

Les ressorts de l'amnésie infantile

► SUITE DE LA PREMIÈRE PAGE

Direction Berlin, à l'Institut Max-Planck pour le développement humain, où sont explorées certaines de ces questions. En cette matinée de la mi-juin, nous voici soudain plongés dans un monde de conte de fées : tantôt une jungle accueillante, tantôt un paysage sous-marin peuplé de créatures des sables. Deux décors, en réalité, alternativement projetés aux murs de ce drôle de laboratoire, créé sur mesure pour les tout-petits par Sarah Power, la postdoctorante qui mène ce projet, dans l'équipe de Markus Werkle-Bergner, psychologue et neuroscientifique, spécialiste de la mémoire.

« Un, deux, trois, partez ! » Au signal, une blondinette, le pas encore chancelant, se lance dans la chasse au trésor, une peluche jaune qui lui fait de l'œil. Le joujou a été caché dans une des quatre boîtes réparties dans la pièce : toujours la même, pour un décor donné. Durant une heure, au fil d'une dizaine de sessions alternant les décors, Anna (le prénom a été changé), 21 mois, apprendra cette association. Le lendemain, les chercheurs évalueront comment la petite a mémorisé cette tâche ; et de nouveau six mois plus tard.

Anna participe à une étude unique au monde, qui inclura 360 bambins de 18 à 24 mois (moitié filles, moitié garçons). A quel âge, au juste, le cerveau en développement acquiert-il la capacité à former des souvenirs – ici, le souvenir de l'association – accessibles à long terme ? Et pour combien de temps ? Près de deux cents enfants ont déjà participé. « D'après nos premières observations, les enfants de 20 à 24 mois se souviennent de cet apprentissage durant au moins six mois », confie Sarah Power, qui espère pouvoir faire un suivi plus long.

Quels facteurs, par ailleurs, interviennent dans la variabilité entre enfants ? Certains psychologues ont envisagé le rôle du développement du langage dans la formation des souvenirs personnels, ainsi que l'émergence d'un sens du soi. « Mais les rats et les souris [dont le système mnésique présente des analogies avec le nôtre] n'ont pas de langage parlé. Pour autant, ils présentent, eux aussi, une amnésie infantile », tempère Sarah Power. La question reste posée.

Un mécanisme nommé « refoulement »

Au fil de son parcours sinueux, Anna explore les boîtes, sous les encouragements de l'assistante de recherche, Christiane Melnikov, qui a pris soin de lui présenter chaque élément du décor. La fillette, qui ouvre parfois deux ou trois fois la même boîte vide, rit quand enfin elle s'empare du trésor. Au dernier essai, elle file droit au but.

De l'autre côté de la cloison, par écran interposé, Sarah Power scrute la stratégie d'exploration de l'enfant, que filment deux caméras. Elle note le nombre de boîtes ouvertes, la distance parcourue, le temps mis par l'enfant pour trouver la poupée. Dans l'après-midi, une autre petite de 19 mois se présentera avec sa mère pour accomplir le même exercice... mais équipée d'un minibonnet d'EEG (électroencéphalogramme). Peine perdue : malgré toute l'empathie de l'équipe, le bout de chou refuse d'être coiffé du bonnet – comme près de la moitié des enfants de cet âge.

Ces EEG – chez les minots qui s'y prêtent – devraient aider les chercheurs à établir des parallèles entre les tout-petits et les souriceaux accomplissant des tâches analogues. Car tel est l'autre enjeu de ces travaux : éclairer, en sondant le cerveau des rongeurs, les mécanismes à l'œuvre dans la rétention de la mémoire, en

collaboration avec le laboratoire de Tomas Ryan, du Trinity College, à Dublin.

La notion d'amnésie infantile a émergé il y a plus d'un siècle. Les premiers à enquêter, à la fin du XIX^e siècle, ont été des psychologues, tel le couple français Victor et Catherine Henri. Mais ce sera Sigmund Freud, quelques années plus tard, qui popularisera le concept. Selon le père de la psychanalyse, les nourrissons forment des souvenirs, mais le cerveau les supprime ou les déforme pour faire oublier la période de la sexualité infantile. Un mécanisme qu'il nomme « refoulement » et qui sert, selon lui, à protéger le moi.

Aujourd'hui, c'est à la croisée des neurosciences cognitives et de la neuropsychologie, de la biologie moléculaire et cellulaire qu'il faut aller chercher des pièces éparpillées de ce puzzle. Et si le palais de la mémoire – donc de cette amnésie – est loin d'être complet, des pans de l'édifice commencent à être assemblés. Ils suggèrent que Freud avait raison sur un point : le cerveau des tout-petits forme bien des souvenirs, mais sans doute de façon différente d'un cerveau adulte. Mieux encore, leurs traces persisteraient chez l'adulte, mais sans que celui-ci puisse y accéder consciemment. Quant aux « causes » de cette amnésie infantile, la science actuelle, comme nous le verrons, formule d'autres hypothèses que celle de Freud.

L'hippocampe, petit cheval cérébral

Tenter de comprendre cette amnésie revient à explorer les méandres des processus mnésiques. Comment la mémoire se grave-t-elle dans notre cerveau ? Un événement marquant, un apprentissage, une connaissance y laissent une trace matérielle : c'est l'« engramme », dont l'existence a été postulée dès 1904, mais dont la réalité concrète ne sera établie qu'au début des années 2010.

Cette empreinte prend la forme d'un réseau de neurones qui s'allument ensemble, sous l'effet de stimuli associés à cet événement, permettant le codage du souvenir. Ces neurones, en faisant feu ensemble, renforcent leurs connexions (synapses). C'est ce qui crée l'engramme, qui sera stocké dans le cerveau, sous une forme souvent silencieuse. Plus tard, il pourra être réactivé par un stimulus suscitant le rappel du souvenir.

L'amnésie infantile, cependant, n'affecte que la mémoire épisodique (ou autobiographique), celle de nos souvenirs personnels. Elle n'altère en rien la mémoire sémantique, celle de nos connaissances et de nos apprentissages. Heureusement ! L'enfant peut ainsi acquérir langage et savoirs à un rythme effréné – et les engranger sur le long terme. Quant à la mémoire procédurale, qui nous permet d'apprendre et d'automatiser des savoir-faire et des habiletés cognitives ou motrices – comme faire du vélo –, elle n'est pas davantage atteinte.

Explorons maintenant les dédales de notre encéphale. Malgré sa taille modeste (3 à 3,5 centimètres cubes), un acteur, sur le théâtre de la mémoire, tient le rôle vedette : c'est l'hippocampe, dont la forme évoque un de ces gracieux chevaux marins. « L'hippocampe est le champion des comparaisons sur nos expériences de vie, relève Marion Noulhiane, neuroscientifique à l'Inserm. C'est lui qui nous dit si l'expérience que nous sommes en train de vivre est semblable à telle autre antérieure, ou si elle en diffère légèrement ou radicalement. »

Au centre d'imagerie cérébrale NeuroSpin du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA, Paris-Saclay), son équipe dissèque la façon dont mûrit ce petit cheval céré-



Photo issue de la série « In-Passing » (2015-2023). LISA SORGINI

L'AMNÉSIE INFANTILE N'AFECTE QUE LA MÉMOIRE ÉPISODIQUE, CELLE DE NOS SOUVENIRS PERSONNELS. ELLE N'ALTÈRE EN RIEN LA MÉMOIRE SÉMANTIQUE, CELLE DE NOS APPRENTISSAGES

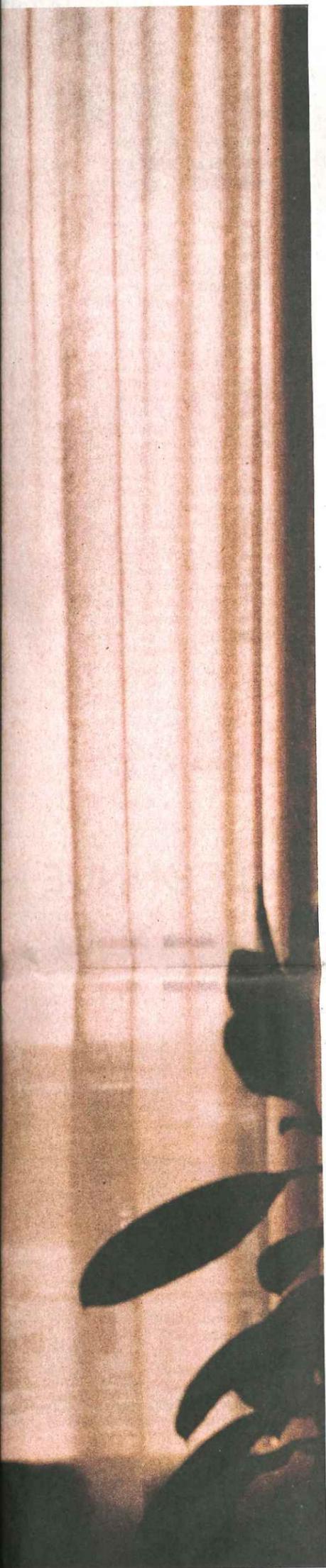
bral. L'hippocampe opère en « faisant du lien » entre le sensoriel et le « où », le « quoi » et le « quand » d'un événement. « A l'âge de 2 ou 3 ans, cette structure n'est tout simplement pas assez mature pour établir les connexions neuronales nécessaires à la consolidation du souvenir, dans ses dimensions spatiales et temporelles », explique Marion Noulhiane.

Mais vers l'âge de 6 ans, une sous-région de l'hippocampe, le gyrus denté, se met à grossir, et les performances mnésiques des enfants se met-

tent à augmenter. Nous pouvons alors commencer à construire des souvenirs épisodiques plus robustes. C'est ce qu'a montré Antoine Bouyeure, doctorant dans cette équipe, en analysant par IRM l'anatomie de cette structure chez soixante enfants de 4 à 12 ans.

A l'Institut Max-Planck de Berlin, l'équipe de Markus Werkle-Bergner, de son côté, est parvenue à une conclusion analogue. « Dès leurs premières années, les enfants sont des apprenants prodigieux, mais ils se souviennent mal des détails des événements passés, relève le chercheur. Cela s'explique probablement par le développement tardif de certaines sous-régions de l'hippocampe comme le gyrus denté, au rôle important pour la discrimination des formes. » Le cerveau des jeunes enfants, explique-t-il, est orienté vers la généralisation, c'est-à-dire vers l'extraction des règles du monde, au détriment de la mémoire des détails, plus tardive.

Pour autant, l'hippocampe, même immature, reste indispensable à la formation des souvenirs personnels de l'enfant – même s'ils seront oubliés plus tard. C'est ce qu'a montré chez le



souris adultes qui venaient de former un souvenir, les chercheurs ont favorisé la formation de nouveaux neurones dans l'hippocampe en soumettant ces rongeurs à des stimuli, comme des roues d'exercice. Et cela a suffi à induire l'oubli de ce souvenir ! Puis les chercheurs ont étudié des souris, qui oublient rapidement les souvenirs fraîchement acquis. Dans leur hippocampe, la formation de nouveaux neurones apparaît très active. Mais quand les chercheurs ont bloqué cette formation – par des stratégies génétiques ou pharmacologiques –, l'amnésie infantile a disparu...

« Dans l'hippocampe, les neurones apprennent une information que les nouveaux neurones vont ensuite écraser ou réinitialiser », commente Marion Noulhiane. Pour elle, l'amnésie infantile serait « un défaut de consolidation des traces mnésiques ». Les engrammes se forment bien, dans le cerveau juvénile, mais ils ne sont pas stabilisés. D'où notre difficulté à les récupérer.

Prenons le cas d'un tout-petit qui va à la crèche, dit-elle. Tous les jours, il voit les mêmes personnes, dans le même environnement. « Ses neurones sont constamment stimulés par les mêmes informations temporelles et spatiales, dans un contexte similaire. Même si de nouveaux neurones arrivent et créent un "reset", les tout-petits intègrent les mêmes données. » Vient le temps des vacances, l'enfant part deux mois avec sa famille, découvre un nouvel environnement. A son retour, « il aura une information un peu floue sur la crèche, car ses neurones n'auront pas consolidé l'information ». En revanche, quand il ira à l'école maternelle, à 5 ou 6 ans, les sous-régions de son hippocampe auront établi des connexions solides. En revenant de vacances, il ne sera pas désorienté.

Stimulation par optogénétique

D'autres experts relativisent l'importance de la formation de nouveaux neurones. Celle-ci est « peut-être nécessaire pour que l'amnésie infantile survienne à une période-clé du développement », estime ainsi Tomas Ryan, du Trinity College, à Dublin, mais elle « n'explique probablement pas à elle seule cette forme d'oubli ». Fait troublant, cette amnésie ne se produit pas dans les modèles murins de troubles du spectre autistique, a montré son équipe. Par conséquent, en déduit-il, « les engrammes mnésiques des souris peuvent clairement rester fonctionnels, même lorsque la neurogenèse est très active ». On ignore si les personnes ayant des troubles du spectre autistique seraient moins sujettes à l'amnésie infantile.

Une autre question nous interpelle tous : les souvenirs acquis très tôt, puis rapidement oubliés, ont-ils réellement disparu ? Ou sommes-nous juste incapables de les récupérer ? A l'université de New York, l'équipe de Cristina Alberini a exploré cette énigme chez des rats et des souris. Après avoir créé différents types de souvenirs, à la fois aversifs – de peur – et non aversifs, les chercheurs ont exposé ces rongeurs à des indices de rappel plus tard dans leur vie. Résultat, rats et souris se sont alors remémorés ces expériences très précoces. « Les souvenirs infantiles ne sont oubliés qu'en apparence », conclut-elle.

Plus stupéfiant encore, d'autres chercheurs ont directement manipulé le substrat physique de la mémoire : le fameux engramme. En 2018, le groupe de Paul Frankland a ainsi appris à des souris une tâche : associer une boîte à un petit choc à la patte. Au préalable, ces animaux avaient été génétiquement modifiés pour produire une protéine sensible à la lumière dans les seuls neurones de l'hippocampe s'activant lors de cet apprentissage. Un mois plus tard, alors que ces souris avaient oublié ce souvenir, les chercheurs ont envoyé une lumière dans leur cerveau par le biais d'une fibre optique – une technique nommée « optogénétique ». Résultat, tout l'engramme du souvenir s'est rallumé. La souris s'est alors figée, comme en prévision du choc, pourtant non administré.

Pour autant, la mémoire d'une peur, qui active des centres du cerveau très spécifiques (comme l'amygdale), n'est pas forcément représentative des souvenirs d'enfance en général. D'où l'intérêt d'une autre étude, publiée en novembre 2023 par le groupe de Tomas Ryan. Cette fois, les chercheurs ont entraîné des souris à trouver un trou d'évacuation dans une boîte, un apprentissage moins chargé de peur. Puis, ils ont attendu que ces souris se transforment en adultes, apparemment oubliés de cet apprentissage. Ils ont alors stimulé, par optogénétique, les seuls neurones de l'engramme codant cet

« DANS L'HIPPOCAMPE, LES NEURONES APPRENNENT UNE INFORMATION QUE LES NOUVEAUX NEURONES VONT ENSUITE ÉCRASER OU RÉINITIALISER »

MARION NOULHIANE
NEUROSCIENTIFIQUE À L'INSERM

apprentissage. Là encore, les souris se sont rappelé ce souvenir très précoce. « L'amnésie infantile est un processus réversible », concluent les auteurs à leur tour.

Si les engrammes formés très tôt laissent une trace durable, quoique « endormie », leur réveil par optogénétique, à l'évidence, reste un processus très artificiel – impossible à reproduire chez l'humain. Rien ne prouve que les souvenirs oubliés de notre prime enfance, dans la vie réelle, puissent être de nouveau accessibles, souligne ainsi la psychologue Nora Newcombe, de l'université de Temple (Pennsylvanie), dans la revue *Science* en mars.

Quel pourrait être, par ailleurs, l'impact d'expériences traumatisantes – au-delà d'une simple peur – chez de jeunes enfants exposés à des guerres, une séparation maternelle, des maltraitances ? « Nous en savons très peu », reconnaît Tomas Ryan. Pour autant, dans une étude déjà ancienne (2012), des chercheurs ont exposé de jeunes rats à une séparation d'avec leur mère. Résultat, ces rongeurs, plus tard, présentaient une moindre amnésie de ce souvenir traumatique. Selon les auteurs, cela « pourrait expliquer la propension des individus exposés au stress à présenter des symptômes précoces d'anxiété ». Pour Tomas Ryan, ce type d'observations suggère que « l'amnésie infantile est un phénomène

adaptatif qui fonctionne différemment selon l'histoire développementale des individus ».

Reste, enfin, cette fascinante question : quel pourrait être l'avantage évolutif de cette amnésie infantile ? Fait notable, les mammifères « nidifuges », comme le cobaye et le degus, qui naissent après une période de gestation relativement longue et sont d'emblée plus indépendants que le nourrisson humain, ne semblent pas présenter d'amnésie infantile. Par contraste, cet oubli est observé chez les mammifères « nidicoles », qui naissent dans un état immature et nécessitent beaucoup de soins parentaux, comme les rats, les souris... et les humains.

L'amnésie infantile pourrait donc être « une innovation évolutive récente qui facilite la transition d'une dépendance parentale complète à un comportement plus autonome », estime Tomas Ryan. Parce que les souvenirs formés dans la petite enfance s'appliqueraient mal aux exigences de la vie plus âgée, « l'amnésie infantile existerait pour supprimer et ainsi encourager un comportement plus adapté ». Cet oubli pourrait aussi permettre au cerveau de consacrer davantage de « puissance de calcul » à l'analyse du monde, tout en donnant à l'hippocampe le temps de se développer, rapporte dans *Science*, en mars, Tracy Riggins, psychologue pour enfants à l'université du Maryland. Ce compromis permettrait aux bébés sans défense de « se décharger, sur les personnes qui s'occupent d'eux, de certaines tâches liées à la mémoire ».

Autre explication avancée : les souvenirs latents pourraient fournir un modèle provisoire auquel comparer les expériences futures, suggère, toujours dans *Science*, le neuroscientifique Flavio Donato, de l'université de Bâle (Suisse).

Mais une autre question surgit : « Ces engrammes silencieux pourraient-ils avoir des effets implicites sur nos comportements ? », s'interroge ainsi Robert Jaffard, professeur émérite de neurosciences à l'université de Bordeaux. L'ombre de Freud, encore... ■

FLORENCE ROSIER

AUTHENTIFIER LES SOUVENIRS DE LA PETITE ENFANCE, UN DÉFI

L'identification de nos « premiers » souvenirs se heurte à plusieurs écueils. Un premier facteur peut biaiser les résultats : c'est la méthodologie des enquêtes menées en neuropsychologie. Fait notable, « le degré de précocité des souvenirs dépend (...) du nombre de souvenirs précoces demandés, du type d'entretien... », relève ainsi Carole Peterson, psychologue et chercheuse à l'Université mémoriale de Terre-Neuve (Canada).

Dans l'ensemble, « les personnes peuvent avoir bien plus de souvenirs de leurs années préscolaires qu'on ne le pense généralement », relève-t-elle. Par exemple, des adultes américains et britanniques ont été invités à retrouver autant de souvenirs que possible de leur vie préscolaire en un temps limité. Résultat, ceux-ci faisaient alors remonter leurs premiers souvenirs à l'âge de 2 ans et demi, « soit un an de moins que l'âge communément admis de 3 ans et demi ».

Autre difficulté, les enfants apprennent assez tardivement à établir la chronologie temporelle des événements de leur vie. Les petits d'âge préscolaire, mais également les adolescents, datent ainsi systématiquement leurs premiers souvenirs à des âges plus élevés que les estimations fournies par leurs parents. Les adultes, eux aussi, tendent à postdater leurs premiers souvenirs d'enfance.

Gare aux faux souvenirs, par ailleurs. Les travaux de la psychologue américaine Elizabeth Loftus attestent de la malléabilité de notre mémoire autobiographique. Une de ses expériences, dans les années 1990, est ainsi devenue célèbre. Par une technique de suggestion, son équipe est parvenue à faire croire à 25 % des adolescents participant à l'étude qu'ils s'étaient perdus dans un centre commercial quand ils étaient enfants – un événement purement fictif.

La force du goût et de l'odorat

Sur le plan judiciaire, les conséquences de faux souvenirs implantés peuvent être dramatiques. Il est arrivé, aux États-Unis notamment, que de prétendues victimes soient amenées à croire, en toute bonne foi, avoir subi un viol... entraînant alors des procès de personnes innocentes. De faux « souvenirs » d'abus sexuels, en particulier, ont pu être créés par certaines psychothérapies.

« Les traces mnésiques acquises aux premiers âges de la vie évoluent au fil du temps », souligne Francis Eustache, neuropsychologue à l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm, université Caen-Normandie). Une fois récupérées à l'âge adulte, elles seront habillées de nouveaux éléments. » C'est là un autre biais. Chacun tente, en effet, de bâtir une mémoire autobiographique cohérente, entre ses

« souvenirs » propres et ce qu'on lui a raconté de son enfance.

Si la fiabilité de nos premiers souvenirs peut être questionnée, leur rappel à notre mémoire, lui, est soumis au hasard de nos rencontres avec des indices pertinents. Des indices d'autant plus forts, souvent, qu'ils sont de nature sensorielle, notamment gustative ou olfactive.

Pour actionner ce rappel, un autre levier, dans notre cerveau, opère à notre insu : c'est notre mémoire « implicite ». « Cette forme de mémoire nous rappelle un événement passé en dressant un lien entre nos émotions présentes et cet épisode de vie. Et cela, sans que nous en ayons conscience », relève Francis Eustache. Le rappel, souvent, est alors assez flou.

Sans surprise, le contexte familial a son importance. Si les experts débattent encore de l'importance du développement du langage dans la construction des premiers souvenirs, l'impact des échanges verbaux apparaît plus clair dans la façon dont, plus tard, nous pourrions exprimer ces souvenirs. « Plus la mère verbalise auprès de son enfant les épisodes de sa vie au moment où ils les partagent, plus cet enfant aura, plus tard, un script de ses souvenirs », souligne Marion Noulhiane, neuroscientifique à l'Inserm et au Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives. ■

rongeur l'équipe de Cristina Alberini, de l'université de New York. Lors du développement de cette structure, une « période critique » survient, durant laquelle le système nerveux est particulièrement sensible à certains stimuli et acquiert des fonctions particulières – et où, dans l'hippocampe, les neurones présentent des mécanismes moléculaires spécifiques. Quand cette période critique se ferme (vers le vingt-troisième jour postnatal, chez la souris ou le rat), « l'hippocampe, mûri par l'expérience, devient capable de former des souvenirs à long terme comme le système adulte », explique la neuroscientifique.

Explorons maintenant ce qui se passe à l'échelle des cellules, dans l'hippocampe en développement. De nouveaux neurones s'y forment – comme tout au long de la vie, mais à un rythme bien plus rapide chez les enfants. En cherchant leur chemin, ils vont remodeler les circuits préexistants, ce qui favorise les apprentissages.

Mais ce remodelage peut aussi affecter des souvenirs déjà stockés. C'est ce qu'a montré en 2014 l'équipe de Paul Frankland, de l'université de Toronto (Canada). Et voici comment. Chez des