

Titre du projet :

Étude de l'effort mental suivant la perception et la reproduction d'une séquence rythmique

Domaine scientifique :

psychologie, informatique musicale

Chercheur titulaire responsable scientifique du projet :

Florence Levé, Professeur des universités, UPJV, MIS

florence.leve@u-picardie.fr

Lieu de recherche :

université, écoles de musique

Contexte de la recherche et intérêts scientifiques :

L'expérience décrite dans ce document s'inscrit dans les travaux de recherche menés en collaboration entre le laboratoire MIS (Modélisation, Information et Systèmes) à Amiens, et le laboratoire LORIA (Laboratoire lorrain de recherche en informatique et ses applications) en Lorraine. Ce projet est financé par l'Agence Nationale pour la Recherche.

Objectif du projet de recherche :

L'objectif de l'étude est d'étudier l'effort mental nécessaire pour analyser une séquence rythmique. Cette analyse se fera sur la perception et sur la qualité de reproduction de séquences rythmiques. Les résultats seront corrélés à des mesures de complexité rythmique de la littérature basées sur des métriques quantitatives et pourront permettre de mieux paramétrer la difficulté rythmique lors du développement de stimuli auditifs pour des études ultérieures.

Hypothèses générales :

L'hypothèse principale est qu'il existe un lien entre l'effort mental, mesuré grâce à des données physiologiques (rythme cardiaque, température et conductance cutanée) récoltées lors de l'exécution de tâches rythmiques simples et la complexité rythmique (musicale). Si cela est vérifié, une hypothèse secondaire est qu'il est possible de sélectionner des mesures quantitatives de la complexité d'une séquence rythmique représentative de cet effort mental lors d'études sur la perception musicale.

Ce que l'on attend de vous :

Lors de cette expérience, vous serez assis dans une salle calme, face à une table. Sur cette table se trouve un ordinateur, une enceinte et un pavé tactile. L'enceinte sera utilisée pour faire écouter les séquences rythmiques. Le pavé tactile sera utilisé pour retranscrire vos actions. Il vous sera tout d'abord demandé de répondre à un questionnaire d'information, afin de recueillir des informations sur ses habitudes musicales, comme l'étude du solfège, la pratique d'un instrument, le style de musique écoutée. Vous devrez également lire et compléter une fiche d'information et de consentement. Ensuite, il vous sera demandé de porter un bracelet Empatica E4 sur votre main non-dominante, afin d'enregistrer les données

nécessaires à l'étude de l'effort mental. Vos actions sur le pavé tactile nous permettront de calculer la justesse et la précision de la reproduction. L'expérience sera composée de deux étapes : la compréhension et la reproduction. Après chacune de ces étapes, il vous sera demandé d'estimer la complexité de la séquence.

Lors de la première étape, il vous sera demandé d'écouter chaque séquence rythmique, et pendant cette écoute, d'essayer de retrouver la pulsation de la séquence. Vous devrez taper la pulsation avec votre main sur le pavé tactile. Pendant l'écoute, la séquence sera répétée plusieurs fois, sans pause.

Lors de la deuxième étape, la séquence sera rejouée quatre fois avec un métronome battant la pulsation. Il vous sera demandé de taper le rythme. Après un certain temps, la séquence s'arrête, et seul le métronome continue. Il vous sera alors demandé de reproduire la séquence. Vous pouvez recommencer autant de fois que vous le souhaitez avant l'arrêt de métronome.

Vos droits de vous retirer de la recherche en tout temps :

La participation à ce projet est volontaire. Vous pouvez choisir de quitter l'expérience à tout moment sans donner de raison, et sans aucune répercussion. Si vous le souhaitez, avec une demande écrite, vos données peuvent être effacées et/ou vous être communiquées gratuitement.

Vos droits à la confidentialité et au respect de la vie privée :

Vos données seront traitées de manière confidentielle et anonyme. Un numéro d'identifiant unique sera créé pour chaque participant afin de ne pas enregistrer d'éléments permettant votre identification. Les différentes données issues de l'expérience seront tout d'abord enregistrées sur l'ordinateur utilisé pendant l'expérience. Puis ces données seront envoyées sur un cloud UPJV prévu spécifiquement pour ce projet. Ce cloud sera accessible uniquement pour l'équipe de recherche, seulement dans le cadre de l'étude. Les renseignements recueillis sont confidentiels et seuls les responsables du projet et leur équipe de recherche auront accès aux données ainsi qu'à l'enregistrement des participants. À votre demande écrite (ou de votre responsable légal), les données peuvent être effacées et/ou vous être communiquées gratuitement.

Bénéfices :

Les bénéfices de l'étude seront scientifiques, ils apporteront une meilleure compréhension de la perception de la complexité rythmique et pourront être réutilisés dans des travaux ultérieurs pour calibrer la difficulté de stimuli auditifs.

Risques possibles :

À notre connaissance, cette recherche n'implique aucun risque. Les exercices demandés lors des expériences reflètent des exercices pouvant être réalisés lors de l'apprentissage du solfège. Le port du bracelet peut entraîner un certain inconfort lors de la réalisation de l'expérience.

Participants :

Nombre exact de participants ou « fourchette » approximative et critères utilisés pour fixer ce nombre :

Entre 25 et 80 participants. Le nombre minimum correspond aux personnes adultes de notre entourage (collègues, connaissances) ayant des dispositions musicales (éducation musicale en école de musique, pratique d'un instrument...). Le nombre maximum pourrait être atteint par des partenariats avec des écoles de musique avec qui nous sommes en contact.

Population cible :

musiciens de différents niveaux

Recrutement :

Les modes de recrutement privilégiés seront le contact direct et le partenariat avec des structures d'enseignement musical ou des professeurs de formation musicale de ces structures, nous permettant de toucher un nombre important de participants potentiels (écoles de musique, conservatoires). Des flyers seront à disposition des personnes intéressées afin de leur expliquer l'étude.

Lieu de recrutement :

Nos laboratoires de recherche ; les conservatoires de Doullens, d'Amiens, de Nancy ; des écoles de musique de la région d'Amiens ou de Nancy.

Critères de sélection :

Pas de sélection.

Critères de non inclusion :

Troubles de l'audition ou neurologiques.

Indemnisation éventuelle des sujets :

La participation à ce projet est volontaire, les différents participants de l'étude seront donc bénévoles.

Description du protocole :

L'expérimentation impliquera des participants majeurs et mineurs. Pour les premiers, le formulaire de consentement sera signé le jour de la passation ; pour les seconds, un formulaire de consentement spécifique sera remis aux parents avant le jour de la passation par le biais des écoles de musique impliquées. Une fiche d'information accompagnera le formulaire de consentement.

Le jour de la passation, le participant sera assis dans une salle calme, face à une table. Sur cette table se trouveront un ordinateur, une enceinte et un pavé tactile. L'enceinte sera utilisée pour faire écouter les séquences rythmiques. Le pavé tactile sera utilisé pour retranscrire les actions du participant. Il sera demandé au participant de répondre à un questionnaire d'information, afin de recueillir des informations sur ses habitudes musicales, comme l'étude du solfège, la pratique d'un instrument, le style de musique écoutée.

La fiche d'information et le formulaire de consentement seront relus avec le participant avant l'expérience afin de pouvoir répondre à d'éventuels doutes. Les consignes lui seront alors données. Le participant pourra, s'il le désire et sans justification, demander la suppression de ses données à n'importe quel moment, à l'aide de la clé d'identification que nous lui remettrons au début de la session et qu'il sera le seul à posséder.

Le participant devra placer ses coudes au niveau de la table, les avant-bras sur la table. Le participant portera le bracelet Empatica E4 sur sa main non-dominante, afin de réduire la présence de bruit dû aux mouvements dans les données collectées. Le pavé tactile servira de capteur pour retranscrire les actions du participant, afin de pouvoir calculer la justesse et la précision de la reproduction.

L'expérience sera composée de deux étapes : la compréhension et la reproduction. Après chacune de ces étapes, il sera demandé au participant d'estimer la complexité de la séquence. Afin d'avoir une durée d'expérience raisonnable et d'éviter une perte de concentration, une base de vingt à trente séquences rythmiques sera jouée au participant. L'ordre de ces séquences sera tiré aléatoirement au début de l'expérience. Ces séquences seront jouées dans un ordre différent pour chaque participant. Il est cependant possible de prolonger l'expérience en ajoutant d'autres séquences rythmiques si le participant le souhaite.

Détail des étapes :

- Lors de la première étape, il sera demandé au participant d'écouter chaque séquence rythmique, et pendant cette écoute, d'essayer de retrouver la pulsation de la séquence. Le participant devra taper la pulsation avec sa main / ses doigts sur un pavé tactile. Chaque écoute sera constituée d'une seule séquence rythmique, répétée plusieurs fois, sans pause. Cette étape permet d'une part d'évaluer la compréhension et la perception rythmique du participant, d'autre part de récolter les données physiologiques perçues par le bracelet E4.

- Lors de la deuxième étape, la séquence sera rejouée plusieurs fois avec un métronome battant la pulsation. L'ajout d'un métronome permettra au participant de se concentrer entièrement sur la reproduction de la séquence et servira également d'outil pour vérifier la précision de cette reproduction. Pendant cette écoute, le participant pourra, s'il le souhaite, commencer à taper la séquence. Après la quatrième mesure, la séquence rythmique

s'arrêtera, mais le métronome continuera de battre la pulsation. Nous demanderons alors au participant de reproduire la séquence rythmique entendue. Le participant pourra recommencer autant de fois qu'il le souhaite jusqu'à l'arrêt du métronome, qui interviendra au bout de trente secondes. Cette étape permet d'une part d'évaluer la reproduction réalisée par le participant, d'autre part de récolter les données physiologiques perçues par le bracelet E4.

Matériel utilisé :

Afin d'analyser l'effort mental fourni pendant l'écoute et la reproduction d'une séquence rythmique, la participant sera invité à porter un bracelet Empatica E4. Ce bracelet permet d'enregistrer diverses mesures physiologiques telles que :

- L'activité électrodermale
- La température
- La fréquence cardiaque

Les séquences rythmiques seront diffusées à l'aide d'un ordinateur mis à disposition du participant. Les séquences sont implémentées dans le logiciel MuseScore, grâce à la librairie Music21 du langage de programmation Python. Les participants taperont les pulsations et les rythmes sur un trackpad afin de retranscrire les actions du participant (la récupération des temps des impacts notamment). Cela permettra de calculer la justesse et la précision de la reproduction.

Lieu où l'étude va être conduite :

L'expérimentation se déroulera dans une pièce calme où les participants pourront venir effectuer l'expérience chacun leur tour, dans un lieu pratique d'accès pour plusieurs participants (université, école de musique...). Le matériel expérimental étant mobile, aucune contrainte de lieu n'est nécessaire.

Calendrier des évaluations ou observations :

Le recrutement des participants se fera dès juin 2024. Selon la difficulté de recrutement, il pourra se prolonger l'année universitaire suivante, jusqu'en juillet 2025. Chaque participant effectuera une session d'évaluation, d'une durée d'environ trente minutes.

Durée de l'étude :

Trois mois à un an

Analyse des données :

Les deux étapes de l'expérimentation permettront de calculer la complexité d'une séquence selon deux points de vue, respectivement la complexité de perception et la complexité de performance, sur la base des actions réalisées par les participants. Durant ces étapes, le bracelet sera activé, et enregistrera les différentes données physiologiques du participant.

- Pendant l'écoute : Le temps de recherche de la pulsation, la précision du battement de la pulsation.
- Pendant la réalisation : La réussite de la reproduction, le nombre d'essais avant de réussir, la précision de la reproduction.

La réponse des participants sur l'estimation de la complexité sera donnée par un jugement sur une échelle de Likert à cinq niveaux répondant à la question : « Cette séquence rythmique vous a-t-elle paru complexe ? ». Cela permettra de vérifier une corrélation entre la complexité calculée sur la base des actions des participants et la complexité perçue par le participant. La complexité perçue sera ensuite comparée à différents modèles issus de la littérature.

Enfin, l'étude sur l'effort mental pourra être réalisée en connaissant la complexité du rythme, ainsi qu'en utilisant les données enregistrées pendant l'expérience. Les données physiologiques recueillies par les bracelets seront également comparées aux réponses du questionnaire afin d'étudier les liens entre l'effort mental fourni par l'individu et ses différentes connaissances dans le domaine de la musique.

Procédé d'anonymisation :

Un numéro d'identifiant unique sera créé pour chaque participant afin de ne pas enregistrer d'éléments permettant son identification.

Personnes ayant accès aux données :

Les données brutes recueillies seront confidentielles et seuls les responsables du projet et leur équipe de recherche y auront accès.

Type de données archivées (préciser si données identifiantes, directement ou par recoupement) :

- Données physiologiques : rythme cardiaque, température et conductance cutanée
- Données comportementales : enregistrement des percussions rythmiques lors des passations
- Réponses au questionnaire sur les habitudes musicales
- Evaluation subjective de l'effort perçu et de la difficulté de chaque séquence rythmique

Durée de l'archivage :

Les données brutes listées ci-dessous seront effacées dès que l'anonymisation aura été effectuée, et la version anonymisée sera partagée avec la communauté scientifique. Les formulaires de consentement seront quant à eux conservés 10 ans dans une enveloppe scellée portant la mention : « J'atteste que cette enveloppe contient x (nombre) formulaires de consentement et x formulaires d'information conformes, recueillis dans le cadre de l'étude de l'effort mental suivant la perception et la reproduction d'une séquence rythmique », suivie du nom du responsable.

Lieu de l'archivage :

Les différentes données issues de l'expérience seront tout d'abord enregistrées sur l'ordinateur utilisé pendant l'expérience. Puis ces données seront envoyées sur un cloud UPJV prévu spécifiquement pour ce projet. Ce cloud sera accessible uniquement pour l'équipe de recherche, seulement dans le cadre de l'étude.

Personne responsable :

Florence Levé

Possibilité de destruction à la demande du participant :

À la demande écrite d'un participant (ou de son responsable légal), les données brutes peuvent être effacées et/ou lui être communiquées gratuitement jusqu'à leur suppression.