

Dossier de candidature Prix de thèse IFRATH 2014

Julien VEYTIZOU

ATER (2014-2015) - Laboratoire G-SCOP et Grenoble INP Génie Industriel

| | |
|---|----|
| 1. ETAT CIVIL | 3 |
| 2. CURRICULUM VITAE | 4 |
| 3. TRAVAUX DE RECHERCHE DE LA THESE | 6 |
| 4. LISTE DES PUBLICATIONS ACCEPTEES | 9 |
| 5. PIECES DIVERSES | 10 |



1. Etat civil

Julien VEYTIZOU

**Civilité**

Age : 26 ans
 Date de naissance : 27 juin 1988
 Lieu de naissance : Limoges (87)
 Nationalité : Française
 Autres : Marié, permis B

Adresses

personnelle : Copropriété les burriaux 139C rue de la bourgeat 38140 Rives
 professionnelle : Laboratoire G-SCOP 46 avenue Félix Viallet 38031 Grenoble Cedex 01
 E-mail : Julien.Veytizou@grenoble-inp.fr

Téléphones

personnelle : 06 78 87 43 14
 professionnelle : 04 76 82 89 32

2. Curriculum Vitae

2.1. Formations

2011-2014 **Doctorat, Laboratoire G-SCOP, Grenoble France**

Caractérisation des spécificités motrices d'utilisateurs en situation de handicap — Application à la conception de systèmes personnalisables pour la pratique musicale. Thèse soutenue le 9 décembre 2014, sous la direction de François Villeneuve et Co-encadré par Guillaume Thomann

| | | |
|----------------------|-------------------------------------|-------------|
| Améziane Aoussat | Professeur, LCPI, Paris (CNU 60) | Président |
| Guy Bourhis | Professeur, LCOMS, Metz (CNU 61) | Rapporteur |
| Jean-François Petiot | Professeur, IRCCyN, Nantes (CNU 60) | Rapporteur |
| Emmeline Lagrange | Praticien Hospitalier, CHU Grenoble | Examinateur |

Résumé : Ce travail de thèse s'est intéressé à la prise en compte des personnes en situation de handicap dans le processus de conception de produit et plus particulièrement pour concevoir des technologies d'assistances liées à la pratique musicale. Un processus de conception, baptisé CARACTH a été proposé. Il est inspirée de la méthodologie de la Conception Centrée Utilisateur à laquelle est insérée : (1) une étape de caractérisation des spécificités motrices des utilisateurs et (2) une étape pour la définition d'une architecture produit modulaire. Ces évolutions permettent notamment (3) de simplifier les phases d'itérations à l'intérieur du processus de conception pour permettre une personnalisation efficace et rapide du produit. Un ensemble d'expérimentations ont été menées au laboratoire et sur le terrain. Elles ont permis de proposer et de valider la pertinence de l'architecture produit modulaire pour faciliter la conception d'aides techniques pour la pratique musicale, mais aussi de concevoir un système nommé KinectLAB pour la mesure et l'interprétation des possibilités gestuelles des usagers. Ce système KinectLAB, développé en C# et basé sur la Kinect de Microsoft, a été testé et validé auprès de professionnels kinésithérapeutes.

2009-2011 **Master recherche en ingénierie des systèmes Humain-Machine, Laboratoire LCOMS, Metz, France.** Sous la direction de Guy Bourhis. Mention Très bien

2008 **DUT GEII Génie Electronique Informatique Industrielle, IUT GEII, Mention Bien**

2.2. Expériences professionnelles

2014-2015 **Attaché Temporaire d'Enseignement et Recherche (ATER), Grenoble INP Génie** 1 an *Industriel et laboratoire G-SCOP* (50,25 heures eq. TD comptabilisés le 19 décembre 2014)

2011-2014 **Doctorant contractuel avec mission d'enseignement** (135,5 heures eq. TD d'enseignements de 2012 à 2014), *Grenoble INP Génie Industriel et laboratoire G-SCOP* 3 ans Conception et fabrication d'aides techniques pour utilisateurs en situation de handicap pour faciliter la pratique musicale instrumentale. Réalisation d'un logiciel pour la caractérisation des spécificités motrices d'utilisateurs (C#), interfaçage avec des outils de capture de mouvements (Kinect)

2011 **Ingénieur Recherche et Développement – C.E.R.A.H – Woippy - France** 6 mois Réalisation d'un logiciel de simulation de conduite de fauteuil électrique en réalité virtuelle (Virttools) et d'une commande assistée à retour de force (C++).

2010 **Ingénieur Electronique Informatique – C.E.R.A.H – Woippy - France** 6 mois Conception de logiciels de pilotage de bancs d'essais de dispositifs médicaux (Visual Basic, Labview), interfaçage avec des cartes d'acquisitions de contrôle et de commande.

2008 **Technicien supérieur – Georgia Tech Lorraine – Metz (57)** 2 mois Réalisation de logiciels (Visual Basic) et carte électronique (Kicad) pour la synchronisation d'une prise de mesure avec la rotation d'un porte échantillon

2.3. Compétences

Compétences méthodologiques Conception Centrée Utilisateur

Compétences informatiques et techniques

| | | |
|--------------------------|---|--|
| Langages | Visual basic, C#, C++, Java (POO) C, Arduino, Assembleur (µC) Labview (Instrumentation) Mind Manager (Brainstorming) | Matlab, Simulink, Scilab (Calcul sur ordinateur) Musique Assistée par Ordinateur (MIDI, Séquenceur) Pack Office, Open Office (Bureautique) Conception Assistée par ordinateur (Kicad) |
| Réalité virtuelle | 3D Studio Max, Virtools (3D) | Optitrack, Kinect, Wiimote (Capture de mouvement) |
| Conception | Création de cartes électroniques | Prototypage rapide (imprimante 3D, scanner 3D) |

Compétences linguistiques Anglais scientifique lu, écrit et oral (bon)

2.4. Enseignements

| | |
|--|---|
| Ingénieur 1^{ère} année | Informatique Bases d'algorithmique, structures de données, POO, langage Java Informatique Industrielle Codage, acquisition, traitement de signal, projet (Arduino) Stage opérateur Analyse des activités de travail, analyse d'organisation en entreprise Automatisme et automatique Algèbre de Boole, combinatoire, GRAFCET, Transformé de Laplace, fonction de transfert, asservissement, correcteur |
| Ingénieur 2^e année | Conception Produit Usage méthodologie de conception, évaluation des usages Ergonomie de produit Analyse des activités, communication entre utilisateurs et concepteurs Représentation de produit Scanner 3D et reconstruction de modèle |

2.5. Publications

| | |
|------------------------------------|---|
| Revues | 1 article (Spécial Issue dans le journal AMSE) |
| Conférences internationales | 2 articles (CIRP Design 2013, CIRP Design 2014) |
| Conférences nationales | 4 articles (Colloque AIP Primeca 2012, Handicap 2012, Colloque JCJC IFRATH 2013, Handicap 2014) |

2.6. Implications dans la communauté d'enseignement et de recherche

| | |
|----------------------|--|
| Encadrements | 5 dont 2 stages de Master 2, 2 stages de Projet de Fin d'Etudes et 1 stage Ingénieur |
| Communication | Membre de l'association de l'IFRATH et représentant des doctorants. Participation aux matinées scientifiques trimestrielles pour favoriser l'avancement des recherches technologiques et méthodologiques se rapportant aux différents handicaps physiques, sensoriels et cognitifs. PubishED - 2nd workshop to foster publication in engineering Design avec le soutien de la Design Society – 2012. Participation et organisation du déroulement des journées, chairman pour une session parallèle de conférence |

2.7. Centres d'intérêts et loisirs

| | |
|--------------------------|---|
| Arts du spectacle | 21 ans de pratique du piano, organisation de concerts, danse Hiphop en spectacle et concours Création de musique (clavier Workstation, logiciel de production) |
| Sports | Musculation, randonnées en loisir |
| Technologie | Nouvelles technologies, Produit intelligent, Innovation, Prix du meilleur prototype des 24 h de l'innovation 2012 |
| Associatif | Membre de l'association AE2M (Adaptation Ergonomique du Matériel Musical) |

3. Travaux de recherche de la thèse

3.1. Un contexte de travail original

L'autonomie, synonyme de liberté peut représenter la capacité d'un individu à manipuler un produit afin de participer à des situations de vie quotidienne. Une déficience des facultés motrices des membres supérieurs et/ou inférieurs peut affecter cette autonomie avec de réelles répercussions sur la vie des personnes. L'autonomie peut alors être retrouvée par l'utilisation d'aides techniques. Cependant, plusieurs de ces technologies sont abandonnées à cause de leur complexité d'utilisation. La principale raison est une prise en compte minimale des personnes en situation de handicap et de leurs capacités dans le processus de conception. Depuis 2004, le laboratoire G-SCOP a contribué à rendre accessible la pratique musicale aux personnes en situation de handicap moteur. C'est dans ce contexte applicatif et original que mon travail de thèse s'est inséré. Plusieurs barrières peuvent limiter la pratique musicale pour ce public. Tout d'abord il y a des manques : des manques personnels car les instruments de musique ne sont pas accessibles, et des manques organisationnelles afin de proposer des activités musicales dans des centres et des écoles spécialisés. De plus, la pratique musicale demande une double performance de la part de la personne en situation de handicap : une performance physique car ses capacités motrices peuvent être réduites et une performance du matériel d'adaptation qui devient de plus en plus complexe en fonction du handicap. A ce stade, l'identification des capacités motrices est un point crucial et une activité importante pour une équipe de concepteur d'aides techniques.

Ce travail de thèse s'est ainsi intéressé à la prise en compte du handicap pour la conception de produit et plus particulièrement pour la conception de technologies d'assistances liées à la pratique musicale. Ma recherche est ainsi interdisciplinaire. Elle se situe à l'interface des sciences de la conception, du domaine musical et du médical. Par conséquent, une multitude de partenaires et d'acteurs a contribué à l'accomplissement de ces travaux. Parmi eux, nous pouvons retrouver des partenaires associatifs de la ville de Grenoble qui nous ont fournis les terrains d'études (association AE2M, Conservatoire de musique de Grenoble etc.), des experts qui nous ont accueillis dans leur laboratoire pour effectuer nos expérimentations (C.E.R.A.H de Metz, CHU de Grenoble), et des partenaires qui nous ont mis à disposition leurs moyens de prototypages rapides pour la conception des produits (plateforme GI-NOVA de l'AIP Priméca Dauphiné Savoie). De plus, le handicap est un ensemble complexe de situations à prendre dans sa globalité. J'ai dû identifier les tâches possibles d'un individu pour manipuler un produit mais aussi vérifier l'intégration naturelle des solutions de conception dans l'environnement de la personne. J'ai ainsi privilégié les études de terrain dans ce travail de thèse. Ainsi, ce contexte a amené à répondre aux questions de recherche suivante :

- Quel processus de conception dans le contexte proposé ?
- Comment faciliter la conception d'aides techniques pour la pratique musicale ?
- Comment caractériser les capacités motrices des usagers dans le processus de conception ?

C'est à partir de ces questions que je propose d'articuler la suite de ce résumé autour de trois axes de recherche. Je présenterai pour chacun leurs principales contributions : axe méthodologique (méthodologie de conception), axe modélisation (interaction Homme Machine dans un contexte musique/handicap), axe technologique (outils de caractérisation des spécificités motrices).

Mots-clés : *Handicap, Capacités motrices, Conception Centrée Utilisateur, Conception modulaire, Ingénierie de réadaptation, Interaction Homme Machine, Architecture produit modulaire, Capture de mouvement, Kinect, Musique, Geste Instrumental,*

3.2. Axes méthodologiques

Proposition d'un processus de conception permettant l'enchaînement de la caractérisation des spécificités motrices vers la conception d'interface personnalisables

La conception pour et par le handicap se définit généralement comme une approche centrée utilisateur permettant d'intégrer l'utilisateur et ses besoins dans le processus de conception. L'application de ces approches aboutit généralement à améliorer l'utilisabilité du produit comme facteur de qualité. Autour de ces approches, il existe comme méthodologie de conception la Conception Centrée Utilisateur définie par sa Norme ISO 9241-210. Elle propose des points techniques permettant d'intégrer l'utilisateur, ses besoins et ses exigences tout au long des phases de conception. L'application de cette méthode dans le domaine du handicap a généralement abouti à la conception de systèmes sur mesure. Cependant, ces types de conception ne sont pas du tout compatibles avec la réduction des coûts du produit qu'il est possible

d'obtenir avec la conception universelle. La conception universelle est définie comme la conception de produits et d'environnements qui soient accessibles par tout individu sans recourir à l'adaptation ou la conception spécialisée. Cependant, concevoir un produit unique, utilisable par tout individu dans le domaine du handicap peut sembler très complexe en raison de la variété de profils utilisateurs possibles. Pour répondre à ces contraintes, il est nécessaire de raisonner en gamme de produit. Déployer la méthode de conception modulaire dans un projet de conception permet de générer cette gamme de produit. Son application dans le domaine du handicap a montré de nombreux avantages. Elle a permis d'augmenter le nombre de combinaisons possibles, d'offrir plus de souplesses sur le produit et d'ajouter de l'adaptabilité au produit de base. Un dernier point très important dans le contexte de ce travail de recherche proposé est de concevoir des produits en se basant sur les aptitudes de l'utilisateur. Plusieurs approches de conception, comme l'ingénierie de réadaptation, ont été proposées permettant d'améliorer les situations de vie des personnes en situation de handicap. Mon travail de thèse a ainsi contribué à l'établissement d'une démarche de conception de produits centrée sur les capacités motrices d'un utilisateur en situation de handicap. L'innovation de la méthode de conception CARACTH que j'ai proposée est de s'inspirer des étapes de la Conception Centrée Utilisateur en intégrant les avantages de la conception modulaire et une étape consistant à caractériser les spécificités motrices des usagers.

Pour assurer le succès de l'enchaînement des étapes du processus CARACTH, un modèle IPP (Individu – Produit – Participation) a été proposé. Il permet d'obtenir des informations sur les éléments constitutifs de la situation de handicap. Ce modèle est construit autour d'un axe IPP représentant l'axe de l'autonomie d'un individu. Autour de celui-ci se positionne trois structures pour classer les éléments constitutifs du handicap en Facteurs personnels, Habitudes de vie, Facteurs environnementaux. J'ai choisi d'intégrer dans chaque structure, et à partir d'un tableau comparatif de 4 classifications du handicap, les éléments que le projet de conception doit prendre en compte. Pour la caractérisation des spécificités motrices, j'ai mis en place un environnement de mesure confortable et sécuritaire pour l'utilisateur. J'ai proposé des activités primaires (AP). Pendant ces AP, l'utilisateur joue et le concepteur collecte des données d'analyses sur ses capacités motrices dans l'objectif de créer un modèle utilisateur.

Le processus de conception CARACTH a été appliqué dans un projet de concert incluant des musiciens valides et des musiciens en situation de handicap pour lesquels des aides techniques ont été proposées. Mon implication dans ce projet m'a permis d'étudier la pertinence du processus CARACTH sur les objets conçus et d'évaluer l'intégration naturelle des solutions de conception dans l'environnement de l'usager. Cette application a montré que la caractérisation des spécificités motrices a permis d'obtenir des éléments essentiels sur les performances de l'utilisateur pour effectuer des mouvements dans son environnement. Ces informations ont été pertinentes pour proposer des systèmes personnalisables aux possibilités gestuelles de l'utilisateur et qui répondent à nos critères d'utilisabilité. Les outils déployés pour la caractérisation des spécificités motrices ont la particularité d'être adaptés pour des études de terrain présentant des contraintes de temps importantes et des moyens financiers limités. En appliquant le processus de conception CARACTH intégrant la caractérisation des spécificités motrices, j'ai proposé des solutions personnalisables en améliorant la performance de l'utilisateur pour exécuter une tâche.

3.3. Axe modélisation

Proposition d'une architecture produit modulaire pour faciliter la conception d'aides techniques pour la pratique musicale

Le processus musical est défini comme une chaîne de communication à double sens. Le musicien a des intentions musicales et effectue des actions (informations fournies à l'instrument de musique) afin de générer des ondes sonores (informations perçues par le cerveau du musicien). Le toucher de l'instrument par le musicien implique depuis longtemps une culture du geste instrumental. Mais ces typologies de gestes comme les gestes de production du son (pour jouer du piano, on appuie avec les doigts sur les touches) ne sont pas adaptées pour un musicien dont les capacités motrices sont réduites. Ainsi, il est important de réorganiser le rapport entre les possibilités gestuelles d'un individu et le résultat sonore. J'ai proposé et adapté une modélisation de l'interaction Homme Machine dans un contexte musique/handicap. A partir de cette modélisation, les possibilités gestuelles de la personne en situation de handicap sont définies comme son geste de production du son. Puis, il est important de définir une stratégie pour transformer les possibilités gestuelles des usagers en messages communicationnels à destination des systèmes générant le résultat sonore. Pour cela, je me suis inspiré de l'architecture produit des instruments de musique augmentés que j'ai fait évoluer en trois modules personnalisables : le système de détection personnalise le produit aux capacités motrices de son utilisateur (ce que la personne sait

faire), le système opératif personnalise le produit aux résultats sonores (jouer des sons issus d'instruments acoustiques et/ou de logiciel musicaux) et le système de commande personnalise le produit au jeu musical et permet de réorganiser ce rapport Geste/Son. J'ai appliqué cette architecture produit modulaire pour faciliter la conception de systèmes adaptés pour la pratique musicale. Les commentaires des utilisateurs (personnes en situation de handicap et musiciens professionnels) sur le résultat sonore et les modes de jeu proposés sont très positifs. J'ai observé que ma modélisation de l'interaction homme machine dans un contexte musique/handicap et mon architecture produit permettent également le déploiement d'une approche pédagogique auprès des concepteurs qui souhaitent développer ces systèmes musicaux bien spécifiques.

3.4. Axe technologique

Proposition d'outils pour la caractérisation des spécificités motrices des utilisateurs en situation de handicap

Mon travail de thèse a contribué à l'établissement d'une démarche de conception de produits centrée sur les capacités motrices d'un utilisateur en situation de handicap (processus CARACTH). Cependant, il est reconnu que l'intégration d'outils liés au processus de conception reste un challenge dans le domaine des technologies d'assistance. Les tests avec les utilisateurs demandent des moyens financiers et du temps qui ne sont pas toujours compatibles avec les projets de recherche et développement. De plus ces tests peuvent causer la fatigue physique et morale (long et ennuyeux) et affecter « l'estime de soi » de l'utilisateur. Le choix du bon outil pour adapter le processus à la conception pour le handicap est déterminant. Après une étude comparative de plusieurs technologies de capture de mouvement, j'ai choisi d'utiliser la Kinect de Microsoft pour caractériser les spécificités motrices d'un individu. Ce matériel low-cost intègre un algorithme pour déterminer automatiquement les articulations de l'utilisateur en trois dimensions et en temps réel. Pour notre processus CARACTH, la Kinect présente des avantages considérables : sans marqueurs et proposant une collecte rapides de données. Ces caractéristiques permettent de réduire le temps requis pour l'installation de l'équipement et pour la récupération des données à analyser. Pour formater les données de la Kinect, j'ai développé un outil logiciel en C# : KinectLAB. Le SDK (Software Development Kit) KinectForWindow version 1.8 a été utilisé. La pertinence et les performances du système KinectLAB ont été étudiées après deux campagnes expérimentales dans le contexte de travail de ma thèse. La Kinect est utilisée par des personnes se présentant debout face au capteur. Il est décrit dans de nombreux forums que ce dispositif n'est pas optimisé pour une utilisation avec un individu assis en fauteuil roulants car « *la Kinect ne me détecte pas à cause de mon fauteuil roulant* ». La première expérience a permis d'évaluer la détection d'un usager en fauteuil roulant ainsi que la répétabilité des données du squelette numérique de la Kinect avec différents fauteuils roulants, avec le système KinectLAB. Après un total de 300 essais, notre dispositif a détecté l'utilisateur pour 100% des cas. De plus, les résultats ont montré une dispersion de mesure stable et faible pour les membres supérieurs du squelette numérique en utilisant notre système KinectLAB. La deuxième expérience a permis d'étudier les performances du système KinectLAB à mesurer des capacités motrices. Les expérimentations se sont effectuées dans le contexte des activités des thérapeutes et des praticiens de la MFM (Mesure de la Fonction Motrice) du CHU Michallon de Grenoble. La MFM est un bilan moteur permettant aux thérapeutes d'évaluer les capacités motrices d'un patient à partir d'un score, relatif à l'accomplissement d'une tâche particulière à réaliser (item). J'ai étudié s'il était possible de déterminer d'éventuelles corrélations entre un score thérapeute et un score KinectLAB (en intégrant des algorithmes spécifiques générant le score de l'item). Après une expérimentation sur trois patients, les résultats ont montré une corrélation de mesure de 100%, ce qui a conforté mon choix stratégique d'utiliser le système KinectLAB avec la Kinect de Microsoft pour caractériser les spécificités motrices des usagers dans mon contexte de travail de thèse.

3.5. Conclusion

Ce travail de thèse est une étude particulièrement originale tant par ses objectifs de recherche (définition d'un processus de conception d'aides techniques) que par son domaine applicatif (accès à la production musicale pour des personnes en situation de handicap moteur). Il a abouti à de nombreuses réalisations concrètes sur un sujet interdisciplinaire qui ont été testées et validées sur le terrain. Outre les avancées sur le thème central de la thèse, la conception d'aides techniques, ce travail de recherche ouvre des perspectives intéressantes dans le domaine de la rééducation.

4. Liste des publications acceptées

Articles de revues – Special Issue

J. Veytizou, C. Magnier, F. Villeneuve, et G. Thomann, « Integrating the human factors characterization of disabled users in a design method. Application to an interface for playing acoustic music », *Association for the Advancement of Modelling and Simulation Techniques in Enterprises*, vol. Volume 73, n° Issue 3, p. 173, 2012.

Articles de conférences internationales avec actes

J. Coton, M. de G. Pinto, **J. Veytizou**, et G. Thomann, « Design for Disability: Integration of Human Factor for the Design of an Electro-mechanical Drum Stick System », *Procedia CIRP*, Milan, Italy, vol. 21, p. 111-116, 2014. *(Présenté par M. de G. Pinto)*

J. Veytizou, H. Xuereb, et G. Thomann, « Design of a Clip Product Based on Customer Needs for Playing Acoustic Music », in *Smart Product Engineering CIRP*, M. Abramovici et R. Stark, Éd. Springer Berlin Heidelberg, Bochum, Germany, 2013, p. 367-376. *(Présenté par J. Veytizou)*

Articles de conférences nationales avec actes

J. Veytizou, G. Thomann, et F. Villeneuve, « De la caractérisation des spécificités motrices vers la conception d'interfaces personnalisables », in *Handicap 2014 Les technologies d'assistance : de la compensation à l'autonomie*, Paris, France, 2014, 6 p. *(Présenté par J. Veytizou)*

J. Veytizou, G. Thomann, et F. Villeneuve, « Un produit universel pour une interface sur mesure », in *Colloque Jeunes Chercheurs et Jeunes Chercheuses*, Paris, France, 2013, 6 p. *(Présenté par J. Veytizou)*

J. Veytizou, C. Magnier, G. Thomann, et F. Villeneuve, « Intégration d'outils scientifiques et techniques dans un processus de conception : modélisation des facteurs humains pour les IHM », in *Handicap 2012 : 7ème congrès sur les aides techniques pour les personnes handicapées*, Paris, France, 2012, p. 173. *(Présenté par J. Veytizou)*

J. Veytizou, G. Thomann, et F. Villeneuve, « Réflexion sur une méthodologie intégrant l'analyse des spécificités motrices dans le processus de conception », in *13ème Colloque National AIP PRIMECA*, Le Mont-Dore, France, 2012, 6 p. *(Présenté par J. Veytizou)*

Communications nationales sans actes

J. Veytizou, « L'approche CARACTH : de la caractérisation des spécificités motrices vers la conception de systèmes personnalisables », in *Matinée scientifique de l'IFRATH*, Paris, France, 16 octobre 2014 (<http://ifrath.fr/blog/2014/10/01/reunion-dautomne-16-octobre-2014/>)

J. Veytizou, « De la numérisation des actions physiques des utilisateurs vers la conception d'interface avec la Kinect », in *Les Ateliers de l'information AT69*, Grenoble, France, 8 avril 2014 (<http://podcast.grenet.fr/episode/atelier-n69-de-la-numerisation-des-actions-physiques-des-utilisateurs-vers-la-conception-dinterface-avec-la-kinect-pdf/>)

P. Marin, **J. Veytizou**, « Outils et techniques de numérisation 3D », in *Les Ateliers de l'information AT36*, Grenoble, France, 11 juin 2013 (<http://podcast.grenet.fr/episode/atelier-n36-outils-et-techniques-de-numerisation-3d-pdf/>)

5. Pièces diverses

Cette section présente différentes pièces pour compléter ce dossier :

- Avis du directeur de thèse
- Rapports de thèse
- Rapport de soutenance

Les fichiers des articles acceptés sont fournis dans le dossier zip « Fichiers articles » joint au mail.

- Centre National de la Recherche Scientifique
- Institut National Polytechnique de Grenoble
- Université Joseph Fourier

Avis du directeur et du co-encadrant de thèse

Julien Veytizou a réalisé sa thèse sous notre direction entre le 1^{er} octobre 2011 et le 30 septembre 2014. Il a soutenu sa thèse de doctorat le 9 décembre 2014 devant un jury composé de trois Professeurs des Universités, un praticien hospitalier kinésithérapeute et nous-mêmes.

Son travail de thèse s'est déroulé très efficacement tout au long des trois années et a débouché sur une proposition d'un modèle de conception centré utilisateur s'appuyant sur une étape tout à fait novatrice de caractérisation des capacités motrices des utilisateurs en situation de handicap. Sa méthodologie a été appliquée dans le cadre du développement de produits d'assistance techniques pour l'accès à la pratique instrumentale.

Julien a effectué un très important travail bibliographique autour des trois axes suivants : (1) les différentes approches de conception pour prendre en compte le handicap, et notamment la conception centrée utilisateur et ses différentes déclinaisons, (2) une analyse de l'interaction homme-machine dans un contexte musical, et (3) la chaîne de communication d'un contenu musical, la relation geste-son, les instruments « augmenté » et les interfaces multimodales pour la pratique instrumentale.

Tout au long de son travail, il a intégré les différentes classifications du handicap de la littérature, en mettant l'accent sur les différents facteurs permettant d'évaluer une situation de handicap.

Julien a su profondément intégrer ces caractéristiques pour proposer les étapes pertinentes pour son processus de conception de produit. Sa contribution majeure consiste dans le développement d'un environnement technologique de caractérisation des spécificités motrices des utilisateurs en situation de handicap, à base de l'outil Kinect de Microsoft, qui permet la création très rapide d'un modèle utilisateur fin élaboré en collaboration avec l'utilisateur. Julien a mis en œuvre ses propositions théoriques auprès de plusieurs utilisateurs, notamment dans le cadre d'un projet musical de 7 mois en collaboration avec les responsables handicap du conservatoire de Grenoble. L'aboutissement de ce projet a été la présentation publique d'un spectacle musical impliquant un ensemble d'instrumentistes et surtout la participation de personnes en situation de handicap.

En conclusion, Julien Veytizou a proposé un travail remarquable, en particulier car il su concilier dans son travail une approche méthodologique, un développement informatique important, des expérimentations scientifiques et la mise en œuvre de ses développements sur un projet mené de A à Z impliquant de nombreux acteurs. Il nous semble que ce travail a toutes les qualités pour être digne du prix IFRATH 2014. Ajoutons enfin que la personnalité de Julien Veytizou, en particulier son sens de la relation humaine, particulièrement auprès des personnes en situation de handicap, en font un candidat de valeur.

Guillaume Thomann, co-encadrant de thèse
François Villeneuve, Directeur de thèse

■ **Laboratoire G-SCOP**
■ 46, avenue Félix Viallet
38031 GRENOBLE Cedex 1
■ Tél. : +33 4 76 57 43 20
Fax : + 33 4 76 57 46 95
■ E-mail : g-scop@g-scop.fr
www.g-scop.fr

Laboratoire G-SCOP
François VILLENEUVE
Directeur
Laboratoire G-SCOP
INPG-UJF-CNRS

**Rapport de Guy BOURHIS, professeur des universités,
sur le mémoire de thèse intitulé :**

**« Caractérisation des spécificités motrices d'utilisateurs en situation de
handicap
*Application à la conception de systèmes personnalisables pour la pratique
musicale* »**

présenté par Julien VEYTIZOU

**en vue de l'obtention du grade de docteur
de l'université de Grenoble spécialité Génie Industriel**

Les travaux de recherche présentés dans ce mémoire de thèse ont été réalisés au laboratoire G-SCOP de l'université de Grenoble sous la direction de François VILLENEUVE et Guillaume THOMANN. Ils portent sur un nouveau modèle de conception d'aides techniques pour personnes handicapées avec une application à l'aide à la pratique musicale.

Le mémoire est bien rédigé et bien construit. Il est composé d'une introduction générale, d'un chapitre décrivant le contexte du travail (ch.1), d'un chapitre état de l'art (ch.2), de 3 chapitres (ch.3 à 5) traitant de la méthodologie de conception d'un système musical adapté pour personnes handicapées moteur, d'un chapitre de conclusion et perspectives (ch.6) et de diverses annexes.

Chapitre 1

Dans le premier chapitre l'auteur décrit le contexte de son travail en rappelant tout d'abord les définitions du handicap et leur évolution vers le concept de « situation de handicap ». Le domaine applicatif de la thèse évoqué ensuite me paraît particulièrement original : permettre à des personnes handicapées de jouer de la musique. La population cible potentielle est constituée de personnes souffrant de déficits moteurs.

Chapitre 2

Le deuxième chapitre est un état de l'art sur quatre aspects de la thèse. Tout d'abord une analyse des éléments constitutifs des situations de handicap complète la définition du handicap abordé au chapitre précédent. L'auteur brosse ensuite un tableau assez complet des modèles de conception applicables au domaine des aides techniques en insistant à juste titre sur la nécessité d'une conception modulaire et sur l'intégration dans le processus d'une étape d'analyse des spécificités de l'utilisateur en situation de handicap. La troisième partie de l'état de l'art est une intéressante étude sur l'interaction humain-machine dans le contexte applicatif

de la thèse, la production musicale. Le dernier point abordé porte sur les méthodes d'analyse des spécificités motrices des sujets. Divers moyens technologiques de capture du mouvement sont notamment décrits et comparés. On peut regretter ici que parmi les critères de comparaison aucun ne porte sur les performances techniques des capteurs, leur précision en particulier.

Chapitre 3

Le chapitre 3 décrit un nouveau processus de conception baptisé CARACTH dérivé de la Conception Centrée Utilisateur. Ce processus suggère une architecture de produit modulaire et s'appuie sur un modèle nommé IPP intégrant les éléments repérés comme constitutifs de la situation de handicap et permettant une personnalisation de la conception. Un exemple d'application est proposé qui concerne l'utilisation d'instruments de percussion. L'interface humain-machine utilisée, basée sur un capteur piézoélectrique, est originale et me paraît pertinente dans ce contexte applicatif. Il est surprenant cependant que ce choix ne semble pas découler (en tous cas ce n'est pas présenté ainsi) de l'analyse des spécificités motrices de l'utilisateur ce qui aurait été dans la logique du processus de conception proposé.

Chapitre 4

Dans le chapitre 4 l'auteur se focalise sur l'étape d'analyse des spécificités motrices des sujets. Elle fait appel au système Kinect de Microsoft, produit grand public mais très en vogue également dans le milieu de la recherche. Dans un premier temps une application logicielle KinectLAB est décrite qui permet d'exploiter les données affichées sous forme d'un « squelette numérique ». Les mouvements du sujet sont capturés dans le cadre d'une « activité primaire » ludique. Un exemple est utilisé dans le cadre du travail de thèse, l'activité de peinture. Cette activité n'étant pas accessible à toutes les personnes en situation de handicap une gamme plus étendue d'activités aurait pu être proposée.

Une expérimentation est ensuite décrite visant à prouver la faisabilité de l'utilisation de la Kinect pour une personne en fauteuil roulant manuel ou électrique et à déterminer les préconisations d'usage. L'intérêt de cette importante expérimentation réalisée au CERAH qui a porté sur 20 fauteuils roulants de caractéristiques diverses dépasse le cadre applicatif de la thèse : le dispositif pourrait en effet suppléer aux systèmes d'acquisition du mouvement utilisés en rééducation. Dans cette optique il aurait été intéressant de comparer ses performances avec celles d'autres dispositifs existants.

Une seconde expérimentation conclut le chapitre. Elle vise à substituer le KinectLAB au thérapeute chargé de réaliser une cotation des possibilités motrices de sujets à l'aide de l'échelle MFM. Les résultats obtenus au CHU de Grenoble sont très positifs mais seuls les aspects statiques des gestes semblent être traités ici (« est-ce qu'une position est atteinte ou pas ? ») alors que les aspects dynamiques sont également importants notamment dans le contexte de l'accès au geste musical (« combien de temps pour réaliser le geste et pour tenir la position », « combien d'erreurs », ... ?).

Chapitre 5

Le chapitre 5 propose tout d'abord une application du processus de conception CARACTH, la création d'une interface gestuelle pour la pratique musicale. L'activité primaire de peinture est utilisée associée au système d'acquisition et d'analyse de gestes KinectLAB pour définir un modèle utilisateur et en déduire une interface de commande personnalisée. Cette dernière me paraît pertinente au regard de l'application et illustre bien la méthodologie de conception proposée dans la thèse. On peut cependant regretter comme dans le chapitre précédent que les aspects dynamiques du geste ne soient pas vraiment pris en compte. Puisqu'il s'agit ici d'une

tâche de type pointage, une modélisation faisant appel à la loi de Fitts aurait probablement fourni des renseignements exploitables pour l'optimisation de l'interface.

La seconde partie du chapitre s'attache à évaluer la charge de travail lors de l'utilisation des interfaces ainsi générées, ceci à l'aide de questionnaires NASA-TLX. Chaque sujet utilise successivement toutes les interfaces personnalisées créées (la sienne et celles des autres) et auto-évalue à chaque fois sa charge de travail. Cette évaluation croisée aboutit au fait que pour chacun des sujets la charge de travail la plus faible correspond à sa propre interface. On peut cependant relever une faiblesse de l'expérimentation : la constitution du panel. Il s'agit en effet de personnes valides pour lesquelles on simule une déficience motrice en limitant ou bloquant l'amplitude du mouvement de leurs membres supérieurs. Ceci me paraît assez réducteur : dans nombre de symptômes affectant le geste (ataxie, spasticité, ...) la difficulté motrice ne peut se résumer à une limitation articulaire ce qui influe probablement sur la charge de travail lors de sa réalisation.

Chapitre 6

Le dernier chapitre conclut la thèse en rappelant les apports méthodologiques (définition d'un nouveau processus de conception) et technologiques (conception d'un système de mesure des capacités motrices et d'une aide technique à la pratique musicale). Des perspectives sont également proposées : développement de nouveaux outils de caractérisation des spécificités motrices, évolution de l'aide technique à la pratique musicale et usage clinique du Kinect LAB en rééducation.

Appréciation globale

Ce travail de thèse est une étude particulièrement originale tant par ses objectifs de recherche (définition d'un processus de conception d'aides techniques) assez peu explorés dans la littérature nationale ou internationale, que par son domaine applicatif (accès à la production musicale pour des personnes handicapées moteur). Il aurait sans doute gagné à être plus ambitieux dans la généralisation de son approche, notamment par la prise en compte de paramètres plus variées dans l'analyse du geste, et également dans la diversité des situations de handicap traitées. On peut noter enfin, qu'outre les avancées sur le thème central de la thèse, la conception d'aides techniques, il ouvre des perspectives intéressantes dans le domaine de la rééducation.

Avis sur la soutenance

Les quelques remarques ou critiques émisent dans ce rapport n'enlèvent rien au fait que le travail accompli par Mr Julien VEYTIZOU est conséquent et d'un bon niveau scientifique. Je donne donc un avis favorable à la soutenance publique de cette thèse en vue de l'obtention du grade de Docteur de l'Université de Grenoble.

Fait à Metz le 30 octobre 2014,



Guy BOURHIS
Responsable équipe
EPSAP/LCOMS



Rapport sur le mémoire de thèse de Julien VEYTIZOU

Caractérisation des spécificités motrices d'utilisateurs en situation de handicap.

Application à la conception de systèmes personnalisables pour la pratique musicale

Rapporteur : Jean-François PETIOT, professeur, Ecole Centrale de Nantes.

Le document présenté par Mr Julien VEYTIZOU s'intéresse à la prise en compte du handicap pour la conception de produits. Ce sujet de recherche s'intègre dans la thématique générale des sciences de la conception et a pour objet le développement d'une méthode spécifique pour la conception de dispositifs d'assistance aux personnes en situation de handicap, pour la pratique d'un instrument de musique.

Les apports de ce travail se situent à la fois au niveau méthodologique (méthodes de conception), au niveau ergonomique expérimental (outils et dispositifs de caractérisation des spécificités motrices) et bien sûr pour la création d'artefacts puisque la thèse a conduit à la réalisation de prototypes pour le jeu d'instruments de musique.

Le sujet de recherche est donc interdisciplinaire : il se situe à l'interface des sciences de la conception, du domaine médical et para médical, et du domaine musical vu le terrain d'expérimentation choisi. Cette thèse s'est effectuée au Laboratoire G-SCOP de l'Université de Grenoble, sous la direction de Guillaume THOMANN et François VILLENEUVE. Un élément notable de cette thèse est la multitude et la grande diversité des partenaires institutionnels, associatifs, privés, qui ont été mis à contribution dans le cadre de ce travail : citons l'association AE2M (Adaptation Ergonomique du matériel musical), le CHU de Grenoble et le CERAH de Metz (expérimentations), le Conservatoire CRR de Grenoble (contexte musical), pour les principaux.

Le mémoire, de 194 pages, est rédigé en français. Il est tout à fait satisfaisant dans sa forme : typographie aérée, figures de qualité, table des matières, présence d'un glossaire des abréviations. Le document est clair, agréable à lire et bien rédigé même s'il aurait pu être plus concis sur certains chapitres. La bibliographie est très fournie et couvre un large spectre de connaissances. Le document est structuré en 5 chapitres, plus une introduction générale et une conclusion présentant les apports et perspectives du travail. Des annexes viennent compléter utilement certaines expérimentations.

Voyons le contenu des différentes parties.

L'introduction générale présente la problématique de la thèse et ses principaux enjeux : le développement de dispositifs d'aide technique pour la pratique d'instruments de musique, la caractérisation des spécificités motrices d'utilisateurs, et la proposition d'une méthode générique de conception. La structure générale du document est ensuite détaillée, avec un court résumé du contenu des différents chapitres.

Chapitre 1

Ce chapitre présente le contexte de la thèse. Un retour sur les différents modèles de la littérature sur la situation de handicap est tout d'abord effectué. Il permet de bien distinguer les deux vues opposées de ce problème : modèle individuel (ou il faut (ré)adapter l'individu à la société) ou modèle social (vision opposée avec une adaptation de la société à tous ses individus). L'auteur présente un exemple (jouer d'un métallophone) pour illustrer les différentes catégories de solutions qui seront envisagées dans la thèse pour résoudre ce problème de handicap. Ensuite, l'auteur présente les différents acteurs institutionnels ayant participé au projet : l'association AE2M qui conçoit des dispositifs permettant à des personnes en situation de handicap de jouer d'un instrument de musique, et le CHU de Grenoble, qui a fourni le cadre pour les mesures de capacités motrices. Enfin, les objectifs de la thèse et la méthodologie de recherche suivie sont présentés.

Ce chapitre permet de bien comprendre que la situation de handicap relève d'une interaction d'un individu avec un contexte et que différents degrés de réponses sont possibles pour résoudre le problème. Il fait également bien ressortir la complexité du sujet due à l'interdisciplinarité du thème d'étude, ainsi que les nombreux acteurs avec lesquels l'auteur a du interagir et organiser son travail. Une description plus spécifique des limites de l'étude aurait peut être permis de mieux éclairer le lecteur sur le contenu des chapitres suivants.

Chapitre 2

Ce chapitre est un état de l'art. Il retrace tout d'abord les différentes classifications du handicap de la littérature, en mettant l'accent sur les différents facteurs permettant d'évaluer une situation de handicap. Ensuite, l'auteur expose les différentes approches de conception pour prendre en compte le handicap. Il rapporte les points clés de la conception centrée utilisateur et de ses différentes déclinaisons (universaliste – spécialisée), de la conception modulaire, ainsi que de nouvelles approches type « mass customization ». Le chapitre se poursuit par une analyse de l'interaction homme-machine dans un contexte musical. Différents travaux concernant la chaîne de communication d'un contenu musical, la relation geste-son, les instruments « augmenté » et les interfaces multimodales (NIME) pour la pratique instrumentale, sont rapportés.

Ce chapitre se termine par un tour d'horizon des différentes techniques pour la mesure des capacités motrices de sujets : bilan-moteur (scores), approches par modélisation du comportement (en particulier la méthode TLX qui sera utilisée par la suite), et systèmes de capture du mouvement (Kinect en particulier). Pour ce dernier thème, une analyse comparée des différents modes de capture du mouvement est fournie en fin de chapitre afin de conduire à un choix raisonné pour le projet de recherche.

Ce chapitre présente les éléments fondamentaux relatifs au projet de recherche, sur un spectre assez large. Il présente l'avantage de faire une synthèse intéressante de travaux issus de communautés différentes (conception, IHM et musique, ergonomie) et témoigne d'une bonne connaissance de la littérature sur les méthodes de conception. En particulier, l'auteur analyse les éléments bibliographiques relativement à sa problématique, ce qui lui permet de sélectionner les propositions ou concepts à retenir pour la suite du projet.

L'analyse du geste musical est intéressante même si elle aurait pu être plus poussée sur les aspects dynamiques et la nécessaire congruence, vis à vis des intentions, entre l'évolution du geste et l'évolution du son. Quelles sont les qualités requises d'un geste pour explorer les différents champs de liberté d'un instrument ? Comment définir un mapping qui fait sens pour l'utilisateur pour piloter une interface ? Qu'est ce qui fait la spécificité d'un son dans un contexte musical ?

Chapitre 3

Ce chapitre constitue la première contribution de l'auteur concernant la conception de systèmes personnalisables pour la pratique d'un instrument de musique par un sujet en situation de handicap.

L'auteur décrit le modèle qu'il a choisi pour caractériser la situation de handicap. Ce modèle intègre les principaux facteurs présents dans les classifications exposées en bibliographie enrichis d'apports personnels. Il sert de phase initiale (spécification) à la conception.

Il présente ensuite de manière générique son processus de conception original (baptisé CARACTH), basé sur des évolutions et améliorations d'un processus classique de conception centrée utilisateur. Ce processus introduit en particulier la nécessité d'une architecture produit modulaire et une caractérisation des spécificités motrices des individus.

Une phase particulièrement importante du processus de conception est ensuite détaillée, qui concerne la modélisation de l'interaction sujet en situation de handicap/instrument de musique et l'architecture modulaire du système technique d'assistance. Différents choix et hypothèses sont effectués permettant de définir 3 niveaux de difficulté du geste instrumental et un système d'aide composé de 3 sous ensembles, en utilisant le formalisme de l'automatique (système de détection – système de commande – système opératif). La dernière partie du chapitre illustre la décomposition modulaire du système dans le cas de deux dispositifs d'assistance de l'association AE2M destinés aux instruments de percussions. Différentes améliorations ont été apportées aux dispositifs existants (capteurs, micro contrôleurs ARDUINO) et sont sommairement décrites.

Le modèle proposé pour caractériser une situation de handicap fait sens et réalise une bonne synthèse des différents modèles existants même si la description générique ne permet pas au lecteur de saisir précisément comment les actions sont mises en œuvre. De la même façon, la description du processus de conception proposé, littérale, est un peu fastidieuse et ne permet pas d'en saisir les points clés et la mise en œuvre. Le processus de conception proposé intègre néanmoins des éléments spécifiques à la situation de conception qui sont tout à fait pertinents.

Le choix du formalisme des systèmes automatisés pour décrire la chaîne d'information du geste au son est judicieux même s'il reste assez générique. On aurait aimé voir figurer, pour les deux exemples présentés, le formalisme schéma-bloc de l'automatique pour décrire le système. Cette proposition aurait permis de faire figurer les variables de conception de la chaîne d'information, comme pour la conception d'un système d'assistance mécatronique, qui est au final le problème qui est abordé dans ce chapitre.

Les deux applications aux instruments de percussions exposées en fin de chapitre sont intéressantes pour décrire les 3 parties du système (détection – commande – opératif) mais le lecteur aurait aimé savoir comment ont été effectués les choix et réglages de ces systèmes.

Est-il raisonnable de concevoir indépendamment l'interface utilisateur, le système de commande, et l'interface avec l'instrument ? N'existe-t-il pas une « déconvolution perceptive » du geste créé au son perçu qui fait que c'est toute la chaîne qui doit être considérée dans son ensemble ?

Chapitre 4

Ce chapitre décrit la seconde contribution de ce travail concernant la caractérisation des spécificités motrices de sujets. Il présente le dispositif original KinectLAB, puis les expérimentations réalisées avec différents sujets pour évaluer la performance du dispositif.

Le système KinectLAB est basé sur le produit « Kinect » de Microsoft et a été développé pour effectuer la mesure des capacités motrices de sujets. Il utilise un environnement de développement du commerce (VisualStudio 2010) et a permis de créer différents modules

(capter les mouvements, créer un humanoïde, manager le processus de caractérisation, enregistrer les données, créer des activités ludiques).

L'évaluation du KinectLAB comporte deux volets :

- analyse des performances selon deux critères: détectabilité et répétabilité de la mesure, ceci en fonction du type de fauteuil utilisé (expérience au CERAH, Metz)
- analyse de la pertinence du système pour évaluer les capacités motrices. Des comparaisons ont été effectuées entre un scoring du handicap obtenu avec la KinectLAB et le scoring classique d'un thérapeute. Cette comparaison, qui a impliqué 3 sujets, a nécessité de définir quels items définir et quelles procédures adopter pour réaliser le scoring avec la KinectLAB

Le choix d'un dispositif de capture de mouvement basé sur la Kinect semble tout à fait judicieux étant données les qualités de ce système par rapport au contexte (mesure sans contact, non intrusive). Le développement de modules spécifiques permet une adaptation indispensable de la Kinect à l'évaluation des capacités motrices. Le développement du mannequin humanoïde recalé sur les données Kinect apporte un réel plus pour mettre en forme les données. L'analyse expérimentale est utile pour qualifier le dispositif, même si on peut s'interroger sur la généralisation de résultats basés sur seulement trois sujets.

Il aurait été également intéressant de mener une réflexion plus poussée sur les tâches à demander au sujet pour évaluer ses capacités motrices, la Kinect permettant l'enregistrement de la dynamique des mouvements, qui n'est a priori pas exploitée. En quoi l'activité de peinture virtuelle, qui ne prend en compte que la position, est-elle représentative des capacités d'un sujet à piloter un instrument de musique, qui réclame un contrôle dynamique ? Au final, la rédaction de ce chapitre est concise et rigoureuse, il s'agit sans doute du meilleur chapitre du document.

Chapitre 5

Ce dernier chapitre est illustratif. Il propose une application du processus de conception CARACTH à un système musical (MusiNECT). Les différentes étapes du processus de conception, présenté au chapitre 3, sont détaillées sur ce projet de conception d'un dispositif permettant de jouer de différents instruments. Les étapes sont illustrées sur le cas d'un sujet particulier souffrant d'handicap moteur. L'auteur décrit le système conçu, qui reprend la conception modulaire présentée au chapitre 3 (détection, commande, partie opérative) et la Kinect pour la partie détection des gestes. Le système a été utilisé en situation dans le cadre d'un concert impliquant différents acteurs culturels et de formation musicale de la région.

La dernière partie de ce chapitre est consacrée à l'évaluation de la solution avec une méthode d'évaluation subjective, l'approche NASA-TLX. L'expérience a mis en situation 3 sujets valides, mais contraints dans leurs mouvements, et a consisté à évaluer la charge de travail dans l'utilisation de 3 interfaces, toutes les évaluations croisées sujet*interface (3*3=9) étant réalisées. Un score global de la charge de travail est fourni, qui permet de conclure avec avantage que c'est lorsque le sujet utilise l'interface basée sur ses propres mesures d'aptitudes motrices que la charge de travail est perçue comme la plus faible.

Ce chapitre apporte des éléments complémentaires sur la description du processus de conception. Il permet de bien intégrer l'importance de l'évaluation des capacités motrices dans les propositions de conception, même si certaines étapes du raisonnement et hypothèses sous-jacentes ne sont pas explicitées. Par exemple, pourquoi les zones sur-sollicitées du densitogramme doivent être choisies comme zone de détection ? N'existe t-il pas des contraintes, liées au son à générer, qui pourraient conditionner le positionnement des zones ?

Le choix d'une interface sans contact pose également question : on peut se demander si c'est un choix délibéré de conception ou une conséquence de l'utilisation de la Kinect. Car l'expérience montre que les contrôles sensori-moteurs sont très perturbés en l'absence de contact et de retour haptique, les instruments de musique à contrôle sans contact étant d'ailleurs extrêmement rares (Thérémine, harpe laser...) et peu véloce.

L'expérience de validation de la conception est intéressante et permet de conforter la démarche, même si elle se limite à une mesure auto-évaluative de la charge de travail. Pourquoi ne pas avoir proposé une mesure externe de la qualité de réalisation d'une tâche musicale ?

Le document de thèse se termine par une conclusion générale qui récapitule les réponses apportées aux questions de recherche formulées, et qui expose différentes perspectives de ce sujet de recherche.

Notre avis sur le travail réalisé par Mr Julien VEYTIZOU est positif. Le travail réalisé est rigoureux sur un sujet original qui réclame un large spectre de connaissances. Il a abouti à de nombreuses réalisations concrètes sur un sujet interdisciplinaire.

En particulier, nous tenons à souligner la richesse de l'environnement de travail de cette thèse, qui a impliqué de nombreux acteurs et partenaires issus de différents milieux. Le candidat possède des qualités d'organisation et de communication incontestables pour avoir su faire vivre son sujet avec différents acteurs du monde musical et paramédical.

Un point très positif de ce travail est qu'il a conduit à des réalisations opérationnelles qui ont été testées en situation. Revers de la médaille, les apports théoriques de ce travail de thèse sont plus limités, même s'ils pourront fournir une base intéressante pour la conception de systèmes d'assistance.

En conclusion, nous émettons un avis favorable pour la soutenance de thèse de Mr Julien VEYTIZOU en vue de l'obtention du grade de Docteur de L'Université de Grenoble.



Fait à Nantes, le 14/11/2014
Jean-François PETIOT, Professeur

.....



PROCES VERBAL DE SOUTENANCE DU 09 décembre 2014 à 10h00

ANNEE UNIVERSITAIRE 2014-2015

Etudiant : Monsieur Julien VEYTIZOU né le 27 juin 1988
Diplôme : GI : Génie Industriel : conception et production
Titre des travaux : Caractérisation des spécificités motrices d'utilisateurs en situation de handicap. Application à la conception de systèmes personnalisables pour la pratique musicale
Ecole doctorale : I-MEP2 - Ingénierie - Matériaux, Mécanique, Environnement, Energétique, Procédés, Production
Unité de recherche : UMR 5272 - G-SCOP - Sciences pour la Conception, l'Optimisation et la Production de Grenoble
Directeur : François VILLENEUVE
Lieu de soutenance : salle : amphi gosse - 46 avenue Félix Viallet 38031 Grenoble Cedex 01
La soutenance est publique
Résultat : *Obtention du grade de docteur de l'université de Grenoble*
Mention : Sans objet : décision du CA du 19-09-2002 de l'Institut Polytechnique de Grenoble membre Cofondateur de l'Université de Grenoble
Avis de reproduction : *Favorable en l'état.*
Membres du Jury :

| Nom | Qualité | Etablissement | Rôle | Signature |
|---|-----------------------|---|-----------------------|-----------|
| Mr Améziane AOUSSAT <i>Président</i> | Professeur | Laboratoire de Conception de Produit et d'Innovation, Arts et Métiers ParisTech | Examineur | |
| Mr Guy BOURHIS | Professeur | Laboratoire de Conception, Optimisation et Modélisation des Systèmes - Université de Lorraine | Rapporteur | |
| Mme Emmeline LAGRANGE | Praticien Hospitalier | Centre de référence des maladies neuromusculaires rares - Hopital Michallon de Grenoble | Examineur | |
| Mr Jean-François PETIOT | Professeur | Institut de Recherche en Communications et Cybernétique de Nantes, Ecole Centrale de Nantes | Rapporteur | |
| Mr Guillaume THOMANN | Maître de Conférences | Laboratoire des Sciences pour la Conception, l'Optimisation et la Production de Grenoble | Co-encadrant de thèse | |
| Mr François VILLENEUVE | Professeur | Laboratoire des Sciences pour la Conception, l'Optimisation et la Production de Grenoble | Directeur de thèse | |

**RAPPORT DE SOUTENANCE**

Candidat Julien VEYTIZOU

Date de la soutenance : 09 décembre 2014

La présentation de Julien VEYTIZOU a été jugée claire, dynamique et complémentaire du document écrit et a donné lieu à un autre éclairage sur ses travaux de recherche. Elle a été également qualifiée de didactique. Monsieur VEYTIZOU a montré une grande aisance lors de cette présentation en utilisant d'une manière appropriée différents supports multimédia.

Le travail présenté a été considéré comme très original. Julien VEYTIZOU a eu le mérite d'aller au bout de sa démarche expérimentale et d'évaluation de ses propositions méthodologiques et techniques. Il a fait part d'une grande ouverture d'esprit et d'une capacité à intégrer différentes expertises pluridisciplinaires dans une proposition cohérente.

Le jury a apprécié les réponses claires et argumentées aux nombreuses questions posées, tout en faisant ressortir les perspectives et ouvertures de son travail.

A l'unanimité, le jury le déclare digne du grade de docteur de l'Université de Grenoble.

Signature des membres du jury :

Nom, Prénom du Président de jury : *Adriano Amegiane*

Signature :