



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, ➤

> le temps nécessaire pour traiter l'information visuelle et la percevoir consciemment serait bien trop long pour esquiver le coup.

Aussi, au fil de l'évolution est apparue une voie rapide sous-corticale qui recrute l'amygdale afin de transmettre rapidement les informations sensorielles entrantes aux circuits cérébraux de détection des menaces. Le flux provenant des sens atteint l'amygdale avant qu'il n'arrive au cortex cérébral et à notre conscience, et c'est ainsi que nous pouvons esquiver un ballon de basket perdu qui se retrouve soudainement dans notre champ visuel, pour nous demander ensuite : « Qu'est-ce que c'était ? » Comme un détecteur de mouvement dans un système de sécurité, l'amygdale a détecté un objet qui ne devrait pas être là, et déclenche rapidement une réaction pour faire face à la menace.

Les humains s'appuient fortement sur la vision, mais l'odorat est plus important pour de nombreux animaux. Dans les expériences de Simone Motta, c'est très probablement l'odeur qui alertait chez la mère ratte le méca-

montré que ces animaux deviennent dociles lorsqu'on bloque ces récepteurs. Cette observation explique en partie comment divers aspects d'une situation donnée, qu'il s'agisse de stress ou d'autres facteurs, peuvent abaisser le seuil de déclenchement de l'agressivité.

DES EXPÉRIENCES SUR LES HUMAINS

L'objectif de toutes ces études est de déterminer si l'activation ou la neutralisation d'une région particulière du cerveau produit un comportement particulier. Les études sur les animaux, cependant, ne sont pas en mesure de révéler grand-chose sur les sensations ou émotions impliquées dans les comportements observés. Par exemple, stimuler le cerveau d'un rat avec une électrode pourrait induire une douleur entraînant ensuite une réaction violente, et rien n'indiquerait si la réaction résulte directement de l'activation d'un centre cérébral lié à l'agressivité.

Cependant, certaines expériences ont été réalisées sur des sujets humains et ne laissent aucun doute sur le fait que l'amygdale déclenche de violentes émotions. Dans une expérience réalisée dans les années 1960, le neurophysiologiste espagnol José Delgado a stimulé à l'aide d'une électrode l'amygdale droite d'une femme pendant qu'elle jouait paisiblement de la guitare; cette personne a cessé de gratter et de chanter, a jeté l'instrument dans un accès de rage et s'est mise à cogner le mur près duquel elle se trouvait.

Les émotions qui déclenchent un comportement aussi violent l'emportent sur des pulsions contraires comme la peur ou l'humiliation: un attaquant s'expose au risque d'une riposte pouvant le blesser gravement, voire fatalement, tandis que s'il renonce à son agression, il se sentira humilié d'avoir fui face à la menace. De fait, tant chez les rats que chez les humains, les sièges neuronaux de la fureur aveugle, qui déclenchent des comportements violents, font partie d'un vaste réseau neuronal qui s'étend bien au-delà de l'amygdale. Ainsi, sous le cortex, dans le septum – une partie du système limbique –, des chercheurs ont découvert une zone qui s'active lorsqu'une ratte a combattu un intrus afin de protéger ses petits.

Le septum est associé à des réactions émotionnelles intenses, comme une rage explosive, et est également actif durant les rapports sexuels et d'autres activités gratifiantes. Dans les années 1950, les Américains James Olds et Peter Milner ont montré que des rats chez qui on avait implanté des électrodes dans le septum appuyaient jusqu'à épuisement, jusqu'à 5000 fois par heure, sur une barre déclenchant la stimulation électrique des neurones de cette aire cérébrale.

Les sièges neuronaux de la fureur aveugle s'étendent bien au-delà de l'amygdale

nisme de détection de l'intrus mâle, et il est possible que cette information ait été relayée rapidement à l'aire d'agressivité hypothalamique. En examinant l'amygdale au microscope, les scientifiques y ont remarqué deux petites régions clairement colorées indiquant une synthèse de la protéine Fos en réaction à l'intrus. Ces deux endroits de l'amygdale – à l'intérieur du noyau médial – reçoivent des signaux de l'aire olfactive. Or le noyau pré-mammillaire de l'hypothalamus, où est centrée la réaction agressive maternelle, contient des neurones connus pour ne répondre qu'aux odeurs émanant du sexe opposé.

Une autre partie de l'amygdale, le noyau postérieur, présente également de nombreux signes de coloration due à la protéine Fos. Or ses neurones sont dotés de récepteurs d'une hormone, l'aldostérone, dont le stress entraîne la production. Des études sur des rats mâles agressifs ont