

■ LES AUTEURS



Morten KRINGELBACH dirige le groupe de recherche *Hedonia* : Trygffonden, des Universités d'Oxford, aux États-Unis, et d'Aarhus, au Danemark.



Kent BERRIDGE est professeur de psychologie et de neurosciences à l'Université du Michigan.

■ SUR LE WEB

Vidéo d'enfants, de primates non humains et de rats exprimant du plaisir et du dégoût : ScientificAmerican.com/aug2012/pleasure



1. DE NOMBREUX MAMMIFÈRES se lèchent les babines quand ils ressentent du plaisir en mangeant. On considère alors le nombre de fois où ils effectuent ce geste comme une mesure du plaisir.

Pour déterminer les circuits du plaisir avec plus de précision, nous devons concevoir une méthode différente, afin d'évaluer ce que les sujets – y compris les animaux – apprécient réellement.

Lors d'expériences sur des humains, on peut évaluer le plaisir par des questionnaires. Cependant, les réponses risquent d'être imprécises. En outre, une telle méthode est impossible avec les animaux de laboratoire, chez qui l'étude des mécanismes biologiques est plus facile.

Charles Darwin a suggéré une autre approche. Dans son ouvrage *The Expression of the Emotions in Man and Animals* (l'expression des émotions chez l'homme et les animaux), paru en 1872, il note que les animaux modifient leur comportement en réaction aux diverses situations environnementales – en d'autres termes, ils font des grimaces. Nous savons maintenant que les mécanismes neuronaux sous-tendant les expressions fonctionnent de la même façon chez la plupart des mammifères. En conséquence, certaines expressions faciales, affichées par exemple lors de l'ingestion d'aliments savoureux, sont partagées par des animaux aussi distants sur le plan de la parenté que les rongeurs et les hommes.

La nourriture est une des voies les plus universelles vers le plaisir – ainsi qu'un besoin essentiel. C'est aussi l'un des outils expérimentaux les plus accessibles pour les psychologues et les neuroscientifiques qui étudient le comportement animal. Ainsi, nous avons utilisé la réaction à la nourriture comme une fenêtre sur les plaisirs secrets.

Un aliment est dit palatable lorsque sa consommation procure une sensation agréable. Les bébés ont différentes façons d'exprimer la palatabilité de leur nourriture. Avec des aliments sucrés, ils se lèchent les lèvres de contentement, tandis qu'avec les aliments amers, ils ouvrent grand la bouche, se l'essuient vigoureusement et hochent la tête. Ces réactions apparaissent aussi chez les rats, les souris et les primates non humains. Plus les sujets aiment le goût, plus ils se lèchent les babines, comme pour en capturer les dernières molécules. En les filmant lors de l'ingestion de nourriture et en comptant le nombre de fois où ils manifestent ce comportement, nous avons estimé à quel point les stimulus gustatifs étaient appréciés. Nous avons ensuite utilisé cette information pour localiser plus

précisément les structures cérébrales responsables du plaisir.

Nous avons découvert qu'il ne naît pas tout à fait là où ni comme on le pensait. Situées notamment à l'avant du cerveau, les aires cérébrales qu'on supposait impliquées sont activées par la dopamine, un neurotransmetteur libéré par des neurones issus de la proximité du tronc cérébral. Nous pensions donc que de grandes quantités de dopamine déversées dans ces aires cérébrales modifieraient notablement le plaisir ressenti. Or ce n'est pas ce que nous avons observé.

Pour nos expériences, Xiaoxi Zhuang, de l'Université de Chicago, a modifié génétiquement des souris, afin qu'elles conservent une concentration élevée en dopamine dans tout le cerveau (les souris modifiées ne synthétisent plus la protéine qui recycle la dopamine libérée par les neurones activés). Lors de l'ingestion de friandises, ces souris ne semblent pas éprouver plus de plaisir que leurs compagnes non modifiées, qui ont des concentrations moyennes en dopamine. Elles se déplacent plus vite vers les friandises, mais ne se lèchent pas plus souvent les babines – au contraire, elles le font plus rarement. Le même phénomène est observé chez des rats dont la concentration cérébrale en dopamine a été augmentée par d'autres moyens – telle l'injection d'amphétamine dans le noyau accumbens ou la stimulation de cette aire cérébrale par des électrodes, qui influent sur la libération de dopamine.

La dopamine, plus liée à la motivation qu'au plaisir

Inversement, des rats privés de dopamine ne montrent pas le moindre désir pour les friandises. Ils vont jusqu'à mourir de faim quand ils ne sont pas activement nourris. Cependant, même s'ils ne se déplacent pas vers les friandises, ils les trouvent bonnes – à s'en lécher les moustaches – quand elles sont placées dans leur bouche.

Ainsi, la dopamine semble plus contribuer à la motivation qu'à la sensation de plaisir. Chez l'homme aussi, la concentration en dopamine est plus étroitement liée à la fréquence à laquelle des individus déclarent « désirer » une friandise qu'à celle à laquelle ils disent « l'apprécier ».

En conséquence, certaines des stimulations cérébrales par électrodes étaient peut-être moins agréables qu'on ne le pensait. Cette hypothèse est appuyée par les expériences sur les rats dont la concentration cérébrale en dopamine a été augmentée par des électrodes : incités à manger beaucoup de friandises par stimulation électrique, les animaux s'essuient la bouche et hochent la tête – des signes de dégoût, comme si la stimulation avait rendu les aliments écœurants. La consommation de grandes quantités d'une nourriture qui n'apporte pas de plaisir prouve que désirer et apprécier sont contrôlés par des mécanismes cérébraux différents.

Cela semble également le cas chez l'homme. La stimulation des aires du plaisir « classiques » par des électrodes a conduit au moins un patient à ressentir un intense désir de boire. Chez d'autres patients, dont B-19 (le sujet de Heath), la stimulation électrique a déclenché une forte pulsion sexuelle. À l'époque, de tels désirs sexuels étaient considérés comme un signe de plaisir. Cependant, nous n'avons jamais découvert dans la littérature scientifique la preuve qu'un patient ait trouvé les électrodes agréables : B-19 ne s'est pas exclamé une seule fois « Que c'est bon ! » L'activation des électrodes entraînait simplement une recherche accrue de stimula-

tion – probablement non pas parce que les patients aimaient cela, mais parce qu'ils étaient poussés à le désirer.

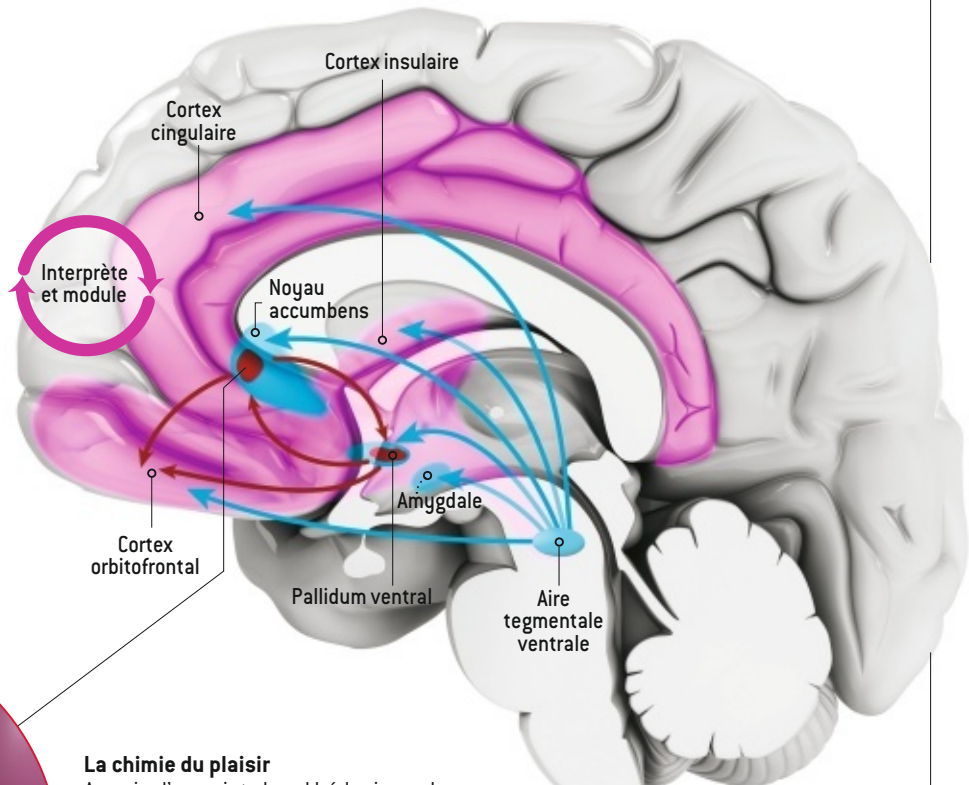
Une telle distinction entre plaisir et désir serait manifeste dans la dépendance. Les drogues inondent le cerveau de dopamine, ce qui déclenche un besoin de consommer des drogues et rend les neurones plus sensibles à une future exposition. Terry Robinson, de l'Université du Michigan, aux États-Unis, a montré que cette sensibilisation peut persister pendant des mois, voire des années. Selon lui, l'action de la dopamine expliquerait pourquoi les toxicomanes ressentent toujours une envie irrésistible de consommer

L'ANATOMIE DU PLAISIR

Le plaisir est un ressenti complexe, lié à l'anticipation, au désir, aux sensations, à la satisfaction... Il n'est donc pas surprenant que plusieurs régions cérébrales interagissent pour créer ce ressenti.

Entre désir et plaisir

Un circuit neuronal (*en bleu*) qui commence à proximité du tronc cérébral et s'étend jusqu'au cerveau antérieur était autrefois considéré comme le médiateur du plaisir. Il est en fait focalisé sur le désir. La sensation de plaisir serait créée par l'interaction de plusieurs points chauds dits hédoniques, dont deux sont représentés ici (*en rouge*). Un ensemble de régions corticales (*en rose*) traduit ensuite en plaisir conscient les informations reçues des circuits du désir et du plaisir, en prenant en compte les signaux issus d'autres aires cérébrales.



La chimie du plaisir

Au sein d'un point chaud hédonique, deux neurotransmetteurs (les substances chimiques qui transmettent les signaux électroniques d'un neurone à l'autre) coopèrent pour accroître le plaisir. Un stimulus agréable, une friandise par exemple, entraîne la libération d'enképhaline, un opioïde fabriqué dans le cerveau (*à gauche dans le zoom*). L'enképhaline se fixe sur son récepteur situé sur un neurone voisin, déclenchant la production d'anandamide, un analogue du cannabis. L'anandamide quitte le neurone et interagit avec des récepteurs situés sur le neurone présynaptique, ce qui intensifie le plaisir et stimule peut-être la production d'enképhaline par une rétroaction positive.

