

> alimentaires sont fournis par les supermarchés, la gratification qu'il y aurait eue à se procurer soi-même la nourriture (par exemple en repérant et en tuant une proie) est absente, mais ce manque peut être compensé par le biais d'activités récréatives telles que la chasse et la pêche.

LE SEXE, FACTEUR PRÉDICTIF

Le plus important facteur prédictif d'un comportement agressif est le sexe. Aux États-Unis, selon les statistiques de 2018 du Bureau fédéral des prisons, 93% des détenus sont de sexe masculin. Il existe dans le règne animal une importante corrélation entre l'agressivité et le fait d'être un mâle; la relation entre violence et sexe a un fondement biologique solide. Les influences hormonales sur les circuits neuronaux qui contrôlent le comportement agressif y contribuent fortement, mais la pression sélective exercée sur les mâles, en particulier chez les mammifères sociaux, dont font partie la plupart des primates, a favorisé des attributs qui augmentent la probabilité d'un comportement agressif dans la quête d'un partenaire, d'un statut social élevé, de nourriture et afin de défendre son territoire et son groupe.

David Anderson, de l'institut de technologie de Californie, et ses collègues étudient depuis une dizaine d'années les circuits neuronaux sous-jacents à l'association déroutante entre sexe et violence. Leurs recherches ont permis de découvrir une partie du mécanisme qui explique que les mêmes circuits cérébraux puissent être impliqués dans des extrêmes opposés comme l'amour et la haine.

Sur le plan physiologique, plusieurs caractéristiques communes lient agression et accouplement. Les deux comportements suscitent des états d'intense excitation et, en cas de succès, de puissantes sensations gratifiantes. Dans la nature, agressivité et accouplement sont souvent liés et sont tous deux régis par des conditions environnementales et des états corporels internes similaires. Les animaux mâles, par exemple, sont plus agressifs pendant la saison des amours.

On sait depuis assez longtemps que l'accouplement est également contrôlé par l'aire d'agressivité hypothalamique et que la stimulation par des électrodes placées à cet endroit peut induire une copulation ou une agression. En utilisant la coloration de la protéine Fos pour identifier les neurones très actifs, les chercheurs ont découvert chez la souris que les cellules de l'hypothalamus s'activaient immédiatement après une rencontre agressive ou un accouplement.

Vers 2010, Dayu Lin, qui travaillait dans le laboratoire de David Anderson avant d'être nommée professeure à l'université de New York, a implanté des microélectrodes dans l'hypothalamus de souris et a découvert que des neurones

s'activaient lors d'un combat ou d'un accouplement; certains neurones s'activaient pendant un comportement et pas dans l'autre, mais certains s'activaient pendant les deux activités. En enfilaient une fibre optique véhiculant de la lumière laser qui activait des neurones génétiquement modifiés à cette fin, Dayu Lin et ses collègues ont incité la souris à attaquer ou à copuler. En faisant varier, grâce au laser, la fréquence d'activation neuronale, ils sont parvenus à basculer d'un comportement à l'autre.

QUEL RÔLE POUR LES ANOMALIES CÉRÉBRALES ?

Peut-on exploiter ces résultats obtenus en laboratoire pour expliquer un massacre ? Il s'agit là d'un objectif très ambitieux. Mais un drame qui s'est produit il y a plus de cinquante ans a peut-être déclenché un processus d'investigation susceptible d'éviter, un jour, que de telles situations se reproduisent.

Le 1^{er} août 1966, Charles Whitman, un ancien marine américain souffrant de troubles mentaux, poignarda à mort sa mère et son épouse dans leurs domiciles respectifs avant de se rendre dans une tour de l'université du Texas à Austin, avec une mallette remplie de trois couteaux, sept cents cartouches et sept armes



Physiologiquement, plusieurs traits communs lient agression et accouplement

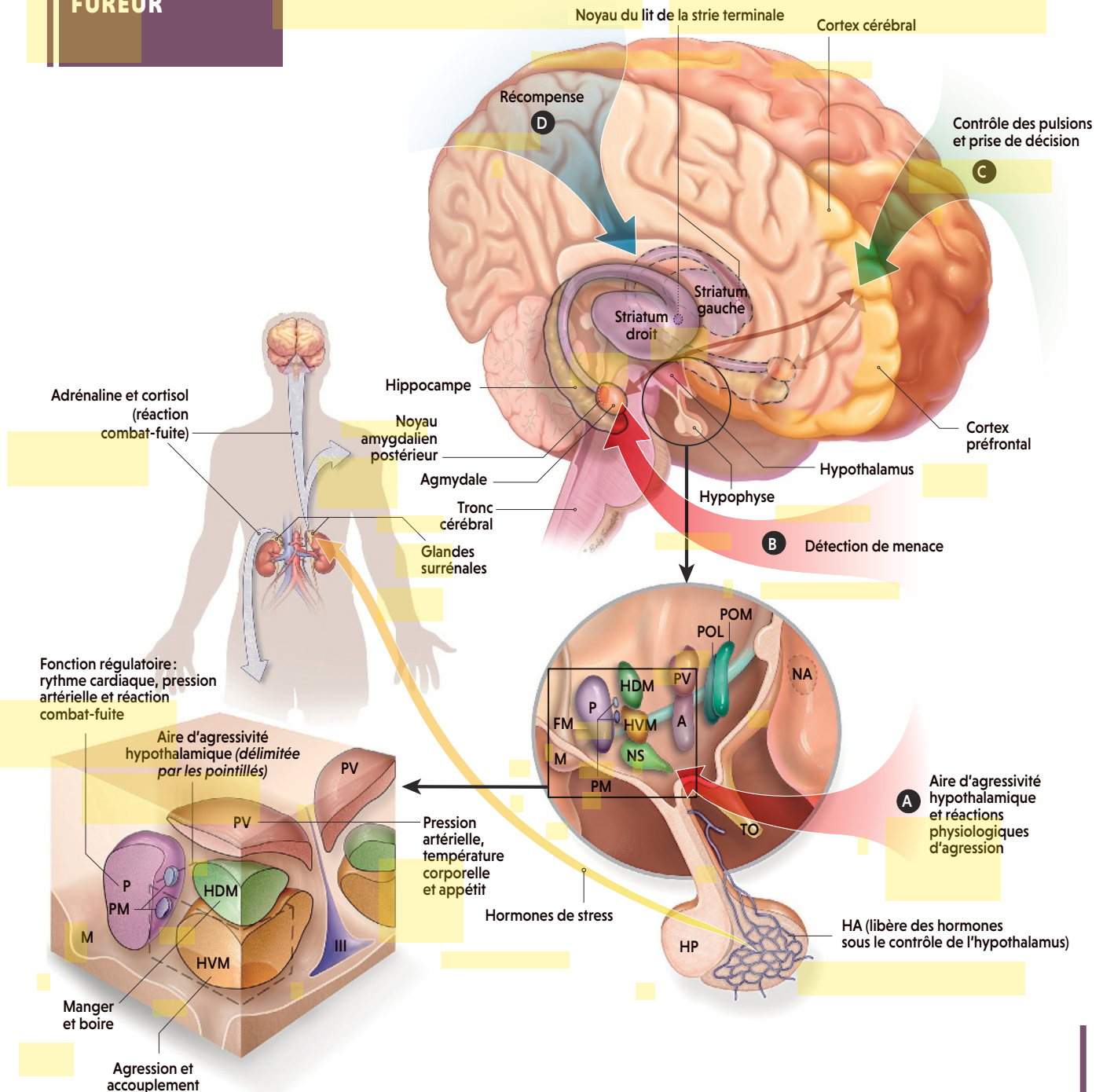
à feu. Il tua alors 14 personnes et en blessa plus de 30 autres, avant d'être lui-même tué par des policiers. Il laissa une note réclamant que son cerveau soit étudié après sa mort afin de déterminer s'il était mentalement malade.

L'examen médico-légal du cerveau du tueur a révélé une petite tumeur, un glioblastome multiforme, près de l'amygdale. Dans leur rapport, les experts ont concédé : « Il est concevable que la tumeur cérébrale, hautement maligne, ait pu contribuer à son incapacité à contrôler ses émotions et ses actions. » Mais ils n'ont pas été en mesure de déterminer de façon concluante que le cancer avait un lien quelconque avec les meurtres de Whitman ou ses troubles mentaux apparents. >

LES CHEMINS DE LA FUREUR

Dans le cerveau humain, plusieurs voies acheminent des signaux qui favorisent les comportements agressifs ou les répriment. L'« aire d'agressivité hypothalamique » est un centre clé. Elle consiste en de minuscules groupes de neurones où le cerveau reçoit des signaux qui régulent le rythme cardiaque et d'autres réactions

physiologiques précédant un acte violent **A**. À un autre endroit, l'amygdale reçoit des signaux provenant des sens et de l'aire assurant la prise de décision à la surface du cerveau, qui indiquent la présence d'une menace **B**. Le cortex exerce un contrôle sur les pulsions **C**. Les circuits liés à la colère et ceux de la récompense s'interconnectent **D**.



SOUS-STRUCTURES NEURALES

A	Noyau hypothalamique antérieur
F	Fornix
FM	Faisceau mamillaire
HA	Lobe antérieur de l'hypophyse
HDM	Noyau hypothalamique dorso-médial

HP	Lobe postérieur de l'hypophyse
HVM	Noyau hypothalamique ventromédial
M	Corps mamillaire
NA	Noyau accumbens
NS	Noyau supraoptique
P	Noyau hypothalamique postérieur

PM	Noyau préamillaire
POL	Noyau préoptique latéral
POM	Noyau préoptique médial
PV	Noyau paraventriculaire
TO	Tractus optique
III	Troisième ventricule

> Après tout, de nombreuses personnes souffrent de lésions ou de tumeurs cérébrales, mais ne deviennent pas pour autant des meurtriers. De plus, des statistiques américaines émanant de l'étude MacArthur sur l'évaluation des risques de violence, publiée en 2001, indiquent que les personnes souffrant de troubles mentaux ne sont pas plus susceptibles que les autres d'être violentes.

Jusqu'à présent, aucune anomalie n'a été signalée dans le cerveau du tueur de masse de Las Vegas, Stephen Paddock, et il est possible que l'on n'en découvrira jamais. Et même si une pathologie se révèle, il sera impossible de prouver une relation de cause à effet entre l'éventuelle anomalie cérébrale et le crime de cet homme. Il est d'ailleurs probable que l'on ne trouvera aucune anomalie dans le cerveau de ce meurtrier.

Les principaux facteurs de risque d'un comportement violent sont la jeunesse, le sexe masculin, la toxicomanie et un statut socioéconomique inférieur. Un tiers des actes violents commis par des personnes ne souffrant pas de troubles mentaux et sept crimes violents sur dix chez les malades mentaux sont associés à la toxicomanie, selon une étude réalisée en 2003 par Heather Stuart, de l'université Queen's, au Canada. Nos connaissances sur l'altération par l'alcool ou la cocaïne des circuits cérébraux impliqués dans l'agressivité ne laissent guère de doute sur le lien entre la toxicomanie et la violence.

VERS UNE COMPRÉHENSION NOUVELLE

Le comité d'experts ayant examiné le cerveau de Whitman a donné une raison plus large à son incapacité à établir un lien entre la tumeur cérébrale et le crime : tout simplement, on n'en savait pas assez sur le cerveau en 1966. « L'application des connaissances actuelles sur les fonctions organiques du cerveau ne nous permet pas d'expliquer les actions de Whitman le 1^{er} août », note le rapport. « Ce cas illustre de façon dramatique le besoin urgent de mieux comprendre les fonctions cérébrales liées au comportement, et en particulier au comportement violent et agressif. »

L'IRM (imagerie par résonance magnétique) n'existait pas en 1966, et tout le domaine des neurosciences n'en était qu'à ses débuts. Des recherches plus récentes utilisant des techniques modernes pour explorer les rouages neuronaux de l'agressivité apportent aujourd'hui des connaissances qui auraient pu aider Whitman à tourner la page de certains aspects de son vécu.

Le psychiatre Bernhard Bogerts, de l'université Otto von Guericke de Magdebourg, en Allemagne, et ses collègues ont utilisé l'IRM et la tomographie par émission de positons aux rayons X pour

Chez les délinquants violents, les anomalies cérébrales semblent plus fréquentes

examiner le cerveau de détenus violents et non violents. Les recherches, publiées en 2013, ont révélé une incidence notablement plus élevée d'anomalies cérébrales chez les délinquants violents que chez les non violents ou dans un groupe de contrôle. Par exemple, 42% des 162 détenus violents présentaient au moins une zone anormale, contre 26% des 125 détenus non violents et 8% des 52 individus du groupe de contrôle. Les anomalies touchaient le cortex préfrontal, l'amygdale ou d'autres régions impliquées dans le contrôle de l'amygdale et de l'hypothalamus.

Les informations recueillies sur les neurocircuits de l'agressivité peuvent offrir une piste vers de nouvelles réponses, mais elles peuvent aussi soulever de nouvelles questions. Tant les gènes que l'expérience vécue guident le développement des circuits neuronaux de façon différente chez chaque individu, ce qui explique la variabilité dans l'intensité et les types d'agressivité observés chez les humains ou les animaux de laboratoire. Le cortex préfrontal n'est pas complètement développé avant l'âge de 20 ans environ chez les humains, et c'est pourquoi la responsabilité pénale des jeunes ne devrait pas être la même que celle des adultes. D'ailleurs, la lenteur du développement neurologique humain fournit peut-être un début d'explication biologique aux fusillades tragiques qui secouent de temps à autre les écoles aux États-Unis (bien que d'autres facteurs, par exemple culturels, interviennent aussi).

Les preuves émergentes d'anomalies neurologiques chez les personnes incarcérées pour comportement violent soulèvent des questions éthiques quant à la culpabilité légale et la nécessité ou non d'inclure, dans l'évaluation psychiatrique des patients, des examens par électroencéphalographie (EEG) et des scanners cérébraux. C'est peut-être ce que recherchait Whitman lorsqu'il a rempli sa mallette et rédigé sa lettre demandant que son cerveau soit examiné après le bain de sang qu'il allait commettre. ■

BIBLIOGRAPHIE

F. V. Gouveia et al., **Amygdala and hypothalamus : Historical overview with focus on aggression**, *Neurosurgery*, vol. 85 (1), pp. 11-30, 2019.

R. D. Fields, **Why We Snap : Understanding the Rage Circuit in Your Brain**, Dutton, 2016.

K. Schiltz et al., **High prevalence of brain pathology in violent prisoners : A qualitative CT and MRI scan study**, *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, vol. 263, pp. 607-616, 2013.

S. C. Motta et al., **Ventral premammillary nucleus as a critical sensory relay to the maternal aggression network**, *PNAS*, vol. 110(35), pp. 14438-14443, 2013.

D. Lin et al., **Functional identification of an aggression locus in the mouse hypothalamus**, *Nature*, vol. 470, pp. 221-226, 2011.