



**HAL**  
open science

## **Le projet d'Adaptation Ergonomique du Matériel Musical : Source d'activités pédagogiques à l'Université**

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

### ► **To cite this version:**

Guillaume Thomann, Alain Di Donato, Matthieu Museau, Jacques Cordier, Julie Thony. Le projet d'Adaptation Ergonomique du Matériel Musical : Source d'activités pédagogiques à l'Université. 11ème Colloque National AIP PRIMECA, Apr 2009, La Plagne, France. 10 p. <hal-00394161>

**HAL Id: hal-00394161**

**<https://hal.science/hal-00394161v1>**

Submitted on 10 Jun 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.



HAL Authorization

# LE PROJET D'ADAPTATION ERGONOMIQUE DU MATERIEL MUSICAL : SOURCE D'ACTIVITES PEDAGOGIQUES A L'UNIVERSITE

**Guillaume Thomann (1), Alain Di Donato (2), Matthieu Museau (3), Jacques Cordier (4), Julie Thony (5)**

- (1) Enseignant Chercheur, Grenoble INP, Laboratoire G-SCOP, 46 avenue Félix Viallet, 38031 Grenoble Cedex  
Tel. /Fax. 04 76 82 70 24/ 04 76 57 46 95, [guillaume.thomann@g-scop.inpg.fr](mailto:guillaume.thomann@g-scop.inpg.fr)
- (2) Ingénieur, Grenoble INP, 46 avenue Félix Viallet, 38031 Grenoble Cedex,  
Tel. 04 76 82 70 34, [alain.di-donato@grenoble-inp.fr](mailto:alain.di-donato@grenoble-inp.fr)
- (3) Docteur, Grenoble INP, 46 avenue Félix Viallet, 38031 Grenoble Cedex,  
Tel. 04 76 82 52 79, [matthieu.Museau@g-scop.inpg.fr](mailto:matthieu.Museau@g-scop.inpg.fr)
- (4) Enseignant Musicien, Conservatoire à Rayonnement Régional, 6 chemin de Gordes, 38100 Grenoble  
Tel. 04 76 46 48 44, [jacques\\_musicjr@yahoo.fr](mailto:jacques_musicjr@yahoo.fr)
- (5) Ergothérapeute, SESSD APF, 18, rue de Grugliasco 38130 Echirolles  
[laptitolive13@hotmail.com](mailto:laptitolive13@hotmail.com)

## Résumé:

*Le projet actuel nommé "Adaptation Ergonomique du Matériel Musical" (AE2M) a pour objectif de mettre à disposition d'enfants handicapés moteurs 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 tout mettre en œuvre pour que l'enfant handicapé physique puisse agir lui-même volontairement sur l'instrument.*

*Dans cet article, nous décrivons les moyens mis en œuvre pour permettre le développement de cette activité de conception vers des enfants en situation de handicap. L'ambition du projet AE2M est de développer des systèmes nécessitant la prise en compte de contrainte multiples (musicales, paramédicales, ingénierie) et il a été décidé de proposer aux étudiants des établissements universitaires grenoblois des activités sous forme de projets. Nous détaillons ainsi, autour d'un exemple, le processus de conception proposé et certaines étapes spécifiques. L'objectif étant de fournir aux enfants un système répondant à des exigences complexes, nous présentons les relations indispensables mises en place avec la plate-forme GI-NOVA. Les compétences et savoir-faire de cette plate-forme permettent de mettre en œuvre avec les étudiants, les moyens nécessaires au bon déroulement des projets.*

**Mots clés : adaptation ergonomique du matériel musical, ingénierie de conception, interdisciplinarité, méthodologie de conception, plate-forme technologique.**

## 1 Introduction : contexte de travail du projet AE2M

Durant les dernières années, nous remarquons une prise de conscience croissante par rapport à une approche fondamentale qui se veut trans-générationnelle et universelle : nous la connaissons sous le nom de conception pour tous ("Design for All" en anglais) [1]. Bien qu'il y ait de divers dispositifs et des systèmes conçus pour les personnes en situation de handicap, la plupart d'entre eux répondent à des besoins du quotidien ([2] et [3]). Cependant, pour cette population, des actions vers d'autres activités sont trop souvent négligées alors qu'elles ont une grande importance dans la progression de l'apprentissage ou encore dans la progression de la confiance en soi. En ce qui concerne cette étude,

nous allons nous focaliser sur le domaine musical qui est déjà largement connu et étudié par rapport à des aspects acoustiques, de perception et d'analyse des sons et des pratiques, etc. [4].

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. Devant le succès très rapide des 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. Progressivement, le musicien enseignant a été rejoint par une équipe composée d'un enseignant-chercheur, d'un ingénieur et d'une ergothérapeute. C'est ainsi que cette équipe a pris l'initiative de proposer des projets à des étudiants en universités et que des moyens techniques nécessaires à l'évolution de ce travail passionnant ont été mis en place [5]. Des systèmes ergonomiques et des réalisations complètes sont maintenant proposés à de nombreux enfants qui sont accueillis en établissements spécialisés dans l'agglomération grenobloise.. Le travail que représente le projet d'Adaptation Ergonomique du Matériel Musical englobe plusieurs sous-projets pour différents enfants et différents instruments. Les systèmes se sont tout naturellement développés autour des nécessités musicales et grâce aux compétences d'ingénierie mais 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) [6].

Nous proposons d'organiser cet article en trois parties. La première présente l'organisation globale du projet AE2M. Nous mettons en évidence une interdisciplinarité originale entre musiciens, concepteurs et ergothérapeutes ; elle est un point fort des projets pédagogiques. Nous proposons ensuite une organisation permettant de considérer l'enfant en situation de handicap constamment au centre de nos activités. Dans la seconde partie, nous présentons la méthodologie conception proposée aux étudiants pour les aider à appréhender ce travail spécifique. L'objectif est de leur donner une base théorique sur laquelle ils pourront s'appuyer pour la réalisation des différentes étapes du travail demandé. Nous détaillerons également dans cette partie un exemple d'application de cette méthode. Une des principales exigences du projet AE2M est de proposer rapidement des prototypes aux enfants en situation de handicap. Cette volonté nécessite une proximité et des relations étroites avec une structure dotée de ces moyens spécifiques. Dans la dernière partie, nous expliquerons les compétences et le rôle de la plate-forme GI-NOVA, ressource de l'Atelier Inter-établissement de Productique Dauphiné-Savoie, nécessaire dans notre travail.

Ce travail d'Adaptation Ergonomique du Matériel Musical est réalisé en collaboration entre le Conservatoire à Rayonnement Régional (CRR) de Grenoble, l'Institut National Polytechnique (Grenoble INP), l'Université Joseph Fourier et certains établissements spécialisés de la région grenobloise. L'ensemble des activités du projet AE2M sont actuellement réalisées grâce à des subventions obtenues de la Ville de Grenoble, le Conseil Général de l'Isère et la Région Rhône-Alpes.

## 2 Organisation globale du projet

Dans le cadre d'un travail concret proposé en accord avec un institut, nous avons pu rapidement initier un travail transversal en impliquant le corps universitaire (élèves-ingénieurs, étudiants universitaires, enseignants, chercheurs, ingénieurs et techniciens), l'enseignant musicien, ainsi que les ergothérapeutes, kinésithérapeutes et médecins, tous ensembles tournés vers l'enfant handicapé. Depuis le début de notre travail autour de l'adaptation ergonomique du matériel musical pour les enfants en situation de handicap, nous avons toujours mis l'accent sur une **complémentarité des compétences** et sur une **méthodologie de conception adaptée**. Nous précisons que dans cette démarche proposée, le cahier des charges de chaque projet de prototype est soumis aux commentaires et à l'approbation de chacun des spécialistes identifiés dans le projet : musicien / ergothérapeute / élèves-ingénieurs.

## 2.1 L'interdisciplinarité

Les travaux se déroulant en grande partie lors de **projets pédagogiques universitaires** dans des 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. L'implication de l'enfant au cœur du processus de conception d'adaptation ergonomique du matériel musical est indispensable. 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.

Cette cohésion **interdisciplinaire** de compétences de haut niveau permet actuellement de proposer des prototypes efficaces de systèmes adaptés. Il est important d'insister sur le fait que les quatre années de travail passées ont été nécessaires pour asseoir notre complémentarité.

## 2.2 Triangle de compétences et adaptabilité

Nous proposons une représentation des interactions autour du projet AE2M 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.

Lors de toutes nos études et avec le support permanent des compétences présentées à la Figure1, nous travaillons à orienter régulièrement les équipes de conception vers l'enfant et sa situation de handicap. Ainsi, tout au long du processus de conception des systèmes ergonomiques, nous guidons les démarches des étudiants sur le terrain autour de l'enfant pour qu'ils soient au plus près des exigences réelles des utilisateurs multiples du système à concevoir :

- l'analyse du geste musical permettant un bon (critères spécifiques définis par le musicien) son doit être décortiquée,
- les capacités physiques de l'enfant doivent être minutieusement analysées pour proposer une interface utilisateur appropriée pour le jeu sur un instrument donné,
- 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 également être prises en compte, etc.

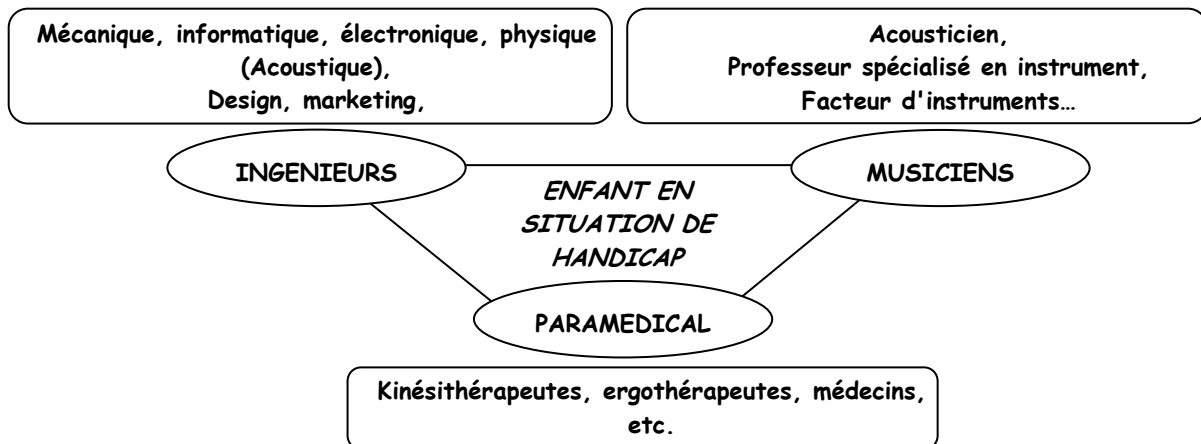


Figure 1. Triangle de compétences proposé dans le cadre du Projet AE2M

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.

### 3 Exemple d'activité avec des étudiants de l'université

Le projet AE2M est aujourd'hui mené par cinq spécialistes : un musicien, un enseignant chercheur, deux concepteur-fabricants mécaniciens et une ergothérapeute. Actuellement, des sous projets sont régulièrement proposés à des groupes d'étudiants des établissements universitaires pour permettre la progression du projet AE2M. Depuis 2005 et d'ici à la fin de l'année scolaire 2008-2009, plus de 100 étudiants auront ainsi participé à différents sous projets proposés et auront contribué entre autre à la réalisation de plusieurs prototypes d'Adaptation Ergonomique du Matériel Musical.

Ce mode de fonctionnement a ainsi permis au projet AE2M de bénéficier de compétences complémentaires et multiples. Initialement, compte tenu de l'établissement de rattachement de l'enseignant chercheur du projet, ce sont des élèves de formation mécanique qui ont été impliqués. Aujourd'hui, la complexité des prototypes conçus et la diversité des sujets proposés permettent au projet de bénéficier des compétences d'un public d'étudiants plus diversifiés, notamment par la présence d'élèves en école de physique, électronique, matériaux et en école de management.

Dans la section ci-dessous, nous présentons un exemple de sujet permettant à des étudiants de répondre à une problématique liée à l'activité AE2M et répondant aux exigences de leur formation.

#### 3.1 Exemple d'étude

Les sous projets proposés par l'équipe du projet AE2M ont le plus souvent pour objet la conception d'un élément du système global : il s'agit par exemple de concevoir soit l'interface du système avec l'enfant soit l'interface avec l'instrument. Plusieurs sujets sont ainsi imbriqués, ce qui apporte un intérêt supplémentaire pour certains enseignants ayant la volonté de proposer à leurs étudiants une expérience en conception collaborative de produits.

Les sujets présentés ici ont été proposés à des étudiants de seconde année d'Ecole d'Ingénieur (Bac+4) à l'Université de Grenoble. Ils concernent la réalisation d'un système ayant comme objectif de faire jouer des enfants lourdement handicapé sur de gros instruments de percussion (timbales d'orchestre, gong, etc.).

- Le premier sujet consiste à concevoir une interface ergonomique adaptée dans le but de permettre à deux enfants en situation d'handicaps différents de pouvoir jouer de l'instrument avec des sensibilités différentes – du *pianissimo* au *fortissimo*. Ces enfants sont scolarisés dans un institut spécialisé près de Grenoble.
- Le second sujet concerne une amélioration d'un système déjà développé dans le cadre du projet AE2M : le système "mailloche EM" qui permet de jouer en tout ou rien sur un instrument de percussion de type tambour ou cymbale. L'objectif est d'arriver à une conception adaptée d'une interface qui permette l'ajout de la sensibilité décrite plus haut.

Le premier sujet proposé concerne l'interface entre le système et l'enfant, le suivant est relatif à l'action du système sur l'instrument de musique. L'aspect collaboratif du processus de conception présente un intérêt supplémentaire pour les enseignants encadrant le projet. La collaboration entre les étudiants intervenant dans les deux sous projets est évidente principalement dans le fait que le choix de l'actionneur et de sa commande de ne peuvent se faire de manière totalement découplées du choix et du développement du système d'interface avec l'enfant.

Pour mener à bien leur sous-projet, les étudiants doivent gérer leurs activités en intégrant tous les acteurs nécessaires à son bon déroulement. La spécificité de ces travaux permet aux étudiants de s'organiser au sein du projet AE2M dans sa globalité, comme ferait une équipe d'ingénieur au sein d'une entreprise. Les responsables du projet encouragent ainsi la communication et l'échange de données entre les différents groupes participants aux sous projets, de même que l'accès aux rapports concernant les projets précédents. En plus de l'intégration des étudiants dans un contexte beaucoup plus conséquent, ces derniers se trouvent confronté à une problématique complexe et notamment à des utilisateurs spécifiques. C'est dans ce contexte que nous proposons que compléter le travail encadré des étudiants par un soutien méthodologique adapté.

### 3.2 Proposition d'un processus de conception adapté

Dans le cadre du premier sujet du projet présenté, où l'objet conçu se destine à un utilisateur spécifique, les étudiants sont encouragés à suivre un processus de conception présenté en cours: le processus de conception centré sur l'opérateur humain (NF EN ISO 13407). Ce processus est une manière de concevoir des systèmes interactifs et utilisables, tout en favorisant leur efficacité et leur efficience, par la prise en compte des aptitudes, des compétences des limitations et des besoins propres à l'être humain. Il nous semble donc pertinent d'encourager les étudiants à s'inspirer de ce processus étant donné que l'utilisateur final du produit conçu est un enfant en situation de handicap.

Le processus de conception centrée sur l'utilisateur humain est organisé en quatre activités itératives, répétées jusqu'à ce que les objectifs soient atteints (voir Figure 2). Lors de chaque activité, les acteurs du processus de conception doivent définir une ou plusieurs tâches à effectuer ainsi que les moyens et les outils nécessaires à leurs réalisations. Dans la partie suivante, nous détaillons les tâches effectuées lors des activités B et C.

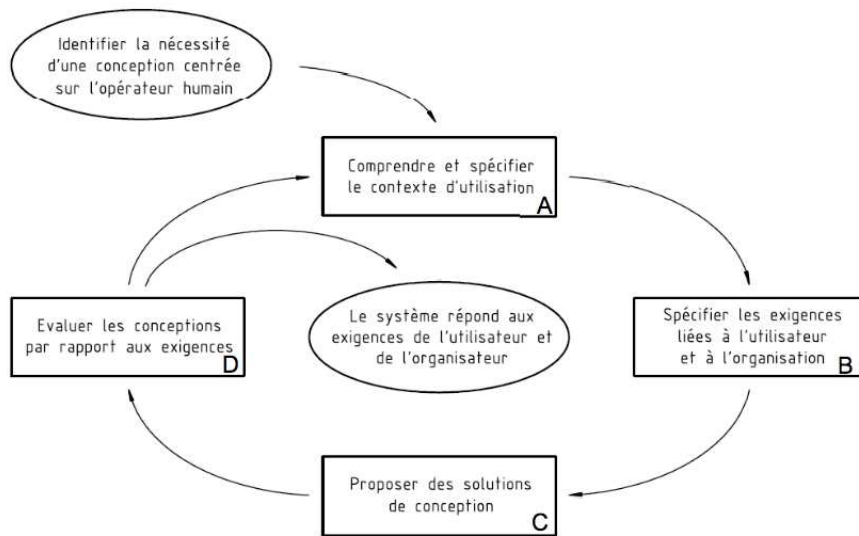


Figure 1 - Processes for user-centered design in ISO 13407

### 3.3 Application du processus lors de la conception de l'interface ergonomique

Dans le tableau ci-dessous (Tableau 1), nous nous concentrons sur les tâches réalisées par les étudiants lors des activités B et C du processus de conception centré sur l'opérateur humain.

Tableau 1:

Activités	Tâches	Moyens employés	Outils - supports
B	4: Comprendre les besoins et les limites des enfants	Discuter, observer	Enregistrements vidéo
	5: Spécifier les exigences liées aux enfants et à l'organisation	Mettre en place des protocoles de test	Scénario proposé
	6: Analyser la procédure de test	Prendre des notes, analyser la tâche	Vidéos enregistrées
C	7: Concevoir le produit	Modéliser le produit	Logiciel CAO
	8: Réaliser le prototype	Fabriquer "à la main"	Plateforme GI-NOVA
	9: Effectuer l'évaluation technique	Mettre en œuvre le prototype	Prototype réalisé

Certaines tâches présentées, comme la modélisation du prototype, sont communes à tous les projets étudiants tandis que d'autres sont spécifiques au contexte du sujet. C'est le cas des tâches ayant nécessité une grande proximité et une forte collaboration entre l'enfant en situation de handicap et les étudiants, pour permettre à ces derniers de prendre en compte les spécificités du handicap lors du processus de conception. La tâche B5 illustre bien les spécificités de la conception d'un tel type de produits.

En suivant le processus de conception proposé les étudiants doivent spécifier les exigences liées à l'utilisateur et à l'organisation dans le cas particulier d'un enfant en situation de handicap. Ces enfants ont le plus souvent des difficultés à s'exprimer sur leurs capacités motrices afin d'apporter les informations nécessaires à l'élaboration de l'interface. Les étudiants doivent donc mettre en place des protocoles de test afin d'évaluer, dans le cadre de ce sujet, les possibilités et les limites spatiales du mouvement de la main de l'enfant. La Figure 3 montre un étudiant proposant à l'enfant de toucher des ronds de différentes couleurs (pour l'aspect ludique) et de différents diamètres, dessinés sur une feuille de papier de taille A3. Cela leur permet d'évaluer la précision du mouvement de l'enfant (grâce aux différents diamètres) et ses capacités spatiales (en fonction du bouton le plus éloigné qu'il est capable d'atteindre). Ce protocole de test est également filmé pour être utilisé ultérieurement lors du processus de conception (étape C du Tableau 1).



Figure 3 - Processes for user-centered design in ISO 130407

### 3.4 Problématique technique spécifiques à résoudre

Concernant ce projet spécifique, plusieurs notions techniques spécifiques sont à prendre en compte dans le but d'une conception efficace du produit.

Concernant l'interface utilisateur, la grosse difficulté technique réside en la recherche approfondie d'une solution ergonomique adaptée. Deux points centraux couplés sont à étudier : conception de l'objet intermédiaire physique et son lien avec les capacités de l'enfant à le manipuler.

Du point de vue de l'actionneur, les exigences fortes émanent principalement des enseignants musiciens : pouvoir suivre le rythme de la partition, varier la nuance du son du pianissimo au fortissimo, émettre un son clair non étouffé, permettre une bonne synchronisation entre l'action de l'utilisateur et le son émis par l'instrument, s'adapter à plusieurs type de baguettes, être autonome en énergie ou s'adapter à une source d'énergie proche, ne pas être encombrant et rester discret dans son ensemble, proposer un système sans fil et également permettre le fonctionnement de plusieurs systèmes sans interférences entre eux. Les besoins de l'expert musicien sont donc nombreux pour permettre à la fois un jeu de bonne qualité et une adéquation avec le milieu d'utilisation du système adapté.

Ces contraintes du client ont eu comme conséquence de réaliser une étude approfondie du jeu sur instrument à percussion : des observations et leurs analyses ont permis de mettre en évidence des caractéristiques spécifiques en termes d'énergie d'impact, de vitesse et d'accélération nécessaire pour un "bon" son, etc. Ainsi, une exploration approfondie de plusieurs pistes concernant principalement l'actionneur a pu être menée par les étudiants. Chacune de ses propositions a été étudiée en détail, parfois expérimentalement, sur des critères bien précis définis avec les enseignants. Le choix de la commande associée (en vitesse ou en position) a notamment été traité en prenant en compte les capacités physiques de l'utilisateur.

Nous avons présenté, dans cette troisième partie, l'organisation pédagogique du projet AE2M. Le développement des nouveaux prototypes nécessite des moyens humains supplémentaires et pluridisciplinaires. Aujourd'hui, des étudiants de différents établissements travaillent dans le cadre de sous projets, à la conception de nouveaux produits, en étroite relation avec l'équipe AE2M, les enfants scolarisés dans des instituts spécialisés et leurs ergothérapeutes (ou autres spécialistes du paramédical). La fabrication des prototypes conçus par les étudiants, nécessite d'autres types de moyens, que nous présentons dans la partie suivante.

## 4 La plate-forme GI-NOVA au centre des investigations

### 4.1 Moyens proposés par la plate-forme GI-NOVA

La plate-forme GI-NOVA fait parti des moyens proposés par l'Atelier Inter-établissement de Productique Dauphiné-Savoie (<http://www.aip-primeca-ds.net/-GI-Nova-.html>). Elle est dédiée à l'innovation, au prototypage et aux simulations des produits et des systèmes de production. Elle propose une large panoplie d'outils de pointe permettant le passage de l'idée à l'industrialisation. Réalisation de prototype et mesure de ses performances, ingénierie collaborative, réalité virtuelle, CAO, simulation numérique, gestion des données techniques et des flux physiques. Elle est aussi attentive aux exigences et aux liens entre formation, recherche et valorisation.

Son espace **prototypage et mesures** permet la réalisation des prototypes physiques à l'aide de techniques de prototypage rapide (stratoconception), fonderie aluminium au sable, soudage, usinage CN. La palette de capteurs et de moyens d'instrumentation permet de vérifier les performances des prototypes (PCs+Labview).

En plus de ces moyens utilisés pour le projet AE2M (paragraphe 4.2.), la plate-forme dispose également d'un espace simulation, d'une salle d'expérimentation et d'observation de processus et de

mise en usage d'outils d'aide à la conception, d'une salle immersive basée sur des technologies de réalité virtuelle et d'un espace système de production intégré.

#### 4.2 Exemple de deux projets supportés par la plate-forme GI-NOVA

Ce travail consiste en la conception et la réalisation du projet défini au paragraphe 3.1. Lors de cette étude, le groupe d'étudiants a proposé un système fonctionnant avec une commande à distance (sans fil) pour des commodités d'utilisation et utilisant un joystick afin de proposer un système ergonomique mieux adapté aux handicaps des enfants. L'idée est que le système permette de recréer la sensibilité du mouvement de l'enfant grâce à l'utilisation d'un vérin électromagnétique commandé en position.

Pour permettre à plusieurs enfants de jouer de l'instrument de musique, nous avons fabriqué des pommeaux personnalisés dédiés à leur propre handicap (Figure 4a). Le poids, le centre de gravité, les dimensions des pommeaux sont choisies pour permettre aux enfants d'utiliser au mieux le système global proposé. Sur la Figure 4b, nous avons représenté une photographie du joystick acheté dans le commerce qui a été modifié pour l'intégration du système de traitement du signal. Le système d'émission des informations à destination de l'actionneur se trouve dans sa base. Ce sont les moyens mis à la disposition des étudiants lors de leur formation qui ont permis ces réalisations :

- Les pommeaux de tailles différentes et le rehausseur de la base du Joystick ont été réalisés grâce à la machine de prototypage rapide de la plate-forme GI-NOVA,
- L'ensemble des éléments permettant l'utilisation de l'actionneur linéaire ont été usinés grâce aux machines outils traditionnels. Les réalisations électroniques ont été testées dans la salle d'instrumentations disponible sur la plate-forme. Actuellement, cette réalisation est en cours de finalisation au sein de l'Ecole de Génie Industriel (Grenoble INP). Il a clairement été détecté lors de cette seconde phase, que des compétences supplémentaires en électronique avancée étaient nécessaires.

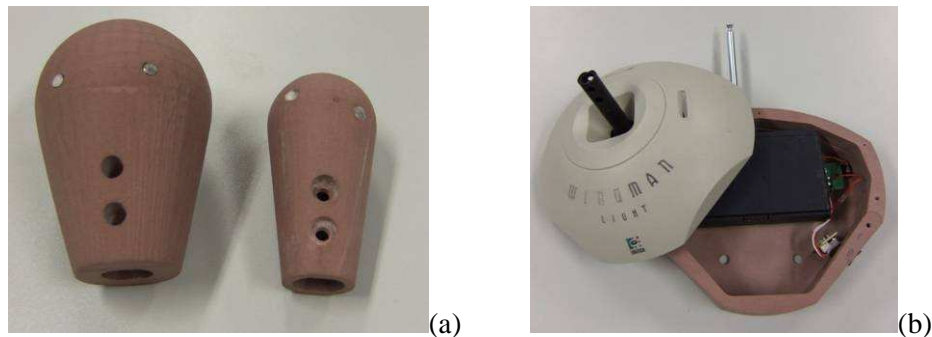


Figure 4. Pommeaux adaptés (a) et photos du joystick modifié (b)

Le système proposé à l'étape précédente permet à des enfants de jouer sur un instrument de musique en l'état actuel de leur maladie. Les handicaps dont souffrent les enfants sont évolutifs : en quelques semaines, les capacités physiques diminuent fortement. Il est donc envisagé à présent de proposer la conception de système évolutif et donc beaucoup plus évolué techniquement, notamment au niveau des compétences électronique et traitement du signal. Concernant le traitement du signal, plusieurs points sont à traiter :

- Récupérer et filtrer le signal émis par l'interface utilisateur pour alimenter le microprocesseur,
- Traiter ce signal pour envoyer une commande robuste adaptée au moteur et permettant différents niveaux de sensibilités de jeu avec la dynamique requise exigée par le musicien spécialiste,
- Trouver un moyen pour adapter le niveau de sensibilité à chaque utilisateur du système.

Pour ce sous-projet, l'équipe AE2M a fait appel à un groupe de 7 étudiants en Master2 de l'Ecole Phelma (Grenoble INP) dont les compétences sont mieux adaptées à la problématique : instrumentation physique, traitement de l'image et du signal, instrumentation biotechnologique, physique et sciences du vivant, nano-biotechnologie. Des rencontres ont déjà eu lieu avec des enfants de l'IEM et des premiers choix technologiques ont été faits.

Le projet dans sa globalité nécessite un support conséquent de la plate-forme GI-NOVA pour certains travaux : la réalisation de la partie mécanique de la nouvelle version de l'interface utilisateur qui devra intégrer l'ensemble de l'électronique de traitement du signal, le support du nouvel actionneur qui devra se positionner à proximité de l'instrument de percussion, etc.

Pour l'évolution de ce projet « interface sans fil avec sensibilité de jeu », qui est une des activités importante pour l'équipe AE2M, il est indispensable de proposer à des étudiants de compétences complémentaires de travailler ensemble. Les moyens de la plate-forme GI-NOVA mis à disposition sont conséquents et très bien adaptés au projet AE2M. L'étude présentée dans cette section est une illustration parmi d'autre du lien efficace qui peut exister entre une activité pédagogique proposée par le projet AE2M et des moyens dédiés à l'innovation, au prototypage et aux simulations des produits et des systèmes de production.

## 5 Conclusions et perspectives

Le projet AE2M prenant de plus en plus d'ampleur, l'organisation de travail a du évoluer en parallèle à la quantité de projets proposés aux étudiants des établissements grenoblois. Les relations avec les Instituts et Ecoles accueillant les enfants se sont clarifiées et les démarches sont maintenant bien structurées pour permettre aux nombreux étudiants de rencontrer les enfants en situation de handicap avec leurs référents ergothérapeutes et médecins. Ces rencontres sont essentielles pour permettre des mises en situation régulières des prototypes et leur évaluation.

Notre organisation en relation étroite avec des enseignants de différents établissements grenoblois permet un fonctionnement efficace et toujours évolutif. Les différents niveaux tant techniques qu'organisationnels nécessitent des propositions de projet adaptés à un public diversifié d'étudiants dans des compétences complémentaires. Cette situation pluridisciplinaire forte enrichit continuellement les discussions et les réflexions de ce travail.

Il est indispensable de noter l'implication de la plate-forme GI-NOVA dans un grand nombre de projets AE2M. Cette relation institutionnelle est importante non seulement pour faire connaître les moyens existants en innovation, en prototypage et en simulations des produits et des systèmes de production mais également pour permettre un aboutissement concret des conceptions de prototypes pour un maximum de projets proposés aux étudiants.

Suite aux nombreux travaux et études réalisés mais également suite aux opérations de communication (salon de la petite enfance, site Web, présentations auprès de diverses institutions partenaires, etc.), nous sommes conscients du potentiel de l'activité AE2M. Une Association AE2M a été créée et des demandes d'Ecole de musique, d'instituts spécialisés ou encore de parents d'enfants en situation de handicap se font de plus en plus ressentir. Suite au succès de certains produits conçus et réalisés par des étudiants, des fabrications de systèmes en petite série sont en cours pour permettre une diffusion à grande échelle et à moindre coûts. Cette philosophie reste notre leitmotiv.

### 5.1 Références

- [1] Sandhu, J.S.: *What is Design for all*, University of Northumbria Newcastle upon Tyne, UK, [http://www.dinf.ne.jp/doc/english/Us\\_Eu/conf/tide98/72/sandhu\\_jim.html](http://www.dinf.ne.jp/doc/english/Us_Eu/conf/tide98/72/sandhu_jim.html)
- [2] Sandhu, J.S. (Ed) *TURTLE: Transport Using Rehabilitation Technologies Leads to Economic Efficiency*. TIDE T1194, University of Northumbria, 1994.
- [3] Sandhu, J.S. and Hendriks-Janssen, H., *Environmental Design for Handicapped Children*. Saxon House, 1977.

- [4] <http://www.ircam.fr/equipes.html>
- [5] Guillaume Thomann, Alain Didonato, Jacques Cordier, Julie Thony, Ergonomic Adaptation of Musical Materials Project: First Experience Feedbacks of a Two-Year Multidisciplinary Human Experience of Mechanical Engineering Students, The 10th International Conference on Engineering and Product Design Education, E&PDE08, September 4-5, 2008, Barcelone, Spain, pp. 196-202.
- [6] Julie Thony, Guillaume Thomann, Jacques Cordier, Alain Di Donato, *Adaptation Ergonomique du Matériel Musical : un projet interdisciplinaire concret au service des enfants handicapés*, Expériences en Ergothérapie, XXI<sup>ème</sup> Séries, La Grande Motte, France, 18 et 19 septembre 2008, 10 pages.