

Le bercement améliore le sommeil et la mémoire

Aurore Perrault¹, Charles Quairiaux¹, Laurence Bayer^{1,2}

► Depuis la nuit des temps et dans différentes cultures, les parents bercent leurs enfants pour les endormir. Il y a environ mille ans, des populations amérindiennes inventent le « nid des anges », appelé aujourd'hui « hamac », et c'est à partir de la fin du XV^e siècle, à travers les récits de l'explorateur Christophe Colomb, que l'idée des effets positifs du bercement sur l'endormissement commence véritablement à se répandre en Europe. Mais comment, par quels mécanismes, un tel mouvement lent et répété de balancement favorise-t-il l'induction et le maintien du sommeil ? Cette question n'avait jamais été réellement abordée par la communauté scientifique. Nos deux études, l'une chez l'homme [1] et l'autre chez la souris [2], permettent d'apporter certains éléments de réponse.

Lorsque nous dormons, nous ne répondons pas aux stimulations externes, d'un point de vue comportemental, comme nous le ferions pendant la veille. Néanmoins, le traitement sensoriel ne cesse pas complètement pendant le sommeil : pour preuve, une stimulation sonore, comme un trafic routier trop intense, peut perturber notre sommeil quand, à l'inverse, le bercement léger du train ou d'un hamac semble le favoriser. Dans les années 1970-1980, des scientifiques ont commencé à étudier l'effet du balancement sur le sommeil des bébés. Par l'utilisation d'un matelas à eau, qui mimait un mouvement oscillant passif sous l'effet du poids du corps, il a été montré que le sommeil des enfants survenait plus rapidement, et était maintenu sur une plus longue période [3]. En 2011, nous avons conçu, à l'université

de Genève, un lit berceur (Figure 1B), qui nous a permis de tester chez l'adulte l'effet du balancement sur le sommeil durant une sieste de 45 minutes l'après-midi. Ce lit est suspendu à un cadre par quatre tiges métalliques, rendant ainsi le sommier mobile. Ce dernier est relié à un moteur silencieux, qui lui imprime un mouvement périodique horizontal, régulier et continu. Les paramètres de balancement qui ont été retenus sur la base du confort subjectif des sujets sont : une fréquence de 0,25 Hz (4 secondes pour un mouvement d'aller et retour complet) et une amplitude latérale de 10 cm. Dans l'étude initiale, nous avons comparé les siestes de 12 bons dormeurs en condition « balancée » et en condition « statique », grâce aux enregistrements polysomnographiques¹, et avons conclu que non seulement le bercement accélérât l'entrée en sommeil et favorisait un sommeil plus profond, mais qu'il augmentait également la survenue de deux marqueurs neurophysiologiques du sommeil lent, ou sommeil NREM², sur l'électroencéphalogramme (EEG) : les « fuseaux de sommeil » (*spindles*) et les ondes « lentes », définies comme étant de fréquence < 4 Hz [4]. Le sommeil NREM est en effet caractérisé par l'ap-

¹Département de neurosciences fondamentale, Université de Genève, 1, rue Michel Servet 1206 Genève, Suisse.

²Centre de médecine du sommeil, Hôpitaux universitaires de Genève, 2, chemin du Petit-Bel-Air, Site Belle-Idée, bâtiment Les Cèdres, 1225 Chêne-Bourg, Suisse.

Laurence.Bayer@unige.ch

parition progressive d'ondes lentes, qui sont le reflet d'une activité synchronisée entre les neurones des circuits thalamo-corticaux. Plus les ondes lentes sont abondantes, plus l'individu est plongé dans un sommeil profond correspondant au stade 3 (N3) du sommeil NREM. Les *spindles*, d'origine thalamique, sont également caractéristiques du sommeil NREM. Ils surviennent selon un mode phasique, avec une fréquence oscillatoire de 9-15 Hz, et sont directement liés à la stabilité et à la qualité du sommeil [5]. *Spindles* et ondes « très lentes » (*slow oscillations*, de fréquence < 1 Hz) du NREM sont aussi les marqueurs d'un phénomène comportemental intrigant : la consolidation de la mémoire pendant le sommeil [6, 7].

Les données de la littérature, conjuguées aux résultats prometteurs de notre première étude sur l'effet du bercement dans la transition veille-sommeil, nous ont ensuite conduits à étudier les effets du bercement sur l'architecture complète du sommeil nocturne et sur le renforcement mnésique chez 18 volontaires, bons dormeurs, qui passaient une nuit complète sur le lit en mouvement (nuit « balancée ») et une deuxième nuit sur le même lit en position stationnaire (nuit « statique »). Les sujets ont également été testés pour la mémoire déclarative : une liste de 46 paires de mots était apprise le soir, puis répétée le soir-même avant de dormir et le matin après le réveil. L'étape de « répétition » des mots consistait à présenter un mot, et le sujet devait alors se souvenir du deuxième mot de la paire apprise auparavant. Ce protocole (Figure 1A) nous

¹ La polysomnographie (ou polygraphie du sommeil) est l'enregistrement simultané de plusieurs variables physiologiques (rythmes respiratoire et cardiaque, électroencéphalogramme, reflétant l'activité électrique du cerveau, et électromyogramme des bras ou des jambes, reflétant l'activité musculaire des membres) pendant le sommeil, et permet de différencier les états de vigilance.

² On peut déterminer trois états de vigilance : la veille, le sommeil REM (*rapid eye movement*) ou sommeil paradoxal, et le sommeil NREM (*non-REM*) ou sommeil lent, en relation avec l'apparition d'ondes lentes spécifiques à l'EEG. Chez l'homme, on distingue 3 stades dans le sommeil NREM : N1, N2, N3. Le stade N3 est considéré comme le sommeil le plus profond, associé à un minimum de 30 % d'ondes lentes.

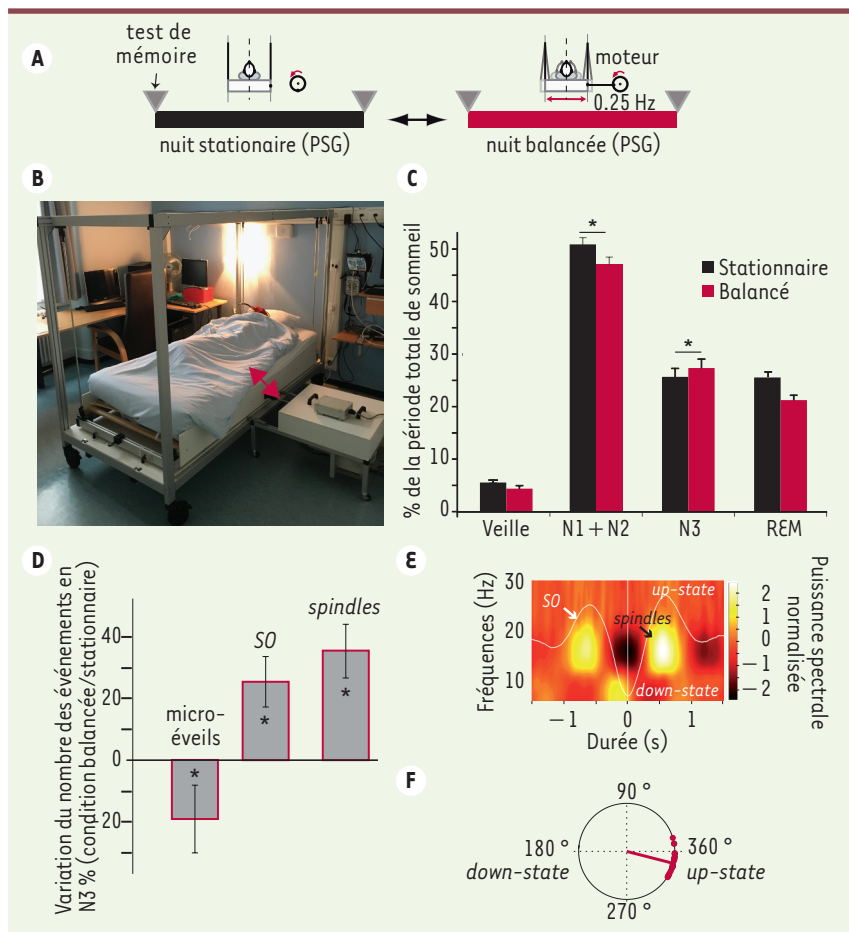


Figure 1. **A.** Représentation schématique du protocole expérimental, dans lequel les 18 sujets dormaient une nuit sur le lit qui balance, et une deuxième nuit sur le même lit immobile. **B.** Le lit « berceau » est animé d'un mouvement latéral périodique d'amplitude 10 cm et de fréquence 0,25 Hz. **C.** Distribution des différents stades de sommeil (moyenne \pm s.e.m., en pourcentage de la période totale de sommeil) pendant les nuits « stationnaire » et « balancée ». L'astérisque indique une différence statistiquement significative, au risque d'erreur 5 %. **D.** Variation moyenne, exprimée en pourcentage (\pm s.e.m.), des micro-éveils, des *spindles*, et des *slow oscillations* (SO) dans la condition « balancée » comparée à la condition « stationnaire » durant le stade N3 de sommeil profond. **E.** Illustration, sur un participant de l'étude, du couplage phase-fréquence entre phase de la SO et activité spectrale des *spindles* (fréquence dans la bande sigma, 12-15 Hz) durant le stade N3 en condition « nuit balancée » [1]. La puissance spectrale de la bande sigma des *spindles* apparaît prédominante durant la transition « down-state to up-state » de la SO. **F.** Représentation circulaire de la préférence de phase SO-fréquence des *spindles* pour chaque participant durant N3 en condition « nuit balancée » : tous les points rouges représentant la modulation de l'activité spectrale des *spindles* de chaque participant sont situés dans une zone proche de 360°, correspondant à la « up-state » des SO.

a permis d'étudier les répercussions du mouvement continu à 0,25 Hz sur : (1) l'architecture et le maintien du sommeil, (2) l'entraînement des oscillations cérébrales spécifiques du NREM (*spindles* et *slow oscillations*), et (3) la consolidation mnésique durant la nuit.

Le bercement consolide l'architecture du sommeil et les ondes EEG associées, et améliore les performances mnésiques

Comparées aux nuits « statiques », les nuits « balancées » s'accompagnent, chez tous les sujets, d'une modifica-

tion de l'architecture du sommeil en faveur d'une meilleure qualité. Nous avons observé : (1) un raccourcissement de la latence d'endormissement, (2) une augmentation du sommeil de stade N3 au détriment du sommeil plus léger (stades N1 et N2) (Figure 1C), et (3) une diminution du nombre de micro-éveils (Figure 1D). Même si les micro-éveils sont des événements brefs (3 à 15 secondes), fréquents et spontanés, ils sont néanmoins considérés comme reflétant une activation corticale qui fragmente le sommeil. La diminution du nombre de micro-éveils est particulièrement marquée pendant la période N3, et est ainsi corrélée avec la durée de sommeil profond. La durée prolongée de N3 est associée à une augmentation de 20 % des *slow oscillations* et de 29 % des *spindles* (Figure 1D). Il a été montré que les *spindles* ne survenaient pas au hasard, mais préférentiellement durant la « up-state » des *slow oscillations* (Figure 1E-F)³. Ce couplage thalamo-cortical entre *spindles* et *slow oscillations* coïncide aussi avec l'émergence de rythmes spécifiques de l'hippocampe : des oscillations rapides, ou « ripples », de fréquence 100-200 Hz. Cette triple association (*phase-coupling*) semble importante pour la plasticité corticale responsable des processus de consolidation mnésique dépendant de l'hippocampe pendant le sommeil [6]. En accord avec cette hypothèse, nous avons montré que les performances mnésiques après le réveil étaient nettement améliorées par la nuit « balancée », et que cette augmentation était corrélée avec l'activité spectrale de la bande sigma correspondant aux *spindles* [1].

³ À l'échelle cellulaire, les *slow oscillations* résultent de changements synchronisés des potentiels de membrane des neurones corticaux entre un état hyperpolarisé (« down-state » de la *slow oscillation*) et un état dépolarisé (« up-state » de la *slow oscillation*). Ce dernier favoriserait l'apparition des *spindles*.

Le bercement entraîne les oscillations/ondes cérébrales spécifiques du sommeil

Il était intéressant de savoir si l'émergence des *slow oscillations* et des *spindles* pendant le sommeil profond était entraînée, synchronisée par le mouvement périodique du balancement. L'analyse de l'EEG a montré que ces ondes spécifiques du NREM survenaient préférentiellement avec une périodicité d'environ 2 secondes, correspondant à chaque changement de direction du lit (matérialisé par un signal sur l'EEG), suggérant ainsi que le mouvement de balancement entraîne une activité synchronisée des circuits thalamo-corticaux. Comment le balancement entraîne-t-il cette synchronisation des ondes cérébrales au bénéfice d'un sommeil de meilleure qualité et d'un renforcement de la mémoire ? L'implication probable du système vestibulaire, le système sensoriel qui nous permet de détecter les accélérations et contribue ainsi à l'équilibration, a pu être confirmée par l'étude que nous avons menée conjointement chez la souris [2]. Nous avons d'abord montré qu'un balancement horizontal « à une fréquence optimale de 1 Hz » induisait des effets bénéfiques sur le sommeil des souris, à l'image de ceux observés chez l'homme. Dans une deuxième étape, nous avons utilisé des souris transgéniques présentant un dysfonctionnement des organes

sensoriels vestibulaires qui les rend incapables de détecter les accélérations linéaires, et nous avons montré que l'architecture du sommeil n'était alors plus modifiée par le balancement. Ce résultat obtenu chez l'animal apporte la preuve mécanistique que l'effet du bercement sur le sommeil passe par le système sensoriel vestibulaire, qui comporte des projections neuronales directes sur le thalamus.

Perspectives

Ces dernières années, des efforts ont été déployés pour trouver des méthodes non-invasives afin d'améliorer la qualité du sommeil par le biais, par exemple, de stimulations auditives ou de stimulations magnétiques trans-crâniennes [8, 9]. Ces études ont réussi à stimuler les ondes cérébrales du sommeil NREM associées à une consolidation des facultés mnésiques, mais sans renforcer la qualité architecturale du sommeil, contrairement au bercement. Le bercement pourrait ainsi constituer une alternative non-pharmacologique pour améliorer la qualité du sommeil chez des individus souffrant de troubles du sommeil. Parce que notre étude montre également une amélioration des capacités mnésiques après une « nuit balancée », le bercement pourrait également constituer une aide pour les personnes âgées, dont le sommeil et les performances cognitives se dégradent souvent avec les années.

Notons enfin qu'une étude récente a montré qu'une réduction du sommeil profond est associée à certains biomarqueurs des maladies neurodégénératives comme la maladie d'Alzheimer [10]. ♦ **Rocking improves sleep and memory**

LIENS D'INTÉRÊT

Les auteurs déclarent n'avoir aucun lien d'intérêt concernant les données publiées dans cet article.

RÉFÉRENCES

1. Perrault AA, Khani A, Quairiaux C, et al. Whole-night continuous rocking entrains spontaneous neural oscillations with benefits for sleep and memory. *Curr Biol* 2019 ; 29 : 402-11.e3.
2. Kompotis K, Hubbard J, Emmenegger Y, et al. Rocking promotes sleep in mice through rhythmic stimulation of the vestibular system. *Curr Biol* 2019 ; 29 : 392-401.e4.
3. Korner AF, Ruppel EM, Rho JM. Effects of water beds on the sleep and motility of theophylline-treated preterm infants. *Pediatrics* 1982 ; 70 : 864-9.
4. Bayer L, Constantinescu I, Perrig S, et al. Rocking synchronizes brain waves during a short nap. *Curr Biol* 2011 ; 21 : R461-2.
5. Dang-Vu TT, McKinney SM, Buxton OM, et al. Spontaneous brain rhythms predict sleep stability in the face of noise. *Curr Biol* 2010 ; 20 : R626-7.
6. Staresina BP, Ole Bergmann T, Bonnefond M, et al. Hierarchical nesting of slow oscillations, spindles and ripples in the human hippocampus during sleep. *Nat Neurosci* 2015 ; 18 : 1679-86.
7. Malle M, Bergmann T, Marshall L, et al. Fast and slow spindles during the sleep slow oscillation: disparate coalescence and engagement in memory processing. *Sleep* 2011 ; 34 : 1411-21.
8. Ngo HV V, Martinetz T, Born J, et al. Auditory closed-loop stimulation of the sleep slow oscillation enhances memory. *Neuron* 2013 ; 78 : 545-53.
9. Marshall L, Helgadóttir H, Mölle M, et al. Boosting slow oscillations during sleep potentiates memory. *Nature* 2006 ; 444 : 610-3.
10. Lucey BP, Hicks TJ, McLeland JS, et al. Effect of sleep on overnight cerebrospinal fluid amyloid β kinetics. *Ann Neurol* 2018 ; 83 : 197-204.

AMPS (Association Médecine Pharmacie Sciences)

La période de candidature pour la passerelle permettant d'intégrer directement les études de Santé (Médecine, Pharmacie, Odontologie et Maïeutique) après un diplôme de niveau Bac +5 ou plus approche à grand pas. Pour cette occasion, l'AMPS (Association Médecine Pharmacie Sciences) a le plaisir de vous présenter son guide de candidature au concours passerelle, ainsi que son guide pour préparer sa rentrée directement en 2^e ou 3^e année des études de Santé, rédigé par des étudiants qui s'y trouvent déjà

Si vous êtes un candidat potentiel, ou que vous en connaissez, n'hésitez pas à les utiliser, ils contiennent théoriquement toutes les informations utiles pour passer de la candidature à la rentrée dans l'année supérieure. Et n'hésitez pas non plus à nous faire part de toutes vos remarques concernant ces guides, nous nous ferons un plaisir de les améliorer.

Enfin, si vous-même avez bénéficié de cette passerelle par le passé, n'hésitez pas à nous contacter pour nous faire part de vos témoignages, vos successeurs vous en remercieront grandement.

Vous trouverez toutes les informations intéressantes sur le site de l'AMPS : <https://amps-asso.org/> > Opportunités > Guides
Yanis Bendjellal, rédacteur en chef des guides Sciences-Santé de l'AMPS