# Toucher la corde sensible

Juliette Chabassier

▶ **To cite this version:**

Juliette Chabassier. Toucher la corde sensible. [Rapport de recherche] GENCI. 2012. hal-00913639

**HAL Id: hal-00913639**
**https://inria.hal.science/hal-00913639**

Submitted on 4 Dec 2013

**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.

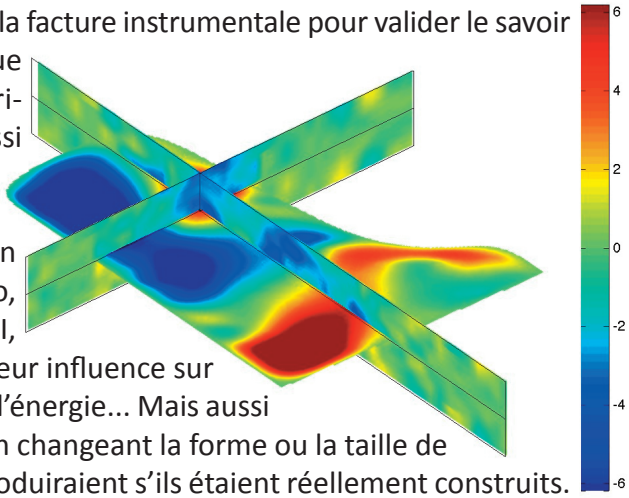
# TOUCHER LA CORDE SENSIBLE

*Contrairement aux apparences, le piano est un système acoustique et mécanique sophistiqué dont la facture demeure à ce jour très largement empirique. Les connaissances, très précises, des concepteurs et fabricants de pianos sont issues de siècles d'expérimentations, d'échecs, de succès... Et intriguent beaucoup les chercheurs en acoustique musicale. En utilisant des méthodes scientifiques pour modéliser le fonctionnement d'un piano et de ses différents éléments, il est possible de confirmer ou non ces connaissances et d'aller plus loin dans la compréhension des phénomènes mis en jeu.*

Chacune des étapes acoustiques intervenant lors de l'exécution d'une note (voir encadré) peut être modélisée par une équation particulière. C'est le travail qui a été mené par Juliette Chabassier, d'Inria : elle a établi et discrétisé (découpé en tout petits intervalles de temps et d'espace) un modèle général puis calculé numériquement les solutions grâce à des méthodes spécialement développées. « Ce travail s'inscrit dans le cadre de mon doctorat en mathématiques appliquées co-encadré par Patrick Joly, directeur du projet INRIA POEMS et spécialiste de modélisation et analyse numérique pour la propagation des ondes, et Antoine Chaigne, directeur de l'Unité de Mécanique de l'ENSTA et spécialiste d'acoustique musicale », précise-t-elle. Grâce à ce modèle et aux simulations numériques qui en découlent, la jeune scientifique est parvenue à reproduire fidèlement des formes expérimentales, mais aussi, par exemple, à connaître le champ de pression de l'air sur un ensemble de points tout autour du piano, impossible à mesurer dans la réalité sans perturber le système.

De façon schématique, lorsqu'une touche du clavier est jouée, un mécanisme très précis démultiplie son mouvement et actionne un marteau qui frappe entre une et trois cordes à la fois (selon la note choisie). Les cordes se mettent alors en vibration et c'est le chevalet qui transmet l'énergie des cordes à la table d'harmonie, qui vibre elle aussi, mettant en mouvement les molécules d'air avoisinantes, et entrainant la propagation d'un son dans l'air.

« L'une des applications de ce modèle et de sa discrétisation numérique est bien sûr l'aide à la facture instrumentale pour valider le savoir millénaire et empirique des concepteurs et fabricants de pianos mais aussi approfondir notre compréhension des phénomènes physiques mis en jeu », explique Juliette Chabassier. Cette simulation de piano, réalisée grâce sur les calculateurs TITANE et JADE de GENCI, permet d'isoler certains phénomènes afin de comprendre leur influence sur le son, sur le rayonnement ou encore sur la transmission de l'énergie... Mais aussi de construire virtuellement des pianos qui n'existent pas (en changeant la forme ou la taille de la table, les matériaux utilisés...) et d'écouter le son qu'ils produiraient s'ils étaient réellement construits. Voire de générer des sons d'objets qui ne peuvent pas exister pour des raisons pratiques (matériaux inventés, cordes de sept mètres de long, piano flottant sans cadre ni pieds...) mais qui respectent les lois de la physique et dont le son paraît plausible à l'oreille.




Un véritable challenge scientifique impossible à relever sans moyens de calculs à la hauteur.

**Modélisation et simulation numérique du piano par modèles physiques**

**Responsable projet** : Juliette Chabassier
**Moyens GENCI** : TITANE (CEA/CCRT) et JADE (CINES)

Projet de recherche issu du **comité thématique « Informatique, algorithmique et mathématiques » (CT6).** Photo © Emeraldnabi - Creative Commons