

Cet article est disponible en ligne à l'adresse :

http://www.cairn.info/article.php?ID_REVUE=CPSY&ID_NUMPUBLIE=CPSY_041&ID_ARTICLE=CPSY_041_0011

Neurosciences et affects

par Bénédicte GIFFARD et Bernard LECHEVALIER

| L'Esprit du Temps | Champ Psychosomatique

2006/1 - n° 41

ISSN 1266-5371 | ISBN 2-8479-5075-3 | pages 11 à 27

Pour citer cet article :

– Giffard B. et Lechevalier B., Neurosciences et affects, Champ Psychosomatique 2006/1, n° 41, p. 11-27.

Distribution électronique Cairn pour L'Esprit du Temps.

© L'Esprit du Temps. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

Neurosciences et affects

Bénédicte Giffard et Bernard Lechevalier

INTRODUCTION

Depuis ces dix dernières années, grâce à l'appui des données expérimentales et des progrès opérés en neuro-imagerie, les études des émotions en neurosciences sont en pleine expansion. Jetant le trouble sur une longue période de rationalisme, certains de ces travaux nous ont même fait comprendre que l'émotion et la raison ne sont certainement pas des notions aussi opposées que ce que l'on pensait mais que, au contraire, l'émotion constitue une part essentielle des processus de raisonnement et de prise de décision. Ce regain d'intérêt pour l'émotion, concept à la fois complexe et aux frontières floues, a permis de décortiquer ses multiples composantes, objectives (changements physiologiques et corporels) ou subjectives (état de conscience corrélatif), ainsi que ses influences sur d'autres domaines cognitifs. Cet intérêt a également conduit à cerner les frontières des émotions par rapport à d'autres concepts – humeur, affect, sentiment, motivation... – si proches qu'ils sont souvent confondus et parfois employés comme synonymes ; toutefois, sans pour autant être équivalents, ils exercent une influence mutuelle les uns sur les autres, l'émotion dépendant de l'humeur, la motivation dépendant de l'émotion... Enfin, ces

Bénédicte Giffard – Maître de conférences INSERM-EPHE. Université de Caen/Basse Normandie Unité de recherche E0218 et U.F.R de Psychologie.
Bernard Lechevalier – Professeur honoraire de neurologie, UER de médecine Caen, Membre correspondant de l'Académie Nationale de Médecine. 20 rue Renoir - 14000 Caen.

travaux ont contribué à mieux comprendre les troubles affectifs. En effet, de même que certaines capacités cognitives telles que le langage, la mémoire ou la perception, certaines pathologies sont directement et essentiellement liées au dysfonctionnement ou à la lésion de régions cérébrales spécifiquement engagées dans les états affectifs, et un nombre grandissant de travaux en neuro-imagerie permettent d'en confirmer l'implication dans les comportements affectifs.

Concept très vaste et souvent imprécis, l'*émotion* est à distinguer d'autres concepts plus ou moins proches et parfois employés de façon interchangeable. D'ailleurs, la notion d'émotion (du latin *emovere*, émouvoir, ébranler, idée de mouvement vers l'extérieur) s'est peu à peu dégagée de celle de passion qui désignait au XVII^e siècle à peu près tous les états affectifs. L'émotion est actuellement définie comme un état affectif intense – avec un début brutal et une durée relativement brève – lié à un objet repérable interne ou externe.

L'émotion se manifeste par des modifications physiologiques, expressives et mentales (avec un effet motivateur ou perturbateur sur les activités cognitives) déclenchées automatiquement lorsque l'organisme est confronté à certains objets ou situations. Ce caractère brutal et lié à un objet particulier fait de l'émotion un concept assez facilement distinguable de celui d'humeur. L'*humeur* est un état affectif relativement stable et durable, bien que parfois fluctuant ; elle n'est pas liée à un objet précis. Selon les croyances antiques, la personnalité, le tempérament d'un individu était dû à la présence en plus ou moins grande quantité d'une ou plusieurs des quatre principales humeurs (du latin *humor*, liquide) dans l'organisme. Par ailleurs, les émotions sont également souvent définies comme déclenchant une série d'actions pour préparer l'organisme à un comportement adapté (fuite, défense...). Dans une telle perspective, la frontière entre émotion et *motivation* n'est pas vraiment claire. Ces deux mécanismes affectifs se caractérisent par un comportement d'approche-évitement, allant de la résolution à rester dans une certaine situation jusqu'à abandonner celle-ci compte tenu des menaces et dangers qu'elle implique. Il faut néanmoins garder à l'esprit que tous ces états affectifs s'influencent mutuellement. Quant aux sentiments, s'ils se nourrissent des émotions et influencent leur déclenchement, ce sont des états affectifs durables, conscients, susceptibles de variations qualitatives.

THÉORIES CLASSIQUES DES ÉMOTIONS

L'émotion est composée de manifestations subjectives (agréables ou désagréables) et objectives (motrices : mimiques, gestuelles, prosodiques... et végétatives : cardiaques, vasomotrices, et hormonales : sécrétion de catécholamines). L'activité intense du système végétatif aurait pour but de préparer l'organisme à utiliser, en cas d'urgence, la totalité de ses ressources pour fuir ou se défendre. C'est en tout cas l'opinion de Darwin qui considéra l'émotion comme un vestige d'actes antérieurs ayant permis l'adaptation de l'espèce. Dans son ouvrage *L'expression des émotions chez l'homme et les animaux* publié en 1872, Darwin explique en effet que l'expression émotionnelle humaine ne peut être comprise que dans le contexte des expressions observables chez d'autres animaux et dans une perspective évolutive. Pour Wallon, l'émotion a une fonction de socialisation principalement basée sur les expressions mimiques et corporelles. A l'inverse, Piéron et Janet considèrent ces manifestations corporelles comme des désordres organiques qui ne sont plus adaptés et ne répondent plus à un but.

Puis, une large période a été consacrée au débat sur les liens entre l'expérience émotionnelle et les réactions corporelles associées. Dans les années 1880, à l'inverse de l'opinion de sens commun de l'époque selon laquelle l'émotion se manifesterait par des désordres organiques provoqués par un trouble subjectif, le psychologue américain William James et, presque au même moment mais de façon indépendante, le physiologiste danois Carl Lange inversent les liens entre modifications corporelles et expérience psychologique subjective de l'émotion. Selon la théorie James-Lange, un stimulus extérieur provoque, grâce au système nerveux végétatif, des réactions au niveau des viscères et ce sont ces changements qui sont ressentis comme émotionnels. Ainsi, les modifications physiologiques précèdent et surtout déclenchent l'émotion subjective.

Cette théorie viscérale ou périphérique a été contestée plus de 40 ans plus tard par les physiologistes Walter Cannon et Philip Bard qui développèrent une conception centraliste avec un point de départ hypothalamique : l'activation de systèmes centraux spécifiques, et non de systèmes périphériques, serait à l'origine de l'expérience émotionnelle. Les expériences de Bard permirent de préciser le rôle déterminant de l'hypothal-

lamus postérieur dans la coordination des composantes végétatives et somatiques de ce comportement émotionnel.

Puis, la thèse élaborée dans les années 1960 par Schachter et Singer, inspirée de la théorie James-Lange, connut un large succès et apporta une contribution très importante à la compréhension de l'émotion puisqu'elle était la première à intégrer le facteur cognitif à l'émotion et a ainsi montré l'intérêt d'une théorie à deux facteurs : pour qu'une émotion survienne, il faut l'existence simultanée d'une composante viscérale et d'une composante cognitive, cette dernière permettant une évaluation du stimulus pour que la sensation viscérale devienne sensation subjective émotionnelle.

De nombreux travaux issus d'une approche anatomofonctionnelle ont permis de préciser que le système limbique et ses connexions sous-tendent les mécanismes émotionnels, le rôle du complexe amygdalien et du cortex orbito-frontal apparaissant au tout premier plan.

ÉMOTIONS PRIMAIRES ET SECONDAIRES ET LEURS BASES CÉRÉBRALES

Différents travaux expérimentaux et cliniques ont permis d'identifier l'implication préférentielle de certaines structures cérébrales dans les mécanismes émotionnels. Les régions qui sous-tendent ces mécanismes sont regroupées au sein du système limbique et de ses connexions (noyau amygdalien, aire septale, cortex cingulaire antérieur, cortex orbito-frontal...). Les lésions et dysfonctionnements cérébraux de ces structures participent à l'explication de certaines pathologies spécifiquement émotionnelles telles que le syndrome de Klüver-Bucy, l'alexithymie, la sociopathie acquise... Parmi les diverses structures composant le système limbique, nous détaillerons plus particulièrement le complexe amygdalien et le cortex préfrontal qui ont un rôle-clé notamment dans les émotions primaires ou innées et secondaires ou sociales.

LES ÉMOTIONS PRIMAIRES

Les voies émotionnelles

Un grand nombre de travaux explorant les circuits neuro-

naux des émotions ont été consacrés à la peur. Sur la base de ces travaux, il est à présent bien reconnu que le complexe amygdalien (du latin *amygdala*, amande), clef de voûte du système limbique, situé sous le pôle temporal dans la profondeur du lobe, est une structure essentielle au traitement des émotions primaires. Un nombre abondant de travaux expérimentaux fournit des arguments en faveur de l'hypothèse formulée par Papez en 1937 selon laquelle l'appréciation de la valeur émotionnelle des stimuli pourrait se faire selon une voie corticale ou une voie sous-corticale. Des études ont en effet confirmé l'existence d'une voie sous-corticale capable d'atteindre l'amygdale sans qu'il y ait eu au préalable une élaboration corticale des données sensorielles. Mais, les circuits sous-corticaux ne fournissent qu'une perception grossière des stimuli émotionnels. Ils sont néanmoins rapides, car ils ne contiennent qu'un seul relais neuronal. Au contraire, les voies corticales donnent des représentations détaillées et précises du monde extérieur, ce qui permet de reconnaître un objet quand on le voit ou qu'on l'entend ; ces voies comprennent plusieurs relais neuronaux, chaque relais ralentissant le traitement. Ces différences temporelles expliquent pourquoi il existe deux voies émotionnelles. Les hommes et les animaux ont besoin d'un mécanisme de réaction rapide et grossier – sous-cortical – provoquant les réactions émotionnelles avant même d'avoir identifié le stimulus auquel ils réagissent – grâce aux voies corticales. Une autre structure sous-corticale : le thalamus active simultanément l'amygdale et le cortex.

Les modèles animaux, les observations cliniques et les études de neuro-imagerie chez l'homme démontrent l'importance de l'amygdale dans de nombreux processus émotionnels. L'amygdale est richement connectée à diverses structures cérébrales. Elle reçoit des afférences en provenance des cortex associatifs des systèmes sensoriels visuel, auditif et somesthésique. Ces convergences d'informations sensorielles font de l'amygdale un lieu d'intégration unique. En plus de ces afférences corticales, l'amygdale est également connectée à d'autres structures limbiques, dont l'hippocampe et les noyaux septaux, ce qui en fait le lieu de « rencontre des souvenirs et du plaisir », ainsi que, par la voie amygdalofuge ventrale, à l'hypothalamus et aux centres autonomes bulbaire, responsables des réactions végétatives accompagnant l'expérience

émotionnelle. Une afférence directe du thalamus à l'amygdale permettrait les réactions végétatives et musculaires immédiates sans que le stimulus à l'origine de l'émotion ne soit consciemment perçu. Puis, les structures corticales permettraient la prise de conscience du stimulus et de la réaction émotionnelle (voie corticale) (Le Doux, 1994).

Le circuit de la peur

Compte tenu de la localisation centrale du complexe amygdalien entre les entrées sensorielles et les sorties effectrices, il est une structure clef dans le conditionnement de la peur quel que soit le stimulus. Particulièrement, son noyau latéral serait l'interface sensorielle des noyaux amygdaliens puisqu'il reçoit des stimuli sensoriels du thalamus, ainsi que des informations du cortex et des signaux directifs de l'hippocampe. Puis le noyau latéral, par l'intermédiaire des noyaux baso-latéral et basal accessoire, transmet ces informations au noyau central, lequel est relié à des régions du tronc cérébral qui commandent la fréquence cardiaque, la respiration et la dilatation des vaisseaux sanguins. Ainsi, le noyau amygdalien central serait l'interface avec les systèmes qui commandent les réactions végétatives liées à la peur.

Le noyau latéral de l'amygdale reçoit également des afférences de l'hippocampe (subiculum). Les rats apprennent non seulement à reconnaître les stimuli dangereux, mais aussi dans quelles circonstances ces signaux sont signes d'un danger. Des lésions des noyaux amygdaliens modifient les réactions de l'animal vis-à-vis du son, mais également vis-à-vis de la cage dans laquelle le conditionnement a été acquis. Au contraire, les lésions de l'hippocampe perturbent uniquement les réactions vis-à-vis de la cage. Ces données confirment que l'hippocampe joue un rôle important dans le traitement des informations complexes, par exemple les détails de l'environnement spatial de l'animal. Ainsi, l'information relative au contexte peut acquérir une signification émotionnelle par l'intermédiaire du noyau latéral de l'amygdale.

Allant dans le sens des données recueillies chez l'animal, des expériences de conditionnement de peur ont également été réalisées chez l'homme. Certaines études de cas de patients avec lésions sélectives de l'amygdale ou avec lobectomie temporale unilatérale (Bechara *et al.*, 1995) ont mis en

évidence un déficit sélectif du conditionnement aversif, alors que la mémoire déclarative concernant le déroulement de l'expérience de conditionnement était préservée.

Des études cliniques et d'imagerie cérébrale montrent également l'implication de l'amygdale dans les émotions négatives et plus particulièrement de peur. Bien que les patients présentant une lésion circonscrite de l'amygdale soient extrêmement rares, leurs observations ont apporté des informations capitales sur le rôle de cette structure limbique dans le traitement émotionnel. Ainsi, le syndrome décrit par Klüver et Bucy en 1939 chez le singe, puis rapporté chez l'homme traduit bien le rôle de l'amygdale dans les émotions. Décrit par Terzian et Dalle Ore au milieu des années 1950, le premier cas de patient atteint de ce syndrome présentait une prosopagnosie, une tendance à l'hypermétamorphose (préhension des objets à portée de main), une boulimie insatiable, et des modifications du comportement sexuel. Surtout, le patient était devenu indifférent affectivement, il montrait une perte de tout comportement émotionnel.

Des études plus récentes et détaillées ont rapporté chez des patients avec lésion bilatérale de l'amygdale, une altération spécifique de la reconnaissance des expressions faciales de peur (Adolphs *et al.*, 2005 par exemple), tandis que les expressions faciales d'autres émotions étaient bien reconnues : l'amygdale servirait à relier la représentation visuelle des expressions faciales avec la représentation conceptuelle de la peur. Mais, d'autres travaux ont montré des troubles d'identification de l'expression faciale de diverses émotions négatives, incluant la peur, la colère, le dégoût et la tristesse. L'interprétation de ces résultats dissemblables fait aujourd'hui débat, puisque l'une des grandes questions d'actualité sur les émotions concerne le rôle précis de l'amygdale : est-elle impliquée dans toutes les émotions, dans les émotions négatives en particulier, ou dans la peur plus spécifiquement ? L'amygdale pourrait être principalement impliquée dans le traitement des stimuli liés à une menace ou un danger si l'on reprend l'interprétation de Whalen *et al.* (1998) pour qui le rôle premier de l'amygdale est la détection de l'ambiguïté : l'amygdale est plus engagée lors des émotions de peur par rapport à la colère, car la peur provient d'une menace dont la source est ambiguë, alors que la colère provient également d'une menace mais dont la source a été clairement identifiée.

Depuis 1995, un nombre croissant d'études en tomographie par émission de positons (TEP) et imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) évaluant le rôle de l'amygdale dans les processus émotionnels sont apparues. Allant dans le sens des données obtenues chez les patients cérébrolésés, bon nombre de ces études ont rapporté une activation de l'amygdale en réponse aux expressions faciales de peur par rapport à des expressions neutres, joyeuses ou de dégoût (par exemple, Phillips *et al.*, 1997). L'habituation de la réponse amygdalienne serait très rapide, ce qui fournit une information importante concernant la fonction limitée dans le temps de l'amygdale dans le traitement des informations affectives. D'ailleurs, des expériences de masquage en IRMf ont rapporté des activations de l'amygdale en réponse à des expressions faciales de peur non consciemment perçues. Ces traitements émotionnels inconscients seraient sous-tendus par des projections des noyaux thalamiques vers l'amygdale. A l'aide d'un autre type de matériel, des images agréables ou non, Lane *et al.* (1997) montrent également une activation de l'amygdale lors de la présentation d'images déplaisantes par rapport à des images neutres et agréables. L'amygdale est aussi activée lors des phases précoces du conditionnement aversif. Des stimuli aversifs dont la modalité de présentation n'est pas visuelle ou auditive, mais olfactive ou gustative (Zald *et al.*, 2002) provoquent également une activation de l'amygdale.

D'une manière générale, l'amygdale serait surtout impliquée dans les émotions négatives alors que les émotions positives dépendraient plus du cortex orbito-frontal et des aires visuelles extrastriées (Blood & Zatorre, 2001; Morris *et al.*, 2001). Ces travaux montrent généralement une diminution de l'activité amygdalienne en réponse à des stimuli émotionnels positifs. Ainsi, dans une étude PET, Blood et Zatorre (2001) observent une baisse du DSC dans l'amygdale chez des sujets écoutant un morceau de musique extrêmement plaisant, provoquant même des frissons. Une telle désactivation a également été observée lorsque les sujets regardent une photo du visage de la personne aimée ou des visages heureux (Whalen *et al.*, 1998). Toutefois, un certain nombre de travaux rapporte également une activation de l'amygdale en réponse à des stimuli positifs ou plaisants, tels que des photos de visages heureux, des images plaisantes ou des vidéos érotiques (Hamann *et al.*, 2002). Toutefois, ces activations seraient loin d'être aussi

consistantes que celles provoquées par des stimuli négatifs ; en fait, l'activation de l'amygdale dépendrait plus de la valeur excitatrice ou motivante du stimulus que de sa valence (Zald, 2003). Notons qu'une étude en IRMf de Canli *et al.* (2002) met en évidence une augmentation de l'activité amygdalienne lors de la présentation de visages heureux, mais chez les sujets les plus extravertis. Ainsi, des différences de traits de personnalité pourraient en partie expliquer la variabilité des résultats entre les études.

Enfin, sur la base d'études utilisant des images ou sons plaisants ou déplaisants et des expressions faciales émotionnelles ou prosodiques, une méta-analyse non publiée (Wager *et al.*, 2002, cité dans Zald, 2003) rapporte la plupart du temps une activation de l'amygdale en réponse à des stimuli à valence négative plutôt que pour les stimuli émotionnels positifs. Très peu d'études ont réalisé des contrastes spécifiques entre stimuli plaisants et déplaisants, ce qui est relativement compréhensible étant donné la difficulté de faire correspondre des stimuli fortement plaisants avec des stimuli fortement déplaisants en termes d'intensité, de niveau d'excitation et de valeur motivationnelle.

Le rôle modulateur de l'amygdale sur la mémoire des émotions

Les informations chargées émotionnellement sont souvent mieux rappelées et reconnues que les informations neutres. Le phénomène de souvenir intense d'un événement, appelé *flashbulb memory*, serait suscité aussi bien par des émotions positives (coupe du monde de football de 1998) que négatives (événements du 11 septembre 2001).

Les études de patients présentant des lésions amygdaliennes et les études de neuro-imagerie apportent des résultats convergents quant à l'importance de l'amygdale et des structures limbiques associées dans l'encodage, la consolidation et la restitution des informations émotionnelles. Les patients avec lésion de l'amygdale – bien que manifestant toujours une réactivité physiologique et subjective face aux stimuli émotionnels – ne bénéficient plus de la charge émotionnelle des stimuli pour leur mémorisation. En accord avec les études neuropsychologiques, un grand nombre de travaux de neuro-imagerie indiquent une corrélation positive entre l'activation

de l'amygdale face à un matériel émotionnel, c'est-à-dire lors de son encodage en mémoire, et la reconnaissance ultérieure de ce matériel (voir par exemple Hamann et al., 1999). Certains travaux ont également mis en évidence l'implication de l'amygdale lors de la récupération d'événements émotionnels autobiographiques ou non autobiographiques.

Cette persistance et cette précision des souvenirs émotionnels par rapport à des événements plus neutres peuvent être expliquées par une série de facteurs. Lors de la rencontre avec un stimulus émotionnel, c'est-à-dire lors de son encodage, la capture attentionnelle exprimée est très importante, contribuant ainsi à la solidité de sa mémorisation et à une élaboration accrue, qui plus est lorsque l'influence du self y participe. Chaque souvenir autobiographique récupéré est en effet sous l'influence de l'ensemble des désirs, des croyances et des objectifs actuels du sujet caractérisant le modèle d'intégrité et de cohérence personnelle propre à chaque individu (*working self*). L'importance de la capture attentionnelle concernant les stimuli émotionnels a notamment été démontrée à l'aide du paradigme de Stroop émotionnel, où le temps mis pour donner la couleur d'un mot émotionnel est généralement supérieur à celui d'un mot neutre. Cette capture attentionnelle et la perception accrue des stimuli émotionnels qui en résulte seraient directement liées à l'influence de l'amygdale qui exerce une action prioritaire sur l'encodage des événements émotionnels.

Aussi, l'amygdale améliorerait la consolidation des événements émotionnels en modulant leur stockage via l'action des hormones de stress. Lorsqu'un individu est confronté à un événement émotionnel, le système hormonal interagit avec le complexe amygdalien ; plus précisément, les hormones de stress activent les récepteurs beta-adrénergiques contenus dans l'amygdale basolatérale, ce qui permet à l'amygdale de moduler la consolidation des informations émotionnelles stockées dans d'autres régions cérébrales. Par contre, lorsque les informations traitées sont neutres d'un point de vue émotionnel, elles sont stockées sans qu'il y ait activation des hormones du stress ou de l'amygdale et des structures limbiques associées. Ce modèle explique pourquoi, en cas d'administration d'un beta-bloquant comme le propranolol ou en cas de lésion de l'amygdale, les performances de mémoire épisodique ne sont pas améliorées pour les stimuli émotionnels.

Ainsi, les études de neuro-imagerie ont constamment montré l'implication et le rôle modulateur de l'amygdale, ainsi que des structures limbiques associées (cortex cingulaire antérieur, insula, pôle temporal), dans l'encodage, le stockage et le rappel des souvenirs émotionnels négatifs et, mais moins fréquemment, positifs. Il s'agit simplement d'un rôle modulateur, en ce sens que l'amygdale n'est pas nécessaire à la formation des souvenirs épisodiques des événements neutres ou émotionnels, mais plutôt l'amygdale permet de renforcer (intensifier) les souvenirs émotionnels dépendants de l'hippocampe.

L'alexithymie

Le dysfonctionnement d'une autre région du système limbique appelée aire cingulaire antérieure serait responsable de l'alexithymie. L'alexithymie (du grec *a* : sans, *lexis* : mot, *thymos* : émotion), d'abord comparée à une aphasie des émotions, se caractérise par un trouble de la conscience émotionnelle, c'est-à-dire une difficulté ou incapacité à se représenter de manière consciente son propre ressenti émotionnel et celui d'autrui. Paradoxalement, les alexithymiques ont une réactivité physiologique élevée lors de la visualisation de films déplaisants alors qu'ils rapportent un déplaisir subjectif moins important. Cela suppose une dissociation entre la représentation du ressenti émotionnel subjectif et la réactivité physiologique de l'émotion. Il ne faut toutefois pas réduire l'alexithymie à une lésion circonscrite de l'aire cingulaire antérieure, mais il pourrait plutôt s'agir d'un syndrome de dysconnection : cette région participe, avec d'autres structures neuronales, à la conscience émotionnelle.

LES ÉMOTIONS SECONDAIRES

Le cortex orbito-frontal représente également une structure clef dans le traitement émotionnel. L'équipe d'Antonio Damasio a montré le rôle du cortex orbito-frontal dans la prise de décision, et dans la mémorisation des souvenirs liés aux récompenses et punitions. Le cortex orbito-frontal (région ventro-médiane du lobe frontal) occupe une situation avanta-

geuse étant données ses multiples connexions avec d'autres régions cérébrales. Le cortex orbito-frontal reçoit en effet des projections de plusieurs systèmes sensoriels, il est relié à l'hypothalamus et au tronc cérébral, et est également connecté à des structures limbiques comprenant l'amygdale, les cortex entorhinal et périrhinal et la formation hippocampique.

Un cas de sociopathie acquise

Les patients présentant des lésions de la région orbito-frontale se caractérisent par des troubles du caractère et de la personnalité teintés de désinhibition, d'emportement, d'euphorie, et d'une inadaptation sociale. Ce comportement fut qualifié de moriatique ou de « pseudo-psychopatique » et, plus récemment, Damasio (1995) proposa le terme de « sociopathie acquise » pour rendre compte de l'inadéquation des conduites sociales associée à une modification notable de la personnalité, et notamment une incapacité à l'empathie.

Les liens entre cortex préfrontal, et plus précisément orbito-frontal, et comportement moral et social sont mieux connus en grande partie grâce aux travaux de l'équipe de Damasio, laquelle a en effet fait prendre conscience du rôle structurant des émotions dans les prises de décision, considérées depuis toujours comme des actes purement rationnels. Le malade sur lequel s'appuya Damasio, appelé EVR ou Elliot, était un cadre commercial brillant âgé d'une trentaine d'années et qui, après avoir été opéré d'un méningiome frontal touchant la région orbito-frontale, ne connut plus que des malheurs dans sa vie tant au niveau professionnel qu'affectif. Alors que ses connaissances et son intelligence ne paraissaient pas altérées, il était devenu incapable de planifier ses activités, s'attardant inutilement sur des activités secondaires au détriment des objectifs généraux, incapable de faire des choix élémentaires, même au restaurant ou dans un magasin où le simple choix d'un plat ou d'un vêtement devenait interminable. Il se lança dans des spéculations financières désastreuses, quitta sa femme, puis divorça également de sa deuxième épouse. Elliot semblait incapable de tenir compte des conséquences de ses actes pour inspirer des décisions ultérieures.

La description du cas de ce patient Elliot a été étroitement rapprochée de celle d'une description beaucoup plus ancienne mais très célèbre rapportée par John Harlow, celle de Phineas

Gage, dont le siège primaire de la lésion cérébrale avait probablement été la région orbito-frontale. En 1848, ce jeune ouvrier très apprécié de 25 ans travaillait à la construction d'une voie ferrée quand il fut victime d'une explosion projetant de façon fulgurante la barre à mine qu'il manipulait. Celle-ci a pénétré dans sa joue gauche, lui a percé la base du crâne, traversé l'avant du cerveau avant de ressortir par le dessus de la tête. Miraculeusement, Gage survécut à cet accident. Le récit de Harlow décrit comment la guérison physique de Gage a été totale. Bien qu'ayant perdu la vue de son œil gauche, ses principaux sens étaient fonctionnels et il n'était paralysé d'aucun membre. Il n'avait pas de difficulté d'élocution ou de langage. Et pourtant, comme le raconte Harlow, «l'équilibre, pour ainsi dire, entre ses facultés intellectuelles et ses pulsions animales» était rompu. Il était à présent «d'humeur changeante; irrévérencieux; proférant parfois les plus grossiers jurons (ce qu'il ne faisait pas auparavant) [...]; capricieux et inconstant; formant quantité de projets, aussitôt abandonnés dès qu'arrêtés». La transformation de personnalité qui l'affectait était si radicale que ses amis et connaissances avaient du mal à le reconnaître, remarquant tristement que «Gage n'était plus Gage». Il avait perdu le respect des conventions sociales et des règles morales apprises, sans détérioration des fonctions intellectuelles ou du langage. Ses prises de décision n'étaient plus influencées par les valeurs morales et l'environnement social. Sa déshinhibition et son inadaptation au contexte social en font un sociopathe au même titre qu'Elliot.

Outre le patient Elliot, Damasio a examiné une dizaine de patients porteurs de lésions préfrontales du type de celle rencontrée chez Elliot, et pour chacun d'entre eux, il a pu remarquer l'association d'une déficience de la prise de décision et d'un affaiblissement de la capacité de ressentir des émotions. Les facultés de raisonner et d'éprouver des émotions vont de paire, et leur affaiblissement tranche nettement avec un profil neuropsychologique qui montre une parfaite préservation de la mémoire, de l'attention, du langage et de l'intelligence.

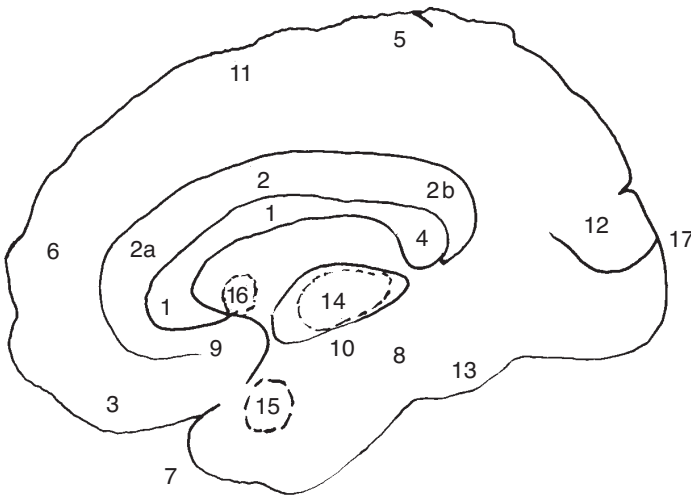
La théorie des marqueurs somatiques

Selon Damasio, Elliot était devenu incapable d'activer ce qu'il appela ses « marqueurs somatiques », des états du corps correspondant à des sensations, agréables ou désagréables en fonction de différents paramètres viscéraux ou non (rythme cardiaque, sudation, sensation de douleur...). La notion de marqueur somatique fait en effet référence à quelque chose qui est ressenti viscéralement. Ces marqueurs somatiques sont élaborés au cours des processus d'éducation et de socialisation. En effet, tout au long de la vie, depuis l'enfance, nous associons à nos actes, à nos choix, des représentations somatiques qui sont en fait des manifestations émotionnelles vécues comme conséquences de nos actes. Certaines vont être agréables, d'autres vont être désagréables avec une intensité variable. Des « zones de convergence » auraient pour fonction d'associer et de conserver les connexions entre certains états du corps et certaines situations. Le cortex préfrontal, zone de convergence, serait impliqué dans la conservation et la réactivation de ces associations. Ainsi, le cortex frontal permet, en présence de telle ou telle situation, d'activer les représentations somatiques qui lui sont associées en connectant cette situation aux souvenirs émotionnels gérés par le système limbique et en particulier l'amygdale. Nous structurons ainsi peu à peu nos prises de décisions en fonction des représentations somatiques qui sont activées de manière inconsciente et qui vont nous permettre avec le temps de prendre des décisions de plus en plus rapides. En effet, la résurgence de la perception des sensations positives ou négatives associées à nos choix antérieurs a fonction d'alerte automatique et immédiate. Ces marqueurs somatiques représentent une sorte de guide automatique. Ils aident à éliminer automatiquement les mauvaises options et, au contraire, poussent vers un choix aux conséquences bénéfiques.

Pour influencer la prise de décision, les marqueurs somatiques reposent sur les connexions très étroites unissant le cortex orbito-frontal et le système limbique. L'hippocampe et l'amygdale interviennent dans la formation des souvenirs, l'amygdale attachant en plus une connotation émotionnelle au souvenir. Ainsi, lorsqu'un stimulus active une représentation en mémoire, les connexions entre le cortex frontal et le système limbique activent les marqueurs somatiques, et la

représentation est reliée à des expériences émotionnelles.

Selon Damasio, le cortex orbito-frontal représente une des structures cérébrales indispensables pour la prise de décision. La prise de décision n'est toutefois pas sous-tendue par le cortex orbito-frontal seul, mais repose en plus sur tout un circuit incluant, outre le cortex orbito-frontal, d'autres structures corticales et sous-corticales, dont l'amygdale, le cortex insulaire/somatosensoriel et le système nerveux périphérique. Le cortex orbito-frontal permet de relier des connaissances factuelles avec des états biorégulateurs (incluant l'état émotionnel). Ainsi, les patients présentant des lésions orbito-frontales deviennent incapables d'associer l'expérience sociale à l'état somatique correspondant, ce qui explique les conduites sociales incohérentes caractéristiques de la sociopathie acquise. L'émotion, loin d'être le fardeau de la raison, devient l'auxiliaire de la raison. On comprend ainsi que la prise de décision ne peut se baser uniquement sur la raison pure, sur la logique formelle chère à Kant.



1. Corps calleux. - 2. Gyru cingulaire. - 2a. Idem : partie antérieure. - 2b. Idem : partie postérieure. - 3. Cortex orbito-frontal. - 4. Splenium du corps calleux. - 5. Scissure de Sylvius. - 6. Pôle frontal. - 7. Pôle temporal. - 8. Face interne du lobe temporal. - 9. Aire sous-calleuse. - 10. Région hippocampique. - 11. Gyru frontal supérieur. - 12. Cuneus. - 13. Gyru temporal inférieur. - 14. (en profondeur) : Thalamus. - 15. (idem) : Noyau amygdalien. - 16. (idem) : Hypothalamus. - 17. Scissure calcarine.

BIBLIOGRAPHIE

- ADOLPHS R., GOSSELIN F., BUCHANAN T.W., TRANEL D., SCHYNS P., DAMASIO A.R. A mechanism for impaired fear recognition after amygdala damage. *Nature*, 2005, 433, 68-72.
- BECHARA A., TRANEL D., DAMASIO H., ADOLPHS R., ROCKLAND C., DAMASIO A.R. Double dissociation of conditioning and declarative knowledge relative to the amygdala and hippocampus in *Humans*. *Science*. 1995, 269, 1115-1118.
- BLOOD A.J., ZATORRE R.J. Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A*. 2001, 98, 11818-11823.
- CANLI T., SIVERS H., WHITFIELD S.L., GOTLIB I.H., GABRIELI J.D. Amygdala response to happy faces as a function of extraversion. *Science*. 2002, 296, 2191.
- CANNON W.B., The James-Lange theory of emotion : A critical examination and an alternative theory. *American Journal of Physiology*, 1927, 39, 10-124.
- DAMASIO A.R. On some functions of the human prefrontal cortex. *Ann NY Acad Sci*. 1995, 769, 241-51. Review.
- HAMANN S.B., ELY T.D., GRAFTON S.T., KILTS C.D. Amygdala activity related to enhanced memory for pleasant and aversive stimuli. *Nat Neurosci*. 1999, 2, 289-293.
- HAMANN S.B., ELY T.D., HOFFMAN J.M., KILTS C.D. Ecstasy and agony : activation of the human amygdala in positive and negative emotion. *Psychol Sci*. 2002, 13, 135-141.
- JAMES W., What is an emotion ? *Mind* 9, 1884, 188-205.
- LANE R.D., AHERN G.L., SCHWARTZ G.E., KASZNIAK A.W. Is alexithymia the emotional equivalent of blindsight ? *Biol Psychiatry*. 1997, 42, 834-844.
- LANGE C., Ueber Gemüthsbewegungen, Verlag von Theodor Thomas, Leipzig, 1887.
- LE DOUX J.E. Emotion, memory and the brain. *Sci Am*. 1994, 270, 50-57. Review.
- MORRIS J.S., BUSCHEL C., DOLAN R.J. Parallel neural responses in amygdala subregions and sensory cortex during implicit fear conditioning. *Neuroimage*. 2001, 13, 1044-1052.
- PHILLIPS M.L., YOUNG A.W., SENIOR C., BRAMMER M., ANDREW C., CALDER A.J., BULLMORE E.T., PERRETT D.I., ROWLAND D., WILLIAMS S.C., GRAY J.A., DAVID A.S., A specific neural substrate for perceiving facial expressions of disgust, *Nature*, 1997, 389, 495-498.
- SCHACTER S., SINGER J.E. Cognitive, social and physiological determinants of emotional state. *Psychological Rev*. 1962, 69, 379-399.
- TERZIAN H., DALLE ORE G. Syndrom of Kluver Bucy reproduct in man by bilateral removal of temporal lobes. *Neurology*, 1975, 5, 373-380.
- WHALEN P.J., BUSH G., MCNALLY R.J., WILHELM S., MCINERNEY S.C., JENIKE M.A., RAUCH S.L. The emotional counting Stroop paradigm : a functional magnetic resonance imaging probe of the anterior cingulate affective division. *Biol Psychiatry*. 1998, 44:1219-1228.

ZALD D.H., MATTSON D.L., PARDO J.V. Brain activity in ventromedial prefrontal cortex correlates with individual differences in negative affect. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2002, 99, 2450-2454.

ZALD D.H. The human amygdala and the emotional evaluation of sensory stimuli. *Brain Res Brain Res Rev*. 2003, 41, 88-123.

Lectures recommandées

ANDREASEN N.C. *Brave New brain*. Oxford University Press : New York. 2001.

DAMASIO A.R. *L'erreur de Descartes*. Paris : Odile Jacob.1994.

HABIB M. et BAKCHINE S. (Eds.) *Revue de Neuropsychologie*, 1998, numéro spécial Neuropsychologie des émotions, vol. 8, n°4.

LANE R.D. & NADEL L. (Eds.). *Cognitive Neuroscience of Emotion*. 2000, New York : Oxford University Press.

LEDOUX J. *Le cerveau des émotions*. Paris : Odile Jacob. 2005.

RÉSUMÉ

Les travaux de neuropsychologie et de neurobiologie se sont longtemps focalisés sur les processus cognitifs, tels que la mémoire, le langage ou la perception, et sur leurs bases neuronales, mais ils ont longtemps négligé le rôle du cerveau sur les émotions ainsi que le rôle des émotions sur les autres processus cognitifs. Depuis peu, ils explorent également ce vaste champ de recherche et contribuent ainsi, grâce aux données cliniques et expérimentales, à une meilleure compréhension des comportements émotionnels et de leurs substrats neuronaux.

Mots-clés : Émotions – Neuropsychologie.

SUMMARY

For a long time, investigations in neuropsychology and neurobiology have focused exclusively on cognitive processes such as memory, language or perception and their neural substrates, and they ignored the function of the brain in the emotions just as the part of emotions in other cognitive processes. Recently they have investigating this scope of research and they now contribute, thanks to clinical and experimental data, to a better understanding of emotional behaviours and their neural substrates.

Key-words : Emotions – Neuropsychology.