

10ème Congrès Français d'Acoustique

Lyon, 12-16 Avril 2010

L'accompagnement scientifique de la réalisation du fac-simile du piano Erard 1802.

Sandie Le Conte¹, Christopher Clarke²

¹Laboratoire de Recherche et Restauration du Musée de la musique. Paris, sleconte@cite-musique.fr

²Atelier de facture instrumentale. Donzy le National. France

Le Musée de la musique conserve dans ses collections un piano du facteur Erard fabriqué en 1802. Or ce piano n'est pas conservé en condition de jeu du fait de sa richesse patrimoniale. En effet il est un des derniers voire le seul piano témoin de cette facture dans son état d'origine. Pour permettre au public d'avoir la possibilité d'entendre qu'elle pouvait être la sonorité de cette mécanique, utilisée par Beethoven, le Musée a commandé la réalisation de son facsimilé. En vue de qualifier et quantifier l'écart entre le piano original et sa copie, une analyse modale a été faite sur le piano original cordé mais à très faible tension. Puis chaque étape de fabrication de la table d'harmonie est elle aussi enregistrée grâce à la même mesure. Il a de plus été possible de mesurer les propriétés vibratoires du bois utilisé grâce à la technique du Bing sur une poutre libre, chose impossible sur le piano original. Cette mesure sert d'entrée au modèle numérique réalisé en parallèle. Valable par l'analyse modale de la copie, ce modèle est un outils à la quantification des écarts entre original et copie..

1 Introduction

La seconde moitié du XVIII^e siècle a vu croître l'intérêt pour le pianoforte. A la fin des années 1700, deux principales mécaniques coexistent : la mécanique type poussoir d'origine viennoise, et la mécanique à bâton d'échappement, dite Anglaise. A cette période la facture française de piano s'inspire plutôt de la facture anglaise.

Le fabricant français de piano qui va industrialiser la production de cet instrument est la famille Erard (Frères). Ils choisissent de se baser sur la mécanique anglaise et plus particulièrement sur les modèles de Broadwood pour développer leurs propres modèles à partir des années 1770. Bien qu'à cette période la production des pianos en forme de clavecin ne représente pas plus de 10 % de la fabrication des pianos (l'autre proportion étant celle des pianos carrés) le piano en forme de clavecin est la forme instrumentale dédiée au concert. Le premier modèle de piano (appelé « ancien modèle ») en forme de clavecin de S. Erard est produit entre les années 1797 et 1809. Les instruments encore conservés [1] sont les témoins d'une stabilité de la facture de cette période. L'étude des documents d'archive montre que la maison Erard diffuse ses instruments auprès des meilleurs musiciens de l'époque. On relève notamment parmi les destinataires Haydn et Beethoven. Or aujourd'hui rares sont les instruments de cette époque qui nous sont parvenus proche de leur état d'origine et en état de jeu. Un de ces exemplaires connus appartient à la reine de Hollande ce qui ne permet que très difficilement son écoute. Le Musée de la musique possède quant à lui deux pianos Erard de 1801 et 1802, cependant celui de 1801 présente de nombreuses interventions. Afin de ne pas risquer de perdre la valeur patrimoniale du piano de 1802 en le mettant en état de jeu tout en permettant aux spectateurs l'écoute d'une sonorité perdue, le Musée a décidé d'entreprendre une copie de cet instrument. Il a également mis en œuvre une procédure d'accompagnement scientifique de ce facsimilé dont un des axes est l'analyse vibratoire des tables

d'harmonie afin de comprendre et d'interpréter les différences entre l'original et sa copie inhérente à ce projet.

2 Le piano Erard Frères 1802

L'histoire du piano au tournant du XIX^e siècle est dominée par le piano carré. A la fin de 1802, Broadwood, le facteur anglais le plus réputé, en a réalisé environ 7000, le premier datant de 1780, et Erard, facteur français le plus reconnu en a fabriqué plus de 5300 en dépit de la révolution. Le piano en forme de clavecin est quant à lui produit en plus petite quantité. Broadwood en fabrique 2500 durant cette même période alors qu'Erard n'en produit que 90. La rareté du grand piano français peut s'expliquer par l'effondrement du marché du luxe causé par la révolution française



Figure 1 : Piano Erard Frères, Paris, 1802. Musée de la musique, Inv E.986.8.1

Les caractéristiques esthétiques de cet instrument évoquent la facture anglaise (choix des essences, moulures des touches de fronton, forme de la caisse, étendue du

clavier), alors que le piétement, le type et l'emplacement des pédales, ou encore les pièces d'ornementation font plutôt référence aux styles Directoire et Empire français. Les caractéristiques de la partie vibratoire de l'instrument (chevalet en deux parties, barrage de table, plan de cordes) s'apparente également au modèle anglais. Enfin, la mécanique dite à simple échappement semble du même type que celle de l'English *Grand Action* que l'on trouve dans le brevet de Stodart. Cependant, en y regardant de plus près, on observe que les têtes de marteau sont plus petites chez Erard que chez Broadwood [2] et présentent des articulations légèrement différentes non imputables à la qualité de réalisation mais bien à une préoccupation du facteur français.

3 Facsimilé

En toute rigueur, le facsimilé d'un objet (œuvre d'art, instrument de musique, etc.) devrait reproduire l'original dans tous ses aspects. En pratique, ceci est irréalisable et parfaitement utopique. Sur le plan philosophique se pose alors la question de l'identité et de l'altérité. L'emploi du terme *facsimilé* serait-il un abus de langage ? Si oui, que se passe-t-il quand on fait écouter un tel instrument -par exemple un pianoforte- au public ? Entend-il un pianoforte, du pianoforte, le pianoforte ? Il faudrait alors donner la parole à un panel d'experts pour savoir comment ils entendent. Or, au Musée de la musique, les facsimilés existent et permettent d'évoquer pour le public la dimension sonore d'instruments originaux devenus injouables. Sur le plan pédagogique aussi bien qu'artistique cela fonctionne, mais l'authenticité sonore y trouve-t-elle son compte ? La question est probablement très hypocrite puisque l'authenticité en matière musicale est aujourd'hui discutée et mise en doute. Pour tenter de quantifier cette « authenticité » des outils de caractérisations mécaniques sont développés. Qu'il s'agisse de définir les paramètres cinématiques des marteaux de piano, l'élasticité des cuirs utilisés dans leur fabrication, ou les propriétés vibratoires de la table d'harmonie, une prépondérance est accordée aux techniques de mesure sans contact ou peu intrusives puisqu'impliquant des objets du patrimoine.

3.1 Dessin technique

La première étape dans la fabrication du facsimilé est la réalisation du dessin technique. Le plan du piano du Musée de la musique a été réalisé avec deux objectifs. Le premier bien-sûr étant la fabrication du fac-similé de l'instrument. Le second objectif étant l'intégration du plan dans un modèle numérique du comportement mécanique de l'instrument. Le modèle doit permettre de faire une étude de sensibilité des propriétés vibratoire de la table d'harmonie en fonction des choix qui se présenteront devant le facteur (qualité de bois, épaisseur, vernissage, etc...). Le dessin technique doit ainsi comporter toutes les informations nécessaires, dans un premier temps, à la reconstitution théorique de son état d'origine, et par la suite, de mettre en œuvre la reconstruction réelle de l'instrument. Le dessin s'est voulu être la représentation la plus fidèle possible de l'état actuel du piano. L'interprétation nécessaire à la réalisation d'un fac-similé interviendra en aval.

Les mesures sont réalisées grâce à un cadre en bois développé à cet effet, maintenu sur le piano avec toutes les précautions d'usage.

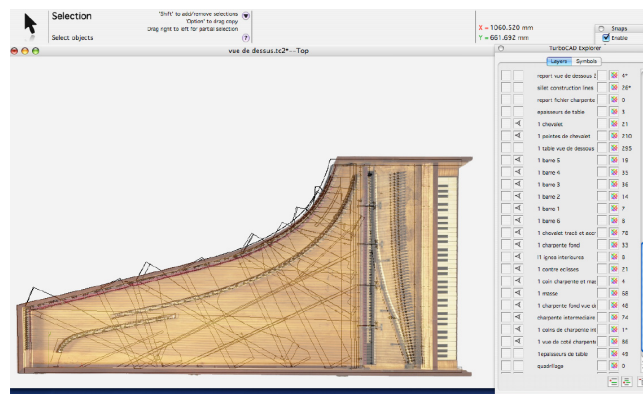


Figure 2 : dessin technique du piano Erard 1802. Réal P. Poletti & M. Vion pour le Musée de la musique.

3.2 Réalisation du maillage

Le calcul numérique des contraintes mécaniques exercées sur la structure va être réalisé avec *Castem*. La première étape a donc consisté en l'exportation du dessin technique simplifié vers un mailleur. Pour des raisons de compatibilité, c'est *gmsh* [3] qui a été choisi comme logiciel de maillage.

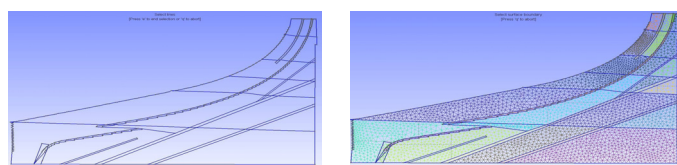


Figure 3 : maillage de la table d'harmonie avec *gmsh*

L'étape suivante sera l'import de ce maillage par *Castem* afin de calculer les déformations de la table d'harmonie.

3.3 Bois de la table d'harmonie

C. Clarke possède dans son atelier un panel de planches de bois dédiées à la facture de pianoforte, le bois a donc déjà fait l'objet d'une sélection en fonction de l'espacement des cernes (aspect visuel) et de la résonance (réponse à un impact des doigts). Le choix pour ce modèle se fait d'abord en fonction de la disponibilité dimensionnelle, puis sur la couleur de l'épicéa. Il a été possible d'extraire de ces planches 3 poutres afin de mesurer par vibrations libres le module d'élasticité longitudinale du matériau [4] utilisé pour ce facsimilé dont les valeurs sont indiquées dans le tableau 1.

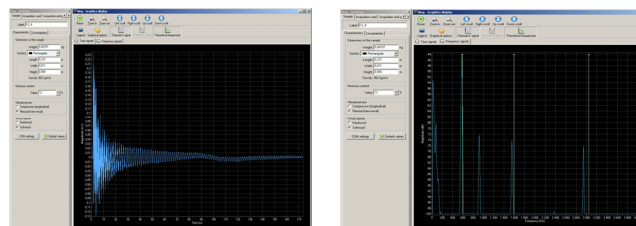


Figure 4 : Mesure des propriétés élastique du bois de table

	Ech1	Ech 2	Ech 3
E (GPa)	13.7 ±0.11	12.6 ±0.10	13.4 ±0.08
ρ (kg /m ³)	417	452	458

Tableau 1 : valeurs du module d'élasticité longitudinal du bois sélectionné pour la table d'harmonie du facsimilé.

Bien sur il n'a pas été possible d'effectuer ces mêmes mesures sur le bois de la table d'harmonie de l'original. Ces valeurs seront une entrée pour le modèle numérique de la table. On peut juste remarquer que ce module d'Young se trouve dans les valeurs hautes de l'épicéa [5].

3.4 Caractérisation dynamique de la table d'harmonie

Le protocole expérimental mis en place doit pouvoir s'appliquer tant sur le piano original que sur le facsimilé. Or ces deux instruments présentent des contraintes différentes. En effet, l'original est un objet de musée sur lequel un maximum de précautions est demandé. Pour le facsimilé, l'idée est de faire des mesures lors de chacune des étapes de la fabrication de la table d'harmonie, c'est pourquoi elle doit être assez rapide pour ne pas trop déranger le facteur de piano durant son travail. Ces deux contraintes nous ont amenés à enregistrer la réponse vibratoire de la table à un impact. Nous disposons de deux accéléromètres (un fixe, l'autre mobile en 6 points) et d'un marteau d'impact qui excite la structure en chacun des 6 points d'enregistrement de l'accélération par le capteur mobile. L'ensemble de ces mesures nous permet d'obtenir un spectre fréquentiel moyen caractéristique de la table d'harmonie.



Figure 5 : dispositif expérimental mis en œuvre pour caractériser la table d'harmonie du facsimilé.

La mesure a pu être réalisée sur le piano de la collection (Erard 1802) d'une part et sur la table d'harmonie en cours de réalisation du facsimilé d'autre part. Les étapes suivantes ont été caractérisées : table brute, table barrée (précontrainte), table barrée ajustée (barres profilées et table finalisée), table avec chevalet, table encollée d'une préparation de sandaraque, table asséchée et enfin table collée dans la caisse.

Les étapes intermédiaires seront utilisées pour la validation du modèle numérique. Nous pourrions notamment évaluer l'écart entre le modèle et la table concernant la précontrainte de la table.

La figure 6 représente la comparaison des spectres moyens de la table d'harmonie du facsimilé et celle de l'original.

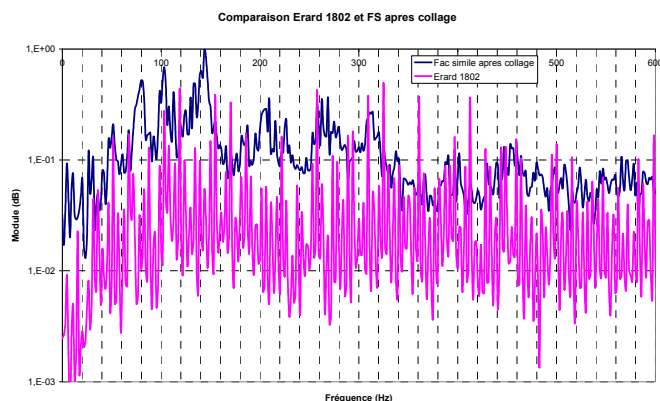


Figure 6 : Comparaison des spectres moyens de la table d'harmonie

Puisque le facsimilé n'est pas encore fini, la table n'est pas encore cordée, alors que maintenu en état de présentation, les cordes sont faiblement tendues sur le piano exposé. Cette différence explique la multiplicité de pics observés sur le spectre moyen de la table originale et pas sur le facsimilé.

L'étape suivante sera de réaliser la mesure sur le facsimilé cordé et d'identifier les modes en vue d'une « vraie » comparaison.

4 Conclusion

Seule la démarche et les premiers résultats ont pu être exposés dans cet article.

La démarche entreprise ici est novatrice au Musée. En plus de se poser la question de la pertinence « philosophique » du facsimilé, nous tentons de mesurer quelques uns des gestes du facteur dans la réalisation du double. Il est évident que le résultat ne sera pas parfait, néanmoins, il sera le fruit d'un travail interdisciplinaire et d'échanges entre le savoir-faire du facteur et la mesure de laboratoire.

Les premiers résultats semblent quant à eux prometteurs en dépit de la simplicité du dispositif expérimental. Mais c'est cette simplicité qui permet une reproductibilité de la mesure dans l'atelier du facteur.

Les prochaines étapes de ce projet sont la finalisation du modèle mécanique de la table d'harmonie grâce aux nombreuses mesures disponibles, puis la poursuite des mesures de chacune des étapes de fabrication du piano, jusqu'à l'ultime mesure qui permettra de comparer l'original et sa reproduction.

Références

- [1] T. Maniguet. « Le piano en forme de clavecin Erard », *Musique Images Instruments*. 11, pp 83-95 (2009).

- [2] C. Clark. « Erard and Broadwood in the Classical era :two schools of piano makings », *Musique Images Instruments*. 11, pp. 99-125 (2009).
- [3] C. Geuzaine and J.-F. Remacle. *Gmsh: a three-dimensional finite element mesh generator with built-in pre- and post-processing facilities*. International Journal for Numerical Methods in Engineering, Volume 79, Issue 11, pages 1309-1331, 2009.
- [4] Loïc Brancheriau et Henri Baillères (2002): *Natural vibration analysis of wooden beams : a theoretical review*, Wood Science and Technology, Springer - Verlag (Ed), Vol. 36, N°4, pp. 347-365.
- [5] I. Brémaud, *Diversité des bois utilisés ou utilisables en facture d'instruments de musique. -Etude expérimentale des propriétés vibratoires en direction axiale de types de bois contrastés en majorité tropicaux. -Relations à des déterminants de microstructure et de composition chimique secondaire*, Doctorat en Mécanique des Matériaux, Université Montpellier II, 2006.