

LES ÉMOTIONS

Les bases neurologiques de nos affects

Résumé du livre « Les défis de la science » parrainé par le journal « Le Monde »

INTRODUCTION

Le support cérébral le plus connu est l'amygdale. Elle est reliée à l'hippocampe qui joue un rôle fondamental dans la mémorisation des contextes émotionnels. Le thalamus, quant à lui, filtre les informations en provenance de notre environnement et les sélectionne.

Au cours des dernières années, il est apparu qu'une autre région cérébrale est fortement impliquée dans les émotions : le cervelet. Il intervient dans le contrôle de la vitesse, de la cohésion et de la capacité de nos processus cognitifs et mentaux, dont les émotions.

De nouvelles techniques d'imagerie permettent à présent d'observer ces émotions en direct. Les émotions seront toujours l'un des principaux outils nous permettant d'affronter les défis de l'existence.

CHAPITRE 1 : LE POUVOIR DES ÉMOTIONS

Les émotions exercent une influence puissante sur notre qualité de vie. Les émotions font partie de l'essence même de notre humanité. Elles nous permettent d'évaluer une situation et les possibilités d'action bien plus vite que ne le ferait le cortex cérébral.

Que sont les émotions ? Le neurobiologiste portugais Antonio DAMASIO souligne qu'il est important de distinguer émotions, sentiments et humeurs :

- Les humeurs sont des émotions qui se prolongent avec une certaine stabilité,
- Les sentiments sont des sensations conscientes produites par les émotions dont la durée est variable.

« Les émotions et les sentiments sont notre manière de communiquer nos états mentaux. Mais ce sont aussi des aides à la prise de décision ». (Antonio DAMASIO).

Les efforts de classification des émotions ont été nombreux mais il n'existe toujours pas de consensus sur le sujet. On a donc cherché à classer les émotions selon les expressions faciales qui les accompagnent dans toutes les cultures. Dans les années 60, Paul EKMAN, un psychologue américain, et son collègue Wallace FRIESEN ont établi un catalogue des expressions faciales. Il a ainsi pu classer plus de 7000 expressions faciales en 6 grandes émotions communes :

- Joie,
- Tristesse,
- Aversion ou dégoût,
- Colère,
- Peur,
- Surprise.

Dans cette lignée, on doit aussi citer les travaux de l'historienne Tiffany Watt SMITH de l'université QUEEN MARY de Londres qui a recensé 154 termes caractérisant les émotions.

On a la nette impression que la liste des émotions est loin d'être achevée.

A quoi servent les émotions ? On considère que les émotions remplissent trois grandes fonctions :

- Adaptation,
- Motivation,
- Communication.

En ce qui concerne la fonction **adaptative**, les émotions fournissent des réponses appropriées aux défis de l'environnement. Par exemple, la peur a conféré un avantage évolutif aux individus en permettant la survie en évitant des dangers.

Pour la fonction de **motivation**, elle inclut la prise de décision. Cette fonction est sans doute la plus difficile à comprendre. Nous savons par expérience que nos états émotionnels influencent les décisions que nous prenons et passent souvent avant les critères rationnels.

Les émotions ont aussi une fonction dans la **communication** entre humains. L'expression des émotions nous permet de prédire le comportement des personnes. Elles nous aident à interagir avec des êtres dotés d'émotions comme nous. Elles sont donc un des socles importants de nos relations sociales. Mais il ne suffit pas d'avoir des émotions, il faut aussi que les autres puissent les identifier. Les émotions sont le lien qui nous unit les uns aux autres en bien et en mal.

Le cerveau, siège des émotions.

Pour comprendre la genèse des émotions, il faut commencer par comprendre le mécanisme qui permet aux neurones de produire des signaux nerveux. Chaque neurone se comporte comme une sorte de pile, le pôle négatif étant à l'intérieur de la cellule, et le pôle positif le fluide environnant.

Lorsqu'un neurone reçoit une impulsion, cela annule puis inverse la différence de potentiel entre l'intérieur et l'extérieur. Même si la zone stimulée retrouve son état de repos, le changement de potentiel aura stimulé le segment voisin qui se dépolarisera à son tour. C'est le mécanisme de propagation de l'influx.

Ensuite intervient la fente synaptique qui assure la transmission de l'information entre neurones. C'est un système complexe car interviennent les neurotransmetteurs qui peuvent être excitateurs ou inhibiteurs. Aujourd'hui, on en a dénombré une centaine.

Un grand nombre de neurotransmetteurs sont impliqués dans les émotions. Certains jouent un rôle important :

- La dopamine intervient dans les émotions positives. La sensation de plaisir est produite par une augmentation subite du niveau de dopamine. C'est aussi une source de la motivation,
- La sérotonine est connue pour être l'agent chimique du bien-être. Elle atténue l'anxiété et participe à la maîtrise des impulsions,
- L'acétylcholine est impliquée dans les phénomènes de mémoire et d'apprentissage,
- Un autre groupe important est celui des peptides qui intervient dans presque toutes les activités cérébrales.

Apprendre et mémoriser des émotions

Eric KANDEL, médecin psychiatre chercheur en neurosciences, a montré que l'apprentissage le plus élémentaire modifie le fonctionnement des neurones et leur façon de se connecter. Lorsqu'un « vécu » est enregistré, la manière dont les neurones sont connectés est modifiée. S'il y a un enregistrement dans la mémoire à long terme, la région synaptique est élargie. Le nombre de synapses n'est donc pas constant.

Codes neuronaux. Nous avons vu que les neurones propagent des potentiels d'actions et ceux-ci ont une structure codée. Ces codages transportent l'information vers le cerveau. Les aires cérébrales sont spécialisées dans le traitement des informations. Dans le cas des émotions, on a identifié une correspondance avec l'activité de différentes aires cérébrales. Notamment, le système limbique joue un rôle de premier plan.

Les émotions sont-elles l'apanage des humains ? Les recherches ont montré qu'au moins certaines espèces ressentent une gamme d'émotions semblables à nos émotions primaires. Nous savons que parfois, les mots nous manquent pour décrire précisément la nature et l'intensité de nos émotions. Les études sur le chien ont démontré qu'ils sont capables de « sentir » notre état émotionnel et d'adapter leurs émotions aux nôtres. On pense que le développement des niveaux corticaux supérieurs dirige l'expression des émotions.

CHAPITRE 2 : COGNITION ET ÉMOTIONS, DE L'OPPOSITION A LA COMPLÉMENTARITÉ

Le neurophysiologiste Joseph LEDOUX, le neurologue Antonio DAMASIO, le psychologue Daniel KAHNEMAN, l'économiste Vernon SMITH ont joué un rôle décisif dans les recherches qui ont permis de remettre la rationalité à sa juste place par rapport aux émotions.

L'étude scientifique des émotions. Pendant des siècles, on a considéré que la raison et les émotions étaient deux processus œuvrant en sens contraire. Ce discours est encore très présent aujourd'hui : la pensée rationnelle paraît plus fiable que les émotions. Mais au 20^{ème} siècle, on a commencé à aborder l'étude des émotions dans une démarche plus scientifique.

La face visible des émotions. Les progrès sont venus grâce à 2 innovations technologiques : la photographie et l'électricité. DARWIN a eu une approche particulièrement novatrice. Il estimait que les émotions de base étaient caractéristiques d'une espèce. Il souligna les effets de l'émotion sur le corps humain et travailla beaucoup sur l'expression faciale.

La face cachée des émotions. La théorie de CANNON-BARD repose sur l'implication de différentes structures cérébrales, tout particulièrement sur le thalamus. Cette théorie représente une avancée car elle posait le principe que les émotions prenaient au cœur même du cerveau. Il s'agissait d'approfondir la connaissance de la neurophysiologie des émotions.

La nouvelle perspective des neurosciences : les émotions complémentaires. C'est en 1937 que le neurologue James PAPER a montré la base anatomique du cerveau permettant la formation et les expressions des émotions. A partir de cette date, on a distingué l'expression des émotions et l'expérience émotionnelle. Mais le rôle des différentes aires cérébrales étaient mal étayées. Pas d'existence d'un circuit en tant que tel et omission de l'amygdale dont on connaît aujourd'hui le rôle essentiel. Ensuite, le neurobiologiste Paul MACLEAN a développé une théorie du cerveau émotionnel à partir du système limbique. Dernièrement, on a pu établir que le système limbique intervient non seulement dans les émotions, mais aussi dans la mémoire, le comportement, la motivation et l'odorat. MACLEAN a développé la théorie des 3 cerveaux (nota DG : reprise par Daniel GOLEMAN) : le reptilien, l'émotionnel, et le néocortex assurant le raisonnement et le calcul. Une contribution importante à citer : celle de Joseph LEDOUX qui a démontré le rôle de l'amygdale et les deux voies possibles : traitement rapide en occultant le néocortex et passage par le néocortex moins rapide mais avec prise de conscience de l'émotion et traitement plus rationnel.

Les recherches les plus récentes semblent confirmer que les deux systèmes, rationnel et émotionnel sont distincts mais interagissent étroitement.

Il va de soi que les caractéristiques particulières d'une émotion donnée dépendent aussi bien du stimulus que de l'expérience préalable de chaque sujet face au même type de stimulus.

Dans certaines situations de danger, il vaut mieux parfois ne pas perdre trop de temps à réfléchir...

On a aussi établi que les émotions influent sur les processus cognitifs. Les émotions positives renforcent l'apprentissage en activant l'hippocampe alors que les émotions négatives vont activer l'amygdale. Pour résumer, l'ensemble des théories actuelles des émotions considèrent qu'il existe une relation intime entre émotion, cognition et comportement.

Intelligence émotionnelle et intelligence rationnelle. La question de la contribution des émotions à l'intelligence revêt un grand intérêt avec 2 types de réponses :

- En l'absence de risque ou d'urgence, c'est l'intelligence rationnelle qui prévaut. Mais si une action rapide est nécessaire, c'est la conduite émotionnelle qui s'imposera,
- L'autre réponse est de définir l'intelligence émotionnelle comme la capacité d'un individu à identifier et gérer ses émotions mais aussi celles d'autrui. Selon ses défenseurs, l'intelligence émotionnelle permet de favoriser un comportement adaptatif dans 4 domaines :
 - o La perception des émotions pour soi et les autres,
 - o L'utilisation des émotions,
 - o La compréhension des émotions,

- La gestion des émotions.

Selon, John MEYER, les individus dotés d'une bonne intelligence émotionnelle bénéficieraient d'interactions sociales de qualité et, de manière générale, seraient plus satisfaites de leur existence.

CHAPITRE 3 : LE CERVEAU ÉMOTIONNEL

Les émotions sont des processus cérébraux mais qui affectent l'ensemble du corps.

Les structures cérébrales impliquées dans les émotions. 4 structures exercent un contrôle important sur le processus émotionnel :

- L'hypothalamus qui est une sorte de centre d'aiguillage. Il sert de pont entre le système nerveux central, le système nerveux périphérique et le système endocrinien. Certains neurones libèrent des hormones dans le sang et certaines hormones modifient l'activité de certains neurones voire l'expression des gènes.
- L'amygdale qui intervient dans les réponses émotionnelles, la prise de décision et la mémoire. Elle donne en outre un contenu émotionnel aux souvenirs. Elle est impliquée dans la reconnaissance des expressions faciales liées aux émotions. Sa stimulation produit une augmentation de la vigilance et de l'attention. Son volume est plus important chez l'homme que chez la femme. L'amygdale analyse l'environnement de manière continue à la recherche de stimuli signalant un danger. La diversité fonctionnelle de l'amygdale est le reflet de la complexité de ses circuits. Elle participe à de nombreuses fonctions cérébrales. La voie de communication est : thalamus-amygdale-hypothalamus. La voie peut être directe avec une réponse immédiate ou indirecte en passant par le cortex. L'amygdale peut enregistrer les cas de réponse directe sans passer par le cortex. Il peut s'agir de survie.
- Le cortex cérébral est la partie la plus superficielle et la plus étendue du cerveau humain. Il intervient aussi dans les émotions. Il régule en retour l'activité de l'hypothalamus et de l'amygdale pouvant ainsi contrôler les émotions. Les parties les plus impliquées dans les émotions sont les lobes frontaux. Le cortex est aussi impliqué dans l'expression des émotions feintes. L'expression faciale d'une émotion authentique est symétrique ce qui est moins le cas pour une expression feinte. Il est le principal intervenant sur l'expression émotionnelle mais...pas le seul !
- Le cervelet intervient également dans la régulation fine des émotions. Les études d'imagerie cérébrale ont confirmé le rôle clef du cervelet. Il y a actuellement un consensus sur le fait que le cervelet fait partie des réseaux cortico-limbiques qui interviennent dans le traitement des émotions.
- D'autres régions cérébrales sont impliquées :
 - Les ganglions de la base noyau caudé, putamen, globus pallidus, noyau sous thalamique, substance noire,
 - Le tronc cérébral.

En définitive, il semblerait que de nombreuses régions du cerveau soient impliquées et, selon l'émotion concernée, l'amygdale recruterait un groupe spécifique de structures cérébrales.

Fonctions cérébrales et émotions. Selon DAMASIO, les émotions ne sont pas un obstacle à la pensée rationnelle : elles la rendent possible.

- Les hémisphères cérébraux : ces 2 moitiés du cerveau sont reliées par un faisceau de plus de 200 millions de fibres nerveuses appelé corps calleux. Une vision un peu simpliste consiste à attribuer à l'hémisphère gauche tout ce qui est rationnel et logique et à l'hémisphère droit et qui est artistique et intuitif. Il faut plutôt admettre que le cerveau fonctionne de façon intégrée et que tout le monde utilise les 2 hémisphères. Certes, on note des tendances dédiant l'un ou l'autre hémisphère. Le droit semble plus impliqué dans les émotions négatives et le gauche vers les émotions positives. On pense qu'il faut plutôt voir cet aspect via l'intégration grâce au corps calleux et la complémentarité,
- Les neurones miroirs : découverts en 1996, il s'agit de neurones spatio-visuels qui joueraient un rôle fondamental dans les interactions sociales. Ils nous permettraient de partager les émotions d'autrui, d'apprendre par imitation. Beaucoup reste à découvrir.

- Changements physiologiques : les émotions corporelles. Notre corps joue un rôle important dans la mise en forme des émotions.
 - o Il s'agit de savoir quelle partie du corps est affecté par une émotion donnée à l'aide d'une cartographie. Ces cartes semblent refléter une correspondance entre les types de sensations et les régions d'activation du système nerveux,
 - o La voix : le messenger des émotions. Le CNRS a mis au point un logiciel permettant de détecter la coloration émotionnelle de la voix. Les résultats sont assez surprenants.

Les chercheurs ont réussi à établir un corpus de connaissances suffisamment robustes pour servir de base à l'amélioration de l'état émotionnel des personnes.

CHAPITRE 4 : LA TECHNOLOGIE AU SERVICE DES ÉMOTIONS

Dès lors que l'on a compris que les émotions sont essentielles pour notre survie, on peut s'attendre à l'irruption de méthodes d'étude du cerveau avec de nouvelles avancées.

Observer les émotions. L'IRMf (*Imagerie par résonance magnétique fonctionnelle*) a permis la compréhension des liens entre émotions et aires cérébrales. Qu'une région cérébrale soit activée à la suite d'une émotion ne démontre pas que l'émotion en question est localisée dans cette région. L'utilisation de ces techniques se heurtent à d'autres difficultés : il n'existe pas de classifications des émotions faisant consensus chez les chercheurs, ni des échelles d'intensité et de valeur émotionnelle valides et clairement définies.

Agir sur le cerveau pour contrôler les émotions. Il s'agit de l'un des défis que la science tente de relever :

- *Stimulation cérébrale.* Un des pionniers de cette approche a été le physiologiste espagnol José Manuel Rodriguez DELGADO. Il a mis au point un appareil, le *stimoceiver*. Grâce à cet appareil, il est parvenu à produire des sensations qui ressemblaient à des émotions ou des sentiments. Il a reçu un prix NOBEL en 1949.
- *L'optogénétique.* Le chercheur britannique Francis CRICK s'est tourné vers les neurosciences et a suggéré en 1999 que la lumière pouvait permettre de contrôler l'activité de différents types de neurones. L'optogénétique a fait un grand pas en avant après la découverte de la *channelrhodopsine*, une protéine présente dans certaines algues. Elle fonctionne comme un interrupteur permettant d'allumer ou d'éteindre un signal d'activation. L'introduction de ces protéines dans des cellules par génie génétique dans le cerveau de mammifères libère de leurs mouvements est une grande avancée de ces dernières années. Le calcium est un des messagers essentiels de l'activité cellulaire. L'optogénétique est une sorte de télécommande permettant d'activer et de désactiver les neurones. Cette innovation récente est appliquée pour la cartographie mais aussi la stimulation.
- *Interfaces.* Une autre stratégie consiste à utiliser des interfaces entre le cerveau et des systèmes externes. Ils sont surtout utilisés par la recherche et pour effectuer des diagnostics. Le cerveau ayant de nombreuses activités, il n'est pas évident d'obtenir des enregistrements « purs ».

Donner des émotions à des systèmes artificiels. Les perspectives sont liées au développement de l'Intelligence Artificielle. Mais le robot ne ressent pas des émotions : il les simule. L'objectif est de nous permettre de disposer un jour de programmes qui nous donneront le sentiment de comprendre nos émotions., d'avoir de l'empathie, de savoir détecter ce qui nous intéresse ou nous stresse. En dotant une machine d'émotions, on obtiendra un système plus ouvert. Elles seront bientôt capables de ressentir des émotions humaines mais cela ne permet pas de parler de conscience.
