

Offre de stage : Calculs vibroacoustiques de tables d'harmonie de piano pour la synthèse sonore.

Contexte de l'étude

Le projet *Modélisations Acoustiques, Expérimentations et Synthèse Sonore pour Tables d'harmonie de piano* (MAESSTRO) vise à renouveler les méthodes de conception des tables d'harmonie de piano. Ce projet collaboratif est soutenu par l'Agence nationale de la recherche (ANR). Le consortium est composé de quatre laboratoires de recherche (LMS, LVA, Navier, IMSIA) et d'un facteur de piano (Stephen Paulello). Un des objectifs de ce projet est d'élaborer un outil de synthèse sonore capable de refléter comment le son varie entre deux tables d'harmonie de piano de conceptions voisines. Cet outil de Conception Assistée par Ordinateur (CAO) sonore procurera aux facteurs une méthode intermédiaire entre l'optimisation quantitative, prédictive, hors de portée dans l'état actuel des connaissances, et un empirisme "de réalisation", au coût prohibitif.

Le logiciel de CAO sonore s'appuiera sur différents modules de calcul développés par les partenaires du projet :

- un modèle simplifié de la dynamique de la table proposé par le LMS [1] ;
- un modèle numérique de piano développé par l'IMSIA et l'INRIA [3] ;
- un modèle analytique de la vibroacoustique de la table actuellement développé au LVA [2].

Afin de construire une architecture modulaire, permettant d'interfacer les différents codes de calcul, et de réduire les temps de calcul, nous souhaitons découpler le calcul des vibrations de la corde et le calcul de la dynamique de la table selon le principe suivant :

1. la mobilité au chevalet est tout d'abord estimée à l'aide d'une modèle de table ;
2. les vibrations de corde sont ensuite calculées pour cette mobilité au chevalet afin de calculer la force au chevalet ;
3. la dynamique de la table (et éventuellement le rayonnement acoustique associé) est enfin obtenue pour cette force au chevalet.

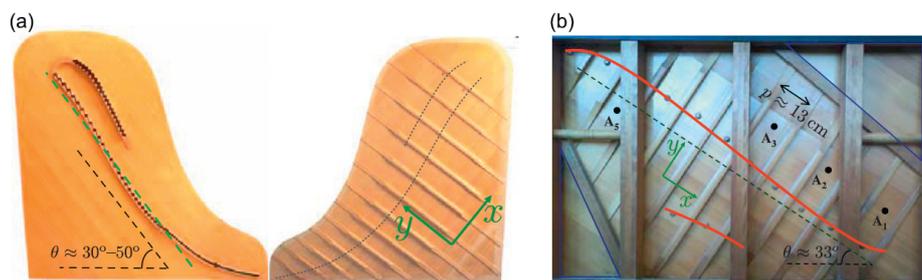


FIGURE 1 – Tables d'harmonie (a) de piano à queue et (b) de piano droit. Tiré de Boutillon et Ege [1].

Objectifs du stage

L'objectif du stage est de comparer les différents codes existants pour une même géométrie de table d'harmonie et de déterminer l'erreur commise lorsque l'on réalise des calculs de corde et de table découplés. Le candidat réalisera les tâches suivantes :

- définir des cas-test de référence pour deux types de table d’harmonie (tables de piano à queue et de piano droit), comme illustré dans la figure 1) ;
- comparer les résultats issus des trois codes de calcul lorsque les calculs de corde et de table sont découplés, à chacune des étapes décrites dans le paragraphe précédent :
- comparer les résultats des calculs couplés et découplés, afin de déterminer l’erreur commise.

Le stagiaire participera également aux réunions de développement du logiciel de CAO sonore.

Profil du candidat et modalités pratiques

- Profil souhaité : 3ème année d’école d’ingénieurs et/ou M2 recherche (durée de 4 à 6 mois), avec une bonne formation en mécanique et vibrations, et de bonnes connaissances en méthodes numériques et programmation (C/C++, Python, Matlab ou équivalent).
- Pour candidater : envoyer CV, lettre de motivation et relevé de notes à Benjamin Cotté : benjamin.cotte@ensta.fr

Références

- [1] X. Boutillon et K. Ege. Vibroacoustics of the piano soundboard : Reduced models, mobility synthesis, and acoustical radiation regime, *Journal of Sound and Vibration* **332**, 2013, pp. 4261–4279.
- [2] B. Trévisan, K. Ege et B. Laulagnet. Vibroacoustics of orthotropic plates ribbed in both directions : Application to stiffened rectangular wood panels, *Journal of the Acoustical Society of America* **139**(1), 2016, pp. 227–246.
- [3] J. Chabassier, A. Chaigne et P. Joly. Modeling and simulation of a grand piano, *Journal of the Acoustical Society of America* **134**(1), 2013, pp. 648–665.