

O22-Rythmes cérébraux et adaptations perceptivo-motrices

Jérôme Barral¹, Jessica Tallet², Etienne Sallard¹ & Claude-Alain Hauert³

¹ Institut des Sciences du Sport de l'Université de Lausanne, Suisse

² Université de Toulouse, UPS, PRISSMH-LAPMA, Toulouse, France

³ Université de Genève, FAPSE, Genève, Suisse

Jerome.barral@unil.ch

Les rythmes cérébraux représentent des corrélats neurophysiologiques pertinents pour une meilleure compréhension des mécanismes de contrôle du mouvement. Cette présentation vise 1) à expliquer comment interpréter les variations de puissances spectrales de ces rythmes et 2) à illustrer les phénomènes de synchronisation et désynchronisation neuronale qui sous-tendent les adaptations perceptivo-motrices à travers deux types d'études menées dans nos laboratoires : les transitions motrices et les associations auditivo-motrices. Nous exposons les relations entre les variations de puissance du signal électroencéphalographique (EEG) avec les processus d'activation et d'inhibition corticales sous-jacents aux adaptations perceptivo-motrices. Enfin, l'intérêt de cette approche sera discuté dans le domaine de l'expertise sportive.

Keywords: synchronisation neuronale, activation, inhibition, électroencéphalographie.

INTRODUCTION

Ce n'est que récemment que les chercheurs en neurosciences comportementales s'intéressant au mouvement humain ont commencé à explorer les corrélats cérébraux des processus moteurs grâce à la technique d'électroencéphalographie (EEG). L'enregistrement des données d'EEG permet de compléter l'interprétation des indices comportementaux habituellement utilisés en contrôle moteur. Le but de cette communication est d'exposer le principe de (dé)synchronisation neuronale et de comprendre les variations des rythmes cérébraux dans des situations d'adaptations perceptivo-motrices. Nous présentons les résultats de nos travaux, l'un portant sur les transitions motrices et l'autre sur les associations auditivo-motrices.

METHODOLOGIE ET PRINCIPES DE BASE GENERAUX

Les rythmes cérébraux résultent de la sommation de l'activité électrique spontanée de populations de neurones dans le cortex. L'amplitude de ces rythmes dépend du degré de synchronisation des groupes de neurones. Lorsqu'une région participe à une réponse motrice, l'activité neuronale se désynchronise (amplitude faible) tandis que lorsque la région corticale n'est pas impliquée (au repos ou désactivée), l'activité des neurones est synchronisée (amplitude plus élevée) (Pfurtscheller et al., 1997). Une analyse spectrale de Fourier fournit ces valeurs d'amplitude (ou puissance). Dans nos travaux, nous utilisons le système Biosémi© et les électrodes d'intérêt sont situées au dessus des régions sensorimotrices (C3 : hémisphère gauche et C4 : hémisphère droit), des régions frontales (FCz et Cz) et pariétales (CPz et Pz). Deux bandes de fréquences sont étudiées en motricité: alpha (8-12 Hz) et beta (13-30 Hz). La première correspond aux processus attentionnels et la seconde au traitement sensorimoteur. Alors que le rythme alpha peut être observé sur plusieurs zones du cortex, un autre rythme (*mu*), dit « sensori-moteur », est spécifiquement enregistré au-dessus des régions sensorimotrices aux alentours des 10Hz. Il représente un corrélat des liens entre perception et action (Pineda, 2005). Le rapport des puissances entre une tâche expérimentale et une tâche de référence est d'abord calculé puis une transformation en log (*log ratio*) est effectuée pour normaliser la distribution des données. Une valeur négative reflète une activation, une valeur positive une désactivation (Fig. 1).

EXEMPLES D'ETUDES

Dans une première série d'études, les participants devaient effectuer des transitions entre des mouvements de tapping bimanuel (in-phase vers anti-phase, ou réciproquement) ou de tapping bimanuel vers du tapping unimanuel, ou réciproquement. Aux transitions, les résultats montrent une diminution de l'amplitude du rythme alpha au niveau des régions sensorimotrice gauche et pariétales quel que soit le sens de la transition. Ceci reflèterait les ressources attentionnelles nécessaires pour changer de pattern moteur. Lorsque la transition implique de

passer de l'anti-phase vers du tapping en in-phase, une augmentation de l'amplitude du rythme beta est observée dans les régions frontales. Cette désactivation pourrait refléter une 'inhibition active' de la coordination en anti-phase (Tallet et al., 2010). Le deuxième type de travaux concerne les variations du rythme *mu* dans les associations auditivo-motrices (AAM). Huit participants devaient écouter un métronome auditif, avant (écoute1) et après (écoute2) avoir associé un mouvement de tapping unimanuel avec la main droite à ce métronome (AAM). Pour huit autres participants (Contrôle), la tâche d'association se faisait avec un métronome visuel. Ils devaient également écouter le métronome auditif avant et après. Les résultats indiquent que 1) réaliser un mouvement de la main diminue l'amplitude du rythme *mu* pour les deux groupes surtout au dessus de l'hémisphère gauche (Fig.1A), et 2) l'écoute d'un son préalablement associé à un mouvement augmente l'amplitude du rythme *mu* au-dessus des régions sensorimotrices (plus importante à gauche) par rapport à la première écoute (Fig.1B). Cette augmentation pourrait correspondre à une 'inhibition active' pour retenir le tapping de la main droite qui a été préalablement associé au son du métronome.

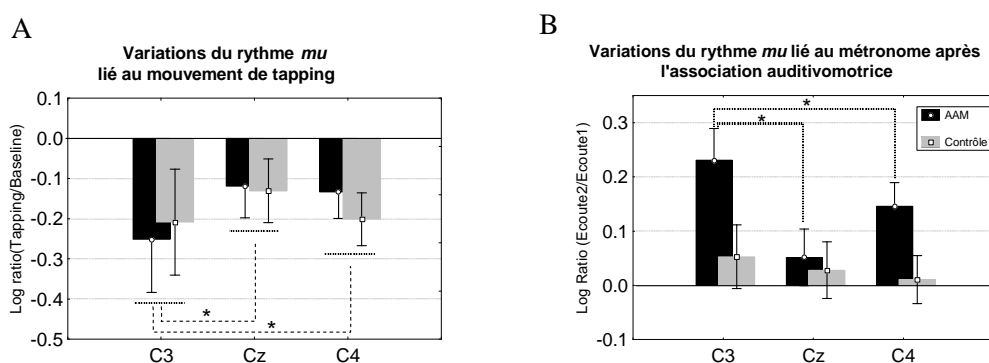


Figure 1. Moyennes et erreurs-types des *log ratio* en fonction des électrodes C3, Cz, C4. A) Diminution du rythme *mu* dans la tâche de tapping par rapport à une condition de référence (baseline) pour les deux groupes. L'activation cérébrale est plus forte pour C3. B) Augmentation de l'amplitude du rythme *mu* marquée sur C3 lors de la deuxième écoute du métronome dans le groupe AAM mais pas dans le groupe Contrôle. * : $p < 0.05$.

DISCUSSION

Les résultats présentés montrent l'intérêt de mesurer les variations des rythmes cérébraux pour mieux comprendre les processus d'activation et d'inhibition impliqués dans les adaptations perceptivo-motrices. En particulier, ils renforcent l'idée que la diminution (désynchronisation neuronale) et l'augmentation (synchronisation) de l'amplitude de rythmes cérébraux dans des bandes de fréquences spécifiques correspondraient à des phénomènes d'activation et de désactivation de processus attentionnels et/ou sensorimoteurs. Etant donné que certains rythmes de base (i.e. alpha) semblent corrélés avec le niveau d'expertise des athlètes (Baumeister et al., 2008), il serait intéressant d'analyser les caractéristiques de synchronisation et de désynchronisation neuronales dans cette population.

BIBLIOGRAPHIE

- Baumeister, J., Reinecke, K., Liesen, H., Weiss, M. (2008). Cortical activity of skilled performance in a complex sports related motor task. *European Journal of Applied Physiology*, 104, 625-631.
- Pfurtscheller, G., Neuper, C., Andrew, C., Edlinger, G. (1997). Foot and Hand area mu rhythms. *International Journal of Psychophysiology*, 26, 121-135.
- Pineda, J. (2005). The functional significance of mu rhythms: Translating "seeing" and "hearing" into "doing". *Brain Research Reviews*, 50, 57-68.
- Tallet, J., Barral, J., James, C., Hauert, C.-A. (2010). Stability-dependent behavioural and electrocortical reorganizations during intentional switching between bimanual tapping modes. *Neuroscience Letters*, 483, 118-122.