthier@outlook.fr, vincent.gauthier.etu@univ-lemans.fr

Mots clefs : Viscoélasticité, AMD, conservation, patrimoine.

Contexte

Les praticiens de la musique occidentale s'accordent à dire que les instruments à table d'harmonie s'améliorent lorsqu'ils sont joués. En gardant à l'esprit la subjectivité de cette affirmation, il est possible de se questionner quant à l'impact du jeu d'un musicien sur l'évolution des instruments. Parmi les raisons possibles se trouve le vieillissement des matériaux. En particulier, le bois se retrouve dans bon nombre d'instruments, et il est légitime de penser qu'il a un rôle à jouer dans le fondement de ces dires.

En effet, ce matériau est connu pour être susceptible aux variations de son environnement. Est-ce que l'application de vibrations de longues durées, semblables à celles que le musicien impose à son instrument a une influence sur les propriétés physico-chimiques de ce matériau ?

Il est intéressant de se pencher du côté de la viscoélasticité et d'étudier le module d'élasticité en flexion et le facteur de pertes. Ce sont les paramètres qui pilotent en partie le rayonnement acoustique d'une plaque. Or, qu'est-ce qu'une table d'harmonie si ce n'est une plaque mince ? Cette étude est inspirée de celle réalisée par N. Sobue ^[1] en 1995.

Théorie

Les paramètres viscoélastiques étudiés sont le module d'Young en flexion, noté E , et le facteur de pertes, noté $\tan \delta$. En toute rigueur c'est le facteur d'amortissement qui se retrouve dans le rayonnement acoustique, celui-ci pouvant être dû aux frottements visqueux avec l'air, au rayonnement acoustique, à la thermoélasticité et la viscoélasticité. Dans le cas d'une poutre élancée en bois il a été montré ^[2] que ce sont les pertes viscoélastiques qui prédominent.

Le travail s'appuie sur la théorie d'Euler-Bernoulli. Les poutres sont considérées en conditions libres aux limites et excitées en vibrations forcées. Finalement, le module d'Young s'obtient par la relation (1) et le facteur de pertes par la relation (2), avec f_1 la fréquence de résonance du premier mode de flexion, ρ la masse volumique, A la section droite de la poutre, l la longueur de la poutre, I le moment quadratique de la section droite, $\beta_1 l$ un coefficient issu des tables des solutions de poutres en flexion. Q est le facteur de qualité du pic de résonance.

$$E = \frac{4\pi^2 f_1^2 \rho A l^4}{I(\beta_1 l)^2} \quad (1) \quad \tan \delta = Q^{-1} \quad (2)$$

Mise en œuvre de la mesure

Le système de mesure mis en place est inspiré de celui utilisé par N. Sobue. L'excitation est appliquée à distance sur la poutre à l'aide d'un électroaimant et d'une lamelle de clinquant. La mesure se fait à l'aide d'un capteur laser de déplacement. La poutre est suspendue en conditions aux limites libres sur ses lignes nodales à l'aide de fils de couture assimilables à

des cordes infiniment souples. Ainsi la mesure n'induit pas d'amortissement supplémentaire dans le système étudié, ce qui assure une mesure des pertes intrinsèques au matériau.

Afin de différencier l'évolution « naturelle » des paramètres mécaniques de celle due à l'application de vibrations, une éprouvette témoin et une éprouvette test ont été utilisées pour chaque expérience. De plus l'expérience se fait en atmosphère stabilisée en température et humidité.

Les poutres de bois ont été conditionnées selon le protocole éprouvé par le LMGC^[3], c'est-à-dire un séchage « doux » à 65°C et 20% d'humidité. Les mesures ont été réalisées sur deux semaines en général, avec une mesure des paramètres mécaniques toutes les heures pour l'éprouvette test et tous les jours pour celle témoin. Des mesures de masse ont aussi eu lieu à intervalles réguliers.

Résultats

Les poutres, élancées, sont soumises à deux expériences en conditions opposées et extrêmes : les unes sont stabilisées à 85% d'humidité, les autres sont séchées dans un état quasi-anhydre.

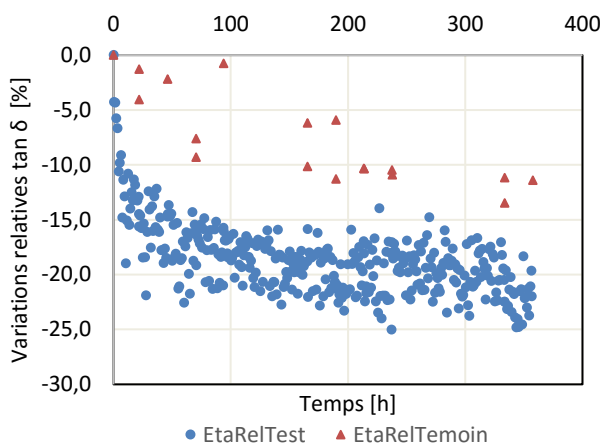


Fig. 1

Seuls des résultats en conditions saturées sont présentés ici. Les variations relatives des facteurs de pertes des deux éprouvettes sont données en Fig. 1.

Il est clairement visible que deux tendances se dégagent : l'éprouvette mise en vibration (bleu) voit son $\tan \delta$ diminuer bien plus que celui de l'éprouvette témoin (rouge). Un phénomène supplémentaire au séchage naturel du bois a donc lieu, ce qui confirme les hypothèses de N. Sobue. Les résultats seront développés lors de la présentation du poster.

Références

- [1] Sobue N. (1995) Effect of Continuous Vibration on Dynamic Viscoelasticity of Wood, Symp. on Musical Acoustics, p 326-334
- [2] David B. (1999) Caractérisations acoustiques de structures vibrantes par mise en atmosphère raréfiée. Thèse Université Paris VI - Sciences et Techniques du Languedoc, Département de mécanique. p169-174.
- [3] Bremaud I. (2006) Diversité des bois utilisés ou utilisables en facture d'instruments de musique [...]. Thèse Université Montpellier II - Sciences et Techniques du Languedoc, Département de mécanique. p50.