



HAL
open science

Adaptation Ergonomique du Matériel Musical: un projet interdisciplinaire concret au service des enfants handicapés

Julie Thony, Guillaume Thomann, Jacques Cordier, Alain Di Donato

► To cite this version:

Julie Thony, Guillaume Thomann, Jacques Cordier, Alain Di Donato. Adaptation Ergonomique du Matériel Musical: un projet interdisciplinaire concret au service des enfants handicapés. Hermès Sciences. Expériences en Ergothérapie, Sauramps Medical, pp.196-203, 2008, Rencontres en Médecine physique et de réadaptation. hal-00370644

HAL Id: hal-00370644

<https://hal.science/hal-00370644v1>

Submitted on 24 Mar 2009

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Adaptation Ergonomique du Matériel Musical : un projet interdisciplinaire concret au service des enfants handicapés

Julie Thony¹, Guillaume Thomann², Jacques Cordier³, Alain Didonato⁴

¹ Ergothérapeute, SESSD APF, 18, rue de Grugliasco 38130 Echirolles

² Enseignant Chercheur, Grenoble INP, Laboratoire G-SCOP, 46 avenue Félix Viallet, 38031
Grenoble Cedex

³ Enseignant Musicien, Conservatoire à Rayonnement Régional de Grenoble, 6 chemin de Gordes
38100 Grenoble

⁴ Ingénieur, Grenoble INP, 46 avenue Félix Viallet, 38031 Grenoble Cedex

Résumé

Ce projet AE2M consiste en la mise en œuvre d'une recherche de solutions ergonomiques permettant à des enfants en situation de handicap de pratiquer la musique instrumentale et, au-delà, de rencontrer et de côtoyer, grâce à cette pratique, des personnes valides. Il met en œuvre une forte complémentarité entre trois compétences Ergothérapeute/Musicien/Ingénieur qui illustrent bien la philosophie de ce projet puisqu'il favorise la pluridisciplinarité et la transversalité.

Mots-clés

Handicap moteurs, pratique musicale, conception, adaptation, réadaptation, pluridisciplinarité.

INTRODUCTION

Le Projet d'Adaptation Ergonomique du Matériel Musical (<http://projetae2m.free.fr>) existe depuis septembre 2004. Il a été initié par un musicien enseignant lors de ses interventions auprès des enfants fortement handicapés moteurs (différentes formes de myopathes, I.M.C.). Les difficultés rencontrées pour arriver à faire jouer de la musique aux enfants handicapés l'ont vite questionné. C'est à partir de ce moment là que des idées ont germées et que des premiers systèmes d'assistance ont été proposés par le musicien pour permettre aux enfants de pouvoir jouer de certains instruments de percussions (lames, métal, bois, peaux).

Devant le succès très rapide de premiers prototypes proposés aux enfants et devant l'engouement général que suscitaient ces nouvelles possibilités de jeu musical, de nouveaux moyens humains, techniques et financiers sont vite devenus nécessaires.

Petit à petit, les compétences au bon développement de ce projet et des systèmes ergonomiques se sont regroupées et des réalisations complètes sont maintenant proposées à de nombreux enfants qui sont accueillis à l'Institut d'Education Motrice-Association des Paralysés de France (IEM APF) d'Eybens (38) près de Grenoble.

En quoi ces enfants sont-ils plus ou moins empêchés d'accéder à une pratique musicale ? Presque tous chantent et jouent des instruments de musique que possède l'Institut. C'est principalement la manipulation des instruments et l'organisation spatiale qui, dans certains cas, posent problèmes.

Le travail que représente le projet d'Adaptation Ergonomique du Matériel Musical englobe plusieurs sous-projets pour différents enfants et différents instruments.

Nous proposons d'organiser ce document en deux grandes parties. La première présente notre organisation de travail. Elle est constituée de différentes parties détaillant la description plus précise de ce projet AE2M et des travaux réalisés, en cours de réflexion et à venir. Elle nous permettra également de nous porter une attention particulière sur la méthodologie de travail proposée.

Dans la seconde partie, nous présentons concrètement les systèmes permettant actuellement à une trentaine d'enfants de jouer des instruments de percussion ainsi que, depuis peu, un instrument à vent. Nous ne nous attarderons pas spécialement sur les technologies employées, mais nous nous concentrerons plus précisément sur les moyens humains que nous avons mis en place pour permettre l'aboutissement de ce système.

Les systèmes se sont tout naturellement développés autour des nécessités musicales et grâce aux compétences d'ingénierie et très vite il a été indispensable de travailler en forte interaction avec une ergothérapeute conseil. Cette dernière favorise la compréhension des problématiques liées au handicap (troubles et notions d'évolutions éventuelles, aides techniques).

Ce rôle est bien évidemment général puisque l'ergothérapeute ne connaît pas les difficultés spécifiques des enfants. Elle permet d'informer, d'expliquer au musicien et aux ingénieurs (étudiants et enseignants) les handicaps et les diverses solutions pour pouvoir pallier les difficultés et favorise l'interaction des étudiants auprès des enfants. Nous reviendrons plus loin sur la distinction que nous faisons entre l'ergothérapeute conseil du projet et les ergothérapeutes en charge des enfants concernés par les recherches.

Ce projet est réalisé en collaboration entre le CRR (Conservatoire à Rayonnement Régional) de Grenoble, Grenoble INP (Institut National Polytechnique) et l'IEM APF d'Eybens.

DESCRIPTION DU PROJET

Le projet actuel que nous avons nommé "Adaptation Ergonomique du Matériel Musical" (AE2M) a pour objectif de mettre à disposition d'enfants handicapés moteurs (principalement des enfants I.M.C. et myopathes) des interfaces mécaniques et/ou électromécaniques leur permettant de jouer un ou plusieurs instruments de musique avec le même niveau d'autonomie que les enfants valides. Il s'agit de produire des sons « acoustiques » et de mettre tout en œuvre pour que l'enfant handicapé physique puisse agir lui-même volontairement sur l'instrument.

Le présent projet a donc pour objectif la manipulation d'instruments de musique « acoustiques », directement ou via des interfaces ergonomiques.

Acteurs

Nos premières études ont concerné les enfants du Centre de Rééducation Motrice (C.R.M.) de Grenoble, action qui fut soutenue alors par l'Association des Parents d'Elèves Handicapés et le CRR à travers son enseignant du Département des Musiciens Intervenants. Par la suite, le C.R.M. ayant fermé l'IEM d'Eybens (38) a accueilli la plupart des enfants et nous a apporté son concours immédiatement pour poursuivre le travail initié.

Dans le cadre de cet institut, nous avons pu rapidement faire un travail transversal en impliquant le corps universitaire (élèves ingénieurs, enseignants chercheurs, ingénieurs et techniciens) en collaboration avec Jacques Cordier, enseignant musicien et initiateur du projet, ainsi que les ergothérapeutes, les kinésithérapeutes et les médecins, tous ensembles tournés vers l'enfant handicapé.

La démarche utilisée

Depuis le début de notre travail autour de l'adaptation ergonomique de matériel musical pour les enfants handicapés, nous avons toujours mis l'accent sur une complémentarité des compétences et donc sur une méthodologie adaptée.

Ainsi, les conditions nécessaires au bon déroulement des projets sont clairement discutées avant chaque nouvelle étude. Nous avons très longuement échangé suite aux premiers projets réalisés et nous avons acquis une certaine maturité par rapport à la gestion du travail spécifique entrepris.

Il s'agit tout d'abord de maintenir des relations toujours très étroites avec les institutions dans lesquelles se trouvent les enfants. Ainsi, la direction de l'IEM d'Eybens est tout à fait en accord et soutient également les travaux menés dans ses locaux.

Grâce à l'éclairage des ergothérapeutes lors des réunions de travail autour des enfants, nous avons remarqué que ces derniers possédaient des spécificités dues à leur handicap. Nous n'avons pas d'emblée voulu proposer une solution adaptée à un groupe d'enfants mais nous avons choisi comme première approche de travail de nous concentrer sur un enfant et son handicap.

Nous sommes tout à fait conscients que dans un nombre de cas non négligeables, une modification mineure et bien réfléchie d'une partie du système pourrait permettre à un public beaucoup plus large de s'en servir. Toutes nos études sont pensées dans cette optique.

A noter que dans cette démarche proposée, le cahier des charges de chaque projet de prototype a été soumis aux commentaires et à l'approbation de chacun des spécialistes : musicien/ergothérapeute/ingénieur.

L'interdisciplinarité

Nous évoquons plus haut l'implication indispensable de l'enfant au cœur du processus de conception d'adaptation ergonomique du matériel musical. Ce travail ne peut évidemment pas se dérouler sereinement sans une implication souhaitée des **spécialistes ergothérapeutes**. Depuis le lancement de notre travail, leurs interventions régulières ont permis de guider les réalisations pour qu'elles soient toujours plus proches des enfants et de leurs handicaps.

En plus de ces compétences liées au milieu du handicap, le CRR, soutenant notre travail, met à disposition du projet des **professionnels expérimentés dans les domaines de la musique et de l'acoustique**, sans oublier la création musicale, favorisant la rencontre des musiciens handicapés et valides.

Les travaux se déroulant en grande partie lors de projets pédagogiques universitaires dans les établissements d'enseignements supérieurs, les enseignants, **chercheurs et ingénieurs** mettent à disposition du projet leurs expériences en conception de produit, production, fabrication et en gestion de projet pour que le travail soit mené de manière exemplaire.

Cette cohésion interdisciplinaire de compétences de haut niveau permet actuellement de proposer quelques prototypes de systèmes d'adaptation ergonomique de matériel musical. Il est important d'insister sur le fait que les trois années de travail passées ont été nécessaires pour travailler efficacement et asseoir notre complémentarité.

Triangle de compétences

Nous proposons une représentation des interactions autour du projet d'Adaptation Ergonomique de Matériel Musical sous la forme d'un triangle de compétence (figure 1). Les grands champs d'action représentent les compétences nécessaires pour un bon déroulement du projet.

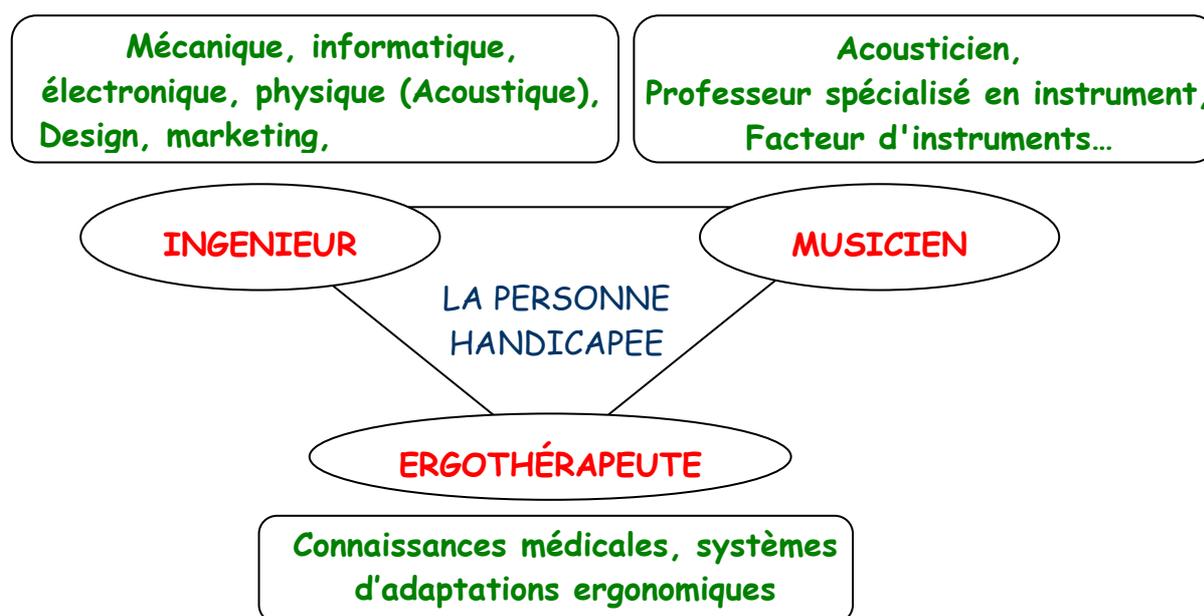


Figure 1. Triangle de compétences

Notion d'adaptabilité

Lors de toutes nos études, nous concentrons notre attention sur le contexte particulier lié à l'enfant et ses situations de handicap lors de l'activité musicale.

Ainsi, quelle que soit l'étape du processus de conception de matériel ergonomique, les actions nécessaires à sa progression gravitent autour de l'enfant handicapé :

- l'analyse du geste musical et celle des capacités physiques de l'enfant sont nécessairement liées,
- il faut prendre en compte tout l'environnement de travail de l'enfant (fauteuil, verticalisateur, tablette, joystick de commande du fauteuil, ...) pour que le système puisse s'y intégrer "naturellement »,
- des contraintes de temps d'installation du système doivent être prises en compte.

Nous n'allons pas ici lister tous les éléments du cahier des charges permettant de commencer à réfléchir à des propositions de solutions de systèmes ergonomiques, mais nous voulons insister sur cette méthodologie centrée sur l'utilisateur.

Il nous est inconcevable de ne pas donner une place privilégiée à l'enfant lors des études menées. Par leur implication, ils nous renvoient leurs impressions et nous donnent des avis critiques indispensables à la "Bonne" réalisation du produit. Quand l'enfant n'a pas l'usage de la parole, ce qui est fréquemment le cas, nous sommes attentifs à ses réactions de joie, ses mimiques pouvant être interprétées par les personnes qui le côtoient au quotidien.

Nos discussions et essais de prototypes en leur présence se révèlent à chaque fois plus surprenants et agréables. Nous constatons une adhésion de leur part aux projets : ils montrent en cela une maturité certaine.

Ces systèmes sont évidemment personnalisés par rapport aux difficultés de l'enfant mais il ne faut pas omettre une vision d'adaptabilité générale. Ainsi, comme nous l'avons évoqué plus haut, nous avons différencié deux rôles d'ergothérapeute : ergothérapeute de l'enfant et ergothérapeute conseil du projet.

L'ergothérapeute en charge d'un enfant associe ses compétences à celle du musicien et de l'ingénieur, lors des rendez-vous d'observation avec les enfants concernés. Elle a une vision ciblée des déficiences, capacités et situations du handicap de l'enfant et peut, par conséquent, proposer une adaptation spécifique.

L'ergothérapeute conseil du Projet AE2M a pour rôle de définir une frontière entre ce qui est personnalisable et ce qui doit être générique au niveau du système d'adaptation ergonomique. Elle informera les ingénieurs et musiciens sur les aides techniques existant sur le marché. Ainsi, pour chaque étude, nous pouvons ensemble proposer une structure composée d'une partie identique

utilisable par tous les utilisateurs et d'une autre personnalisée. En outre, elle travaille avec le musicien, l'ingénieur et le chercheur, dans le cadre d'une vision élargie, aux grandes orientations du projet.

REALISATIONS EFFECTUEES

Quelques projets phares

Un travail autour d'un **portique plateau orthèse** a été le premier initié par l'équipe AE2M. Plusieurs projets d'étudiants se sont succédés pour répondre aux besoins identifiés dès les premières séances musicales. Actuellement, un autre binôme d'étudiants travaille spécifiquement sur le design de ce système.

Ce portique a comme objectif de répondre à plusieurs exigences liées à la pratique de certains instruments de percussions de type lames en bois ou métal. Ce système doit respecter les fonctionnalités suivantes :

- l'accès aisé à l'instrument avec le fauteuil électrique,
- le soutien des membres supérieurs de l'enfant atteint de maladie ayant comme conséquences une atrophie musculaire progressive,
- un réglage précis de la position de l'instrument en fonction de ses dimensions et de la carrure de l'enfant handicapé,
- un rangement efficace et rapide et un aspect esthétique lié à son milieu d'utilisation.

Nous avons toujours voulu associer une orthèse adaptée aux handicaps d'un enfant, avec un portique réglable pour accueillir son fauteuil (figure 2).

Actuellement, trois types d'orthèses ont été développés pour deux enfants dont les handicaps ne cessent d'évoluer.



Figure 2. Mise en situation du portique plateau et le l'orthèse adaptée

Au début de notre travail en collaboration entre Grenoble INP et le CRR, nous avons rapidement réalisé deux exemplaires du « **tambour sauterelle** » (figure 3) dont les caractéristiques sont de permettre un accès facile à l'instrument par la personne handicapée. Les trois pieds de ce tambour ont été repensés pour proposer une forte inclinaison de l'instrument ainsi qu'une proximité du fauteuil pour une aisance de jeu.



Figure 3. Photographie du « tambours sauterelle »

Un nouvel axe de nos recherches débuté en octobre 2007 a rapidement débouché sur un premier prototype utilisé dorénavant à l'IEM. Nous avons voulu nous lancer dans une voie exploratoire répondant aux attentes des enfants handicapés désireux de jouer **des instruments à vent**.

Les déficiences respiratoires sont souvent conséquences de maladies évolutives comme certaines myopathies. Nous avons ici comme objectifs de réaliser un système permettant non seulement une amplification du souffle de l'enfant mais également de lui permettre d'agir réellement sur la manipulation de l'instrument.

Suite à un travail d'un groupe d'étudiants qui s'est achevé en février 2008, nous avons pu proposer un prototype de mélodica¹ adapté permettant à un enfant de s'exprimer musicalement. Le mélodica est fixé sur une table positionnée en fonction de l'enfant pour que celui-ci puisse agir facilement sur les touches du clavier et le tuyau est ajusté en hauteur et en distance par rapport à la bouche de l'enfant.

Pour le moment, le système d'amplification du souffle est encore au stade de conception.

Un nouvel axe d'étude est en cours de réflexion. Nous avons effectivement les ambitions de proposer aux utilisateurs handicapés des systèmes leur permettant de jouer tout type d'instrument de musique à travers une interface unique.

Le but est de proposer un ensemble de contacteurs ou autres boutons poussoirs rassemblés en un « **clavier ergonomique** » et qui permettrait d'accéder à plusieurs instruments différents ou à des instruments multiples par leur nombre d'éléments constitutifs (exemple avec des instruments de grande taille : batterie, un jeu de timbales d'orchestre symphonique, un marimba, un vibraphone).

L'objectif est donc clairement de pouvoir offrir à une personne handicapées de jouer d'importe quel instrument de musique à partir d'un clavier qui lui sera dédié.

¹ Instrument de musique à vent, qui s'apparente dans son mode de fonctionnement à un harmonica, mais à la différence de celui-ci, il comporte un clavier.

Présentation d'un projet spécifique : la « mailloche EM »

L'étude menée ici s'adresse à des enfants qui ne peuvent pas saisir une mailloche pour frapper sur un tambour. Il s'agit donc de concevoir un système de frappe actionné par l'enfant.

A partir d'une proposition technique initiale du musicien et suite à de nombreuses rencontres avec l'équipe encadrante des enfants à l'IEM, les étudiants en charge de ce projet ont ainsi mis en œuvre un système composé d'un accumulateur, d'un contacteur, d'un électro-aimant et d'une liaison mécanique pour permettre une frappe de la mailloche sur le tambour (figure 4).

Ainsi, ce système « **Mailloche EM** » conçu et fabriqué permet une frappe avec une mailloche sur le tambour à partir d'un appui sur le contacteur.

Les premiers essais ont montré que des améliorations étaient nécessaires pour une pratique plus proche des enfants, plus en phase avec l'acoustique musicale et plus aisée à mettre en place :

- bouton poussoir pas forcément adapté aux handicaps,
- choix de l'accumulateur à améliorer,
- beaucoup de cliquetis perturbateurs,
- vibrations parasites,
- réponse à la sollicitation rythmique à perfectionner,
- esthétique à améliorer.

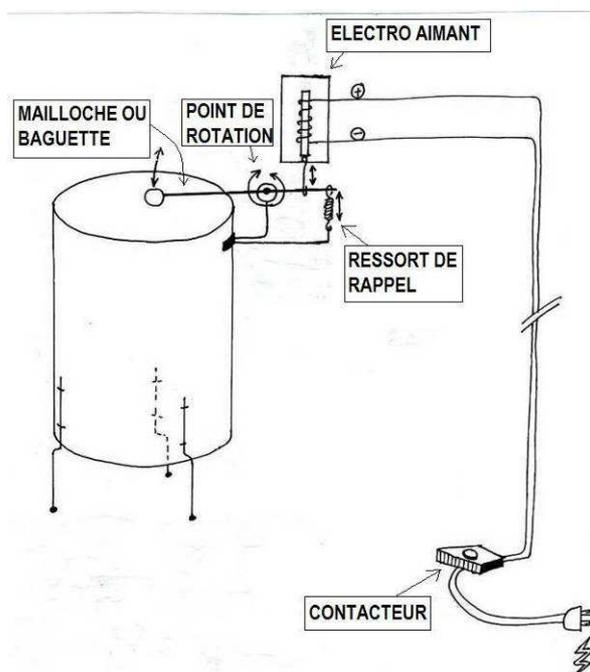


Figure 4. Croquis de la « mailloche EM »

Suite aux observations des mises en situation musicale à l'IEM et avec la présence permanente des ergothérapeutes, le travail c'est premièrement focalisé sur l'élimination des bruits parasites (ajout de mousse, utilisation d'autres matériaux, etc.) puis a évolué vers une proposition de conception de nouveau boîtier intégrant toutes les fonctionnalités utiles au jeu de la baguette sur la peau du tambour (figure 5). Cette modification a permis d'aboutir à de nouveaux prototypes intégrant :

- l'ajout d'un élastique pour améliorer le retour de la baguette (meilleure réponse rythmique),

- la possibilité de changer de boutons poussoirs rapidement et facilement en fonction des capacités des enfants (boutons poussoirs du commerce),
- le système monté sur un pied indépendant éliminant la transmission des vibrations du système vers le tambour.

De plus, grâce à ce découplage mailloche/instrument de musique il est possible de jouer sur n'importe quel instrument de percussion (Djembé, tambour, cymbales, etc.)

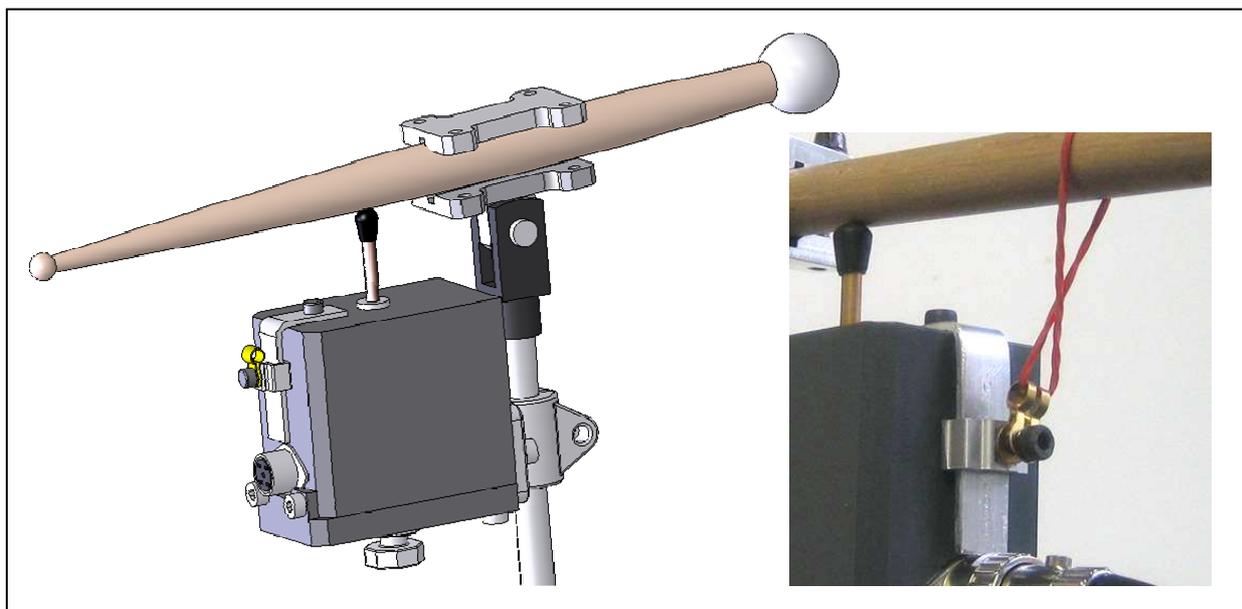


Figure 5. Prototype du boîtier de la « mailloche EM »

Ce système est celui qui est le plus utilisé en ce moment par des enfants à l'IEM (figure 6). Actuellement, nous en avons un unique exemplaire dont 10 enfants sont capables de se servir. Le type de contacteur et son positionnement est propre à chaque utilisateur (taille, effort de pression, etc.).

Figure 6. Utilisation de la « mailloche EM » en situation musicale



L'objectif est de pouvoir fabriquer cette « mailloche EM » à 10 exemplaires pour permettre à chaque enfant de jouer lors de représentations orchestrales.

L'évolution de cette « mailloche EM » est en étude approfondie, depuis bientôt deux ans maintenant, pour permettre à une personne handicapée de jouer sur un instrument de percussion avec la possibilité de faire varier la vitesse de frappe. Ainsi, il sera possible de jouer du pianissimo au fortissimo avec des rythmes changeant en fonction de la demande du musicien. De plus, nous proposons de réaliser ce nouveau système avec une liaison sans fil entre un **joystick** de commande (actionné par la personne handicapée) et le système d'actionnement de la mailloche.

CONCLUSION

Pour que cette application en institut spécialisé se réalise de la meilleure manière que ce soit, nous avons remarqué que les spécialistes ergothérapeutes et kinésithérapeute² doivent être mis en avant et consultés régulièrement lors du processus de conception de ce type de systèmes. Il en va également des corps de métiers gravitant autour de la musique tel que les acousticiens, les facteurs d'instruments ou encore les professeurs spécialisés en instrument.

L'adéquation du triangle de compétence **Musicien Ergothérapeute Ingénieur** illustre bien la philosophie de ce projet puisqu'il favorise la pluridisciplinarité et la transversalité pour une cause commune : celle du handicap. D'autres disciplines pourront, nous en sommes convaincus, être intégrées à profit dans la dynamique de ce projet. Les partenaires sont déjà nombreux qui nous ont soutenu et encouragé depuis le début de cette aventure.

Musiciens en devenir, les enfants et adolescents de l'IEM ont vécu, le 17 mars 2007, un événement plus important à leurs yeux qu'aux yeux de tout un chacun. Ils ont joué, tous ensemble, de la musique. Quel que soit son handicap, pas un n'a été laissé pour compte ce jour là. Ce projet est l'outil de cette réussite. Jusqu'à présent, ces jeunes handicapés ont aimé la musique pour la joie et l'épanouissement qu'elle leur a procuré. Désormais, nous sommes persuadés qu'ils l'aimeront pour ce qu'elle est : un véritable lien entre les hommes.

Dès le début de cette aventure il était clair dans nos esprits que les perspectives que pouvaient offrir nos prototypes ne devaient pas profiter qu'à un petit nombre, mais servir à l'ensemble du public handicapé, enfants, adultes, seniors, convalescents.

Nombres de personnes handicapées à travers le monde n'ont malheureusement pas accès à la culture, donc à la socialisation.

² Voir les **orthoptistes** qui n'ont pas encore été sollicités. Nous pensons que ces spécialistes peuvent apporter un éclairage important concernant la question du regard et du champ visuel de l'utilisateur sur son instrument et l'environnement de celui-ci. Egalement sur une partition musicale éventuelle, même s'il s'agit d'un codage musical très simple.