



1 Entretien avec Ralph Adolphs et David J. Anderson, neuroscientifiques
P. 40

2 Vaincre la peur traumatique
P. 46

3 Nos facultés cognitives sous influence
P. 50

La science des ÉMOTIONS

Longtemps perçues comme une entrave à la raison, les émotions sont en réalité indispensables à son bon fonctionnement. En leur absence, nos choix deviennent irrationnels. Elles influent sur notre attention, notre mémoire et nos décisions. Mais comment, et à quel point ? Quels sont les mécanismes cérébraux sous-jacents ? La neuroscience des émotions n'en est qu'à ses balbutiements, mais apporte déjà un éclairage nouveau sur ces questions. En témoigne la mise au point récente de traitements efficaces contre certains troubles émotionnels, comme l'état de stress post-traumatique.

« La Femme qui pleure, de Pablo Picasso (1937, Tate Gallery), exprime, par ses formes, ses couleurs et la rigueur de sa composition, la puissance des émotions humaines. »

1

«Les émotions doivent être étudiées en fonction des effets qu'elles produisent»

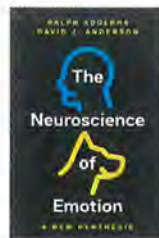
Entretien avec **Ralph Adolphs** et **David J. Anderson**,
Institut de technologie de Californie (Caltech)

Présentant les bases d'une nouvelle neuroscience des émotions, fondée sur une étude transversale chez l'animal et chez l'homme, Ralph Adolphs et David J. Anderson espèrent élucider leur rôle fonctionnel dans la vie des organismes. Et également la façon dont ces fonctions se sont développées dans le cerveau au cours de l'évolution.

La Recherche Quand est née la « neuroscience de l'émotion », qui est aussi le titre du livre que vous allez publier ?

Ralph Adolphs L'idée que les émotions constituent un phénomène distinct des autres types d'événements mentaux a une très longue histoire en psychologie et en philosophie. Déjà, dans l'Antiquité, Aristote avait distingué les émotions – qu'il appelait les « passions » – du raisonnement. Cependant, la neuroscience de l'émotion, parfois aussi baptisée neuroscience affective, est très récente.

David J. Anderson Cela dépend de la façon dont vous définissez la neuroscience. Je pense que Ralph et moi-même voyons cette question sous l'angle de nos sous-domaines respectifs et des organismes vivants que nous étudions, qui sont très différents. Selon moi, la première considération neuroscientifique sérieuse concernant l'émotion nous vient de Charles Darwin et de sa monographie *L'Expression des émotions chez l'homme et les animaux*, publiée en 1872. Darwin considérait le système nerveux comme



Ralph Adolphs et David J. Anderson, *The Neuroscience of Emotion*, Princeton University Press, à paraître le 12 juin 2018, 376 p., 37,95 €.

Contexte

L'étude des émotions constitue un champ de recherche commun à la psychologie et aux sciences cognitives. L'arrivée des techniques d'imagerie cérébrale a fait se rencontrer ces disciplines autrefois cloisonnées, chacune ayant ses traditions, son vocabulaire et ses approches spécifiques. Le livre *The Neuroscience of Emotion* est une tentative d'unifier ces traditions et de créer les fondations d'une nouvelle science des émotions.

la clé de l'expression des émotions, ce qui peut sembler évident rétrospectivement, mais qui ne l'était pas pour beaucoup de gens à l'époque. Une autre avancée majeure fut la démonstration, par le neuroscientifique suisse Walter Hess en 1928, qu'une stimulation cérébrale spécifique provoque une réponse émotionnelle spécifique. En stimulant l'hypothalamus d'un chat, il avait montré que ce dernier devenait soudainement « enragé ». Plus tard au XX^e siècle, les scientifiques ont commencé à étudier plus systématiquement les régions du cerveau impliquées dans les réactions de peur conditionnée. Aujourd'hui, il existe de nombreuses techniques nouvelles et efficaces permettant de mesurer et de manipuler l'activité cérébrale lors d'expositions émotionnelles chez les animaux de laboratoire. R. A. D'ailleurs, bon nombre des concepts actuels étaient tout



DAVID J. ANDERSON

Professeur de biologie depuis 1996 et directeur de l'Institut de neurosciences Tianqiao and Chrissy Chen, à Caltech, David J. Anderson a travaillé pendant vingt ans sur les cellules souches neurales. Il s'est ensuite intéressé au développement neuronal, pour mieux étudier les circuits neuronaux responsables des comportements associés à des états émotionnels.

RALPH ADOLPHS

Professeur de psychologie, de neuroscience et de biologie depuis 2004 et directeur du centre d'imagerie cérébrale, à Caltech, Ralph Adolphs a porté ses recherches sur l'élucidation des fondements neuronaux du comportement social. Il s'intéresse notamment à la façon dont les émotions influencent la prise de décision.

simplement hors de portée avant que n'apparaissent des techniques avancées pour étudier les émotions d'un point de vue neuroscientifique. L'optogénétique (*) ou l'imagerie cérébrale fonctionnelle par résonance magnétique (IRMf) sont deux méthodes qui ont explosé dans la dernière décennie seulement. Dans son acception moderne, je pense vraiment que la discipline est toute nouvelle.

Qu'est-ce qu'une émotion ?

D. J. A. Il n'y a pas de consensus sur cette question. En particulier sur le fait que les émotions doivent – ou non – être définies comme des expériences

subjectives, conscientes, des « sentiments ». Nous soutenons que non, car cela exclurait de fait les animaux des travaux sur l'émotion, puisque nous n'avons aucun moyen de savoir s'ils ont des sentiments subjectifs ou pas. Or nous en sommes convaincus : nous avons beaucoup à apprendre sur les émotions

“ Nous avons beaucoup à apprendre en étudiant toutes les espèces ”

David J. Anderson, professeur de biologie à Caltech

(*) L'optogénétique

est une méthode qui permet de rendre des neurones sensibles à la lumière. De quoi stimuler spécifiquement un type cellulaire en laissant les autres intacts.

en étudiant toutes les espèces. Toutefois, il y a des gens qui sont en total désaccord avec nous.

R. A. C'est la raison pour laquelle nous avons écrit le livre. David et moi en avons eu assez de ce que nous lisions sur les émotions.

D. J. A. Nous nous sommes assis au Café at Broad [un café près de leurs laboratoires sur le campus de Caltech, ndlr] où nous avons commencé à esquisser des modèles, des idées sur la façon de construire les principes fondateurs d'une science de l'émotion. Notre livre a été conçu en bonne partie en réaction au manque de consensus sur ●●●

... le terrain. Nous voulions proposer un cadre commun que psychologues et neurobiologistes pourraient utiliser.

Dans la littérature scientifique, il est pourtant souvent question d'émotions « primaires » : la joie, la colère, la peur, la tristesse, la surprise et le dégoût.

D. J. A. L'idée que ces six émotions particulières soient « primaires » doit être révisée. Les émotions existaient bien avant qu'il y ait des mots pour les nommer, et le langage courant n'est pas adéquat pour les caractériser. Néanmoins, je suis d'accord avec certains scientifiques, tel le regretté neurobiologiste estonien Jaak Panksepp [mort en avril 2017, *ndlr*]. Il soutenait qu'il existe certains états émotionnels fonctionnels de base, conservés à travers les espèces, qui sont essentiels à la survie. Mais la façon dont nous les nommons est juste une affaire de sémantique.

R. A. Il est en effet peu probable qu'un mot particulier, utilisé pour décrire une émotion, corresponde à une catégorie scientifique. En fait, nous plaçons pour une vision dimensionnelle des émotions, qui permettrait de mieux les caractériser. Plutôt que de leur donner un nom, nous proposons de les définir au moyen d'une liste

de caractéristiques correspondant à des dimensions telles que l'intensité, la valence (négative ou positive), le temps durant lequel elles persistent, etc. (fig. 1)

D. J. A. Le but est de donner au lecteur des informations et un cadre pour réfléchir au sujet. Nous utilisons le terme « émotions » pour désigner des « états internes » qui engagent le cerveau et le corps. Au sein d'une même espèce, ces états possèdent certaines propriétés générales communes. De la même façon, des états internes donnés possèdent des propriétés générales communes à différentes espèces. Ils ont des fonctions importantes,

la manière dont elles sont physiologiquement constituées. Nous proposons qu'elles soient étudiées comme des fonctions qui ont évolué et qui ont permis aux espèces (animaux ou humains) de s'adapter et donc de survivre dans des conditions spécifiques. Mais ces fonctions doivent être découvertes, elles ne peuvent pas simplement être postulées en tant que définitions.

D. J. A. Il y a certaines fonctions assez évidentes : fuir un prédateur – l'émotion associée serait donc la peur –, éviter l'ingestion d'un aliment empoisonné – l'émotion associée serait le dégoût. Mais notre livre traite des émotions en général, pas de leur nombre exact ou des noms que nous devrions leur donner.

Selon vous, quand les émotions seraient-elles apparues ?

R. A. L'idée de base est qu'elles sont nées au cours de l'évolution, lorsque les réflexes simples n'étaient plus suffisants à la survie des espèces. En résumé, lorsque de meilleures capacités d'apprentissage, de prise en compte du contexte et de flexibilité dans les comportements ont été nécessaires.

D. J. A. Je considérerais les émotions comme une invention évolutive qui se situerait quelque part entre les réactions réflexes et le traitement cognitif complexe (la pensée et le raisonnement). Les émotions dotent les animaux d'un « faisceau » de réponses comportementales à des situations particulières, qui peuvent être rapidement déployées sans que le sujet passe trop de temps à penser aux coûts et aux avantages d'une décision donnée. Comme le dit Ralph, les comportements compris dans ce faisceau sont flexibles : un animal peut « choisir » de s'immobiliser ou de s'enfuir lorsqu'il voit un prédateur.

“ La signification de la peur doit être révisée et affinée ”

Ralph Adolphs, professeur de psychologie à Caltech

qui sont d'aider les organismes à prendre des « décisions » critiques pour leur survie et pour leur reproduction.

Vous avez donc une vision évolutionniste des émotions ?

R. A. Oui. Nous mettons l'accent sur une vision fonctionnelle des émotions. Selon nous, elles doivent être analysées en fonction de ce qu'elles produisent et non de



▲ Ces gravures montrant des expressions faciales et des postures humaine et animales sont tirées de l'ouvrage de Charles Darwin *L'Expression des émotions chez l'homme et les animaux* (1872).

Naissance et essor des sciences affectives

Cependant, le faisceau est limité à un certain nombre de comportements et exclut les autres : les animaux cessent généralement de manger ou de boire lorsqu'ils perçoivent une menace.

Précisément, la peur est une émotion très étudiée...

R. A. En ce qui concerne la peur, il y a une bonne correspondance entre la définition courante et certaines fonctions de base liées à la survie. Malgré tout, la signification de la peur doit être révisée et affinée dans une future science de l'émotion.

D. J. A. C'est vrai qu'il y a une vaste littérature sur la neuroscience de la peur et de l'anxiété, chez les humains comme chez les animaux. Une grande partie du travail sur la peur s'est concentrée sur une structure cérébrale profonde : l'amygdale. Néanmoins, il est clair que la peur ne se résume pas à l'amygdale et, inversement, l'amygdale ne doit pas être réduite à l'organe de la peur. La différence entre la peur et l'anxiété continue également d'être débattue. Les scientifiques pensent qu'ils connaissent la différence, mais il n'est pas vraiment clair que le cerveau, lui, sache la différence. On ignore encore s'il s'agit d'états cérébraux distincts ou pas.

Comment la mesurer ? Et plus généralement, comment mesure-t-on une émotion ?

D. J. A. Nous n'avons pas d'instrument pour mesurer directement une émotion comme on mesurerait la température avec un thermomètre. Nous devons donc utiliser des mesures indirectes, de la même manière que les physiciens expérimentaux mesurent indirectement les particules subatomiques dans des expériences de destruction d'atomes.

R. A. Les mesures vraiment essentielles sont comportementales.



Pendant des siècles, d'Aristote à William James, les émotions ont été l'affaire de la philosophie et de la psychologie, Darwin apportant, dès 1872, la perspective évolutionnaire. De nombreuses théories rivales ont été proposées, formant une tradition particulière au sein de la psychologie. Ce n'est que très récemment que ce champ a été investi par les sciences cognitives. Nées dans les années 1960, les sciences cognitives se sont d'abord concentrées sur ce que l'on a appelé la « cognition froide » : le raisonnement, l'acquisition des connaissances, le langage, la perception. En résumé, tout ce qui n'est pas relatif au soi, et donc sans enjeu émotionnel. Pour autant, le véritable objectif des sciences cognitives est de rendre compte de tout ce qui se passe dans l'esprit. Elles ont rapidement compris qu'il leur manquait un aspect fondamental : la « cognition chaude », comprenant notamment l'étude de la conscience et des émotions. Cette opposition entre ces deux cognitions est simpliste, car il existe un entrelacement entre les deux. Néanmoins, elle donne une bonne approximation de l'histoire des sciences cognitives. Il y a environ vingt ans, nous avons donc assisté à un mariage entre sciences cognitives et psychologie des émotions, donnant naissance à ce qu'on appelle aujourd'hui les « sciences affectives ». Mais chaque discipline reste empreinte de ses traditions. C'est un peu comme deux fleuves qui se rencontrent, mais qui ne se mélangent pas tout à fait au début. Cette union a été grandement favorisée par l'apparition de



DANIEL ANDLER, du département d'études cognitives de l'École normale supérieure, à Paris.

l'imagerie cérébrale. Sciences cognitives et psychologie des émotions ont alors pris conscience qu'elles pouvaient bénéficier l'une de l'autre.

En effet, les théoriciens de l'émotion ont vu dans l'imagerie fonctionnelle un outil puissant pour valider ou invalider les théories de l'émotion issues de la psychologie. Et nous n'en sommes qu'au début. À cet égard, le travail de David J. Anderson et de Ralph Adolphs me paraît une tentative rigoureuse et convaincante pour réaliser ce mariage. Sans exagérer ni sous-estimer le degré de connaissance que nous avons aujourd'hui des émotions, ils proposent de les considérer sous l'angle de leurs fonctions, les sentiments qui les accompagnent étant dans un premier temps mis entre parenthèses. Quel rôle les différentes émotions jouent-elles dans la vie des organismes, chez l'homme, mais aussi chez d'autres espèces ? Comment ces fonctions se sont mises en place dans le cerveau au cours de l'évolution ? Voilà, selon eux, peut-être le moyen de dépasser les controverses actuelles et de construire pas à pas une théorie des émotions intégrant les apports de toutes les disciplines concernées. »

Elles consistent en une observation attentive et en une quantification des réponses comportementales, telles que la fuite ou l'immobilisation d'un animal soumis à un stimulus.

D. J. A. De nombreuses autres mesures sont également utilisées, comme les niveaux d'hormones de stress sécrétées dans le sang, la fréquence cardiaque, la pression artérielle, ainsi que

les changements dans l'activité cérébrale. Cette constellation de mesures nous dit que l'on assiste bien à un changement d'état interne en présence d'un stimulus, et pas simplement à une réaction réflexe. Les méthodes permettant de mesurer ces paramètres de manière plus quantitative et précise, en particulier l'activité cérébrale et le comportement, s'améliorent constamment. ●●●

... L'analyse de l'expression faciale n'est-elle pas aussi un bon moyen d'étudier l'émotion ?

R. A. Il est vrai que nous attribuons facilement des émotions aux gens à partir de leurs expressions faciales. Cependant, nous avons souvent tort ! Elles ne sont certainement pas un diagnostic fiable des émotions. Chez les humains, il existe de nombreuses causes d'expressions faciales autres que des émotions. Par exemple, un acteur peut reproduire l'expression faciale de son choix. Chez les animaux, nous ne savons généralement pas ce qu'elles signifient.

D. J. A. Elles jouent néanmoins un rôle important dans le comportement social. Nous, et d'autres animaux, communiquons avec d'autres membres de notre espèce – et même avec d'autres espèces – à travers nos expressions faciales, nos vocalisations et notre posture. On pourrait avancer le fait que la manifestation des émotions à travers les expressions faciales serait apparue au cours de l'évolution avec la vision binoculaire, c'est-à-dire chez les animaux dont les yeux se situent sur le devant de la tête, et non sur les côtés comme c'est le cas chez les oiseaux, les poissons ou les baleines... De fait, si deux organismes dotés d'une vision binoculaire se font face, il est inévitable qu'ils détectent chez l'autre des changements dans l'arrangement des muscles faciaux.

R. A. Un bon exemple de la fonction sociale des expressions émotionnelles est le sourire. La psychologue Paula Niedenthal et son équipe, de l'université de Wisconsin-Madison, aux États-Unis, ont montré qu'il existe au moins trois types de sourires différents, utilisés à des fins spécifiques de communication sociale (1).

Nous savons aujourd'hui que les émotions ont une influence

considérable sur notre cognition, en particulier sur la prise de décision. Comment les scientifiques en sont venus à cette nouvelle conception ?

R. A. L'un des principaux jalons est le livre *L'Erreur de Descartes*, publié en 1994 par mon mentor Antonio Damasio. Il a soutenu, sur la base de découvertes scientifiques faites grâce à des patients atteints de lésions au niveau du cortex préfrontal, que les émotions sont absolument nécessaires à la prise de décision.

D. J. A. La prise de décision n'est pas un processus unitaire. Pour utiliser une analogie, on pourrait penser qu'une prise de décision est contrôlée par un ensemble complexe d'engrenages et que les émotions ne seraient qu'une couverture jetée sur ces derniers, et donc une entrave à leur bon fonctionnement. Au contraire, la prise de décision peut suivre plusieurs voies, l'une affective et l'autre cognitive, chacune ayant ses propres ensembles d'engrenages. Selon la situation, notre cerveau arbitre et doit décider lesquels utiliser.

Pouvez-vous dire un mot de la théorie d'Antonio Damasio

(*) La mémoire déclarative

concerne notre capacité à stocker et à récupérer de façon intentionnelle des informations factuelles, relatives à des expériences vécues ou à des concepts appris.

sur le rôle des émotions dans la prise de décision ?

R. A. Il suggérerait que la prise de décision complexe – et particulièrement sociale – nécessite ce mécanisme utilisant ce qu'il a baptisé des « marqueurs somatiques ». Le principe est le suivant : lorsque l'on prend une décision, on en évalue au préalable les conséquences. On imagine le résultat. Ce dernier est associé à une valence (positive ou négative), qui est encodée dans le cerveau comme un état futur de notre corps. Cette représentation interne constitue le marqueur somatique. Or nous prenons les décisions pour lesquelles nos marqueurs somatiques indiquent que nous nous sentirons le mieux.

Avons-nous aujourd'hui une bonne compréhension de la façon dont nos émotions affectent nos décisions ?

D. J. A. Je dirais que le champ ne fait que s'ouvrir. Tout ce que nous savons, c'est que les émotions influencent les décisions. Mais nous ne savons pratiquement rien des détails. Comme je l'ai mentionné, certaines personnes soutiennent qu'il existe différents types de processus décisionnels impliquant diverses

Fig. 1 Les sept caractéristiques de l'émotion

INTENSITÉ

Une émotion peut varier en intensité.

VALENCE

Une émotion peut être positive ou négative.

COMMUNICATION SOCIALE

Les comportements engendrés par un état émotionnel (immobilisation, fuite, posture plus ou moins agressive) servent de signaux pour la communication sociale au sein d'une espèce ou entre les espèces.

PERSISTANCE

Un état émotionnel dure dans le temps et peut donc affecter la cognition et le comportement. En cela, il se distingue d'un réflexe.

COORDINATION GLOBALE

Un état émotionnel engage tout l'organisme ; il provoque des effets coordonnés à la fois sur le corps et sur le cerveau.

AUTOMATICITÉ

Le contrôle des comportements dépend de processus émotionnels ou volontaires. Les premiers sont prioritaires sur les seconds. Une spécificité des humains par rapport à d'autres animaux est leur capacité, bien supérieure, à réguler leurs émotions et donc leurs comportements.

GÉNÉRALISATION

Différents stimuli peuvent mener à un seul et même état émotionnel qui, selon le contexte, engendre différents comportements.



fonctions cérébrales. Le premier type consisterait en une prise de décision cognitive, fondée sur un modèle. Tout se passerait comme si notre cerveau modélisait une situation et vérifiait comment le modèle réagirait à une décision avant de faire un choix. Le second type consisterait en une prise de décision émotionnelle, dépourvue de modèle. Dans ce cas, la prise de décision est plus rapide et plus efficace, mais susceptible de causer certains types d'erreurs. D'un point de vue évolutionniste, la prise de décision émotionnelle est probablement apparue avant la prise de décision cognitive. De fait, cette dernière nécessite des cerveaux plus grands et beaucoup plus complexes. De ce point de vue, les animaux seraient donc plus « émotionnels » que les humains.

R. A. Le domaine récent de la neuro-économie peut fournir un éclairage intéressant ici. Au croisement entre l'économie et les neurosciences cognitives, cette discipline vise en effet à comprendre les facteurs cognitifs et émotionnels dans la prise de décision. Or des chercheurs en neuro-économie ont récemment développé des modèles computationnels détaillés de prise de décision, prenant en compte les émotions (2).

Comprenons-nous le rôle des émotions dans la mémoire ?

R. A. Nous avons appris beaucoup de choses. Par exemple, nous savons que des structures cérébrales spécifiques impliquées dans l'excitation émotionnelle, en particulier l'amygdale, ont des connexions avec d'autres structures cérébrales en lien avec la mémoire déclarative (3), telles que l'hippocampe. James McGaugh, neurobiologiste à l'université

de Californie à Irvine, a fait des études élégantes montrant comment, grâce à ces connexions, une stimulation émotionnelle facilite la consolidation de la mémoire (3). Cela explique pourquoi nous avons tendance à mieux nous souvenir des événements les plus forts émotionnellement.

D. J. A. Les liens les mieux compris entre émotion et mémoire concernent une forme de mémoire très simple : la peur pavlovienne. Il s'agit d'un conditionnement fondé sur l'association entre un stimulus

“ La prise de décision peut suivre la voie affective ou la voie cognitive ”

David J. Anderson, professeur de biologie à Caltech

neutre (un son ou une lumière) et un stimulus négatif (un choc électrique, par exemple). Ce conditionnement dépend de l'amygdale, comme l'ont montré dans les années 1990 les neuroscientifiques américains Joseph LeDoux et Michael Davis notamment. Ce qui est apparu plus récemment, c'est à quel point la circuiterie neuronale qui sous-tend ce conditionnement est complexe. Il existe en effet une grande variété de populations cellulaires au sein de l'amygdale, qui remplissent toutes des fonctions très différentes. Un chapitre de notre livre est d'ailleurs consacré à ces découvertes.

En physique, l'un des objectifs ultimes est de trouver une théorie qui relie la mécanique quantique à la relativité. Pour vous, quel serait le graal en neuroscience de l'émotion ?

D. J. A. Pour moi, ce serait justement de comprendre le mécanisme causal complet dans le cerveau. C'est-à-dire de comprendre

comment un stimulus perçu provoque un état émotionnel donné, comment cet état émotionnel est implémenté dans des circuits neuronaux spécifiques, quelles molécules chimiques spécifiques sont mobilisées et dans quelles régions du cerveau. Et surtout, comment ces réactions physiologiques provoquent des effets autonomes, endocriniens, comportementaux et cognitifs que nous traduisons comme l'expression d'une émotion. En résumé, j'aimerais pouvoir disséquer en détail les processus qui font que voir un ours nous fait peur et nous fait fuir. Si nous comprenions comment chaque circuit de notre cerveau y contribue, nous pourrions mieux comprendre les dysfonctionnements de ce système, c'est-à-dire certains troubles psychiatriques ou émotionnels. Car, même si notre connaissance progresse, elle reste incomplète. Cela nous aiderait à développer de nouveaux traitements qui cibleraient uniquement les systèmes ou circuits pertinents, et auraient donc moins d'effets secondaires indésirables.

R. A. Je suis d'accord avec David. Mais j'aimerais aussi savoir comment cette connaissance peut nous donner une explication psychologique, comment l'émotion interagit avec la mémoire, l'attention, etc. Je voudrais savoir exactement comment l'émotion s'inscrit dans une architecture complète de l'esprit. Cela nécessiterait non seulement de comprendre les émotions, mais aussi le cerveau et l'esprit dans leur ensemble. ■

Propos recueillis par
Gautier Cariou

English
version

Cet article,
traduit en anglais,
est à lire sur
researchinfrance.com

(1) M. Rychlowska et al., *Psychol. Sci.*, 28, 1259, 2017.

(2) D. R. Bach & P. Dayan, *Nature Neurosci.*, 18, 311, 2017.

(3) J. L. McGaugh, *Trends in Neurosci.*, 25, 456, 2002.

2

Vaincre la peur traumatique

La terreur ressentie lors d'un événement violent peut mener à un état de stress post-traumatique. Les personnes sont alors sujettes à des reviviscences brutales de leur traumatisme et ne peuvent plus vivre normalement. De nouveaux protocoles de soins sont aujourd'hui déployés à grande échelle. Le principe ? Atténuer l'émotion liée au souvenir grâce à la prise d'un médicament : le propranolol.

Que faisiez-vous le 11 septembre 2001 ? Les personnes interrogées ont souvent un souvenir très détaillé de cette journée. Elles se rappellent le lieu où elles étaient, ce qu'elles faisaient et les émotions qu'elles ont ressenties quand elles ont appris la nouvelle des attentats. Ces « souvenirs flash », dont l'existence a été mise au jour en 1977 par les psychologues américains Roger Brown et James Kulik, se forment lors d'un événement public marquant. Mais qu'en est-il des victimes et des témoins directs de tels événements ? Ils peuvent développer ce que l'on appelle un trouble de stress post-traumatique (TSPT), qui peut également survenir après un viol, une agression physique ou un accident brutal.

Selon l'Association américaine de psychiatrie, 3,5 % de la population adulte aux États-Unis est aujourd'hui touchée par ce trouble. Les personnes qui en sont atteintes connaissent des épisodes de reviviscence intense de leur traumatisme. Lors de ces

flash-back émotionnels (cauchemars ou crises éveillées), elles revivent et ressentent une peur qui s'apparente à celle vécue durant l'événement. Et elles n'ont aucun contrôle sur leur survenue. Un indice associé au souvenir suffit à provoquer ces flashes : une odeur, un son, une couleur. Progressivement, cela les amène à éviter certaines situations ou certaines personnes qui pourraient leur rappeler l'épisode traumatique. Bien entendu, il est tout à fait normal, pour une victime, de revivre la peur ressentie au moment de l'événement. Mais lorsque ces reviviscences perdurent plusieurs mois après les faits, c'est que la personne a développé un TSPT. « De fait, la destinée normale d'un souvenir émotionnel est de s'émousser avec le temps, explique Alain

3,5%

DES ADULTES sont touchés par le trouble de stress post-traumatique aux États-Unis.

Brunet, psychologue spécialiste du stress post-traumatique à l'Institut Douglas et professeur au département de psychiatrie de l'université McGill, au Canada. Or la particularité des souvenirs traumatiques est qu'ils ne s'atténuent pas. L'émotion de peur liée au traumatisme reste intacte. »

Pathologie de la mémoire

Ce trouble est aujourd'hui également identifié comme une pathologie de la mémoire. Lorsqu'on mémorise un événement, le souvenir qui lui est associé contient deux parties : une composante contextuelle et une composante émotionnelle. La première concerne le moment et le lieu de l'événement, mais aussi les odeurs, les sons perçus. La seconde concerne les émotions éprouvées à ce moment-là. Ces deux composantes sont gérées par deux structures cérébrales distinctes qui communiquent entre elles : l'hippocampe et l'amygdale. « Chez les patients en état de TSPT, il y a ce que l'on appelle une "surmémoire" de l'information émotionnelle, détaille Pascal Rouillet, neuroscientifique spécialisé dans

Contexte

Le concept de « trouble de stress post-traumatique » (TSPT) est apparu au début des années 1970, en référence aux séquelles psychologiques des combattants américains revenus du Vietnam. Le TSPT a ensuite été élargi notamment aux violences sexuelles. Il a été inscrit officiellement, en 1980, au Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux.



▲ À Paris, le 13 novembre 2015, juste après les attentats, des survivants de l'attaque du Bataclan sont pris en charge dans un bus.

les mécanismes de la mémoire et du stress post-traumatique à l'université Paul-Sabatier, à Toulouse. *L'information contextuelle est alors liée à une information émotionnelle disproportionnée. Quand on observe par résonance magnétique fonctionnelle [IRMf] le cerveau de patients atteints de TSPT, on constate d'ailleurs une suractivation de l'amygdale, témoignant d'une charge émotionnelle trop importante (Fig. 1).* » Avec le temps, l'activité de l'amygdale devrait diminuer, mais ce n'est pas le cas chez les personnes atteintes de TSPT. D'où la peur, intacte, ressentie lors des reviviscences. Plusieurs traitements comportementaux existent pour soigner ces personnes (lire l'encadré p. 49). Mais Alain Brunet a mis au point un protocole d'une efficacité redoutable et très peu

contraignant pour les patients, mettant en jeu la prise d'un bêta-bloquant – le propranolol – déjà connu et utilisé contre l'hypertension. En janvier dernier, il a publié les résultats d'un essai clinique, démontrant une efficacité de ce protocole dans 70 % des cas (1).

“ La destinée d'un souvenir émotionnel est de s'émousser avec le temps ”

Alain Brunet, psychologue à l'université McGill

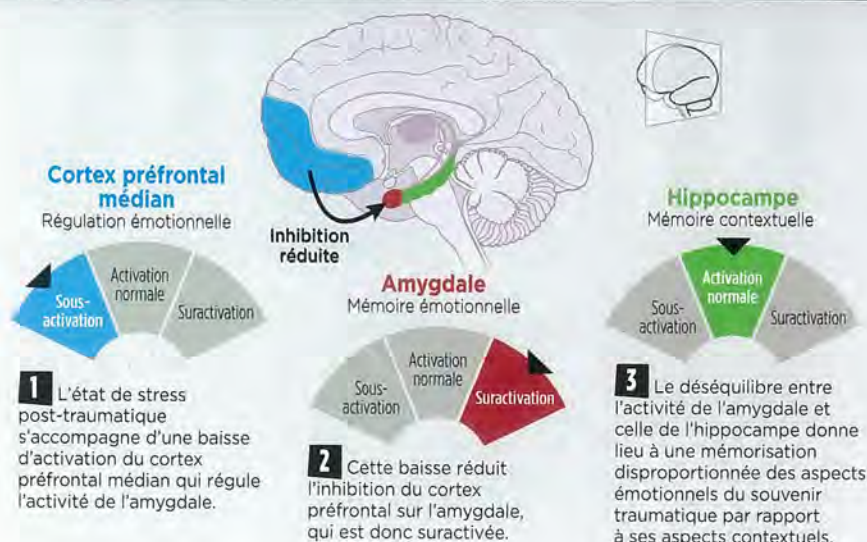
Dans le domaine de la psychiatrie, ce taux correspond à l'efficacité maximale d'un traitement. C'est pourquoi, au début du processus, les cliniciens préviennent les patients qu'ils ne peuvent pas leur promettre une guérison, mais

que la majorité des gens ayant suivi le protocole en ont retiré des bénéfices. Et que certains sont même en rémission complète.

Lecture à voix haute

Le principe ? On demande aux patients de mettre par écrit le souvenir à l'origine de leur traumatisme, en détaillant ce qu'ils ont ressenti. Une fois par semaine pendant six semaines, ils lisent ensuite ce texte à voix haute lors de consultations d'une quinzaine de minutes. Une heure et demie avant chaque lecture, les patients prennent du propranolol. Chez les trois quarts d'entre eux, le résultat est spectaculaire. « Après quelques séances, ils voient la charge émotionnelle de leur souvenir diminuer, témoigne Alain Brunet. À la fin du processus, ils passent d'une situation où ils ●●●

Fig. 1 Une mémorisation émotionnelle exacerbée



... ont l'impression d'avoir vécu l'événement la veille à un état de détachement émotionnel. Ils nous confient alors avoir l'impression de lire le script de quelqu'un d'autre. »

Le traitement ne consiste donc pas à effacer le souvenir, mais bien à en atténuer la charge émotionnelle. Il repose sur l'exploitation de deux mécanismes complémentaires de la mémoire : la consolidation et la reconsolidation. Lorsque l'on mémorise un événement pour la première fois, l'information passe dans la mémoire à court terme avant de passer dans la mémoire à long terme. Le passage de l'une à l'autre se fait par un mécanisme de consolidation. Dès que cette dernière a lieu, le souvenir est définitivement stable au niveau cérébral. Or, dans les années 1990, Larry Cahill, neurobiologiste à l'université de Californie, a montré, pour la première fois chez la souris, que le propranolol détériore spécifiquement la mémoire émotionnelle (2). En 2003, Alain Brunet et l'équipe de Guillaume Vaiva, chef du service de psychiatrie du CHU

de Lille, sont allés plus loin et ont démontré que l'utilisation du propranolol pouvait précisément bloquer la consolidation du souvenir émotionnel chez les patients qui se présentaient en urgence à la suite d'un événement traumatique (3). « Toutefois, il faut agir dans les cinq heures qui suivent l'événement pour que le traitement soit efficace, précise Alain Brunet. C'est très peu. En novembre 2015, quand j'ai appris que des attentats avaient eu lieu à Paris, c'était déjà arrivé depuis plus de cinq heures. »

C'est là que le second mécanisme – celui de la reconsolidation – devient intéressant. Un souvenir consolidé a beau être stable, il devient labile dès lors qu'on le rappelle. Cette propriété de la mémoire nous permet de mettre à jour nos souvenirs, d'y incorporer de nouveaux détails ou d'en supprimer. Une fois réactivée, l'information contenue dans nos souvenirs peut être modifiée, avant d'être reconsolidée, puis restockée. « Lorsque le patient lit le compte-rendu de son traumatisme, le

souvenir est rappelé, la mémoire est réactivée et nous avons une fenêtre d'une heure environ pendant laquelle on peut agir grâce au propranolol, détaille Pascal Roulet. La molécule agit principalement sur l'amygdale et bloque la reconsolidation de la mémoire, atténuant ainsi la charge émotionnelle du souvenir traumatique. »

Le mécanisme de reconsolidation nécessite une importante synthèse de protéines. Au départ, les chercheurs pensaient que le propranolol inhibait cette synthèse au moment du rappel, bloquant ainsi la reconsolidation de la mémoire émotionnelle. Mais des études en cours montrent que ce n'est pas toujours le cas. Parfois, le propranolol n'a aucun effet sur cette synthèse protéique.

« On ne connaît pas les mécanismes moléculaires et cellulaires qui, au moment de la reconsolidation, vont dissocier la partie émotionnelle de la partie contextuelle du souvenir », résume Pascal Roulet.

Taux de rémission élevé

Même si le mécanisme d'action reste à élucider, le protocole de blocage de la reconsolidation n'en est pas moins efficace. L'équipe de Philippe Birmes, psychiatre au CHU de Toulouse et à l'Inserm, Pascal Roulet, ainsi que les équipes de Wissam El-Hage, du CHU de Tours, et de Guillaume Vaiva, du CHU de Lille, viennent d'ailleurs de présenter en colloque les résultats d'un essai clinique analogue à celui d'Alain Brunet. Ils obtiennent eux aussi un taux de rémission élevé, qui concerne les deux tiers des malades. « La seule différence est que, dans notre étude en double aveugle, les patients sous placebo qui ont suivi la même procédure que ceux sous propranolol présentent eux aussi une forte diminution des symptômes du TSPT, révèle Pascal

EN PRATIQUE

LES NOUVEAUX PATIENTS victimes d'attentats qui souhaiteraient intégrer le protocole Paris MEM sont acceptés jusqu'en juin 2018. Le traitement est gratuit et la prise en charge se termine lorsque le patient va mieux (pas avant). Contact : boîte vocale confidentielle de Paris MEM au 0142161535.

LA MDMA, UN TRAITEMENT RÉVOLUTIONNAIRE ?

Depuis le mois d'août 2017, la 3,4 méthylènedioxyméthamphétamine (MDMA), molécule utilisée dans la composition de l'ecstasy, est considérée par l'Agence américaine des produits alimentaires et médicamenteux (FDA) comme un candidat sérieux à l'arsenal de traitements contre le trouble de stress post-traumatique (TSPT). L'agence américaine a en effet accordé à la MDMA le statut de « *breakthrough therapy* ». Ce dernier est réservé à des traitements qui montrent des effets cliniques positifs pouvant améliorer

nettement les thérapies existantes. La molécule a été testée lors d'un essai clinique de phase II par la Multidisciplinary Association for Psychedelic Studies (Maps), organisation de recherche à but non lucratif.

Le protocole consiste à proposer aux patients une prise de MDMA contrôlée, combinée à une psychothérapie. En effet, la MDMA a pour effet d'augmenter la production d'ocytocine, neuropeptide qui régule la réponse du système nerveux autonome à la peur. L'ocytocine réduit l'anxiété et

augmente le sentiment de confiance des patients lors des consultations (1). Avec une prise en charge adaptée, ce protocole a permis la guérison de 67 % des 107 patients inclus dans l'étude, atteints de TSPT depuis dix-sept ans en moyenne. Ce résultat encourageant est à confirmer dans un essai clinique de phase III, approuvé par la FDA. Reste à trouver les fonds pour le lancer. En février, la Maps avait ainsi levé 17,3 millions de dollars sur les 26 millions nécessaires.

(1) A. K. Bershad et al., *J. Psychopharmacol.*, 30, 1248, 2016.

Roullet. Cela signifie que ce qui est important pour réduire la charge émotionnelle d'un souvenir traumatique semble davantage lié à la procédure de réactivation/reconsolidation qu'au produit. » Une conclusion que les chercheurs tiennent à nuancer, dans la mesure où les patients sous placebo atteints des troubles les plus sévères sont sujets à des rechutes. Ils constatent ainsi un taux de rechute de 25 % chez les patients sous placebo, contre 0 % chez ceux sous propranolol.

Le médicament serait donc essentiel pour stabiliser l'amélioration de l'état des malades à long terme. Avant la publication ou la présentation de ces résultats cliniques, Alain Brunet travaillait déjà avec Bruno Millet, psychiatre à l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière, à Paris. Depuis septembre 2016, dans le cadre du projet Paris Mémoire vive (ou Paris MEM), ils déploient le protocole auprès des victimes des attentats de 2015. Le recrutement est toujours en cours et devrait

2/3

DES PATIENTS qui suivent le protocole de réactivation/reconsolidation sous propranolol guérissent.

Les thérapies actuelles

■ Les thérapies cognitives et comportementales sont des psychothérapies qui consistent, pour le patient, à travailler de façon active sur son traumatisme. Et en particulier sur les pensées sous-jacentes à ce dernier. L'idée est que le patient peut apprendre à domestiquer ses pensées vis-à-vis de l'événement traumatique, pour ensuite modifier son ressenti. Elle inclut une exposition graduelle aux situations provoquant la peur, des exercices de relaxation pour apprendre à en contrôler les manifestations physiologiques, ainsi que des exercices de « restructuration cognitive » consistant à reconnaître les pensées liées au traumatisme, puis à en modifier la charge émotionnelle.

■ La thérapie EMDR (pour Eye-Movement Desensitization and Reprocessing, ou « désensibilisation et retraitement des informations ») consiste à penser et à parler de son traumatisme tout en réalisant des mouvements oculaires. Cette méthode surprenante, proche de l'hypnose, a été inventée par la psychologue américaine Francine Shapiro en 1987. Elle permet au patient de se déconnecter des émotions liées au souvenir. Recommandée par la Haute Autorité de santé et l'Organisation mondiale de la santé, cette méthode a fait ses preuves pour le traitement du trouble de stress post-traumatique.

prendre fin au mois de juin (lire p. 48). Le but ici n'est plus de prouver l'efficacité du protocole, mais de le mettre en œuvre, de montrer qu'il peut être utilisé dans la pratique clinique courante, qu'il permet une économie de moyens et de ressources, et que l'intervention, tout aussi efficace, est plus rapide que les autres.

Pour Alain Brunet, l'objectif est aussi d'attester que l'on peut enfin intervenir sur des catastrophes de masse. « En 2001, j'avais ressenti une grande impuissance en tant que clinicien, témoigne-t-il. À la suite des attentats de Paris, j'avais entre les mains les données que nous venons de publier. Je savais que je pouvais enfin faire quelque chose pour les patients en état de TSPT, qu'il était possible de remettre sur pied une grande cohorte de gens en six semaines. Et je pense que c'est l'une des réponses les plus convaincantes que l'on puisse apporter pour contrer le terrorisme, dont l'objectif est que les gens vivent dans la peur et dans l'angoisse. Eh bien, nous sommes aujourd'hui capables de les en libérer ! » ■ Gautier Cariou

(1) A. Brunet et al., *The American Journal of Psychiatry*, doi:10.1176/appi.ajp.2017.17050481, 2018.

(2) L. Cahill et al., *Nature*, 371, 702, 1994.

(3) G. Vaiva et al., *Biol. Psychiatry*, 54, 947, 2003.

3

Nos facultés cognitives sous influence

David Sander, directeur du Centre interfacultaire en sciences affectives de l'université de Genève, et **Patrik Vuilleumier**, faculté de médecine de l'université de Genève, avec **Gautier Cariou**, journaliste

Notre perception, notre attention, notre mémoire ou notre comportement peuvent être modifiés par une structure de notre cerveau impliquée dans l'émotion, l'amygdale, capable d'agir sur l'activité de nombreuses régions corticales et sur la dynamique de nos circuits cérébraux. Mieux comprendre ces mécanismes pourrait améliorer notre approche de certains troubles, tels que l'anxiété et la dépression.



PSYCHOLOGUE ET NEUROLOGUE

Professeur de psychologie, David Sander (1) s'intéresse aux mécanismes impliqués dans le déclenchement de l'émotion et à leurs effets sur le comportement. Professeur à la faculté de médecine de l'université de Genève, Patrik Vuilleumier (2) étudie en particulier les bases cérébrales des émotions, de la perception visuelle, de l'attention et de la conscience.

Chaque jour, nous réagissons à un flux important de stimuli provenant de notre environnement. Notre cerveau intègre ces informations sensorielles et, en conséquence, produit des comportements complexes pour que nous nous adaptions au mieux à diverses situations. Quel rôle joue l'émotion dans notre façon d'y réagir ? Les techniques d'imagerie cérébrale, couplées à des expériences comportementales, ont affiné notre compréhension des processus émotionnels

normaux et pathologiques. Il est ainsi apparu que notre système limbique (*) – et en particulier l'amygdale –, longtemps considéré comme notre cerveau émotionnel, communique très fortement avec les régions corticales, considérées jusque-là comme notre cerveau cognitif. Ce résultat a deux conséquences particulièrement intéressantes. D'une part, il suggère que le cerveau émotionnel n'est pas restreint au système limbique, mais mobilise un large réseau distribué dans tout le cerveau, y compris ses réseaux corticaux. D'autre part, il montre que le « système émotionnel » et le « système cognitif »

ne sont pas des modules indépendants, mais interagissent en permanence. Les processus émotionnels et cognitifs sont donc liés. Mais quelle est la nature de ce lien ? Comment nos émotions affectent-elles nos capacités cognitives ? Ces questions sont au cœur des « sciences affectives », nées il y a une vingtaine d'années, et dont l'université de Genève s'est fait une spécialité, avec la création, dès 2005, d'un centre national de compétence sur les émotions et autres processus affectifs.

Événement déclencheur

Encore faut-il en préciser les termes. En effet, « *chacun sait ce qu'est une émotion, jusqu'à ce qu'on lui demande d'en donner une définition.* » C'est le paradoxe relevé en 1984 par Beverley Fehr et James Russell, alors psychologues à l'université de la Colombie-Britannique, à Vancouver. Depuis, les sciences affectives ont vu naître plusieurs modèles de l'émotion.

Contexte

Depuis Platon, émotion et cognition ont souvent été considérées comme des forces opposées dans l'esprit humain. Depuis les années 1990, les études en imagerie cérébrale et la recherche auprès de patients cérébrolésés ont fortement remis en cause cette vision. Ainsi, des personnes atteintes de lésions dans des structures cérébrales impliquées dans l'émotion peuvent présenter non seulement des troubles émotionnels, mais aussi cognitifs.

Tous ont comme point commun de rattacher l'émotion à un événement déclencheur: on a peur face à une menace, on est indigné par une injustice, on explose de joie après une victoire, etc. L'émotion peut donc être définie comme un changement d'état rapide et transitoire en deux temps. Il y a d'abord une évaluation de la pertinence de l'événement déclencheur, qui dépend notamment de son impact potentiel sur le bien-être de l'individu. Puis s'ensuit une réponse émotionnelle en plusieurs composantes: une réaction corporelle (sécrétion de sueur, augmentation du rythme cardiaque) pilotée par le système nerveux périphérique, une expression motrice (changement dans la voix, dans la posture, dans l'expression du visage), une tendance à l'action (fuir, s'immobiliser, se battre) et un ressenti conscient (« J'ai eu peur »). Nos émotions nous permettent ainsi d'adapter notre comportement en fonction des situations. Elles influencent en particulier notre perception, notre attention, notre mémoire et nos décisions.

Pour étudier cette influence, nous ne nous intéressons pas seulement à des émotions particulières (peur, joie, tristesse...), mais surtout aux conséquences d'un stimulus sur la réponse émotionnelle de l'individu. Cette réponse est caractérisée par plusieurs dimensions: l'activation (physiologique ou l'intensité ressentie), la valence (positive ou négative) du stimulus et sa signification pour l'individu, en fonction de ses buts et de ses préoccupations du moment ainsi que de ses expériences passées. Toutes ces dimensions déterminent la

(*) Le système limbique est l'une des plus anciennes parties du cerveau du point de vue de l'évolution. Il est notamment impliqué dans les émotions, la libération d'hormones, l'appétit, l'olfaction, ainsi que dans les fonctions respiratoires et cardio-vasculaires.

« pertinence affective » de ce stimulus vis-à-vis d'un individu donné à un moment donné. Plus un événement est pertinent, plus il capte l'attention et mieux on le mémorise. Cette attention dite « émotionnelle », découverte en 2005, mobilise un circuit cérébral spécifique (1).

Elle s'ajoute aux deux catégories que l'on distinguait jusqu'alors: l'attention exogène et l'attention

endogène. La première correspond à une réaction réflexe liée à des discontinuités sensorielles (visuelles, auditives, etc.) dans notre environnement: une détonation, un flash... L'attention endogène correspond au contraire à une attention volontaire. Un exemple typique? Lorsque l'on se met à la recherche d'un portefeuille égaré. Le cerveau est capable d'imposer au système visuel un filtre ●●●



► L'Italienne Sofia Goggia explose de joie à la suite de sa médaille d'or en descente femme aux JO d'hiver 2018, en Corée du Sud.

... relatif aux couleurs, à la forme et aux autres caractéristiques du portefeuille. Cette forme d'attention mobilise les régions pariétales et frontales du cerveau. Les premières créent le but : retrouver le portefeuille. Les secondes permettent une représentation interne de cet objet et préparent le système visuel pour le rendre sensible aux caractéristiques spécifiques de l'objet perdu. La présence du portefeuille dans le champ visuel engendre ainsi une réponse neuronale beaucoup plus forte que tout autre objet.

Véritable chef d'orchestre

L'attention émotionnelle est d'un autre ordre. Lorsque l'on perçoit un stimulus émotionnel, ce n'est pas le système attentionnel du cortex préfrontal qui est directement mobilisé, mais l'amygdale, dont la fonction principale semble être d'associer une valeur affective à un objet ou à un stimulus. Si, dans une expérience passée, l'amygdale

a associé une lumière rouge à un choc électrique, alors elle conserve la mémoire de cette association négative et permet au cerveau dans son ensemble de considérer la couleur rouge comme pertinente et d'y réagir de manière adaptée. En clair, selon la pertinence d'un stimulus, l'amygdale peut déclencher – ou non – une série de réactions.

Car cette structure cérébrale est un véritable chef d'orchestre. Elle est connectée à de nombreuses aires cérébrales corticales et sous-corticales, notamment les régions motrices, les régions préfrontales, ou encore l'hypothalamus et le tronc cérébral, tous deux impliqués dans le contrôle de la sécrétion d'hormones, la respiration et le rythme cardiaque. Mieux, l'amygdale peut commander directement l'activité de ces régions. Par exemple, lorsqu'elle évalue un stimulus négatif comme pertinent – un ours qui apparaît devant vous –, elle est capable d'interagir avec d'autres

réseaux cérébraux pour attribuer au stimulus une valeur de danger et activer les régions motrices qui produisent une action (sursaut, immobilisation, fuite...). Elle informe l'hypothalamus, qui va engendrer une modification de la respiration, une augmentation du rythme cardiaque et une sécrétion d'hormones du stress. Elle inhibe aussi l'activité de certaines régions préfrontales, interrompant ainsi l'attention volontaire.

Par ailleurs, les neurones amygdaliens vont envoyer une information en retour vers les neurones des régions visuelles. Cela va amplifier la réponse du système visuel et améliorer ainsi la perception et l'attention. Résultat : dès que l'ours apparaît dans votre champ de vision, alors le premier but – rechercher votre portefeuille – est abandonné, votre attention se focalise sur l'ours et vos comportements seront modifiés en fonction de cette nouvelle situation.

LES SCIENCES AFFECTIVES S'INVITENT À L'ÉCOLE

Les sciences affectives ont montré à quel point nos émotions peuvent améliorer notre attention et notre mémoire, capacités cognitives cruciales dans l'apprentissage, notamment scolaire. Cela a conduit les chercheurs à répertorier les émotions pertinentes dans un cadre d'apprentissage scolaire. Celles dites « épistémiques » sont relatives à la curiosité vis-à-vis de la nouveauté. Les émotions dites « d'accomplissement » regroupent, quant à elles, tout ce qui a trait aux buts de réussite des élèves. Elles concernent l'apprentissage en lui-même (plaisir, intérêt, relaxation, frustration,

ennui...) et ce que l'élève en retire (joie, fierté, soulagement, anxiété, honte, colère,

tristesse...). En exerçant l'intelligence émotionnelle des élèves, c'est-à-dire en leur apprenant

à reconnaître, à comprendre et à maîtriser ces émotions, pourrait-on améliorer leur bien-être et leur réussite scolaire ? C'est le pari du programme Ruler, mis au point aux États-Unis par l'université Yale, et visant à entraîner les compétences émotionnelles des élèves en classe et à en mesurer les effets en termes d'amélioration du climat scolaire, du bien-être et des apprentissages. Les résultats de diverses études menées dans les classes américaines indiquent une influence faible, mais néanmoins positive, de cette pédagogie (1).

(1) L. Nathanson et al., *Emot. Rev.*, 8, 1, 2016.



▲ Avec le programme américain Ruler, de l'université Yale, les élèves sont initiés à utiliser leur intelligence émotionnelle en classe.



▲ Les stimuli neutres (ici, la cible sur l'écran) captent mieux l'attention s'ils ont été préalablement associés à une odeur agréable.

En laboratoire, nous avons mis en évidence ce phénomène grâce à des expériences consistant à demander à des volontaires de détecter une cible sur un écran où apparaissent aussi des distracteurs. La cible et les distracteurs sont des images qui possèdent les mêmes caractéristiques en termes d'intensité, de contraste et de luminance, mais diffèrent par leur contenu émotionnel. Si la cible est émotionnelle (une image de visage qui exprime la peur ou la colère), les volontaires la détectent plus vite que lorsqu'elle est neutre (un visage sans expression). À l'inverse, lorsque les distracteurs sont émotionnels et que la cible est neutre, le temps de détection de la cible est plus long : l'attention est transitoirement dirigée vers les distracteurs, avant de revenir à la tâche de départ. L'attention volontaire est donc temporairement court-circuitée au profit de l'attention émotionnelle (2). Le même type de biais existe pour les autres modalités sensorielles, comme l'odorat ou l'audition. La prosodie du langage (la mélodie de la voix) joue par exemple un rôle crucial : une voix qui exprime la colère est plus saillante qu'une voix neutre et

capte donc davantage l'attention. Mieux : l'attention visuelle peut être modulée par de tels stimuli auditifs émotionnels. Historiquement, les émotions négatives ont été les plus étudiées. Mais, en 2007, nous sommes les premiers à avoir mis en évidence que des visages de bébés (stimuli positifs) attirent plus l'attention que des visages neutres (3).

L'amygdale est connectée à de nombreuses aires cérébrales corticales

Aujourd'hui, l'influence des émotions positives sur l'attention est de plus en plus étudiée. Nous avons ainsi analysé la littérature scientifique concernant la pertinence de stimuli érotiques et leur influence sur l'attention. Nous avons également montré que des stimuli neutres (des cibles sur un écran) captent mieux l'attention dès lors qu'ils ont préalablement été associés à une odeur agréable (4). D'autres études se sont également interrogées sur la capacité de la nourriture à capter

l'attention, en particulier lorsque l'on a faim. Toutes ces expériences soutiennent l'hypothèse de l'existence d'un mécanisme sous-jacent commun au traitement des stimuli négatifs et positifs (5). Selon nous, ce mécanisme est lié à la notion de pertinence affective, qui varie en fonction de ce qui compte pour un individu à un moment donné. D'un point de vue évolutionnaire, cela fait sens : tous les stimuli liés à la survie de l'individu et de l'espèce ont une pertinence très forte (fuir un danger imminent, assurer la pérennité de sa descendance, se nourrir...).

Attention et mémorisation

Ces informations sont d'ailleurs mémorisées de façon prioritaire par le cerveau. Cela se comprend d'un point de vue anatomique, car la structure cérébrale la plus importante pour la mémoire – l'hippocampe – est localisée à proximité de l'amygdale. Or, comme pour les processus attentionnels, cette dernière peut moduler l'activité du premier. De manière générale, l'émotion peut intervenir sur la mémoire pendant trois phases cruciales : l'encodage, la consolidation et la récupération. L'encodage correspond au moment où le cerveau perçoit et porte son attention sur l'information. Comme nous venons de le discuter, les événements émotionnels ont tendance à mieux accaparer notre attention. Logiquement, ils sont donc particulièrement bien encodés. Puis vient la consolidation, étape qui nous permet de stabiliser nos souvenirs. Lors d'un événement émotionnel, l'amygdale augmente l'activité de l'hippocampe, favorisant une bonne consolidation de la mémoire. Enfin, la récupération correspond au rappel du souvenir. Or plus un souvenir ●●●

... est émotionnellement fort, plus il est vivace. Il existe néanmoins un débat scientifique pour savoir si, et dans quelles conditions, les individus mémorisent mieux ou non les détails contextuels d'un souvenir émotionnel que ceux d'un souvenir neutre. Les difficultés à se rappeler ces détails pourraient s'expliquer par le fait que, dans le cerveau, les éléments contextuels (où, quand, comment) sont codés séparément des éléments émotionnels : les premiers dépendent surtout d'un codage lié à l'hippocampe, alors que les seconds dépendent surtout d'un codage lié à l'amygdale. Comme cette dernière contribue fortement à la récupération des souvenirs émotionnels, cela expliquerait pourquoi on se souvient tant des informations émotionnellement saillantes, mais moins des informations de contexte, plus neutres (6).

Temps d'inertie

L'émotion a donc une emprise très forte sur la cognition et sur notre cerveau. Mais pendant combien de temps ? Un champ de recherche actuel étudie justement les traces laissées par les expériences émotionnelles dans nos circuits cérébraux et évalue les conséquences sur nos comportements. Il fait appel à l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf)

La résilience du cerveau est liée à la capacité de chacun à réguler ses émotions

pour étudier ce que l'on appelle « l'état de repos », c'est-à-dire l'activité cérébrale au repos. Cette technique constitue un moyen unique d'étudier l'activité dynamique spontanée des réseaux neuronaux. Lorsque vous ressentez une émotion, l'amygdale participe à une modification de l'état global du cerveau. Cette nouvelle configuration met quelques minutes à revenir à son état de départ, un phénomène que nous avons baptisé « l'inertie émotionnelle ».

Tant que le cerveau ne revient pas à sa configuration initiale, nos perceptions, jugements ou prises de décision sont modulés par l'épisode émotionnel que nous venons de vivre. Pour le montrer, nous avons diffusé à des volontaires installés dans une IRM des clips vidéo au contenu négatif, positif ou neutre. Immédiatement après, on leur demandait de classer des images représentant différentes expressions faciales dans diverses catégories émotionnelles, variant de la peur à la joie. Résultat : les volontaires soumis au clip négatif avaient davantage tendance à attribuer des émotions négatives aux expressions faciales ambiguës,



▲ La peur engendre une activation de l'amygdale (1), qui active l'hypothalamus (2), et les cortex cingulaire (3), visuel (4), préfrontal (5) et pariétal (6). Ces régions modulent la sécrétion d'hormones du stress, l'état d'éveil, l'attention, la prise de décision, la perception et la mémoire.

par rapport aux volontaires soumis à des clips neutres. Au contraire, les volontaires soumis à un clip positif avaient davantage tendance à attribuer des émotions positives à ces mêmes images représentant des expressions faciales ambiguës. L'inertie émotionnelle et les changements de configuration dans le cerveau biaisent donc les jugements et les prises de décision. Et ces effets sont accentués chez les personnes anxieuses ou dépressives (7).

Toutes ces études montrent à quel point l'activité du cerveau est modulée par les processus émotionnels, mais aussi à quel point il est capable de revenir à son état de départ. Cette résilience du cerveau, sans doute liée à la capacité des individus à réguler leurs émotions, s'annonce donc comme une piste intéressante pour mieux comprendre certaines pathologies telles l'anxiété ou la dépression, ou pour évaluer l'efficacité d'interventions thérapeutiques. ■

- (1) P. Vuilleumier, *Trends Cogn. Sci.*, 9, 585, 2005.
- (2) P. Vuilleumier et al., *Nat. Neurosci.*, 7, 1271, 2004.
- (3) T. Brosch et al., *Emotion*, 7, 685, 2007.
- (4) E. Pool et al., *Cognition*, 130, 348, 2014.
- (5) E. Pool et al., *Psychol. Bull.*, 142, 79, 2016.
- (6) A. Montagrin et D. Sander, *Behav. Brain Sci.*, doi:10.1017/S0140525X15001879, 2016.
- (7) E. Qiao-Tasserit et al., *Plos One*, 12, e0171375, 2017.

Pour en savoir plus

La Recherche a publié

- S. Schwartz et V. Sterpenich, « Des cauchemars pour mieux gérer nos émotions », *Hors-série n° 25*, mars-avril 2018, p. 89.
- M.-L. Théodule, « Nos émotions modulent notre mémoire », *Hors-série n° 22*,

juin-juillet 2017, p. 4.

À lire

- Thérèse Collins, Daniel Andler, Catherine Tallon-Baudry (dir.), *La Cognition*, Folio, 2018.
- Francis Eustache, *Mémoire et Émotions*, Le Pommier, 2016.
- David Sander et Klaus Scherer, *Traité de psychologie*

des émotions, Dunod, 2014.

- Jorge Armony et Patrik Vuilleumier, *The Cambridge Handbook of Human Affective Neuroscience*, Cambridge University Press, 2013.
- Antonio Damasio, *L'Erreur de Descartes*, Odile Jacob, 2010.
- Joseph LeDoux, *Le Cerveau des*

émotions, Odile Jacob, 2005.

Sur le Web

- abcpsychotraumas.fr
- Le site de l'association ABC des psychotraumas, dont la mission est de développer des interactions entre recherche clinique et recherche fondamentale autour du trouble de stress

post-traumatique. Vous y trouverez un questionnaire pour vous tester.

- tinyurl.com/EmotionLab
- Le laboratoire E3 Lab, à l'université de Genève.
- affective-sciences.org
- Le site du Swiss Center for Affective Sciences.