

**Titre : Charge cognitive et adaptabilité : intérêt des mesures de l'ECG et du comportement moteur au cours d'une tâche visuo-motrice.**

**Doctorante :** Alix BOUNI, thèse CIFRE avec le CATIE débutant le : 01/02/2023

**Directeurs de thèse :** Laurent ARSAC et Véronique DESCHODT-ARSAC

**Laboratoire :** IMS, groupe cognitive, équipe PMH\_DySCo

**Encadrants industriels :** Olivier CHEVALLERIAS, Denis-Henry FAGUET

Le comportement moteur au cours d'une tâche visuo-motrice est révélateur du fonctionnement cognitif qui organise perception et action[1]. Lors d'une tâche nécessitant de suivre le tracé d'un cercle, le plus précisément possible, il a été montré que la fluctuation temporelle de l'erreur de traçage est un signal d'intérêt pour appréhender les processus cognitifs qui organisent l'adaptation permanente du système perceptivo-moteur et ainsi anticiper les performances cognitives du sujet[2]. En particulier, les caractéristiques fractales et multifractales du signal d'erreur motrice, étudié comme la signature macroscopique du comportement du système, fournissent des informations clés sur l'adaptabilité et l'adaptation du système. Cette adaptation est d'autant plus nécessaire que la charge cognitive perçue est importante[3]. Parallèlement, Le rôle du système autonome dans la réponse à des charges cognitives peut être étudié à travers la variabilité du rythme cardiaque (VRC). Les systèmes de régulations : sympathiques (qui assure les activités inotrope et chronotrope positives du système) et parasympathiques (activité chronotrope négative) oscillent à des fréquences différentes ce qui permet de les distinguer et d'en analyser leur puissance [4]. Dans ce contexte, notre objectif est de caractériser l'évolution du fonctionnement cognitif pendant et après une tâche cognitive par des indicateurs physiologiques et comportementaux. En collaboration avec l'équipe Système Cyber-Physique du CATIE, qui a co-construit ce projet de thèse CIFRE, nous avons développé un système multi-capteurs comprenant un ECG (1KHz), pour étudier les dynamiques de régulation du système autonome cardiaque, et un accéléromètre (100Hz), pour capter le comportement de la main du participant, qui traduit l'intégration cognitivo-motrice. Nous avons utilisé un protocole expérimental basé sur la tâche de traçage de cercle, permettant d'appréhender à travers les séries temporelles des erreurs de traçage, l'état cognitif de nos participants. En accord avec le cahier des charges de cette première année, nous avons réalisé une pré-expérimentation suivie d'une expérimentation. Un groupe 'control' (n=21) a été comparé à un groupe expérimental (n=23) dans l'exécution d'une tâche de traçage de cercle (2min) avant et après une tâche visuo-motrice (Herding task) (7min). Cette tâche visuo-motrice consiste à rassembler des moutons sur un écran tandis que leurs déplacements aléatoires sont de plus en plus imprévisibles. Au niveau du contrôle autonome cardiaque, l'analyse temps fréquence (ondelettes) de la VRC reflète la difficulté croissante de la tâche 'Herding', en particulier par l'augmentation significative de la puissance des modulations sympathiques au cours de la tâche pour le groupe 'expérimental' (figure 1). Au plan du comportement moteur, les analyses fractales et multifractales semblent refléter les adaptations face aux difficultés conformément à nos hypothèses. Nous mettrons ensuite en lien ces variations avec les profils de complexité, recueillis en pré-tâche cognitive (nous donnant une indication sur l'adaptabilité du système), ainsi que les données psychologiques et socio-démographiques. En poursuivant le traitement des résultats de cette expérimentation nous pourrions montrer qu'il est possible de caractériser par des données objectives la charge cognitive d'un utilisateur pendant mais aussi après la tâche effectuée par des méthodes rapides et peu invasives.

## Bibliographie :

- [1] L. A. Stirling, L. A. Lipsitz, M. Qureshi, D. G. Kelty-Stephen, A. L. Goldberger, et M. D. Costa, « Use of a Tracing Task to Assess Visuomotor Performance: Effects of Age, Sex, and Handedness », *J. Gerontol. Ser. A*, vol. 68, n° 8, p. 938-945, août 2013, doi: 10.1093/gerona/glt003.
- [2] D. G. Kelty-Stephen, L. A. Stirling, et L. A. Lipsitz, « Multifractal temporal correlations in circle-tracing behaviors are associated with the executive function of rule-switching assessed by the Trail Making Test. », *Psychol. Assess.*, vol. 28, n° 2, p. 171-180, févr. 2016, doi: 10.1037/pas0000177.
- [3] J. Anastas, « The Multi-Scale Dynamics of Executive Function », *Masters Theses*, janv. 2012, [En ligne]. Disponible sur: [https://digitalcommons.lib.uconn.edu/gs\\_theses/225](https://digitalcommons.lib.uconn.edu/gs_theses/225)
- [4] J. F. Thayer et R. D. Lane, « Claude Bernard and the heart–brain connection: Further elaboration of a model of neurovisceral integration », *Neurosci. Biobehav. Rev.*, vol. 33, n° 2, Art. n° 2, févr. 2009, doi: 10.1016/j.neubiorev.2008.08.004.