

Perception et émotion

Cours de Alain Berthoz
(compte rendu: R. Brémond)

Dans le cadre de la formation continue, j'ai suivi durant l'hiver 2002 le cours de physiologie de la perception d'Alain Berthoz au Collège de France, qui traitait des relations entre perception et émotion. Je résume ici la substance de ce cours. Les contresens, erreurs et omissions sont de moi. RB.

INTRODUCTION

Le but de ce cours est d'explicitier le lien entre la perception et les émotions. On a longtemps considéré la perception comme une activité passive, mais c'est faux. La mémoire, en particulier, est un outil qui sert à anticiper; or elle est alimentée par les perceptions et les émotions. Pour AB, le cerveau projette sur le monde sa perception, c'est un simulateur d'action. La notion de représentation, telle qu'elle est utilisée par les psychologues, n'est pas satisfaisante. Il va essayer de comprendre comment le cerveau sélectionne, oriente son action, et choisit un comportement, en fonction de ses émotions.

THEORIES

Biologie. AB examine dans un premier temps les différentes théories qui se sont intéressées, historiquement, à définir la nature des émotions. Jean-Didier Vincent considère que l'émotion est la principale innovation des vertébrés, bien plus importante que la colonne vertébrale. Le premier qui a fait des études empiriques sérieuses, c'est Darwin (1872). Il s'intéresse aux expressions et aux gestes involontaires, chez les animaux et chez les hommes. Pourquoi des émotions différentes mettent-elles en jeu des muscles différents ? Il s'appuie sur Spencer, qui décrit la peur comme l'effet correspondant à ce qui se passerait en présence de la situation redoutée. Pour Darwin il y a trois principes qui permettent de comprendre la logique des émotions:

- L'association des habitudes utiles. Si un chat a l'habitude de tirer les oreilles vers l'arrière quand il est en colère, lorsque ça lui est utile (il va se battre), il aura tendance à la faire à chaque fois qu'il est en colère.
- Un principe d'antithèse: on a tendance à inverser l'attitude quand la situation est inversée. Ce principe est lié à la communication, il permet de signifier à l'autre qu'on n'est *pas* dans telle disposition d'esprit.

- l'intensité des effets (l'attitude, l'émotion) dépend de l'intensité de la cause (la situation), en particulier lors de ses manifestations involontaires comme la transpiration.

Certains auteurs énumèrent neuf émotions fondamentales: excitation, joie, surprise, anxiété, mépris, rage, humiliation, peur et dégoût. En 1884, James prend le contrepied du sens commun et considère que les changements corporels sont la conséquence d'un stimulus. Il appelle émotion la perception par l'individu de ces changements corporels. Autrement dit, pour lui, l'émotion n'est que la conséquence d'une perception interne de l'adaptation du corps à une situation nouvelle. Cette idée a été critiquée ensuite, à partir d'observations du lien entre certaines émotions et l'activité des viscères. En 1936, Kleuwer et Blussey font des expérimentations sur des singes, en opérant des ablations dans le cerveau, de manière à obtenir une sorte d'«ablation de la peur»¹. Plus récemment, Ledoux s'est intéressé à la peur. Il démontre l'implication de l'amygdale dans le processus, qui contrôle des réactions liées à la fuite, mais aussi, de manière très rapide, des réactions réflexe. Il propose un modèle d'évaluation de la peur à deux voies, une voie rapide passant par l'amygdale, et une voie plus lente, qui passe par le cortex.

Psychologie. Ribot, dans les années 30, pense que l'émotion est un mouvement retenu (comme l'étymologie le suggère: *e-movere*). Pour lui, il n'y a pas de relation de cause ou de conséquence entre l'émotion et sa manifestation physiologique, ce sont deux aspects de la même réalité.

La phénoménologie, de Husserl à Merleau Ponty, s'est également intéressée aux émotions. Sartre, dans son *esquisse d'une théorie des émotions* (1938), réintègre la conscience dans la discussion. Son propos s'inscrit dans une critique de la psychologie positive, qui ne veut parler de ce qu'elle voit, et s'enfoncé dans des impasses (selon lui) en refusant de tenir compte de la conscience. En outre, elle s'interdit de se poser les questions *intéressantes* (liées au sens). Il propose l'idée que l'émotion est une structure psychique organisée, à considérer comme telle, et pas un état limite. Il note le lien entre émotion et conduite. Pour lui, l'émotion est une conduite organisée et finalisée. La conscience émotionnelle est conscience du monde. Le sujet est dans le monde, et l'émotion est la solution psychique d'un problème que pose le monde. Elle permet de transformer (subjectivement) le monde, et d'agir face au problème que l'on affronte.

Après la guerre, en opposition au behaviorisme², se sont développées des théories cognitives, et des théories de l'appréciation. L'idée est que l'appréciation (l'évaluation) complète la perception, et conduit vers l'action et l'émotion. L'individu évalue en permanence sa situation face au monde extérieur, en relation avec ses propres intérêts. Ça prolonge l'idée d'Aristote, selon laquelle l'émotion dérive de la raison. Frijda propose l'idée que les émotions sont un changement dans la préparation à l'action, dans le sens où on peut dire que la posture est une préparation au mouvement. On a également des théories computationnelles, avec la sempiternelle métaphore du cerveau-ordinateur. L'idée intéressante est que l'émotion serait un système d'interruption des plans d'action en cours, lié à une réorientation de l'attention, ce qui en ferait un système de comportement bien armé pour faire face à des situations d'imprévu.

¹Une théorie très courante voit trois niveaux dans le cerveau: un cerveau reptilien, instinctif; un cerveau mammalien, y compris le système limbique, émotionnel, et qui traite surtout des informations internes; et un cerveau néo-mammalien, avec le néo-cortex, qui traite surtout des informations externes.

²Ecole de pensée qui s'intéresse au conditionnement et aux mécanismes de renforcement, à tout ce qui tourne autour du dressage.

LE CERVEAU EMOTIF

L'hypocampe. AB cite une théorie qui donne un rôle important à l'hypocampe dans l'anxiété. L'idée est que l'hypocampe serait un comparateur entre les intentions (internes) et les événements (externes). Dans ce schéma, l'émotion a un rôle de résolution de conflit: le comparateur identifie une inadéquation entre intention et situation, ce qui produit une émotion. Physiologiquement, l'hypocampe est à la fin de la chaîne d'analyse des stimuli sensoriels. Elle joue sans doute un rôle clé dans les aspects les plus cognitifs de la perception: on y trouve par exemple des «neurones de lieu», qui ne déchargent que quand le sujet est en un lieu précis, ou d'autres qui ne déchargent que quand on oriente la tête dans une direction donnée, etc. Plus généralement, l'hypocampe est très impliqué dans la perception de l'espace dans lequel on se déplace.

Actuellement, le rôle de l'hypocampe dans les comportements émotifs n'est plus très à la mode dans la littérature, c'est surtout celui de l'amygdale qui est mis en évidence. Des expérimentations ont montré, par exemple en mesurant la transpiration liée à la peur, que si l'amygdale est nécessaire au déclenchement de la transpiration, l'hypocampe ne l'est pas. AB en déduit que l'hypocampe n'est pas liée aux émotions réflexes, mais aux aspects cognitifs liés aux émotions, à moyen ou long terme.

L'amygdale. A partir d'une ablation chez le singe, on observe des symptômes significatifs: absence de peur, placidité, hyper-activité sexuelle et orale, et plus finement, déficit dans l'association entre stimulus et récompense. On suppose que l'amygdale a un rôle dans l'apprentissage de cette association, et dans sa reconnaissance. C'est le cas par exemple pour la satiété: normalement, on arrête de manger parce que la récompense liée à la nourriture est arrivée. Le singe qui continue à manger ne s'est pas aperçu qu'il mangeait pour ne plus avoir faim, et que ça y est, il n'a plus faim.

L'amygdale est plus active face à un visage effrayant que face à un visage neutre. Elle est également suractivée lorsqu'on observe un visage qui regarde dans notre direction. C'est le cas aussi si on regarde un film X. L'amygdale semble également jouer un rôle dans la mémoire des émotions, ce qu'on a observé d'après la perte de mémoire des émotions de patients atteints de la maladie d'Alzheimer.

Anatomiquement, l'amygdale joue un rôle important dans la peur conditionnée, qui est très rapide. Ledoux pense qu'il y a une voie non sélective, très rapide, et une voie sélective, plus lente, permettant de faire un choix («bon sang, mais ce serpent, c'est une couleuvre !»). Elle comporte énormément de connexions, à peu près dans toutes les régions du cerveau. Il y a aussi des études montrant que la nourriture déclenche l'activation de nombreux neurones de l'amygdale. Il y en a également qui sont liés à la détection de la nouveauté, donc à la notion de curiosité, que AB assimile à une émotion. Ce sont des neurones qui s'allument la première fois qu'on leur montre un objet, et qui s'amortissent rapidement (alors que l'amortissement au niveau sensoriel est très faible, à part le toucher quand on est assis).

Le cortex orbito-frontal. Des études ont mis en évidence les effets des lésions du cortex orbito-frontal chez le singe: absence de préférence entre les aliments; difficulté à inverser les réponses, c'est à dire à réagir à un changement de consigne;

difficulté de discrimination visuelle; difficulté à distinguer une récompense d'une punition, et surtout à modifier son comportement en fonction de la récompense ou de la punition attendue; difficulté à inhiber l'action; difficulté à mémoriser des objets à court terme.

Chez l'homme, on observe plus finement les effets de ces lésions, par exemple avec un test classique (carte du Wisconsin). Le sujet doit classer des cartes en fonction d'un critère. Il a des difficultés à répondre à une nouvelle question, c'est à dire à mettre en oeuvre une nouvelle consigne. Des études sur les sensations montrent également une implication de cette région dans le plaisir tactile (distinction entre une caresse avec du velours ou avec un bout de bois), dans le plaisir olfactif, et également dans la perception de la douleur. Il ressort que le cortex orbito-frontal est activé par les émotions liées aux sens (gout, odorat, vue, toucher). Il a un rôle dans le choix d'une modification du comportement liée à ces émotions. Il s'ensuit que c'est une «stratégie émotionnelle» qui permet ce type de changement de comportement. Par exemple, quand on a mangé trop de chocolat, on *décide* d'arrêter (pour aujourd'hui). C'est un guidage de l'action par l'émotion.

D'autres études ont montré l'implication de cette région dans des activités cognitives liées à des changements de stratégie. Par exemple, dans des jeux de type «pile ou face», on observe une activation du cortex orbito-frontal d'autant plus importante que la situation est stressante, ou excitante, mais en même temps, lorsqu'on est proche d'un changement de stratégie (gain inattendu, perte catastrophique par exemple). Enfin l'enregistrement de neurones individuels, chez le singe, permet d'observer une activation lors:

- de la décision liée à une récompense (mais pas lors de la récompense !),
- de l'adaptation à un changement de consigne (et donc lors d'un changement de stratégie de réponse aux stimuli),
- d'un choix (activation liée au choix de l'objet préféré, quel qu'il soit. Entre une banane et du riz, c'est la banane. Mais entre du riz et un piment, c'est le choix du riz qui déclenche le neurone).

Finalement le cortex orbito-frontal introduit de la souplesse dans la relation entre émotion et situation, en fonction du contexte ou de l'objectif poursuivi.

Le cortex singulo-antérieur. Il joue un rôle dans des mécanismes complexes. Lors de lésions, on observe des comportements d'inattention, d'émotivité soudaine et incompréhensible, d'apathie. Il a également un lien avec des régions motrices, dans le mouvement des yeux, ou dans la crispation de certains muscles sous l'effet de la colère. Il est activé par la tristesse chez les déprimés, par le stimulus terrifiant chez les phobiques (la perception de la présence d'une araignée, par exemple). On pense également que le cortex singulo-antérieur a un rôle lors de conflits entre une tâche émotive et une tâche cognitive. C'est le cas par exemple quand on demande à un observateur de compter le nombre de mots, et qu'on lui présente le texte «MORT MEURTRE MORT».

On a aussi mis en évidence le rôle du cortex singulo-antérieur lorsqu'on demande à des sujets de décrire des images horribles, et plus généralement dans l'activité de se souvenir ou de verbaliser une émotion antérieure. Il est également actif lors de la détection d'une erreur dans une tâche cognitive (lors de la détection, pas lors de la correction), et lors de l'évaluation des conséquences possibles d'une erreur. Cela

laisse supposer que les raisonnements cognitifs sont peut-être évalués de manière émotionnelle, c'est à dire avec un guidage vers le raisonnement «juste» qui serait lié à une forme de récompense émotionnelle.

On a beaucoup d'hypothèses pour le rôle de cette région: évaluation des stimuli, participation à la voie longue pour l'évaluation et la décision (par opposition à la voie courte liée à l'amygdale), détection des erreurs, attention, arbitrage entre des stratégies différentes...

LE CORPS EMOTIF

La représentation corporelle des émotions, dans le théâtre grec par exemple, suppose une correspondance entre une manifestation physiologique et un état de conscience. Fénelon, dans son discours sur l'éloquence, considère que l'action du corps sert à exprimer les passions. C'est une peinture des pensées de l'âme, et à ce titre elle doit être ressemblante pour être bien perçue. La voix seule ne suffit pas à peindre les passions: il faut des yeux, des mains, etc. Lécocq a défini des postures canonique pour le théâtre, liées à l'expression des passions par le corps (*Le corps poétique*).

Synergie posturale. L'idée importante, c'est celle de synergie motrice, ou posturale, qui exprime le fait que dans un certain état d'esprit, c'est une coordination de tout un ensemble de muscles qui va déclencher une posture, correspondant à une action précise, une intention. On peut l'illustrer par la préparation posturale d'un joueur de base-ball, d'un judoka ou d'une danseuse. L'hypothèse sous-jacente est qu'il y a un répertoire limité de ces «gestes complexes élémentaires». On connaît en particulier des postures affectives, que l'on visualise bien chez les animaux et chez les enfants. Ces synergies motrices ont été visualisées dans l'activité cervicale par des neurophysiologues. Elles sont très bien organisées, et s'expriment très tôt chez l'enfant.

Les gestes de tendresse chez l'enfant. AB passe un film de Juan de Ajuria-guerra, qui a essayé de faire le lien entre la neurologie et la psychologie du développement humain. Il s'est beaucoup intéressé à Piaget et à Wallon. Dans ce film, il présente avec son équipe des observations sur le comportement des enfants, sur le développement du *pattern* d'embrassement (étreinte). Le *pattern* de base consiste à tendre les bras. Dans un premier temps, à l'âge de quelques jours, on observe la «réaction de Moro», qui est un réflexe spontané d'embrassement, sans objet. Ils remarquent que la mère a tendance à répondre à ce réflexe, ce qui peut avoir pour effet de le renforcer et de le stabiliser. Ils examinent un réflexe proche, celui de tendre les bras vers l'avant lors d'une chute. Il y a un apprentissage de l'atterrissage au sol, avec l'âge. Dans l'embrassement lui-même, ils voient une recherche de proximité avec l'objet (la mère le plus souvent). Avant l'âge de la marche, on a un *pattern* spécifique, avec retrait des coudes, regard fixé sur la mère, visage heureux. Avec le temps, calibrage de la projection des bras vers l'avant. Dans certains cas, on a l'impression d'une ressemblance avec la préparation à la chute. Chronologiquement, au début, le point de fixation du bébé, c'est le visage de l'adulte. Le rapport entre ce visage et les bras du même adulte n'est perçu que plus tard. L'enfant a au départ une réaction de repli quand on lui tend les bras, ensuite seulement il a une réponse symétrique (il tend les bras à son tour), vers 6 mois. A partir de 8 mois, il commence à prendre des initiatives. A un an apparaît la désignation, étape essentielle.

AB commente le film en attirant l'attention sur le fait qu'on ne peut pas se contenter de faire une psychologie individuelle³ alors que la construction de la psychologie est liée à des interactions émotives, dans le développement des relations entre perception et émotion.

EMOTION ET ACTION

Noyau accumbens. Quels sont les mécanismes qui permettent de modifier nos actions à partir de nos émotions ? Une des régions clés est le noyau accumbens. Il est impliqué dans la dépendance observée dans la toxicomanie. Il est connecté à de nombreuses régions citées depuis le début de ce cours: hypothalamus, amygdale, hippocampe, cortex orbito-frontal... il est également très impliqué dans les circuits des grands systèmes de neurotransmetteurs, comme la dopamine. On a observé que la diminution de dopamine dans le noyau accumbens supprime la réponse d'un rat à un apprentissage, peut-être en supprimant l'envie de récompense. Symétriquement, on pense que la dopamine a aussi dans cette région un rapport avec l'aversion.

Pour aller plus loin, il faut dire un mot de l'image qu'on se fait actuellement des systèmes perception/action dans le cerveau. Anciennement, on avait une idée simple du type *entrée sensorielle* \mapsto *action*. Actuellement on se représente des boucles, relativement indépendantes de la perception, qui réalisent une sorte de simulation de l'action [Papez]. Sur ces boucles viennent néanmoins se greffer des entrées (perception) et des sorties (action), mais le rêve nous prouve que les entrées ne sont pas nécessaires. On a ainsi plusieurs boucles principales:

- une boucle motrice,
- une boucle occulo-motrice,
- une boucle planificatrice de l'action,
- une boucle impliquée dans la reconnaissance (des visages, par exemple),
- une boucle du circuit limbique, lié aux émotions.

L'interaction entre ces boucles est très mal connue, mais il faut se rendre compte que le circuit limbique, dont on parle depuis un moment, n'est qu'un des circuits qui font le lien entre la perception et l'action.

Un résultat récent a détaillé des sous-régions à l'intérieur du noyau accumbens, et observé les liaisons de ces sous-régions avec les autres régions corticales. On a montré qu'un des circuits a une sortie vers une région (la substance noire) qui contrôle le guidage de l'action, par une régulation des neuro-transmetteurs, tandis qu'un autre a une entrée issue de l'hippocampe, et une sortie qui contrôle la fabrication de dopamine. Le noyau accumbens ressemble donc à une interface entre émotion et action.

³R. Girard, dans la 3ème partie de *Des choses cachées depuis la fondation du monde*, intitulée *psychologie inter-individuelle*, va dans le même sens, quoique d'une autre manière.

Une équipe de AB a étudié ce noyau chez le rat éveillé. Ils ont monté une expérimentation dans laquelle est dans une pièce avec 4 petites niches identiques. Il est conditionné à aller vers celle dont la diode s'allume. Il y a dans la salle une référence spatiale (une marque sur un mur). On sait qu'il y a des neurones de lieu dans l'hypocampe, et qu'ils sont liés à des neurones visuels. L'activité simultanée de neurones dans l'hypocampe et dans le noyau accumbens a été enregistrée (avec un délai qui correspond au fait que le signal circule de l'hypocampe vers le noyau). Ils ont également trouvé un neurone de lieu qui décharge *juste avant* la récompense, en anticipation, qu'on pourrait appeler un neurone de joie ou de désir.

SENSIBILITE AUX VISAGES

On s'intéresse maintenant à un type particulier d'émotions, celles liées à la perception et à la reconnaissance des visages. Le fait de percevoir naturellement dans le visage de l'autre des émotions et des intentions a un effet émotionnel sur l'observateur. C'est le cas pour le regard, et en particulier quand on observe un échange de regards, ou qu'on échange soi-même un regard⁴. On va examiner les mécanismes cérébraux qui affectent une valeur émotionnelle aux visages.

Il faut partir des propriétés du système visuel. A partir de l'image rétinienne, il y a un éclatement de l'information selon deux voies. D'une part la voie magno-cellulaire, caractérisée par une sensibilité aux mouvements rapides, aux forts contrastes, de faible résolution spatiale et insensible aux couleurs, d'autre part une voie parvo-cellulaire, sensible aux couleurs, aux mouvements lents, aux faibles contrastes, et de haute résolution spatiale. Il y a un éclatement dans chaque voie selon le type de traitement, qui se retrouve ensuite dans le cortex visuel primaire V1, puis dans les aires V2 et V4. Ce n'est que dans un deuxième temps que l'image se reconstruit, de manière plus sémantique, le long d'un circuit auquel on va s'intéresser pour la voie parvo-cellulaire.

La théorie actuelle décrit cette reconstruction des éléments de l'image, en identifiant des éléments signifiants (nez, pipe, moustache, bouche) et reconstruisant petit à petit le visage jusqu'à arriver au fameux neurone *grand-père* qui est activé uniquement en présence du visage de *grand-père*. Au fur et à mesure qu'on avance dans cette voie, on augmente l'invariance du résultat par rapport à l'orientation du visage. Une hypothèse actuelle, formulée par ROLLS, c'est que jusqu'à ce stade, l'émotion ne joue qu'un rôle très faible⁵.

Le gyrus fusiforme. C'est une région intéressante parce que des expérimentations ont montré qu'elle s'active au moment où on *reconnait* un visage, c'est à dire qu'on l'identifie avec une personne déjà connue. Son activité est différente selon l'émotion exprimée par ce visage (neutre, triste, joyeux).

AB décrit une expérience qui permet de définir le traitement spécifique des visages par rapport aux objets. Elle permet de différencier deux voies, l'une qui s'applique aux paysages et aux bâtiments (qui passe par le para-hypocampe), l'autre qui concerne les visages humains ou animaux, qui passe par le gyrus fusiforme. Dans les deux cas, on a deux circuits, un qui correspond à l'encodage, qui est bilatéral, l'autre

⁴L'étude des regards en peinture permet de s'en faire une idée.

⁵Bien qu'une rétro-action anatomique ait été identifiée, de l'amygdale vers le cortex temporal inférieur.

qui correspond à la reconnaissance (donc lié à une mémoire) qui est spécifiquement du côté droit.

Un syndrome particulier, le syndrome de Capgras est fascinant: les sujets reconnaissent physiquement le visage de leurs proches, mais pensent que ce sont des imposteurs. Ils reconnaissent les détails du visage, mais ne font pas l'association avec la personne elle-même. AB propose une explication de ce syndrome comme perturbation de la coordination entre la voie *encodage* et la voie *reconnaissance* dans la perception visuelle des visages.

EMOTION ET ACTION (2)

L'hypothèse centrale de ce cours est la valeur prédictive des émotions par rapport à l'action, qui est cohérente avec l'hypothèse de Sartre selon qui l'émotion est une stratégie pour résoudre un problème en transformant (subjectivement) le monde. On a observé que l'émotion surgit souvent lors d'un conflit, entre les attentes et les observations, ou entre les différentes sources d'information sensorielles (mal de mer, vertige). La désorientation spatiale a par exemple une forte charge émotive. AB a pu montrer, avec des souris, que l'anxiété modifie la perception de l'espace.

Dans une expérience, des souris doivent parcourir une poutre qui tourne sur elle-même. AB a comparé le comportement selon leur degré d'anxiété, et observe une corrélation entre anxiété et nombre de chute. Il observe également les modifications liées aux anxiolytiques, aux anxiogènes et aux antidépresseurs. Il mesure le nombre de chute, mais aussi la posture dans le mouvement.

On a vu le rôle de l'amygdale dans l'élaboration des émotions. Il faut maintenant faire le lien avec les éléments moteurs déclenchés par l'amygdale: l'expression émotive du visage, la flexibilité qui permet de s'adapter à un changement des «règles du jeu», d'environnement, par un changement moteur (réaction). Le cortex orbito-frontal semble piloter les modifications de l'action liées aux modifications du contexte.

Dans le processus de la vision, le cortex singulo-antérieur est sensible à des émotions dans une de ses sous-régions, à des tâches cognitives dans une autre. Or globalement, il est lié à la détection d'erreur et à la gestion des conflits. Il est placé, en outre, juste à côté de centres impliqués dans les stratégies de coordination, les intentions d'action (regard, geste, comportement face à une émotion). Le lien n'a pas encore été étudié, mais cela semble important.

Si on repense, également, au rôle du noyau accumbens, on peut dire que les émotions ne sont pas des concepts que l'on peut isoler de l'action motrice, mais sont au contraire imbriquées dans des circuits liés au déclenchement de l'action. Mais il y a peut-être d'autres acteurs importants: le rôle du cervelet dans certaines attitudes émotionnelles (inhibition de l'action lors d'une émotion), par exemple, a été redécouvert récemment.

L'émotion est-elle un guide pour l'action? On observe qu'il y a plusieurs mécanismes, imbriqués, et hiérarchisés, mais c'est quand même assez embrouillé.

EMOTION ET ANTICIPATION

La dernière leçon est consacrée au rôle de l'émotion comme outil permettant d'anticiper et de prédire le futur. Pour examiner cet aspect, AB propose d'examiner une forme d'émotion dont on dit qu'elle est le propre de l'homme: le rire.

Bergson pense que nous rions lorsqu'il y a surprise, en particulier lorsqu'on observe une inversion des rôles par rapport à ce qu'on attendait, ou quand une situation peut s'interpréter de deux manières à la fois. Les mécanismes neuronaux du rire sont en train d'être élucidés, en particulier à travers l'observation d'une maladie de l'hypothalamus qui déclenche des crises de rires, mais d'un rire fonctionnel, sans émotion associée. Cela a permis d'isoler l'expression motrice du rire. Par ailleurs, on a trouvé dans le lobe frontal une région qui, si on la stimule, provoque une humeur rigolarde, du rire ou des plaisanteries. Une autre région provoque, si elle est stimulée, une «envie de rire».

AB fait l'hypothèse que le rire est un déséquilibre agréable de la prévision du futur, lié à la surprise devant une solution incongrue, c'est à dire différente de celle qui était prévue. Il y a probablement, d'après AB, le même type de rapport avec l'anticipation dans l'humeur pessimiste, qui est une anticipation d'un futur désagréable.

Il y a d'une manière générale un lien entre l'anticipation et certains processus de décision. On observe par exemple que les processus de décision sont soumis à des «biais» émotionnels. On a également mis en évidence le rôle du complexe hippocampique dans le blocage de l'action (inhibition) devant l'adversité, d'une manière qui laisse supposer, selon AB, une comparaison entre un plan d'action et une prédiction. Le rôle des ganglions de la base est prouvé dans le contrôle de la direction du regard, mouvement qui dépend d'une prédiction. De plus, certains circuits sont modifiés par l'attente d'une récompense (si on regarde dans la bonne direction). Ainsi l'émotion influe directement sur l'anticipation de l'action. Enfin une expérience a montré que le thalamus sensoriel est composé de deux voies: une voie rapide, dans laquelle des informations des différents sens sont séparés, et qui n'est pas influencée par les émotions, conformément à l'hypothèse de Rolls. Et une voie lente, dans laquelle les sens sont indifférenciés, qui est lié à la fois aux émotions et à une notion de récompense, donc d'anticipation.

CONCLUSION

La proposition de AB est que l'émotion est à la perception ce que la posture est au geste, une préparation solidaire d'une attente.