



8. L'IMAGERIE CÉRÉBRALE, ici la tomographie par émission de positons, permet la visualisation des aires activées lors de certaines tâches mentales spécifiques. On présente au sujet étudié des visages agressifs masqués ou non par un visage neutre ; dans certains cas, la personne étudiée a préalablement subi un conditionnement vis-à-vis des visages agressifs. On constate que, chez les personnes ayant subi un conditionnement, l'amygdale droite (à droite) est activée quand on présente des visages agressifs masqués, tandis que c'est l'amygdale gauche (à gauche) qui est activée quand les visages agressifs ne sont pas masqués : les stimulus non masqués sont accessibles à la conscience et activent l'amygdale gauche. Inversement, les images masquées, perçues inconsciemment activent l'amygdale droite.

afférences des noyaux amygdaliens est vitale, car, d'un point de vue évolutif, il est moins coûteux d'activer les circuits de la peur, même en cas de fausse alerte, que de ne pas réagir face à ce qui pourrait être une vraie menace.

Cette notion de voie express qui mène aux noyaux amygdaliens éclaire certains de nos résultats. Si l'amygdale évalue le contenu émotionnel d'un stimulus, cette voie directe peu élaborée serait celle que suivent les messages assurant la commutation automatique de l'attention vers les stimulus effrayants. D'autres résultats montrent que le procédé de masquage perturbe le traitement cortical des stimulus visuels bien avant que le stimulus traité ne soit identifié dans le lobe temporal inférieur. Des informations incomplètement traitées concernant le stimulus visuel atteignent l'amygdale par la voie express, et l'amygdale, à son tour, active les réactions autonomes par l'intermédiaire de l'hypothalamus latéral et du tronc cérébral. Ainsi, la peur serait déclenchée par les signaux effrayants qui atteignent l'amygdale, l'aboutissement de la voie express, laquelle véhicule les signaux visuels non traités par le cortex. L'amygdale capte automatiquement les informations visuelles qui indiquent la présence possible d'un serpent ; immédiatement, les mécanismes de défense, telle l'immobilisation, sont activés avant même que le stimulus ne prenne une représentation consciente grâce au traitement par le cortex.

Chez les personnes ayant une phobie des serpents, le circuit de la peur, centré sur l'amygdale, serait hypersensibilisé, vraisemblablement à cause d'une vulnérabilité génétique et d'expériences vécues désagréables qui ont

imprimé une peur des serpents. En raison de cette sensibilité exacerbée, les serpents déclenchent automatiquement une frayeur démesurée, avant même que le stimulus de la phobie ne soit consciemment reconnu.

A-t-on des preuves directes de l'activation des circuits de la peur chez l'homme ? John Morris et Ray Dolan, du Laboratoire *Wellcome* de neurologie cognitive, à Londres, ont utilisé la tomographie par émission de positons pour visualiser les réactions du cerveau humain à des stimulus effrayants masqués. Avant de subir l'examen, les personnes testées subissaient un conditionnement où on leur présentait deux visages en colère et deux visages neutres. Un des visages agressifs servait de stimulus inconditionnel, car il était suivi par un bruit intense et désagréable. Lors de la tomographie, on leur présentait, par exemple, un visage agressif masqué par un visage neutre ; ou bien le même visage agressif masqué par un visage neutre, mais qui avait été, lors d'un conditionnement préalable, suivi par un bruit désagréable. Dans d'autres expériences, on présentait d'abord les visages neutres, puis les visages en colère non masqués.

On a ainsi montré que l'amygdale était manifestement activée quand on présentait au sujet conditionné des visages agressifs. Quand ces visages étaient masqués, seule l'amygdale droite était activée. Au contraire, quand les visages agressifs inconditionnels n'étaient pas masqués, seule l'amygdale gauche était activée. Ainsi, comme on le supposait d'après l'étude des modèles animaux, les amygdales jouent un rôle essentiel dans l'activation des réactions conditionnées à la

peur. Bien que nous n'ayons pas prévu la latéralisation de l'activation de l'amygdale en présence de stimulus masqués, cette asymétrie semble, *a posteriori*, tout à fait plausible, puisque les aires du langage, qui font certainement partie des mécanismes de reconnaissance conscients, sont localisées dans l'hémisphère gauche (l'amygdale gauche est activée lors de la présentation de stimulus non masqués, donc accessibles à la conscience).

L'imagerie cérébrale

Ainsi, en comparant les modifications des débits sanguins cérébraux, on a mis en évidence, d'une part, l'effet du conditionnement sur les stimulus inconscients masqués (activation de l'amygdale droite) et, d'autre part, les réactions du cerveau face à des stimulus inconditionnels conscients (activation de l'amygdale gauche).

Afin de découvrir quelle est la structure cérébrale responsable de l'activation inconsciente des noyaux amygdaliens, nous avons étudié, avec J. Morris et R. Dolan, s'il existait des relations privilégiées entre les noyaux amygdaliens et d'autres structures cérébrales durant la présentation masquée de visages agressifs. Nous avons montré que l'activation du noyau amygdalien droit est liée à celle de deux structures des voies optiques, le tubercule quadrijumeau antérieur, une structure cérébrale proche du thalamus, et le pulvinar droit, du noyau thalamique. En revanche, on n'a mis en évidence aucun lien entre l'activation de l'amygdale et celle du cortex. Le tubercule quadrijumeau antérieur et le pulvinar font partie d'un système de projection visuelle qui réagit aux éclats lumineux et aux mouvements ; il est constitué de grands neurones qui conduisent rapidement l'information et sont, de ce fait, moins sensibles à l'effet de masquage que les neurones plus petits et plus lents qui enregistrent les longueurs d'onde des stimulus de longue durée, et se projettent sur le corps genouillé latéral et sur le cortex visuel primaire. La voie du tubercule quadrijumeau antérieur et du pulvinar est sensible aux mouvements des yeux et est dédiée à la commande de l'attention spatiale visuelle.

Ainsi, les informations visuelles seraient partagées entre les voies optiques, constituées de neurones lents, qui mènent au cortex et fournissent les images conscientes, et un circuit

visuel inconscient, constitué de neurones rapides imprécis ; ce dernier met en jeu le tubercule quadrijumeau antérieur, le pulvinar, les noyaux thalamiques et le noyau amygdalien latéral. Ces données expliquent en partie la capture automatique de l'attention par les stimulus effrayants, et l'activation inconsciente des circuits de la peur.

Nos résultats ont inversé l'ordre des opérations lors du traitement de l'information émotionnelle. On admettait que l'activation des réactions corporelles précède et contrôle l'expérience consciente des émotions ; nous avons montré que l'attention et l'activation corporelle résultent d'un traitement incomplet des stimulus effrayants. Quand un tel stimulus devient conscient, diverses activations corporelles qui donnent sa connotation émotionnelle à l'expérience se sont déjà produites : le traitement conscient intervient peu dans l'activation de la peur, il ne fait que donner une interprétation et un sens à l'épisode qui l'a déclenchée.

Diverses données indiquent que des facteurs génétiques de vulnérabilité interviennent dans les phobies. Lors d'un épisode de conditionnement suffisamment intense et traumatisant, un stimulus peut acquérir la propriété de suractiver le circuit de la peur. Ce circuit est inaccessible à la conscience, de sorte que les personnes qui ont des phobies ne peuvent les vaincre par le raisonnement. La compréhension des mécanismes des phobies devrait en améliorer le traitement.

Arne ÖHMAN est professeur de psychologie dans le département des neurosciences cliniques de l'Institut Karolinska de Stockholm.

J.S. MORRIS, A. ÖHMAN et R.J. DOLAN, *Conscious and Unconscious Emotional Learning in the Human Amygdala*, in *Nature*, vol. 393, pp. 467-470, 1998.

J.S. MORRIS, A. ÖHMAN et R.J. DOLAN, *A Subcortical Pathway to the Right Amygdala Mediating «Unseen» Fear*, in *Proceedings of the National Academy of Science*, vol. 96, pp. 1680-1685, 1999.

A. ÖHMAN, A. FLYKT et L. LUNDQVIST, *Unconscious Emotion : Evolutionary Perspectives, Psychophysiological Data, and Neuropsychological Mechanisms*, in *The Cognitive Neuroscience of Emotion*, sous la direction de R. Lane et L. Nadel, pp. 296-327, Oxford University Press, 2000.

Une nouvelle rencontre de la science et de l'art.



LES SECRETS DE LA CASSEROLE

Comment préparer plus de 20 litres de mayonnaise à partir d'un seul jaune d'œuf ? En explorant la physique des émulsions. Comment obtenir un bon rôti ? En empruntant à la chimie ses études des sucres et des acides aminés. Comment obtenir de bonnes gelées ? En reprenant les résultats récents de la physico-chimie des gels. Code 1585-130 F 224 pages



RÉVÉLATIONS GASTRONOMIQUES

Encore un livre de recettes ! Oui, mais des recettes garanties par des expérimentations rigoureuses, par des analyses physico-chimiques des aliments et des tours de main culinaires. Chaque geste culinaire est ici disséqué, commenté du triple point de vue culinaire, physico-chimique et gastronomique. Code 1756-130 F 320 pages

Ces deux ouvrages ont obtenu le Prix de l'Académie nationale de Cuisine 1997.

LA CASSEROLE DES ENFANTS

Laissés seuls pour la soirée, deux enfants doivent cuisiner leur dîner. Mais leur sens aigu de l'observation et de l'expérimentation leur fait découvrir les bases de la chimie et de la physique. Ce livre pourrait être un manuel, s'il n'évoquait les molécules et leurs transformations de façon si simple et si amusante.

Code 2309-80 F-128 pages



BELIN

Voir bon de commande page 98