

Sujet de stage LAM

Etude du comportement vibratoire des harpes d'Afrique Centrale

- Lieu : Équipe LAM, Institut Jean le Rond d'Alembert, Jussieu (Sorbonne Univ.)
- Durée : 6 mois
- (optional) Début : À partir du 01/03/2021
- Directeurs de stage : Jean-Loic Le Carrou (LAM)
- Co-encadrement : Baptiste Chomette (LTDS), François Fabre (LAM)
- Rémunération : montant forfaitaire (approx. 550 euros par mois, soumis à réévaluation)

Contexte

Le projet NGOMBI dans lequel s'insère ce stage vise à étudier les processus évolutifs des instruments de musique de population de tradition orale en se basant sur une démarche interdisciplinaire mêlant ethnomusicologie, linguistique, acoustique, etc. En particulier, les harpes d'Afrique Centrale que l'on rencontre de nos jours et qui sont présentes sous des formes historiques dans les collections muséales, témoignent de la grande diversité de leurs caractéristiques morphologiques et acoustiques, de leurs répertoires et de leurs appellations. D'un point de vue acoustique, cette diversité entraîne des différences sonores qu'il faut, dans le cadre de ce projet, quantifier à l'aide de descripteurs vibroacoustiques. Pour cela, un modèle numérique hybride est développé afin de réaliser une étude paramétrique des éléments constitutifs de l'instrument. Le terme hybride se réfère à un modèle alimenté par des paramètres obtenus expérimentalement combinés à des paramètres provenant de la théorie physique (e.g. modèle de vibration de plaque ou de corde). Cet aspect du modèle se justifie par la présence de harpes incomplètes dans les collections muséales dont l'étude nécessite de les compléter. Une thèse s'attachant à ces problématiques vibro-acoustiques est réalisée actuellement, le stagiaire sera d'ailleurs amené à collaborer avec le doctorant concerné.

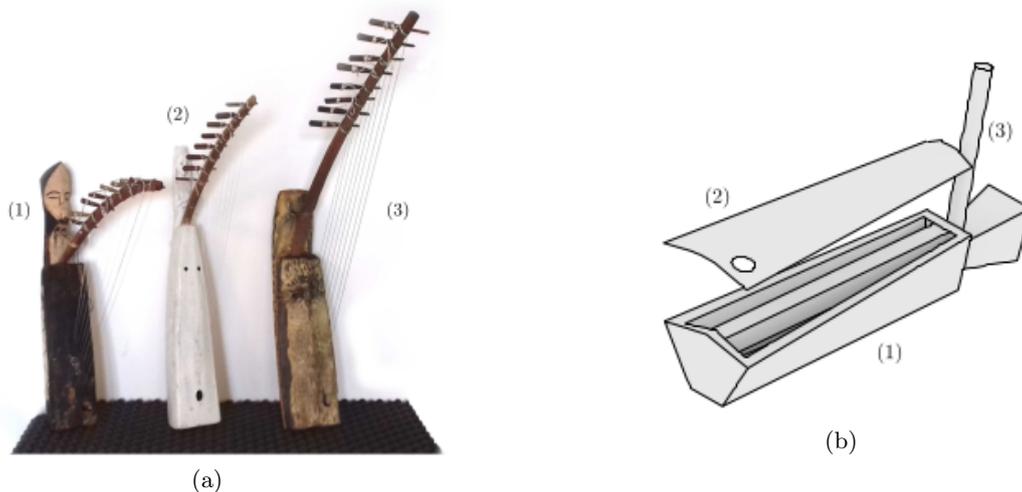


Figure 1: (a) Photo des trois harpes collectées par M.-F. Mifune parmi les ethnies: (1) Massango; (2) Fang; (3) Tsogho; (b) représentation d'une harpe éclatée: (1) caisse de la harpe, taillée en général d'un bloc; (2) peau tendue sur la caisse, comportant un ou plusieurs events; (3) manche de la harpe, permettant l'accord des huit cordes.

Sujet

L'objectif de ce stage est de fournir des outils permettant à terme de caractériser le comportement vibroacoustique de harpe d'Afrique Centrale (figure 1). Différents axes sont envisagés pour ce stage à l'heure actuelle. Quatre sont plutôt expérimentaux et concernent respectivement, la mesure de propriétés mécaniques de cordes en fibre végétale (matériau anciennement utilisé pour cet instrument) sur un banc de corde, l'analyse de sensibilité aux conditions d'hygrométrie et de température d'un corpus de harpe à notre disposition, l'étude de descripteurs vibroacoustiques validés pour des instruments de musiques occidentaux et le développement d'un système de mesure embarqué destiné aux missions de terrains. Les deux autres axes sont numériques et portent sur la modélisation des comportements vibratoire et acoustique des harpes. Pour cela, il est envisagé d'implémenter un modèle de vibration et de la valider d'abord pour des systèmes académiques puis pour des structures réelles. L'étude du rayonnement acoustique consiste à implémenter la méthode des éléments aux frontières, en l'appliquant à des structures de complexités croissantes (piston plan, plaque, membrane etc...). Bien sûr, le choix de la direction exacte du stage reste ouvert à la discussion avec le candidat en fonction de ses préférences et de ses perspectives.

Apport

L'intérêt du premier axe expérimental de ce stage se justifie par la forte dépendance du comportement vibratoire (non-linéaire) des cordes à la tension. La connaissance de leurs propriétés mécaniques est donc d'importance majeure pour la validité et la souplesse de la modélisation (tension de corde variable). De plus, aucune étude portant sur les cordes en fibres végétales utilisées par les luthiers d'Afrique Centrale n'existe à l'heure actuelle, ce stage apporterait ainsi une connaissance fortement appréciée par la commune de l'Acoustique musicale. L'autre axe expérimental est motivé par l'observation d'une forte dépendance du comportement vibratoire des harpes aux conditions ambiantes lors de précédentes mesures. Une étude de sensibilité est donc nécessaire afin de pouvoir quantifier cette dépendance. Les troisième et quatrième axes envisagés sont au cœur du projet Ngombi puisqu'ils consistent à étudier des descripteurs vibratoires déjà utilisés pour caractériser d'autres instruments (guitare classique, violon...) et à concevoir un système de mesure compacte, et facilement transportable, permettant de les collecter lors de missions en Afrique Centrale et dans les musées. L'analyse modale expérimentale de certaines harpes d'Afrique Centrale a mis en évidence la présence de couplages intermodaux que notre modèle actuel ne permet pas de prendre en compte. Ainsi le volet numérique de ce stage a pour premier objectif l'implémentation, et la validation, d'un modèle de vibration des systèmes ne vérifiant pas l'hypothèse d'amortissement proportionnel (modes propres non-couplés par l'amortissement). Enfin, pour le moment, les synthèses sonores au sein du projet NGOMBI ont été obtenues par une méthode de convolution supposant la table d'harmonie de la harpe comme étant une source ponctuelle. Cette méthode présente l'avantage d'être relativement simple à mettre en place mais limite le réalisme du son synthétisé. Le second axe numérique proposé, quant à lui, permettrait in fine, à partir de la connaissance du champ vibratoire complet de la table d'harmonie, d'obtenir le champ de pression rayonné.

Mots clés

Vibrations, acoustique, modélisation, dynamique non linéaire

Profil

Vibrations, acoustique, traitement du signal, méthodes numériques, aptitude à l'expérimental, profil musicien souhaité. Langage abordé : Matlab.

Contact

Jean-Loïc Le Carrou(jean-loic.le_carrou@sorbonne-universite.fr),

Baptiste Chomette(baptiste.chomette@ec-lyon.fr), François Fabre(francois.fabre@upmc.fr)