

# Olds et Milner : la découverte des circuits du plaisir

Jean-Gaël Barbara

► **To cite this version:**

Jean-Gaël Barbara. Olds et Milner : la découverte des circuits du plaisir. Cerveau & psycho. L'essentiel, Pour la science, 2019. halshs-03091433

**HAL Id: halshs-03091433**

**<https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-03091433>**

Submitted on 11 Jan 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# La découverte du centre cérébral du plaisir

par James Olds et Peter Milner (1954)

version auteur : J.G. Barbara, 2019, Olds et Milner : la découverte des circuits du plaisir, *Cerveau & Psycho*, 20 février 2019, ISSN 1639-6936, 2019, 108, 24-28.

par Jean-Gaël Barbara, chercheur CNRS en histoire des neurosciences, Sorbonne université, UPMC, université Paris 06, institut de biologie Paris Seine, Neuroscience Paris Seine, UMR CNRS 8246, Inserm 1130 et Sorbonne Paris Cité, Paris Diderot, Sciences, Philosophie, Histoire, CNRS UMR7219.

En 1954 paraît le premier travail expérimental d'un jeune psychologue de Harvard, James Olds, sous la direction d'un ancien ingénieur, Peter Milner, formé à la neurophysiologie, et devenu l'assistant du célèbre psychologue canadien Donald Hebb. C'est une véritable révolution. Certains chercheurs n'hésitent pas à écrire qu'il s'agit là du type même de résultat que chacun rêvait alors d'obtenir à ce moment là.

La découverte étonne. Plusieurs chercheurs ont en effet précédemment échoué à obtenir un tel résultat. Sa description est pourtant aisée : James Olds a implanté chez plusieurs rats une microélectrode dans le cerveau, destinée à délivrer une impulsion électrique chaque fois que le rat actionne, fortuitement d'abord, un petit levier. Sur les conseils de Hebb, Olds avait ciblé la région de la formation réticulée. Mais Milner avait déjà effectué des essais démontrant plutôt un effet aversif ; le rat semblait éviter soigneusement d'actionner le levier une nouvelle fois après un premier essai accidentel. Cependant à la surprise générale, un rat d'Olds semble prendre goût à l'effet de l'impulsion électrique, puisqu'il se met à actionner le levier de manière répétée. Selon la description behavioriste, la forme de psychologie scientifique alors dominante surtout aux États-Unis, Olds observe une augmentation de la fréquence de l'action du rat sur le levier et cette action est alors dite *renforcée positivement*. Dans la psychologie béhavioriste, ce renforcement définit un état émotionnel de l'animal qui a valeur de *récompense* et qui explique le renforcement. Mais, comme cela sera le cas progressivement, on peut tout aussi bien sortir du cadre béhavioriste et supposer un état émotionnel interne de l'animal qui doit ressentir un certain *plaisir*. D'ailleurs l'année même

de la découverte, en 1954, le quotidien de langue anglaise, *The Montreal Gazette*, titre déjà que l'université McGill a ouvert un champ de recherche immense avec la découverte de l'aire du *plaisir* du cerveau.

James Olds parvient à ce résultat parce qu'en réalité il s'est trompé dans la localisation d'implantation de sa microélectrode, une erreur de débutant en maniant l'appareil de stéréotaxie qui utilise un cadre de contention du crâne de l'animal gradué par un système de coordonnées polaire permettant d'atteindre une région définie à l'intérieur du cerveau. Après une vérification demandée par Milner, Olds s'aperçoit par radiographie de l'animal que la région implantée n'est pas la formation réticulée, mais le septum.

Cette découverte est une sorte de révolution à l'intérieur du mouvement des neurosciences qui se met peu à peu en place par les programmes de recherche interdisciplinaires constitutifs de certains mouvements scientifiques, comme le *Neuroscience Research Program* du début des années 1960.

Le caractère sensationnel de cette découverte tient au fait qu'il s'agit de l'exemple le plus clair d'une localisation d'un circuit nerveux cérébral dont la stimulation induit un état émotionnel. D'un point de vue épistémologique, c'est un point de contact très prometteur de la neurophysiologie et de la psychologie. Précédemment, les équipes de recherche concurrentes avaient démontré des effets aversifs de la stimulation de certaines régions du cerveau chez l'animal. Mais une aversion peut être induite en stimulant aussi bien un centre nerveux supérieur qu'un trajet nerveux sensitif aboutissant à une douleur qui elle-même induit l'aversion, si bien que ces localisations d'un centre aversif étaient facilement critiquables.

Pour leurs contemporains, Olds et Milner ont incontestablement découvert un nouveau centre impliqué directement dans la genèse d'une émotion. Pourtant l'idée même de cette découverte est ancienne. Elle s'inscrit dans la grande histoire des localisations de fonctions dans le système nerveux, et plus spécifiquement dans le cerveau. Au début du XIX<sup>e</sup> siècle déjà, Gall et Spurzheim avaient imaginé que le plaisir participait aux fonctions affectives du cerveau, mais la location d'un centre du plaisir resta énigmatique et controversée tout au long du XX<sup>e</sup> siècle. Au cours des décennies qui ont précédé la découverte d'Olds et de Milner, certains neurochirurgiens avaient fortuitement pu stimuler, au cours d'interventions, par des microélectrodes, certaines régions cérébrales de patients en induisant une sorte de sensation agréable. Ces observations ont toujours revêtu une sorte de caractère magique lorsqu'une micro-stimulation induisait aussi parfois un souvenir très précis ou une désorientation subite

et momentanée du patient, à tel point que le grand neurochirurgien canadien, Wilder Penfield, justifiait un certain dualisme par ce genre d'observations fugaces et éparses.

Quant à elle, la découverte d'Olds et de Milner s'est inscrite dans des programmes de recherche solidement constitués et dépendant d'avancées récentes de la neurophysiologie, le renouveau de la technique de la stéréotaxie, et le développement de la technique des microélectrodes implantées à demeure chez un animal vigile et libre de ses mouvements. Cette technique apportera d'ailleurs d'autres grandes avancées scientifiques au cours des décennies suivantes, avec la découverte des cellules de lieu de l'hippocampe dans les années 1960 ou encore celle des neurones miroirs au cours des années 1990. Peter Milner se forma à cette nouvelle technique au début des années 1950 en lien avec l'un des premiers laboratoires à la mettre en place précocement, celui d'Herbert Jasper, un pionnier de l'électroencéphalographie en Amérique du Nord, dans l'institut de Wilder Penfield.

Mais au-delà de ces aspects techniques pourtant capitaux, la découverte d'Olds et de Milner surgit dans un milieu intellectuel hors du commun, autour de Donald Hebb. Quand il le rencontre, Peter Milner est un ingénieur britannique qui désire se tourner vers la psychologie en suivant la discipline de son amie avec laquelle il se mariera, une psychologue de Cambridge, Brenda Langford, rencontrée dans le cadre de la recherche opérationnelle sur les radars au Canada durant la Seconde Guerre mondiale. Brenda rejoint le département que dirigera bientôt Hebb à l'université McGill de Montréal après la guerre et elle fait connaître les travaux de Hebb à Milner. Brenda Milner se fera connaître plus tard pour ses travaux avec le célèbre patient HM ayant trait au rôle du lobe temporal du cerveau et les mécanismes de la mémoire épisodique. C'est juste après la guerre que Peter Milner décide de suivre Brenda dans le domaine de la psychologie, en souhaitant s'installer tous deux au Canada. Peter suit quelques cours de psychologie et peut alors travailler sous la direction de Hebb en se formant à la neurophysiologie, au point de devenir son assistant. Quant à lui, James Olds est un brillant psychologue de Harvard qui s'intéresse au concept de motivation et à celui de récompense dans le cadre du béhaviorisme, mais tout en s'intéressant aux modèles neuronaux, dont la théorie de Hebb sur les assemblées de neurones. Il rejoint lui-aussi le laboratoire de Hebb pour se former à la recherche expérimentale et il est placé sous la direction de Peter Milner quand il réalise ses premiers travaux sur des animaux.

C'est Hebb qui suggère à Olds d'étudier le renforcement chez des rats présentant une électrode implantée à demeure dans la formation réticulée. Il s'agit pour Olds d'acquérir les techniques de chirurgie et de stéréotaxie, d'implantation d'électrode et les bases de la mesure objective des comportements par la notation simple des fréquences d'action du levier dans la

cage de l'animal. Le choix de la formation réticulée s'impose dans le contexte du début des années 1950. Les découvertes récentes (1949) sur cette structure ont en effet bouleversé toute la neurophysiologie lorsque Giuseppe Moruzzi et Horace Magoun ont établi une corrélation solide entre l'activation de certains circuits du système réticulé activateur ascendant et l'éveil chez l'animal. Cette découverte aboutit au grand colloque dans les Laurentides au Canada en 1953 sur les mécanismes neuronaux de la conscience auquel participe entre autres Hebb. Ce colloque est pour le neuroscientifique français, François Clarac, le plus important de l'époque à poser la question des rapports possibles entre les états mentaux et la neurophysiologie des circuits neuronaux (même si déjà l'électroencéphalographie avait permis au cours des années 1930 de lier des corrélats électrophysiologiques à certains états attentionnels ou à des phénomènes d'apprentissage par conditionnement chez l'homme). Au cours des années 1950, il semble alors évident pour tous que la formation réticulée représente un système de contrôle des activités les plus importantes du système nerveux qu'il devient nécessaire d'étudier, y compris à l'échelle des neurones individuels, pour beaucoup de fonctions du cerveau.

Toutefois, la formation réticulée ne joue pas paradoxalement de rôle central dans la découverte de James Olds qui est un exemple de sérendipité, dans lequel l'erreur joue un rôle important, une erreur de localisation de l'électrode, mais qui n'est pas d'emblée perçue comme tel. Car Peter Milner pense en premier lieu à la possibilité d'un animal anormal qui contredirait ses propres résultats. Mais alors que Milner aurait pu dans ce cas négliger le résultat inattendu de son étudiant, il en perçoit la possible portée et suggère des vérifications et des tests supplémentaires avec d'autres animaux implantés dans la région ciblée par erreur, avec des boîtes de Skinner. Ces boîtes, devenues rares en Amérique du Nord, au point d'être peut-être seulement encore utilisées dans le laboratoire de Hebb, ont été mises au point, au cours des années 1930, par Burrhus Frederic Skinner (1904-1990). Elles permettent d'étudier les renforcements positifs sur le principe de la « loi de l'effet » d'Edward Lee Thorndike (1874-1949) selon lequel un comportement animal tend à être reproduit préférentiellement quand il s'est traduit précédemment par une conséquence positive. Si bien que l'on peut dire que l'innovation scientifique naît souvent de l'association des technologies les plus nouvelles associées à la richesse des anciennes traditions scientifiques, comme le montre aussi le renouveau de la stéréotaxie à cette même époque.

La première description d'Olds et de Milner décrit un nouveau centre cérébral dont la stimulation induit le renforcement positif d'un comportement. Mais en vue de tester si le renforcement de la stimulation électrique peut induire un état affectif de récompense, voire de plaisir, Olds va reproduire au cours des années suivantes ses expériences avec des rats privés

de nourriture ou drogués au LSD. Il va montrer que l'animal continue d'actionner le levier d'autostimulation au détriment d'une prise de nourriture ou de LSD.

Ces recherches se développent dans le contexte très particulier des années 1960 où les recherches scientifiques sur le LSD sont à leur apogée, en raison de la vente illicite importante de cette drogue aux États-Unis, utilisée de manière récréative dans les milieux de la contre-culture américaine, avec des dangers sérieux avérés. Ce contexte particulier entre en résonance avec les recherches neurophysiologiques qui tentent de préciser les circuits neuronaux impliqués dans les renforcements considérés comme dépendant d'un état de plaisir intense amenant l'animal, et l'homme dans certains cas, à négliger des sensations vitales comme la faim.

C'est ainsi que James Olds va étendre ses travaux à partir de l'étude de 1954 en proposant progressivement des cartographies des zones d'autostimulation à renforcement positif et en proposant une théorie psychologique scientifique de la motivation et de la récompense, alors que de telles théories sont alors davantage développées concernant l'aversion. Un de mes étudiants d'histoire et d'épistémologie des neurosciences de l'université Paris Diderot, Can Konuk, qui a étudié en 2018 la découverte d'Olds et de Milner de 1954, a proposé que ces recherches anatomiques précises par des techniques neurophysiologiques ont permis chez l'animal la cartographie fonctionnelle des centres de plaisir en les objectivant d'une nouvelle manière selon un paradigme structure-fonction qui a associé progressivement l'étude des addictions et a ainsi permis l'élaboration neuroscientifique du concept même de *plaisir*, en permettant à la psychologie scientifique et aux neurosciences en général de sortir du cadre trop étroit du béhaviorisme. C'est selon lui ce nouveau cadre de pensée large et interdisciplinaire qui annonce dès les années 1950 le programme des neurosciences, par l'association de la psychologie béhavioriste (boîte de Skinner et mesure objective de la récompense), de la neurochirurgie (stéréotaxie), de la neuroanatomie et de la neurophysiologie (délimitation anatomique et fonctionnelle des circuits de la récompense). Et c'est dans le cadre de ces programmes de recherche des neurosciences que James Olds a poursuivi dans les années 1960 ses études à l'échelle des neurones individuels, dans le but de démontrer des interactions fonctionnelles directes entre certaines portions des circuits de la récompense. C'est aussi dans ce cadre qu'il s'intéresse au cours des années 1970 à l'implication possible de faisceaux nerveux des voies dopaminergiques dans la récompense, après beaucoup d'hésitations, et qu'il entrevoit ainsi ce qui deviendra l'immense domaine de recherche du système de la récompense encore aujourd'hui en grande expansion.

## Bibliographie

J. Olds & P. Milner. Positive reinforcement produced by electrical stimulation of septal area and other regions of rat brain. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, vol. 47(6), p. 419-427, 1954.

Alan A. Baumeister, Serendipity and the Cerebral Localization of Pleasure, *Journal of the History of the Neurosciences*, vol. 15, n° 2, p. 92-98, 2006.

H. Jasper, P. Gloor, B. Milner, Higher functions of the nervous system, *Annual Review of Physiology*, vol. 18, p. 359-386, 1956.

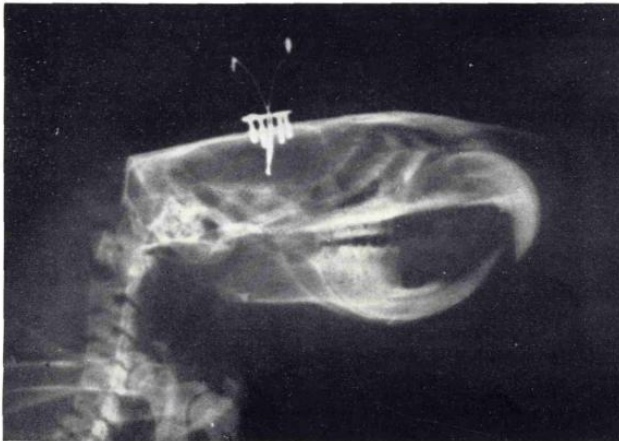


FIG. 2. X ray showing electrode in place in intact animal. There are two wires insulated completely from each other, stimulating the brain with their tips.



FIG. 3. Photomicrograph showing the electrode track in a cresyl-violet-stained brain section. The section is 1 mm. in front of the anterior commissure. The electrode protruded through the lateral ventricle and its stimulating tip was in the septal area.



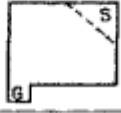
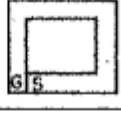

1	DAY 1 Implant electrode Start feeding schedule	
2	DAY 4 <b>Skinner</b> box test	
3	DAY 5 Pretraining	
4	DAY 6 <b>Runway</b>	
5	DAY 7 <b>Maze</b> 2 or 3 days plus 1 day extinction	
6	<b>REPEAT</b> Steps * 3, 4, & 5 <b>Food reward</b>	

FIG. 1. Six steps in experimental procedure. See text for explanation.

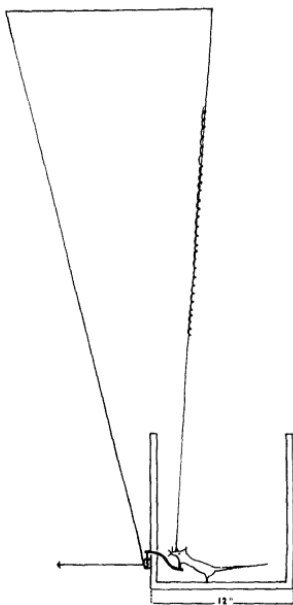


FIG. 1. Schematic drawing of rat in **Skinner box** depressing lever to turn on a microswitch, thereby stimulating its own brain. The inside of the box is about 12 in. long, 5 in. wide, and 12 in. high. The lever, which is about  $4\frac{1}{2}$  in. wide, extends all across one end of the box.



## Self stimulation experiments

- First done by Olds & Milner in rats in 1954. They tested a wide range of stimulation sites but found that rats really only like self stimulation of the "septal" region.

