

La localisation de la mémoire

JOAQUÍN FUSTER

Contrairement à ce que l'on croyait, aucune zone cérébrale n'est spécifiquement dédiée à un type particulier de mémoire, mais des réseaux interconnectés de neurones relient diverses régions pour construire «la» mémoire.

Les recherches faites sur les primates ont montré que la mémoire est stockée en grande partie dans le néocortex, c'est-à-dire dans la région du cortex cérébral la plus récente dans l'histoire de l'évolution, et que les divers types de mémoire sont formés de réseaux de neurones du néocortex. La région postérieure du cortex cérébral et la région frontale sont des régions essentielles pour la mémoire.

La mémorisation des souvenirs s'accompagne d'une modification des synapses, les contacts entre les neurones (voir *Les mécanismes de la mémoire*, par Serge Laroché, page 94) ; l'activation des synapses modifiées entre neurones interconnectés fait ressurgir les souvenirs qui y sont imprimés. Ainsi, ce sont des relations spécifiques entre neurones qui façonnent les souvenirs, et non des molécules ou des neurones de la mémoire.

Donald Hebb a émis le premier l'hypothèse selon laquelle, lorsqu'un neurone, dit présynaptique, en active un autre, dit postsynaptique, de façon répétée, des changements métaboliques surviennent, et l'efficacité de la transmission des signaux du neurone présynaptique vers le neurone postsynaptique augmente. Dans l'encéphale des mammifères, le phénomène électrique nommé potentialisation à long terme active durablement la transmission des signaux électriques à travers les synapses.

En outre, lorsque deux neurones ou deux systèmes de neurones sont activés à plusieurs reprises en même temps, l'activation de l'un favorise l'activation de l'autre. Grâce à divers mécanismes associatifs, les neurones sont interconnectés en unités fonctionnelles de mémoire, ensembles de neurones activés simultanément à l'évocation d'un même souvenir. Ce mécanisme d'association synchrone joue un rôle

essentiel dans la construction de ces unités fonctionnelles et dans l'acquisition de la mémoire.

Les souvenirs et les perceptions reposent sur des réseaux de neurones interconnectés. Chaque nouvelle perception ajoute des connexions à un réseau où sont déjà ancrées les perceptions précédentes. Chaque neurone ou groupe de neurones peut faire partie de plusieurs réseaux et, par conséquent, de plusieurs souvenirs. La conception de la mémoire a notablement évolué en quelques années, puisque l'on est passé de structures cérébrales limitées dédiées à des mémoires particulières à des systèmes de neurones tous doués de mémoire.

Dans le cortex, les réseaux de mémoire se construisent, des niveaux inférieurs, c'est-à-dire des zones corticales sensorielles ou motrices, jusqu'aux zones d'association. Sur le premier échelon de cette hiérarchie se trouvent les réseaux élémentaires de la mémoire sensorielle et motrice, qui sont les éléments constitutifs des réseaux sensoriels et moteurs complexes, à l'origine des réseaux plus élaborés dans le cortex associatif.

L'hippocampe, une structure profonde du lobe temporal, joue un rôle fondamental dans la formation des réseaux de mémoire dans le cortex associatif. Les personnes qui ont des lésions de l'hippocampe souffrent d'amnésie antérograde : elles ont beaucoup de difficultés à acquérir de nouveaux souvenirs et à les conserver. Les connexions réciproques entre l'hippocampe et les régions du néocortex où ont lieu les associations sont essentielles à l'acquisition de nouveaux souvenirs. On sait que certains mécanismes sont indispensables à la consolidation de la mémoire corticale, la conversion de la mémoire à court

terme en mémoire à long terme. Les noyaux amygdaliens sont d'autres structures du lobe temporal, indispensables à l'évaluation de la signification affective et émotionnelle des perceptions ; ils interviennent également dans la formation et dans la consolidation des souvenirs.

Mémoire d'espèce

Toute expérience s'intègre, grâce à de nouvelles connexions, dans les réseaux qui existent déjà et qu'elle active ; elle survient sur un substrat de mémoire ancienne qui lui est associée et qu'elle active parce qu'elle lui ressemble ou qu'elle s'y oppose. Le nouveau évoque l'ancien et, par association et par consolidation, devient partie intégrante de l'ancien.

Pour mieux comprendre la topographie de la mémoire, nous devons considérer les zones corticales sensorielles et motrices primaires comme les dépositaires d'une classe de mémoire innée que nous pourrions appeler «mémoire phylétique», c'est-à-dire mémoire de l'espèce. À la naissance, la structure synaptique de ces zones contient la somme des principales expériences acquises par l'espèce au cours de son interaction avec l'environnement. Il s'agit bien d'une mémoire, dans la mesure où, tout comme la mémoire personnelle, elle contient des informations qui peuvent être récupérées lors de stimulations sensorielles ou d'actions. Résultat de l'évolution, elle représente l'accumulation des expériences adaptatives de l'espèce.

Pour être utile, la mémoire phylétique requiert une «répétition», au début de la vie. Les expériences post-natales, au cours desquelles les zones sensorielles primaires doivent être stimulées pour que leur fonction se déve-

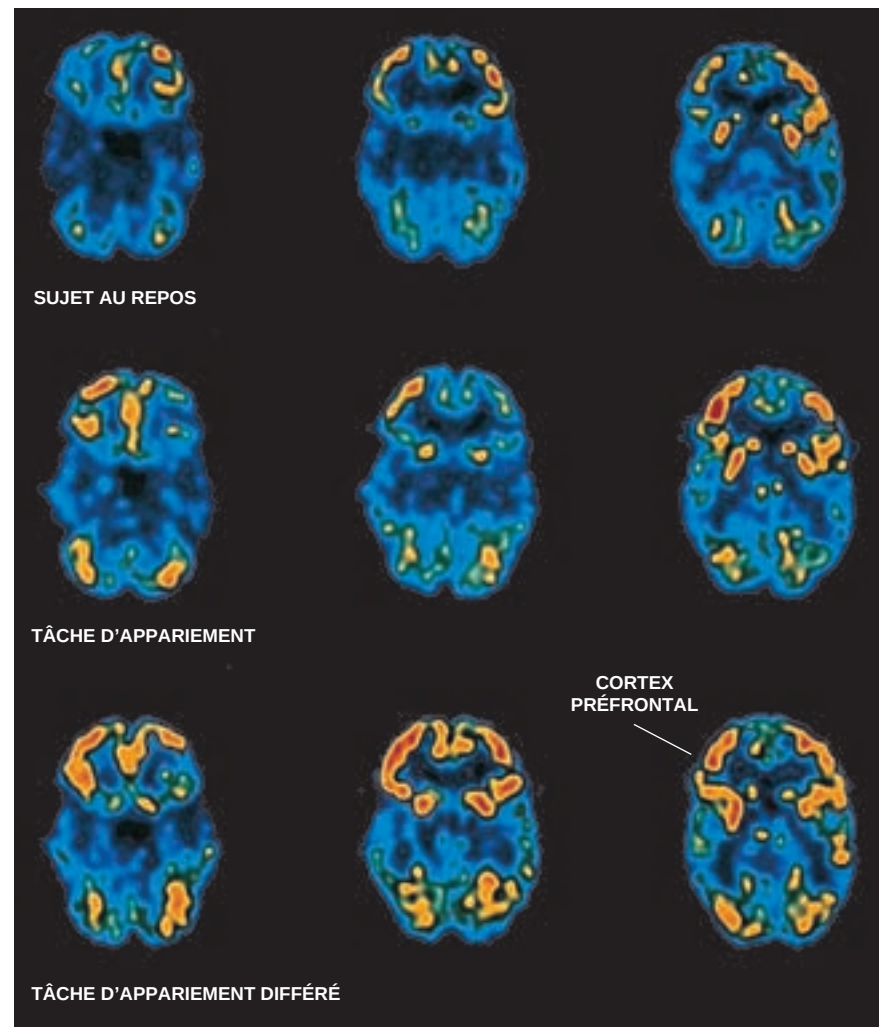
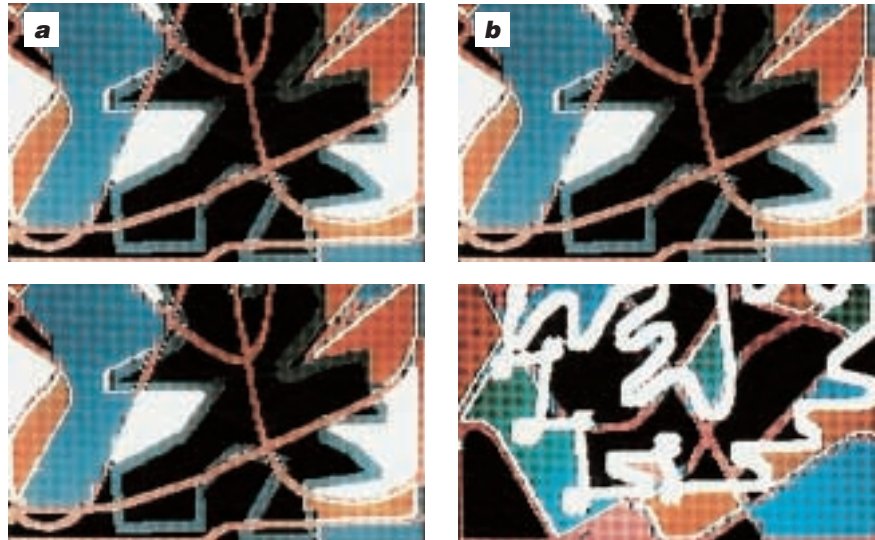
loppe, correspondraient à des périodes de répétition. Ainsi, le chant des oiseaux ou le système moteur des mammifères ne se développent que pendant une période critique ; ils représenteraient la mémoire phylétique motrice. En outre, comme les structures sensorielles et motrices primaires conservent leur plasticité chez l'adulte, la mémoire phylétique se modèle et se renforce chez l'adulte aussi.

La mémoire individuelle, qui se développe sur l'assise de la mémoire phylétique, peut être considérée comme une extension de la mémoire phylétique dans le cortex associatif. Le cortex primaire fournit au cortex associatif les éléments de l'expérience qui, par association synchrone, créent des synapses ou les renforcent dans les réseaux de la mémoire individuelle.

La transition anatomique de la mémoire phylétique à la mémoire individuelle, c'est-à-dire du cortex primaire au cortex associatif, s'accompagne d'une complexité croissante des réseaux de connexion. Tout comme dans l'évolution, le néocortex associatif a un développement plus tardif et plus important que le cortex sensoriel ou le cortex moteur primaire. Une preuve en est la formation de myéline, signe d'une maturation structurale (la myéline forme une gaine autour des prolongements neuronaux, indispen-

sable à la propagation de l'influx nerveux). Le néocortex associatif, qui est le substrat de la mémoire individuelle, continue à se développer pendant toute l'enfance et conserve probablement sa plasticité synaptique chez l'adulte.

Dans le cortex cérébral humain, les lobes temporal, pariétal ou occipital (les zones de la perception) ne se développent pas de la même façon que le lobe frontal (la zone du mouvement et de l'action). Les zones associatives du cor-



1. LA RÉGION DU CORTEX ACTIVÉE varie en fonction de la tâche effectuée. Ces images, obtenues par tomographie par émission de positons, représentent la répartition du glucose dans le cerveau (selon trois « coupes » permises par la technique de tomographie), chez un sujet au repos (*rangée supérieure*) et lors de deux tâches où intervient le cortex visuel. Dans une première série de tests, on projette au sujet deux dessins abstraits simultanément : un des deux dessins est toujours le même, l'autre est soit identique (*en haut, a*), soit différent (*en haut, b*). Quand la deuxième image est identique à la première, le sujet doit appuyer sur une touche ; sinon, il appuie sur une autre. C'est une tâche d'appariement (*au centre*). Dans la deuxième série de tests, les deux images ne sont pas projetées en même temps : l'image de référence (toujours la même) est projetée seule, puis, huit secondes plus tard, on projette une deuxième image, qui est soit identique, soit différente. Au cours de cette tâche d'appariement différé (*en bas*), la mémoire à court terme intervient : on observe une intense activation du cortex préfrontal au cours de la tâche d'appariement différé (sur toutes ces images, le front est vers le haut ; une faible activité apparaît en bleu, une activité élevée en rouge).