

## Projet de recherche

### « BOUGE SUR LA MUSIQUE » : La caravane de la mémoire

Proposition - mars 2017

#### **1 - Introduction**

La musique accompagne l'être humain depuis toujours et il y a plus de deux-mille ans que nous avons des témoignages textuels de son efficacité soit pour le bien-être soit pour l'éducation de la personne. Depuis des siècles nous avons des témoignages de son efficacité dans le traitement de différents types de maladies mais l'impossibilité de quantifier les effets eux-mêmes constitue toujours une limite. Grâce à la technologie et à l'augmentation des connaissances, la communauté scientifique a commencé, au cours des dernières décennies, à interpréter et utiliser la Musique à la fois dans le contexte de l'éducation dédiée (par exemple pour les enfants non-voyants ou non-entendant) mais aussi pour la réhabilitation physique et cognitive (traumatismes ou maladies dégénératives). Ces dernières années, un intérêt particulier a été porté sur ce qu'on a défini comme «the embodied music cognition», c'est à dire l'expérience musicale incarnée. En effet, ce n'est pas par hasard qu'on a officiellement souligné l'effet dopant de la musique en interdisant son utilisation pour les activités compétitives. Le projet que nous proposons s'appuie sur des expériences réalisées lors du projet MAAMI, concernant Maladie d'Alzheimer et Apprentissage Moteur Implicite. Il est constitué de trois études pour la partie expérimentale qui aboutiront à quatre articles scientifiques et à la finalisation d'un système informatisé – jeux sérieux – pour la partie développement permettant la sonification des mouvements et le soutien à l'entraînement physique chez les personnes atteintes de démence.

#### **2 - Objectifs**

Le projet de recherche proposé se compose de trois études complémentaires.

##### **2.1 - Etude 1 : musique et apprentissage implicite**

Cette première étude vise à quantifier l'apprentissage implicite et son efficacité pour l'organisation des schémas moteur en distinguant et analysant les deux composants musicaux essentiels – mélodie et rythme – d'un côté et la perception temporelle individuelle de l'autre. Elle se situe dans la continuité d'une étude centrée sur les performances de sujets sains aux différentes étapes du développement (enfance, pré-adolescence, âge adulte et vieillissement) dont les données sont en cours d'analyse. Ces aspects sont encore peu étudiés dans le contexte de l'expérience incarnée mais essentiels si on pense aux potentialités de la musique dans le champ de l'entraînement et de la réhabilitation.

Plusieurs études fonctionnelles utilisant la neuro-imagerie (IRMf en particulier) montrent que rythme et mélodie impliquent l'activation de différents réseaux du cerveau ainsi que le tempo « intérieur ». En conséquence, l'intérêt de cette étude comportementale est d'approfondir, à travers l'enregistrement et la sonification des pas de la personne, les mécanismes de l'expérience musicale incarnée sous l'angle de la coordination de ces réseaux et de la plasticité des zones touchées par la maladie neurodégénérative.

##### **2.2 - Etude 2 : danse et comportement social**

La deuxième étude a pour but l'évaluation des effets d'un atelier de danse – tango – d'une durée de trois mois comparé à un atelier de gymnastique douce de la même durée. Ce type de danse a été choisi parce que mélodie et rythme jouent un rôle comparable et extrêmement prononcé, mais aussi parce qu'il y a dans cette danse une façon tout à fait originale de réaliser les mouvements : ainsi les pieds touchent toujours le sol en donnant à la personne une impression de sécurité et en favorisant un effet d'entraînement pour la proprioception et l'équilibre.

Il existe donc deux niveaux d'intérêt : l'un lié au domaine sensori-moteur et le deuxième à celui de la cognition sociale (social cognition).

L'expérimentation se concentrera sur les enregistrements quantitatifs des comportements des deux groupes (danse et gymnastique). Les variables étudiées concernent la même quantité de mouvements pour les deux groupes avec d'une part l'analyse des gestes individuels (linéarité, accélération, stabilité) et d'autre part l'interaction sociale (évaluée via la « phase locking » entre sujets). Ces paramètres seront enregistrés avec des petits accéléromètres/gyroscopes posés sur les pieds des sujets, au début, pendant et à la fin des ateliers.

Parallèlement, des données neuropsychologiques qualitatives seront recueillies à partir de tests validés afin d'analyser les capacités attentionnelles et empathiques de chaque personne vis-à-vis de l'environnement matériel et humain.

### **2.3 - Etude 3 : musique et comportement social**

La troisième étude, elle aussi comportementale, se concentre sur l'expérience musicale incarnée chez des personnes confinées en fauteuil roulant. Deux groupes de personnes seront filmés au début, pendant et à la fin de deux ateliers, l'un de gymnastique douce avec musique et l'autre sans musique. Les comportements moteurs du tronc, des bras et de la tête seront évalués via des grilles d'analyse appliquées aux vidéos. Parallèlement, les mêmes tests neuropsychologiques que ceux retenus pour la seconde étude seront utilisés.

Conçu et développé pour l'enregistrement et la sonification en temps réel des comportements moteurs des sujets participant aux trois études, le système utilisé, basé sur la capture du mouvement, nécessite une dernière phase de développement pour pouvoir être proposé en tant que jeux sérieux visant à soutenir les activités thérapeutiques auprès des institutions et des familles.

## **3 - Phases de réalisation**

Les trois études longitudinales, avec trois enregistrements chacune, seront menées par un chercheur, un neuropsychologue et par un animateur, entre les mois d'Avril et Juin 2017.

Au cours de l'automne 2017, les données collectées avec de petits accéléromètres et gyroscopes posés sur les pieds des sujets, au début, pendant et à la fin des ateliers, seront analysées par une équipe de mathématiciens en distinguant 1) les gestes individuels (linéarité, accélération, stabilité) et 2) l'interaction sociale (évaluée via la « phase locking » entre les mouvements des sujets).

Une troisième phase du travail sera dédiée à la finalisation des appareils de capture des mouvements, du logiciel et du système ; portable, économique et convivial.

Le projet prévoit la publication de quatre papiers scientifiques, un pour chaque étude et le quatrième, d'ordre technologique, sur la réalisation du système de capture des mouvements et de leur sonification.

## **4 - Protocoles expérimentaux**

### **4.1 - Etude 1 : musique et apprentissage implicite**

L'étude est basée sur la capture des comportements moteur individuels définis par les pas que la personne accomplit tout en imitant les mouvements montrés via une video-projection, avec retour auditif mélodique voire rythmique ou dans le silence.

Les données envoyés par les accéléromètres/gyroscopes sont soit enregistrées pour les analyses à posteriori soit traitées par le logiciel pour la sonification en temps réel des mouvements.

À travers un plan factoriel en 2x2, l'étude permettra d'évaluer les corrélations entre les mouvements, avec d'un côté, la mélodie versus le rythme et de l'autre, le tempo imposé par un métronome versus le tempo défini par les mouvements de la personne elle-même.

Les comportements moteurs des personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer seront évalués comparativement à ceux du groupe témoin des personnes âgés sains.

De plus en plus, on parle de l'efficacité de la musique dans le contexte de la réhabilitation. Cette étude a pour but de comprendre quels aspects musicaux sont efficaces pour l'apprentissage et la performance d'une série de pas musicaux, à savoir ceux d'une danse basique.

#### 4.2 - Etude 2 : danse et comportement social

En lien avec la première, la deuxième étude utilise le flux de données des accéléromètres pour quantifier les caractéristiques des mouvements de deux groupes de personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer qui font ensemble de la danse (groupe expérimental) ou de la gymnastique (groupe témoin).

Les enregistrements seront réalisés au tout début, au milieu et à la fin des deux ateliers, respectivement de danse et de gymnastique, qui dureront trois mois. Pendant chacune des trois séances d'une heure, chaque groupe sera enregistré dans deux contextes différents. Le premier d'environ 10 minutes sera caractérisé par une brève série de pas de base – latéral, frontal, rotation sur place – conduite par l'animateur avec musique (groupe danse) et sans musique (groupe gymnastique). La deuxième partie de l'enregistrement sera dédiée à tout le reste de la séance avec chant choral, de manière à évaluer le comportement spontané de chaque participant.

Pour les deux tests, les analyses porteront sur les potentiels de progression des performances des participants au niveau individuel (linéarité, accélération, stabilité des mouvements) et collectif (coordination et synchronisation entre les personnes). Dans le premier cas, le but est l'évaluation des caractéristiques de proprioception et d'équilibre, aspects essentiels pour la prévention des chutes. Dans le deuxième cas, l'intérêt est orienté vers le comportement et la cognition sociale.

Ce dernier volet cognitif sera évalué par des tests neuropsychologiques validés et un questionnaire sera administré en parallèle.

#### 4.3 - Etude 3 : musique et comportement social

La troisième étude est dédiée à l'évaluation des effets de l'entraînement physique avec et sans musique, du point de vue moteur et cognitif. Dans ce cas, la population est constituée de personnes confinées au fauteuil roulant. Les comportements seront analysés à travers des grilles d'observation appliquées aux vidéos enregistrées lors des séances. Deux grilles seront utilisées : l'une pour établir des échelles relatives aux caractéristiques des mouvements de chaque personne (amplitude, linéarité, contrôle, rythme) et la deuxième pour interpréter les comportements sociaux au sein du groupe.

La même interrogation sera posée via les tests neuropsychologiques et le questionnaire administré aux aides-soignants et aux proches de chaque personne, au début, au milieu et à la fin des ateliers.

### 5 - Budget

Ce projet ambitieux qui devrait permettre de démontrer les effets du tango et de la musique dans le cadre des maladies neurodégénératives nécessite le financement d'une part en termes de ressources humaines et d'autre part en termes de matériel, de frais de déplacement et de publication. Il est à noter que des moyens humains (Professeurs des Universités et Maître de Conférences) et matériels (du laboratoire accueillant) seront mis à disposition du projet. Les frais induits par ces moyens ne sont pas compris dans le budget demandé.

La bonne réalisation de ce projet nécessite un budget de 59 997 euros.

<b>Dépenses</b>	
Ressources humaines (ingénieurs, stagiaires)	39 080 €
Petits matériels	3 200 €
Déplacements	1 000 €
Assurance (comité de protection des personnes)	5 000 €
Frais de publication scientifiques	3 000 €
Frais d'environnement	8 717 €
<b>Total</b>	<b>59 997 €</b>