

Rapport final sur les Méta-Touches

Gabriela Patiño-Lakatos



Méta-Touches

Dans le cadre de la recherche PANAM (Pédagogie Artistique Numérique Accessible et Multimodale) financée par l'Agence Nationale de la Recherche entre 2012 et 2015, et sous la coordination de Serge de Laubier, Puce Muse a conçu et développé avec ses partenaires (Catherine Hospitel, Dominique Brégeard et Eowave) un prototype d'interface gestuelle modulaire et relativement économique. Cette interface est compatible avec le logiciel interactif Méta-Mallette 4 et peut intégrer jusqu'à 40 Méta-Touches pour chaque main (8 touches par doigt) ; les Méta-Touches sont des touches ultrasensibles à la pression digitale. Le dispositif des Méta-Touches peut être utilisé par un public très large, mais les caractéristiques des touches ont été spécialement conçues pour être utilisables par des personnes présentant différents types de handicap moteur qui affectent la vitesse, l'ampleur ou la force du geste, mais où la précision du geste est préservée.

Méta-Piano

Puce Muse a articulé le projet de développement des Méta-Touches avec le développement en parallèle du Méta-Piano, un nouvel instrument virtuel intégré dans la Méta-Mallette, qui s'inspire de la proposition de jeu musical de Jean Haury. Grâce à cet instrument numérique, en appuyant sur une touche, l'utilisateur déclenche le son et avance dans la partition. Le Méta-Piano permet de travailler l'accentuation et l'articulation des sons dans le temps lorsqu'on joue une partition – le critère de la

hauteur est écarté, puisqu'il est déjà intégré dans les extraits enregistrés, libérant ainsi l'utilisateur de la contrainte de devoir produire lui-même la hauteur des sons juste. Pour l'utilisateur, tout se joue au niveau temporel de la musique, dans l'articulation (la succession et le rapport de durées des notes) et l'accentuation (nuances) des notes.

Des œuvres de Bach, Bartók, Beethoven, Clementi, Cramer, Chopin, Debussy, Fischer, Forster, Rimsky Korsakov et Satie sont disponibles pour le Méta-Piano. Chaque œuvre est accompagnée d'une partition visuelle possédant un curseur mobile qui se déplace en temps réel au fur et à mesure du jeu.

Le Méta-Piano peut être contrôlé avec différents types d'interfaces gestuelles, dont les Méta-Touches, un clavier d'ordinateur, un clavier MIDI, un joystick ou une manette de jeu du type Gamepad. Pour les expériences réalisées, fondamentalement deux types d'interfaces gestuelles ont été proposés : le dispositif intégrant les Méta-Touches et le clavier d'ordinateur ; occasionnellement, des postes avec des claviers MIDI ont été utilisés pour faire découvrir le Méta-Piano.

Evaluation

Entre mars et juin 2015, Gabriela Patiño-Lakatos, rattachée à l'équipe CIRCEFT-Paideia (Université Paris 8), a suivi six séances d'expérimentation sur les Méta-Touches réalisées avec douze (12) élèves participant à l'atelier de musique du Lycée EREA Toulouse-Lautrec de Vaucresson ; l'orientation et la participation active de Sonia Duval, enseignante de musique en charge de l'atelier de musique dans l'institution, ont été fondamentales pour la réalisation de ces expériences. Les élèves qui ont participé aux expériences avaient entre 13 et 18 ans, dont dix femmes et deux hommes. Certains élèves avaient suivi préalablement plusieurs années de formation en musique avec la même enseignante (10 élèves avaient entre un an et huit ans d'expérience), tandis que pour quelques-uns (2 élèves) leur expérience musicale avait débuté seulement quelques mois auparavant, en septembre 2014.

La participation aux séances d'expérimentation n'étant pas obligatoire, tous les élèves qui ont participé l'ont fait en réponse à l'invitation de l'enseignante, motivés par la curiosité et le désir de découvrir de nouveaux instruments de musique adaptés à leurs conditions physiques. Une élève ne présentait aucun handicap moteur mais a souhaité participer aux séances pour découvrir les instruments. Onze élèves manifestaient différents types d'atteintes motrices qui peuvent être distribuées en trois grandes catégories : faiblesse musculaire (6 élèves) ; maladresse musculaire (3 élèves) et fragilité/malformation osseuse (2 élèves).

Les séances avaient pour objectif d'adapter par étapes successives le prototype aux contraintes physiques et aux préférences d'usage des élèves. La participation de l'équipe CIRCEFT-Paidéia n'était pas initialement prévue pour la réalisation des expériences ; cependant, le coordinateur du projet a considéré important de faire un suivi et une évaluation plus formelle des expériences. Compte tenu de cette proposition, CIRCEFT-Paidéia a adopté une double approche anthropologique et clinique d'observation – participante mais peu directive – des activités en contexte qui étaient mises en places par le concepteur, l'enseignante et les élèves en fonction des attentes et besoins de chacun. Cette observation non directive a été complétée par des entretiens semi-directifs ponctuels (à partir d'un questionnaire) que l'évaluatrice a réalisés avec les élèves dans le but d'explicitier, d'approfondir ou de préciser l'expérience que les élèves avaient des instruments proposés. Ce qui se passait dans les séances était noté dans des compte-rendus que l'évaluatrice transmettait au concepteur et à l'enseignante ; les remarques et les questions concernant le contenu des séances étaient abordées lors des réunions de coordination, en dehors des séances avec les élèves.

Les six séances ont été filmées par René Durand, caméraman rattaché au LAM (Laboratoire d'acoustique musicale de l'UPMC) – les images présentées dans ce document procèdent de ces enregistrements et des photographies réalisées par Catherine Hospitel pour Puce Muse.

Critères pour l'évaluation de l'interface gestuelle

L'évaluation s'est orientée non seulement sur la performance technique de l'instrument lors de son utilisation, mais aussi sur les rapports humains qui émergeaient avec et à travers cet instrument, sur les possibilités d'appropriation pratique et d'adaptation progressive de la technique aux conditions humaines (physiques, psychiques et sociales) introduites par les usagers réels dans un contexte social tel que celui de la salle de classe, et selon les buts (artistiques et pédagogiques) des activités. Les critères suivants ont été pris en considération :

-La souplesse adaptative de l'instrument à l'usage, en fonction des caractéristiques anatomiques et fonctionnelles de l'utilisateur (possibilités de réglage de l'instrument) : adaptation à la forme globale de la main et des doigts en état de repos ; adaptation aux positionnements de la main, de l'avant-bras et des doigts ainsi qu'à la posture corporelle plus générale ; adaptation aux corps en activité (p.e. puissance musculaire des gestes, étendue et types de mouvements disponibles et sollicités).

-Les sensations et les signes de confort et de plaisir manifestés par l'individu lors de la manipulation de l'instrument, en ce qui concerne l'accessibilité, la forme, la texture et la couleur de l'instrument.

-La sécurité de l'interface pour l'intégrité physique de l'utilisateur.

-La solidité et la robustesse matérielle de l'interface : stabilité, possibilités de disposition et de fixation du matériel en contexte ; volume et poids de l'interface ; durée de vie des matières.

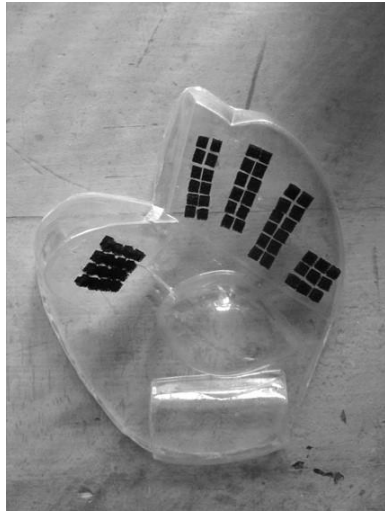
-L'efficacité de l'interface au niveau électronique et logiciel : sensibilité et réactivité des touches au contact (progression, entre 0 et 127 grammes par milliseconde) ; stabilité et fiabilité logicielle de l'interface ; précision du rendu sonore par rapport au geste.

L'évaluation des expériences sur la Méta-Touche a intégré le cadre des problématiques formulées dans la recherche PANAM, à savoir : les effets des pratiques artistiques numériques regroupées autour de la Méta-Mallette sur trois dimensions constitutives de l'expérience humaine, soit (1) la construction de l'être-soi ou la subjectivation du corps ; (2) la subjectivation et la symbolisation de l'expérience perceptive ; (3) l'être-ensemble dans la pratique musicale collective. Ces trois dimensions ont été interprétées à partir d'une réflexion sur les concepts de *néoténie*, de *handicap*, de *sémiose* et de *prothèse*.

Résultats concernant les Méta-Touches

Catherine Hospitel a été en charge du design du dispositif matériel des Méta-Touches. Pour ce faire, elle a préalablement rencontré, en 2013, les élèves, à qui elle a proposé de répondre à une série de questions (du type du Portrait chinois), dans le but d'entrer dans l'imaginaire des utilisateurs potentiels, mieux comprendre leurs attentes et leurs préférences quant à un instrument qui était à construire. De même, elle leur a proposé d'essayer par le tact et la vue différents échantillons et d'exprimer leurs impressions sur différentes matières (p.e. cuir, fausse fourrure, silicone, etc.) qui pouvaient servir à la confection de l'instrument. Sur la base de ces informations et compte tenu de

possibilités de réalisation technique, elle a par la suite proposé aux élèves différents prototypes du dispositif suivant les observations d'une séance à l'autre.



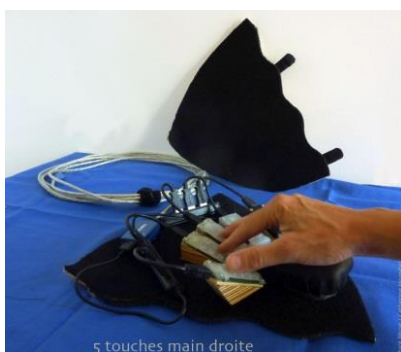
Maquette du dispositif 2013
© Catherine Hospitel pour Puce Muse



Prototype de travail mars 2015
© LAM/Puce Muse

Le prototype final est composé de :

- un socle large et presque complètement plat recouvert de velcro à l'endroit et de points antidérapants au revers ;
- sur le socle peuvent être disposés, avec différentes possibilités de réglage, cinq pavés de 8 Méta-Touches électroniques, recouverts de tissu résistif, de silicone et de cuir (optionnel), les pavés pouvant être relevés sur une semelle en bois selon différents angles d'inclinaison ;
- un support paume avec un revêtement en cuir (l'usage du support paume est optionnel), plus d'autres supports en mousse assemblables si besoin pour le bras ;
- un ou deux hubs et des câbles pour la connexion USB au logiciel de la Méta-Mallette.



5 touches main droite



endroit et envers

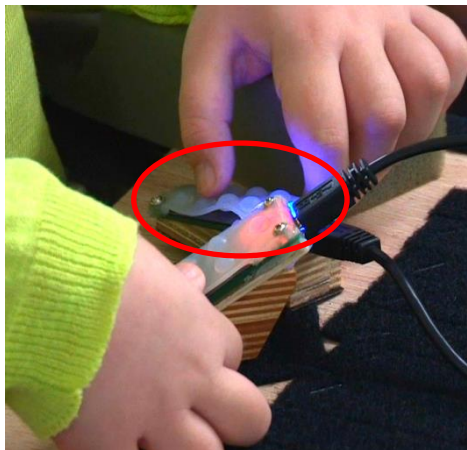
Prototype du dispositif final juillet 2015
© Catherine Hospitel pour Puce Muse

Design des Méta-Touches et gestes

- *Matières* : Le concepteur a proposé dans un premier temps des touches recouvertes en cuir, pour des raisons esthétiques (plaisir du toucher) et techniques du jeu (le cuir permet de déplacer le doigt

avec fluidité sur la surface des touches, tandis que la peau du doigt s'accroche sur la silicone). 88% des élèves ont trouvé agréable ou ont accepté le cuir (la texture et la couleur noire) recouvrant les touches. Une élève a manifesté des réserves sur les touches recouvertes d'une couche continue de cuir ; la couche continue ne lui permettait pas de bien identifier visuellement et tactilement les touches. Aussi, le concepteur a remarqué dans ses observations que, dû aux techniques de fixation ou à l'état d'usage des matières, le cuir tendu pouvait glisser sur les touches en silicone qui sont placés au-dessous, en faisant probablement moins précis le jeu.

Une solution à ce problème (comment recouvrir les touches de cuir tout en rendant les touches souples, et distinctes au tact et à l'œil) est de coller le cuir à la silicone des touches, ce qui donnait une impression plus distincte des touches du point de vue visuel et du toucher. Cette option n'a cependant pas été retenue finalement parce que le cuir collé à la silicone « durcissait » les touches en les rendant moins sensibles à la pression ; l'option retenue a été de tendre le cuir au-dessus des touches en le fixant mieux sur les bords du pavé de silicone. Dans le prototype finalement retenu, l'utilisateur peut se servir des touches seulement en silicone ou recouvertes avec du cuir – le revêtement en cuir étant optionnel.



Le revêtement de silicone gondole sur les touches – juin 2015 © LAM/Puce Muse

La fixation des touches en silicone sur les touches électroniques a constitué un défi pour la construction des Méta-Touches : lorsque la pièce en silicone n'était pas suffisamment bien fixée, elle avait tendance à bouger et à gondoler sur les touches électroniques, rendant le jeu moins précis. Une solution partielle à ce problème a été proposée en tendant et en fixant davantage la silicone au bord du support à travers un système de « chaussettes ».



Dernier prototype pour le revêtement de silicone des Méta-Touches
© Catherine Hospital pour Puce Muse

-Forme des touches : compte tenu de leur taille assez réduite, la forme des touches a fait débat parmi les participants. 16% des élèves ont dit trouver étrange la forme sphérique des touches parce

qu'avec cette forme le doigt avait plus tendance à basculer ou à glisser vers la courbe descendante de la touche ; 8% ont manifesté préférer des touches plates ; d'autres élèves ont proposé des touches légèrement creuses ou concaves pour y loger plus facilement la pulpe du doigt et permettre une fixation du doigt. Finalement, la forme sphérique a été conservée par le concepteur, celle-ci permettant une plus longue course de la touche sur l'axe vertical, ce qui permet de marquer plus de paliers de pression. Selon le concepteur, la forme sphérique nécessiterait seulement d'une période de familiarisation avec l'instrument pour que l'utilisateur adapte ses gestes à la forme des touches. La forme sphérique et relativement petite des touches a continué, cependant, de poser quelques difficultés gestuelles à deux élèves présentant une sévère mobilité réduite (faiblesse musculaire prononcée) – ces élèves se servaient de leurs ongles pour fixer le doigt sur la touche sans glisser.



Une élève joue avec le pouce droit (elle accroche le doigt sur la touche avec l'ongle) – mai 2015
© LAM/Puce Muse

Selon les contraintes motrices, les élèves pouvaient jouer plus facilement avec le pouce, l'index ou le majeur. Le jeu avec les Méta-Touches demande un apprentissage gestuel, où la personne doit comprendre et se familiariser avec le mode de fonctionnement du dispositif, de telle sorte qu'elle découvre la palette de gestes qui sont appropriés en fonction de la musique qu'elle veut jouer. Différents types de gestes sont possibles avec les Méta-Touches : pression verticale avec le doigt sur une seule touche ; pression verticale avec le doigt sur deux touches en même temps (en se plaçant dans le creux qui sépare deux touches) ; mouvement rotatif du doigt autour de la circonférence d'une touche, en appuyant sur la touche en continu ; mouvement de bascule du doigt d'un côté à l'autre du diamètre d'une touche ; grattage/glissement du doigt sur plusieurs touches. Cette variété gestuelle n'est pas réalisable avec un clavier traditionnel (piano, MIDI, ordinateur).

-Inclinaison des pavés de Méta-Touches : Pour le dernier prototype, des supports de touches inclinés avec différents angles (velcro dessus-dessous) ont été retenus. Dans le cas des faiblesses musculaires, les touches surélevées et inclinées ont été généralement une bonne solution qui permettait de rapprocher le doigt de la touche, en réduisant ainsi l'effort musculaire à fournir pour appuyer sur la touche (le « talon » en triangle sur lequel les touches étaient fixées a été considéré indispensable dans certains cas). De fait, plusieurs élèves ont préféré les touches avec une semelle relevée. Néanmoins, plus la semelle était relevée et inclinée, moins elle était stable sur le socle (capacité de fixation du velcro).

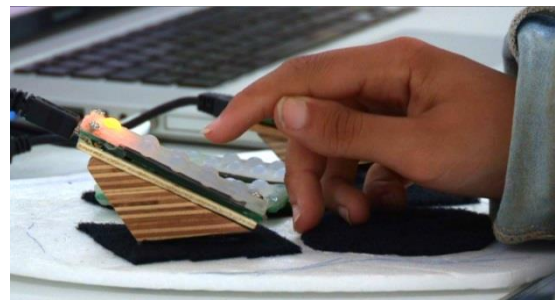
-Nombre de touches : bien que disposant d'un grand nombre de touches pour une même main (40) et même pour un même doigt (8), les élèves se sont servis, dans cette expérience de découverte et d'exploration, très généralement d'un doigt par main, en utilisant parfois, et quand il leur était possible, deux mains pour jouer en tout avec deux doigts ; quelques élèves ont joué avec deux doigts d'une seule main. Par conséquent, compte tenu des conditions physiques et d'entraînement, les

potentialités du dispositif ont été, pour le moment, sous-utilisées. Cependant, cet instrument s'adresse aussi potentiellement à des musiciens professionnels et à des personnes n'ayant pas de contrainte motrices particulières, ce qui justifierait la proposition ambitieuse du nombre de touches. Le design (forme) et les matières de l'interface gestuelle n'ont comporté aucun risque pour la santé ou l'intégrité physique des utilisateurs.

Design des éléments complémentaires du dispositif

-*Support paume* : le support paume s'est révélé utile pour le positionnement de la main (facilitation du jeu) et a été par conséquent retenu dans le prototype final. Son utilité est variable, en fonction des types de mains et des modes de jeu de chaque utilisateur. Il est très utile et sa position est réglable pour les élèves qui ont une mobilité très réduite de la main. En fonction de la taille de la main, de ses particularités anatomiques et fonctionnelles, le support paume doit être plus grand ou plus petit – un support plus prononcé peut être nécessaire pour soutenir la main en élévation tout en lui permettant un certain repos musculaire. Dans les cas de faiblesse musculaire prononcée, par exemple, la main a besoin d'être très surélevée au niveau de la paume, du poignet et du coude, et les pavés de touches doivent être très rapprochés du support paume pour que le doigt tombe directement sur la touche. Pour gagner en force de mouvement, les élèves souffrant de faiblesse musculaire prononcée s'aidaient d'un mouvement latéral (et non vertical) de la main ou en faisant basculer légèrement leur paume, appuyée sur le support, vers la droite (vers l'éminence hypothénar) et vers la gauche.

Pour les mains qui ne présentent pas de handicap ou qui manifestent des handicaps légers, le support paume est moins nécessaire, ou il suffit qu'il soit seulement insinué à travers une éminence légère (une grande éminence entraverait la mobilité naturelle de la main), puisque les mains ont la plupart du temps tendance à être surélevées et soutenues spontanément en l'air de manière autonome.



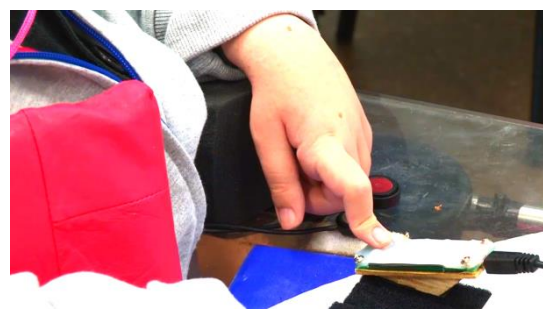
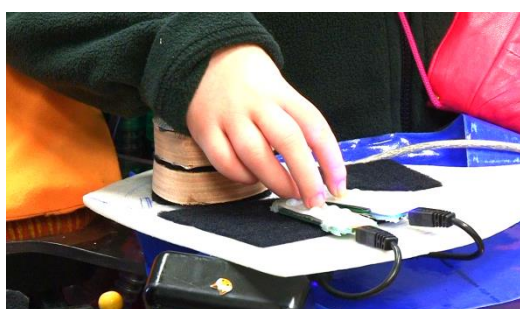
Positions de la main – avec et sans le support paume – mai 2015 © LAM/Puce Muse



Position de la main avec le support paume – juin 2015 © LAM/Puce Muse

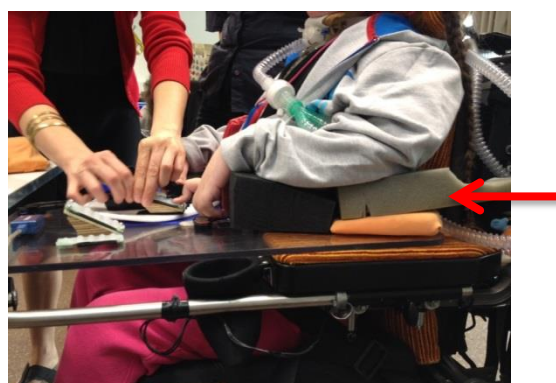
Pour les premiers essais, 66% des élèves n'ont pas positionné spontanément le creux de la paume de leur main sur le volume du support ; 55% ne s'en sont pas servis pour jouer : les élèves posaient la main à côté du support, ils la gardaient contractée sur le support ou ils jouaient avec la main levée. 33% des élèves (avec un handicap léger de la main) ont posée clairement la main comme prévu sur le support paume de la main et s'en servaient du moins partiellement. Quelques élèves posaient l'éminence hypothénar de la main sur une partie du support ; dans ce cas, la main n'était pas à plat ni étendue, mais plutôt tournée sur le côté et contractée.

Sonia Duval et plusieurs élèves ont manifesté une préférence pour une main en pente descendante ; physiologiquement cette inclinaison rendrait plus facile le mouvement musculaire.



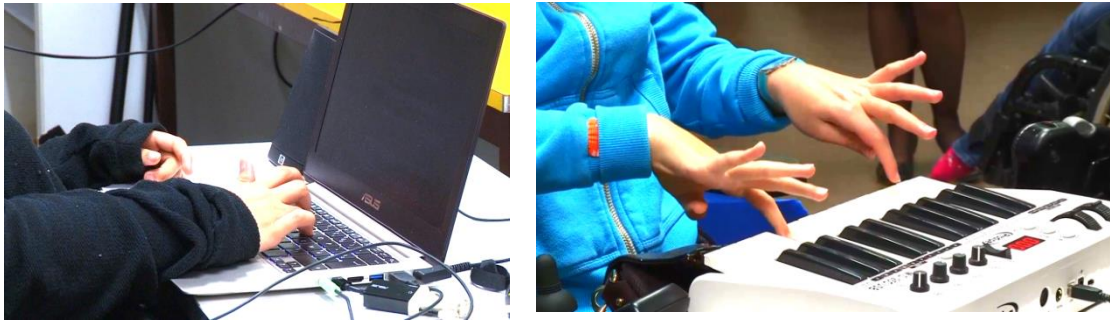
Main descendante avec support (faiblesse musculaire) © LAM/Puce Muse

Suivant les observations et les remarques des élèves et de l'enseignante, des supports supplémentaires sont prévus pour apporter un soutien plus important au niveau (a) au poignet ou (b) du coude pour relever davantage la main si besoin, dans certaines situations de handicap moteur. Il ne faut pas que l'appui coince le joueur ; le support peut se réduire à juste un point d'appui, plutôt vers le creux du poignet. Avec le poignet surélevé l'on réduit la tension et l'effort à fournir ; même si l'on n'a pas tout l'empan qu'on a avec la main posée à plat pour atteindre plusieurs touches ; en revanche, la position surélevée favorise la possibilité de rentrer les doigts vers la paume, donc elle permet de jouer de manière « grattée » sur les touches (balayage des touches) – il s'agit d'un geste qui n'existe pas pour le clavier du piano et qui est possible avec les Méta-Touches.



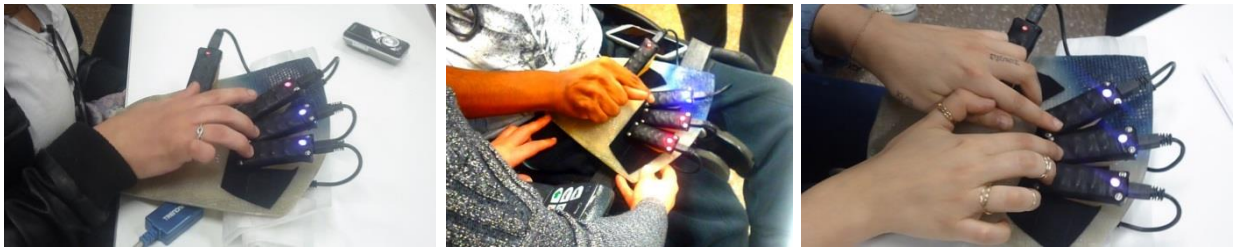
Supports complémentaires adaptés en avril 2015 © LAM/Puce Muse

La position d'une main descendante est à relativiser, en fonction des conditions anatomiques, motrices et modes de jeu ; la position de la main peut-être aussi assez horizontale. Certains élèves ne surélevaient pas leur main pour jouer les partitions du méta-Piano sur les Méta-Touches ou sur le clavier d'ordinateur. Le fait de poser la main à plat sur les touches apporte une activité digitale plus étendue du point de vue spatial, mais fait travailler davantage les muscles nécessaires pour relever les doigts ; la position à plat génère beaucoup de tension et d'effort.



Méta-Piano. Position des mains sur clavier d'ordinateur et sur clavier midi - avril 2015 © LAM/Puce Muse

-*Le grand socle pour les Méta-Touches* : le support étant presque complètement plat, il est stable et suffisamment large pour permettre différents positionnements de la main, on fonction des contraintes anatomiques et fonctionnelles. Les différents éléments du dispositif (support paume et pavés de Méta-Touches) peuvent être déplacés et fixés avec du velcro selon les besoins de l'utilisateur : les pavés de touches peuvent être rapprochés ou éloignés les uns des autres et du support paume.



Position des mains sur les Méta-Touches © LAM/Puce Muse

Performance des Méta-Touches

-*La sensibilité des touches* : Les Méta-Touches permettent de jouer une variété de nuances sonores, marquer des accents, même avec une motricité manuelle restreinte.

Afin d'évaluer la sensibilité des Méta-Touches à la pression motrice du doigt, on a réalisé avec les élèves du Lycée Toulouse-Lautrec, en mars 2015, un test où les degrés de pression ont été corrélés à la hauteur du son de telle façon que les sons graves correspondaient à une moindre pression lors de l'attaque et les plus aigus correspondaient à une pression plus importante ; globalement, environ dix hauteurs perceptiblement différentes pouvaient être joués par un adulte sans handicap moteur. Après plusieurs essais, 50% des élèves pouvaient jouer entre 4 et 5 hauteurs différentes, 25% des élèves pouvaient jouer entre 5 et 6 hauteurs, et l'autre 25% pouvait jouer 7 hauteurs.

Le dispositif s'est révélé, par conséquent, significativement sensible aux variations de pression fine, bien que les touches ne soient pas également sensibles aux utilisateurs avec handicap et sans handicap. Compte tenu des limitations de la force musculaire de plusieurs participants, et du fait que la « dureté » des touches dépend aussi bien des matières et des formes des touches, ainsi que des capteurs électroniques sous-jacents, cette « dureté » a constitué un défi pour l'efficacité du dispositif et a fait l'objet d'essais et d'améliorations successives.

Le logiciel des touches électroniques développé par Eowave a été modifié plusieurs fois, étant donné que quelques problèmes informatiques concernant la performance des Méta-Touches se sont présentés lorsque celles-ci devaient être connectées sur le logiciel de la Méta-Mallette : d'une part, certaines touches électroniques étaient moins sensibles à la pression (elles étaient plus « dures »), celles-ci ne réagissaient pas toujours au toucher (ce qui pouvait être aussi partiellement dû à des problèmes mécaniques de contact ou d'usure des matières utilisés, telles que le tissu faisant contact avec le circuit électronique et les touches en silicone) ; d'autre part, les touches s'arrêtaient de fonctionner parfois régulièrement, parce que le logiciel de la Méta-Mallette ne les détectait pas, ce qui demandait de débrancher et de rebrancher plusieurs fois de suite les pavés de touches à travers le port USB.

Quant au problème de la « dureté » des Méta-Touches, deux situations se sont présentées lors du jeu : soit on « durcissait » les touches (en les rendant un peu moins sensibles à la pression) pour bien distinguer les attaques lorsqu'on jouait – mais cela demandait plus d'effort musculaire aux élèves –, soit on programmait les touches pour être plus sensibles au contact – ce qui exigeait moins d'effort mais avait tendance à produire un double déclenchement des touches (tremblement) puisque l'enfoncement et le relâchement des touches n'était pas toujours net, étant donné que quelques élèves avaient du mal à soulever leur doigt. Il a fallu quant à cette difficulté faire un compromis et trouver un point intermédiaire entre ces deux extrêmes, ceci en fonction des modes de jeu et des œuvres recherchés.

Conclusions

La recherche sur la Méta-Touche se révèle pertinente dans le domaine du handicap moteur ; malgré les initiatives et la créativité dont font preuve les acteurs impliqués dans la recherche de nouveaux moyens techniques permettant de rendre accessible l'activité musicale aux personnes qui souffrent de différents types de contraintes motrices, des instruments adaptés restent à développer. Les résultats obtenus provisoirement avec les Méta-Touches encouragent à poursuivre cette recherche.

Les Méta-Touches, en tant qu'instruments de musique envisagés comme prothèses culturelles au sens philosophique et anthropologique, permettent d'étendre les capacités fonctionnelles, plus précisément motrices, prises en charge par le système nerveux central et périphérique, le bras et la main. Les Méta-Touches permettent une extension corporelle (1) à travers un positionnement stratégique du bras et de la main qui permet de jouer de manière autonome et à l'aise, en réduisant l'effort musculaire nécessaire pour jouer et en contribuant à la force au geste moteur ; (2) à travers un système de touches très sensibles à la pression qui permet de réduire l'effort que les doigts doivent fournir sur les touches pour les enclencher ; (3) à travers une disposition modulaire et réglable des éléments qui composent la prothèse, ce qui permet de réduire le déplacement spatial nécessaire pour jouer de la musique. On a pu observer certains moments particulièrement heureux où le corps, considérablement limité dans ses mouvements au départ, devenait visiblement léger, porté et élevé par la musique que l'utilisateur faisait advenir à travers son geste et qu'il interprétait en apportant des nuances dans le mode de jeu (accentuation et articulation des notes).

Ces prothèses culturelles peuvent favoriser ainsi une implication du sujet plus importante dans l'expérience musicale qu'il produit par l'intermédiaire de l'action, c'est-à-dire, du geste moteur qu'il peut par ce moyen exécuter. Le sujet n'est pas condamné à recevoir uniquement de manière « passive » la musique, mais il peut la recevoir en participant activement à cette expérience.

Par-delà la performance technique de l'instrument de musique, il est fondamental de se poser la question sur la manière dont on peut se servir de ce type d'instrument pour produire une expérience perceptive et symbolique signifiante pour le sujet, en particulier dans le domaine de l'expérience artistique et pédagogique. Ici, grâce à l'articulation des Méta-Touches et du méta-Piano, une profonde compréhension de la structure musicale d'une œuvre est possible à travers le « faire » du corps, notamment sa structure temporelle (pulsation, tempo, mesures et temps, durées relatives, attaques, phrasé). Les capacités cognitives, affectives et motrices sont potentiellement reliées, mises en continuité dans ce type d'expérience numérique et interactive qui est désormais plus accessible aux personnes vivant avec un handicap moteur. Débarrassé ou considérablement soulagé des contraintes considérables liées à ses possibilités de mouvement, le sujet peut ainsi se concentrer sur la dimension symbolique qui structure la musique, intégrer et actualiser via le corps des formes de savoir. Les élèves ont pu travailler de cette manière, activement, sur la régularité du tempo, sur la mesure, sur le rythme, sur le phrasé (p.e. legato, staccato, suspension, temps) qui étaient pertinents pour des œuvres spécifiques ; aussi, ils ont été amenés à contrôler de la charge émotionnelle avec laquelle ils jouaient sur l'instrument (anxiété, impulsion), comme par exemple, jouer plus lentement lorsqu'ils voulaient jouer très vite ; l'accompagnement pédagogique de l'enseignante et du coordinateur du projet a été en ce sens essentiel. Par ailleurs, la plupart des élèves qui ont participé à ces expériences avaient déjà des connaissances musicales.

Exemple :

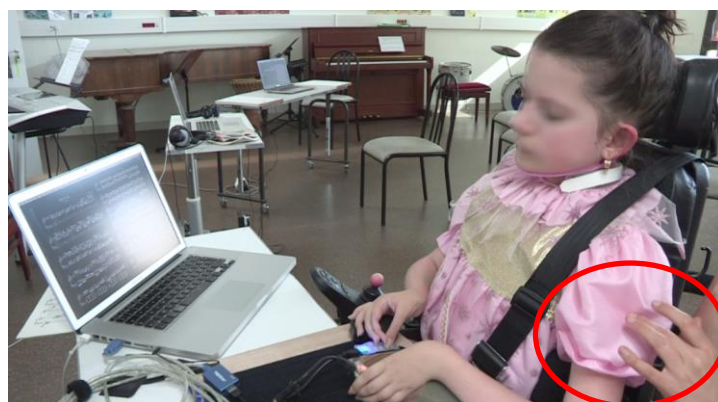
J. (élève) estime qu'elle connaît déjà le Prélude et fugue 2 de Bach et elle voudrait jouer autre chose. Cependant, S. D. (enseignante) lui dit d'écouter sur internet l'œuvre pour la travailler davantage, car elle pourrait élaborer son jeu :

S.D. : « Il y a des moments où tu es bien, je pense, mais si tu l'entendais, tu arriverais à gérer mieux notamment l'arpège... »

J. : « L'arpège ? »

S.D. : « Alors l'accord ce sont des notes superposées qu'on joue en même temps, tu t'en souviens ? L'arpège ça va être la même chose mais on va égrainer très rapidement les notes, sans marquer le rythme, il faut faire juste légèrement en décalage les notes les unes par rapport aux autres (...) Sur les tempi c'est beaucoup mieux, mais ça n'empêche que tu en profiterais... »

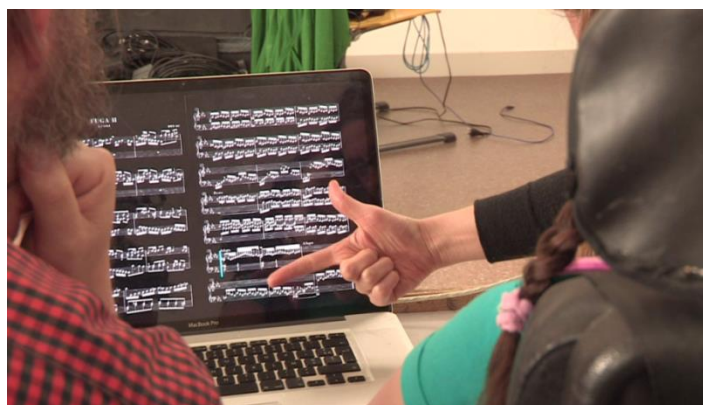
J. a tendance à jouer trop vite, avec une certaine impatience ; S. D. lui propose de travailler un peu plus sur la lenteur : « Sois plus lente sur la main gauche, déclenche plus tranquillement ».



S. Duval transmet avec sa main sur le bras de J. la structure métrique de la pièce pour la guider dans son jeu © LAM/Puce Muse



S. Duval explique à J. avec des baguettes la différence entre un jeu régulier et un rythme pointé
© LAM/Puce Muse



S. Duval compte avec J. les notes de l'arpège que cette dernière doit jouer
© LAM/Puce Muse



S. de Laubier indique à P. de ralentir vers la fin du Prélude et de s'arrêter au bon moment
© LAM/Puce Muse

En ce qui concerne le partage et une zone proximale de développement (Lev Vygotsky), certains passages des expériences ont montré bien que la présence médiatrice d'autrui, plus avancé dans le domaine musical, permettait au sujet d'étendre ses capacités initiales, c'est-à-dire de dépasser ses limites et aller plus loin dans son travail gestuel ; ainsi, deux personnes (p.e. l'élève et celui qui enseigne) concourent pour qu'une d'entre elles (p.e. l'élève) trouve progressivement de manière autonome la forme évolutive qu'il doit jouer à travers ses gestes, pour qu'elle gagne une continuité dans ses gestes, actualise un rythme et un phrasé – la main est ainsi encouragée et guidée de loin par l'autre.