Bulletin de la Sabix

Société des amis de la Bibliothèque et de l'Histoire de
l'École polytechnique

32 | 2002

Les polytechniciens et la musique

Acoustique musicale : un apprentissage multipolaire

Xavier Boutillon

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/sabix/397>

DOI : 10.4000/sabix.397

ISSN : 2114-2130

Éditeur

Société des amis de la bibliothèque et de l'histoire de l'École polytechnique (SABIX)

Édition imprimée

Date de publication : 1 décembre 2002

Pagination : 55-58

ISBN : ISSN N° 2114-2130

ISSN : 0989-30-59

Référence électronique

Xavier Boutillon, « Acoustique musicale : un apprentissage multipolaire », *Bulletin de la Sabix* [En ligne], 32 | 2002, mis en ligne le 27 juillet 2010, consulté le 17 septembre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/sabix/397> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/sabix.397>

Ce document a été généré automatiquement le 17 septembre 2020.

© SABIX

Acoustique musicale : un apprentissage multipolaire

Xavier Boutillon

Musique et acoustique

- 1 L'acoustique musicale traite des phénomènes sonores en relation avec la musique. Pour l'étude des instruments de musique, celle des salles ou celle de notre perception de la musique, elle emprunte à la mécanique, à la physique, à la psychologie expérimentale, aux sciences cognitives, à l'électronique et au traitement du signal. À l'École, une telle discipline permet aux élèves d'établir des ponts entre leur pratique musicale et leur culture scientifique *via* de nombreuses disciplines et modalités d'enseignement : de l'expérimentation mécanique à l'analyse musicologique, des cours magistraux aux stages d'option, dans les départements d'Humanités et Sciences sociales, de Physique et de Mécanique.
- 2 Deux démarches complémentaires s'offrent aux élèves : porter un regard éclairé par les connaissances scientifiques sur les activités musicales (création, écoute, production, enregistrement), puiser dans le champ artistique des objets d'étude scientifique ou technique (instruments, salles, moyens de traitement et de reproduction du son musical). Sans qu'ils en soient forcément conscients au départ, ce domaine leur donne aussi une excellente occasion de réfléchir sur la prise en compte de facteurs perceptifs dans les réalisations techniques. La connaissance des mécanismes de l'audition humaine, la caractérisation du timbre d'un instrument de musique, la recherche de critères objectifs pouvant décrire les sensations données par une salle de concert, la description des processus cognitifs mis en jeu dans l'écoute d'un morceau de musique instruisent sur la démarche que peut suivre l'ingénieur chargé de l'amélioration du confort d'une automobile ou de la qualité des messages vocaux synthétiques, par exemple.

Un développement récent de l'acoustique à l'École

- 3 Il y a une douzaine d'années, deux élèves, Étienne de Rocquigny et Jean Mouro, convainquent la Direction de l'Enseignement et de la Recherche de soutenir la mise en place d'un petit studio d'enregistrement musical et de synthèse sonore : ce sera l'Atelier des Ondes. Du même coup, Michel Camus, alors D.E.R., encourage la mise en place dans le département de Physique de Travaux expérimentaux (TRES) d'acoustique et de traitement numérique du son ; Dominique Rincé président du département des Humanités et Sciences sociales, établit un séminaire présentant aux élèves différentes approches de la création musicale. Sous l'impulsion de Jean Salençon, le département de Mécanique développe des enseignements d'acoustique : Enseignement d'Approfondissement en acoustique (majeure 1) et module sur les Phénomènes sonores. Enfin l'option de 3^{ème} année donne l'occasion aux élèves d'aller se frotter aux développements de pointe en acoustique dans les laboratoires universitaires ou les centres de recherche industriels.
- 4 La musique joue un large rôle dans ces enseignements : les sujets musicaux présentent de nombreux problèmes à la fois fondamentaux et appliqués, souvent subtils, avec l'avantage d'une approche séduisante.

Le séminaire Création et sciences musicales

- 5 Donné depuis une dizaine d'années, ce séminaire du département HSS a accueilli environ 15 élèves environ par an qui se sont initiés aux phénomènes de l'audition, à l'acoustique d'un ou deux instruments de musique, à l'écoute de la musique contemporaine et pour certains d'entre eux, à l'enregistrement sonore et au mixage proposé par D. Arditi à l'Atelier des Ondes. Au cours du séminaire, l'accent est mis sur une écoute active et partagée qui montre que de multiples facteurs influencent l'écoute de chacun, la rendant différente de celle de nos voisins mais aussi différente d'un moment ou d'un contexte à l'autre. À côté des cours à la tonalité fortement interactive, les élèves doivent également effectuer un travail personnel sur un sujet particulier.
- 6 Malgré l'absence de prérequis et le petit nombre de cours dévolus à ce sujet, l'initiation à la musique contemporaine proposée par A. Poirier a permis à de nombreux élèves de se livrer à des analyses personnelles d'œuvres de Stravinski à Bério en passant par Arvo Part, Stockhausen, Cage et bien d'autres ; la plus grande surprise est sans doute ressentie par les élèves eux-mêmes qui découvrent à quel point cette musique peut s'approprier rapidement pour peu que l'on accepte de se laisser dérouter des chemins balisés par les cadences habituelles.
- 7 L'introduction aux processus de l'audition et de l'écoute a conduit ensuite quelques élèves à travailler sur, par exemple, l'association de flux sonores dans l'écoute de la musique ou sur les techniques récentes de recréation des impressions tridimensionnelles. Plusieurs élèves ont aussi eu à cœur de retrouver le sens musical, historique, sensible et instrumental des calculs de gammes, vénérable poncif des musiciens épris de mathématiques (et aussi de certains mathématiciens épris de musique).

- 8 Ces exemples pris parmi de nombreux sujets traités ont montré aux élèves à quel point la facture instrumentale, la technologie d'enregistrement et de traitement du son, l'évolution de l'écriture musicale et les processus d'écoute sont liés.

L'approche expérimentale de quelques sujets musicaux en mécanique

- 9 Après s'être focalisés sur le maniement virtuose des outils théoriques des sciences (dites) exactes, de nombreux nouveaux polytechniciens ont le désir de découvrir les applications de ces outils. Beaucoup d'entre eux ont aussi envie d'éprouver le renversement du processus pédagogique par lequel ils ont excellé et d'associer la démarche expérimentale à leurs apprentissages. Les instruments de musique, les salles de concert, les procédés de restitution du son sont des réalités excitantes qui témoignent d'un haut degré d'élaboration et de raffinement technique. Leur étude prend donc une place naturelle dans les modules expérimentaux de mécanique. Donnons ici quelques exemples.
- 10 La modélisation détaillée des cordes et de la table d'harmonie de piano ou de guitare permet de comprendre comment le son est généré dans ces instruments ; l'analyse de leur association, si importante dans la structure de leur timbre, permet de comprendre plus généralement comment deux structures mécaniques couplées s'influencent mutuellement.
- 11 L'agencement des trous sur une flûte peut être mis au point en quelques dizaines d'années par une succession d'essais et d'erreurs : c'est l'approche de la facture instrumentale traditionnelle. On peut raccourcir considérablement le processus en adoptant des modèles acoustiques (guide d'onde, impédance de rayonnement) : à la suite des chercheurs, c'est ce que nous proposons à des élèves curieux, prêts à tenter de réaliser une flûte diatonique ou chromatique rudimentaire.
- 12 Enfin, comprendre comment nos deux oreilles permettent de percevoir un espace à trois dimensions peut-être fait en essayant de reproduire cette sensation d'espace à partir d'enregistrements bicaux traités puis écoutés sur casque. En conjuguant enregistrements, utilisation de résultats publiés récemment, traitement du signal sonore et tests psychoacoustiques, des élèves persévérants ont pu y arriver... en partie !
- 13 Découvrir que les modèles n'offrent qu'une précision limitée, les affiner, soigner la mise en œuvre pratique et tenter de comprendre le caractère approché des résultats obtenus par des hypothèses raisonnées sur les phénomènes sonores négligés, telle est l'essence d'une démarche expérimentale pour laquelle la curiosité musicale est un stimulant puissant !

Quelques instruments de l'orchestre

Extrait de « Notre Ecole polytechnique. G. Claris. 1895. Archives de l'Ecole polytechnique

AUTEUR

XAVIER BOUTILLON

Professeur chargé de cours au département de Mécanique, Directeur de recherche au CNRS