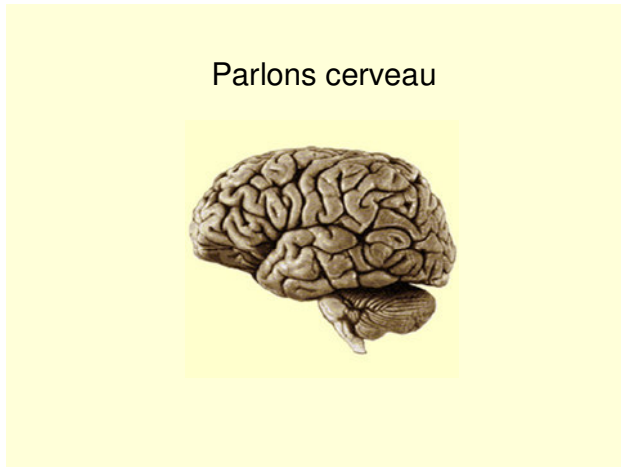


Parlons cerveau en ce printemps québécois 2012



J'aimerais vous parler un peu du cerveau humain

www.lecerveau.mcgill.ca

en m'inspirant du site web que je rédige depuis dix ans, *Le cerveau à tous les niveaux* (www.lecerveau.mcgill.ca)

Institut de recherche en santé du Canada | Institut des neurosciences, de la santé mentale et des toxicomanies

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Retour à l'accueil

Niveau d'explication
 Débutant
 Intermédiaire
 Avancé

Le plaisir et la douleur

Le plaisir et la douleur

La quête du plaisir

Les paradis artificiels
 L'évitement de la douleur

Un stimulus sensoriel qui n'apporte ni récompense ni punition est rapidement ignoré et oublié. C'est le phénomène de l'habituation qui nous fait oublier le contact de nos vêtements avec notre peau ou le tic-tac de l'horloge du bureau.

LES CENTRES DU PLAISIR

Pour qu'une espèce survive, ses individus doivent en premier lieu assurer leurs fonctions vitales comme se nourrir, réagir à l'agression et se reproduire. L'évolution a donc mis en place dans notre cerveau des régions dont le rôle est de "récompenser" l'exécution de ces fonctions vitales par une sensation agréable.

Ce sont ces régions, interconnectées entre elles, qui forment ce que l'on appelle le **circuit de la récompense**.

L'aire tegmentale ventrale (ATV), un groupe de neurones situés en plein centre du cerveau, est particulièrement importante dans ce circuit. Elle reçoit de l'information de plusieurs autres régions qui l'informent du niveau de satisfaction des besoins fondamentaux ou plus spécifiquement humains.

n. accumbens
 ATV

Niveau d'organisation
 Social
 Psychologique
 Cérébral
 Cellulaire
 Moléculaire

que vous pouvez sélectionner à partir de la boîte de navigation en haut à gauche. Mais il y a aussi une seconde boîte de navigation qui vous permet d'aller voir ce qui se passe à 5 différents niveaux d'organisation,

5 niveaux d'organisation

Niveau d'organisation
 Social
 Psychologique
 Cérébral
 Cellulaire
 Moléculaire

Social

Psychologique

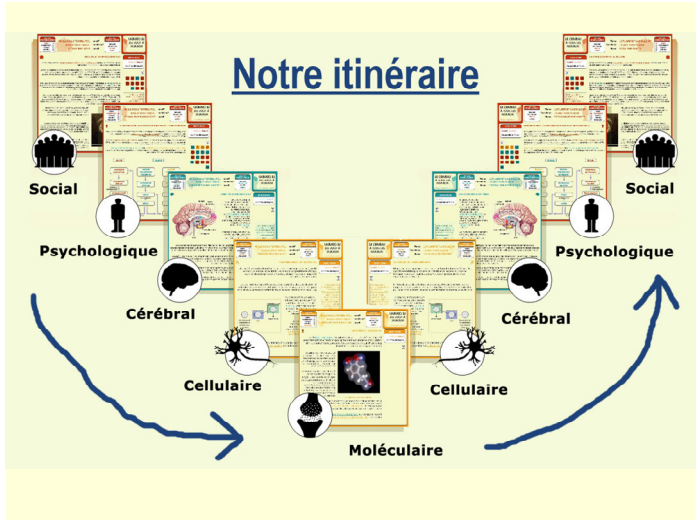
Cérébral

Cellulaire

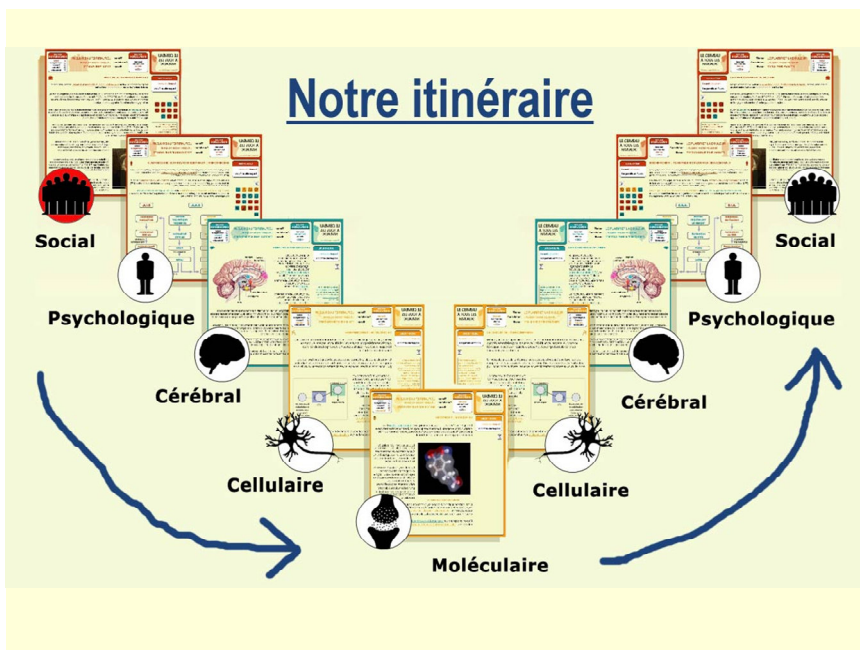
Moléculaire

soit le niveau cérébral, bien sûr, le niveau cellulaire, le niveau moléculaire, ou alors remonter au niveau psychologique et même au niveau social.

Je me suis donc inspiré de ces niveaux d'organisation pour vous proposer un itinéraire



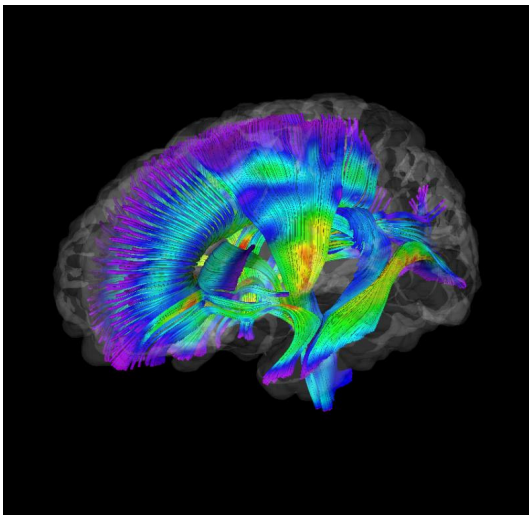
qui correspond en gros à une descente progressive, ou zoom in, du niveau social au niveau moléculaire, puis d'une remontée, ou zoom out, vers le niveau social à nouveau.



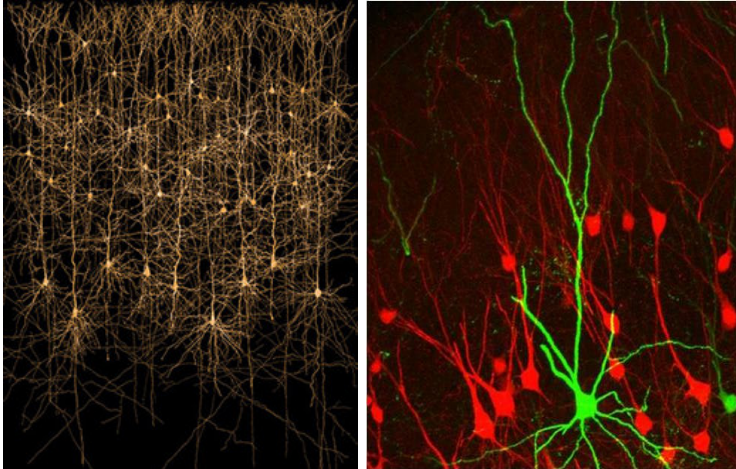
Donc on va donc commencer notre petite promenade au niveau social, c'est-à-dire à ce qui arrive quand plusieurs individus, avec chacun leur cerveau, interagissent entre eux. Et en ce moment, au Québec, je ne sais pas si vous l'avez remarqué, mais il y a pas mal de cerveaux qui interagissent entre eux...



Je vais donc commencer en vous parlant un peu de la crise sociale qui secoue les cégeps et le Québec tout entier en ce moment.



Rassurez-vous, on va aller voir dans quelques instants la beauté des circuits cérébraux...



...et la complexité des connexions neuronales qui les composent.

Mais avant, je voudrais prendre un peu de recul en commençant par rappeler que l'une des choses que les neurosciences nous ont apprises c'est que nous avons tous et toutes une subjectivité unique qui nous est propre et qui nous vient à la fois de la longue histoire évolutive de notre espèce et de notre histoire de vie personnelle jusqu'à ce jour.

Je prends le temps de vous dire tout ça parce que cela rend impossible toute position de soi-disant neutralité par rapport à ce que vit la société québécoise en ce moment.

Nous sommes tous et toutes influencés par ce qui se passe et nous y réagissons avec ce que nous sommes. Je ne peux donc pas parler pour vous, mais je peux parler pour moi.



Et quand on m'a demandé de parler « du cerveau » devant justement un groupe d'étudiant.e.s d'où ce mouvement social historique est justement né, alors il était inconcevable pour moi de ne pas mentionner ce que mon parcours particulier, avec la formation scientifique que j'ai eue sur le cerveau, m'amène à penser de tout cela.

Et je vais essayer dans l'heure qui vient de vous montrer un peu pourquoi, en considérant ce que l'on sait du fonctionnement de notre cerveau, on en arrive à conclure que l'accessibilité au savoir, à l'éducation universitaire, pour tout le monde, indépendamment de son origine et de sa classe sociale, est une revendication juste et extrêmement importante.



Les revendications étudiantes ont d'ailleurs inspiré une bonne majorité de la population à remettre en question cette idéologie d'un gouvernement néolibéral qui considère l'enseignement dans une logique marchande où l'étudiant.e devient un client qui doit payer individuellement pour acheter un service.

Et d'un point de vue sociologique, ce que l'on observe en ce printemps 2012 au Québec, c'est un clivage de plus en plus grand entre la population qui descend massivement dans la rue et une élite économique dominante qui tente par tous

les moyens de conserver le système social en place qui leur assure leurs privilèges.



Parmi ces moyens, il y a entre autres une loi spéciale liberticide décriée par l'ONU et, bien entendu, ce groupe social qu'on appelle la police et qui obéit sans les remettre en question aux lois et aux ordres de leurs supérieurs.



Cela donne inévitablement lieu à des affrontements souvent très violents envers la population qui, elle, manifeste la plupart du temps son opposition par toutes sortes de comportements qui demeurent pacifiques et qui font appel le plus souvent à deux attributs proprement humains, le langage et la créativité.

Qu'est-ce que tout cela a à voir avec le cerveau ? Eh bien tout, puisque les comportements que je viens de décrire sont tous le fruit de cerveaux humains. On voit donc que « l'objet le plus complexe de l'univers dont tout le monde possède un exemplaire unique entre les deux oreilles » est capable du meilleur comme du pire. Voilà quelque chose d'important à toujours garder à l'esprit, et à plus forte raison quand on essaie de comprendre le fonctionnement de l'organe à l'origine de tous ces comportements.

Les sciences cognitives, et les neurosciences en particulier, constituent justement un outil, à mon sens sous-exploité, pour mieux comprendre nos comportements et ainsi mieux vivre avec les autres.



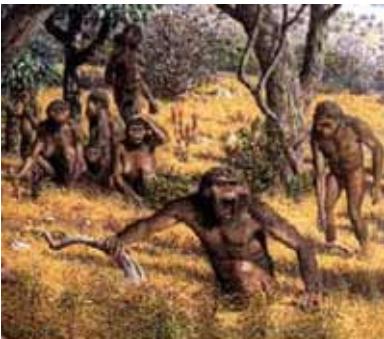
Le temple d'Apollon de la cité antique de Delphes

Ce n'est d'ailleurs pas d'hier qu'on se demande comment mieux vivre avec soi-même et avec les autres. Cette question, on se la pose depuis au moins la Grèce Antique. Et même avant...



Car il ne faut pas oublier, et ça je vais insister là-dessus plusieurs fois durant la présentation, que notre histoire évolutive est beaucoup plus longue que l'Histoire écrite des 5 ou 6 000 dernières années.

Nos ancêtres chasseurs-cueilleurs ont dû eux aussi se poser ces questions du vivre ensemble et même s'ils ne l'ont sans doute pas articulé dans des livres de philosophie, ils l'ont mis en à l'épreuve de la pratique bien avant l'Antiquité.



Sans parler de ce qu'on appelle l'hominisation, c'est-à-dire la longue transformation préalable de la lignée Homo jusqu'à Homo sapiens sapiens, c'est-à-dire nous .

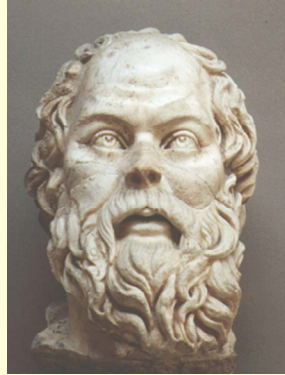
Mais pour clore cette introduction, revenons à la Grèce Antique avec l'une de ses figures emblématiques, Socrate.

Socrate qui disait deux choses :

Socrate

(Ve siècle av. J.-C.)

« Connais-toi
toi-même »

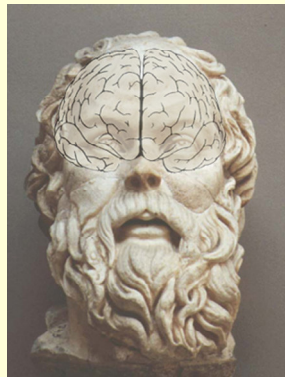


« Je ne sais
qu'une chose,
c'est que je
ne sais rien »

Socrate est donc pour moi l'un des premiers neurobiologistes...

Socrate neurobiologiste

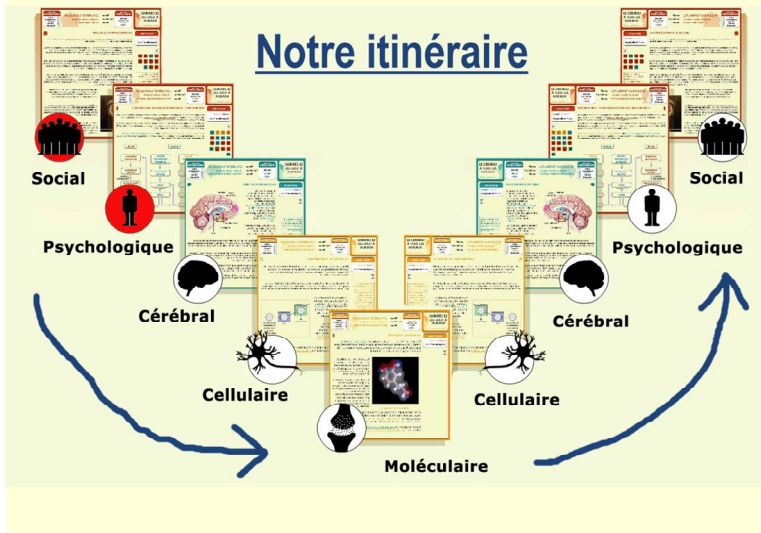
« Connais-toi
toi-même »



« Je ne sais
qu'une chose,
c'est que je
ne sais rien »

...puisque'il avait exactement la même posture qu'on les neurobiologistes d'aujourd'hui qui cherchent à mieux comprendre le fonctionnement de leur cerveau pour mieux comprendre le comportement des humains, d'une part.

Et d'autre part, qui connaissent suffisamment la complexité du cerveau pour savoir que malgré tout ce que les outils modernes comme l'imagerie cérébrale qui permet de voir si des régions du cerveau sont plus ou moins actives lorsqu'on effectue une tâche donnée, eh bien malgré tout ces outils, ils savent que la plus grande partie du fonctionnement du cerveau nous échappe encore.



Nous voilà donc rendu avec Socrate au niveau d'un l'individu particulier, c'est-à-dire ici au niveau de la psychologie et du comportement individuel, selon l'itinéraire que je vous avais présenté (peut-être pas 8h à l'avance, mais quand même présenté...)

Vous vous souvenez peut-être du petit questionnaire que je vous avais fait parvenir au début de la session, et dont une des questions était : « Qu'aimerais-je explorer, découvrir, comprendre concernant mon cerveau ? »

J'ai regroupé un peu les réponses semblables et j'ai mis la grosseur des caractères proportionnelle à leur fréquence.

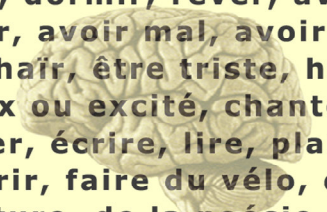


La première chose qui saute aux yeux, c'est l'importance de la question « Comment fonctionne le cerveau ? ». Ça, on va avoir l'occasion d'en donner quelques pistes durant la présentation.

Mais je ne vais certainement pas vous expliquer ici de façon exhaustive et complète comment le cerveau fonctionne, pour la simple et bonne raison que personne encore n'a une explication complète de son fonctionnement.

Et j'aimerais commencer par attirer votre attention sur une question encore plus fondamentale que « Comment ça fonctionne un cerveau », une question qu'on se pose moins souvent, et c'est « À quoi il sert ? ».

À quoi ça sert, un cerveau ? Ça a l'air un peu trivial comme ça...



**bouger, voir, entendre, sentir,
goûter, toucher, se souvenir,
parler, dormir, rêver, avoir du
plaisir, avoir mal, avoir peur,
aimer, haïr, être triste, heureux,
anxieux ou excité, chanter, rire,
pleurer, écrire, lire, planifier,
courir, faire du vélo, de la
peinture, de la poésie, de la
philosophie, de la science et
être conscient de tout cela...**

...parce qu'on sait que le cerveau ça sert à plein de choses comme tout ça, même si on ne s'y arrête pas très souvent pour y penser (sauf quand on a un problème avec lui)...

Mais s'il fallait ramener ça au principe le plus fondamental, et c'est toujours bon de revenir au principe fondamental de quelque chose quand on veut en comprendre le fonctionnement, on pourrait dire, à la suite de plusieurs biologistes comme ici Henri Laborit (car là on va être obligé de faire un peu de biologie), que

« La seule raison d'être d'un être vivant, c'est d'être, c'est-à-dire de maintenir sa structure ».

C'est la chose la plus fondamentale : avant de se reproduire ou d'évoluer, un être vivant doit être capable de se maintenir vivant !



Plantes :

photosynthèse
grâce à l'énergie du soleil

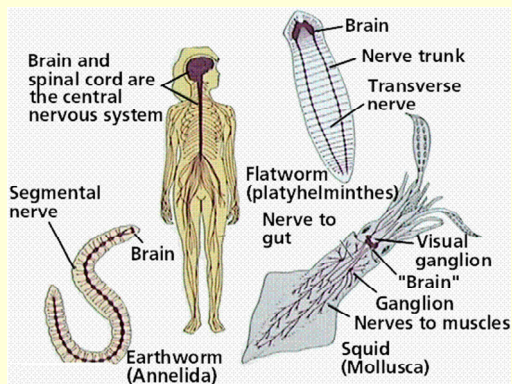
Animaux :

autonomie motrice
pour trouver leurs ressources
dans l'environnement

Et pour ça, il doit pouvoir se nourrir, trouver l'énergie nécessaire au renouvellement au maintien de cette structure.

Les êtres vivants du règne végétal, les plantes, ont trouvé comment faire ça par la photosynthèse grâce à l'énergie du soleil, à l'eau et au gaz carbonique de l'atmosphère.

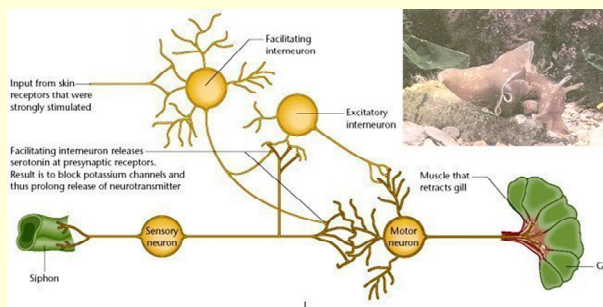
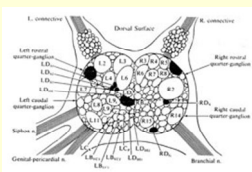
Mais les êtres vivants du règne animal, les animaux, doivent trouver ces ressources en se déplaçant dans leur environnement, car pour se nourrir, ils doivent trouver des proies, quelque chose à manger.



Et c'est là qu'apparaît le système nerveux ! Parce que ça prend un système nerveux pour bouger rapidement et que la locomotion est donc la nécessité première de l'animal.

Et pour coordonner nos mouvements efficacement, il faut une boucle perception-action reliant des senseurs à des muscles.

Aplysie (mollusque marin)

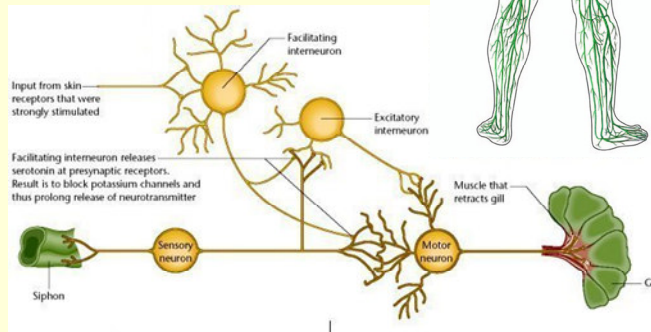
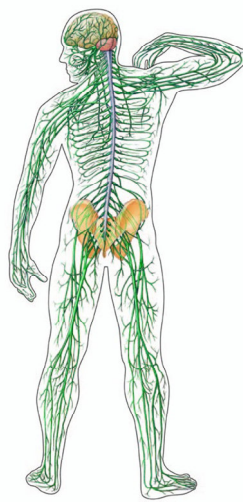


Dans le cas de l'Aplysie par exemple, un mollusque marin qui n'a que quelques milliers de neurones en tout, on retrouve déjà des neurones sensoriels qui communiquent avec des neurones moteurs.

Et la connexion entre les deux peut être modulée par d'autres neurones qu'on appelle les interneurones (parce que situés entre les neurones sensoriels et moteurs). La connexion sensori-motrice peut ainsi modifier son efficacité, c.-à-d. s'habituer, se sensibiliser, se conditionner, etc.

Donc apprendre, suite à une connaissance de son environnement pour mieux s'y adapter...

Le cerveau humain,
comme les inter-neurones de l'Aplysie,
va venir
moduler la boucle perception – action.



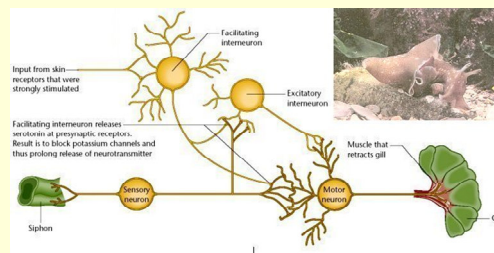
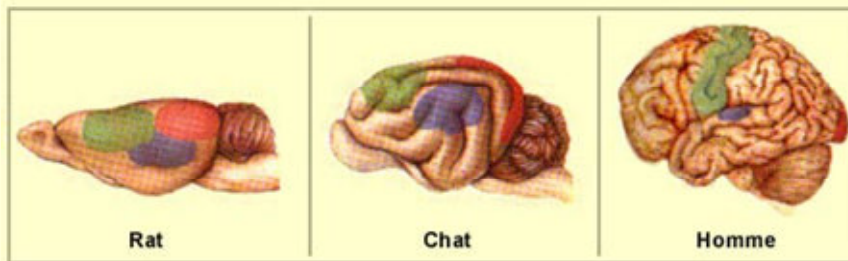
Et c'est ainsi qu'après une longue évolution dont on va parler un peu dans un instant, des liaisons sensori-motrices se sont complexifiées et, en se complexifiant, ont formé notre cerveau. Et c'est sur cette base que des choses plus abstraites vont pouvoir commencer à se greffer.

Proportion des régions sensorielles primaire

Vert : toucher

Rouge : vision

Bleu : audition

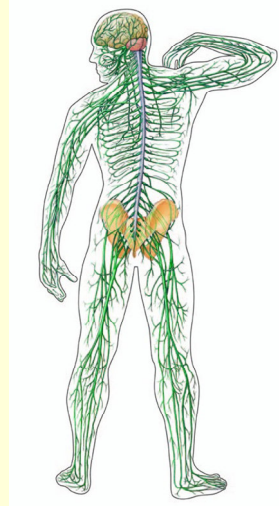


Et on va voir apparaître, avec l'évolution, de plus en plus d'aires dites « associatives » qui sont le développement des premiers interneurons.

Des aires associatives qui nous seront bien sûr fort utiles à nous, humains pour penser, parler, imaginer...

Mais qui ne demeurent qu'une interface entre cette boucle sensori-motrice qui nous permet d'agir sur notre environnement.

Par conséquent, comme le souligne le philosophe de la biologie Evan Thompson :

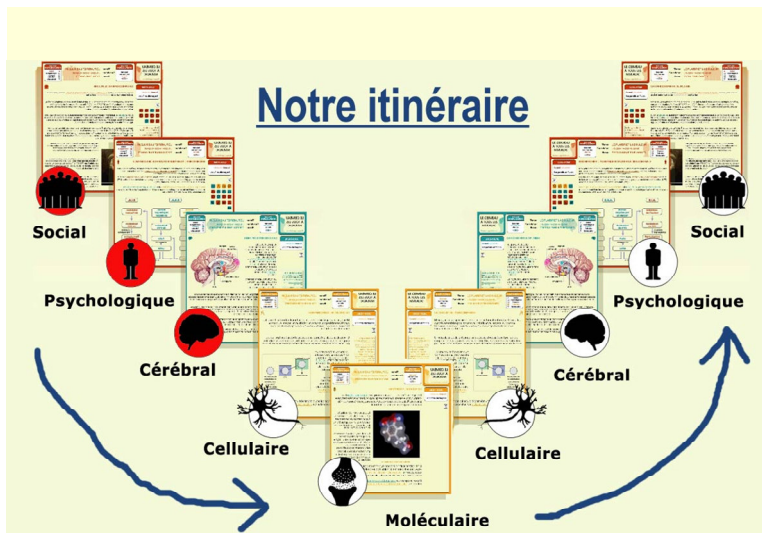


« On peut remplacer le fameux
« **Je pense, donc je suis** » de Descartes
par « **Je peux, donc je suis** » car la structure
de notre subjectivité n'est pas « j'ai certaines pensées »,
mais bien « **je peux agir** et je bouge effectivement de telle ou telle façon. » »

- Evan Thompson

En résumé, et pour le dire avec le langage encore plus direct de Henri Laborit,
on peut dire que : « Un cerveau ça ne sert pas à penser mais à agir. Et on
pourrait presque dire que c'est une mémoire qui agit. »

*

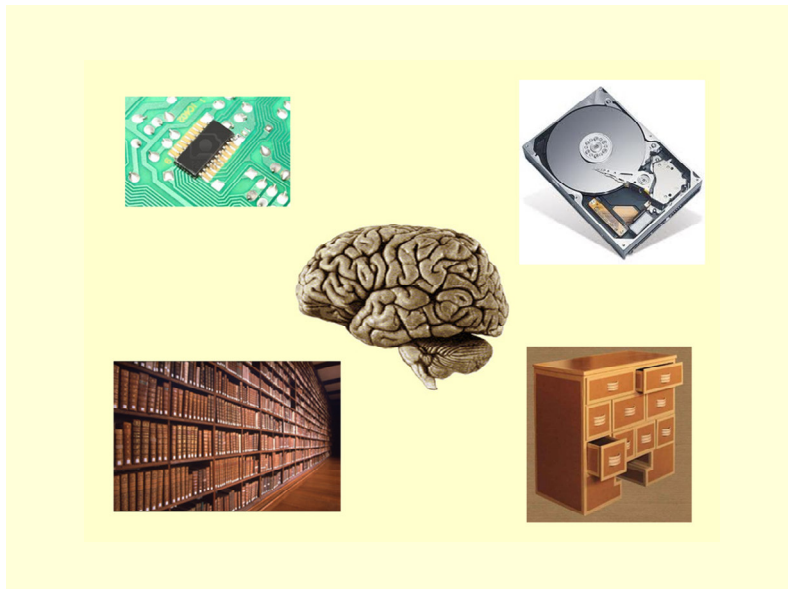


Nous arrivons maintenant au niveau cérébral.

Toujours dans le même questionnaire que je vous avais fait parvenir et que vous avez gentiment accepté de répondre, l'une des questions demandait : « Quelle image me vient quand je pense à mon cerveau ? ». Et ce fut très intéressant de découvrir vos réponses. Par exemple, pour certains d'entre vous, un cerveau c'est comme...



...du Jello, de la gomme balloune rose, une assiette de nouilles, de la glu rose, un chou-fleur, de la saucisse ou des balles de laine !



Ou encore que pour d'autres c'est comme un circuit intégré d'ordinateur, un disque dur d'ordinateur, une bibliothèque ou un meuble avec beaucoup de tiroirs!

Il y a des raisons derrière le fait que ce soit des images comme celles-ci qui évoque le cerveau, et on va voir dans l'heure qui vient qu'il peut y en avoir d'autres, des plus justes, me semble-t-il...

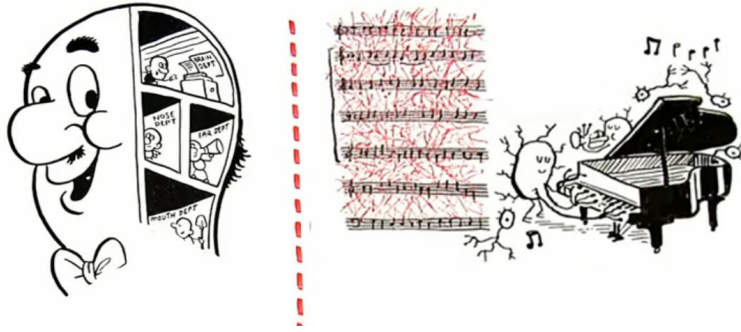
Et l'une de ces images plus justes du cerveau que j'aimerais vous soumettre sans toutefois entrer dans les détails tout de suite, ce serait donc de remplacer cette conception-là...



...celle des compartiments, par celle-ci :



C'est-à-dire par un réseau d'éléments interconnectés (qui sont nos cellules nerveuses), et qui communiquent constamment entre elles en émettant ce qu'on appelle des influx nerveux (on verra ce que c'est tantôt) ce qui produit...



...un système dynamique qui évolue ou si vous voulez qui change de forme dans le temps, exactement comme la partition d'une symphonie.

Votre cerveau est donc beaucoup plus proche d'une grande orchestration symphonique que d'une boîte à outils.

*

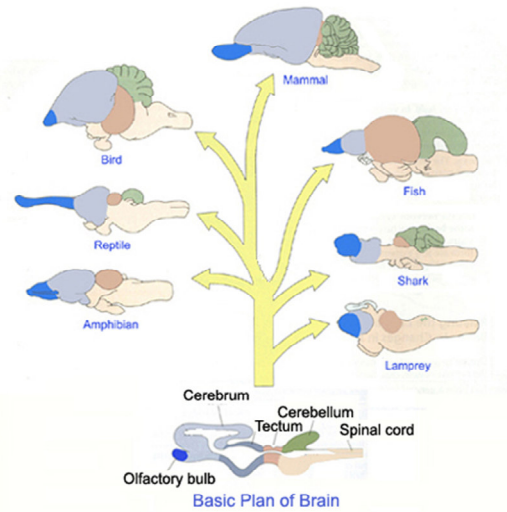
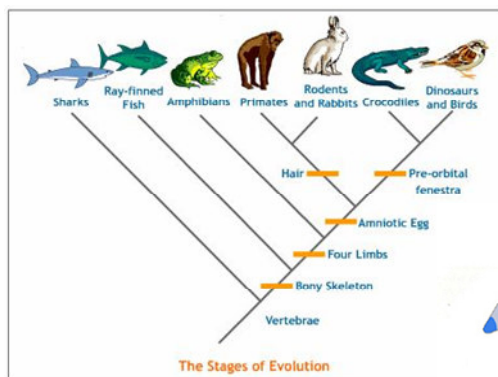
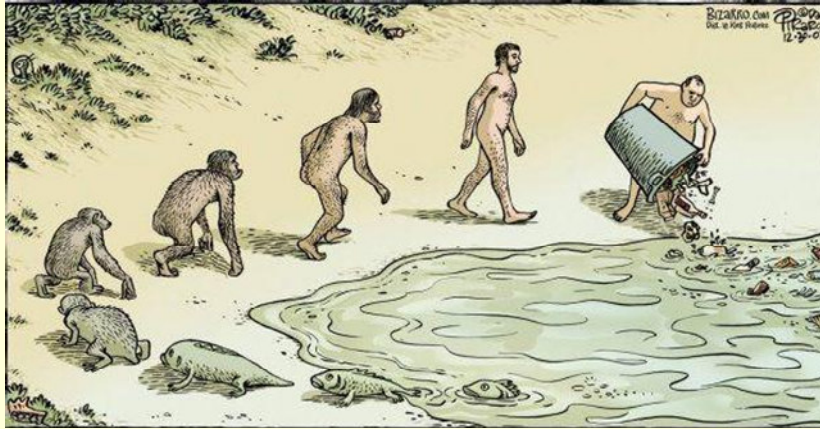
Autre chose que le cerveau n'est pas avant d'aller plus loin :

- **le cerveau humain n'est pas né de la dernière pluie**

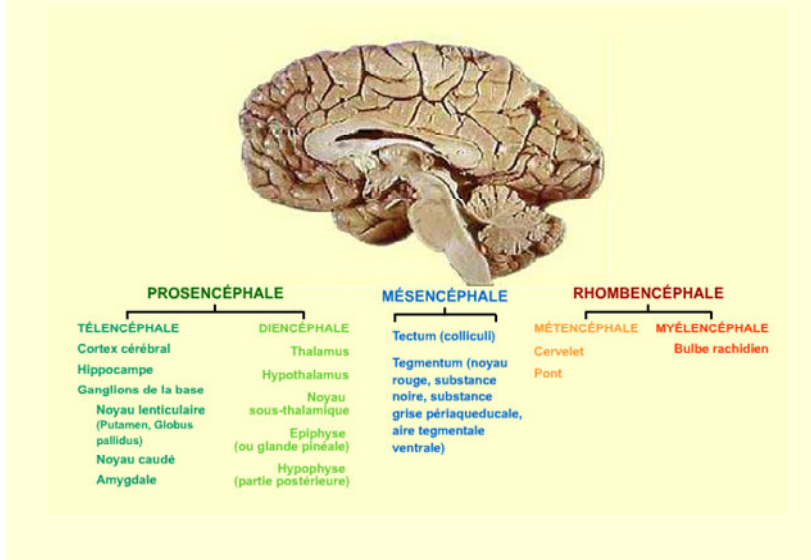


Le cerveau n'est pas né de la dernière pluie...

Il faut le replacer **dans la longue évolution** qui a menée jusqu'au cerveau humain, « summum de l'intelligence »...



La plupart des structures de notre cerveau, nous les partageons avec les autres vertébrés.



Et ces structures ont des âges différents : certaines sont plus anciennes, évolutivement parlant, que d'autres.

Kluge
The Haphazard Construction of the Mind
Human
GARY MARCUS

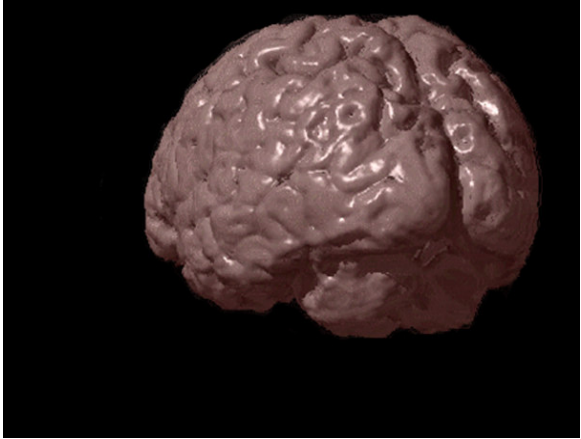
Le « bricolage » de l'évolution

"L'évolution ne tire pas ses nouveautés du néant. Elle travaille sur ce qui existe déjà. [...] la sélection naturelle opère à la manière non d'un ingénieur, mais d'un bricoleur ; un bricoleur qui ne sait pas encore ce qu'il va produire, mais récupère tout ce qui lui tombe sous la main [...]"

- (François Jacob / né en 1920 / Le jeu des possibles / 1981)

Toutes ces structures qui ont pris de l'importance à différents moments au cours de l'évolution cohabitent aujourd'hui ensemble parce qu'elles ont bien entendu tissé des liens, fait des connexions, mais pas en suivant le plan optimal d'un ingénieur, mais plutôt à la manière d'un bricoleur, un « patenteux » comme on dirait au Québec, qui fait avec ce qui lui tombe sous la main...

*



C'est en gardant cette perspective évolutive à l'esprit que je vous propose maintenant un petit « tour du propriétaire » de votre cerveau.

Je vous propose un « **tour du propriétaire** » de votre cerveau...

Je vais en effet me transformer en agent immobilier pour quelques minutes et vous faire visiter un immeuble prestigieux où vous trouverez tout ce qu'il faut être heureux et fonder une famille...

Ici je dois faire un AVERTISSEMENT :



AVERTISSEMENT !

Les analogies qui suivent sont des **MÉTAPHORES**.

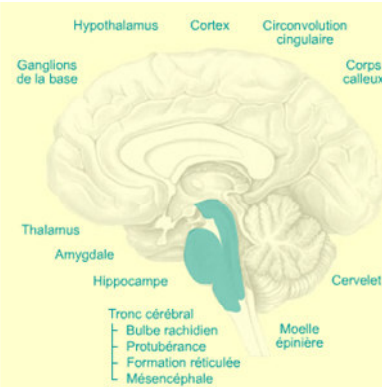
Notre cerveau n'est pas fait de salles distinctes,
mais plutôt de circuits richement interconnectés !

Je vais donc faire des analogies entre les pièces de cet immeuble et des structures cérébrales qu'elles m'inspirent, mais il faut vraiment ne pas oublier qu'il s'agit de métaphores un peu grossières parce que notre cerveau n'est pas fait justement de salles distinctes comme on l'a dit tantôt !

Nos structures cérébrales forment des circuits richement connectés, et la moindre tâche implique l'activation de plusieurs régions cérébrales.

Mais disons que ça va au moins donner une petite idée de la diversité de ses principales régions pour ceux qui n'en auraient jamais entendu parler...

Les fondations...



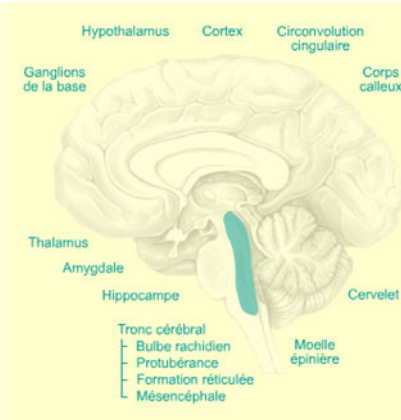
...le tronc cérébral

Alors bienvenue mesdames et messieurs ! Commençons donc d'abord notre visite comme il se doit, c'est-à-dire en allant voir les fondations de l'édifice, autrement dit le tronc cérébral.

Dans cette vieille partie de notre édifice cérébral, il est question de fonctions fondamentales liées à la survie de tout le bâtiment corporel : régulation de la respiration, du rythme cardiaque, de la pression sanguine, etc.

C'est là aussi que l'on retrouve les centres de réflexe comme ceux du vomissement, de la déglutition, de l'éternuement, qui nous empêchent par exemple de respirer quand on avale.

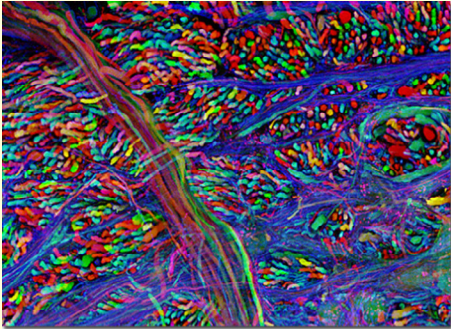
Le centre de surveillance...



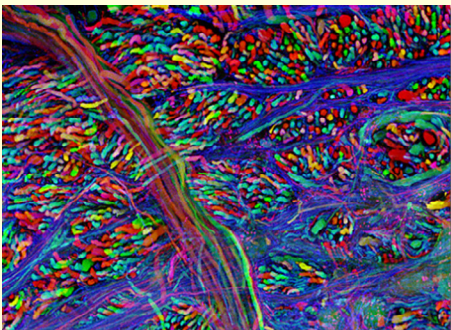
...la formation réticulée

Une partie importante du tronc cérébral, c'est la formation réticulée, que l'on peut comparer un peu à un centre de surveillance puisqu'elle est mise au courant de tout ce qui entre et sort du cerveau par la moelle épinière...

Cela la met en très bonne position pour gérer notre sommeil, notre attention et pour nous permettre de nous concentrer au milieu des distractions.



Coloration « Brainbow » du tronc cérébral montrant l'importance des fibres nerveuses qui traverse la formation réticulée. [on anticipe ici un peu sur le niveau cellulaire, mais c'est juste pour pas perdre de vue ce qu'il y a dans un vrai cerveau...]



C'est certain qu'il peut être très dangereux pour le cerveau de recevoir un coup sur le crâne, plus particulièrement dans cette région vitale.

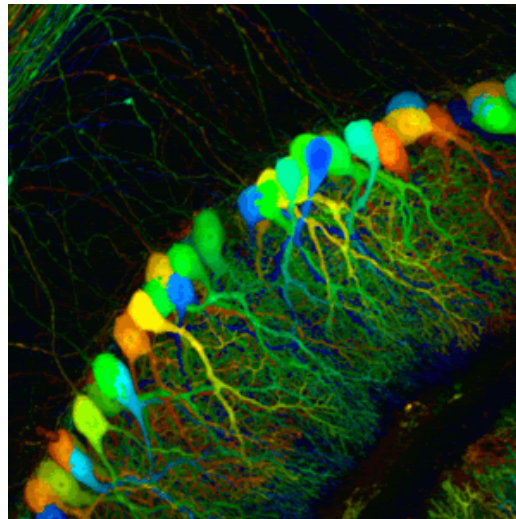
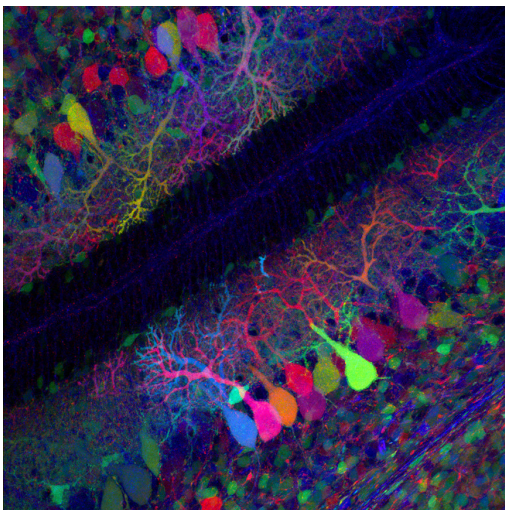
Ici, toujours pour rester dans l'actualité, un manifestant blessé à la tête à la suite de coup(s) de matraque à l'Université du Québec en Outaouais au printemps 2012.

Le gymnase...



...du cervelet

Toujours au sous-sol dans les sous-bassement de l'édifice, on a le grand gymnase du cervelet ! Comme vous le voyez, c'est une structure très importante pour l'équilibre et la coordination des mouvements.



Toujours à partir de la même technique de coloration, la structure cellulaire particulière du cervelet, extrêmement riche en neurones.

En fait, le cervelet ne représente que 10% du volume total du cerveau, mais contient plus de neurones que toutes les autres parties du cerveau mises ensemble !

La cuisine et la chambre à coucher...



...de l'hypothalamus

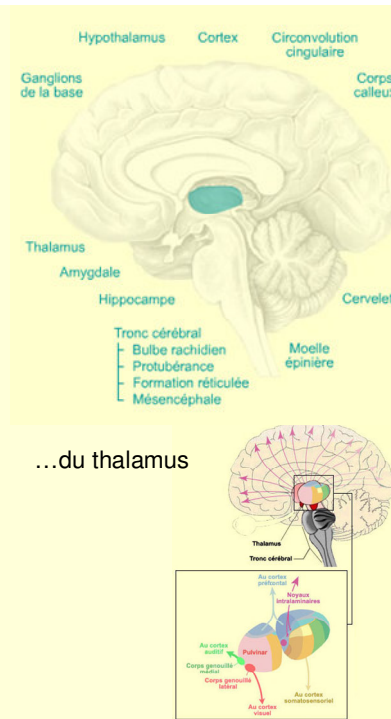


The complex block contains three main visual elements. On the left, there are two photographs: the top one shows a modern kitchen with bright blue cabinetry and white appliances, while the bottom one shows a bedroom with a wooden bed and a window. On the right, there is a large anatomical diagram of the brain in sagittal view. Labels include: Hypothalamus, Cortex, Circonvolution cingulaire, Corps calleux, Thalamus, Amygdale, Hippocampe, Cervelet, Tronc cérébral (with sub-labels: Bulbe rachidien, Protubérance, Formation réticulée, Mésencéphale), and Moelle épinière. Below this diagram is a smaller, more detailed diagram of the hypothalamus and pituitary gland, with labels for: Hypothalamus, Pituitary, Water balance & Stress, Hunger, Reproduction, Thermoregulation, Sleep-wake, Satiety, Optic chiasm, and Pituitary.

Au rez-de-chaussée maintenant nous avons la cuisine et la chambre à coucher qui forment ce qu'on pourrait appeler les services essentiels de l'hypothalamus.

Avec ses multiples noyaux, celui-ci est en effet responsable du maintien de l'équilibre interne de l'organisme, et donc il gère la faim, la soif, la température et les comportements associés à la reproduction.

Le studio de mixage...

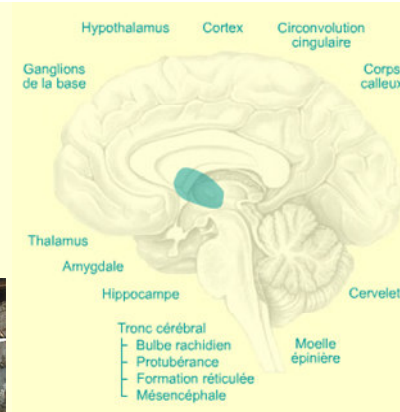


Au premier étage on a la chance d'avoir rien de moins qu'un studio de mixage qui porte le nom de thalamus (et qui est donc situé juste au-dessus de l'hypothalamus).

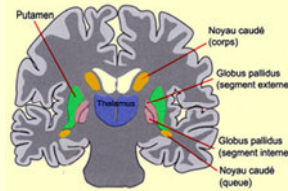
Il s'agit donc d'une station de relais pour tout type d'information sensorielle, avec encore ici de multiples sous régions dédiées à la vision, à l'audition, etc... Le thalamus va donc assigner chaque signal sensoriel à son cortex sensoriel primaire correspondant.

Il aide aussi à informer différentes parties du cerveau de ce que les autres sont en train de faire...

La salle de jeu...



...des noyaux gris centraux

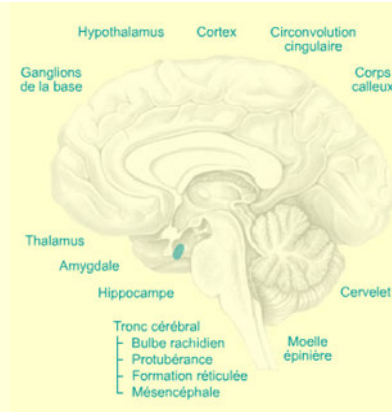


Sur le même palier que le thalamus, mais situé plus latéralement, on retrouve la salle de jeux des noyaux gris centraux (on dit aussi parfois les ganglions de la base).

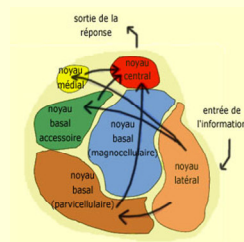
Ce sont des régions (comme le putamen, le noyau caudé ou le globus pallidus) qui sont impliquées dans les habiletés motrices et les sensations de plaisir.

Et ce n'est pas par hasard que la sensation de plaisir est intimement liée aux structures impliquées dans la recherche active d'une récompense par l'activité motrice, considérant l'importance évolutive du mouvement comme on l'a dit au début tantôt...

Le système d'alarme...



...de l'amygdale

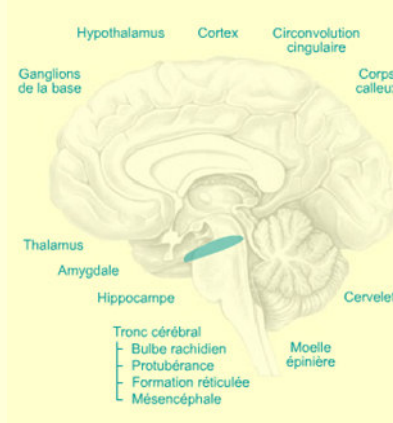


C'est dans l'une des salles de jeux des noyaux gris centraux, que l'on appelle l'amygdale, que l'on peut armer le système d'alarme de tout l'édifice cérébral.

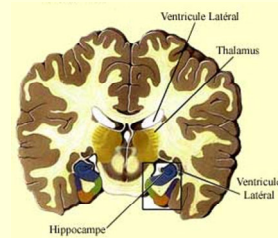
L'amygdale est donc fortement sollicitée par certaines émotions et peut faire entendre sa sonnerie dans tout l'édifice cérébral et corporel.

Encore ici, l'amygdale possède elle-même plusieurs noyaux

Le grenier...



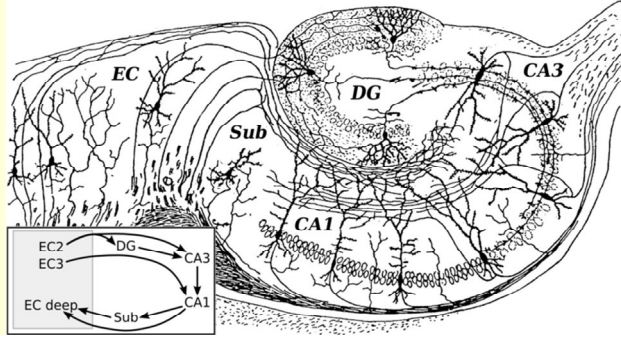
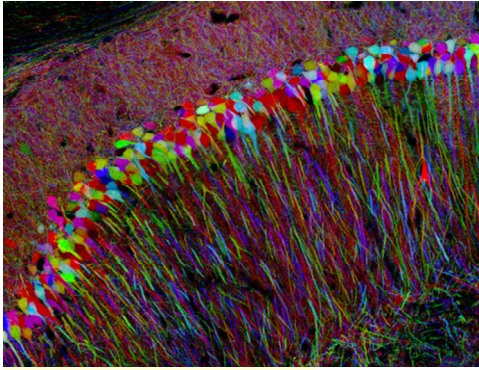
...de l'hippocampe



On approche maintenant du dernier étage, le plus récent à avoir été construit, c.-à-d. le cortex.

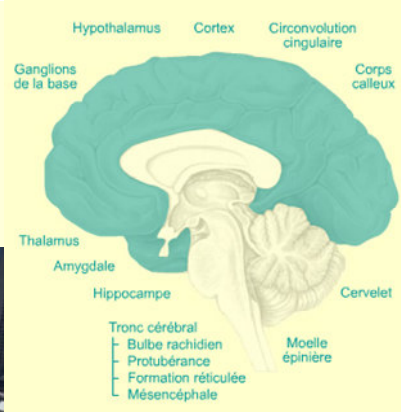
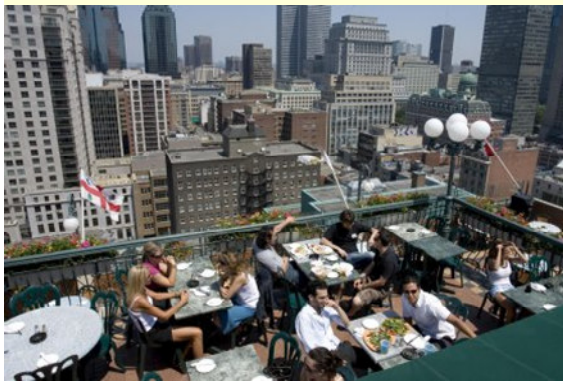
Mais juste avant, vous pouvez jeter un coup d'œil au grenier de l'hippocampe.

L'hippocampe est en effet une vieille partie du cortex qui joue un rôle crucial dans la mémoire (nos vieux souvenirs ne sont cependant pas stockés directement dans l'hippocampe, c'est un peu plus compliqué que ça...)



Encore une coloration Brainbow en haut à gauche montrant l'alignement caractéristique des neurones de l'hippocampe. Alignement recourbé rappelant la queue de l'hippocampe comme le montre l'image du bas.

La terrasse sur le toit...



...de notre cortex

Et finalement, appréciez la vue imprenable du plus récent annexe à notre bâtiment : cette merveilleuse terrasse sur le toit appelé cortex

qui est responsable de notre langage, notre perception, notre imagination qui nous permet de faire de l'art, de la science, de l'architecture, et qui nous permet finalement d'avoir conscience de la beauté de tout cela.

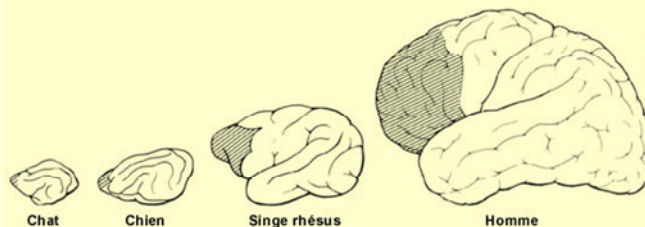
Il est intéressant ici de rappeler que notre bâtiment fonctionnait tout à fait bien avant la construction de cette terrasse comme toutes les maisons plus simples appelée oiseaux, reptiles, amphibiens ou poissons sont là pour nous le rappeler.

Mais cet ajout, qui a plusieurs connexions et voies d'accès avec les parties plus anciennes de notre édifice cérébral humain, permet d'élargir les horizons avec cette vue superbe.

Le voisin d'en avant...



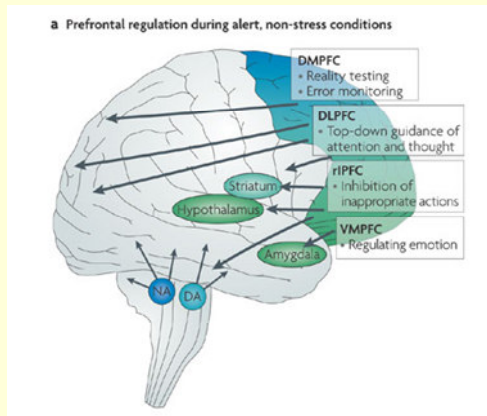
...du cortex préfrontal



En terminant pour être honnête, je dois vous parler du locataire d'en avant et vous dire qu'il est un petit peut contrôlant !

Il est jeune, mais quelle place il occupe : 29% du cortex humain ! Alors que chez le chimpanzé il n'occupe que 17 %, chez le chien 7 % et chez le chat 3,5 %.

Quel contrôle il a !



Et surtout quel contrôle il a ! Vous êtes médecin et vous ne devez pas être trop affecté émotionnellement par vos patients en mauvais état sous peine de ne pas prendre les bonnes décisions pour bien les soigner ?

C'est lui, le cortex préfrontal, qui va vous aider à garder le contrôle de vos émotions.



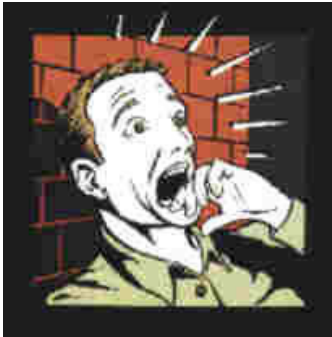
Ce qui nous amène au dernier point de notre visite que je dois vous avouer, et non le moindre,

c'est-à-dire qu'il y a beaucoup d'activité dans cet immeuble, et que pour la moindre tâche, à tout moment de la journée, il y a toujours de l'activité simultanément dans de multiples pièces de notre édifice cérébral.

Bon, alors j'enlève ici mon masque d'agent immobilier...
(puis que le port du masque est devenu interdit...)

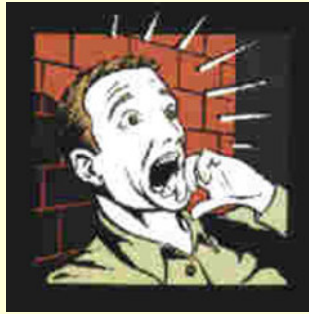
*

Mais je voudrais terminer ce niveau cérébral par un exemple qui incite à se méfier des associations rapides que l'on peut faire ainsi entre des structures cérébrales et de fonctions.



Car s'il est certain que l'amygdale devient très active quand une personne a peur de quelque chose, comme l'ont montré nombre d'expériences d'imagerie cérébrale, c'est loin d'être la seule situation où elle « s'enflamme ».

Le rôle de l'amygdale est beaucoup plus subtil. Elle semble en effet s'activer en relation avec tout événement qui peut préoccuper quelqu'un à un instant donné.



Se retrouver face à face avec un ours est effectivement une situation préoccupante, et dans ce cas qui provoque la peur.

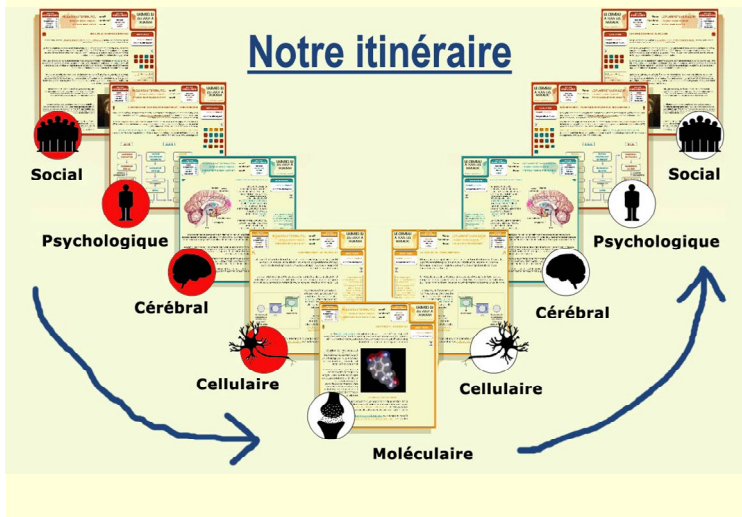
Mais chercher de la nourriture pour une personne qui a faim, ou un individu en détresse pour une personne empathique, ça aussi ça peut préoccuper quelqu'un, mais différemment.

Et des études montrent que l'amygdale est aussi très active dans ces situations.

Si l'amygdale peut être active dans des situations si différentes, c'est qu'elle n'agit pas seule. En effet, le cerveau forme un vaste réseau de structures richement interconnectées et pour la moindre émotion ou tâche cognitive ce n'est jamais une seule région qui s'active, mais plusieurs.

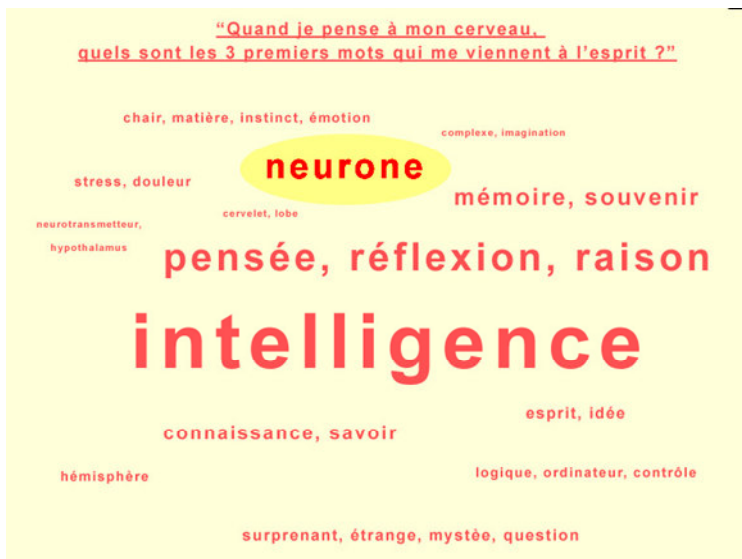
On parle alors de circuits cérébraux reliant deux, cinq, dix, quinze régions cérébrales différentes.

*



Et ce concept circuits cérébraux nous amène directement au niveau suivant, le niveau des neurones ou niveau cellulaire. Car ce sont bien des neurones, ou plutôt des « assemblées de neurones » qui vont se connecter ensemble pour former ces circuits cérébraux.

Car quand je vous ai demandé sur le petit questionnaire quels étaient les 3 premiers mots qui vous venaient à l'esprit quand vous entendiez le mot cerveau,



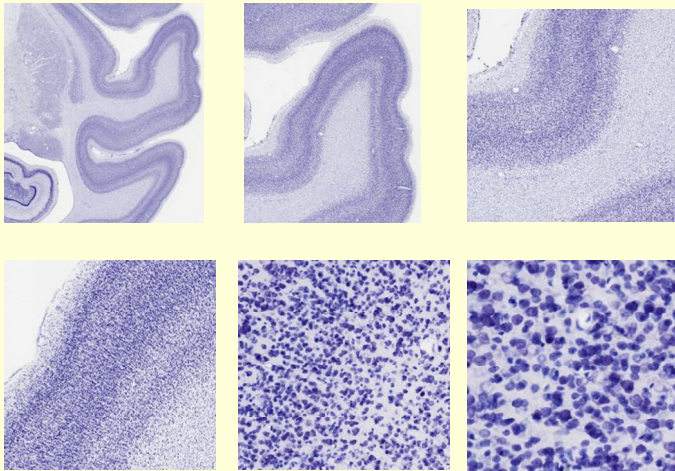
C'est vraiment le mot intelligence qui revenait le plus souvent, suivi d'autres mots abstraits comme pensée, réflexion, raison. Et puis le mot « neurone », qui était revenu quand même assez souvent, et qui était le premier mot « concret » à être associé dans vos esprits au cerveau. Et avec raison...



Car où trouve-t-on ces fameux neurones ? À l'intérieur du cerveau, bien sûr. Eh bien allons voir ce qu'il y a à l'intérieur de ce cerveau !

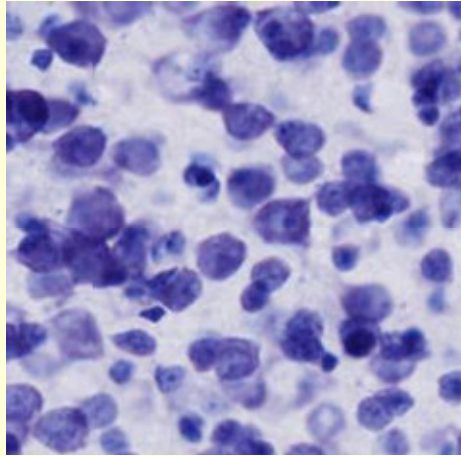
On remarque tout de suite des régions plus blanchâtres et d'autres, plus rose-gris, et on va aller voir à quoi ça correspond.

zoom in sur sa région foncée, aussi appelée matière grise...

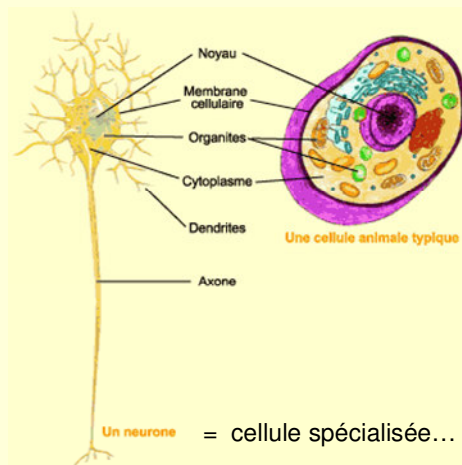


Si on fait un zoom in de plus en plus puissant avec un microscope...

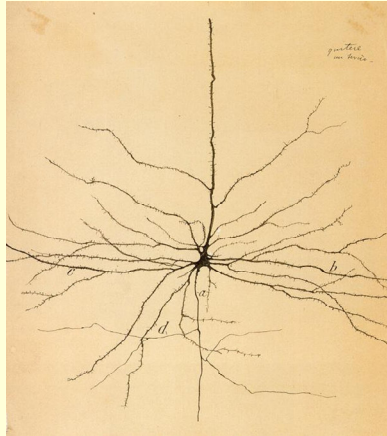
matière grise : corps cellulaires des cellules du cerveau, les neurones



On s'aperçoit que la matière grise est formée des corps cellulaires des neurones.

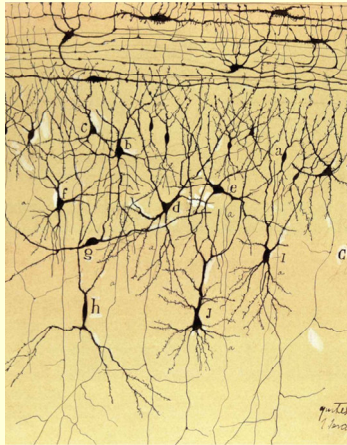


une des plus anciennes techniques de coloration, la coloration de Golgi, permettait déjà de voir ces prolongements au début du XXe siècle



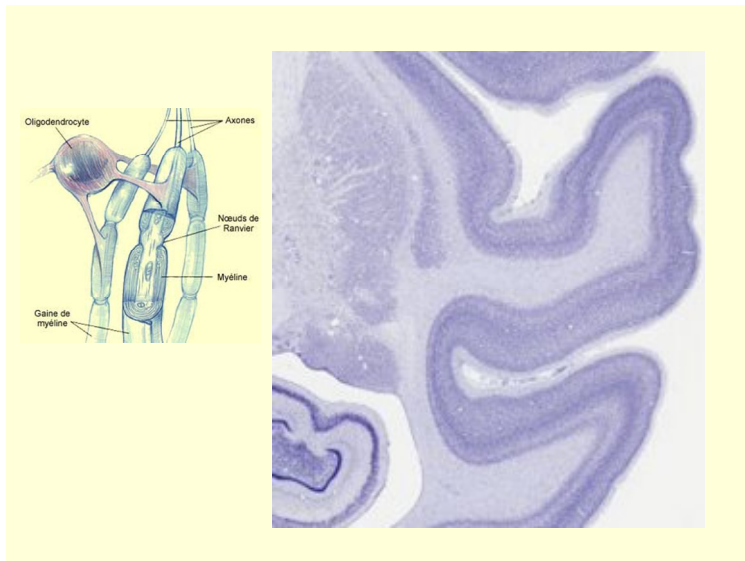
Neurone pyramidal du cortex moteur

permettait aussi d'observer que ces cellules nerveuses sont organisées en **couches** d'épaisseur variables selon les différentes régions du **cortex**



Santiago Ramón y Cajal
Cajal: "P. 27 de la corteza olfativa de la circunvolución del hipocampo del niño", n. 1901
© Herederos de Ramón y Cajal

« Cortex olfactif de la région de l'hippocampe, 1901



Si l'on reprend cette coupe du cortex maintenant, les corps cellulaires des neurones se retrouvent donc dans la partie foncée, la matière grise,

alors que la matière blanche correspond à des régions où passent essentiellement les axones de ces neurones, qui sont recouverts d'une gaine grasseuse blanchâtre qu'on appelle la gaine de myéline qui leur est fournie par certaines cellules gliales et qui accélère la conduction nerveuse.

*

Si je répondais maintenant à mon tour à la question « Quelle image vous vient en tête quand vous pensez au mot cerveau ? », je dirais que le cerveau me fait spontanément penser à une forêt...



Parce qu'il est constitué d'une quantité astronomique de neurones...



85 milliards de neurones en fait (et autant de cellules gliales) dont les prolongements s'enchevêtrent comme les branches des arbres dans une forêt, et qui peuvent faire ainsi contact avec parfois plus de 10 000 autres neurones.



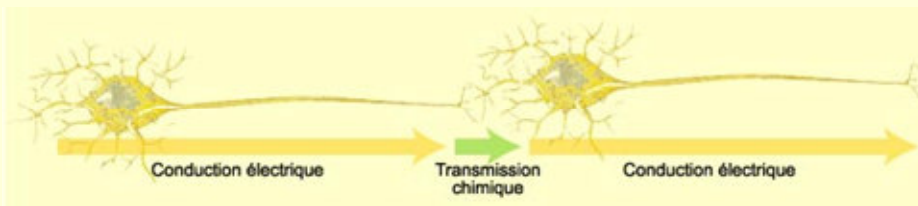
Et cette forêt de neurones, elle est unique pour chacun d'entre nous : il n'y pas deux cerveaux pareils sur la Terre, même pas ceux de jumeaux identiques qui ont pourtant les mêmes gènes, parce que chacun va être soumis à des influences différentes de son environnement qui vont modeler de façon unique les connexions entre ses neurones.

Et c'est pour ça que tous les êtres humains sont uniques et ont tous te toutes des personnalités différentes.

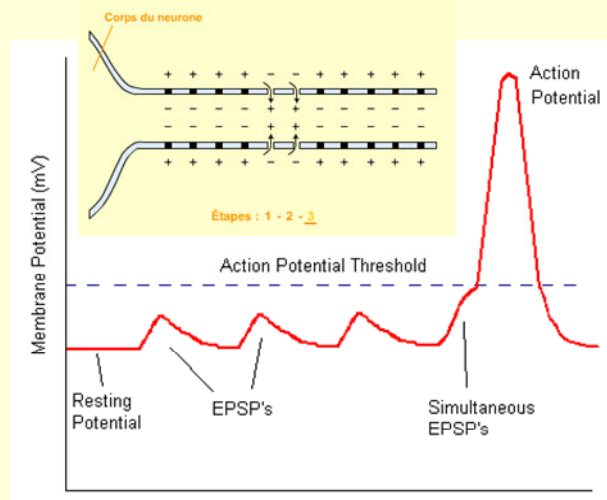
Et si on peut modifier ainsi notre cerveau par des apprentissages, c'est grâce à la forme et aux propriétés particulières de nos cellules nerveuses, les neurones. Et on va voir ça à l'instant.

Car les neurones ont développé leurs 2 spécialisations qui les distinguent des autres cellules de notre corps, l'axone et les dendrites,

... pour communiquer avec d'autres neurones



Et il y a deux mécanismes derrière cette communication : la conduction électrique et la transmission chimique.



le « **potentiel d'action** », que l'on visualise ainsi sur un oscilloscope, se déclenche de manière « **tout ou rien** » quand l'excitation atteint un certain **seuil**

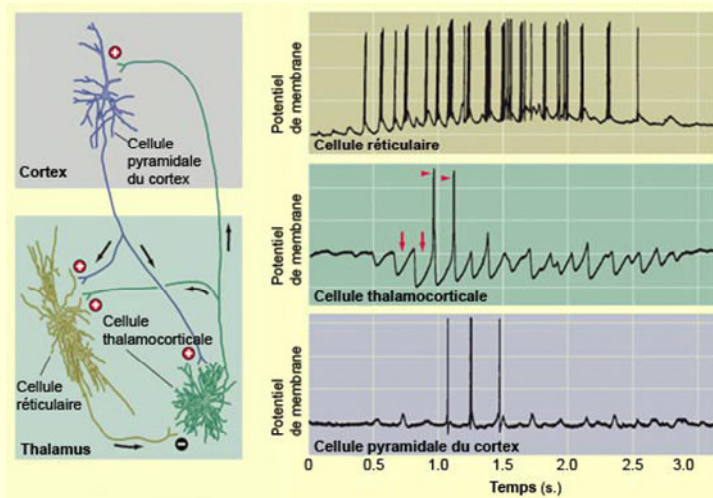
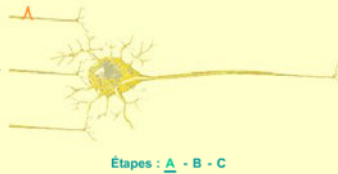
La transmission électrique se produit par l'entremise de l'ouverture de canaux situés à travers la membrane cellulaire du neurone. Cette brève ouverture modifie de façon transitoire la différence de potentiel entre l'intérieur et l'extérieur du neurone, faisant passer l'intérieur d'environ -70 millivolts à $+30$ millivolts, créant ce que l'on appelle l'influx nerveux ou potentiel d'action. Celui-ci se propage alors de manière « tout ou rien » le long de l'axone.

neurone = véritable **intégrateur** en temps réel de toutes les excitations et inhibitions reçues

si plus d'excitations : possibilité de sommation pour régénérer des influx nerveux dans l'axone

si plus d'inhibitions : peut empêcher la transmission

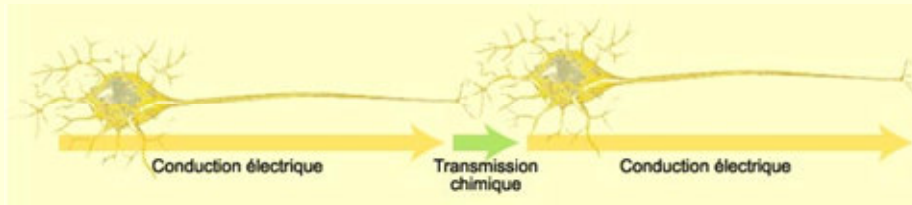
A) le neurone reçoit un potentiel excitateur qui n'est pas assez fort pour déclencher un nouvel influx nerveux;



grâce à leurs prolongements, ces différents types de neurones vont former de nombreuses synapses entre eux

création de **réseaux très interconnectés** où l'activité d'un neurone peut influencer l'activité de plusieurs autres

*

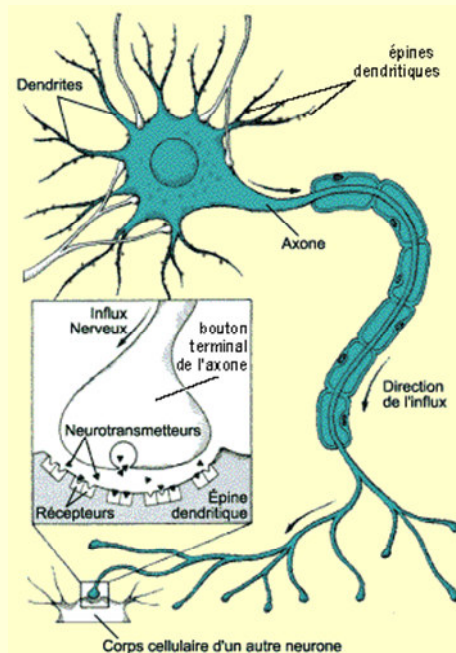


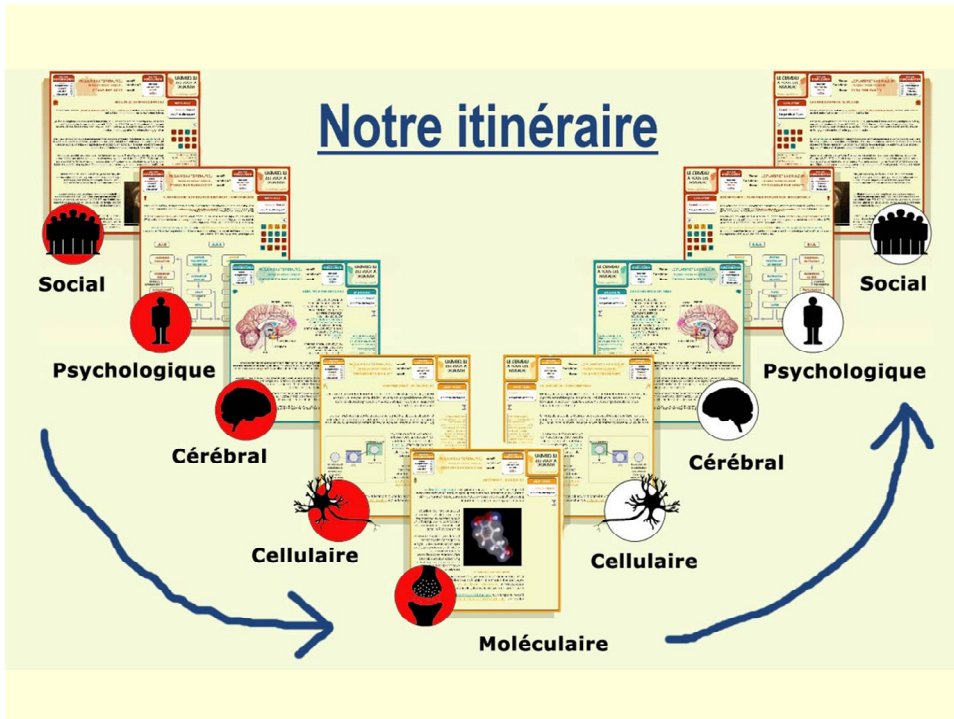
la transmission **chimique**

Le second mécanisme de la communication neuronale est la transmission chimique qui survient entre deux neurones.

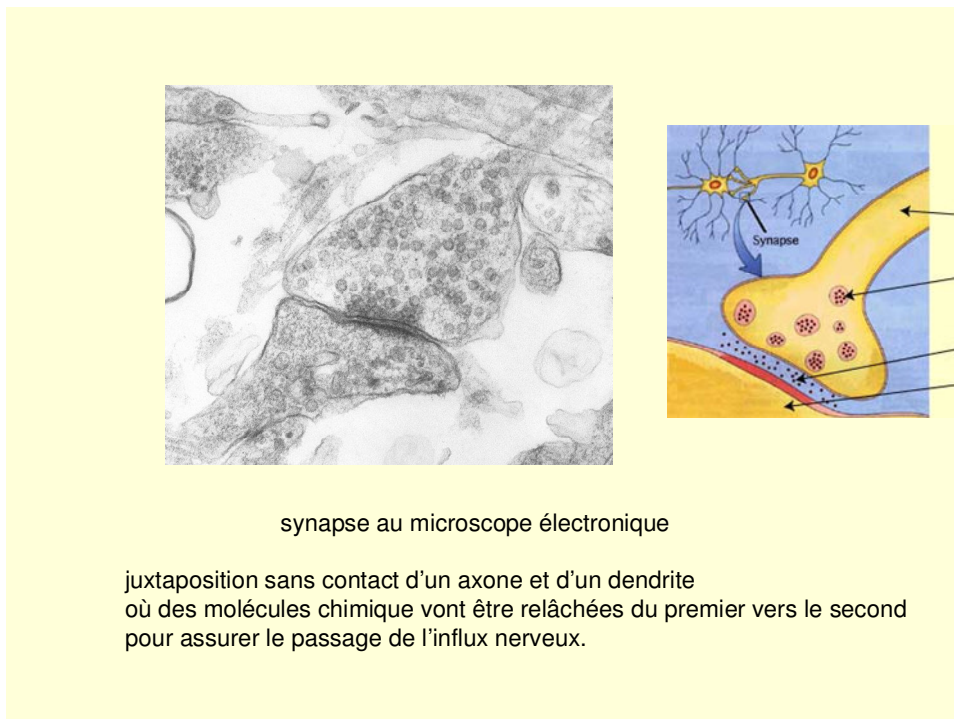
survient entre le bout de l'axone du premier neurone et les dendrites ou le corps cellulaire du second neurone,

que l'on voit agrandi ici et qui forme ce qu'on appelle une **synapse**





La transmission chimique nous amène naturellement au niveau moléculaire.



Car les neurotransmetteurs émis au bout de l'axone dans la fente synaptique sont différentes molécules.

molécules chimiques =
neurotransmetteurs
(ici le glutamate)

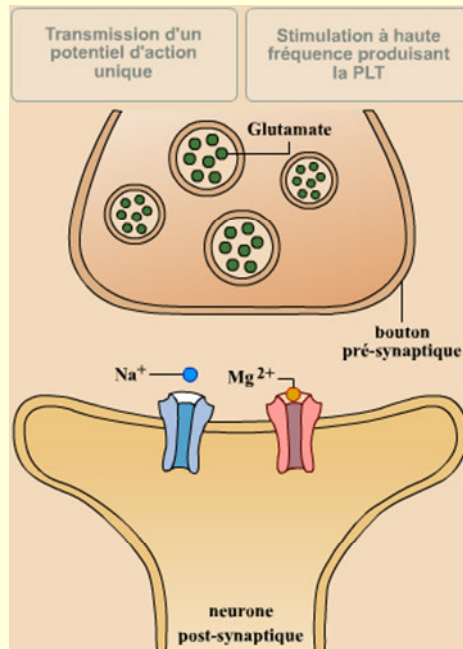
stockés dans des
vésicules

quand l'influx nerveux
électrique arrive,
provoque la libération du
glutamate dans la fente
synaptique

ce glutamate va se fixer
sur d'autres molécules
qu'on appelle les
récepteurs

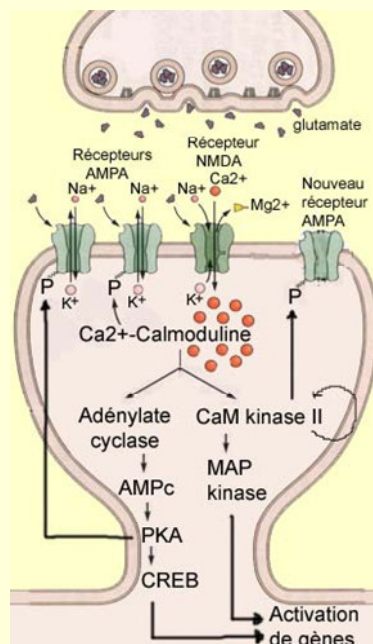
qui vont alors laisser
entrer des ions chargés

qui vont modifier le
potentiel électrique de la
membrane



Et ces récepteurs sont très importants d'un point de vue clinique puisque c'est sur eux que vont agir la plupart de médicaments, et aussi les drogues...

Voici un schéma un peu plus complexe...



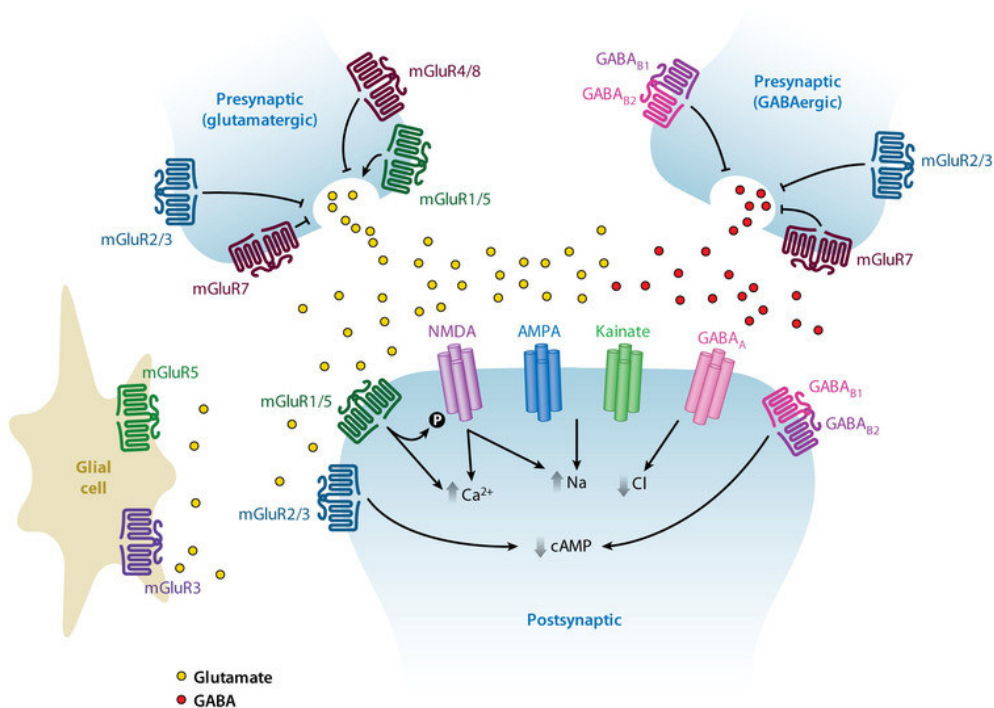
...qui montre que cette plasticité est rendue possible grâce à des mécanismes cellulaires comme la potentialisation à long terme = cascades de réactions biochimiques impliquant des récepteurs particuliers perméables au calcium.


Calcium qui va ensuite activer d'autres enzymes, et même activer de gènes dans le noyau des neurones.

Résultat : des récepteurs plus sensibles ou plus nombreux au niveau de la synapse, ce qui va faciliter le passage de l'influx nerveux.

C'est un peu ce qui se passe quand on apprend quelque chose de nouveau...

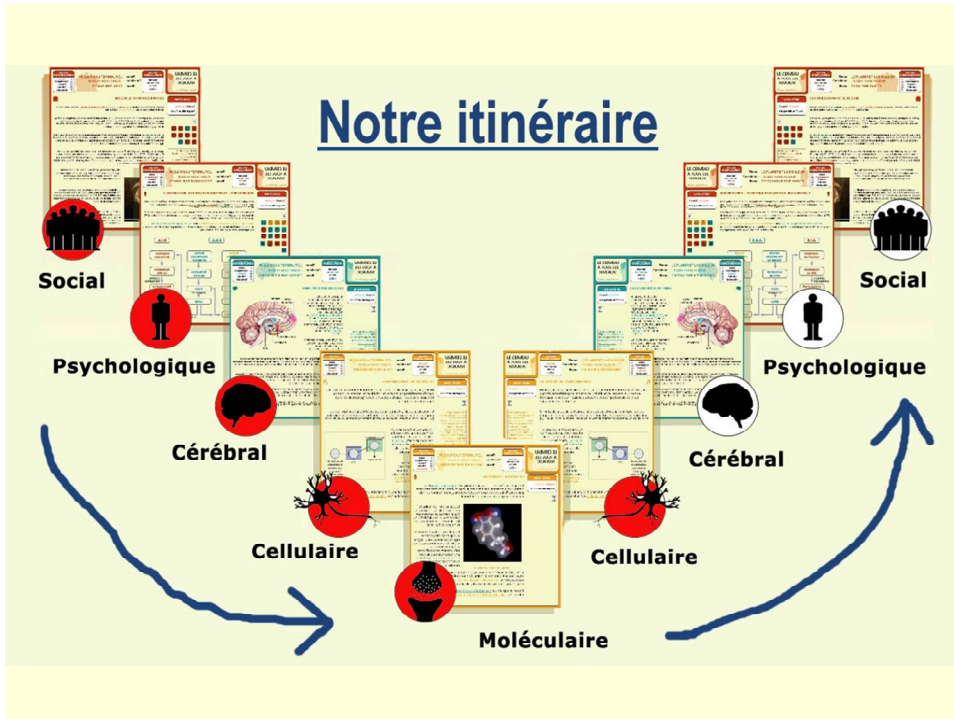
Ici c'est juste pour montrer...



 Niswender CM, Conn PJ. 2010. Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol. 50:295–322

... que pour chaque neurotransmetteur, il y a de nombreux sous-types de récepteur qui peuvent produire des effets différents sur le neurone quand le neurotransmetteur s'y fixe. Donc ce sont des mécanismes d'une grande complexité qui peuvent être modulés de différentes façons, par différentes molécules.

*



On va maintenant revenir au niveau cellulaire, celui du neurone, ou plutôt des circuits de neurones...

La structure de ce réseau est plastique, **elle peut se modifier elle-même**;

de nouvelles associations entre certains neurones peuvent ainsi se former, et ce, à tout moment durant toute notre vie;

c'est ce qu'on appelle la **plasticité neuronale**.

En ce moment par exemple, votre cerveau est en train de modifier sa structure...

Notre cerveau n'est donc jamais exactement le même jour après jour...

Notre cerveau n'est donc jamais exactement le même jour après jour...

La mémoire humaine est une reconstruction.

*

On vient de voir au niveau moléculaire la grande complexité du cerveau avec ses neurotransmetteurs et ses sous-types de récepteurs...

"Quand je pense à mon cerveau, quels sont les 3 premiers mots qui me viennent à l'esprit ?"

chair, matière, instinct, émotion

stress, douleur

neurotransmetteur, hypothalamus

cervelet, lobe

neurone

complexe, imagination

mémoire, souvenir

pensée, réflexion, raison

intelligence

connaissance, savoir

esprit, idée

hémisphère

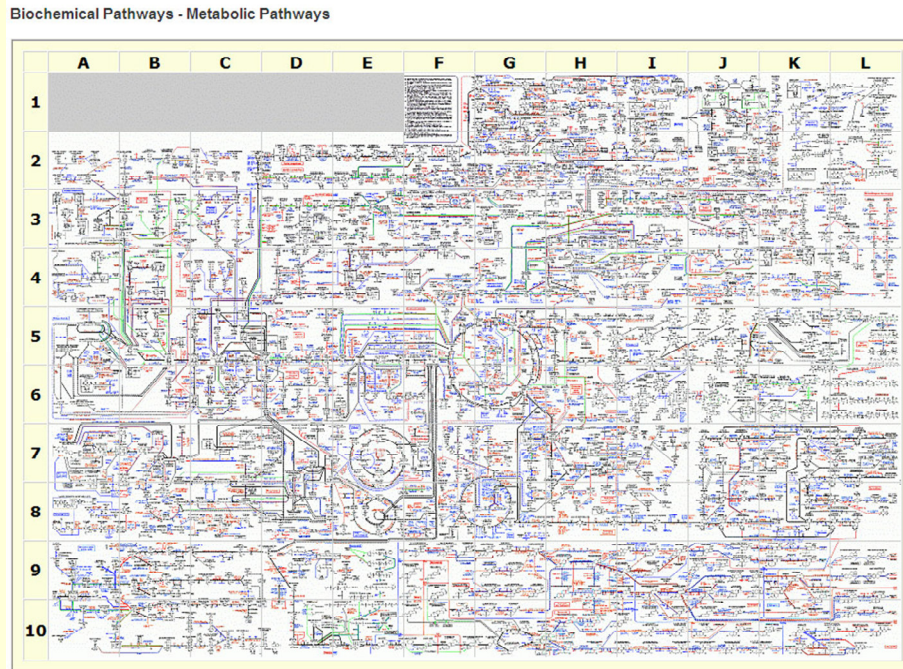
logique, ordinateur, contrôle

surprenant, étrange, mystère, question

Mais le moins qu'on puisse dire, c'est que la complexité du cerveau est généralement grandement sous-estimée... du moins si l'on se fie aux mots qui vous viennent spontanément à l'esprit quand vous pensez au mot cerveau.

On pense à surprenant, étrange, mystère, mais moins à la complexité. Or, c'est justement à cause de cette complexité, dont on vient de parler à propos de la synapse, que le cerveau nous paraît surprenant, étrange ou mystérieux.

Réseau complexe d'une cellule = cascades de réactions biochimiques

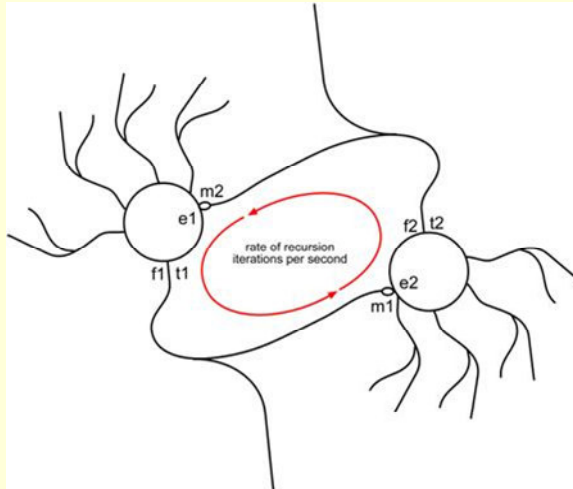


Mais qu'est-ce que la complexité ? Pour rappeler un peu le sens de ce mot, voici une carte qui représente les réactions biochimiques connues dans chacune de vos cellules... Voilà des relations complexes, de la complexité... avec d'innombrables boucles intriquées les unes dans les autres...

C'est donc très difficile d'appréhender avec notre langage qui se déploie linéairement, les mots les uns à la suite des autres, un réseau rempli de boucles de rétroaction comme ici ou comme dans les circuits de notre cerveau, comme on va en parler à l'instant.

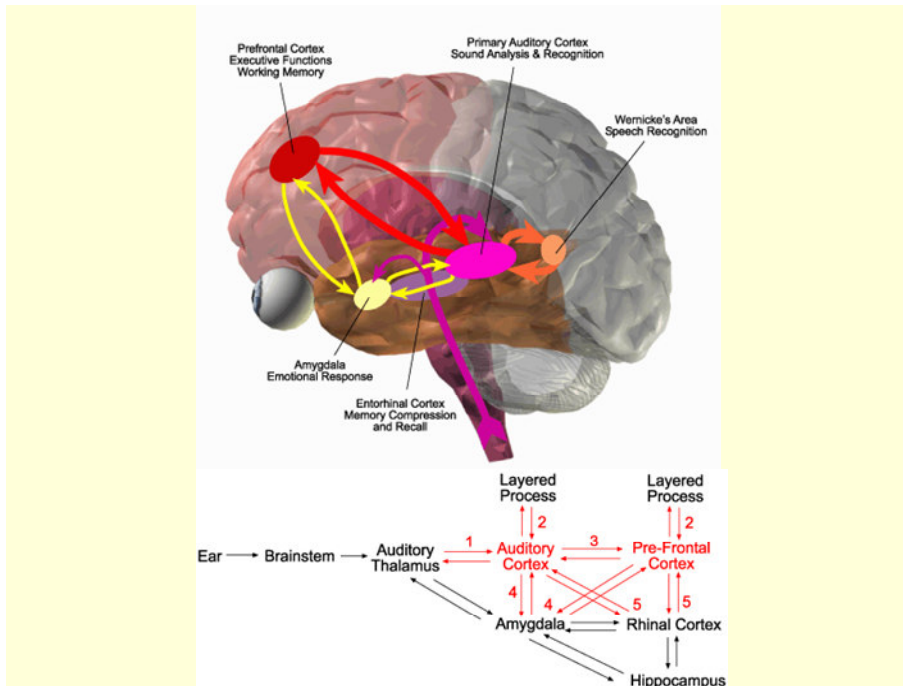
Car comme les neurones sont des cellules, ils ont toute cette complexité interne au niveau moléculaire. Mais ils ont aussi une très grande complexité dans leur relation est leur connexion les uns avec les autres.

Et notre cerveau doit sa complexité, entre autres, à un pattern particulier de connexion qui est omniprésent dans toutes les structures cérébrales, c'est-à-dire les connexions réciproques.

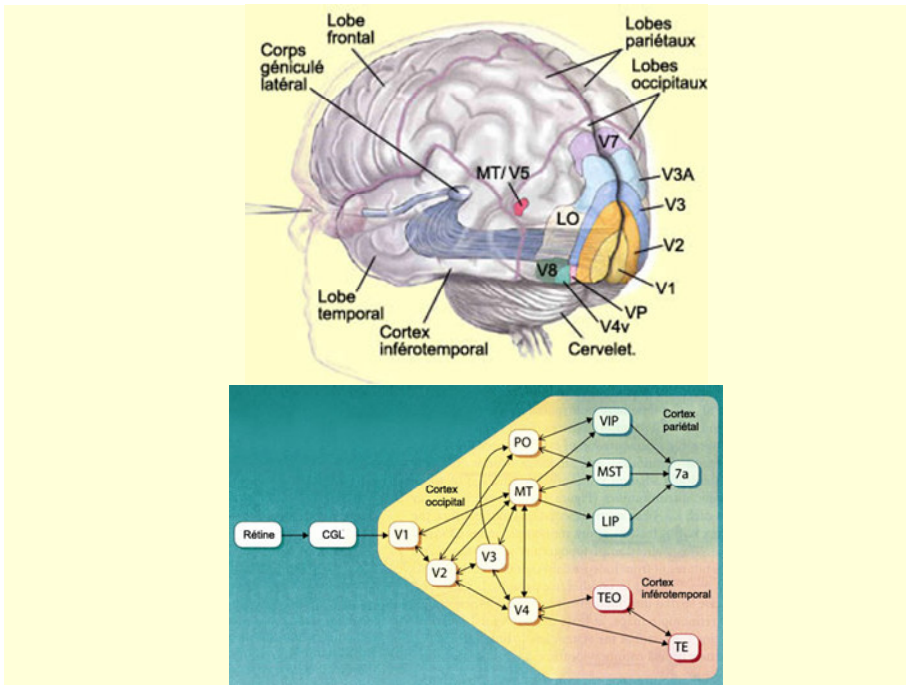


Autrement dit, le fait qu'une région A qui connecte à une région B reçoit presque tout le temps en retour une connexion de la région B.

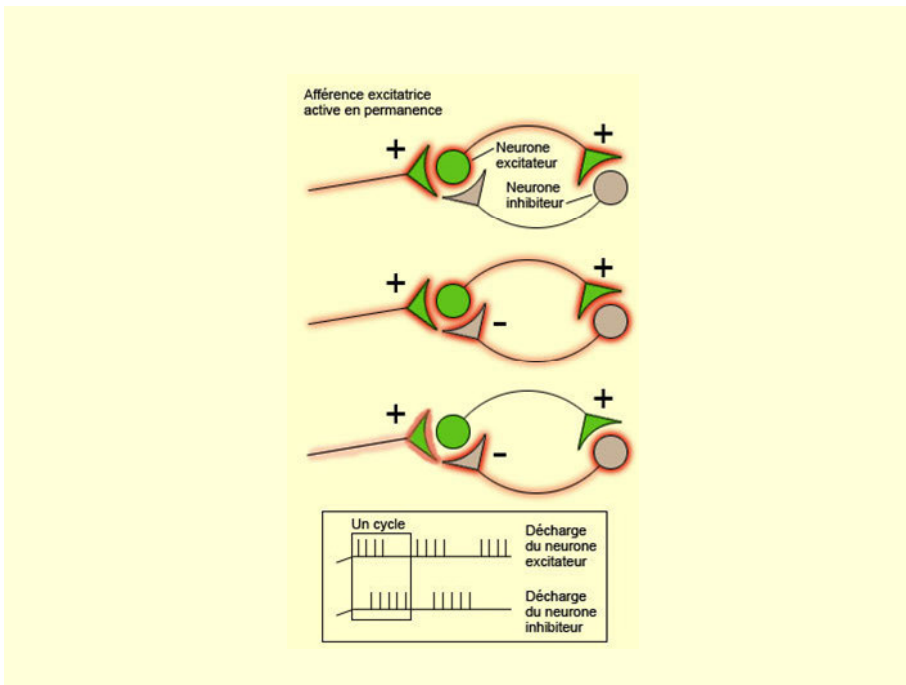
Et ça, ce n'est pas une exception, mais plutôt la règle dans notre cerveau.



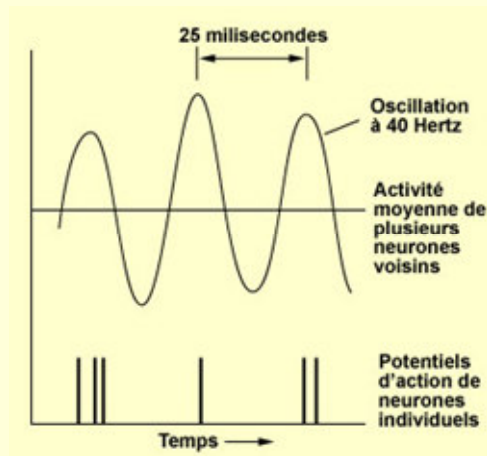
Que ce soit dans les régions cérébrales impliquées dans l'audition...



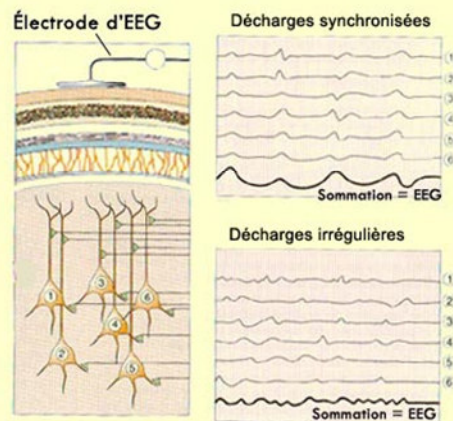
...ou dans celles impliquées dans la vision, comme sur cette carte simplifiée des aires visuelles : il n'y a pas beaucoup de flèches qui vont dans un seul sens.



Cela amène un phénomène très répandu en biologie : la rétroaction négative, c'est-à-dire le fait que le signal de B qui est renvoyé vers A ne va pas stimuler encore davantage A, mais bien réduire son activité.



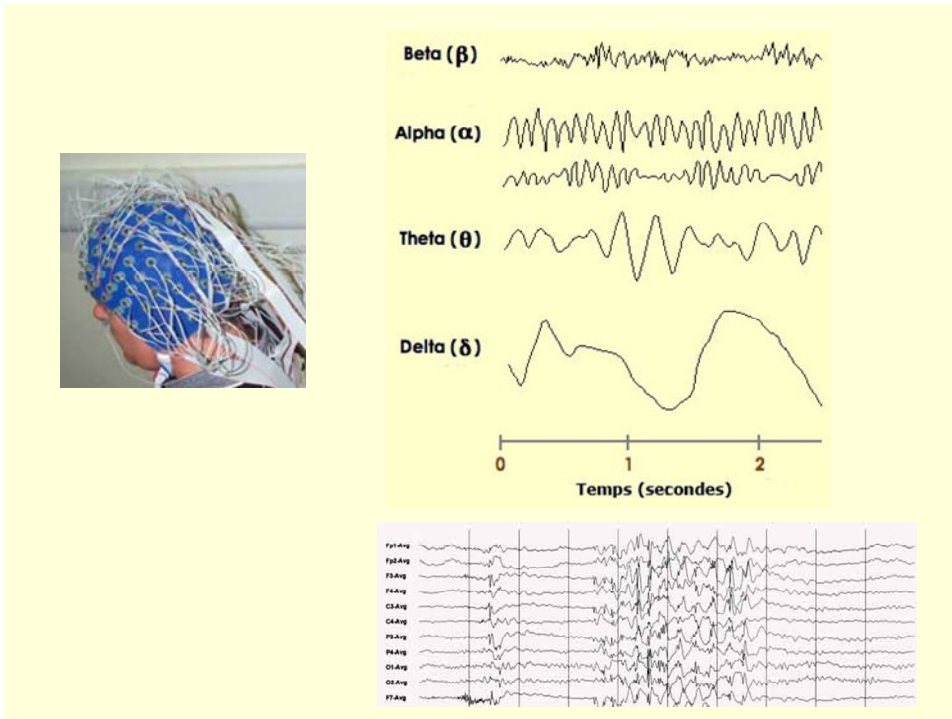
Et cela donne très souvent naissance à des rythmes d'oscillation dans le cerveau...



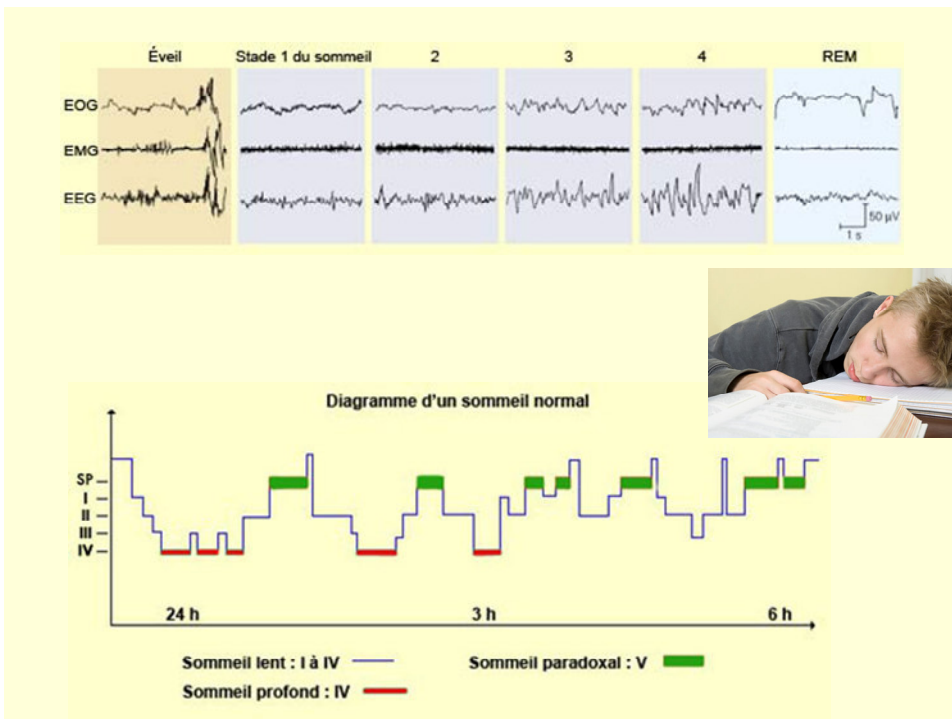
c'est la **fréquence** des potentiels d'action, donc dans la dimension temporelle, qui est la « langue officielle », parlée dans le cerveau

c'est cette activité coordonné dans le temps d'un grand nombre de ces neurones qu'on peut recueillir avec l'électroencéphalogramme (**EEG**) qui permet de suivre les changements rapides dans l'activité de grands ensembles neuronaux

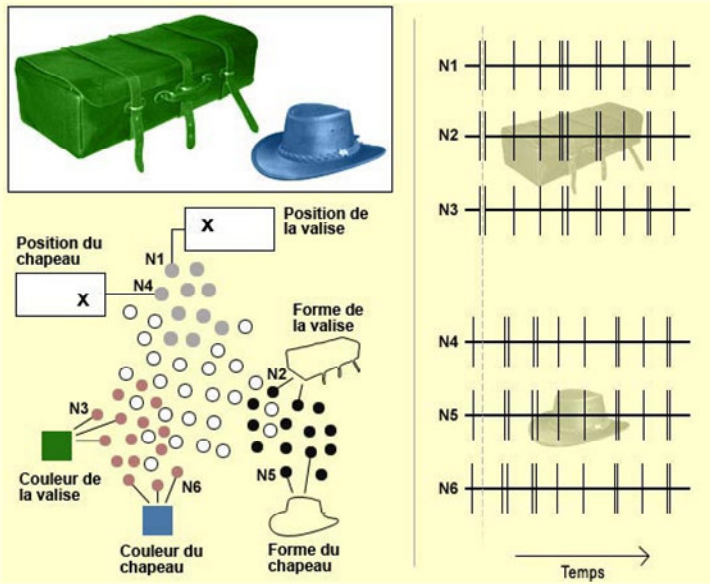
...les fameuses ondes cérébrales détectées par l'EEG.



...et l'on a donné des noms à ces rythmes en fonction de leur fréquence.

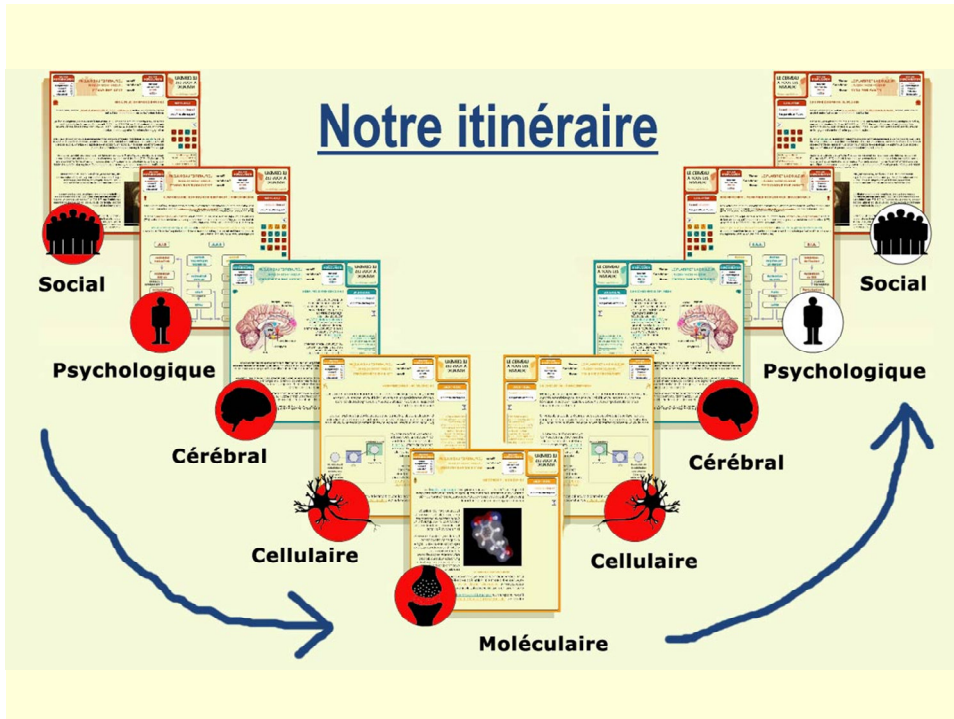


Ces rythmes sont très importants. Ce sont eux qui vous font perdre conscience la nuit et vous entraînent dans un sommeil profond et réparateur.

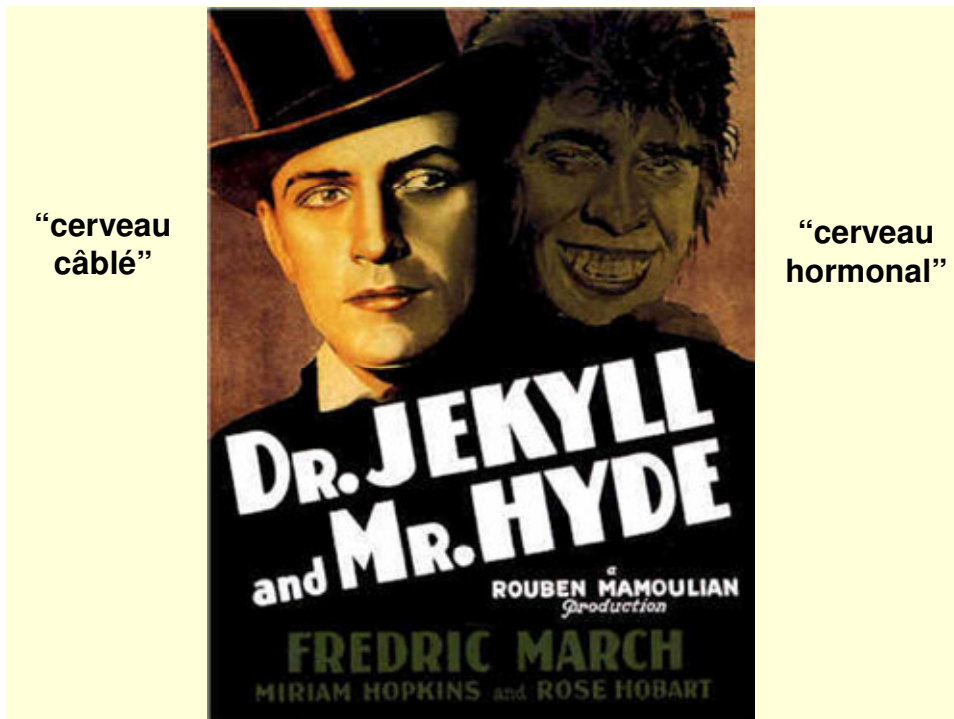


Ce sont aussi eux qui facilitent la synchronisation de l'activité de populations entières de neurones, un phénomène qui semble utilisé par le cerveau pour « attacher » ensemble les différentes propriétés d'un même objet perçu, alors que ces propriétés (couleur, forme, mouvement...) sont traitées dans des régions différentes du cerveau.

*



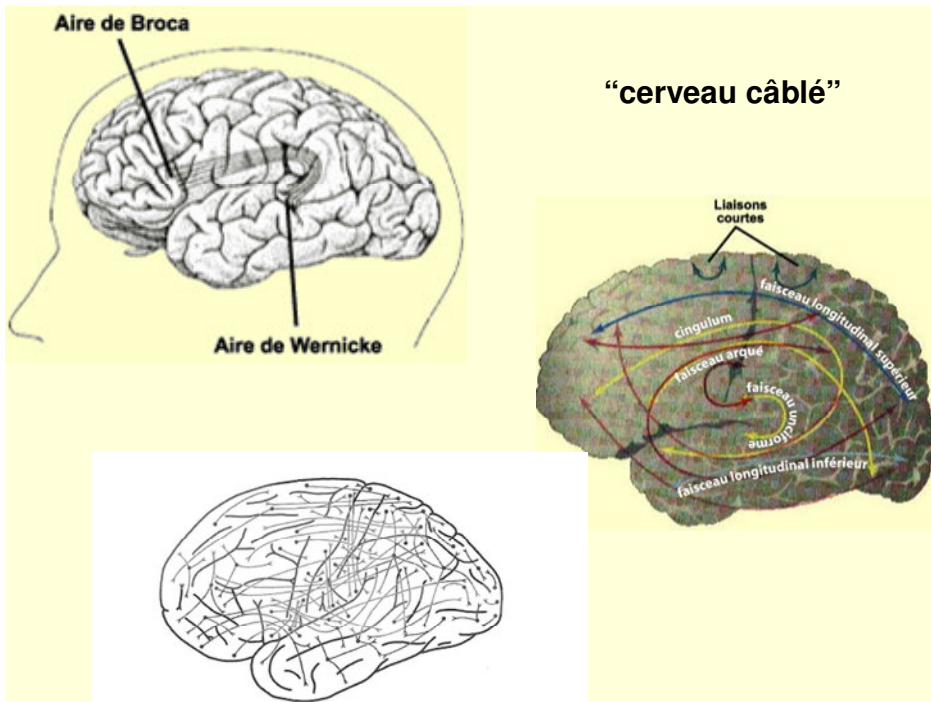
Si l'on résume ce que l'on a vu jusqu'ici, on peut dire que le cerveau a une double personnalité, un peu comme docteur Jekyll avec sa double personnalité de M. Hyde.



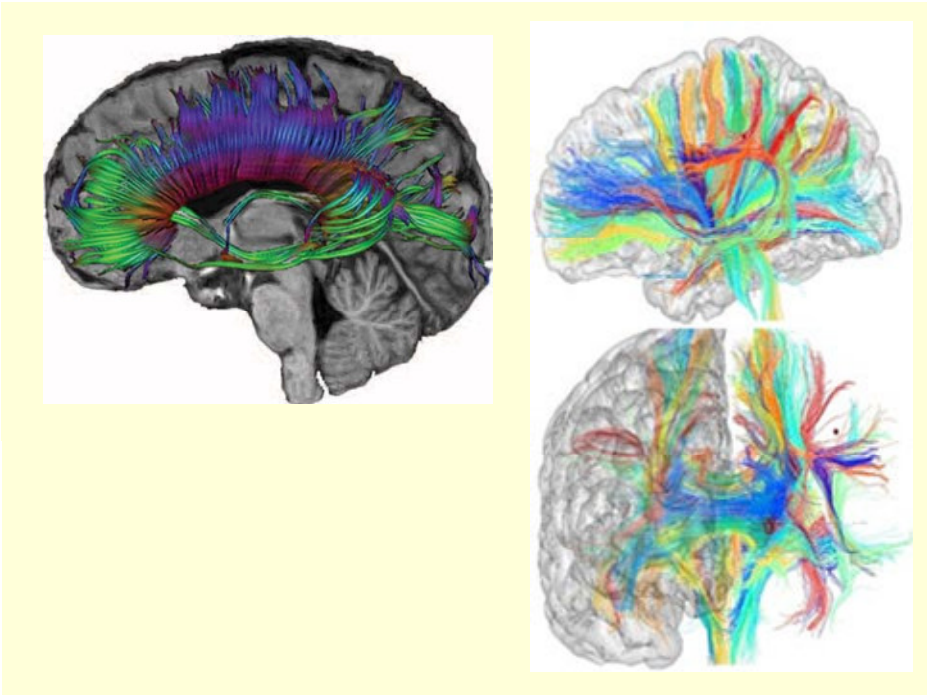
On peut presque dire, en effet, que le cerveau comprend 2 systèmes imbriqués l'un dans l'autre. Et cela va contribuer à augmenter énormément sa complexité.

On utilise parfois les expressions "cerveau câblé" (fait de circuits de neurones) et "cerveau hormonal" (constitué d'innombrables molécules, neurotransmetteurs, récepteurs, etc.) pour décrire cette double personnalité du cerveau.

Prenons d'abord le "cerveau câblé".



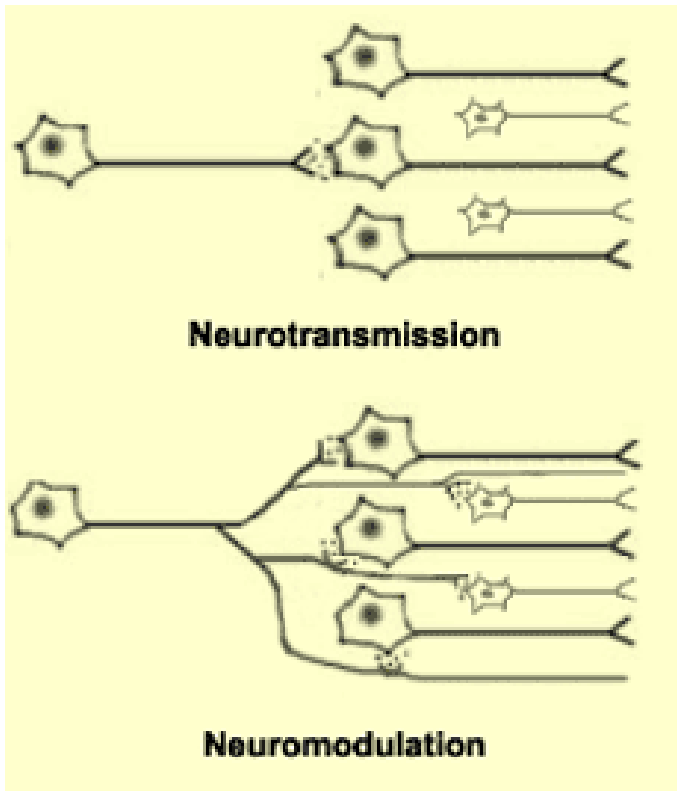
Cette expression veut insister sur les innombrables voies nerveuses qui relient des régions précises du cerveau...



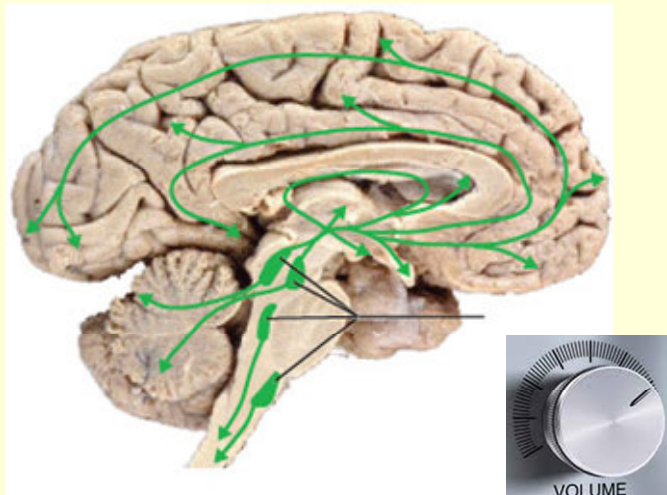
Et que l'on peut observer avec de plus en plus de précision à mesure que les techniques d'imagerie cérébrale se raffinent, comme ici l'IRM de diffusion.

*

L'autre personnalité, le Mr. Hyde, c'est le "cerveau hormonal".



Car en plus de la communication précise d'un neurone à l'autre, d'une zone cérébrale précise à une autre, qu'on vient de décrire, il y a d'autres neurones qui font ce qu'on peut appeler de la neuromodulation, c'est-à-dire qu'un neurone va influencer des milliers de neurones à la fois...



... répartis sur de vastes régions du cerveau.

C'est un peu comme le volume d'un appareil pour écouter de la musique : le volume ne change pas la nature du signal, il ne fait qu'amplifier ou diminuer son amplitude, la force du signal...

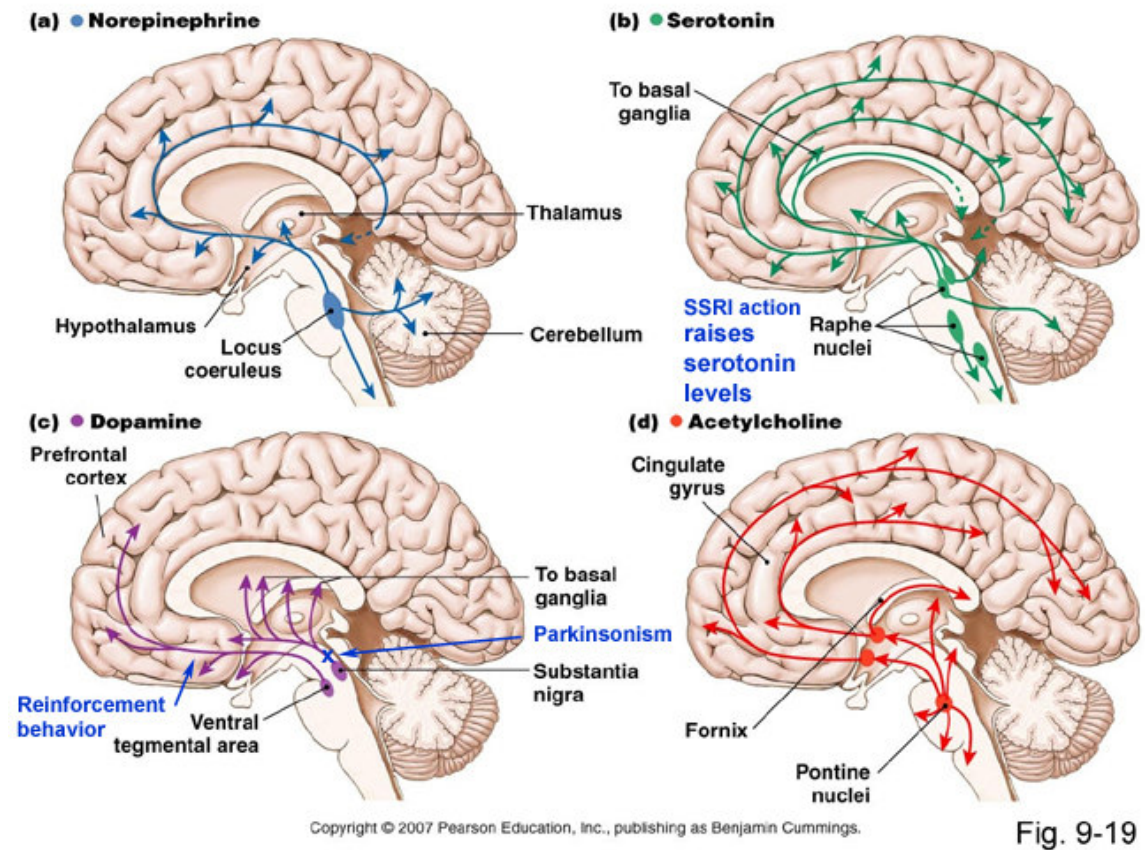
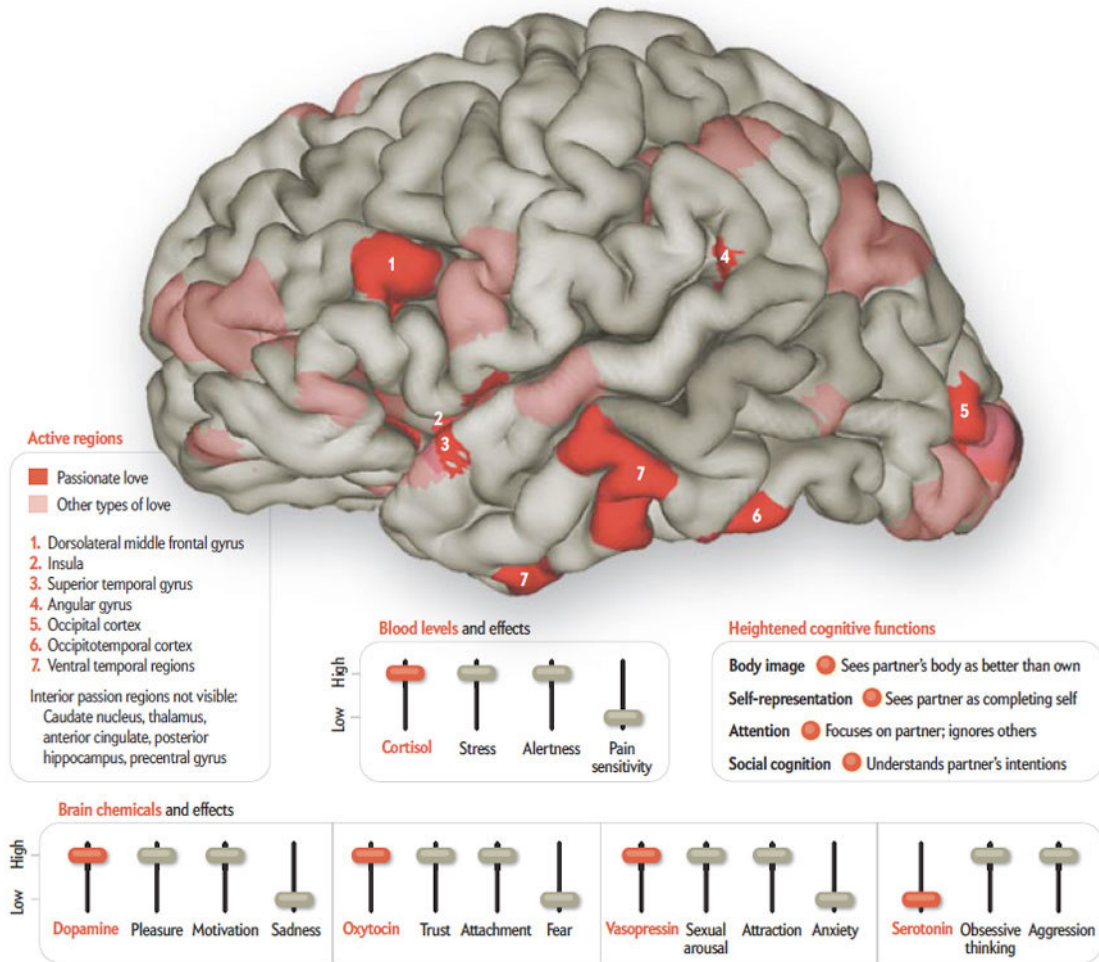


Fig. 9-19

Différentes molécules qu'on appelle les neurotransmetteurs (par exemple ici la norépinéphrine, la dopamine, la sérotonine et l'acétylcholine) vont ainsi moduler certaines régions du cerveau et pas d'autres.

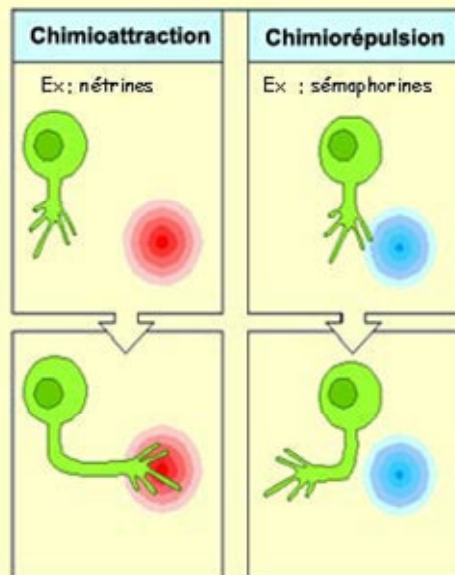
Et vous remarquerez que les neurones qui fabriquent ces substances neuromodulatrices sont pour la majorité situés dans le tronc cérébral, la partie très ancienne du cerveau située dans la continuité de la moelle épinière. Et de là, les axones très longs de ces neurones vont aller rejoindre de vastes régions du cerveau.

Ces neuromodulations, elles sont importantes pour comprendre des choses comme notre état de vigilance (le fait qu'on soit éveillé, somnolent, endormi...), nos émotions ou nos motivations.



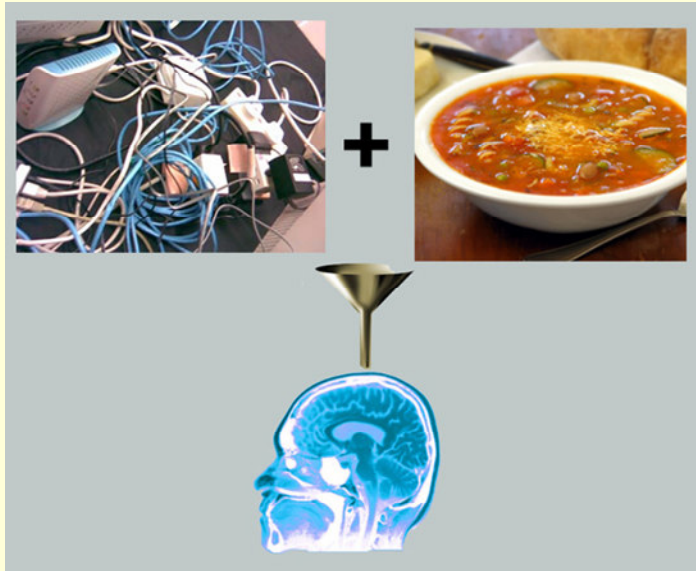
Par exemple ici on a des régions du cerveau dont l'activité est amplifiée ou diminuée par ces neuromodulateurs lorsqu'on est vient de tomber en amour depuis quelque temps.

On retrouve ici en bas la dopamine, l'ocytocine, la vasopressine ou la sérotonine. Et encore une fois on évoque l'idée de variation de volume avec l'image d'une console de mixage.



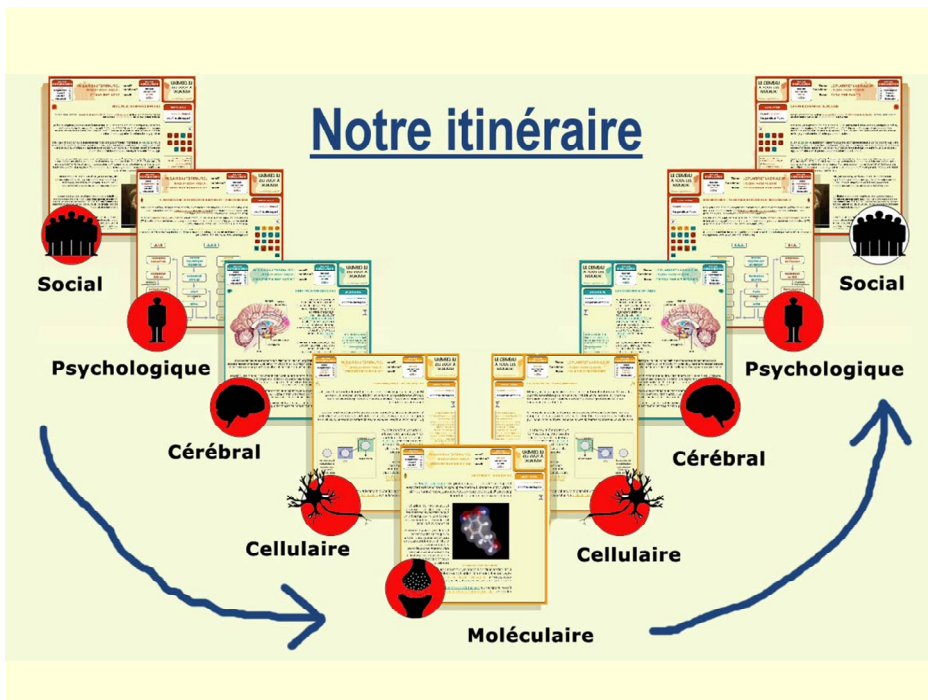
Mais les deux, cerveau câblé et cerveau hormonal cohabitent ensemble sous la même boîte crânienne et vont interagir.

Par exemple, il est intéressant de remarquer que durant le développement des circuits du cerveau câblé chez le fœtus et le nourrisson, l'une des choses qui guide l'élongation de l'axone du neurone qui cherche sa cible spécifique, c'est souvent des molécules attractives ou répulsives qui sont relâchées par certains neurones et qui vont former ainsi des gradients de concentration dans le cerveau, gradient qui va attirer ou repousser l'axone en croissance qui cherche l'endroit précis où il doit aller se connecter.

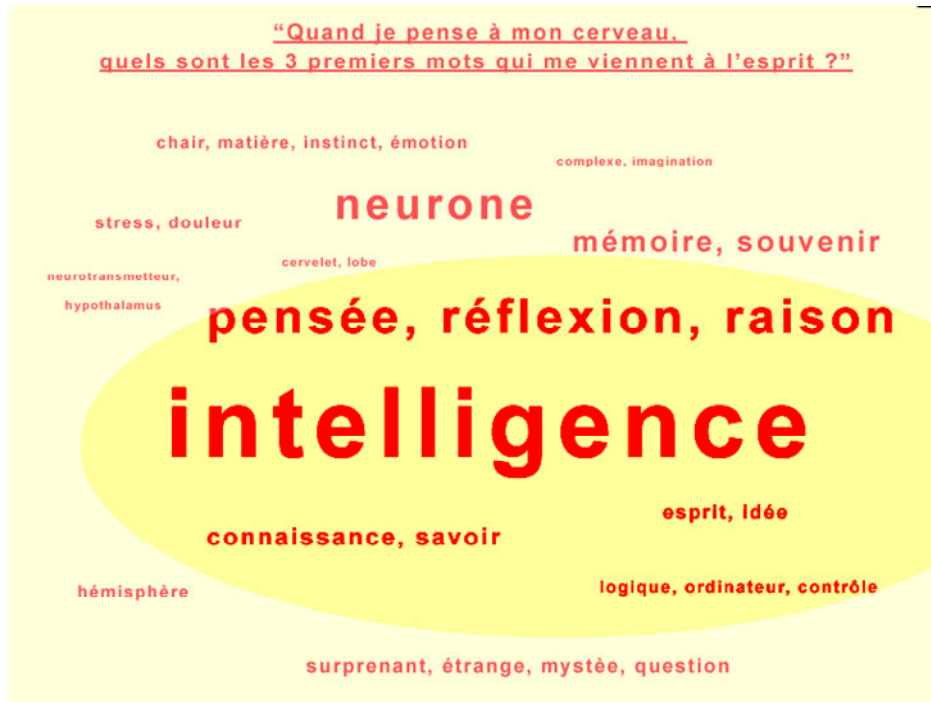


Donc dans la “vraie vie”, comme on dit, le câblage électrique du cerveau câblé se superpose toujours à la soupe moléculaire du cerveau hormonal, les deux interagissent constamment, et c’est ce qui contribue, entre autres, à la complexité du cerveau.

*

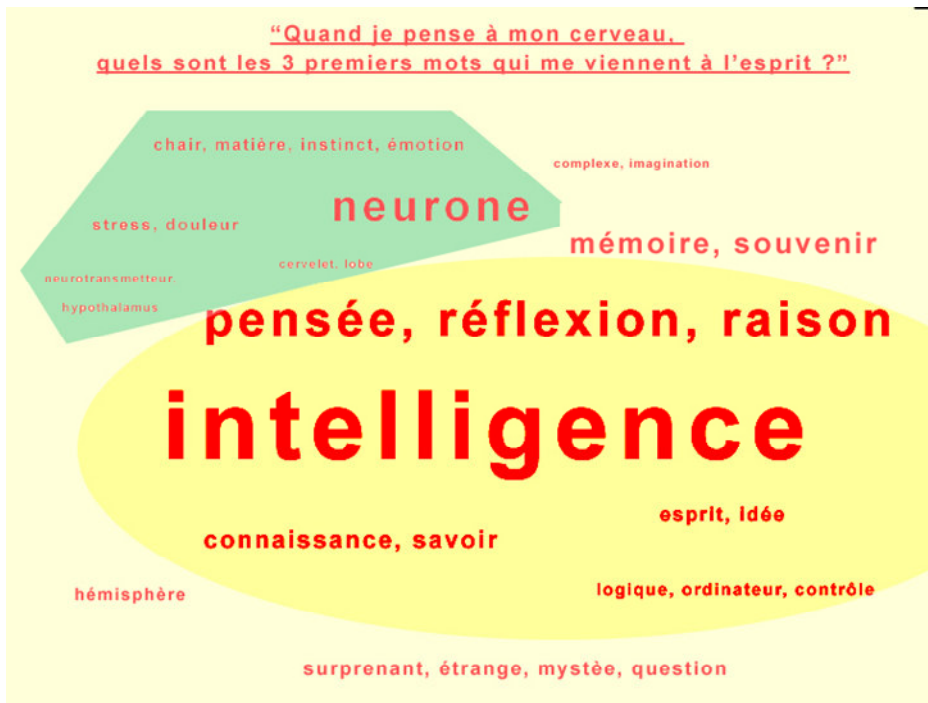


Nous voici donc de retour au niveau de la psychologie individuelle et des comportements qu'elle génère.



C'est donc cette complexité de notre système nerveux qui est derrière notre psychologie, c'est-à-dire la pensée, la réflexion, la raison et l'intelligence humaine que l'on associe si fortement et spontanément au cerveau.

Mais derrière ces termes très abstraits, très désincarnés, il y a une réalité biologique...



...qui elle est faite, comme on vient de le voir, de chair, de matière, d'instinct, d'émotions, de neurones, de stress, de douleur, de neurotransmetteurs, d'hypothalamus, etc.

Des mots beaucoup plus « incarnés » que les gens associent spontanément beaucoup moins au mot « cerveau ».

Et pourtant, depuis 20 ou 30 ans les neurosciences ne cessent d'accumuler les données montrant à quel point notre pensée est incarnée,



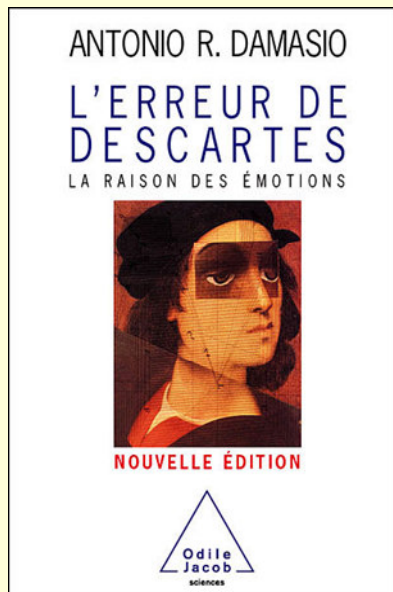
et à quel point elle dépend des neurones de notre cerveau, qui lui a un rapport intime avec le reste du corps,

qui lui est à tout moment entièrement immergé dans son environnement,

n'en déplaise à notre bon ami Descartes, que l'on voit ici, pour qui la matière et la pensée étaient de nature différente...

Descartes qui a beaucoup fait pour jeter les bases de la science moderne, mais qui, avec son dualisme, cette idée que le corps et l'esprit sont deux choses séparées, a contribué à retarder de beaucoup la compréhension de la cognition humaine.

Mais sa vision des choses faisait l'affaire de bien du monde, dont le pouvoir religieux qui n'était pas l'un des moindres à son époque...



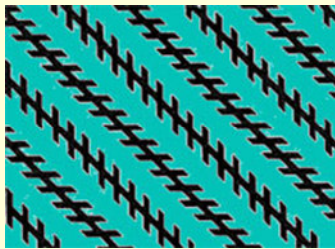
Mais depuis quelques décennies, les neurosciences ont réussi à s'affranchir du dualisme cartésien. Il y a même un livre très connu de Antonio Damasio qui s'intitule L'erreur de Descartes.



Car notre cerveau est informé à tout moment de tout ce qui se passe dans le corps et dans l'environnement et « pense », pour ainsi dire, de concert avec le corps et l'environnement.

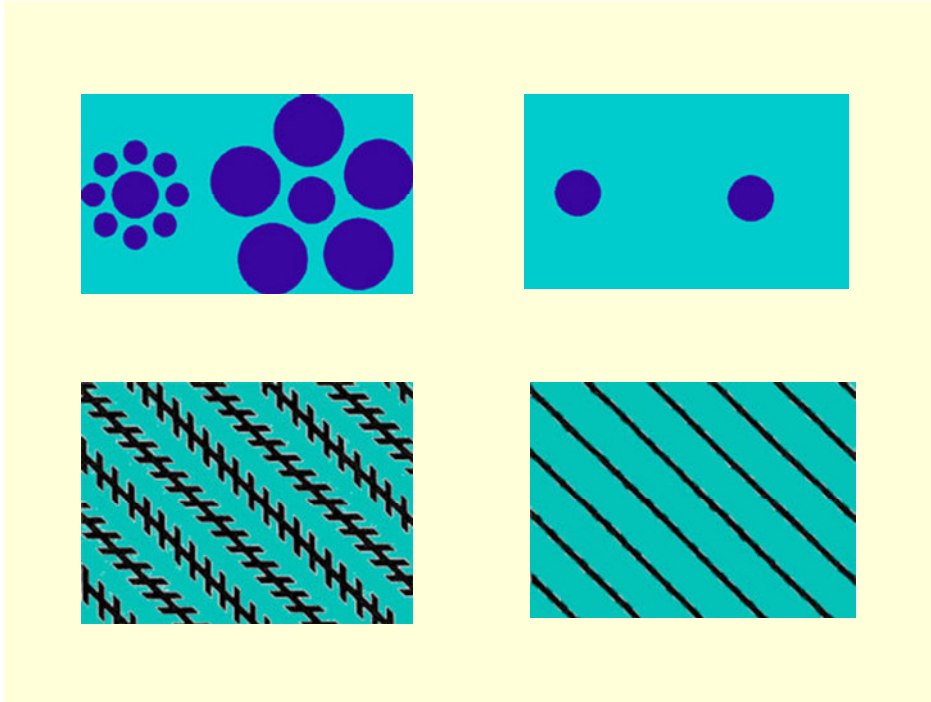
Et depuis 10 ou 15 ans, on ne compte plus les livres et les articles scientifiques qui montrent à quel point tous les aspects de notre pensée, du langage jusqu'aux mathématiques, en passant par la prise de décision et bien d'autres fonctions cognitives, comment tout ça est influencé par le corps que nous avons et l'environnement dans lequel nous nous trouvons.

Et j'aimerais vous donner quelques exemples de cela dans différents domaines,

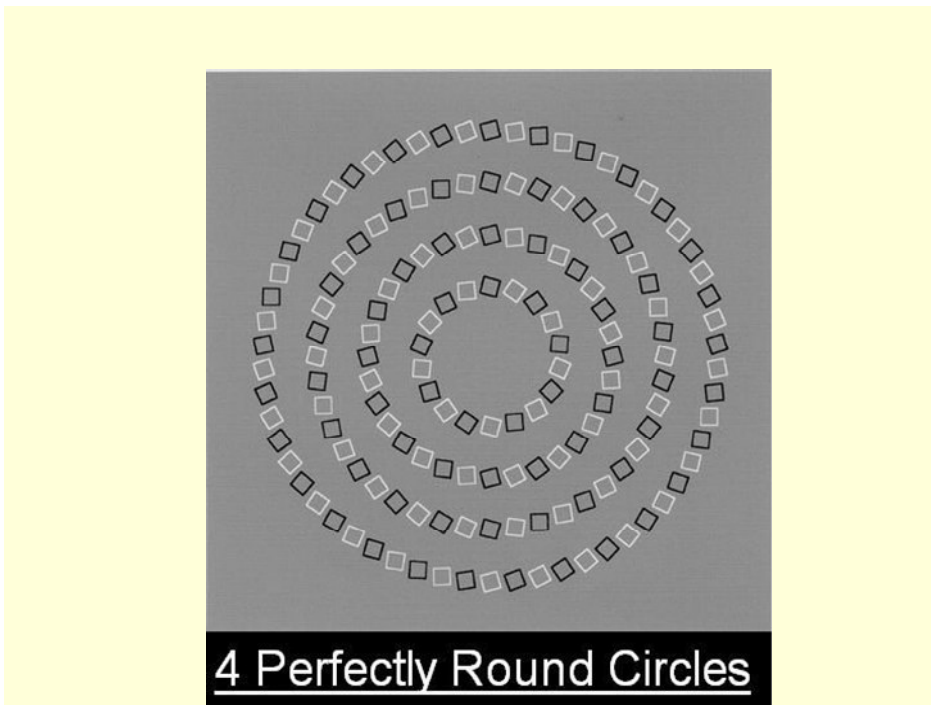


à commencer par quelque chose de très simple que vous connaissez tous et toutes, les illusions d'optique.

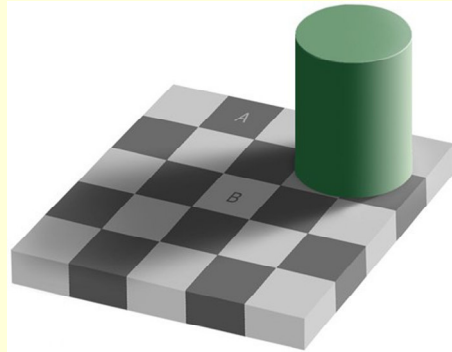
Il nous semble par exemple que ce cercle ici est plus gros que celui-là, et que les grandes lignes ici ne sont pas parallèles...



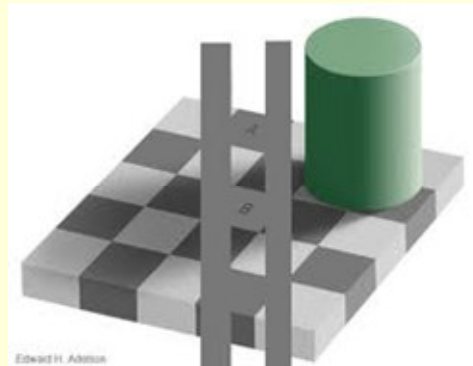
Et pourtant elles le sont, et les deux cercles sont aussi de la même taille. Mais le contexte ajouté (ronds plus gros, plus petits ou courtes lignes obliques) biaise notre perception de manière très robuste.



Même chose avec ces 4 cercles concentriques qui sont formés de petits carrés décalés qui suggèrent une spirale.



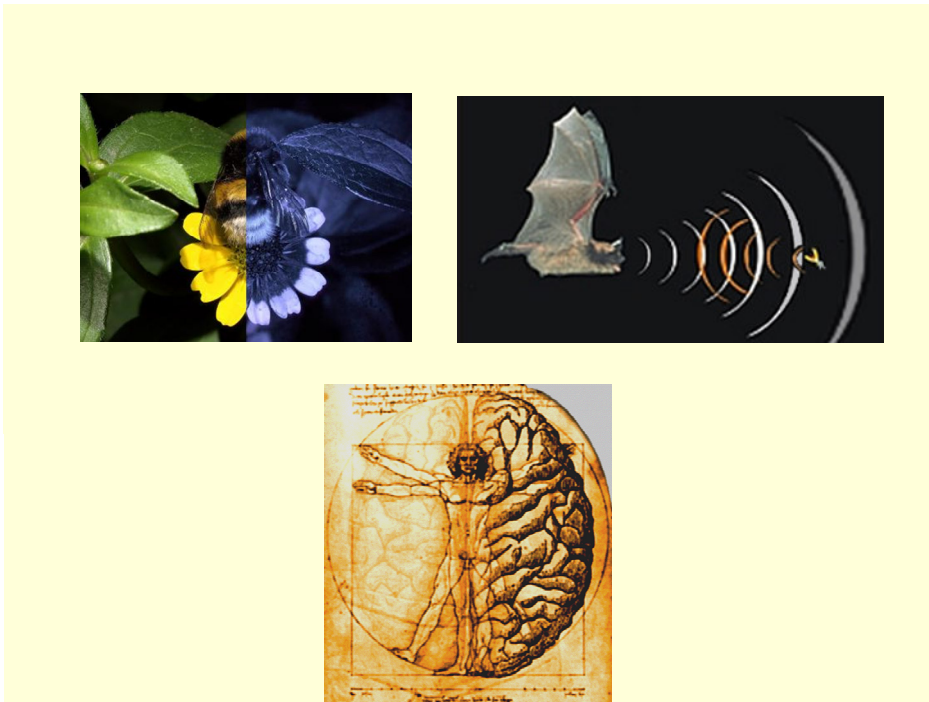
Et enfin le fameux échiquier d'Adelson...



...où plusieurs effets de contexte s'additionnent pour nous convaincre qu'on a affaire à une case A « noire » et B « blanche », alors que les deux sont de la même teinte de gris.

Ce qui se passe, c'est que les circuits du système visuel humain sont câblés de telle façon qu'ils utilisent beaucoup le contexte que fournit l'environnement pour s'aider à discerner et à percevoir les objets dans la multitude de stimuli visuels désordonnés qui parviennent à notre rétine. Et quand les indices de l'environnement sont choisis pour accentuer un certain type de perception, on ne peut faire autrement que de « tomber dans le panneau » de l'illusion d'optique.

Voilà donc comment un attribut particulier de notre corps (le type de système visuel particulier que l'on a) peut avoir une influence sur un aspect élémentaire de notre pensée, la simple perception visuelle du monde.



Parce qu'il ne faut pas oublier que d'autres animaux, avec des corps bien différents du nôtre, ont aussi des systèmes sensoriels bien différents.

L'abeille, par exemple, voit dans l'ultraviolet, et la chauve-souris s'oriente dans l'obscurité par écholocalisation, c'est-à-dire en captant l'écho des sons qu'elle émet et que renvoient les objets.

Leur « monde » perceptif est donc forcément très différent du nôtre, parce qu'ils n'ont pas le même corps et les mêmes appareils sensoriels.

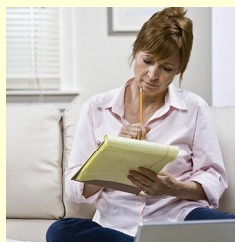
Bref, l'idée d'une raison qui fonctionnerait de façon indépendante du corps ne tient plus la route. Et de nombreux résultats expérimentaux vont en ce sens.

Je n'ai pas le temps de trop les détailler, mais je vous en présente 4 de ces expériences très rapidement.



Un expérimentateur qui tient une tasse de café chaud ou de thé glacé dans une main et des feuilles dans l'autre demande à des gens de bien vouloir tenir la tasse pendant qu'il les identifie sur les feuilles pour l'expérience. Celle-ci est simple : la personne doit lire une brève description du comportement d'une personne fictive et doit tenter d'évaluer sa personnalité à partir de ces indices.

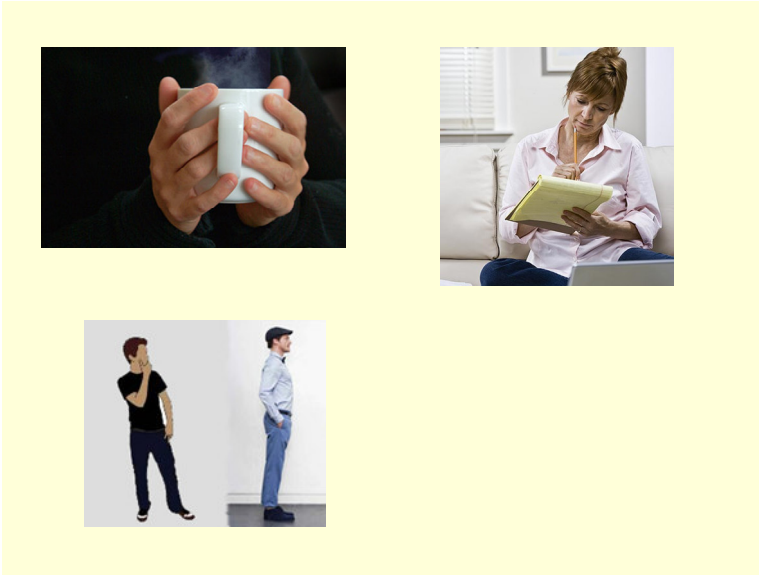
Ceux qui ont tenu la tasse chaude évaluent comme beaucoup plus chaleureux le personnage fictif que ceux qui ont tenu le thé glacé qui le perçoivent comme quelqu'un de plus froid...



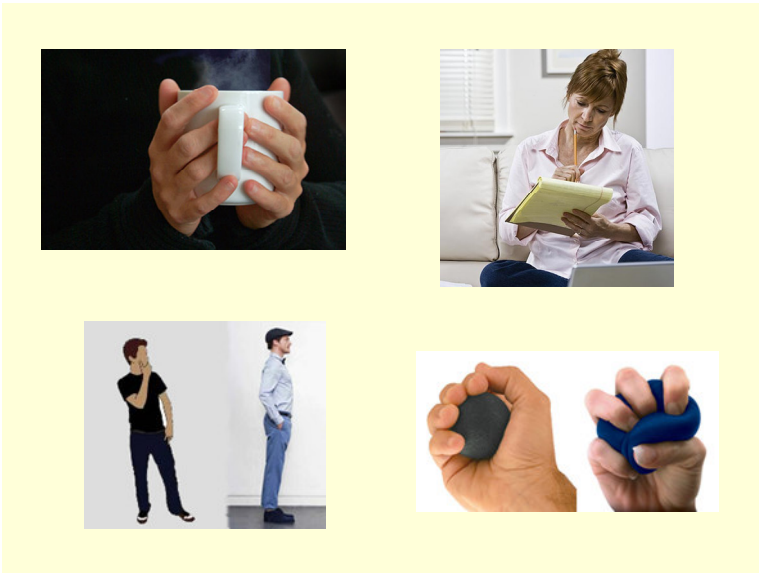
On demande à des sujets d'évaluer combien valent des devises étrangères comme le yen japonais ou le peso mexicain et d'écrire leurs réponses sur un pad qu'ils doivent tenir à la main. Or certains pad sont légers alors que d'autres sont

lourds. Ceux qui ont le pad plus lourd ont tendance à évaluer les monnaies comme étant plus élevées par rapport à ceux qui tenaient les pads légers.

Le concept abstrait « d'importance » est donc directement influencé par « l'importance » de l'expérience corporelle de l'effort à fournir pour soutenir un poids.

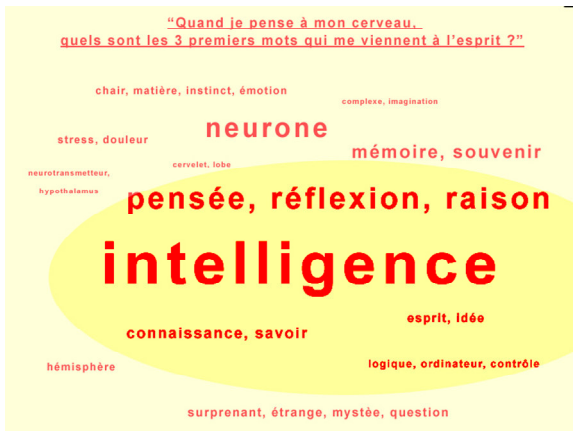


On a demandé à des sujets d'imaginer une journée typique de leur vie il y a 4 ans, et une journée typique de leur vie comme il l'imagine dans 4 ans. Les sujets avaient les yeux bandés et avaient des capteurs sur les muscles des jambes. On a ainsi pu observer que lorsqu'un sujet pense au passé, il tend à se pencher légèrement par en arrière, et quand il pense au futur, il tend à se pencher légèrement en avant.



On montre à des sujets des photos de personnes dont le sexe est ambigu et on leur demande de déterminer s'ils sont des hommes ou des femmes. Pendant qu'ils s'exécutent, ils doivent presser une balle dans l'une de leur main, balle qui est plutôt dure pour certains participants, et plutôt molle pour les autres.

Ceux qui pressaient la balle plus dure percevaient davantage les visages comme étant masculins, et ceux qui pressaient la balle molle comme des visages féminins. Donc encore ici, l'expérience corporelle de la dureté ou de la « tendreté » de la sensation tactile influence quelque chose d'abstrait comme la catégorisation du genre des personnes.



Ce type d'expérience, et elles sont nombreuses, appuient toute l'idée que notre raisonnement, notre réflexion et nos concepts les plus abstraits sont influencés, et peut-être même construits,

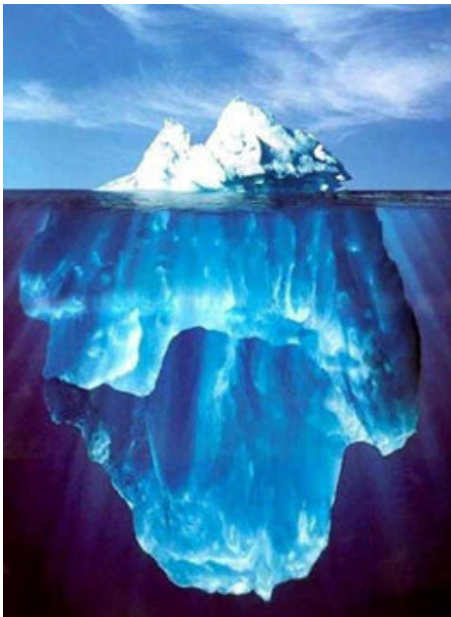


par notre expérience corporelle avec le monde ! (et accessoirement, ça réduit en miettes des doctrines philosophiques dualistes qui ont eu court pendant des siècles...)

C'est donc notre corps tout entier et ses modifications physiologiques, qui sont intimement liés à nos émotions, qui sont à la base de nos décisions bien plus que la raison.

Et cette raison s'apparente très souvent à une rationalisation qui arrive après-coup, à des alibis langagiers pour la plupart inconscients qui viennent justifier des comportements qui se font pour la plupart à notre insu.

De sorte que l'image la plus juste pour représenter le rapport entre la raison consciente et tous les mécanismes qui guident nos raisonnements et nos comportements inconsciemment est sans doute celle-ci :



...le bon vieil iceberg, où la pointe émergée représente les processus mentaux dont on a conscience, notre langage par exemple, et l'immense partie immergée représente tous les processus inconscients qui se passent dans notre cerveau sans qu'on s'en aperçoive.

Et même pour ce qui est de notre langage, toute la syntaxe en est inconsciente ! Est-on conscient de choisir l'ordre des mots que nous utilisons quand nous formulons une phrase dans notre langue maternelle ? Non, cela « sort tout seul », cela se fait par des processus qui sont tout à fait inconscients.

Parce que, quand on y pense bien, dans la vie de tous les jours, ce qu'on fait surtout, c'est agir spontanément et efficacement sur le monde qui nous entoure, sans délibération, réflexion ou se dire explicitement que l'on va faire telle ou telle chose [non, on la fait, tout simplement].

On ouvre la porte, salue un ami, fait du thé, répond au téléphone, nettoie la table, etc. Et les choses peuvent s'enchaîner pendant un bon bout de temps comme ça, sans qu'on ait besoin de réfléchir, d'y penser consciemment.

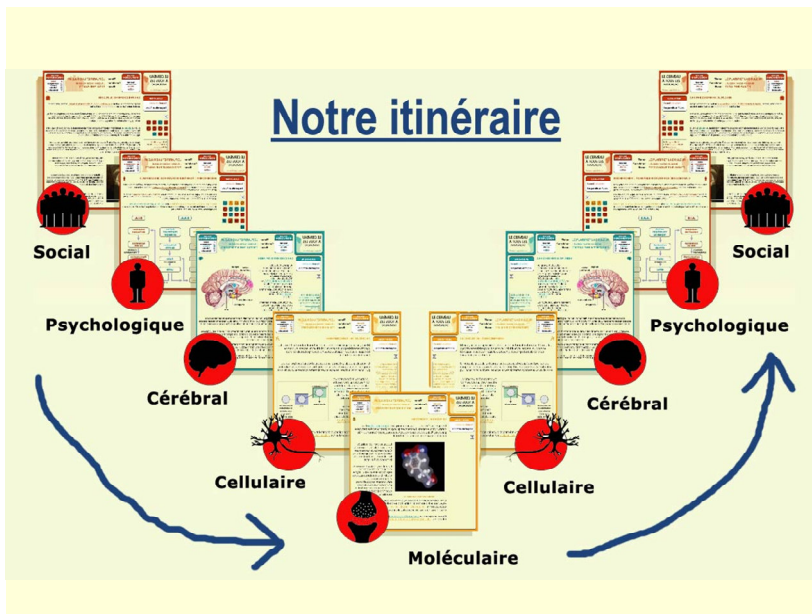
À un moment donné cependant, un événement nouveau ou imprévu peut nous forcer prendre une décision consciente. Mais très vite, à partir de là, nous allons nous remettre à cette nouvelle tâche sans y penser...

Malgré tout, ce sont de vastes régions de notre cerveau qui sont sollicitées par la moindre tâche consciente, et même inconsciente, puisque par exemple beaucoup de neurones ont une activité spontanée, c'est-à-dire qu'ils émettent des influx nerveux spontanément et que c'est plutôt la fréquence de ces influx qui sera augmentée ou diminuée par des tâches cognitives.

Donc l'activité du cerveau est très « dynamique » et globale. Cela signifie que c'est complètement faux de dire, comme on l'entend encore souvent et comme j'ai pu le lire dans vos réponses à mon questionnaire, que le cerveau n'utilise que 10 % de ses capacités. Le cerveau fonctionne toujours à 100%... à moins de faire un ACV !

S'il est vrai que certaines régions et pas d'autres modifient leur activité pour une tâche donnée, dès qu'on explore différentes tâches on se rend compte que toutes les régions du cerveau sont utilisées, et une même région peut même très souvent être sollicitée pour de nombreuses tâches.

*



Ces « préconceptions sociales », ces « légendes urbaines » comme celle du 10% qui circulent sur le cerveau, nous ramènent à notre itinéraire et à sa dernière étape, au niveau social justement...

Car qu'est-ce qu'une telle préconception, sinon une idée qui circule dans le groupe social, et qui finit par créer un conditionnement dans notre cerveau, c'est-à-dire un réflexe conditionné...

conditionnement

propagande

endoctrinement

conformisme



...exactement comme Pavlov avec son chien : à force de lui faire entendre une cloche avant de lui servir de la viande, le chien en vient à associer les deux et à saliver au seul son de la cloche.

Ces mécanismes de conditionnement sont très présents dans nos sociétés, et portent des noms comme propagande, endoctrinement, conformisme...

Ces conditionnements sont les plus efficaces lorsqu'ils font appel à un phénomène bien connu chez les animaux qui s'appelle « la peur conditionnée ».

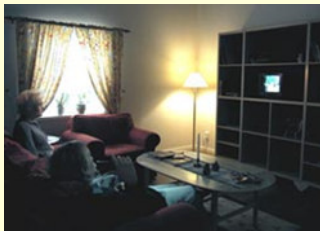
C'est par exemple la gazelle qui va retenir toute sa vie que tel point d'eau est dangereux si elle s'est déjà fait attaquer par un lion à cet endroit.

Ou encore ce sont les personnes qui vont avoir peur des chiens toute leur vie parce qu'elles se sont fait mordre une fois quand elles étaient jeunes.



Culture de la peur - Peur conditionnée

Et cette peur conditionnée est aussi très répandue et utilisée à grande échelle dans les sociétés humaines pour générer des cultures de la peur ...



Il n'est donc pas surprenant que les dominants ou les privilégiés dans une société, qui sont ceux qui contrôlent habituellement les grands médias, utilisent beaucoup la peur pour exercer leur contrôle sur les populations.



Ils peuvent ensuite leur proposer une protection de la police ou de l'armée, et assoir ainsi leur pouvoir, avec l'approbation même de ceux et celles qui se font ainsi manipuler...

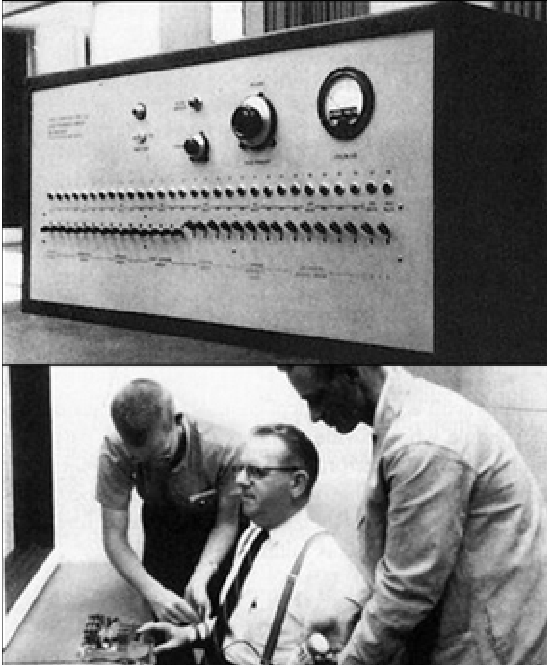
Je ne sais pas si ça vous rappelle quelque chose... par rapport à ce qui s'est passé ces dernières semaines au Québec, mais moi oui !

Car c'est exactement ce qui se passe quand le gouvernement et les médias de masse n'ont que le mot « violence » sur les lèvres parce qu'il y a quelques vitrines de banques qui ont été brisées, et qu'on fait ensuite accepter la répression policière qui elle est vraiment violente parce qu'elle frappe les gens et les blesse par centaines...

*

Je voudrais terminer en défendant l'idée que l'accès à l'éducation, les connaissances en général, en sciences dites « humaines » (histoire, science politique, philo, etc), mais aussi et peut-être surtout (parce qu'on ne l'enseigne pas assez) les connaissances sur le fonctionnement de son cerveau et de son système nerveux, que cela permet non seulement de mieux comprendre le monde complexe dans lequel on vit, mais aussi d'agir en connaissance de cause sur celui-ci afin d'éviter par exemple les dérives autoritaires auxquelles on assiste présentement au Québec.

Et pour cela, j'évoquerai rapidement deux exemples.



D'abord un exemple d'expérience qu'il faudrait enseigner partout dans les cégeps si c'est pas au secondaire, ce sont les expériences classiques de Milgram sur la soumission à l'autorité, qui ont montré que bon nombre d'individus étaient prêts à infliger des chocs électriques mortels à un inconnu si, dans un contexte d'autorité, on lui en donnait l'ordre.

Alors, ça permet de comprendre beaucoup mieux par exemple toute cette brutalité policière et devrait nous inciter à revoir radicalement ce qui s'enseigne dans les écoles de police et les valeurs transmises au sein de la « fraternité » des policiers, par exemple.

Car c'est sûr que si t'es conditionné à penser que les étudiants ne sont que des « bébés gâtés buvant de la sangria sur des terrasses », c'est facile de les déshumaniser et de les frapper...

*

L'autre exemple d'un savoir de base sur le comportement humain que tout le monde devrait posséder (grâce à un système d'éducation accessible à tout le monde...), ce sont les 3 options qui s'offrent toujours à nous pour maintenir notre intégrité physique et psychologique lorsque celle-ci est menacée.

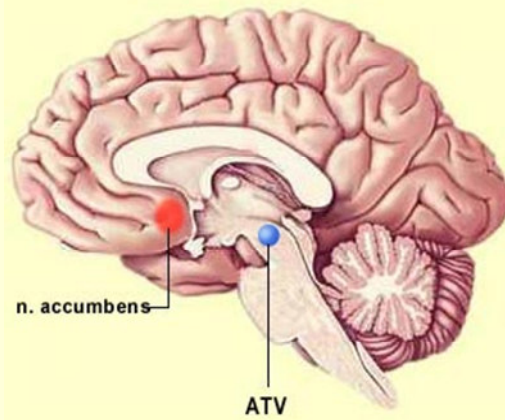
Et ça boucle la boucle avec ce qu'on avait dit au début, comme vous allez le voir, à savoir qu'un cerveau, ça sert d'abord à agir.

Alors quelles sont donc ces 3 options ?

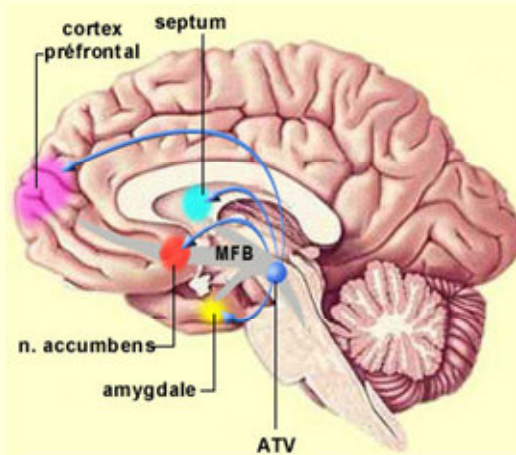


D'abord, il faut savoir que le comportement de base d'un animal est le comportement d'approche, c'est-à-dire la curiosité, le désir, qui mène à l'action et à la satisfaction de ce désir.

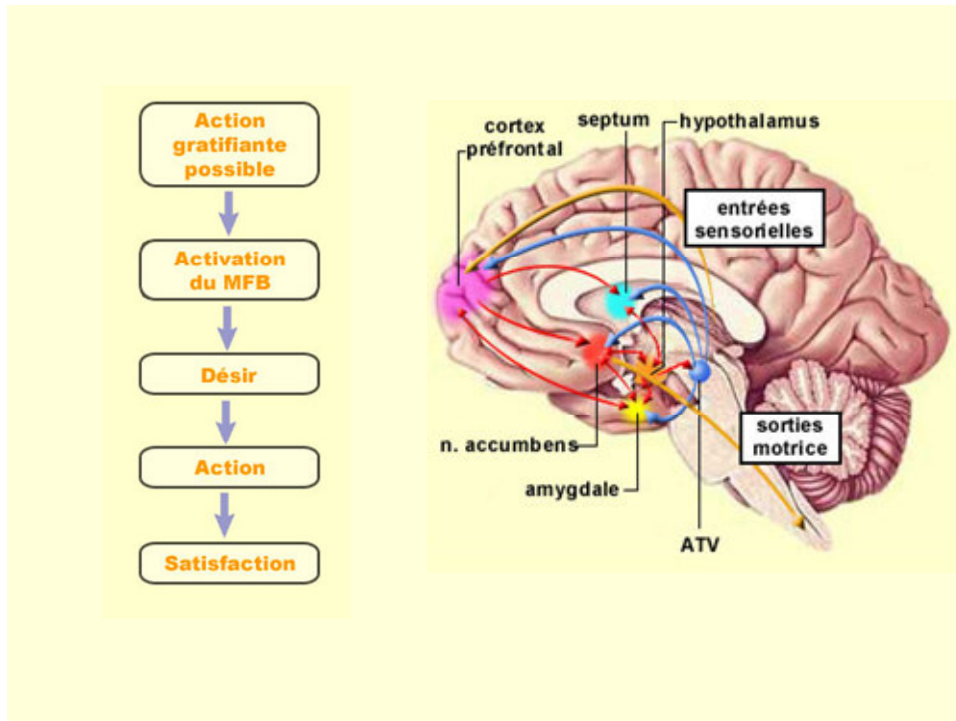
Mettez un rat dans une nouvelle cage : au début il a peur et reste dans un coin, mais très vite il commence à explorer la cage, car un nouvel environnement est promesse de nouvelles ressources.



Et ce désir qui le pousse à l'action vers une ressource potentiellement intéressante, on l'a vu, il est appuyé par des mécanismes évolutivement très anciens, qui utilisent la dopamine comme neurotransmetteur dans un circuit dit « de la récompense »...



...qui, comme on l'a vu, implique plusieurs autres régions cérébrales en plus de son circuit principal...



...et de nombreuses boucles de rétroaction, toujours omniprésentes comme on l'a dit, dans le cerveau.

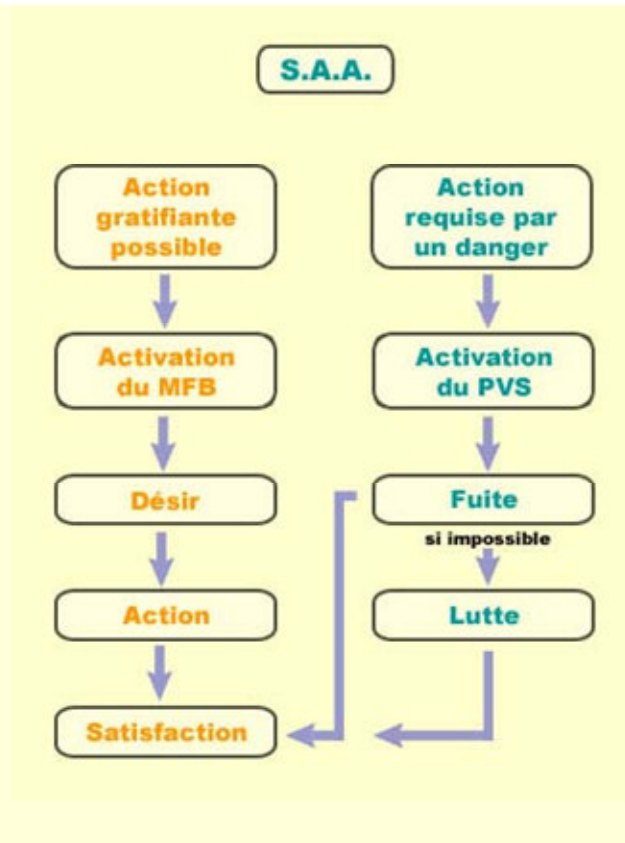
Mais les choses ne vont pas toujours bien, et l'intégrité de notre organisme est parfois **menacé**.

Directement par un fauve comme au temps de nos lointains ancêtres.

Ou ces jours-ci par exemple si des choix du gouvernement ont pour conséquences de nous empêcher d'avoir accès aux études pour faire un métier qu'on aime...

dans les deux cas, c'est la même chose pour l'organisme qui a alors deux choix :

la fuite ou la lutte

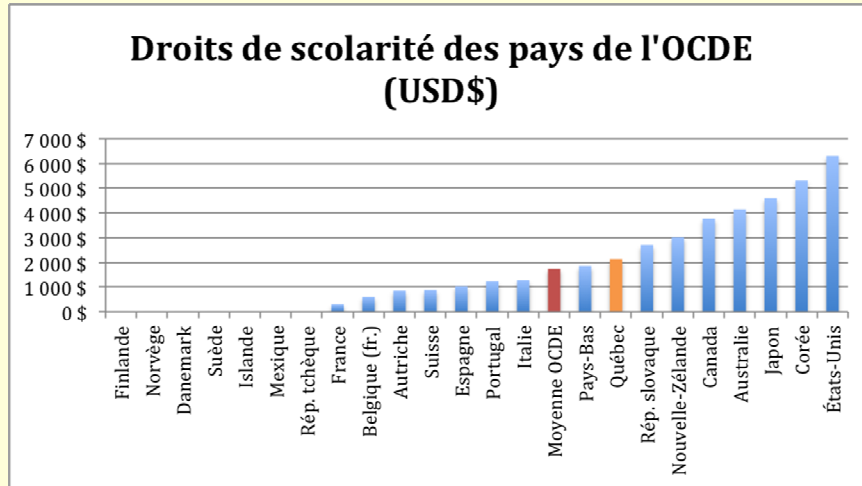


Il y a évidemment aussi des circuits cérébraux associés à ces comportements, mais on n'a pas le temps de les détailler ici.

*

La première option est donc la fuite, qui permet de se soustraire physiquement à ce qui nous menace.

Si fuite possible...



Si l'on poursuit avec l'exemple de la grève étudiante, on peut évoquer par exemple la fuite vers l'un des nombreux pays où les frais de scolarité sont moins élevés qu'au Québec ! Mais si cette fuite ne vous est actuellement pas possible, vous pouvez lutter...

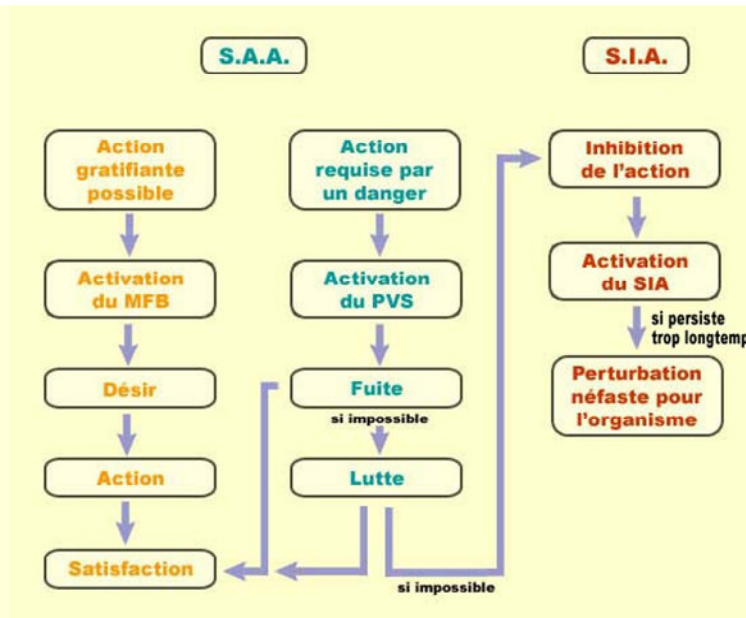
Sinon la lutte...



Quand la fuite est impossible, comme lorsqu'un rat est coincé dans un coin de sa cage, ou qu'un étudiant est coincé au Québec, alors l'autre option est la lutte.

Si elle a du succès, la lutte permet d'écarter, de décourager ou de détruire la menace initiale.

Et la lutte que les étudiants mènent depuis des mois pourrait bien, ce qu'on souhaite, amener une réduction ou un gel de la menace de cette hausse des frais de scolarité qui, on le sait, réduirait de manière catastrophique pour plusieurs l'accès à l'éducation.



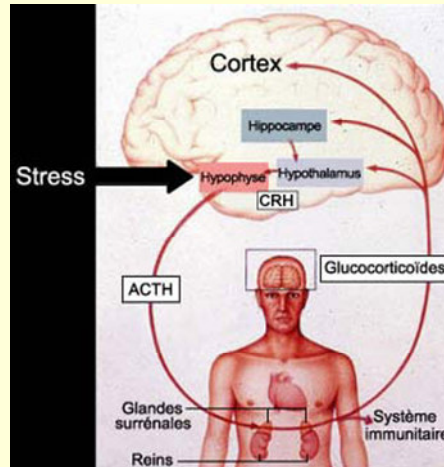
Tout va bien si on réussit à fuir ou à combattre le danger : **retour à la satisfaction**

Sinon : problèmes, car on risque de subir un **stress chronique**, c'est-à-dire demeurer en **inhibition de l'action**, avec tous ses effets dévastateurs sur la santé...

La dernière option, quand les conditions pour la fuite ou la lutte ne sont pas favorables (comme ce fut le cas au Québec depuis plusieurs décennies...), c'est l'inhibition de l'action.

C'est l'attente en tension, sous le stress, en espérant que la menace va s'éloigner, se dissiper un jour.

Mais cela, tant pour un peuple que pour l'organisme d'un individu particulier qui est conçu pour agir, c'est très néfaste pour l'équilibre biologique de cet organisme si l'attente se poursuit trop longtemps.



en plus des **maladies dites « de civilisation »** que l'on peut associer à l'inhibition de l'action (maladies cardio-vasculaire, ulcère d'estomac, etc)

certaines hormones, comme les glucocorticoïdes, qui demeurent à un taux élevé durant une longue période dans le sang, vont **affaiblir le système immunitaire** (qui lui aussi est relié au corps et au cerveau) et même affecter le cerveau,

en réduisant par exemple le nombre de nouveaux neurones qui y sont produits dans certaines régions comme l'hippocampe



Voilà pourquoi, pour rester en équilibre en tant qu'individu et en tant que société, il faut à tout prix éviter l'inhibition et passer à l'action !

C'est la grâce que je nous souhaite,

Merci de votre attention.