

ET S'IL EXISTAIT PLUSIEURS CIRCUITS DE MÉMORISATION?

Réactiver des apprentissages de façon ciblée durant le sommeil à l'aide de sons associés au préalable à ces apprentissages, comme Delphine Oudiette et Ken Paller l'ont fait dans leurs travaux, est une chose. L'hypnopédie en est une autre. Cette méthode consiste à créer directement des associations nouvelles pendant le sommeil (une odeur désagréable mêlée à celle du tabac, par exemple), associations qui influencent ensuite le comportement une fois éveillé (des fumeurs soumis à cette association ont réduit leur consommation de cigarettes, comme l'ont montré en 2014 Anat Arzi, de l'université de Cambridge, et ses collègues).

Ces deux voies ont chacune apporté des informations nouvelles sur les mécanismes de consolidation de nouveaux apprentissages au cours du sommeil. La réactivation mnésique ciblée (TMR) a ainsi amplement contribué à montrer que des bouffées d'activité neuronale nommées fuseaux de sommeil jouent un rôle important dans la consolidation de la mémoire dite déclarative, en conjonction avec d'autres marqueurs neurophysiologiques du sommeil à ondes lentes (voir l'encadré page 32). Quand, au cours du sommeil lent, on présente à un participant un son lié à un apprentissage préalable, son activité cérébrale augmente dans la bande de fréquence 12-15 hertz (qui correspond aux fuseaux de sommeil), et il se souvient mieux des mots associés le lendemain. Toutefois, notre équipe et d'autres ont montré que si l'on présente une seconde stimulation auditive rapidement (moins de 1,4 seconde)

après la première, alors l'activité liée aux fuseaux est abolie et le bénéfice de la présentation de l'indice est perdu. Ces résultats suggèrent que le fuseau de sommeil est un élément important pour la propagation de l'information et son transfert de l'hippocampe vers le cortex. Ils montrent aussi que le succès des procédures de TMR dépend des paramètres utilisés pour présenter les stimulations au cours du sommeil.

Depuis les travaux d'Anat Arzi, plusieurs études sur l'hypnopédie ont par ailleurs confirmé que notre cerveau garde la capacité résiduelle de traiter des stimulations externes au cours du sommeil.

Au moins deux stratégies cérébrales distinctes mènent à la consolidation de nouveaux souvenirs

Toutefois, des travaux récents ont aussi montré qu'il est impossible de créer des associations plus complexes au cours du sommeil. Notre équipe a ainsi observé, en suivant l'activité cérébrale de participants pendant le sommeil, que leur cerveau ne détectait pas les régularités d'un flux sonore, alors qu'il les détecte à l'éveil, même si le participant n'en est pas conscient. Nos capacités d'apprentissage au cours du sommeil restent donc limitées à des associations élémentaires. Il est possible que cette limitation soit liée au besoin du cerveau endormi d'être protégé

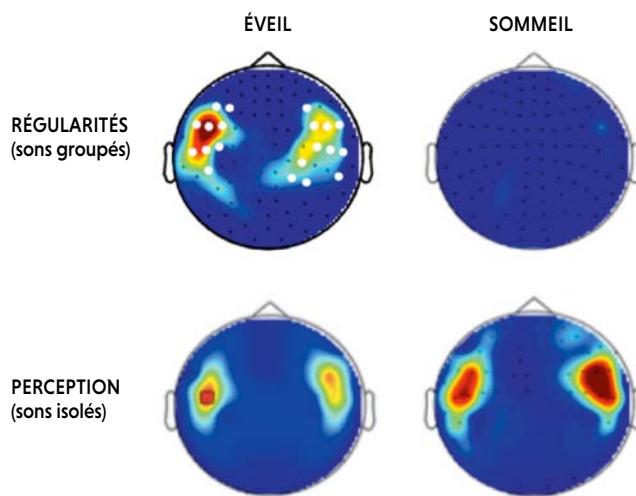
de l'environnement pour lancer les processus de récupération qui nous permettent d'être efficient au réveil. Le traitement élaboré d'informations présentées lors du sommeil entrerait en conflit avec les mécanismes qui sous-tendent la consolidation mnésique.

Rien ne dit, d'ailleurs, que les processus de consolidation liés à des stimulations externes dépendent des mêmes réseaux neuronaux que ceux mis en place lors de la consolidation spontanée durant le sommeil. Par exemple, on sait depuis plus de dix ans que la concentration d'un neurotransmetteur, l'acétylcholine, diminue dans le cerveau pendant le sommeil lent, et que sans cette diminution, le cerveau n'est pas capable de consolider de nouveaux apprentissages en mémoire déclarative. Or, en janvier 2018, Jens Klinzing, de l'université de Tübingen, et ses collègues ont montré que la TMR renforçait la mémoire de participants même lorsque l'on maintenait élevée la concentration d'acétylcholine pendant le sommeil lent. Cela suggère qu'au moins deux stratégies cérébrales distinctes mènent à la consolidation de nouveaux souvenirs, et que TMR, hypnopédie et consolidation spontanée durant le sommeil ne doivent pas être confondues.

Enfin, n'oublions pas que notre sommeil prend place dans un environnement protégé. Quels effets l'application systématique de stimulations aurait-elle sur les autres fonctions essentielles qu'il assure, en particulier notre équilibre biologique et la restauration de nos capacités de vigilance?

PHILIPPE PEIGNEUX

Unité de neuropsychologie et neuroimagerie fonctionnelle, Université libre de Bruxelles



Notre cerveau détecte des régularités sonores à l'état d'éveil (en haut à gauche, les régions cérébrales activées, vues par magnétoencéphalographie), mais pas au cours du sommeil lent profond (en haut à droite), alors que, tant à l'éveil qu'en sommeil, il perçoit des sons isolés (en bas).

> spontanément actives pendant leur sommeil. Étonnamment, les souris ont ensuite passé plus de temps aux emplacements correspondant aux cellules de lieu associées au stimulus, s'y dirigeant immédiatement après leur réveil. D'autres expériences sont cependant nécessaires pour déterminer si de faux souvenirs ont bien été implantés chez les souris pendant leur sommeil ou si les rongeurs ont en fait été guidés par un processus de conditionnement.

Les limites du possible restent à explorer, mais ces recherches ont établi qu'une composante normale de l'apprentissage se poursuit la nuit lorsque le cerveau est déconnecté. Le sommeil est nécessaire non seulement pour rester alerte et se ressourcer, mais aussi pour renforcer les souvenirs acquis lors de l'éveil. Nous avons encore beaucoup à apprendre sur le fonctionnement de la mémoire : en quoi le sommeil facilite-t-il l'apprentissage ? Quels mécanismes préservent les souvenirs ? Il est aussi essentiel d'en apprendre plus sur les dangers d'un sommeil insuffisant ou inadéquat, qu'il soit dû au stress de la vie, à diverses maladies ou au vieillissement.

Une étude menée en 2012 par Carmen Westerberg, alors dans notre laboratoire,

montre la voie. Carmen Westerberg a effectué des tests sur des patients présentant des problèmes de mémoire qui précèdent souvent la maladie d'Alzheimer. Elle a ainsi mis en évidence une corrélation entre un sommeil de mauvaise qualité et une capacité réduite à se souvenir d'informations après un délai d'une nuit.

Toutes ces connaissances conduiront peut-être à des programmes d'apprentissage durant le sommeil visant à préserver les souvenirs, à accélérer l'acquisition de nouvelles connaissances et compétences, voire à modifier les mauvaises habitudes telles que le tabagisme. À plus long terme, les scientifiques pourraient aussi examiner s'il est possible de prendre le contrôle des rêves. Un nouveau monde s'ouvrirait alors, où l'on explorerait des thérapies contre les cauchemars, où l'on chercherait à résoudre des problèmes pendant le sommeil, voire où l'on vivrait en rêve les aventures de notre choix. Autant de nouvelles façons de transformer les temps morts quotidiens en actions productives, dans une société qui propose déjà nombre de gadgets pour enregistrer l'activité physique et des tests génétiques par correspondance. Une perspective effrayante pour certains mais, pour d'autres, une nouvelle occasion de percer les secrets de l'esprit. ■

BIBLIOGRAPHIE

N. Cellini et A. Capuozzo, **Shaping memory consolidation via targeted memory reactivation during sleep**, *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, vol. 1426(1), pp. 52-71, 2018.

K. A. Paller, **Sleeping in a brave new world : Opportunities for improving learning and clinical outcomes through targeted memory reactivation**, *Curr. Dir. Psychol. Sci.*, vol. 26(6), pp. 532-537, 2017.

M. Walker, **Why We Sleep : Unlocking the Power of Sleep and Dreams**, Scribner, 2017.

D. Oudiette et al., **Upgrading the sleeping brain with targeted memory reactivation**, *Trends Cogn. Sci.*, vol. 13(3), pp. 142-149, 2013.

LES {Partagez les savoirs} RENDEZ-VOUS DU MUSÉUM

Entrée gratuite

Au Jardin des Plantes

Détails sur mnhn.fr, rubrique : "les rendez-vous du Muséum"

POUR LA SCIENCE

UN CHERCHEUR, UN LIVRE

Lundi 3 décembre - 18h

Je n'ai plus peur des araignées.

Ed. Dunod, 192 p., 15,90€

De C. Rollard, arachnologue, Muséum et A. Mokeddem, psychologue.

Présentation par les auteurs, suivie d'une séance de dédicaces.

Lundi 17 décembre - 18h

Variations sur l'histoire de l'humanité.

Ed. La ville qui brûle, 188 p., 25 €

Avec É. Heyer, biologiste, Muséum ;

M. Patou-Mathis, préhistorienne, Muséum ;

B. Senut, paléontologue, Muséum ; J.-S.

Steyer, modérateur, paléontologue, Muséum.

En présence de l'éditeur Raphaël Tomas.

PROJECTION / DÉBAT

Cycle interactions homme / environnement

Samedi 15 décembre - 15h : Nul homme n'est une île, de Dominique Marchais (France, 2017, 96')

Une réflexion sur le territoire et le paysage à travers différentes initiatives locales.

En présence du réalisateur.

Auditorium de la Grande Galerie de l'Évolution

36 rue Geoffroy St-Hilaire, Paris 5^e

COURS PUBLICS

Cycle environnement, économie et sociétés

Nicolas Césard, maître de conférences, ethnologue, ethnobiologiste, CNRS/Muséum.

Jeudi 6 décembre - 18h

Le don et les grands systèmes d'échanges (potlatch, kula)

La genèse de l'anthropologie économique repose sur la mise à jour de deux systèmes.

Jeudi 13 décembre - 18h

Les "monnaies primitives" : échange non-marchand, monnaie et marché

Les anthropologues ont constaté que toutes sortes d'objets pouvaient servir dans les échanges économiques et sociaux.

Grand Amphithéâtre du Muséum
57 rue Cuvier, Paris 5^e

