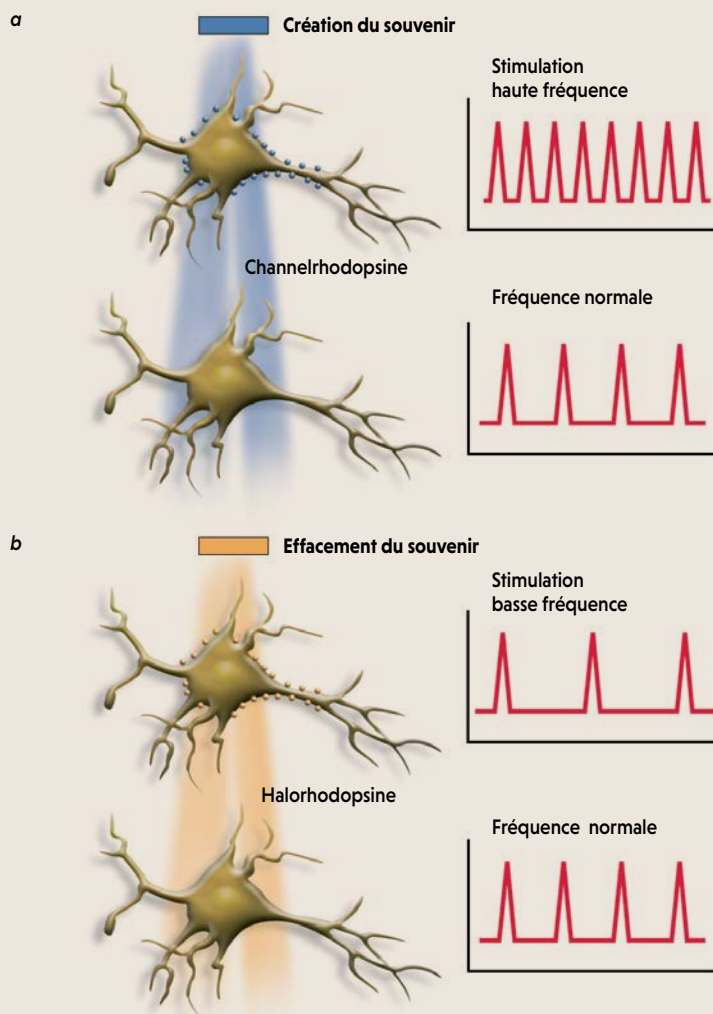


INSCRIRE UN SOUVENIR OU BIEN L'EFFACER

Pour inscrire un souvenir dans le cerveau, les chercheurs éclairent les neurones avec des impulsions lumineuses à haute fréquence qui stimulent une molécule photosensible, la channelrhodopsine. Les neurones réagissent par des signaux électriques à haute fréquence (a), ce qui consolide les synapses et ancre le souvenir. Pour effacer le souvenir, des impulsions lumineuses à basse fréquence stimulent une autre protéine, la halorhodopsine (b), provoquant des décharges électriques espacées qui fragilisent les synapses et effacent le souvenir.



surtout dans son cerveau. Dès lors qu'on intervient sur son fonctionnement, les questions fondamentales liées à l'humanité resurgissent et nous devons plutôt poser la question des conséquences futures qu'entraînerait l'application de ce savoir récent à l'être humain.

La question cruciale est de savoir si nous désirons nous limiter à réparer le cerveau ou si

nous acceptons de l'augmenter. Par exemple, si l'on parvient un jour à utiliser de la lumière infrarouge, qui pénètre beaucoup plus en profondeur dans le cerveau, nous pourrions rêver d'applications thérapeutiques exemptes d'effets secondaires en neurologie ou en psychiatrie. Ces «luminothérapies» seraient bien plus efficaces que l'électrostimulation ou les agents pharmacologiques actuels. Mais serons-nous capables de nous limiter à la réparation du cerveau? Il est possible d'envisager de détourner ces méthodes pour augmenter nos capacités cognitives. On imagine sans peine cette technique utilisée un jour pour inhiber l'anxiété ou la peur des soldats partant au front, ou pour maintenir éveillés des automobilistes au volant de leurs véhicules.

Depuis peu, la question des limites de l'application des technosciences à l'humain se pose de façon urgente et répétitive. Rappelons que c'est grâce à l'avènement des technologies convergentes représentées par les nanotechnologies, les biotechnologies, les technologies de l'information et celles des sciences cognitives (NBIC), que les progrès en médecine sont en passe de connaître un élan nouveau.

LA MÉMOIRE AUGMENTÉE

Bien sûr, notre combat contre la mort, la maladie, la douleur, ou la vieillesse n'est pas exclusivement moderne. Il remonte peu ou prou à deux cent cinquante ans et s'est traduit par une augmentation constante de l'espérance de vie qui, en 1750, n'était que de vingt-cinq ans (d'après les estimations de l'Ined), pour atteindre aujourd'hui environ quatre-vingts ans. Ce combat pour la vie s'est nourri progressivement de l'hygiénisme, des progrès de la médecine et de l'invention constante de nouvelles molécules appartenant à la pharmacopée, mais il semble être passé à la vitesse supérieure grâce à l'usage d'outils transgressifs que les NBIC produisent, tels les implants cochléaires, rétines artificielles ou électrodes implantées dans le cerveau pour traiter des malades atteints de Parkinson ou des personnes souffrant de troubles psychiatriques.

Ces «technologies de la convergence» qui se généralisent nous font entrer de plain-pied dans l'ère du transhumanisme, c'est-à-dire une époque où l'humain modifié par la technologie pourrait échapper aux diktats des lois de la nature. Mais est-il souhaitable de réaliser tout ce qui est techniquement possible?

À titre d'exemple, on citera l'appel d'offres lancé en 2014 aux États-Unis par l'Agence de projets de recherche avancée en défense (Darpa), auprès des neuroscientifiques pour les inciter à développer un dispositif implantable qui pourrait pallier les pertes de mémoire des vétérans atteints de lésions traumatiques cérébrales. Deux laboratoires particulièrement

▶ performants dans le domaine de l'épilepsie ont décidé de relever ce nouveau défi.

Rappelons que des patients atteints d'épilepsie résistante à tout traitement médicamenteux ne peuvent être soignés autrement que par voie chirurgicale. Pour préparer l'ablation des zones du cerveau où les crises d'épilepsie prennent naissance, les neurochirurgiens recouvrent préalablement le cerveau de centaines d'électrodes puis enregistrent l'activité électrique cérébrale durant des semaines afin de définir précisément le foyer épileptique. Cette opération permet dans le même temps aux chercheurs de dresser une carte précise du lieu de stockage de la mémoire et de la restitution des souvenirs.

En cherchant à définir des «biomarqueurs» électriques de formation et de récupération des souvenirs, tant normaux que détériorés, chez les patients épileptiques, le neuroscientifique Michael Kahana, directeur d'une équipe de recherche à l'université de Pennsylvanie, a détecté les signatures électriques associées au codage approprié d'un souvenir ou au stockage d'un nouveau souvenir. Il a construit des algorithmes capables de détecter la formation de souvenirs ou leur détérioration – le tout afin de réparer un jour ces défaillances. De telles recherches demeurent dans le cadre d'un cerveau réparé, mais non augmenté.

COMMUNIQUER AU SENS NOBLE!

L'autre laboratoire capable de relever le défi lancé par la Darpa est conduit par le neurologue Itzhak Fried, à l'université de Californie, à Los Angeles. Chez ses patients épileptiques, il montre qu'une stimulation d'une région cérébrale, le cortex entorhinal, améliore les performances de patients participant à un jeu électronique qui exige d'apprendre rapidement, puis de se rappeler à quel endroit déposer des passagers d'un taxi dans une ville virtuelle. Opérant sur des sujets sains, l'équipe d'Itzhak Fried montre que la frontière entre le cerveau réparé et le cerveau augmenté peut être franchie.

Le monde de la recherche sur la mémoire est donc en pleine effervescence. Qui sait de quoi demain sera fait? Les tenants du transhumanisme voient dans ces avancées l'occasion unique de rêver à un homme débarrassé de ses défauts. Mais encore faudrait-il savoir ce qu'on appelle défaut et qualité. Le progrès doit-il être cherché du côté de soldats du futur ou des progrès de la diplomatie en temps de crise?

De même, les prouesses réalisées dans le transfert d'information de cerveau à cerveau sont-elles les garantes d'un monde meilleur? Je fais référence ici aux expériences menées en 2013 par des chercheurs de Durham et de l'institut des neurosciences Edmond et Lily Safra, au Brésil, qui sont parvenus à connecter les cerveaux de deux rats distants de plus de

6 000 kilomètres, au moyen d'un peigne de microélectrodes implantées dans leur cerveau. L'un des rats est un «apprenant» qui travaille dans une cage pour apprendre comment obtenir une ration d'eau. L'autre rongeur, dit «receveur», reçoit cette même consigne traduite par l'activité mentale de l'apprenant qui lui est

Les prouesses réalisées dans le transfert d'informations de cerveau à cerveau sont-elles les garantes d'un monde meilleur?

délivrée sous la forme d'impulsions électriques dans son cerveau. Le receveur trouve le moyen d'obtenir de l'eau de la même manière, sans effort d'apprentissage.

Grâce à ce dispositif électronique placé à l'interface des deux cerveaux, ces derniers sont non seulement capables de communiquer entre eux mais ils peuvent aussi coopérer. Ces faits spectaculaires montrent que nous ne sommes plus loin des dispositifs permettant de véritablement «lire» les pensées d'autres individus ou d'en prendre le contrôle comme illustré dans le film *Avatar*.

Malheureusement, le perfectionnement des techniques de communication neuronale ne semble pas aller de pair avec nos capacités de communication humaine. Alors que l'humanité n'a jamais été autant connectée et informée à l'échelle de la planète, nous semblons bien incapables de communiquer au sens noble, c'est-à-dire de nous faire comprendre du voisin, de l'autre, de celui qui habite un autre pays ou croit en d'autres dieux ou d'autres pratiques. Les techniques de modulation neuronale peuvent-elles pallier une telle carence? Il serait présomptueux de l'avancer. Mais elles nous apprennent que notre cerveau est un bien inestimable où résident nos pensées, désirs, souvenirs et rancœurs. C'est en soi un changement de regard qui peut – qui sait? – nous faire réfléchir dans le bon sens. ■

BIBLIOGRAPHIE

S. NABAVI ET AL., Engineering a memory with LTD and LTP, *Nature*, vol. 511, pp. 348-352, 2014.

K. TAE-IL ET AL., Injectable, cellular-scale optoelectronics with applications for wireless optogenetics, *Science*, vol. 340, pp. 211-216, 2013.

X. LIU ET AL., Optogenetic stimulation of a hippocampal engram activates fear memory recall, *Nature*, vol. 484, pp. 381-385, 2012.

B. ZEMELMAN, Selective photostimulation of genetically charged neurons, *Neuron*, vol. 33(1), pp. 15-22, 2002.