

L'effet bénéfique du sommeil sur la mémoire n'est plus un secret : plusieurs décennies de recherches s'accordent sur le fait que le sommeil joue un rôle clé dans le renforcement et la restructuration des souvenirs et apprentissages. De nombreuses études ont montré qu'en état de sommeil, le cerveau est capable de réactiver spontanément nos souvenirs, de manière à laisser une forte empreinte dans notre mémoire. Si en dormant on ne peut pas apprendre de nouvelles choses *per se*, il semble toutefois possible d'aider le cerveau endormi à rejouer certaines mémoires déjà existantes en lui envoyant des stimuli bien précis. La technique utilisée s'appelle réactivation de mémoire ciblée (RMC) (ou *targeted memory reactivation*) et consiste à utiliser des sons ou des odeurs préalablement associés à un apprentissage afin d'amplifier la consolidation de la mémoire qui a lieu durant le sommeil. Si cette technique s'avère aussi efficace que le pensent les chercheurs, les impacts qu'elle pourrait avoir sur notre manière d'appréhender le sommeil sont énormes : la RMC pourrait être utilisée pour renforcer – ou même transformer – nos mémoires, et ce, en dormant tout simplement.

« *Practice makes perfect* »

Lorsque nous apprenons quelque chose de nouveau, par exemple un mot étranger ou un raccourci pour se rendre chez soi, notre cerveau encode cette information sous la forme d'un réseau de neurones qui déchargent de manière spécifique : il se crée alors une *signature* de décharge neuronale associée à cet apprentissage. Au cours de la nuit suivante, notre cerveau endormi rejoue spontanément cette signature neuronale, afin d'imprimer l'information dans notre mémoire. Ce phénomène a d'abord été découvert chez le rongeur il y a plus de 20 ans. Lorsque des rats se promenaient dans un labyrinthe, les neurones déchargeaient selon une séquence bien précise d'après l'endroit où ils se situaient dans le trajet. En enregistrant leur cerveau, les chercheurs ont découvert que cette même séquence se répétait ensuite lorsque les rats faisaient la sieste [1, 2], comme s'ils s'amusaient à renaviguer dans le labyrinthe pendant

leur sommeil afin de ne pas oublier le chemin qui menait à la sucrerie - et heureusement pour eux ce jeu de répétition nocturne portait fruit.

Marchand de sable et de roses

Ce même phénomène a plus tard été observé chez l'humain [3, 4], ce qui mena à la curieuse idée selon laquelle ces réactivations pourraient être déclenchées ou influencées de manière artificielle durant le sommeil. Rasch et coll. [5], dans leur étude pionnière, ont montré que c'était possible en utilisant une simple odeur de rose. L'idée, basée en quelque sorte sur le conditionnement classique, est élégante : les participants apprenaient d'abord à localiser des objets dans un espace 2D (style jeu de mémoire) tout en étant exposés à des bouffées d'odeur florale. Ils allaient ensuite se coucher pour la nuit et, à leur insu, cette même odeur leur était délivrée pendant la phase du sommeil profond. Au réveil, ceux qui avaient reçu l'odeur se souvenaient mieux de la localisation des objets que ceux qui ne l'avaient pas reçue. Il semblerait donc que la simple exposition à un fragment de mémoire (dans ce cas-ci une odeur) serait suffisante pour engager tout un réseau de neurones impliqué dans un apprentissage ou un souvenir, ce qui n'est pas sans rappeler la fameuse madeleine de Proust. Seulement, dans ce cas-ci, tout se fait durant le sommeil de manière quasi inconsciente (bien que l'effet sur les rêves reste inconnu), permettant ainsi à nos mémoires de se consolider sans risque d'interférence.

De la mémoire motrice aux émotions

Suivant cette étude, plusieurs chercheurs ont travaillé d'arrache-pied pour répliquer et développer ce type de protocole. La RMC s'est avérée efficace pour un éventail de fonctions cognitives : mémoire déclarative, mémoire motrice, mémoire émotionnelle, cognition sociale et même créativité. Par exemple, dans une étude de Schreiner et coll. [6], des participants anglophones ont appris une liste de mots en allemand avant d'aller dormir, dont seulement la moitié ont été rejoués durant leur sommeil profond. Au matin, ils se rappelaient mieux le vocabulaire qui avait été présenté durant la nuit, comparé à celui qui n'avait pas été rejoué. De manière similaire, des effets bénéfiques et spécifiques à une réactivation

sonore durant le sommeil ont été montrés pour l'apprentissage moteur d'une mélodie sur un clavier [7], pour trouver des solutions créatives à des problèmes [8, 9] et même pour retrouver son chemin dans une ville virtuelle [10]. Il est intéressant de noter que la RMC fonctionne autant en utilisant des sons que des odeurs. L'avantage des stimulations auditives est leur spécificité, c'est-à-dire qu'elles peuvent être associées à des mémoires très précises pouvant être ciblées durant le sommeil, contrairement à une odeur qui est généralement liée à un contexte d'apprentissage plus global.

Chercher à oublier

Renforcer notre mémoire n'est pas toujours ce qui est le plus souhaitable – par exemple avec les souvenirs indésirables ou traumatiques qui peuvent grandement affecter le bien-être de ceux qui en sont porteurs. Curieusement, on pense que la RMC pourrait aussi, dans certains cas, aider à oublier [11]. Il semblerait que le fait de réactiver une mémoire émotionnellement intense durant le sommeil permettrait de réduire la réponse affective associée à ce souvenir. En fait, on sait depuis la fin des années 90 que le simple fait de se rejouer mentalement ou oralement un souvenir peut mettre ce dernier dans un état instable, fragile, et donc propice à être changé ou altéré, un phénomène appelé reconsolidation de la mémoire [12]. Des thérapies visant à reconsolider, ou à 'réécrire' des souvenirs à l'éveil sont déjà utilisées chez des patients ayant vécu des traumatismes, et leur combinaison avec la RMC permettrait possiblement d'amplifier l'émoussement de ces souvenirs non désirés. Les chercheurs appellent cependant à la prudence : qu'un souvenir traumatique soit affaibli ou amplifié par la RMC durant le sommeil peut dépendre de différences méthodologiques relativement minimes et nous sommes encore loin de bien comprendre les mécanismes cérébraux qui expliquent l'un ou l'autre scénario.

Du laboratoire à notre lit : applications et précautions

Si la RMC continue à faire ses preuves, on peut imaginer qu'elle pourrait un jour aider à freiner l'oubli chez ceux qui ont des troubles de mémoire liés au vieillissement ou aux maladies dégénératives, telles que l'Alzheimer. Elle pourrait aussi aider à optimiser la réadaptation physique ou posturale (après une

blessure ou un AVC par exemple), ou être utilisée comme traitement psychothérapeutique pour soulager des mémoires traumatiques. Outre son potentiel thérapeutique, verra-t-on un jour des étudiants travailler sur leurs mathématiques avec une fragrance de menthe également présente sur l'oreiller? Avant d'en arriver là, il faut approcher la RMC avec prudence puisque ses effets à long terme n'ont pas encore été étudiés. Notamment, on ne sait toujours pas si le fait d'amplifier un apprentissage spécifique se produit aux dépens d'un autre, ni si ce genre de stimulation pourrait perturber d'autres fonctions cruciales du sommeil. Une considération éthique s'impose également : il a été montré que la RMC pouvait aller au-delà d'un simple renforcement de la mémoire et pouvait, par exemple, amplifier l'effet d'un entraînement visant à réduire les préjugés raciaux et de genre [13]. Si nos préjugés sociaux peuvent être influencés de manière inconsciente durant notre sommeil, un encadrement éthiquement responsable de la RMC sera nécessaire pour prévenir des abus ou éviter une utilisation injuste de ses effets sur la cognition humaine.

Alors patience avant d'accueillir la RMC dans nos chambres à coucher, et commençons d'abord par reconnaître le sommeil comme étant notre meilleur allié pour optimiser notre fonctionnement diurne, et ce, sans rose ni mélodie.

1. Wilson, M.A. and B.L. McNaughton, *Reactivation of hippocampal ensemble memories during sleep*. Science, 1994. **265**(5172): p. 676-9.
2. Skaggs, W.E. and B.L. McNaughton, *Replay of neuronal firing sequences in rat hippocampus during sleep following spatial experience*. Science, 1996. **271**(5257): p. 1870-3.
3. Peigneux, P., et al., *Are spatial memories strengthened in the human hippocampus during slow wave sleep?* Neuron, 2004. **44**(3): p. 535-45.
4. Maquet, P., *A role for sleep in the processing of memory traces. Contribution of functional neuroimaging in humans*. Bull Mem Acad R Med Belg, 2004. **159**(Pt 2): p. 167-70.
5. Rasch, B., et al., *Odor cues during slow-wave sleep prompt declarative memory consolidation*. Science, 2007. **315**(5817): p. 1426-9.

6. Schreiner, T. and B. Rasch, *Boosting Vocabulary Learning by Verbal Cueing During Sleep*. *Cereb Cortex*, 2015. **25**(11): p. 4169-79.
7. Antony, J.W., et al., *Cued memory reactivation during sleep influences skill learning*. *Nat Neurosci*, 2012. **15**(8): p. 1114-6.
8. Beijamini, F., et al., *After being challenged by a video game problem, sleep increases the chance to solve it*. *PLoS One*, 2014. **9**(1): p. e84342.
9. Ritter, S.M., et al., *Good morning creativity: task reactivation during sleep enhances beneficial effect of sleep on creative performance*. *J Sleep Res*, 2012. **21**(6): p. 643-7.
10. Shimizu, R.E., et al., *Closed-Loop Targeted Memory Reactivation during Sleep Improves Spatial Navigation*. *Front Hum Neurosci*, 2018. **12**: p. 28.
11. Hauner, K.K., et al., *Stimulus-specific enhancement of fear extinction during slow-wave sleep*. *Nat Neurosci*, 2013. **16**(11): p. 1553-5.
12. Nader, K., G.E. Schafe, and J.E. Le Doux, *Fear memories require protein synthesis in the amygdala for reconsolidation after retrieval*. *Nature*, 2000. **406**(6797): p. 722-6.
13. Hu, X., et al., *Cognitive neuroscience. Unlearning implicit social biases during sleep*. *Science*, 2015. **348**(6238): p. 1013-5.