



**HAL**  
open science

## Remplacement de la table d'harmonie du violon par un sandwich balsa/fibre de lin

Kerem Ege, Jean-François Caron, Stéphane Marcadet, Hugo Martin

### ► To cite this version:

Kerem Ege, Jean-François Caron, Stéphane Marcadet, Hugo Martin. Remplacement de la table d'harmonie du violon par un sandwich balsa/fibre de lin. Journées Scientifiques et Techniques AMAC - Matériaux composites renforcés par des fibres végétales, Jun 2010, Lorient, France. hal-00558490

**HAL Id: hal-00558490**

**<https://hal.science/hal-00558490>**

Submitted on 10 Oct 2012

**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.

# Remplacement de la table d'harmonie du violon par un sandwich balsa/fibre de lin

Kerem Ege<sup>1</sup>, Jean-François Caron<sup>2</sup>, Stéphane Marcadet<sup>3</sup> et Hugo Martin<sup>3</sup>

Le remplacement des tables d'harmonie d'instruments à cordes par des structures en matériau composite est un sujet qui passionne les luthiers et les facteurs de piano. Le principal défi est de trouver un matériau qui puisse reproduire les remarquables propriétés vibratoires du bois et en particulier de l'épicéa : une forte rigidité longitudinale pour une très faible densité, et de faibles facteurs de pertes viscoélastiques.

Nous présentons dans cette communication une étude concrète effectuée sur le violon. Ce travail a été mené dans le cadre d'un module expérimental (mécanique / matériaux composites) de l'École Polytechnique. L'originalité de ce travail repose dans la recherche d'une même densité modale asymptotique (à surface donnée) entre la table de substitution en matériau composite et la table d'harmonie d'origine en épicéa, tout en conservant au mieux la position des premières fréquences propres. Par ailleurs la structure doit vérifier certains critères vibro-acoustiques : un coefficient de rayonnement élevé et des facteurs de pertes viscoélastiques comparables à ceux de l'épicéa.

Nous avons opté pour une structure sandwich dont l'âme est en balsa et dont les peaux sont formées chacune d'un empilement de couches de fibre de lin pré-imprégnées (résine époxy). Plus légère que la fibre de carbone ou la fibre de verre et possédant des caractéristiques d'amortissement plus importantes (études sur raquette de tennis), qui plus est d'origine naturelle, les fibres végétales nous ont parus constituer une alternative intéressante aux matériaux composites habituellement utilisés dans la facture instrumentale. L'épaisseur de l'âme, le nombre de couches de fibre de lin et l'angle d'orientation des fibres ont été déterminés par un calcul d'optimisation sous contraintes dont les objectifs sont le coefficient de rayonnement, l'espacement intermodal moyen et la première fréquence de torsion de la table en épicéa. Ces valeurs ont été mesurées sur la table en épicéa après déblage et retrait de la barre de table.

Le violon final ainsi que la table d'harmonie d'origine sont présentés à la figure ci-contre. La table en composite est conforme aux attentes : les premières fréquences propres et les densités modales asymptotiques des deux tables sont particulièrement proches. La table en composite est par ailleurs plus fine et plus légère que l'originale (d'environ 20%). Les luthiers ayant joué sur l'instrument rapportent que *la qualité du son est bonne* : le son est *doux, plaisant, agréable*, le violon est *facile à jouer*. L'instrument sonne *comme un violon* mais comparé à un instrument de bonne qualité il ne *porte pas assez*, ne *projette pas assez* ; le son est *dedans, comme un peu trop étouffé*. L'énergie vibratoire perdue dans la table en composite est trop importante (trop d'amortissement) ; des mesures vibro-acoustiques sur l'instrument en composites en situation de jeu confirment les remarques des luthiers. Une solution serait par exemple de coupler la fibre de lin à la fibre de carbone qui possède des facteurs de pertes très inférieurs.



<sup>1</sup> Unité de Mécanique (UME) ENSTA-ParisTech

<sup>2</sup> UMR Navier-ENPC

<sup>3</sup> Étudiants de l'École Polytechnique (X2007)