

Analyse du fonctionnement acoustique du Cristal Baschet

François Gautier

Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Maine, UMR CNRS (France)

Frédéric Bousquet

Structures Sonores (France)

Jean-Loïc Le Carrou

équipe LAM, Institut Jean le Rond d'Alembert, UPMC Univ. Paris 06, CNRS (France)

Eric Boyer, Benoît Lemoine

Ecole Nationale supérieure d'Ingénieur du Mans (France)

ACOUSTICS OF THE CRISTAL BASCHET

Instrument making: state of the art

In 1952, brothers Bernard and Francois Baschet initiate the development of a new family of musical instruments: the sound structures [1] [2]. To make a sound, these instruments use a principle, which consists in vibrating a clamped metal rod [3]. The excitation of this rod is made either by percussion or by the friction on a glass rod, as those used in the thirteenth century to create vibrations in the laboratory. The Cristal Baschet, using such a glass rod can cover up to five octaves and has now reached a maturity that makes it a key instrument in contemporary music. A clear understanding of its acoustic functioning is now necessary to control the main parameters, in terms of its making and its musical use.

Acoustics of Cristal Baschet: state of the art

The Cristal Baschet is a musical instrument composed of four major subsystems: the glass rods (called glass bows), metal rods (the vibrating rods), a metallic support plate (the collector) and large thin panels (called sound diffusers). These elements interact as follows: the friction of the wet fingers of the musician on the glass rods leads to vibrations which are transmitted to the collector and then radiated through sound diffusers. No scientific study exists on the way of working of the instrument, nor specifically on the mechanism of sound generation. The first experimental evidences show a behaviour similar to a violin-type movement also called stick-slip phenomenon [4].

Objectives

The aim of the present research is to understand how the Cristal Baschet works by identifying the functions of the different elements, which can help the evolution of the making of Cristal Baschet and can improve the scientific knowledge of the family "vergeophones".

Main contribution

The proposed approach to the study of the instrument is a functional approach. Among the elements identified as having an acoustic function, only the resonant system (the vibrating rod) and exciter system (the finger and the glass bow) are studied here. The modal behavior of the resonant system is analyzed in detail experimentally and numerically. Among all modes of the system, only one is responsible for the selection of the note played, which explain why the Cristal Baschet sound is relatively pure.

Regarding the phenomenon of excitation, the observation of the contact between the musician's finger and the glass rod using an ultra fast camera reveals that the vibration is produced by a Helmholtz motion of the glass rod under the finger. This motion is based on a succession of phases of adhesion and relative slip between the finger and the rod. A model of displacement type is established, showing the features of this movement and the control parameters of the musician, necessary to establish the Helmholtz motion. Drawing on similar studies on the violin and cello, we suggest here an adaptation of Schelleng diagram [5] indicating

qualitatively how to achieve compromise between the force applied to the rod and finger's speed, which are two fundamental control parameters for the musician. The size of the contact between the finger and the glass bow, and the contact conditions (presence of fat or acid on the skin, roughness, the use of multiple fingers) are a third control parameter that the instrument. Although important, this parameter is not addressed in the study presented here. The proposed diagram permits to define values of the control parameters which correspond to a playable tune.

Benefits

The study helps to clarify some points of the functioning of the instrument. Ultimately, understanding the Cristal Baschet can help to design other models of the instrument, which would be lighter and easier to transport and which would use new materials such as light alloys, titanium and synthetic crystal.

FACTURE INSTRUMENTALE : ÉTAT DE L'ART

En 1952, les frères Bernard et Francois Baschet initient le développement d'une nouvelle famille d'instruments de musique : les structures sonores [1] [2]. Pour émettre un son, ces instruments utilisent un principe acoustique, qui consiste à mettre en vibration une verge métallique encastrée [3]. L'excitation de cette verge est effectuée soit par percussion, soit par friction d'une tige de verre, telle que celles qui étaient utilisées au XIIIe siècle pour créer des vibrations dans les laboratoires. Le cristal Baschet, qui utilise une telle tige de verre peut couvrir jusqu'à cinq octaves et est maintenant arrivé à une grande maturité qui

en fait un acteur incontournable de la musique contemporaine. Une compréhension approfondie du fonctionnement acoustique de cet instrument est aujourd'hui nécessaire pour en maîtriser les paramètres principaux, tant du point de vue de sa facture que de son utilisation musicale. A terme, la compréhension du comportement acoustique du Cristal Baschet peut aider à la conception d'un modèle se déclinant sous une forme d'instrument « de voyage » et peut permettre une meilleure adaptation de l'instrument à la sensibilité du musicien.

ACOUSTIQUE DU CRISTAL BASCHET : ÉTAT DE L'ART

Le cristal Baschet est un instrument de musique composé de quatre sous systèmes principaux : des tiges de verre (appelées archets de verre), des verges métalliques (les tiges vibrantes, tiges « support » et masselottes), une plaque support métallique (le collecteur) et des panneaux de forme tronconique (les diffuseurs). Ces éléments interagissent de la manière suivante: à partir du frottement des doigts humides du musicien sur les tiges de verre connectées aux tiges vibrantes encastrées sur le collecteur, les vibrations générées sont rayonnées via les cônes diffuseurs. Aucune étude scientifique synthétique n'existe sur le fonctionnement acoustique de l'instrument ni en particulier sur le mécanisme de génération du son. Les premières constatations expérimentales révèlent un fonctionnement similaire à celui du violon par un mouvement de type adhérence-glissement (« stick-slip » en anglais) [4] où la colophane joue le rôle de l'eau et le crin de cheval le doigt.

OBJECTIFS

L'objectif des travaux présentés est de comprendre le fonctionnement acoustique de l'instrument en identifiant les fonctions des différents éléments, permettant ainsi à terme d'aider à l'évolution de la facture instrumentale du Cristal Baschet et la connaissance scientifique de la famille des vergeophones.

CONTRIBUTION PRINCIPALE

L'approche proposée pour l'étude de l'instrument est une approche fonctionnelle. Parmi les éléments identifiés comme ayant une fonction acoustique, seuls le système résonant (sélectionnant la note jouée) et le système excitateur sont étudiés ici. Le comportement modal du système résonant est analysé en détail de manière expérimentale et numérique. Parmi tous les modes du système, un seul est responsable de la sélection de la note jouée permettant ainsi d'expliquer pourquoi le son du cristal Baschet est un son relativement pur en mode de jeu normal.

Concernant le phénomène d'excitation, l'observation du contact entre le doigt du musicien et la tige de verre grâce à une caméra rapide révèle que la production d'une note est régie par un mouvement de Helmholtz de la tige de verre sous le doigt. Ce phénomène repose sur une succession de phases d'adhérence et de glissement relatif entre le doigt et la tige. Un modèle de déplacement type est établi, montrant les caractéristiques de ce mouvement. Les paramètres de contrôle du musicien, visant à établir le mouvement de Helmholtz, ont été dégagés. En s'inspirant des études similaires réalisées sur le violon et le violoncelle, on suggère ici une adaptation du diagramme de Schelleng [5] indiquant qualitativement le compromis à réaliser entre la force d'appui du doigt et sa vitesse sur la tige, deux des paramètres de contrôle fondamentaux pour le musicien. La taille de la surface du contact entre le doigt et l'archet de verre et ainsi que les conditions de contact (présence de graisse ou d'acides sur la peau, rugosité, utilisation de plusieurs doigts) constituent un troisième paramètre de contrôle qu'utilise l'instrumentiste. Bien qu'important, ce paramètre n'est pas abordé dans l'étude présentée ici. Le diagramme proposé permet de définir des zones de jouabilité et de sonorité de l'instrument en fonction des paramètres de jeu du musicien.

RETOMBÉES

L'étude permet de préciser certains points du fonctionnement de l'instrument. A terme, cela permet d'appréhender la création d'un modèle acoustique permettant, d'anticiper l'effet de modifications, pouvant notamment conduire à la conception d'un instrument de voyage utilisant d'autres matériaux que ceux actuellement mis en œuvre (alliages légers, titane, cristal synthétique). De plus, ce modèle acoustique permet de prédire la fréquence de jeu d'un système à architecture modifiée (formes, dimensions, matériaux), ce qui constitue une aide pour l'accord de l'instrument et pour l'extension de la tessiture souhaitée par les compositeurs et les musiciens.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] B. Baschet, Chercheur et sculpteur de sons, L'Harmattan (2007).
- [2] F. Baschet, Les sculptures sonores, Soundworld. United Kingdom (1999).
- [3] H. Bouasse, Verges et plaques, cloches et carillons, Librairie de Lagrave France (1927)
- [4] A. Akay, Acoustics of friction, J. Acoust. Soc. Am. 111(4), pp. 1525-1547 (2002).
- [5] J.C. Schelleng, The bowed string and the player, J. Acoust. Soc. Am. 53(26), pp. 26-41 (1973).

BIOGRAPHIES

Francois Gautier

Situation professionnelle Professeur – Université du Maine
Rattaché au LAUM (Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Maine
et à l'ENSIM (Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs du Mans)

Formation / Qualifications Ingénieur en aéronautique, ENSAE, Toulouse
Doctorat, HDR, Université du Maine, Le Mans

Principaux sujets
de recherche Acoustique musicale ; Vibro-acoustique

Contact Francois.Gautier@univ-lemans.fr

Frédéric Bousquet

Situation professionnelle Facteur d'instrument, musicien, formateur

Formation / Qualifications Formateur Structures sonores et Pédagogie
Maîtrise de conception mécanique, Bordeaux I
Licence en science de l'éducation, Bordeaux I
Prix du Conservatoire RR, Toulouse

Principaux sujets
de recherche Acoustique musicale – principe des verges encastrées
Musicologie – Histoire de la facture instrumentale Baschet
Sciences cognitives – Pédagogie des sons complexes

Contact frederic@bousquet.as