

modifiant leurs comportements respectifs. Dans ce modèle, les neurones tendent à s'organiser selon un modèle analogue aux structures cristallines.

Les souvenirs sont stockés selon la «règle de Hebb» : quand deux neurones sont activés simultanément lors de l'entrée d'une information, la force de leur liaison, encore nommée «poids synaptique», augmente. Inversement, quand l'activité d'un des deux neurones augmente alors que celle de l'autre diminue, le poids synaptique qui les relie diminue.

C'est l'entrée répétée de la même information qui donne naissance à une mémoire, la quantité d'informations n'étant limitée que par le nombre de neurones du système. Une fois le souvenir enregistré, une partie quelconque du souvenir suffit à faire converger le système vers un état stable : la mémoire est restituée dans sa totalité. Selon J. Hopfield, chaque mémoire corres-

pond à un état d'énergie minimal, état qualifié de bassin attracteur. Ce bassin «attire» vers une mémoire commune des informations qui ont été acquises en même temps (certaines composantes d'un visage ou des événements simultanés). Ainsi, en me promenant sur l'Acropole, à Athènes, alors qu'il venait de pleuvoir et qu'il y avait un arc-en-ciel, j'ai vu un colley. Dans le même bassin attracteur sont stockés le chien, l'arc-en-ciel et l'Acropole. N'importe lequel de ces éléments activera les autres : la vue d'un arc-en-ciel évoquera l'Acropole et le chien.

Ce modèle a l'intérêt de concilier deux caractéristiques essentielles du système nerveux central : il traite plusieurs informations en parallèle et il sait reconstituer une information complète à partir d'éléments épars. Par exemple, la reconnaissance d'un visage est trop rapide pour résulter d'une recherche séquentielle parmi tous les visages connus, ou d'une analyse exhaustive de tous les composants du visage.

Ces bassins attracteurs ne contiennent pas que des informations objectives comme peuvent l'être une forme, une couleur ou une texture. Ils contiennent aussi des «affects» : en revoyant une personne que nous n'avons pas rencontrée depuis plusieurs années, nous ne savons plus qui elle est, ni à quelle occasion nous l'avons connue, mais nous nous souvenons qu'elle nous est sympathique ou antipathique.

Dès la naissance, et même avant en ce qui concerne l'audition, des mémoires se constituent selon ce principe d'analogie. Toutefois, si le système de traitement analogique est rapide, il n'est pas totalement fiable : quand deux événements différents ont quelques éléments communs, ils peuvent activer le même bassin attracteur, et l'on croit percevoir une porte qui grince au lieu d'un chat qui miaule.

Les perceptions, les sensations, puis, plus tard, les actes moteurs sont associés et classés en catégories qui ne sont pas nécessairement «logiques». Ainsi, il faut du temps à un enfant qui commence à parler pour comprendre que le chat avec lequel il joue ne peut pas dialoguer avec lui. Avant 20 mois environ, les éléments considérés comme caractéristiques du chat sont suffisamment analogues à ceux d'un autre enfant du même âge pour que les deux ensembles convergent vers une même

mémoire. Il faut un autre traitement, plus lent et mettant en jeu plusieurs structures cérébrales, dont le cortex préfrontal, pour que l'enfant sépare en deux catégories le-chat-qui-ne-parle-pas et l'enfant-qui-parle-et-comprend.

Cet autre traitement – le traitement cognitif – permet la formation de deux nouveaux bassins attracteur, l'un qui représente le chat et l'autre le camarade de jeu ; ces deux ensembles participeront, par la suite, au traitement analogique rapide. C'est à ce stade du traitement de l'information qu'apparaissent des différences quantifiables entre le cerveau animal et le cerveau humain.

Le traitement cognitif

L'intervention du cortex préfrontal, une aire cérébrale particulièrement développée chez l'homme, modifie notablement le traitement de l'information. Selon Joaquín Fuster, cette structure intervient dans l'«organisation temporelle du comportement». Le cortex préfrontal est un élément essentiel de la mémoire dite à court terme, le rassemblement des éléments nécessaires à la réalisation d'une tâche et à l'élimination des interférences, internes et externes, susceptibles de rompre les enchaînements comportementaux. En d'autres termes, le cortex préfrontal a la propriété fondamentale (et peut-être unique dans le système nerveux central) de maintenir une information active jusqu'à l'obtention d'une solution considérée comme satisfaisante.

Cette période de persistance de l'information diffère selon les espèces : elle n'excède pas trois secondes chez le rat, mais atteint 20 secondes chez le singe. Elle est supérieure chez l'homme adulte, mais sans doute inexistante chez le nouveau-né ; ainsi, elle apparaît progressivement au cours de la maturation du cortex.

Cette étape essentielle autorise le maintien de l'information, son analyse, d'éventuelles modifications et son classement. Elle facilite des retours vers un stock d'informations déjà mémorisées, permet des comparaisons et des simplifications (seuls les éléments essentiels sont conservés) ; on peut imaginer et prévoir diverses situations. Cette étape est indispensable à la conceptualisation, notamment à l'abstraction, à la symbolisation et à l'anticipation.



AKG Paris

Reprenons l'exemple du bassin attracteur mentionné précédemment : la vue d'un colley réactive le bassin attracteur colley-Acropole-arc-en-ciel. Si, parce qu'il fait presque nuit ou que l'animal est passé très vite, on croit voir, à la place du colley, un chat qui aurait les mêmes couleurs, un autre bassin attracteur s'active : il est, par exemple, constitué par le souvenir d'un ami qui aime le ski de fond et a un petit garçon et un chat. Ce souvenir ne semblant pas correspondre avec la réalité, la vue de l'animal est maintenue dans le cortex pendant plusieurs secondes. L'information est analysée et un élément décisif, par exemple la taille de l'animal, permet de traiter l'information de façon cognitive et de réaliser l'erreur faite au cours du traitement analogique. Le bassin attracteur correspondant au

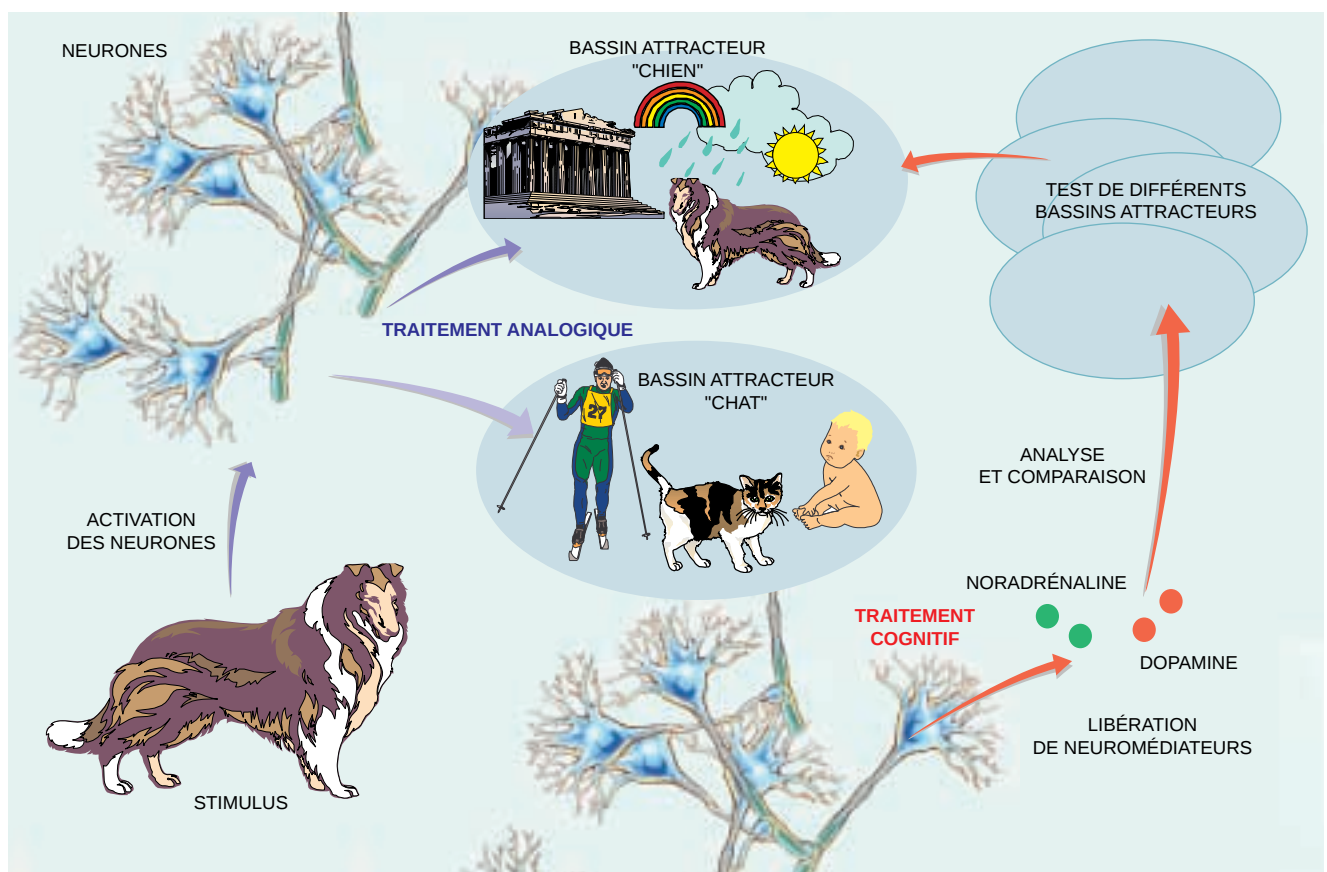
colley est réactivé. Il peut être complété avec des informations liées à la nouvelle réactivation de ce bassin, par exemple le crépuscule. Sinon, un nouveau bassin peut être créé. L'information reste active dans le cortex préfrontal tant qu'une solution jugée satisfaisante n'est pas trouvée.

Bassin attracteur erroné

Toutefois, même si le traitement cognitif enrichit le traitement de l'information, notamment en tenant compte du contexte, le résultat obtenu est mémorisé en mode analogique et perd ainsi une partie de sa précision. Ainsi, on décrit aisément les détails de la pièce où l'on se trouve (sur le mode cognitif), mais la description de cette même pièce, lorsqu'on l'a quittée, ne peut être qu'une reconstruction en mode cognitif de ce

qui a été stocké sous forme analogique. En résumé, le traitement des informations dans le système nerveux central se ferait selon deux modes qui se différencient, notamment, par leur vitesse : un traitement rapide, analogique, auquel nous n'avons pas accès, et un traitement plus lent, cognitif, qui, parce que nous avons conscience des informations qu'il traite, semble être caractéristique du fonctionnement du cerveau humain.

Chez l'adulte, au cours de la veille, les deux modes, analogique et cognitif, sont en oscillation permanente. C'est par ces deux modes que le système nerveux central perçoit les informations, leur donne un sens et les mémorise. Selon cette hypothèse, l'intelligence serait l'aptitude d'un animal ou d'une personne à utiliser les capacités de ces deux modes de traitement. Elle dépendrait de trois



2. LORS DE LA RÉCEPTION D'UN STIMULUS, ici la vue d'un chien, un groupe de neurones est activé. L'information est traitée sur un mode analogique rapide (flèche violette, en haut) : le bassin attracteur qui regroupe des informations enregistrées simultanément (sur l'Acropole, après une averse, alors qu'il y avait un arc-en-ciel, j'ai vu un colley) est activé. Ainsi la vue d'un colley évoque l'Acropole ou un arc-en-ciel. Ce traitement requiert, au maximum, 300 millisecondes. Le stimulus active parfois un bassin attracteur erroné (flèche mauve) : par exemple, un ami qui aime le ski de fond a un enfant et un chat. Ce bassin peut être activé par erreur, parce

qu'il fait sombre et que le colley est confondu avec un chat. Parce qu'il y a un conflit entre le stimulus perçu et le bassin attracteur activé, le traitement de l'information est plus long : le traitement cognitif intervient (flèches rouges). Les neurones libèrent des neuromodulateurs (noradrénaline et dopamine). La dopamine maintient le stimulus actif dans le cortex préfrontal : différents bassins attracteurs sont testés jusqu'à ce que le stimulus soit classé dans celui qui semble le plus cohérent, ici le bassin colley-Acropole-arc-en-ciel, ou qu'un nouveau bassin attracteur soit créé, par exemple colley-crêpuscule-vitesse.