

Projet de recherche M2R

Microstructure du sommeil REM et potentiel évoqué cardiaque

Contexte théorique

Le sommeil paradoxal, ou sommeil REM (pour "rapid eye movement"), est un stade de sommeil se caractérisant par des marqueurs électroencéphalographiques similaires à ceux de l'éveil, associés à une atonie musculaire entrecoupée de soubresauts moteurs (Iber, 2007). Ce stade est impliqué dans la régulation de plusieurs fonctions physiologiques, cognitives et émotionnelles (Mukai & Yamanaka, 2023; Peever & Fuller, 2017; Walker & van Der Helm, 2009). Au cours de la dernière décennie, notre conception du sommeil REM a évolué. Alors qu'il était auparavant considéré comme un état homogène, il est maintenant subdivisé en deux micro-états distincts. Ces micro-états se distinguent principalement par la présence (i.e., **REM phasique**) ou l'absence (i.e., **REM tonique**) de mouvements oculaires, et sont associés à des états cérébraux remarquablement différents. Ces différences cérébrales ont conduit à une hypothèse de spécificité fonctionnelle : il a ainsi été proposé que le sommeil REM phasique soit associé à des processus cognitifs internes tels que la mémoire ou le traitement émotionnel (pour une revue, voir Simor et al., 2020). Par opposition, le micro-état tonique favoriserait quant à lui la surveillance de l'environnement. Cette dernière hypothèse s'appuie principalement sur des études s'intéressant aux réponses comportementales et cérébrales à des stimuli auditifs. Ainsi, il a été montré une diminution des seuils d'éveil et une augmentation de la réactivité cérébrale en sommeil REM tonique (Ermis et al., 2010; Sallinen et al., 1996). Toutefois, une part importante des stimulations reçues et traitées par le cerveau provient du corps (e.g., douleur, sensations viscérales). À ce jour, peu d'études ont investigué la perception des signaux corporels internes, i.e., l'intéroception, dans le sommeil REM phasique et tonique. Or, dans ce cadre théorique, il peut être supposé que l'intéroception est également accentuée en sommeil REM tonique.

Afin d'étudier l'intéroception pendant le sommeil, plusieurs auteurs se sont intéressés au potentiel évoqué cardiaque (*heart evoked potential*, HEP). Il s'agit d'un potentiel évoqué observé principalement au niveau des aires fronto-centrales, se déclenchant en réponse au battement cardiaque (Park & Blanke, 2019). Ce potentiel est modulé au travers des états de vigilance, et notamment au cours du sommeil. Lechinger et collaborateurs (2015) ont notamment mis en évidence une modulation de l'amplitude de l'HEP au fil des stades de sommeil NREM. Simor et collaborateurs (2021) ont conduit la première étude portant sur le potentiel évoqué cardiaque (HEP) au sein des différents sous-états du sommeil REM. Menés auprès de 40 participants, leurs travaux ont mis en évidence des modulations spécifiques de l'amplitude de l'HEP entre sommeil REM tonique et phasique, tout en révélant une continuité de cette amplitude entre le sommeil REM phasique, le sommeil REM tonique et l'éveil.

Ce TER aura pour but de répliquer les travaux de Simor et collaborateurs (2021), en ré-analysant des données de sommeil (EEG, EOG, ECG) rétrospectives issues de plus de 600 participants. En outre, ce TER aura pour deuxième objectif d'explorer les effets de l'âge et du sexe sur ces HEP en sommeil REM tonique/phasique. Cette ré-analyse se fera à l'aide de pipelines de traitement automatisés développés sous Matlab et Python.

Ce travail s'effectuera sous l'encadrement de Jean-Baptiste Eichenlaub (MCF, Laboratoire de Psychologie et Neurocognition (LPNC)) et Célia Bertin (doctorante, LPNC), en collaboration avec Péter Simor et un.e post-doctorant.e travaillant sur ce sujet (CRCN, Bruxelles).

Il se déroulera sur le campus de l'Université Savoie Mont-Blanc à Jacob-Bellecombette (73).

Profil souhaité :

- M2 Recherche en Neurosciences/Sciences Cognitives/Psychologie
- Idéalement, des notions de programmation en Python et/ou Matlab seraient souhaitées; au minimum, un attrait pour la programmation qui constituera la majeure partie du travail de recherche.

Pour candidater, merci de contacter les deux encadrants par mail :

Jean-Baptiste Eichenlaub : jean-baptiste.eichenlaub@univ-smb.fr

Célia Bertin : celia.bertin@univ-smb.fr

REM sleep microstructure and heartbeat evoked potential

Rapid eye movement (REM) sleep is a sleep stage characterized by electroencephalographic patterns similar to those observed during wakefulness, combined with muscle atonia interspersed with brief motor twitches (Iber, 2007). This stage is involved in the regulation of several physiological, cognitive, and emotional functions (Mukai & Yamanaka, 2023; Peever & Fuller, 2017; Walker & van Der Helm, 2009).

Over the past decade, our understanding of REM sleep has evolved considerably. Once regarded as a homogeneous state, it is now subdivided into two distinct substates, differentiated mainly by the presence (i.e., phasic REM) or absence (i.e., tonic REM) of rapid eye movements, and associated with remarkably distinct brain states. These differences in neural activity between phasic and tonic REM sleep have raised questions regarding their respective functions. It has thus been proposed that phasic REM sleep is associated with internal cognitive processes such as memory consolidation and emotional processing (for a review, see Simor et al., 2020). Tonic REM sleep, by contrast, has been suggested to support environmental awareness. This hypothesis is supported by findings showing reduced arousal thresholds and increased cortical responsiveness to auditory stimuli specifically during tonic REM sleep (Ermiş et al., 2010; Sallinen et al., 1996). However, a substantial part of the stimuli received and processed by the brain originates from within the body itself (e.g., pain, visceral sensations). To date, few studies have investigated the perception of internal bodily signals (i.e., interoception) across phasic and tonic REM sleep. Within this theoretical framework, it may be hypothesized that interoception is enhanced during tonic REM sleep.

To investigate interoception during sleep, several authors have examined the heartbeat-evoked potential (HEP). The HEP is an evoked potential observed primarily over fronto-central areas, time-locked to the heartbeat (Park & Blanke, 2019). Its amplitude is modulated across vigilance states, and notably across sleep stages : for example, Lechinger and colleagues (2015) showed a modulation of HEP amplitude across non-REM (NREM) sleep stages.

Simor and colleagues (2021) conducted the first study examining the HEP across the substates of REM sleep. In a sample of 40 participants, their findings revealed specific modulations of HEP amplitude between tonic and phasic REM sleep, as well as a continuity of this amplitude across phasic REM sleep, tonic REM sleep, and wakefulness.

The present research thesis aims to replicate the work of Simor and colleagues (2021) by re-analyzing retrospective sleep data (EEG, EOG, ECG) from a cohort of over 600 participants, using automated processing pipelines developed in Matlab and Python. This research work also aims to explore the effects of age and sex on HEP during phasic/tonic REM sleep.

This work will be conducted under the supervision of Jean-Baptiste Eichenlaub (MCF, Laboratoire de Psychologie et Neurocognition (LPNC)) and Célia Bertin (PhD student, LPNC), in collaboration with Péter Simor and a postdoctoral researcher working on this topic (CRCN, Brussels).

The internship will take place on the Université Savoie Mont Blanc campus, in Jacob-Bellecombette (73000).

Desired profile:

- Master's level (M2) in Neuroscience, Cognitive Science, or Psychology.
- Programming skills in Python and/or Matlab are desirable; at minimum, an interest in programming is expected, as it will constitute the majority of the research work.

To apply, please contact the supervisors by email:

Jean-Baptiste Eichenlaub : jean-baptiste.eichenlaub@univ-smb.fr

Célia Bertin : celia.bertin@univ-smb.fr

Bibliography

Ernis, U., Krakow, K., & Voss, U. (2010). Arousal thresholds during human tonic and phasic REM sleep: Arousal threshold in tonic and phasic REM. *Journal of Sleep Research*, 19(3), 400-406. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2010.00831.x>

Iber, C. (2007). The AASM manual for the scoring of sleep and associated events: Rules, terminology, and technical specification. (*No Title*). <https://cir.nii.ac.jp/crid/1370004237604151044>

Mukai, Y., & Yamanaka, A. (2023). Functional roles of REM sleep. *Neuroscience Research*, 189, 44-53.

Park, H.-D., & Blanke, O. (2019). Heartbeat-evoked cortical responses: Underlying mechanisms, functional roles, and methodological considerations. *NeuroImage*, 197, 502-511.

Peever, J., & Fuller, P. M. (2017). The biology of REM sleep. *Current biology*, 27(22), R1237-R1248.

Sallinen, M., Kaartinen, J., & Lyytinen, H. (1996). Processing of auditory stimuli during tonic and phasic periods of REM sleep as revealed by event-related brain potentials. *Journal of Sleep Research*, 5(4), 220-228. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.1996.00220.x>

Simor, P., van der Wijk, G., Nobili, L., & Peigneux, P. (2020). The microstructure of REM sleep: Why phasic and tonic? *Sleep medicine reviews*, 52, 101305.

Walker, M. P., & van Der Helm, E. (2009). Overnight therapy? The role of sleep in emotional brain processing. *Psychological bulletin*, 135(5), 731.