

Rapport de Projet Tutoré

Collecte et analyse de données biomécaniques et physiologiques à l'aide de semelles et de montres équipées de capteurs pour la mesure et la prédiction de l'émotion lors de l'écoute musicale afin de faciliter l'initiation de la marche

Méhania Doumbia, Léo Humbert & Eloïse Messelier
Master 1 Sciences Cognitives - 2021/2022
IDMC, Université de Lorraine

Encadrants : Geoffray Bonnin, Armelle Brun, Sylvain Castagnos,
Laure Coudrat, Jean-Luc Kop & Vincent Monfort

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Geoffroy Bonnin, notre tuteur, pour son accompagnement et ses conseils.

Nous remercions également Armelle Brun, Sylvain Castagnos, Laure Coudrat, Jean-Luc Kop et Vincent Monfort pour leurs avis, conseils et retours. Merci à Guillaume Letzelter pour son aide et son travail de synthèse des idées, particulièrement pour la première version du protocole.

Nous remercions également Dogan Boyraz et Maxime Renard pour leur collaboration précieuse et leur aide pour la poursuite des passations en mai et juin ainsi que leur aide concernant leurs différentes analyses.

Table des matières

	Page
1 Présentation du sujet	3
1.1 Projet MusicMouv'	3
1.2 Travaux antérieurs	5
1.3 Travail bibliographique	5
2 Travail réalisé	8
2.1 Élaboration du protocole	8
2.2 Elaboration des playlists	10
2.3 Exécution du protocole	13
2.4 Données Recueillies	13
2.5 Analyse des résultats	14
2.5.1 Description de l'échantillon	14
2.5.2 Habitudes musicales	14
2.5.3 Mode et tempo des morceaux	15
2.5.4 Émotions esthétiques	16
2.5.5 Émotions esthétiques, valence et intensité	17
2.5.6 Émotions esthétiques, familiarité et appréciation	19
2.5.7 Intensité, valence, familiarité et appréciation	20
2.6 Etude de cas : Données biomécaniques d'un sujet	22
2.7 Etude de cas : données physiologiques d'un sujet	22
2.8 Limites	23
3 Conclusion	24
3.1 Critiques éventuelles	25
3.2 Ce qui nous a manqué/servi dans notre formation	26
3.3 Perspectives	26
Table des figures	28
Références	29

1 Présentation du sujet

1.1 Projet MusicMouv'

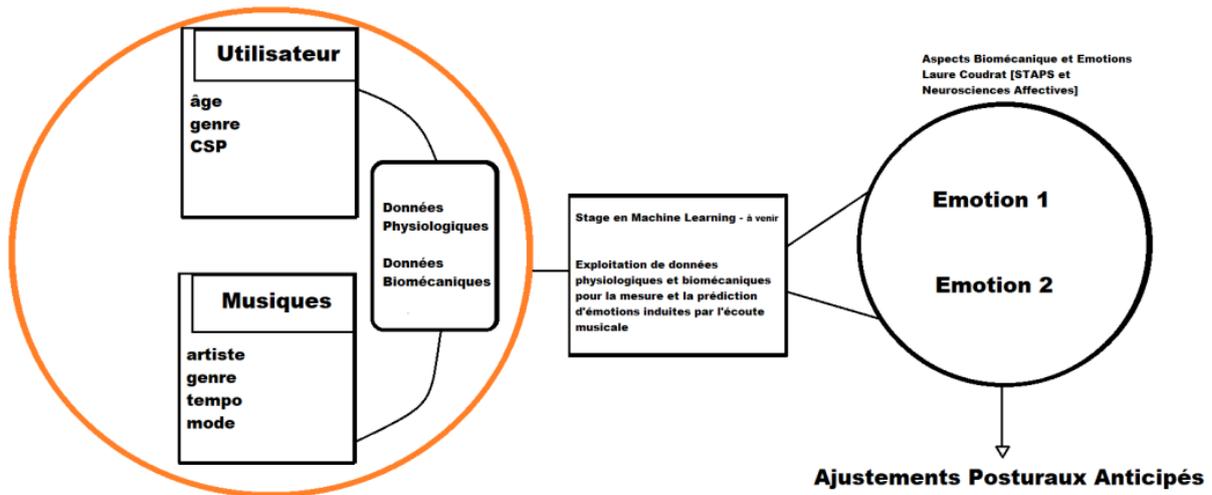


FIGURE 1: Schéma récapitulatif des étapes du projet Music Mouv'

Ce projet tutoré s'intéresse aux effets de la musique sur les émotions et leurs impacts sur le mouvement, et plus précisément l'initiation de la marche. La revue de la littérature existante permet de poser les bases à la construction d'un protocole permettant de collecter des données concernant la musique, les émotions et la marche.

Le projet Music Mouv' dans lequel s'inscrit notre projet tutoré est d'autant plus intéressant qu'il est novateur car l'étude conjointe de la musique, des émotions et de la marche n'avait jusque là pas été réalisée.

Ce projet recèle néanmoins de nombreux enjeux, à commencer par le fait qu'il se déroule sur quelques mois pour une étude qui prendra plus de temps pour être réalisée dans sa globalité. A l'échelle de ce projet, notre participation s'établit sur un nombre d'étapes important.

La création de la revue de l'art, du protocole suivis de la collecte des données, de leurs analyses et de leur interprétation sont de vastes entreprises qui nécessitent par conséquent une adaptation rapide vis-à-vis des contraintes et une compréhension approfondie du sujet du fait de la pluridisciplinarité.

Le projet MusicMouv' dans lequel s'inscrit ce projet tutoré a pour objectif de faciliter le mouvement d'un sujet par le biais de la musique, qui influencerait sur ses émotions. Ce projet adopte une approche pluridisciplinaire. En effet, ce projet mêle principalement trois domaines que sont la psychologie, l'informatique et la biomécanique et se réalise en deux temps, le premier temps a pour objectif de déterminer les émotions induites par différentes musiques. Certaines recherches montrent en effet que l'écoute musicale provoque des réponses émotionnelles diverses.

Ce point peut être déterminé grâce aux données physiologiques et biomécaniques.

L'utilisation des données physiologiques constitue une approche possible des émotions. En effet, les informations recueillies telles que la température ou la conductance cutanée peuvent permettre d'identifier un changement dans l'état d'un sujet notamment au niveau de la variation du niveau de stress. Les données biomécaniques quant à elles permettent de catégoriser la manière dont un sujet marche (la qualité de celle-ci), initie sa marche, se tient debout, mais aussi ses centres de pressions. Le second temps sera dédié au fait de déterminer quelle musique permet de faciliter un mouvement.

En d'autres termes, de pouvoir observer et appliquer les effets bénéfiques que pourrait avoir l'écoute musicale sur le mouvement. Ce projet mène donc à la réalisation d'un système de recommandation de musique qui induit l'émotion recherchée. Ce projet est novateur car il associe aux données physiologiques récoltées des données biomécaniques grâce aux semelles connectées.

Le présent rapport s'inscrit dans le cadre de la deuxième année du Projet Music Mouv'. Il détaille l'ensemble de notre démarche au sein du projet Music Mouv' et constitue la suite d'un premier rapport bibliographique réalisé au cours du semestre précédent. Ce projet tutoré associe la réalisation de la revue de la littérature à l'élaboration d'un protocole de récolte de données biomécaniques, physiologiques et subjectives ainsi que d'une première analyse statistique exploratoire de ces données.

Le travail réalisé sert ainsi de socle empirique et théorique à l'élaboration d'un modèle de recommandation de musique destiné à améliorer le mouvement à partir des émotions suscitées par la musique. Ce projet se situe donc dans la première partie du projet Music Mouv' (Figure 1), c'est-à-dire la partie dans laquelle s'effectuent la collecte et l'analyse des données subjectives, physiologiques et biomécaniques grâce à la création d'un protocole et à l'exécution de celui-ci au travers de passations.¹

Les applications de ce sujet sont diverses, allant simplement de l'impact des émotions sur la musique, à l'impact de la musique sur le rythme de marche. Ces deux exemples d'applications se rapprochent de notre sujet. Cependant, bien d'autres applications pourraient être explorées.

Dans le domaine de la psychologie, ce sujet permet d'étudier l'anhédonie (le fait de ne pas ressentir d'émotions, ici, lors de l'écoute musicale) comme l'amusie (le fait de ne pas percevoir les rythmes, la mélodie, les accords d'une musique). Dans ce même domaine, l'écoute musicale peut être étudiée au travers de ses effets sur les personnes anxieuses. D'un point de vue de la motricité, cette thématique pourrait être riche en perspectives pour une étude traitant des personnes atteintes de Parkinson ou de lésions cérébrales, mais aussi sur l'effet de l'écoute musicale sur la rééducation à la marche. En effet, il serait possible grâce à ce sujet de recherche de déterminer un état émotionnel propice à la marche et la musique particulière qui permet au sujet d'atteindre cet état facilité. Plus largement, la réussite de ce projet permettrait, grâce à la musique, d'améliorer la motricité.

Ce projet tutoré est accompagné de la réalisation de différents stages dans le cadre du projet Music Mouv'. Deux stages sont réalisés en collaboration et conjointement à la réalisation de ce projet tutoré. Le premier stage, continuité de ce projet tutoré, reprend la collecte et l'analyse des données en continuant les passations et en participant à l'analyse exploratoire des données recueillies. Le second stage se situe plutôt du côté de l'analyse des données biomécaniques en visant à mettre en évidence des différences de stratégies motrices en fonction de l'émotion ressentie durant l'écoute musicale. Un troisième stage sera réalisé lors de la deuxième phase du projet Music Mouv'. Il consistera en la mesure et la prédiction d'émotions induites par l'émotion musicale. Ce stage sera donc plutôt porté sur le domaine de l'apprentissage automatique.

1. Une passation désigne la participation d'un individu (ie. un sujet) à une expérimentation suivant un protocole expérimental en vue d'une récolte de données. Ici, chaque passation est constituée d'essais, unité qui subdivise une passation.

Ce rapport détaille le travail réalisé dans un ordre chronologique suivi d'une conclusion générale. Il s'agit d'abord de rappeler le rapport bibliographique réalisé au semestre 7 de manière concise. Ensuite, nous présentons le protocole expérimental qui découle de ce premier rapport, et comment il a été élaboré puis exécuté. Nous proposons enfin une analyse exploratoire des données recueillies à l'aide de ce protocole. Une partie des analyses descriptives des données se trouvent en annexes, afin de privilégier les résultats pertinents dans le corps de ce rapport.

En premier lieu, il convient de présenter les travaux antérieurs réalisés en lien avec le sujet du projet Music Mouv'.

1.2 Travaux antérieurs

Dans cette partie du rapport, nous abordons brièvement des précédents projets tutorés et sujets de stage afin de saisir le contexte dans lequel s'inscrit Music Mouv'. Ces travaux formulent des hypothèses qui éclairent nos propres recherches et analyses.

Lors de la rédaction de ce rapport, nous avons pris connaissance d'autres projets en lien avec ce projet. Le rapport de Projet Tutoré de M. Burtin et E. Vannet (Génération de playlists selon les humeurs, 2015/2016) témoigne des variables influençant les émotions ressenties lors de l'écoute musicale. Ce rapport conclut que les genres de musique ont une importance (le rock étant corrélé avec l'excitation et la tristesse, l'électro avec le calme et la joie, le rap avec l'ennui et la colère), ainsi que le tempo, mais que l'influence de celui-ci varie selon le genre. Il est également indiqué que la familiarité et l'appréciation jouent un rôle dans le ressenti, respectivement dans l'intensité et la valence ressenties.

La revue de littérature Étude des effets de la musique sur les émotions et les signaux physiologiques de l'auditeur : un état de l'art de M. Boudet, N. David et E. Guise (2019) fait le lien entre les émotions et la musique par le biais de variables physiologiques. Il est ici fait état que l'énergie et le caractère consonant ou dissonant d'un morceau influencent les signaux physiologiques, mais aussi que la familiarité est liée à la charge cognitive. En effet, un morceau inconnu déclencherait un processus de découverte qui serait coûteux en ressources cognitives, ce qui inhiberait la réponse émotionnelle.

Enfin, le sujet de stage Collection et analyse de données d'écoute musicale réalisé par L. Claudin (2019/2020) a mis en place un protocole de récolte de données qui utilisait la montre Empatica E4. Ces recherches peuvent servir à infirmer ou confirmer plusieurs axes du protocole ou même servir de complément sur certains points (par exemple : le premier rapport évoqué aurait pu servir de base concernant l'influence de la familiarité et de l'appréciation sur le ressenti) mais nous n'en avons pas connaissance avant la fin du projet tutoré. Ces travaux auraient néanmoins pu nous aider dans la formulation de nos hypothèses et la mise en place de notre protocole expérimental.

1.3 Travail bibliographique

Dans cette section du rapport, nous évoquons les différentes étapes et objectifs de notre revue de la littérature.

La recherche bibliographique menée en première partie de ce projet a eu pour but de mettre en lien les trois aspects principaux de notre étude, à savoir les émotions, la musique et l'initiation de la marche. La littérature ne faisant pas état de liens entre chacune de ces trois composantes, nous avons axé ce premier rapport en deux parties : les modalités de l'induction des émotions par la musique ; et l'impact des émotions sur la marche indépendamment de la musique. Cette bibliographie a servi de fondements à la création et la mise en place d'une première version du protocole expérimental, qui a été testé et amélioré au cours du semestre 8.

Ce protocole a permis de récolter des données subjectives, biomécaniques et physiologiques chez des adultes sans troubles moteurs ou auditifs. Les hypothèses formulées dans le premier rapport de décembre sont les suivantes : on suppose que les émotions ressenties comme plaisantes par un sujet ont tendance à améliorer le processus de marche vers l'avant, alors que des émotions négatives ont davantage de conséquences entravantes sur l'initiation de la marche.

Durant ce projet, nous avons dû établir une méthodologie qui mêle plusieurs disciplines. En effet, le projet Music Mouv' allie la psychologie et l'informatique qui sont les domaines prédominants de ce projet. La réalisation de ce projet tutoré s'intéresse en grande majorité au domaine de la psychologie. Celui-ci a été l'axe principal notamment lors de nos recherches sur les émotions, celui de l'informatique le sera davantage avec l'utilisation de l'apprentissage automatique (qui viendra dans la suite du projet avec le système de recommandation). Le domaine de l'informatique couplé à celui des statistiques nous a permis de réaliser l'analyse des données récoltées lors des différentes passations. Au cours des différentes étapes de ce projet, différentes disciplines se sont ajoutées à celles précédemment évoquées .

Lors des passations, le domaine de la sociologie nous a permis de construire des entretiens entre chaque essai, nous permettant de connaître les émotions ressenties par les participants. La sociologie et plus précisément la démographie, nous ont aussi servis dans le cadre de l'étude des profils utilisateurs et des informations recueillies auprès de nos participants. Nous avons aussi fait des recherches dans le domaine de la santé et notamment de la relaxation pour établir notre exercice de respiration qui succède à l'entretien. Pour définir les musiques et en extraire certaines informations (tempo, mode etc.), il nous a fallu utiliser le domaine de la musicologie.

Ces différents domaines nous ont été accessibles grâce aux parcours de chacun.e des membres du projet tutoré. En effet, l'une de nous dispose de compétences de relaxation suite à une formation réalisée dans le cadre de son travail de conseil en santé. Une autre membre est diplômée d'un Master 2 de Sociologie. Enfin, deux d'entre nous ont étudié la musique et disposent de formations en solfège. La mise en place de cette méthodologie a dû s'effectuer rapidement afin que nous puissions avoir le temps d'effectuer un maximum d'étapes de notre protocole en maîtrisant ces différents domaines . Le travail que nous avons dû fournir pour ce projet tutoré consistait à collecter des données biomécaniques et physiologiques couplées à des données subjectives. Ces données ont été recueillies via des passations effectuées après élaboration d'un protocole et son exécution.

La première partie de notre rapport bibliographique nous a informé sur le caractère complexe du travail autour des émotions. En effet, nombreuses peuvent être les manières d'approcher les émotions. Dans le cadre de ce projet qui allie ressenti et action par le lien émotion-initiation de la marche, nous avons ainsi privilégié les émotions-états – émotions momentanées influencées par

le contexte (Eid, Schneider et Schwenkmezger, 1999 ; Amelang, Bartussek, Stemmler, Hagemann [ESS99], 2006, cités par Bieg, 2013).

Ces émotions-états utilisées sont d'une part discrètes, c'est-à-dire représentées en deux dimensions qui sont la valence (en abscisse) et l'intensité (en ordonnée), et d'autre part esthétiques (du fait de la transposition rendue possible par le modèle GEMS de Zentner et al., 2008).

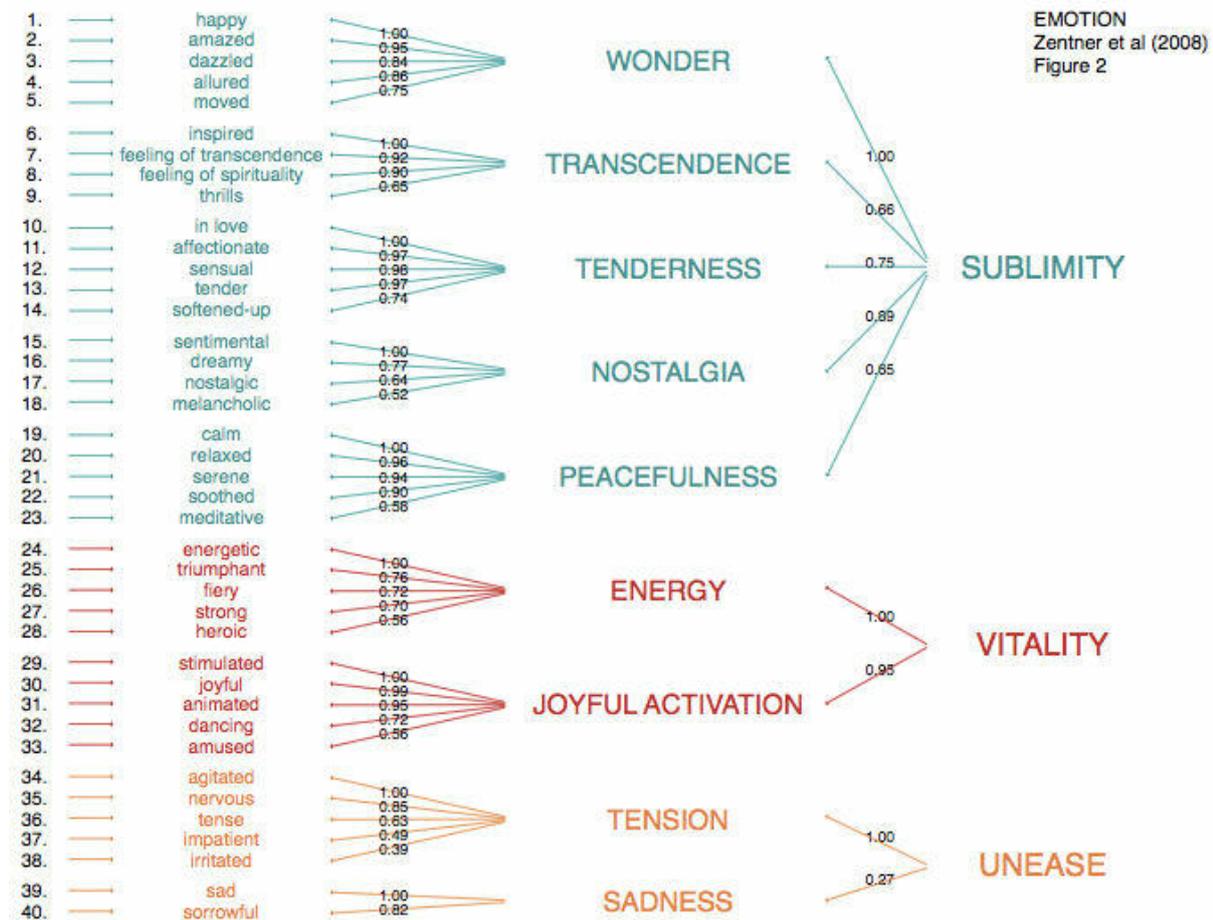


FIGURE 2: Modèle Geneva Emotional Music Scales de Zentner et al. (2008) (avec de gauche à droite : émotions discrètes ; émotions esthétiques ; dimensions esthétiques)

Les émotions esthétiques (catégorie au centre de la figure 2) décrites par Zentner sont des émotions spécifiques ressenties lors de l'écoute musicale ; elles sont organisées en dimensions esthétiques (à droite de la figure 2) et transposables en émotions discrètes (à gauche de la figure 2). Les émotions discrètes peuvent quant à elles être récoltées via le Self Assessment Manikin [BL94] au cours de notre expérimentation (Voir figure 3). Les émotions esthétiques sont plus facilement exprimables à l'oral, d'où le recours à des entretiens semi-directifs avec les participants après chaque essai.

D'un point de vue des contraintes méthodologiques, il convenait de noter d'une part l'importance des goûts individuels, des déterminants sociaux et culturels du côté des sujets ; mais aussi l'influence du genre et des caractéristiques musicales. Dans le même temps, la place de la subjectivité dans cette recherche a également été posée.

En résumé, cette première partie de nos recherches nous a permis de définir plus précisément les termes que nous souhaitions utiliser et approfondir dans le cadre de l'application de notre protocole.

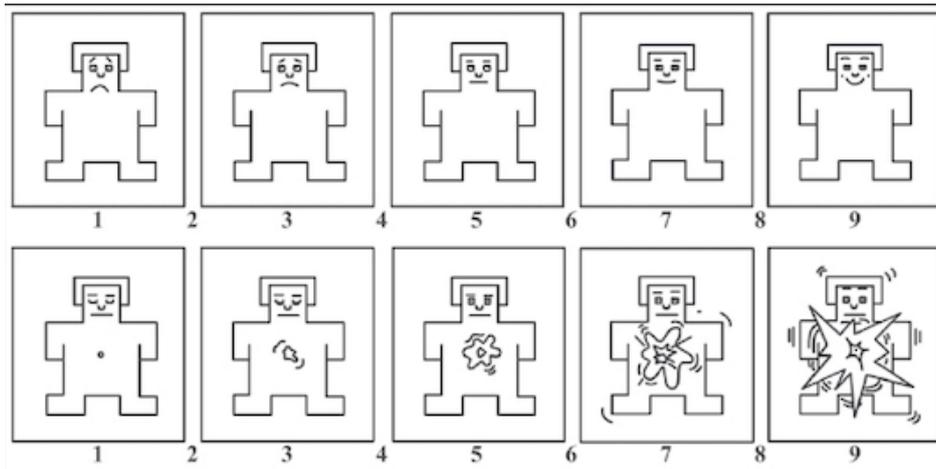


FIGURE 3: Echelle Self Assessment Manikin (SAM)

Dans la seconde partie de nos recherches nous avons pu voir que dans différents cas d'expérimentation les émotions influencent effectivement l'initiation du pas. Les différentes émotions sont présentées soit sous forme de valence duale (agréable/désagréable) soit à travers des émotions discrètes telles que la colère, la joie et la tristesse. Leurs influences sont par ailleurs très différentes les unes des autres. Particulièrement, des effets d'approche et d'évitement ont respectivement été mis en évidence dans le cadre de la présentation de stimuli agréables et désagréables. Dans l'optique d'une simplification de la marche, plus précisément du premier pas, il semble judicieux d'accompagner l'initiation de la marche d'un stimulus favorisant cette démarche, qui pourrait correspondre à un mouvement d'approche.

Ces recherches ont confirmé le fait que les émotions pouvaient influencer l'initiation du pas permettant d'avoir une base pour l'élaboration du protocole que nous abordons dans la prochaine partie.

2 Travail réalisé

2.1 Élaboration du protocole

Nous allons à présent exposer la version du protocole définie au mois d'avril. Elle est basée sur une première version originale qui a été imaginée pour le rendu bibliographique de ce projet. Cette dernière a aussi été construite avec l'aide de G. Letzelter, avec qui nous avons travaillé au cours du premier semestre.

Suite aux recherches bibliographiques effectuées, nous avons imaginé et mis en place un protocole adapté aux objectifs de recherche. Pour ce protocole, l'objectif était de pouvoir récolter des données permettant de rendre compte de l'influence des émotions suscitées par la musique sur l'initiation du pas.

Pour ce faire, le protocole devait contenir un fort aspect empirique de par les passations, conjointement à de l'écoute musicale, des outils nous permettant de récolter les données physiologiques et biomécaniques des participants. Dans un premier temps, nous nous sommes formés et familiarisés avec les différents outils à notre disposition, à savoir la montre connectée Empatica E4, les semelles

connectées Dynafot 2 et les écouteurs connectés. La montre et les semelles disposent de leur propre logiciel, il nous a donc fallu apprendre à utiliser tout ce matériel.

Pour les passations et notamment la récolte de données sur les émotions nous avons créé une interface à l'aide de PsychoPy sur laquelle les sujets devaient répondre à deux modules pour identifier leur ressenti après l'essai. Cette évaluation de la valence et de l'intensité est effectuée grâce à l'échelle Self Assessment Manikin (SAM, Bradley Lang, 1994). C'est une échelle non-verbale de mesure des dimensions émotionnelles dans laquelle il faut que les participants choisissent les trois pictogrammes qui les représentent le plus à ce moment. Sur la première ligne, se trouve la valence graduée de 1 à 5, sur la seconde l'intensité, graduée de la même manière, sur la troisième l'émotion de dominance, graduée similairement. (figure 3) Cette échelle permet d'évaluer la composante subjective de l'émotion à l'aide de ces séries de pictogrammes. Les participants doivent choisir le pictogramme de chaque émotion qui les représente le plus.

Dans le cas de notre protocole, nous avons choisi de ne pas afficher les pictogrammes de la dominance qui n'apparaissent pas comme pertinents. En effet, l'émotion est massivement représentée par les deux axes de la valence et de l'intensité avec lesquels nous travaillons, celui de la dominance n'est que très peu utilisé. Aussi, la notion de dominance peut être abstraite dans le cadre des émotions suscitées par la musique, voire ambiguë quand on utilise également l'intensité.

L'interface se composait ainsi de cinq images disposées de gauche à droite sur l'écran sur lesquelles les sujets pouvaient cliquer pour matérialiser leur ressenti : d'abord, la valence (ressenti négatif à gauche, positif à droite), ensuite l'intensité (ressenti très peu intense à gauche, très intense à droite). Ce programme stockait en mémoire les réponses de valence et d'intensité (de 1 à 5, 1 étant l'image de gauche, négative ou la moins intense) à chaque essai. Pendant l'écoute musicale, les sujets se tenaient debouts à quelques pas de l'écran servant au SAM, qui était blanc jusqu'à ce que le sujet se présente face à lui (grâce à un minuteur programmé). Ainsi, au démarrage, l'écran ne présente rien pendant quarante secondes, i.e. le temps d'écoute couplé au temps de la marche nécessaire pour rejoindre l'interface. Il nous est apparu lors des passations pilote que les participants avaient tendance à regarder les informations du titre écouté sur l'écran sur lequel ils effectuaient l'évaluation. Une fois l'intensité choisie, le logiciel quittait la fenêtre et laissait apparaître les informations sur la musique écoutée, ce qui amenait à des biais et des commentaires de la part des participants. Ainsi, il a fallu ajouter un écran blanc qui suit le SAM pour que les participants ne regardent pas l'écran. Une seconde version du programme a été créée dans laquelle il n'avait pas à être redémarré à chaque essai.

Grâce aux différentes informations récoltées dans le cadre de notre recherche bibliographique, nous avons imaginé et créé deux questionnaires (pré-questionnaire, Annexe 1, et post-questionnaire, Annexe 2) nous permettant de récolter diverses informations dont nous avons besoin pour l'étude. Ces deux questionnaires sont détaillés dans le protocole présenté en annexe. Le premier permettait d'établir les playlists de morceaux appréciés ou non et connus ou non de chaque participant ainsi que de recueillir les données techniques nécessaires à l'usage du matériel (latéralité, poids, pointure, taille, genre). Étaient demandés dans ce questionnaire les genres de musiques appréciés parmi une liste prédéfinie, puis les genres non appréciés (issus de la même liste). Ensuite, il leur était demandé d'énumérer des morceaux et des artistes qu'ils appréciaient, puis des morceaux et des artistes qu'ils n'appréciaient pas, et éventuellement la raison pour laquelle ils n'étaient pas appréciés. Enfin, les sujets entraient la fréquence à laquelle ils écoutaient de la musique et une émotion qu'ils avaient tendance à éprouver lorsqu'ils en écoutaient. Un "titre du moment" était demandé mais facultatif.

Le second questionnaire était demandé à la suite de la passation. Il était envoyé un à deux jours après celle-ci de façon à ce que les informations importantes persistent, mais que les souvenirs soient la donnée récoltée.

Ce questionnaire avait ainsi pour but de recueillir les souvenirs et les émotions saillants des sujets, ainsi que des informations sur certaines variables socio-démographiques : leur catégorie socioprofessionnelle, celle de leurs parents, leurs habitudes musicales et sportives. Il leur a d’abord été demandé, pour chaque essai, d’explicitier leur ressenti afin de déceler les émotions qui ont été prégnantes. Ensuite, les sujets ont indiqué les catégories socioprofessionnelles (notée CSP) de leurs parents ainsi que la leur, la culture à laquelle ils se rattachent, s’ils ont pratiqué la musique, s’ils ont eu l’impression que leur marche a été influencée par la musique, si leurs habitudes musicales ont changé des suites de la passation et si des morceaux qu’ils y ont entendus ont été réécoutés.

Nous avons créé un protocole qui induit les émotions par le biais de la musique. Une des hypothèses opératoires issues du Projet Music Mouv’ et soutenue par la littérature (rapport de décembre) est qu’un morceau apprécié était associé à une valence positive, et donc à une marche facilitée. Ainsi, nous avons mis en place l’écoute de morceaux appréciés et de morceaux non appréciés. Aussi, la familiarité qu’un sujet peut avoir vis-à-vis d’un morceau est également susceptible de modifier son ressenti. Quatre conditions sont par conséquent établies pour les morceaux écoutés lors de notre protocole : “apprécié, connu”, “non apprécié, connu”, “apprécié, non connu”, “non apprécié, non connu”. Chacune des passations devait contenir un essai comportant chacune de ces conditions. Nous avons, pour ce faire, construit des playlists individuelles pour chacun des participants. Leur élaboration est détaillée dans la section suivante.

2.2 Elaboration des playlists

Les playlists ont été élaborées au préalable avant chaque passation à partir des réponses au pré-questionnaire. Les premières playlists complétées ont été celles correspondant aux titres connus, appréciés ou non. Ceux-ci ont été directement ajoutés via les réponses aux questions concernant les artistes et titres appréciés ou non. Si ces réponses n’étaient pas assez renseignées, nous utilisons les goûts en termes de genres musicaux pour sélectionner des morceaux.

A partir de ces playlists de morceaux connus, nous avons utilisé l’algorithme de recommandation de Spotify. Selon les morceaux de chaque playlist, il fournit une liste de morceaux similaires. Ainsi, les morceaux proposés par l’algorithme sont ajoutés aux playlists de morceaux non connus. Avant de procéder aux passations pilotes, nous nous sommes entraînés à la création de playlist en les réalisant pour plusieurs membres de l’équipe. Ils ont dû répondre au pré-questionnaire et nous avons testé avec eux la qualité des playlists construites.

Chaque participant disposait de quatre playlists comportant chacune plus de quatre titres, afin de pouvoir limiter la marge d’erreur (ie. d’attribution des morceaux aux conditions) lors de l’expérimentation.

En effet, il est arrivé que des participants attribuent d’autres valeurs aux conditions que nous avons attribuées au morceau (des morceaux inconnus pouvaient être connus, des morceaux non appréciés pouvaient être appréciés et réciproquement). De ce fait, il fallait compenser par la sélection d’autres morceaux de façon à systématiquement obtenir des données pour chacune des quatre conditions. Les morceaux utilisés lors des passations ont été listés et catégorisés selon leur genre et leurs caractéristiques musicales. Le site rateyourmusic.com propose un répertoire très large et attribue un

genre précis à chaque morceau.

La librairie SpotifyR fournit les caractéristiques musicales principales des morceaux. Un appel à l'API permet de récupérer les variables qui nous intéressent, à savoir le mode et le tempo. Nous avons par ailleurs recensé la totalité des extraits musicaux passés en passation selon leurs artistes et leurs titres.

Vignette méthodologique : Protocole expérimental

Le protocole expérimental complet est disponible en annexe (Annexe 3). Les principaux éléments décrits ci-après ont pour but de donner une vue d'ensemble du protocole créé et utilisé pour cette étude.

L'hypothèse opératoire formulée ici indique que les émotions ressenties à travers la musique peuvent être influencées par l'appréciation et la familiarité d'une personne envers celle-ci. Ainsi, quatre conditions sont suivies pendant l'exécution du protocole : (1) musique connue et appréciée, (2) musique connue non-appréciée, (3) musique non-connue et appréciée et (4) musique non-connue et non-appréciée. Pour ce faire, des playlists sont créées pour chaque participant contenant des titres de chacune des conditions à l'aide du pré-questionnaire (Annexe 1) complété auparavant.

Les émotions sont étudiées sous deux axes : celui des émotions esthétiques, abordé lors d'entretiens semi-directifs (Annexe 6) et celui des émotions discrètes, abordé à l'aide du SAM (Annexe 4).

Les données concernant la marche sont recueillies par les semelles Dynafoot 2 de Technoconcept, dont sont équipés les participants à chacun de leur pied. Les données sont enregistrées pour chaque essai, pendant l'écoute musicale et la marche.

Les données physiologiques sont recueillies par la montre Empatica E4 pendant l'intégralité de la passation. Un marquage apparaît si un court appui est effectué sur la montre, permettant de délimiter chaque essai.

Les participants sont équipés d'écouteurs OPPO Enco Free 2 sans fil pour écouter la musique. Chaque participant choisit un volume d'écoute à sa convenance.

Après avoir rempli le pré-questionnaire dans lequel leur est donné un numéro de participant afin de conserver l'anonymat, les participants sont conviés au Loria pour effectuer la passation qui dure environ une heure. Il leur est demandé de porter des vêtements et des chaussures confortables afin d'être à l'aise lors de la marche et de ne pas gêner le port du matériel. Après une présentation du projet, des consignes et des réponses à leurs éventuelles questions, les participants sont équipés et nous leur présentons le SAM qui est affiché sur l'écran de l'ordinateur, ils sont placés debout sur un marquage au sol et nous effectuons des tests pour le son des écouteurs.

Chaque essai comprend un exercice de respiration (Annexe 6), 45 secondes d'écoute statique, une marche courte vers l'ordinateur pour remplir le SAM, puis un entretien pour que le participant explicite son ressenti. Le nombre d'essais n'est pas figé (allant de 8 à 12), l'objectif étant d'effectuer au moins un essai par condition. Ainsi, si une condition n'est pas remplie, un essai supplémentaire peut être ajouté pour compenser. L'ordre des essais est pseudo aléatoire, nous veillons à ne pas passer plus de deux fois de suite une même condition (appréciation ou familiarité) afin de ne pas créer de biais (sorte d'accumulation d'émotions semblables qui rendrait difficile de revenir à un état neutre pour le participant). Le protocole contient également deux essais contrôle sans musique effectués avant les essais musicaux. L'un est silencieux, l'autre accompagné d'un métronome réglé à 90 bpm, qui correspond à un rythme de marche moyen voire plutôt rapide selon nos propres tests. Une fois tous les essais terminés, les participants sont déséquipés et nous leur demandons leurs retours éventuels sur l'expérimentation ainsi que s'ils ont des questions. Enfin, nous leur indiquons qu'ils auront un post-questionnaire à remplir et que celui-ci nécessitera un effort de remémoration de leur passage.

2.3 Exécution du protocole

Au cours du mois d'avril, nous avons recruté des participants pour notre étude via des messages diffusés sur les réseaux sociaux et les listes de diffusion de l'université de Lorraine. Nous avons contacté également le personnel, les chercheurs et étudiants du campus Sciences de Vandoeuvre-Lès-Nancy et du Loria, ainsi que du pôle Herbert Simon. Les personnes intéressées nous contactaient via l'adresse mail créée à cette fin et nous leur transmettions le lien du pré-questionnaire si elles confirmaient leur intérêt. Ainsi, seize passations ont été effectuées au cours du mois d'avril par notre groupe, et d'autres l'ont été au mois de mai et le seront au mois de juin par une autre partie de l'équipe. Le public cible défini dans notre protocole était composé d'adultes sans troubles moteurs ni auditifs afin de réaliser une étude composée d'individus sains.

Avant les passations qui servaient pour la récolte des données, nous avons effectué deux passations pilote qui nous ont permis de repérer les différents problèmes qui pouvaient apparaître lorsque nous avons mis en application le protocole. Notamment la durée de mesure enregistrée concernant les semelles était initialement seulement prévue durant la marche. Nous l'avons finalement modifiée en enregistrant également pendant les 45 secondes d'écoute musicale. Grâce aux passations pilotes, nous avons aussi pu ajouter la notion d'effort de découverte de la musique ainsi que celle d'effort de marche. Les problèmes que nous avons rencontrés lors de l'exécution du protocole sont détaillés dans la partie 2.6

Ce protocole a permis de récolter le jeu de données détaillé dans la section suivante.

2.4 Données Recueillies

Le jeu de données brutes est le livrable que nous avons fourni à l'issue du projet tutoré. Il s'agit d'un ensemble de données issues des questionnaires, des semelles, des montres, du SAM et des entretiens oraux. Voici le détail des variables recueillies par notre protocole.

Le pré-questionnaire est composé de seize questions, huit étant destinées à définir les goûts musicaux des participants, les autres étant nécessaires pour la logistique du projet. Le post-questionnaire est composé de quinze questions. Les premières questions concernent le ressenti global et le souvenir du ressenti de chaque essai. Sept questions concernent les caractéristiques sociologiques et les ressentis émotionnels du sujet, quatre questions concernent l'activité sportive, les dernières sont d'ordre logistique.

Les données recueillies par les semelles Dynafit de Technoconcept sont des valeurs de pression (g/cm^2), des courbes de force par pied (kg), des temps de contact (ms), des accélérations (m/s^2), des répartitions par zones (kg), le nombre d'appuis par pied, la cadence (pas/min) ainsi que la trajectoire du centre des pressions. Un enregistrement d'environ 50s est effectué par essai, de façon à obtenir uniquement les données biomécaniques liées à l'écoute musicale et la marche.

Les données recueillies par la montre Empatica E4 sont la conductance cutanée (μS), la pression sanguine, la fréquence cardiaque (BPM) et la température cutanée ($^{\circ}\text{C}$). La montre dispose également d'un accéléromètre qui n'a cependant pas été retenu dans les données recueillies, car utile uniquement en cas de marche rapide ou sur une longue distance. Ces données sont recueillies de manière continue lors d'un seul enregistrement qui dure pendant l'intégrité de la passation, les essais étant chacun marqués par un événement sur la montre.

Les émotions exprimées par la valence et l'intensité sont recueillies par le Self Assessment Ma-

nikin après chaque essai. Elles sont représentées par un score de 1 à 5.

2.5 Analyse des résultats

2.5.1 Description de l'échantillon

Notre échantillon ($N = 24$) est constitué d'adultes entre 18 et 52 ans, 11 de genre féminin et 13 de genre masculin. Ce résultat s'explique en grande partie par le recrutement qui a été effectué au sein du milieu universitaire. Du fait d'avoir choisi des adultes de moins de 60 ans et de la méthode de recrutement des participants, aucun des participants n'est à la retraite (bien qu'il existe des personnes retraitées avant 60 ans ou des professeurs émérites qui auraient pu participer à notre étude).

La répartition des CSP des parents est plus homogène. En effet, en raison de l'âge des sujets, une grande partie de leurs parents est à la retraite. Les catégories les plus représentées sont ainsi les retraités, les employés, les cadres et professions intellectuelles et les professions intermédiaires. A la lumière des CSP des sujets, il n'est pas étonnant que leurs parents ne soient pas artisans ou agriculteurs. En effet, le concept de reproduction sociale de Bourdieu nous informe que la CSP des parents est bien souvent celle des enfants (bien que les transfuges de classe soient possibles). Il est aussi peu étonnant qu'il n'y ait aucune occurrence de parents ayant une CSP étudiante, étant donné qu'il est peu courant en France d'être parents d'enfants de plus de 18 ans et d'être en étude (phénomène plus répandu en Amérique du Nord, par exemple).

Ceux-ci sont majoritairement issus d'une culture européenne. Il y a ainsi une majorité de mention 'Française' (55.17%), "Anglaise" (6.90%), "Européenne" (6.90%) ou "Occidentale" (10.35%). Le reste des mentions n'étant cité qu'une fois.

Quant à la pratique du sport, la répartition est plutôt homogène (13 participants sur 24 ont une activité sportive régulière, soit 54.2%).

2.5.2 Habitudes musicales

Tous écoutent de la musique régulièrement : 75% en écoutent plusieurs fois par jour et 20.8% une fois par jour, pour 4.2% une fois par semaine. Aussi, 79.2% des participants ont déjà pratiqué la musique. 41.7% des participants ont pratiqué le solfège et 75% ont pratiqué d'un instrument ou du chant. Presque 80% de notre échantillon dispose d'une sensibilité musicale, ayant pratiqué ou étudié la musique. La majorité des sujets dispose d'une éducation musicale et est exposée régulièrement à la musique, ce qui peut indiquer une forte réception aux émotions transmises par celle-ci dans notre échantillon.

Concernant leurs goûts musicaux, Pop, rock, rap, électro et classique font partie des genres les plus appréciés par les participants et ont donc été les plus représentés dans les playlists créées (condition "appréciée et connue", et condition "appréciée et non-connue"). Quant aux genres les moins appréciés, la Tektonik est le genre le moins apprécié, suivie du rap et de la musique gothique. Bien que le rap soit un des genres les moins appréciés, il fait également partie des genres les plus appréciés. Ce genre n'est donc pas consensuel dans l'appréciation. Ainsi, il est difficile d'attribuer un ressenti émotionnel quasiment univoque pour un même style de musique, tant les appréciations divergent au sein même d'un échantillon réduit de personnes.

Le contenu des playlists est aussi dépendant de l'appréciation et de la dépréciation des styles

voire élevée plus le mode est majeur. Suite à des soucis dans la transformation des données, nous n'avons pu réaliser cette corrélation.

2.5.4 Émotions esthétiques

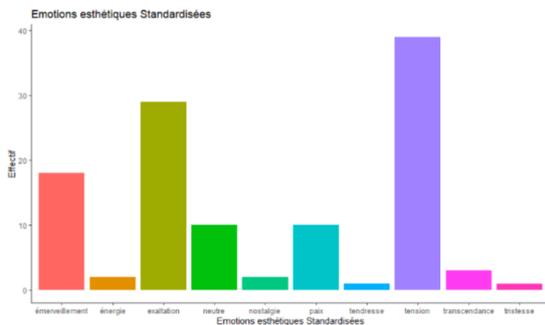


FIGURE 8: Répartition des émotions esthétiques standardisées parmi tous les essais

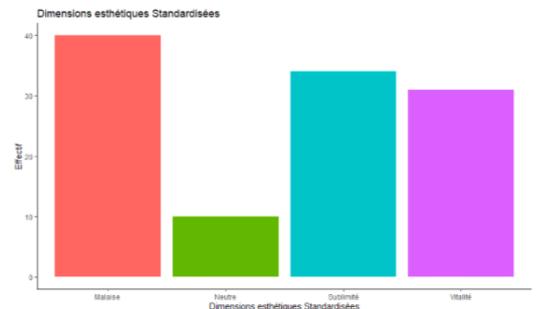


FIGURE 9: Répartition des dimensions esthétiques parmi tous les essais

Les figures ci-dessus mentionnent des émotions esthétiques standardisées, le terme standardisé permet simplement de différencier les ressentis émotionnels recueillis lors des entretiens de leur recodage en émotions esthétiques dites alors standardisées. Ces émotions sont exactement les mêmes que celles présentées par la figure 2, les noms des émotions ont été traduit par soucis de facilitation d'analyse et de lecture.

Les émotions esthétiques (figure 8) les plus exprimées sont la tension (33.9%), l'exaltation (25.2%) et l'émerveillement (15.7%). Les autres émotions esthétiques sont très peu exprimées par rapport à celles précédemment citées mais l'ont toutes été au moins une fois par les participants. La nostalgie a été citée 2 fois (1.7%), la paix 10 fois (8.7%), la tendresse 1 fois (0.9%), la transcendance 3 fois (2.6%), la tristesse 1 fois (0.9%) et l'énergie 2 fois (1.7%).

En les considérant en 3 dimensions (Malaise, Sublimité, Vitalité), les émotions esthétiques sont réparties de manière plutôt homogène (figure 9) : le malaise est cité 40 fois (34.8%), la sublimité 34 fois (29.6%) et la vitalité 31 fois (27.0%). 8.7% des essais sont labellisés neutre car ils n'ont soit pas provoqué d'émotion particulière chez les participants, soit l'exercice de l'explicitation des émotions s'est avéré ardu pour les sujets, qui ont alors recouru à des verbatismes tels que "neutre" ou "ça va", ou "rien de spécial". Plusieurs éléments sont à noter dans le modèle utilisé (modèle GEMS, figure 2). Tout d'abord, les dimensions esthétiques ne comportent pas le même nombre d'émotions esthétiques. La dimension Sublimité comporte 5 émotions où les dimensions Vitalité et Malaise en comportent respectivement 2. Si Sublimité et Malaise sont par exemple semblables en mention, la Sublimité comporte une plus grande variété d'émotions possibles.

La tension est l'émotion esthétique la plus représentée au sein de nos essais, suivie par l'exaltation et l'émerveillement. Toutes les émotions ont été ressenties au moins une fois, seules la tristesse et la tendresse ne l'ont été qu'une fois.

La majorité de l'émotion esthétique s'explique également par le fait que le modèle GEMS ne comporte que peu de variété quant aux émotions ou dimensions esthétiques plus sombres, négatives ou désagréables. En effet, ce modèle a été créé pour étudier les réponses émotionnelles suscitées par la musique où chacun est libre de formuler son ressenti strictement centré sur la musique. Dans notre

étude, nous travaillons entre autres sur l’effort physique, la marche, l’effort de découverte, et l’utilisation du GEMS aussi judicieuse soit elle, peut comporter un biais sur les sensations négatives dans la perspective de ce projet. De ce fait, un autre paramètre non pris en charge par le modèle GEMS doit ici être considéré. Lors de notre étude, les sujets avaient des attentes vis-à-vis des musiques qui allaient leur être jouées dans les écouteurs. Ces attentes (notamment du fait du remplissage du pré-questionnaire, du sujet de l’étude et de l’engouement des sujets pour leur participation) ont nécessairement créé des émotions de déception au passage de certaines musiques. Ces émotions non quantifiables en tant que tels apparaissent dans plusieurs enregistrements de fin de passations, au cours desquels il est demandé aux sujets leurs retours et questionnements. Le modèle de Genève ne prend pas en charge ce paramètre car il n’a pas été créé dans ce but, comme discuté plus haut.

2.5.5 Émotions esthétiques, valence et intensité

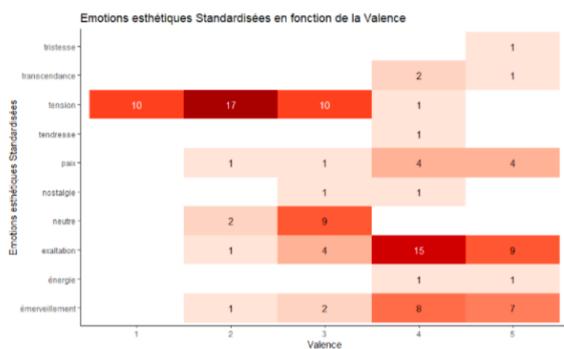


FIGURE 10: Représentation de la répartition des émotions esthétiques en fonction de la valence

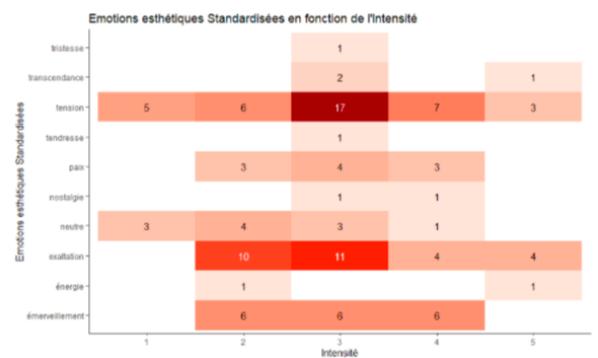


FIGURE 11: Représentation de la répartition des émotions esthétiques en fonction de l’intensité

La figure 10 présente la répartition des émotions esthétiques en fonction d’un facteur de définition des émotions discrètes, i.e. la valence. Il apparaît que la tension a tendance à être couplée à une valence à 2, qui pourrait être qualifiée d’émotion plutôt négatif, désagréable ou déplaisant. L’émotion esthétique à la plus haute valence est l’exaltation (occurrence majoritaire pour une valence de 5 comme de 4).

La moyenne de la valence pour des émotions de tension est de 2.05, contre 4.19 pour l’exaltation et 3.26 pour l’émotion émerveillement. Ainsi, parmi les 3 émotions esthétiques standardisées majoritaires, la tension semble être l’émotion catégorisée comme la plus négative, l’exaltation comme étant la plus positive et l’émerveillement comme étant plutôt positive.

La figure 11 présente la répartition des émotions esthétiques en fonction du second facteur de définition des émotions discrètes, i.e. l’intensité. Les émotions esthétiques présentant le plus grand nombre d’occurrence ont toutes trois une intensité évaluée à 3 (la tension, l’exaltation, l’émerveillement). Il apparaît que l’exaltation est l’émotion esthétique provoquant la plus grande intensité. L’émotion esthétique tension est la seule présente sur les 5 gradations d’intensité.

Il est à noter que la mention “neutre” qui, on le rappelle ne fait pas partie du modèle GEMS mais qui est présentée du fait de ses occurrences lors des entretiens, est évaluée à 1 comme à 4 d’intensité. Ce qui semble assez curieux, neutre étant communément associé à une intensité ni basse ni élevée. Il y a ici un deuxième élément concourant à l’idée qu’il semble avoir eu mécompréhension au sein de

l'échantillon sur l'échelle de l'intensité. Une autre piste d'interprétation pourrait être que l'intensité pourrait être liée à des variables telles que l'intensité du son ou la dissonance, qui ne seraient pas liées directement au ressenti émotionnel.

La figure 10 présente la répartition des émotions esthétiques en fonction d'un facteur de définition des émotions discrètes, i.e. la valence. Il apparaît que la tension a tendance à être couplée à une valence à 2, qui pourrait être qualifiée d'émotion plutôt négatif, désagréable ou déplaisant. L'émotion esthétique à la plus haute valence est l'exaltation (occurrence majoritaire pour une valence de 5 comme de 4). La moyenne de la valence pour des émotions de tension est de 2.05, contre 4.19 pour l'exaltation et 3.26 pour l'émerveillement. Ainsi, parmi les 3 émotions esthétiques standardisées majoritaires, la tension semble être l'émotion catégorisée comme la plus négative, l'exaltation comme étant la plus positive et l'émerveillement comme étant plutôt positive. L'intensité (évaluée à l'aide du même modèle et allant également de 1 à 5) présente une valeur majoritaire : le 3 à 39.3%. Les autres valeurs classées par grandeur des fréquences sont organisées comme suit : 2 avec 26.4%, 4 avec 16.4%, 1 avec 10.7% puis 5 avec 7.1%. (figure 11) L'intensité moyenne est de 2.8 (sachant que l'intensité est une variable discrète). Il n'est pas étonnant d'avoir une majorité de valeurs centrées, cela est fréquent dans ce type d'étude où il est demandé d'évaluer un phénomène. Le phénomène ici étudié étant les émotions ressenties, l'évaluation demande introspection et nuance, renforçant certainement la tendance à ne pas s'éloigner des valeurs centrées². Le 3 semble faire ainsi office de "neutre" prenant le rôle de la valeur 1 expliquée aux sujets comme étant la valeur à donner à une émotion peu intense.

Les données relatives à la valence et à l'intensité ne suivent pas une distribution normale (test de Shapiro-Wilk avec une p-value inférieure à 0.05). Les tests non-paramétriques de Spearman et de Kendall indiquent que les deux facteurs sont corrélés (avec tous deux une p-value de 0.002). Les données relatives à la valence ou à l'intensité groupées en conditions (i.e. quatre groupes) ont toutes deux une p-value supérieure à 0.05 au test de Levene (de 0.1 pour les deux). Nous avons évoqué la possible mécompréhension ou mésusage de l'échelle de l'intensité. L'homoscédasticité implique donc que s'il y a bien mésusage, celui-ci est réparti de manière homogène parmi toutes les conditions. Autrement dit, la mécompréhension est partagée dans tout l'échantillon de telle sorte que les groupes soient cohérents entre eux et que cette mécompréhension ne gêne pas l'analyse.

2. La tendance à ne pas s'éloigner des valeurs centrées comme le renforcement de cette tendance lors de sujets intimes ou personnels ont été étudiés en cours de Méthodes d'Enquêtes (M1 Sciences Cognitives, 2021-2022)

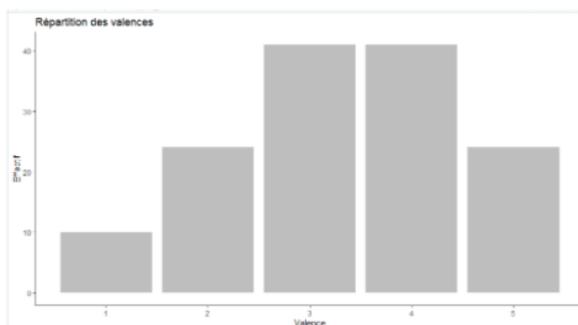


FIGURE 12: Représentation de la répartition des valences

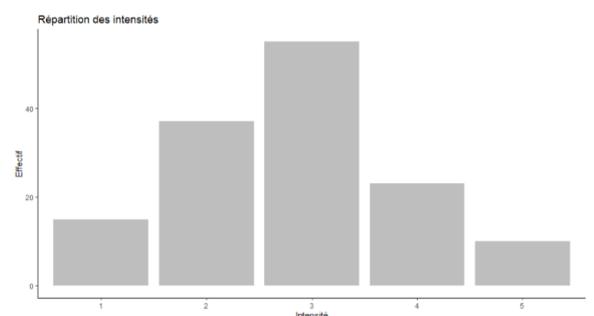


FIGURE 13: Représentation de la répartition des intensités

Par ailleurs, à l'aide d'un test non-paramétrique de Kruskal-Wallis, il apparaît que les données relatives à la valence sont corrélées aux données des émotions esthétiques (avec une p-value de 4.67×10^{-12}). Toutefois, les données relatives à l'intensité ne sont pas corrélées avec les données des émotions esthétiques (avec une p-value de 0.53). Cela semble en accord avec la dispersion des valeurs prises par l'intensité qui est moins grande que celle des valeurs prises par la valence. De plus, il est possible qu'évaluer l'intensité d'une émotion soit plus ardu pour les sujets, qui ont, apparemment, centré l'échelle à 3 au lieu de considérer les grades de l'intensité comme expliqués lors de la passation, i.e. 1 pour une émotion peu intense à 5 pour une émotion très intense. Il s'agit ici du troisième élément concourant à l'idée d'une mécompréhension ou d'un mésusage de cette échelle.

2.5.6 Émotions esthétiques, familiarité et appréciation



FIGURE 14: Représentation de la répartition des émotions esthétiques exprimées selon l'appréciation

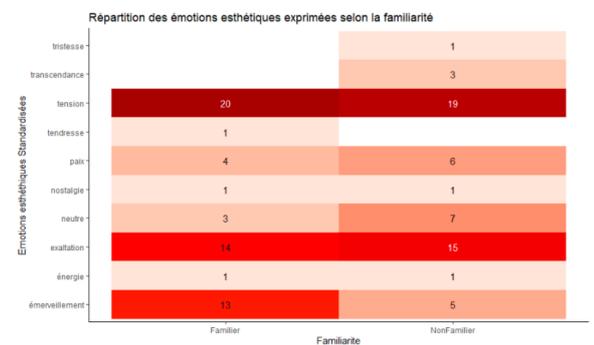


FIGURE 15: Représentation de la répartition des émotions esthétiques exprimées selon la familiarité

Il apparaît (figure 14 et 15) que les émotions esthétiques sont réparties de manière assez homogène entre les conditions de familiarité ou d'appréciation. La tension est davantage exprimée pour des morceaux non appréciés que pour des morceaux appréciés. L'émerveillement est plus représenté pour des morceaux familiers (13 occurrences) que pour des morceaux non familiers (5 occurrences). Il s'agit de la seule différence forte matérialisée par cette heatmap.

L'émotion neutre est davantage présent pour des morceaux non familiers car il serait plus difficile d'exprimer un ressenti sur un morceau que l'on ne connaît pas.

Un plus grand nombre de données aurait permis de déceler des différences plus significatives au sein de chaque condition.

La modélisation de l'appréciation telle que nous l'avons construite est binaire et ainsi nous fait classer dans la même catégorie un morceau qui laisse au sujet un ressenti neutre mais qu'il apprécie légèrement et un morceau qu'il adore. De ce fait, des émotions différentes peuvent être exprimées au sein d'une même condition.

La tension est l'émotion esthétique qui transparait le plus dans chacune des conditions exceptée Non Connue Non Apprécié, pour laquelle c'est l'exaltation. Lorsqu'un morceau est connu et non apprécié, moins d'émotions esthétiques (au nombre de 3) sont exprimées que pour les autres conditions, il s'agit de la condition qui est la plus consensuelle en termes de ressenti chez les participants.

Plus d'un tiers des émotions esthétiques exprimées étaient de la tension (33.9%) du fait de la

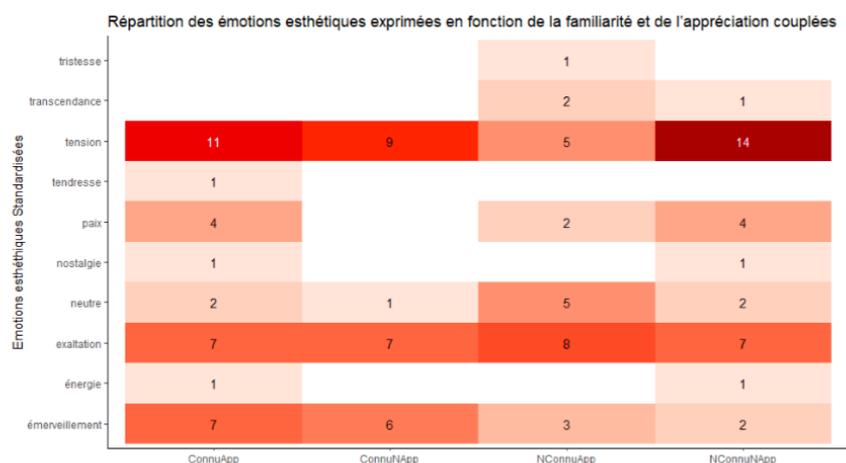


FIGURE 16: Représentation de la répartition des émotions esthétiques exprimées en fonction de la familiarité et de l'appréciation couplées

plus forte présence de cette émotion pour des morceaux non appréciés (41.9%).

2.5.7 Intensité, valence, familiarité et appréciation

Descriptives - Valence

Condition	Mean	SD	N
ConnuApp	4.114	0.932	35
ConnuNApp	2.348	1.027	23
NConnuApp	4.231	0.587	26
NConnuNApp	2.387	0.844	31

Descriptives - Intensité ▼

Condition	Mean	SD	N
ConnuApp	3.314	1.051	35
ConnuNApp	2.870	0.869	23
NConnuApp	2.962	0.774	26
NConnuNApp	2.581	1.177	31

FIGURE 17: Tableau présentant, pour la valence, les moyennes, les écarts-types et les effectifs par condition

FIGURE 18: Tableau présentant, pour l'intensité, les moyennes, les écarts-types et les effectifs par condition

Pour les quatre conditions, les moyennes des valences sont respectivement de 4.1 pour Connu Apprécié, de 2.3 pour Connu Non Apprécié, de 4.2 Non Connu Apprécié et de 2.4 pour Non Connu Non Apprécié. (figure 17)

Pour les quatre conditions, les moyennes des intensités sont respectivement de 3.3 pour Connu Apprécié, de 2.9 pour Connu Non Apprécié, de 3.0 Non Connu Apprécié et de 2.6 pour Non Connu Non Apprécié. (figure 18)

Il y a donc bien une différence entre les groupes, i.e. les conditions, pour la valence et pour l'intensité.

Deux tests de Kruskal-Wallis ont été effectués entre d'une part entre les quatre conditions et les données relatives à la valence ; et entre les quatre conditions et les données relatives à l'intensité d'autre part. Pour le premier test, les deux variables sont corrélées, la p-value étant de 3.9×10^{-14} . Pour le second test, les deux variables sont également corrélées, la p-value de 0.05 étant plus faible que pour le premier test. Ce second résultat semble corroborer les précédentes analyses statistiques impliquant les données relatives à l'intensité.

A l'aide de deux tests de permutation, les différences de moyenne entre les quatre conditions

sont significatives pour les valeurs de la valence (p-value de 5.497×10^{-13}) et celles de l'intensité (p-value de 0.035). La valeur de l'intensité et de la valence sont donc propres à chaque condition puisque chacune des conditions est distinctes l'une de l'autre par leurs moyennes respectives à ces deux facteurs de définition de l'émotion.

2.6 Etude de cas : Données biomécaniques d'un sujet

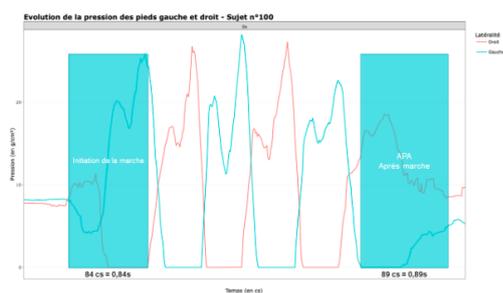


FIGURE 19: Évolution de la pression des pieds gauche et droit pour un essai contrôlé sans musique

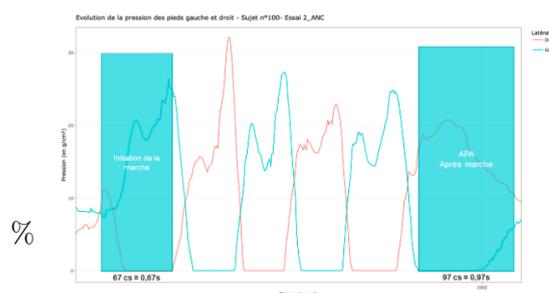


FIGURE 20: Évolution de la pression des pieds gauche et droit pour un essai apprécié non connu

Les figures 19 et 20 présentent le type de données récupérées par les semelles Dynafot 2 sur le sujet numéro 100. On y observe des pics de pression pour chaque pied de l'initiation de la marche jusqu'à l'arrêt. Pour définir les caractéristiques de la marche, il est intéressant d'étudier l'amplitude et la durée des Ajustements Posturaux Anticipés (APA), qui sont la première phase de l'initiation de la marche. Lorsque cette phase est trop longue (>1 s), on considère qu'il y a un risque de chute pour les personnes vulnérables. L'amplitude est un indicateur de la vitesse et de l'exécution de la marche, ainsi, plus cette amplitude est grande, plus les ajustements posturaux seront efficaces et le sujet s'adapte. Ainsi, il est possible de comparer ces valeurs entre différents essais pour définir quelles sont les conditions d'appréciation et/ou de familiarité qui sont les plus propices pour la marche, ou les émotions qui y sont associées.

2.7 Etude de cas : données physiologiques d'un sujet

Les données physiologiques issues de la montre Empatica E4 fournissent les graphes ci-dessous (fig. 21, 22, 23, 24). Ceux-ci sont découpés en essais via les tags affichés. Ainsi, il est possible de comparer les valeurs des données physiologiques avec d'autres variables pour chaque essai.

Étude de la fréquence cardiaque selon les conditions : Pour l'essai Apprécie Connu, la fréquence cardiaque moyenne est de 107.839, pour l'essai Apprécie Non Connu, la fréquence cardiaque moyenne est de 106.474, pour l'essai Non Apprécie Connu, la fréquence cardiaque moyenne est de 107.9628 et pour l'essai Non Apprécie Non Connu, la fréquence cardiaque moyenne est de 110.5856.

Après application de tests de Wilcoxon, les moyennes sont significativement différentes une à une (p -value < 0.05), sauf pour les conditions Apprécie Connu et Non Apprécie Connu (p -value = 0.244). Ainsi, le sujet 37 a une fréquence cardiaque moyenne significativement différente selon les conditions (sauf pour les morceaux appréciés). Il est donc possible de déceler des différences significatives entre les variables physiologiques collectées par la montre Empatica E4. De manière plus poussée, il serait pertinent de comparer ces moyennes pour tous les sujets afin de déterminer l'impact des conditions d'appréciation et de familiarité sur la physiologie, ainsi que des émotions esthétiques, de la valence et de l'intensité.

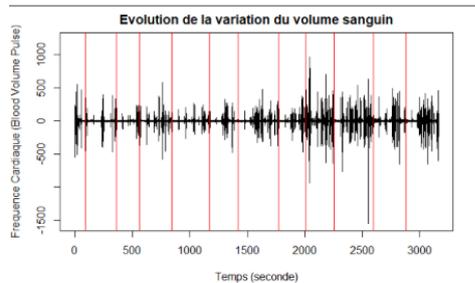


FIGURE 21: Évolution de la variation du volume sanguin selon les essais

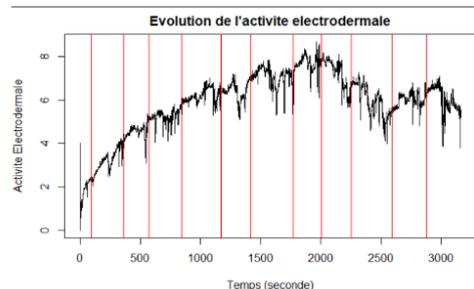


FIGURE 22: Évolution de l'activité électrodermale selon les essais

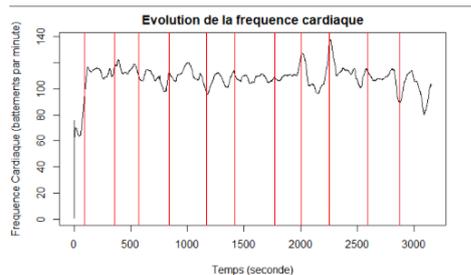


FIGURE 23: Évolution de la fréquence cardiaque selon les essais

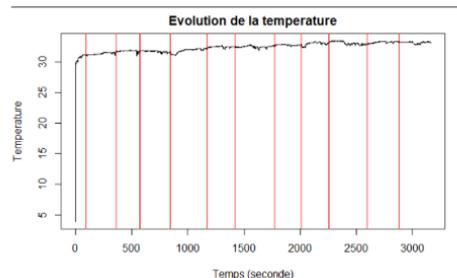


FIGURE 24: Évolution de la température corporelle selon les essais

2.8 Limites

Le protocole qui a été mis en place a nécessité l'analyse d'un très vaste panel de données qui n'ont pas toutes pu être exploitées dans le cadre de ce projet tutoré. Quelques limites sont apparues lors de l'analyse des données. Le manque de temps nous a empêché de faire tout ce que nous avions prévu, notamment concernant certains aspects abordés qui méritent un approfondissement au niveau de leur analyse (caractéristiques musicales, variables socio-démographiques...). De plus, il aurait été intéressant de pouvoir récolter davantage de données afin d'obtenir des résultats plus représentatifs et significatifs. Cependant, il aurait fallu plus de temps (et de personnes) afin de pouvoir effectuer davantage de passations.

Des problèmes techniques se sont produits à plusieurs reprises. Nous avons été ralenti dans la mise en œuvre du protocole en raison de dysfonctionnements des semelles lors du premier mois de reprise du Projet Tutoré (février). Celles-ci ont dû être renvoyées et étant essentielles à la récolte de données, nous n'avons pu commencer les passations que le deuxième mois de reprise (avril). D'autres problèmes sont survenus lors des passations, tels que l'échec du transfert des données des semelles ou la mauvaise manipulation de la montre par les participants. Ces problèmes ont donné lieu à des pertes de données pour certains essais chez plusieurs participants pour lesquels nous nous sommes toutefois assurés d'avoir des données pour chacune des conditions citées dans notre protocole.

Aussi, les participants ont pu percevoir une ambiguïté concernant la notion de valence utilisée dans la première ligne du SAM. Celle-ci a été présentée comme la représentation picturale d'une gradation du ressenti (ressenti négatif à positif) lors de la passation. La confusion entre le caractère

négatif ou positif et le caractère plaisant ou déplaisant a pu être effectuée par certains participants. Où certains sujets ont ainsi pu attribuer un score de valence de 1 à un extrait qu'ils n'ont, par exemple, pas apprécié, d'autres ont pu catégoriser leur ressenti comme négatif du fait d'une émotion qu'ils ont ressentie qui est culturellement catégorisée comme négative (comme la tristesse par exemple), et ce indépendamment du fait que l'extrait ait été plaisant ou déplaisant.

Cette ambiguïté peut être décelée en analysant les similarités entre la valence exprimée par les participants dans le SAM et l'appréciation donnée pendant l'entretien oral. En effet, si l'appréciation est fortement corrélée à la valence, une interprétation possible pourrait être que la valence a été interprétée comme une échelle représentant le caractère déplaisant ou plaisant. À l'inverse, pour une corrélation faible entre ces deux composantes, on peut considérer que les sujets ont estimé la valence comme le ressenti négatif ou positif indépendant du plaisir.

Un autre problème est lié à la durée des extraits. En effet, plusieurs participants ont témoigné d'une forme de frustration car la durée de l'extrait écouté était trop courte. Dans le cas d'un morceau apprécié et connu, le sujet peut vouloir écouter davantage le morceau, ce qui provoque une forme de frustration. Cela a également été observé pour des morceaux non connus : les sujets évoquaient de la curiosité d'entendre la suite du morceau, ce qui pouvait être déterminant pour l'évaluation de l'appréciation. Il pouvait être plus difficile de considérer un morceau comme apprécié ou non quand on estime ne pas en avoir entendu assez ou si le ressenti principal à la suite de son écoute est la frustration. Il est donc à noter que certains ressentis n'étaient pas liés uniquement à la musique mais aussi à la durée de celle-ci.

Une autre source de frustration a été ressentie par les sujets. En effet, lors des essais contrôlés, le métronome a agacé une partie des sujets, là où certains l'ont davantage considéré comme un guide pour les pas. Selon que la condition contrôlée métronome ait été la dernière avant les essais musicaux, cela a pu marquer les sujets quant à l'évaluation de la valence, peut-être moins haute pour les morceaux moyennement appréciés ou moyennement non-appréciés.

3 Conclusion

Ce rapport conclut notre participation au projet Music Mouv'. Nous avons ainsi participé à la recherche bibliographique et élaboré un premier rapport accompagné d'un protocole, puis amélioré ce protocole pour le mettre en place et collecter les données qui nous intéressaient. L'analyse et l'interprétation des données constitue la dernière phase de notre participation au projet.

Le rapport bibliographique a permis de définir dans un premier temps qu'il existe différentes façons de modéliser l'émotion, en particulier transmise par la musique. Le modèle GEMS de Zentner définit les émotions esthétiques, spécifiques à l'écoute musicale. Il permet une interprétation plus poussée du ressenti émotionnel par rapport à une représentation bidimensionnelle basée sur la valence et l'intensité (émotions discrètes). Il s'agit d'ailleurs d'une des raisons qui a amené Zentner et ses collaborateurs à développer un tel modèle, plus précis et spécifique. Dans un second temps, nous avons dû comprendre l'interaction entre les émotions et l'initiation de la marche. Des études utilisant une stimulation visuelle indiquent que l'émotion a bien une influence sur l'initiation du premier pas. Une stimulation associée à une émotion positive améliorerait la motricité, alors qu'une émotion négative l'entraverait. Une étude prenant en compte les deux éléments que sont l'induction des émotions par un stimulus audio (et plus particulièrement par la musique) et la marche n'avait jusque là pas été

réalisée.

Ce rapport a permis de créer une première version temporaire du protocole au mois de décembre. Le présent rapport présente une version actuelle du protocole, depuis étoffée et plus robuste. Celui-ci se base sur l’appréciation et la familiarité d’une personne vis-à-vis de la musique. Le sujet écoute de la musique qu’il connaît ou non et apprécie ou non, marche et témoigne de son ressenti émotionnel. Le protocole expérimental permet de recueillir des données émotionnelles subjectives, des données biomécaniques issues de semelles connectées, des données physiologiques issues d’une montre connectée, ainsi que des données à caractère sociodémographique.

L’analyse des données recueillies permet de dresser des premières interprétations concernant les données subjectives, les données musicales et les données sociodémographiques. Nos résultats indiquent que trois émotions esthétiques sont davantage représentées : la tension, l’exaltation et l’émerveillement. Ce résultat peut s’expliquer par la construction du modèle GEMS, mais ces émotions sont néanmoins majoritaires dans notre échantillon.

Ensuite, les émotions esthétiques sont corrélées avec la valence. Ainsi, certaines de ces émotions (la tension, par exemple) seraient plutôt associées à une émotion négative, d’autres (l’exaltation, par exemple) à une émotion positive.

Les conditions d’appréciation et de familiarité sont également corrélées avec la valence et l’intensité. Ces résultats devront être couplés aux analyses concernant les données biomécaniques et physiologiques de façon à obtenir des premières interprétations sur l’impact des émotions sur la marche et les réactions physiologiques. Il s’agira notamment de déterminer si des émotions esthétiques associées à une valence positive et une appréciation positive pourront bel et bien faciliter la marche de manière significative. Ce sera l’objet des prochains stages prenant place au sein du Projet Music Mouv’.

Le projet Music Mouv’ a été pour nous l’occasion de mettre en place des compétences issues de différentes disciplines : informatique, sociologie, biomécanique, musicologie et psychologie. Nous provenons tous trois de cursus différents (psychologie, sociologie, sciences cognitives) et avons chacun eu une approche spécifique dans ce projet. Il a été une expérience riche du fait de cette pluridisciplinarité et de la croisée des points de vues possibles mais aussi par le fait que nous ayons participé à plusieurs étapes successives, de l’étude de la littérature à l’analyse des données. De ce fait, nous avons pu constater l’évolution du projet au fur et à mesure que nous travaillions et ce rapport constitue une forme d’accomplissement.

Nous avons dû analyser notre question de recherche, l’étudier en combinant plusieurs thématiques comme plusieurs approches disciplinaires, mettre en place des expérimentations et analyser les données recueillies, le tout en collaborant avec d’autres membres de l’équipe. Nous avons pu fournir le jeu de données attendu et procéder à une analyse statistique mais n’avons pas pu aller aussi loin dans cette analyse que nous l’aurions aimé, faute de temps.

3.1 Critiques éventuelles

Concernant les critiques que nous pouvons formuler au sujet de ce rapport, nous pouvons évoquer le fait que nous n’avons malheureusement pas eu le temps de faire tout ce que nous aurions voulu. En effet, nous avons trois mois pour la réalisation du protocole, les passations et l’analyse (avril et juin), et n’avons donc pas pu avoir le nombre de participants que nous souhaitions initialement. De plus, notre analyse aurait pu être plus détaillée avec plus de temps.

Comme évoqué précédemment, les problèmes techniques liés au matériel nous ont aussi limité dans la réalisation des passations et surtout de l'analyse de données.

3.2 Ce qui nous a manqué/servi dans notre formation

Pour réaliser ce projet, nous avons eu l'occasion de mettre en application diverses connaissances acquises dans notre formation.

Dans un premier temps, nous avons mis en place certaines compétences concernant la recherche des informations pertinentes dans la littérature déjà existante. Ainsi, nos connaissances nous ont alors permis d'établir une manière de construire nos recherches et de rédiger le rapport bibliographique qui accompagnait celles-ci.

Les connaissances concernant l'élaboration d'un protocole que nous avons notamment acquises durant ce semestre 8 dans la matière "Technologies pour l'analyse du comportement" lorsque nous avons rédigé un problème pour mener une courte étude nous ont aidé lors de l'élaboration et de l'exécution de notre protocole.

3.3 Perspectives

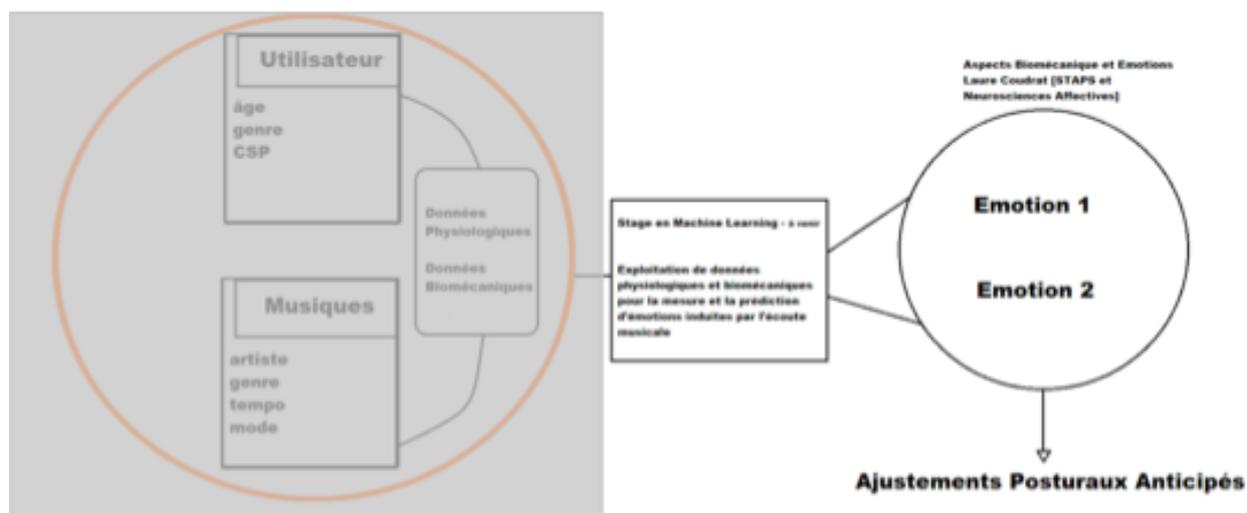


FIGURE 25: Schéma des étapes suivantes du projet Music Mov'

Lors de la suite du projet Music Mov', il s'agira dans un premier lieu de continuer la récolte des données à travers des passations et de les analyser de manière plus poussée, notamment sur les aspects biomécaniques et physiologiques, issus des données des semelles et de la montre. Cette analyse permettra d'élaborer le système de recommandation qui pourra induire les émotions facilitant la marche. Nous pouvons toutefois noter quelques pistes et enjeux pour cette prochaine étape.

L'apprentissage automatique pour l'identification des émotions ressenties lors de l'émotion musicale constitue une étape importante dans la réalisation d'un modèle prédictif.

L'apprentissage automatique pour l'identification des émotions musicales est une branche du Music Information Retrieval (MIR). Il s'intéresse aux émotions induites chez une personne lorsqu'elle

écoute de la musique. La littérature à ce sujet porte dans une première partie sur la catégorisation des émotions à partir d'un signal audio issu d'un extrait musical.

Par exemple, Aljanaki et al. (2014) [AWV+14] proposent un modèle de prédiction des émotions à partir de caractéristiques musicales : le timbre, l'énergie, le rythme (tempo), le mode et l'harmonie. La particularité de cet article repose dans le fait que le modèle d'émotions utilisé est le modèle GEMS spécifique aux émotions musicales plutôt que le système bidimensionnel basé sur la valence et l'intensité. Bien que les émotions dépendent de multiples facteurs, comme la culture, l'humeur du participant, etc..., les chercheurs ont choisi de ne pas les prendre en compte et de se baser uniquement sur la façon dont l'émotion est induite par des caractéristiques audio. Il a été demandé aux participants de l'étude de décrire comment la musique les a fait se sentir en choisissant 3 émotions parmi les 9 choisies depuis le modèle GEMS (e.g. l'émerveillement, la paix, la tendresse, la nostalgie, le calme, la transcendance, l'exaltation, la tension et la tristesse). La conclusion apportée par Aljanaki et al. est qu'il est possible de prédire certaines émotions induites par la musique à partir des caractéristiques utilisées. En effet, la tendresse et l'exaltation sont prédictibles alors que les autres émotions évoquées ne le sont pas sans davantage de contexte. Par conséquent, il est donc possible de rendre ce système plus performant en lui fournissant ce contexte supplémentaire.

Une deuxième partie de la littérature apparue plus récemment s'intéresse à la catégorisation des émotions lors de l'écoute musicale via des données physiologiques. Des modèles de prédiction permettent de catégoriser les émotions ressenties par un sujet lors de l'écoute musicale à partir des données physiologiques recueillies sur celui-ci. Hu et al. (2018)[HLN18] ont mené une expérimentation concernant la reconnaissance de la réponse émotionnelle à la musique sur la base de données physiologiques telles que la conductance cutanée et le rythme cardiaque. Ayata et al. (2018)[AYK18] proposent un système de recommandation qui reconnaît les émotions de l'utilisateur à partir des données physiologiques.

Le choix personnel d'un morceau ne dépend pas que des préférences de l'utilisateur ou du contenu de la musique mais aussi de l'état émotionnel dans lequel l'utilisateur se trouve. Ainsi, ce système de recommandation se base sur les données physiologiques pour proposer un morceau adapté à l'état émotionnel de l'utilisateur.

Ces modèles de prédiction peuvent s'avérer utiles dans le cadre de notre projet. En effet, les données physiologiques recueillies au cours de notre protocole permettraient d'associer des extraits musicaux à des émotions ressenties par les sujets. Ainsi, sur la base de données physiologiques, il serait possible de sélectionner des extraits musicaux facilitant l'initiation de la marche par le biais des émotions.

Table des figures

1	Schéma récapitulatif des étapes du projet Music Mouv'	3
2	Modèle Geneva Emotional Music Scales de Zentner et al. (2008) (avec de gauche à droite : émotions discrètes ; émotions esthétiques ; dimensions esthétiques)	7
3	Echelle Self Assessment Manikin (SAM)	8
4	Répartition de l'appréciation des styles	15
5	Répartition de la dépréciation des styles	15
6	Répartition des modes des extraits musicaux diffusés	15
7	Répartition des extraits musicaux en fonction de leur tempo	15
8	Répartition des émotions esthétiques standardisées parmi tous les essais	16
9	Répartition des dimensions esthétiques parmi tous les essais	16
10	Représentation de la répartition des émotions esthétiques en fonction de la valence .	17
11	Représentation de la répartition des émotions esthétiques en fonction de l'intensité .	17
12	Représentation de la répartition des valences	18
13	Représentation de la répartition des intensités	18
14	Représentation de la répartition des émotions esthétiques exprimées selon l'appréciation	19
15	Représentation de la répartition des émotions esthétiques exprimées selon la familiarité	19
16	Représentation de la répartition des émotions esthétiques exprimées en fonction de la familiarité et de l'appréciation couplées	20
17	Tableau présentant, pour la valence, les moyennes, les écarts-types et les effectifs par condition	20
18	Tableau présentant, pour l'intensité, les moyennes, les écarts-types et les effectifs par condition	20
19	Évolution de la pression des pieds gauche et droit pour un essai contrôle sans musique	22
20	Évolution de la pression des pieds gauche et droit pour un essai apprécié non connu .	22
21	Évolution de la variation du volume sanguin selon les essais	23
22	Évolution de l'activité électrodermale selon les essais	23
23	Évolution de la fréquence cardiaque selon les essais	23
24	Évolution de la température corporelle selon les essais	23
25	Schéma des étapes suivantes du projet Music Mouv'	26
26	Interface SAM concernant la valence de l'émotion	45
27	Interface SAM concernant l'intensité de l'émotion	45
28	Répartition de l'échantillon de 24 sujets en fonction de leur âge	49
29	Répartition de l'échantillon de 24 sujets en fonction de leur genre	50
30	Répartition de l'échantillon de 24 sujets en fonction de leur poids	50
31	Répartition de l'échantillon de 24 sujets en fonction de leur taille	51
32	Répartition de l'échantillon de 24 sujets en fonction de leur pointure de chaussures .	51
33	Répartition de l'échantillon de 24 sujets en fonction de leur main dominante (ie. latéralité)	52
34	Pose des semelles et des capteurs	53
35	Après l'extrait, le sujet marche vers l'ordinateur présentant le SAM	53
36	Après chaque essai, nous conduisons un entretien oral et un exercice de respiration .	53

Références

- [AWV+14] Anna ALJANAKI, Frans WIERING, Remco VELTKAMP et al. « Computational modeling of induced emotion using GEMS ». In : *Proceedings of the 15th Conference of the International Society for Music Information Retrieval (ISMIR 2014)*. 2014, p. 373-378.
- [AYK18] Deger AYATA, Yusuf YASLAN et Mustafa E KAMASAK. « Emotion based music recommendation system using wearable physiological sensors ». In : *IEEE transactions on consumer electronics* 64.2 (2018), p. 196-203.
- [BGH13] Madeleine BIEG, Thomas GOETZ et Kyle HUBBARD. « Can I master it and does it matter? An intraindividual analysis on control–value antecedents of trait and state academic emotions ». In : *Learning and Individual Differences* 28 (2013), p. 102-108.
- [BL94] Margaret M BRADLEY et Peter J LANG. « Measuring emotion : the self-assessment manikin and the semantic differential ». In : *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry* 25.1 (1994), p. 49-59.
- [ESS99] Michael EID, Christoph SCHNEIDER et Peter SCHWENKMEZGER. « Do you feel better or worse? The validity of perceived deviations of mood states from mood traits ». In : *European Journal of Personality* 13.4 (1999), p. 283-306.
- [GJ03] Alf GABRIELSSON et Patrik N JUSLIN. *Emotional expression in music*. Oxford University Press, 2003.
- [GL01] Alf GABRIELSSON et Erik LINDSTRÖM. « The influence of musical structure on emotional expression. » In : (2001).
- [HLN18] Xiao HU, Fanjie LI et Tzi-Dong Jeremy NG. « On the Relationships between Music-induced Emotion and Physiological Signals. » In : *ISMIR*. 2018, p. 362-369.
- [SZ08] Klaus SCHERER et Marcel ZENTNER. « Music evoked emotions are different–more often aesthetic than utilitarian ». In : *Behavioral and Brain Sciences* 31.5 (2008), p. 595-596.

Annexe 1 : Pré-questionnaire - Music Mouv'

Bonjour, nous sommes 3 étudiants en Sciences Cognitives à Nancy. Dans le cadre du projet Music Mouv', nous effectuons une collecte de données concernant la marche et la musique. Ces données sont anonymes et seront utilisées dans le cadre strict de ce projet. Ce questionnaire sert de préambule aux tests qui se dérouleront au Loria à Villers-lès-Nancy, si vous le complétez, c'est que vous prendrez part à ces tests.

Il y a 16 questions dans ce questionnaire.

Habitudes musicales

Cochez dans la liste ci-dessous les genres musicaux que vous écoutez le plus/que vous appréciez. Si vous écoutez un autre genre de musique, ajoutez-le dans le champ "autre".

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- | | | | |
|--------------------------|-----------------|--------------------------|-------------|
| <input type="checkbox"/> | acoustique | <input type="checkbox"/> | country |
| <input type="checkbox"/> | animé | <input type="checkbox"/> | cubaine |
| <input type="checkbox"/> | arabo-andalouse | <input type="checkbox"/> | dancehall |
| <input type="checkbox"/> | bande-originale | <input type="checkbox"/> | disco |
| <input type="checkbox"/> | blues | <input type="checkbox"/> | drill |
| <input type="checkbox"/> | bretonne | <input type="checkbox"/> | drum'n'bass |
| <input type="checkbox"/> | cajun | <input type="checkbox"/> | dub |
| <input type="checkbox"/> | celtique | <input type="checkbox"/> | dubstep |
| <input type="checkbox"/> | classique | <input type="checkbox"/> | electro |

- | | | | |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|----------|
| <input type="checkbox"/> | flamenco | <input type="checkbox"/> | pop |
| <input type="checkbox"/> | folk | <input type="checkbox"/> | punk |
| <input type="checkbox"/> | funk | <input type="checkbox"/> | ragga |
| <input type="checkbox"/> | gospel | <input type="checkbox"/> | raï |
| <input type="checkbox"/> | gothique | <input type="checkbox"/> | rap |
| <input type="checkbox"/> | grunge | <input type="checkbox"/> | reggae |
| <input type="checkbox"/> | gypsy | <input type="checkbox"/> | rnb |
| <input type="checkbox"/> | hiphop | <input type="checkbox"/> | rock |
| <input type="checkbox"/> | house | <input type="checkbox"/> | rumba |
| <input type="checkbox"/> | jazz | <input type="checkbox"/> | samba |
| <input type="checkbox"/> | jpop | <input type="checkbox"/> | scat |
| <input type="checkbox"/> | kizomba | <input type="checkbox"/> | ska |
| <input type="checkbox"/> | kpop | <input type="checkbox"/> | slam |
| <input type="checkbox"/> | latino | <input type="checkbox"/> | soul |
| <input type="checkbox"/> | musique de jeux-vidéo | <input type="checkbox"/> | techno |
| <input type="checkbox"/> | musique irlandaise | <input type="checkbox"/> | tektonik |
| <input type="checkbox"/> | médiéval | <input type="checkbox"/> | trance |
| <input type="checkbox"/> | métal | <input type="checkbox"/> | trap |
| <input type="checkbox"/> | openings | <input type="checkbox"/> | variété |
| <input type="checkbox"/> | opera | <input type="checkbox"/> | yéyé |
| <input type="checkbox"/> | opera-rock | <input type="checkbox"/> | zouk |
| <input type="checkbox"/> | paso-doble | <input type="checkbox"/> | zumba |
| | | <input type="checkbox"/> | Autre : |

Cochez dans la liste ci-dessous les genres musicaux que vous n'aimez pas. Si vous vous ne trouvez pas un genre de musique, ajoutez-le dans le champ "autre".

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- | | | | |
|--------------------------|-----------------|--------------------------|-------------|
| <input type="checkbox"/> | acoustique | <input type="checkbox"/> | country |
| <input type="checkbox"/> | animé | <input type="checkbox"/> | cubaine |
| <input type="checkbox"/> | arabo-andalouse | <input type="checkbox"/> | dancehall |
| <input type="checkbox"/> | bande-originale | <input type="checkbox"/> | disco |
| <input type="checkbox"/> | blues | <input type="checkbox"/> | drill |
| <input type="checkbox"/> | bretonne | <input type="checkbox"/> | drum'n'bass |
| <input type="checkbox"/> | cajun | <input type="checkbox"/> | dub |
| <input type="checkbox"/> | celtique | <input type="checkbox"/> | dubstep |
| <input type="checkbox"/> | classique | <input type="checkbox"/> | electro |

- | | | | |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|----------|
| <input type="checkbox"/> | flamenco | <input type="checkbox"/> | pop |
| <input type="checkbox"/> | folk | <input type="checkbox"/> | punk |
| <input type="checkbox"/> | funk | <input type="checkbox"/> | ragga |
| <input type="checkbox"/> | gospel | <input type="checkbox"/> | raï |
| <input type="checkbox"/> | gothique | <input type="checkbox"/> | rap |
| <input type="checkbox"/> | grunge | <input type="checkbox"/> | reggae |
| <input type="checkbox"/> | gypsy | <input type="checkbox"/> | rnb |
| <input type="checkbox"/> | hiphop | <input type="checkbox"/> | rock |
| <input type="checkbox"/> | house | <input type="checkbox"/> | rumba |
| <input type="checkbox"/> | jazz | <input type="checkbox"/> | samba |
| <input type="checkbox"/> | jpop | <input type="checkbox"/> | scat |
| <input type="checkbox"/> | kizomba | <input type="checkbox"/> | ska |
| <input type="checkbox"/> | kpop | <input type="checkbox"/> | slam |
| <input type="checkbox"/> | latino | <input type="checkbox"/> | soul |
| <input type="checkbox"/> | musique de jeux-vidéo | <input type="checkbox"/> | techno |
| <input type="checkbox"/> | musique irlandaise | <input type="checkbox"/> | tektonik |
| <input type="checkbox"/> | médiéval | <input type="checkbox"/> | trance |
| <input type="checkbox"/> | métal | <input type="checkbox"/> | trap |
| <input type="checkbox"/> | openings | <input type="checkbox"/> | variété |
| <input type="checkbox"/> | opera | <input type="checkbox"/> | yéyé |
| <input type="checkbox"/> | opera-rock | <input type="checkbox"/> | zouk |
| <input type="checkbox"/> | paso-doble | <input type="checkbox"/> | zumba |
| | | <input type="checkbox"/> | Autre : |

Quels sont vos artistes musicaux favoris ? Citez-en le plus possible.

Veillez écrire votre réponse ici :

Quels sont les artistes musicaux que vous n'appréciez pas ? Citez-en le plus possible. Si possible, expliquez pourquoi.

Veillez écrire votre réponse ici :

Citez 5 de vos titres préférés.

Veillez écrire votre réponse ici :

Citez 5 titres que vous n'appréciez pas.

Veillez écrire votre réponse ici :

A quelle fréquence écoutez-vous de la musique ?

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Jamais	Une fois dans le mois	Une fois dans la semaine	Une fois par jour	Plusieurs fois par jour
Fréquence :	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Écouter de la musique a tendance à me rendre plutôt ... (citer une ou des émotions de votre choix).

Veillez écrire votre réponse ici :

Quel est votre titre du moment ? (facultatif)

Veillez écrire votre réponse ici :

Questions techniques

Pour des questions techniques, nous vous demandons de bien vouloir répondre aux questions suivantes.

Latéralité :

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Droitier.e
- Gaucher.e
- Ambidextre

Poids (kg) :

Seuls des nombres peuvent être entrés dans ce champ.

Veillez écrire votre réponse ici :

Taille (cm) :

Seuls des nombres peuvent être entrés dans ce champ.

Veillez écrire votre réponse ici :

Indiquez votre âge (années) :

Seuls des nombres peuvent être entrés dans ce champ.

Veillez écrire votre réponse ici :

Indiquez votre pointure :

Seuls des nombres peuvent être entrés dans ce champ.

Veillez écrire votre réponse ici :

Indiquez votre sexe de naissance :

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Féminin
- Masculin

Code

Indiquez le code d'anonymat qui vous a été transmis lors de votre passation et par mail.

Veillez écrire votre réponse ici :

Merci d'avoir complété ce questionnaire.

Rappel :

Pour des raisons de sécurité dans le bâtiment qui nous accueille, veuillez vous munir d'un justificatif d'identité le jour de la passation. Veuillez également porter des chaussures confortables et basses ainsi que ne pas porter de bijoux pouvant gêner le port d'une montre ou des capteurs autour de la cheville.

Si vous avez des questions, n'hésitez pas à nous les envoyer à l'adresse suivante : musicmouvpassations@gmail.com

Annexe 2 : Post-Questionnaire - Music Mouv'

Dans le cadre de l'étude Music-Mouv', nous avons besoin de vos retours suite à votre participation. Si vous avez la moindre question concernant ce document, n'hésitez pas à nous contacter sur musicmouvpassations@gmail.com.

Il y a 15 questions dans ce questionnaire.

Questionnaire

Quel a été votre ressenti émotionnel général au cours de la passation ?

Veillez écrire votre réponse ici :

Comment vous sentiez-vous à la fin de chacun des extraits musicaux ?

Remplissez autant de cases que vous avez écouté d'extraits. Les cases supplémentaires servent au cas où vous avez eu plus de huit extraits, si ce n'est pas le cas, notez 'N'.

Veillez écrire votre(vos) réponse(s) ici :

- Extrait 1 :
- Extrait 2 :
- Extrait 3 :
- Extrait 4 :
- Extrait 5 :
- Extrait 6 :
- Extrait 7 :
- Extrait 8 :
- Extrait 9 :
- Extrait 10 :
- Extrait 11 :
- Extrait 12 :

Pour la suite de nos recherches, nous avons besoin de connaître :

la Catégorie Socio-Professionnelle de vos parents ?

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Etudiant.e
- Agriculteur.rice
- Artisan, commerçant.e, chef.fe d'entreprise
- Cadre, profession intellectuelle supérieure
- Profession intermédiaire (infirmier.e, professeur.e des écoles, technicien.ne, agent de maîtrise, ...)
- Employé.e
- Ouvrier.ère
- Retraité.e
- Inactivité (hommes et femmes au foyer, personnes en incapacité de travailler, etc.)
- En recherche d'emploi

Quelle est votre Catégorie Socio-Professionnelle ?

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Etudiant.e
- Agriculteur.rice
- Artisan, commerçant.e, chef.fe d'entreprise
- Cadre, profession intellectuelle supérieure
- Profession intermédiaire (infirmier.e, professeur.e des écoles, technicien.ne, agent de maîtrise, ...)
- Employé.e
- Ouvrier.ère
- Retraité.e
- Inactivité (hommes et femmes au foyer, personnes en incapacité de travailler, etc.)
- En recherche d'emploi

Pour la suite de nos recherches, nous avons besoin de savoir :

A quel pays/culture/région du monde pensez-vous rattacher culturellement ?

Veillez écrire votre réponse ici :

Avez-vous déjà étudié/pratiqué la musique ? Si oui, détaillez.

Veillez écrire votre réponse ici :

Lors de votre test, avez-vous eu l'impression qu'une musique a influencé votre marche ? Si oui, laquelle et de quelle manière ?

Veillez écrire votre réponse ici :

La passation a-t-elle influencé vos habitudes d'écoutes musicales ? Si oui, détaillez.

Veillez écrire votre réponse ici :

Avez-vous réécouté des morceaux passés lors de la passation ? Si oui, détaillez.

Veillez écrire votre réponse ici :

Pratiquez vous une activité sportive ?

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Oui
- Non

De quel(s) type(s) est cette activité ?

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui' à la question précédente.

Veillez écrire votre réponse ici :

Depuis combien de temps pratiquez vous une activité sportive ? (par exemple, 2 mois, 15 ans, ...)

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui' à la question précédente.

Veillez écrire votre réponse ici :

Quelle est la fréquence de cette activité ? (exemple : 3 fois par semaine, 1 fois par mois)

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui' à la question précédente.

Veillez écrire votre réponse ici :

Tirage au sort

Si vous souhaitez participer au tirage au sort pour gagner un bon d'achat FNAC d'une valeur de 40€, inscrivez ci-dessous l'adresse mail avec laquelle vous souhaitez être contacté.e :

Veillez écrire votre réponse ici :

Code

Indiquez le code d'anonymat qui vous a été transmis lors de votre passation et par mail.

Veillez écrire votre réponse ici :

Merci d'avoir complété ce questionnaire. Si vous avez des questions ou d'autres retours, n'hésitez pas à nous les envoyer à l'adresse suivante : musicmouvpassations@gmail.com.

Annexe 3 : Protocole expérimental

Contexte

Ce protocole expérimental s'inscrit dans le cadre d'un projet tutoré lui-même inscrit dans le projet Music-Mouv'. L'expérimentation décrite ci-après a pour but de recueillir deux types de données relatives à l'initiation de la marche associée à l'écoute musicale afin d'être en mesure d'identifier les extraits musicaux facilitant l'initiation de la marche en fonction des profils des sujets.

Hypothèse opératoire

Au vu des recherches bibliographiques, il a été établi que le fait qu'une personne connaisse plus ou moins bien une musique (i.e., sa familiarité avec celle-ci), ainsi que son appréciation, peut avoir un effet sur les émotions suscitées par celle-ci. Pour cette étude, quatre conditions ont été ainsi considérées : (1) musique connue et appréciée, (2) musique connue non-appréciée, (3) musique non-connue et appréciée et (4) musique non-connue et non-appréciée. Il est toutefois difficile de déterminer à l'avance avec exactitude si un sujet aime ou n'aime pas une musique et s'il est familier ou non avec celle-ci. Pour cette raison, une quinzaine de titres musicaux ont été sélectionnés pour s'assurer que chaque sujet a bien été soumis aux quatre conditions.

Dans le cadre de ce projet tutoré, les deux aspects musique-émotion et émotion-initiation de la marche ne sont pas étudiés conjointement, et des hypothèses de recherche issues de chacun de ces aspects sont formulées séparément. En premier lieu, il s'agit d'identifier la façon dont la musique induit les émotions en considérant comme paramètres l'appréciation et la familiarité ; et dans un second temps, il s'agit de déterminer quelles émotions induites par la musique influencent positivement ou négativement l'initiation du premier pas.

Des émotions discrètes et dimensionnelles (ou esthétiques) sont étudiées au sein de ces passations (à l'aide des modèles GEMS et SAM), et nous permettent d'aborder les émotions ressenties à partir de l'extrait musical. Ces émotions sont recueillies à l'aide de questionnaires, dans lesquels nous accordons une importance particulière aux émotions esthétiques, qui sont plus proches du ressenti suscité par la musique.

Participants à l'étude

Le nombre de participants à l'étude a été déterminé aux suites d'une partie exploratoire de ce protocole expérimental mais est de 29.

Certaines des variables sont à contrôler en raison de l'axe émotion-musique, d'autres variables contrôlent davantage du deuxième axe (i.e., l'axe émotion-initiation de la marche), et sont relatives à l'activité sportive.

Pour le niveau de fatigue (fatigue physique et émotionnelle notamment), il a été décidé de ne pas les contrôler en tant que variable mais plutôt en tant qu'instruction, en indiquant aux participants de dormir correctement la veille de la passation et de nous signaler toute situation de stress potentiellement vécue. Ces variables sont contrôlées à l'aide de questionnaires directs et semi-directifs précédant et suivant la passation.

L'expérimentation ne comporte pas de groupe contrôle, mais des conditions contrôlées pour chaque participant (initiation de la marche sans extraits musicaux).

Sélection des extraits musicaux

Les extraits musicaux écoutés par les participant.es ont été sélectionnés sur la base des réponses données au cours du pré-questionnaire selon quatre conditions : connus par le participant, inconnus, appréciés et non appréciés.

Suite à la phase exploratoire, il est apparu que Spotify permettait de créer les playlists dont nous avons besoin.

Extraits musicaux

Durant les essais, chaque participant écoute 15 extraits musicaux sélectionnés avant la passation de 20 secondes en restant sur place et doit ensuite se mettre à marcher. Ensuite le participant se relaxe pendant 1 minute afin de revenir à un état et une émotion neutre. Les musiques auront été présélectionnées à l'aide des réponses aux questionnaires remplies par les participants au préalable.

Matériel

Les données physiologiques collectées (rythme cardiaque, conductance de la peau, température cutanée) sont recueillies par une montre Empatica E4 et les données biomécaniques par des semelles connectées Dynafot. De plus, les sujets sont équipés d'écouteurs sans fil pour l'écoute musicale.

Avant la passation, un pré-questionnaire a été envoyé aux participants par mail avec un délai de réponse n'excédant pas une semaine avant la passation. Il s'agit, dans ce questionnaire, de connaître les goûts musicaux individuels portant sur les artistes, les genres, les morceaux musicaux appréciés par les sujets ainsi que ceux qu'ils n'aiment pas. Il comporte également des questions concernant la fréquence d'écoute de chacun et les états émotionnels dans lesquels les sujets se trouvent en écoutant de la musique.

Le pré-questionnaire, envoyé conjointement avec un formulaire de consentement à remplir, contient également des recommandations relatives au jour de la passation, notamment les indications suivantes :

- Veuillez à ne pas porter de bijoux ou accessoires pouvant gêner le port de la montre ou des semelles.
- Veuillez porter une paire de chaussures confortables et éviter les chaussures à talons.
- Veuillez à bien dormir la veille de la passation et à nous avertir si vous rencontrez des situations de stress.

Un rapide entretien a été effectué entre chaque écoute musicale afin de récolter de façon la plus précise possible l'émotion du participant. Quelques questions lui ont été posées auxquelles il a pu répondre librement. Ces propos ont été enregistrés afin que nous puissions en extraire, de la manière la plus normalisée possible, les émotions ressenties par la personne.

Enfin, un questionnaire post-essai a été donné plusieurs jours après la passation (2 à 3 jours après) afin que les participants expriment le souvenir de leur ressenti émotionnel durant l'essai et par rapport à l'extrait passé, en termes de familiarité et d'appréciation. Il recueille également des informations complémentaires sur le participant, notamment sur son activité physique et sa catégorie socio-professionnelle.

Les extraits musicaux ont été sélectionnés entre la réception des réponses du pré-questionnaire et le jour de la passation. Cette sélection a été réalisée en fonction des réponses données par le participant dans l'optique d'aboutir à une liste comportant des extraits musicaux correspondant aux quatre conditions de l'étude. La familiarité étant codée de manière binaire (i.e., connu/non connu), les titres connus ont été choisis à partir des réponses aux items 2 et 4 du questionnaire (i.e., connu et non apprécié / connu et apprécié). Les morceaux non-connus, qu'ils soient appréciés ou non-appréciés, ont été sélectionnés à partir des réponses obtenues mais aussi de la fonctionnalité "artistes similaires" et des recommandations musicales faites par les applications Spotify et Deezer. Par exemple, pour un morceau non-connu et apprécié, il a été utilisé à la fois la fonction "artistes similaires" ainsi qu'un "genre aimé" par le participant.

Déroulé d'une passation

Chaque passation est composée de plusieurs essais : un essai par extrait musical et un essai dit "contrôle". Avant de démarrer les essais, les participants effectuent une phase de préparation. La collecte de données dure toute la passation, c'est-à-dire de la préparation à la fin du dernier essai. Les mesures concernent le rythme cardiaque, la rapidité de mise en marche, les zones d'appuis des pieds sur les semelles, les ajustements posturaux anticipés (APA).

Préparation

Pour les passations, les participants ont eu une montre Empatica E4 au poignet ainsi que les semelles

connectées Dynafoot de Technoconcept. Ils ont également été équipés d'écouteurs qui diffusent la musique durant le temps de passation.

Essai musical

Lors de l'essai avec l'utilisation de la musique, le participant équipé des écouteurs se tient debout durant 45 secondes. Ensuite, après un signal envoyé au participant il doit marcher jusqu'à une tablette lui permettant d'indiquer son état émotionnel selon le modèle SAM. Après chaque essai, il y a un rapide entretien comme évoqué plus tôt. A la suite de ce temps rapide, le participant prend une minute pour se relaxer grâce à un exercice de respiration abdominale. Le participant passe donc les quatre conditions et répète ce schéma deux fois.

Essai contrôle

Deux essais contrôles sont réalisés avant les essais musicaux, il s'agit de deux essais équivalents aux autres à la seule différence que ceux-ci se passent dans le silence et un avec un métronome. L'essai se déroule de la même manière qu'un essai musical. Les données physiologiques recueillies lors de cet essai sont la référence par rapport aux données recueillies lors des essais musicaux.

Analyse des données

A l'issue de ces passations, les données collectées par la montre et les semelles connectées ont été croisées avec les données recueillies via les trois questionnaires afin d'être analysées. Cette analyse a pour but de déterminer s'il existe des émotions pouvant faciliter l'initiation de la marche, les différentes émotions en question et leurs effets. Cette analyse doit également indiquer, pour des études complémentaires et futures, comment il est possible de prédire les émotions induites par la musique.

Annexe 4 : Echelle SAM

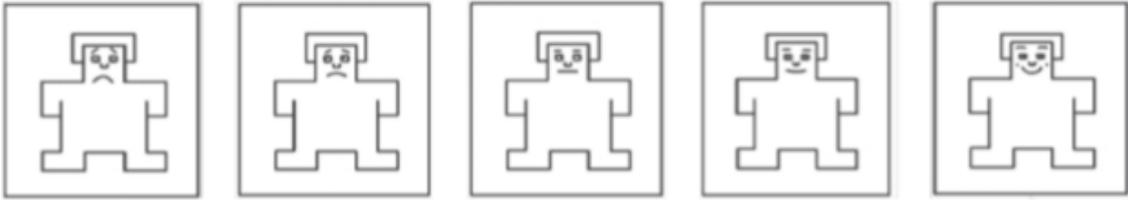


FIGURE 26: Interface SAM concernant la valence de l'émotion

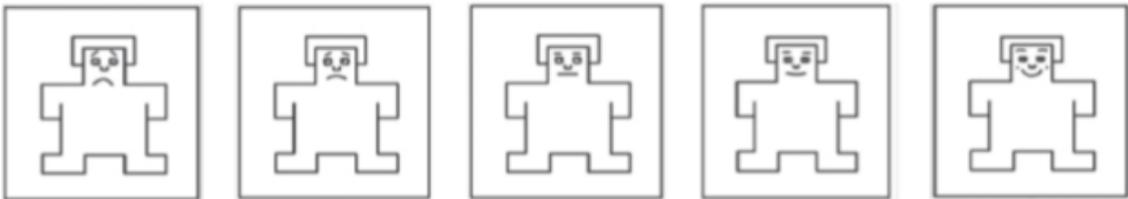


FIGURE 27: Interface SAM concernant l'intensité de l'émotion

Annexe 5 : Formulaire de consentement



Objectif et procédure

Nous sommes des chercheurs de l'équipe BIRD du LORIA et de l'axe CEMA du 2LPN et nous réalisons une expérience dans le cadre du projet Music-Mouv'.

Le but de ce projet est de faciliter l'initiation de la marche (plus précisément les ajustements posturaux anticipés, qui sont problématiques chez les personnes âgées, les parkinsoniens, etc.) en agissant sur l'émotion des sujets par l'écoute musicale.

La présente étude vise à collecter des données afin de déterminer dans quelle mesure il est possible de prédire les émotions suscitées par la musique sur la base de données physiologiques et biomécaniques, et dans quelle mesure ces émotions peuvent favoriser l'initiation de la marche. Nous aimerions vous inviter à participer à cette expérience, et pour cela, nous avons besoin de votre consentement.

Conditions Générales

Dans le texte qui suit, vous êtes désigné par « participant » et la ou les personnes qui supervisent l'expérience sont nommées « expérimentateur ».

Droits du participant en matière de protection de ses données

La participation à cette expérience est volontaire. Aucune rémunération ne sera versée. Les informations collectées ainsi que toutes les données acquises au cours de l'étude sont strictement confidentielles et pseudonymisées, conformément à la Loi dite « Informatique et Libertés » modifiée et au règlement général sur la protection des données de l'Union européenne du 27 avril 2016 (RGPD).

La pseudonymisation est réalisée à l'aide d'un numéro d'identification aléatoire fourni au participant lors de l'acceptation à participer au projet de recherche. Le participant est seul à détenir ce numéro qui lui servira pour toute demande d'application des droits relatifs à la protection des données personnelles. Le participant est ainsi le seul à pouvoir faire établir le lien entre les données recueillies et son identité. Les données recueillies seront utilisées à des fins de recherche uniquement. Elles seront conservées pour une durée maximale de deux années à partir du recueil et seront utilisées exclusivement par les membres désignés de l'équipe de recherche concernée. Les résultats des analyses pourront faire l'objet de publications scientifiques, en respectant strictement l'anonymat du participant.

Aucune donnée ne sera utilisée à des fins commerciales ou industrielles ou transmises à des tiers non autorisés. Le participant peut quitter l'expérience à tout moment sans donner de raison. A la demande écrite du participant, les données peuvent être effacées ou lui être communiquées gratui-

tement. Pour cela, il suffit de nous contacter à l'adresse suivante : bonnin@loria.fr. Par ailleurs, conformément aux dispositions du Règlement général sur la protection des données N°2016/679 (RGPD) et de la loi N°78-17 dite « Informatique et Libertés » modifiée, le participant dispose des droits d'accès, de rectification, de suppression du consentement, de limitation et de portabilité des données le concernant.

Pour toute information sur la protection des données personnelles, le participant peut contacter le délégué à la protection des données de l'université à cette adresse : dpo-contact@univ-lorraine.fr ou consulter le site de la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL) à cette adresse : www.cnil.fr.

Devoirs du participant

Le participant s'engage à respecter les règles et à suivre les instructions qui lui seront présentées. En outre, il ne doit pas divulguer les instructions des expériences afin de ne pas nuire au bon déroulement des expériences à venir.

Droits et devoirs de l'expérimentateur

L'expérimentateur peut exclure un participant de l'étude en lui précisant le motif, par exemple s'il ne répond plus aux exigences prévues par le protocole. L'expérimentateur s'engage à respecter les droits des participants.

Fait à : Le :

Nom du participant :

Signature suivie de la mention « lu et approuvé » :

Annexe 6 : Méthodologie d'entretien et exercice de respiration

Questions posées à l'oral et réponses enregistrées via un dictaphone.

"Connaissez-vous ce morceau ?"

"Appréciez-vous ce morceau ?"

"Quel a été votre ressenti émotionnel durant l'écoute musicale ?"

"Quel a été votre ressenti physique durant l'écoute musicale ?"

"Quel a été votre ressenti sur votre marche ? La musique a t'elle influencé votre marche, à votre avis ?"

"Sur une échelle de 0 à 10, où placez-vous votre effort de découverte ? 0 étant un effort nul et 10 un effort conséquent."

Exercice de respiration

L'exercice consiste à inspirer 4 secondes, retenir sa respiration durant 2 secondes puis expirer durant 6 secondes.

Annexe 7 : Description des caractéristiques socio-démographiques de notre échantillon

1. Âge

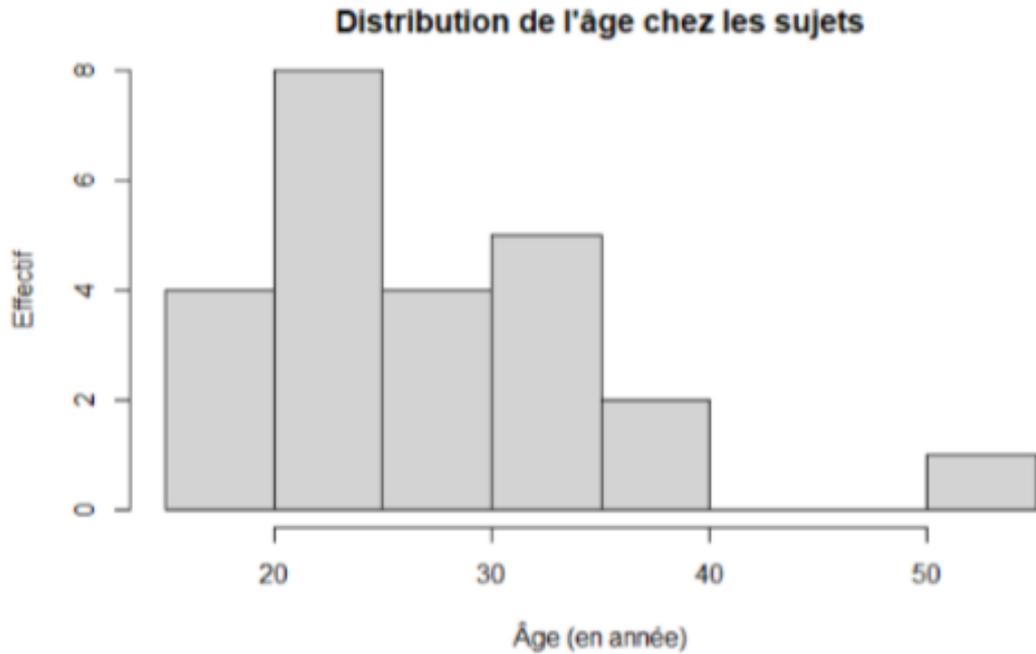


FIGURE 28: Répartition de l'échantillon de 24 sujets en fonction de leur âge

La figure 28 détaille la répartition de l'âge dans l'échantillon de 24 sujets. La moitié des participants a entre 20 et 30 ans, alors qu'un seul individu est âgé de plus de 50 ans. Nous n'avons pas pour l'instant reçu de participants âgés entre 40 et 50 ans.

Aucun des participants de cet échantillon n'a au-delà de 60 ans car cette tranche d'âge a été considérée à partir de la moitié du mois de juin. Ainsi, les séniors ne sont pas considérés dans cette analyse.

Ces résultats coïncident, par ailleurs, avec nos moyens de recrutement : nous avons recruté en majorité des personnels et étudiants de l'Université de Lorraine, en particulier du Loria.

La littérature indique que l'âge peut avoir une répercussion sur le ressenti émotionnel lors de l'écoute musicale, notamment chez les personnes âgées, cependant les données biomécaniques auraient été bien trop peu homogènes en considérant un intervalle d'âge aussi large. Cela posait également des risques en matière de sécurité du sujet et de la possibilité de mise en place du protocole. Ces problématiques ont été corrigées pour l'ouverture de l'expérimentation aux personnes âgées en juin.

2. Genre

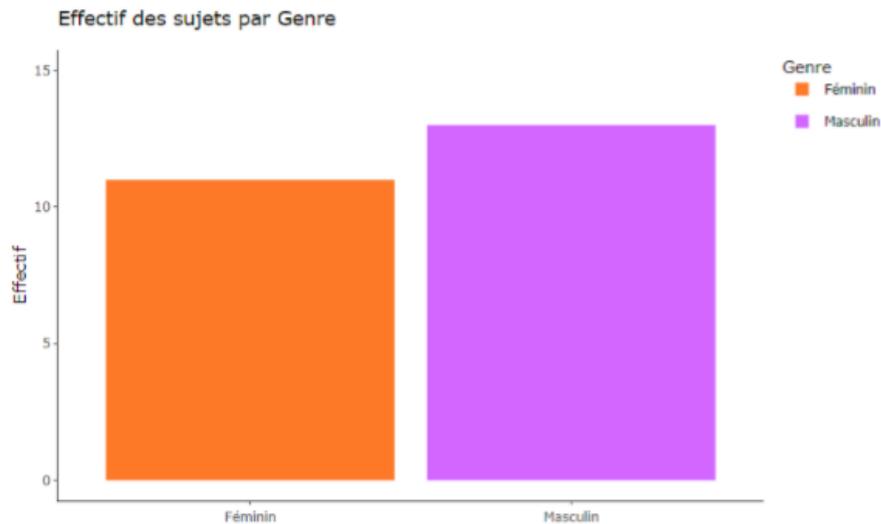


FIGURE 29: Répartition de l'échantillon de 24 sujets en fonction de leur genre

La figure 29 présente la répartition des sujets en fonction de leur genre. Sur un total de 24 sujets, 11 sont de genre féminin et 13 de genre masculin (fig.2). L'échantillon est ainsi réparti en 45.8% de sujets du premier genre et 54.2% du deuxième. La littérature ne donnant pas à voir d'effets du genre sur les émotions suscitées par la musique, il est ainsi idéal d'avoir un échantillon réparti de cette manière (ie. quasi-équivalente au niveau du genre).

3. Poids

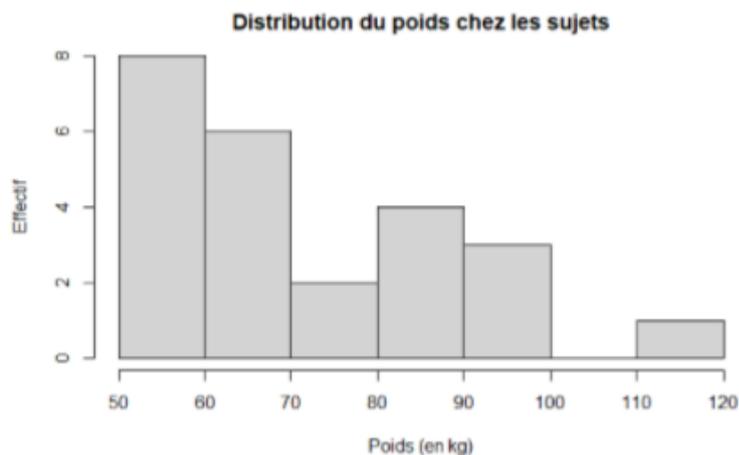


FIGURE 30: Répartition de l'échantillon de 24 sujets en fonction de leur poids

La figure 30 détaille la répartition des 24 sujets selon leur poids. Un tiers des sujets pèse moins de 60kg. (fig.3) Dans cette étude, un sujet pèse en moyenne 67.5kg. Ce poids diffère quelques peu du poids du français moyen en 2020, qui est de 74 kg. Or, la figure 3 donne à voir que la tranche de poids 70-80kg comprend le deuxième plus petit effectif.

Au sein de cet échantillon, le poids minimal est de 50 kg tandis que le poids maximal est de 112 kg. Ainsi, l'effectif a tendance à diminuer à mesure que le poids augmente – exception faite de la tranche 70-80 kg).

4. Taille

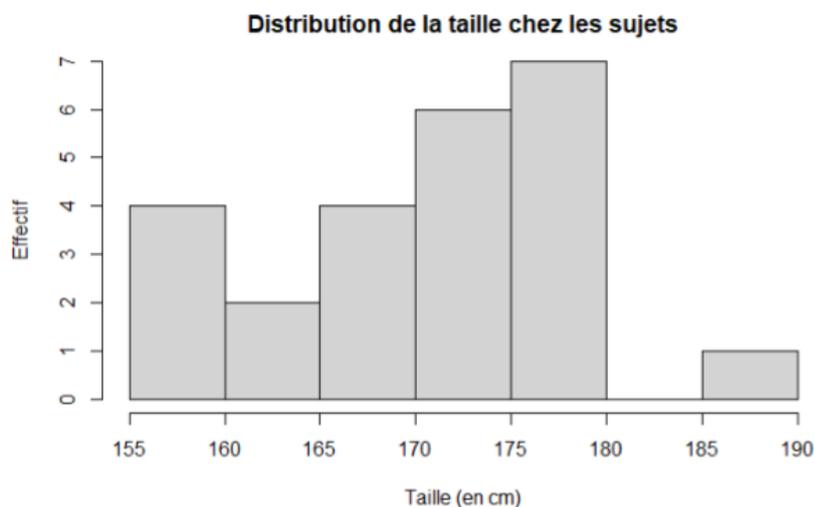


FIGURE 31: Répartition de l'échantillon de 24 sujets en fonction de leur taille

Tous les sujets mesurent entre 157 et 186 cm. La taille minimale est de 157.0 cm et la taille maximale de 186.0 cm. Un sujet mesure en moyenne 166.5 cm. Cette taille est inférieure à la taille du français moyen en 2020 qui est de 170.5 cm. Cela s'explique par un échantillon petit constitué en partie de personnes n'ayant pas fini leur croissance par exemple.

5. Pointure et lateralité

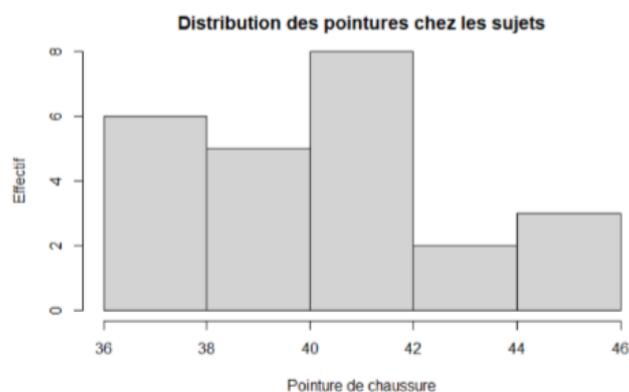


FIGURE 32: Répartition de l'échantillon de 24 sujets en fonction de leur pointure de chaussures

La figure 32 présente la répartition des sujets en fonction de leur pointure. Un tiers des sujets possède une pointure entre 40 et 42. Ainsi, la pointure moyenne dans cet échantillon est de 41. La pointure la plus petite est de 36, tandis que la plus grande est de 46. Les semelles Dynafoot utilisées allant de la taille 36 à 47, il y a eu une contrainte matérielle sur le recrutement des sujets. Des participants possédant des tailles inférieures à 36 ou supérieures à 47 n'ont ainsi pas pu être sélectionnés pour l'étude.

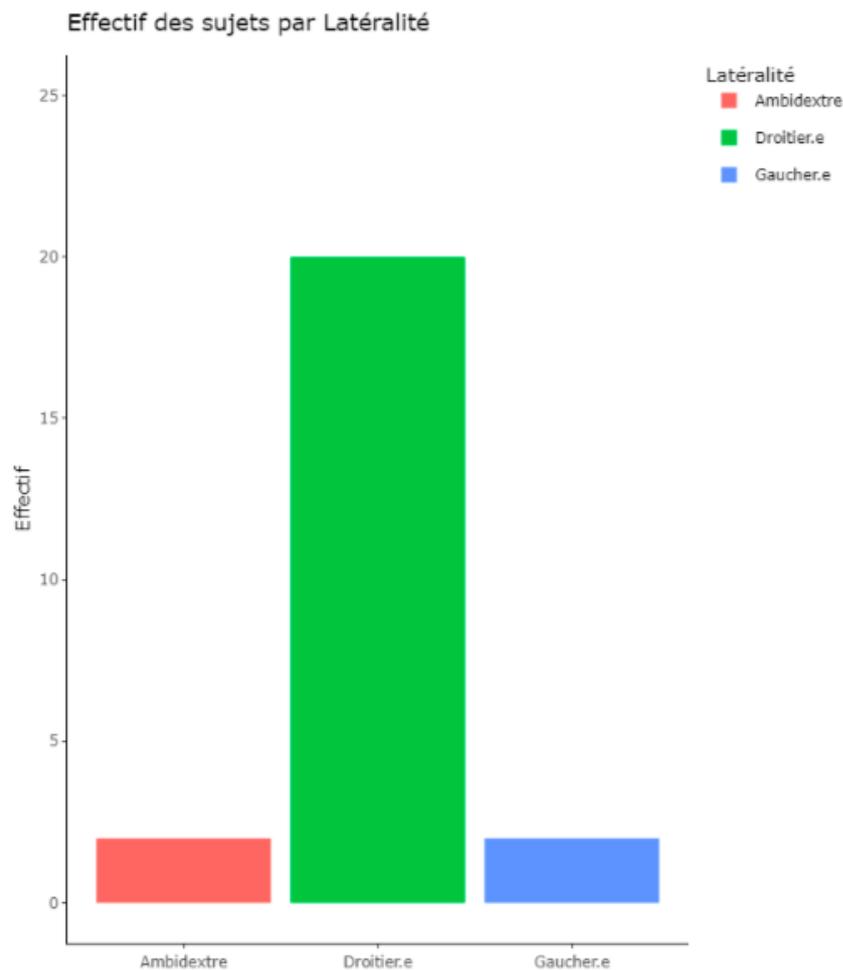


FIGURE 33: Répartition de l'échantillon de 24 sujets en fonction de leur main dominante (ie. latéralité)

La figure 33 détaille la répartition des sujets en fonction de leur latéralité. 83.3% des participants de notre étude sont droitiers, contre 8.3% de participants gauchers et 8.3% ambidextres. L'échantillon suit la répartition normale de la latéralité, à savoir qu'environ 10% de la population sont gauchers pour 90% de droitiers. Certains sujets peuvent avoir une latéralité croisée (le pied fort est le droit et la main forte est la gauche, par exemple), ce qui pourrait avoir un impact sur l'interprétation de certains résultats, qui seraient en contradiction avec la latéralité renseignée.

Annexe 8 : Photographies pour illustrer une passation



FIGURE 34: Pose des semelles et des capteurs



FIGURE 36: Après chaque essai, nous conduisons un entretien oral et un exercice de respiration

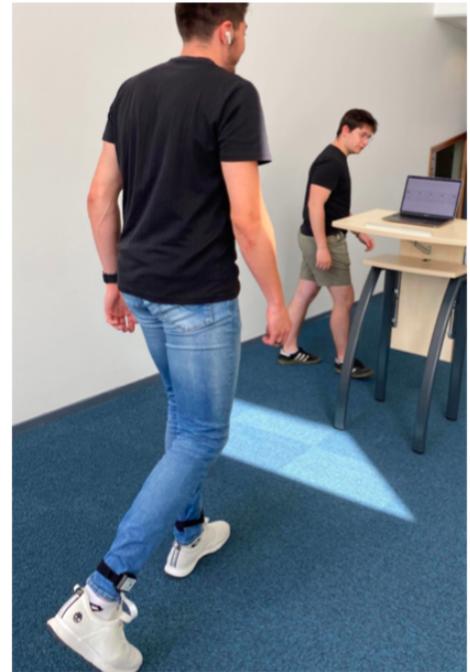


FIGURE 35: Après l'extrait, le sujet marche vers l'ordinateur présentant le SAM