

## **Faire jouer, faire entendre, faire vibrer ou le fac-similé au Musée de la musique**

**Stéphane Vaiedelich**, responsable du Laboratoire de recherche et de restauration du Musée de la musique

**Sandie Le Conte**, ingénieure de recherche, Musée de la Musique

*En plus d'être des objets du patrimoine, les instruments conservés au Musée de la musique recèlent une fonction sonore. La conservation de ces instruments nécessite donc aussi la conservation de leur fonctionnalité. Lorsque le jeu n'est plus possible, le Musée réalise des fac-similés. Outre la documentation historique, se met alors en place une méthodologie de caractérisation physique de l'objet original et plus particulièrement de sa fonction. La première phase va consister en un relevé dimensionnel de l'œuvre, relevé nécessaire tant pour la réalisation du fac-similé que pour la modélisation mécanique. L'étape suivante sera la caractérisation physico-chimique des éléments participant à la production sonore. C'est alors tout un arsenal de techniques non destructives qui est utilisé. En parallèle, la réalisation du modèle mécanique permet de cerner les paramètres influents dans la production sonore donc ceux qu'il est indispensable de mieux connaître. Enfin, les mêmes mesures seront réalisées sur le fac-similé afin de quantifier la ressemblance avec l'original.*

### **I. Introduction**

Le Musée de la musique conserve dans sa collection plus de quatre mille instruments de musique dont une partie est maintenue en état de jeu, afin notamment d'être jouée lors de concerts réalisés dans ses espaces. Quels que soient les corpus et les institutions en charge de la conservation d'instruments de musique, cette possibilité ne concerne que peu d'objets. Cet objectif de jeu conduit souvent à envisager des restaurations incompatibles avec la déontologie de conservation. Ces dernières, même si elles revêtent un caractère réversible, comme c'est presque toujours le cas, sont néanmoins à l'origine de la dégradation d'autres valeurs culturelles dont l'instrument est le véhicule<sup>1</sup>. Mais au-delà de ces problématiques, les manipulations fréquentes, transports, risques de chocs, contact physique direct du musicien, la transpiration ou encore l'humidité de l'air incontrôlable en salle de concert, pour ne citer que ces exemples, sont autant d'arguments qui justifient la prudence des institutions muséales<sup>2</sup>. Afin de faire bénéficier publics, chercheurs ou musiciens de documents sonores, le musée a fréquemment recours à la réalisation de fac-similés. « Faits pareils », donc par définition identiques aux originaux qui les ont inspirés, ceux-ci sont à la fois des documents pédagogiques, des outils de médiation et des instruments de concert.

---

<sup>1</sup> Lorsqu'un instrument de musique entre dans une collection muséale, il change de statut et acquiert une dimension patrimoniale. Les choix de conservation sont la conséquence de la hiérarchisation des valeurs culturelles qu'il véhicule. Voir à ce sujet Joël Dugot : « Équilibres délicats : conserver, restaurer, écouter et transmettre les instruments du passé » dans *Un musée aux rayons X*, catalogue d'exposition Paris, Cité de la musique, 2000, p.53-61.

<sup>2</sup> Une étude réalisée par le Musée en 2004 auprès de plus de plusieurs musées internationaux laisse penser qu'environ 1 à 2% de la totalité des collections est susceptible d'être maintenue en état de jeu.



III. 1 - Affiche publicitaire pour la réouverture du Musée de la musique en 2009

Trois critères principaux président à la genèse de chacune de ces réalisations : il doit exister au sein du musée au moins un « original » présent physiquement<sup>3</sup>. L'instrument doit revêtir une place importante et identifiée dans l'histoire de la musique ou de la facture instrumentale. La mise en état de jeu de cet original n'est pas envisageable et les témoins sonores sont inexistant, rares ou inexploitable.

À ce stade, le silence de l'instrument original et « non sonnante » semble nous laisser aux prises avec un paradoxe sans solution apparente : comment peut-on copier, reconstituer, reproduire, refaire à l'identique, une fonction sonore qu'il est impossible d'entendre et dont on ignore presque tout.

Comment apporter les preuves de la cohérence historique d'une telle reconstitution quand l'original est à tout jamais perdu alors même que la copie d'un instrument existant et sonnante relève déjà d'une aventure vouée à l'échec comme l'histoire de la facture instrumentale semble le prouver ?

Mais l'exercice scientifique est moins ambitieux qu'il n'y paraît. Car il ne s'agit que d'apporter les éléments factuels décrivant cette fonction, accessibles par les moyens scientifiques actuels. Or cette fonction est issue de l'objet en lui-même et puisque toute copie semble vouée à l'échec, cet aveu signe la valeur unique de la fonctionnalité de chaque instrument. Ainsi, la singularité de l'objet, dont on recherche la fonction musicale, recèle les clés de l'identité, voire de l'unicité de celle-ci ! Admettre que la copie d'un instrument existant (et fonctionnant) aboutit à un échec au moins partiel, c'est avouer, qu'il ne saurait y avoir de fac-similé parfait mais c'est surtout démontrer que l'étude de l'objet original et unique, indépendamment de son état, ne dévoile qu'une partie de sa vérité.

<sup>3</sup> Lorsque seuls les témoins iconographiques ou sonores définissent l'original, on parlera de reconstitution et l'espoir de toute identification à un original sera abandonné dès l'origine du projet.

Les documentations historiques, dépouillement des traités de facture, documents d'archives, inventaires après décès, encyclopédies, rassemblées autour d'un original définissent un ensemble de connaissances qui identifient sa nature et sa place dans son contexte culturel. Elles fournissent une somme d'informations indispensables à la conception d'hypothèses quant à l'importance relative à attribuer aux différents éléments organologiques de l'instrument, table, manche, chevalet, caisse, mécanique, corde.... Bien évidemment il ne pourra s'agir d'une véritable quantification. Il serait vain d'imaginer pouvoir attribuer une valeur chiffrée à chaque pièce constitutive de l'objet, à la manière d'une note d'importance. Cependant la compilation de ces documents est une source précieuse d'informations s'agissant de circonscrire sa fonctionnalité.

Le soin pris par les facteurs dans le choix des bois qu'ils utilisent, trahit souvent l'importance qu'ils attribuent à telle ou telle partie de l'instrument. Il s'agit de chercher à comprendre leurs critères. La correspondance du facteur Lorenzo da Pavia avec l'une de ses plus célèbres clientes, Isabella d'Este entre 1493 et 1497 est, en ce sens, emblématique. Elle illustre l'importance que les facteurs apportaient dès le XV<sup>e</sup> siècle au son que devaient avoir leurs œuvres et en conséquence aux propriétés des matériaux propres à les réaliser.

«...j'ai reçu votre lettre et j'ai compris combien vous étiez impatiente de savoir où j'en étais de la fabrication de votre luth d'ébène [...] le dit luth est complètement terminé et sera la chose la plus magnifique qui se peut voir en Italie. Il n'a pas été possible de faire la caisse entièrement en ébène car l'aspect en aurait été plutôt disgracieux, et pire, l'instrument n'aurait eu aucun timbre et aurait sonné comme une pièce de marbre. J'ai donc fait la caisse de bon cyprès et y ai disposé quelques décorations d'ébène.»<sup>4</sup>

Il en est de même, trois siècles plus tard, du choix des cuirs pratiqué par Sébastien Érard pour recouvrir les marteaux de ses pianos<sup>5</sup>. Il obtient en 1802, et à la condition expresse qu'ils lui parviennent découpés en lanière, le droit d'importer ses cuirs d'Angleterre. Un tel soin et une telle volonté répondent à un besoin précis dans l'esprit du facteur. Il convient d'y prêter une attention particulière dans notre quête de la définition de la dimension fonctionnelle de l'instrument.

Car la question à laquelle il est indispensable de répondre, avant tout, est celle de la production du son au cœur même de l'instrument !

Les informations croisées résultant des travaux de recherche historique d'une part et des démarches analytiques d'autre part, offrent deux points de vue sur cette question. Elles sont le fruit du regard de deux époques, résultat de méthodologies appuyées sur des théories souvent très différentes. Le point de vue du facteur est toujours le point de vue à respecter afin de cerner au plus près la fonction que l'on

---

<sup>4</sup> Lettre du 3 février 1497, cf. Joël Dugot, « Les bois dans la facture des instruments de musique en Europe, XVI<sup>e</sup> et XVII<sup>e</sup> siècles », dans *Techne*, N°29, 2009, p. 48 et William F. Prizer, Isabella d'Este and Lorenzo da Pavia, « Master instruments-maker », in *Early Music*, vol.2 (1982), p. 109.

<sup>5</sup> Documentation Thierry Maniguet, Musée de la musique, non publié. « À l'orée du XIX<sup>e</sup> siècle, le cuir parisien n'a pas grande réputation et les meilleurs produits sont originaires d'Angleterre. Cela ne sera plus aussi vrai quelques dizaines d'années plus tard suite aux efforts réalisés sous l'impulsion de Napoléon et de la société française de Chimie » (voir A. Guillerme, « La naissance de l'industrie à Paris /entre sueur et vapeur » Champ Vallon 2007).

cherche à « faire à l'identique ».

Cet échange entre le facteur d'hier et le chercheur d'aujourd'hui construira le socle intellectuel dans sur lequel se fera la création du fac-similé. Ce n'est que lorsque cet espace est riche de connaissances que le facteur contemporain pourra espérer reproduire les gestes « justes » de son « associé d'hier<sup>6</sup>».

Fort de ces constatations, le musée a mis en place un accompagnement scientifique et documentaire dont il sera en partie question ici. S'appuyant sur les principes physiques de la vibroacoustique, la méthodologie et les résultats exposés se déploient en parallèle des investigations classiques et traditionnellement orientées vers la chimie de la matière<sup>7</sup>.

### **a) Faire vibrer – Faire entendre**

Le son perçu par notre oreille est le résultat d'une cascade de phénomènes. Il trouve son origine dans une source vibrante, objet matériel qui, en oscillant, va générer une onde de pression dans son espace environnant. Cette onde de pression, à son tour, grâce au milieu dans lequel elle se propage (dans le cas de la musique, il s'agit de l'air) va atteindre l'auditeur. En considérant le schéma fonctionnel de l'instrument à cordes (illustration 2), il apparaît que le musicien met en vibration les cordes soit directement comme dans le cas de la guitare soit par l'intermédiaire d'une interface comme dans les instruments à clavier, clavier lui-même composé de touches associées à une mécanique (sautereau, marteau, etc....). Quel que soit son parcours, cette vibration est transmise à la table d'harmonie par l'intermédiaire d'un chevalet. Celle-ci peut être couplée à une cavité créant ainsi une caisse de résonance et une amplification, c'est le cas de la guitare.

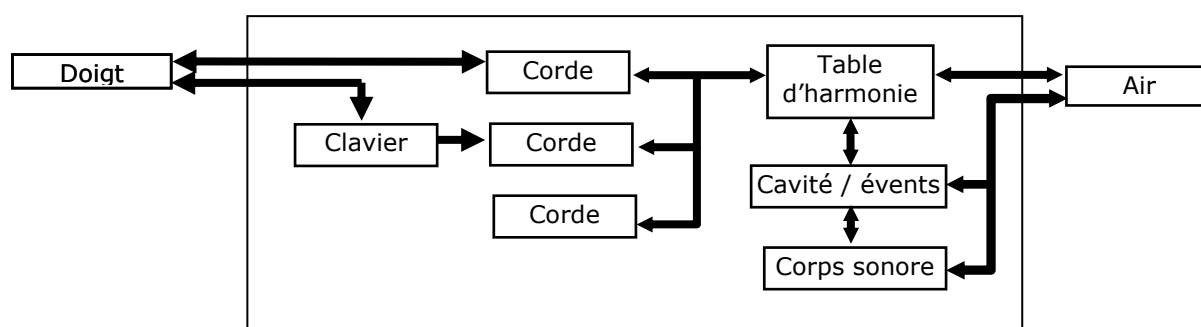
On voit ici, avant même toute expérimentation que les propriétés de la table d'harmonie, auront une incidence importante sur la nature de la vibration transmise à l'air ambiant et donc à notre oreille. Il est aujourd'hui possible de mesurer les vibrations de cette table d'harmonie par le biais de techniques non invasives, condition indispensable pour un objet du patrimoine. La réponse vibratoire d'une structure est en quelque sorte sa carte d'identité, son ADN. Elle est propre à chaque structure analysée car elle est définie et unique pour une géométrie, un matériau et des conditions aux limites données. Toute modification d'un de ces paramètres entraîne une modification de la réponse vibratoire. La modification évoquée peut avoir de multiples origines, un changement de densité associée à une variation de l'humidité ambiante, la présence d'une fracture, l'ajout d'un renfort<sup>8</sup>, qui toutes vont venir modifier les conditions fonctionnelles de la structure et trahiront ainsi leur présence.

---

<sup>6</sup> Pour ne pas dire concurrent.

<sup>7</sup> L'immense majorité des recherches effectuées sur les œuvres d'art concerne les aspects chimiques de la matière et des matériaux constitutifs. Le travail d'exploration chimique effectué sur les instruments dans le cadre des fac-similés sont accessibles à l'adresse internet suivante [cite-musique.fr/conservation/recherche/laboratoire](http://cite-musique.fr/conservation/recherche/laboratoire).

<sup>8</sup> Les techniques classiques de réparation ou restauration conçues par les facteurs modifient toutes les propriétés vibratoires d'une structure. Ces modifications sont peu connues des restaurateurs et varient suivant les techniques employées. Voir Blaise Diringer, rapport INP, Musée de la musique, mémoire de diplôme de fin d'étude.



### III. 2 - Schéma fonctionnel de l'instrument à cordes

#### b) Vers la conservation de la fonctionnalité

La réponse vibratoire d'une structure mécanique dépend de sa géométrie. Il faut donc avant toute chose connaître les dimensions de notre original. La métrologie possède aujourd'hui des outils puissants exploitant les propriétés optiques des lasers, des rayons X ou des neutrons si nécessaire<sup>9</sup> et la précision de la mesure accessible est bien supérieure à celle de la main de l'homme lorsqu'elle façonne la matière. Mais la question essentielle n'en est pas résolue pour autant ! De quelle géométrie parle-t-on ? Celle de cet instrument vieilli et fatigué au point qu'il ne peut plus espérer sonner ou de son jumeau flambant neuf qu'il a su être à la sortie de l'atelier du facteur ? Doit-on faire un plan interprété de notre original ou un relevé topographique archéologique ? À quel âge croquer le portrait de cet original ? Convient-il par respect dû à un vieil homme, d'en décrire les rides et les ridules qui font de lui aujourd'hui cet être adulé au point d'être éternellement posté au cœur d'une présentation muséale que l'on nomme à juste titre permanente ?

La rigueur scientifique voudrait qu'il en soit ainsi puisque toute interprétation porte en elle son lot d'erreurs et de pertes d'informations. Pour autant qu'il soit juste ce relevé ne peut intéresser le facteur qui lui ne se réfère qu'à l'état initial de l'objet dans sa démarche de création. Il faudra donc les deux, l'un venant abonder l'autre.

L'histoire matérielle de l'objet et les documentations connexes justifieront les interprétations effectuées pour apporter les données « corrigées » et fausses mais considérées comme vraies et « originales ».

De la même manière, les mesures effectuées sur les matériaux de l'original aboutissent à la même contradiction. Là encore de quoi et de quand parle-t-on ? S'agit-il de ce bois fendu et raboté de toute part, craquant et grinçant à la moindre sollicitation tant il a dû résister aux contraintes mécaniques, thermiques et hygrométriques et aux mouvements induits par les vibrations durant plusieurs centaines d'années<sup>10</sup> ? Certes non ! Même si Jean-Baptiste Vuillaume (comme d'autres facteurs) s'ingéniât lorsqu'il se lança dans les copies des modèles italiens du siècle précédent à employer des bois de leur époque<sup>11</sup>, nul n'irait pour copier un

<sup>9</sup> Voir à ce sujet *Wood for cultural heritage, Non invasive techniques measurement for wood in cultural heritage objects*,

<sup>10</sup> La table d'harmonie d'un piano par exemple dont l'épaisseur se situe autour de 5 à 6 millimètres subit ainsi sur deux siècles une contrainte d'environ 1 tonne durant 2 millions d'heures... Peut-on imaginer que le sapin dont elle est faite y soit indifférent ?

<sup>11</sup> La dendrochronologie montre en effet que plusieurs instruments ont été faits par ce luthier avec des bois dont la date post quem du dernier cerne peut précéder de 100 ans la date de la fabrication de l'objet. Voir à ce sujet C. Lavier dans les actes en ligne du colloque « Dater l'instrument de musique »,

instrument, fracturer, casser, et recoller son bois d'œuvre ! Imaginons un instant un tailleur de pierre copiant un pont détruit et reconstituant un tas de pierre en se targuant de refaire à l'identique un édifice sur lequel on pouvait franchir le fleuve. La recherche menée sur les bois montre aujourd'hui qu'ils sont sujets aux outrages du temps et que leurs propriétés varient continûment depuis le moment de la coupe de l'arbre jusqu'à sa fossilisation. Cependant, et fort heureusement pour nous, il semble raisonnable de penser que deux ou trois siècles ne représentent pas une durée suffisante pour induire des modifications significatives<sup>12</sup>.

Un de ses intérêts principaux réside dans son utilisation pour des expériences virtuelles (changement d'essence pour différentes parties de l'instrument, notamment de la table d'harmonie, variations de géométrie, variations des conditions environnementales, etc...). Mais avant de pouvoir réaliser ces simulations et d'en interpréter les résultats, il est nécessaire de valider le modèle. Cette validation s'appuie sur des expériences réelles non destructives sur l'instrument comme la mesure de la déformation de la table lors de la détente des cordes.

Conscients du caractère non-absolu des données issues des modélisations mécaniques, ces résultats ont malgré tout une valeur de référence pour toute étude paramétrique (influence du matériau, de la géométrie, voire même de l'état de contrainte). Ce qui sera intéressant sera alors l'écart à cette référence de toute expérience virtuelle.

Cette méthode appliquée à l'appréciation d'une intervention de restauration apporte les mêmes informations cruciales, permettant comme le montrent les illustrations 3 et 4 d'établir l'influence d'une intervention de restauration sur l'évolution de la fonctionnalité d'un instrument de musique.



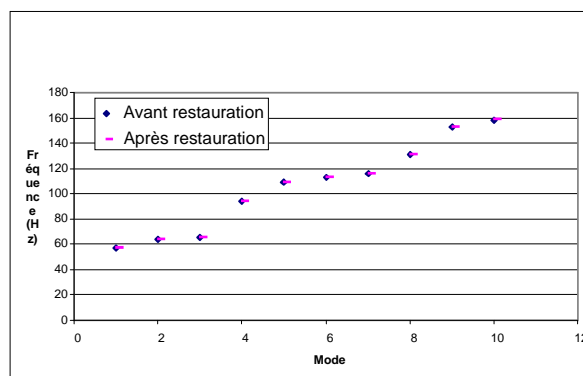
(a) (b) (c)  
III 3 - (a) Maillage du clavecin Couchet - (b) Contrainte de cisaillement calculée - (c) Différence de contrainte calculée avant et après restauration.

L'illustration 3 met en évidence l'apport de la simulation pour minimiser la différence de contrainte avant et après l'intervention de restauration. Ce résultat de calcul démontre que l'intervention renforce la stabilité de la structure. Cette stabilisation mécanique accrue est-elle réalisée au détriment de la fonctionnalité de l'œuvre ? Serions-nous passés d'un original à un nouvel original ? Cette intervention a-t-elle modifié la réponse vibratoire de la table d'harmonie ? Le calcul de la réponse vibratoire de la structure permet d'affirmer qu'il n'en est rien. Ainsi, l'illustration 4 représente l'écart fréquentiel des dix premiers modes identifiés entre avant et après la restauration. L'écart est en moyenne inférieur à 0,5%, ce qui permet de conclure que la fonctionnalité de ce clavecin a été conservée en dépit de l'intervention.

---

6 juin 2009. <http://www.citedelamusique.fr/francais/musee/recherche/dater.aspx>

<sup>12</sup> Voir à ce sujet Yokoyama dans CR de Physique n°10 (7) (2009) S. Le Conte dans Journal of the VSA n°XXI vol 1(2007).



III. 4 - Comparaison de la fréquence des 10 premiers modes identifiés avant et après restauration

L'accompagnement scientifique mis en œuvre autour de la réalisation du fac-similé du piano de Sébastien Érard de 1802 de la collection du Musée illustre concrètement les démarches scientifiques actuelles du Musée de la musique. Des brevets qu'il dépose aux recherches sur les provenances des cuirs qui l'on conduit à préférer les fournisseurs anglais, tout démontre l'importance qu'il accorde à la mécanique de ses pianos dans son ensemble. Premier contact du musicien avec l'instrument, la touche met en branle un marteau qui viendra frapper la corde. Cœur de la création de la vibration, ce système physique est une interface sensible et le musicien pour la maîtriser exerce son toucher des milliers d'heures durant. Il convient, pour espérer un fac-similé satisfaisant, d'apporter tout le soin nécessaire à sa réalisation et donc de comprendre au mieux les mécanismes mis en jeu avant même la frappe de la corde.

### Cinématique

Un à priori sur son fonctionnement basé par exemple sur la connaissance des mécaniques modernes pourraient nous induire en erreur en favorisant de notre part une approche inductive, nous invitant à délaisser l'étude de certaines parties au profit d'autres. Grâce à un dispositif expérimental (illustration 5) reposant sur l'utilisation d'une caméra ultra-rapide (Phantom V9) c'est l'ensemble des éléments de la mécanique accessibles qui vont être étudiés. Ce montage a permis de filmer avec une fréquence d'acquisition de 1800 images/seconde le mouvement du marteau en réponse à l'enfoncement de la touche dès le début du mouvement initié par le musicien.





Ill. 5 - Dispositif expérimental (droite) permettant de filmer le mouvement d'un marteau du piano Érard 1802 (gauche)

À partir du traitement d'image, il est possible d'extraire la fréquence de flexion de la tige du marteau après l'impact avec la corde. Cette flexion, dépend de l'essence de bois utilisée et de ses propriétés mécaniques, de la forme de la tige et de son contact avec le reste de la mécanique. La mesure a été réalisée sur deux marteaux différents du même clavier (fa1 et mi24). On obtient deux valeurs de fréquences respectivement de  $157 (\pm 1.6)$  et  $164 (\pm 0.77)$  Hz.

Le même dispositif expérimental a été appliqué sur les deux mêmes marteaux d'un piano, contemporain du précédent, conçu et réalisé par Broadwood et provenant d'une collection privée. Ces deux facteurs se connaissent depuis la présence quelques années auparavant de Sébastien Érard sur le sol anglais qu'il aborde en 1791. Il y restera plusieurs années et étudiera profondément les pianos de son concurrent réputé. L'influence de ce dernier est sensible et les similitudes des systèmes adoptés importantes au point que le bureau des brevets refuse à Sébastien Érard le premier dépôt qu'il tente arguant que son système n'est autre qu'une mécanique Broadwood. Pourtant, cette fois-ci nos mesures identifient clairement une différence. Ainsi, les fréquences mesurées sont respectivement de  $149 (\pm 1.5)$  et  $187 (\pm 0.4)$  Hz sur la mécanique anglaise. Bien que ces fréquences soient intéressantes à relever dans l'absolu car elles permettent d'accéder à des propriétés matériaux, elles montrent surtout que ce dispositif nous permet de caractériser finement et de quantifier une différence de comportement cinématique de ces deux mécaniques. Nous sommes de la sorte capables de différencier le piano de Sébastien Érard fait en 1802 de tout autre piano contemporain. Ainsi, nous sommes capables de fournir au facteur de son fac-similé des éléments de facture propres à ce piano et pouvons lui apporter une aide précieuse dans son travail pour tenter de reproduire un fonctionnement mécanique aussi proche possible de l'original.

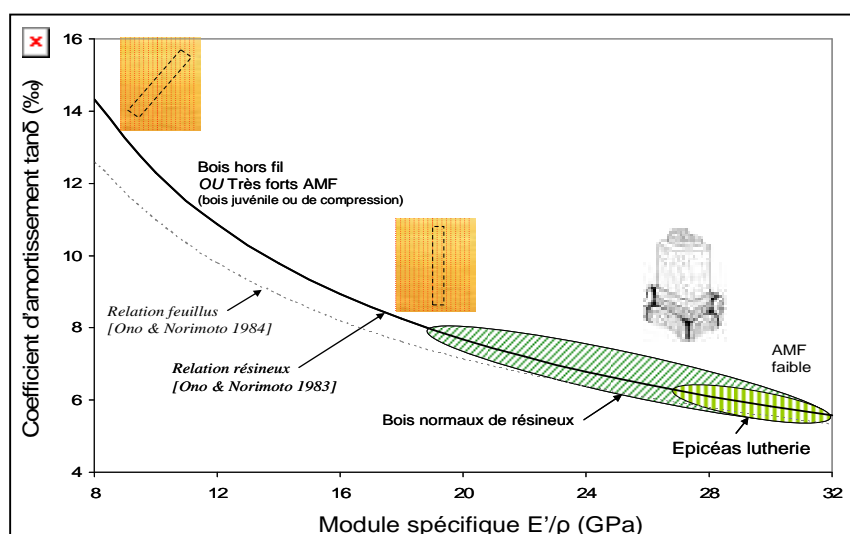
### **Analyse vibratoire de tables d'harmonie**

La réponse vibratoire d'une table d'harmonie, nous l'avons vu, dépend de son matériau constitutif, (particulièrement de son élasticité ainsi que de sa masse volumique) et de sa géométrie. On imagine aisément, que dans le cas de la comparaison entre un original et son fac-similé, les conditions aux bords sont respectées, et peuvent être supposées identiques<sup>13</sup>. L'illustration 6 illustre à travers

<sup>13</sup> Une hypothèse contraire reviendrait à considérer à priori le fac-similé comme radicalement différent de l'original. Elle conduirait à démontrer que cela est vrai, la question induisant la réponse, deux



une représentation schématique la variabilité des propriétés mécaniques du bois de facture instrumentale.



III. 6 - Amortissement en fonction du module spécifique pour différentes essences de bois.  
 Extrait de I. Brémaud, *Caractérisation mécanique des bois et facture origines et recensement de la variabilité*.  
 Actes de la journée d'étude *Les bois du patrimoine*, 29 mai 2008, Cité de la musique.

Ce résultat montre qu'il est statistiquement très difficile de retrouver deux fois un bois de la même essence présentant des propriétés identiques<sup>14</sup>. Si l'on souhaite copier la fonctionnalité de l'objet historique, il faudra donc modifier un autre paramètre afin que les réponses vibratoires soient similaires. Si l'on considère le modèle mécanique de la table d'harmonie du piano de Sébastien Érard et en exploitant les capacités du modèle de table réalisé, nous pouvons concevoir plusieurs scénarii et simuler par exemple une table d'épaisseur constante égale à l'épaisseur moyenne de la table de l'original. Nous pouvons également considérer que cette table est constituée de six lés dont l'épaisseur de chacun est constante, mais varie d'un lé à l'autre de telle sorte que l'épaisseur moyenne totale soit la même que celle de la première simulation. Les constantes d'élasticité sont les mêmes dans les deux simulations. L'illustration 6 représente la conséquence (simulées) sur le premier mode de vibration de ces deux hypothèses.



III. 7 - Effet d'une variation d'épaisseur sur le premier mode de vibration de la table d'harmonie

tables considérées comme identiques en tant que telles auront évidemment des comportements différents si elles sont posées sur deux structures, le reste de l'instrument différents par hypothèse.

<sup>14</sup> Ce résultat bien connu des facteurs explique en partie la variabilité des formes et des géométries au sein de la production d'un même atelier.

Outre une répartition de l'énergie vibratoire légèrement décalée le long de l'éclisse droite, ce résultat montre surtout une variation de 11% du premier mode de résonance de la table d'harmonie. Ceci signifie donc qu'une petite variation d'épaisseur peut modifier grandement la réponse vibratoire de la structure et donc la fonctionnalité de l'instrument de musique.

C'est pourquoi, chacun des originaux qui fait l'objet d'un fac-similé se voit soumis à une mesure vibratoire de sa table, afin d'avoir un élément objectif de référence. Cette mesure peut se faire par holographie acoustique<sup>15</sup> ou par accéléromètre<sup>16</sup>.

Lorsqu'il réalise un instrument le facteur positionne sa nouvelle création par rapport à des étalons que représentent ses instruments précédents et son expérience de la facture d'un point de vue général. Lorsqu'il s'engage dans la réalisation d'un fac-similé, il se trouve alors perpétuellement soumis à un mouvement de va-et-vient et oscille entre deux chemins opposés tout au long de son travail. Le premier l'oriente vers l'habitude, sans laquelle aucun savoir-faire n'existe mais lui fait préférer les paysages connus aux aventures hasardeuses. De fait il sera tenté par exemple d'exploiter son « métier » au travers de l'utilisation d'un bois qu'il connaît bien. Le second s'impose à lui dès qu'il découvre le travail de son prédécesseur, fruit de sa compétence. Face à lui (ou face à eux devrait-on dire plus exactement) il doit apprendre à désapprendre, déconstruire son habitude afin d'approcher le travail de son modèle, prendre des risques, s'imposer la découverte.

L'illustration 8 représente les réponses vibratoires des deux tables de la *vihuela de mano*, l'originale et son fac-similé<sup>17</sup>. Il apparaît que les fréquences de résonance sont très proches l'une de l'autre. Il semble ainsi que la fonctionnalité de ces deux structures sans être identique soit fortement similaire. Il y a donc un succès manifeste dans cette réalisation si l'on se réfère à ce qui a été énoncé précédemment. Cette réussite est validée par les musiciens qui ont découvert notre instrument<sup>18</sup>. Pour autant, ce résultat est la synthèse de plusieurs contraintes : la capacité de liberté du facteur, les règles imposées par l'original, les choix intellectuels et la liberté offerte aux intervenants par le conservateur en charge du suivi du projet. Ainsi cette similitude modale est le fruit d'un compromis. Garante d'une similitude phénoménologique, elle est le résultat du changement de l'essence de bois choisie et des modifications de l'épaisseur de la table d'harmonie. L'épicéa est venu remplacer le sapin de l'original afin que le facteur puisse mieux y trouver les gestes justes et quelques dixièmes de millimètres ont été distribués au gré du savoir-faire. Pourtant, il n'est pas question ici d'une victoire à la Pyrrhus ! L'expérimentation mise en place vient affirmer que les choix faits sont les bons au regard des connaissances actuelles.

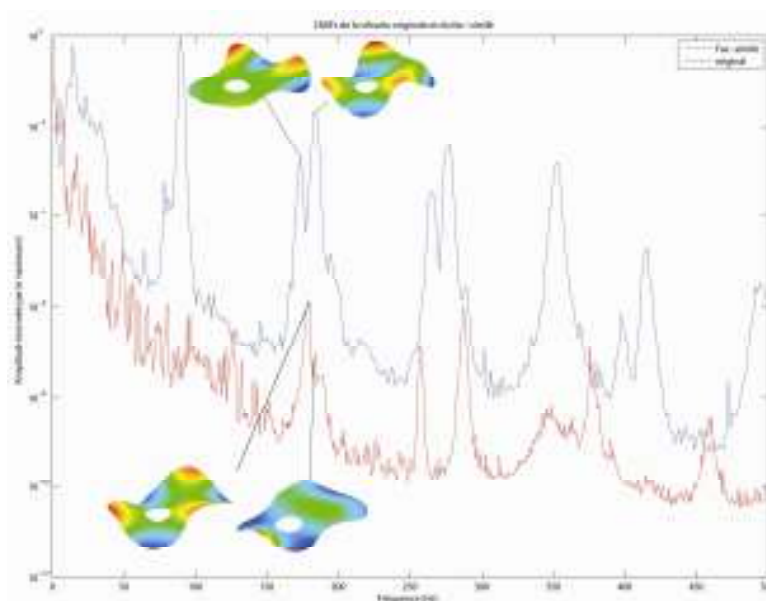
---

<sup>15</sup> L'holographie acoustique est couramment mise en œuvre au laboratoire du musée en partenariat avec l'Institut Jean Lerond d'Alembert. Voir à ce sujet Le Moyne in *Journal of ASA* 131, 2012.

<sup>16</sup> Voir à ce sujet Elejabarrieta dans *Journal of ASA* 108, 2000.

<sup>17</sup> La *vihuela de mano* est en quelque sorte l'ancêtre de la guitare. À ce jour, quatre instruments ont été identifiés comme tels. Des centaines de pages de partitions attendent d'être jouées. Au regard des critères exigés pour entamer la conception d'un fac-similé, la *vihuela de mano* fait figure d'archétype. Cf. « Les cahiers du musée, aux origines de la guitare », 2007, Paris, Cité de la musique.

<sup>18</sup> Pour être tout à fait complet sur la question du fac-similé, il faudrait parler du musicien car dans le cas d'un instrument dont la pratique a disparu, comment faire pour que son utilisation par les musiciens d'aujourd'hui puisse être cohérente avec le jeu de leurs prédécesseurs qu'ils n'ont ni entendus et dont ils n'ont pu recevoir aucun enseignement ?



III. 8 - Comparaison des réponses vibratoires des tables d'harmonie de vihuela (originale en rouge et fac-similé en bleu).

Non invasives et sans danger pour l'œuvre, ces techniques sont mises en œuvre tout au long du travail. Elles permettent au facteur de s'orienter dans son travail et de conserver en quelque sorte les gestes de facture au travers de leurs conséquences lors de la réalisation d'une pièce. Elles guident l'artisan dans la découverte de ceux de son prédécesseur dans lesquels il doit absolument s'introduire afin d'approcher l'original convoité. Elles se concentrent sur la dimension fonctionnelle des pièces réalisées et n'embrassent pas la totalité de la réalité de tout original.

Création humaine dont l'originalité première se trouve probablement dans sa capacité à traverser les siècles, immobile et vivant, l'instrument de musique est peut-être et avant tout le porteur silencieux d'une potentialité musicale, fonction originelle traduisant la volonté de l'homme à maîtriser le temps qui passe depuis sa propre origine.

Crédits : © Musée de la musique, Cité de la musique (sauf illustration 6).