



HAL
open science

analyse de l'activité pour améliorer les pratiques des élèves ingénieurs en conception : application a l'adaptation ergonomiques du matériel musical

Guillaume Thomann, Cécile Magnier, Emilie Cornu, François Villeneuve

► To cite this version:

Guillaume Thomann, Cécile Magnier, Emilie Cornu, François Villeneuve. analyse de l'activité pour améliorer les pratiques des élèves ingénieurs en conception : application a l'adaptation ergonomiques du matériel musical. 12ème Colloque National AIP PRIMECA, Produits, Procédés et Systèmes Industriels : intégration Réel-Virtuel, Mar 2011, Le Mont Dore, France. hal-00628397

HAL Id: hal-00628397

<https://hal.science/hal-00628397>

Submitted on 3 Oct 2011

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.

ANALYSE DE L'ACTIVITE POUR AMELIORER LES PRATIQUES DES ELEVES INGENIEURS EN CONCEPTION : APPLICATION A L'ADAPTATIONS ERGONOMIQUES DU MATERIEL MUSICAL

Guillaume Thomann(1), Cécile Magnier(1), Emilie Cornu(2), François Villeneuve(1)

(1) Laboratoire G-SCOP, Université de Grenoble, 46 avenue Félix Viallet, 38031 Grenoble Cedex 1, France

(2) Institut d'Education Motrice, 3, rue de l'industrie, 38320 Eybens, France

Résumé:

Les activités proposées dans le cadre de la collaboration entre le laboratoire de recherche G-SCOP, le Conservatoire de Musique, les instituts spécialisés et l'Association AE2M concerne la conception de solutions ergonomiques permettant à des enfants en situation de handicap de pratiquer la musique instrumentale. Ce travail nécessite la mise en œuvre d'une forte complémentarité entre les trois compétences Ergothérapie / Musique / Ingénierie. Dans cet article, nous présentons premièrement ce contexte original et multidisciplinaire. Nous travaillons ensuite à sa validation en tant que conception centrée sur l'utilisateur en projetant ses activités dans le contexte théorique correspondant. Enfin, théorie à l'appui, nous proposons de mettre en avant certaines caractéristiques permettant aux acteurs du projet (élèves ingénieurs) d'améliorer les performances de ce travail, tant au niveau du management global qu'au niveau de l'adaptation des systèmes conçus aux utilisateurs spécifiques

Mots clés: conception centrée utilisateurs, handicap moteur, pratique musicale, interdisciplinarité, méthodologie de conception.

1 Introduction

Le travail consistant en l'Adaptation Ergonomique du Matériel Musical (AE2M) (<http://projetae2m.free.fr>) existe depuis septembre 2004. Il a été initié par un professeur de musique lors de ses interventions auprès des enfants lourdement handicapés moteurs (différentes formes de myopathes, I.M.C.). Les difficultés rencontrées pour arriver à faire jouer de la musique aux enfants handicapés ont rapidement été identifiées. Ainsi, pour permettre aux enfants de pouvoir jouer de certains instruments de percussions (lames, métal, bois, peaux), la conception de systèmes d'assistance s'avère indispensable.

Quelques travaux de recherche font état de propositions méthodologiques de conception de systèmes d'assistance pour des personnes handicapées ([1-4]) mais peu concernant des enfants [5]. D'autres traitent plus précisément de conception, d'adaptation ou de modification d'instruments de musique permettant à des personnes handicapées de pratiquer un instrument acoustique ([6-8]).

Dans le cas de l'association AE2M, suite à la mise à disposition efficace de quelques prototypes suffisamment fonctionnels, les résultats ont été rapides. Ainsi, de nombreux enfants et adolescents ont été demandeurs de ces systèmes ergonomiques. C'est sur ce point très concret que nous nous penchons : comment permettre à l'association AE2M de continuer à répondre aux besoins des enfants handicapés lorsque la demande de systèmes augmente ? Est-il possible d'assister les concepteurs dans leur processus de conception et si oui, existe-t-il des bases théoriques à leurs proposer ? De plus, nous

allons tenter d'identifier des points bloquants freinant actuellement les activités de l'association dans le but de permettre une optimisation de la performance.

Nous proposons d'organiser ce document en deux grandes parties. La première présente plus précisément les différents acteurs de ce projet, leurs interactions et leur démarche de conception dans l'association AE2M. Nous allons aussi y développer l'interdisciplinarité qui est indispensable dans ce travail et son articulation dans le "triangle de compétence". Enfin, l'adaptabilité aux utilisateurs est une notion qui est également présente et nous y revenons ici aussi.

Dans la seconde partie, nous présentons un exemple concret de conception de système permettant actuellement à une trentaine d'enfants de jouer des instruments de percussion. Cet exemple nous permettra dans la troisième partie, de travailler sur les problématiques sur lesquelles nous réfléchissons en tant que chercheurs, notamment la nécessité de l'implication de l'utilisateur dans le processus de conception. De plus, nous allons essayer de caractériser les points forts et bloquants permettant un fonctionnement efficace de cette structure.

Ce projet est réalisé en collaboration entre le CRR (Conservatoire à Rayonnement Régional) de Grenoble, les universités de Grenoble (Institut National Polytechnique et Université Joseph Fourier), le laboratoire G-SCOP, les établissements spécialisés dans l'accueil des enfants handicapés et l'Association AE2M.

2 Contexte de travail des acteurs sur le terrain

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 [9]. 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.

2.1 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 (conservatoire à Rayonnement Régional) à travers ses enseignants 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 à nouveau faire un travail transversal en impliquant le corps universitaire (élèves ingénieurs, enseignants chercheurs, ingénieurs et techniciens). Nous profitons ainsi de l'élan existant dans l'enseignement supérieur vis-à-vis des efforts en cours pour la sensibilisation des étudiants au handicap et l'intégration d'étudiants en situation de handicap [10].

2.2 La démarche utilisée

Depuis le début du travail de conception autour de l'adaptation ergonomique de matériel musical pour les enfants handicapés, l'accent a toujours été mis 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.

Grâce aux éclairages des ergothérapeutes lors des réunions de travail avec les enfants, il a été remarqué que ces derniers possédaient des spécificités propres dues à leur handicap. L'objectif est de ne pas proposer d'emblée une solution adaptée à un groupe d'enfants mais il a été choisi comme première approche de travail de se concentrer sur un enfant et son handicap.

Il est à noter 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. 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.

2.3 Triangle de compétences

Les acteurs de terrain de ce travail proposent une représentation des interactions autour du projet d'Adaptation Ergonomique de Matériel Musical sous la forme d'un triangle de compétence (Fig. 1). Les grands champs d'action représentent les compétences nécessaires pour un bon déroulement du projet.

Pour les ingénieurs-chercheurs; musiciens et ergothérapeute-paramédical œuvrant à la conception et la mise à disposition de ces systèmes, il a été très important de formaliser de triangle de compétence. Pour eux, il illustre bien l'interdisciplinarité toujours présente avec la personne handicapée pour arriver à une solution ergonomique, technique et musicalement satisfaisante.

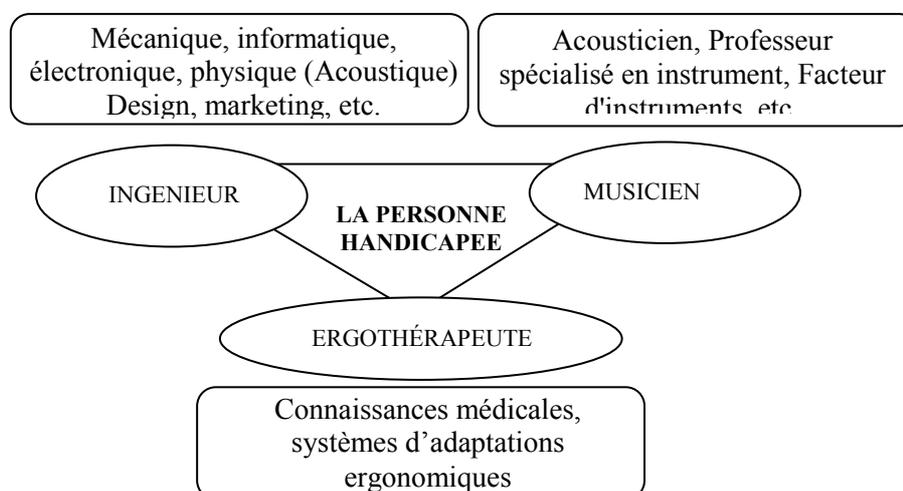


Figure 1. Triangle de compétences proposé par les acteurs de l'association AE2M

Lors de toutes les études réalisées, la concentration se porte 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. Par exemple :

- 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.

Dans cette partie, nous avons posé les briques nécessaires à une analyse des activités de conception par les chercheurs. Les acteurs, leurs implications et leurs activités respectives sont maintenant plus clairement identifiées. L'exemple concret de conception de produit ci-dessous permet d'illustrer encore un peu plus concrètement le travail de l'association avec qui les chercheurs sont partenaires.

3 Exemple d'application : conception d'un joystick sans fil

Ce travail consiste en la conception et la réalisation d'un système devant permettre à une adolescente handicapée la pratique d'un gros instrument de percussion avec deux intensités différentes. Lors de cette étude, le groupe d'étudiants a proposé d'ajouter au système un joystick fonctionnant avec à distance (sans fil) pour des commodités d'utilisation de groupe. La proposition a été faite d'utiliser un joystick afin de proposer un système ergonomique mieux adapté aux handicaps de la personne. Suite à une étude comparative complète de la part des élèves-ingénieurs concernant différents types d'actionneurs, un moteur pas à pas rotatif a semblé être le choix le plus judicieux pour permettant la frappe sur la timbale avec la mailloche.

Sur la figure 3, nous avons représenté une photographie du joystick acheté dans le commerce et qui a été modifié pour bloquer une rotation. Le système de traitement du signal se situe dans un boîtier annexe directement lié au joystick. Le système d'émission des informations à destination de l'actionneur s'y trouve. Pour penser à l'élargissement de l'usage et donc pour permettre éventuellement à plusieurs enfants d'avoir accès à l'instrument de musique, nous avons fabriqué des pommeaux personnalisés dédiés à leur propre handicap (Fig. 2). Le poids, le centre de gravité, les dimensions des pommeaux sont choisies pour permettre aux enfants d'utiliser au mieux le système global proposé.

L'ensemble des éléments permettant l'utilisation de l'actionneur ont été usinés grâce aux machines outils traditionnelles présentes à l'université de Grenoble. Les réalisations électroniques ont été testées dans des salles d'instrumentations dédiées. Actuellement, cette réalisation est en cours de finalisation. Il a clairement été détecté lors de cette seconde phase, que des compétences supplémentaires en électronique avancée étaient nécessaires.



Figure 3. Joystick utilisé par les personnes handicapées pour la pratique de gros instruments de percussion



Figure 2. Exemples de pommeaux adaptés amovibles pour la pratique de l'interface par plusieurs enfants

Le système proposé permet donc 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 peuvent diminuer 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 un microprocesseur,
- traiter ce signal pour envoyer une commande claire adaptée au moteur et permettant différents niveaux d'intensités de jeu avec la dynamique requise exigée par le musicien,
- trouver un moyen pour adapter le niveau de sensibilité à chaque utilisateur du système.

Une photographie représentant le système complet est proposée en figure 4.



Figure 4. Système complet: à droite, le joystick et l'émetteur, à gauche, le récepteur et le moteur pas à pas rotatif auquel est fixé la mailloche.

Le projet dans sa globalité nécessite un support conséquent de moyens technologiques de fabrication 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.

Cette partie a permis de comprendre les compétences nécessaires à la réalisation d'un type de produit proposé par l'association AE2M. Ce joystick sans fil permet d'illustrer d'une part la nécessité de travailler avec des ergothérapeutes-kinésithérapeutes dans la phase d'élaboration de l'interface utilisateur. D'autre part, la commande du moteur pas à pas devra être réalisée en accord avec les exigences et observation des musiciens. Evidemment, les pratiques de ces acteurs ne sont en aucun cas découplées : les pratiques gestuelles décidées avec la personne handicapée pour la manipulation du joystick ayant des conséquences directes sur le suivi rythmique d'une partition musicale.

4 Proposition d'une méthodologie de conception adaptée et mise en évidence des particularités

Les paragraphes ci-dessus nous ont permis de comprendre l'environnement dans lequel l'équipe de concepteurs doit travailler : la conception de systèmes permettant l'accès à la musique acoustique pour les personnes en situation de handicap. Nous allons, dans cette partie, essayer de contribuer à la compréhension du processus de conception par les acteurs et caractériser les points forts et bloquants permettant un fonctionnement efficace de cette structure.

Les pratiques énoncées ci-dessus sont très clairement identifiées comme mettant en scène l'utilisateur au sein du processus de conception du produit. Cette vision de l'organisation des acteurs dans le processus de conception sont très utilisée dans de domaine de conception d'Interface Homme-Machine (IHM) notamment. Les notions de Conception Centrée Utilisateur (UCD), de Conception Participative (PD) et de Conception basée sur les Scénarios (SBD) sont souvent référencées pour permettre une compréhension des différents niveaux d'implications de l'utilisateur dans le processus de conception.

4.1 L'Utilisateur au centre du processus de conception : UCD, PD et SBD

De nombreuses équipes de recherche montrent que l'UCD et l'intérêt de sa mise en place ont déjà été discutés lors de travaux liés au développement d'outils et/ou de logiciels se rapportant aux IHM [11-13]. C'est d'ailleurs typiquement lors de travaux dédiés à ce genre de développement que la méthode UCD a émergé.

Ces projets qui tournent essentiellement autour de l'analyse du comportement de l'utilisateur sont nécessairement pluridisciplinaires et ne peuvent être conduits sans faire appel à des experts en sus des informaticiens. Il faut donc que la méthodologie de recherche donne une place centrale à la

collaboration entre enseignants, chercheurs et techniciens. Dans [14-16], les chercheurs nous le prouvent dans des exemples concrets d'applications impliquant des partenaires variés.

La démarche de PD est définie par [17] comme une association des utilisateurs au processus de conception dès le début du projet, en partant du principe qu'ils savent (ou qu'ils sont capables de découvrir) ce dont ils ont besoin, et qu'ils peuvent aussi avoir des idées novatrices. Lors de la mise en place de nouvelles méthodes de conception participative, [18] propose d'explicitier les connaissances et les pratiques des intervenants dans le processus de conception. Ces connaissances sont souvent de l'ordre du savoir-faire chez les ingénieurs ou encore chez les médecins ou les chirurgiens, les pratiques étant issues d'une spécialité sur le terrain.

En SBD, un *scénario* est une façon de découvrir des solutions à des problèmes par des mises en situation des usagers eux-mêmes. Il aide les concepteurs à créer des liens avec les activités des usagers, leurs besoins et leurs attentes. Le terme de scénario est défini comme : une personne qui réalise un tâche dans un certain contexte, ce qui est l'essence même de l'approche centrée utilisateur qui vise à observer une personne en situation de travail. Pour proposer et mettre en place des scénarios, des éléments importants sont à définir. Ils incluent ou présupposent des caractéristiques générales. Par exemple pour [19], le scénario raconté par un conteur débute explicitement par un état initial par rapport à l'épisode décrit. Le scénario inclut également des agents et des acteurs à identifier. Chaque agent a des objectifs à atteindre.

Les scénarios évoluent dans le temps et sont constitués de séquences *d'actions* et *d'événements*. Ils peuvent faciliter, compliquer ou n'avoir aucune conséquence par rapport aux objectifs visés. L'analyse du cheminement emprunté pour satisfaire le ou les *objectifs* du scénario permettra de proposer des solutions de conception en prenant en compte les exigences, les savoir-faire, et encore de nombreuses autres particularités liées à l'utilisateur et à son environnement. Des exemples d'applications sont donnés dans [20]

De plus, pour la rédaction d'un scénario, il est important de mettre de côté des références à la technologie, excepté lorsque cette technologie représente une contrainte de conception qui doit être représentée [21]. Il faut donc toujours faire relire le scénario par un utilisateur pour être sûr qu'il est représentatif du monde dans lequel il évolue.

Les travaux et expériences de PD et de SBD résumés ci-dessus insistent sur le rôle important de l'utilisateur notamment lors de la préparation des scénarios, Ils nous aident appréhender leurs mise en place et à les instrumentaliser de manière optimale. Il est cependant indispensable de penser et de prévoir l'analyse des émulations lorsque notre objectif est de faire évoluer le produit et son utilisation vers les exigences des utilisateurs.

4.2 Activité pédagogique et processus de conception

Dans le cadre du projet présenté au chapitre 3, où l'objet conçu est destiné à un utilisateur spécifique, nous pouvons essayer de transposer le travail des étudiants dans un processus de conception centré utilisateur : 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 des étudiants à s'inspirer de ce processus étant donné que l'utilisateur final du produit conçu est une personne 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 5). 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, en phase avec l'exemple du chapitre 3.

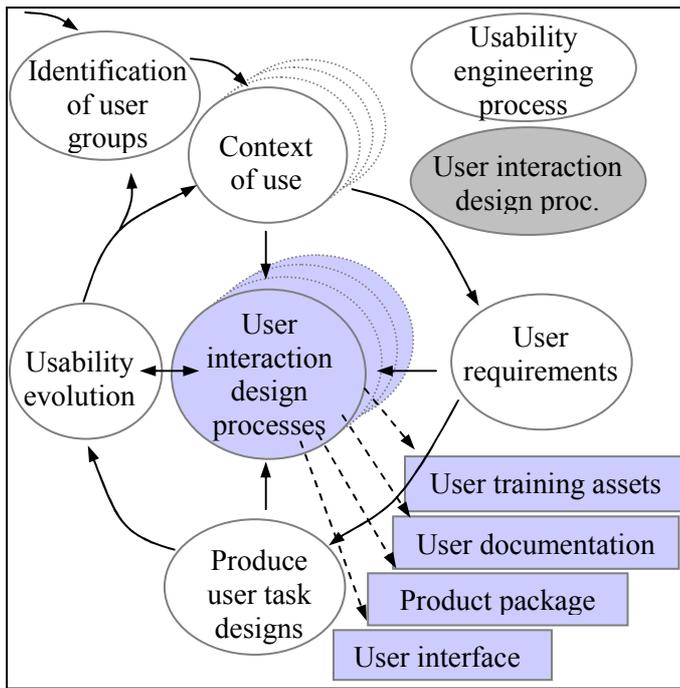


Figure 5. Processus de conception centré sur l'utilisateur humain ISO 13047

Dans la Table 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. 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 la personne en situation de handicap et les élèves ingénieurs, 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.

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"	Moyens et outillages technologies
	9: Effectuer l'évaluation technique	Mettre en œuvre le prototype	Prototype réalisé

Table 1. Tâches réalisées par les étudiants, transposées aux activités B et C du processus de conception centré sur l'opérateur humain

En suivant le processus de conception proposé les étudiants pourraient de manière plus formelle, décrire les exigences liées à l'utilisateur et à l'organisation dans le cas particulier d'une personne en situation de handicap. Suivant les cas, elles ont des difficultés à s'exprimer sur leurs capacités motrices. Les élèves-ingénieurs ont mis 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 6 montre un étudiant proposant à l'adolescente 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'utilisateur (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).

Dans cette partie, nous avons pu clairement mettre en évidence des pratiques de conception centrée utilisateur et de mise en place de scénarios par les ingénieurs en charge de la conception des systèmes ergonomiques.



Figure 6. Etudiant avec la personne handicapée lors d'une phase d'expérience permettant de récupérer des données sur les capacités physiques

Dans un second temps, nous proposons de contribuer à la compréhension des activités de manière plus globale en mettant en évidence quelques points forts et bloquants de cette activité.

4.3 Analyse de l'activité de conception et préconisation

Pour pouvoir mettre en évidence quelques caractéristiques définissant ce travail dans le but d'améliorer les pratiques des acteurs du projet, nous proposons la méthodologie suivante. Dix-sept rapports de projets d'élèves-ingénieurs (2005 à 2010) ont été sélectionnés par rapport à leur pertinence relative à notre problématique). Ces travaux ont été effectués dans des Ecoles d'Ingénieurs de différentes spécialités et de trois universités distinctes. Ceci représente un travail de soixante-cinq concepteurs de niveau Licence 3 à Master 2.

En ce qui concerne les données sur les utilisateurs, il s'agit de neuf enfants et d'adolescents (six filles et trois garçons) âgés de 7 à 17 ans tous atteints de handicaps moteurs et ayant participé aux activités de l'association AE2M. Tous ces jeunes se trouvent donc en situation de handicap et utilisent un fauteuil électrique au quotidien. Certains le manipulent eux-mêmes et les autres (les plus jeunes), ont besoin d'assistance.

Nous avons décidé de porter un regard critique sur ces rapports d'étudiants tout en étant conscient des biais que cela comportait :

- les rapports ne sont jamais le reflet exact d'une activité de conception d'une durée moyenne de 4 mois,
- les rapports ne contiennent pas toujours les éléments les plus pertinents que nous attendons en tant que chercheurs,
- ils sont utilisés par les enseignants comme moyens d'évaluations et des éléments sont donc éventuellement passés sous silence.

Ce ne sont ici qu'un aperçu des biais pouvant être présent dans notre méthodologie, mais nous avons cependant récupéré des données illustrant de manière relativement fiable la réalité de l'activité.

La construction de la grille d'analyse s'est elle effectuée en deux temps. Dans un premier temps, de nombreuses lectures théoriques nous ont permis d'établir une liste initiale ([22-28]).

Dans un second temps, grâce à une première lecture des rapports, nous avons proposé de compléter cette liste et donc récupérer une grille plus complète et adaptée à la situation que nous proposons d'analyser.

Les résultats de ce travail sont illustrés ci-dessous sous forme de liste. Les items peuvent constituer des prérogatives pour les membres de l'association AE2M ou des conseils pour les élèves ingénieurs travaillant sur ces projets. Nous proposons de catégoriser nos résultats en deux parties : les éléments ayant trait au management des interactions avec enfants et instituts et les éléments plus proches de l'évolution des besoins.

4.3.1 Management des interactions avec enfants et instituts spécialisés

- obtenir au plus tôt les autorisations des parents pour ne pas être surpris en cours de projet et donc remettre en cause les résultats qui n'auront pas pu être testé par l'enfant handicapé,
- ne pas donner trop d'espoir aux parents par la participation de leur enfant à un projet. Il faut expliquer dès le début du travail les règles du jeu et le caractère exploratoire du travail,
- ne pas proposer un projet de conception sans avoir obtenu les accords de l'ensemble des décideurs pour la participation d'un enfant à un projet,
- lors des relations avec les enfants, ces derniers ont parfois tendance à répondre pour satisfaire le professionnel plutôt que de penser à sa propre expertise. Il faut trouver un moyen de mettre l'utilisateur en confiance,
- difficulté de conserver l'attention et la concentration de certains enfants handicapés durant les phases d'expérimentation,
- il en est de même durant tout le projet qui peut durer quelques mois. Comment motiver l'enfant sur du long terme ?
- anticiper au mieux les problèmes de communication qui peuvent surprendre lors des premières rencontres qui ne sont alors plus efficaces,
- essayer de mieux anticiper les impacts sur la fatigue des utilisateurs et sur leur propre estime lors des expérimentations,
- des problèmes sont souvent mis en avant quant aux problèmes d'emploi du temps et de disponibilités des acteurs du projet, notamment des enfants. Ayant des emplois du temps très chargés, il faut anticiper un maximum les RDV de travail et proposer des lieux adéquats et accessibles,
- de très nombreuses interactions sont nécessaires avec les instituts spécialisés, que ce soit par les membres de l'association ou par les étudiants. Proposition de mettre en place des protocoles d'échanges clairs avec des personnes interlocutrices identifiées.

4.3.2 Le produit par rapport aux évolutions du besoin

- la prise en compte de l'évolution des maladies n'est pas toujours prise en compte lors de la conception des produits. Il faut être plus en lien avec les professionnels du paramédical pour se poser régulièrement cette question,
- cette évolution implique parfois le changement de l'appareillage médical propre de l'enfant (causé parfois tout simplement parce que les enfants grandissent) qui est lui-même parfois utilisé pour le placement des systèmes conçus,
- ce n'est pas toujours le handicap qui impose un produit évolutif, mais il apparaît parfois que l'usage du produit change. Cette anticipation est plus délicate à prendre en compte; mais il serait intéressant de trouver un moyen d'y remédier,
- la question de l'adaptation du système à d'autres enfants et donc à différents types de handicaps est souvent posée. Le travail avec l'équipe médicale est nécessaire ici pour délimiter des modularités du produit et donc permettre de proposer des parties génériques aux systèmes conçus,
- finalement, les outils de formalisation du besoin dont disposent les concepteurs ne sont pas toujours adaptés à la situation, ou sont mal utilisés. Les conceptions qui en résultent sont donc parfois décalées ... mais en est-ce la raison principale ?

5 Conclusions et perspectives

Suite à la mise à disposition efficace de quelques prototypes suffisamment fonctionnels et devant le succès rapide de leurs utilisations par les enfants, de nouvelles possibilités de jeu musical sont apparues. Les résultats ont été rapides : de nombreux enfants et adolescents ont été demandeurs de ces

systèmes ergonomiques. C'est sur ce point très concret que nous nous penchons : comment permettre à l'association AE2M de continuer à répondre aux besoins des enfants handicapés lorsque la demande de systèmes augmente ? Est-il possible d'assister les concepteurs dans leur processus de conception et si oui, existe-t-il des bases théoriques à leurs proposer ? De plus, nous allons tenter d'identifier des points bloquants freinant actuellement les activités de l'association dans le but de permettre une optimisation de la performance.

Les activités de l'association AE2M prenant de plus en plus d'ampleur, tant au niveau des demandes des instituts spécialisés que des particuliers, l'organisation de travail a du évoluer et la quantité de projets proposés aux élèves-ingénieurs a augmenté.

Dans cet article, nous avons dans un premier temps cherché à comprendre le fonctionnement de l'association AE2M : identification de ses acteurs et leurs interactions, illustration des activités par la description d'un projet de conception de joystick sans fil. Nous avons ensuite pu proposer un parallèle avec des méthodologies de conception telle que la conception centrée sur l'utilisateur, la conception basée par les scénarios et la conception participative. Enfin, suite à une étude effectuée sur cinq années de travail de conception de l'association, nous avons pu dresser une liste d'éléments sur lesquels nous proposons que les membres de l'association se penchent. Des réflexions sur ces points tant au niveau du management de l'activité qu'au niveau du produit et de son adéquation avec les utilisateurs doivent permettre à l'association de mieux gérer ses activités.

Nous sommes persuadés que les membres de l'association AE2M peuvent optimiser le management de leurs activités. Les relations entre les étudiants, les ergothérapeutes, les musiciens et les institutions partenaires peuvent progresser, principalement en mettant en place des procédures claires de fonctionnement en amont : prises de RDV de travail, autorisations et droits à l'image, etc. D'un autre côté, des relations plus étroites entre les professionnels du paramédical et les concepteurs doivent être mises en place pour mieux comprendre et intégrer les connaissances de ce domaine spécifique.

De plus, 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, concerts mixtes, etc.), nous sommes conscients du potentiel de l'activité de l'association AE2M. Actuellement des fabrications de systèmes en petite série sont en cours pour permettre une diffusion à grande échelle et à moindre coûts. Cette philosophie reste le leitmotiv de l'association.

6 Références

- [1] Wu F.G., Ma M.Y., Chang R.H. A new user-centered design approach: A hair washing assistive device design for users with shoulder mobility restriction. In *Applied Ergonomics*, 40(5): 878–886, (2009)
- [2] Ornella Plosl, Stéphanie Buisine, Améziane Aoussat, Claude Dumas, Analysis and Translation of user needs for assistive technology design, International Conference On Engineering Design, ICED'07, Cité des Sciences et de l'Industrie, Paris, France, august 28–31, (2007)
- [3] Orpwood R.D. Design methodology for aids for the disabled. In *Journal of Medical Engineering & Technology*, 14(1): pp. 2-10, (1990)
- [4] Empathic Modelling, Tools & Techniques, User Fit Tools, pp. 91-96, <http://www.idemployee.id.tue.nl/g.w.m.rauterberg/lecturenotes/UFTempathic.pdf>, consulté le 24/12/2010, (2010)
- [5] Guha M.L., Druin A., Fails J.A. Designing with and for children with special needs: an inclusionary model. In IDC'2008, Chicago – USA, (2008)
- [6] Shadwick Donna M., Clark Cynthia A., Adapting music instruments for the physically disabled, The World Knowledge, November, (1980)
- [7] James P. Snedeker, M.M. Adaptive Engineering for Musical Instruments, Medical Problems of Performing Artists, June, 2005, pp. 89-98, (2005)

- [8] Charles Dean, James Kelvin B., Stein Richard B., Rehabilitation of musicians with upper limb amputations, *Journal of Rehabilitation Research and Development*, Vol 25, No. 3, pp. 25-32, (1988)
- [9] 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^{ème} Séries, La Grande Motte, France, 18 et 19 septembre 2008, pp. Editeur commercial : Lavoisier, Editeur Scientifique : Hermès-Sciences, ISBN 978-2-7462-1819-2 *Expériences en Ergothérapie*, XXI^{ème} Séries, La Grande Motte, France, 18 et 19 septembre 2008, 10 pages, (2008)
- [10] Guillaume Thomann, Museau Matthieu, Rahi Rasoulifar, Diana De Castro, An educational perspective to integrate the handicap in the engineering program: case study, *The 11th International Conference on Engineering and Product Design Education*, E&PDE09, September 9-11, 2009, University of Brighton, Brighton, UK, (2009)
- [11] Norman D., Draper, S., "User Centred System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction". Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, (1986)
- [12] Katz-Haas, R., "A summary of this article, Ten Guidelines for User-Centered Web design", *Usability Interface* Vol 5, n°1, July, (1998)
- [13] Grudin, J., and Pruitt, J. "Personas, Participatory Design and Product Development: An Infrastructure for Engagement." *Proc. PDC 2002*, pp. 144-161, (2002)
- [14] Jean-Daubias Stéphanie, "De l'intégration de chercheurs, d'experts, d'enseignants et d'apprenants à la conception d'EIAH", *TICE 2004*, Compiègne, France. pp. 290-297 (2004)
- [15] Conlon, T., Pain, H., "Persistant Collaboration: a methodology for applied AIED". *International Journal of Artificial Intelligent in Education* 7, pp. 219-252, (1996)
- [16] Godjo Thierry, Marouzé Claude, Boujut J-F, Giroux François, *Participatory design in developing countries : how to improve user integration design process for small scale food processing ?*, *IDMME 2006*, Grenoble, France, 12 pages, 2006)
- [17] Greenbraum, J., Kyng, M., "Design at Work: Cooperative Design of Computer System", Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, (1991).
- [18] Caelen Jean, Jambon François, Vidal Audrey, "Conception participative : des Moments à leur instrumentation, *Revue d'Interaction Homme-Machine*, Vol6, N°2, (2005)
- [19] Carroll John M., "Five Reasons for scenario-Based Design", In *Proceedings of the 32nd Hawai International Conference on System Sciences*, (1999)
- [20] R. Rasoulifar, G. Thomann, F. Villeneuve, *Scenarios and the Design Process in Medical Applications*, *CIRP Design Conference 2009: Competitive Design*, 30 - 31 March, Cranfield, 6 pages, (2009)
- [21] Gaffney Gerry, "Scenarios", *Usability Techniques Series*, 2000 *Information&Design* <http://www.infodesign.com.au>, (2000)
- [22] Gibson, Gregor, Milne. *Designing with 'difficult' children*. *International Conference on Interaction Design & Children 2002*; Eindhoven, the Netherlands, (2002)
- [23] Guha ML, Druin A, Fails JA. *Designing with and for children with special needs: an inclusionary model*. *Proceedings of IDC'2008*; Chicago, USA, (2008)
- [24] Newell AF, Gregor P. *Design for older and disabled people – where do we go from here?* In *ACM Conference on Universal Usability'2003*; Vancouver, Canada, (2003)
- [25] Parès N, Carreras A, Durany J, Ferrer J, Freixa P, Gómez D, Kruglanski O., Parés R., Ribas J.I., Soler M., Sanjurjo A., *Promotion of creative activity in children with severe autism through visuals in an interactive multisensory environment*. *Proceedings of the 2005 conference on Interaction design and children*; Boulder – USA, (2005)
- [26] Persson H. *Persons with functional difficulties as resources in ICT design processes* [thesis]. Stockholm (Sweden): Kungliga Tekniska högskolan; 134 pages, (2008)
- [27] Poulson D, Ashby M, Richardson S (eds.) (1996) *USERfit: A practical handbook on user-centred design for rehabilitation and assistive technology*. HUSAT Research Institute for the European Commission, (1996)
- [28] Weightman APH, Preston N, Holt R, Allsop M, Levesley M, Bhakta B. *Engaging children in healthcare technology design: developing rehabilitation technology for children with cerebral palsy*. *Journal of Engineering Design* 2009; vol 21, pp. 579-600, (2009)