

Compte rendu de la réunion du 6 janvier 2016¹

Peut-on réduire nos émotions et nos comportements à l'activité de notre cerveau ?
avec *Catherine Belzung*

Présents : Pierre-Alain AMIOT, Georges ARMAND, Laure AUFFRAY, Jean-Paul BANQUET, Luc BEAUPÈRE, Geneviève BERRIER, Pierre BERRIER, Daniel BESSIS, Alain BOUDRE, Suzanne BOUDRE, Jean-Claude BRÉMAUD, Thérèse CHANEL, Marie-France DE MONÈS, Marie Odile DELCOURT, Thomas DENEUX, Jean-Marie DROUARD, Claudie DUQUENNOY, Armel FOULON, Sophie GERARD, Dominique GRÉSILLON, Hombeline et Louis-Constant GRIMAULT, Alexandre GYÉNÉS, Marcelle L'HUILLIER, Marc LE MAIRE, Dominique et Françoise LEVESQUE, Jean-Noël LHUILLIER, Françoise et Jean-Louis MASNOU, Elemer et Madeleine MOCZAR, Nicole NICOLAS, Élisabeth NIENALTOWSKA, Dominique PIKEROEN, Roland POIRIER, Yves POMMIER, Christian RAQUIN, Blandine RAX, Simon RAX, Bernard et Danielle SAUGIER, Bertrand THIRION.

Excusés : Geneviève BESSEREAU, Gérald DUJARDIN, Michèle GASPALOU, Philippe LESTANG, Louis SANGOUARD.

EXPOSÉ
*par Catherine Belzung*²

Heureuses et malheureuses, agréables et désagréables, les émotions sont au cœur de notre existence et la dirigent souvent à notre insu. Ces dernières années, nombreux sont les faits qui ont marqué l'actualité, et qui parfois suggèrent que le cerveau serait l'unique clef de nos comportements. On peut évoquer plusieurs procès, où des personnes accusées de crimes particulièrement cruels ont plaidé "non coupable", disant que c'est leur cerveau, et non elles qui étaient responsables de leur actes odieux. Des études indiquent que l'activité cérébrale serait responsable de nos choix électoraux, de nos peurs, de nos accès de colère, de nos choix moraux, de notre aptitude à prendre la perspective de l'autre, etc. Ont-elles un fondement scientifique ? La neurobiologie tente aujourd'hui de mettre en lumière la nature de nos émotions. Un des enjeux de ces recherches concerne la question de notre liberté. Sommes nous libres ou sommes nous les marionnettes de notre cerveau ?



¹ Le présent compte-rendu a été rédigé par *Foi et Culture Scientifique* à partir de l'enregistrement audio de la soirée et du diaporama préparé par notre invitée pour illustrer son exposé. Il est strictement à **usage privé**.

² Neurobiologiste, professeure à l'Université François Rabelais de Tours et à l'Institut Universitaire de France, Catherine Belzung a fondé en 2000 à Tours le *Laboratoire de "Psychobiologie des émotions"*. Ses travaux aujourd'hui portent sur les pathologies des émotions comme la dépression. Elle dirige actuellement l'équipe de recherche INSERM 930 "*Troubles affectifs*" (cf. [vidéo](#) 2 mn). Son approche promeut le dialogue entre divers courants de pensée au sein même des neurosciences, et aussi avec des spécialistes d'autres disciplines, biologistes, psychiatres, philosophes, physiciens et économistes...

Catherine Belzung est membre du conseil des "*Semaines sociales de France*". Elle est l'auteure d'un ouvrage universitaire « *Biologie des émotions* » Éd. De Boeck Supérieur, Coll. Neurosciences & cognition, 2007, 484 pages. [Extraits téléchargeables](#) et vient de publier en ebook : « *Neurobiologie des émotions en 40 pages* » (Éd. UPR, 2015).

Les différentes émotions primaires ³

Les émotions ont été étudiées depuis la nuit des temps.

Par exemple Aristote (384-322 av. JC) a écrit un traité sur les émotions. Il distingue quatre émotions primaires : la colère, la pitié, la peur et le désir. En 1992, le spécialiste actuel des émotions, Paul Eckman, en dénombrait sept : la colère, la tristesse, la joie, la peur, le dégoût, la surprise et le dédain.

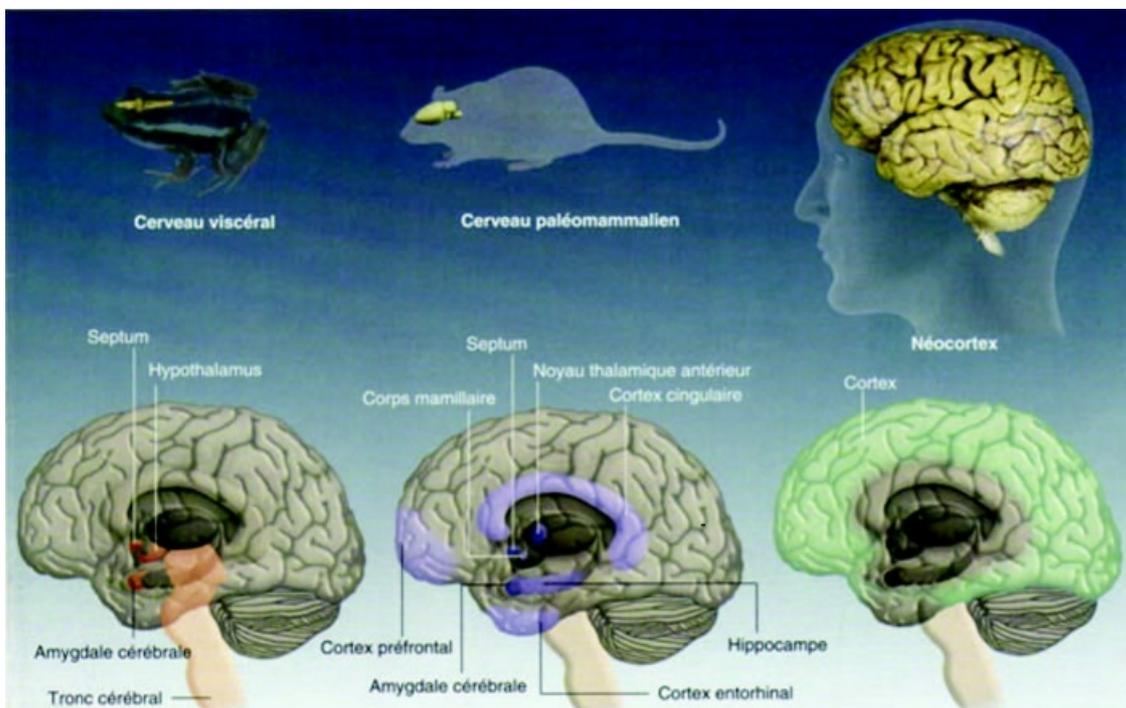
Dans ces deux listes, il n'y a que deux émotions communes : la colère et la peur. Celles-ci sont d'actualité en ces jours où l'on commémore les événements du 7 janvier 2015. Plutôt que de parler de l'ensemble des émotions, j'ai pensé plus intéressant de me focaliser sur une émotion, la colère ou la violence, et de vous parler de l'implication du cerveau dans ce type d'émotion.

La colère

On parle beaucoup aujourd'hui de la colère. Elle a été étudiée scientifiquement depuis longtemps. Certains auteurs en psychologie la disent déclenchée par une frustration ou bien en réponse à une agression. On a la possibilité d'inhiber cette émotion : on peut être très en colère et se comporter de manière cordiale avec la personne qui nous a mis en colère. Cette émotion est partagée avec d'autres espèces. Vous pouvez voir par exemple un chat ou un serpent en colère.

Pour étudier le rôle du cerveau dans ce type d'émotion, il faut comprendre d'abord comment il est organisé. Parmi les nombreuses manières de décrire l'organisation du cerveau, j'ai choisi celle de Paul D. MacLean qui en 1990 l'a décrite en fonction de l'évolution des espèces. Comme nous avons en commun certains processus avec les animaux, on peut penser que certaines structures du cerveau nous sont également communes. Cette manière de voir va faciliter la compréhension de ce qui se passe dans le cerveau lorsqu'on est en colère.

MacLean distinguait un cerveau viscéral, la partie la plus primitive de notre cerveau que l'on partagerait avec les reptiles (l'instinct et les fonctions de survie seraient gérées par lui : défendre son territoire, manger, se reproduire...), il s'agit de *l'hypothalamus* une région profonde du cerveau (petite zone en orange sur l'image en bas, à gauche), puis, *le cerveau paléomammalien* qu'on partagerait avec des espèces plus évoluées comme les mammifères (rats, souris...) (zone en violet en bas de l'image, au centre) ; enfin, *le néocortex* qui est commun avec les autres primates (zone en vert en bas, à droite).



3. L'organisation des trois niveaux cérébraux selon MacLean (cette théorie est aujourd'hui fragilisée) : le cerveau viscéral (hypothalamus, septum, amygdale cérébrale, tronc cérébral), que l'on supposait hérité d'un ancêtre reptilien ; le cerveau paléomammalien (corps mammillaire de

l'hypothalamus, thalamus antérieur, aires corticales préfrontales, gyrus cingulaire et rétrospinal, hippocampe, cortex entorhinal, amygdale cérébrale et septum), que l'on supposait hérité des tout premiers mammifères, et le néocortex, siège de la pensée et typiquement humain.

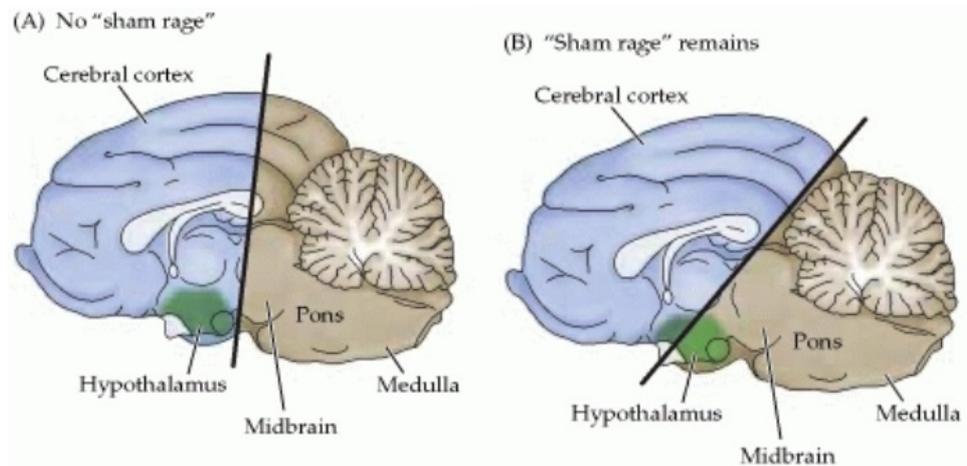
³ On appelle « émotion primaire », une émotion qui existerait dans toutes les cultures et que l'on partage avec le règne animal.

La rage : les expériences des années 1920

L'implication du cerveau dans la colère a été étudiée depuis assez longtemps par les neurobiologistes, notamment Philipp Bard.

Bard a travaillé sur la rage en faisant des expériences très rudimentaires. À noter qu'on ne fait plus de telles expériences sur les animaux. Dans les années 20, il n'y avait pas de Comités d'éthique pour protéger les animaux contre certaines manipulations. Bard a fait des lésions massives et des expériences de déconnexions dans le cerveau de chats et regardé leur effet.

Dans le cas A, (cf. figure), il n'a rien constaté de spécial. Mais un autre chat, au cerveau avec une déconnexion comme en B, bondissait dès qu'on le touchait, rugissant, hérissant le poil, et avait un comportement que Bard qualifiait "de rage".

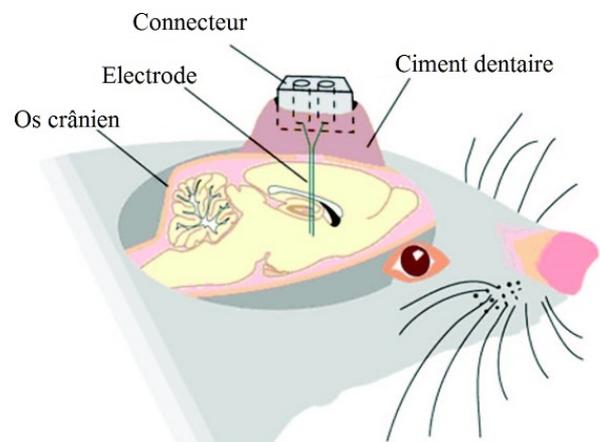


Expériences de Philipp Bard, 1928, 1929, 1930

En 1934, Walter Hess a utilisé des chats (avec un cerveau non lésé) dont il stimulait électriquement l'hypothalamus, grâce à une petite électrode insérée dans le cerveau et reliée à un connecteur (L'image ci-contre est celle d'un rat, mais c'est la même chose avec un chat). Il a obtenu le prix Nobel en 1949 pour ses travaux.

Une [vidéo](#)⁴ montre deux chats dont l'un a une électrode implantée dans l'hypothalamus. Lorsque qu'on stimule ce dernier, il devient agressif envers l'autre chat ou si on lui présente un rat. Il redevient calme lorsque cesse la stimulation. Le chat se comporte comme une marionnette.

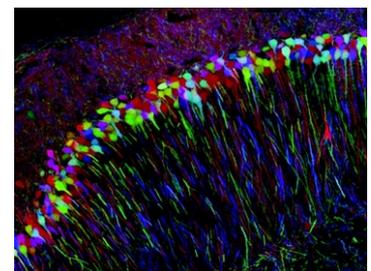
Ainsi, il suffit d'allumer ou éteindre certains neurones et voilà le comportement qu'on observe. Ces expériences pourraient conduire à une vision réductionniste, vision qui perdure de nos jours, avec des expériences un peu plus subtiles.



Expériences de Walter Rudolph Hess, 1934

La méthode de l'optogénétique

L'hypothalamus est une structure hétérogène avec des cellules de types variés (différenciés sur l'image par les couleurs). Depuis 2010, on sait éclairer sélectivement certains groupes de cellules par la méthode de l'optogénétique (grâce à l'implantation d'un virus et d'une diode, on active des neurones dans le cerveau des souris en les éclairant par la lumière).



⁴ The objects attacked by cats during stimulation of the hypothalamus, P.K. Levison*, J.P. Flynn, *Animal Behaviour* Volume 13, Issues 2-3, April-July 1965, Pages 217-220

Comme précédemment avec les chats, on peut obtenir le même type de comportement avec une souris.

Une [vidéo](#) montre une petite souris dans une cage où l'expérimentateur a déposé un gant jetable. Quand il allume la lumière (c'est-à-dire quand il stimule photoniquement certains neurones de l'hypothalamus), la souris commence à agresser le gant, cesse quand on éteint, puis si on rallume au bout de quelques secondes elle s'excite à nouveau.⁵

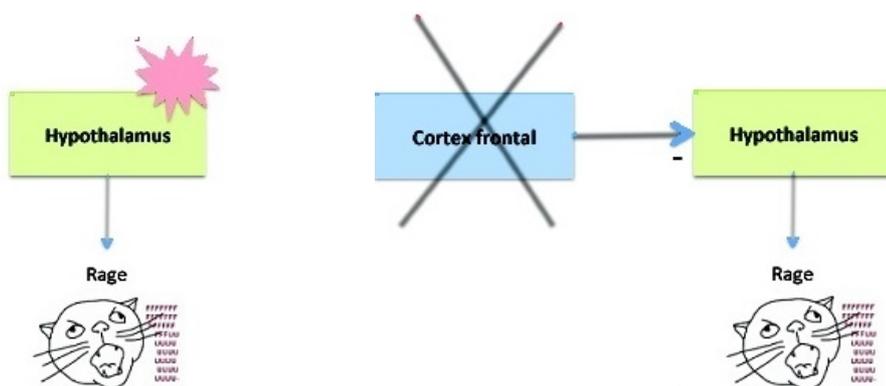
D'où la même conclusion que précédemment : on a l'impression que tout est mécanique, la souris, le chat se comportent comme des marionnettes. On en a déduit un modèle : quand on « active » artificiellement l'hypothalamus, cela déclenche la rage.

Régulation de la “rage”

Revenons aux expériences de lésion de Philipp Bard (page 3 de ce CR). Sans stimuler l'hypothalamus on constatait un comportement de rage dans le cas B où l'hypothalamus était déconnecté du cortex cérébral. D'où l'idée que peut-être le cortex cérébral freine la rage en temps normal.

On en déduit alors un modèle plus complexe :

la rage peut-être déclenchée soit par la stimulation de l'hypothalamus, soit par l'absence de lien avec le cortex cérébral.

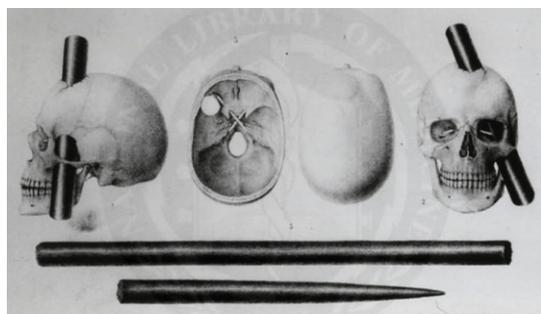


Qu'en est-il de l'homme ?

Nous constatons ces comportements de marionnette pour le chat, la souris, des petits animaux... mais qu'en est-il de l'homme ?

Bien sûr, on ne va pas faire des expériences sur les humains et leur enlever des morceaux de cerveau. Mais il peut y avoir des personnes qui ont subi des accidents qui ont eu comme conséquence une perte d'un morceau de cerveau. C'est le cas de Phinéas Gage dont le crâne a été transpercé par une barre de fer en 1848. (Son crâne est conservé dans un musée : image ci-dessous). Son caractère a changé après son accident.

Âgé de 25 ans, P. Gage dirige la construction d'une voie ferrée aux USA. L'endroit est rocheux et nécessite d'utiliser de la dynamite. Il tasse la poudre au moyen d'une barre de fer. Distrait par quelqu'un l'appelle derrière lui, il tasse machinalement la poudre. Son collègue n'a pas le temps de verser le sable protecteur sur la poudre. Une détonation se



fait entendre. La barre de fer (longueur 1,1 m, diamètre 3 cm, poids 6 kg) pénètre sous la joue gauche de Phineas Gage pour ressortir par le sommet de son crâne et atterrir à une trentaine de mètres de là, recouverte de sang et de tissu cérébral. P. Gage, étendu au sol, n'est pas mort, il parle même quelques minutes plus tard et descend presque sans aide de la charrette qui le mène chez le Docteur Harlow. Soigné par lui pendant de longs mois, il s'en sort sans déficit neurologique. Il parle bien, n'est pas paralysé, sa démarche est assurée ; s'il a perdu la vue de l'œil gauche, il voit bien de l'œil droit. Mais Gage n'est plus le même qu'avant : son humeur est changeante, il est parfois grossier, inconstant et capricieux. Son

parcours est ensuite chaotique : il travaille dans l'élevage de chevaux mais est renvoyé, il est une attraction du célèbre cirque Barnum à New-York, puis devient conducteur de diligence à Santiago, puis à Valparaiso en Amérique du Sud. Finalement, il meurt le 21 mai 1861 (13 ans après l'accident) dans une grande crise d'épilepsie.

⁵ <https://controversciences.org/references/2> : Augmentation de l'agressivité par stimulation lumineuse d'une aire spécifique du cerveau grâce à l'optogénétique.

Functional identification of an aggression locus in the mouse hypothalamus, Dayu Lin, Maureen P. Boyle, Piotr Dollar, Hyosang Lee, E. S. Lein, Pietro Perona & David J. Anderson, Nature 470 (10 February 2011)

Donc il y a quelques cas chez l'homme où, après une lésion d'une partie du cerveau, l'on voit des changements de comportement, la violence, l'impulsivité, etc.

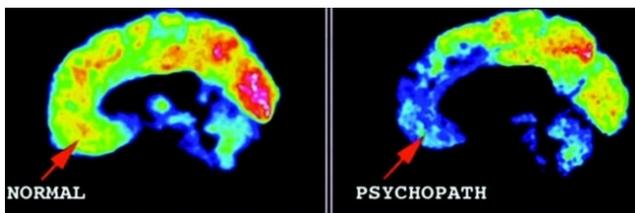
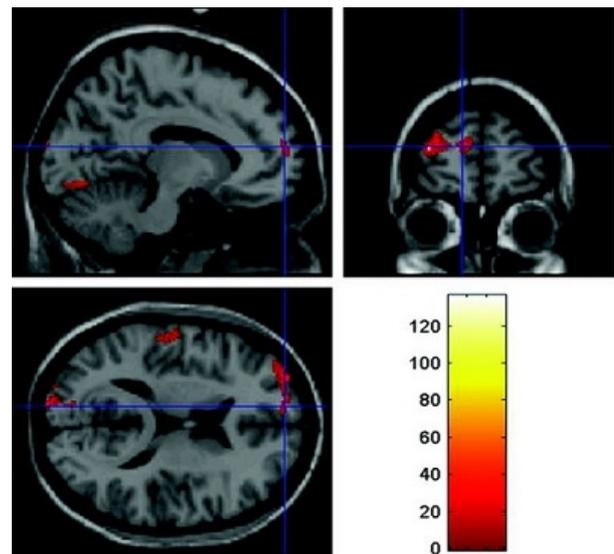
L'imagerie fonctionnelle

On utilise aujourd'hui l'imagerie fonctionnelle pour faire des images du cerveau en activité.

On peut ainsi comparer l'activité du cerveau chez des criminels meurtriers et des personnes qui ne le sont pas.

Sur l'image ci-contre, les parties colorées en rouge correspondent à celles qui, au cours d'une tâche donnée, sont moins actives pour les meurtriers que pour des personnes « normales ».

On remarque que ce n'est pas l'ensemble du cerveau qui est coloré quand on compare le meurtrier et le sujet sain, mais des régions très précises, notamment dans le cortex frontal (qui avait été lésé chez Phineas Gage ou déconnecté chez le chat).



L'image suivante compare l'activité cérébrale de sujets normaux et de psychopathes.⁶ Les couleurs vers le jaune et le rouge correspondent à des zones actives, les couleurs bleues à des régions peu actives. La région sous le front, signalée par la flèche rouge, est moins active pour le psychopathe.

On peut effectuer des tests de mémoire en testant des fonctions qui font appel à cette partie du cerveau qui est moins active. Les personnes violentes font beaucoup plus d'erreurs que les personnes qui servent de contrôle (figure de gauche). Elles font également plus d'erreurs si on leur présente des photos de personnes dont les visages expriment des émotions, joie, étonnement, dégoût, etc., et si on leur demande d'identifier ces émotions. (figure de droite) Elles ont des difficultés à reconnaître les émotions.⁷ Les criminels violents perçoivent de l'hostilité sur des visages exprimant une expression neutre, sans émotion particulière.

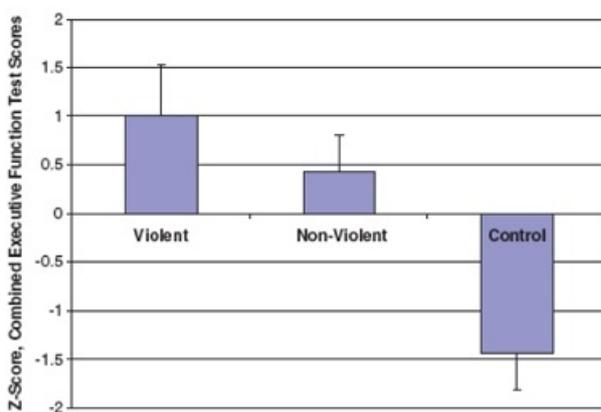


Fig. 1. Means and standard errors for Violent Offenders, Non-Violent Offenders and Controls on the unitary variable representing executive function.

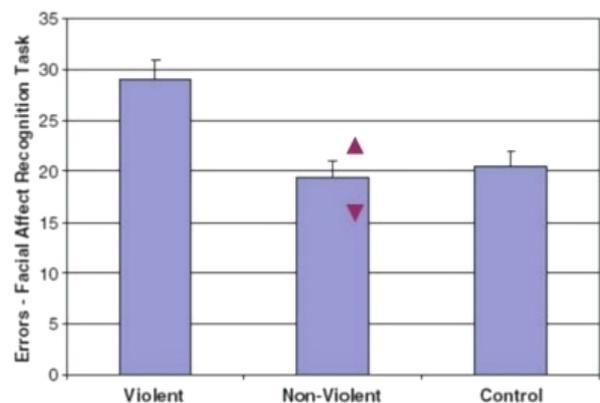
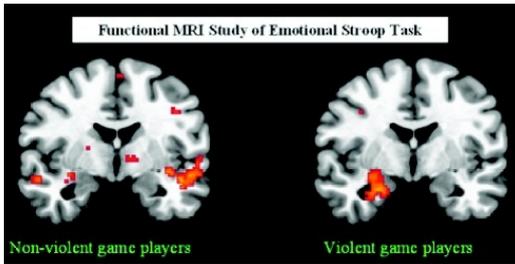


Fig. 2. Means and standard errors for Violent Offenders, Non-Violent Offenders and Controls on the total errors on the Facial Affect Recognition Task.

⁶ La psychopathie est un trouble de la personnalité, caractérisé par un comportement antisocial, d'un manque de remords et un manque de « comportements humains » décrit comme étant un mode de vie criminel et instable. <http://fr.wikipedia.org/wiki/Psychopathe>

⁷ Executive cognitive functioning and the recognition of facial expressions of emotion in incarcerated violent offenders, non-violent offenders, and controls. Hoaken PN¹, Allaby DB, Earle J. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17683105>

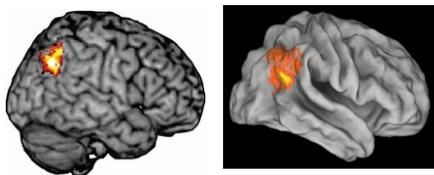
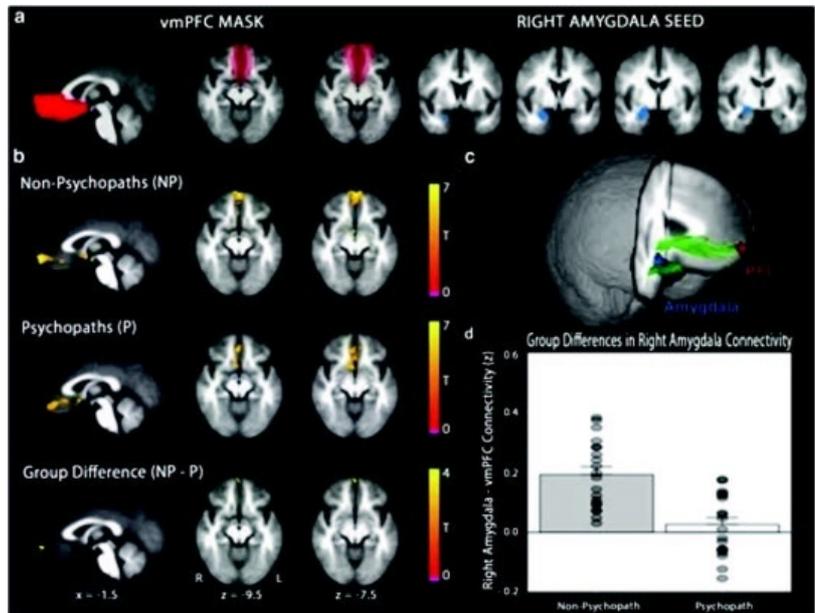


Des chercheurs se sont intéressés aussi à la région de l'amygdale, une structure en forme d'amande, et ont regardé l'activité du cerveau de personnes s'adonnant à des jeux violents. Ces personnes ont une suractivité de cette région (image de droite) en comparaison de personnes jouant des jeux non-violents (image de gauche).

En conclusion, la violence peut être déclenchée par l'amygdale et par l'hypothalamus et on a vu pour ce dernier le rôle de régulation du cortex frontal et l'importance du lien entre ces deux régions.

On observe en effet un déficit du fonctionnement frontal et de sa connectique chez les personnes violentes.

Le cortex frontal a deux fonctions : l'empathie (aptitude à s'intéresser à autrui) et l'inhibition (aptitude à freiner des comportements indésirables).

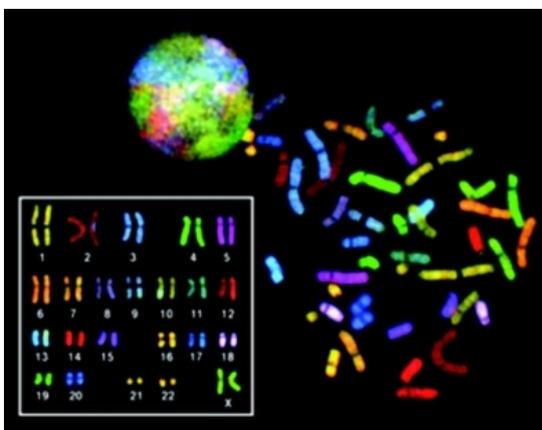


L'image de gauche est un exemple d'activation du cerveau d'une personne montrant de l'empathie pour une personne qui ressent une douleur. Celle de droite correspond à une personne qui essaie de comprendre les émotions et intentions d'une autre personne.

Origine chromosomique : le syndrome de Jacob (XYY)

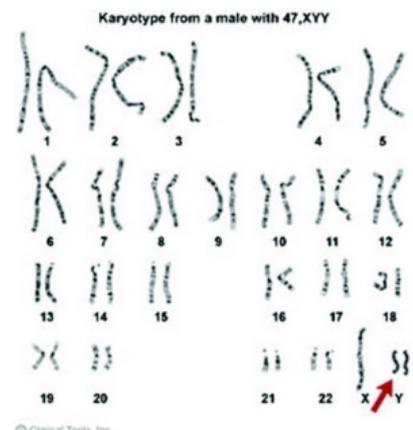
Il y a donc un déficit du fonctionnement frontal chez les personnes violentes. Mais d'où vient cette anomalie ? Cela a été pas mal débattu par les scientifiques. La première idée qui est venu à l'esprit dans les années 70 était celle d'une origine génétique. Les outils de la génétique étaient assez peu élaborés alors.

On savait faire des caryotypes. Nous avons 23 paires de chromosomes, 22 qu'on appelle autosomes et une paire de chromosomes sexuels (XY ou XX selon le sexe de l'individu).



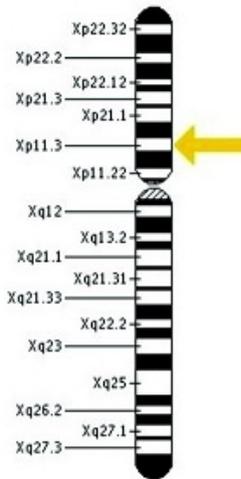
23 paires de chromosomes humains

Il arrive que des personnes de sexe masculin aient un chromosome Y surnuméraire. Ceci appelé "syndrome de Jacob" est illustré sur la figure de droite.



un chromosome Y surnuméraire

On a constaté que le taux des personnes en prison porteuses du syndrome Jacob était supérieur à celui de la population normale. Quelques journalistes ont alors fait des articles avec des titres à sensation du type : « On a trouvé le chromosome du crime, c'est le chromosome Y en plus ! » On s'est rendu compte par la suite que c'était trop simpliste. En effet, les personnes avec un chromosome Y surnuméraire ont un léger retard mental et quand elles commettent des infractions elles se font plus facilement attraper.



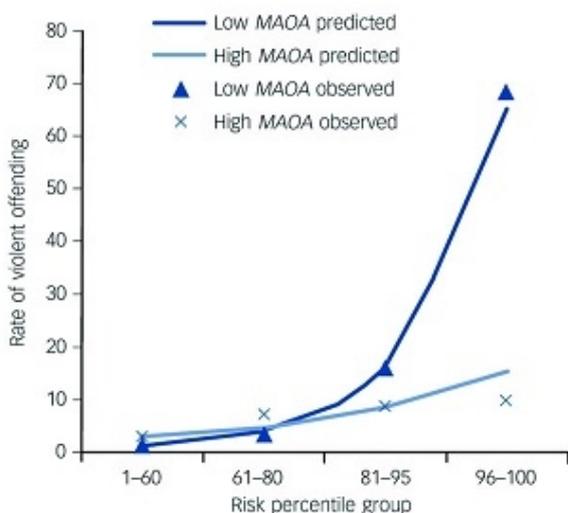
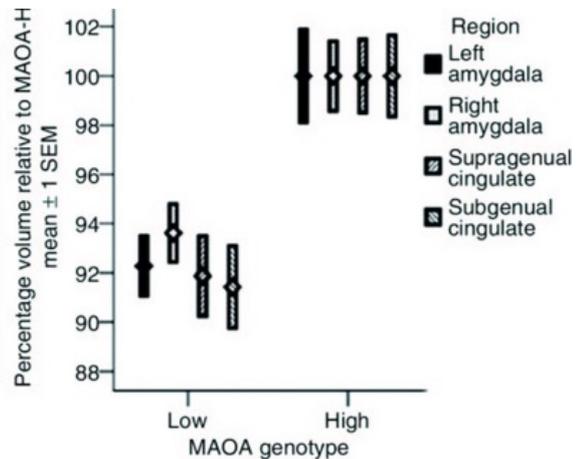
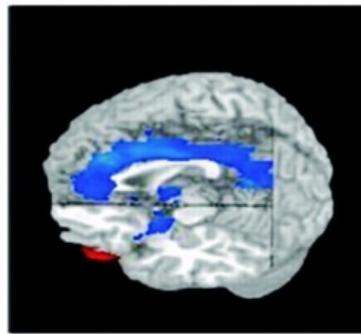
La MAO-A

On a remarqué qu'il y a des parties sur le chromosome X qui n'ont pas d'équivalent sur le chromosome Y. Les chercheurs se sont demandé si cela pouvait expliquer le fait qu'il y a parfois plus d'agressivité chez les garçons que chez les filles. Ils ont vu dans la région repérée par la flèche le gène Xp11.3 appelé gène de la MAO-A (monoamine oxydase).

Il serait trop complexe de rentrer dans les détails, mais sachez qu'il existe deux variantes de ce gène. Parmi vous, il y a des personnes qui ont l'un des variants ou l'autre, ou même les deux.

• La MAO-A et le cerveau

Selon le variant que l'on possède, on fabrique peu ou beaucoup de MAO-A. Les chercheurs⁸ ont alors regardé si cela avait une influence sur la structure du cerveau dans deux régions, l'amygdale et une autre partie du cortex frontal, le cortex cingulaire. Selon le variant du gène, on a trouvé une différence de volume d'environ 8 % pour chacune de ces régions.



• La MAO-A et la violence

En 2002, A. Caspi et ses collègues⁹ ont étudié la tendance à la violence en fonction du variant du gène. Il y a en effet une différence entre les deux quant au taux de violence comme le montre la figure.

Face à ce constat, on peut se dire qu'on n'a plus de liberté, car non seulement le cerveau fait de nous des marionnettes, mais en outre les gènes y contribuent aussi et que nous sommes complètement dépendants de notre matériel génétique.

Nous allons voir que ce n'est pas le cas.

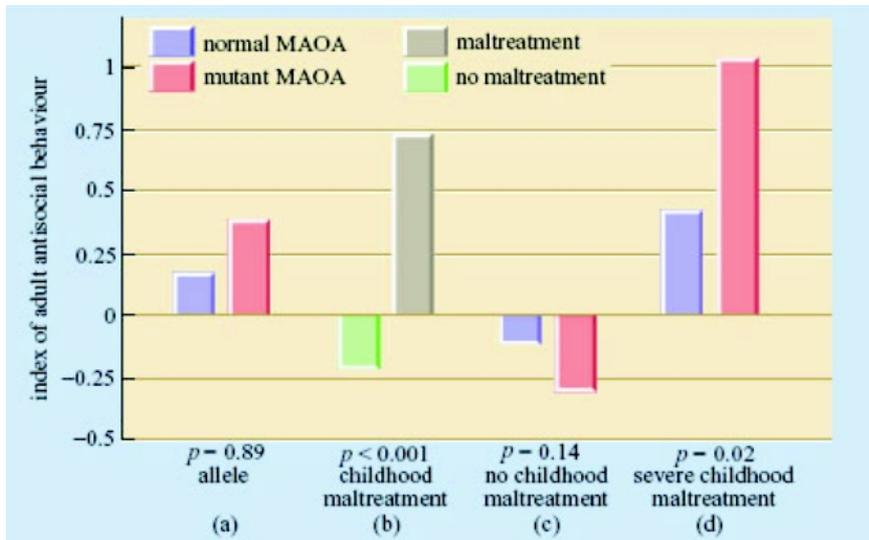
⁸ Cf. <http://brain.oxfordjournals.org/content/135/7/2006>

⁹ <http://www.open.edu/openlearnworks/mod/page/view.php?id=45840>

Caspi, A., McClay, J., Moffitt, T. E., Mill, J., Martin, J., Craig, I. W., Taylor, A. and Poulton, R. (2002) Role of genotype in the cycle of violence in maltreated children, *Science*, 297, pp. 851-4.

• **MAO-A, violence et environnement**

Ces chercheurs se sont demandé si le comportement antisocial observé chez des personnes à l'âge adulte était corrélé au fait qu'elles possédaient le gène MAO-A muté ou qu'elles avaient subi des maltraitements pendant l'enfance.¹⁰ Dans cette étude, les chercheurs n'ont pas quantifié les protéines codées par ces gènes, mutés ou non, mais on sait que le gène muté produit plus de MAO-A.



Dans la population générale, à l'âge adulte, cas (a), il n'y a pas de grande différence pour la valeur de l'*index de comportement antisocial* que l'on ait le gène normal ou muté. Les personnes possédant le gène muté ont un comportement plus antisocial que celles ayant le gène normal, mais l'écart est faible. Par contre, l'écart est énorme dans le cas (b) qui compare les comportements agressifs de personnes selon qu'elles ont été ou non maltraitées dans leur enfance.

Lorsque les personnes n'ont pas subi de maltraitance, (c) il n'y a pas grande différence selon qu'elles ont le gène normal ou variant, mais quand elles ont subi des maltraitements (d), l'écart est nettement amplifié.

Ainsi ces déterminants génétiques n'ont pas beaucoup d'effets par eux-mêmes, mais ils peuvent être exacerbés par des environnements défavorables. Le facteur génétique MAO-A ne rend pas par lui-même les personnes agressives ; c'est un facteur de vulnérabilité s'il est combiné avec d'autres choses comme la maltraitance, des stress à l'âge adulte, etc. Les gènes seuls ne font pas grand chose et leurs effets peuvent être modérés. Si on traite avec bienveillance une personne ayant un variant de gène défavorable, on peut annuler l'effet du gène. C'est rassurant, on peut agir même contre des déterminants génétiques terribles.

La neuro-justice

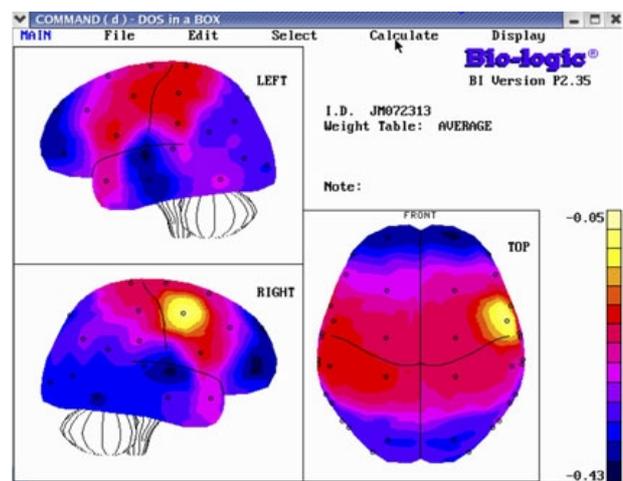
Est-ce que le déficit constaté du fonctionnement frontal chez des personnes violentes, lequel est lié à des facteurs génétiques et environnementaux est la cause de la violence ?

Depuis quelques années, est apparu un nouveau concept, celui de neuro-justice. Pour nous aider à réfléchir, en voici deux exemples concernant J. McCluskey et Stephen Tony Mobley.

• **John McCluskey**

En juillet 2010, cet homme s'échappe d'une prison de l'Arizona, tue deux personnes âgées, brûle leurs corps et vole leurs biens, puis il est capturé à nouveau.

Son avocat a demandé à des neurobiologistes d'analyser son cerveau. Ceux-ci ont constaté un déficit du fonctionnement du cortex frontal (cf. les parties en bleu sur l'image moins actives que la normale) et que ses lobes frontaux étaient petits. L'avocat plaide alors l'innocence de son client : « Le coupable, ce n'est pas McCluskey, mais son cerveau ».¹¹



¹⁰ Les valeurs positives de "l'index de comportement antisocial" correspondent à des comportements plus antisociaux que la moyenne de la population étudiée et les valeurs négatives à des comportements plus sociaux.

¹¹ Il fut condamné à la prison à vie, échappant à la peine de mort, les 12 jurés n'étant pas unanime sur sa culpabilité (3 s'y opposant).

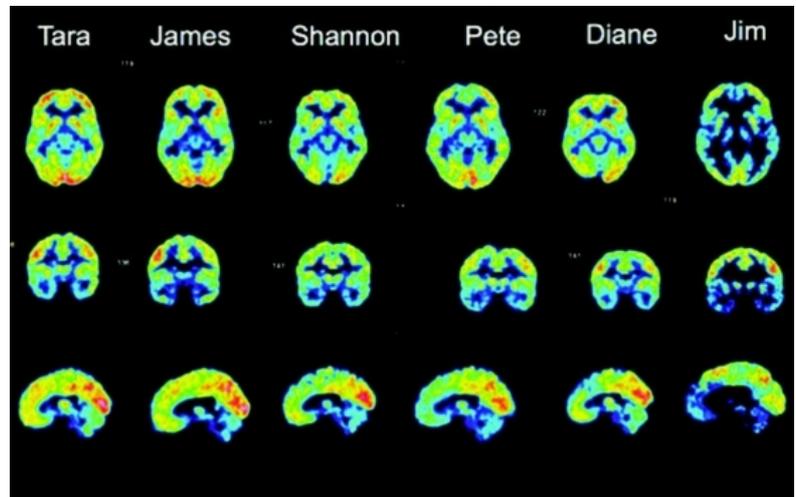
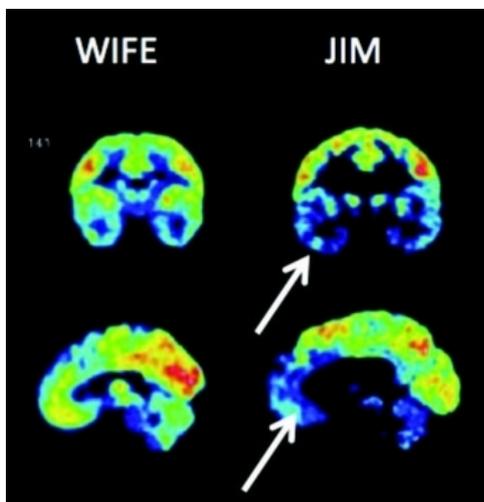
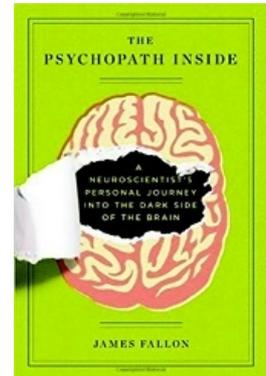
• **Stephen Tony Mobley**

En 1991, à l'âge de 25 ans, entre dans un magasin et tue un homme qui était à genoux. Son avocat a fait analyser les gènes de S. Mobley et plaidé la prédisposition génétique comme cause de ce crime : « Cette personne a une mutation du gène MAO-A, ce n'est pas lui le coupable mais ce gène. » Finalement il a été condamné à mort et reçu une injection létale en 2005. Le cas a été très discuté aux États-Unis. Lui avait eu une enfance heureuse.

• **Mais est-ce si simple ?**

Un chercheur James Fallon, grand spécialiste de la psychopathie, menait des travaux de neurobiologie en faisant des études d'imagerie fonctionnelle sur des psychopathes. Un jour qu'il avait besoin de trouver des sujets "normaux" pour comparer, il a fait l'image de son cerveau. Il a alors découvert que, tout en étant « normal », il avait lui-même un cerveau de psychopathe.¹² Si vous êtes chercheur en neuro-sciences ne faites jamais cela ! (*Rires*)

Fallon a ensuite comparé les images des cerveaux de sa femme et des autres membres de sa famille. Vous voyez qu'il a un déficit très évident et lui seul. Pourtant, il avait une vie tout à fait normale.



Cela prouve qu'on n'est pas forcément condamné à être violent par son cerveau ! Sinon un cas comme celui de ce chercheur ne serait pas possible. Nous ne sommes pas les marionnettes de notre cerveau.

Il y a un autre cas, celui d'un homme adulte qui a été détecté dans un hôpital de Marseille. Il avait une vie tout à fait normale, il était employé municipal, avait une famille, etc. Il s'est plaint de maux de tête et l'imagerie a montré qu'il n'avait pratiquement pas de cerveau. Il avait une énorme poche d'eau au milieu de quelques tissus nerveux dans le crâne.

Conclusion

Le cerveau ne conditionne pas de manière mécanique le comportement. La violence peut être liée à certains réseaux cérébraux et à certains gènes. Mais les réseaux cérébraux en question peuvent être dysfonctionnels sans induire la violence, car on est capable de contrôler nos comportements. Au final, nous sommes donc libres et responsables de nos actes.

Je vous remercie.

¹² <http://www.smithsonianmag.com/science-nature/the-neuroscientist-who-discovered-he-was-a-psychopath-180947814/?no-ist>

DISCUSSION

Daniel BESSIS : Quelle est la fraction du cerveau qui est vraiment utilisée ?

Catherine BELZUNG : On entend énormément de bêtises à ce sujet, par exemple qu'on utilise seulement 10 à 15 % de notre cerveau. C'est faux, nous utilisons vraiment tout notre cerveau. Le cerveau, c'est différents réseaux, différents groupes de neurones qui ont un fonctionnement dynamique. On avait jusqu'à présent la vision qu'on pouvait subdiviser le cerveau entre diverses parties, l'une fonctionnant tandis que les autres ne faisaient rien. On pense aujourd'hui qu'il y a des groupes de cellules, des réseaux qui coopèrent pour faire une tâche donnée. On peut distinguer 120 régions dans le cerveau. Par exemple les régions 1, 17, 28 et 53 vont se mettre ensemble pour une première tâche, puis peut-être coopérer avec d'autres régions pour faire autre chose. C'est un processus très dynamique. La tâche faite, un autre réseau qui se base sur plusieurs groupes de cellules va être recruté pour une autre tâche.

On utilise en permanence notre cerveau. Même au repos, quand nous avons l'impression de ne rien faire ou rêvasser certains réseaux de notre cerveau sont actifs, notre encéphalogramme n'est pas plat.

Jean-Paul BANQUET : Il y a une dizaine de zones fonctionnelles différentes, chacune ayant une fonction différente. Parler du pôle frontal est un peu vague.

CB : Oui, il s'agit en fait du pôle orbito-frontal pour la régulation des émotions.

Jean-Paul BANQUET : Une grande partie des neuro-scientifiques est réductionniste. Si c'était si simple, il n'y aurait pas cette scission profonde entre réductionnistes et non-réductionnistes. Je pense que ce n'est pas une question scientifiquement démontrable, mais une position philosophique.

CB : J'ai bien sûr essayé de simplifier pour mon exposé. Tous les scientifiques sont méthodologiquement réductionnistes. On ne peut faire autrement que de simplifier le système pour l'étudier. Mais ce qui n'est pas fondé, c'est de déduire un réductionnisme ontologique d'un réductionnisme méthodologique. Cette erreur est fréquente parce que les scientifiques ont souvent peu d'interaction avec les philosophes. Partant de leurs expériences, les scientifiques peuvent être amenés à faire des conclusions un peu hâtives.

D'autre part, chez les neurobiologistes, il y a actuellement un courant plutôt minoritaire celui de la neurophénoménologie. Francisco Varela décédé en 2001 en a été l'initiateur. Ces derniers s'associent avec les philosophes de la phénoménologie pour réfléchir aux protocoles expérimentaux et essayer de trouver dès le début des protocoles moins biaisés - parce que c'est souvent la manière dont on pose une question qui induit une solution.

En tant que scientifiques, nous devons nous efforcer de dire les choses telles qu'elles sont et donner des titres honnêtes à nos articles. Occasionnellement, il faudra en payer le prix. Je vous donne un exemple personnel. En 1995, nous travaillions sur une souris possédant un gène mutant qu'on suspectait de provoquer un comportement violent. Après pas mal de manips, nous étions arrivés au stade de publier un article. Mes collègues ont proposé le titre : « le gène du récepteur 1B de la sérotonine induit la violence ». Je leur ai dit que je ne pouvais pas signer cet article avec un tel titre, car ce n'est pas ce que l'on avait montré. Ils ont persisté, m'ont ôtée de la liste des auteurs et citée dans les remerciements pour des discussions fructueuses. Autre exemple, à propos d'un autre gène étudié chez la souris. Voulant faire de la com', les chercheurs ont publié dans un journal prestigieux un article disant qu'ils avaient trouvé "le gène de la violence". Leur annonce était erronée car, un peu plus tard, on a compris que ce gène provoquait chez les souris étudiées une migraine effroyable qui expliquait leur comportement agressif.

On peut être tenté de simplifier le message pour avoir accès à un journal prestigieux. On est parfois responsables de certaines idées qui traînent. Il y a une éthique à respecter.

Madeline MOCZAR : Y a-t-il des facteurs qui régulent la violence ?

CB : Comment se fait-il que des personnes qui ont subi des environnements très défavorables ne tombent pas dans le comportement violent ? Il y a pas mal de facteurs protecteurs qui sont fournis par l'éducation dont le sens du soi. Favoriser le fait d'être conforme à certaines valeurs - ce peut être des valeurs liées à une religion ou simplement l'éducation à aller vers l'autre, etc. - va protéger ces personnes d'aller vers certaines conduites violentes quand elles seront adultes et exposées à des situations extrêmes.

Pour ce qui est du domaine moléculaire, la difficulté est d'être spécifique. Par exemple, en psychiatrie face à une personne qui a une conduite extrêmement violente, on va lui donner un produit qui va l'inhiber complètement en l'assommant. Cela peut-être utile dans une situation de crise de disposer d'outils pour pouvoir calmer la personne et éviter qu'elle soit dangereuse pour elle-même et les autres. Le problème est la spécificité, on ne sait pas bloquer subtilement quelque chose.

Georges ARMAND : Une question liée au schéma que vous avez présenté et aux questions précédentes. À la naissance le cerveau de l'enfant, est composé d'un grand nombre de neurones non connectés. En grandissant il reçoit des stimuli qui provoquent la connexion de certains neurones tandis que d'autres disparaissent. Ce processus se poursuit jusqu'à l'âge de 18 ans environ. Y a-t-il une corrélation entre le milieu dans lequel il grandit et le comportement de l'adulte ? Il est évident qu'un enfant qui grandit en Europe, en Inde ou en Chine devient adulte dans des environnements très différents.

Une deuxième question : vous avez parlé de psychopathes, de personnes ayant un comportement violent, s'agit-il aussi de schizophrènes, de bipolaires... ?

CB : Concernant la première question, les chercheurs qui travaillent sur la biologie du développement constatent que le cerveau de l'enfant est au début constitué d'une grande quantité de neurones, de groupes de neurones sur-connectés (en comparaison de l'adulte). Ensuite l'enfant - il en est de même pour l'animal - fait des expériences diverses : il va rencontrer des personnes, apprendre des choses dans un environnement spécifique, cela entraîne la sélection de certaines populations de neurones. Au début, il y a beaucoup trop de neurones et ensuite, ceux qui ne sont pas utilisés, environ la moitié, disparaissent. Les expériences que fait le sujet, l'environnement dans lequel il vit, l'éducation qu'il reçoit jouent donc un rôle important pour le maintien de certaines connexions, et l'élimination d'autres. Nous naissons avec une abondance de connexions, les expériences auxquelles nous sommes confrontés vont faire en sorte que s'éliminent les connexions non utilisées.

Si le sujet, au début, est dans un environnement qui le pousse à la violence, les réseaux qui vont perdurer seront ceux qui poussent à la violence. Si les expériences auxquelles la personne est confrontée favorisent la survie de groupes cellulaires favorables à la cohésion sociale ceux-là vont survivre et non les autres. Ceci est une vision un peu simpliste pour mieux se faire comprendre. Il faudrait évidemment nuancer.

On peut modeler un peu le cerveau des enfants, favoriser la survie de certains réseaux au détriment d'autres, parce qu'il y a une plasticité du cerveau très importante lors du développement de l'enfant, plasticité qui se retrouve aussi chez l'adulte mais plus atténuée.

Je travaille sur la neurogenèse adulte. Dans certaines régions du cerveau, des neurones sont fabriqués tout au long de l'existence. Les neurones qui ne servent à rien (environ la moitié) sont éliminés et sont sélectionnées les populations neuronales utilisées. On appelle cela « le darwinisme neuronal ».

Quant à la deuxième question, je parlais précisément de psychopathes, pas de schizophrènes ou de bipolaires. Les psychopathes sont très étudiés. Il y a une prison en France, qui a une concentration de personnes qui ont un diagnostic de psychopathie et où des expériences sont faites.

Dominique GRÉSILLON : (aumônier de prison à Fleury-Mérogis) L'éducation a effectivement une grande importance et hélas aussi la proximité avec des gens violents. Le mystère du mal existe toujours.

CB : On fait souvent comme si les choses étaient mono-factorielles. Elles ne le sont pas. Par exemple, souvent les personnes qui ont été classifiées comme criminels violents ont subi des maltraitances infantiles et ont eu une expérience avec l'alcool. Ce qu'on observe dans leur cerveau, à un certain moment, peut très bien être le résultat de l'alcoolisme et de tout ce qui s'est passé avant.

Sophie GÉRARD : L'imagerie médicale IRM montre que, notamment chez un enfant, une angoisse ou un traumatisme laisse des traces dans le cerveau. D'autre part, des enfants apparemment normalement constitués peuvent devenir débiles ou du moins resteront très limités parce qu'ils n'auront pas été sollicités verbalement, affectivement, ni sensuellement dans leur petite enfance. Certains ne s'en sortiront jamais.

CB : Par rapport à votre première remarque, quand une personne est exposée à un traumatisme, il y a une libération d'hormones du stress, c'est vrai aussi chez l'adulte. On sait maintenant que ces hormones sont neurotoxiques : elles détruisent certaines populations neuronales particulièrement sensibles. Des expériences absolument fabuleuses ont été menées ces dernières années sur cette thématique et ont fait l'objet de plusieurs publications récentes.

Cela n'étonnera personne que les victimes de camps de concentration en gardent toute leur vie le souvenir, mais on s'est rendu compte que leurs enfants avaient une vulnérabilité particulière. On a pensé que c'était peut-être parce qu'ils avaient entendu parler leurs parents, mais ce n'est pas là la cause. Des expériences ont été faites sur des souris à qui on a fait subir des traumatismes. Si on présente un chat à une souris en évitant qu'il y ait une blessure physique, on constate que sa descendance a une super sensibilité au stress sur quatre générations. Il y a dans les cellules des facteurs qu'on appelle "épigénétiques", qui favorisent ou inhibent la transcription du matériel génétique. Quand quelqu'un subit un traumatisme, cela entraîne des modifications de gènes dans les cellules du cerveau et aussi du foie. Ce qui a beaucoup surpris est que ces modifications de l'expression des gènes se trouvent aussi dans les spermatozoïdes de cette personne. Elle va donc transmettre ces modifications à la génération suivante.

Marie Odile DELCOURT : J'ai vu quelque part que lorsqu'on est soumis à une émotion intense, le cortex est déconnecté : on n'a plus accès à la réflexion, à la logique, au raisonnement. Est-ce quelque chose de réel ?

Thérèse CHANEL : J'ai aussi entendu cela, en cas de viol. Les études du Dr Salmona rapportent que, par exemple dans des cas de viol, la personne est soudain déconnectée d'elle-même et disjoncte, comme si l'amygdale provoquait la disjonction.

CB : Dans de telles situations, quand on demande à la personne de raconter son souvenir, le résultat est assez contradictoire : les personnes se souviennent de certains détails, par exemple des yeux de leur agresseur ou de son couteau, mais n'ont aucun souvenir de la couleur de son manteau. Il y a une sorte d'hypermnésie/amnésie qui fait que le souvenir n'est pas rappelé d'une manière neutre. Il est vrai que ce n'est jamais le cas, mais c'est à un point tel que ce que racontent ces personnes n'est pas crédible. Elles sont incapables de décrire par exemple la pièce où l'agression s'est déroulée parce que leur mémoire ne l'a pas fixée, et elles peuvent raconter l'agression de manière même erronée. C'est un réel problème quand ces personnes sont interrogées par la police ou la justice, car leur discours est non crédible. Cette décrédibilisation des victimes contribue à aggraver leur situation.

Thérèse CHANEL : Souvent elles disent qu'elles sont là et pas là comme si elles étaient hors de leur corps. C'est une sorte d'instinct de survie. Quand on leur demande pourquoi elles ne se sont pas défendues, pourquoi elles n'ont pas réagi, elles répondent : « C'est comme si j'étais hors de mon corps ».

CB : Oui c'est possible. Cela correspond à des situations émotionnellement extrêmes où la vie de la personne est directement menacée. Un travail est fait actuellement pour informer les policiers et les juges et leur expliquer comment se constitue le souvenir d'une personne qui a subi ce genre d'agression.

Marie Odile DELCOURT : Je voudrais revenir à ma question qui n'est pas tout à fait la même. Dans des situations où il y a une émotion mais pas aussi extrême, plutôt une situation de dispute grave entre les personnes, qui met en jeu de la colère, de l'agressivité, etc., le lien que j'évoquais n'est pas avec la mémoire mais avec l'intelligence, la capacité éventuellement de comprendre l'autre. Si j'ai bien compris, quand on est dans cet état-là, on n'est pas capable de comprendre le raisonnement, le fonctionnement de l'autre. Y a-t-il quelque chose de vrai là-dedans ?

CB : On entre dans la thématique entre émotion et raison, en vogue ces dernières années. Il y a aussi l'influence de la littérature : « Le cœur a ses raisons, que la raison ne connaît pas » avec cette idée que quand il y a beaucoup d'émotion, il n'y a plus de raison et réciproquement. C'est un peu le modèle dans lequel on pensait être jusqu'à ces dix dernières années. Récemment, Damasio aux États-Unis a mené des expériences qui ont montré l'inverse : quand des personnes n'avaient plus accès à leurs émotions, elles prenaient des décisions déraisonnables. Quel en est le mécanisme ? Avant de prendre une décision déraisonnable, une personne normale a comme un petit pincement au cœur, quelque chose qui lui dit « Ne va pas par là », par exemple une petite accélération du rythme cardiaque, une petite angoisse. Cette micro-émotion nous empêche de faire des choses déraisonnables. Nous percevons les modifications de notre corps, de l'intestin, etc., nous avons une cartographie de l'état de nos viscères qui nous indique l'état émotionnel. Damasio avait des patients qui avaient une lésion dans la petite région du cerveau qui permet la représentation de notre état viscéral, de notre état corporel. En permanence nous sommes capables de nous baser sur notre corps pour connaître nos émotions. Ces personnes ne sont pas capables de sentir le trouble de leur corps, ni de connaître leurs émotions. Ne pouvant avoir accès à ces connaissances, ces personnes prennent de mauvaises décisions. Cela montre qu'il y a vraiment un lien entre émotion et raison, que sans émotion on ne peut pas prendre de décision raisonnable. La raison s'appuie sur nos émotions, et sur notre corps. Les livres de Damasio sont faciles d'accès et bien vulgarisés.

Bertrand THIRION : Concernant la théorie des sept émotions fondamentales, est-ce qu'elles sont séparables selon les motifs d'activité cérébrale auxquels elles sont associées, est-ce qu'on pourrait dire qu'elles correspondent à sept états distincts de l'activité du cerveau, ou viennent-elles uniquement de la psychologie traditionnelle, de l'introspection etc. ? Est-ce qu'on pourrait être amené à réviser cette catégorisation en fonction des connaissances sur l'activité du cerveau ?

CB : Les émotions ont un certain nombre de points communs, comme par exemple la modification de l'état psychologique corporel, etc. Au niveau cérébral, il y a des modifications qui vont être communes à toutes les émotions : une activation de la région qui permet la représentation du corps, celle de la région qui permet de ressentir l'émotion sans la traduire en actes, l'activation de la région qui permet de donner une coloration émotionnelle, d'une autre qui permet de donner une idée de l'intensité de l'émotion. Tous ces réseaux vont être activés. Après ils vont coopérer peut-être avec des régions distinctes, mais il y aura toujours un point de base commun : on ne va pas avoir des activités complètement dissociées entre les sept émotions. Des réseaux différents sont activés, mais avec 80 % en commun. La tentation actuelle en psychiatrie est de se fonder sur l'activité cérébrale pour aboutir à une psychologie, au lieu de classer les malades en schizophrènes, bipolaires, etc. : « on n'a qu'à regarder ce qui se passe dans le cerveau et on fera une classification : son frontal fonctionne, son occipital fonctionne, etc. » On est parfois dans le règne de la toute puissance des émotions qui veut refonder la psychiatrie, retrouver la psychologie.

Bertrand THIRION : Cela vient parfois d'une préoccupation juste : le diagnostic et la caractérisation des maladies psychiatriques est un sujet très difficile. On le voit au fait que cette caractérisation est sujette à des variations : cf. les évolutions entre le DSM4 et DSM5 (manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux). On le voit pour la schizophrénie et plus encore pour l'autisme. De ce fait, il est raisonnable d'espérer qu'une caractérisation de l'activité cérébrale ou de l'organisation du cerveau (par l'imagerie) permette de fiabiliser et rendre plus objectif le diagnostic de ces maladies psychiatriques. Toutefois, il faut bien reconnaître que jusque là, l'imagerie cérébrale n'a pas répondu à cette attente.

CB : Je ne pense pas qu'à elle seule l'imagerie cérébrale puisse permettre de faire une classification, il faut l'associer à d'autres choses.

Armel FOULON : On parle depuis quelques années d'un deuxième cerveau qui part de nos tripes et semble relié aussi à nos émotions. Certains disent même que c'est ce deuxième cerveau qui nous permet de rentrer en relation avec notre environnement.

CB : Ce sont des travaux, dans les dix dernières années, qui ont porté non seulement sur l'intestin, mais aussi sur le milieu intestinal où il y a une diversité fabuleuse de micro-organismes, plus importante que dans le reste de notre corps. Des travaux impressionnants sur la dépression ont permis de constater que lorsque la diversité de la population microbienne de l'intestin se rétrécissait, les personnes avaient des problèmes intestinaux et souvent développaient une dépression. John Cryan, un neurobiologiste irlandais, a transporté la matière fécale d'une souris saine dans une autre en « dépression » pour la soigner en augmentant la diversité microbienne de son intestin. Il s'est aperçu que si on coupe le nerf vague qui permet la communication entre l'intestin et le cerveau, on perd cet effet bénéfique. Qu'est-ce qui fait que le milieu intestinal est plus ou moins diversifié ? Les sources de diversification sont nombreuses, il y a bien sûr l'alimentation, mais aussi le fait de fréquenter des milieux sociaux très différents et de voyager. Le contact induit un genre de brassage qui va augmenter la diversité de la flore intestinale. Les voyages favorisent la santé en général, et la santé mentale en particulier.

Bernard SAUGIER : Vous avez mentionné travailler sur la dépression avec une équipe pluridisciplinaire. Pouvez-vous nous en dire un peu plus ?

CB : Le problème avec la dépression actuellement est que la moitié environ des personnes traitées ne réagissent pas à leur traitement. Nous nous sommes intéressés aux mécanismes permettant de prédire l'inefficacité du traitement. Certaines personnes essaient un traitement, puis un second quand cela ne marche pas, puis un troisième, chaque parcours dure six mois, et quelques personnes en arrivent au suicide. Si on savait dès le départ que tel traitement ne va pas avoir d'effet, cela permettrait d'en proposer un autre. On essaie donc de trouver des prédicteurs de bons traitements.

L'autre chose que l'on fait, c'est de trouver de nouveaux traitements. Wittgenstein disait que les mots peuvent être des pièges. Par exemple, à la fin du 19^e siècle, on considérait que la fièvre était une maladie ; il a fallu reconnaître que telle fièvre est due à tel virus ou telle bactérie, pour traiter pour ce virus ou cette bactérie. Je crois qu'on est dans une situation analogue et que le mot "dépression" est peut-être un piège. Certaines dépressions sont dues à tel facteur, d'autres à tel autre, etc. Si on identifiait ces divers types de dépression, on pourrait proposer une prise en charge plus adaptée correspondant au processus déficitaire chez le patient traité. Certaines dépressions sont dues à une inflammation cérébrale et relèvent d'anti-inflammatoires, d'autres correspondent à un déficit de sensorialité, qu'il faut compenser par une éducation à la sensorialité, d'autres sont carrément dues à des dysfonctionnements de certaines régions cérébrales, et là il faut les stimuler. Voilà en gros notre approche.

Pour répondre à ce défi, nous avons une équipe comportant des philosophes (qui nous permettent de choisir les bons termes, distinguer un concept d'un autre qui lui est voisin) mais aussi des physiciens (pour mettre au point des techniques de neuromodulation, par exemple).

Daniel BESSIS : Y a-t-il un rôle de l'hypoglycémie dans le comportement criminel ? Les recherches du Dr. Staye sur les délinquants de l'Ohio aux USA semblent montrer un effet mesurable. Voir le Web sur ce sujet.

CB : Je n'en ai pas entendu parler.

Hombeline GRIMAULT : Des diabétiques en hypoglycémie peuvent être agressifs.

CB : Dans ce cas, c'est le malaise physique qui en est la cause.

Hombeline GRIMAULT : Cette agressivité n'est pas un état chronique. Parfois, elle permet de détecter le diabète.

Dominique PIKEROEN : Vous avez parlé d'un chercheur qui étudiait le lien entre les intestins et la dépression, en vue d'une thérapie possible très sérieuse. Avez-vous entendu parler d'une recherche de thérapie de la dépression basée sur l'acupuncture ?

CB : Je n'ai rien entendu dans ce sens là, mais je sais que l'acupuncture a un effet pour calmer la douleur. Il y a un lien entre dépression et douleur physique. Pour la douleur, il y a une composante physique, elle permet de savoir où l'on a mal, et une composante affective, la douleur physique est désagréable. La région du cerveau qui est impliquée dans cette émotion est aussi très importante pour la dépression. On peut donc penser que si l'acupuncture est efficace pour traiter la douleur physique, en réduisant peut-être l'activité de cette région du cerveau, elle pourrait avoir une action pour traiter la dépression. Je ne sais pas s'il y a des travaux dans ce sens.

Jean-Paul BANQUET : Peut-on catégoriser les émotions agréables et désagréables par leur substrat au niveau fonctionnel ? Quels sont les circuits neurotransmetteurs ?

CB : Il y a le modèle de Lang qui dit qu'on peut séparer les émotions selon deux critères : leur côté plaisant ou déplaisant et leur côté intense ou modéré. Des travaux de neuroscience se sont intéressés à cette typologie. Ils ont montré qu'il y a des régions cérébrales répondant à l'intensité de l'émotion et d'autres qui répondent à sa valence agréable/désagréable, quelle que soit l'émotion.

Dominique PIKEROEN : Vous avez parlé de lésion au niveau d'une zone de l'émotion qui entraîne la perte de connaissance de ses émotions. Quelles sont les causes de ce type de lésion en général ?

CB : Il y a très peu de patients qui ont été caractérisés pour cette lésion qui concerne une région profonde ventro-médiale du cortex frontal. C'est souvent dû à des tumeurs.

Marcelle L'HUILLIER : Que pensez-vous du projet européen sur le cerveau "*Human brain project* ?"

CB : L'approche de ce projet est de dire qu'il faudrait connaître parfaitement le cerveau pour mieux avancer dans la compréhension de son fonctionnement. On prélève des millimètres cube de cerveau et on essaie d'analyser exactement tout ce qu'on y trouve.

Marcelle L'HUILLIER : Comment est-ce possible ? Il y a une diversité entre les cerveaux des personnes.

CB : Oui. Cela va être du type, tel neurotransmetteur se trouve dans tel type de synapse... Actuellement les connaissances sur le cerveau sont très fragmentaires. Leur idée est qu'en ayant une connaissance beaucoup plus fine et détaillée du cerveau millimètre cube par millimètre cube, on arrivera à mieux le comprendre.

Bertrand THIRION : Le "*Human Brain Project*" est à la base un projet d'informatique (*ICT : information and communication technology*). L'idée est la suivante : il s'agit de réaliser des observations microscopiques sur des tissus de cerveau, par exemple de petits volumes de cerveaux de rats, pour en étudier la composition cellulaire, la densité de neurotransmetteurs, etc. et obtenir des résumés statistiques qui permettront de simuler un « cerveau humain » à grande échelle. Sachant qu'on ne pourra jamais observer cent milliards de neurones qui interagissent, il est de toute façon nécessaire de recourir à la simulation pour modéliser le cerveau. On essaiera peu à peu de mettre au point des simulations réalistes de ce qu'est un cerveau humain, sachant par ailleurs qu'il n'y a pas de cerveau humain prototypique...

Jean-Noël LHUILLIER : Ces programmes de simulation du cerveau aux USA et en Europe sont dotés de plus de 1 milliard de dollars ou d'euros chacun. Mais ils manqueront leur cible : le cerveau est beaucoup trop compliqué pour être bien modélisé.

Bertrand THIRION : On sait qu'on n'arrivera pas à simuler un cerveau humain réaliste, mais on espère pouvoir franchir plusieurs étapes importantes. Il y aura des résultats inattendus qui en ressortiront. Déjà, on a commencé à voir que les statistiques de densités de différents types de neurones qui proviennent de différents tissus de cerveau sont différentes à travers les espèces : par exemple, elles ne sont pas les

mêmes chez l'homme que chez le rat. Et encore, chez l'homme, les observations disponibles proviennent souvent de tissus épiléptogènes, qui sont probablement différents de tissus sains. Quoi qu'il en soit, on est en train d'apprendre des choses sur l'architecture du cerveau.

On échouera à simuler un cerveau, mais on aura appris plein de choses en échouant.

Christian RAQUIN : Qu'est-ce qui a justifié la suppression du désir dans la classification de 1992 alors qu'on peut raisonnablement penser que, dans le règne animal, cette émotion a été sélectionnée pour la reproduction ?

CB : Je ne sais pas au juste sur quoi se fonde cette classification. J'aurais pu prendre d'autres auteurs contemporains, mais Paul Ekman est le plus connu. Je n'ai pris que deux auteurs mais j'aurais pu en prendre 7 ou 8 et à chaque fois, les deux points communs sont seulement la peur et la colère. On trouve aussi fréquemment le dégoût. Il n'y a pas de consensus sur cette typologie des émotions.

Jean-Louis MASNOU : Je reviens sur la dernière affirmation de votre exposé très captivant. Vous avez dit que « Au final, nous sommes libres et responsables de nos actes. » Mais comment se définit pour vous la liberté ? Je ne suis pas du tout convaincu que les observations que vous avez mentionnées dans le domaine des neurosciences permettent de tirer une telle conclusion et d'affirmer que l'être humain est libre et responsable.

CB : Pour moi, la liberté c'est la possibilité de choisir entre plusieurs alternatives et donc de ne pas être mécaniquement orienté dans ce choix. Pour être responsable, il faut être en situation de choisir. Je n'ai pas eu le temps aujourd'hui de développer ma démonstration. Il aurait fallu vingt heures de cours. Je n'ai pu m'appuyer que sur quelques exemples. J'aurai pu en donner d'autres qui montrent que des personnes qui ont une structure cérébrale qui serait prédictive d'un certain type de comportement n'ont finalement pas ce comportement. Je pense qu'on peut en conclure qu'on n'est pas soumis mécaniquement à l'action de son cerveau.

Jean-Louis MASNOU : Je rejoins Jean-Paul Banquet sur l'importance de la réflexion philosophique à ce sujet. Spinoza, dans le Traité Politique, analyse le comportement de l'être humain dans la société à laquelle il appartient. Il y a un équilibre à trouver entre la raison d'un côté et les affects de l'autre. Cet équilibre dépend de la façon dont la société est organisée et pas seulement de la géomorphologie neuronale.

CB : Notez que Damasio dans son livre sur Spinoza¹³ se fonde sur les travaux dont j'ai parlé sur la représentation du corps.

Jean-Noël LHUILLIER : Ce qui ressort de votre présentation c'est l'extraordinaire complexité du cerveau, de la pensée et des émotions. Les chercheurs qui ont commencé à disposer de l'imagerie ont cru déceler des causalités simplistes grâce à des observations sur un échantillon limité. Des sujets avaient des lobes frontaux un peu faibles et ils n'aimaient pas la confiture de groseille, on en a déduit que l'amour de cette confiture était localisé dans le lobe frontal. Mais de nombreuses parties du cerveau interfèrent toujours, et le cerveau n'est pas isolé, tout le corps et l'extérieur interviennent aussi. Il me semble que les schémas réductionnistes qui réduisent la pensée à un fonctionnement de synapses échoueront éternellement du fait de cette complexité infinie. Cette complexité rend impossible toute modélisation précise du cerveau.

CB : Un article très intéressant est paru en décembre¹⁴, il s'agit d'une autre problématique mais on peut tout à fait l'appliquer au sujet dont on débat ce soir. On pourrait appliquer le même raisonnement pour la comparaison des cerveaux d'une personne qui a plus tendance à la violence qu'une autre. Ces chercheurs se sont intéressés à la différence entre cerveaux masculins et féminins. On a déjà fait beaucoup de

¹³ « *Spinoza avait raison. Le cerveau de la tristesse, de la joie et des émotions* », Antonio R. Damasio, Od. Jacob, 2003

¹⁴ « [Sex beyond the genitalia: The human brain mosaic](#) » Daphna Joel et al., PNAS, December 15, 2015, vol. 112 no. 50.

publications sur le sujet. On regarde une région donnée du cerveau et constate par exemple qu'elle est plus importante chez l'homme, une autre région sera plus importante chez la femme, etc. Ces chercheurs ont examiné 1400 personnes et comparé les tailles des 116 régions du cerveau. Puis ils se sont posé la question : combien de personnes parmi ces 1400 ont la caractéristique qui correspond globalement à un cerveau masculin ? Ils en ont trouvé, je crois, une ou deux. Et de même pour le cerveau féminin. En ce qui concerne le cerveau, tout le monde était une mosaïque. On trouverait la même chose si on transférait cela au problème de la violence. Le plus souvent, même si on a la région A qui porterait à la violence, on a peut-être la région B qui porterait à l'inverse.

Nous sommes tous une mosaïque. Ceci explique aussi qu'on ne peut pas dire, sauf cas exceptionnel, qu'il y a telle activité cérébrale, tel génotype qui mécaniquement entraînerait tel comportement.

Jean-Paul BANQUET : Nous sommes une mosaïque, mais *in fine* quand même hommes et femmes. (*Rires*) Quand vous avez présenté les expériences de Hess sur la souris, je me suis rappelé que, il y a 40 ans, pour soigner les déprimés on pratiquait des lobotomies.

CB : Walter Hess a obtenu en 1949, le prix Nobel de physiologie ou médecine avec Egas Moniz qui est justement celui qui a inventé la lobotomie.

Marcelle L'HUILLIER : Les deux jeunes qui ont quitté notre salle m'ont dit avant de partir de ne pas oublier de vous remercier, car ils avaient trouvé votre exposé très intéressant. Cela correspond aussi à ce que les uns et les autres nous avons vécu ce soir.

(*Applaudissements*)

* * *

PROCHAINE RÉUNION

Mercredi **3/2/2016** – 20h30 - Paroisse St-Rémi (Salle St Remi, RdC), 13 rue Amodru, 91190 Gif / Yvette.

Pierre Hadot et la philosophie comme art de vivre

avec **Jean-Claude Brémaud**

Psychosociologue, animateur du Club des Amis de Pierre Hadot

Une philosophie vivante pour le quotidien de tout un chacun...

Avec Pierre Hadot, la philosophie retrouve ses couleurs d'origine : sans perdre sa pertinence discursive, la philosophie redevient exercices, conversion, manière de vivre.

* * *

Écrire à 91afcs@orange.fr pour recevoir les informations sur notre association *Foi et Culture Scientifique* et les documents de travail et comptes rendus de nos réunions mensuelles .

Pour une présentation de notre association et de *Connaître* : [cliquer ici](#)

(Vous pouvez télécharger des CR récents de nos soirées et les N° 1 à 41 de la revue)

Si vous souhaitez *adhérer* à *Foi et Culture Scientifique* et/ou vous (ré)abonner à *Connaître* :

- cotisation annuelle : 10 € (cotisation de soutien 25 €)

- abonnement à 2 N° : 20 € (abonnement de soutien 25 €)

Merci de libeller votre chèque à l'ordre de "**Association Foi et Culture Scientifique**",
l'adresser au secrétariat de l'association : *Foi et Culture Scientifique*, 38 rue du Val d'Orsay, 91400 Orsay.



sciences-foi-rbp.org