

> Le cerveau humain présente la même structure neurale, appelée «aire d'agressivité hypothalamique». Cette découverte a donné naissance à l'idée largement répandue du «cerveau reptilien», selon laquelle les pulsions primitives chez les humains proviennent d'un noyau neural ancien qui, dans les circonstances appropriées, entraîne un comportement bestial.

DES TECHNIQUES RELATIVEMENT NOUVELLES

Depuis la découverte de Hess, la grande question à laquelle les scientifiques se sont confrontés porte sur les circuits qui alimentent l'aire d'agressivité hypothalamique et qui déclenchent ou répriment une attaque. Des techniques relativement nouvelles – l'optogénétique (une méthode faisant appel à de la lumière pour activer ou désactiver des neurones) et des caméras à fibres optiques enfilées dans le cerveau d'animaux de laboratoire pour observer les neurones qui s'activent lors d'une attaque violente – permettent de répondre à certaines de ces questions. En fait, il est aujourd'hui possible d'identifier les circuits impliqués dans les fureurs et les agressions.

Pour d'évidentes raisons éthiques, une grande partie des travaux sur la circuiterie neuronale des comportements violents ont porté sur les animaux. Il convient d'être prudent dans l'application de la terminologie utilisée dans les études animales aux comportements et aux émotions des humains, mais il existe des parallèles évidents entre la violence chez les humains et chez les autres vertébrés. D'une part, s'engager dans une agression physique est un comportement étroitement régulé qui ne se manifeste qu'en réaction à des types particuliers de menaces perçues.

D'autre part, les humains et les autres animaux adoptent instinctivement des actions violentes, voire mortelles, pour se procurer de la nourriture, protéger leurs petits ou se défendre. Mais pour chacun de ces types d'agression, des connexions neurales distinctes entrent en jeu.

En outre, de nombreuses espèces animales sont très sociales, et l'agressivité a un rôle central dans l'établissement et le maintien de l'ordre social – on peut penser aux béliers qui luttent en se cognant par la tête pour déterminer lequel d'entre eux s'accouplera avec les femelles. Pour les humains, la peine capitale, l'emprisonnement et le prélèvement forcé de ressources (amendes et révocation de privilèges) sont autant de formes codifiées d'agression visant à maintenir l'ordre social. La défense du territoire, la protection des membres d'un groupe et la compétition sont encore d'autres parallèles qui permettent aux scientifiques d'extrapoler les études portant

sur des animaux de laboratoire et de trouver chez les humains les circuits neuronaux liés aux divers types d'agression.

Sur le plan psychologique, une gamme apparemment infinie de provocations et de motifs peut chez un humain déclencher une agression, mais, du point de vue des neurosciences, seuls quelques circuits cérébraux particuliers sont responsables de ce comportement. Les identifier et comprendre leur fonctionnement est encore une tâche inachevée, mais essentielle: la capacité à agresser violemment, gravée dans notre cerveau par des millions d'années de lutte pour la survie, dysfonctionne trop souvent en réponse à la maladie, aux drogues ou aux désordres psychiatriques, avec des conséquences tragiques.

La décision de recourir à la violence physique est très risquée et, avant qu'une personne ne passe à l'acte, un ensemble de circuits neuronaux complexes s'étendant sur une grande partie du cerveau devient actif.

Pour comprendre la neuroanatomie de l'agression, on peut s'imaginer la structure du cerveau humain comme analogue à celle d'un champignon. La fine peau qui recouvre le chapeau du champignon équivaut au cortex cérébral. Épais d'à peine trois millimètres, le cortex assure les fonctions cognitives supérieures. Il est également impliqué dans l'intégration sensorimotrice (le couplage de perceptions et d'actions) et même dans la



Il est possible d'identifier les circuits neuronaux impliqués dans l'agressivité



conscience elle-même, et il joue un rôle clé dans la décision d'un animal d'agir agressivement ou non.

L'amygdale, structure en forme d'amande située en profondeur sous le cortex cérébral, qui évalue rapidement les entrées sensorielles pour détecter d'éventuelles menaces, serait située au sommet du pied du champignon, là où partent les lamelles qui soutiennent le chapeau. L'amygdale a des liens d'entrée et de sortie très ramifiés qui s'étendent du cortex cérébral à l'hypothalamus. Elle agit comme un



À la fin des années 1920, le Suisse Walter Hess a découvert lors d'expériences sur des chats qu'en excitant avec une électrode une région de l'hypothalamus de leur cerveau, on déclenchait un comportement très agressif.

point de relais central pour les informations sensorielles arrivant au cerveau, ainsi que pour les signaux provenant du cortex cérébral, qui véhiculent les résultats des prises de décision et autres traitements de haut niveau de l'information.

L'hypothalamus, lui aussi situé au sommet du pied, est la région centrale du cerveau qui contrôle inconsciemment les fonctions corporelles automatiques, telles que le rythme cardiaque, la température corporelle, la respiration, les cycles de sommeil, l'attention et la libération d'hormones par l'hypophyse. C'est là que la pulsion émotionnelle prend naissance pour déclencher une attaque. Le tronc cérébral humain, analogue au pied du champignon, est l'endroit où les informations sont transmises du cerveau vers la moelle épinière ou inversement.

Pour représenter cette analogie avec précision, il est important de se rappeler que le cerveau humain a une structure dédoublée, avec des hémisphères gauche et droit séparés. Par exemple, on trouve une amygdale à la fois du côté gauche et du côté droit du cerveau.

De multiples régions qui contrôlent les comportements agressifs permettent au cerveau de réagir rapidement ou plus posément, selon les circonstances, à une menace. La réaction plus posée est cependant la plus complexe des deux, et le cortex préfrontal lui est essentiel.

Dans une étude publiée en 2013, Simone Motta, Newton Canteras et leurs collègues, à l'université de São Paulo, au Brésil, ont identifié les détails biologiques de la réaction violente d'une mère lorsque ses petits sont menacés.

Ces chercheurs ont examiné au microscope l'hypothalamus d'une mère ratte juste après qu'un intrus mâle est entré dans la cage où elle se trouvait avec ses petits nouveau-nés, intrusion qui a déclenché une attaque de la part de la ratte. En colorant le tissu cérébral *post-mortem*, Simone Motta et ses collègues ont identifié une protéine nommée « Fos » dans une sous-région de l'aire d'agressivité hypothalamique. Au microscope, cette région semblait marquée à l'encre noire. L'apparition soudaine de Fos, trahie par la coloration noire, était le résultat d'une synthèse rapide de la protéine, sous l'effet des influx nerveux émis par les neurones de l'aire en question.

D'autres équipes de chercheurs ont confirmé ce lien avec le comportement agressif en insérant une caméra à fibre optique dans l'aire d'agressivité hypothalamique chez des souris génétiquement modifiées pour que les neurones émettent des flashes lorsqu'ils s'activent.

Lorsqu'on retirait de l'aire d'agressivité hypothalamique la région en cause, appelée « noyau prémamillaire ventral », avant l'entrée d'un intrus, Simone Motta et ses collègues ont constaté qu'une mère ratte était beaucoup moins susceptible de réagir par une attaque. Mais cela ne modifiait pas les réactions de l'animal à un prédateur tel qu'un chat ou à d'autres menaces.

RÉACTIONS RÉFLÉCHIES OU RÉACTIONS RÉFLEXES

Pour que l'intrusion du mâle active le noyau prémamillaire ventral, l'hypothalamus doit recevoir, traiter et relayer des informations sensorielles sur l'agresseur. Tous les principaux sens entrent dans le cerveau par des voies neurales distinctes : par exemple, les données visuelles arrivent par le nerf optique, l'odorat par le nerf olfactif. Les informations sensorielles entrantes atteignent le cortex cérébral, où elles sont analysées pour extraire les caractéristiques détaillées d'un stimulus, et un signal correspondant à chaque sens est envoyé à une autre région corticale plus spécialisée. Le cortex visuel à l'arrière de la tête, par exemple, va extraire la forme, la couleur et le mouvement d'un objet par rapport au reste du champ visuel, puis transmettre cette information à d'autres régions corticales qui amènent la perception à notre conscience – ce qui permet, par exemple, de reconnaître un visage familier.

Cependant, cette forme complexe de traitement de l'information, qui engage séquentiellement plusieurs régions corticales différentes, comme si l'on construisait une automobile sur une chaîne de montage, prend du temps. Face à une menace soudaine, par exemple un poing serré projeté vers le menton, ➤