

CFA '18 LE HAVRE ■ 23-27 avril 2018
14^{ème} Congrès Français d'Acoustique



Un atelier Musique et Acoustique à destination des professeurs de collège

B. Dubus^a, A.-C. Hladky-Hennion^a, J. Vasseur^a, J. Coutte^b, P. Campistron^c, F. Benmeddour^c et S. Grondel^c

^aUniv. Lille, CNRS, Centrale Lille, ISEN, Univ. Valenciennes, UMR 8520 - IEMN, F-59000 Lille, France

^bFaculté des Sciences Appliquée Université d'Artois, Technoparc Futura, 62400 Béthune, France

^cUniv. Valenciennes, CNRS, Univ. Lille, YNCREA, Centrale Lille, UMR 8520 - IEMN, DOAE, F-59313 Valenciennes, France
bertrand.dubus@isen.fr

La section Régionale Grand Nord de la SFA a organisé en mai 2017 un atelier sur la thématique “Musique et acoustique” dans le cadre du cycle de formation “La Science en Musique” à destination des enseignants de collège mis en place par la Maison pour la Science et l’Ecole Supérieure du Professorat et de l’Education des Hauts-de-France. Seize professeurs de physique-chimie, de mathématiques et de technologie ont participé à cette demi-journée. L’atelier visait à faire découvrir sous la forme de courts travaux pratiques les liens parfois complexes entre physique et son. Répartis en trois catégories (instruments à cordes, tuyaux sonores, résonateurs de Helmholtz), ces exercices proposaient des expériences sur la production, la mesure, l’analyse et la perception de sons produits à partir d’objets simples ou d’instruments de musique. La plupart des exercices étaient indépendants les uns des autres et pouvaient donc être réalisés selon l’envie des participants en suivant une progression thématique ou de manière plus aléatoire. L’atelier a été reconduit dans le programme de formation pour l’année 2018. Cette présentation sera l’occasion d’un retour d’expérience sur la conception de cette formation, sa réalisation et son appréciation par les participants.

1 Introduction

La section Grand Nord de la SFA a été créée en janvier 2003 à l’issue du 6^e CFA qui s’est déroulé à Lille en 2002. Sa mission principale est de favoriser au niveau local des rencontres conviviales entre chercheurs, ingénieurs, techniciens, musiciens, artistes... qui souhaitent échanger leurs connaissances et leurs expériences et en faire profiter le plus grand nombre. Elle regroupe les acteurs du domaine de l’acoustique qui travaillent dans les régions Hauts de France, Normandie et Grand-Est.

Les animateurs de la section Régionale Grand Nord de la SFA ont organisé en mai 2017 sur une demi-journée un atelier sur la thématique “Musique et acoustique” dans le cadre du cycle de formation “La Science en Musique” à destination des enseignants de collège mis en place par la Maison pour la Science en Nord Pas-de-Calais. Cet article est l’occasion d’un retour d’expérience sur la conception de cette formation, sa réalisation et son appréciation par les participants.

2 Description de la demande

Les Enseignements Pratiques Interdisciplinaires ont fait leur apparition dans le programme des enseignements du cycle 4 (cycle des approfondissements - classes de 5^e, 4^e et 3^e) en 2016 [1]. Ils permettent aux professeurs de collège de différentes disciplines de collaborer pour réaliser ensemble une partie de leur programme sur un thème de travail interdisciplinaire. S’il s’appuie sur des connaissances issues des disciplines, cet enseignement doit s’appliquer à des objets communs dans le cadre d’une démarche de projet conduisant à une réalisation concrète et faisant l’objet d’une évaluation. L’objectif est de placer l’élève dans une démarche active qui l’amène à utiliser et concrétiser savoirs et compétences.

Par ailleurs, une partie importante des nouveaux programmes du cycle 4 du collège en Physique-Chimie porte sur le thème “Des signaux pour observer et communiquer” et en particulier sur les signaux sonores [2]. Les enseignants de physique-chimie ont le plus souvent bénéficié d’un enseignement assez limité en acoustique durant leur parcours universitaire et sont donc très demandeurs d’activités pédagogiques en lien avec les sons et basées sur la démarche d’investigation.

Dans ce cadre, la Maison pour la Science en Nord Pas-de-Calais a proposé en 2017 une formation d’une durée de deux jours intitulée “La Science en Musique” centrée sur la production, la perception et l’interprétation des sons.

L’objectif est de faire acquérir aux participants des notions scientifiques interdisciplinaires autour des phénomènes d’émission, de propagation, de réception, d’acoustiques physique (instruments, salles), physiologique (voix, oreille), et psychologique (plaisir, harmonie). L’approche annoncée est pratique, basée sur la réalisation et l’exploitation d’expériences simples sur le son et les instruments de musique, sur la construction d’activités pédagogiques sensibilisant les élèves aux risques auditifs, sur la mise en situation d’investigation et sur des échanges avec des chercheurs.

La Section Régionale Grand Nord de la Société Française d’Acoustique a été sollicitée pour animer la demi-journée de cette formation consacrée aux expériences sur le son et les instruments de musique.

3 Approche pédagogique retenue

Pour rester dans l’esprit de démarche active des Enseignements Pratiques Interdisciplinaires et des Maisons pour la Science, la première idée retenue pour construire la demi-journée de formation a consisté à mettre les participants dans une situation similaire à celle d’élèves ayant à conduire une démarche d’investigation. Nous avons donc construit un ensemble de neuf travaux pratiques courts et variés pouvant être réalisés en groupe de 2 à 4 et proposés en libre-service.

La deuxième idée directrice est l’utilisation exclusive d’objets et d’outils simples et peu coûteux pour rendre possible la réalisation de ces séances dans des classes de collège. Les expériences proposées ont donc été préparées à partir de tuyaux sonores, de bouteilles remplies partiellement d’eau (résonateurs de Helmholtz) et d’instruments à cordes pré-enregistrés (guitare, ukulélé et violon). L’enregistrement et l’analyse des sons pouvaient être réalisés avec Audacity, logiciel d’enregistrement de son numérique et d’édition de sources audio numériques sous différents formats distribué sous licence libre.

Enfin, pour conserver un aspect ludique à la séance, les groupes restaient maîtres du choix des exercices qu’ils réalisaient et pouvaient, après avoir choisi une enveloppe contenant un exercice (Fig. 1) et pris connaissance du sujet, décider de le réaliser ou de choisir une autre enveloppe.

Les neuf fiches réalisées sont décrites dans le tableau 1. A des fins d’autonomie et pour faciliter la réalisation des TP, un tutorial sur l’utilisation d’Audacity a été ajouté. Un exemple de fiche sur l’écoute et la perception de séquences musicales d’instruments à cordes est présenté à la Figure 2.



Figure 1: aperçu des fiches mises sous enveloppes.

1 Cordes		
C1	Timbres d'instruments à cordes pincées	
C2	Modification du timbre d'un instrument à corde	
C3	Ecoute et visualisation de séquences musicales	
2 Tuyaux sonores		
TS1	Générer, enregistrer et comparer des sons	1
TS2	Générer, enregistrer et comparer des sons	2
TS3	Générer, enregistrer et comparer des sons	3
TS4	Relier la hauteur du son à la longueur du tube	
TS5	Reproduire un air basique à l'aide des tubes sonores	
3 Résonateurs de Helmholtz		
RH	Activité expérimentale sur les résonateurs de Helmholtz	
+ Annexe :	Audacity pour l'analyse spectrale	

Tableau 1 : intitulés des fiches réalisées.

ACTIVITE 1 : CORDES 16 MAI 2017

Fiche C3
Ecoute et visualisation de séquences musicales

- En utilisant le logiciel Audacity, importer les fichiers « seq1.wav », « seq2.wav » et « seq3.wav », les enregistrer sur l'ordinateur.
- Ecouter les séquences musicales une à une puis lister sur une feuille de papier à gauche les mots qui caractérisent votre perception (impression auditive, sentiment suscité, etc ...).
- Visualiser maintenant les **spectrogrammes** (pour aller plus loin, voir ci-dessous) des trois séquences à l'aide d'Audacity.
- Réécouter chaque séquence pour mieux appréhender le lien entre l'écoute et les caractéristiques du spectrogramme.
- Lister les points communs et les différences des caractéristiques des spectrogrammes entre les séquences (entre 1 et 2 puis 1 et 3) sur la même feuille de papier à droite.
- À partir de toutes ces observations, essayer d'associer chaque caractéristique du spectrogramme à un ou plusieurs éléments de la liste des mots qui décrivent votre perception.

Pour aller plus loin : le spectrogramme ou sonogramme

Le spectrogramme d'un signal acoustique ou sonogramme, est une représentation, utilisée pour l'analyse spectrale des sons (pression acoustique ou signal relevé sur le capteur) selon une graduation de couleur, en fonction de la fréquence et du temps, respectivement portés en ordonnée et en abscisse. L'intérêt est la possibilité de voir l'évolution spectrale au cours du temps, cette évolution étant, par exemple, essentielle dans la définition du timbre d'un instrument. Les sonogrammes sont utilisés pour l'analyse sonore de la voix, des instruments, des œuvres musicales, des sons de la nature ou de machines, etc.

Les séquences musicales sont extraites des 1er et 2e mouvements du Concerto pour guitare en ré majeur d'Antonio Vivaldi interprété par Sharon Isbin (guitare) et l'Orchestre de chambre Salomon.

Figure 2 : fiche d'exercice sur l'écoute et la visualisation de séquences musicales d'instruments à cordes

4 Déroulement de la séance

Seize professeurs de physique-chimie, de mathématiques et de technologie, répartis en quatre groupes, ont participé à la séance qui s'est déroulée le 16 mai 2017 de 9h à 12h (Fig. 3). Six acousticiens membres de la SRGNO étaient présents et ont animé la séance. Durant les 2 heures dédiées aux exercices (de 9h30 à 11h30), les groupes ont eu tendance à essayer de réaliser en totalité l'exercice choisi avant de passer à un autre exercice, généralement sur un autre thème. Au final, chaque groupe a abordé deux ou trois exercices différents. L'ambiance était détendue, les participants n'hésitant pas à s'adresser aux animateurs présents pour mieux comprendre les objectifs, valider la méthode, apprendre à utiliser Audacity ou poser des questions sur l'Acoustique. Les 30 dernières minutes ont été réservées à un court débriefing.

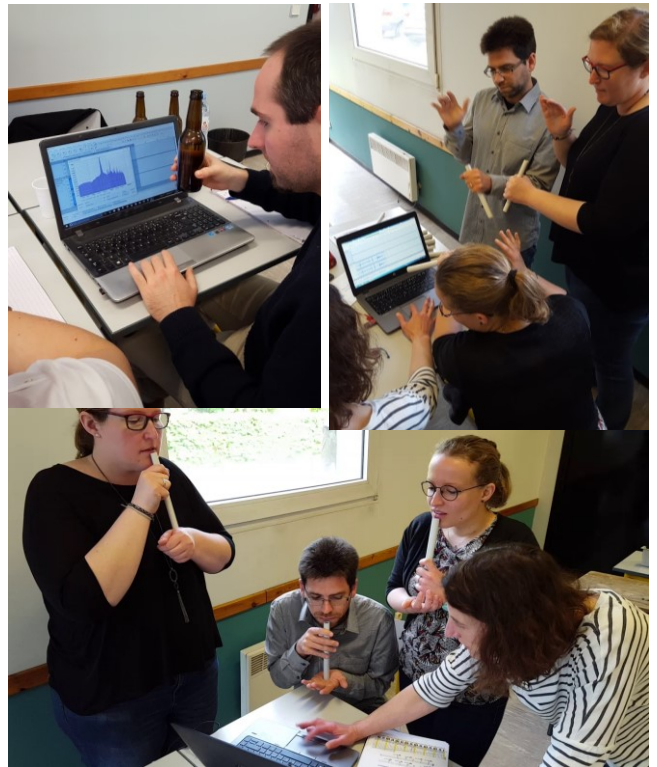


Figure 3 : groupes en cours de travail sur les tubes sonores et les résonateurs de Helmholtz.

5 Retour d'expérience

Sept participants ont répondu à l'enquête de satisfaction à l'issue de la formation. Le retour sur l'activité proposée par la SRGNO a été très positif dans la mesure où elle a été désignée par toutes les personnes ayant répondu comme étant ce qu'elles ont le plus apprécié (Tableau 2). Un participant a cependant regretté le nombre réduit d'instruments de musique utilisés pendant la formation.

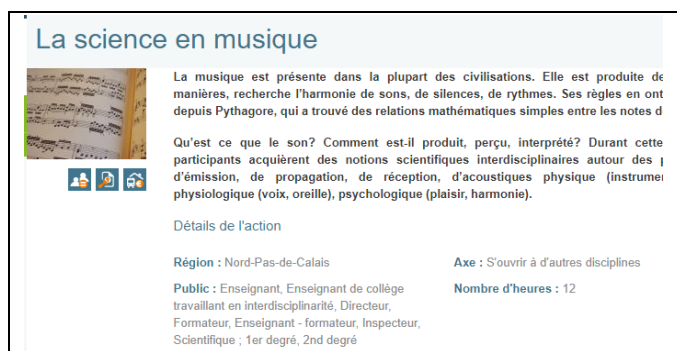
Côté animateurs, l'activité proposée est apparue assez simple à encadrer dans la mesure où les participants étaient motivés et se sont fortement impliqués dans les expérimentations. La réalisation des exercices s'est cependant révélée plus longue que prévue.

Qu'avez-vous apprécié le plus lors de l'action de développement professionnel ?
"L'intervention des acousticiens"
"Des expériences concrètes que l'on peut reproduire avec les élèves, la disponibilité des intervenants, des échanges productifs"
"Les manipulations"
"L'encadrement par les chercheurs lors de la 2e journée"
"Les manipulations variées"
"La qualité des interventions"

Tableau 2 : extrait de l'enquête de satisfaction.

6 Conclusion

L'atelier a été reconduit dans le programme de formation proposé par la Maison pour la Science en Nord Pas-de-Calais pour l'année 2018 (Fig. 4) L'approche pédagogique retenue (exercices pratiques, matériel utilisé, déroulement de la séance) sera reconduite avec si possible quelques ajustements : manipulations utilisant plus d'instruments de musique, allongement de la durée de la séance d'exercices.



La science en musique

La musique est présente dans la plupart des civilisations. Elle est produite de manières, recherche l'harmonie de sons, de silences, de rythmes. Ses règles en ont depuis Pythagore, qui a trouvé des relations mathématiques simples entre les notes d

Qu'est ce que le son? Comment est-il produit, perçu, interprété? Durant cette participants acquièrent des notions scientifiques interdisciplinaires autour des | d'émission, de propagation, de réception, d'acoustiques physique (instrumente physiologique (voix, oreille), psychologique (plaisir, harmonie).

Détails de l'action

Région : Nord-Pas-de-Calais Axe : S'ouvrir à d'autres disciplines

Public : Enseignant, Enseignant de collège travaillant en interdisciplinarité, Directeur, Formateur, Enseignant - formateur, Inspecteur, Scientifique ; 1er degré, 2nd degré

Nombre d'heures : 12

Figure 4 : présentation de l'offre de l'action mise en ligne sur le site de la maison pour la science pour 2018 (<http://www.maisons-pour-la-science.org/fr/npdc>)

Remerciements

Les auteurs remercient Sophie Picart, organisatrice de l'action "La Science en Musique" 2017, pour son accueil et son aide dans la réalisation de cet atelier.

Références

- [1] "Enseignements au collège, Organisation des enseignements dans les classes de collège", Arrêté du 19-5-2015 - J.O. du 20-5-2015.
- [2] "Programme d'enseignement du cycle des approfondissements (cycle 4)", Bulletin officiel spécial n°11 du 26 novembre 2015.