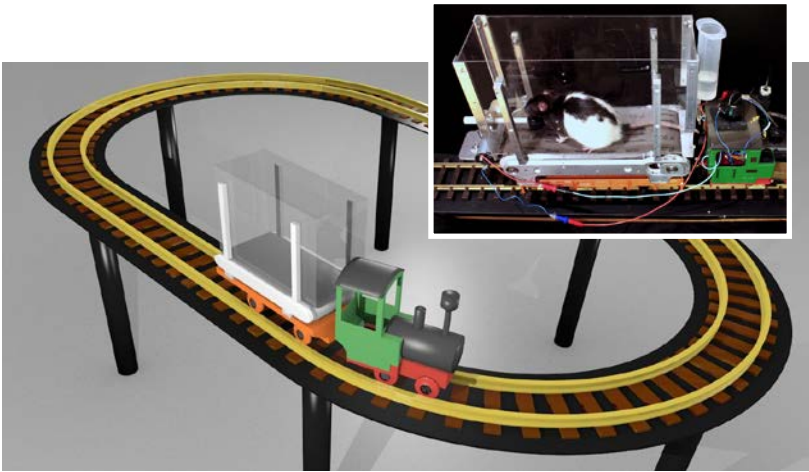




> fumer. Une fois endormis, les participants ont été exposés à deux odeurs : la fumée de cigarette et du poisson pourri. Au cours de la semaine suivante, ceux qui avaient senti la succession des deux odeurs allumaient 30% moins de cigarettes : ils avaient apparemment été conditionnés à associer l'odeur répulsive de poisson au tabac.

Acquérir des souvenirs plus complexes pourrait aussi devenir réalité. Karim Benchenane, de l'ESPCI, à Paris, et ses collègues ont montré en 2015 comment créer un faux souvenir chez la souris. L'équipe savait que lorsqu'une souris explore un nouvel environnement, des neurones, nommés cellules de lieu, s'activent au moment où l'animal traverse des parties spécifiques d'un enclos. Ces mêmes neurones s'activent de nouveau pendant le sommeil lorsque le souvenir semble rejoué. Les chercheurs ont stimulé le circuit de la récompense des souris (des aires cérébrales associées à la sensation de plaisir) au moment même où des cellules de lieu étaient 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.

DES RATS DANS UN TRAIN

Des travaux récents menés également sur les cellules de lieu ont précisé les mécanismes du renforcement de la mémoire pendant le sommeil. Lors d'un déplacement, ces cellules de lieu s'activent séquentiellement, « inscrivant » ainsi le mouvement dans l'hippocampe. En même temps, l'hippocampe émet des séquences bien plus rapides, « enchevêtrées ». Lesquelles de ces séquences permettent-elles la réactivation pendant le sommeil au moment de consolider le souvenir du déplacement ?

Des rats placés dans un wagon doté d'un tapis roulant sont transportés par un train électrique (la locomotive est placée à l'arrière du wagon pour ne pas masquer le champ de vision). Selon que le tapis fonctionne ou non, les neurones de lieu, dans l'hippocampe, ne sont pas activés de la même façon. Avec un tel dispositif, on comprend mieux les mécanismes de la consolidation du souvenir d'un déplacement.

BIBLIOGRAPHIE

C. DRIEU ET AL., Nested sequences of hippocampal assemblies during behavior support subsequent sleep replay., *Science*, vol. 362, pp. 675-679, 2018.

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.

Pour répondre, Michaël Zugaro et ses collègues du Centre interdisciplinaire de recherche en biologie (CNRS/Inserm/Collège de France/université PSL) ont placé des rats... dans le wagon d'un train électrique muni d'un tapis roulant (voir la figure ci-contre).

Quand le train circule, mais que le tapis est inactif (le déplacement est passif), seules les séquences lentes s'activent. Ce qui n'est pas le cas lorsque le tapis fonctionne : les deux types de séquences sont activés. En observant l'hippocampe des rongeurs durant leur sommeil, les biologistes ont retrouvé les séquences d'activation correspondant au déplacement uniquement dans le cas où le tapis avait été actionné. Ils en déduisent que les séquences enchevêtrées sont indispensables à la formation des souvenirs.

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. ■