

L'être humain, un drôle d'animal

Ou qu'est-ce que les neurosciences
ont à dire sur ce que nous sommes ?

UTA – St-Léonard-Anjou

25 février 2019



LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Un site web interactif sur le cerveau et les comportements humains

- 📍 Visite guidée
- 📍 Plan du site
- 📍 Diffusion
- 📍 Présentations
- 📍 Nouveautés
- 📍 English

Principes fondamentaux



Du simple au complexe

- Anatomie des niveaux d'organisation
- Fonction des niveaux d'organisation



Le bricolage de l'évolution

- Notre héritage évolutif

Le développement de nos facultés

- De l'embryon à la morale



Le plaisir et la douleur

- La quête du plaisir
- Les paradis artificiels
- L'évitement de la douleur



Les détecteurs sensoriels

- La vision



Le corps en mouvement

- Produire un mouvement volontaire

Fonctions complexes



Au coeur de la mémoire

- Les traces de l'apprentissage
- Oubli et amnésie



Que d'émotions

- Peur, anxiété et angoisse



De la pensée au langage

- Communiquer avec des mots



Dormir, rêver...

- Le cycle éveil - sommeil - rêve
- Nos horloges biologiques



L'émergence de la conscience

- Le sentiment d'être soi

Dysfonctions



Les troubles de l'esprit

- Dépression et maniaque-dépression
- Les troubles anxieux
- La démence de type Alzheimer

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Chercher dans le blogue

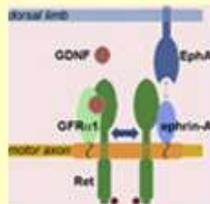
Envoyer

Catégories

- Au coeur de la mémoire
- De la pensée au langage

Lundi, 13 février 2012

Des protéines qui guident le câblage cérébral



Le cerveau humain contient des millions de fois plus de connexions entre ses neurones que les quelque 20 000 ou 25 000 gènes contenus dans l'ADN de nos cellules. Et pourtant, durant le développement de notre cerveau, les extrémités des axones de nos neurones en développement ressemblent à de véritables « têtes chercheuses » qui réussissent à trouver leur cible spécifique à travers la soupe moléculaire complexe que constitue le milieu extracellulaire.

Instituts de recherche en santé du Canada

Le cerveau à tous les niveaux est financé par l'Institut des neurosciences, de la santé mentale et des toxicomanies (INSMT), l'un des 13 instituts de recherche en santé du Canada (IRSC).

L'INSMT appuie la recherche dans différents domaines afin de réduire l'incidence des maladies du cerveau. L'INSMT fait ainsi progresser notre compréhension

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

[Retour à l'accueil](#)

Niveau d'explication

Débutant
Intermédiaire
Avancé



Niveau d'organisation

- △ Social
- Psychologique
- Cérébral
- Cellulaire
- ▽ Moléculaire

Thème

Le plaisir et la douleur



Sous-thème

- La quête du plaisir
- Les paradis artificiels
- L'évitement de la douleur

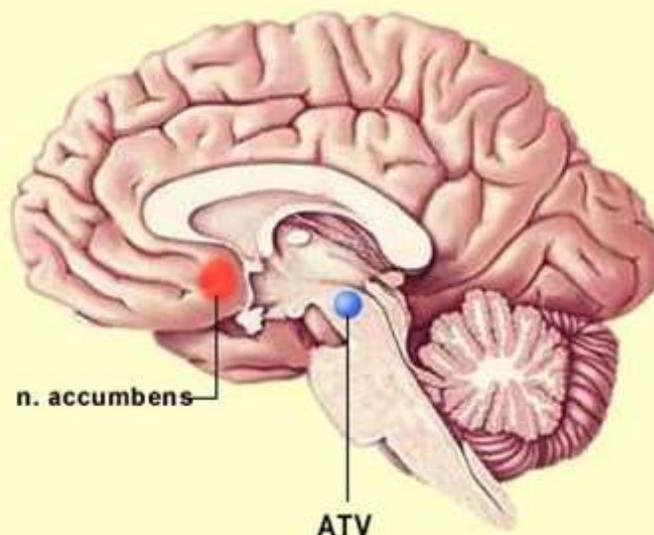


Un stimulus sensoriel qui n'apporte ni récompense ni punition est rapidement ignoré et oublié. C'est le phénomène de l'habituation qui nous fait oublier le contact de nos vêtements avec notre peau ou le tic tac de l'horloge du bureau.

LES CENTRES DU PLAISIR

1

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.

3 niveaux d'explication

Niveau d'explication

Débutant
Intermédiaire
Avancé

◀ ◻ ▶

LE CERVEAU À TROIS NIVEAUX!

Thème: LA FONCTION DU CERVEAU
Objectifs: Comprendre le rôle du cerveau dans le comportement.
Matériel: Vidéo, schéma du cerveau.

1. Le cerveau et le comportement

Le cerveau est le centre de commande de notre corps. Il reçoit des informations de nos sens et décide de nos actions. C'est lui qui nous permet de penser, de sentir, de ressentir et de nous déplacer.



2. Les neurotransmetteurs (NT)

Les neurotransmetteurs sont des molécules chimiques qui permettent à une cellule nerveuse de communiquer avec une autre cellule nerveuse. Ils sont libérés par une cellule nerveuse et se lient à des récepteurs sur une autre cellule nerveuse, ce qui déclenche une réaction.

3. Les hormones

Les hormones sont des molécules chimiques qui sont libérées par des glandes et qui voyagent dans le sang. Elles agissent sur les cellules de tout le corps et peuvent modifier leur fonctionnement.

LE CERVEAU À TROIS NIVEAUX!

Thème: LA FONCTION DU CERVEAU
Objectifs: Comprendre le rôle du cerveau dans le comportement.
Matériel: Vidéo, schéma du cerveau.

1. Le cerveau et le comportement

Le cerveau est le centre de commande de notre corps. Il reçoit des informations de nos sens et décide de nos actions. C'est lui qui nous permet de penser, de sentir, de ressentir et de nous déplacer.



2. Les neurotransmetteurs (NT)

Les neurotransmetteurs sont des molécules chimiques qui permettent à une cellule nerveuse de communiquer avec une autre cellule nerveuse. Ils sont libérés par une cellule nerveuse et se lient à des récepteurs sur une autre cellule nerveuse, ce qui déclenche une réaction.

3. Les hormones

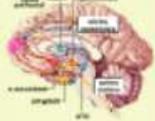
Les hormones sont des molécules chimiques qui sont libérées par des glandes et qui voyagent dans le sang. Elles agissent sur les cellules de tout le corps et peuvent modifier leur fonctionnement.

LE CERVEAU À TROIS NIVEAUX!

Thème: LA FONCTION DU CERVEAU
Objectifs: Comprendre le rôle du cerveau dans le comportement.
Matériel: Vidéo, schéma du cerveau.

1. Le cerveau et le comportement

Le cerveau est le centre de commande de notre corps. Il reçoit des informations de nos sens et décide de nos actions. C'est lui qui nous permet de penser, de sentir, de ressentir et de nous déplacer.



2. Les neurotransmetteurs (NT)

Les neurotransmetteurs sont des molécules chimiques qui permettent à une cellule nerveuse de communiquer avec une autre cellule nerveuse. Ils sont libérés par une cellule nerveuse et se lient à des récepteurs sur une autre cellule nerveuse, ce qui déclenche une réaction.

3. Les hormones

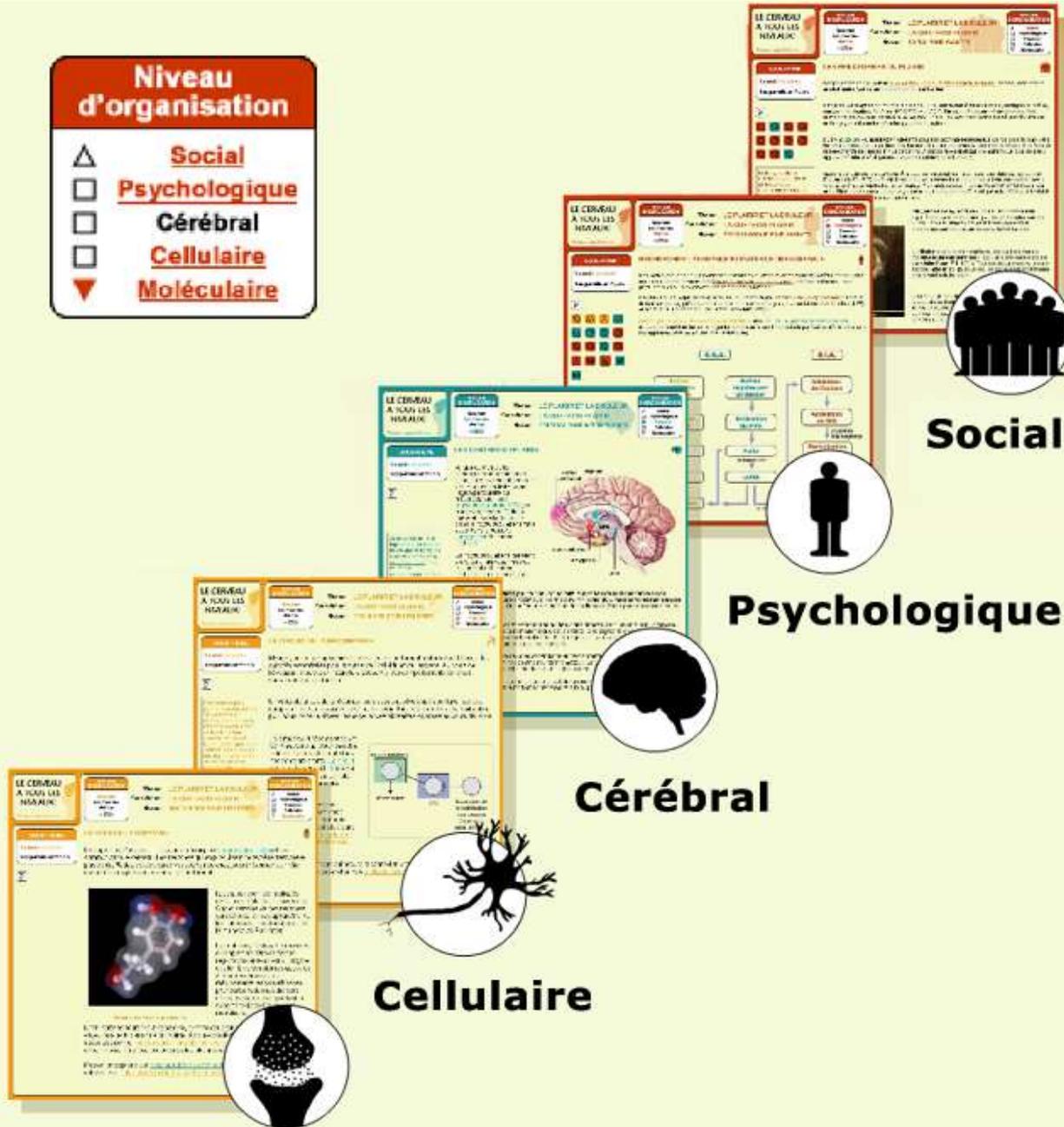
Les hormones sont des molécules chimiques qui sont libérées par des glandes et qui voyagent dans le sang. Elles agissent sur les cellules de tout le corps et peuvent modifier leur fonctionnement.

Débutant

Intermédiaire

Avancé

5 niveaux d'organisation



Moléculaire

Cellulaire

Cérébral

Psychologique

Social

LE CERVEAU A TOUT LES NIVEAUX

Social

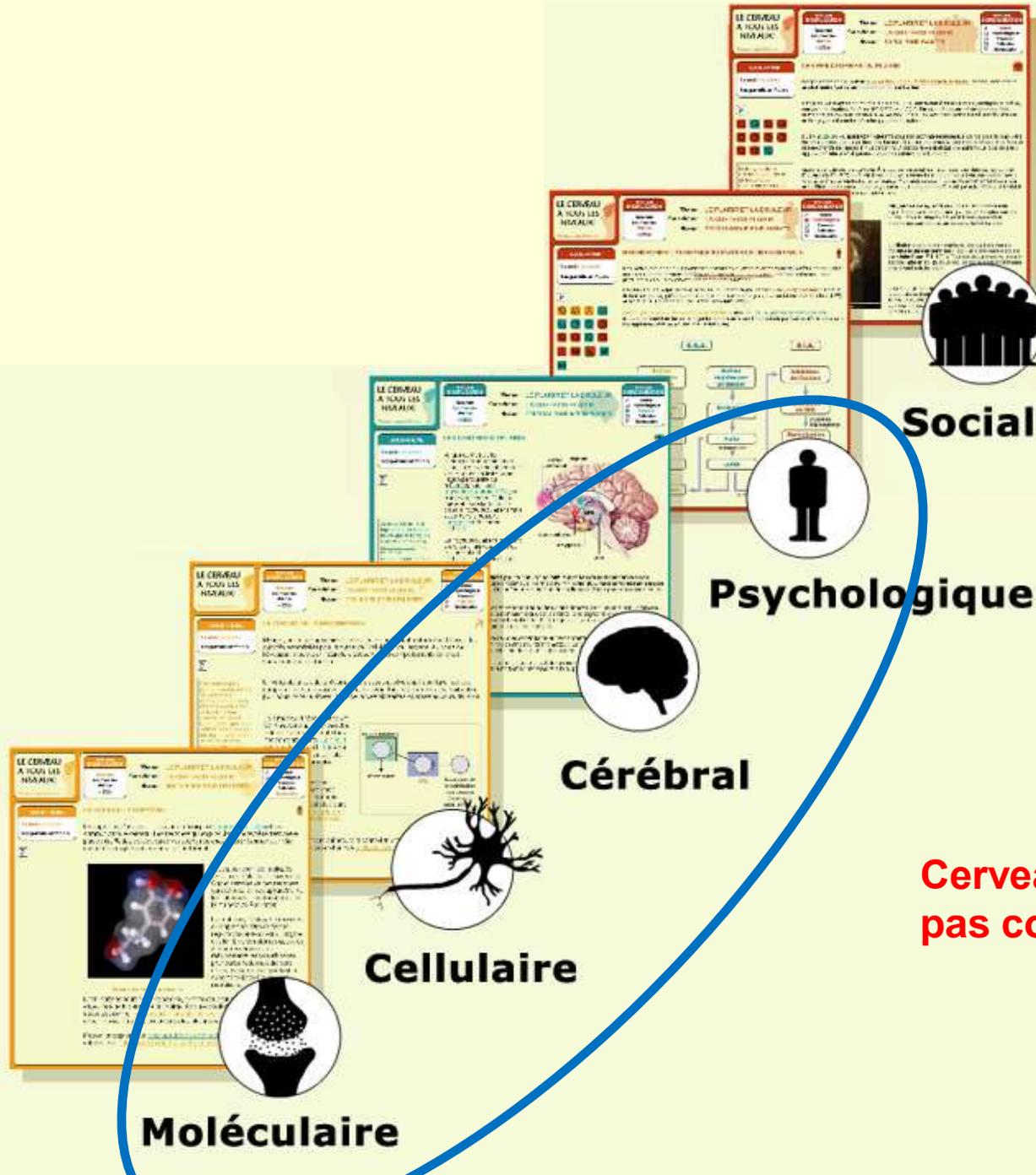
Psychologique

Cérébral

Cellulaire

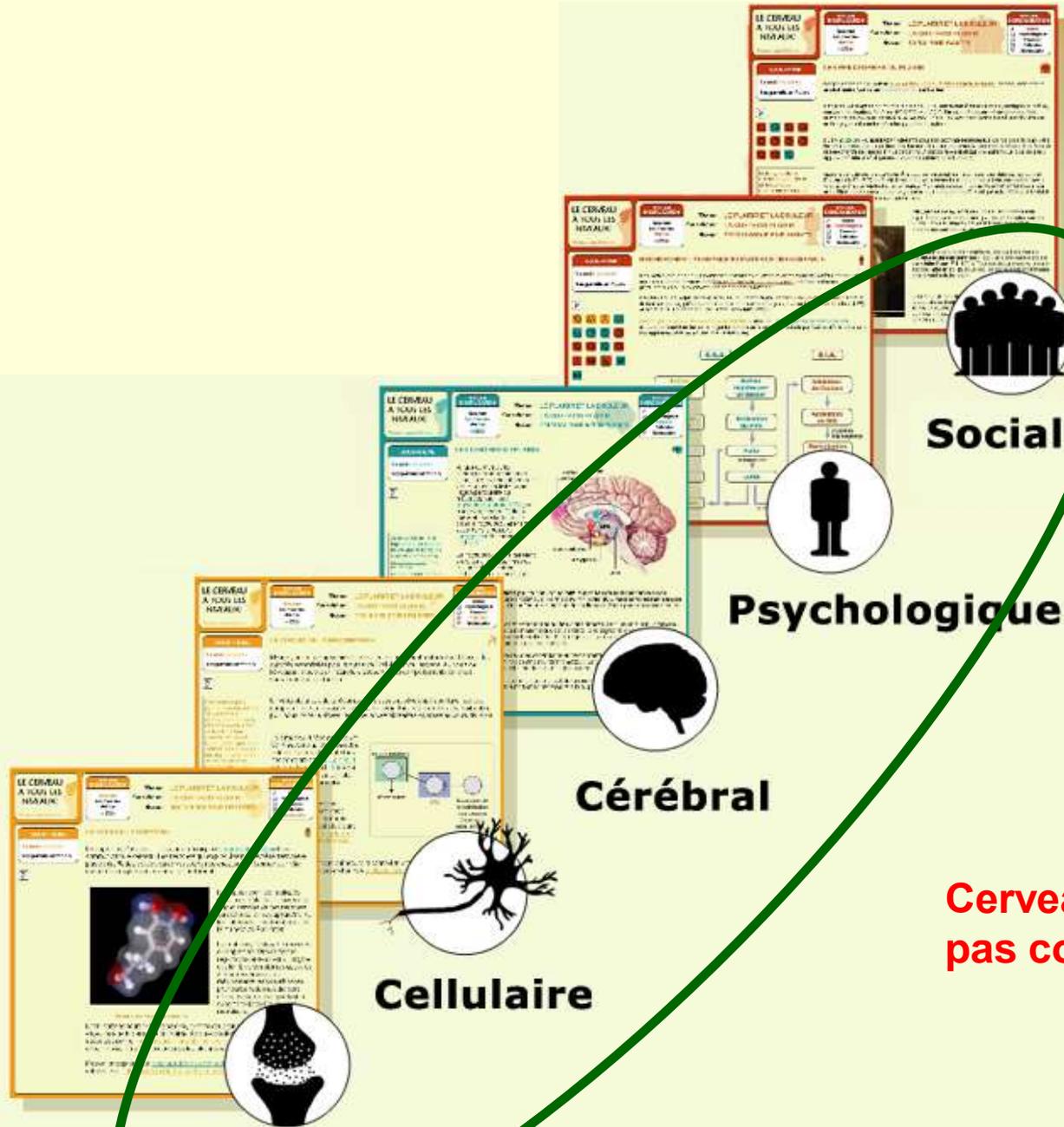
Moléculaire

Cerveau : l'histoire d'un organe pas comme les autres



Cerveau et corps
ne font qu'un

Cerveau : l'histoire d'un organe
pas comme les autres



Social



Psychologique



Cérébral



Cellulaire



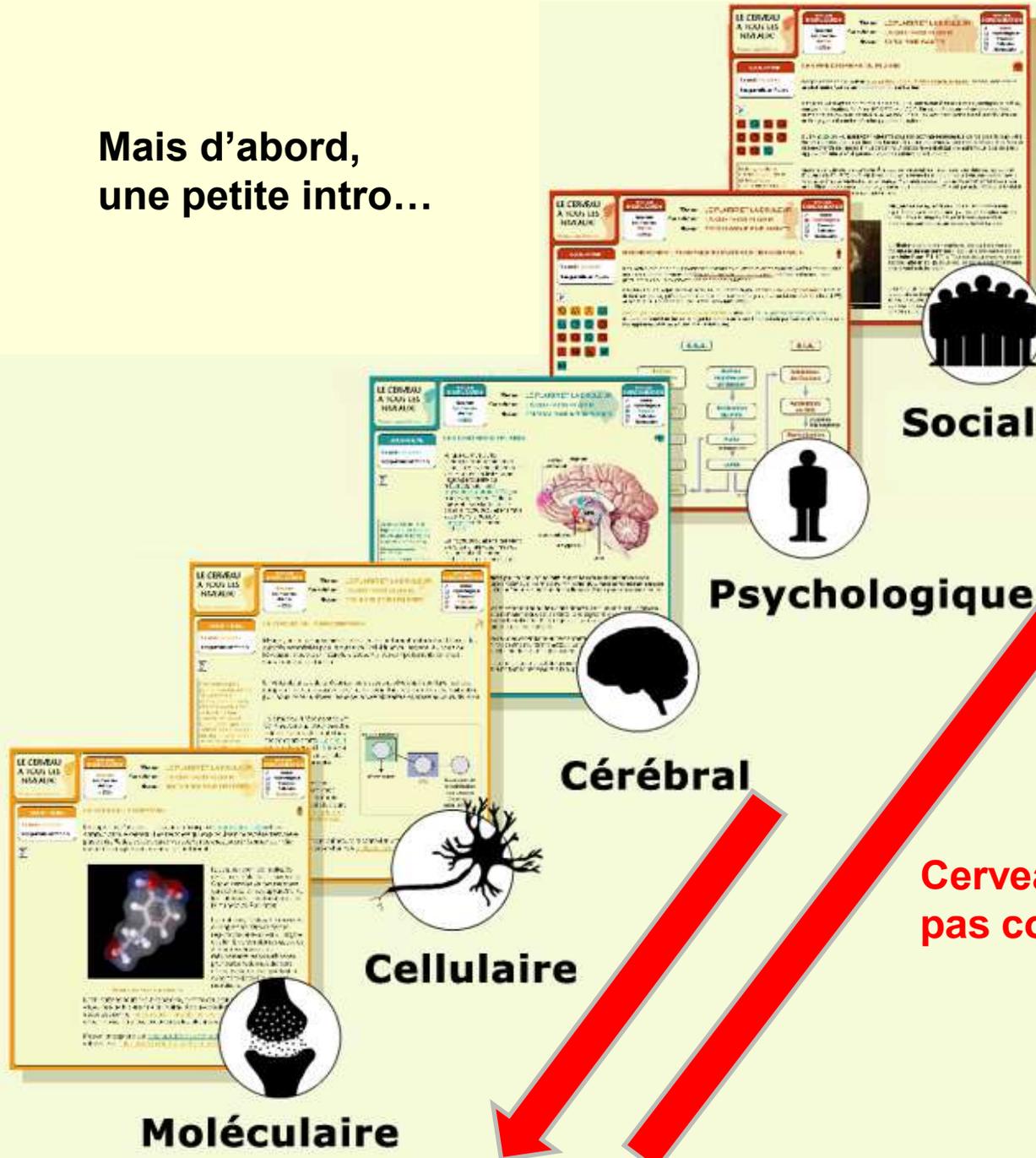
Moléculaire

**Cerveau-
corps-
environnement**

**Cerveau et corps
ne font qu'un**

**Cerveau : l'histoire d'un organe
pas comme les autres**

Mais d'abord,
une petite intro...

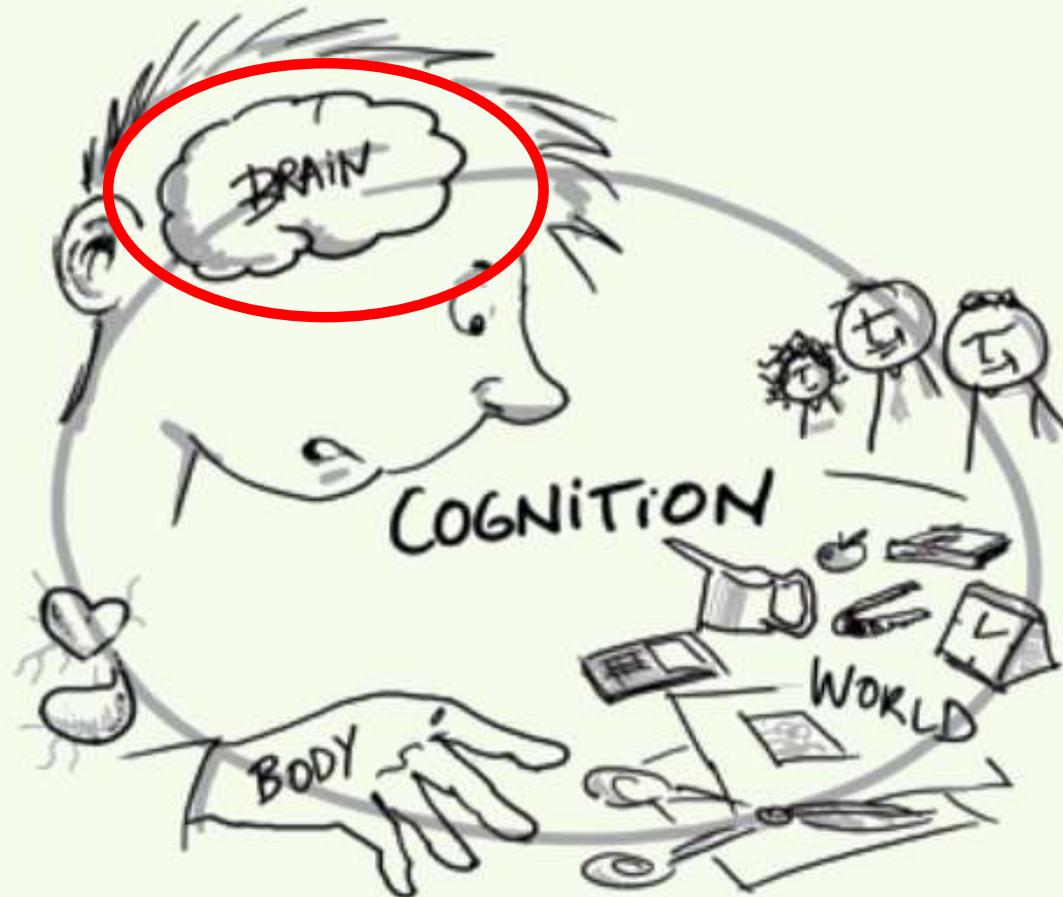


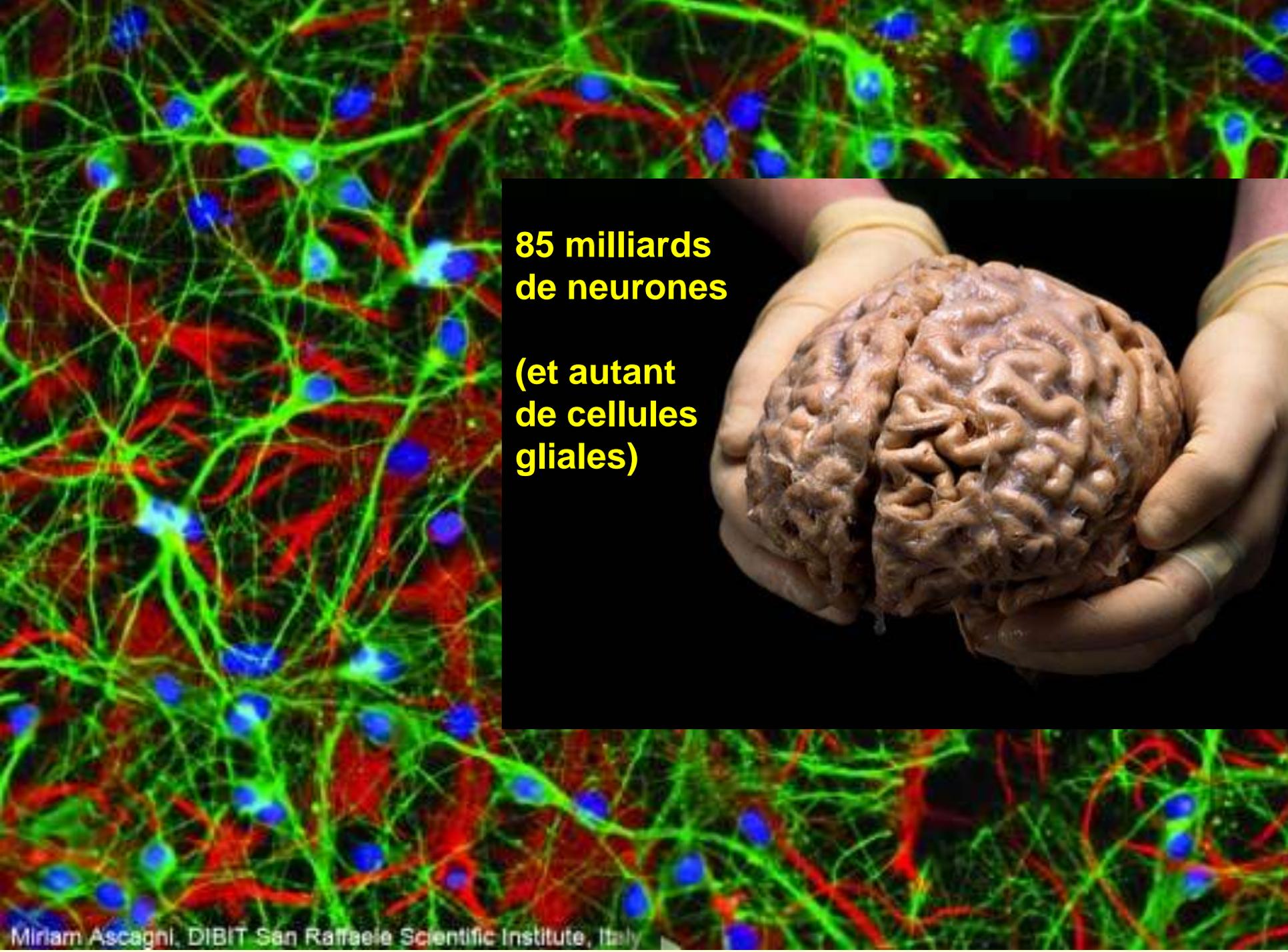
Cerveau-
corps-
environnement

Cerveau et corps
ne font qu'un

Cerveau : l'histoire d'un organe
pas comme les autres

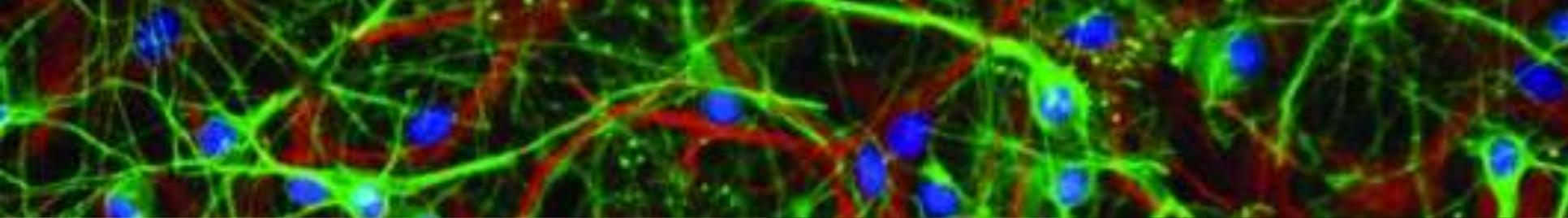
Cerveau – Corps - Environnement



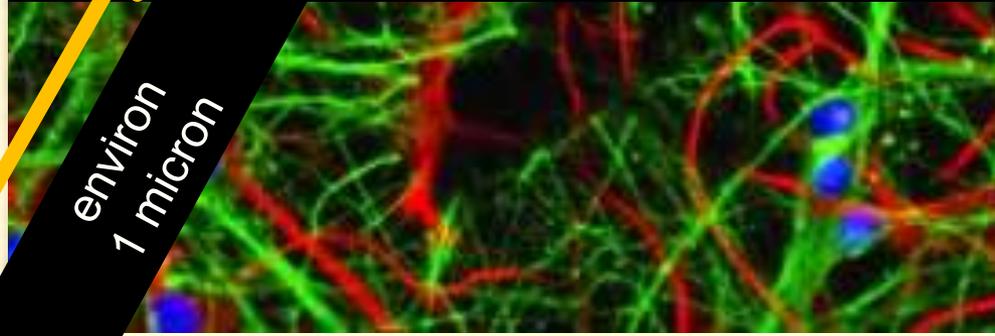
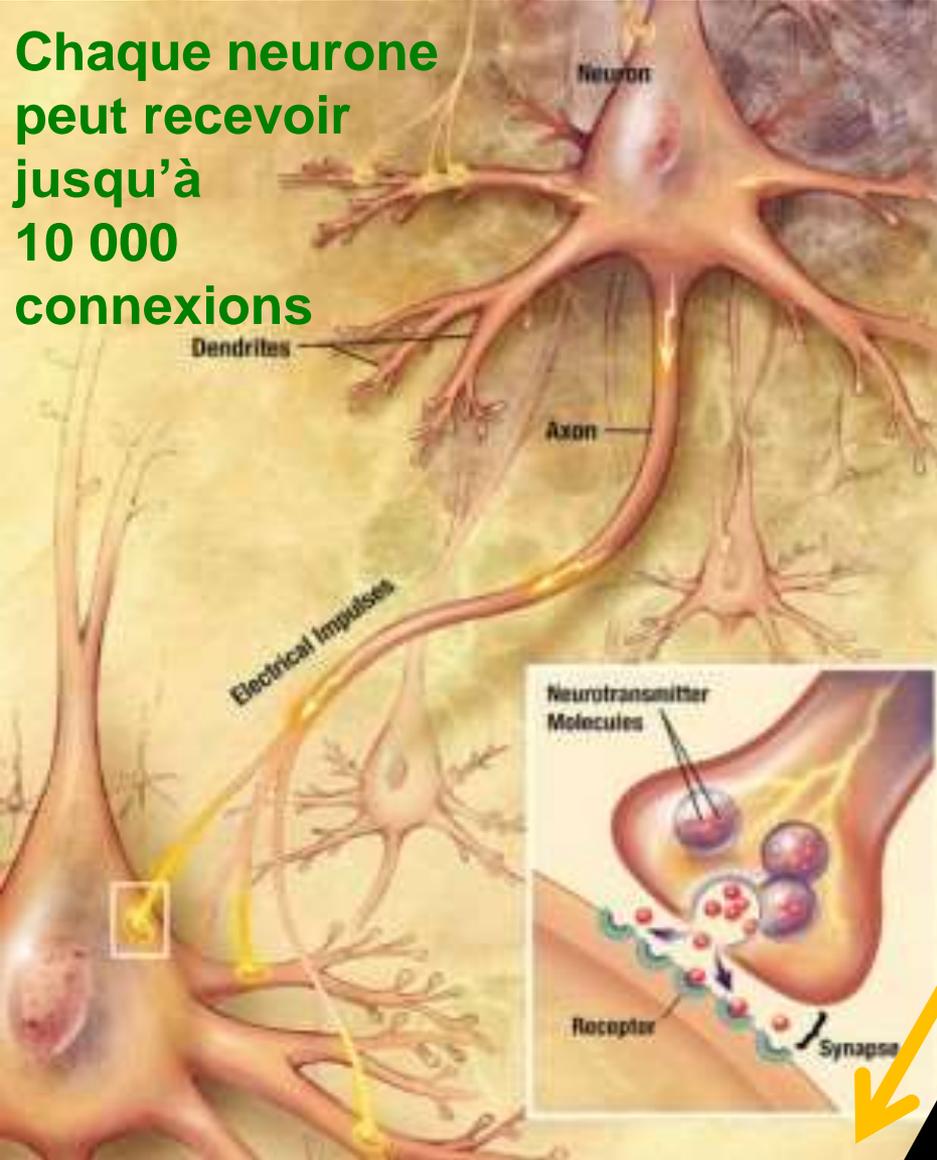


**85 milliards
de neurones**

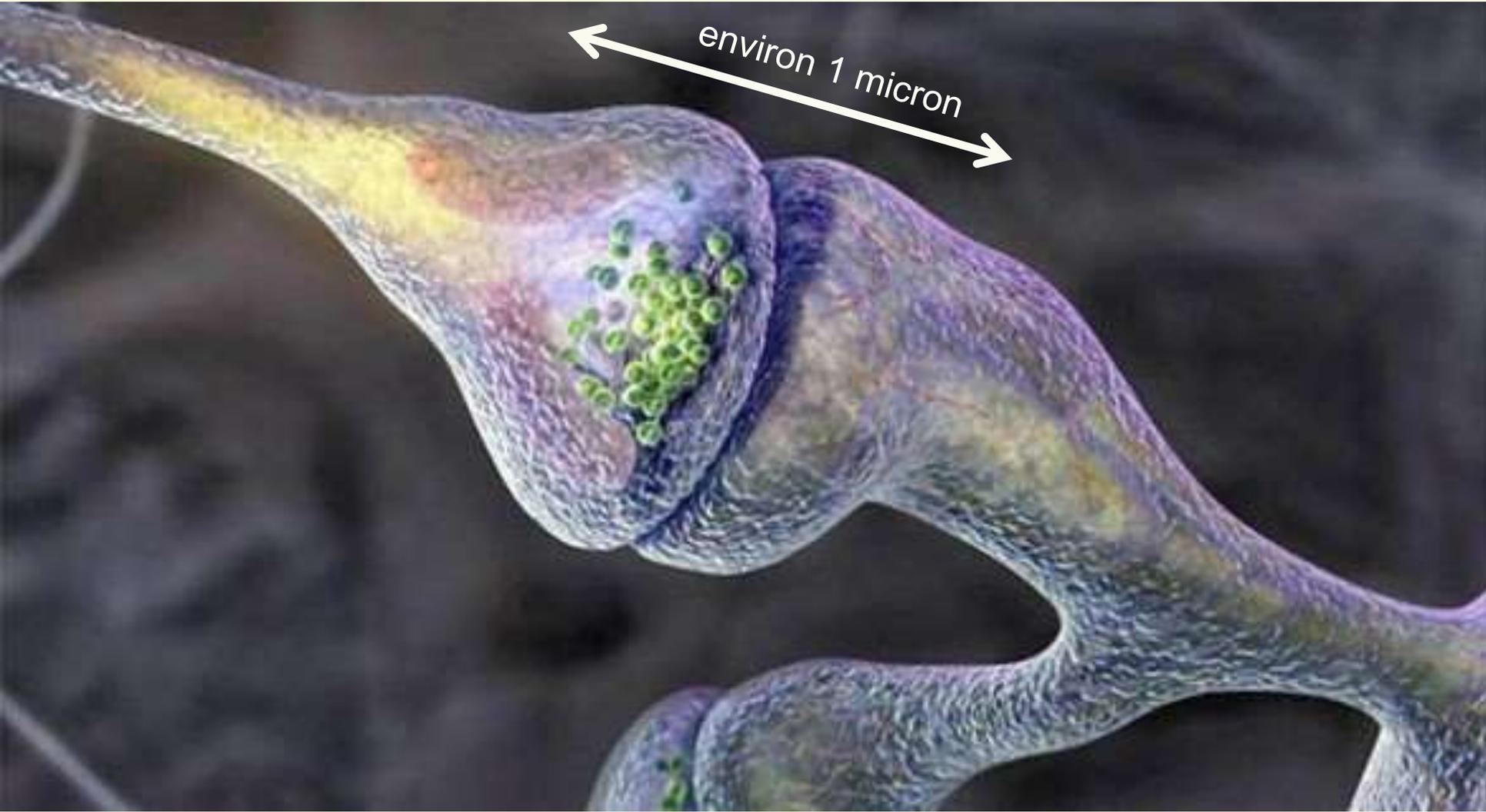
**(et autant
de cellules
gliales)**



Chaque neurone
peut recevoir
jusqu'à
10 000
connexions



environ
1 micron

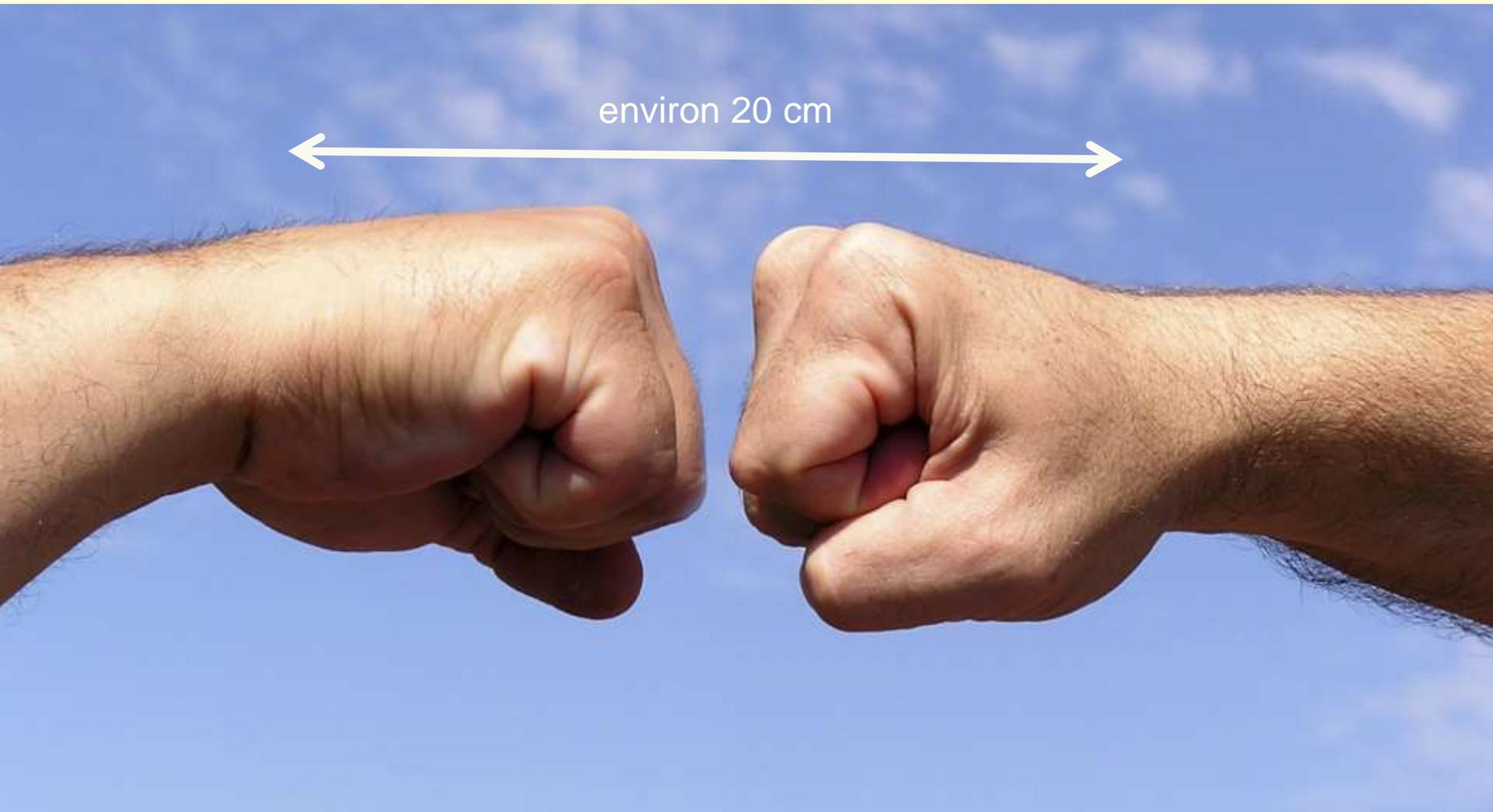


environ 1 micron

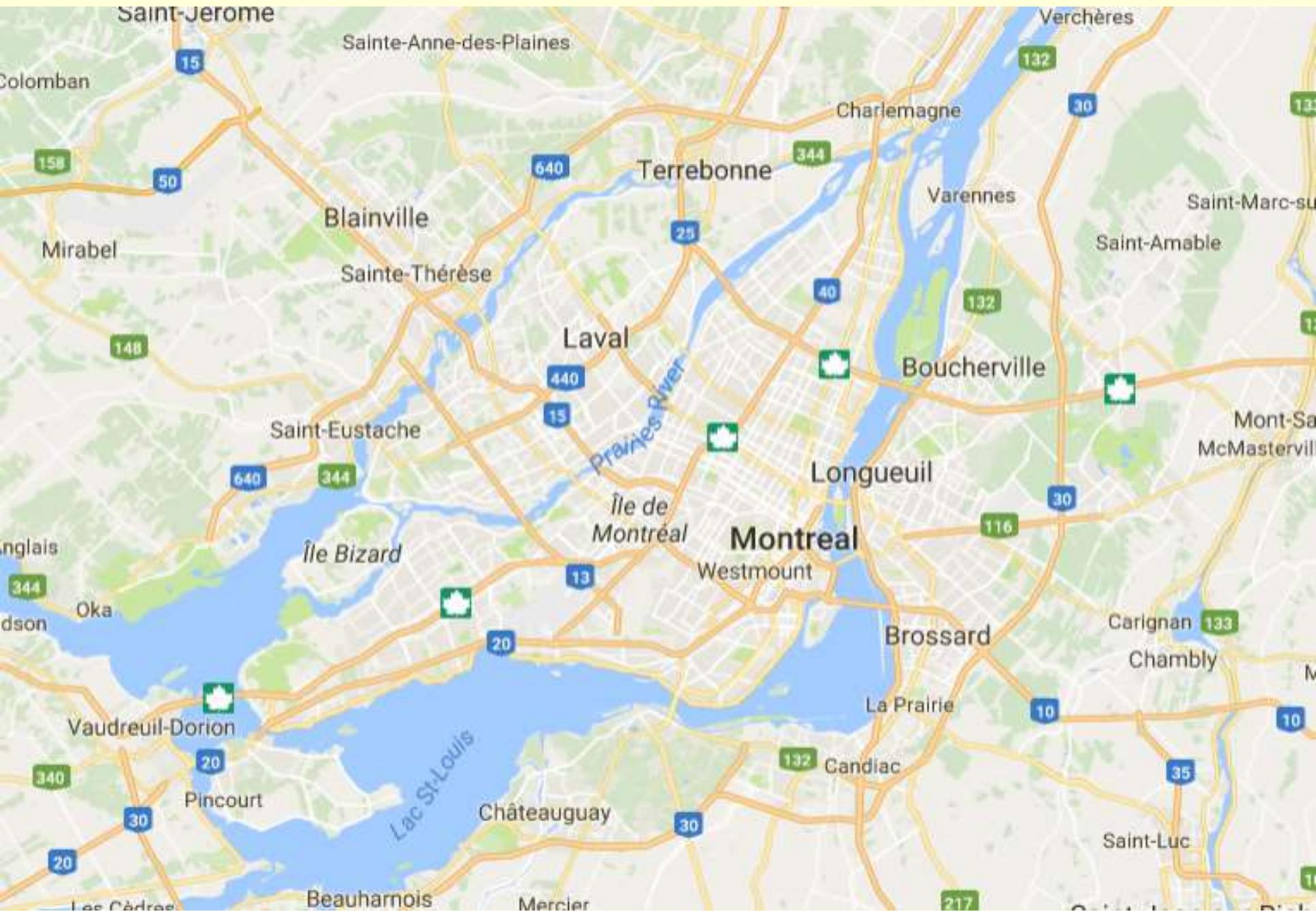
A photograph of a human brain held in two gloved hands. The brain is the central focus, showing its characteristic convoluted surface. The hands are wearing light-colored, possibly latex, gloves. A white double-headed arrow is drawn across the left side of the brain, indicating its size. The text "environ 20 cm" is written along the arrow.

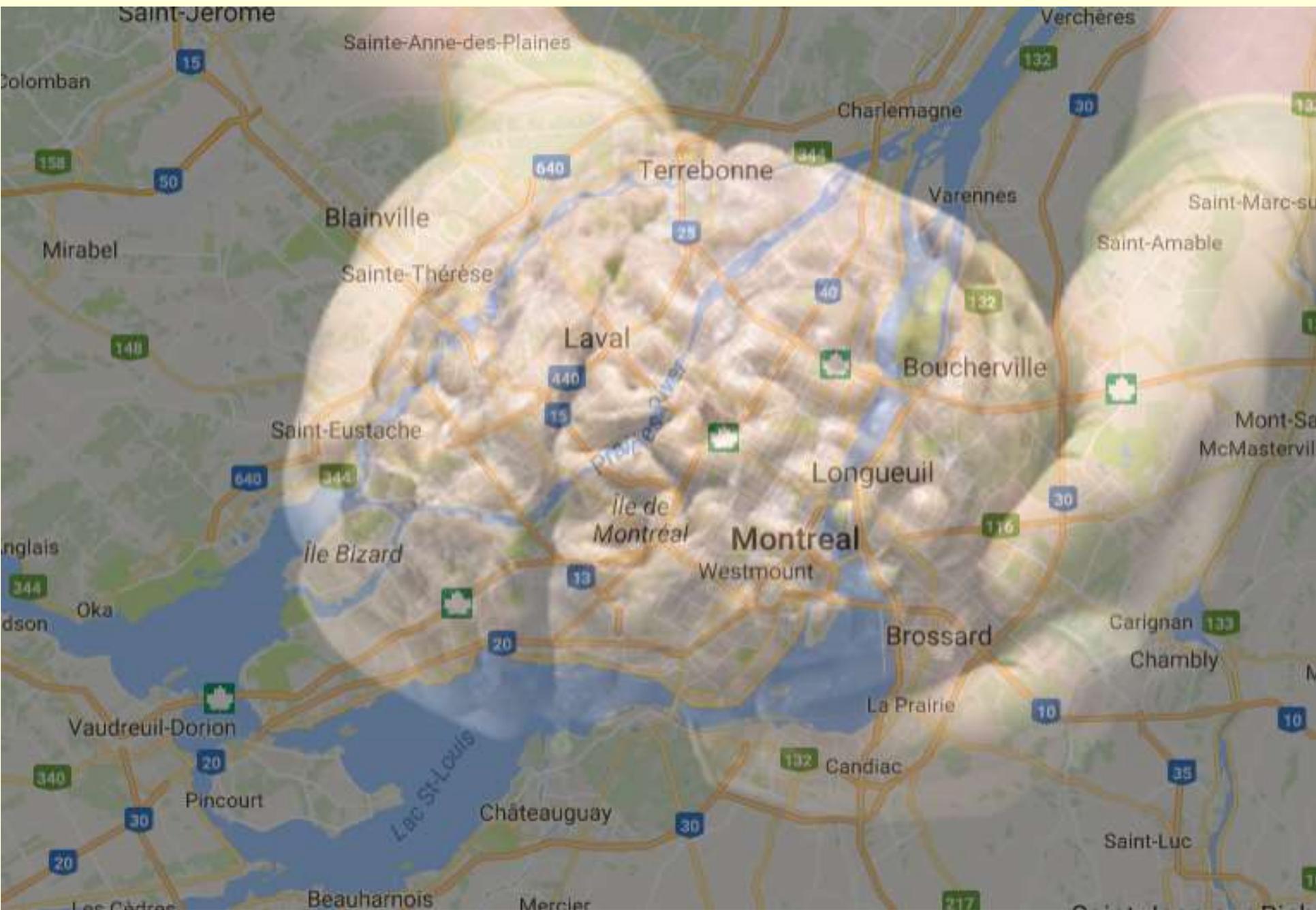
environ 20 cm

Quelle devrait être la taille d'un cerveau
dont les synapses auraient la taille de deux poings ?



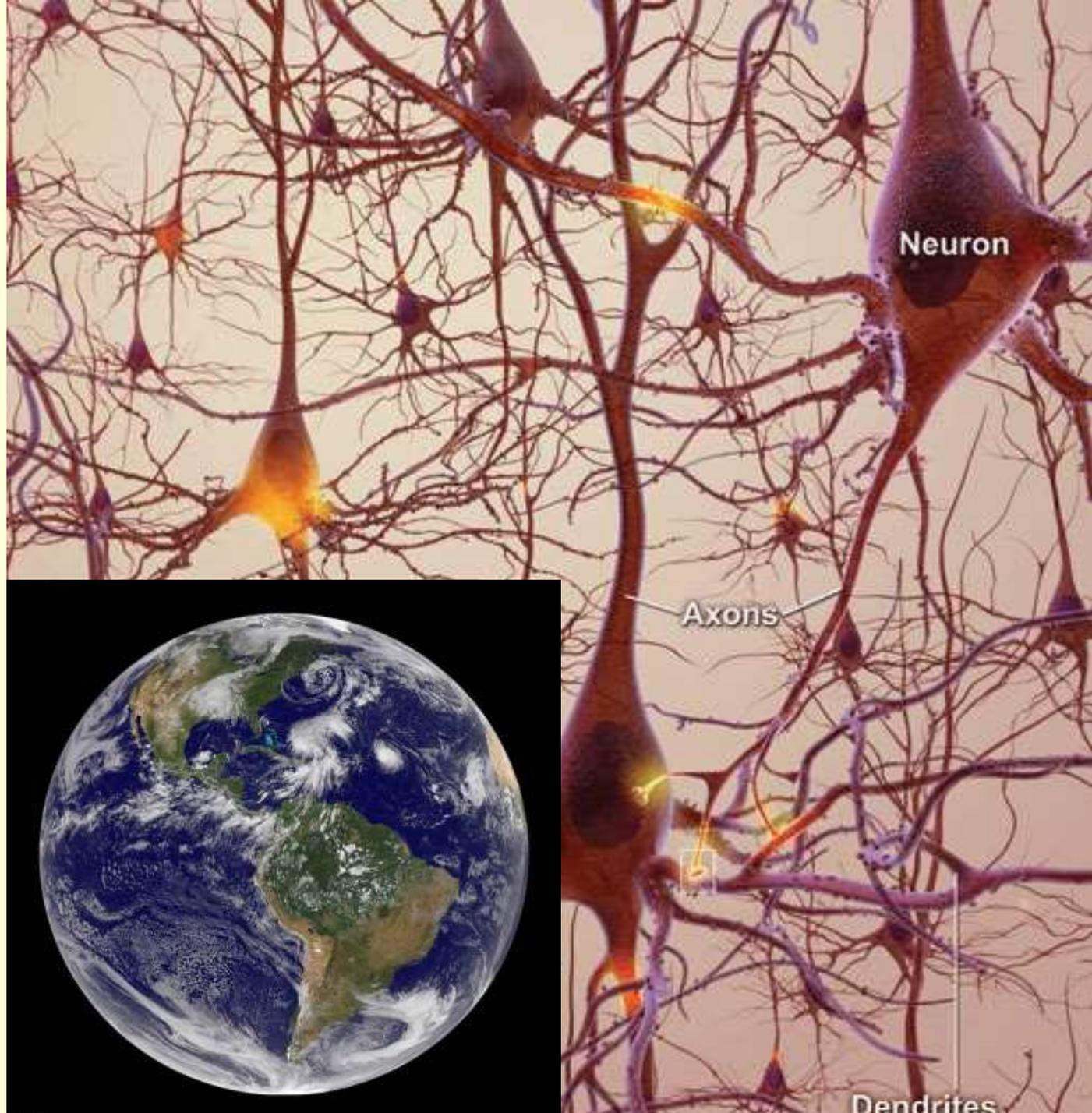
Alors : $0,2 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} / 0,000\ 001 \text{ m} = 40\ 000 \text{ m} = \mathbf{40 \text{ km}}$



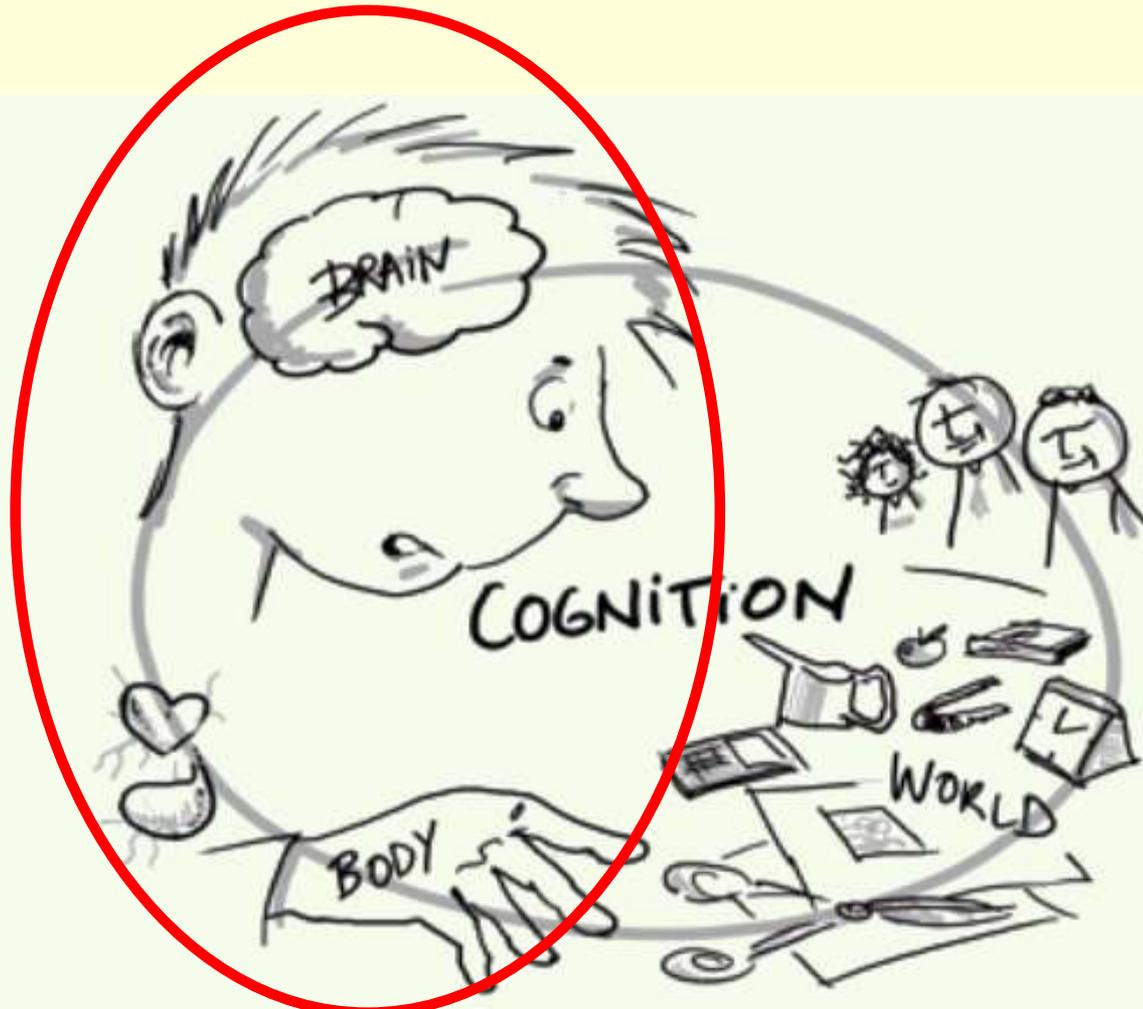


Et si on mettait
bout à bout tous
ces petits câbles,

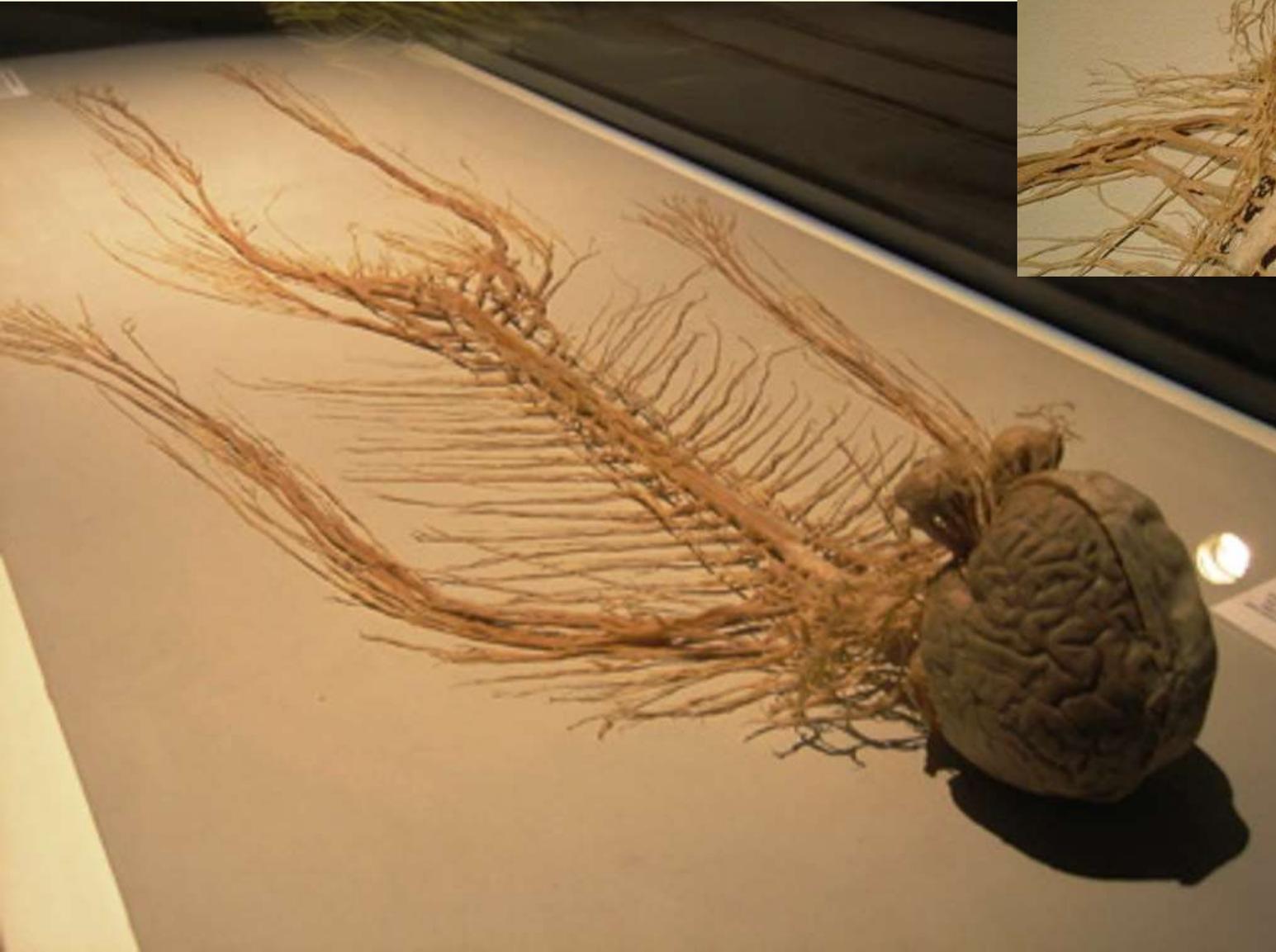
on a estimé
qu'on pourrait
faire plus de
**4 fois le tour
de la Terre**
avec le contenu
d'un seul cerveau
humain !

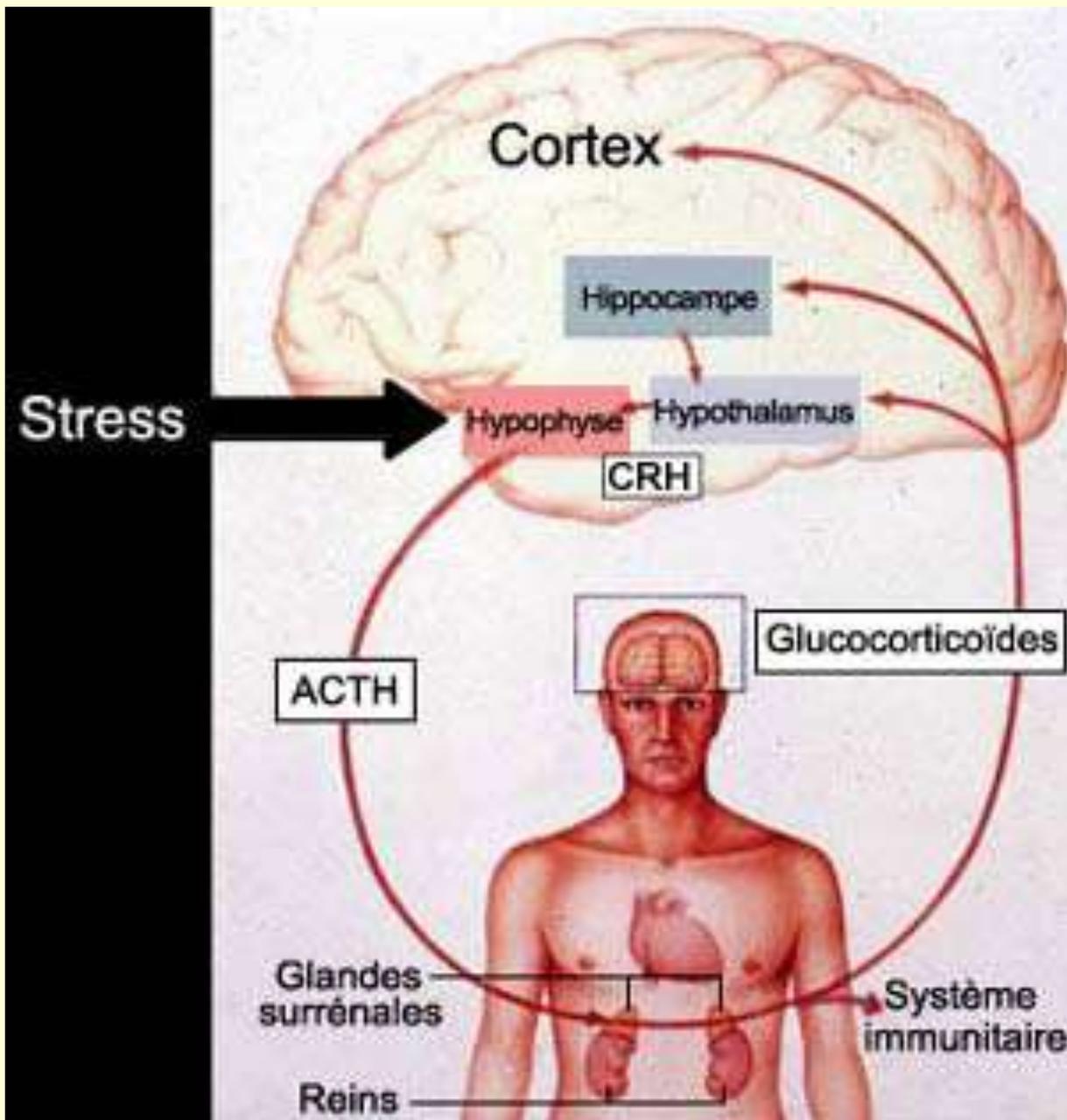


Cerveau – Corps - Environnement



Car il y a aussi tous les nerfs du système nerveux **périphérique** et des **nerfs crâniens**...



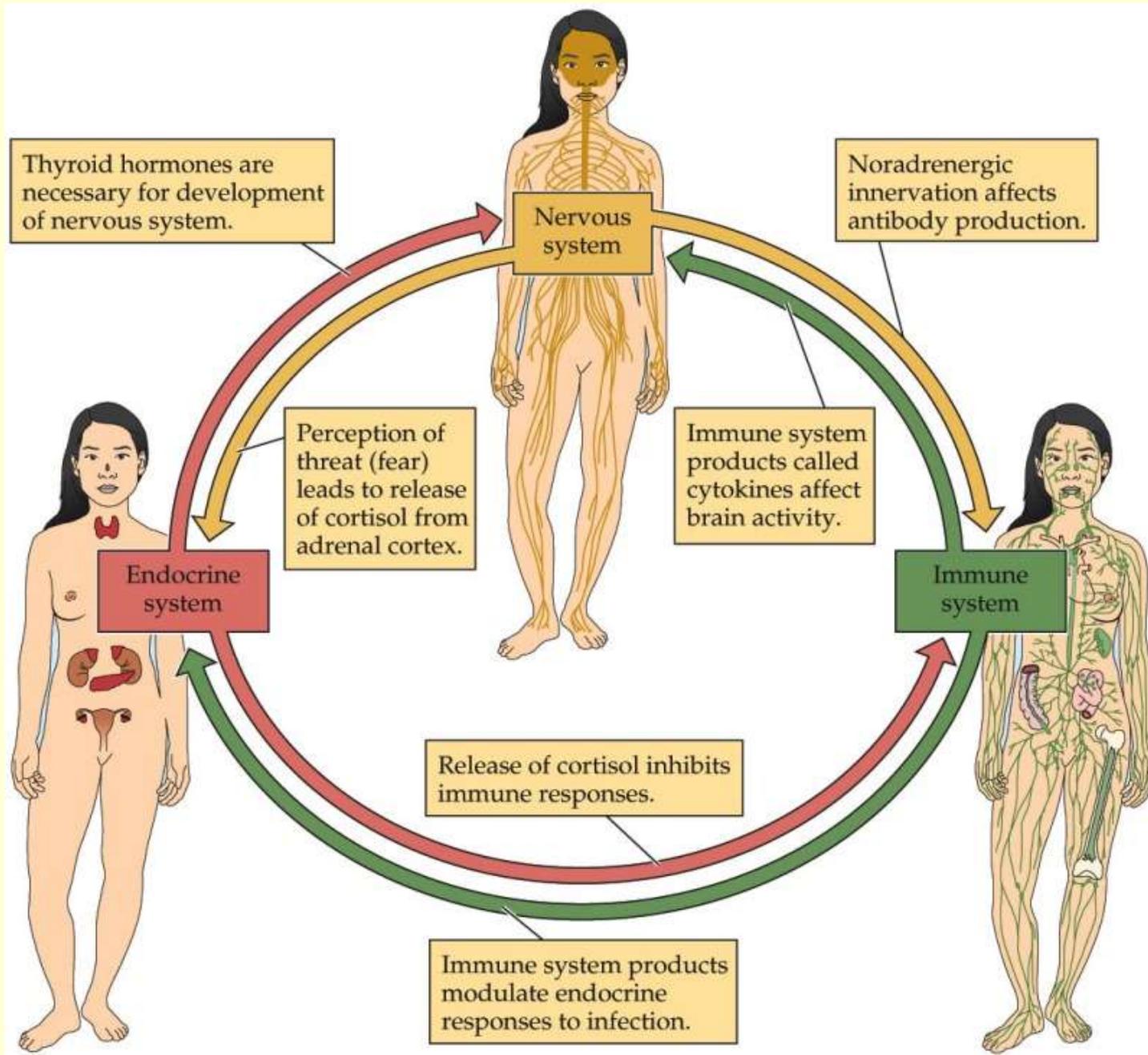


...et le **système endocrinien** avec toutes ses hormones

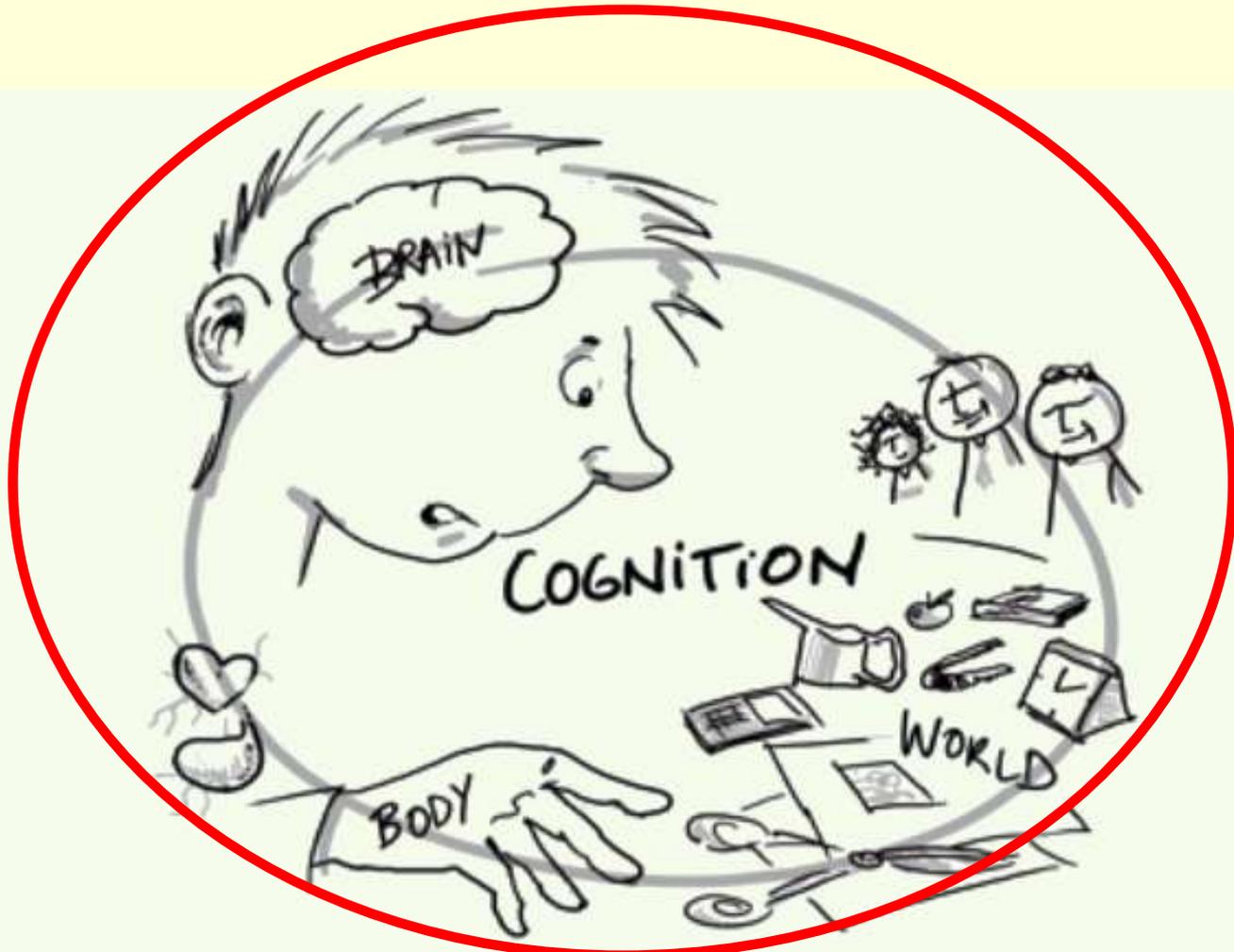
dirigées par l'hypophyse,

elle-même dirigée par l'hypothalamus...

...et toute la complémentarité entre les **systèmes nerveux, hormonal et Immunitaire.**



Cerveau – Corps - Environnement





L'environnement physique...





...et l'environnement humain !



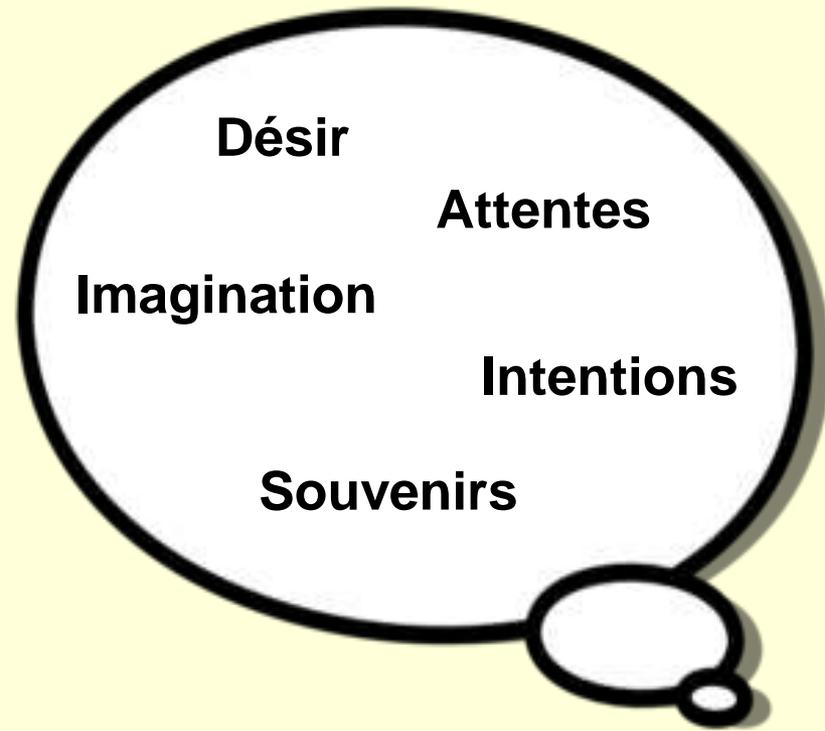


Langage : représentations symboliques communes permettant de coordonner nos actions

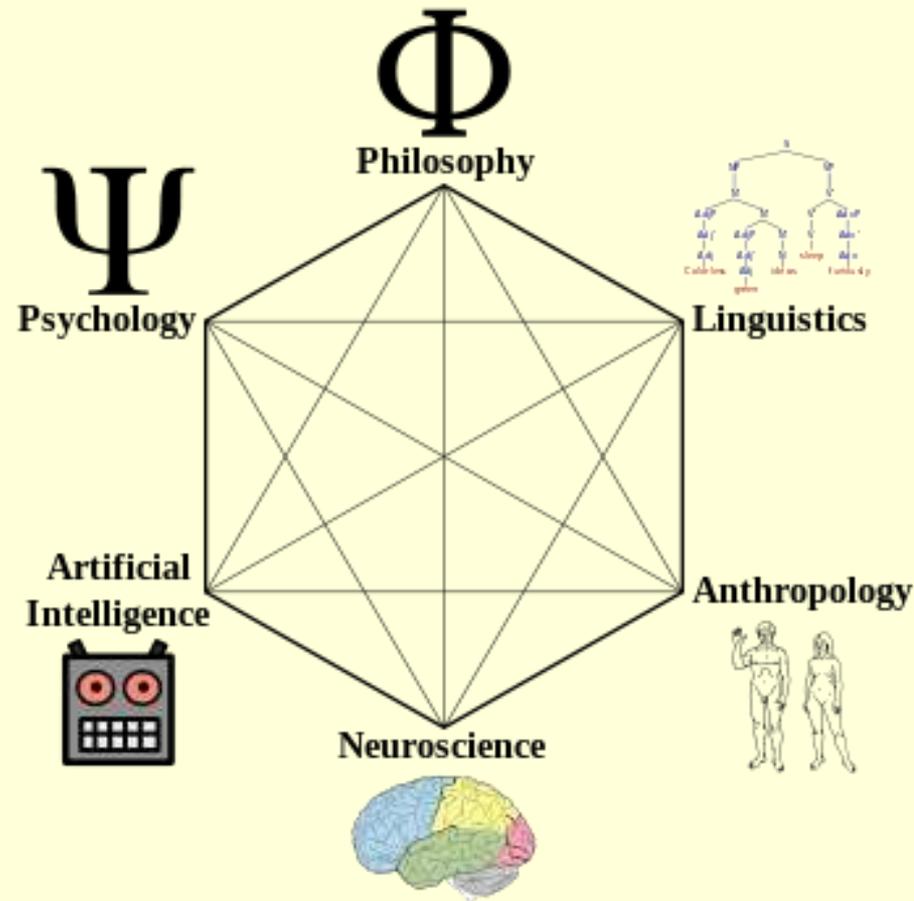


Ce langage
tend aussi à
« s'intérioriser »
pour participer à
ce qu'on appelle la
conscience subjective

qui est une
caractéristiques
particulière de ces
« corps-cerveau »...

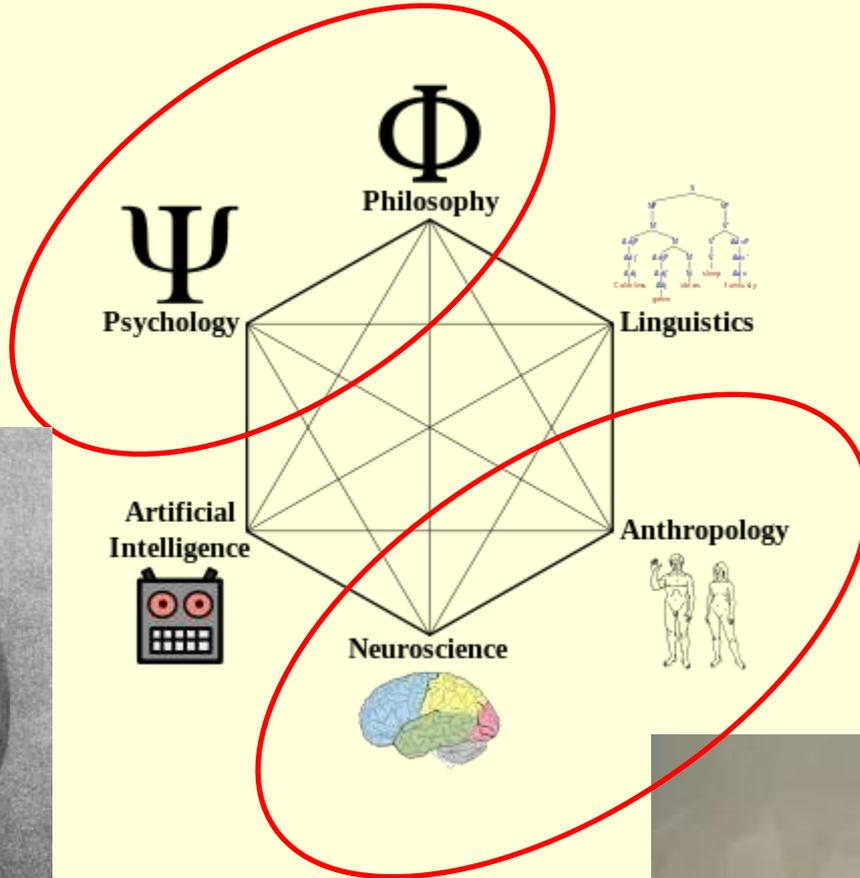


...et que les « **sciences cognitives** » vont tenter d'expliquer.

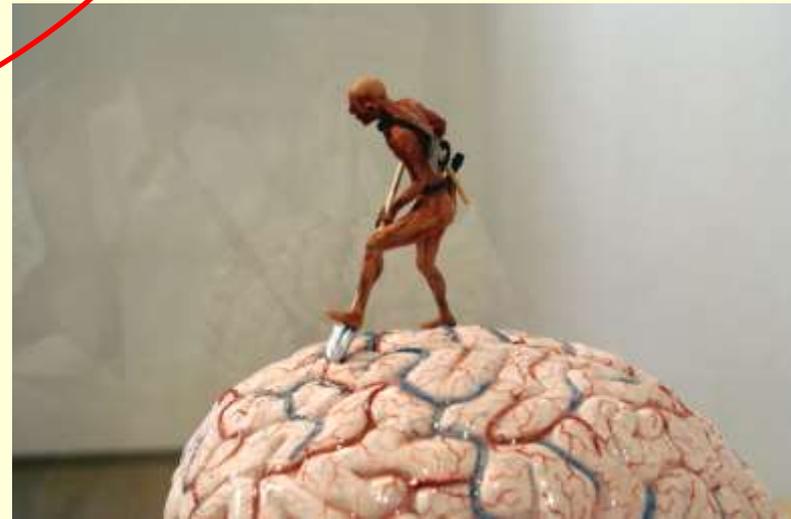


Et dont certaines disciplines vont s'intéresser davantage à

l'aspect « subjectif »
ou à la 1^{ère} personne



l'aspect « objectif »
ou à la 3^e personne



Et ce n'est pas facile de concilier les deux...



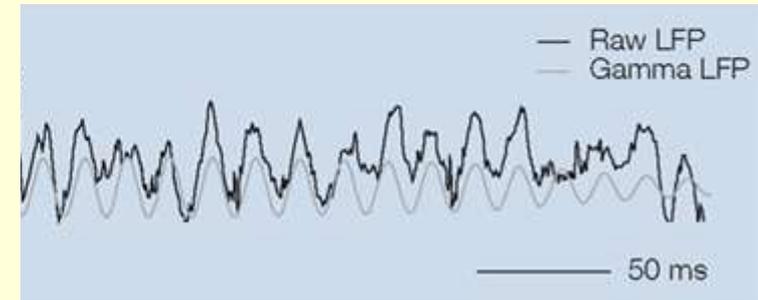
Le rouge que l'on ressent à la vue de cette pomme...

...c'est notre sentiment « subjectif » ou à la 1^{ère} personne.

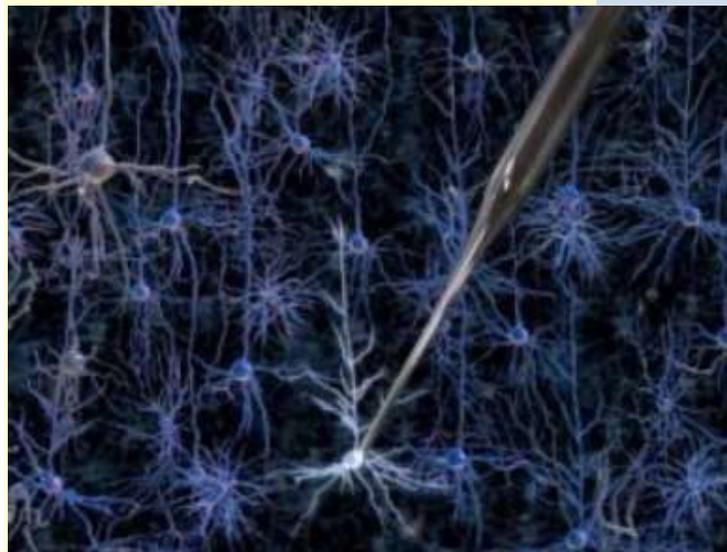
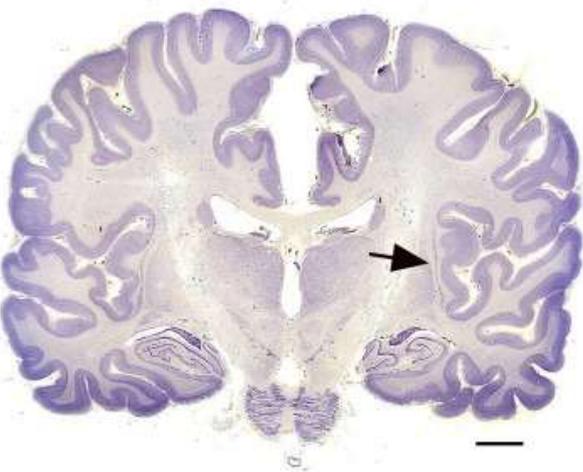


Mais il est où le rouge dans notre cerveau ?

Car si on regarde dans le cerveau, on voit juste de l'activité électrique qui parcourt des neurones, i.e. des ions qui traversent des membranes...!

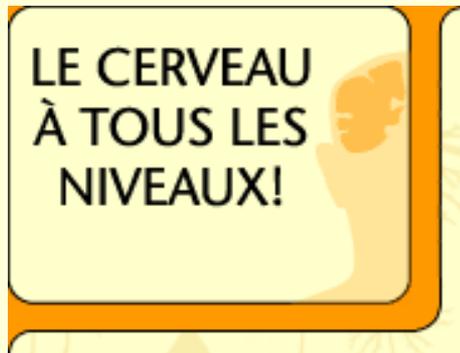


B



Le niveau neuronal ou moléculaire n'est donc pas le bon niveau pour voir des analogies intéressantes avec notre pensée... **mais il y est nécessaire !**

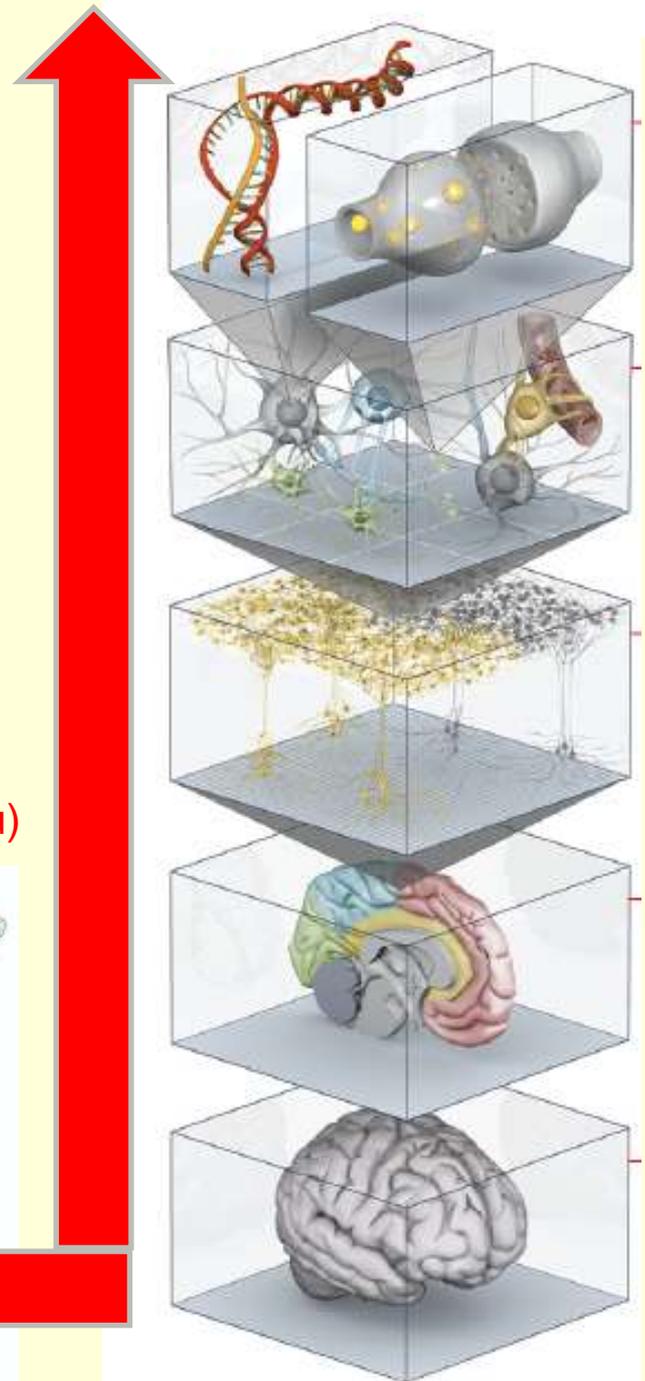
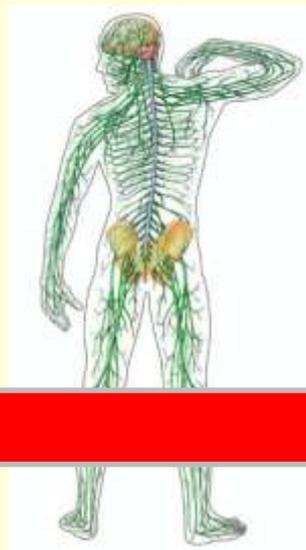
Nous sommes fait de multiples **niveaux** d'organisation



Le social
(corps-cerveau-environnement)



L'individu
(corps-cerveau)



C'est grâce à tout cela qu'émerge la conscience subjective.

Désir

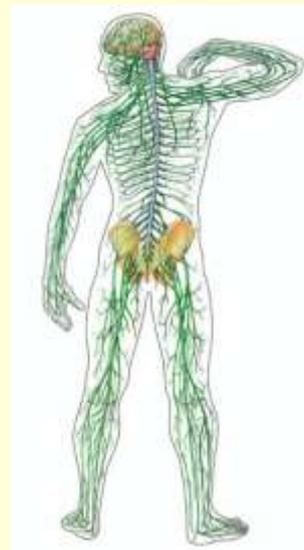
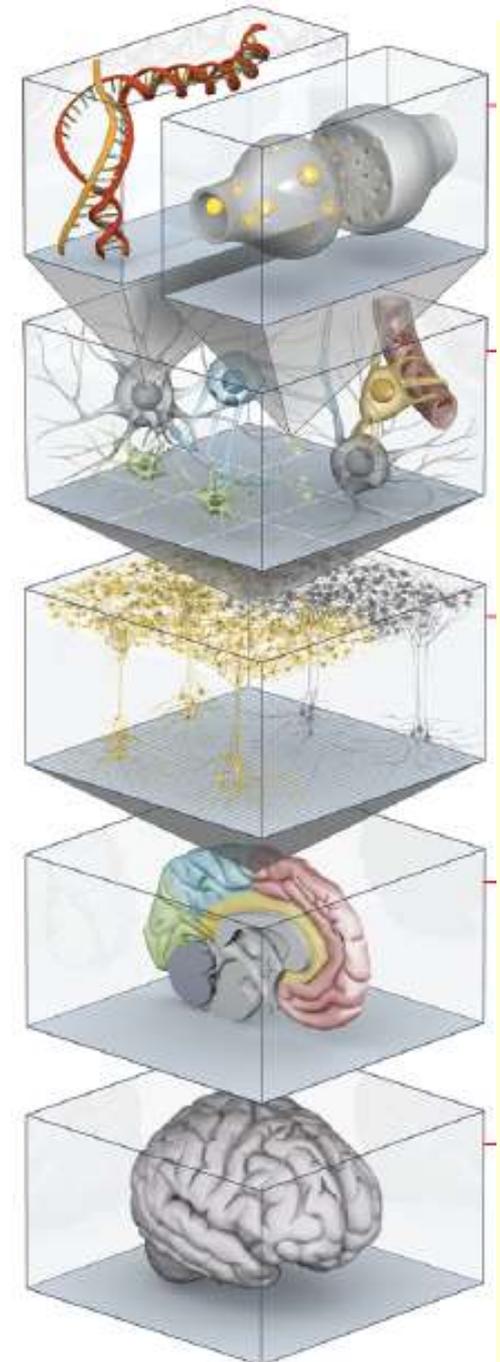
Attentes

Imagination

Intentions

Souvenirs

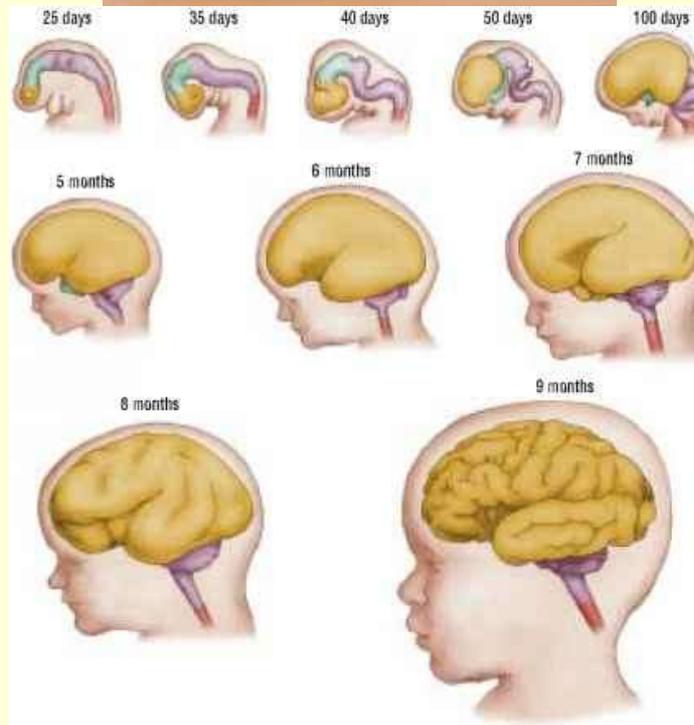
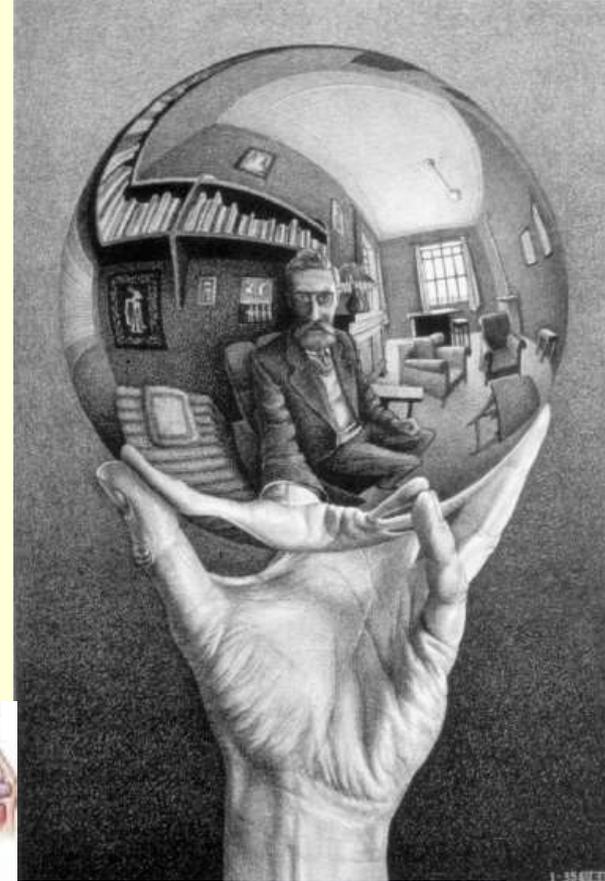
Mais ça commence quand ?

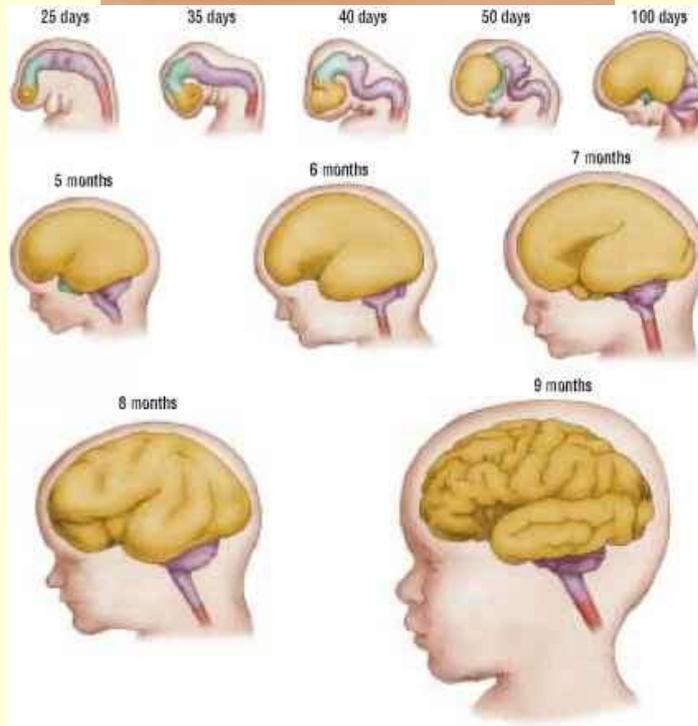


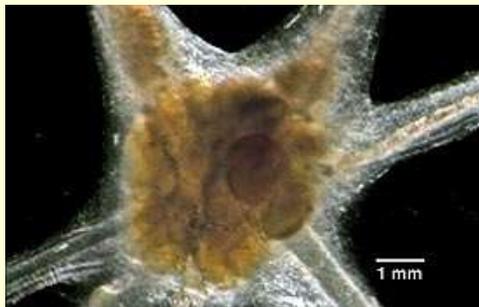
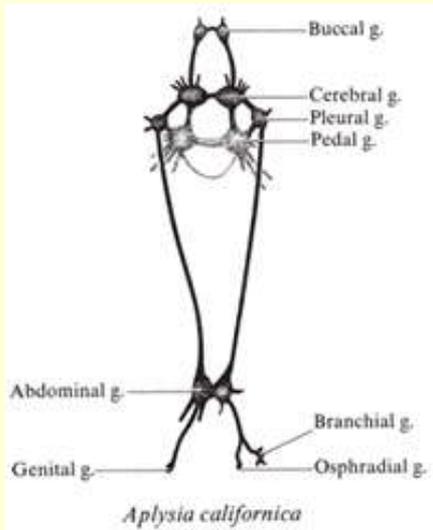
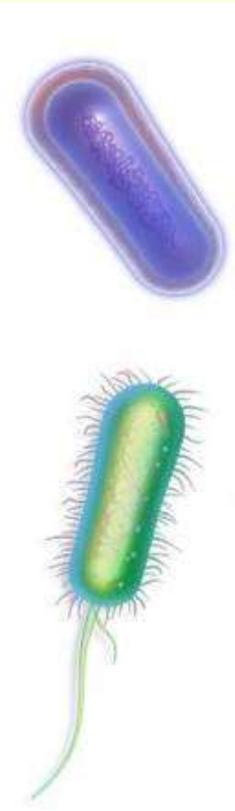
Difficile d'avoir accès
à sa subjectivité...

...mais pas
impossible par des
protocoles astucieux

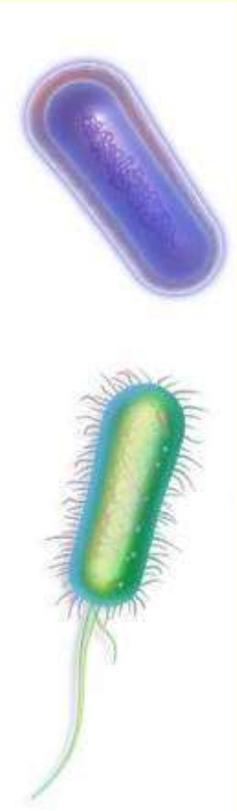
et l'on peut faire des
corrélations avec le
cerveau en
développement.







Il va falloir **reculer dans le temps**
pour essayer de comprendre où commence le « mind » !



LE CERVEAU A TOUT LES NIVEAUX

Social

Psychologique

Cérébral

Cellulaire

Moléculaire

Cerveau : l'histoire d'un organe pas comme les autres





Live from the Flight Deck | golfcharlie232

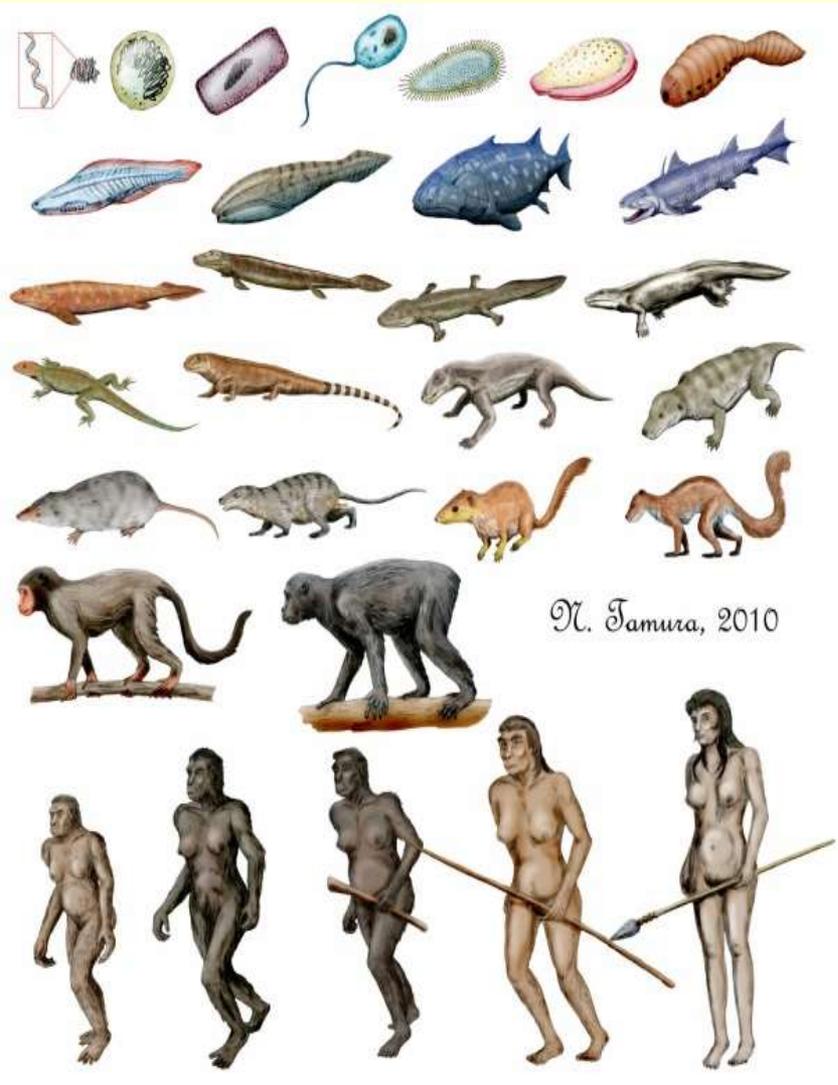






« Rien en biologie n'a de sens, si ce n'est à la lumière de l'évolution »

- Theodosius Dobzhansky
(1900-1975)





Vous êtes nés il y a
13,7 milliards
d'années

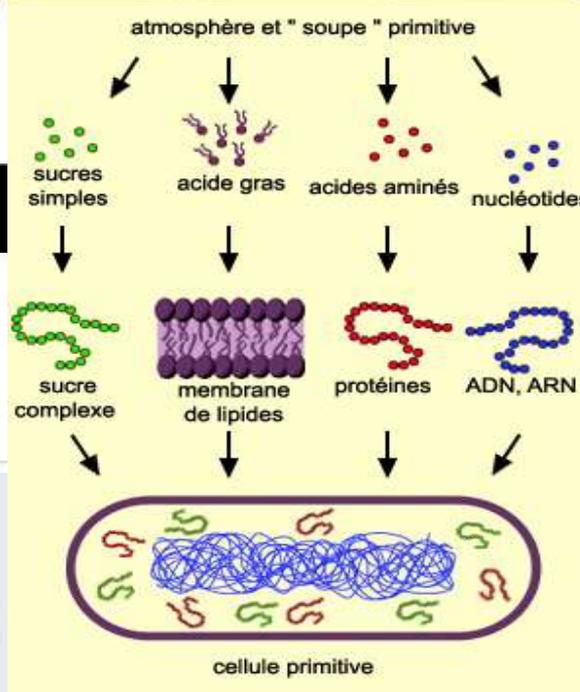
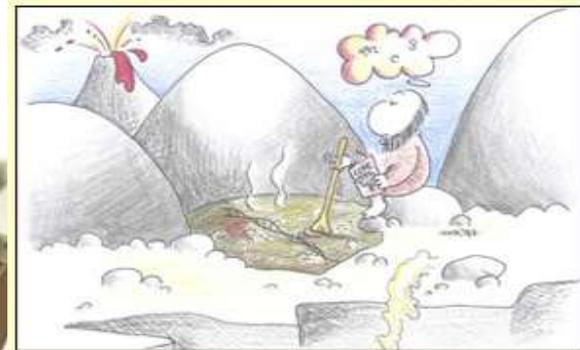
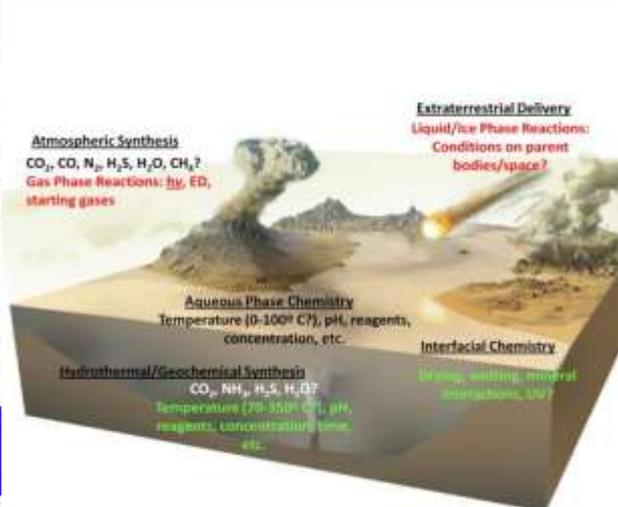
Évolution cosmique, chimique et biologique



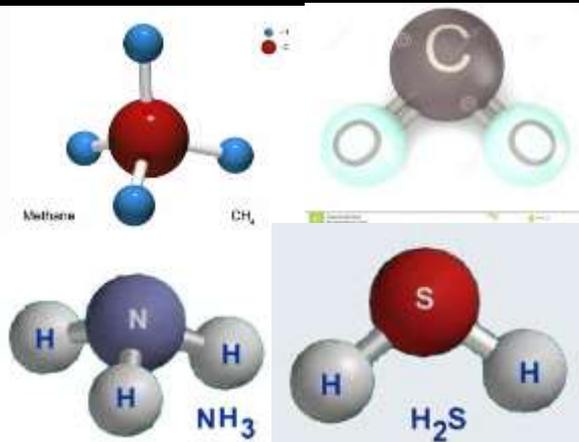
(Crédit : modifié de Robert Lamontagne)



Tableau Périodique des Éléments



Évolution cosmique, chimique

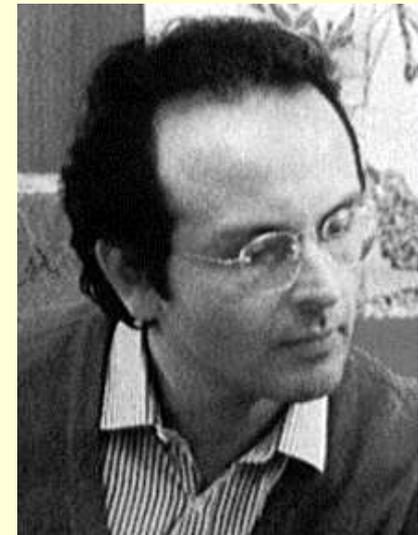
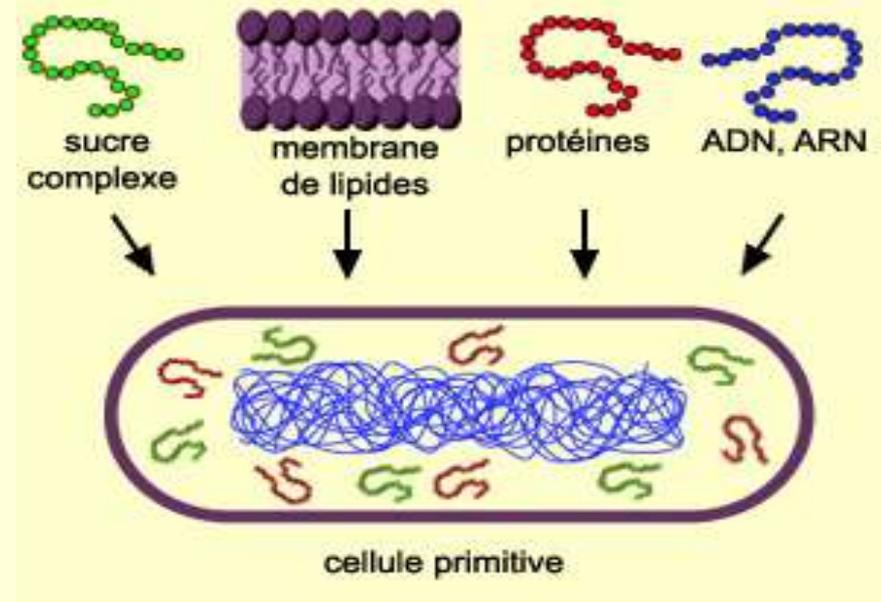


(Crédit : modifié de Robert Lamont)

Pour comprendre ce qu'est une **cellule vivante**,

une notion très utile est celle **d'autopoïèse**,

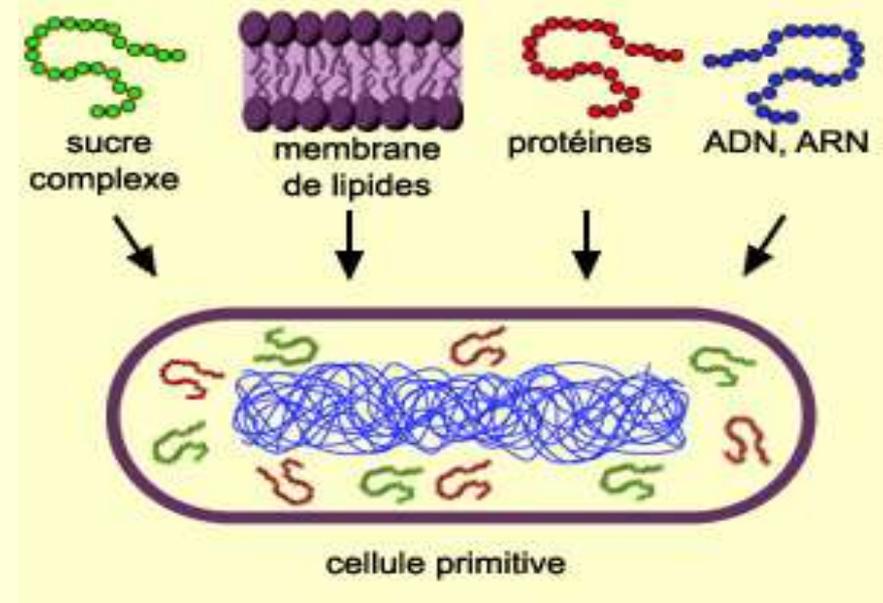
élaborée par Humberto Maturana et Francisco Varela dans les années 1970.



Pour comprendre ce qu'est une **cellule vivante**,

une notion très utile est celle **d'autopoïèse**,

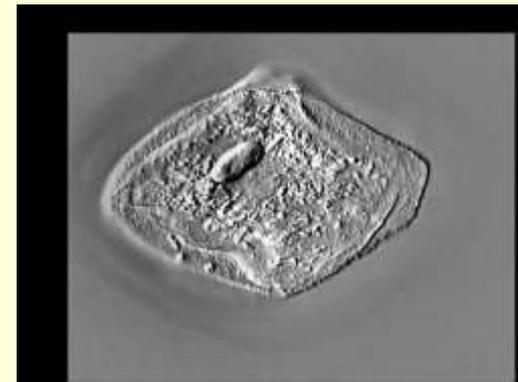
élaborée par Humberto Maturana et Francisco Varela dans les années 1970.

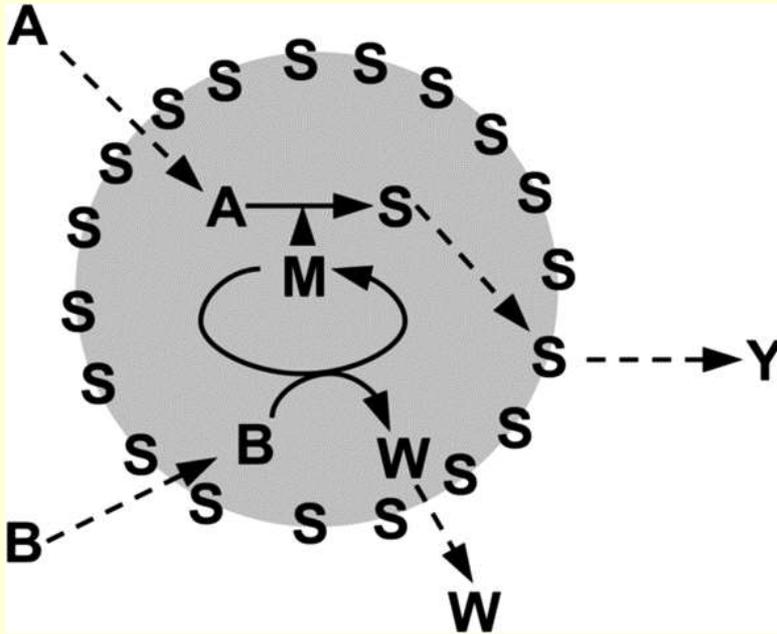


« Notre proposition est que les être vivants sont caractérisés par le fait que, littéralement, ils sont continuellement en train de **s'auto-produire**. »

- Maturana & Varela, *L'arbre de la connaissance*, p.32

« Un système autopoïétique est un **réseau complexe d'éléments** qui, par leurs interactions et transformations, **régénèrent constamment le réseau** qui les a produits. »

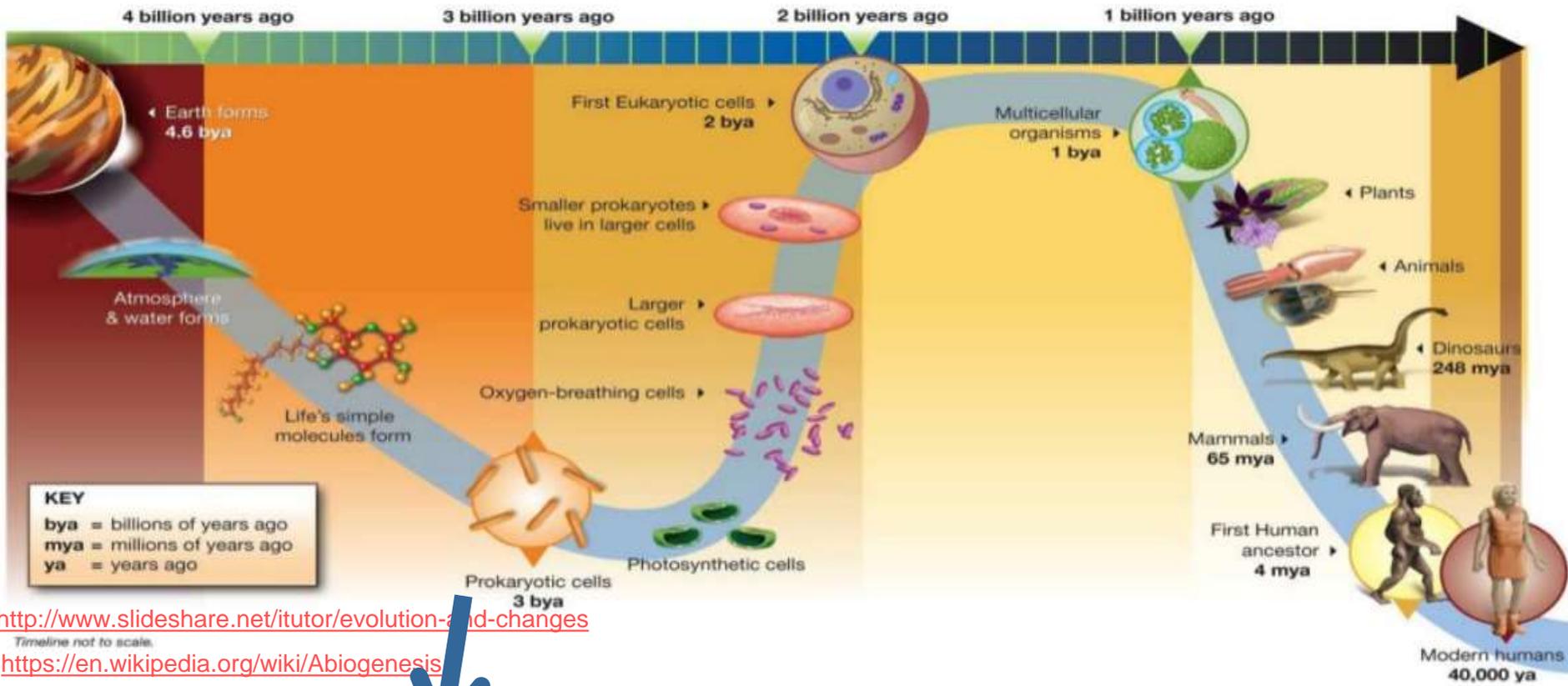




<http://www.humphath.com/spip.php?article17459>

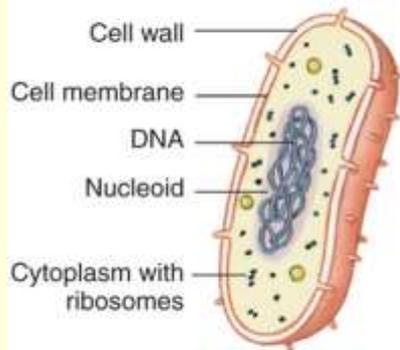
Toute cellule est donc un **système ouvert** (du point de vue thermodynamique), qui :

- a besoin de nutriments
- rejette des déchets
- construit sa propre **frontière** et tous ses **composants internes**, qui vont eux-mêmes engendrer les processus qui produisent tous les composants, etc.



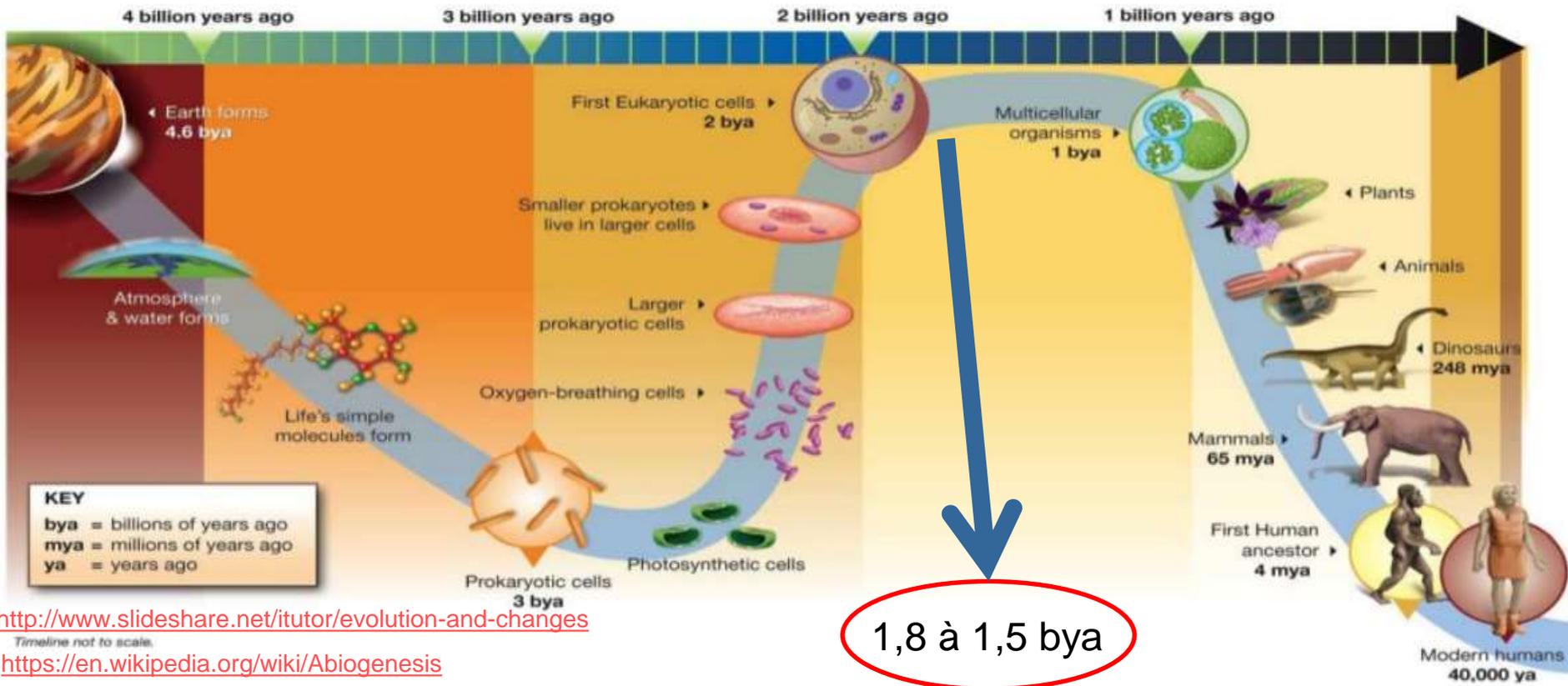
<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Abiogenesis>



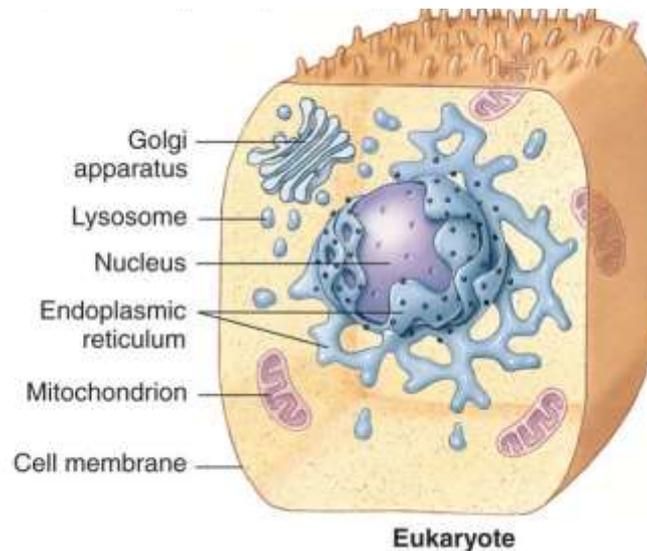
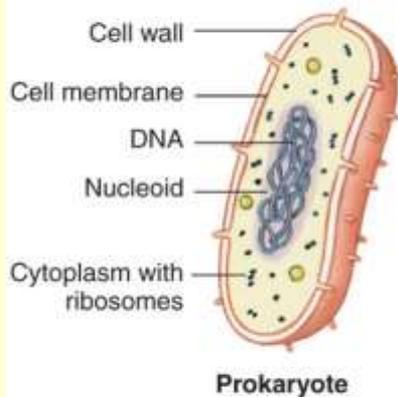
Prokaryote

3,5 bya

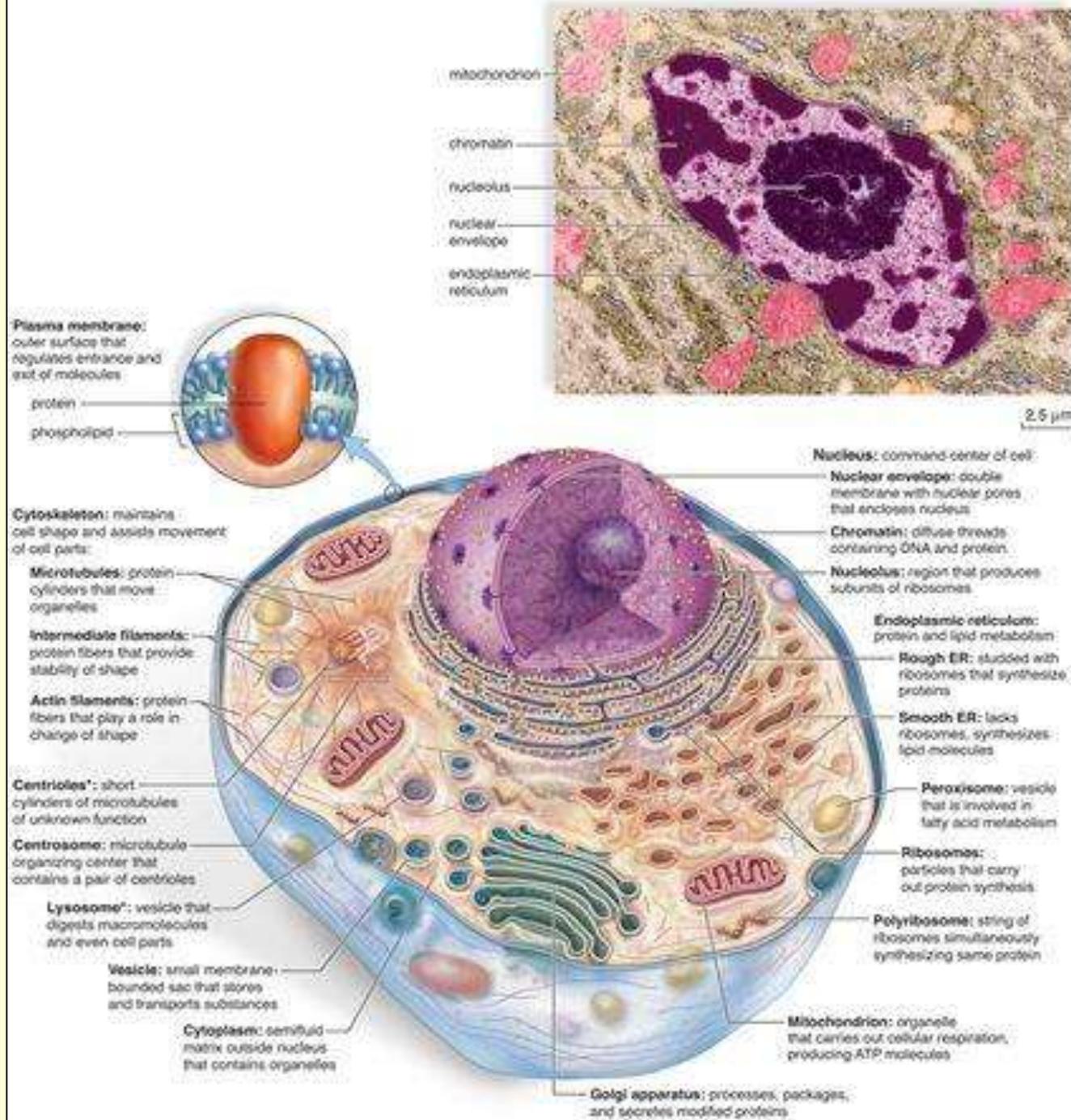


<http://www.slideshare.net/itutor/evolution-and-changes>

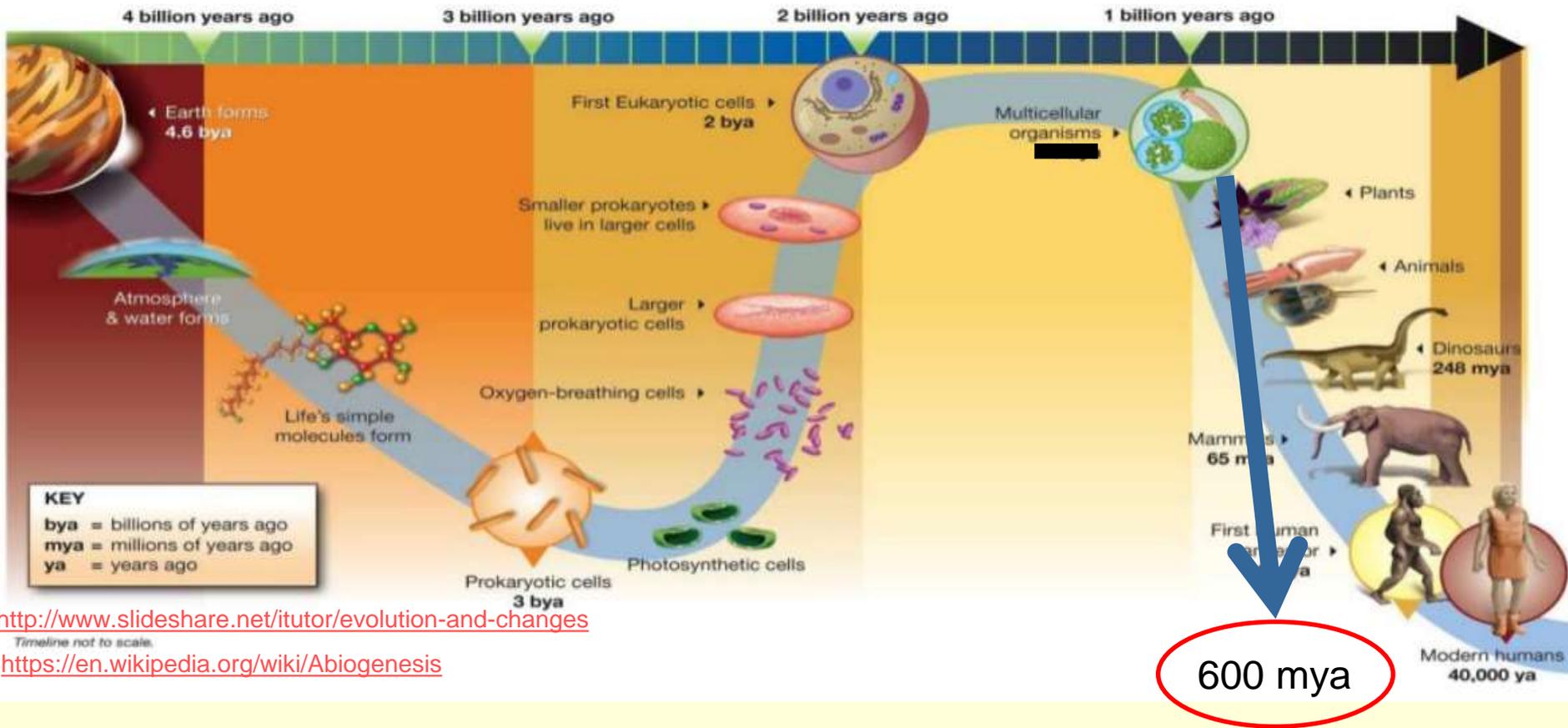
<https://en.wikipedia.org/wiki/Abiogenesis>



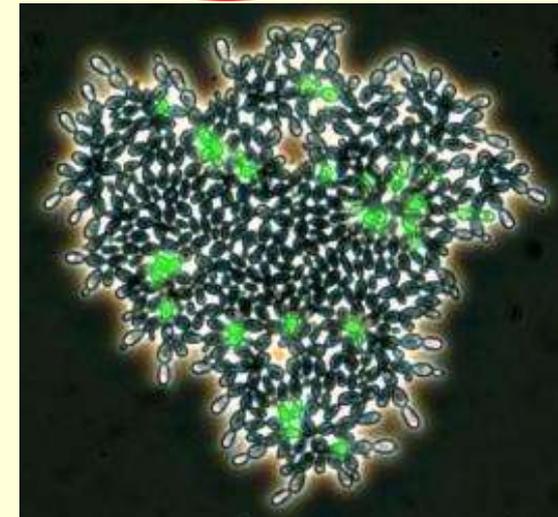
Les réseaux complexes se « compartimentalisent »



*not in plant cells

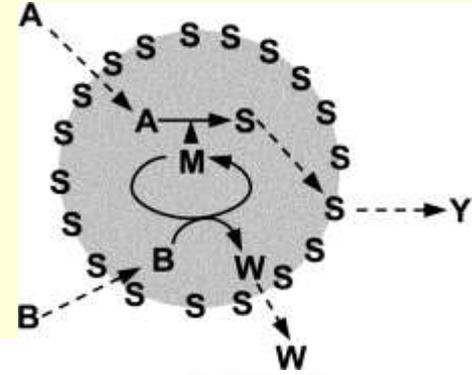


Et puis, après des essais infructueux il y a environ 2 milliards d'années, l'émergence de la vie **multicellulaire** apparaît véritablement il y a un peu plus de 600 millions d'années.



Chez les multicellulaires, on va aussi assister au phénomène de **spécialisation cellulaire**...

...mais toutes ces cellules sont des systèmes autopoïétiques !



cellule
pancréatique



cellule
cardiaque



cellule
sanguine



cellule
pulmonaire



ovule



Pourquoi toutes les cellules de tous les êtres vivant doivent-elles être « continuellement en train de **s'auto-produire** » ?

2^e principe de la thermodynamique :

l'entropie (désordre) croît constamment

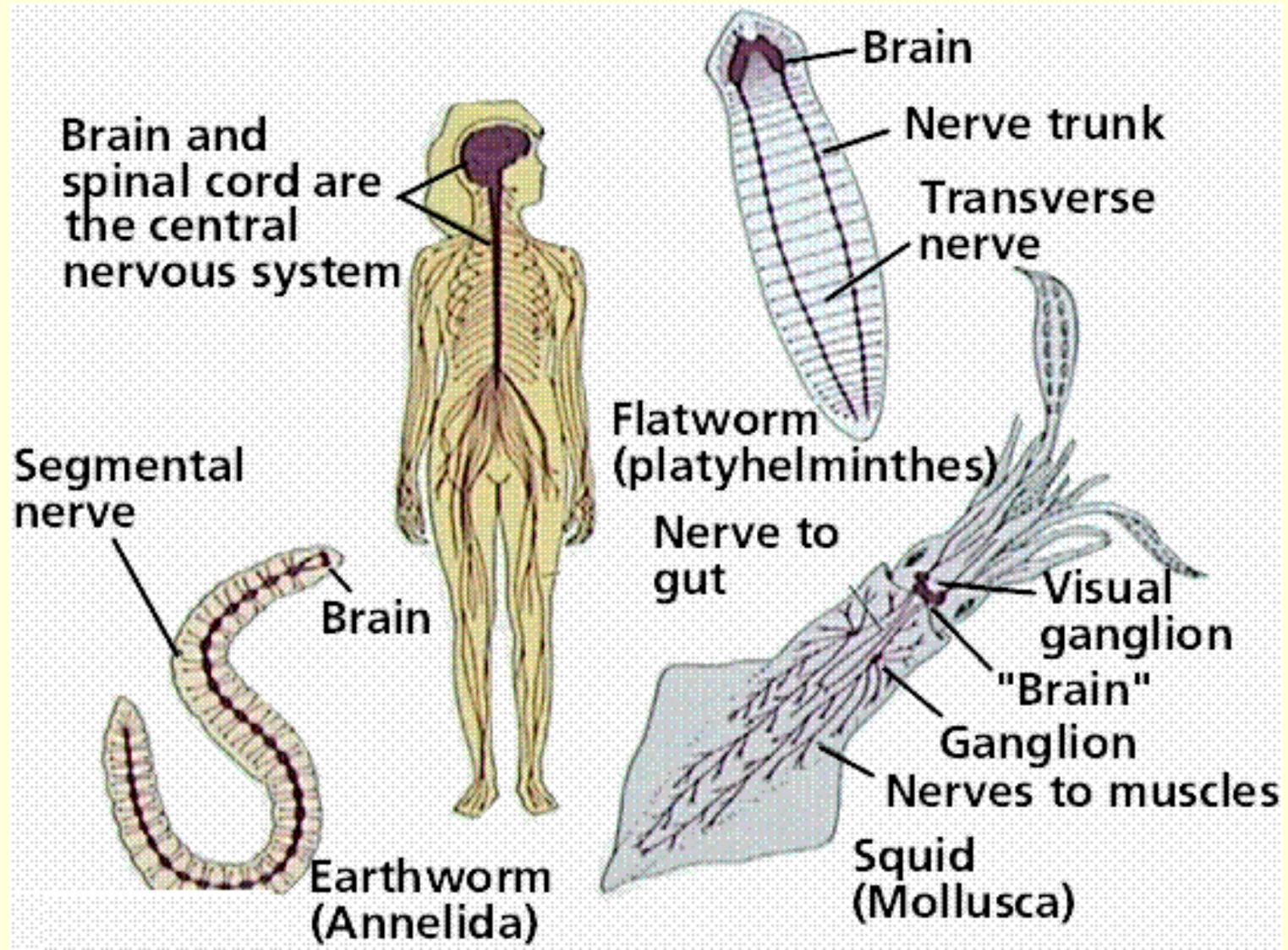


Tout au long de l'évolution,
les êtres vivants doivent d'abord tenter de rester en vie !





Systemes nerveux !



Un système nerveux !

Différent du **système hormonal** : le moment des premières règles d'une femme varie, l'important c'est qu'elle finisse par les avoirs...

Différent du **système immunitaire** : commencez à fabriquer des anticorps ce soir au lieu de maintenant et ce sera rarement fatal...

Mais ne bondissez pas en une fraction de seconde après avoir aperçu un guépard surgir des hautes herbes, et ne produisez pas une accélération fulgurante en évitant les obstacles devant vous et votre existence peut se terminer là.

Faire ressortir du **sens** du chaos du monde, **prévoir** ce qui va s'y passer, et y **réagir** promptement, voilà le rôle du **système nerveux**.



Comportements

**Approche
(recherche de plaisirs)**

**Évitement de
la douleur**





Comportements

Approche
(recherche de plaisirs)

Évitement de
la douleur



manger,
boire,
se reproduire

protéger son
intégrité physique



→ Besoins innés qui sont modulés par des automatismes acquis chez les humains [classe sociale, médias, publicité, etc.]





Cause ultime
= maintenir
sa structure.

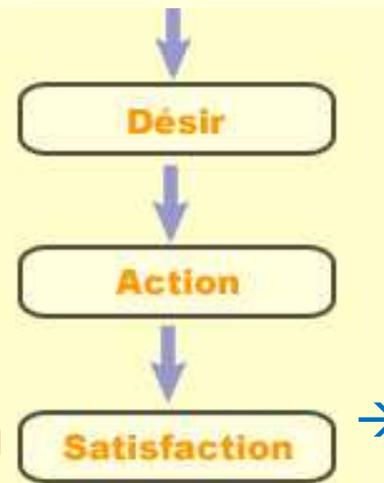


Approche
(recherche de plaisirs)

manger,
boire,
se reproduire



Proxy = plaisir ou



→ Exemple : le **sucré**
(proxy pour la valeur énergétique de l'aliment)

Comportements

Proxy = **Évitement de la douleur**

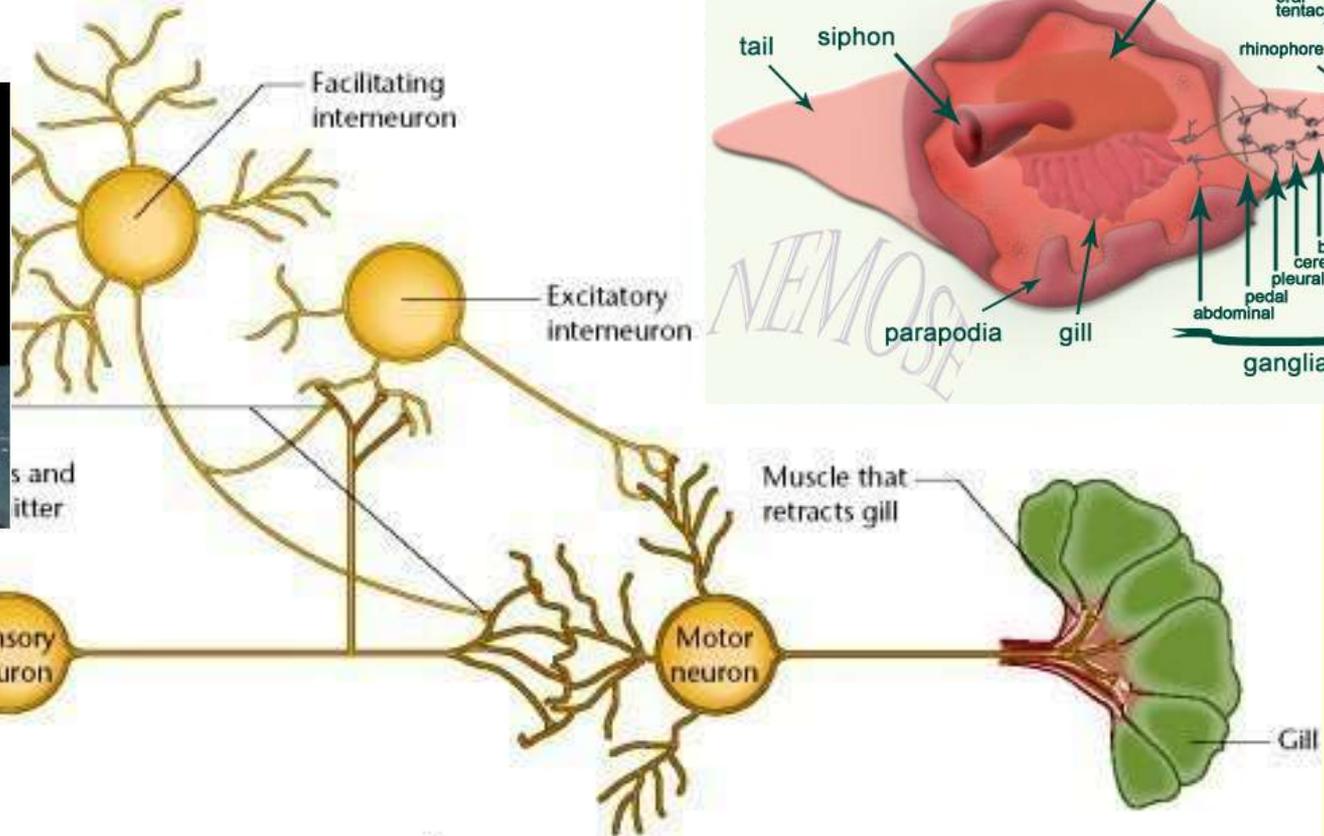
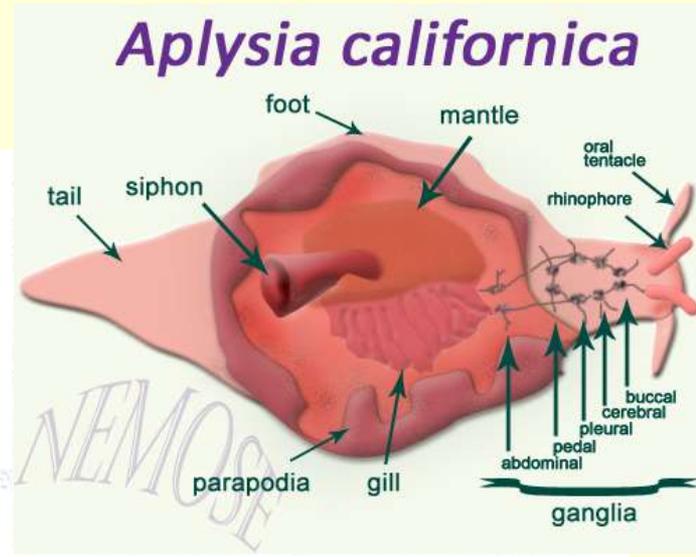
protéger son
intégrité physique

→ Exemple : l'**amer**
(proxy pour la toxicité probable d'un aliment)

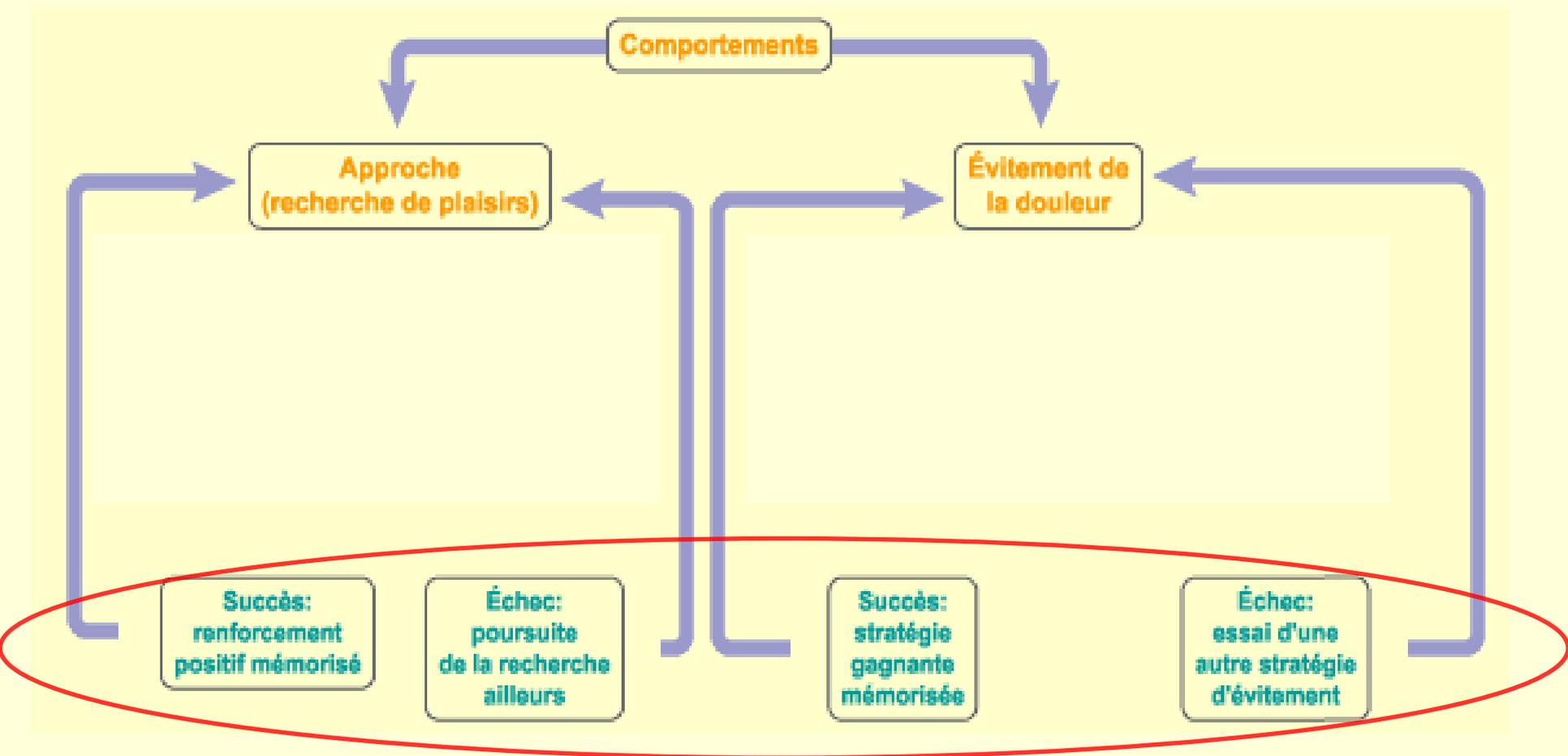


Aplysie

(mollusque marin)



Une boucle sensori - motrice



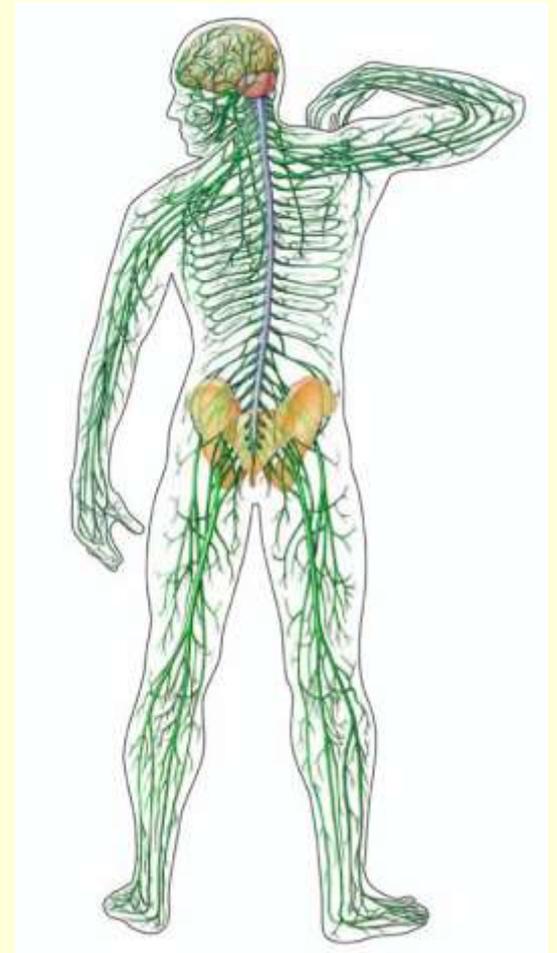
Apprentissage et mémorisation des « bons et mauvais coups »

« La mémoire du passé n'est pas faite pour se souvenir du passé, elle est faite pour prévenir le futur.

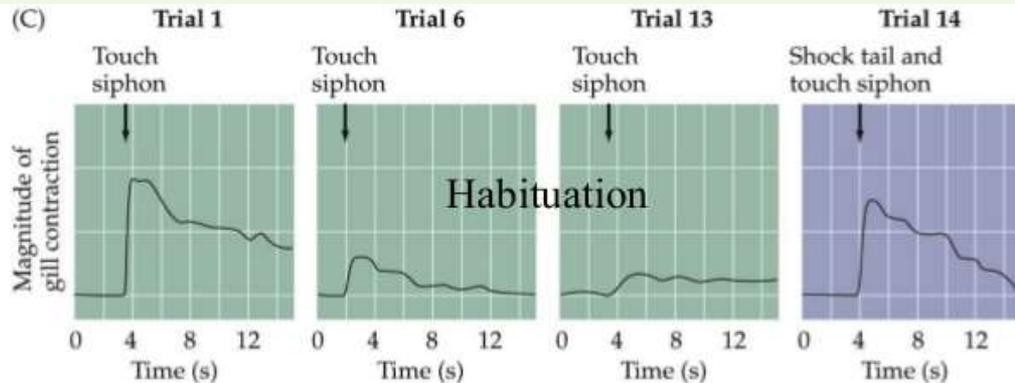
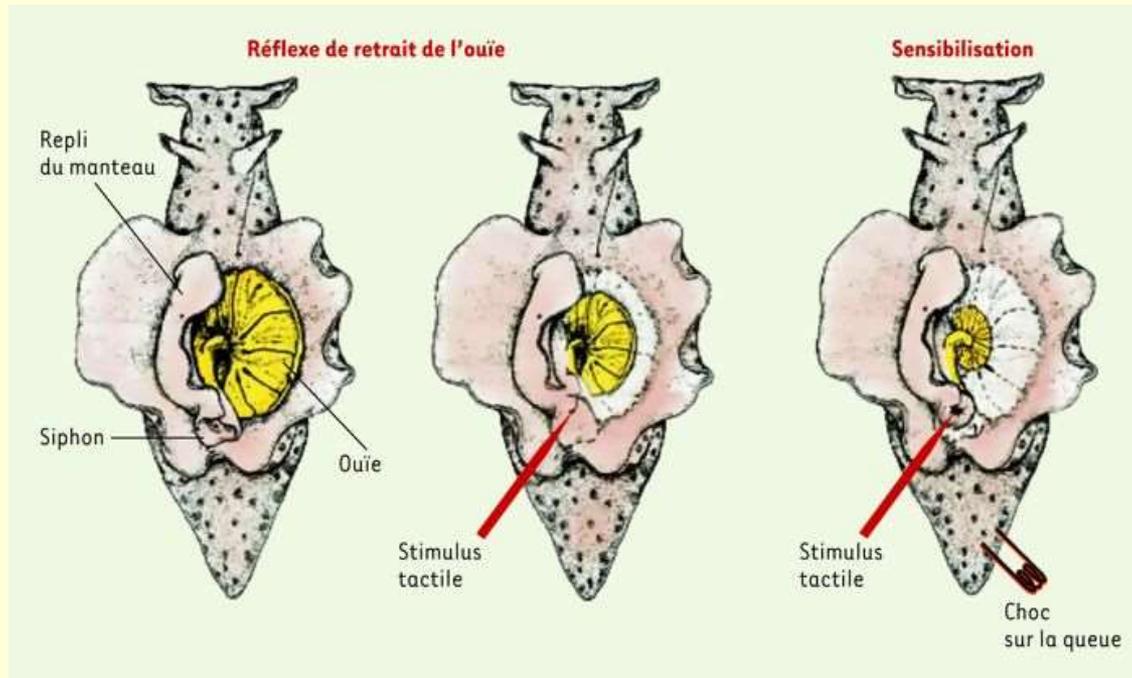
La mémoire est un instrument de **prédiction.** »

- Alain Berthoz

→ Pouvoir se souvenir de ses bons et mauvais coups amène un **avantage adaptatif** certain.

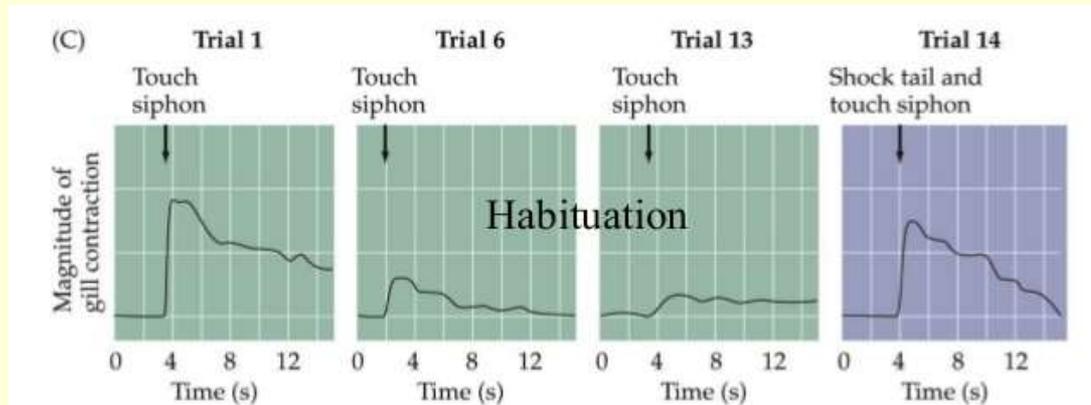
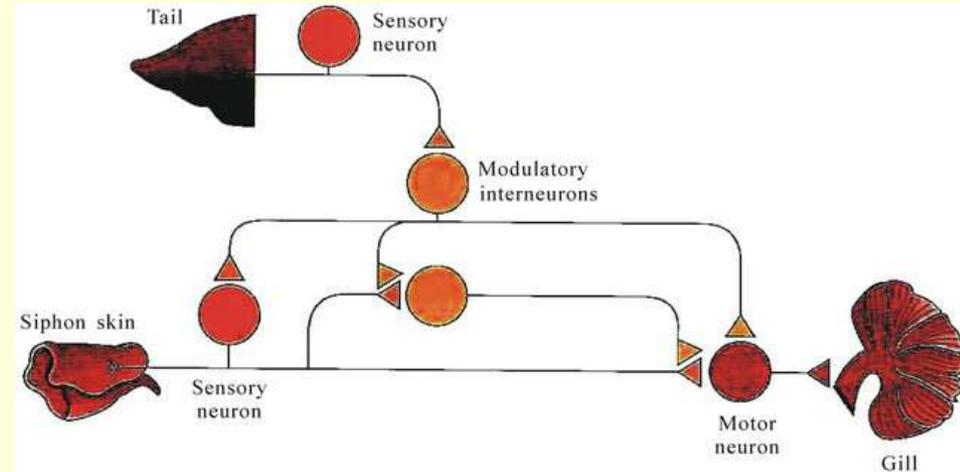
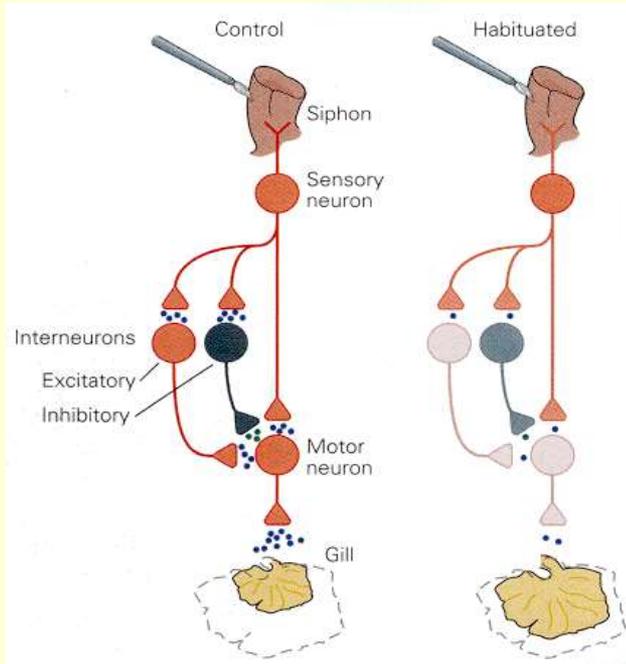


Et déjà, dans les systèmes nerveux les plus primitifs, on voit apparaître des formes simples **d'apprentissage** et de **mémoire** comme...



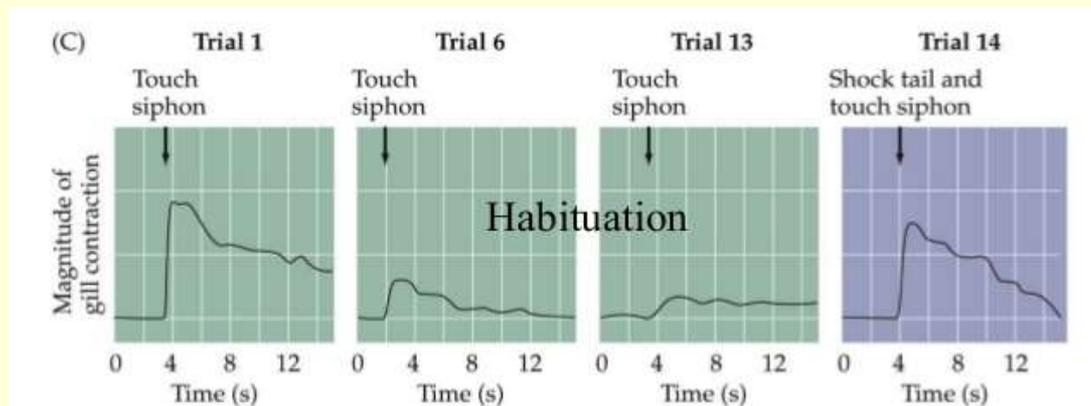
Sensibilisation

Et déjà, dans les systèmes nerveux les plus primitifs, on voit apparaître des formes simples **d'apprentissage** et de **mémoire** comme...



Sensibilisation

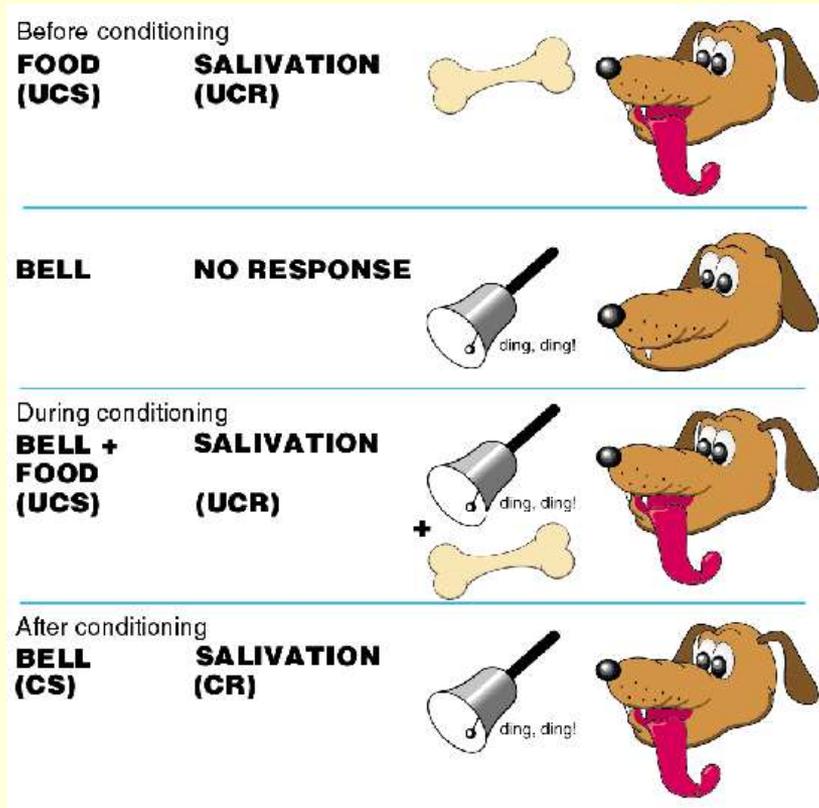
Des formes d'apprentissage et de mémoire qui demeurent présentes chez l'humain...



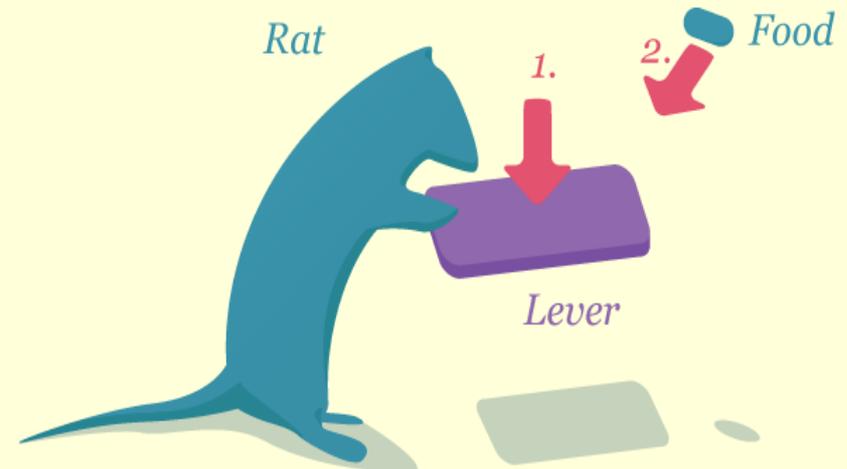
Sensibilisation

Tout comme d'autres formes **d'apprentissage** qui vont aussi apparaître assez tôt dans l'évolution :

Le **conditionnement classique**, où l'on apprend que 2 stimuli sont associés.



Le **conditionnement opérant**, où l'on apprend qu'avoir tel comportement amène une récompense.



Tout comme d'autres formes **d'apprentissage** qui vont aussi apparaître assez tôt dans l'évolution :

Le **conditionnement classique**, où l'on apprend que 2 stimuli sont associés.



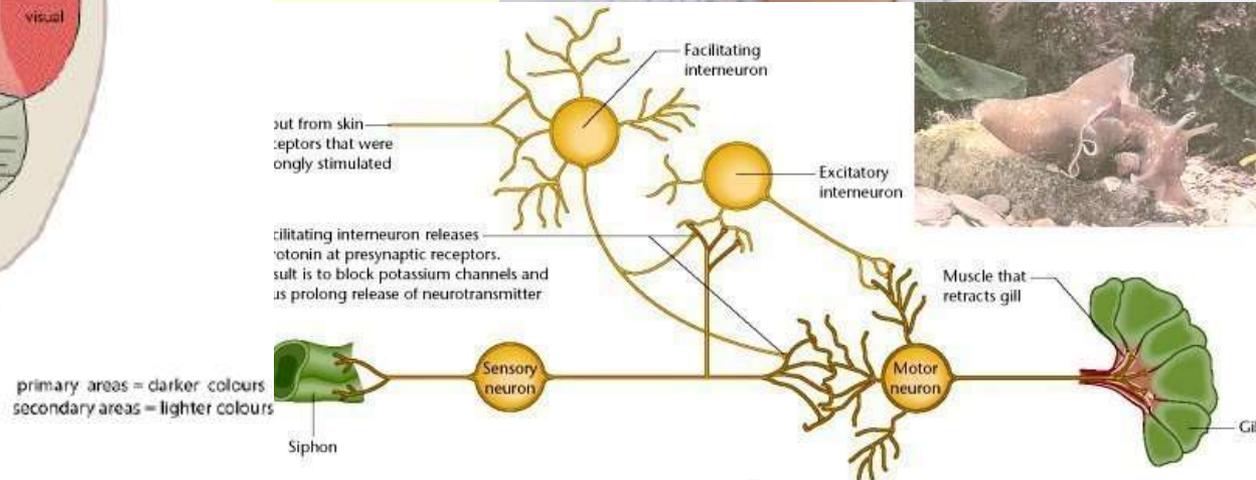
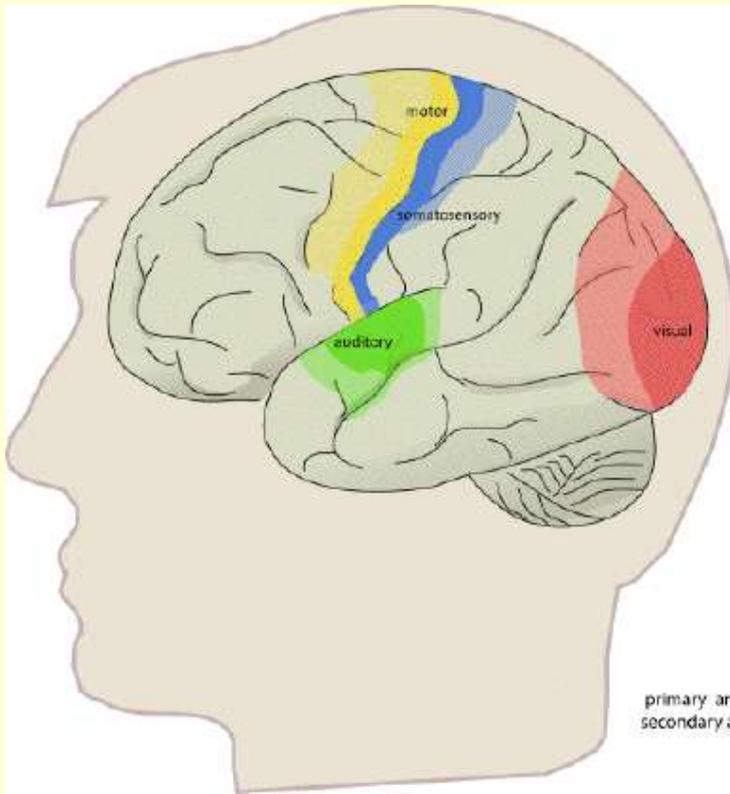
Le **conditionnement opérant**, où l'on apprend qu'avoir tel comportement amène une récompense.

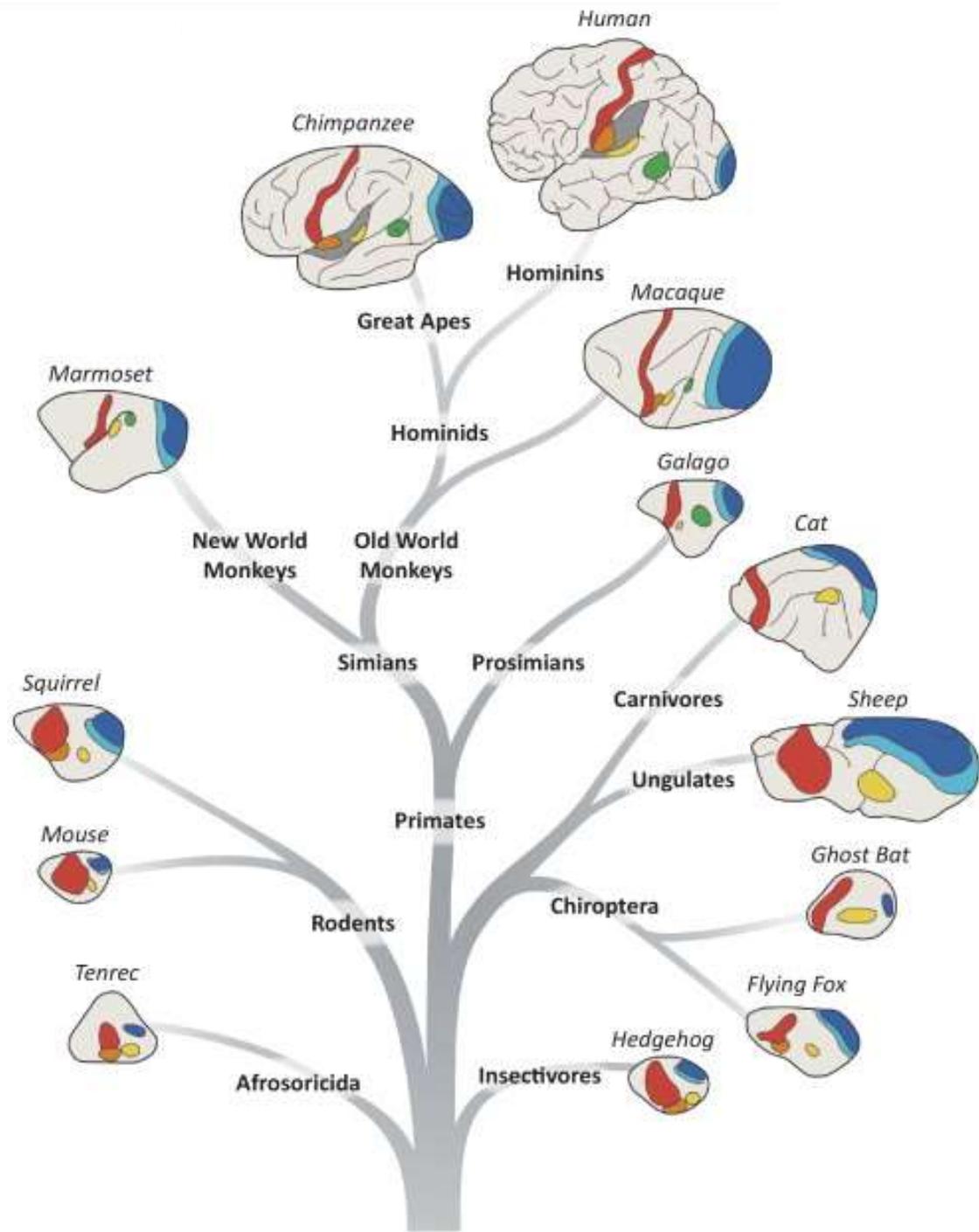


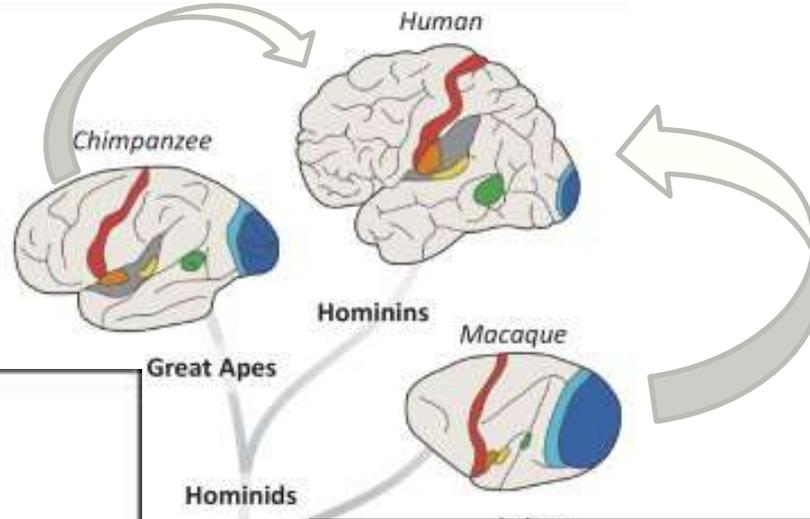
Le cerveau humain est encore construit sur cette **boucle perception – action**,

mais la plus grande partie du cortex humain va essentiellement **moduler cette boucle**,

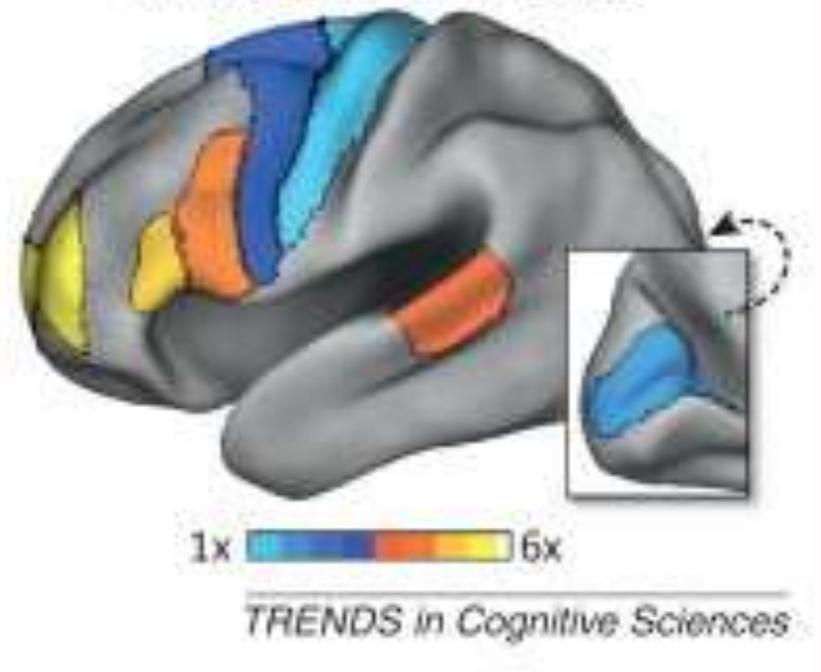
comme les inter-neurones de l'aplysie.





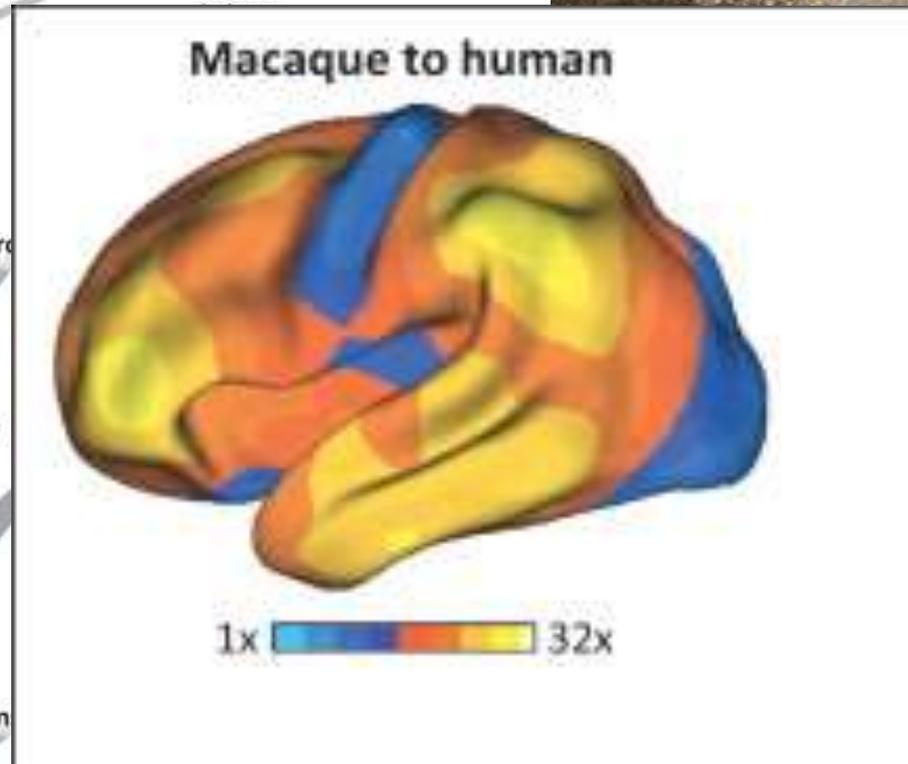


Chimpanzee to human

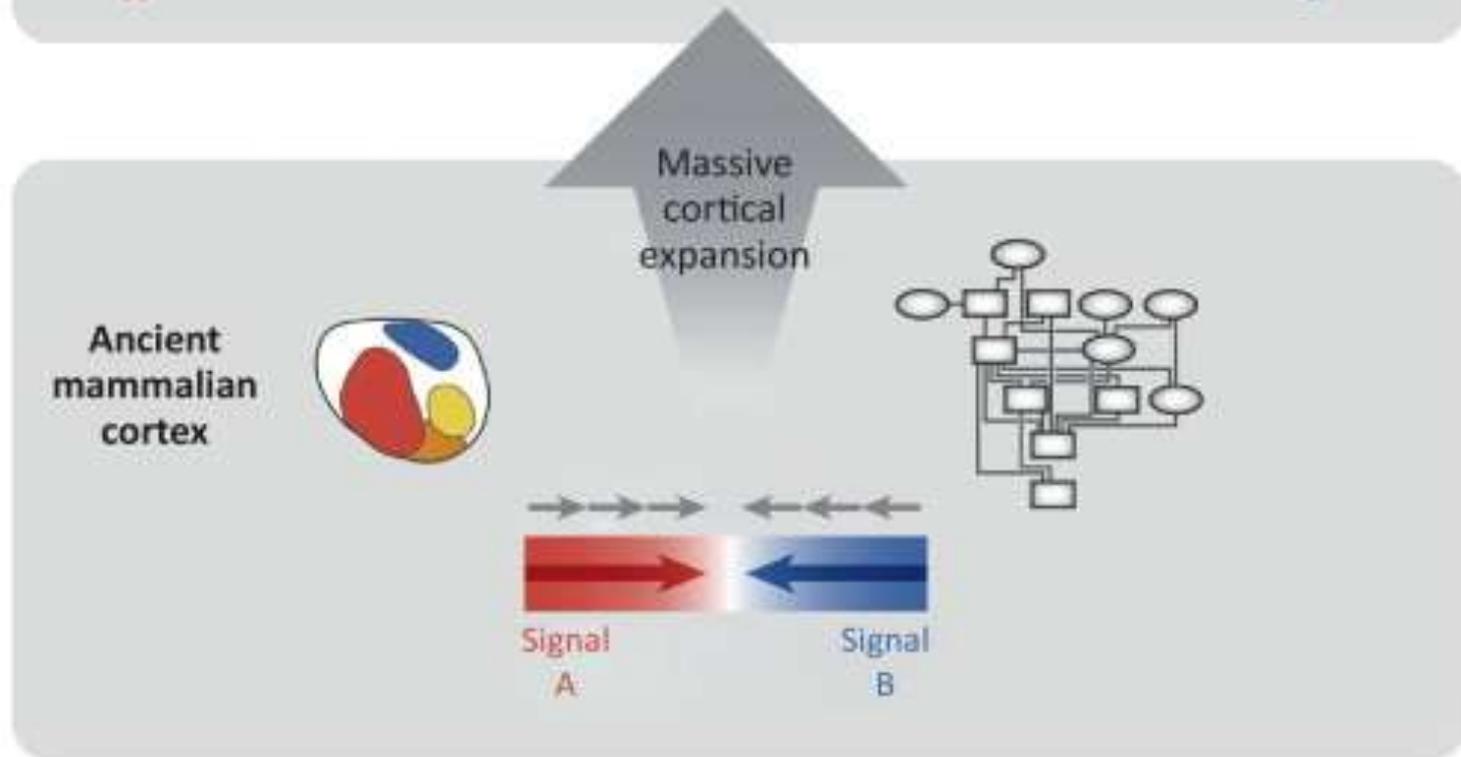
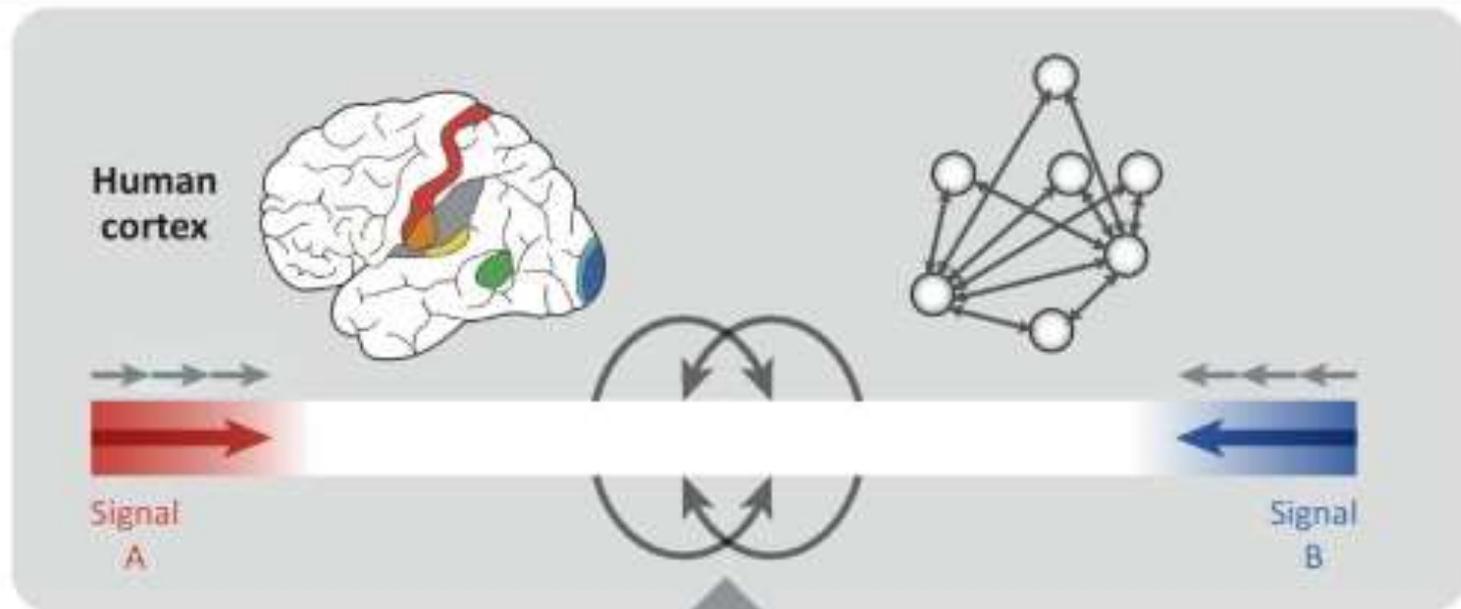


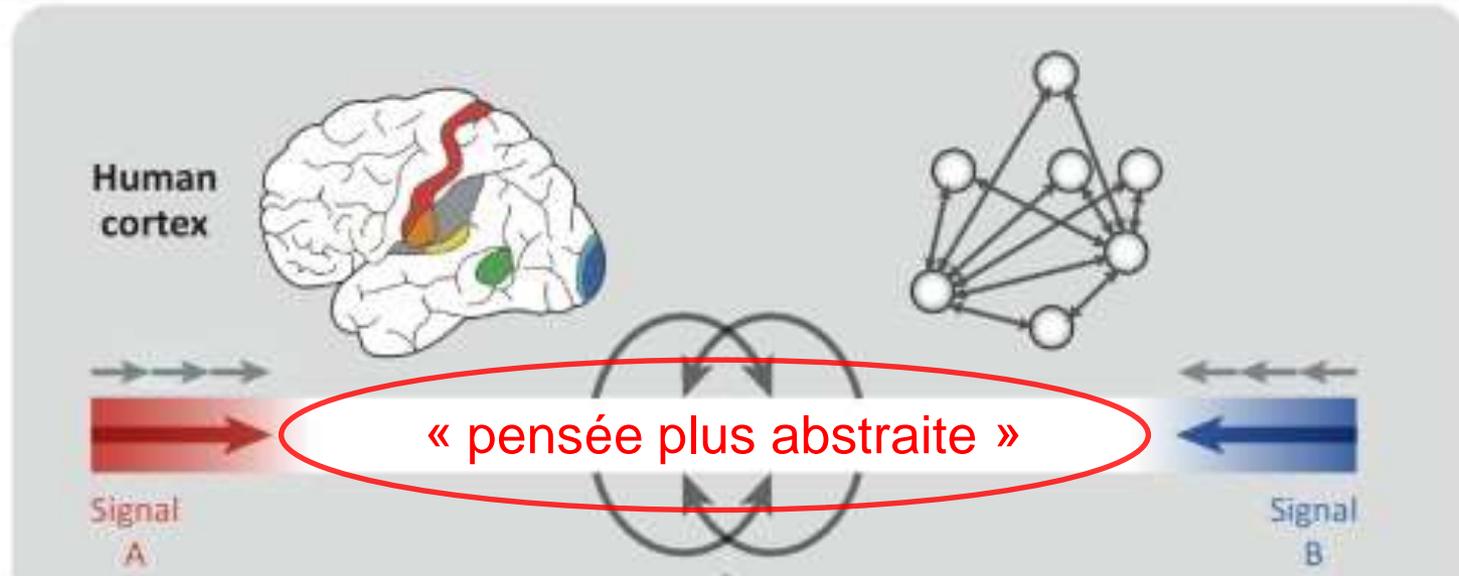
Ancêtre commun :
environ 6-7 millions d'années

Macaque to human



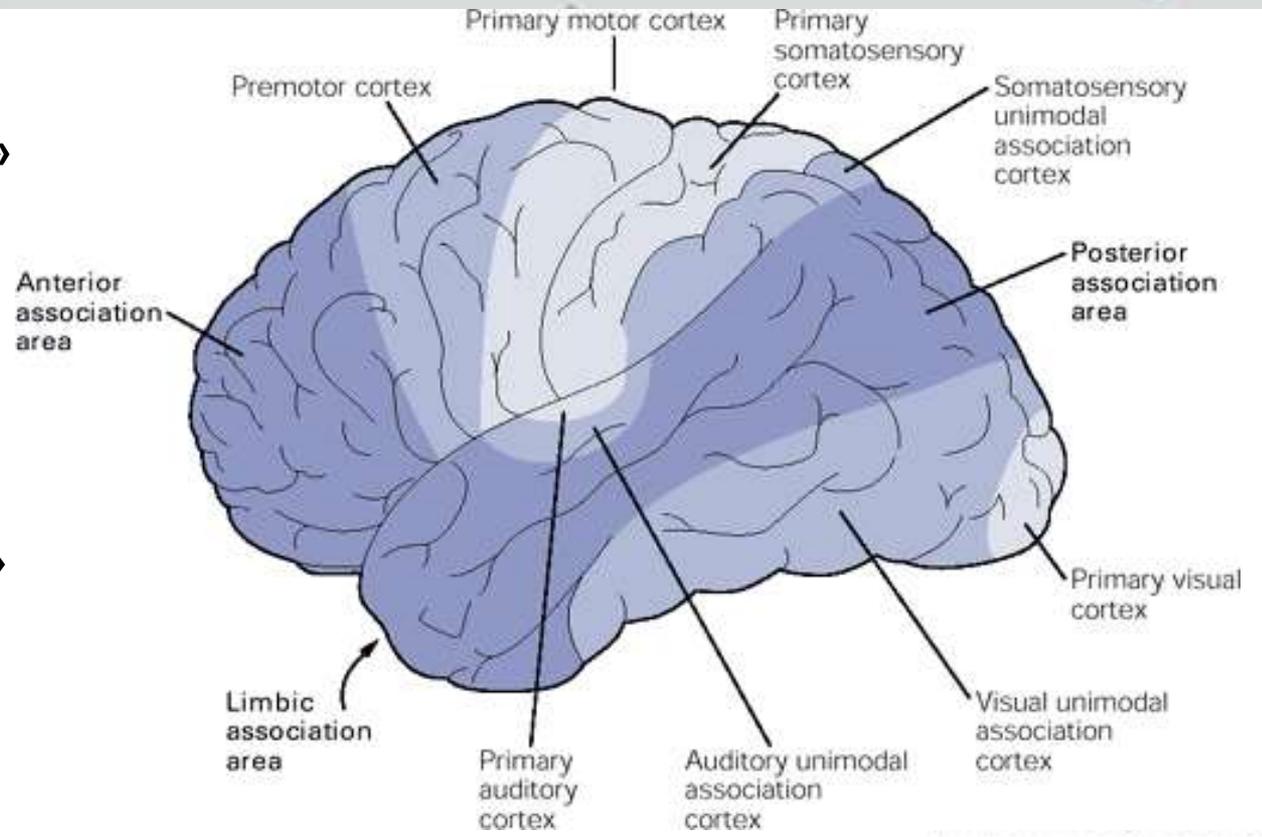
Ancêtre commun :
environ 25 millions d'années



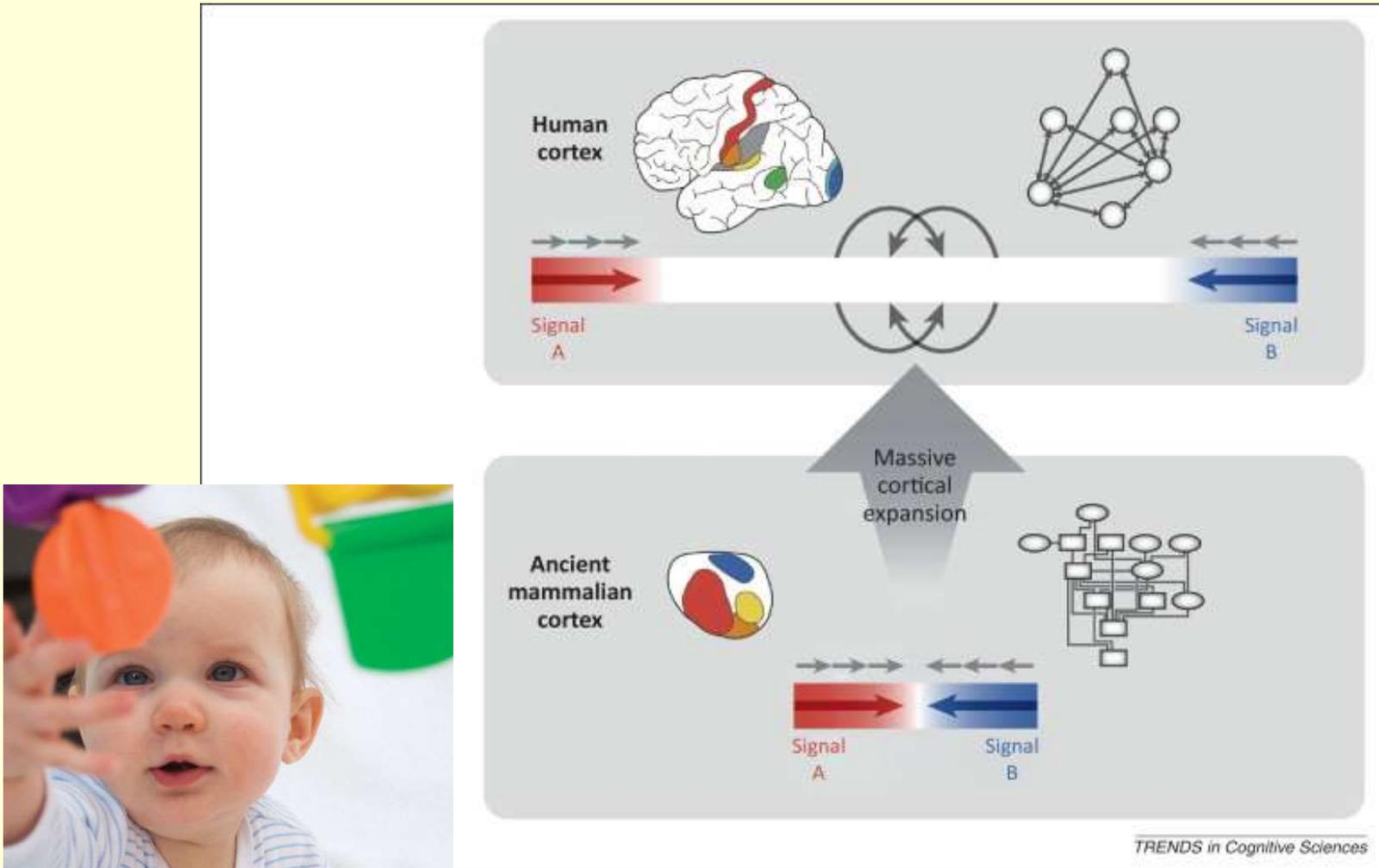


Cortex « associatif »

crée de l'espace pour le « offline »

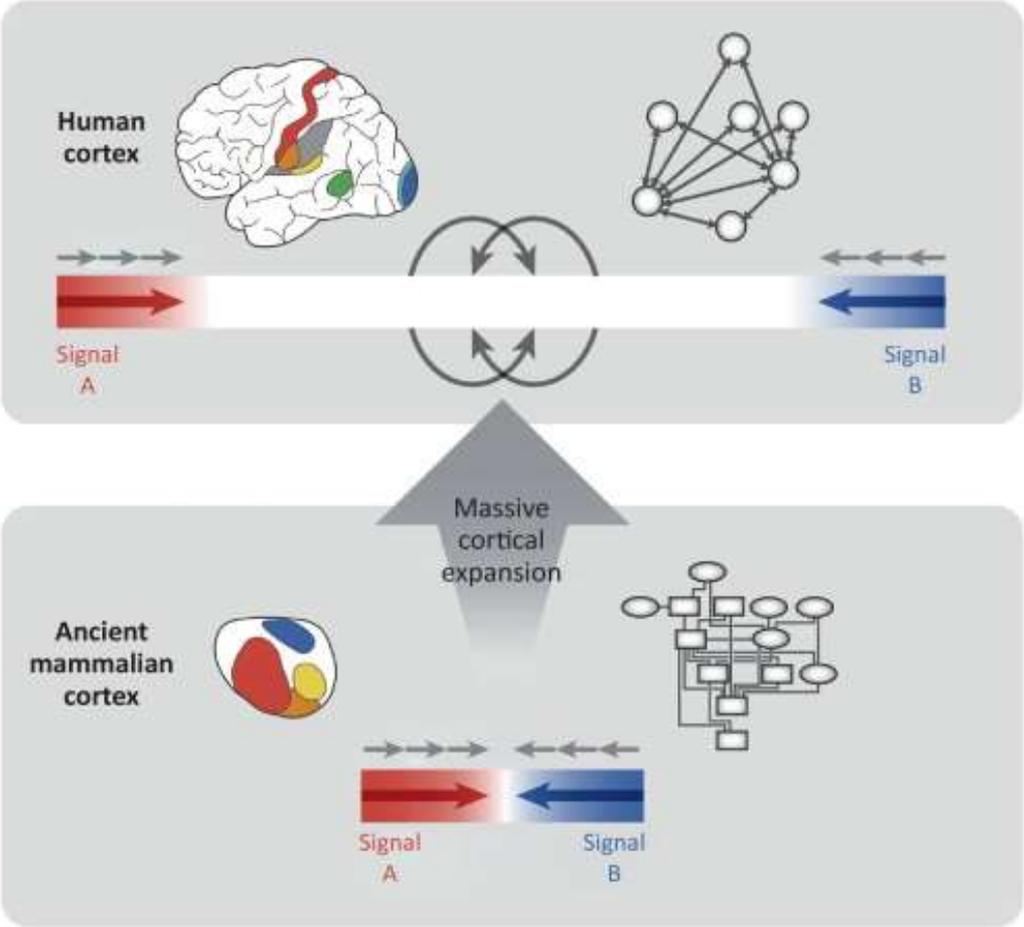


Rappelons que...

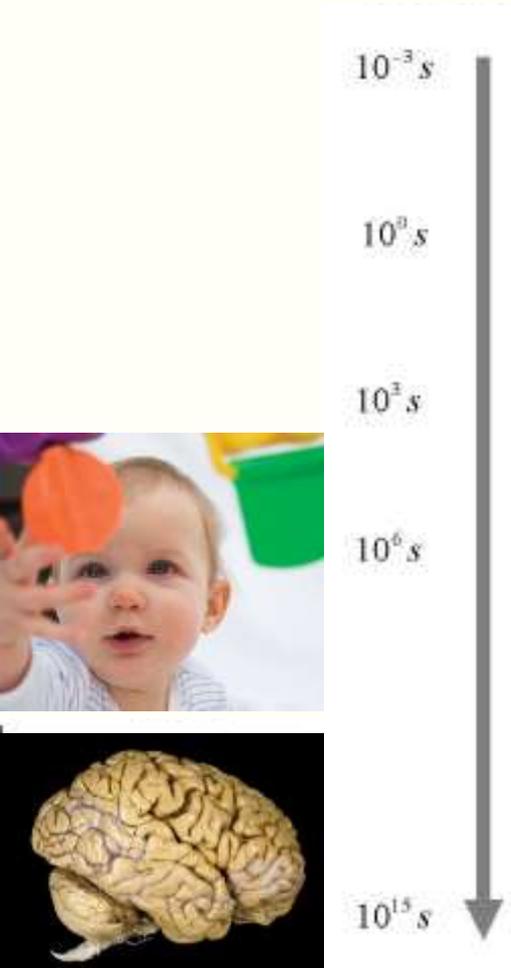


...au début de la vie,
tout se fait en « online »

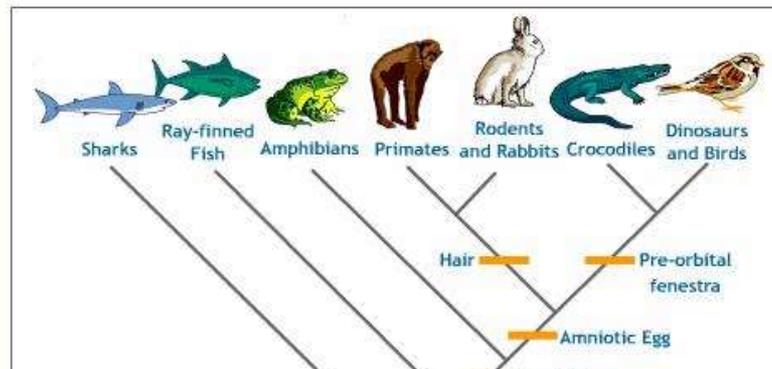
Et progressivement, on aura l'option supplémentaire de faire du « offline »



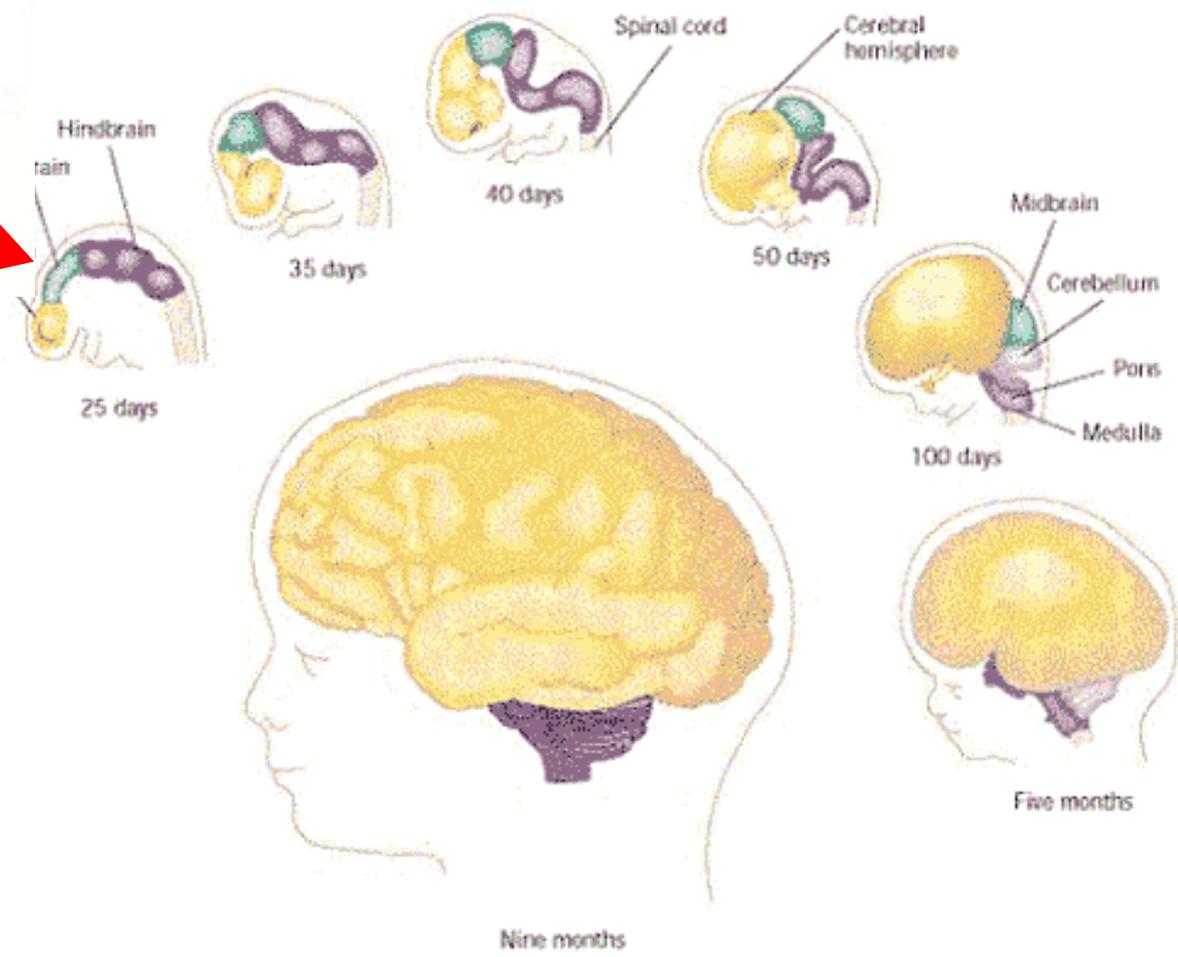
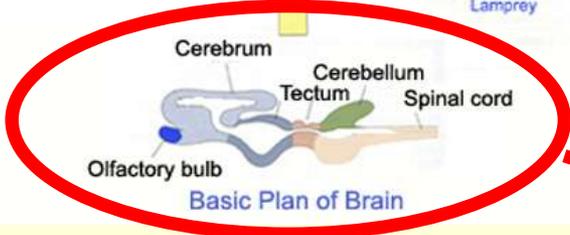
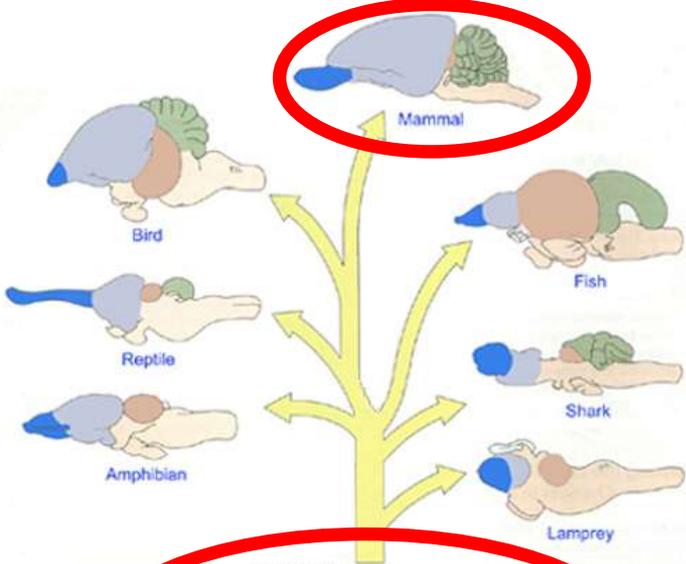
Des processus dynamiques à différentes échelles de temps :



Développement
du système nerveux
(incluant des mécanismes
épigénétiques)



Évolution biologique
qui façonne les plans
généraux du système
nerveux

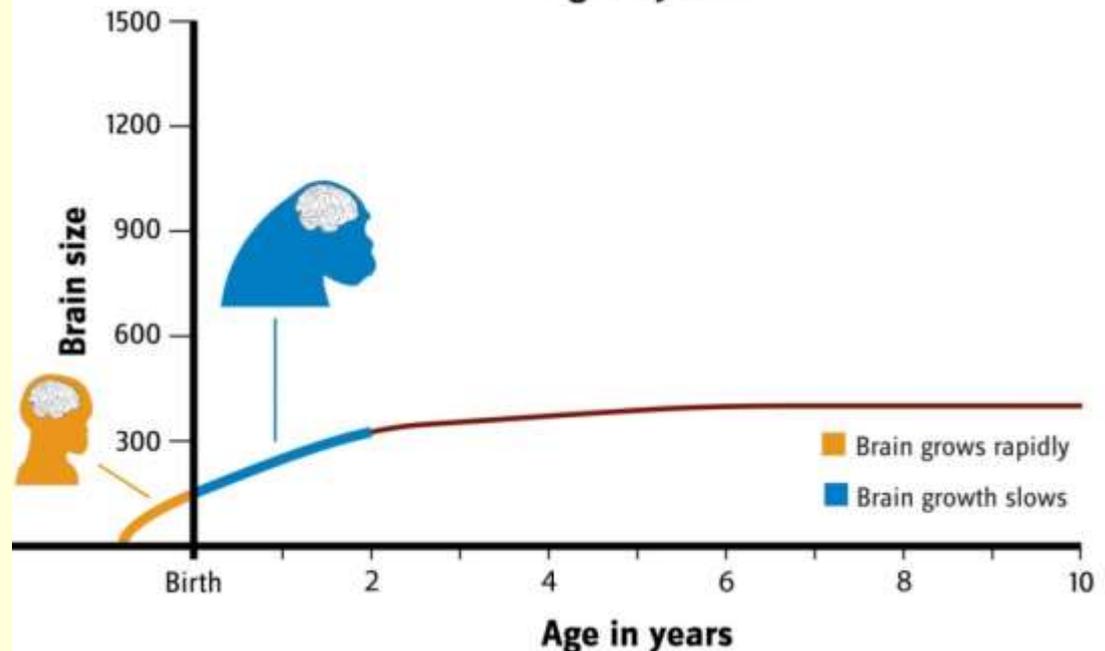
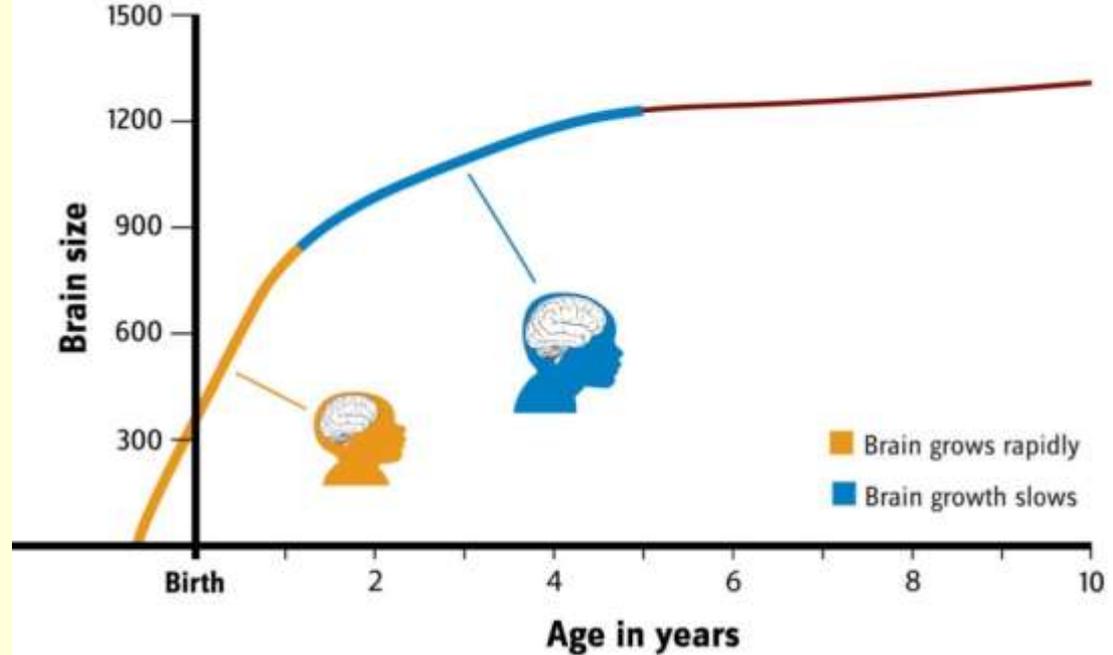


À la naissance, le cerveau humain ne représente que **25 %** du volume qu'il atteindra à l'âge adulte.

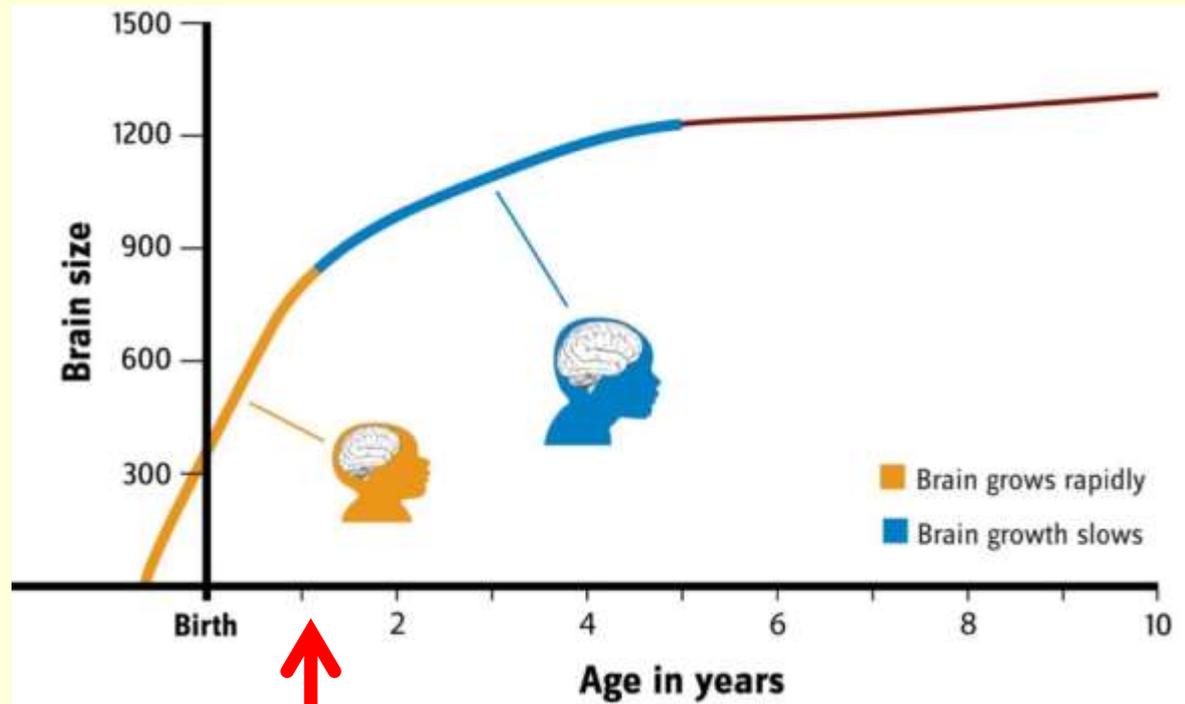
Chez le chimpanzé nouveau-né, cette proportion est de **40 %**.

À cause de son volume cérébral trois fois plus grand que le chimpanzé, le bébé humain naît à un stade relativement **inachevé** de son développement :

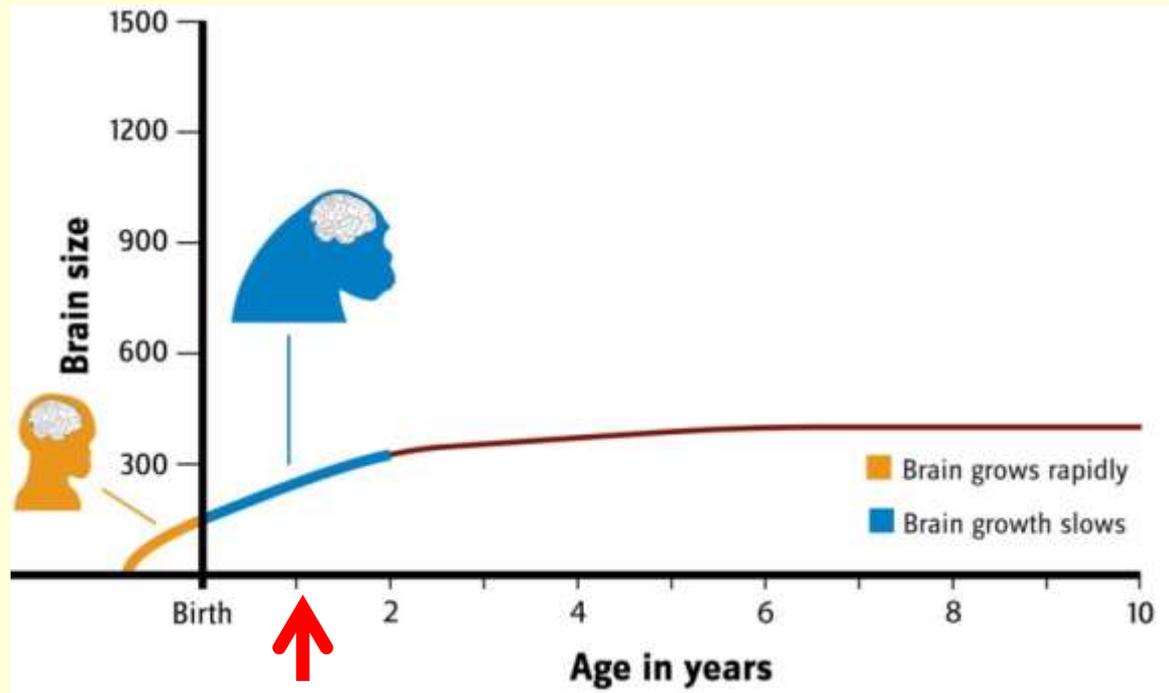
il est de loin **le moins précoce de tous les primates (« néoténie »)**.



À un an, le cerveau n'a atteint que **50 %** de son volume final chez l'humain,

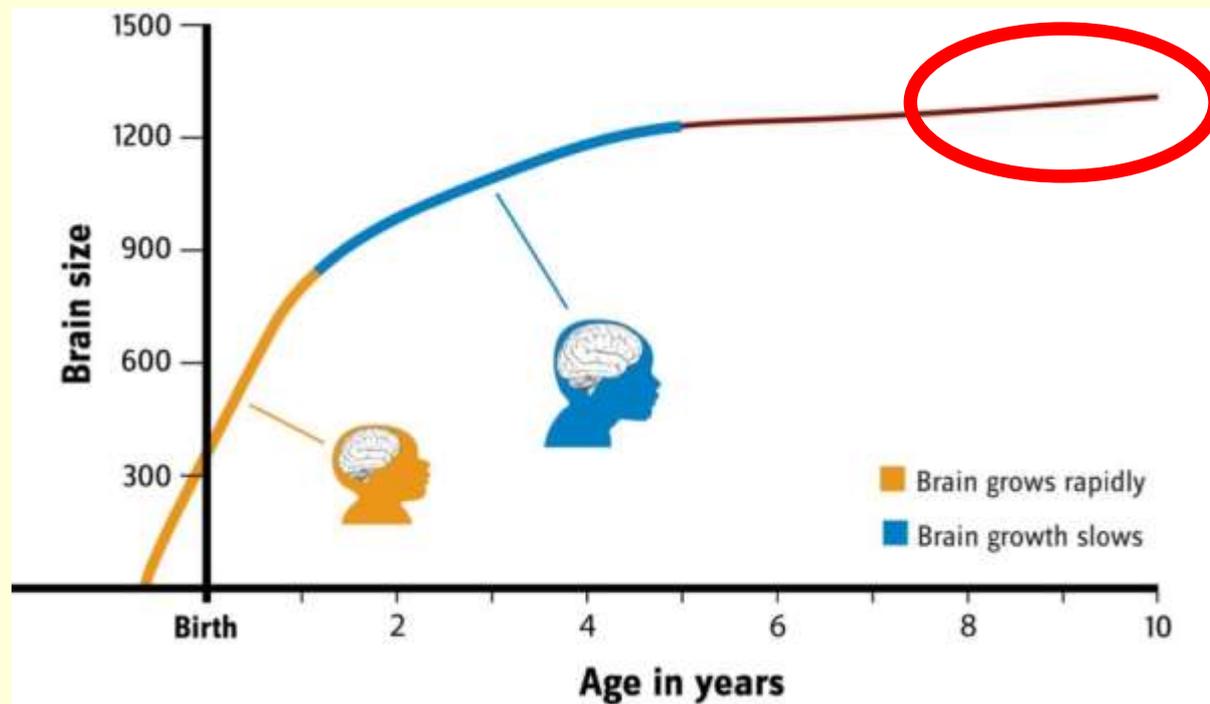


mais **80 %** chez notre plus proche parent

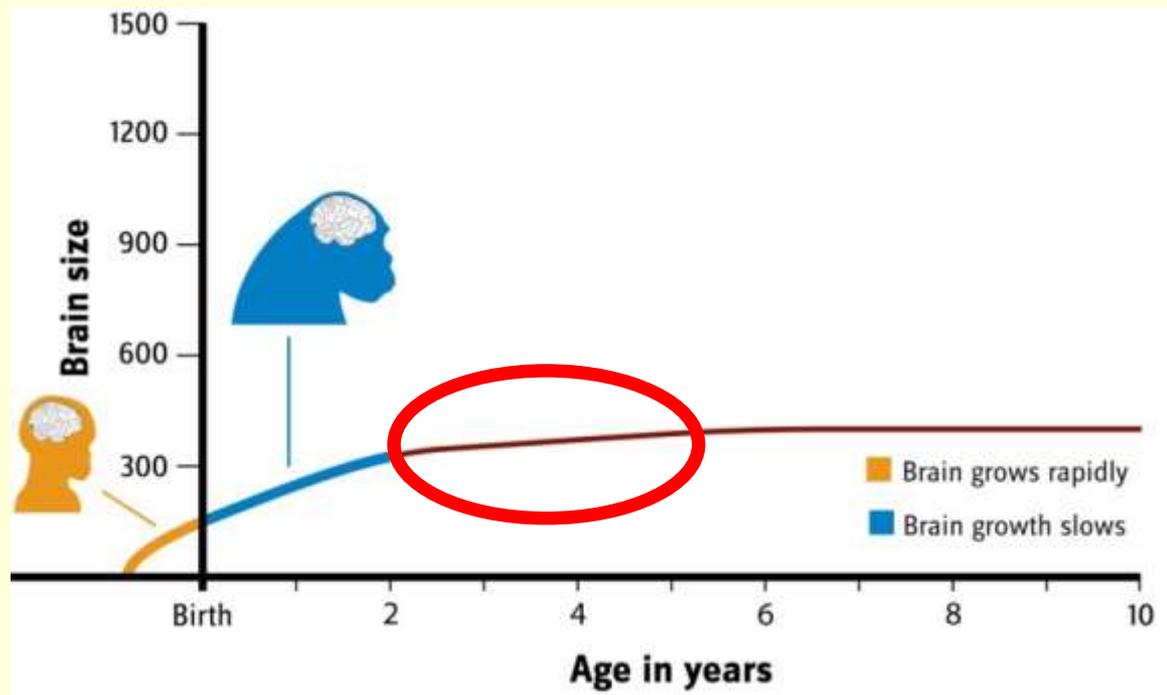


Le cerveau humain continue de croître jusqu'à **plus de dix ans.**

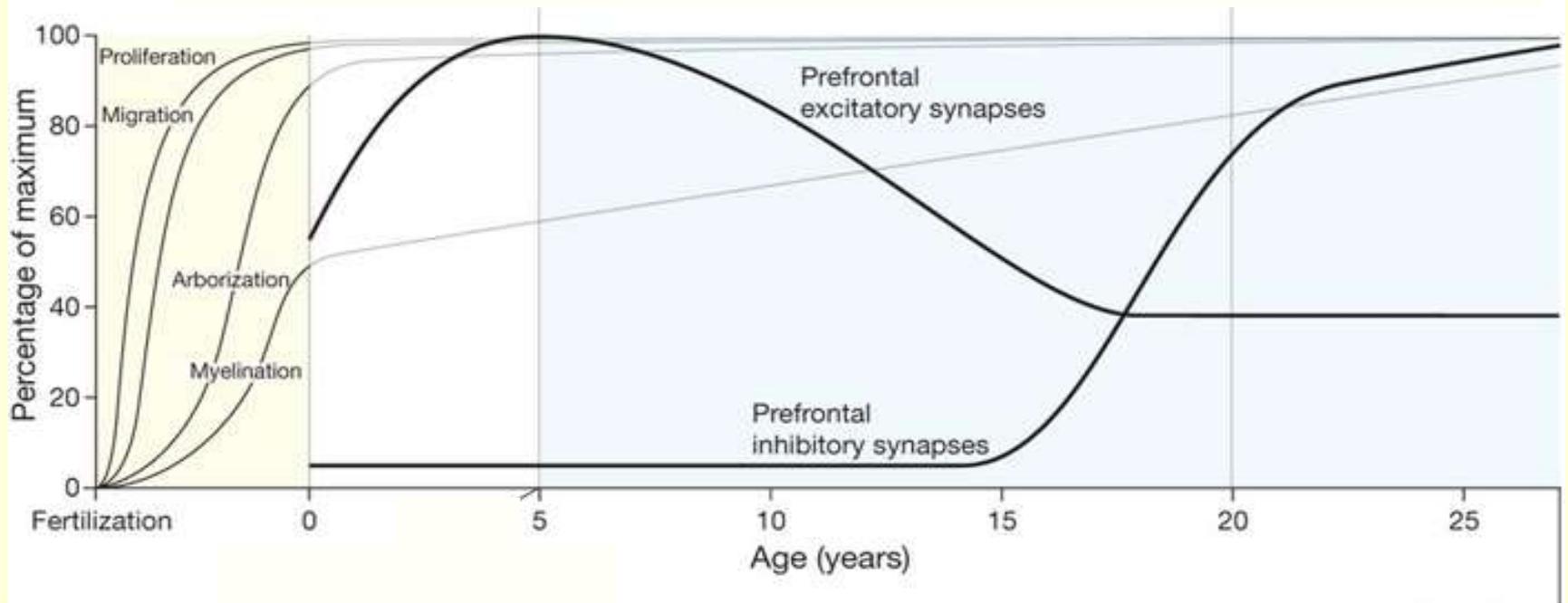
Donc beaucoup plus de temps pour les apprentissages **culturels** chez l'humain...

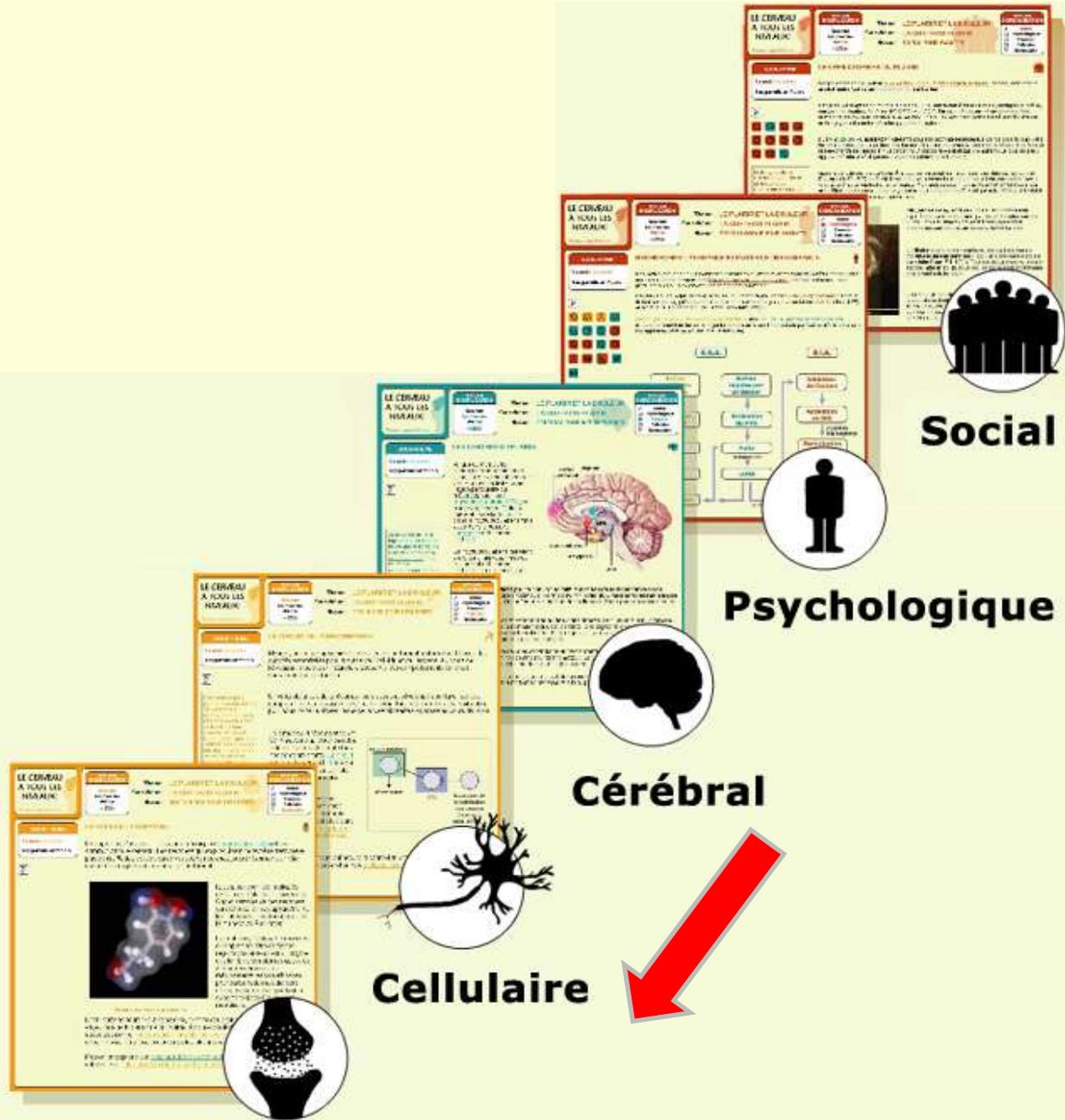


Celui du chimpanzé arrête à l'âge de **trois ou quatre ans.**



a





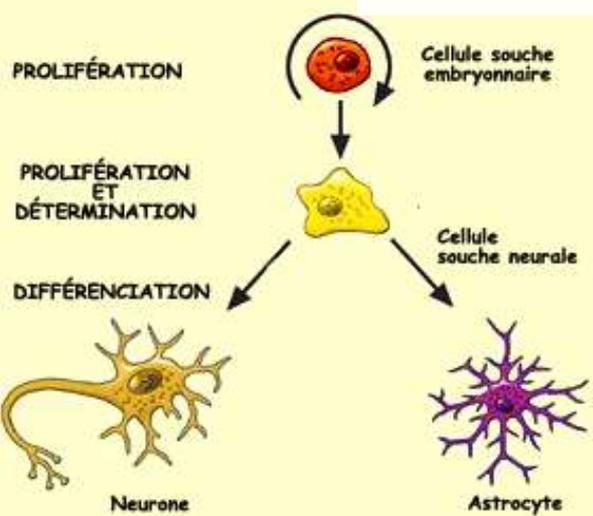
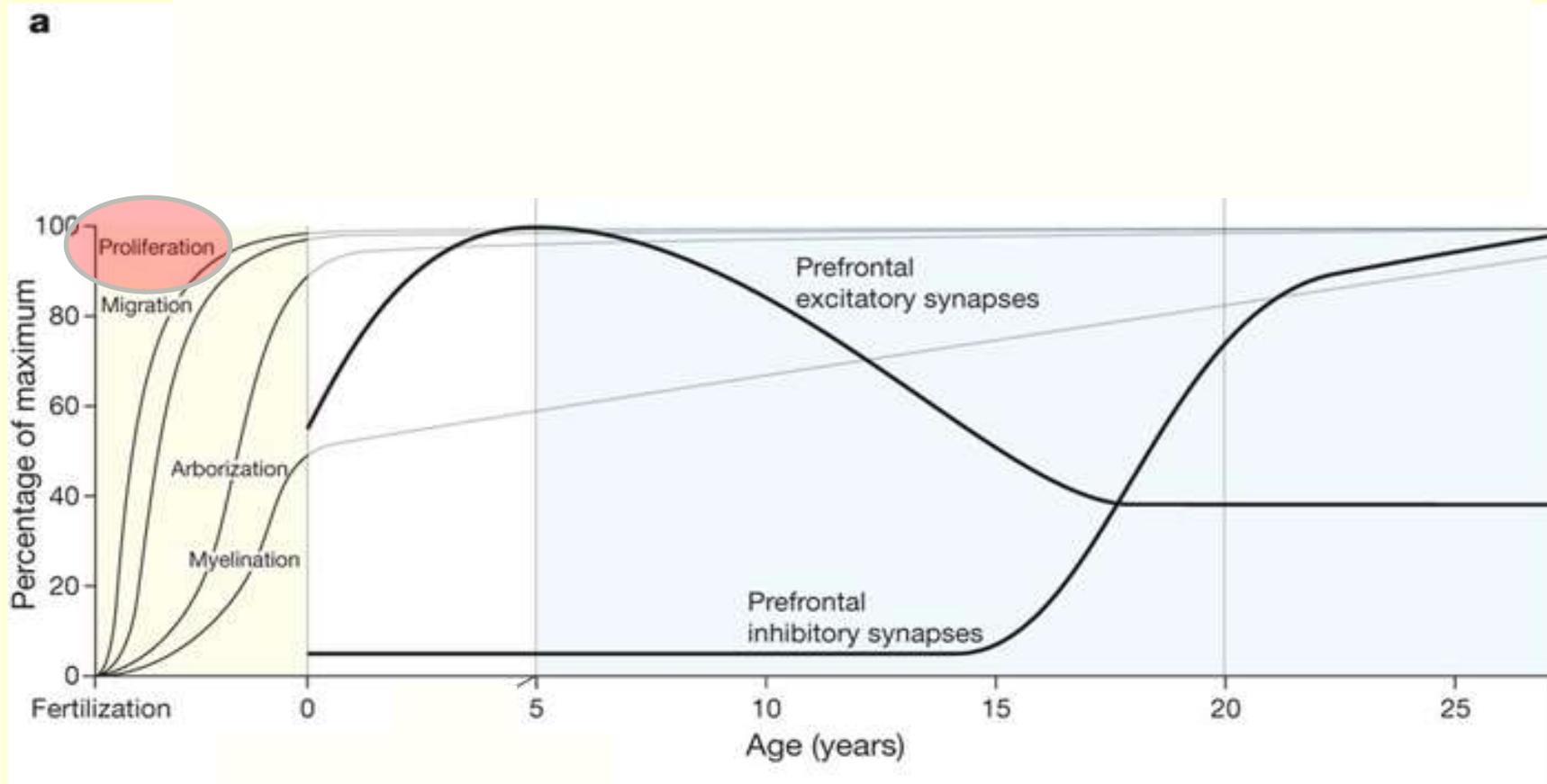
Social

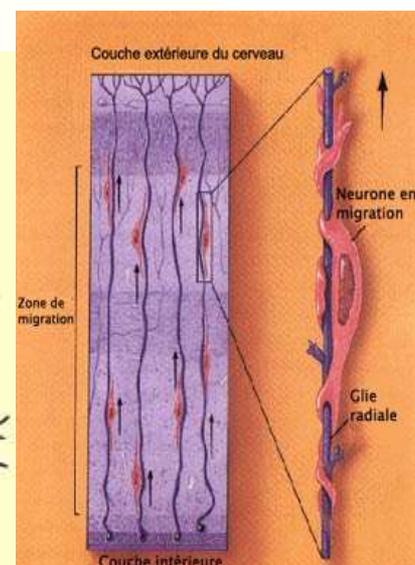
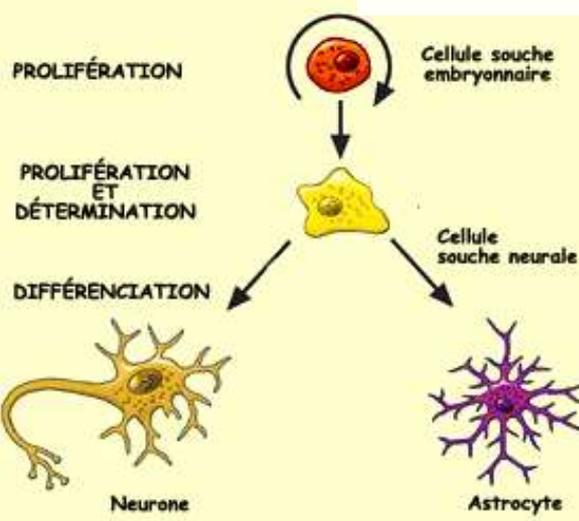
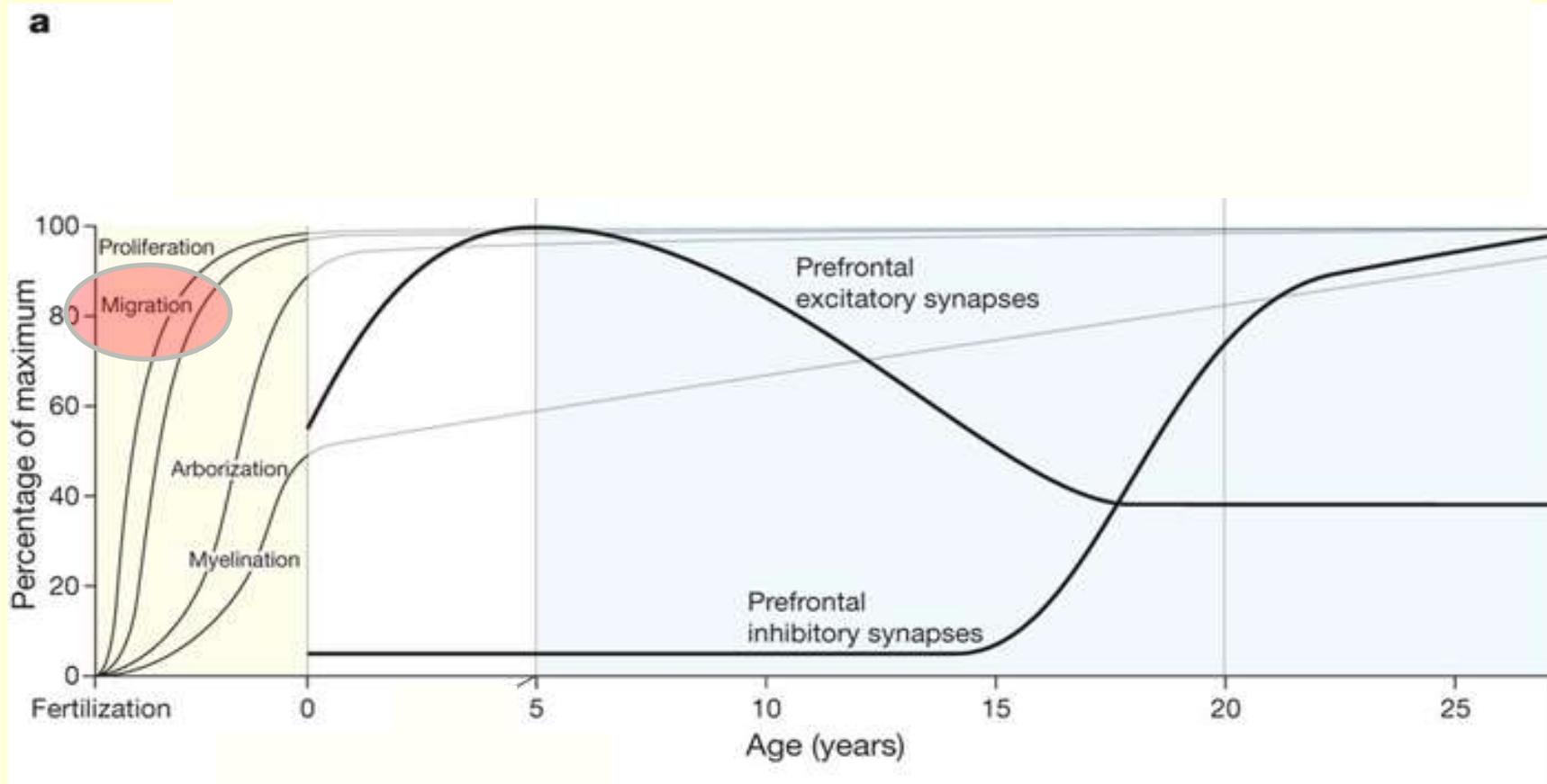
Psychologique

Cérébral

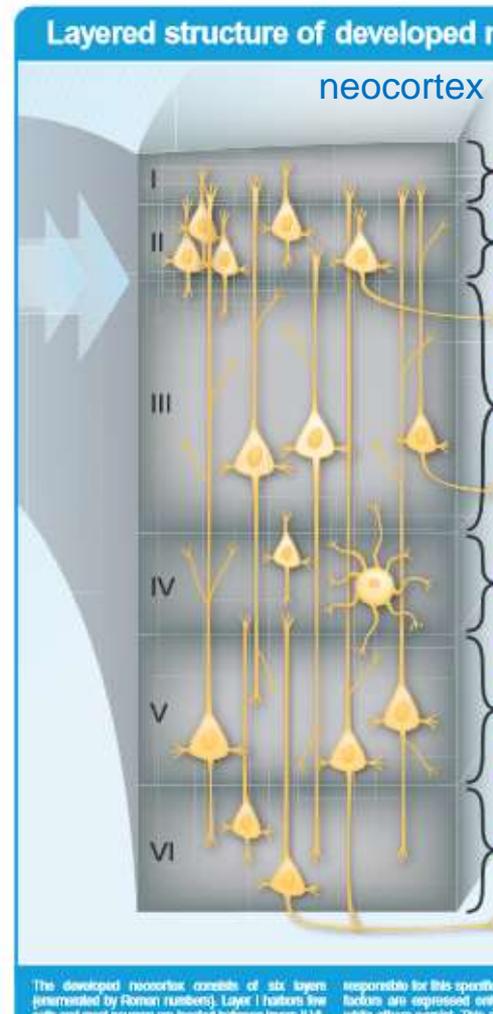
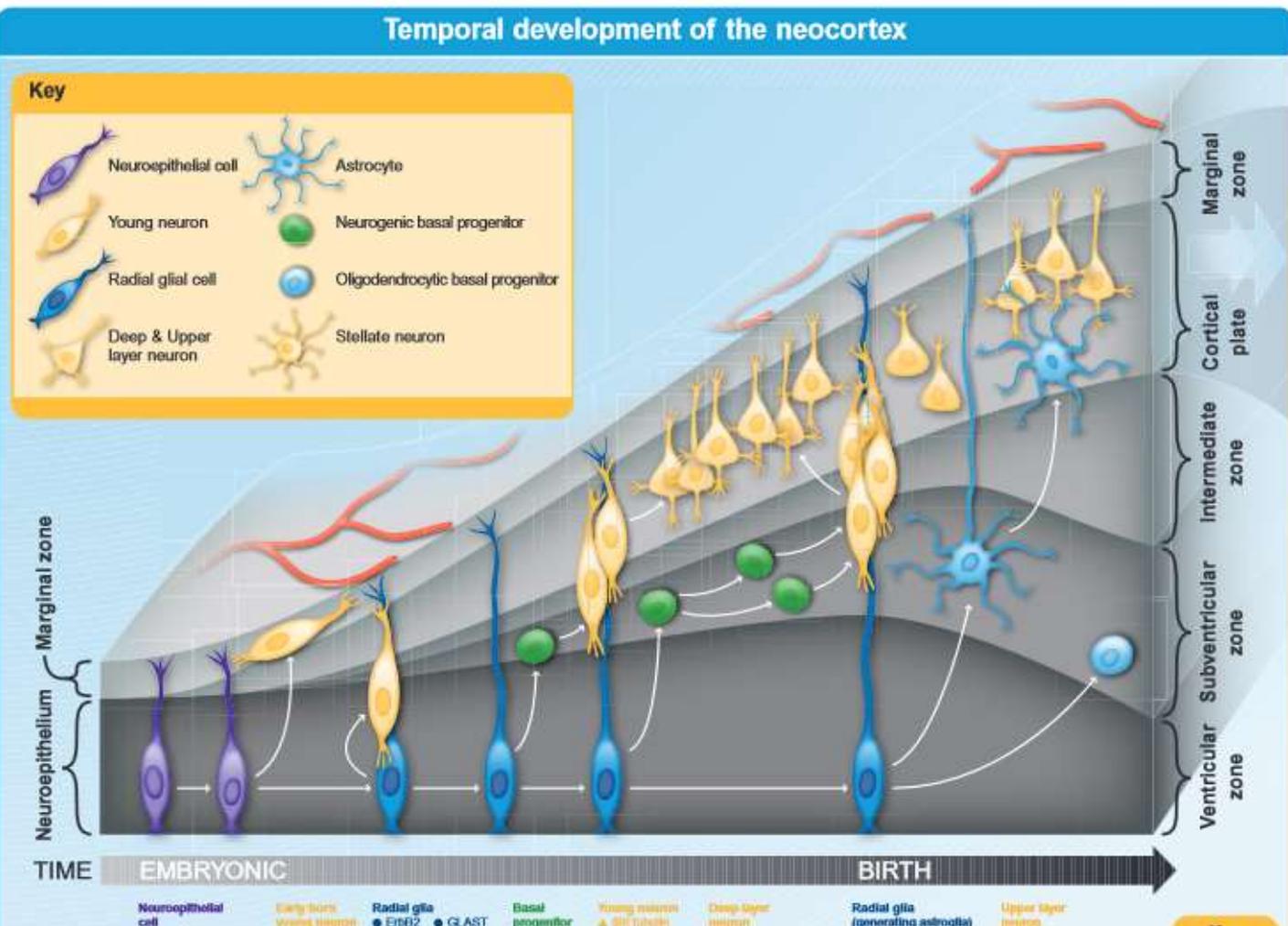
Cellulaire

Moléculaire

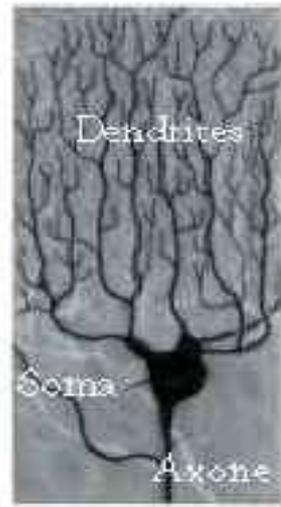
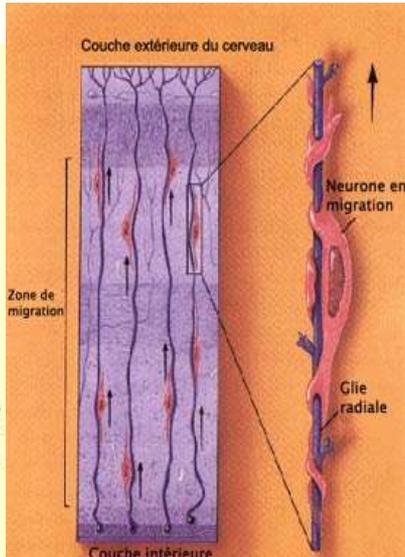
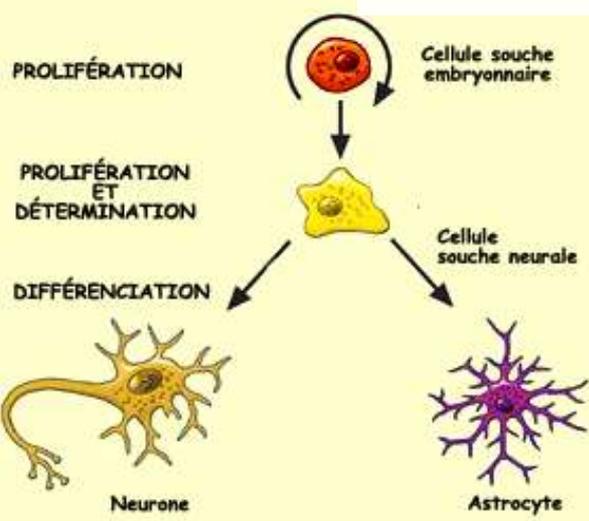
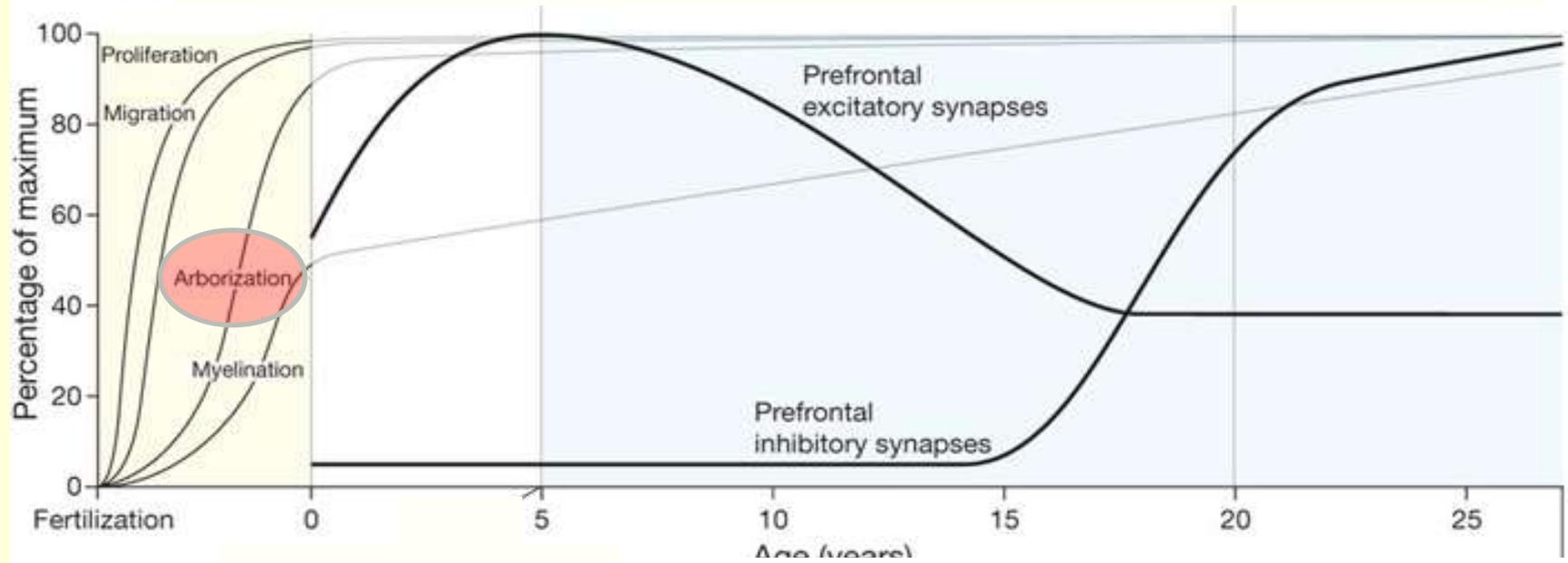




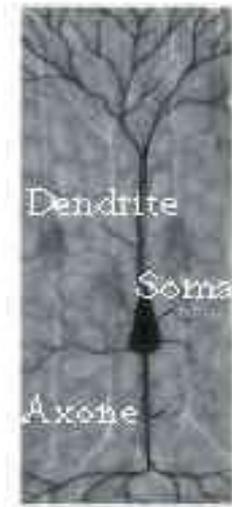
cela va globalement donner lieu à une véritable chorégraphie permettant par exemple ici aux **6 couches du cortex** de se structurer correctement.



a



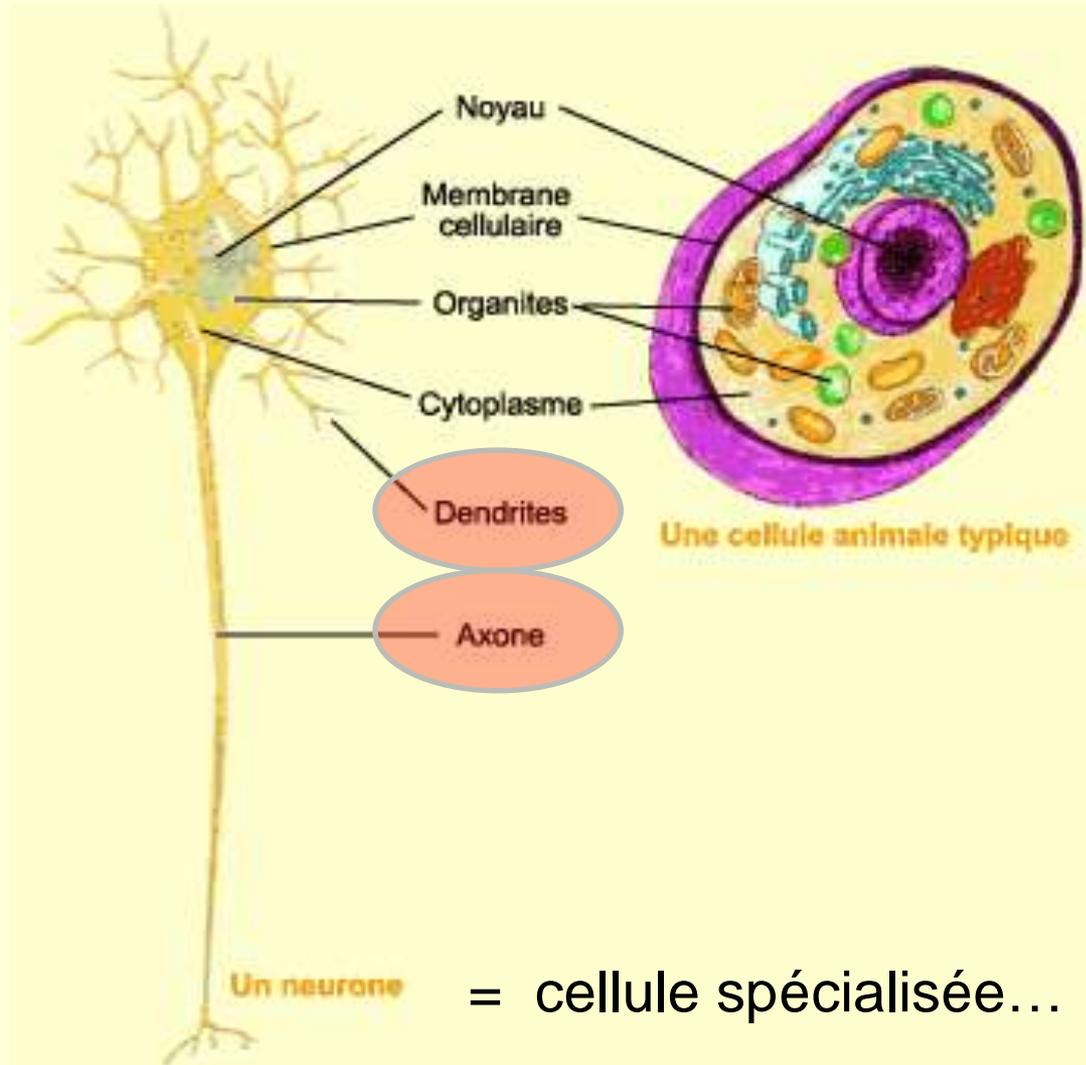
Cellule de Purkinje



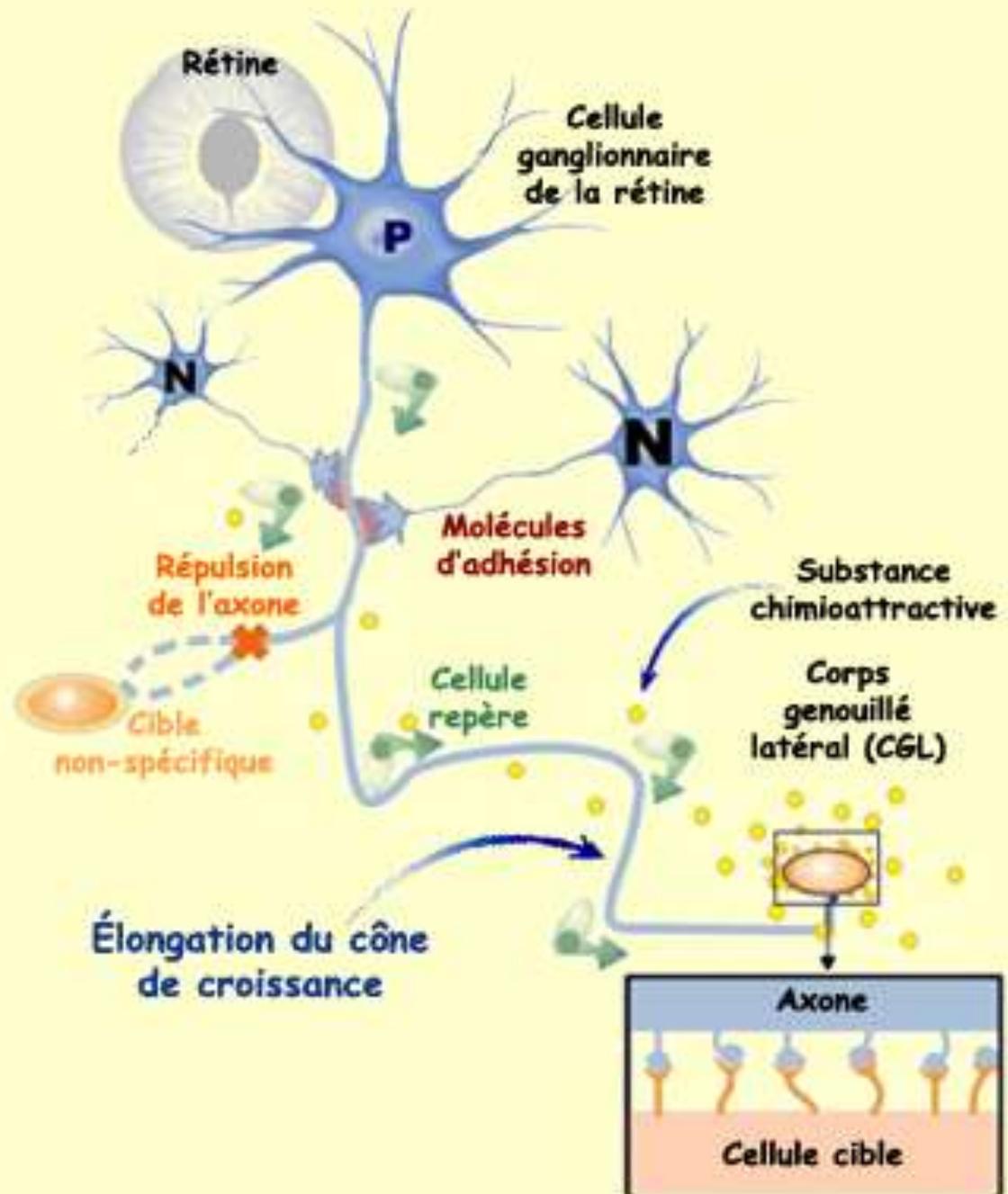
Neurone

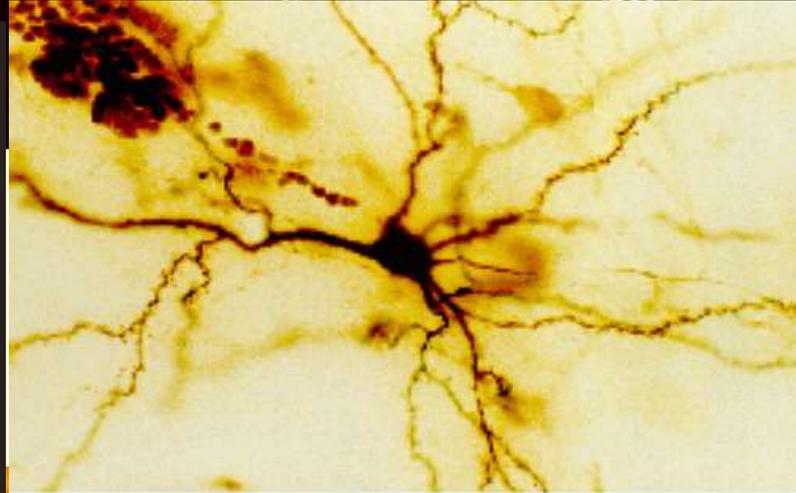
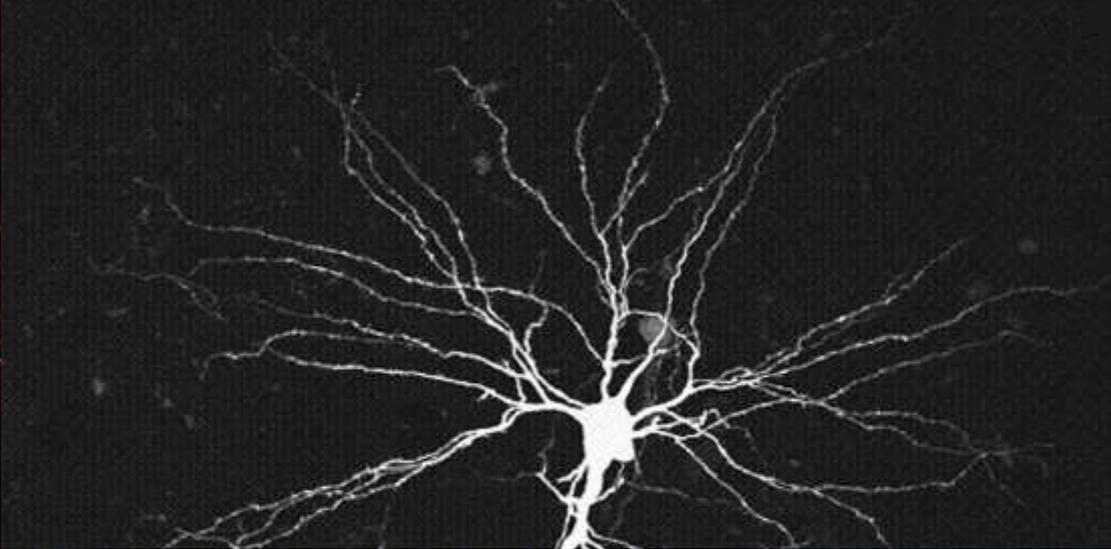
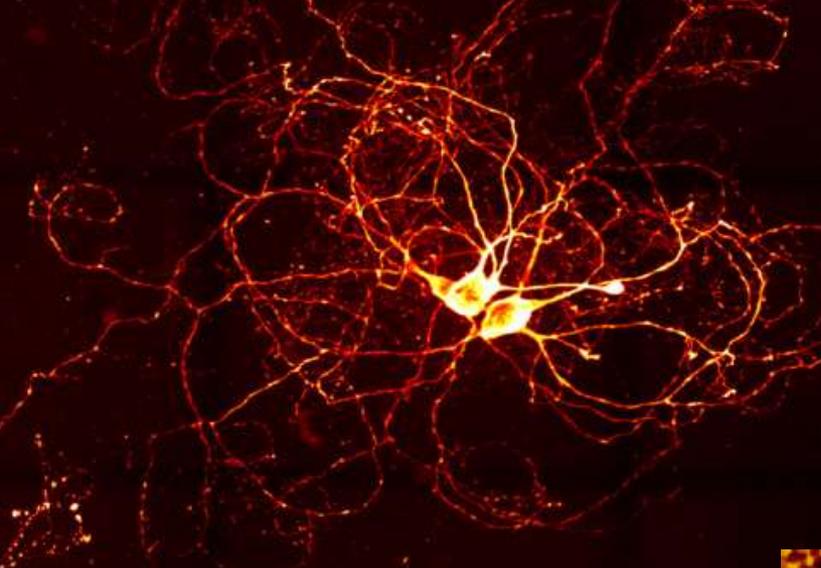


Neurone



Différents mécanismes collaborent pour permettre aux axones d'atteindre leur **cellule cible**;



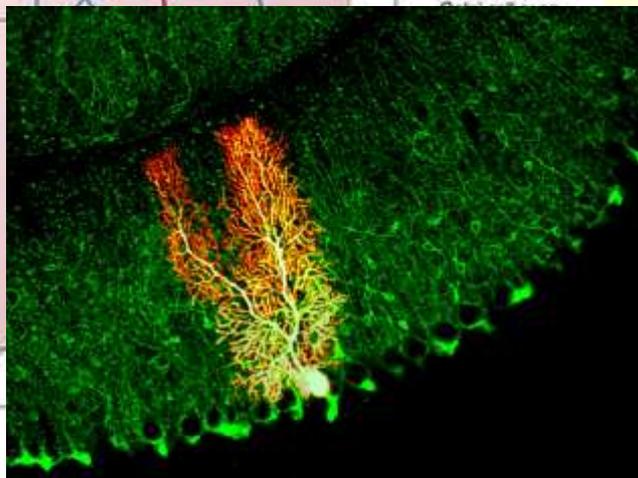
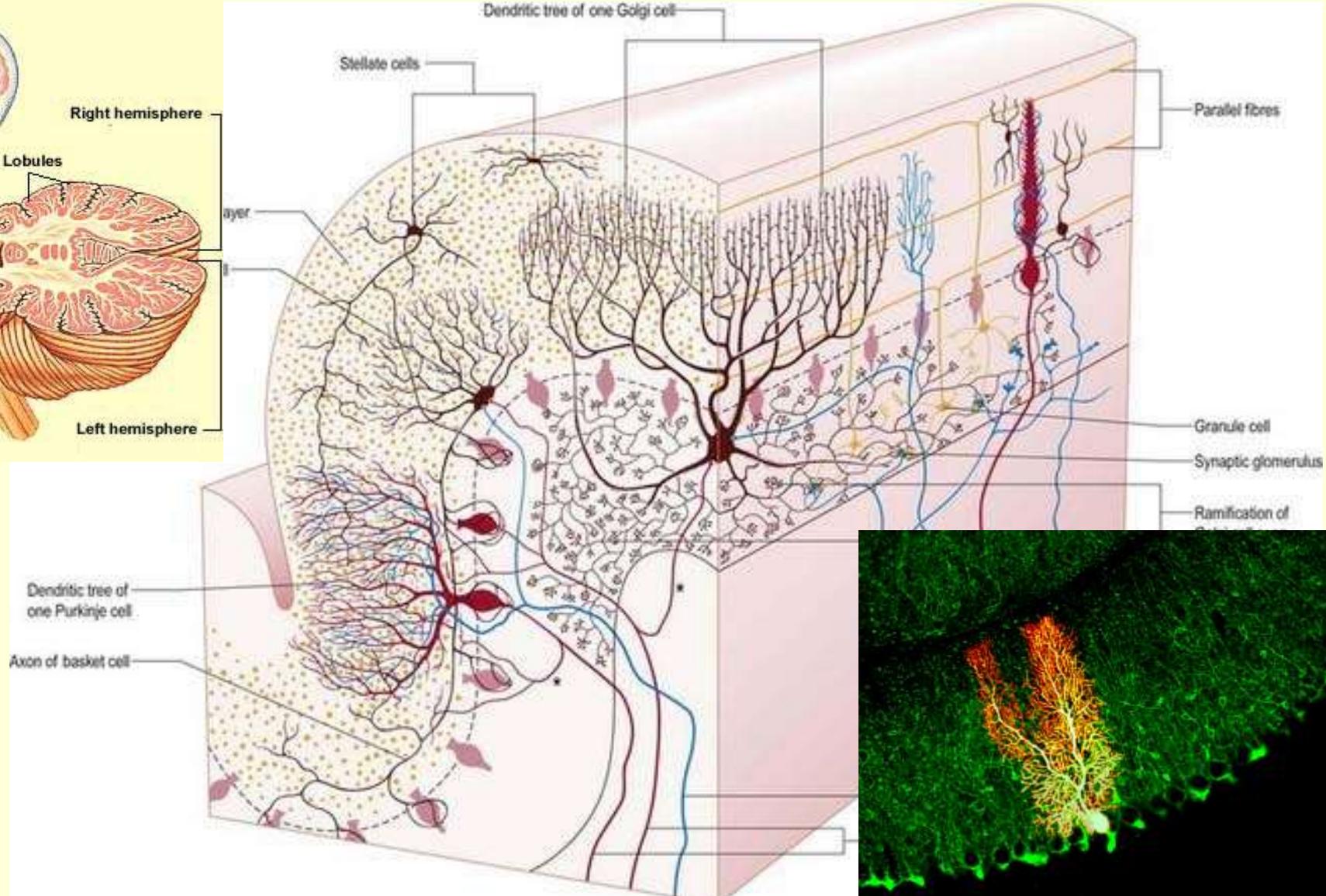
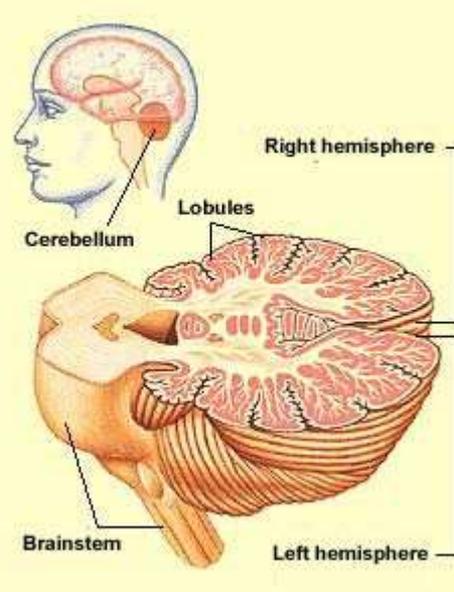


Très grand nombre de types de neurones différents

(estimé à plus de 1 000 et peut-être beaucoup plus, voire un continuum de types...).

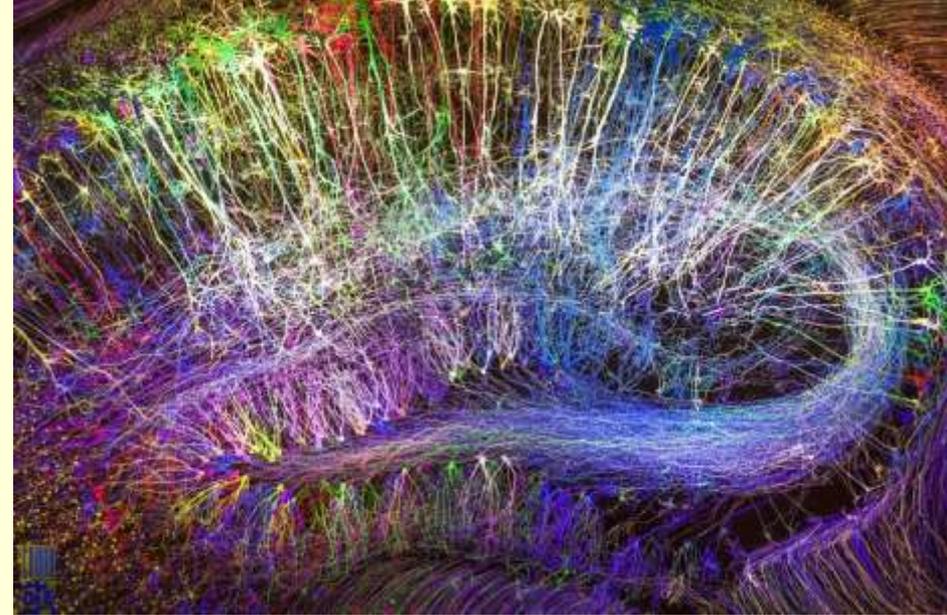
<http://jonlieffmd.com/blog/how-many-different-kinds-of-neurons-are-there>

Grande variabilité de forme des neurones qui s'explique par leur pattern de connectivité avec les autres neurones, qui lui-même dépend de la fonction de ce circuit nerveux.





Cervelet

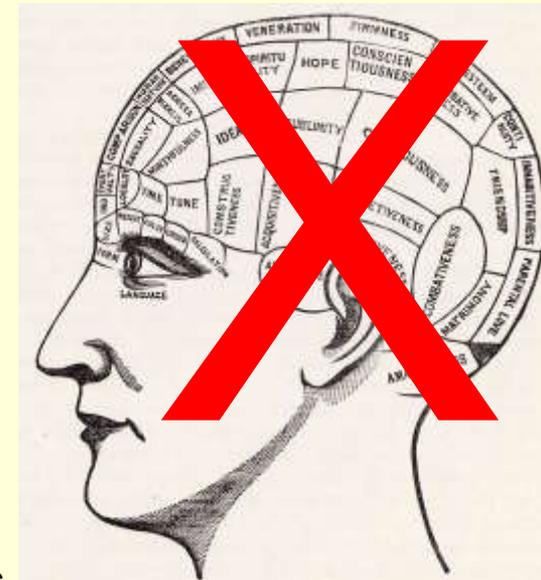


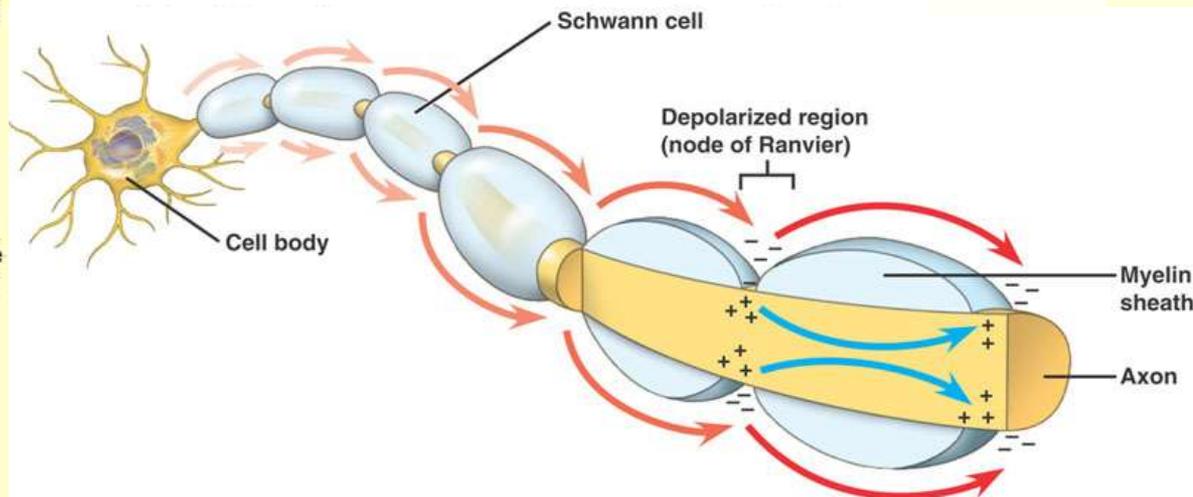
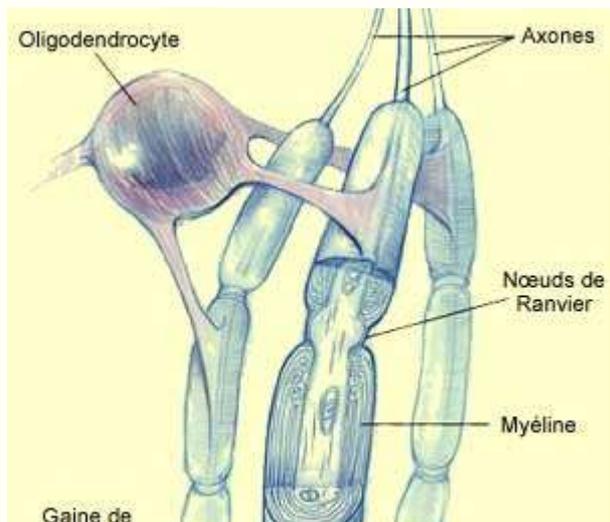
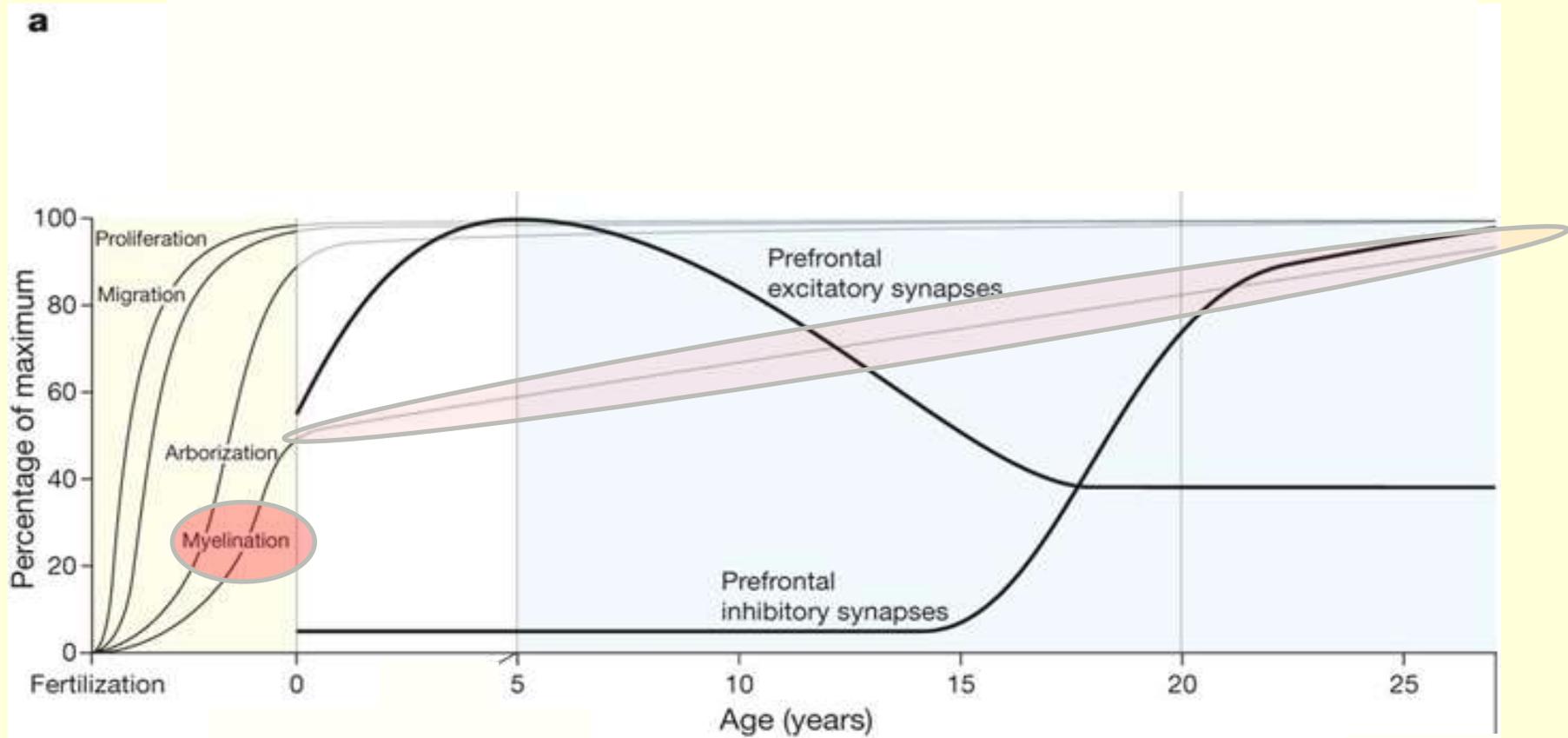
Hippocampe

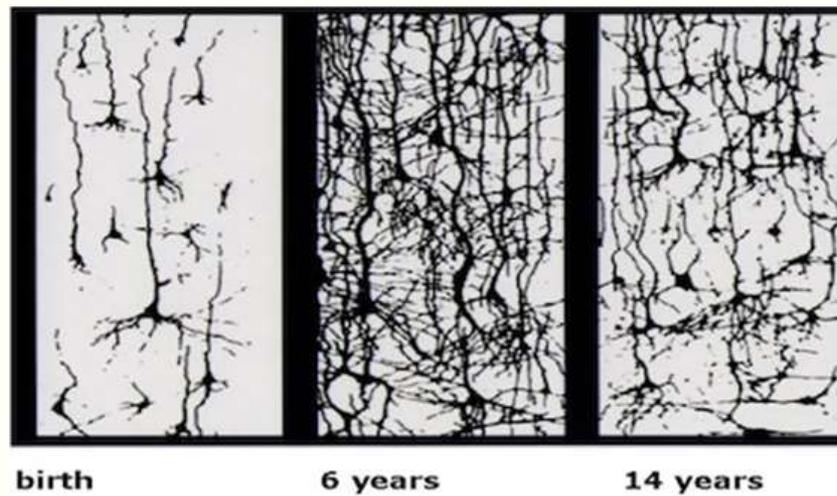
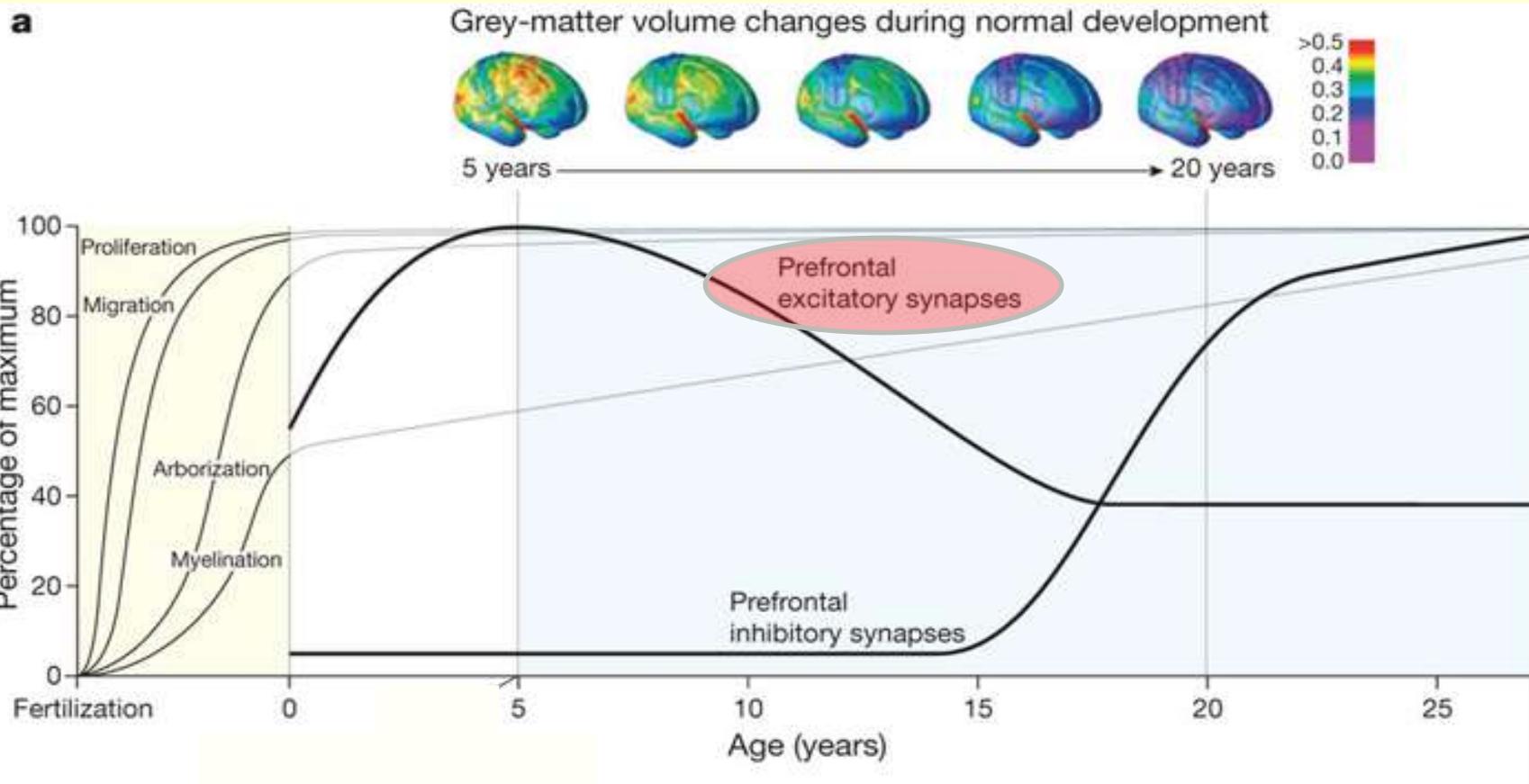
On observe de nombreuses structures cérébrales **différenciées** avec circuits neuronaux capables d'effectuer des calculs particuliers,

ce qui ne veut pas dire qu'il s'agit de régions **spécialisées** pour **une fonction** particulière.

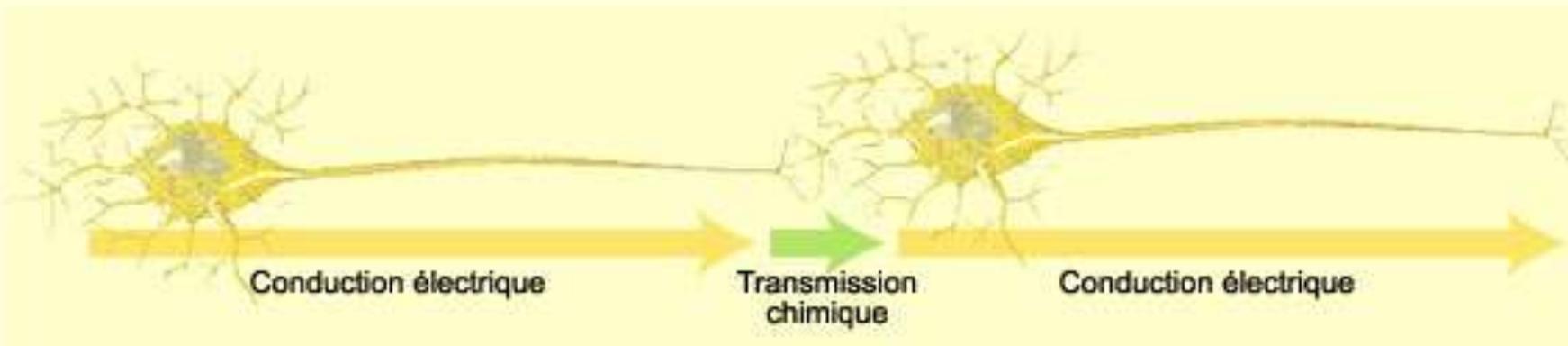
Il faudra que ces régions différenciées soient capables d'entrer en collaboration avec d'autres régions pour **former des réseaux**...

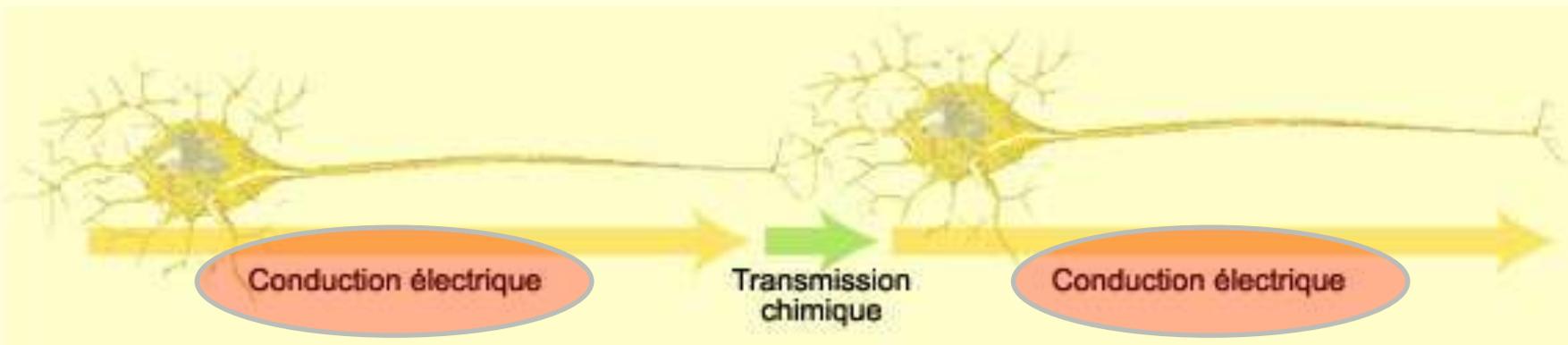




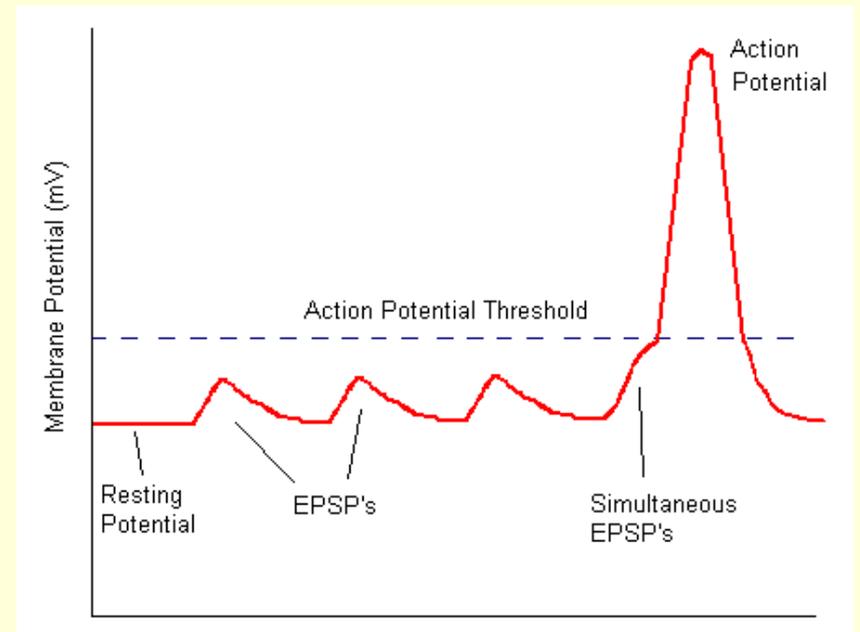
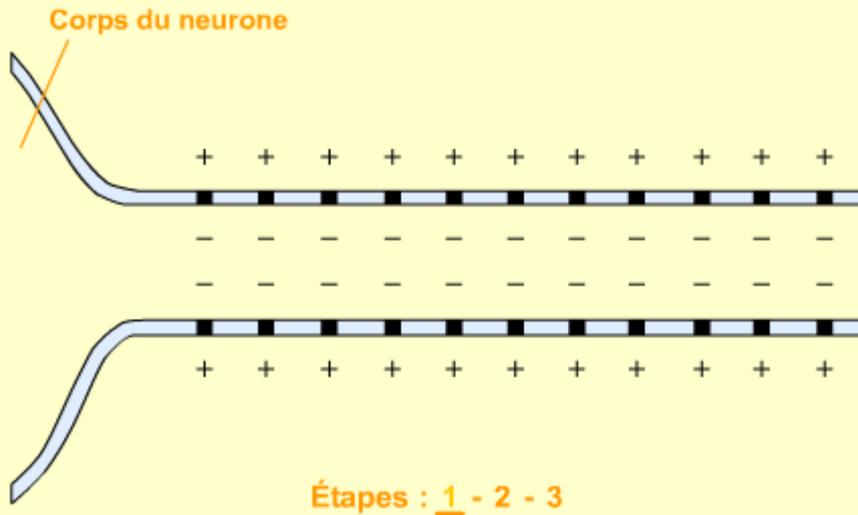
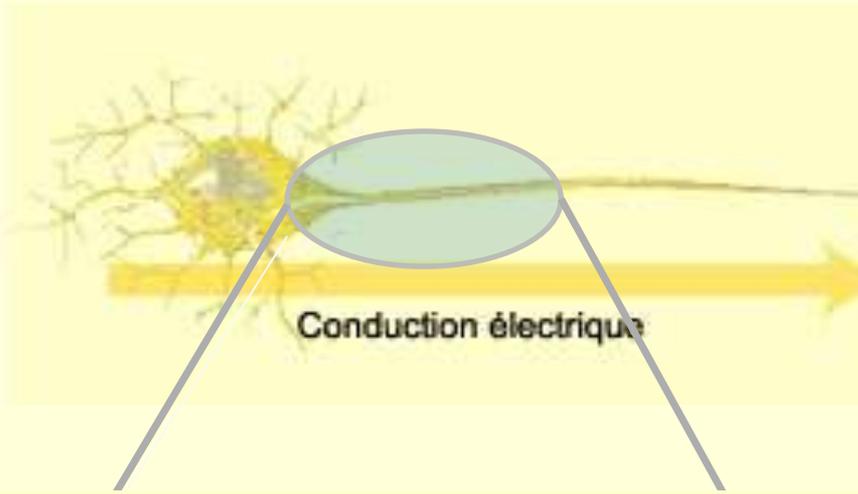


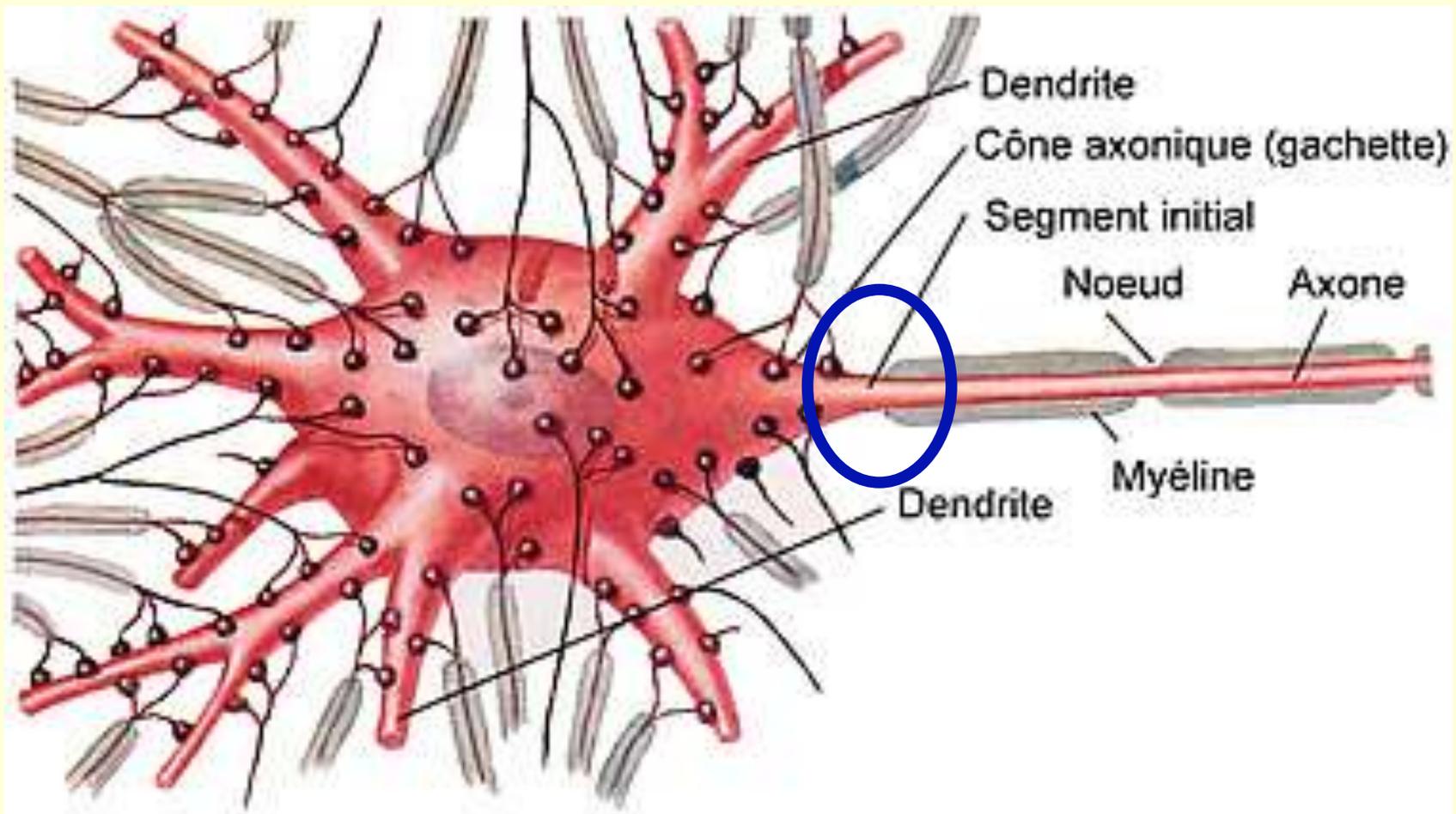
On finalise ainsi notre développement grâce à l'activité dans nos circuits de neurones générée par les **interactions** répétées de notre boucle sensori-motrice avec notre **environnement**.

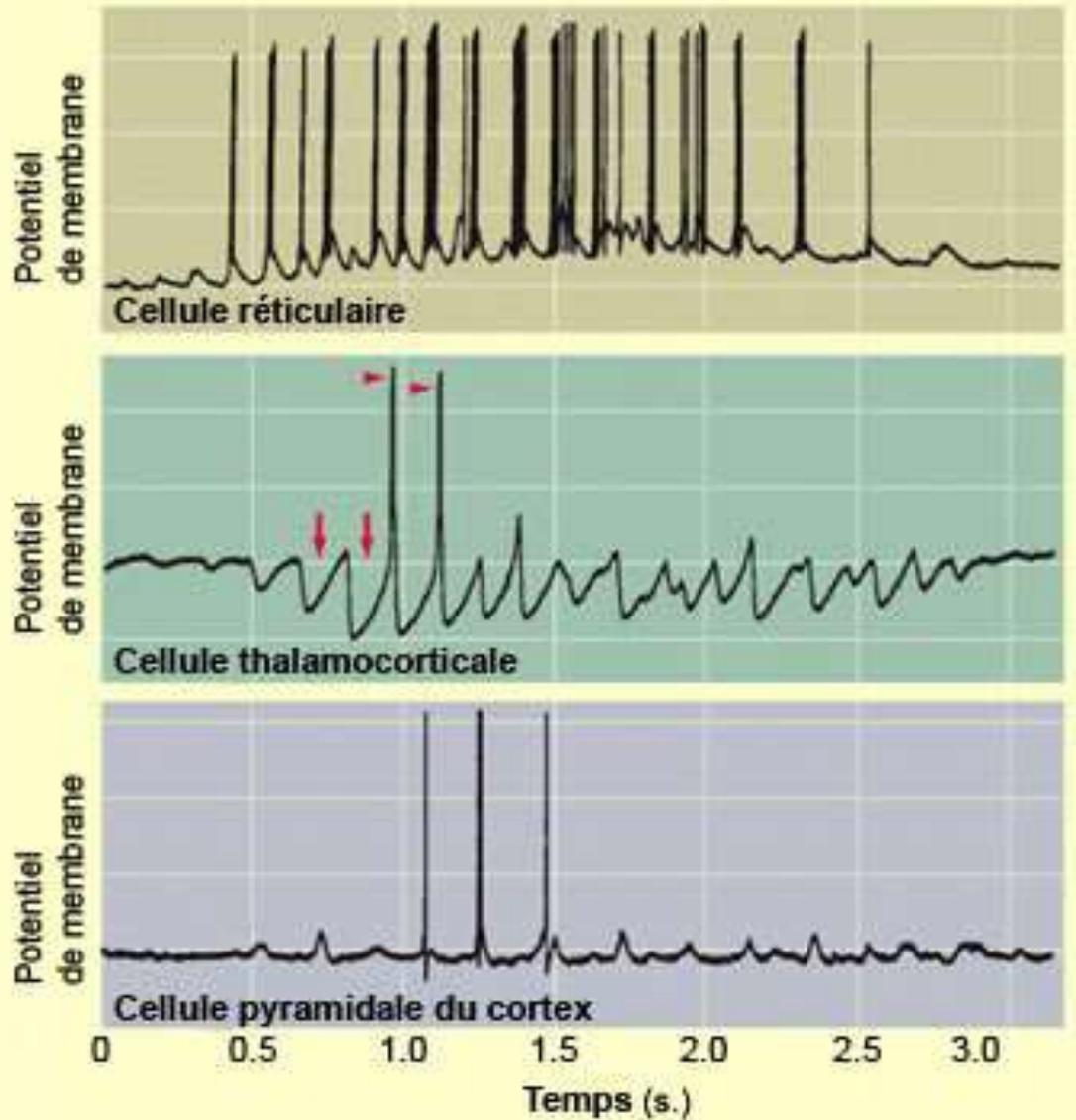
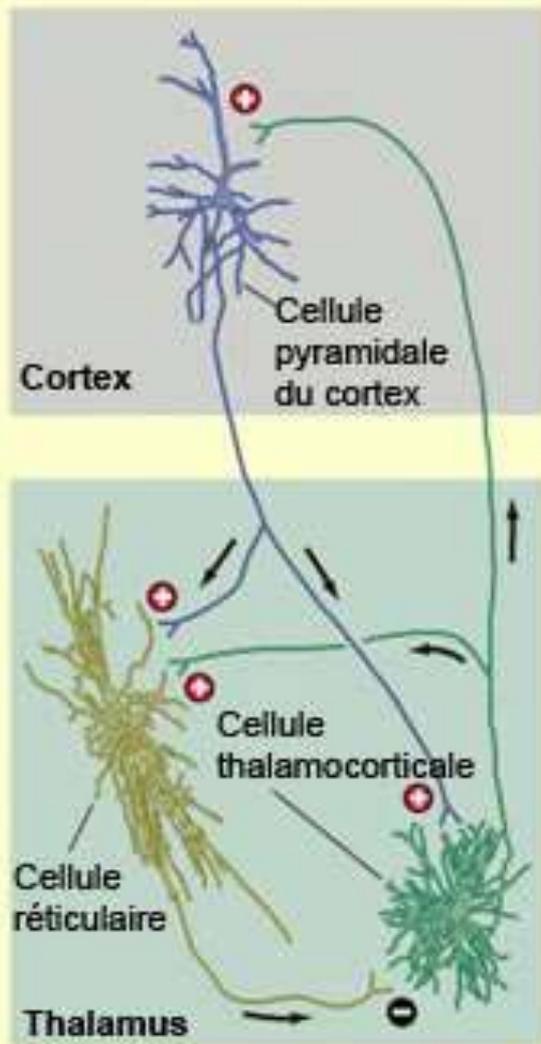




Cette activité nerveuses dans les circuits neuronaux est rendue possible par **deux mécanismes complémentaires**

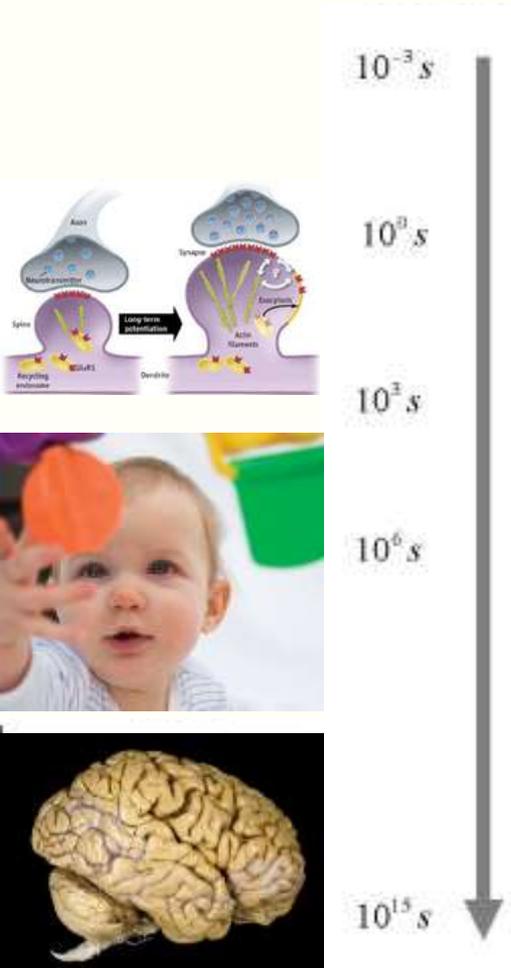






grâce à leurs prolongements, les neurones créent des **réseaux très interconnectés** où l'activité d'un neurone peut influencer l'activité de plusieurs autres

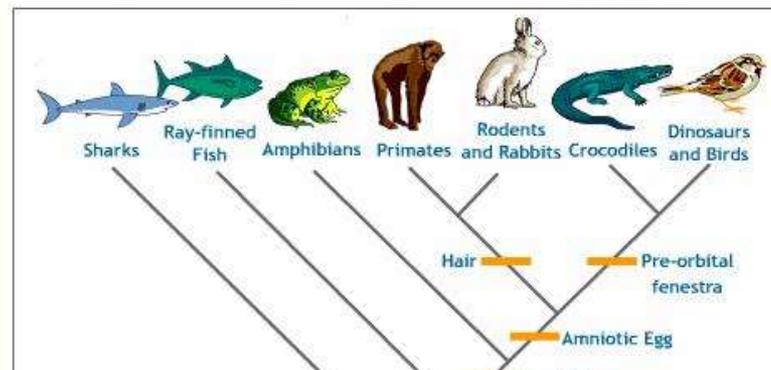
Des processus dynamiques à différentes échelles de temps :



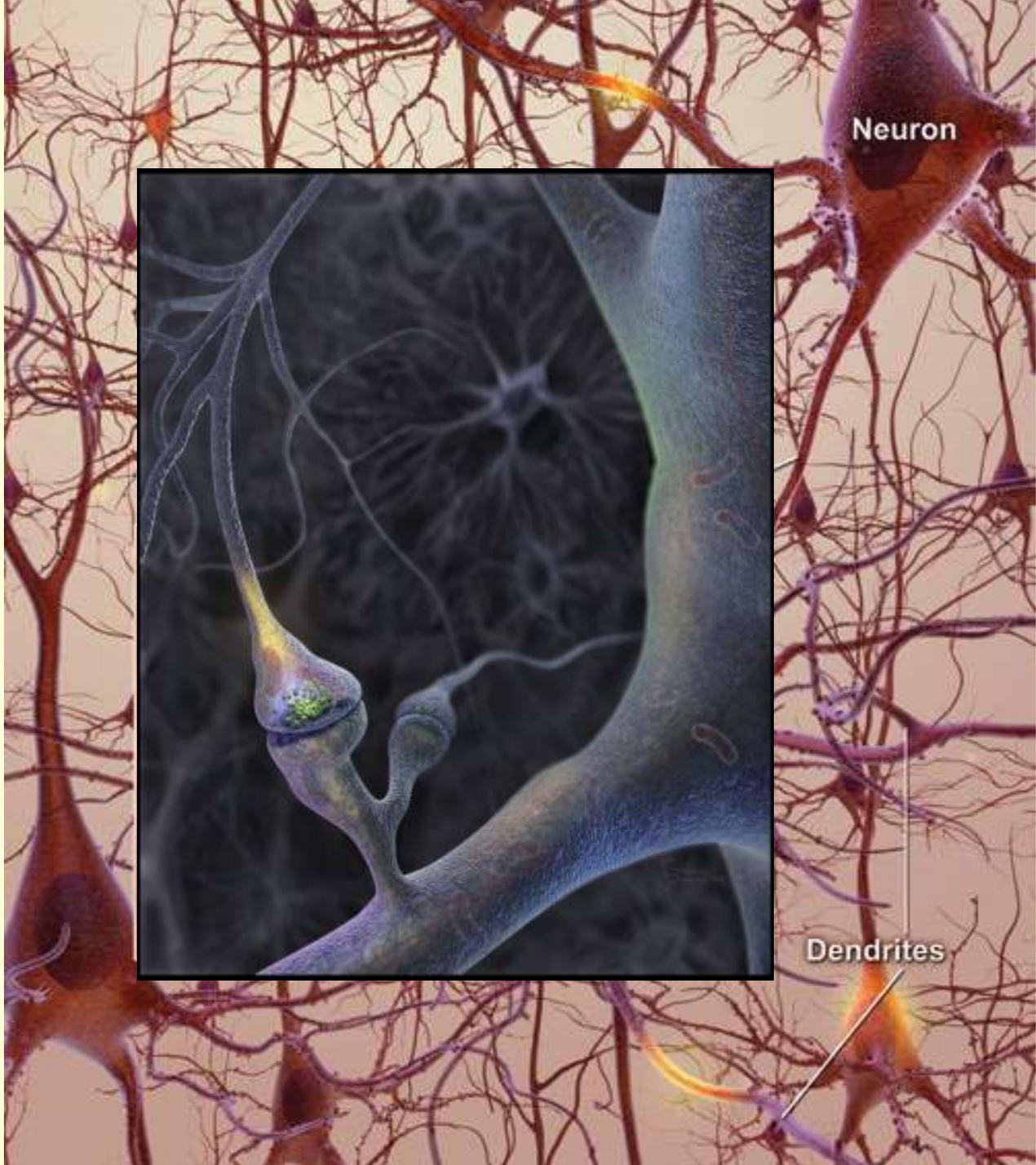
L'apprentissage
durant toute la vie
par la plasticité des
réseaux de neurones



Développement
du système nerveux
(incluant des mécanismes
épigénétiques)

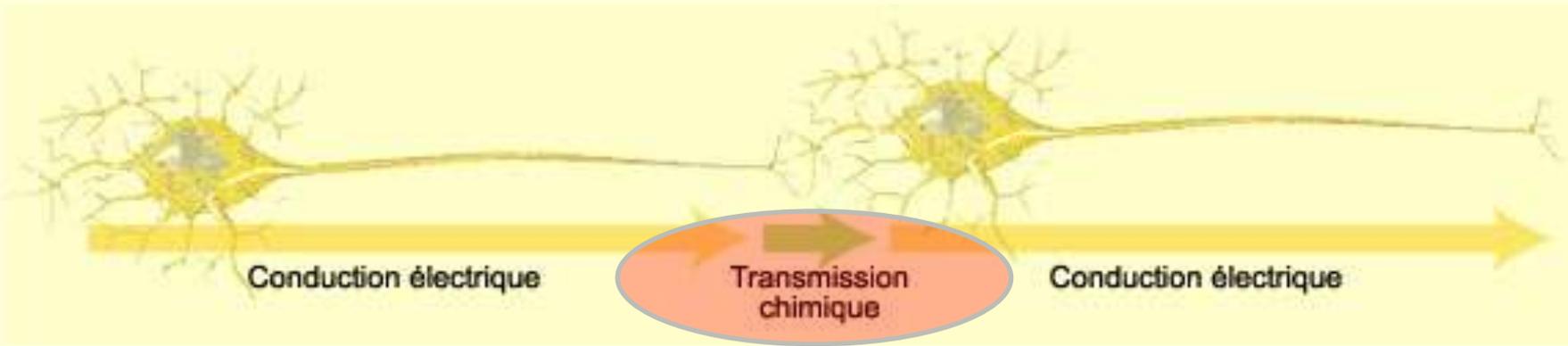


Évolution biologique
qui façonne les plans
généraux du système
nerveux



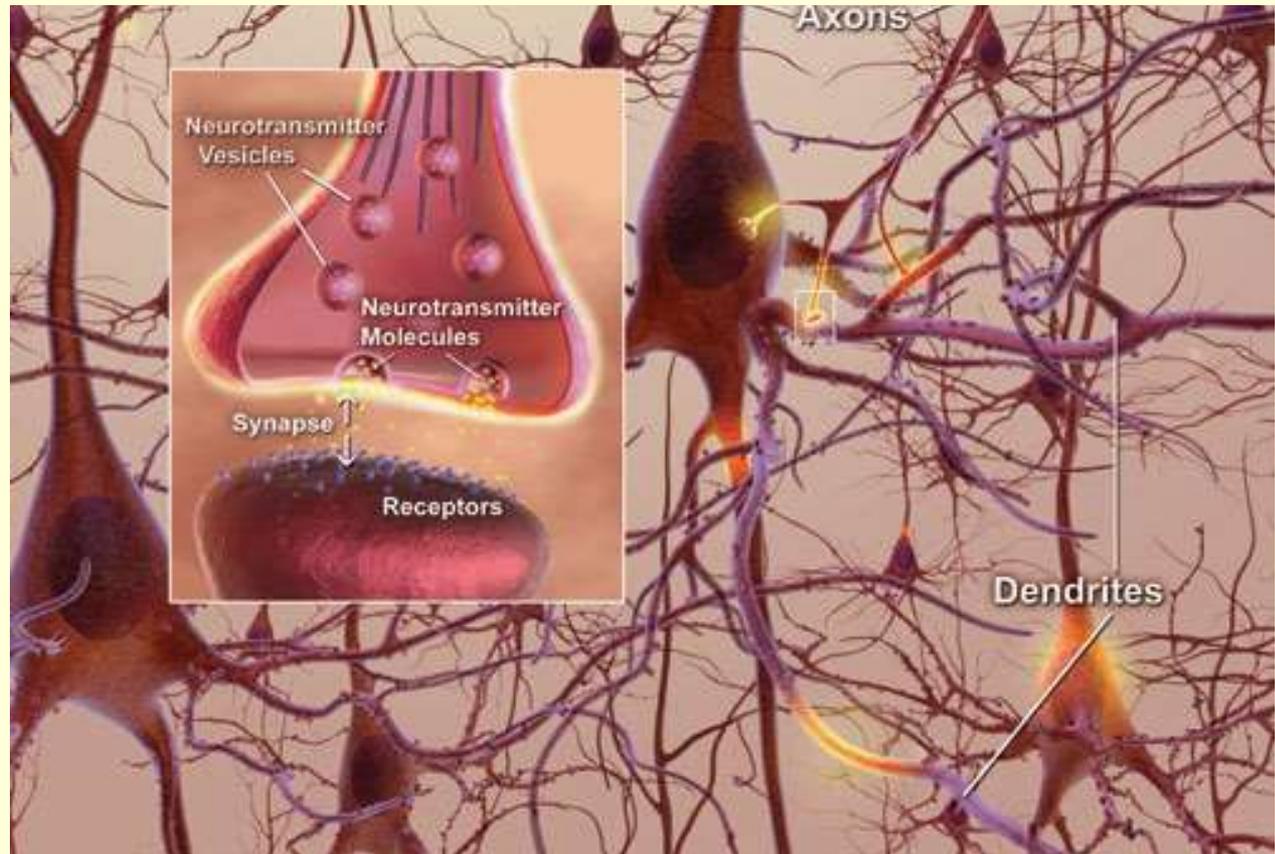
Neuron

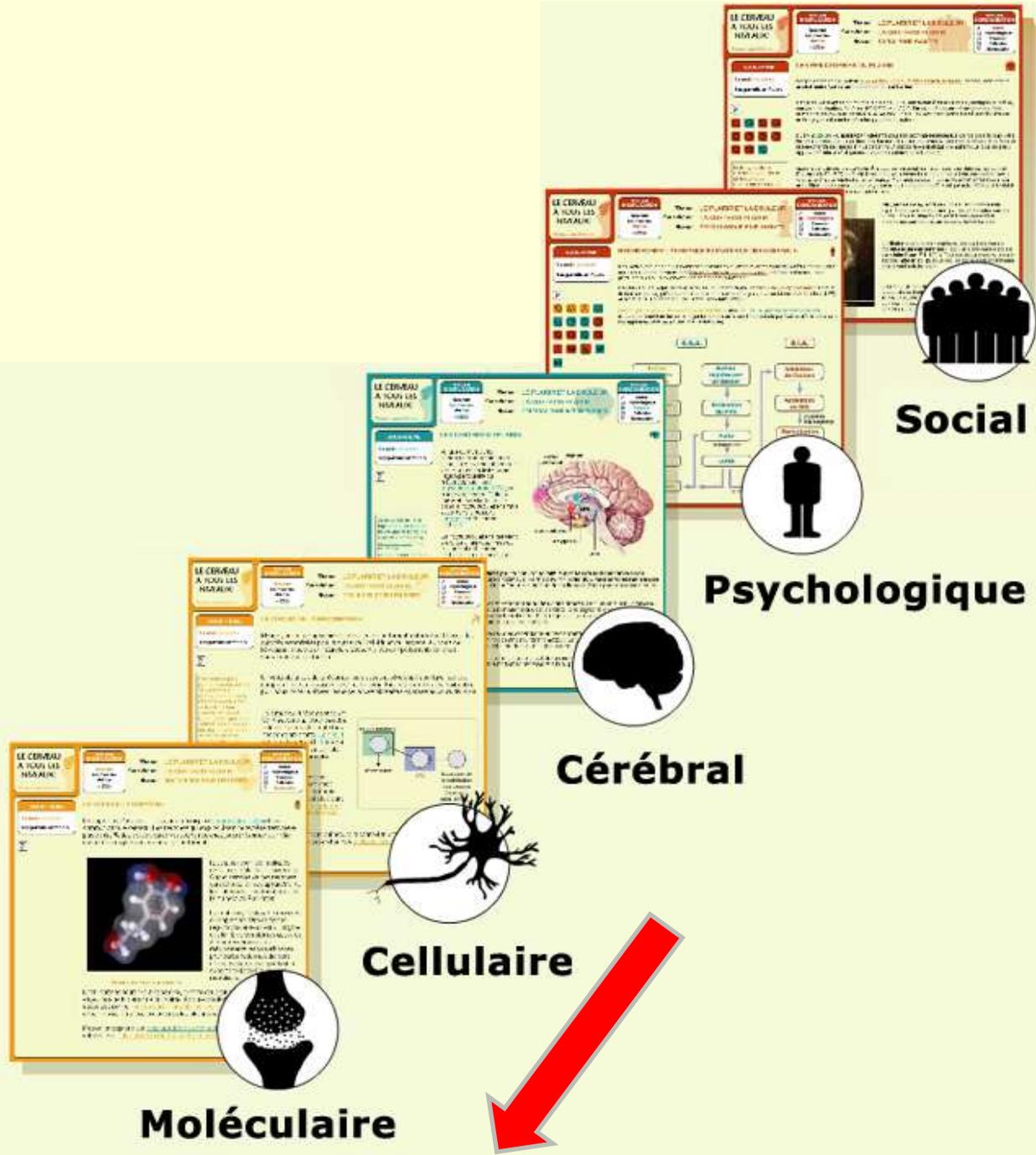
Dendrites



Les neurones ne se touchent pas.

Mais alors, comment se transmet l'influx nerveux ?





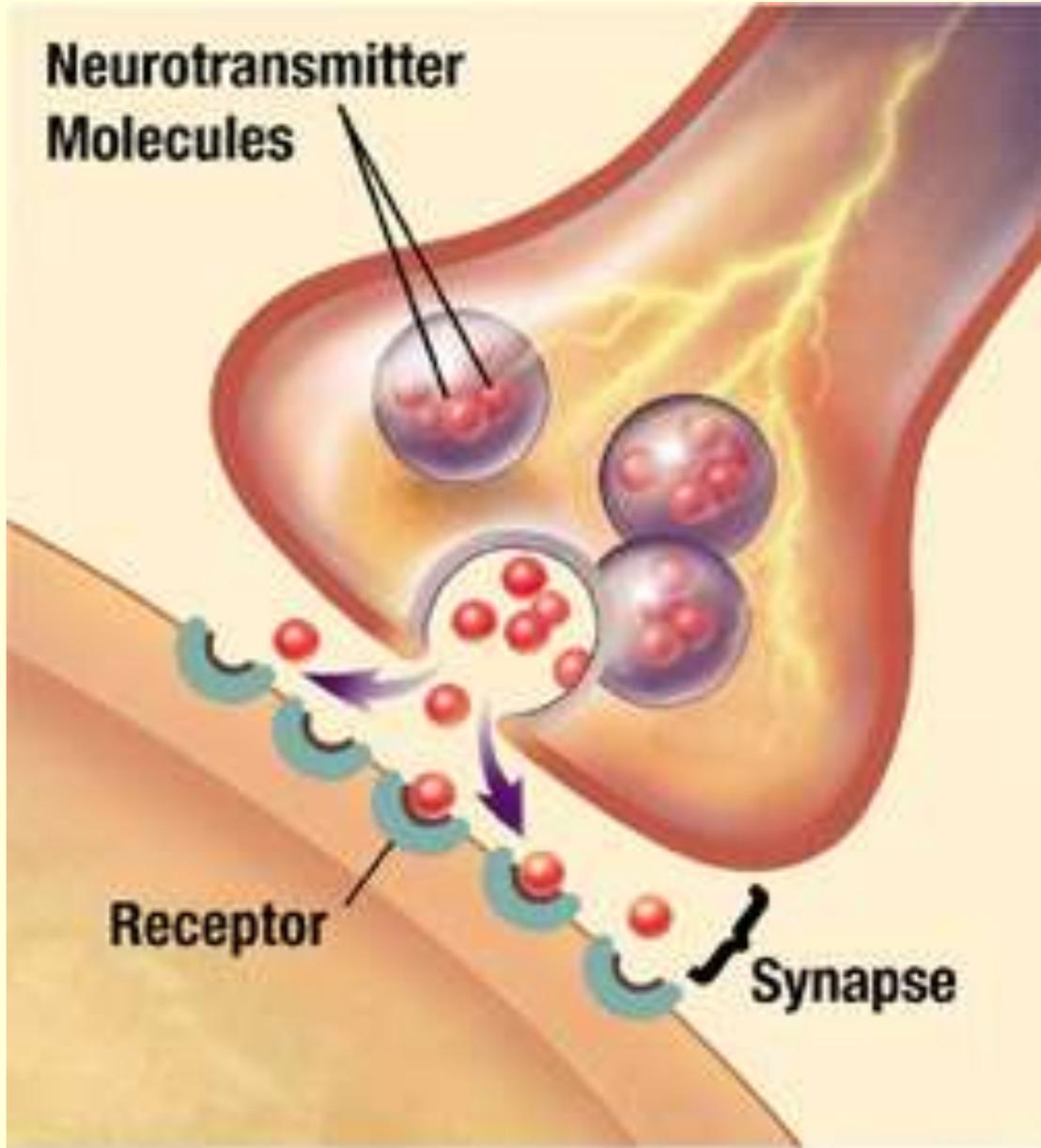
Social

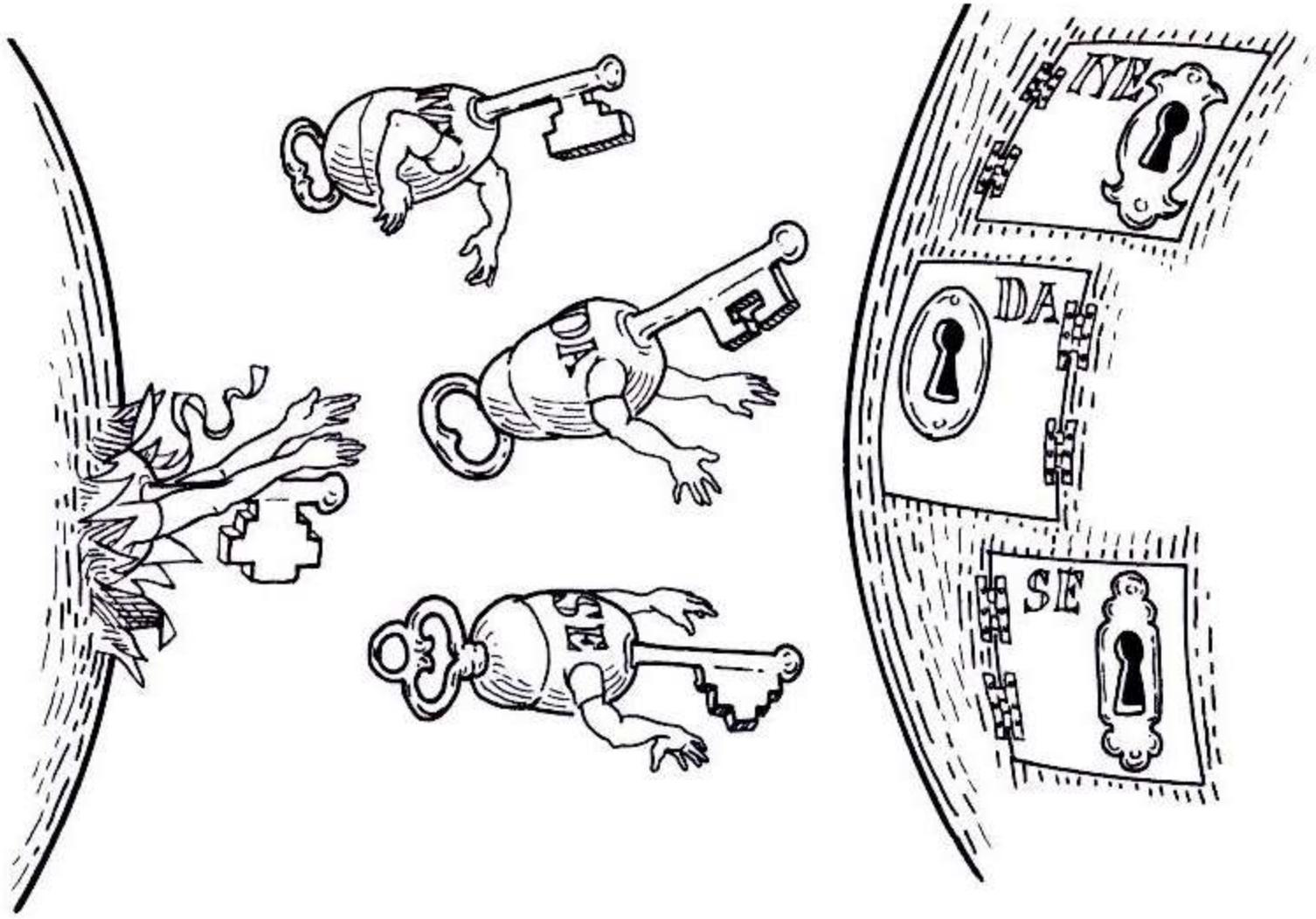
Psychologique

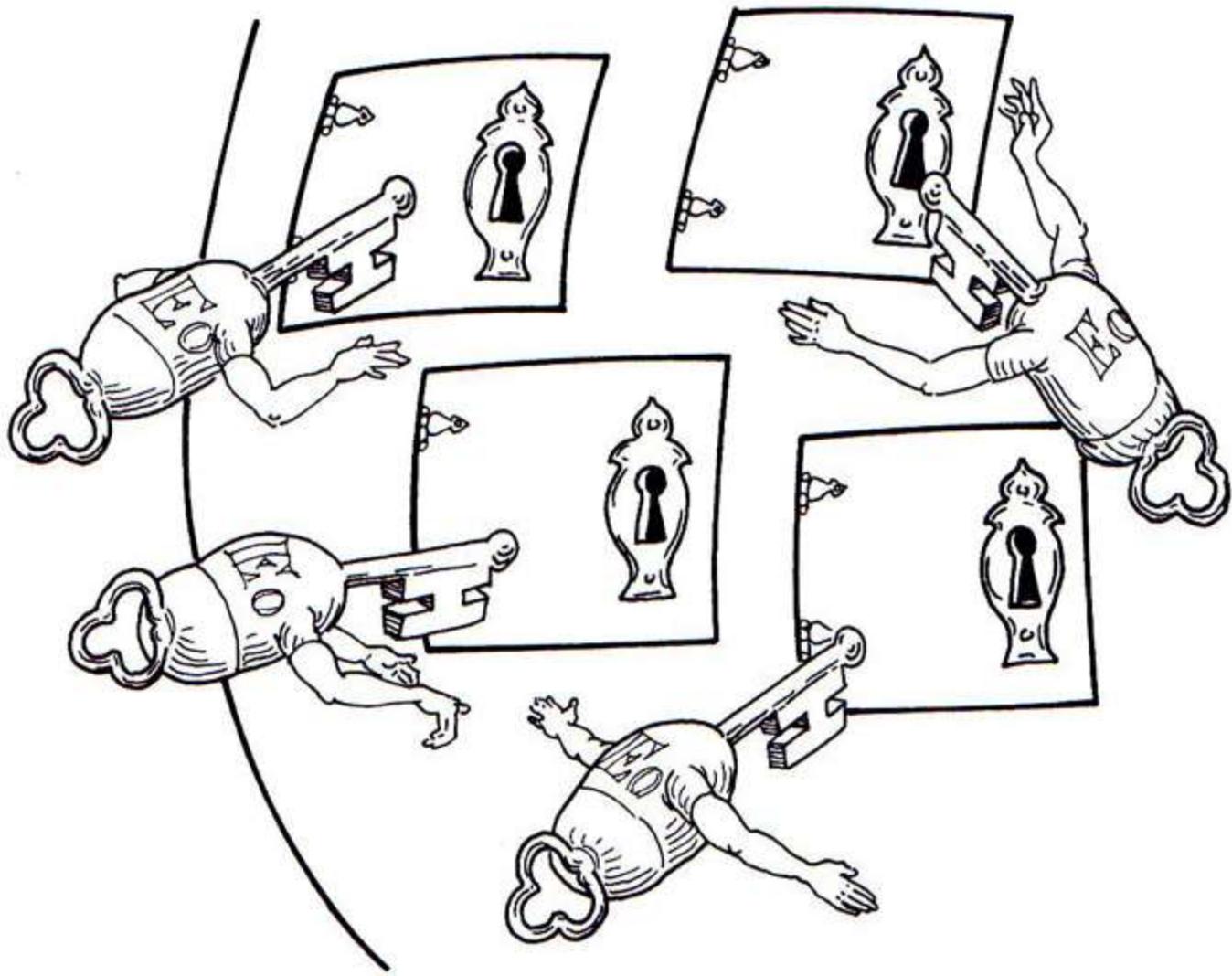
Cérébral

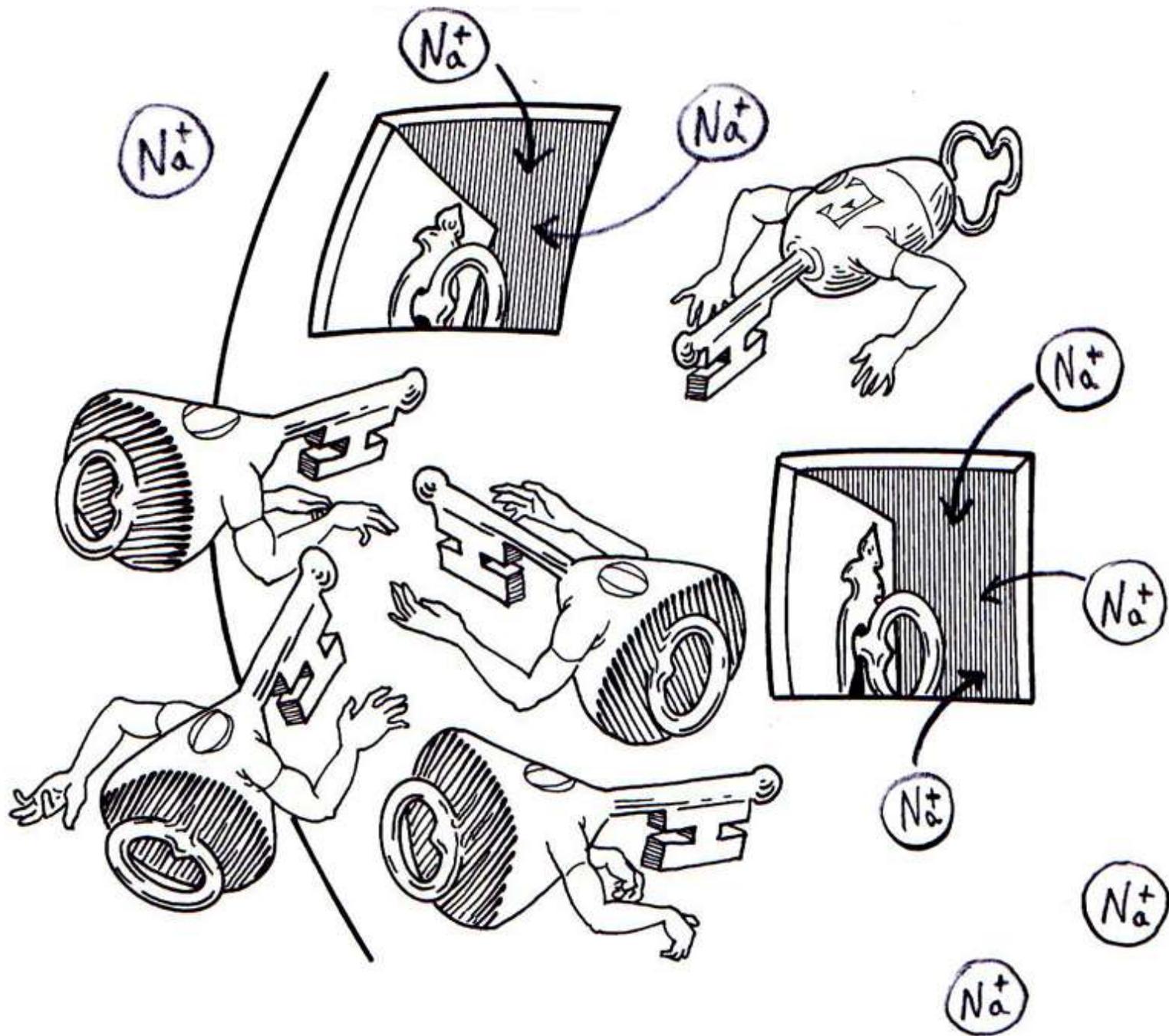
Cellulaire

Moléculaire





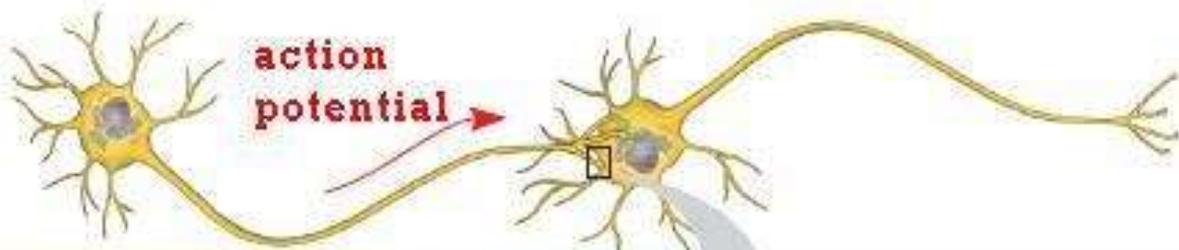




Presynaptic cell

Postsynaptic cell

action potential



Synaptic vesicles containing neurotransmitter

Presynaptic membrane

Voltage-gated Ca^{2+} channel

1 Ca^{2+}

Synaptic cleft

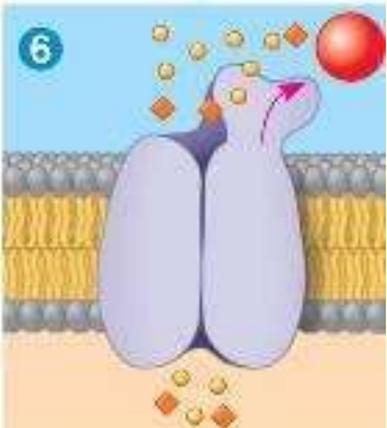
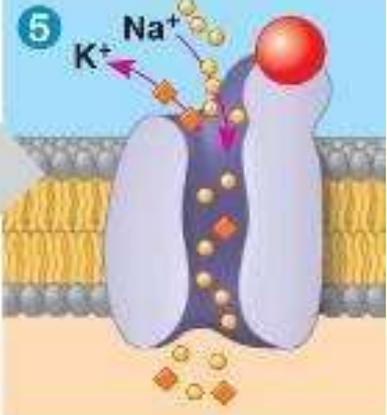
2

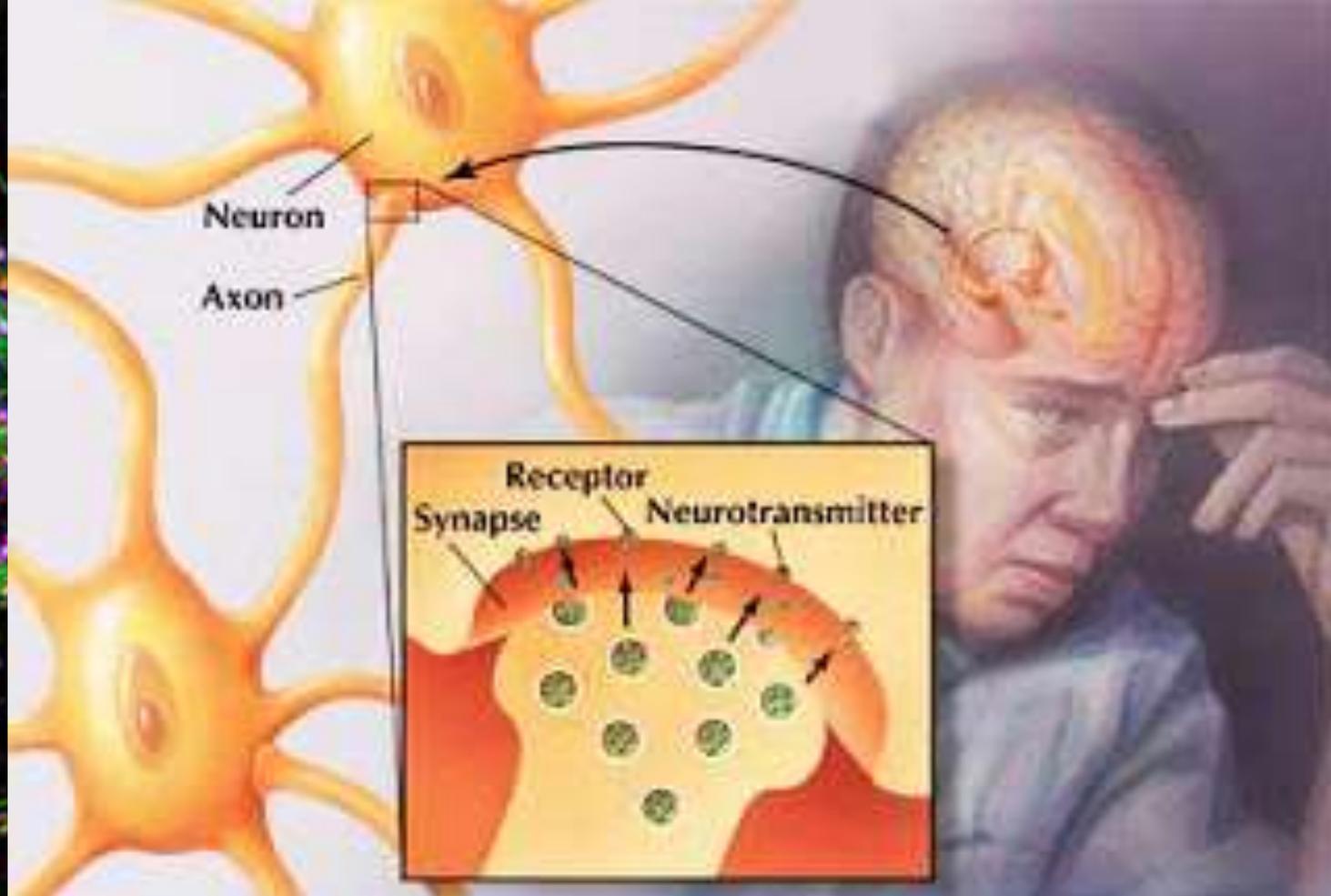
3

4

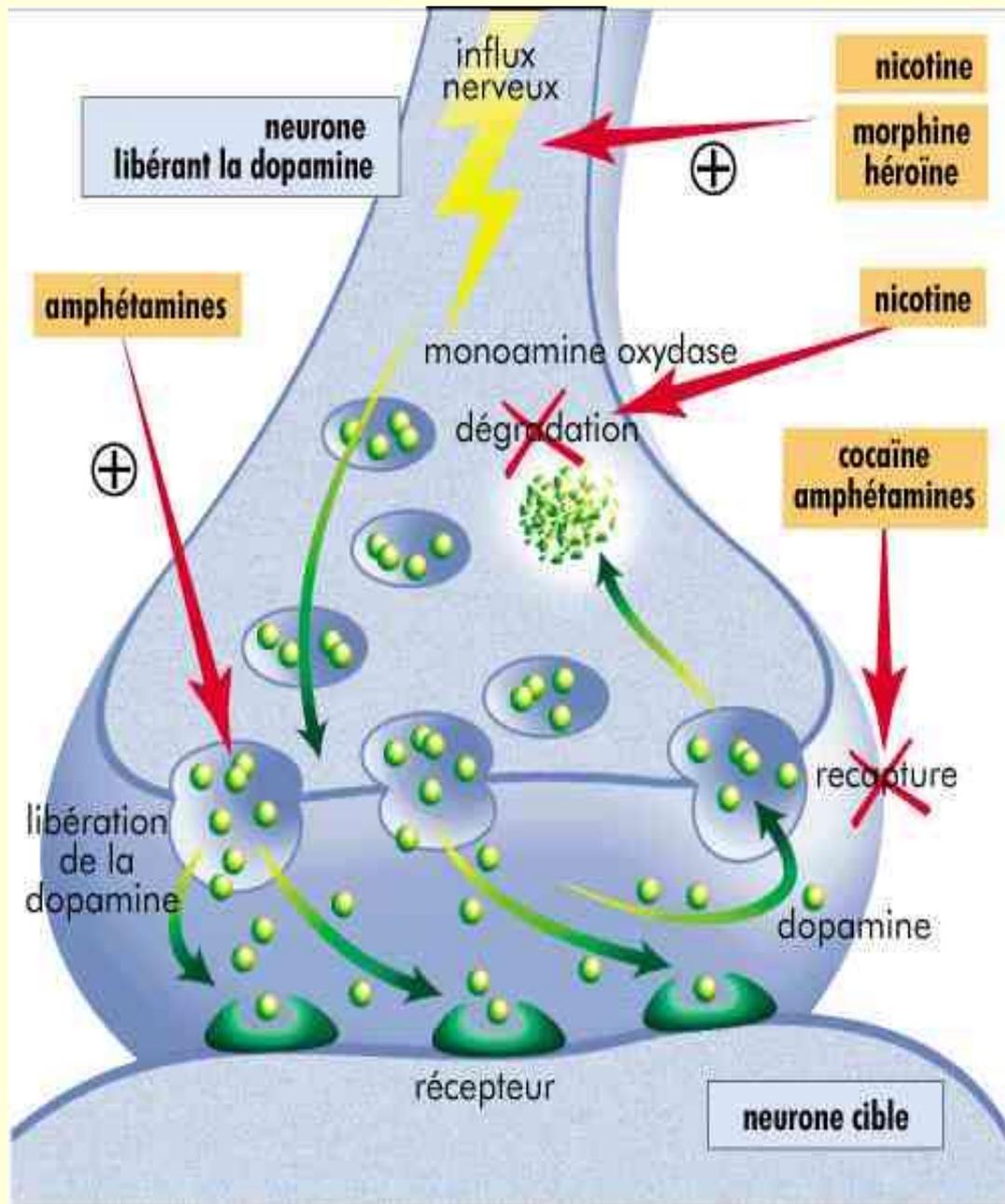
Ligand-gated ion channels

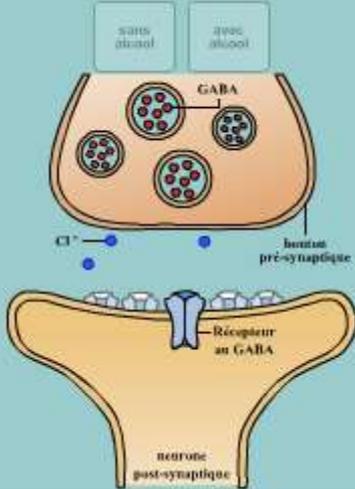
Postsynaptic membrane





C'est à la synapse qu'agissent
la grande majorité des
médicaments et
des **drogues**





Alcool

neurone
portant la dopamine

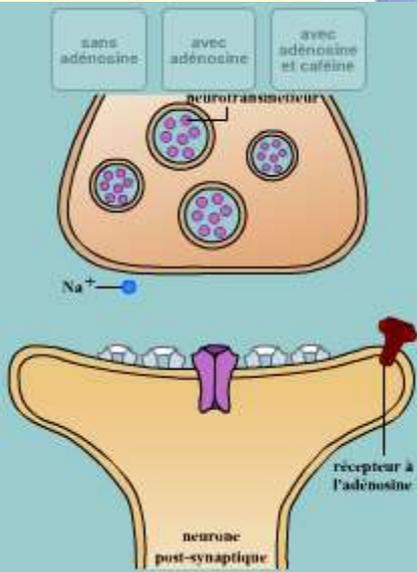
nines

monoamine oxydase

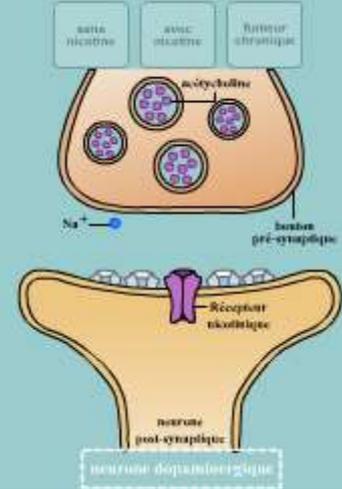
dégradation

cocaïne
amphétamines

Caféine

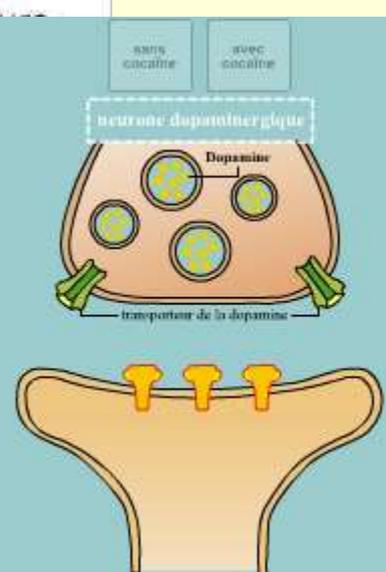


Cocaïne



Nicotine

http://lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i_03/i_03_m/i_03_m_par/i_03_m_par.html



Le caractère légal ou illégal d'une drogue n'est pas corrélé avec sa dangerosité.

Illégales



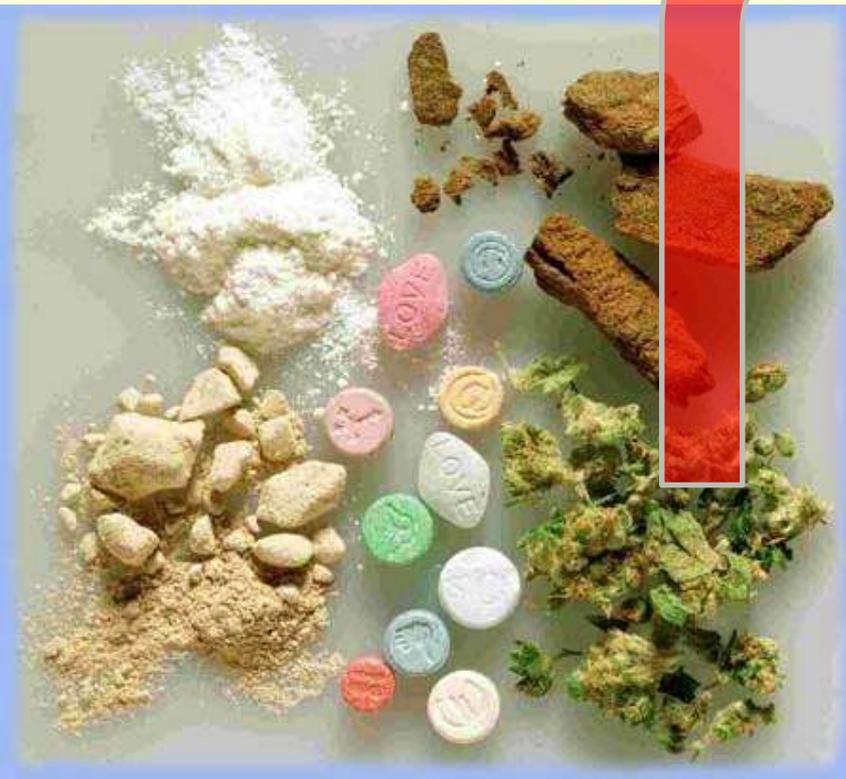
Légales



Le caractère légal ou illégal d'une drogue n'est pas corrélé avec sa dangerosité.

Illégales

Légalement



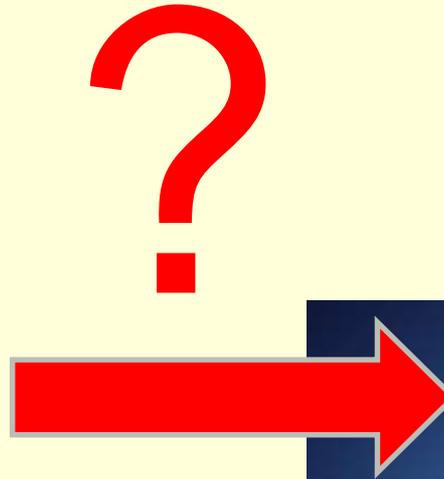


Pavot
(opium)

Tabac
(nicotine)



Cannabis
(THC)



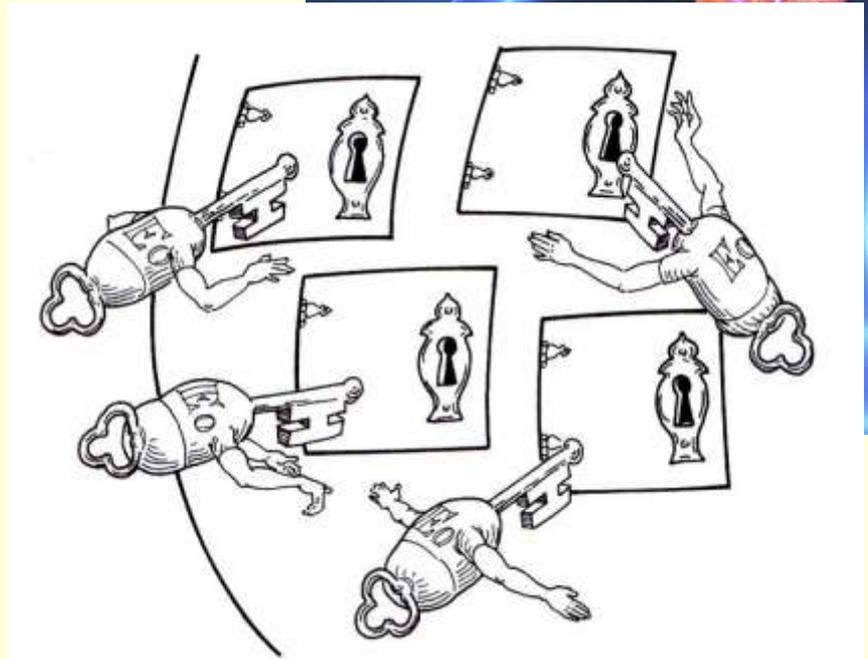
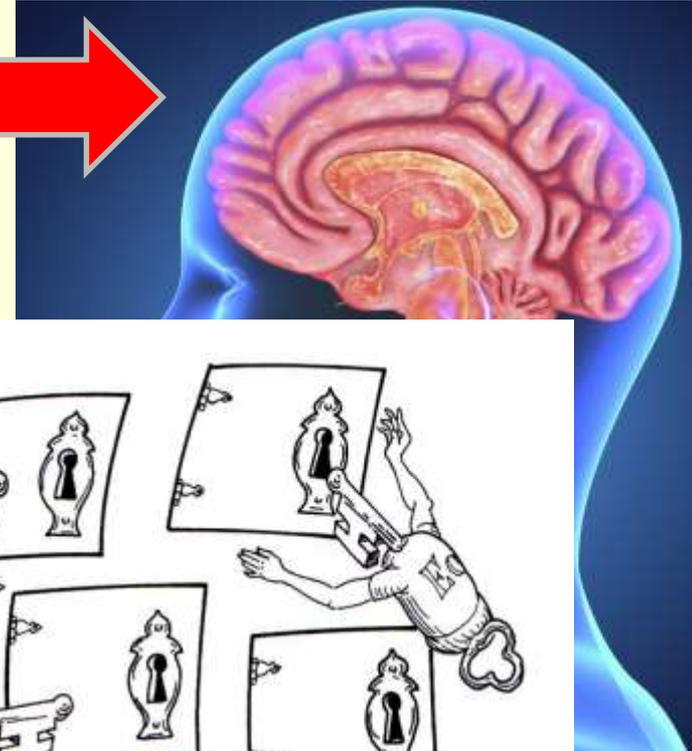
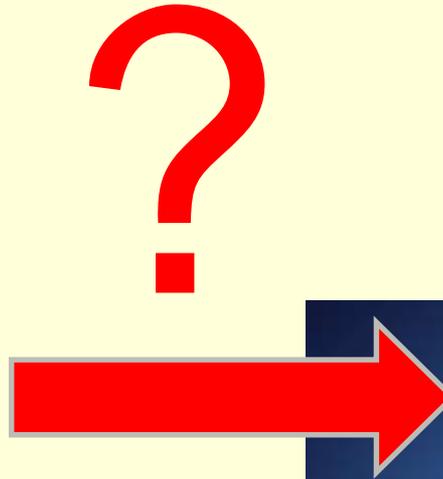


Pavot
(opium)

Tabac
(nicotine)

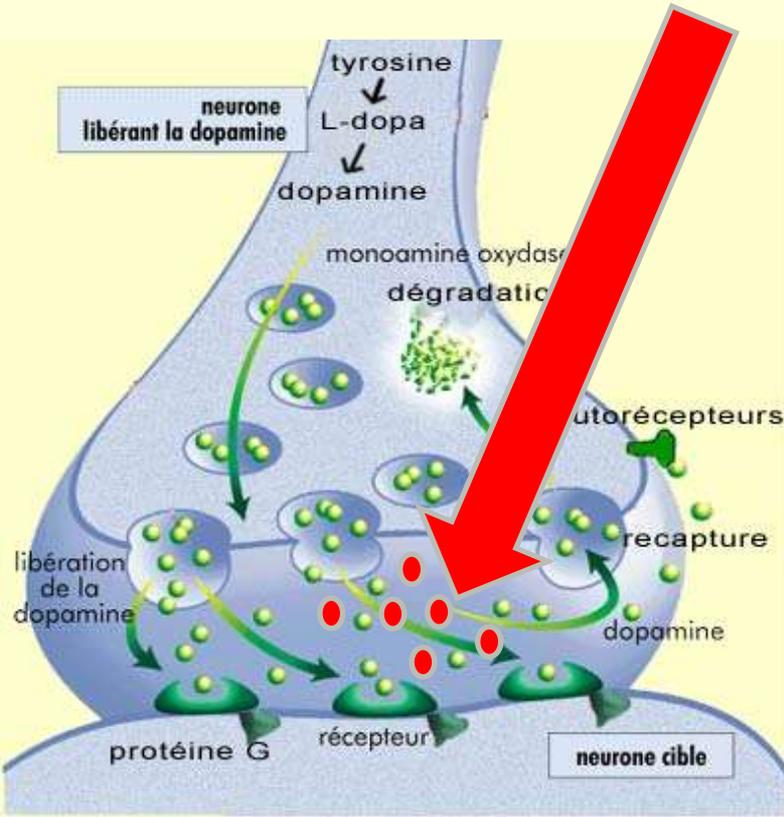


Cannabis
(THC)



l'apport extérieur :

dépend de la **dose** et de la **fréquence** des consommations

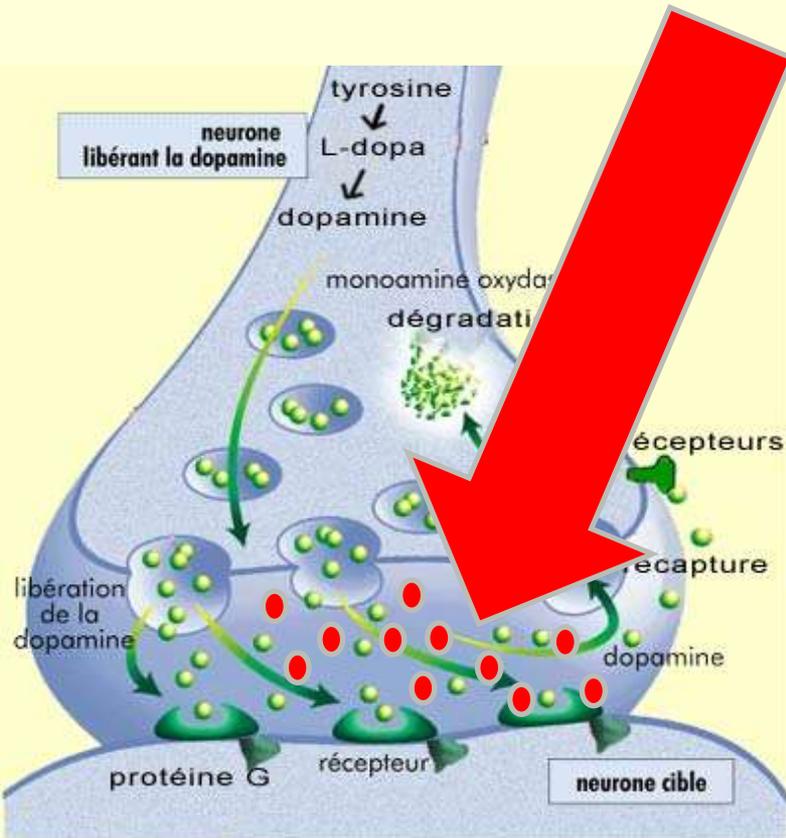


**Consommation récréative
ou occasionnelle**



l'apport extérieur :

dépend de la **dose** et de la **fréquence** des consommations



Consommation récréative
ou occasionnelle

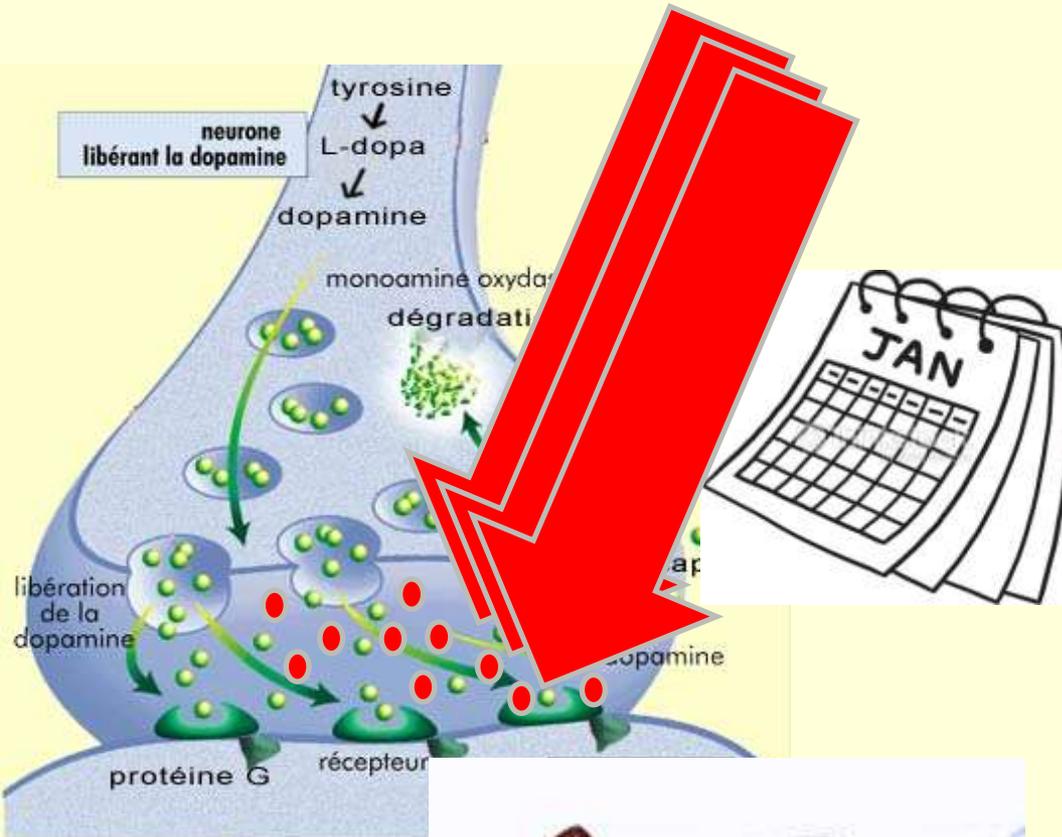
Abus



Ici, on n'est plus vraiment heureux...
surtout le lendemain matin !

l'apport extérieur :

dépend de la **dose** et de la **fréquence** des consommations



Consommation récréative
ou occasionnelle

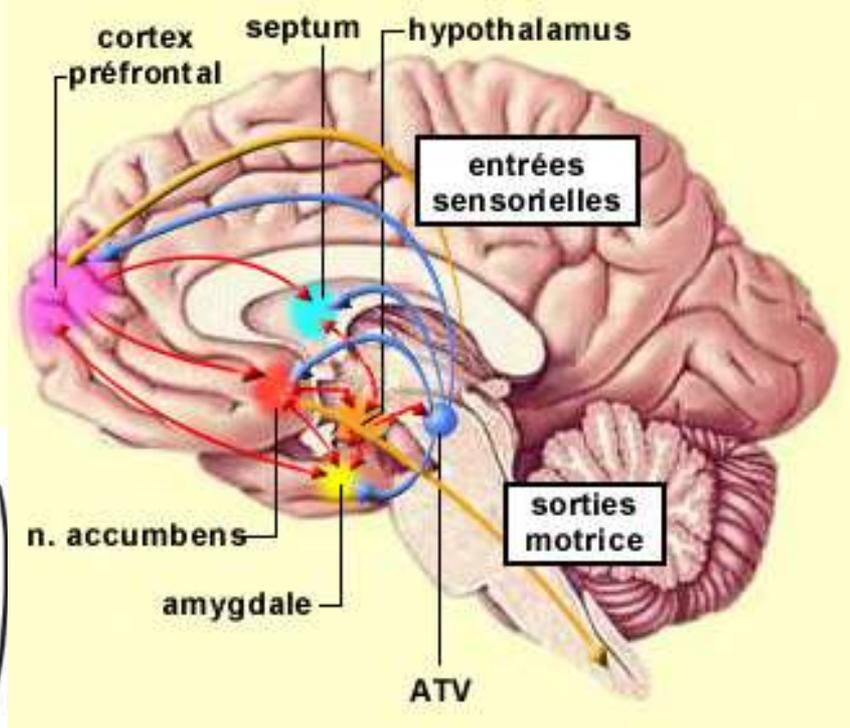
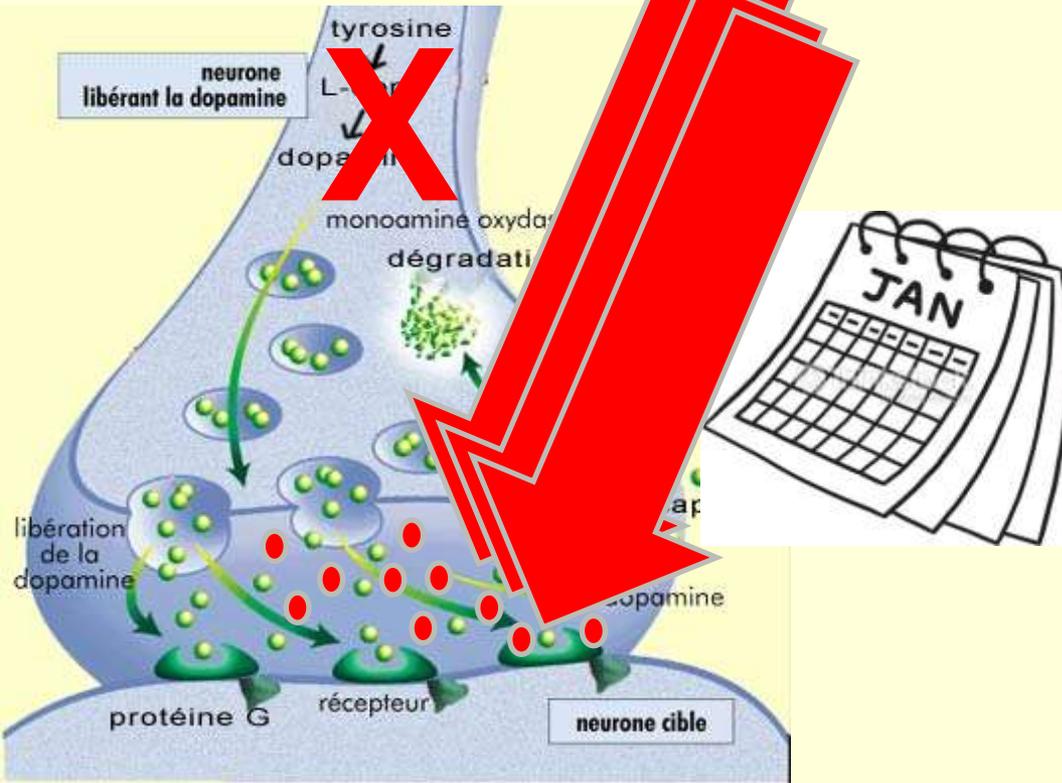
Abus

Dépendance

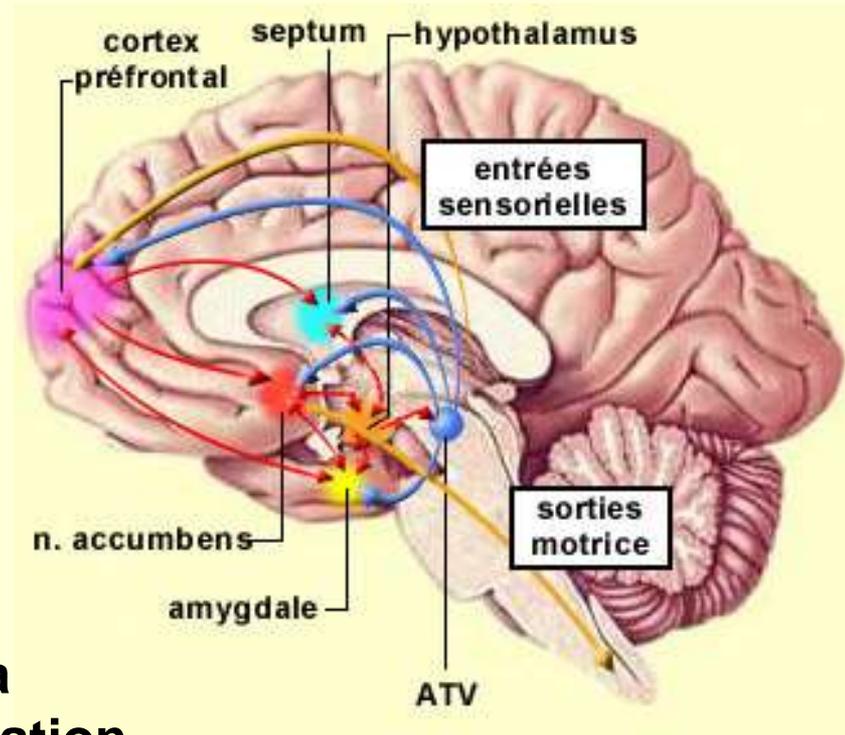
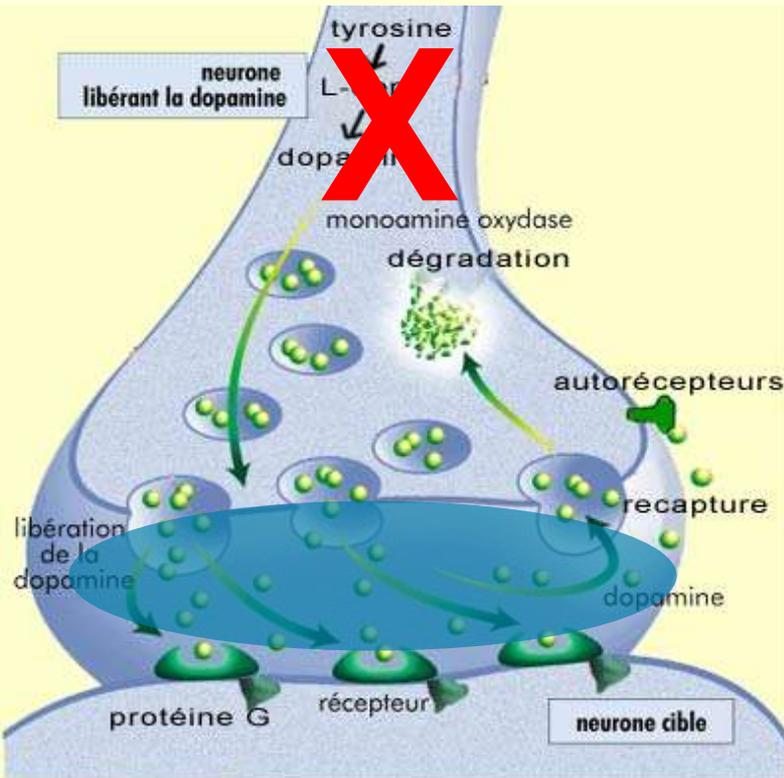
Ici, c'est plutôt
l'enfer que
le paradis...



syndrome de sevrage



syndrome de sevrage



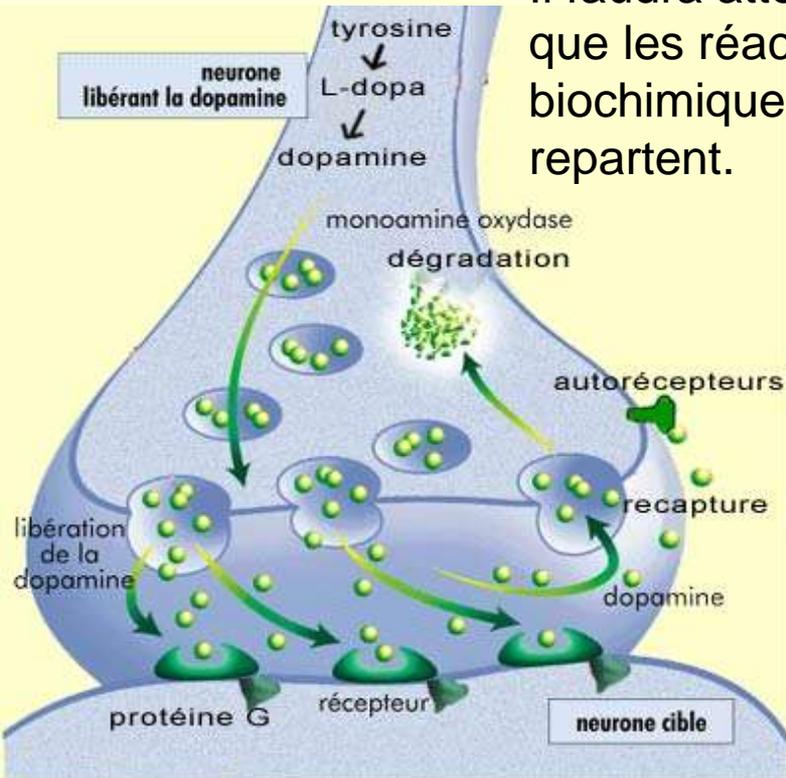
Arrêt de la consommation

L'équilibre fragile de ces interactions complexe se trouve dérégulé.



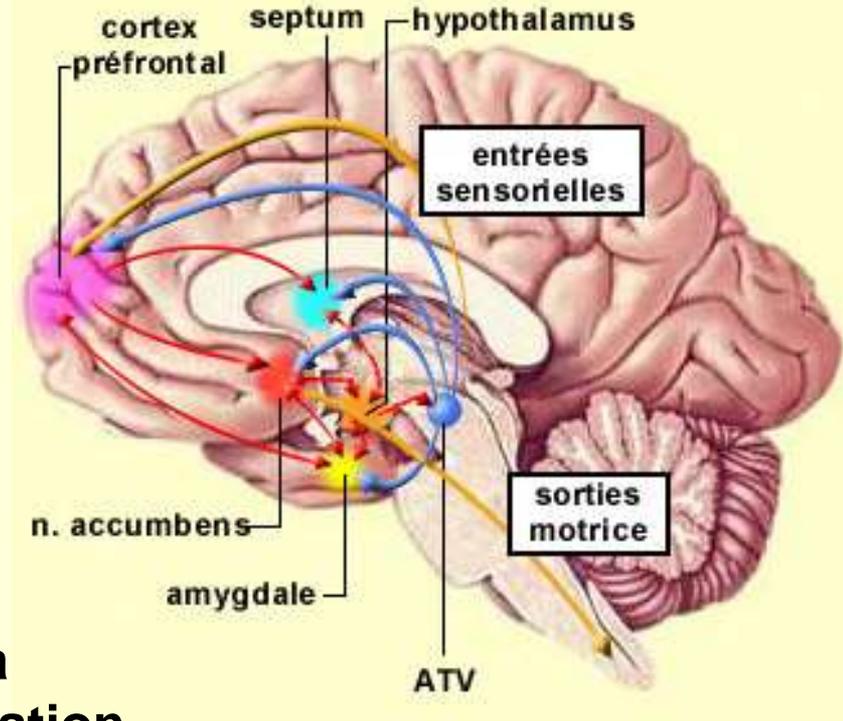
syndrome de sevrage

Il faudra attendre que les réactions biochimiques repartent.



Arrêt de la consommation

L'équilibre fragile de ces interactions complexe se trouve dérégulé.



Et que la neurotransmission normale soit rétablie.



[Petite parenthèse...]

En passant, il est aussi possible de développer des comportements de **dépendance** **SANS** prise de substances !

Qu'est-ce qui rapporte plus d'argent aux États-Unis que les films, les parcs d'amusement thématiques et le baseball RÉUNIS ?

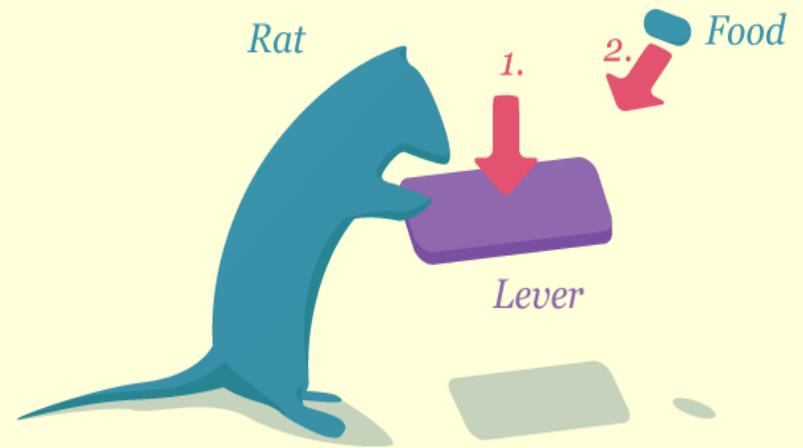


En passant, il est aussi possible de développer des comportements de **dépendance** **SANS** prise de substances !

Qu'est-ce qui rapporte plus d'argent aux États-Unis que les films, les parcs d'amusement thématiques et le baseball **RÉUNIS** ?



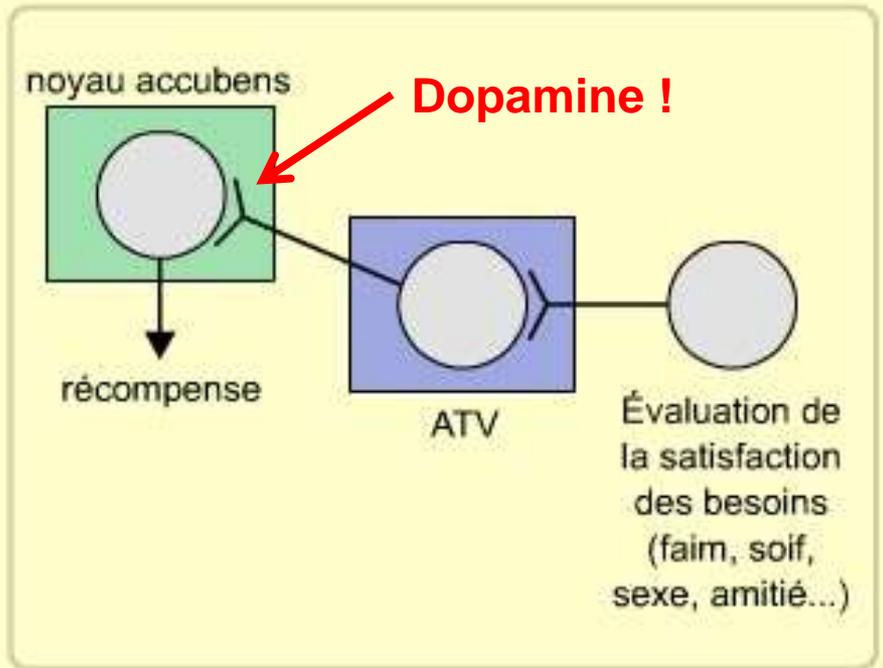
En passant, il est aussi possible de développer des comportements de **dépendance** **SANS** prise de substances !



La dépendance aux jeux

Ici, ce n'est plus la prise d'une substance qui influence le cerveau et donc le comportement,

mais **l'inverse** : un comportement qui va amener le cerveau à **augmenter la production de certaines molécules addictives !**



Vous connaissez aussi très bien deux autres grandes catégories de **comportements** qui vont modifier la chimie du cerveau :

Les comportements **sportifs**



Les comportements **amoureux**



Vous connaissez aussi très bien deux autres grandes catégories de **comportements** qui vont modifier la chimie du cerveau :

Les comportements **sportifs**



Les comportements **amoureux**

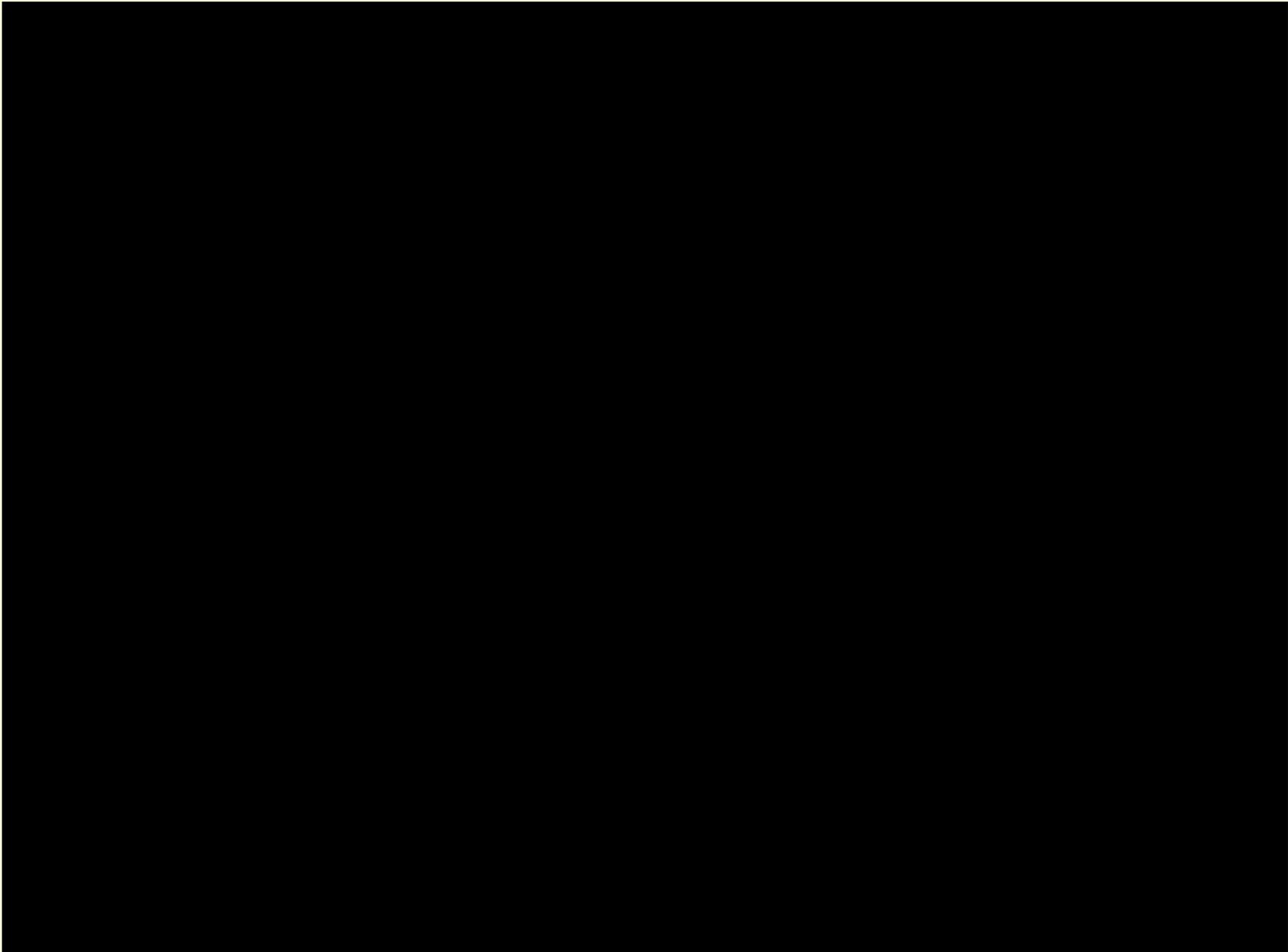


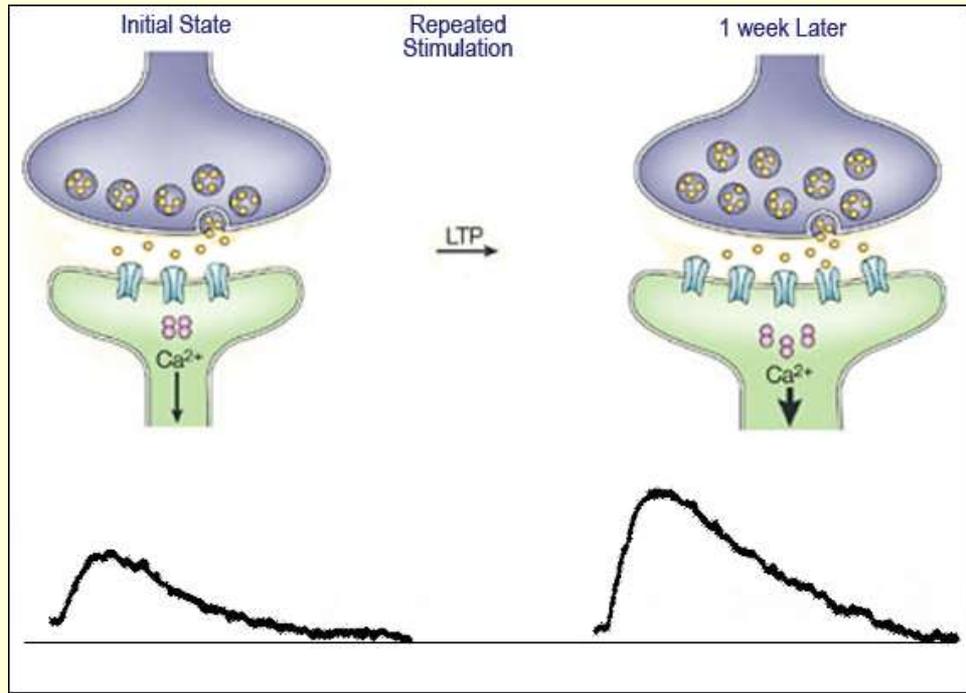
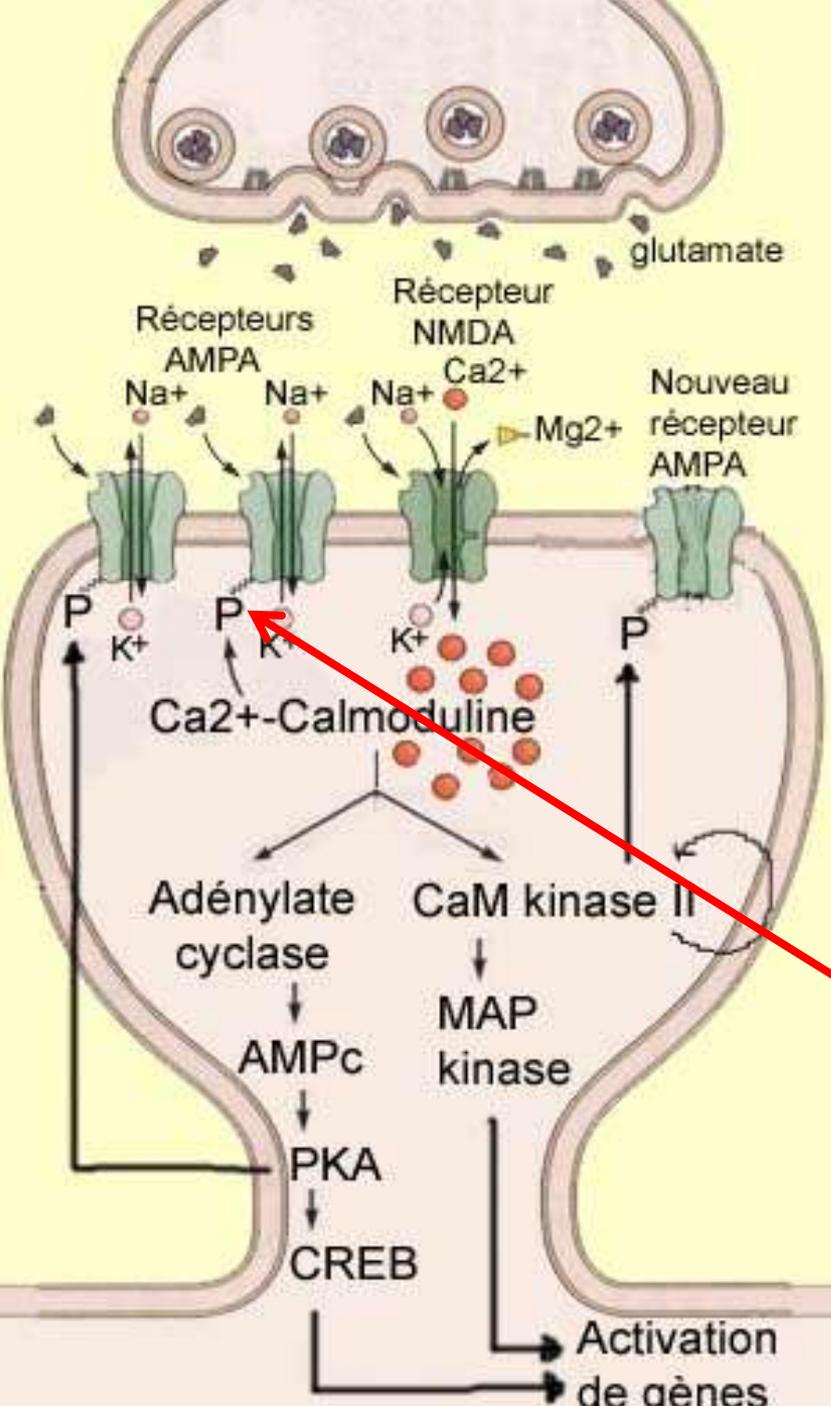
La pratique régulière a ici un effet bénéfique sur la santé ! ;-)

Et déclenche la sécrétion de nombreuses molécules :

dopamine, bien sûr, mais aussi **endorphine**, **ocytocine**, etc.

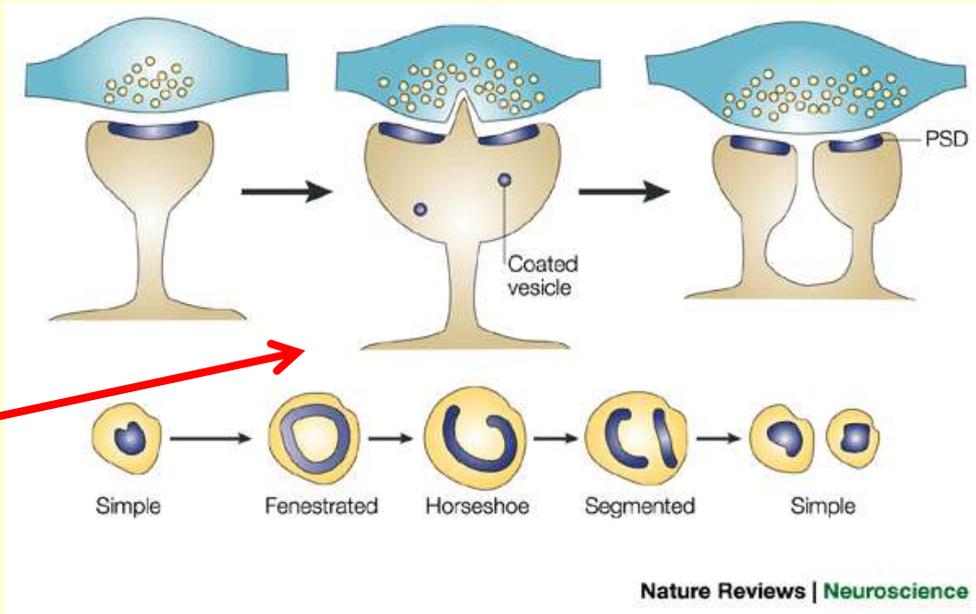
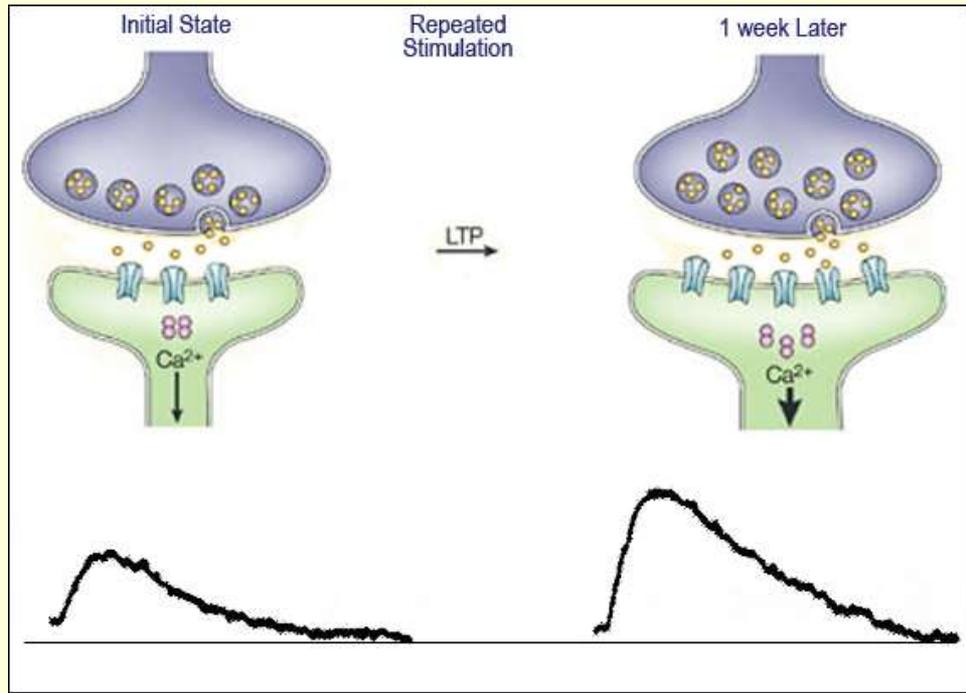
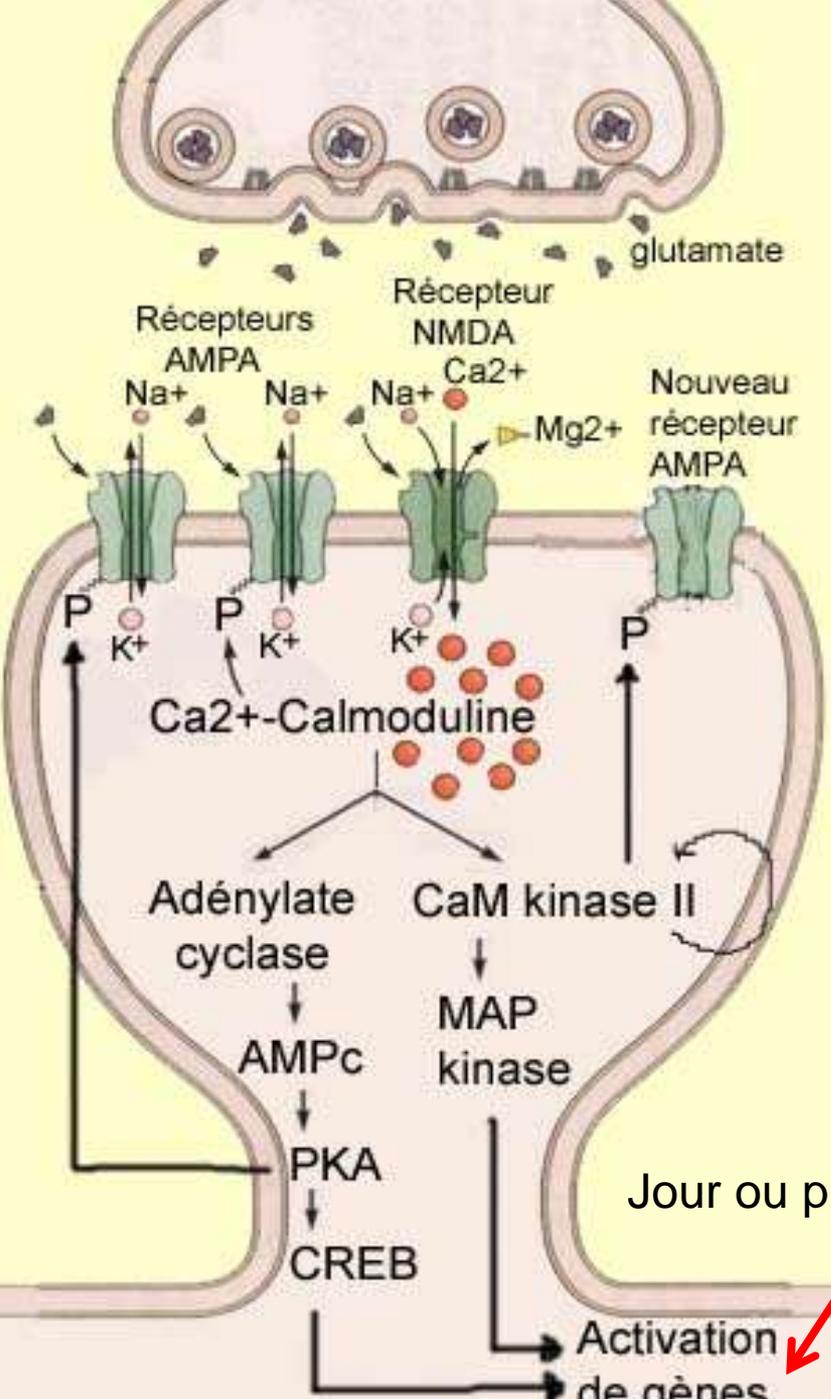
[[Fermer la parenthèse](#)]



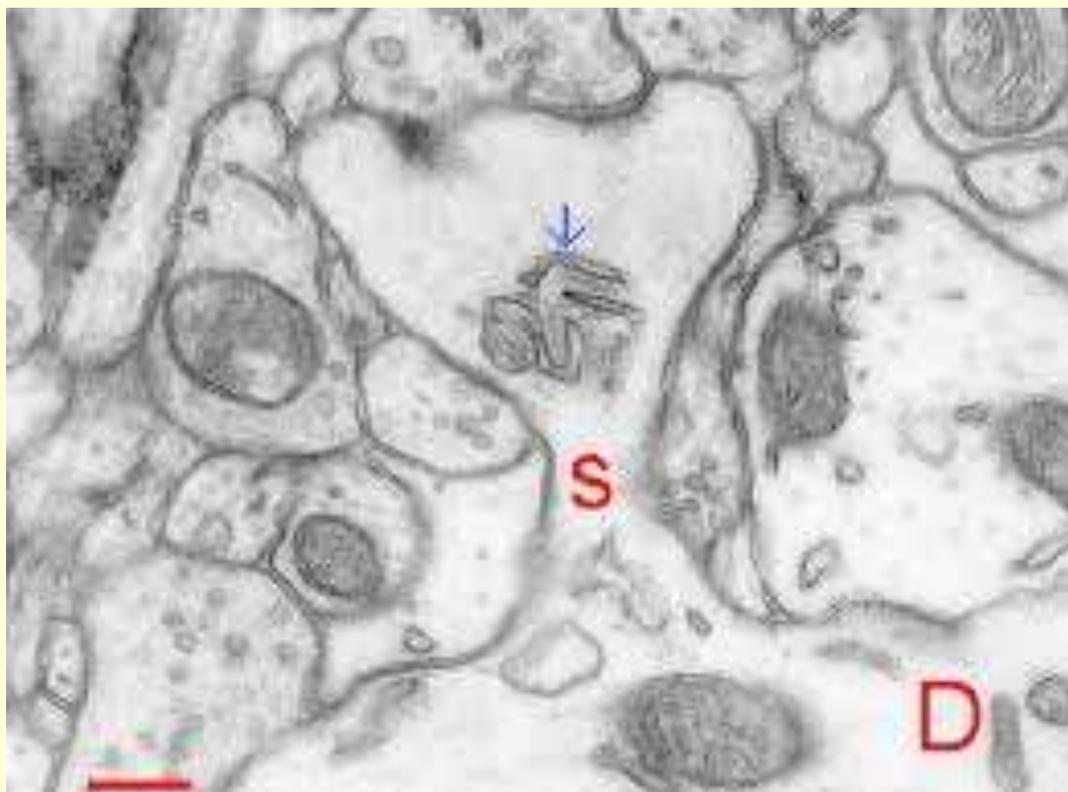


Ordre de grandeur temporelle :

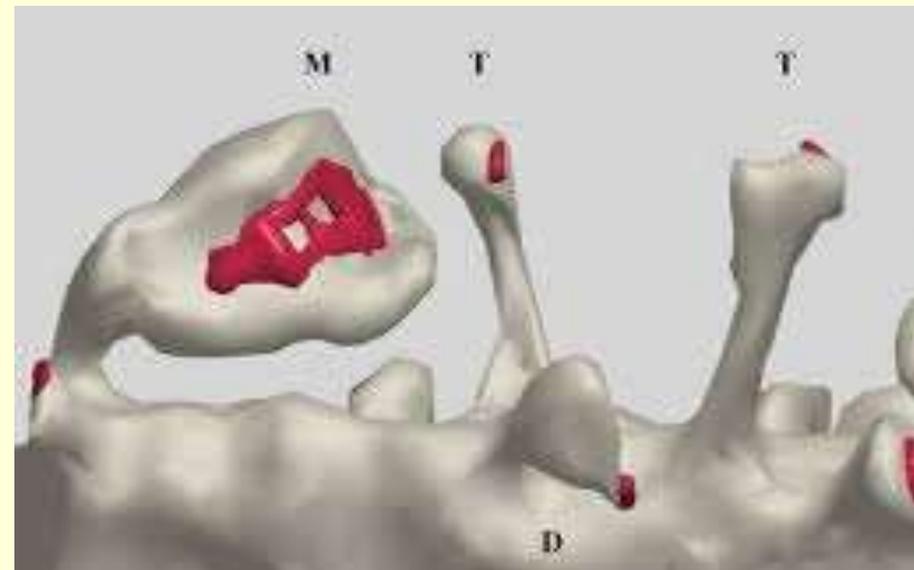
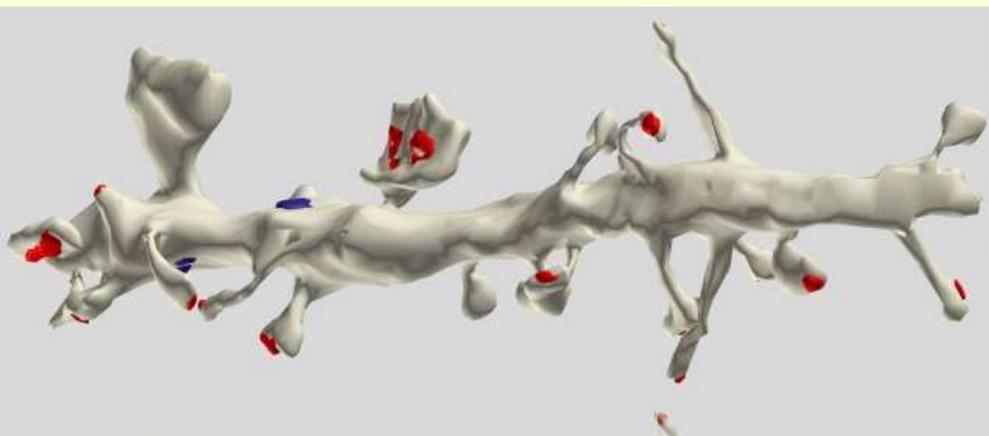
Minutes ou heures

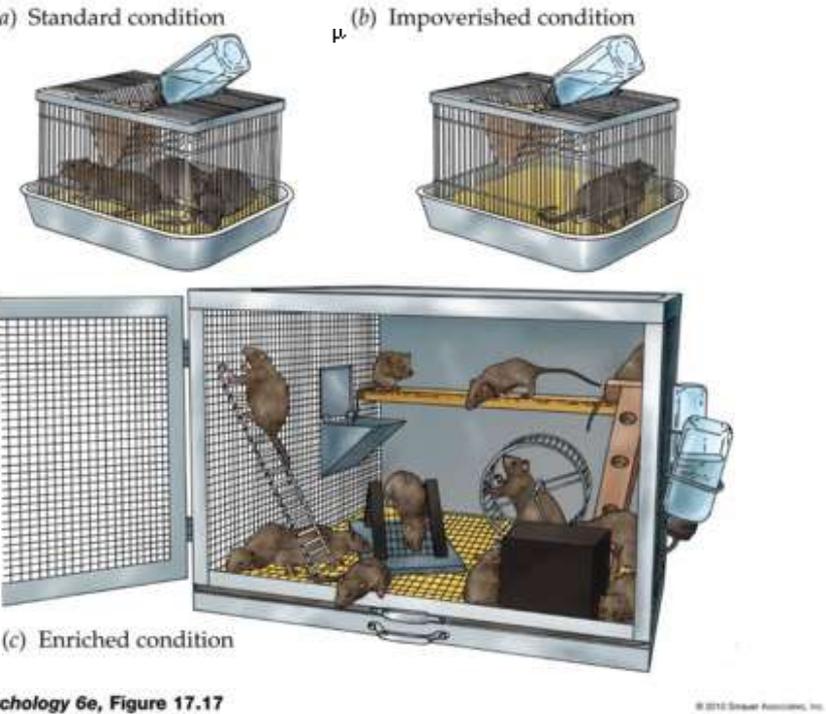


Jour ou plus



La taille et la forme de ces épines dendritiques ne sont **pas fixes** mais peuvent être au contraire **très plastique**.





Documentaire :

Mon histoire d'amour avec le cerveau

(sur le parcours de la docteure Marian Diamond, une des fondatrices de la neuroscience moderne)

https://www.youtube.com/watch?v=ZozSr_ofBqE

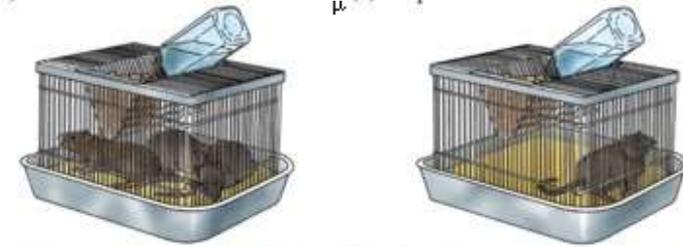


Début des années 1960



a) Standard condition

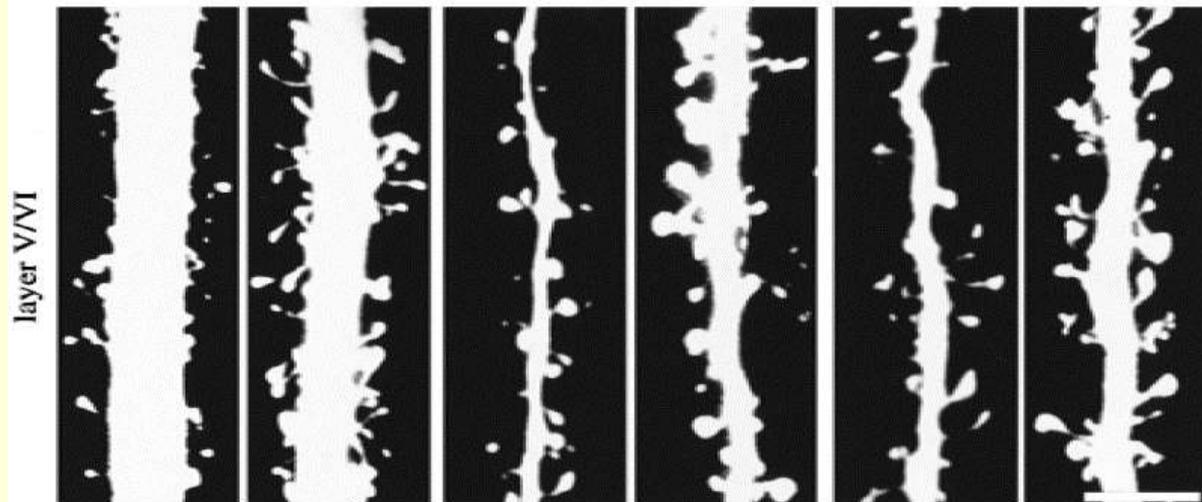
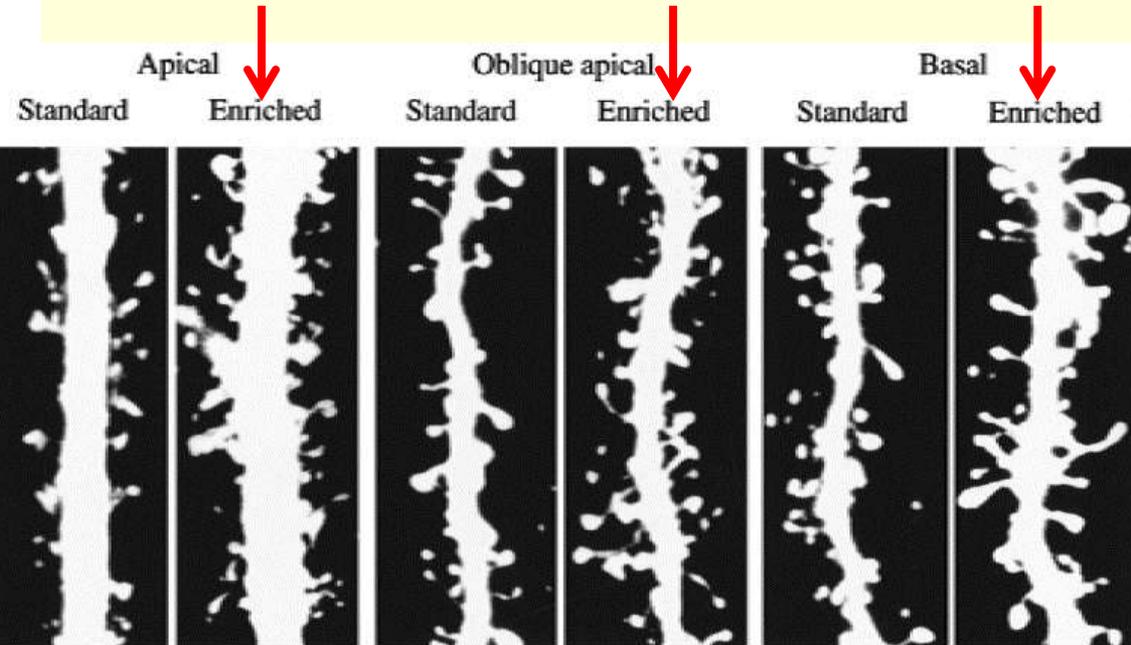
b) Impoverished condition



(c) Enriched condition

Psychology 6e, Figure 17.17

Les neurones pyramidaux du groupe venant de l'environnement **enrichi** ont davantage d'épines dendritiques que ceux des rats du groupe standard à la fois dans les couches II/III et V/VI.



Épines dendritique de neurones du cortex somatosensoriel de rats adultes ayant grandi dans des cages **standard** ou dans un environnement **enrichi** durant 3 semaines.

Changes in grey matter induced by training

Nature, 2004

Bogdan Draganski*, Christian Gaser†, Volker Busch*, Gerhard Schuierer‡, Ulrich Bogdahn*, Arne May*

https://www.researchgate.net/publication/305381022_Neuroplasticity_changes_in_grey_matter_induced_by_training

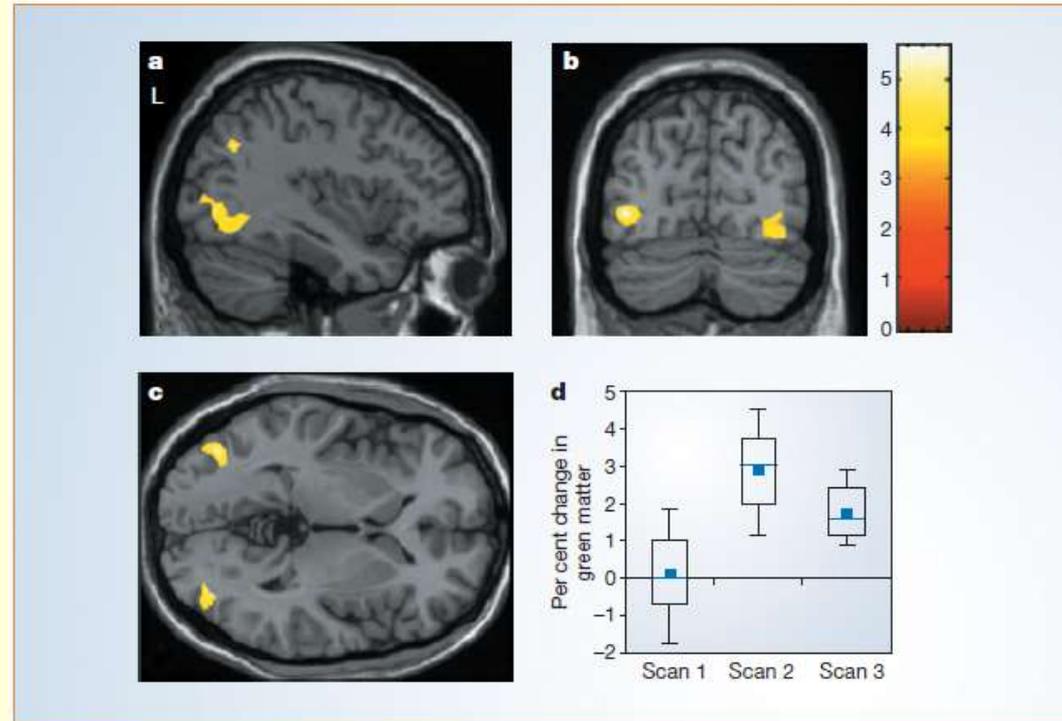


Figure 1 Transient changes in brain structure induced while learning to juggle. **a–c**, Statistical parametric maps showing the areas with transient structural changes in grey matter for the jugglers group compared with non-juggler controls. **a**, Sagittal view; **b**, coronal view; **c**, axial view. The increase in grey matter is shown superimposed on a normalized T1 image. The left side (L) of the brain is indicated. A significant expansion in grey matter was found between the first and second scans in the mid-temporal area (hMT/V5) bilaterally (left: $x, -43; y, -75; z, -2$, with $Z = 4.70$; right: $x, 33; y, -82; z, -4$, with $Z = 4.09$) and in the left posterior intraparietal sulcus ($x, -40; y, -66; z, 43$ with $Z = 4.57$), which had decreased by the time of the third scan. Colour scale indicates Z scores, which correlate with the significance of the change. **d**, Relative grey-matter change in the peak voxel in the left hMT for all jugglers over the three time points. The box plot shows the standard deviation, range and the mean for each time point.

NATURE | VOL427 | 22 JANUARY 2004 | www.nature.com/nature

Augmentation de l'épaisseur de 2 régions du cortex 3 mois après être devenu « **expert** », puis **diminution** après 3 mois **d'inactivité**.

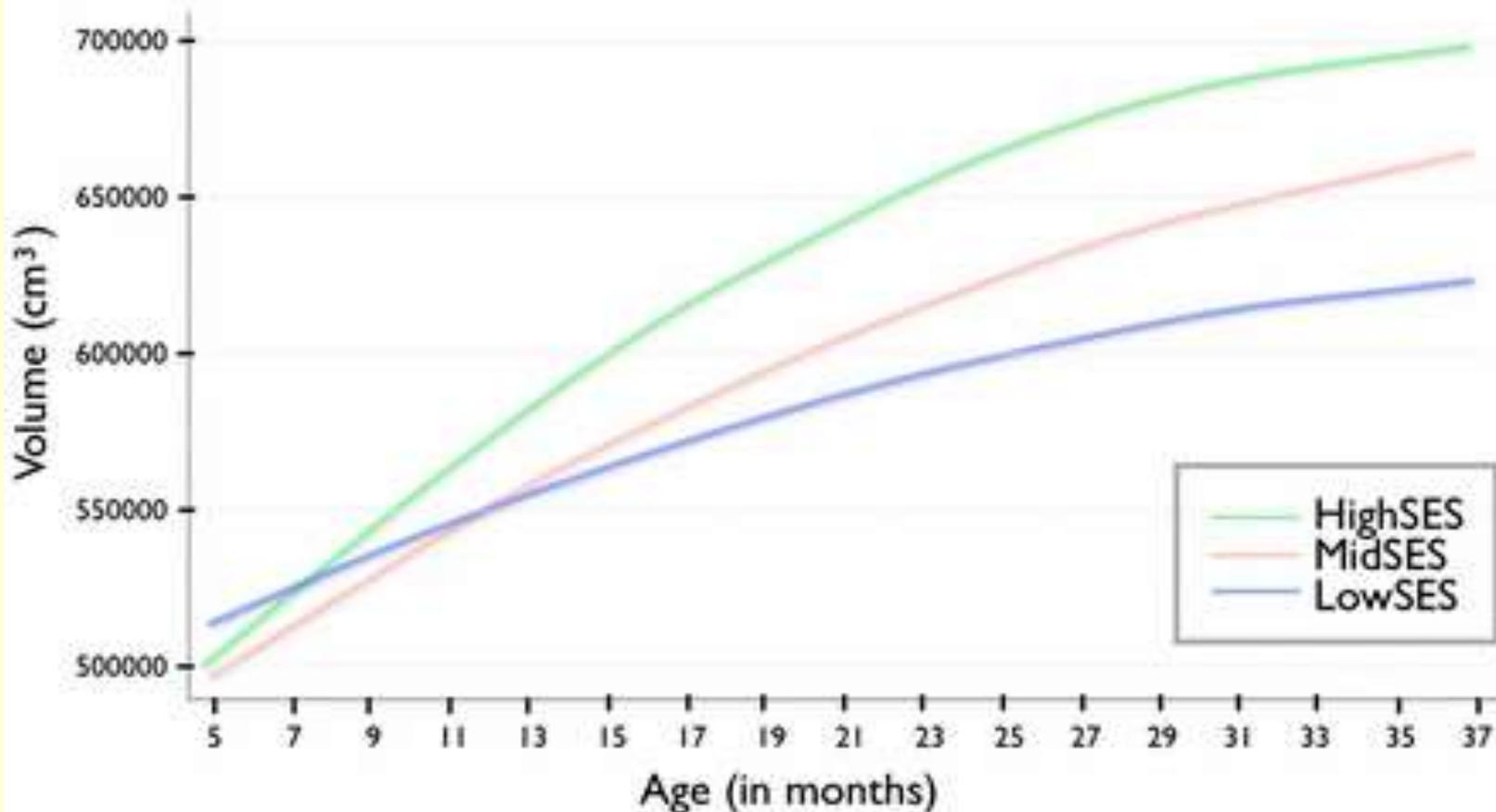
Wednesday, **February 03, 2016**

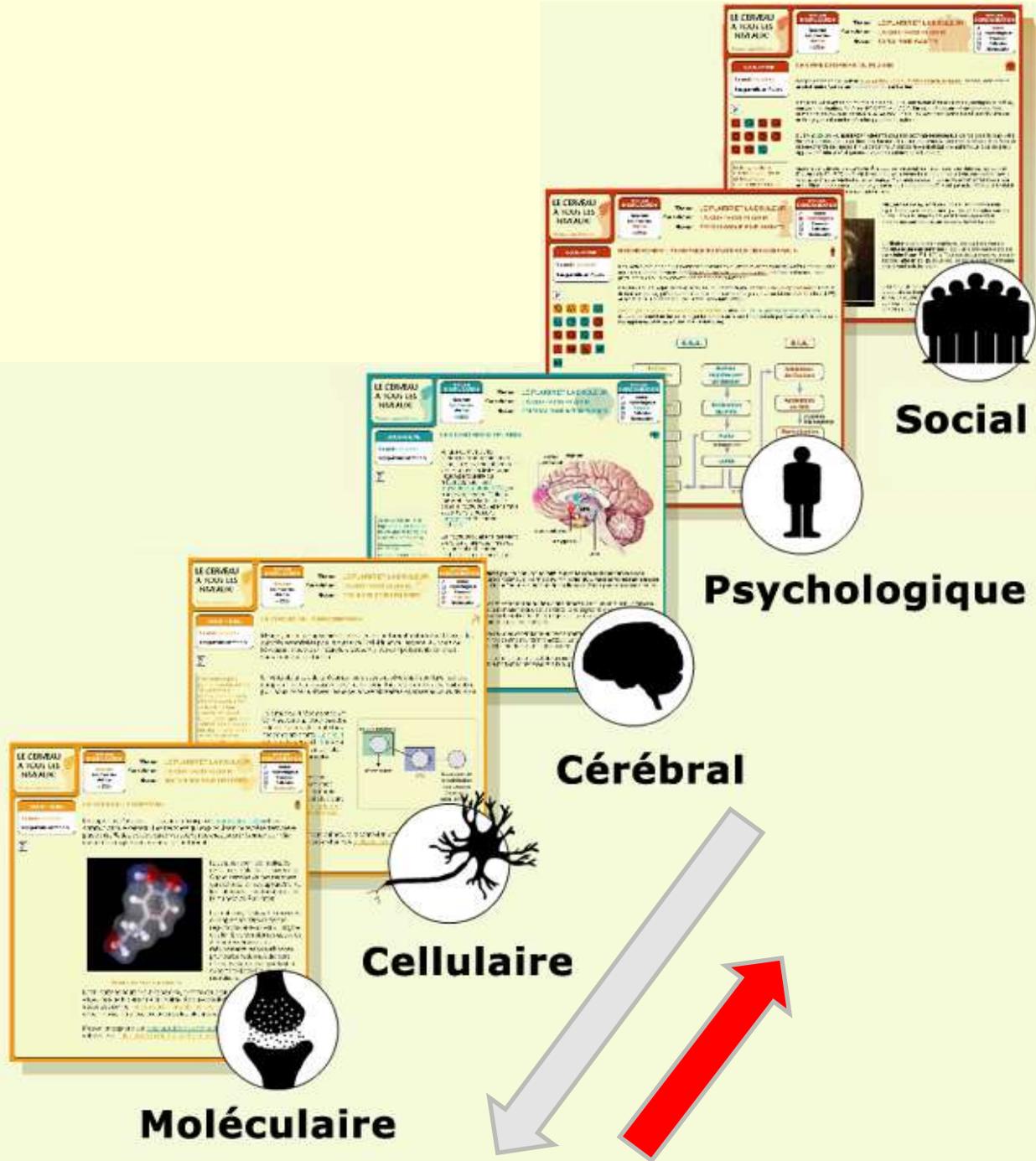
The neuroscience of poverty.

http://mindblog.dericbownds.net/2016/02/the-neuroscience-of-poverty.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+Mindblog+%28MindBlog%29

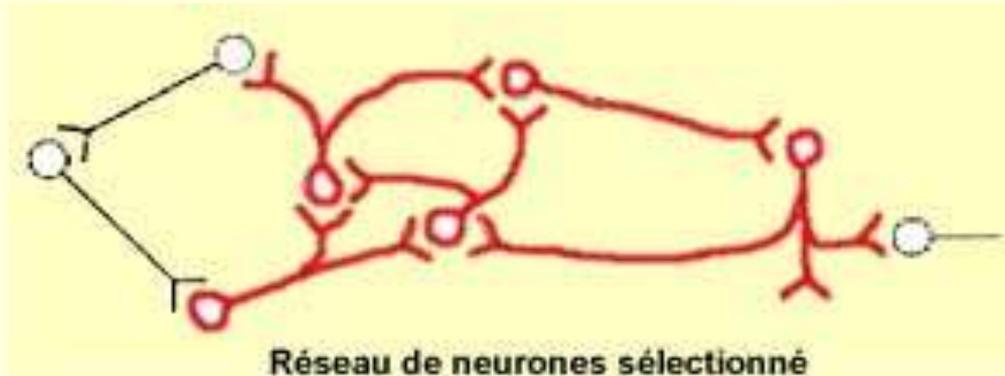
Total Gray Matter

Surtout dans le lobe frontal et l'hippocampe.

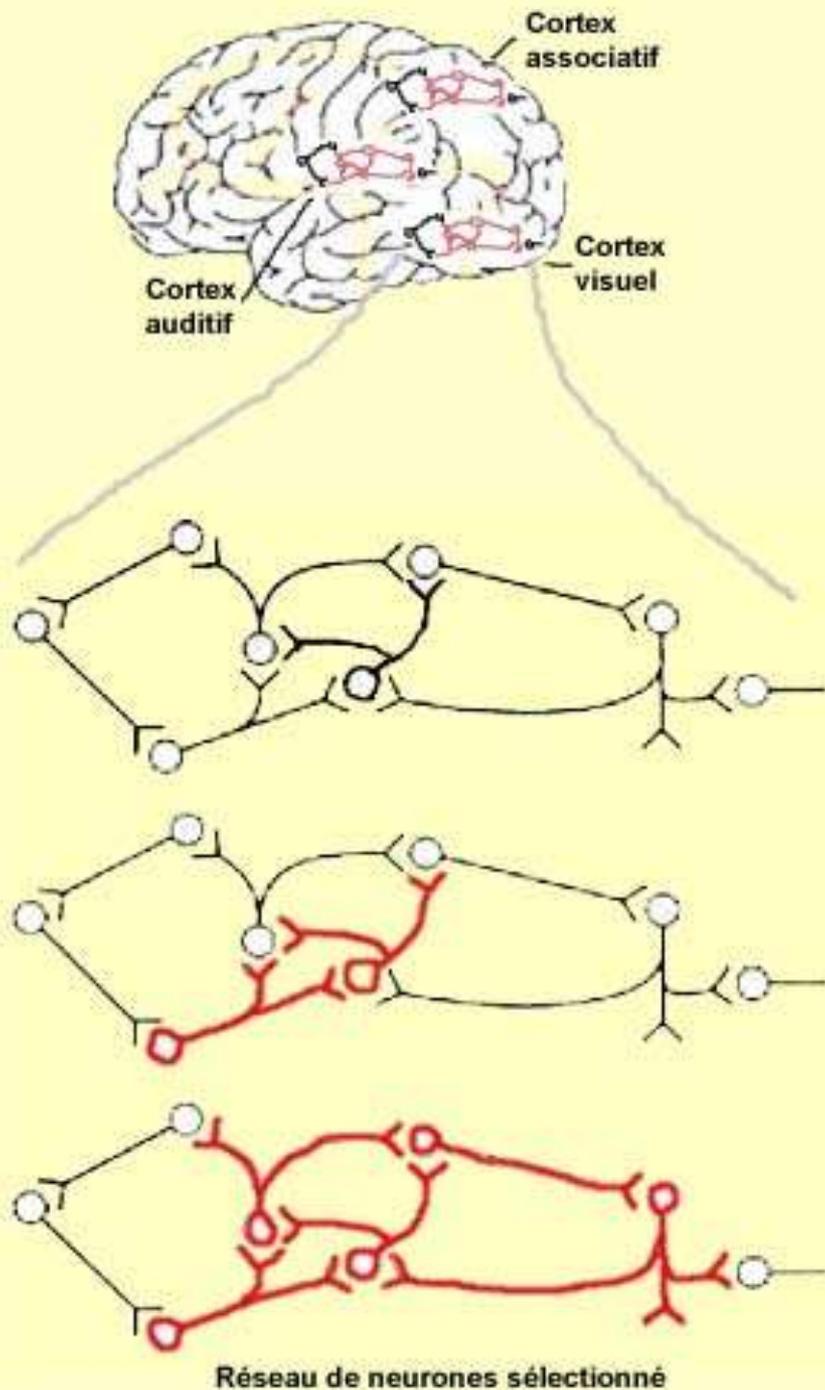




Assemblées de neurones

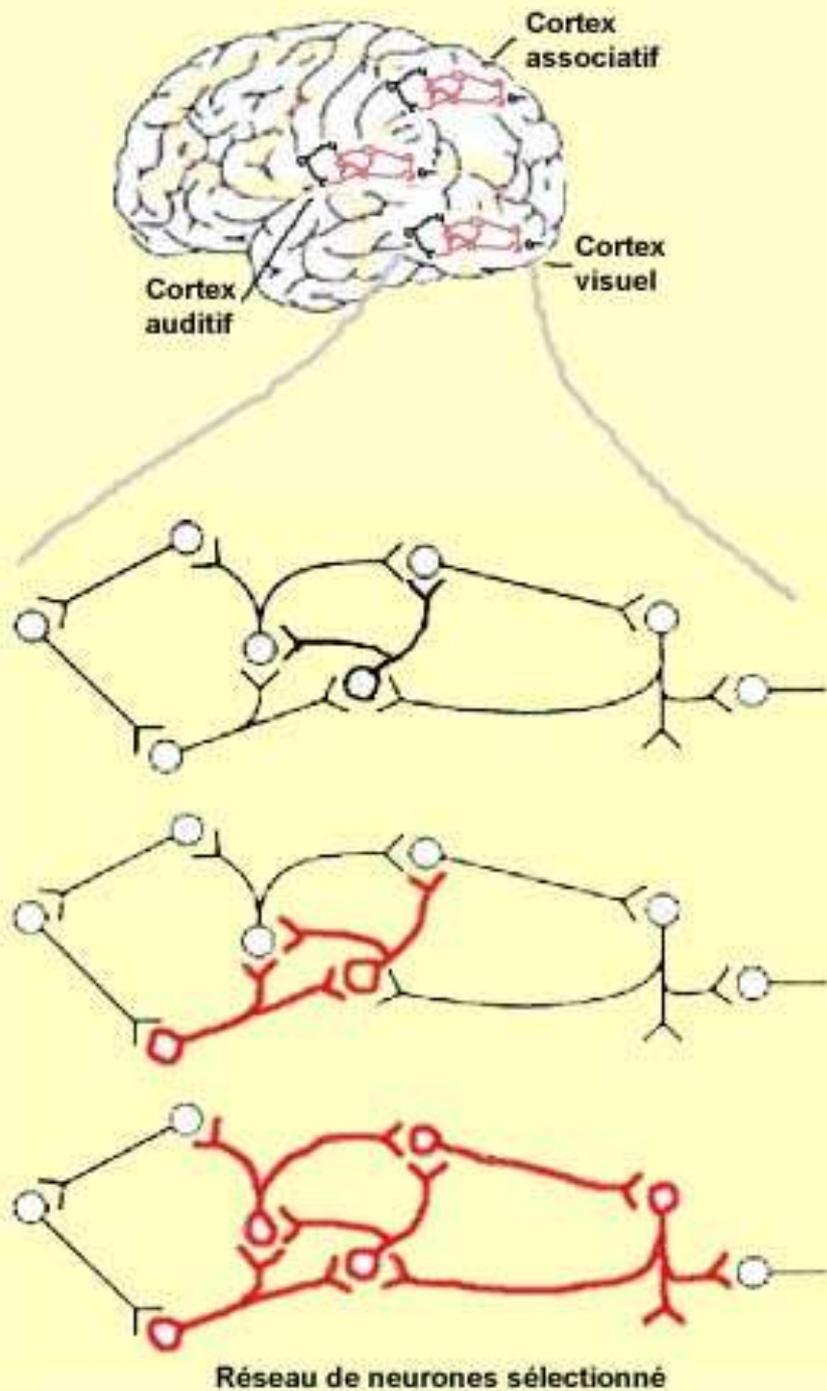


Étudier, s'entraîner, apprendre...



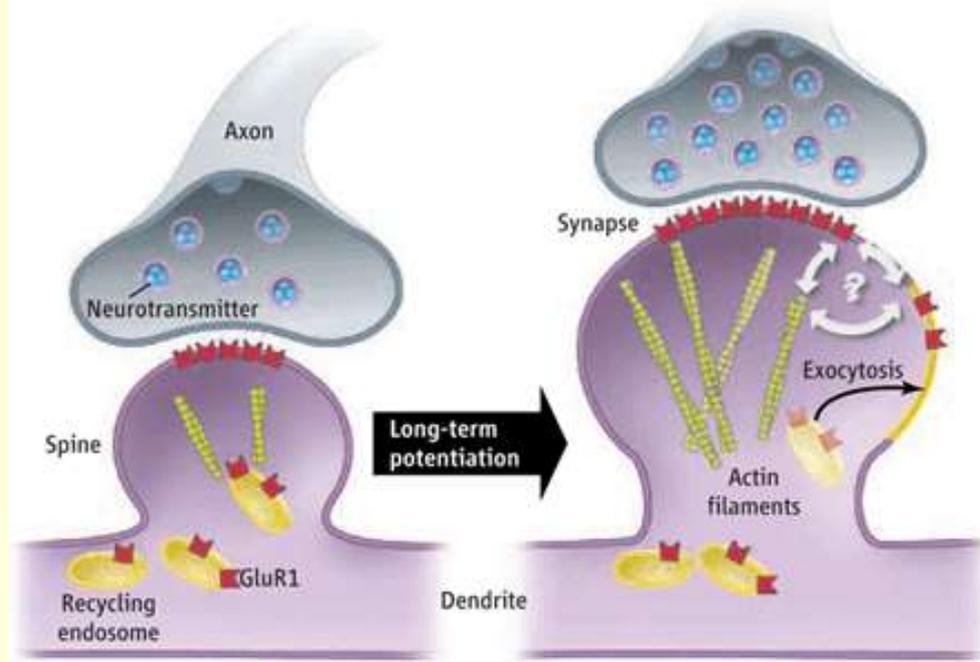
...c'est renforcer des connexions neuronales.

pour former des groupes de neurones qui vont devenir **habitués** de travailler ensemble.



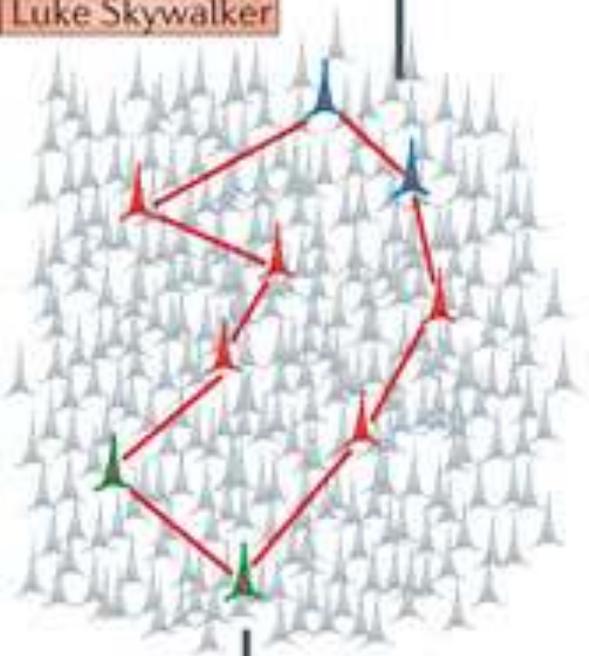
Comment ?

Grâce aux synapses qui varient leur efficacité !





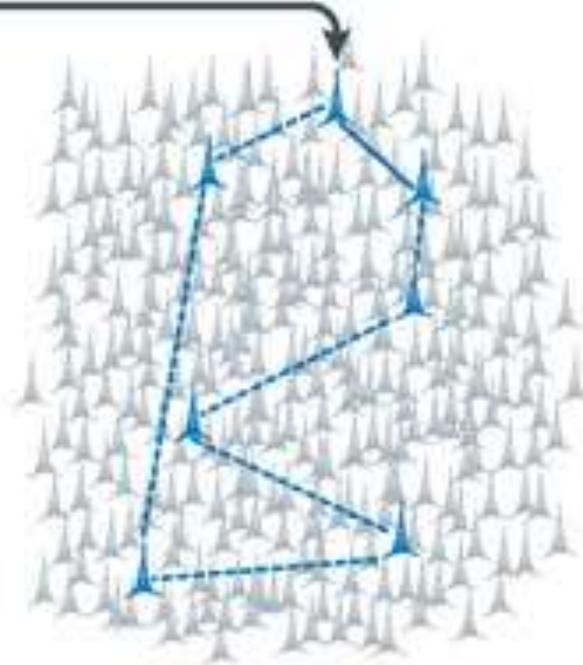
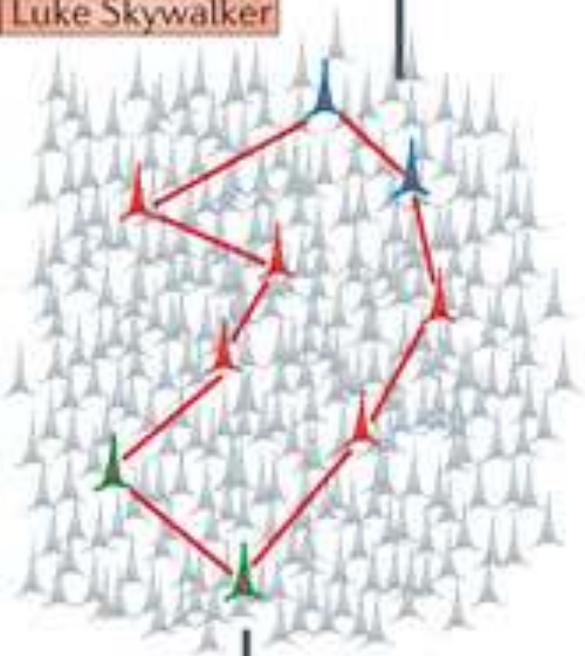
Luke Skywalker



Et ce sont ces réseaux de neurones sélectionnés qui vont constituer le support physique (ou « l'engramme ») d'un **souvenir**.

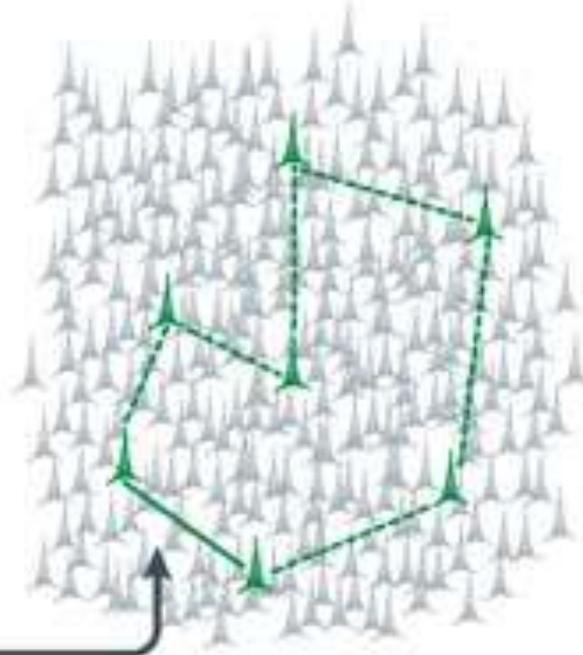


Luke Skywalker



Yoda

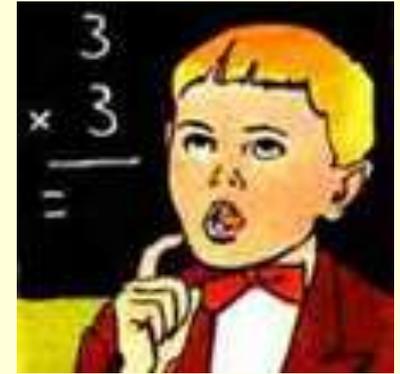
C'est aussi de cette façon qu'un **concept** ou un **souvenir** peut en évoquer un autre...



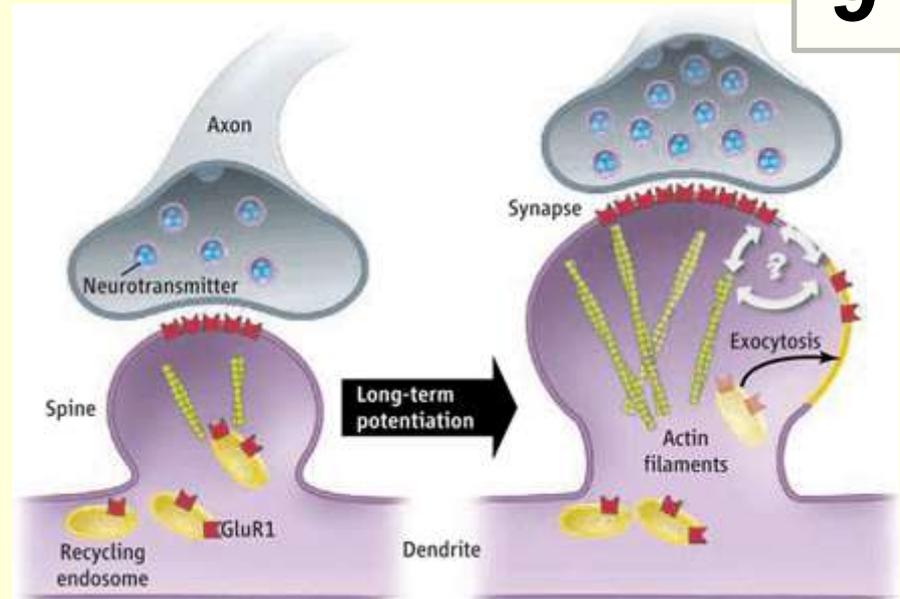
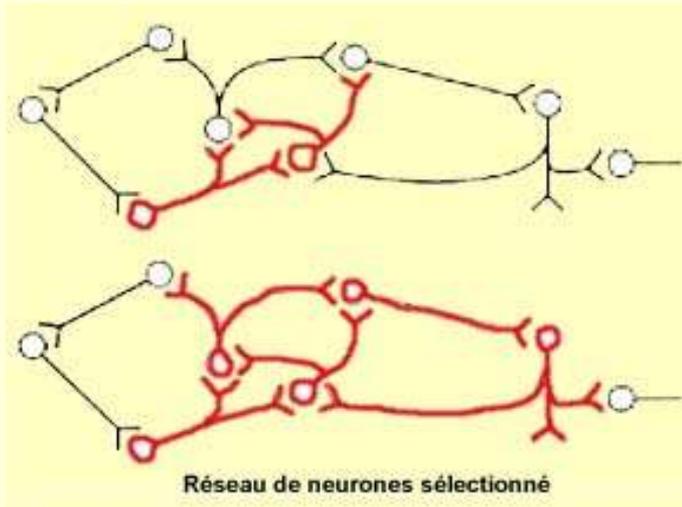
Darth Vader



Ça veut aussi dire que
l'intelligence
ce n'est pas quelque chose
qui est fixé d'avance.



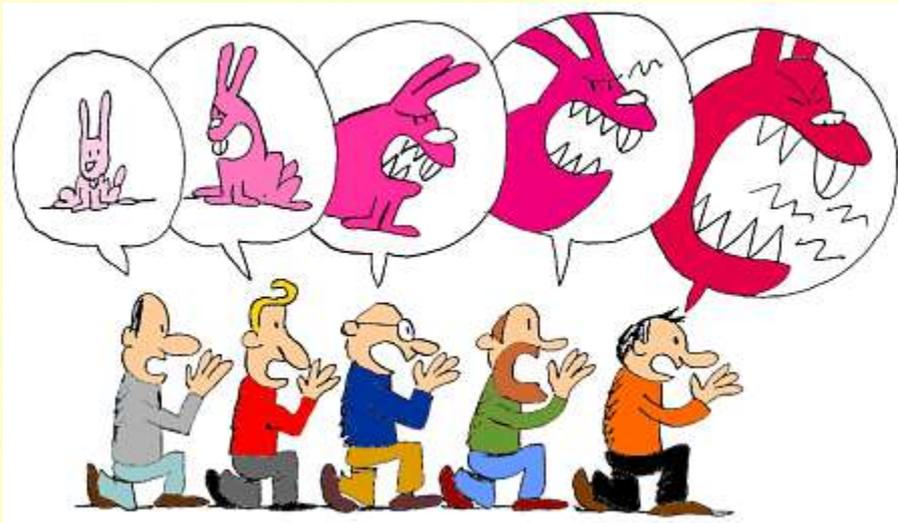
9



Au contraire, on peut tous **apprendre et s'améliorer** durant toute
notre vie parce que notre cerveau se modifie constamment !

Question quiz :

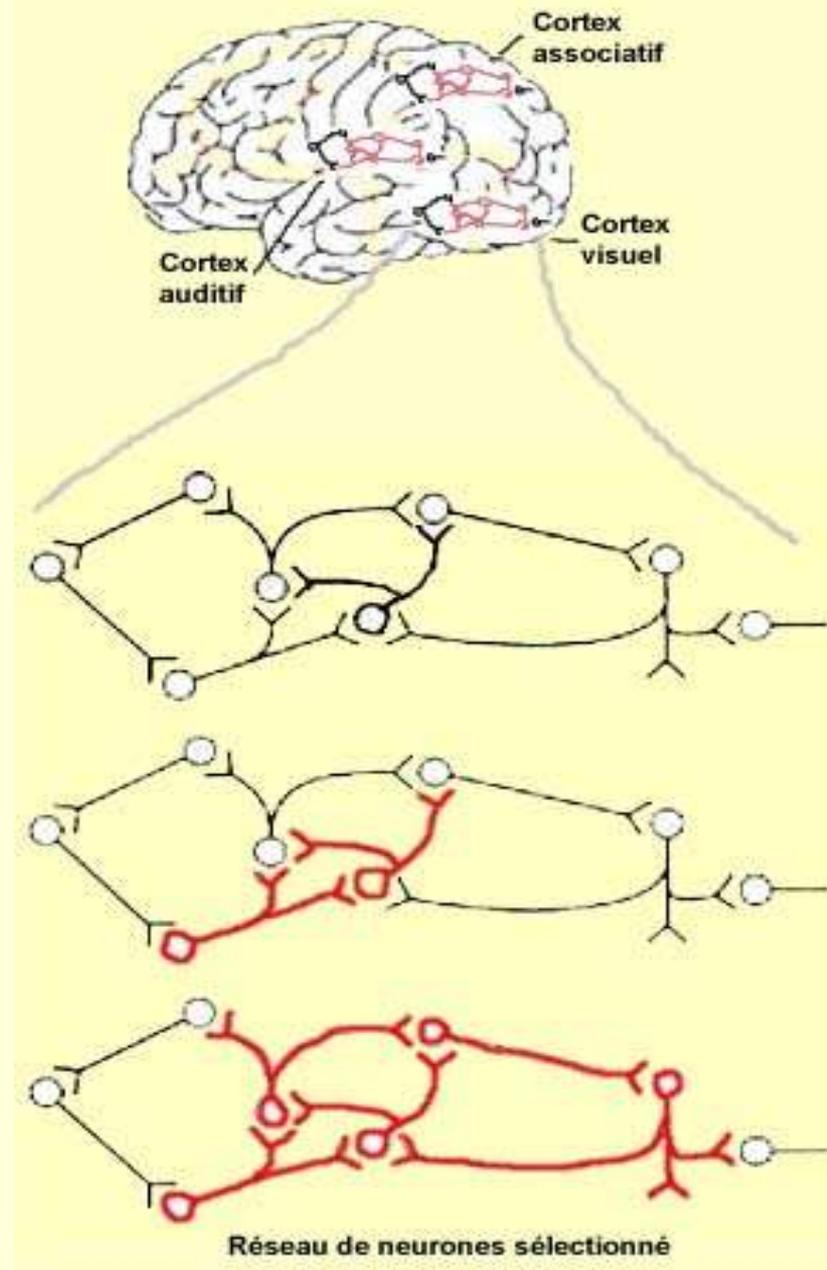
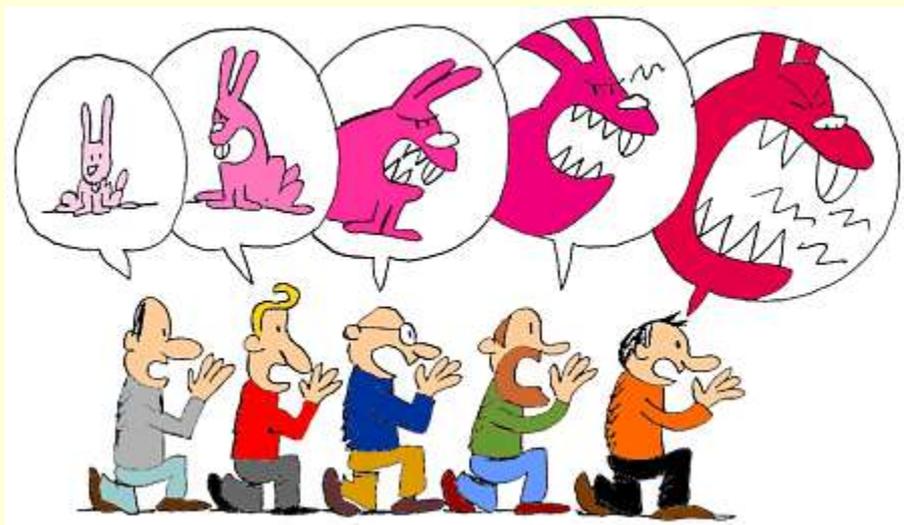
Sachant cela, quelle
serait la meilleure
métaphore
pour la mémoire
humaine ?



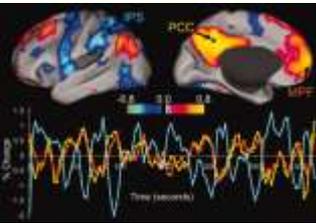
La mémoire humaine est forcément une **reconstruction**.

Notre cerveau, et donc notre **identité**, n'est donc jamais exactement la même au fil des jours...

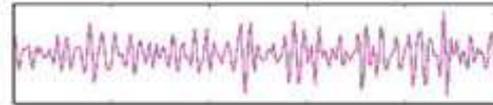
Déjà, elle n'est plus tout à fait la même que lorsque vous êtes rentrés dans cette pièce !



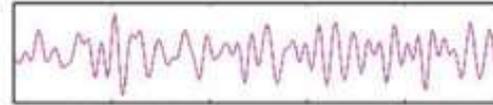
Des processus dynamiques à différentes échelles de temps :



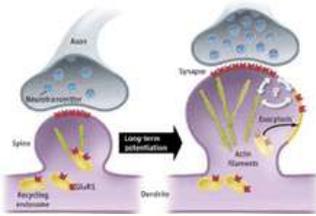
$10^{-3} s$



Gamma
40 - 70hz

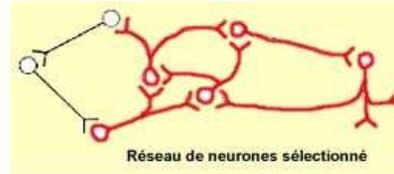


Beta
12 - 40hz



$10^{11} s$

$10^3 s$



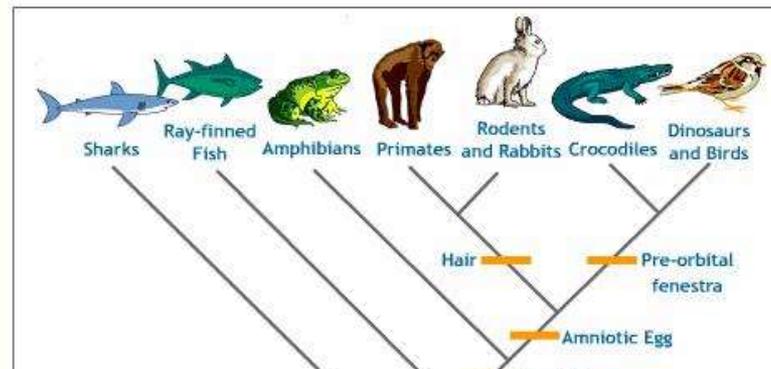
Réseau de neurones sélectionné



$10^6 s$



$10^{15} s$

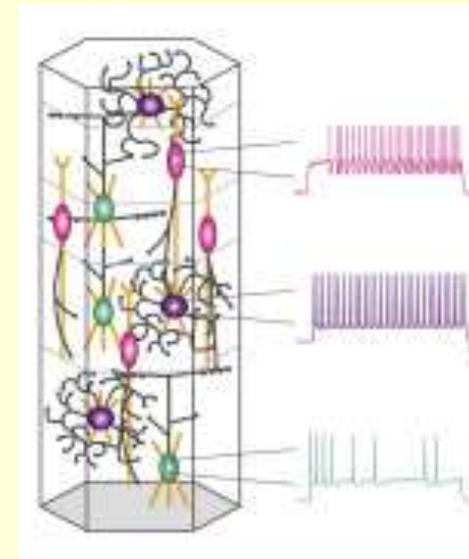
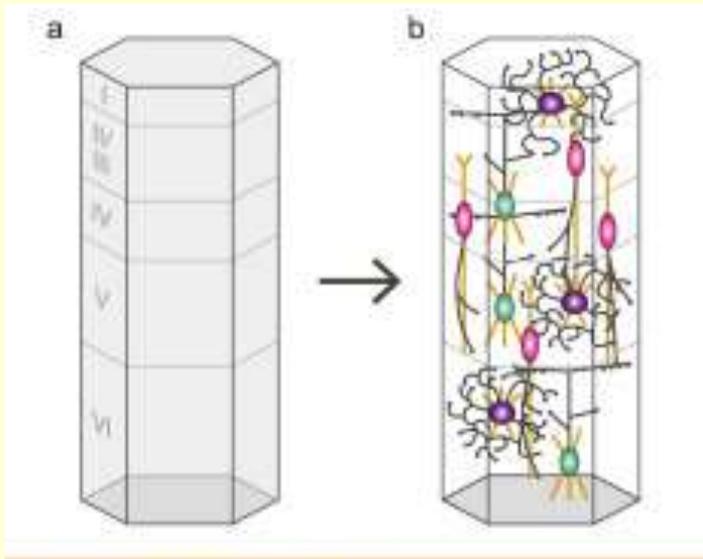


Perception et action devant des situations en temps réel grâce à des coalitions neuronales synchronisées temporairement

L'apprentissage durant toute la vie par la plasticité des réseaux de neurones

Développement du système nerveux par des mécanismes épigénétiques

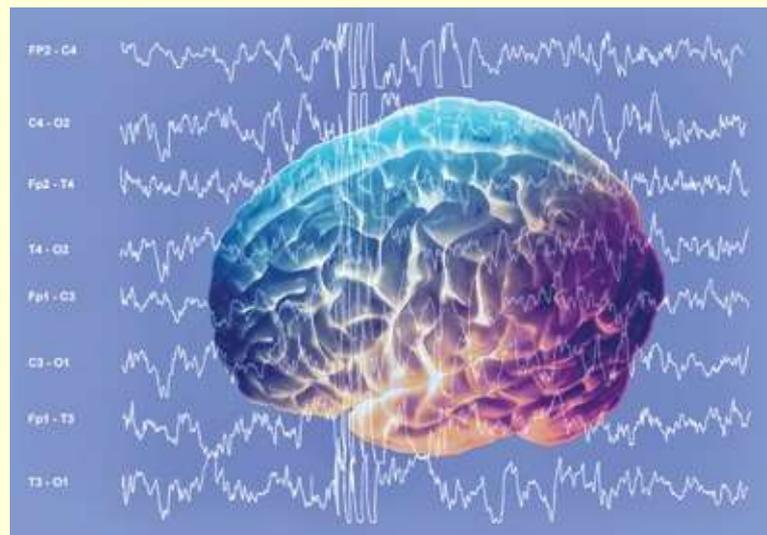
Évolution biologique qui façonne les plans généraux du système nerveux

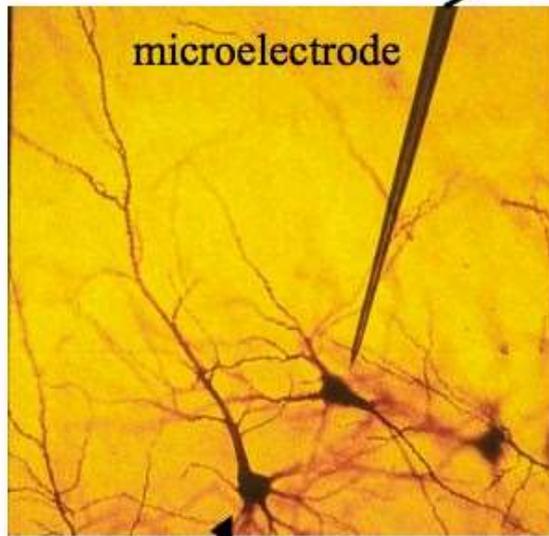


Donc après avoir placé un peu l'anatomie des circuits nerveux...

et avoir introduit l'activité électrique dans ces circuits...

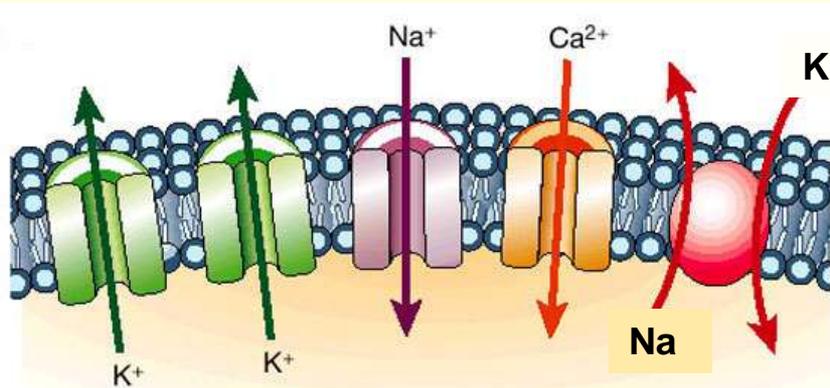
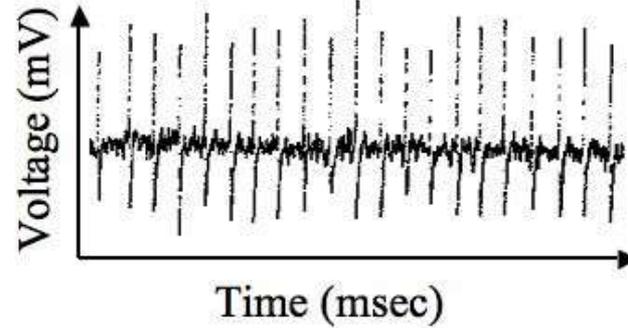
on va maintenant observer l'apparition de **variations cycliques** dans cette **activité électrique** à différentes échelle, incluant à l'échelle du cerveau entier.



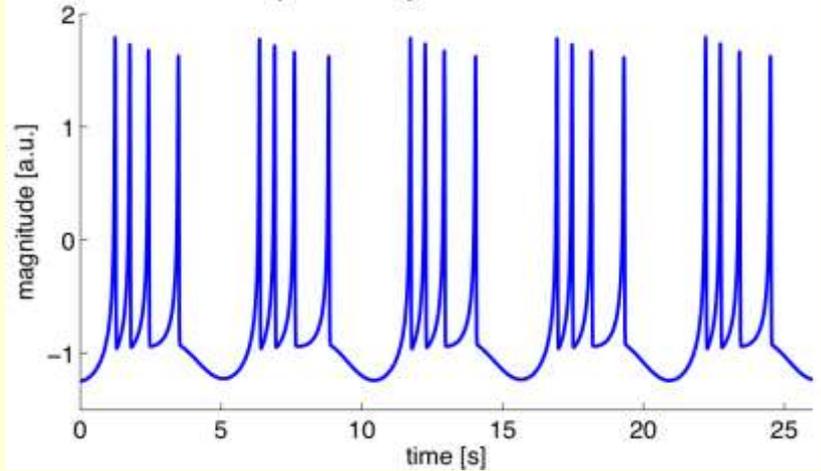


Cortical pyramidal cell (Golgi stain)

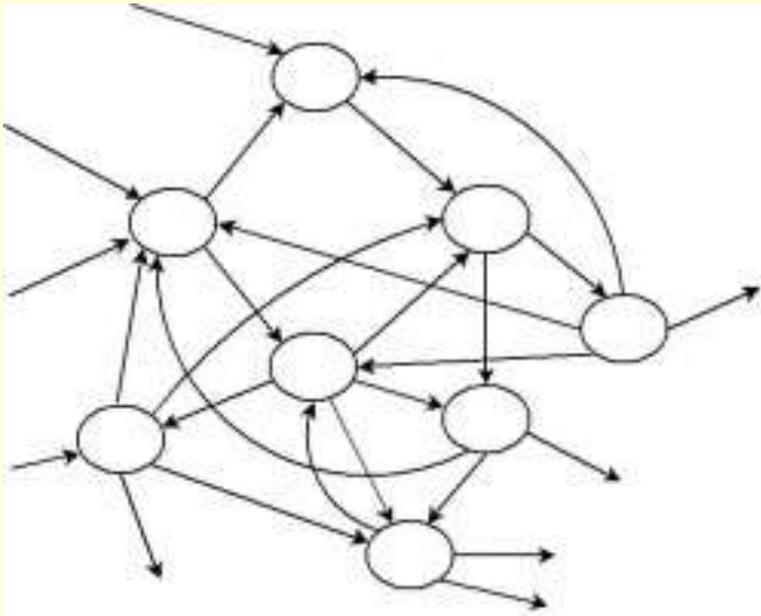
amplifier



Burst and spike activity of Hindmarsh-Rose neuron

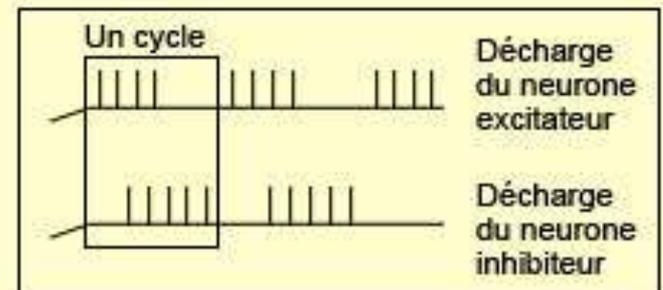
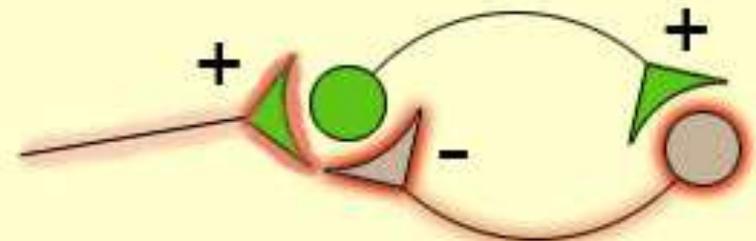
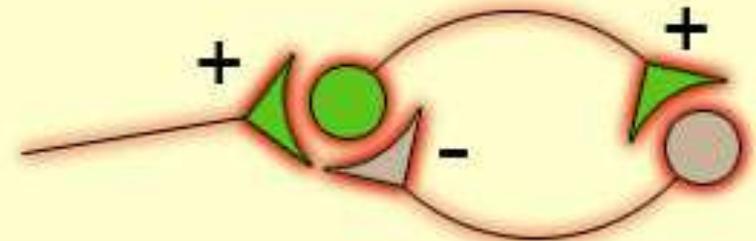
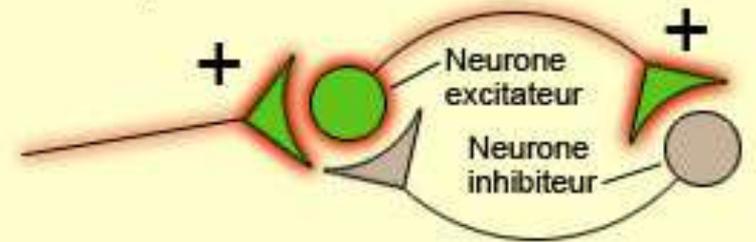


Des rythmes peuvent aussi être générés par les **propriétés du réseau**,



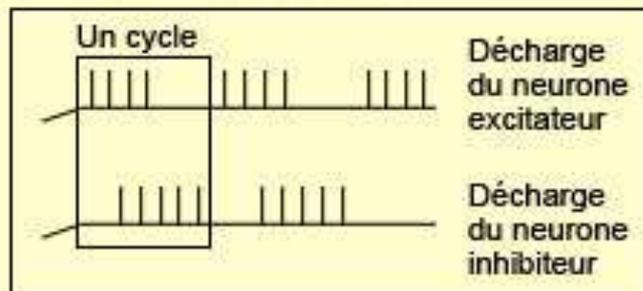
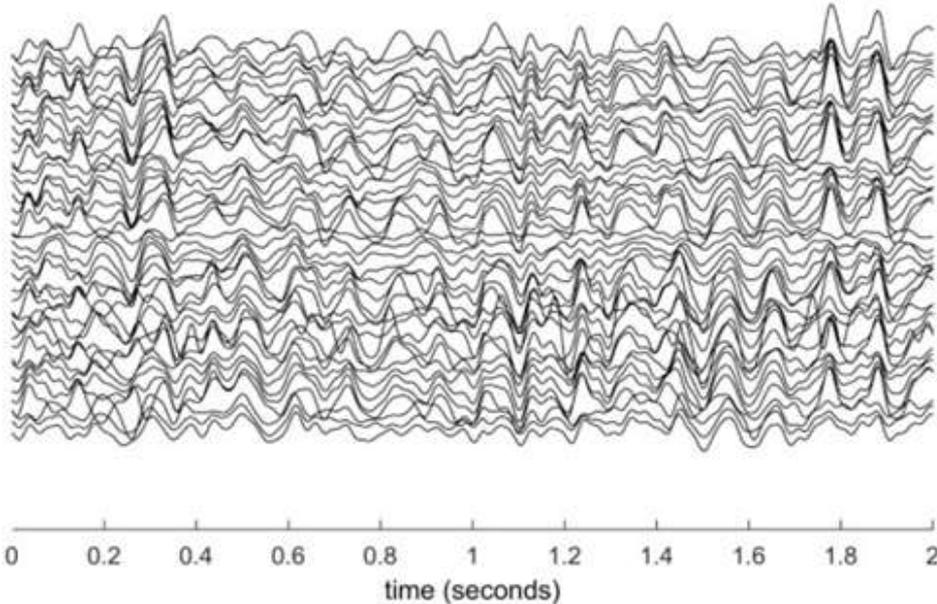
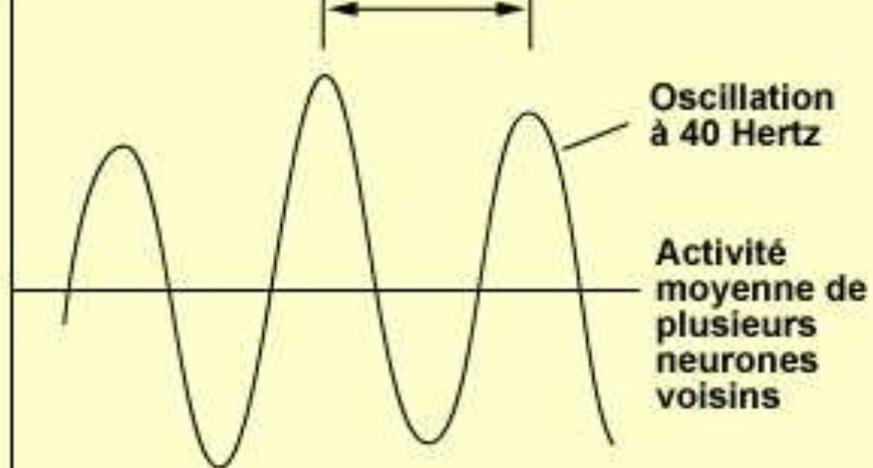
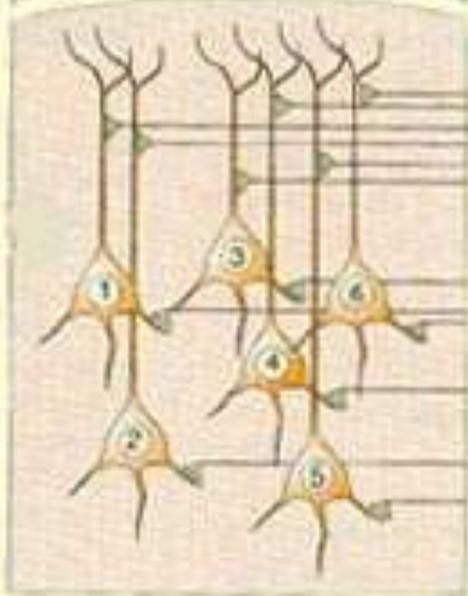
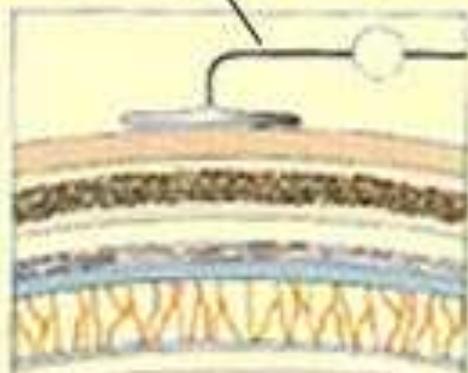
c'est-à-dire par des **boucles** (excitation-inhibition ou inhibition-inhibition)

Afférence excitatrice active en permanence



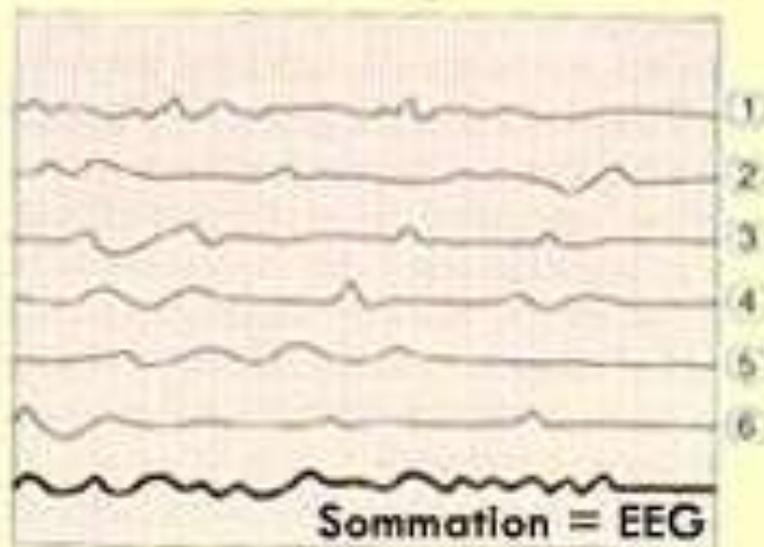


Électrode d'EEG





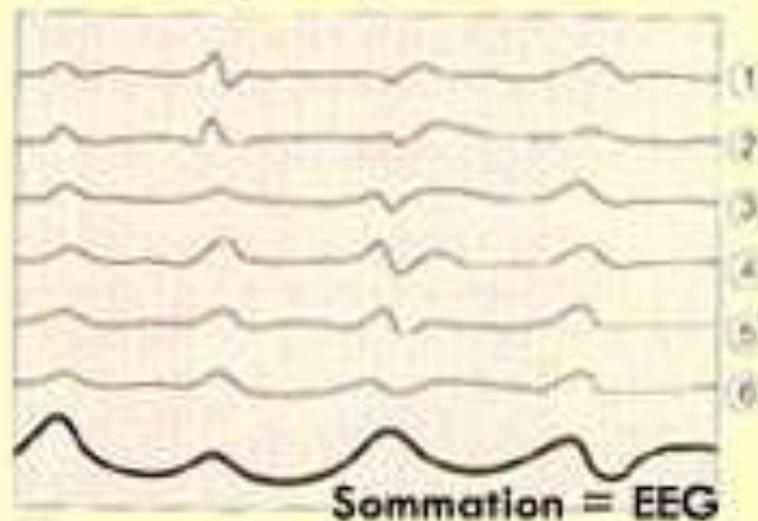
Décharges irrégulières

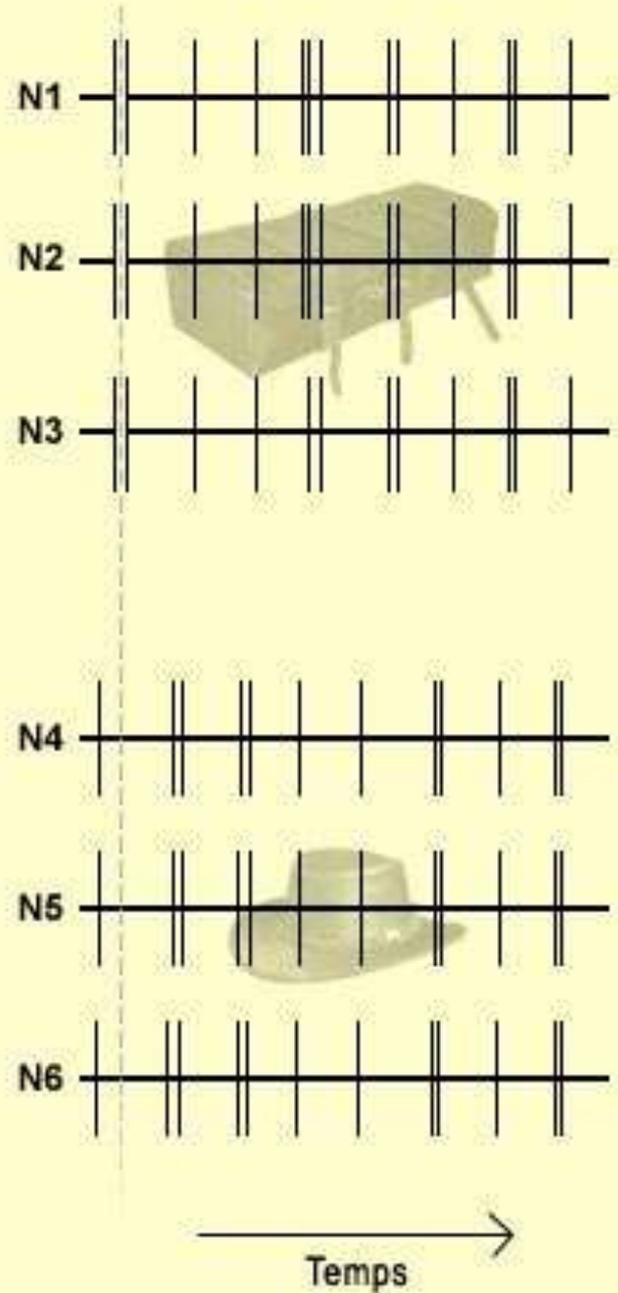
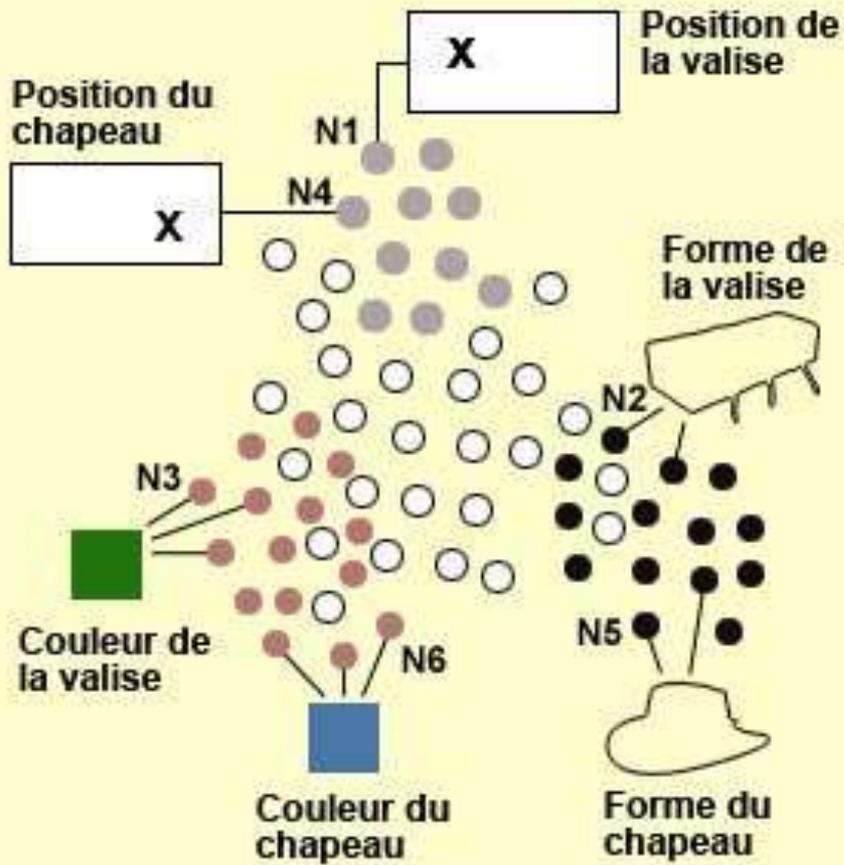


Neurons that fire together
wire together

Neurons out of sync
fail to link

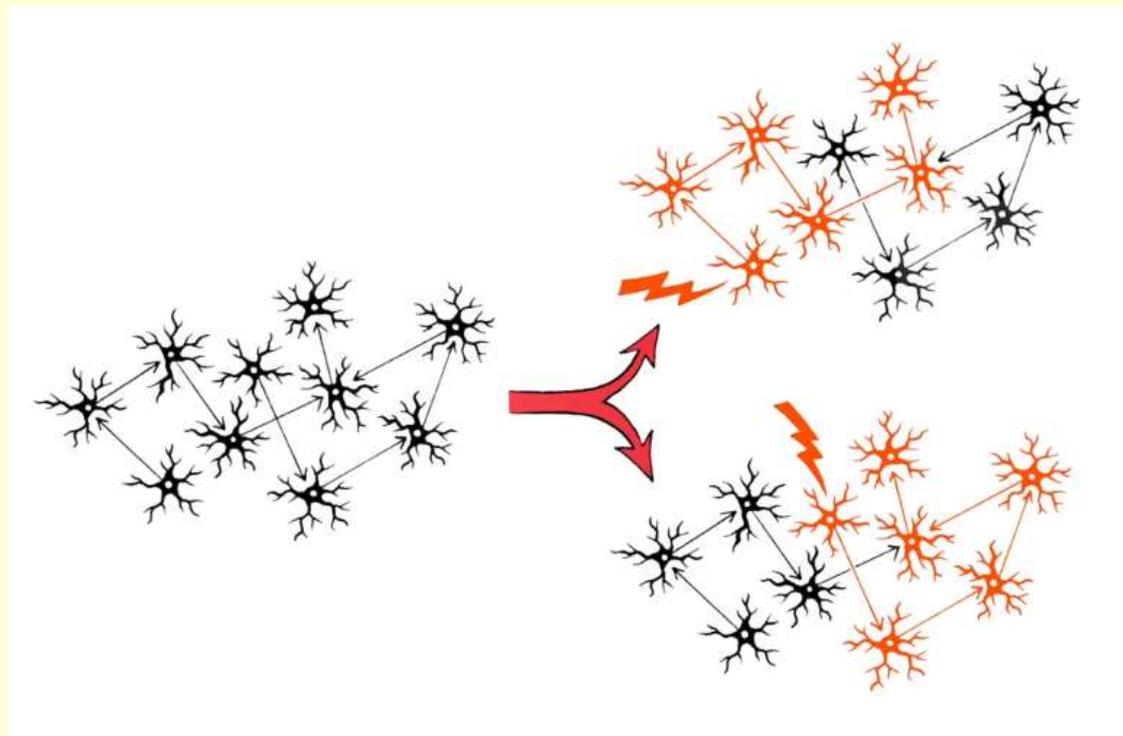
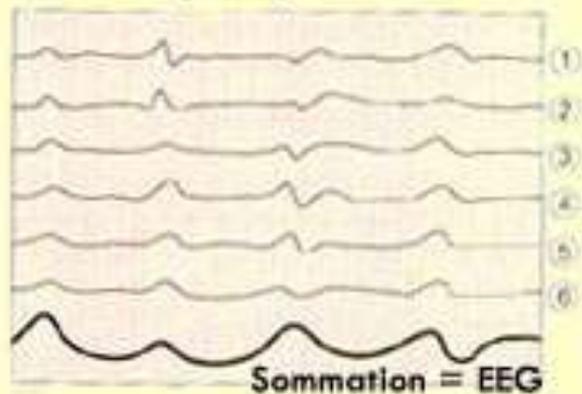
Décharges synchronisées





La synchronisation des oscillations rend donc possible la formation d'assemblées de neurones transitoires

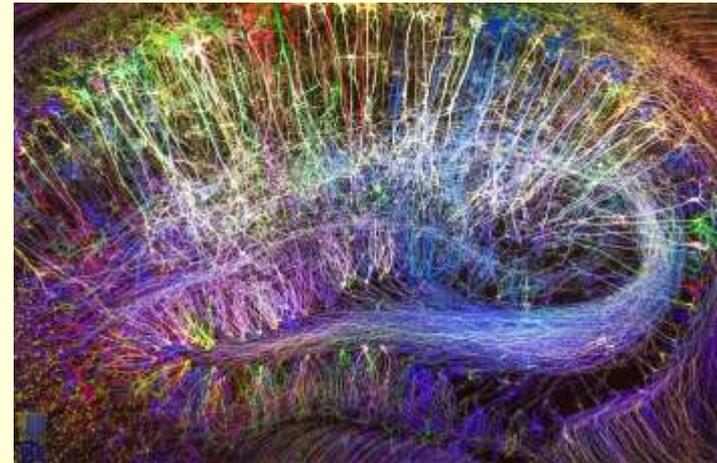
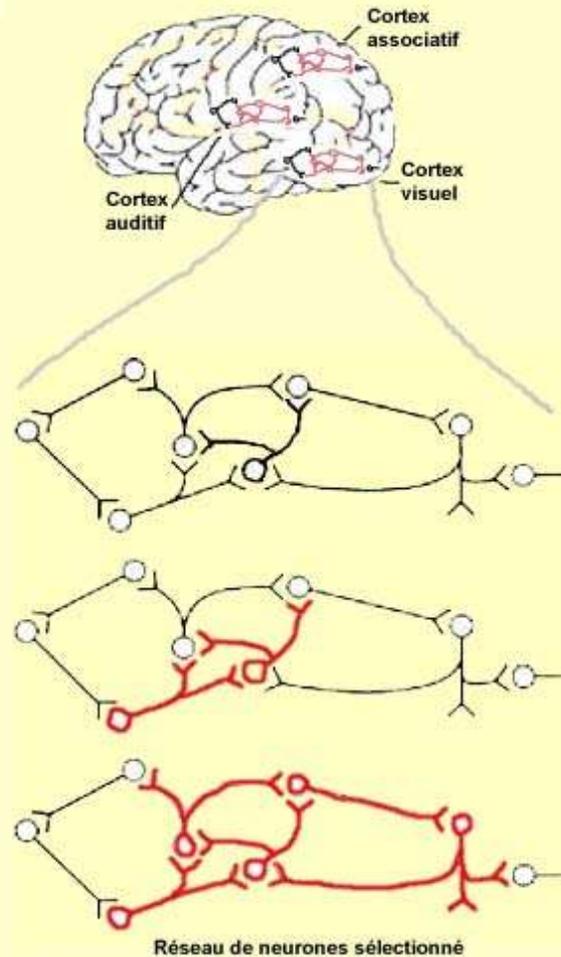
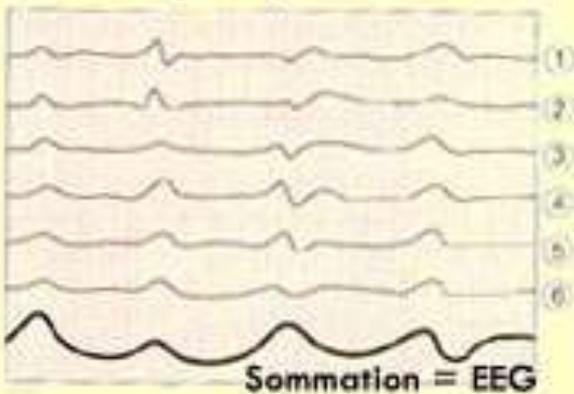
Décharges synchronisées



La synchronisation des oscillations rend donc possible la formation **d'assemblées de neurones transitoires**

qui se produisent non seulement dans certaines structures cérébrales,

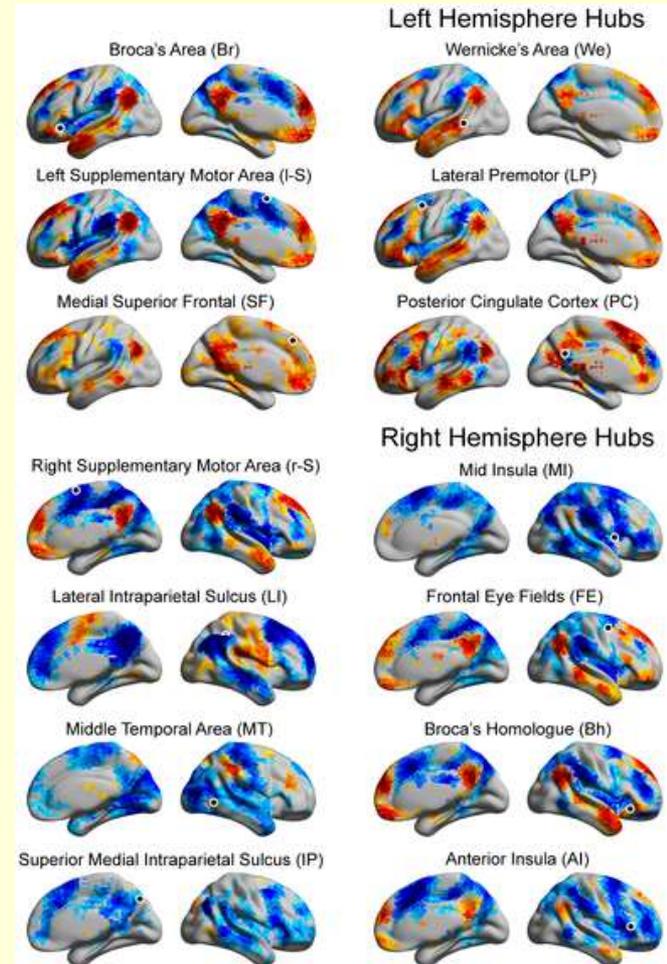
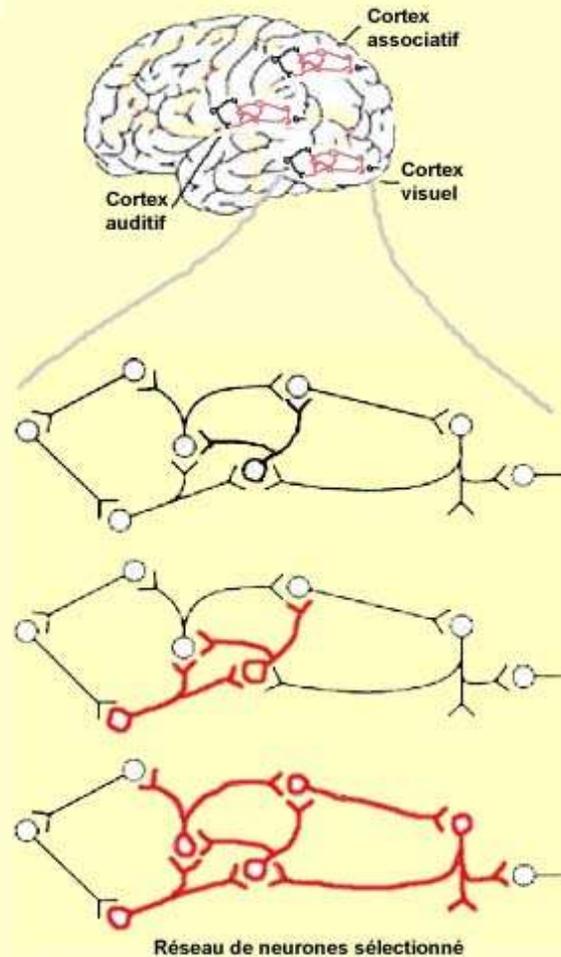
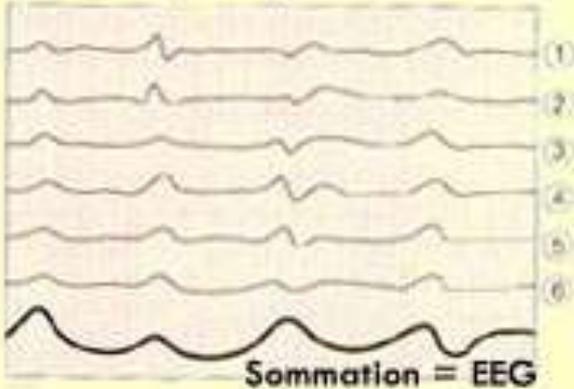
Décharges synchronisées

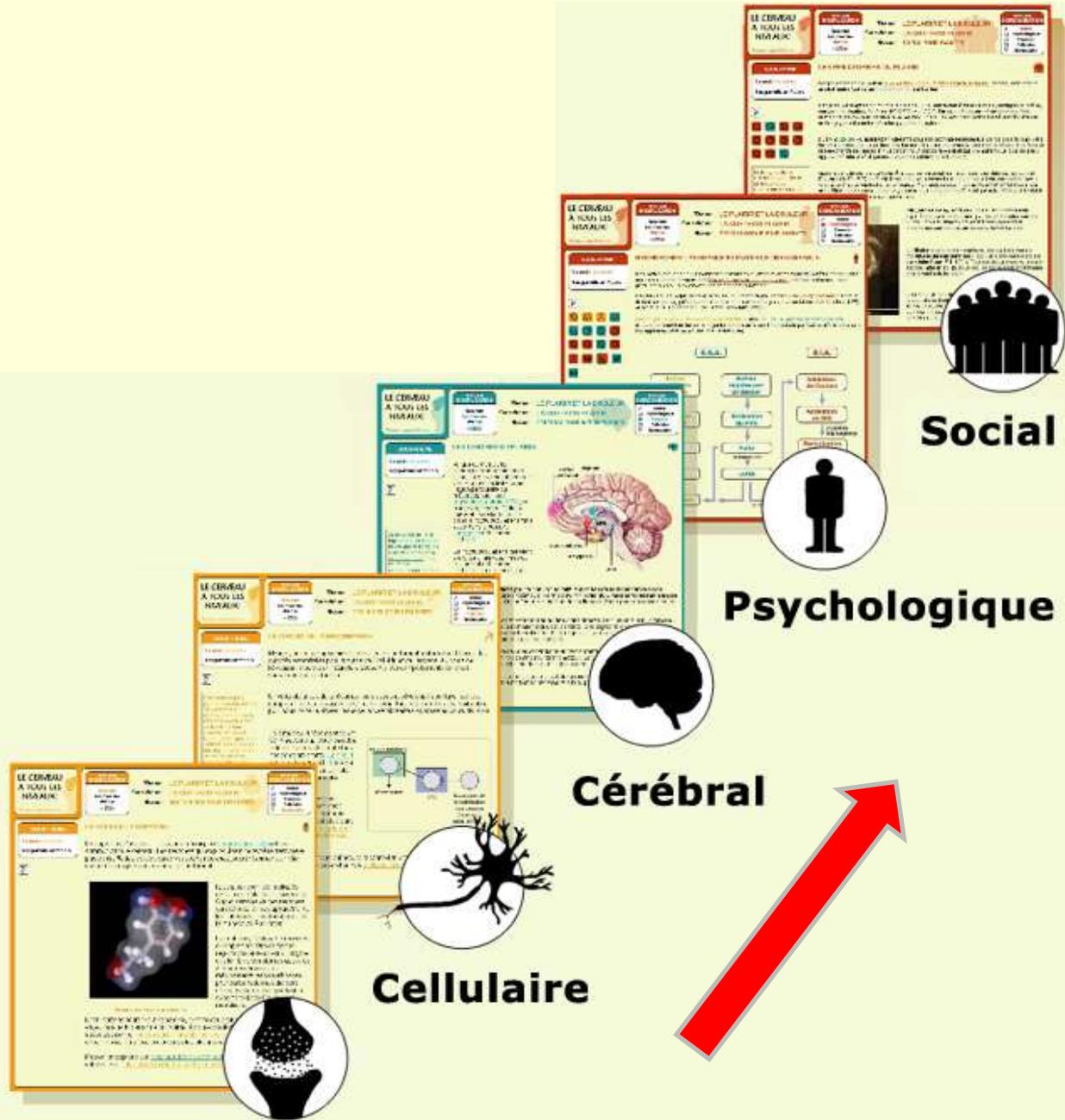


La synchronisation des oscillations rend donc possible la formation d'assemblées de neurones transitoires

qui se produisent non seulement dans certaines structures cérébrales, mais dans des réseaux largement distribués à l'échelle du cerveau entier.

Décharges synchronisées





Moléculaire

Cellulaire

Cérébral

Psychologique

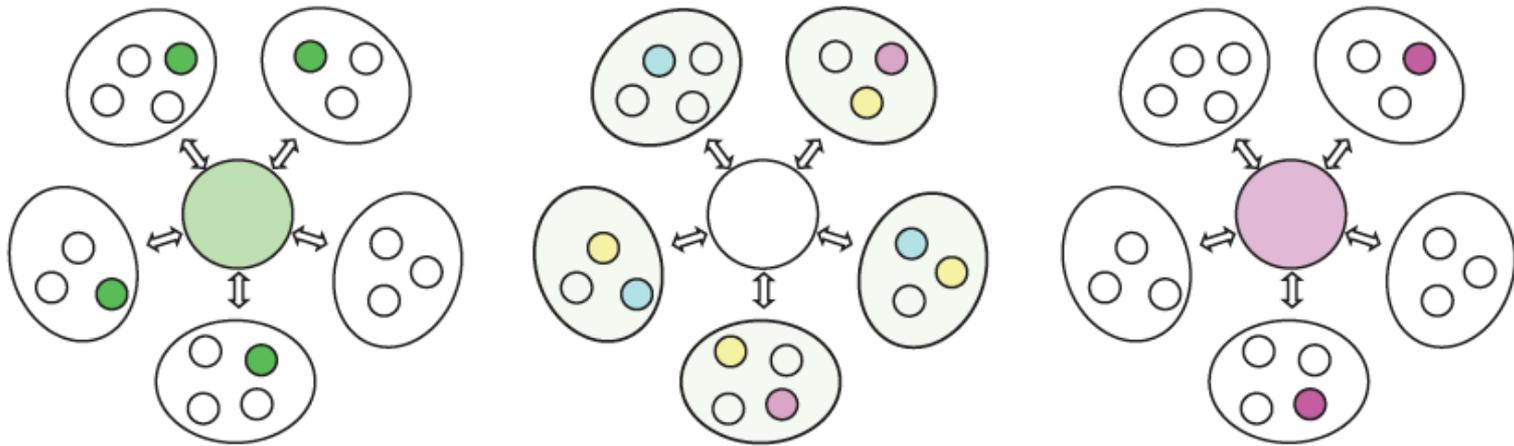
Social



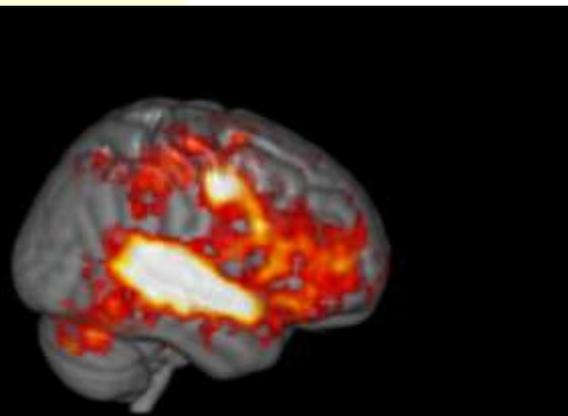
Il ne faut pas oublier qu'il y a tellement de connexions dans notre cerveau qu'il doit trouver une façon de **mettre en relation** (de « synchroniser »...) les meilleures « assemblées de neurones » pour faire face à une situation.



On assiste à une **compétition** entre différentes **coalitions** d'assemblées de neurones



serial procession of broadcast states
punctuated by competition



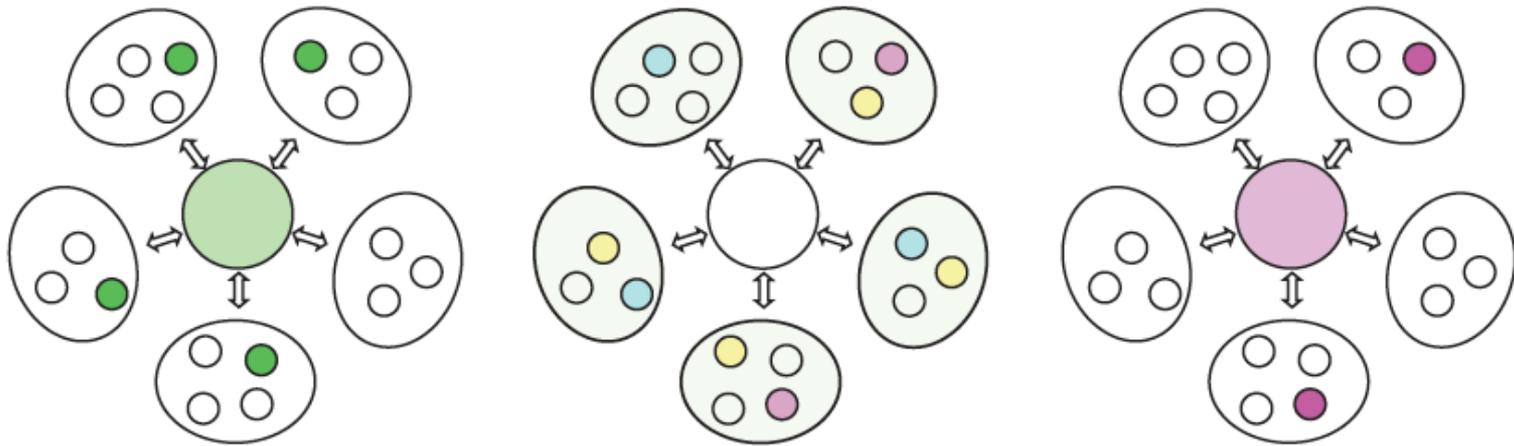
(Exemple fictif)

<http://lespierresquichantent.over-blog.com/2015/09/premiers-resultats-d-une-collaboration-en-neurosciences.html>

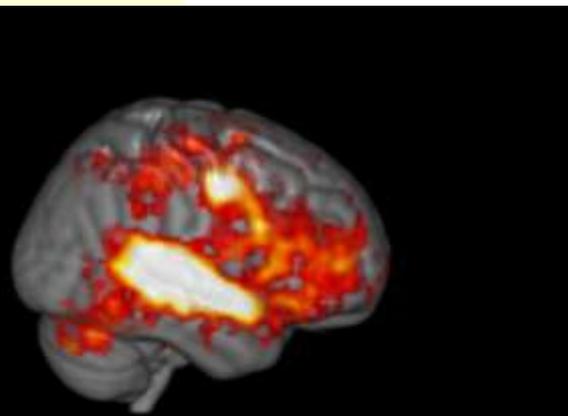
et un sous-réseau cognitif finit par s'imposer et devenir **le** mode comportemental approprié pour une situation donnée.



On assiste à une **compétition** entre différentes **coalitions** d'assemblées de neurones

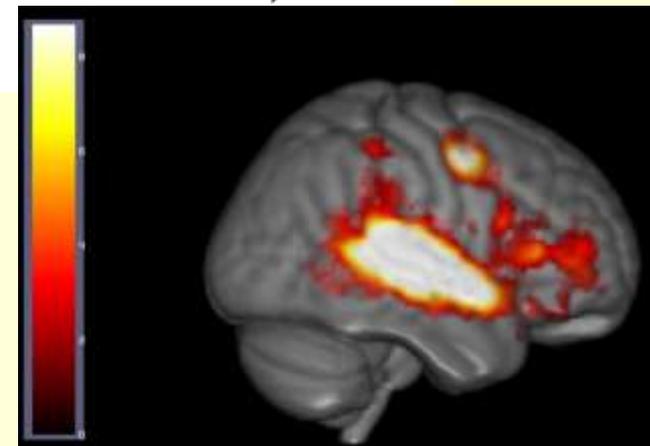


serial procession of broadcast states
punctuated by competition



(Exemple fictif)

<http://lespierresquichantent.over-blog.com/2015/09/premiers-resultats-d-une-collaboration-en-neurosciences.html>



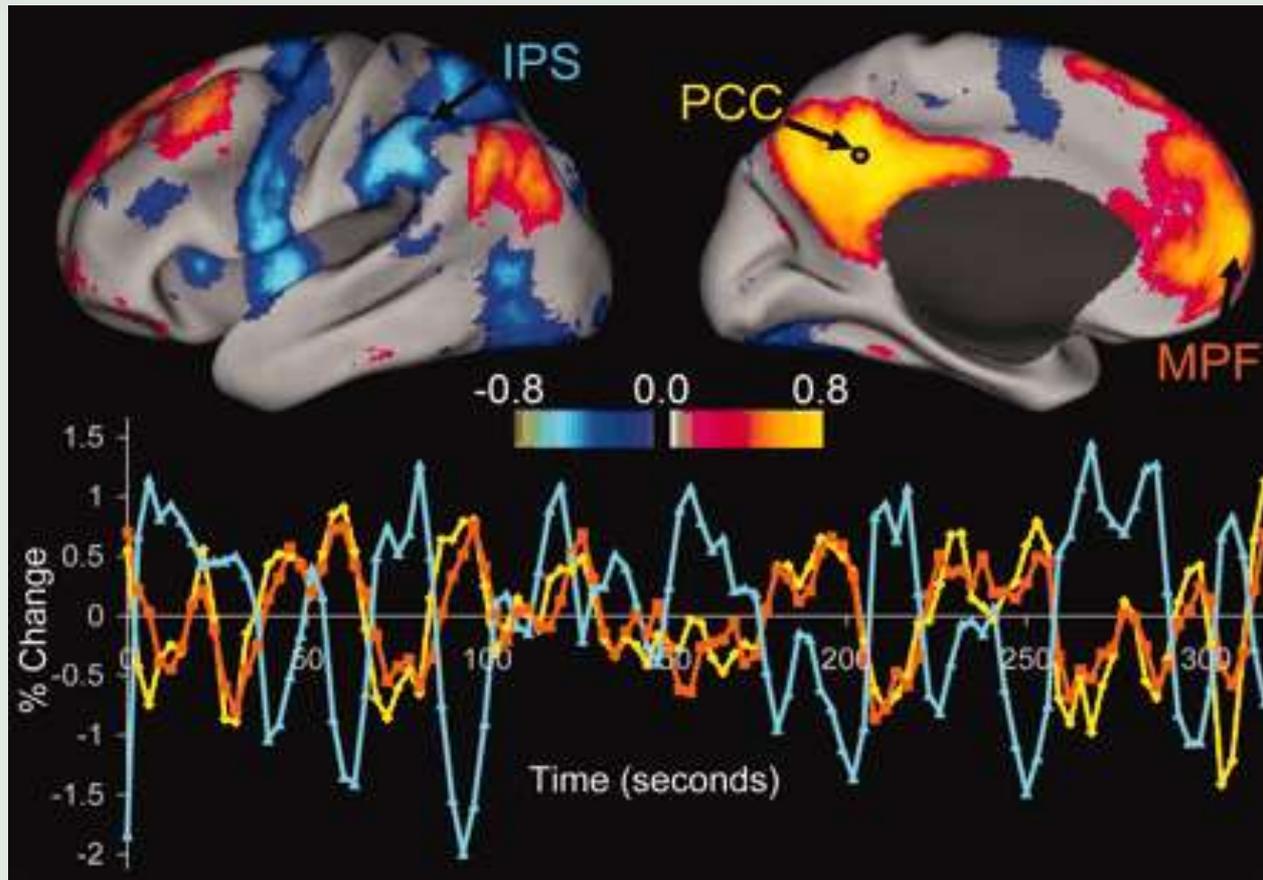


© Can Stock Photo



Dorsal Attention Network

Default Mode Network



Il faut donc penser le cerveau en terme **d'activité dynamique**, comme des musiciens...



...des musiciens de jazz, car :

« There is no boss in the brain »

- Michael Gazzaniga

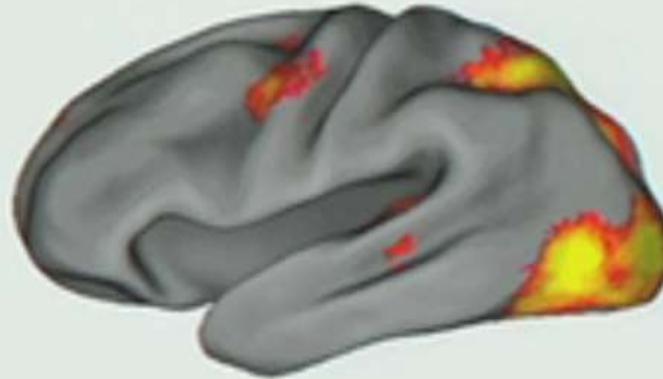


An Historical View

Reflexive

(Sir Charles Sherrington)

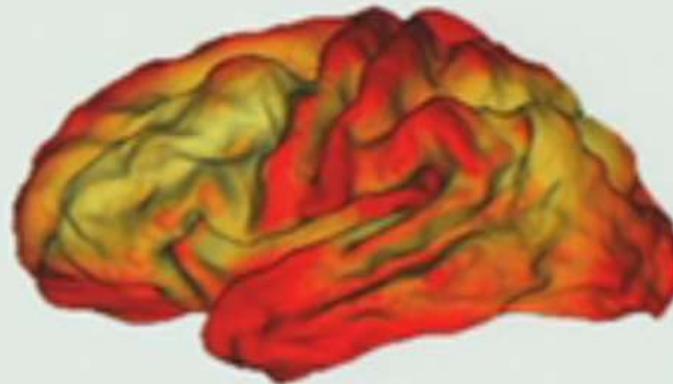
On est passé d'une conception **passive** d'un cerveau qui attend ses inputs de l'environnement pour y réagir...



Intrinsic

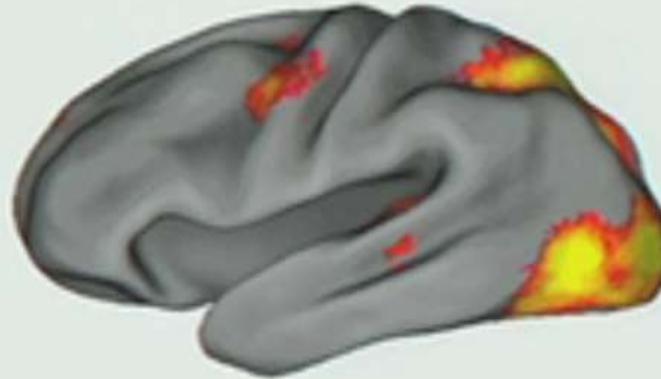
(T. Graham Brown)

à une conception d'un cerveau **actif** ayant toujours une activité endogène dynamique

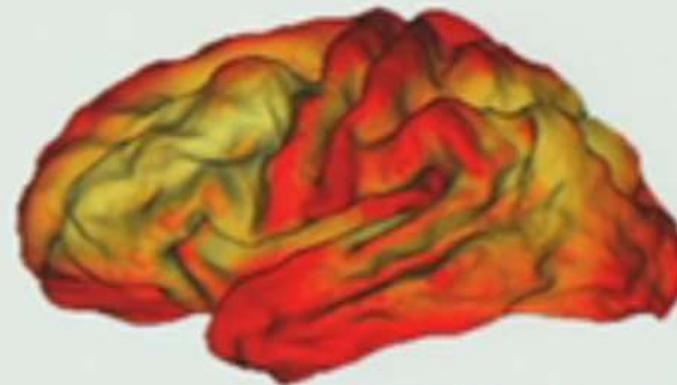


An Historical View

Reflexive
(Sir Charles Sherrington)



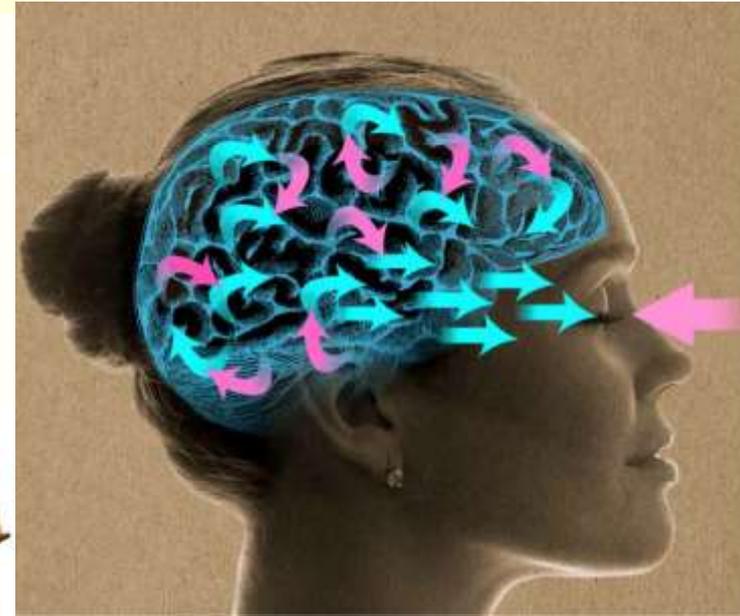
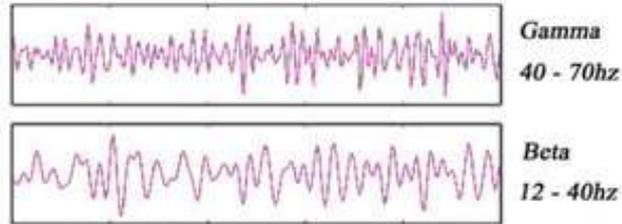
Intrinsic
(T. Graham Brown)



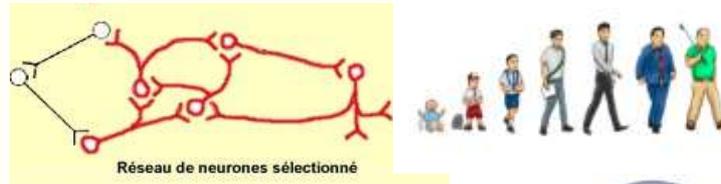
« Il pleut tout
le temps
dans notre
cerveau ! »

Des processus dynamiques à différentes échelles de temps :

Perception
et action



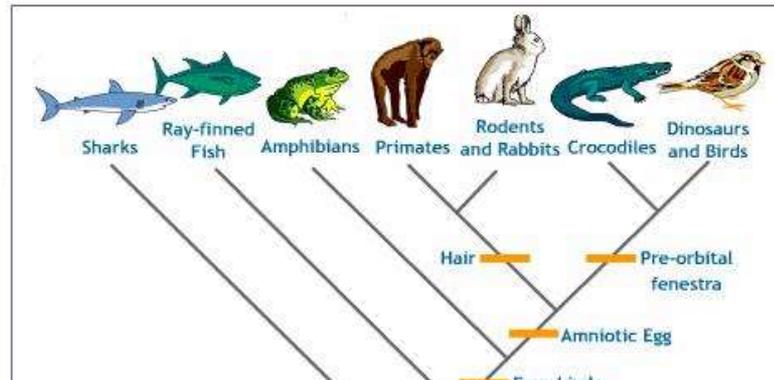
Apprentissage



Développement



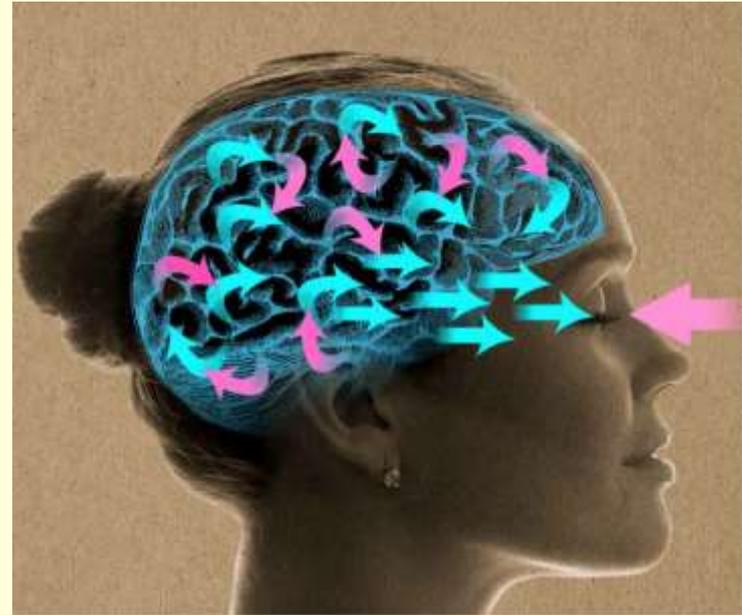
Évolution
biologique

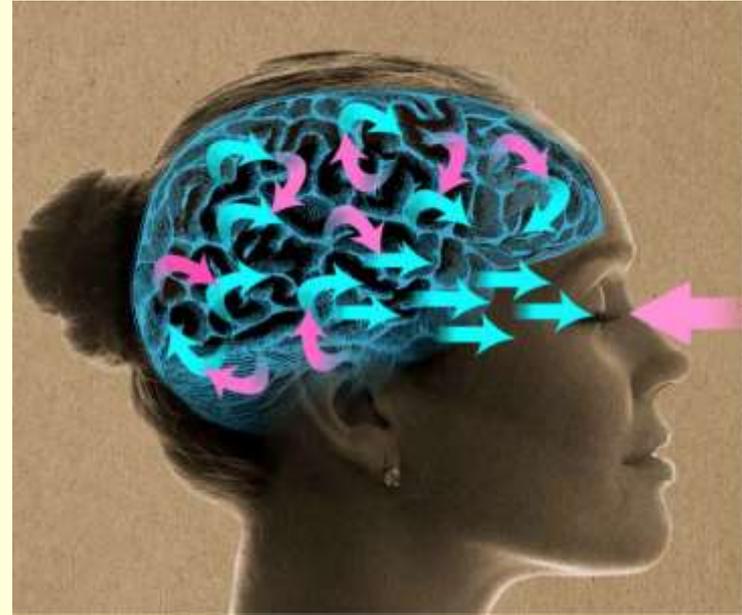


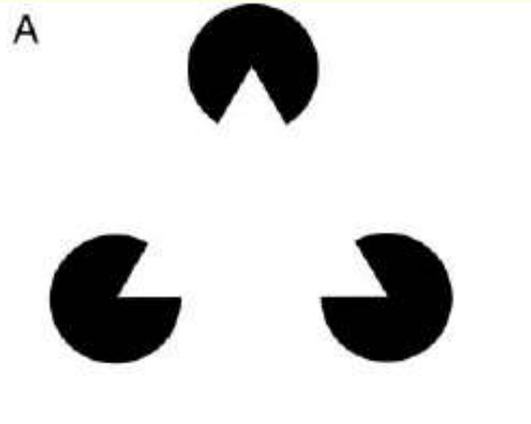
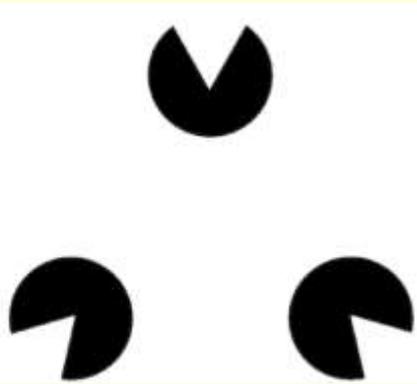
Nous sommes
une **machine à faire
des prédiction**

qui se base sur des
modèles internes
construits tout au long de
notre **longue** histoire !

(innée et acquise)



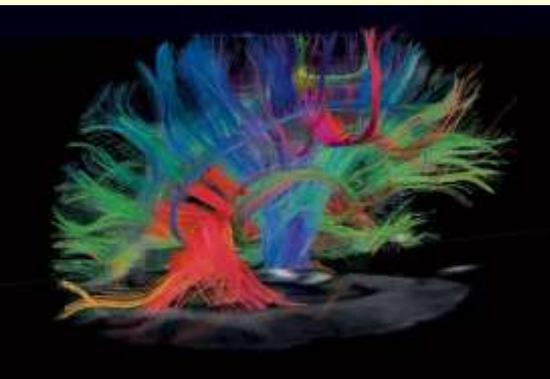
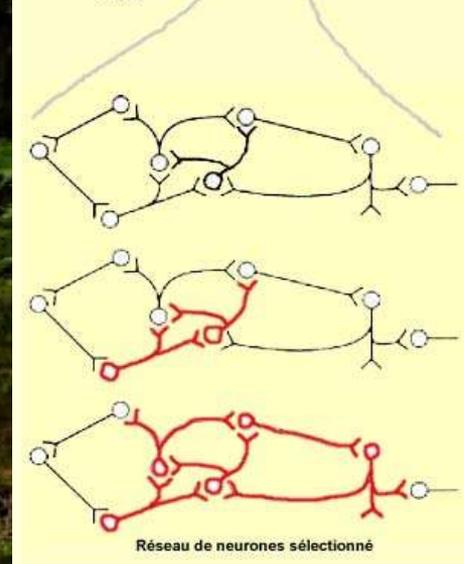
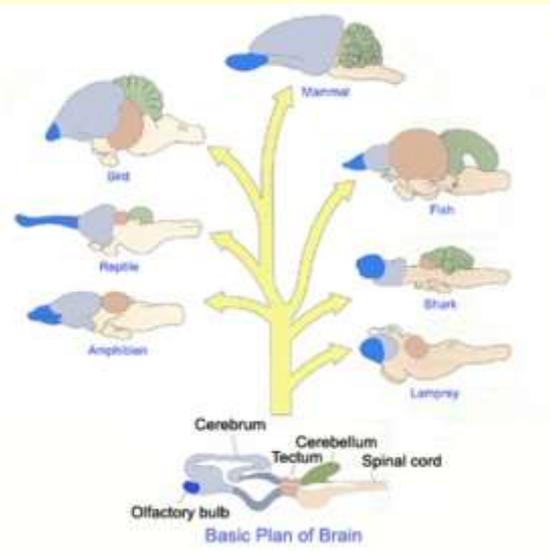




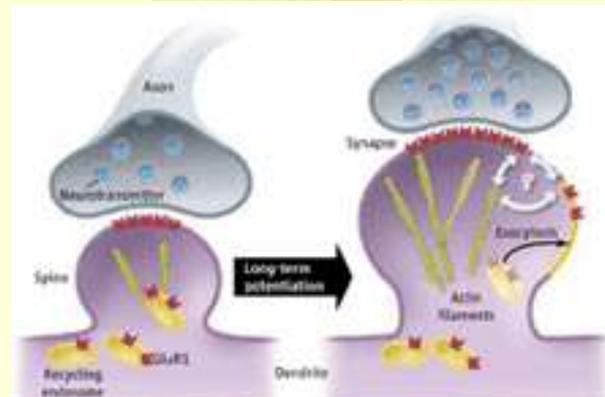
Caractéristique fondamentale de notre identité :
celle de **projeter des hypothèses**
sur le monde pour mieux agir et... mieux **survivre** !



Nous sommes un peu comme un torrent...



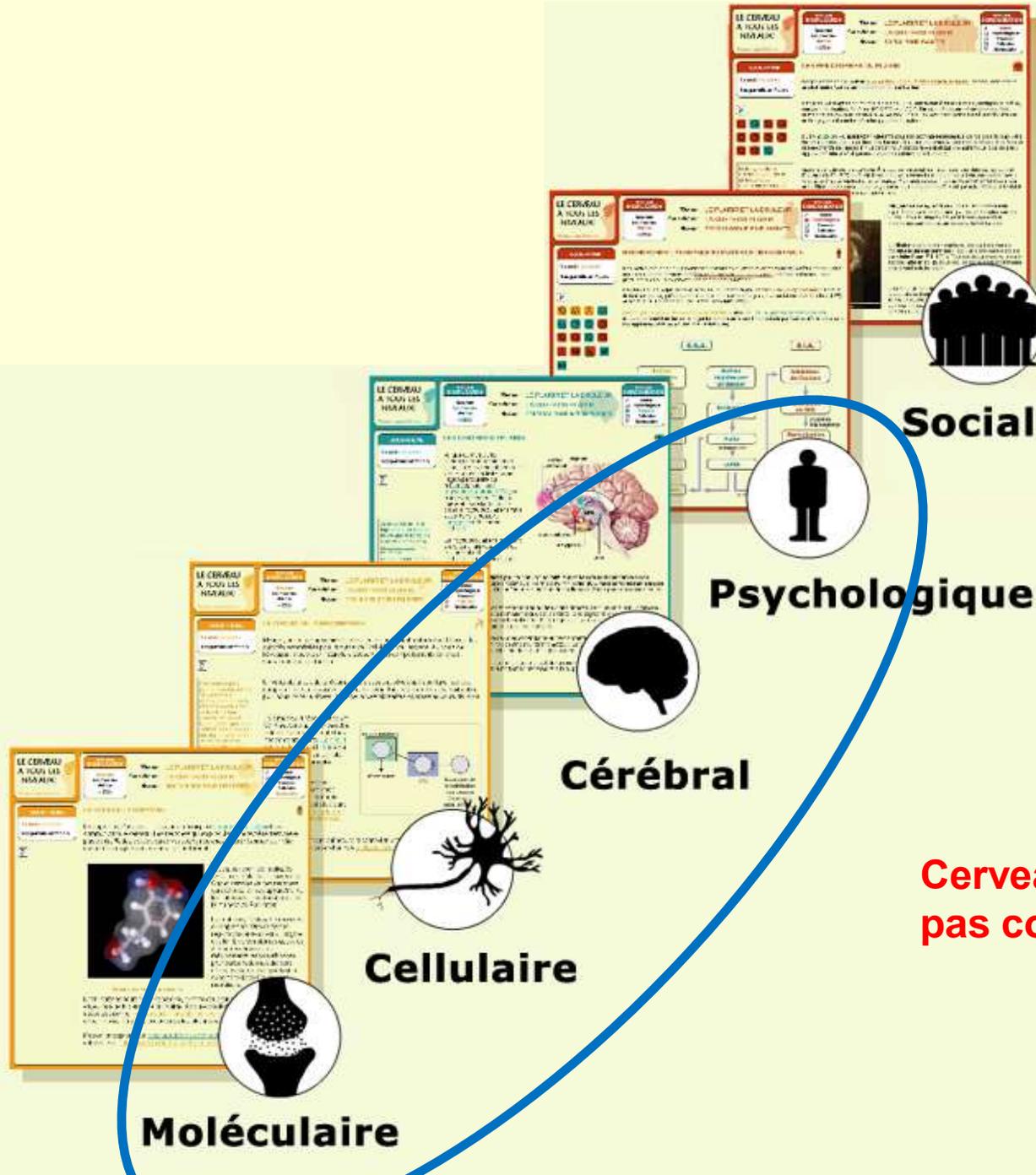
Votre identité dépend donc ...



...de ce qui
a façonné



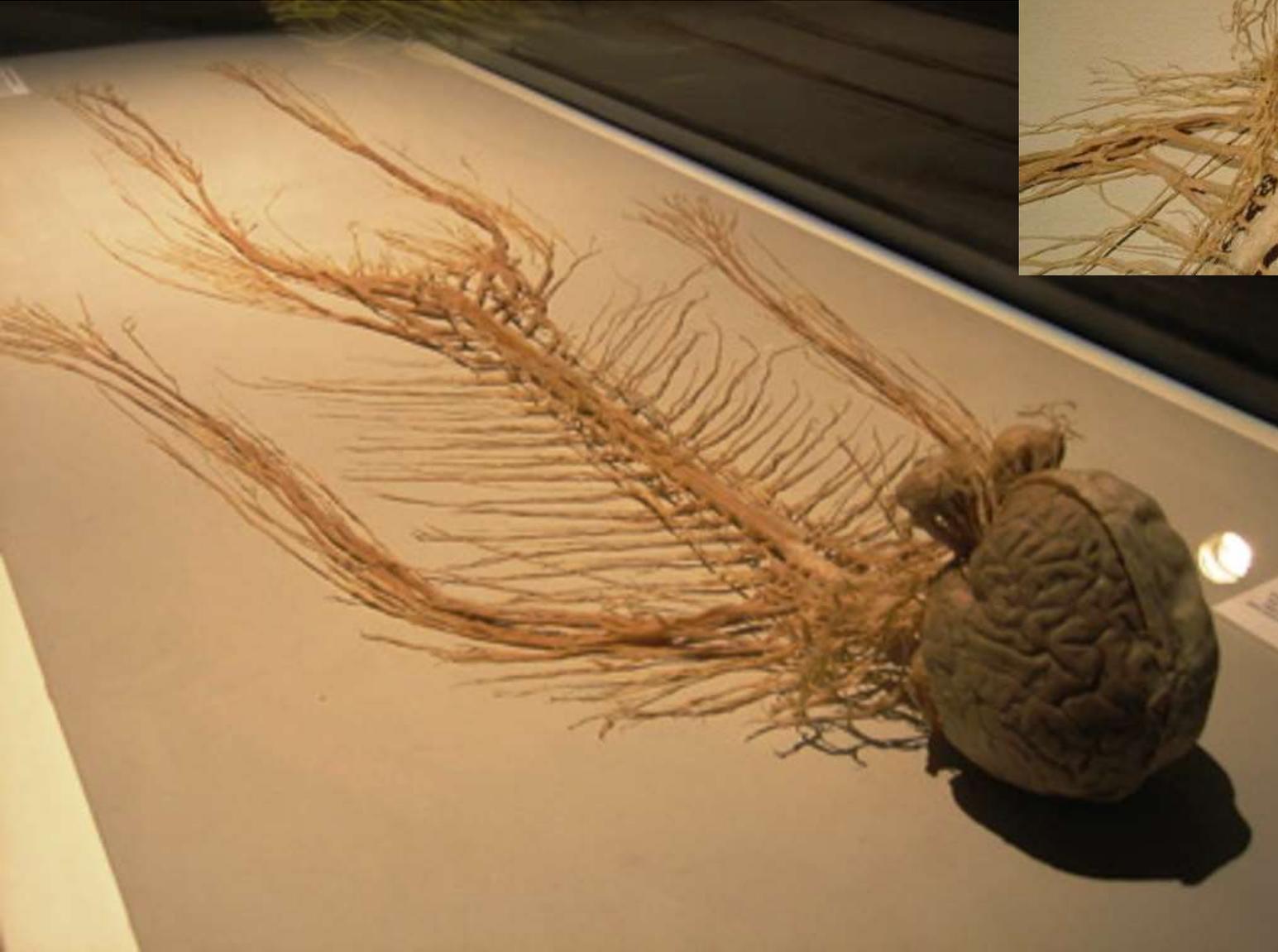
et façonne à tout moment
votre cerveau !



Cerveau et corps
ne font qu'un

Cerveau : l'histoire d'un organe
pas comme les autres

Car ce cerveau, il est intimement lié à un corps et il a de tout temps évolué avec lui !



Pendant longtemps :

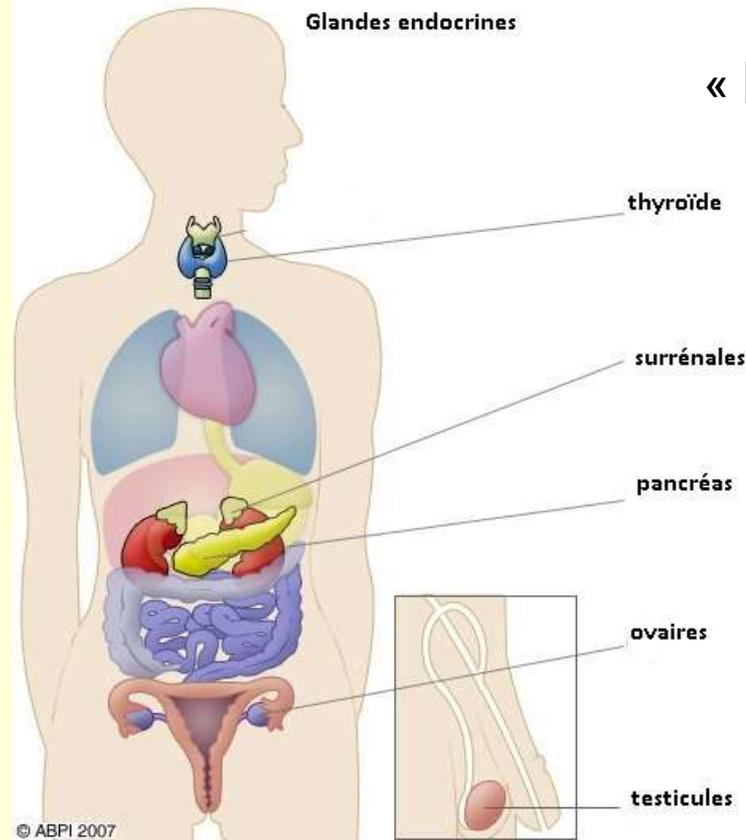
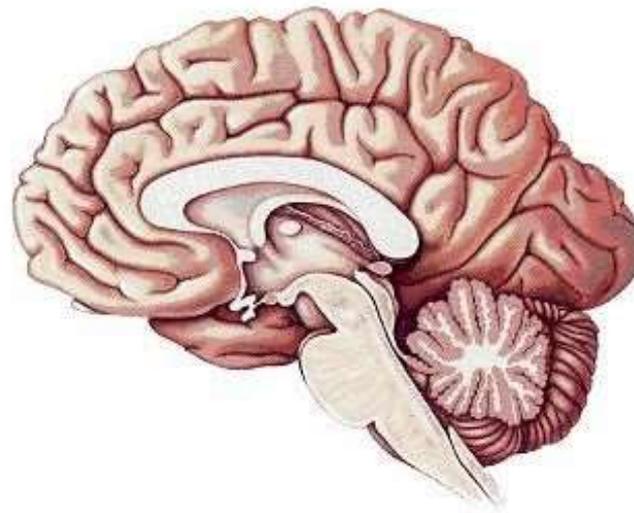
Cerveau

neurotransmetteurs



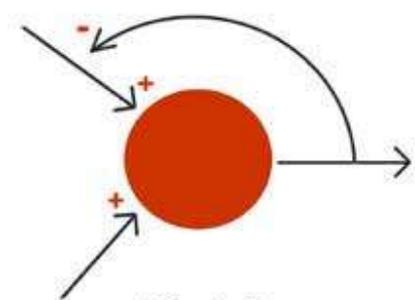
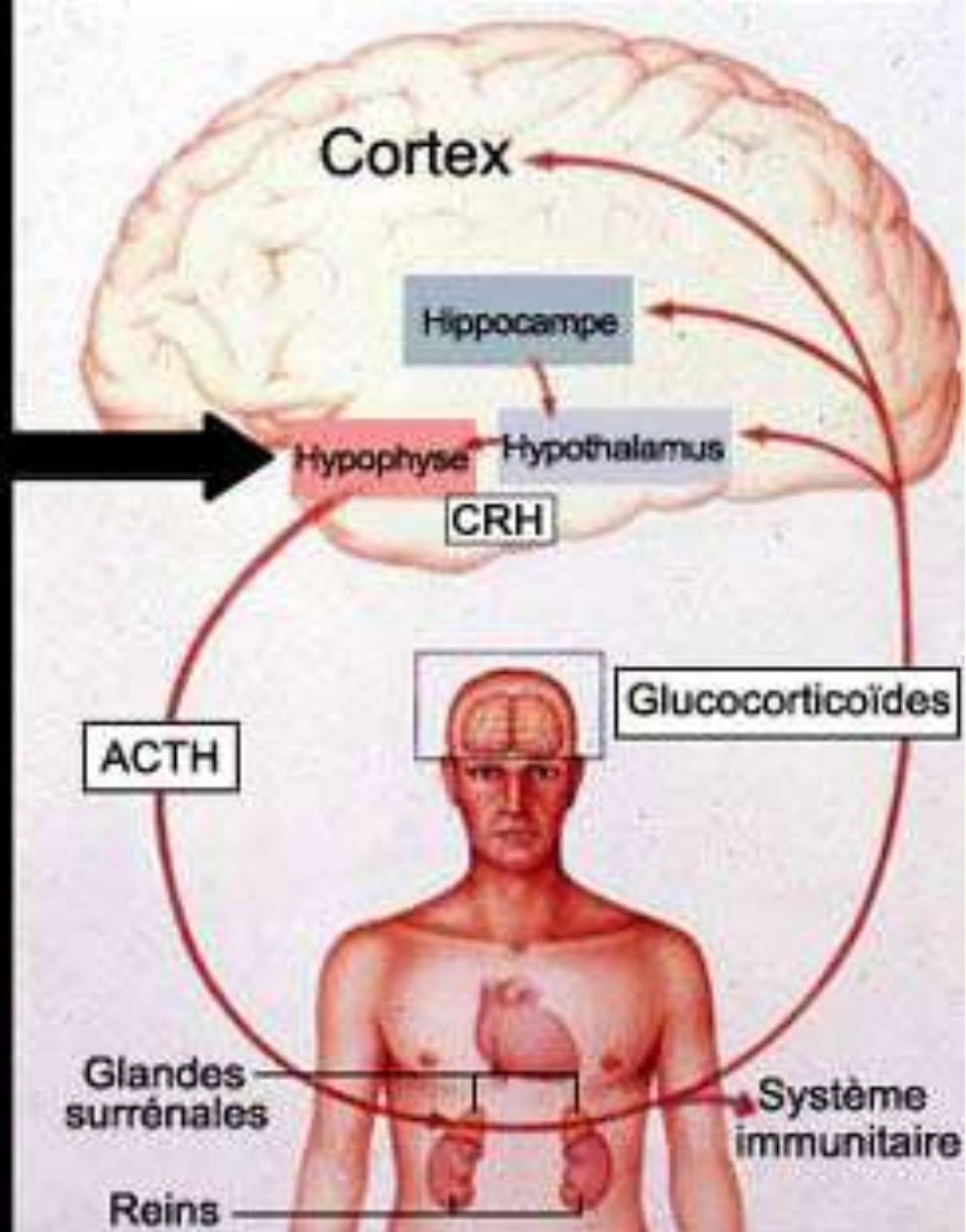
Corps

hormones



« Neurohormone »

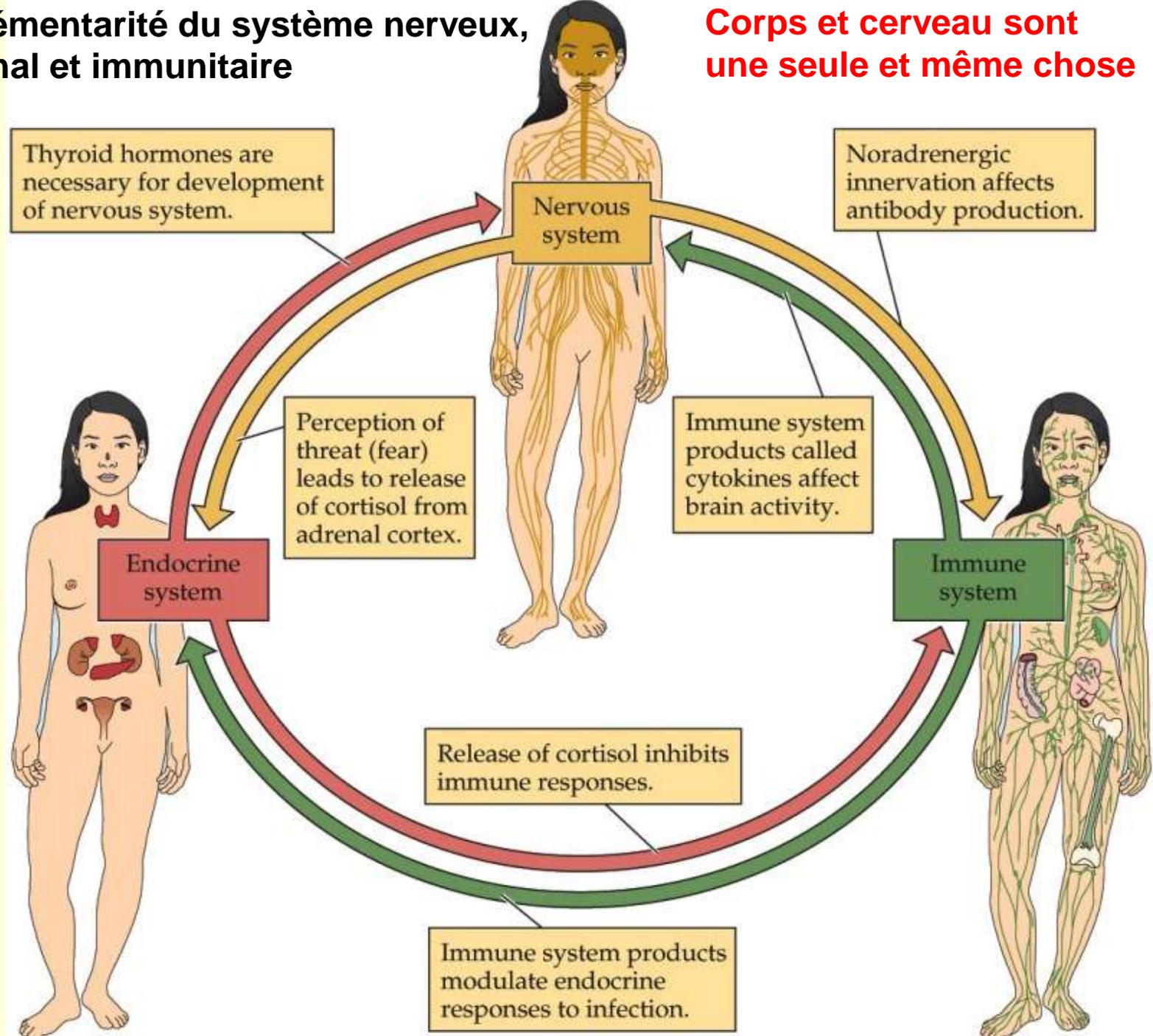
Stress



Régulation en constance

Complémentarité du système nerveux, hormonal et immunitaire

Corps et cerveau sont une seule et même chose





Donc d'une part,

les pensées qu'a notre cerveau peuvent influencer notre corps **négativement**,

comme dans le cas du **stress**.

Dans plusieurs de ses ouvrages, dont « **L'inhibition de l'action** » (1979) <http://www.elogedelasuite.net/?p=580>

Henri Laborit explique que la perception par le cerveau d'un danger menaçant la survie de l'organisme met en branle dans tout le corps plusieurs mécanismes favorisant la **fuite ou la lutte**.



Car pendant longtemps, notre environnement a été **hostile**

et nos réactions physiologiques associées à la fuite ou à la lutte ont été une nécessité pour **sauver sa peau !**

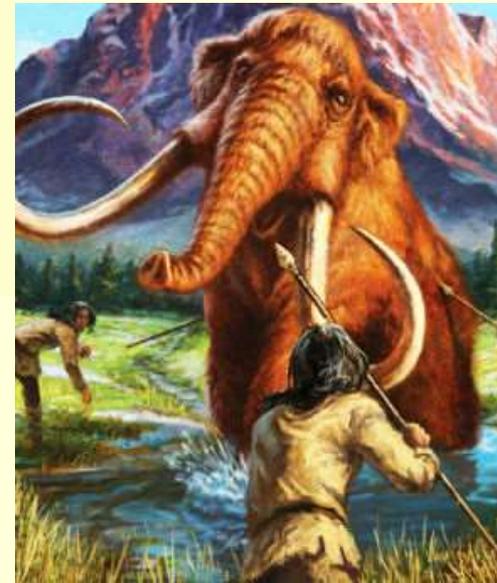


Action
requisse par
un danger

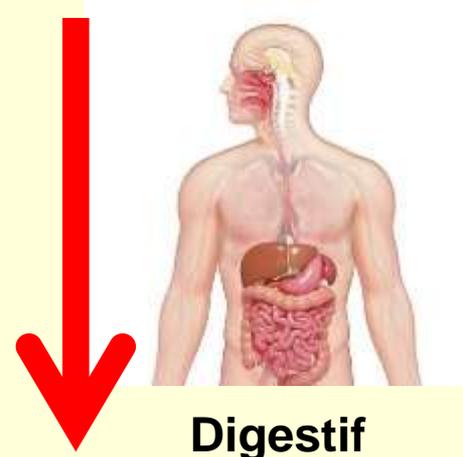
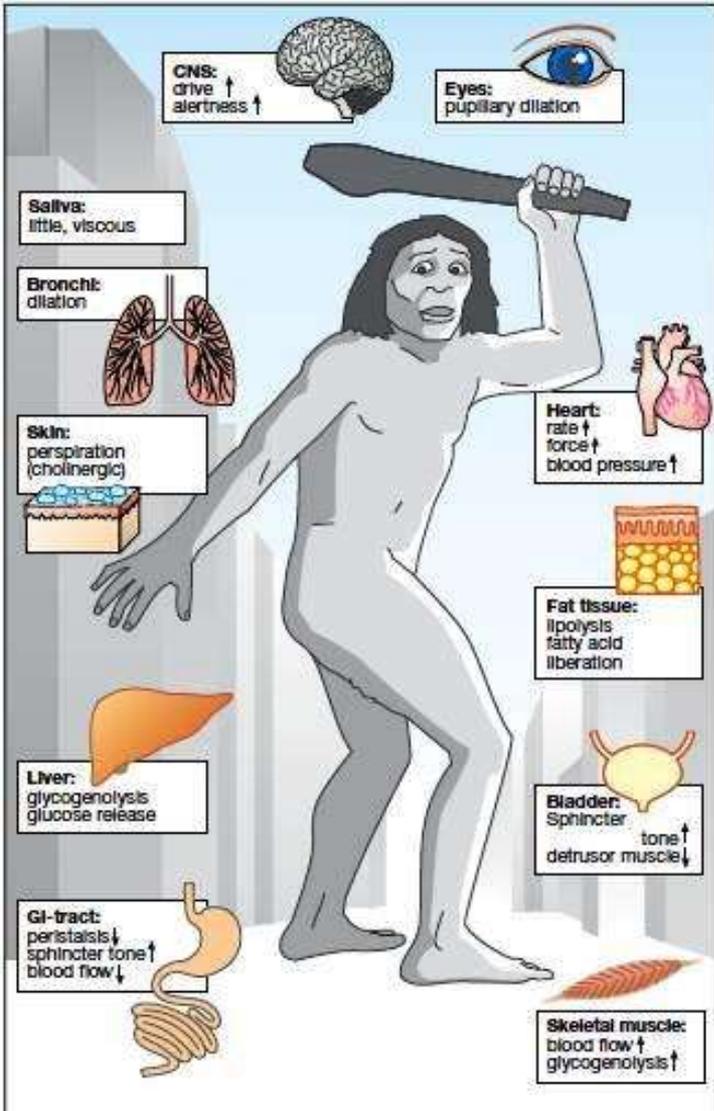
↓
Fuite

si impossible

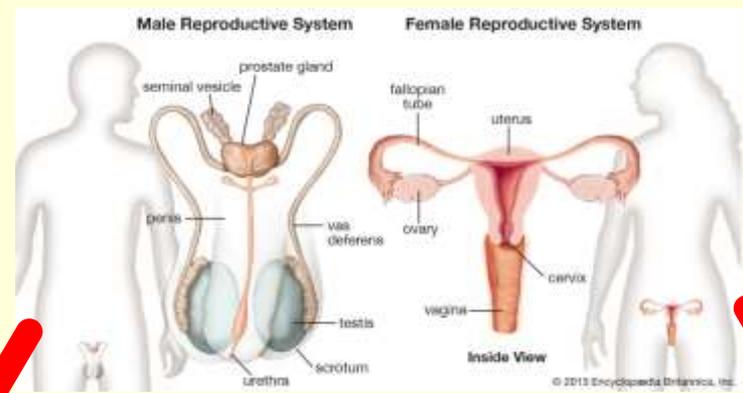
↓
Lutte



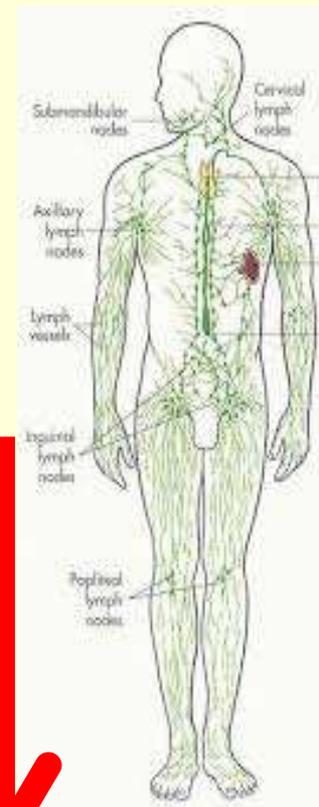
Mais qui dit plus de ressources dans certains systèmes dit forcément moins de ressources dans d'autres pas immédiatement utiles pour la fuite ou la lutte.



Digestif



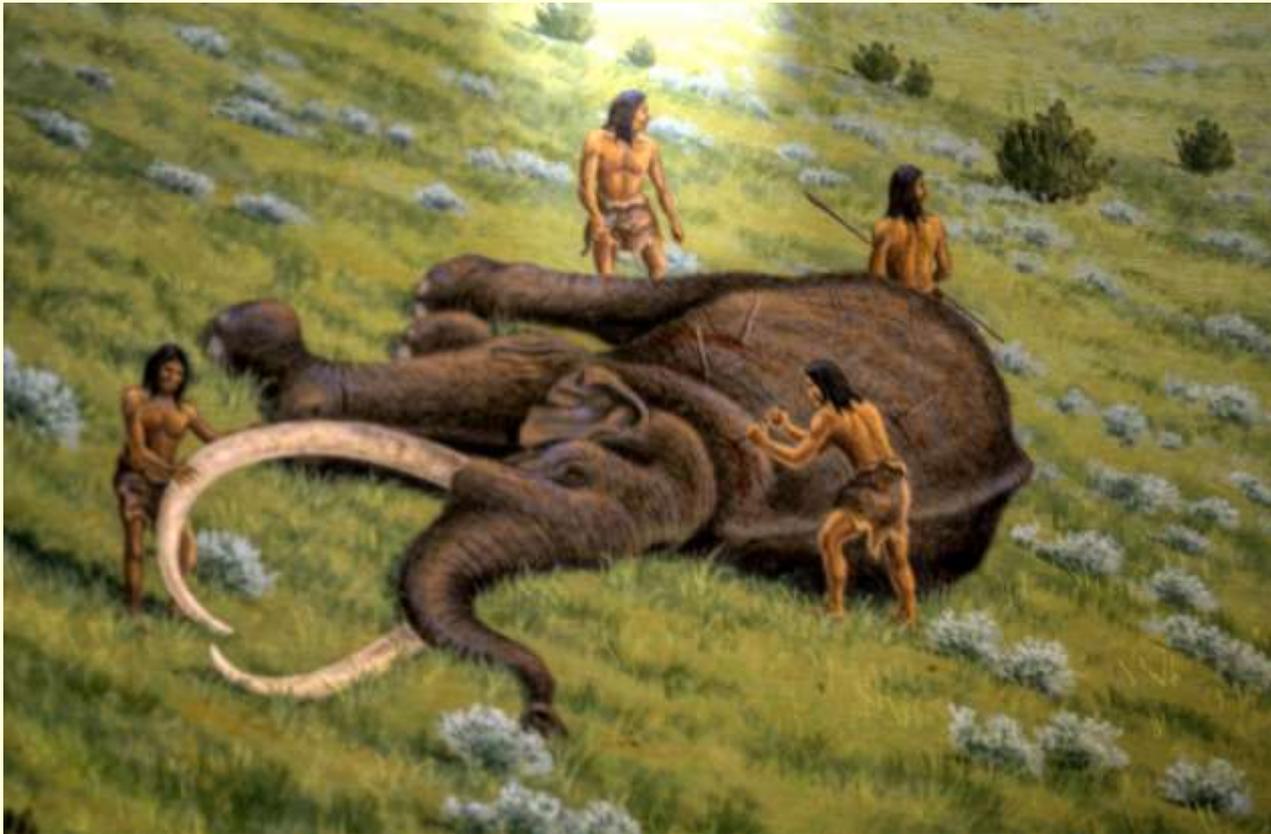
Reproducteur



Immunitaire



Cela aura peu d'effet si la fuite ou la lutte élimine la présence du prédateur et que tout revient à la normale après ce stress de **courte durée** (ou « stress **aigu** »).



Action
requisse par
un danger

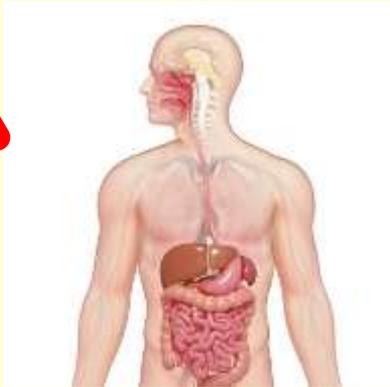
Fuite

si impossible

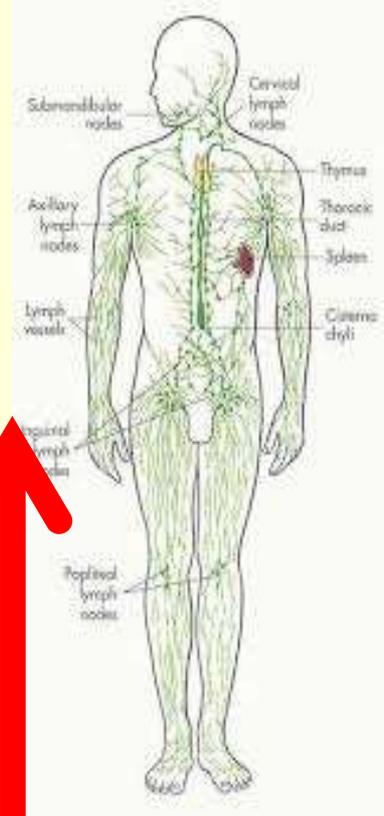
Lutte

Satisfaction

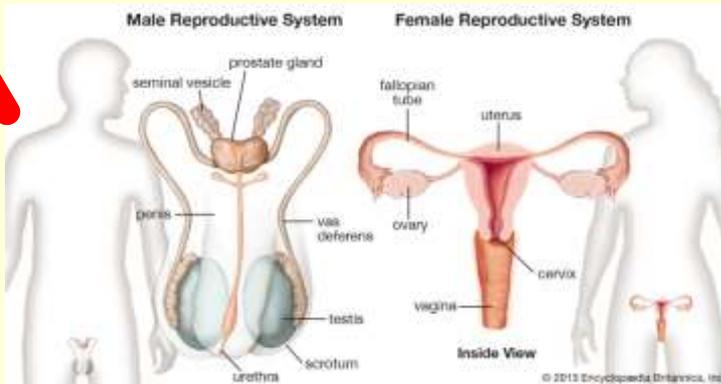
Cela aura peu d'effet si la fuite ou la lutte élimine la présence du prédateur et que tout revient à la normale après ce stress de **courte durée** (ou « stress aigu »).



Digestif



Immunitaire



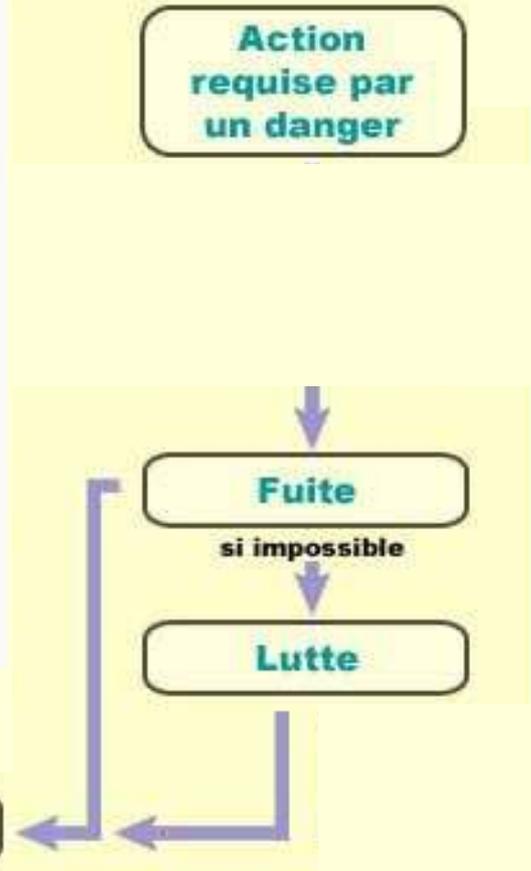
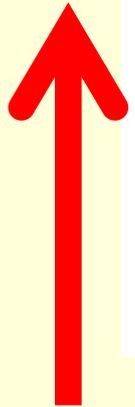
Reproducteur

**Action
requise par
un danger**

**Fuite
si impossible**

Lutte

Satisfaction





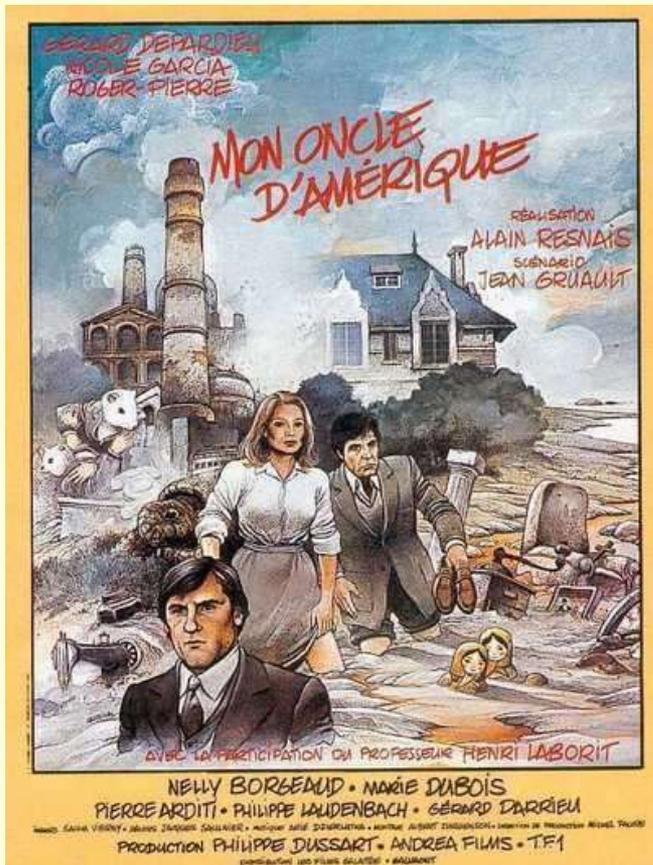
Même chose dans une troisième situation où un rongeur traversant un champ ouvert, par exemple, aperçoit un oiseau de proie au-dessus de lui.

Ne pouvant ni fuir ni lutter, **il fige sur place**, en espérant que l'oiseau ne le verra pas.

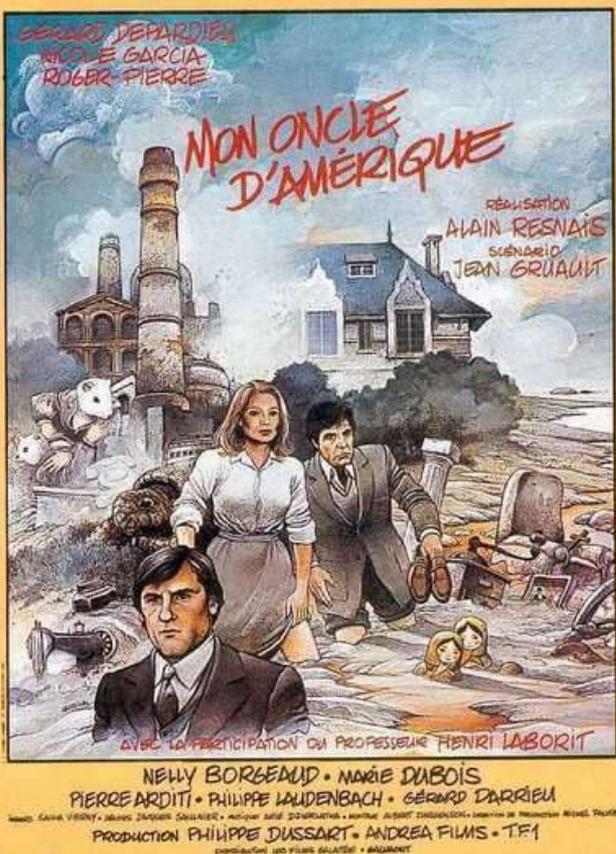
Si c'est le cas, encore une fois le stress **aigu** ne dure pas et le rongeur en est quitte pour une bonne frousse.

Mais qu'en est-il s'il dure, c'est-à-dire si le stress devient **chronique** ?
C'est là que les choses **se compliquent...**





Pour illustrer ceci, une expérience de Laborit qu'il décrit dans le film *Mon oncle d'Amérique*.



Action
requise par
un danger

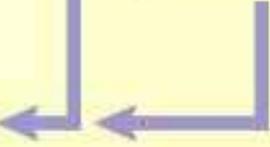


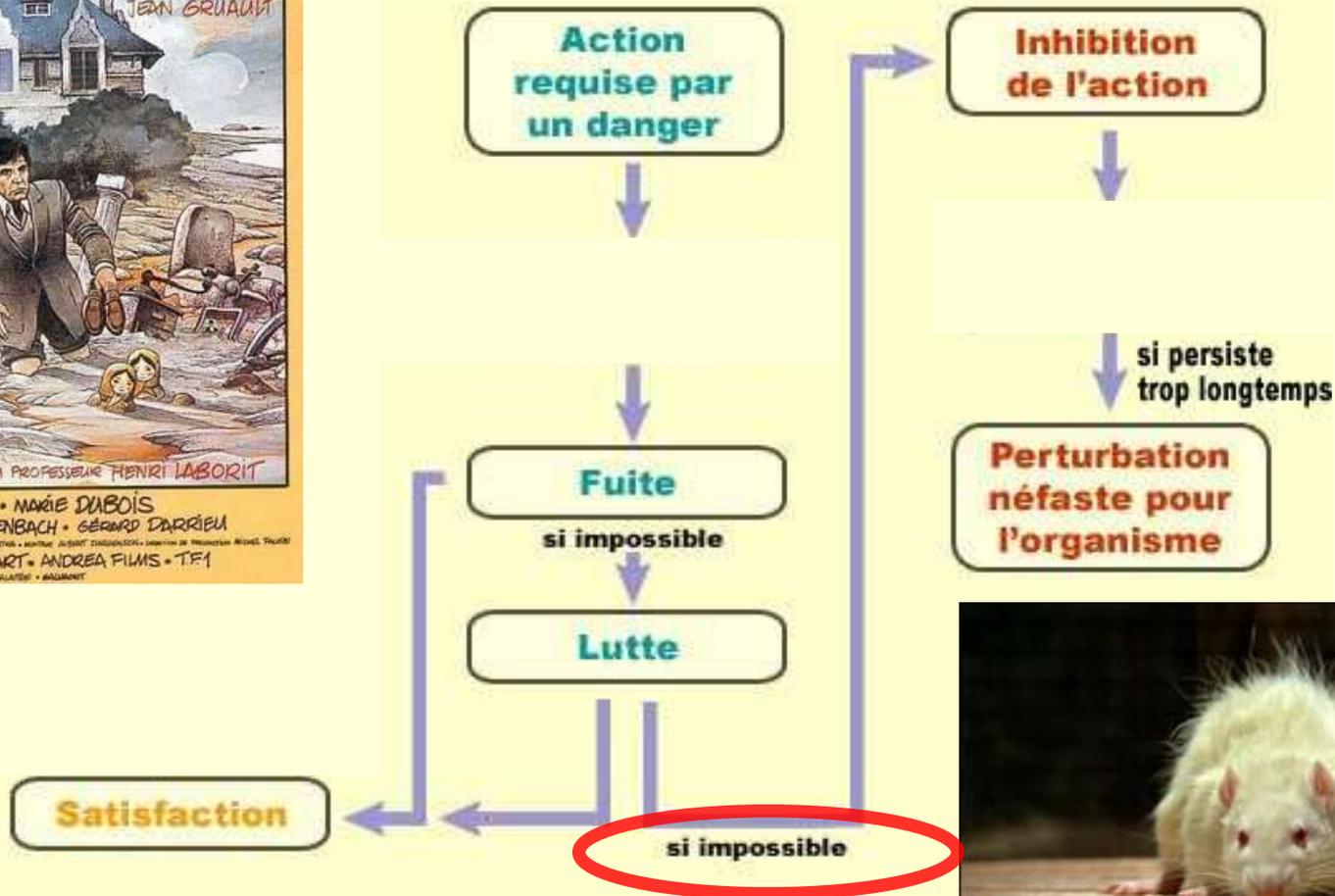
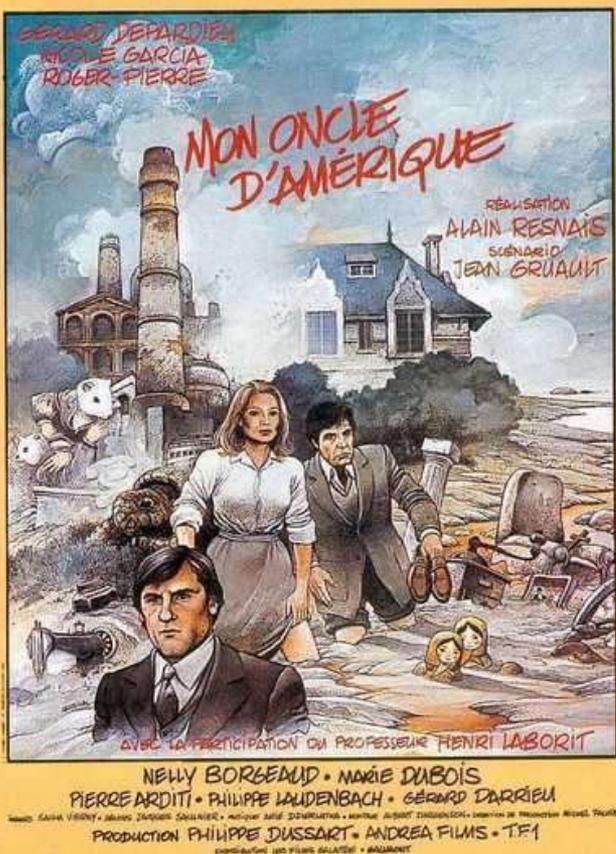
Fuite
si impossible



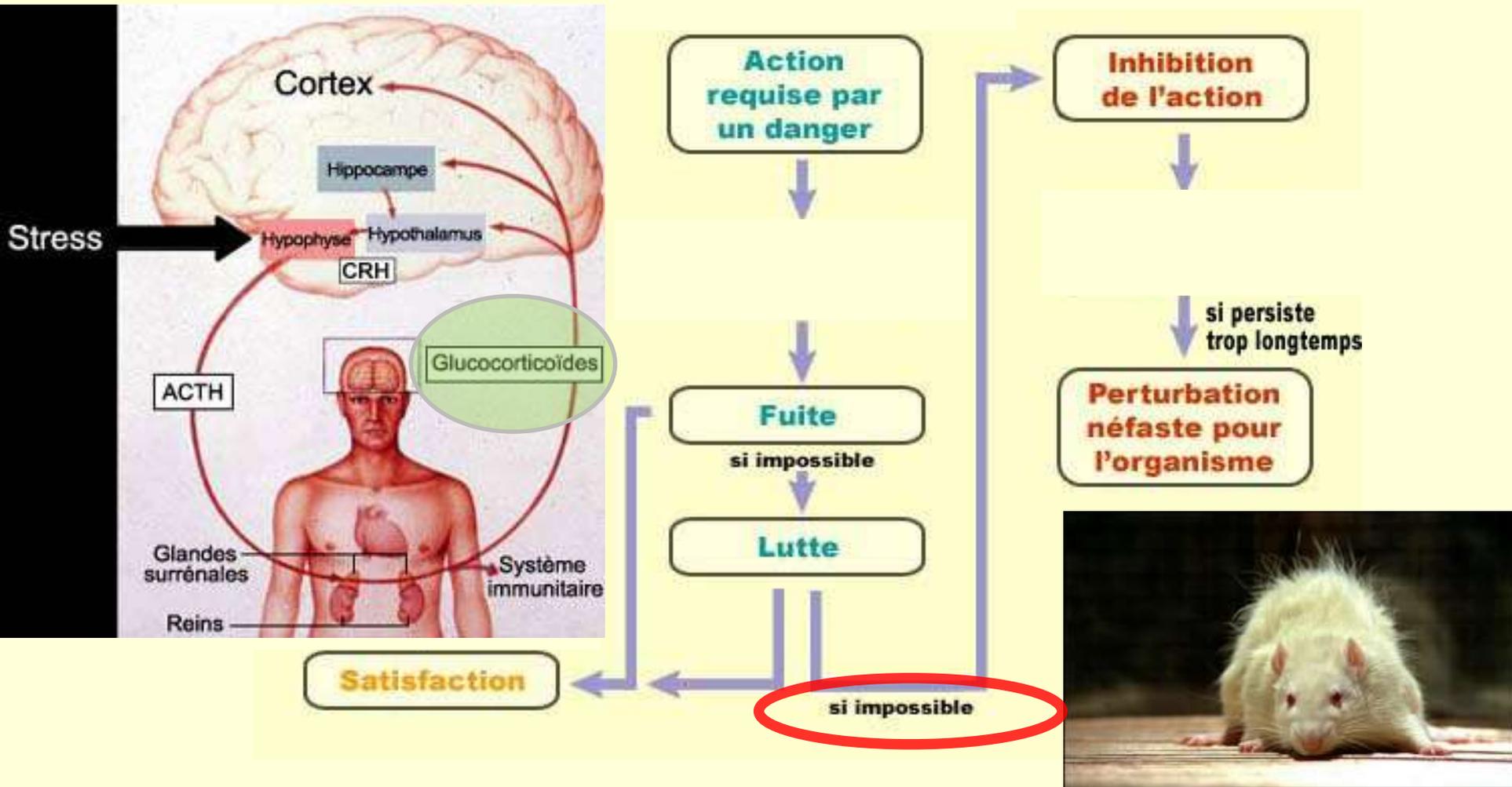
Lutte

Satisfaction





Certaines hormones, comme les glucocorticoïdes, qui demeurent alors à un taux élevé dans le sang durant une **longue période**, vont **affaiblir le système immunitaire** et même affecter le cerveau.





Les **ressources** moindres allouées durant un stress chronique au système immunitaire lui feront alors un tort considérable et ouvrira la porte à de nombreuses pathologies.



Impact de la pauvreté sur le système immunitaire

→ Un statut social bas **diminue les fonctions immunitaires**

La position relative d'un singe rhésus dans la hiérarchie de dominance de son groupe affecte son système immunitaire :



- plus le rang d'un singe est bas dans la hiérarchie, **moins il produit de cellules immunitaires** d'un certain type
- et plus il active de gènes reliés à **l'inflammation**
- parmi les individus **subordonnés**, ceux qui se faisaient **le plus toletter** ("grooming") étaient ceux qui avaient les processus inflammatoires les **moins élevés**.

Social status alters immune regulation and response to infection in macaques

Noah Snyder-Mackler et al. *Science* 25 Nov **2016**.

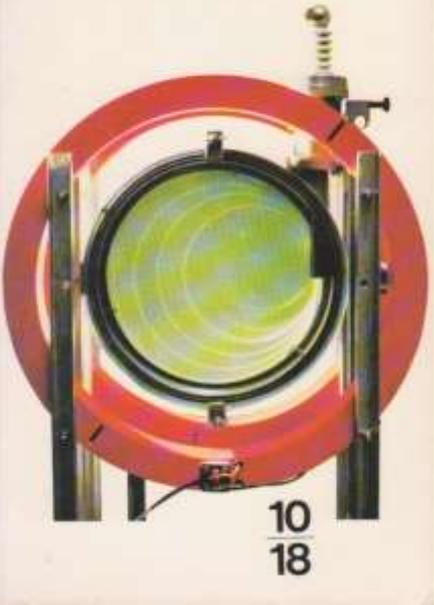
<http://science.sciencemag.org/content/354/6315/1041>

Ce qui nous ramène à **l'inhibition de l'action chez l'humain**, car c'est exactement ce que les individus subordonnés subissent chroniquement.



Et à deux conséquences importantes de ces études :

- Le **soutien social** semble avoir un effet bénéfique important sur les phénomènes inflammatoires néfastes induits par l'inhibition de l'action.
- Ces derniers semblent être **rapidement réversible** avec des changements environnementaux bénéfiques (changement de groupe de l'animal)



Dans plusieurs de ses ouvrages, Laborit rappelle que l'être humain dispose, grâce à son **vaste cortex associatif**, de capacités d'imagination qui lui offrent d'autres options que la seule fuite physique.

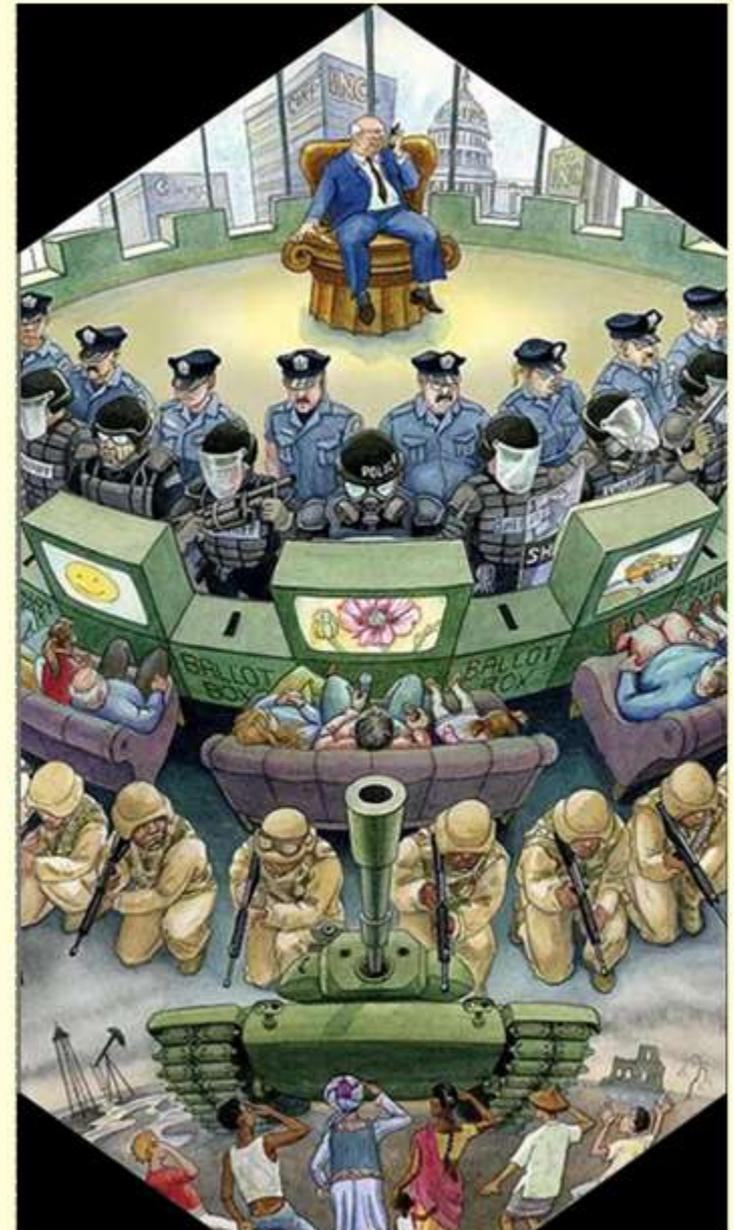
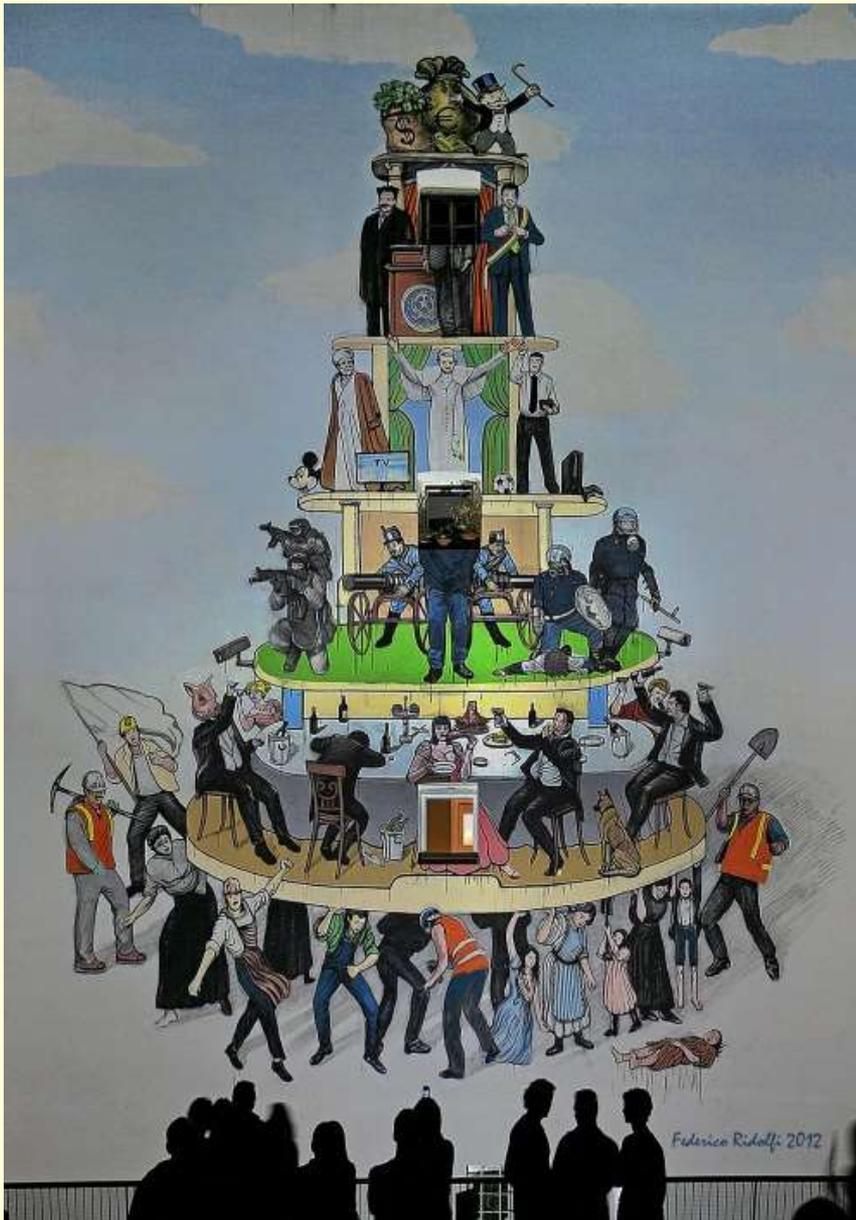


Cette fuite dans **l'imaginaire** peut l'être au niveau :

- **artistique**
- **scientifique**
- **de notre vie personnelle**
- **des structures sociales**

Bien sûr, idéalement, il faut chercher les causes ultimes de l'inhibition de l'action.

Et bien souvent, elles se retrouvent dans les **inégalités sociales** qu'il faut donc combattre (une bonne façon d'ailleurs de ne pas être en inhibition de l'action !).

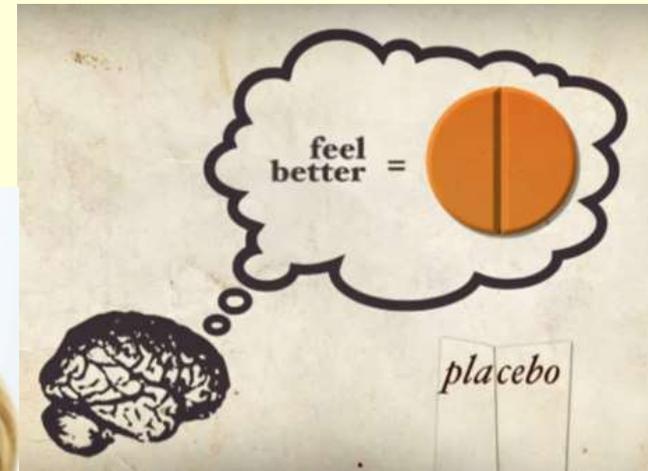


Cela dit, outre les luttes politiques nécessaires pour changer cet environnement,

l'individu semble avoir un pouvoir beaucoup plus grand qu'on croit sur son propre corps.

Un pouvoir **positif** cette fois,

comme dans le cas de **l'effet placebo**.

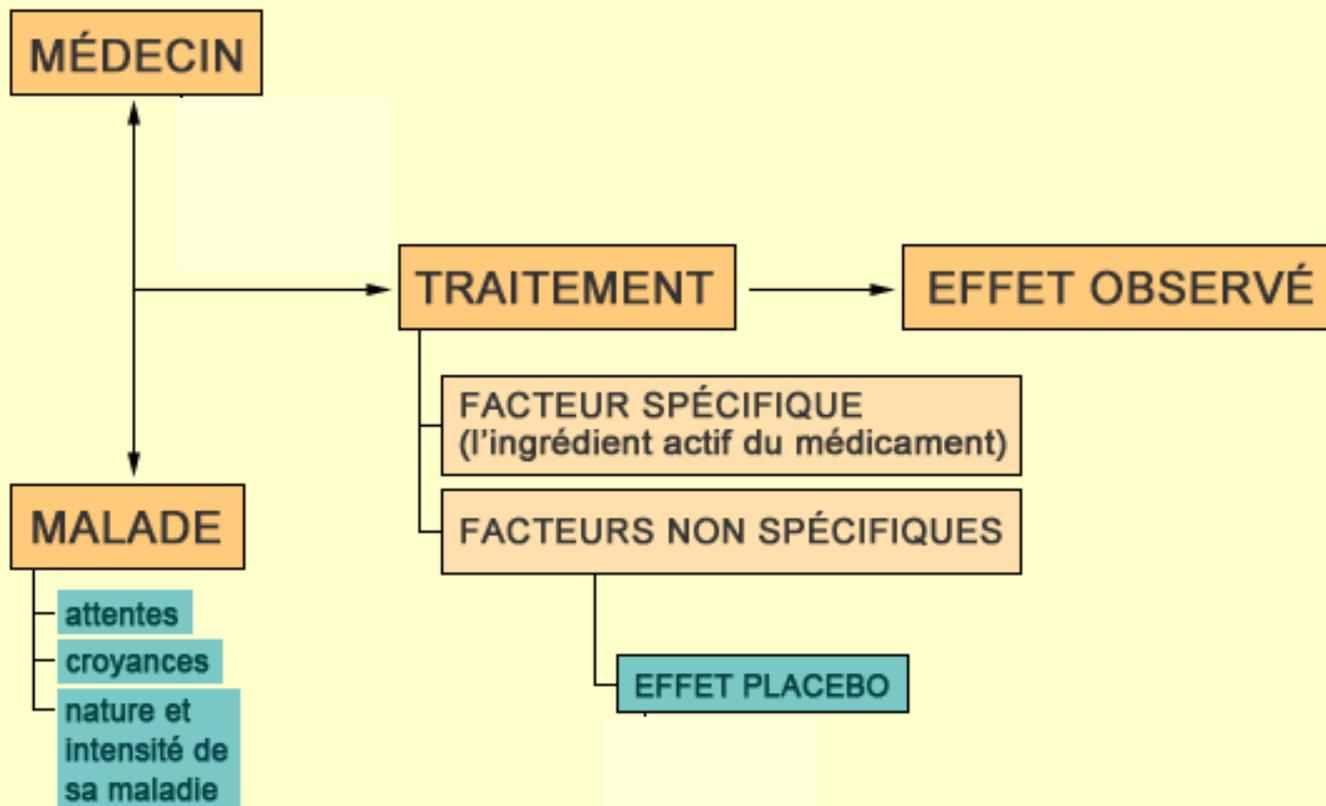


L'effet placebo

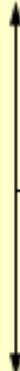


L'effet placebo se fonde donc sur une tromperie, mais une tromperie qui démontre justement le pouvoir de la pensée de la personne trompée sur son propre corps.

Tromperie, ou plutôt, **auto-tromperie**, car tout part de la conviction du patient que le traitement qui lui est administré sera efficace.

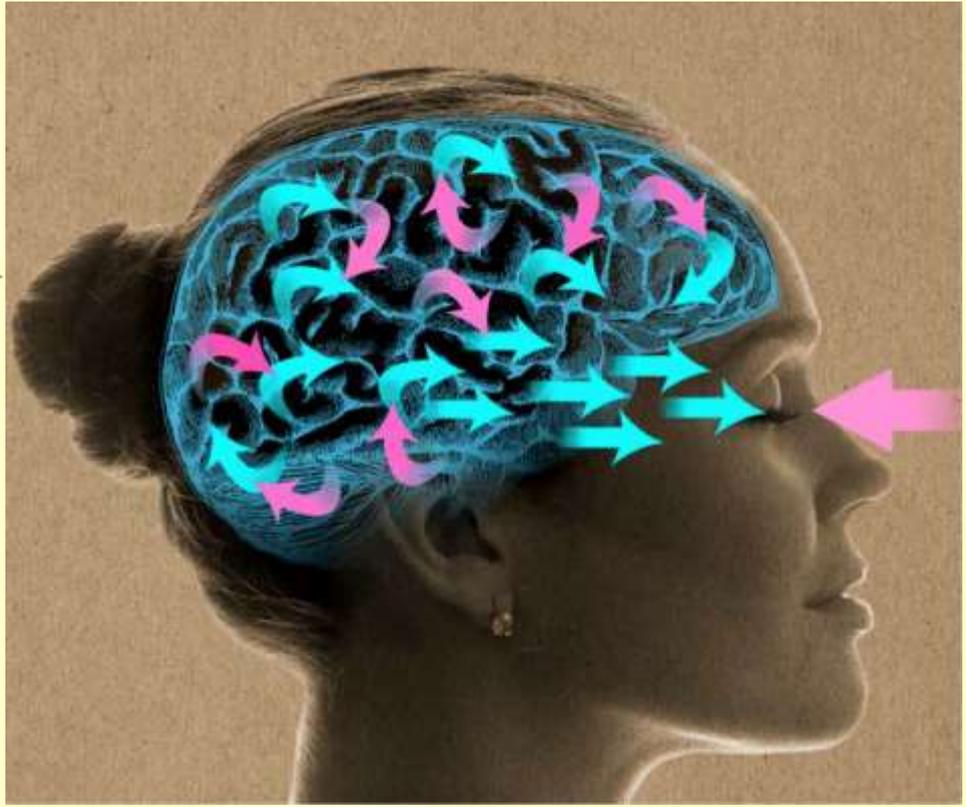


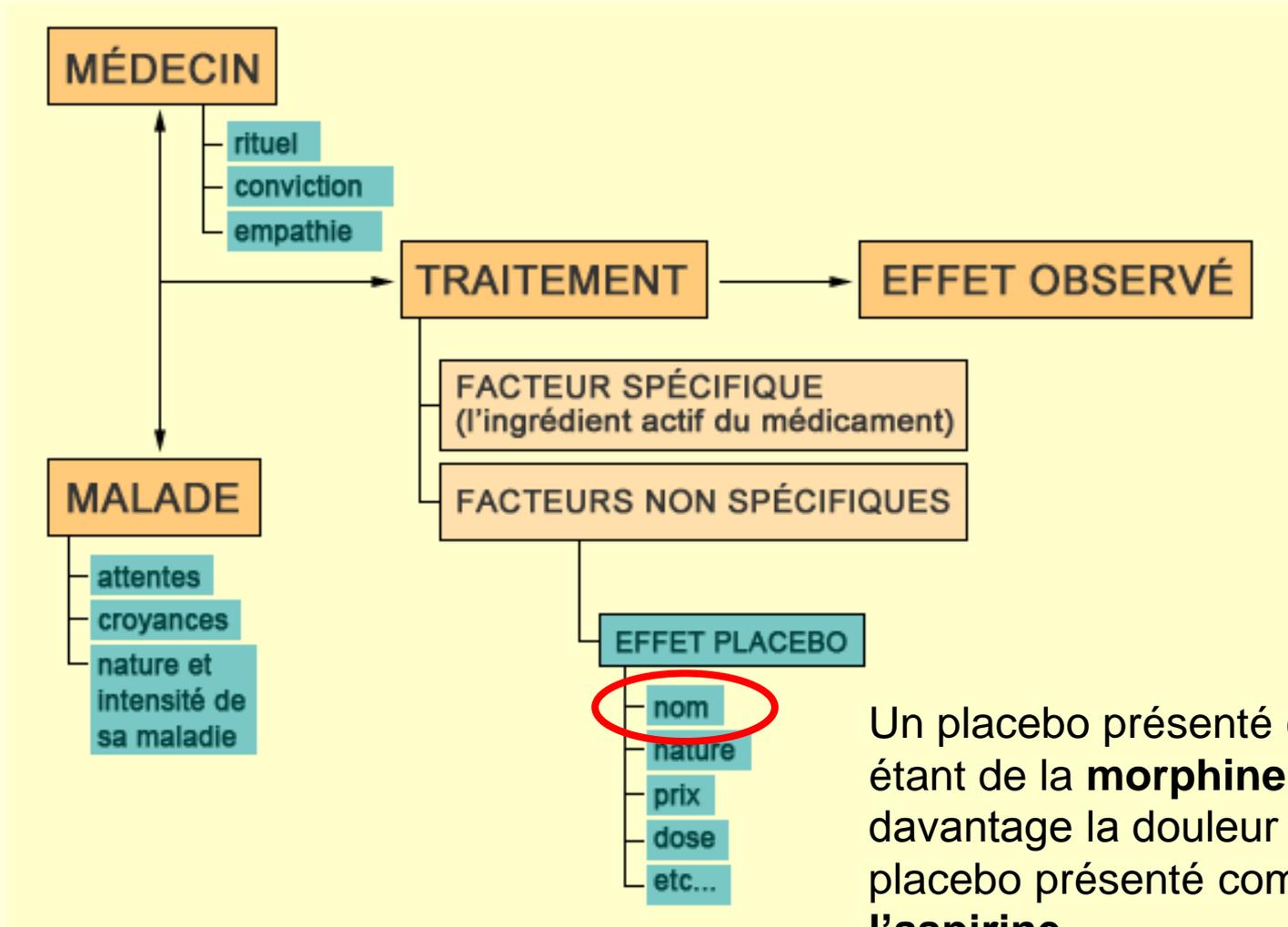
MÉDECIN



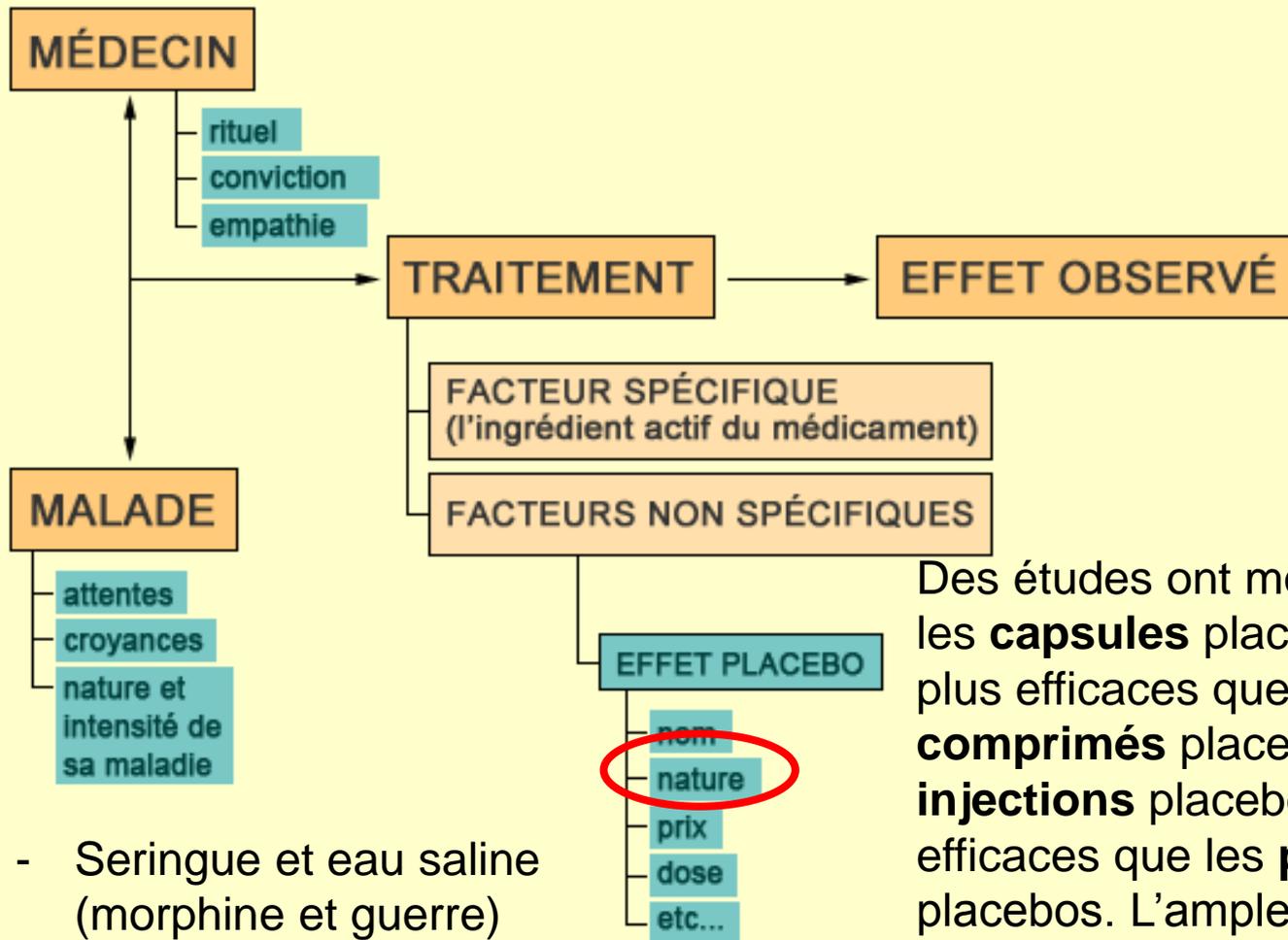
MALADE

- attentes
- croyances
- nature et intensité de sa maladie





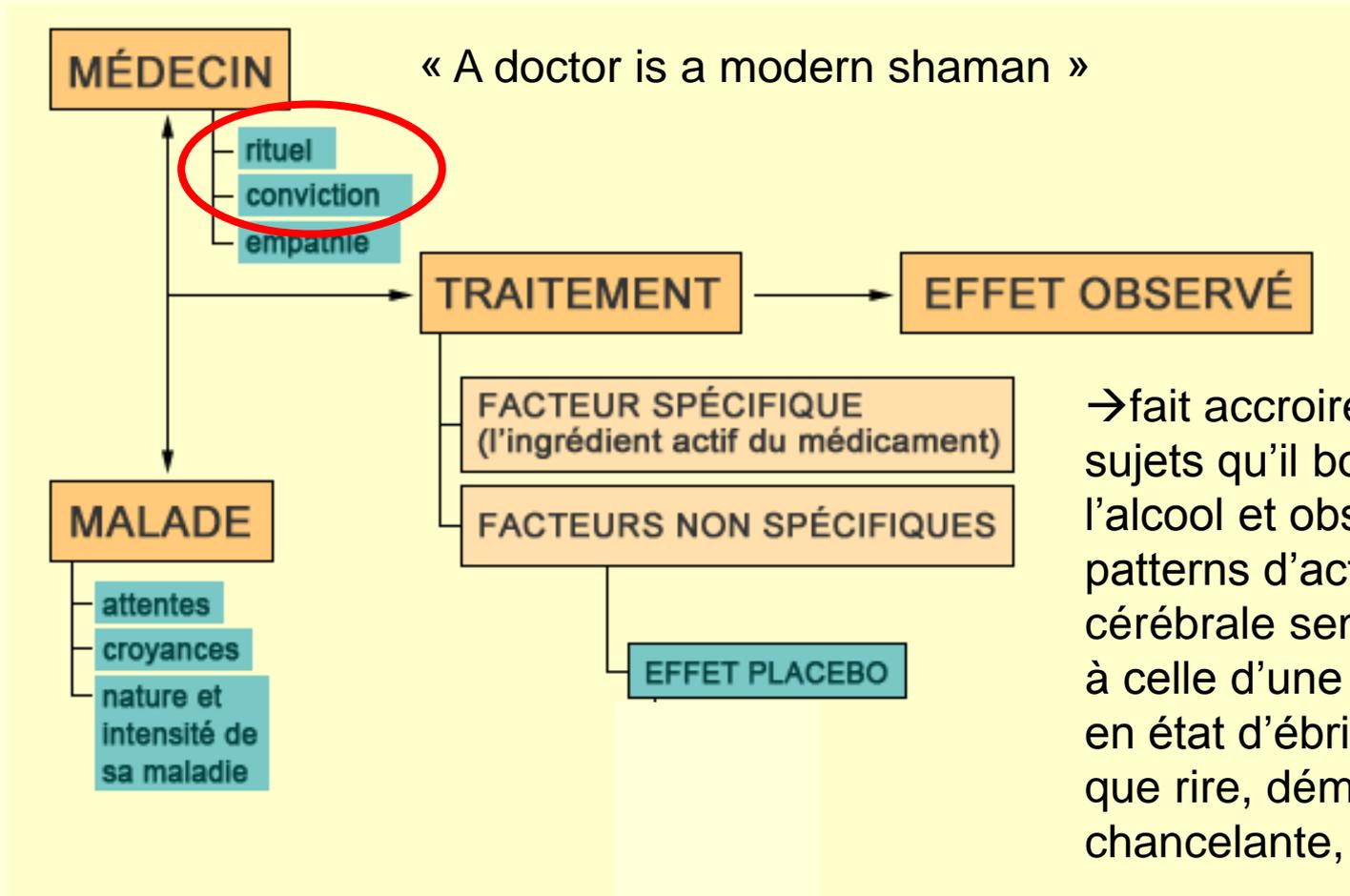
Un placebo présenté comme étant de la **morphine** soulage davantage la douleur qu'un placebo présenté comme de l'**aspirine**.



- Seringue et eau saline (morphine et guerre)
- Incision au genou (fausse opération)

Des études ont montré que les **capsules** placebos sont plus efficaces que les **comprimés** placebos, et les **injections** placebos sont plus efficaces que les **pilules** placebos. L'ampleur de l'effet placebo semble donc s'accroître avec le caractère **invasif** de l'intervention.

La relation de confiance qui s'établit avec le thérapeute est l'un des facteurs le favorisant le plus.



→ fait accroire à des sujets qu'il boivent de l'alcool et observe des patterns d'activité cérébrale semblable à celle d'une personne en état d'ébriété, ainsi que rire, démarche chancelante, etc.) !

The Nature of Things : Brain Magic: The Power of Placebo

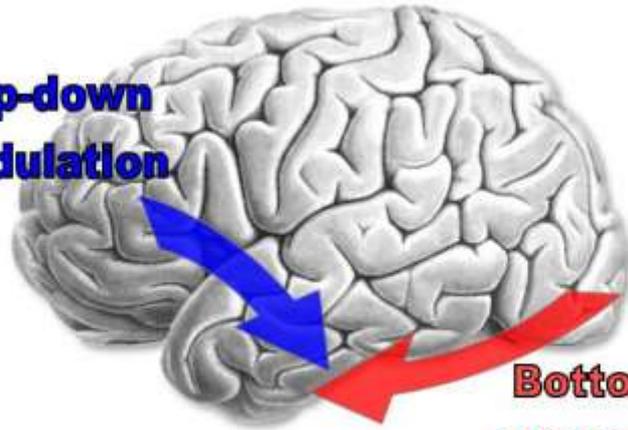
August 7, 2014 <http://www.cbc.ca/natureofthings/episodes/brain-magic-the-power-of-the-placebo>

The Raz Lab in Brain Magic: The Power of Placebo

<https://vimeo.com/117024196>
(de 2:00 à 8:00)



**Top-down
modulation**



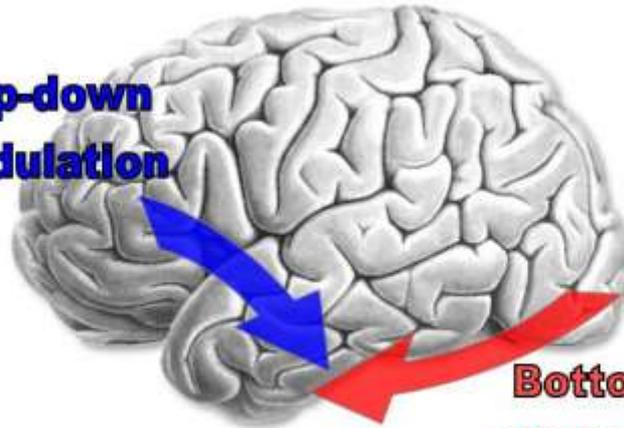
**Bottom-up
processing**



Des « fonctions exécutives » comme l'**attention** peuvent être sollicitées pour **contrer** des stimuli « **bottom up** » **trop intrusifs...**



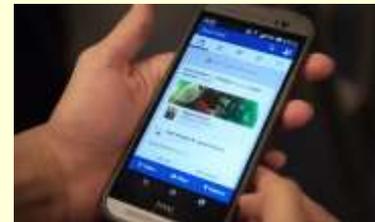
**Top-down
modulation**



**Bottom-up
processing**

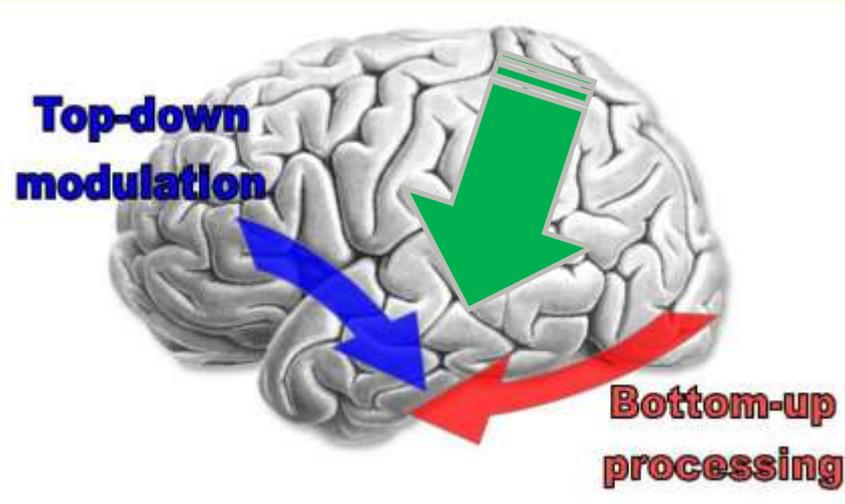


→ à une époque plus « calme et frugale », la recherche de nouvelles ressources prometteuses a été un mécanisme adaptatif fondamental de notre cerveau qui demeure donc très **sensible au « bottom up »**.



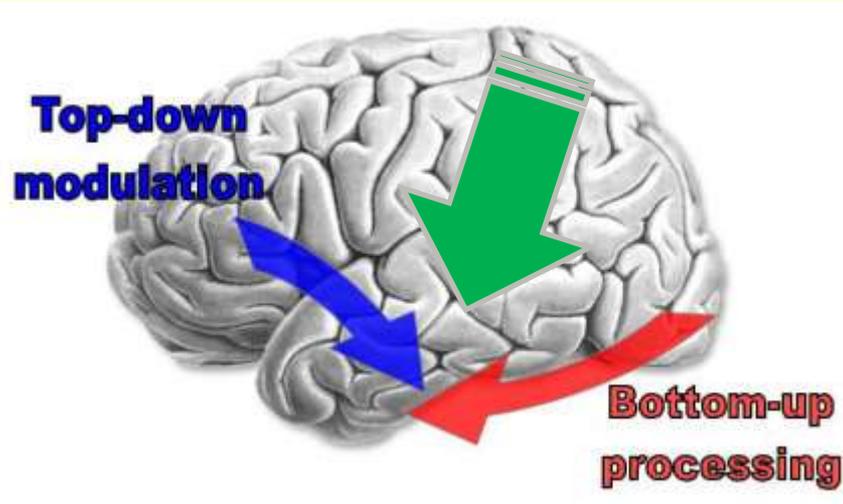
Quand on parle de flexibilité cognitive, de penser “outside the box”

D'autres « fonctions exécutives » comme **l'inhibition** peuvent être sollicitées pour **contrer** certains **automatismes comportementaux ou de pensée.**



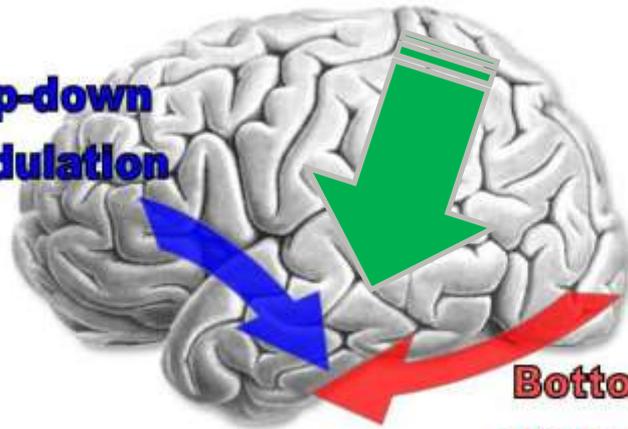
Quand on parle de flexibilité cognitive, de penser "outside the box" =

D'autres « fonctions exécutives » comme l'**inhibition** peuvent être sollicitées pour **automatismes comportementaux ou de pensée.**





**Top-down
modulation**

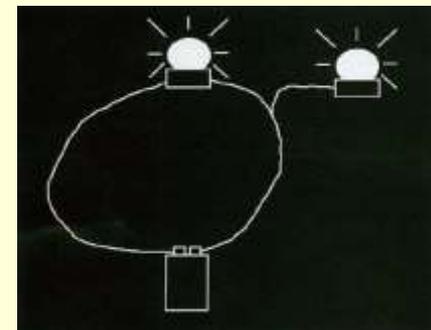


**Bottom-up
processing**

Inhibition : mécanismes qui permettent la **suppression** des cognitions et des actions **inappropriées**...



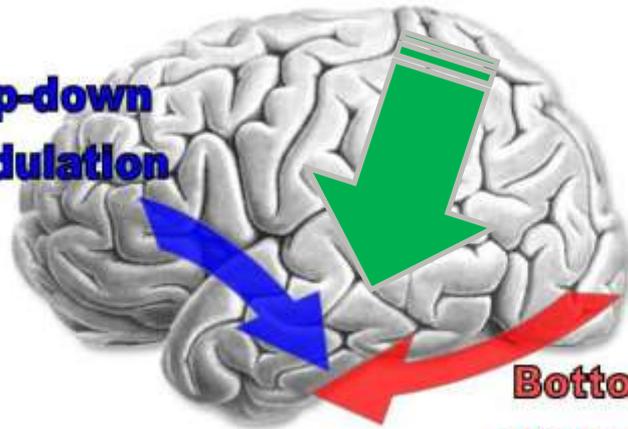
innées....



ou acquises....

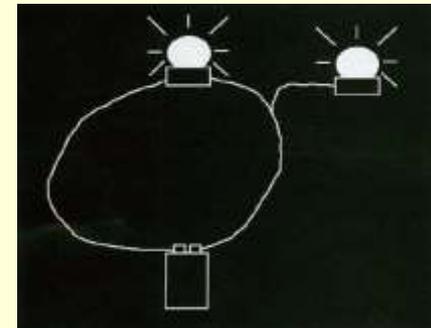


**Top-down
modulation**



**Bottom-up
processing**

Inhibition : mécanismes qui permettent la **suppression** des cognitions et des actions **inappropriées**...



ainsi que la **résistance** aux interférences de l'information non-pertinente.

Exemple

Lorsque l'on demande à des personnes d'écrire « **je les porte** » alors qu'elles sont en situation d'interférences (perturbées dans leur concentration), même celles qui ont un très bon niveau de français écrivent « je les portes ».

Leur cerveau applique l'automatisme « les = pluriel = s ».

Pour donner la bonne réponse, il doit mettre en oeuvre un **mécanisme d'inhibition court-circuitant l'automatisme.**

[Science et Vie Hors série #278, Mars **2017**, p.30]

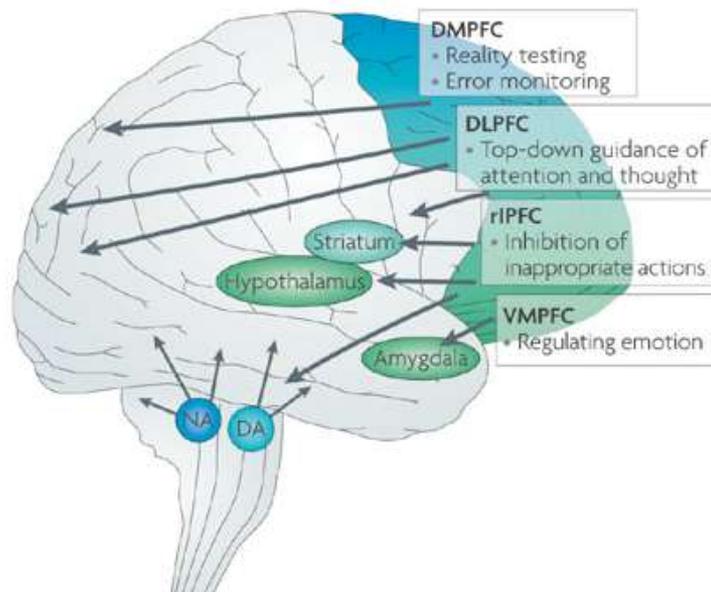
Le contrôle inhibiteur



Le test du Chamallow

<https://www.youtube.com/watch?v=QEQLSJ0zcpQ>

a Prefrontal regulation during alert, non-stress conditions



apprendre
à résister
olivier houdé



Le contrôle inhibiteur

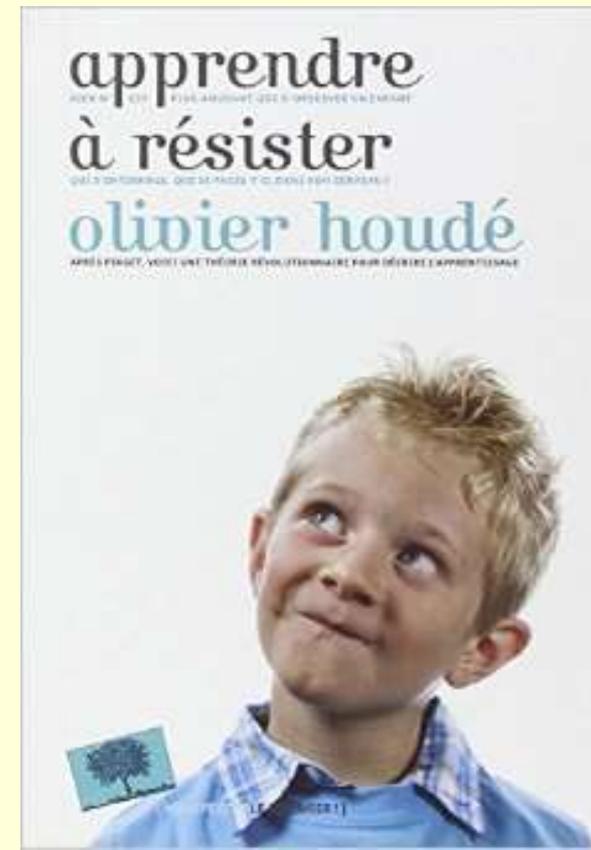


Il peut arriver que l'inhibition échoue
et qu'on « succombe »...

Que se passe-t-il souvent alors
chez des être comme nous doués de langage ?

Le test du Chamallow

<https://www.youtube.com/watch?v=QEQLSJ0zcpQ>



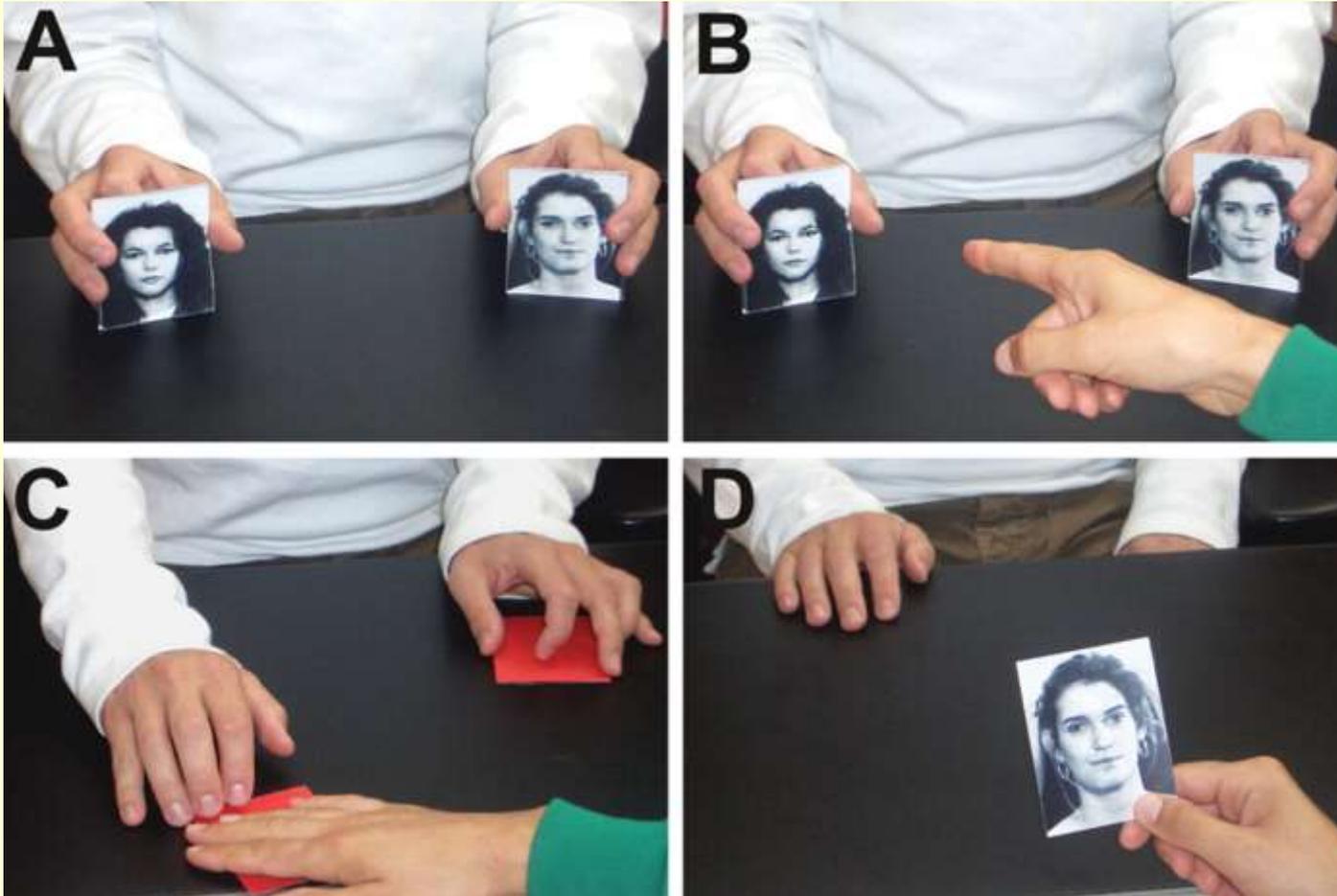
L'analogie, cœur de la pensée p.145

Paul arrive en retard au resto qu'on lui avait chaudement recommandé et où il avait réservé. Sa table a été donnée à quelqu'un d'autre. Il dit à sa copine tout joyeux :
« ce quartier regorge de restos sympa, c'est bien plus romantique d'en découvrir un ensemble ! »

Plus tard, il ne reste plus du plat qu'il voulait à l'autre resto. « Pas grave, justement il faut que je perde des calories ! » Et il commande un truc léger qu'il n'aurait jamais pris sinon...

Ce genre de situation « ...contient les germes de la notion de réduction de la dissonance cognitive et, plus généralement, des cas de **rationalisation**, c'est-à-dire des cas où une justification plus ou moins tirée par les cheveux est élaborée **a posteriori** en vue de restaurer l'état d'équilibre du système cognitif. »

Failure to detect mismatches between intention and outcome in a simple decision task. Johansson, P., Hall, L., Sikström, S., & Olsson, A. (2005).

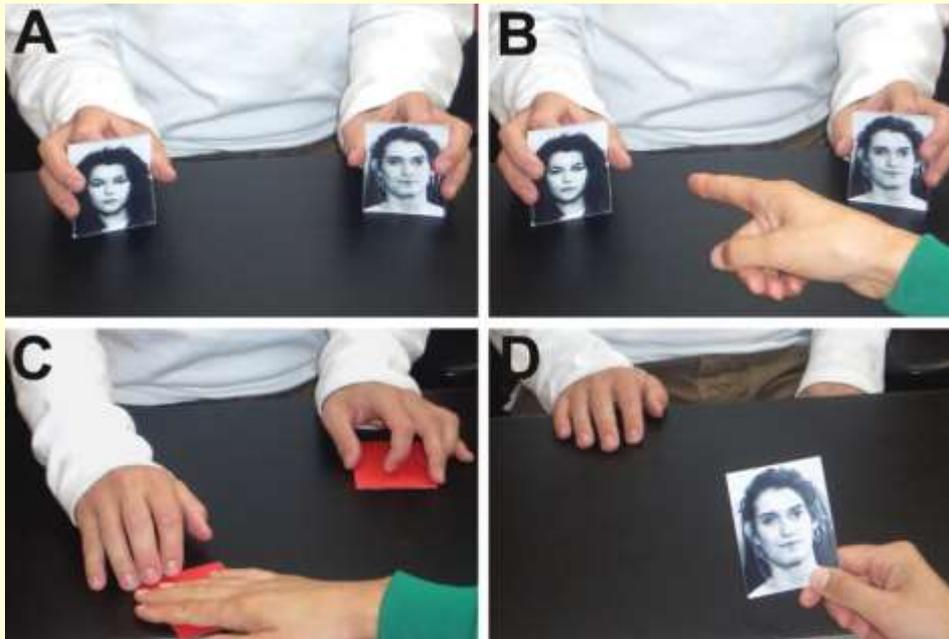


On ne semble pas avoir toujours un accès conscient aux raisons derrière nos choix. **On les rationalise souvent a posteriori.**

A gap in Nisbett and Wilson's findings? A first-person access to our cognitive processes.

Petitmengin C., Remillieux A., Cahour C., Carter-Thomas S. (2013).

http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/94/04/22/PDF/A_first-person_access.pdf

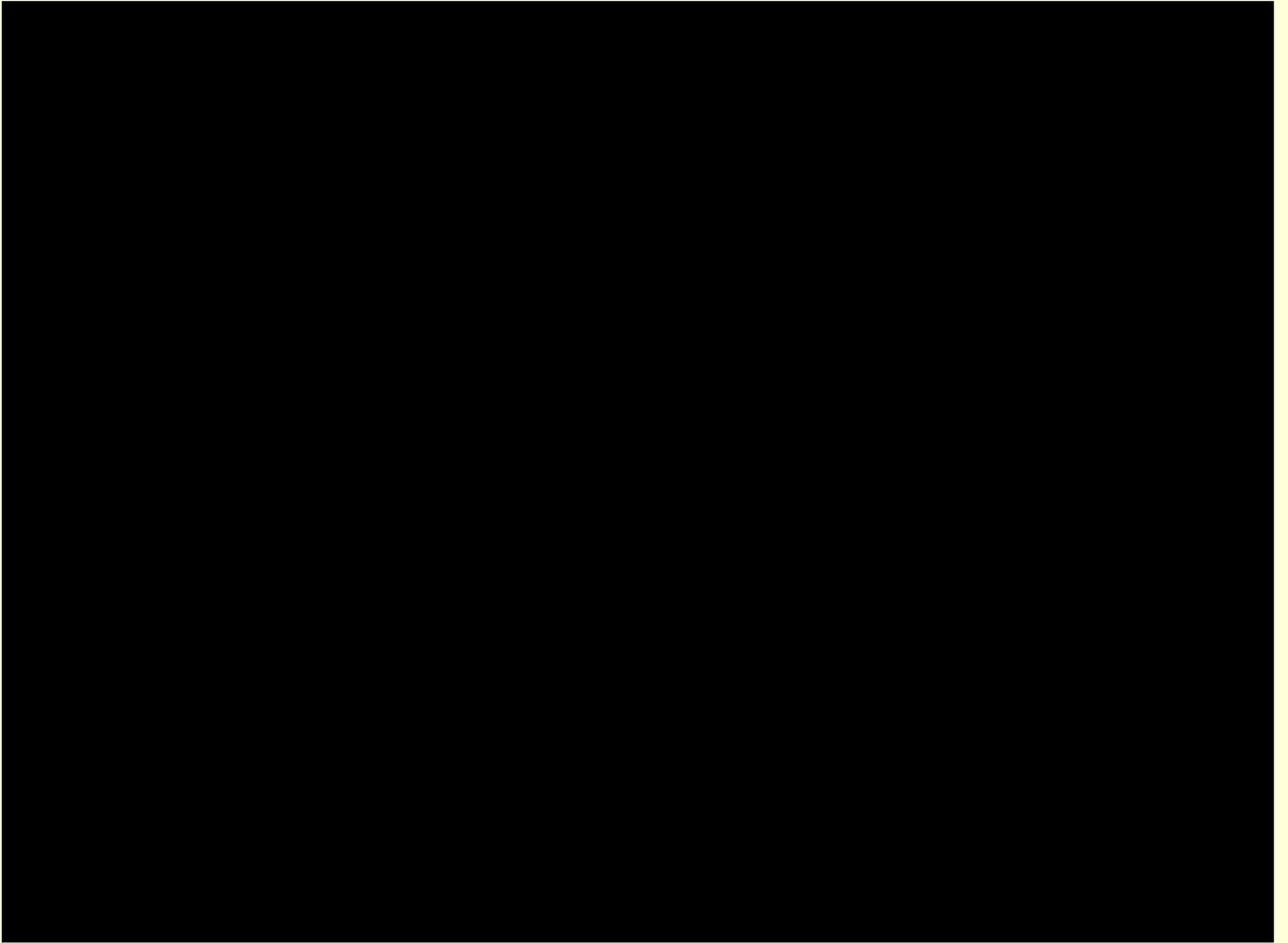


Les auteurs de cette étude ont repris le protocole de Johansson, mais en introduisant pour certains choix une personne qui aidait le sujet à rendre plus explicite les motivations de ses choix.

80% des sujets ainsi assistés détectaient la manipulation !

Les auteurs concluent que si nous sommes habituellement inconscients de nos processus décisionnels, on pourrait y accéder par certaines démarches introspectives.

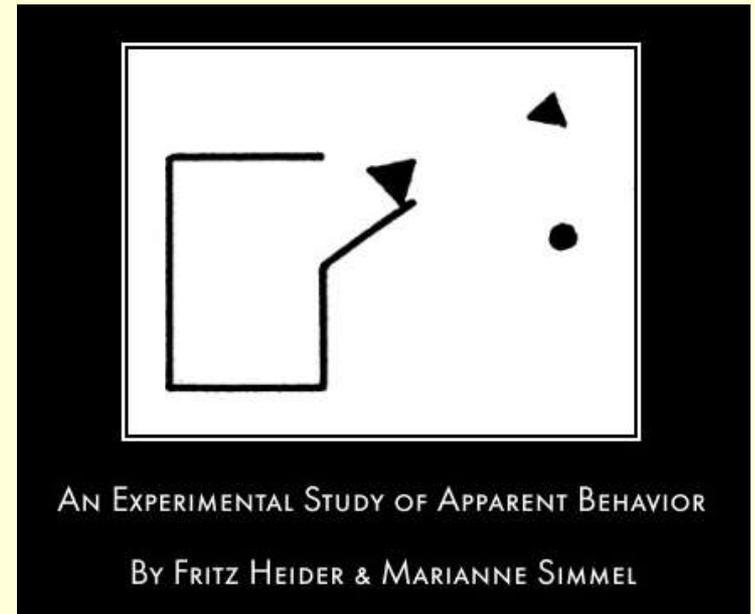
Si on peut se tromper sur nos propres intentions,
qu'en est-il de notre évaluation des intentions des autres ?



Nous sommes portés à attribuer
le statut d'agent,

et même des **intentions** humaines,
au moindre objet en mouvement

(**Fritz Heider**, milieu des années 1940).



A fortiori, **nous avons un fort sentiment d'être l'agent**
qui accomplit tous nos comportements.



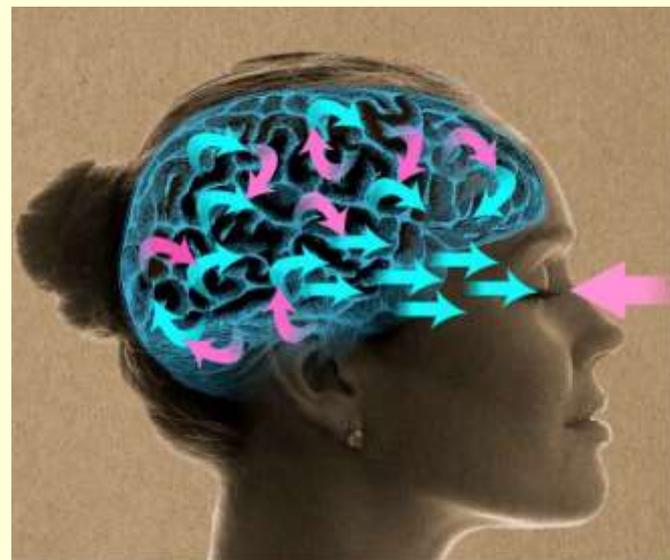
Ce sentiment qui contribue à notre identité semble quelque chose que le cerveau des humains génère spontanément,

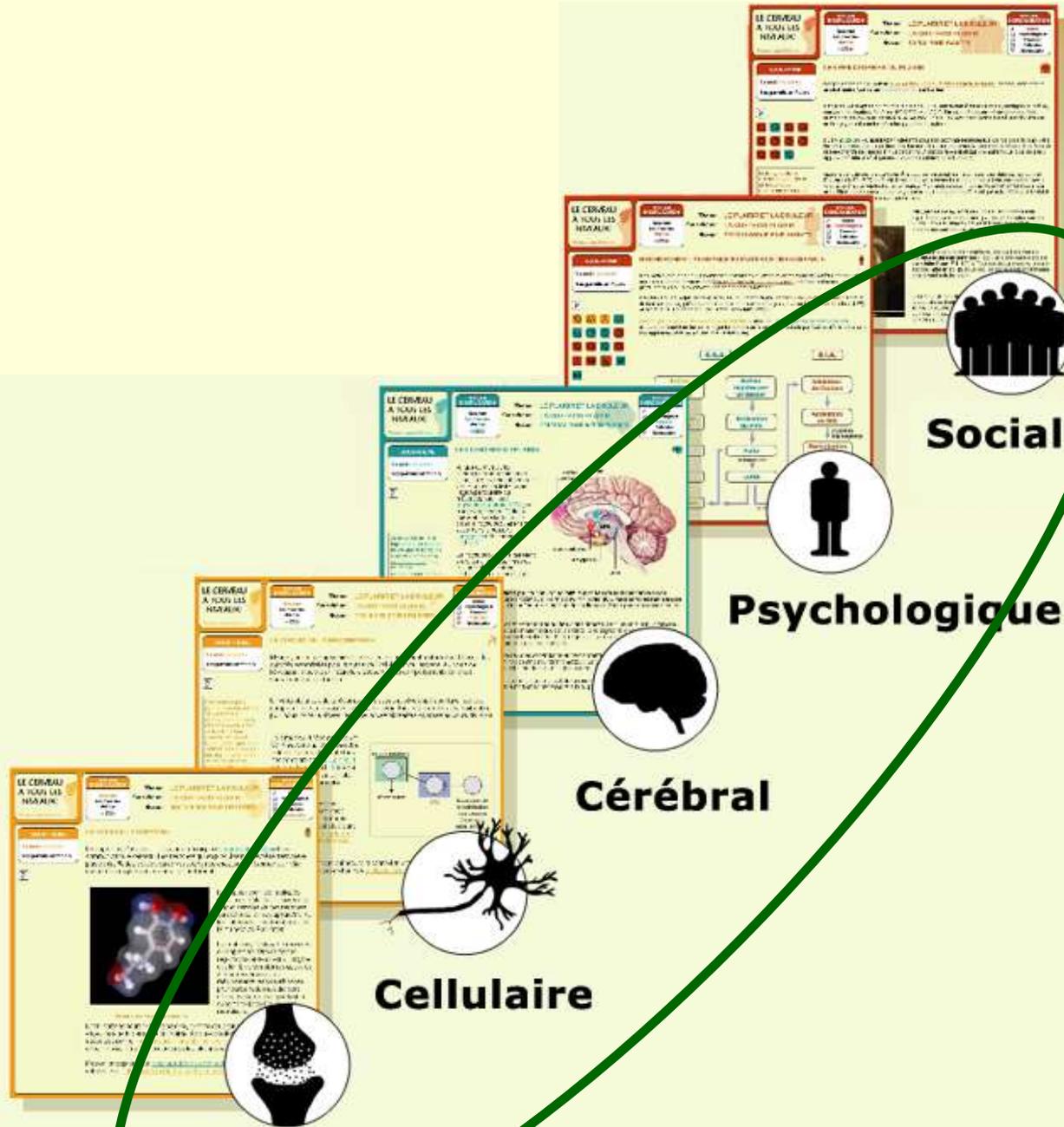
sans doute à cause de notre grande **interdépendance sociale** où les intentions des autres ont toujours beaucoup compté pour nous.

Car à quoi pense notre système nerveux central l'écrasante majorité du temps?

Aux autres ! À nos amoureux, à nos amis, à nos enfants, etc.

Sans cesse, le cerveau tente de percer les intentions des autres pour pouvoir agir en conséquence.





Moléculaire

Cellulaire

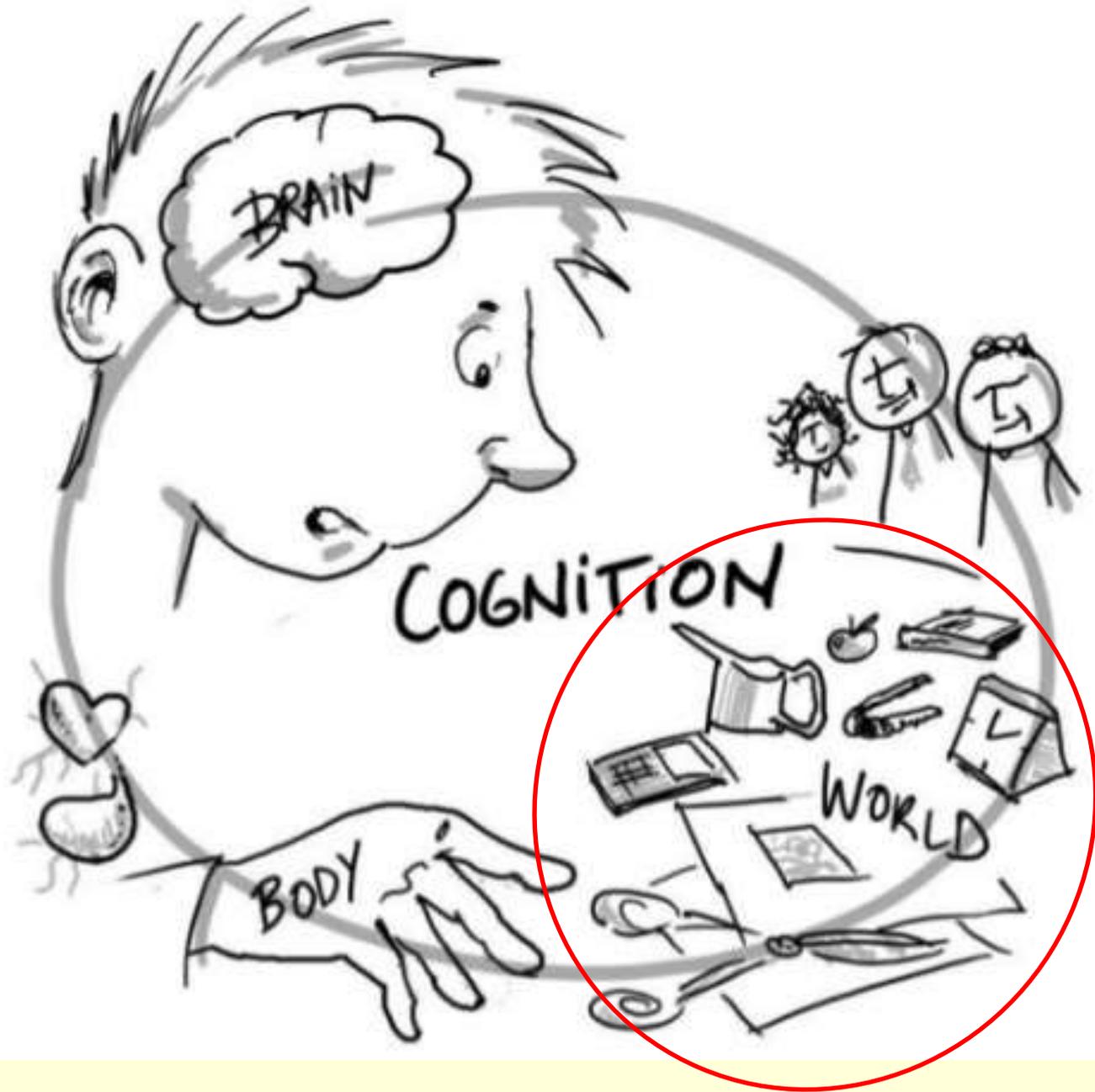
Cérébral

Psychologique

Social

**Cerveau-
corps-
environnement**

**Cerveau et corps
ne font qu'un**



Dans la vie de tous les jours, on agit spontanément et efficacement sur le monde qui nous entoure, sans délibération ou réflexion.



Dans la vie de tous les jours, on agit spontanément et efficacement sur le monde qui nous entoure, sans délibération ou réflexion.



Affordance



Source: raftfurniture.co.uk



Source: blackrocktools.com

Affordance refers to the **actual** and **perceived** attributes of a product or process that suggest its uses

Design for ALL



Une affordance dépend à **la fois** d'un objet et d'un organisme.

Elle est forcément **relationnelle**

(ne dépend pas seulement des propriétés physiques de l'objet).

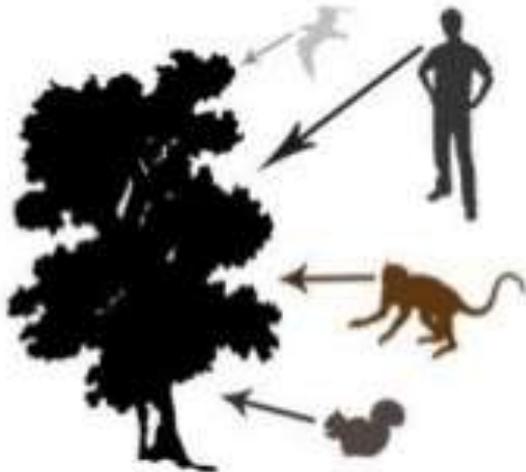
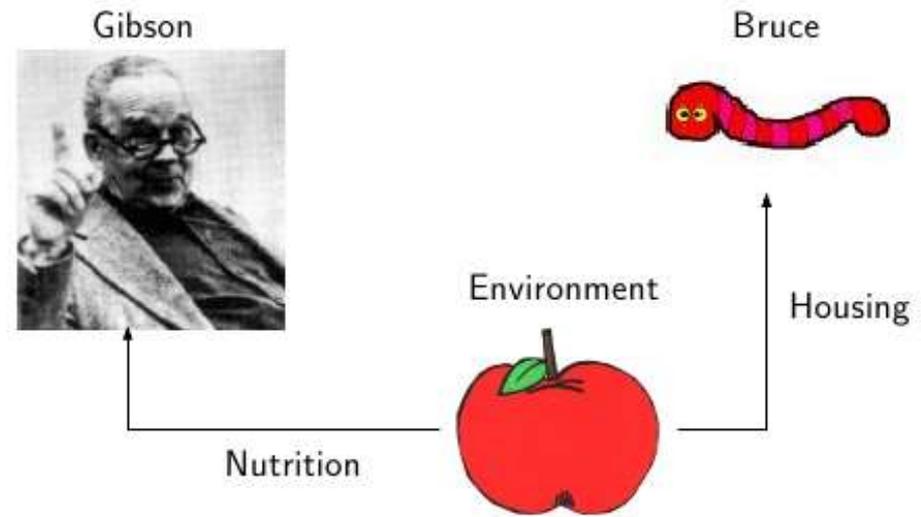
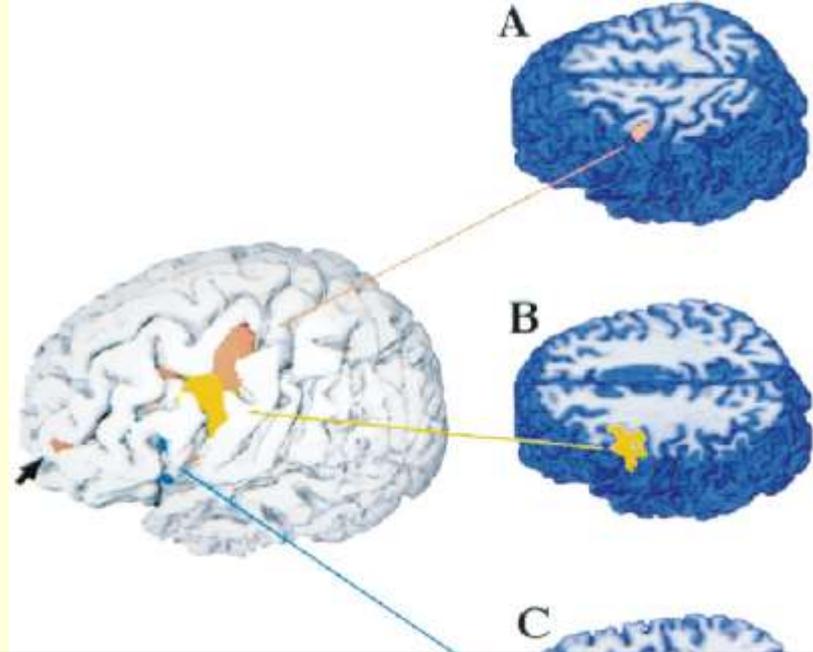
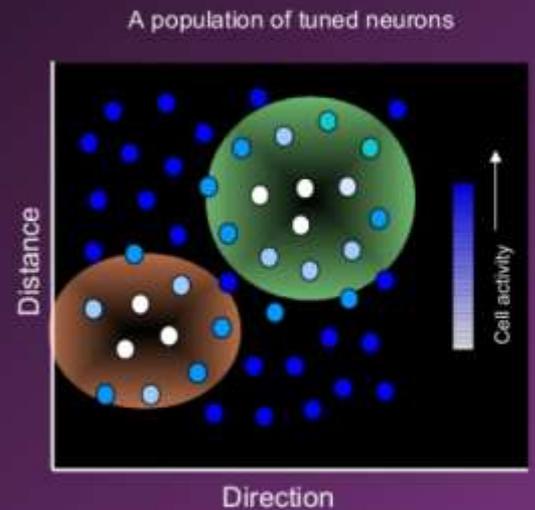


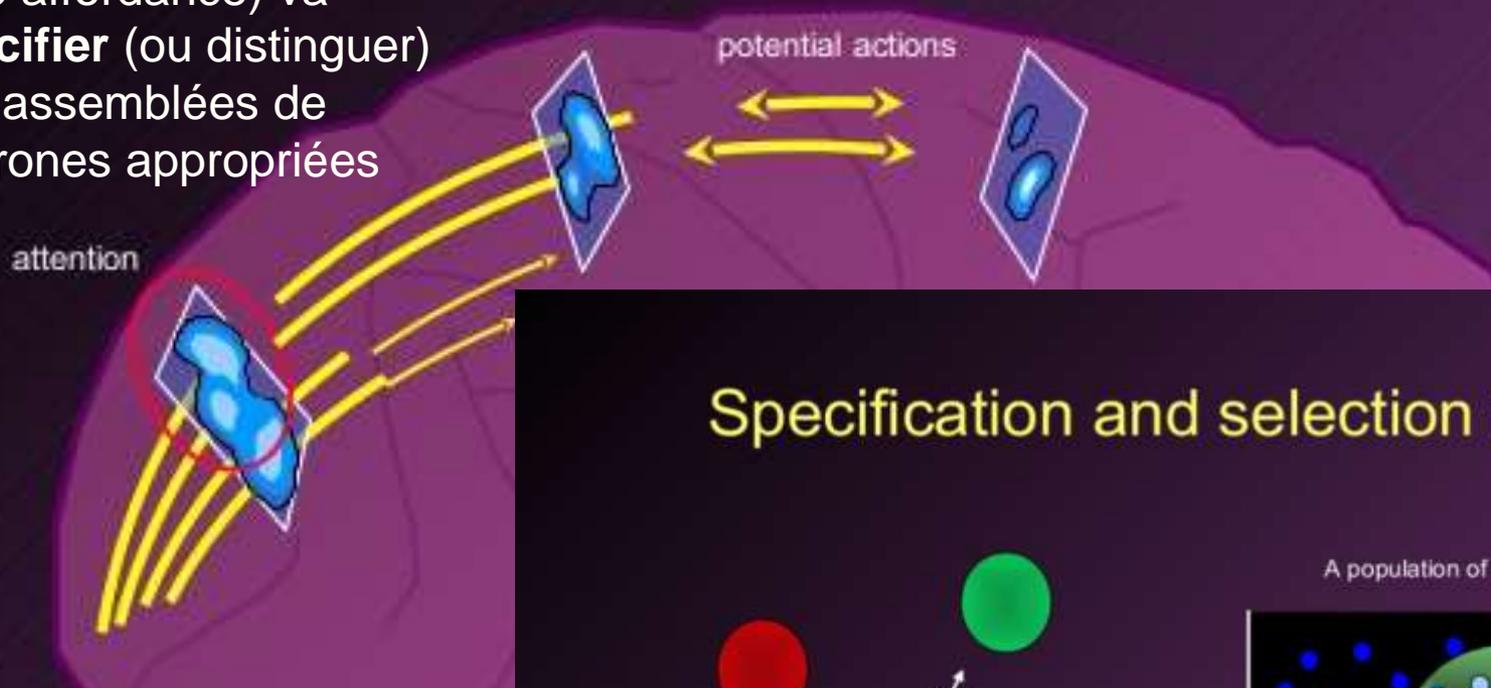
Figure 5: Tree affordance to bird, person, monkey, and squirrel.



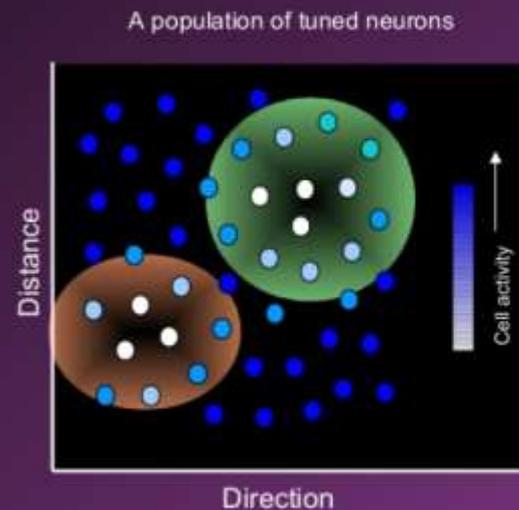
Specification and selection in parallel



Une situation donnée
(une affordance) va
spécifier (ou distinguer)
des assemblées de
neurones appropriées

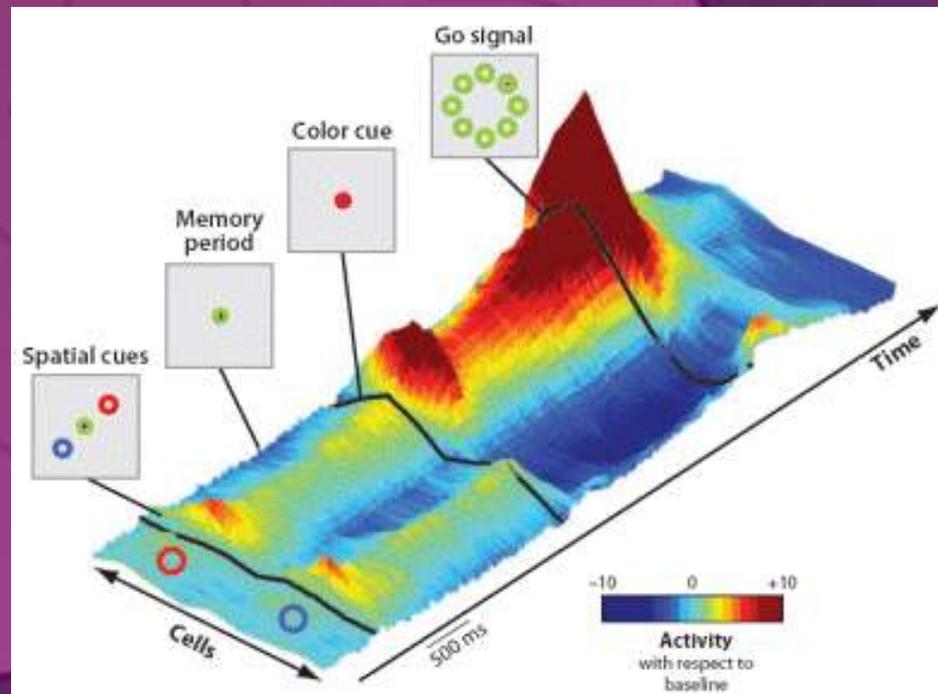
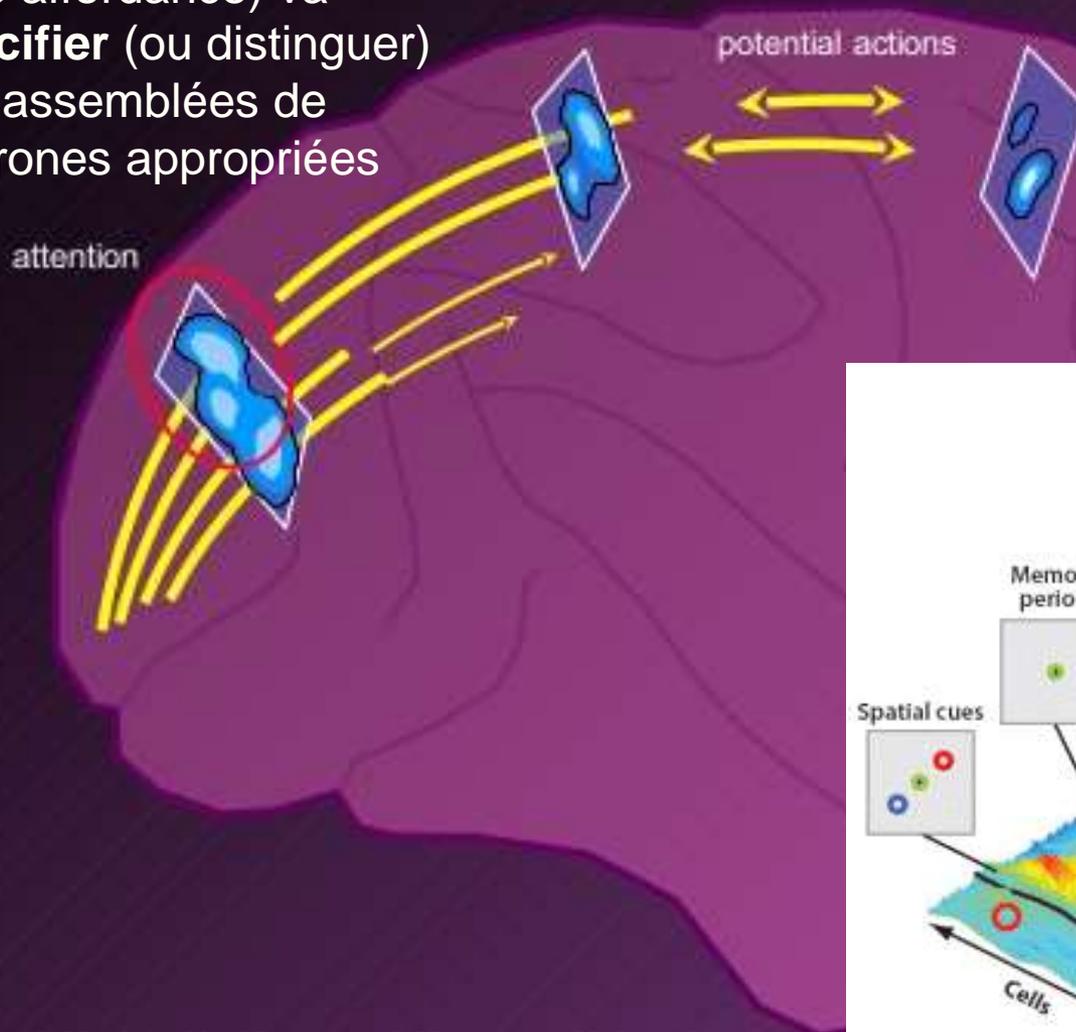


Specification and selection in parallel

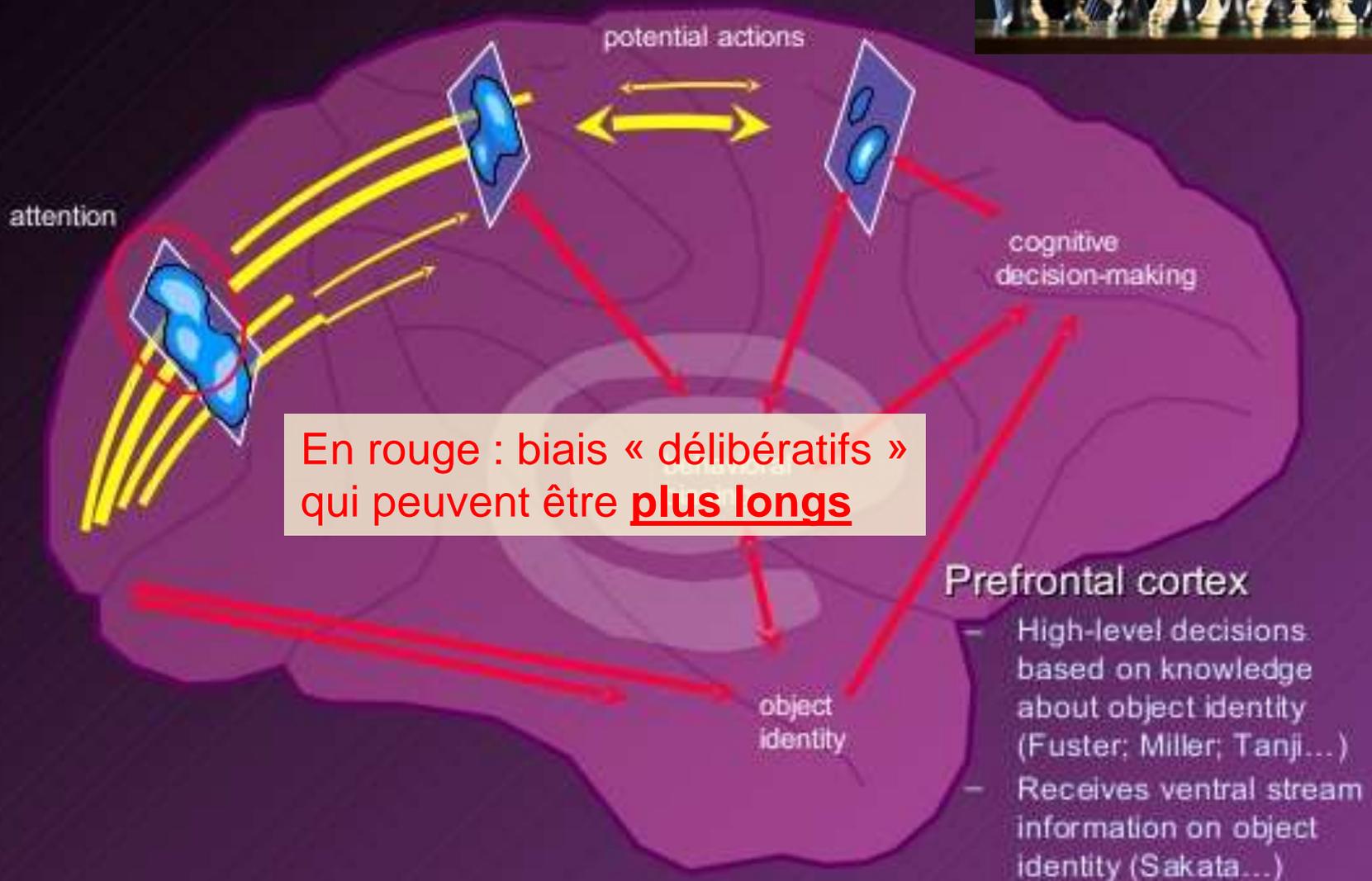


Une situation donnée (une affordance) va **spécifier** (ou distinguer) des assemblées de neurones appropriées

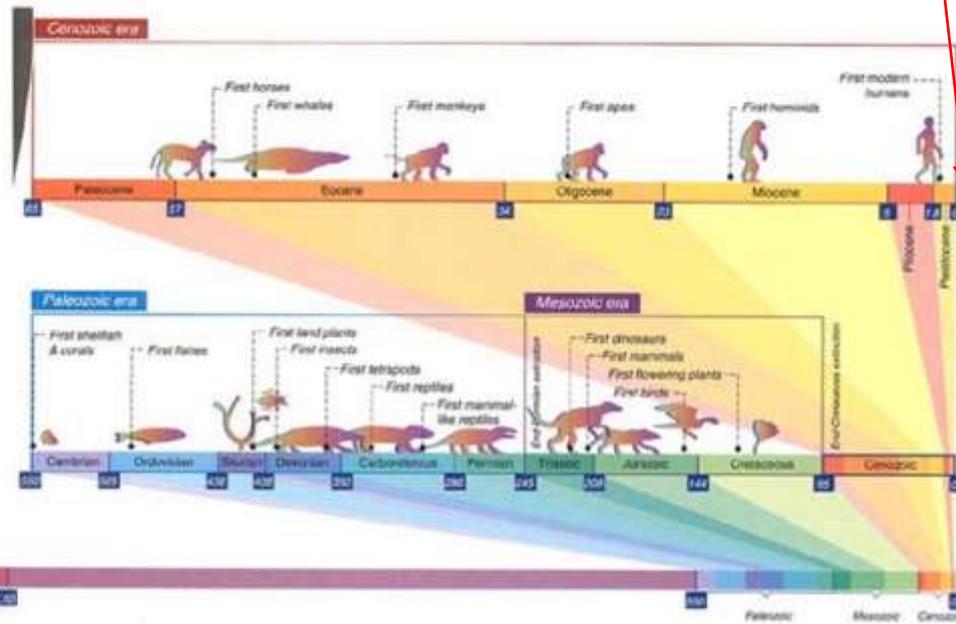
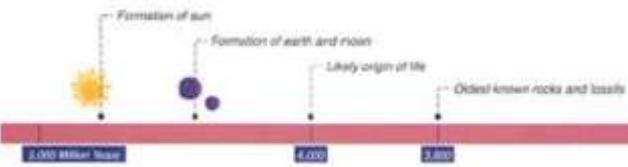
Une compétition (par inhibitions réciproques) a lieu et qu'un groupe de neurone « gagnant » va être **sélectionné** pour un comportement



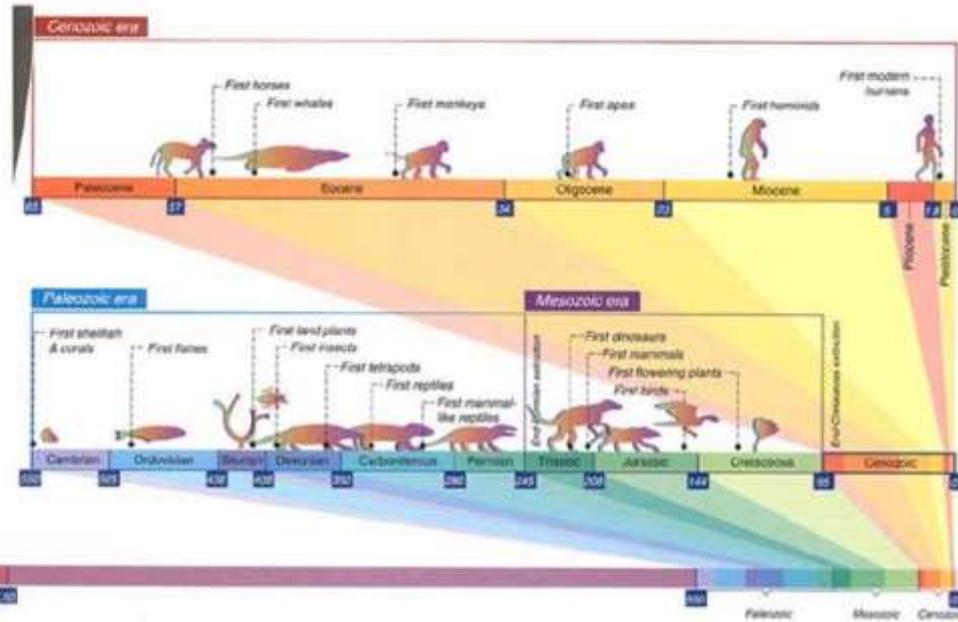
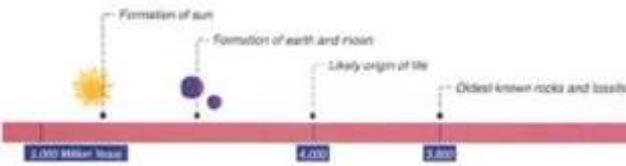
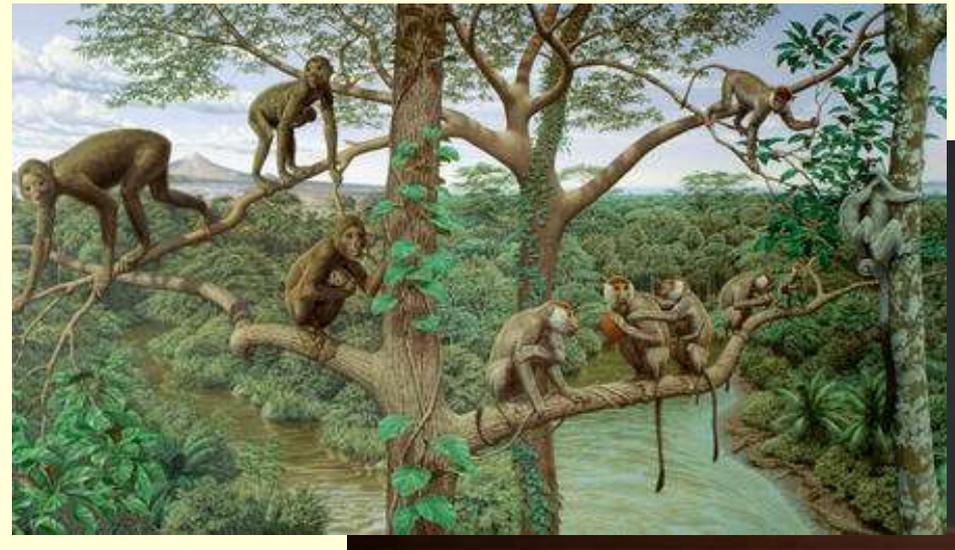
En se donnant un temps de « délibération » suffisant, on augmente nos chances d'inhiber les réponses heuristiques rapides et d'avoir accès à **d'autres systèmes d'algorithmes.**



Car il faut toujours se rappeler qu'on n'a pas évolué pour jouer aux échecs.

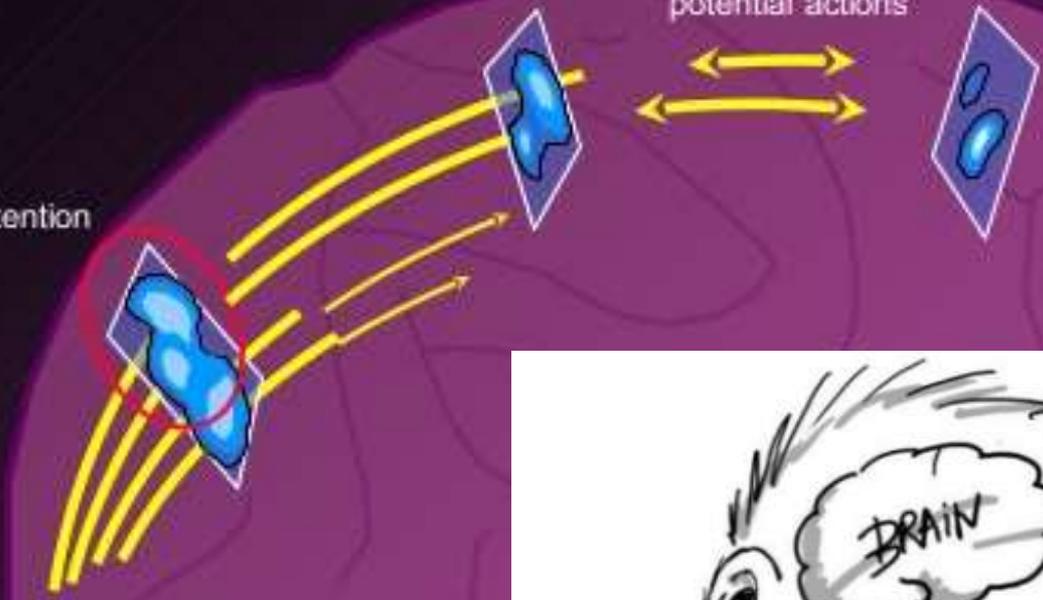


On a surtout évolué pour être capable de se déplacer sans se casser la gueule...

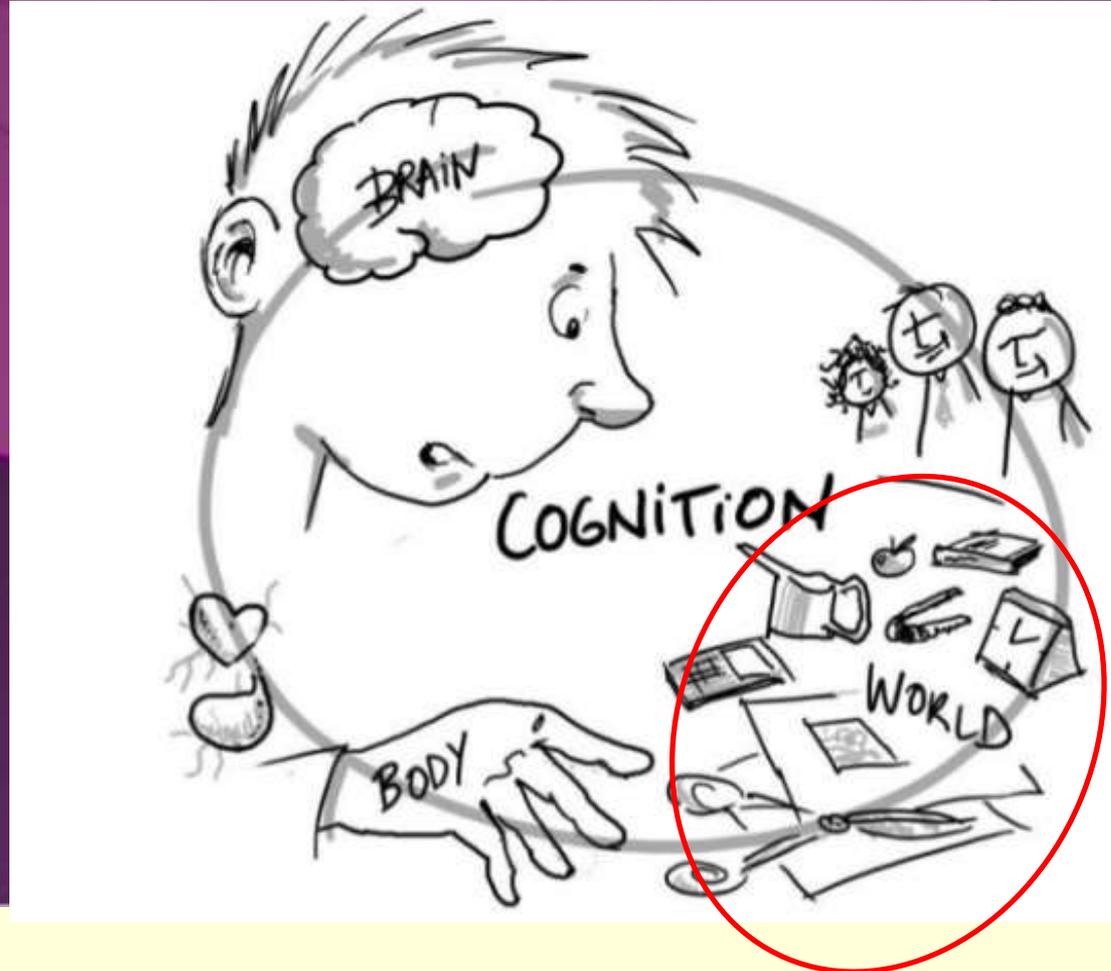


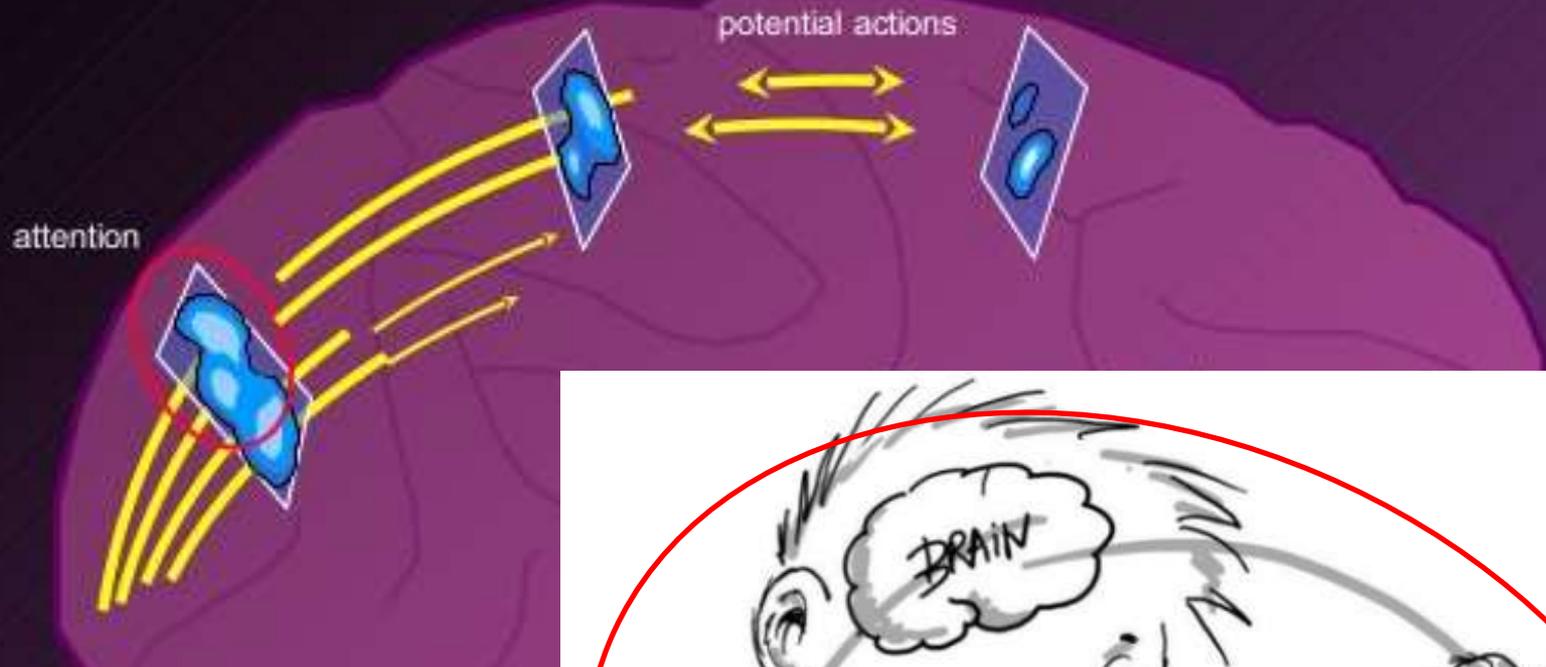
attention

potential actions

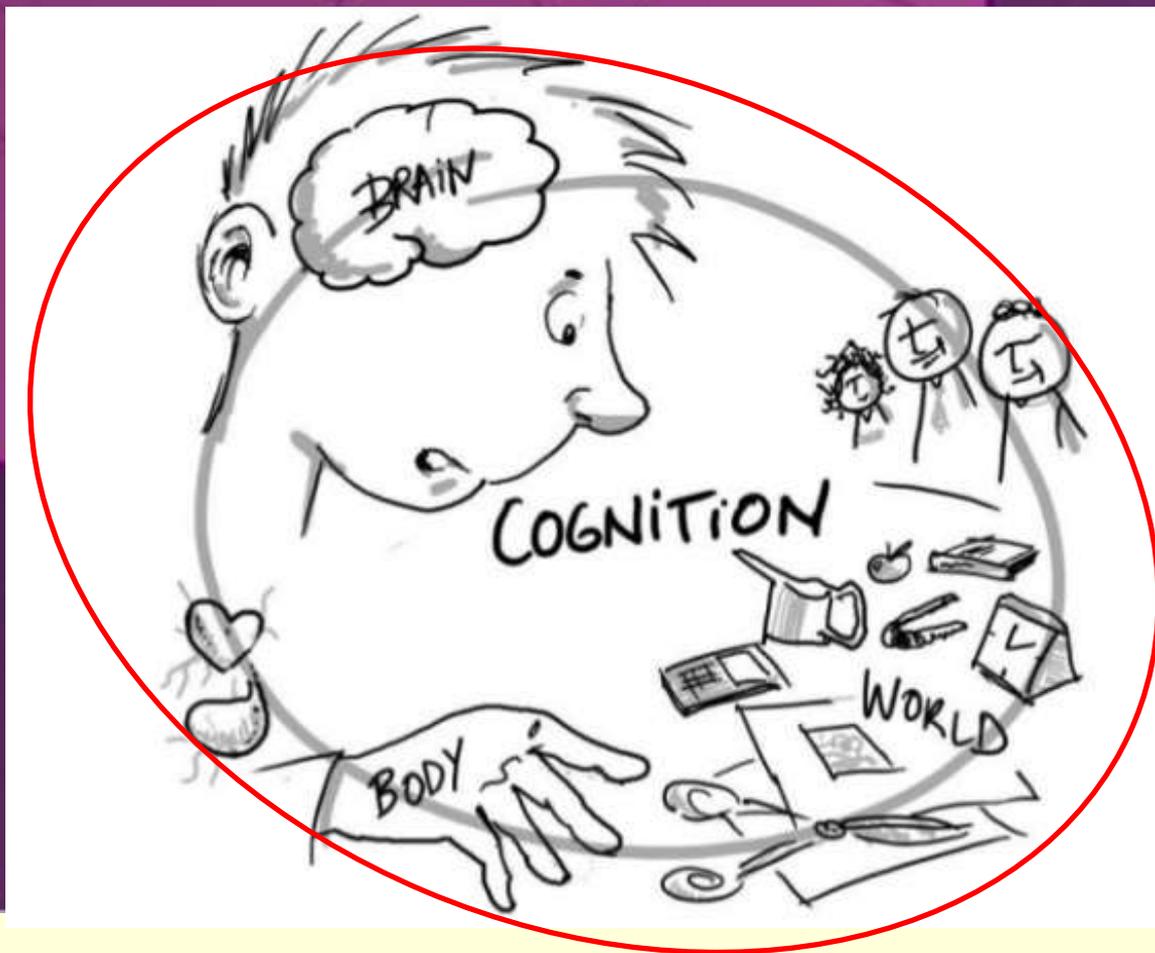


Comme notre monde d'affordance pénètre en permanence dans notre cerveau...





Comme notre monde d'affordance pénètre en permanence dans notre cerveau...

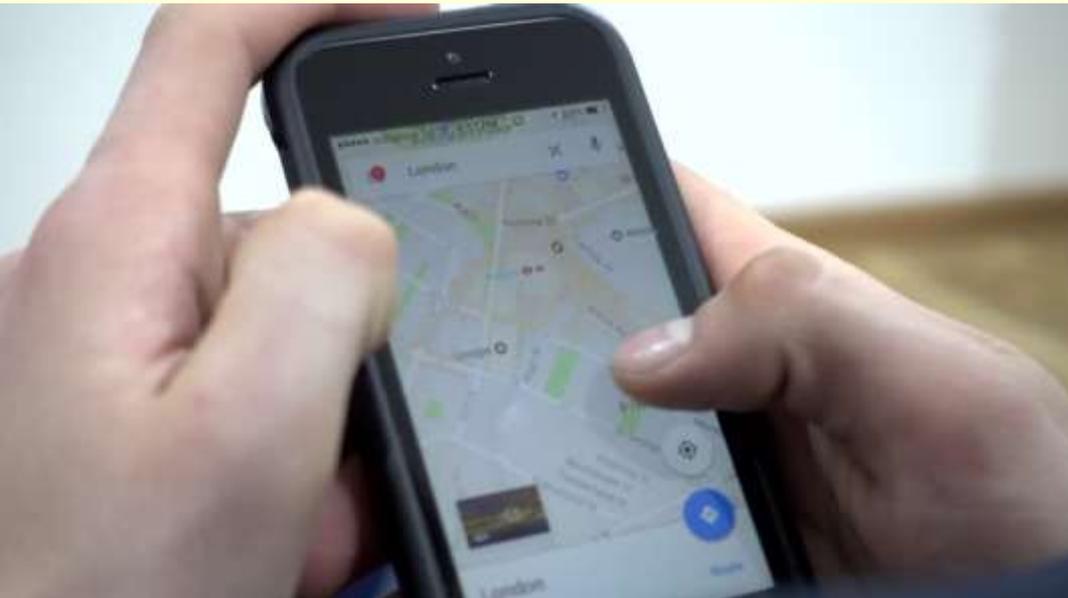


...certains pensent que ce monde fait partie intégrante de notre cognition !

$$597 \times 983 = ?$$



Comment se rendre à St-Bruno de Montréal ?



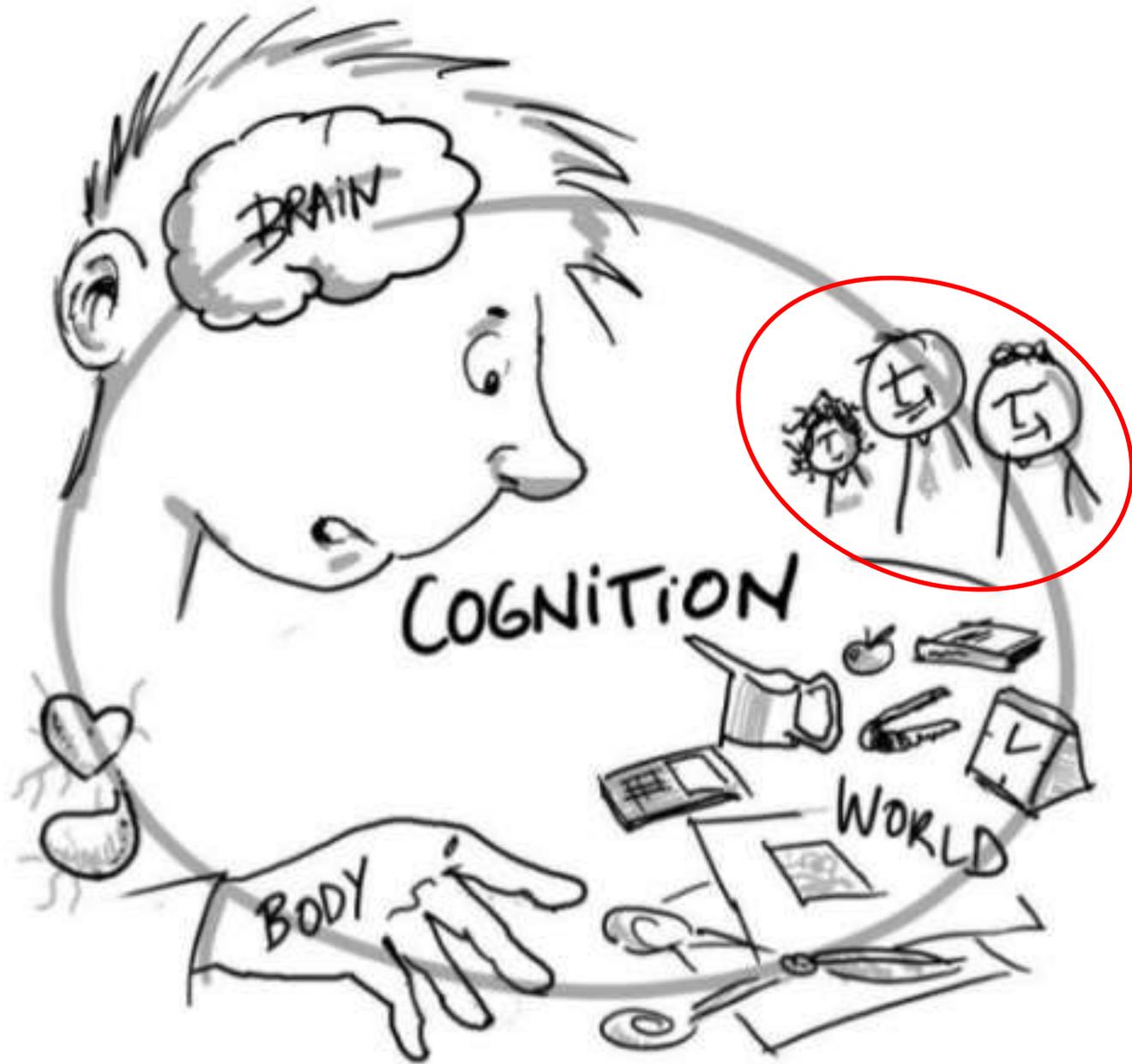
We're not addicted to smartphones, we're addicted to social interaction

<https://www.mcgill.ca/newsroom/channels/news/were-not-addicted-smartphones-were-addicted-social-interaction-284522>

Front. Psychol., 20 February 2018 |
**Hypernatural Monitoring: A Social Rehearsal
Account of Smartphone Addiction**

[Samuel P. L. Veissière](#)^{1,2,3,4*} and [Moriah Stendel](#)^{1,3,4}
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2018.00141/full>







Six choses qui, de façon générale,
font du bien à notre corps-cerveau.

1) activités sociales et implication dans la communauté



LE SOUTIEN FAMILIAL ET SOCIAL

http://lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i_08/i_08_s/i_08_s_alz/i_08_s_alz.html

What makes a good life?

Lessons from the longest study on happiness

TEDxBeaconStreet · 12:46 · Filmed Nov **2015**

https://www.ted.com/talks/robert_waldinger_what_makes_a_good_life_lessons_from_the_longest_study_on_happiness?language=en

What keeps us happy and healthy as we go through life? If you think it's fame and money, you're not alone – but, according to psychiatrist **Robert Waldinger**, you're mistaken.

“Les gens les plus satisfaits de leurs **relations inter-personnelles** dans la cinquantaine étaient les plus en santé autour de 80 ans.”

Why loneliness can be as unhealthy as smoking 15 cigarettes a day

<http://www.cbc.ca/news/health/loneliness-public-health-psychologist-1.4249637>

Aug 16, **2017**

The secret to living longer may be your **social life**

TED.com - 18 août **2017**

https://www.ted.com/talks/susan_pinker_the_secret_to_living_longer_may_be_your_social_life#t-950648

The Italian island of Sardinia has more than six times as many centenarians as the mainland and ten times as many as North America. Why? According to psychologist **Susan Pinker**, it's not a sunny disposition or a low-fat, gluten-free diet that keeps the islanders healthy -- it's their emphasis on **close personal relationships** and **face-to-face interactions**.

*The Village Effect: How **Face-To-Face Contact** Can Make Us Healthier and Happier*, combines narrative nonfiction with science reporting to explore how our social bonds, face-to-face contact, and networks affect our thinking, learning, happiness, resilience and longevity.

Des «ordonnances sociales» pour contrer la dépression et la solitude

2 janvier 2019

<https://www.ledroit.com/actualites/sante/des-ordonnances-sociales-pour-contrer-la-depression-et-la-solitude-9d48831d6dbd8e0f3c53d0207ba50872?fbclid=IwAR2vhZFA01FRBLRS31MYPZ6jeoYkn8VRN0njHIDrsGq6HpmNyyBvisdYI5s>

Tammy McEvoy est l'une des 15 bénévoles du Centre de santé communautaire de Belleville et de Quinte West, en Ontario, qui participe à un projet pilote novateur dans le cadre duquel des professionnels de la santé **remettent une «ordonnance sociale»** aux patients souffrant de **dépression, d'anxiété** ou de **solitude**.

Le concept — prescrire une activité telle qu'un cours de yoga ou une visite dans une galerie d'art — a déjà fait ses preuves au Royaume-Uni, où des recherches ont montré que les patients constataient **non seulement une amélioration de leur santé mentale**, mais finissaient aussi par réduire leurs doses de médicaments et leur nombre de visites chez le médecin.

...Une récente étude menée par le MBAM, l'Université McGill et l'Hôpital général juif a révélé que les aînés qui participaient à des ateliers de dessin et de peinture faisaient état d'un **sentiment accru de bien-être, de santé et de qualité de vie**.

...« La recherche nous montre vraiment que **l'intégration sociale** est une partie importante du niveau de bonheur et de santé des gens ».

Un exemple de l'importance du milieu social en rapport avec la dépendance aux drogues, étant donné qu'on en a parlé plus tôt...



(b) Impoverished condition



(c) Enriched condition

L'opposé de la dépendance,
ce n'est pas tant la sobriété,
mais c'est **la connexion avec les autres !**

20%
Heroinomane



(b) Impoverished condition



De ceux-là,
95% ont cessé la prise
d'héroïne
de retour
dans leur
famille.



(c) Enriched condition



2) **diète équilibrée**, faible en gras saturés et riche en fruits, légumes, noix, céréales, poisson, huile d'olive, etc...

HEALTHY EATING PLATE

HEALTHY OILS

Use healthy oils (like olive and canola oil) for cooking, on salad, and at the table. Limit butter. Avoid trans fat.

WATER

Drink water, tea, or coffee (with little or no sugar). Limit milk/dairy (1-2 servings/day) and juice (1 small glass/day). Avoid sugary drinks.

VEGETABLES

The more veggies – and the greater the variety – the better. Potatoes and French fries don't count.

WHOLE GRAINS

Eat a variety of whole grains (like whole-wheat bread, whole-grain pasta, and brown rice). Limit refined grains (like white rice and white bread).

FRUITS

Eat plenty of fruits of all colors.

HEALTHY PROTEIN

Choose fish, poultry, beans, and nuts; limit red meat and cheese; avoid bacon, cold cuts, and other processed meats.

STAY ACTIVE!

© Harvard University

Harvard T.H. Chan School of Public Health
The Nutrition Source
www.hsph.harvard.edu/nutritionsource

Harvard Medical School
Harvard Health Publications
www.health.harvard.edu

Vin
Avec modération

Viandes et Sucreries
Moins souvent

Volailles et Oeufs
Des portions modérées, tous les deux jours ou une fois par semaine

Fromage et Yaourt
Des portions modérées, une fois par jour à une fois par semaine

Poissons et Fruits de mer
Souvent, au moins deux fois par semaine

Fruits, Légumes, Céréales
(surtout entières), Huile d'Olive, Fèves, Noix, Légumineuses, et Graines, Herbes et Epices
à la base de chaque repas

Boire de l'eau

Pratiquer une activité physique, Profiter des repas avec les autres

Illustration by Georgi Middleton © 2009 Oldways Preservation and Exchange Trust www.oldwayspt.org

L'huile d'olive extra-vierge protège vraiment le cerveau

<http://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1041287/huile-olive-extra-vierge-protection-cerveau-autophagie>

22 juin 2017

« Le régime méditerranéen et surtout l'huile d'olive extra-vierge préservent la mémoire et protègent le cerveau contre la démence et la maladie d'Alzheimer, confirme une étude américaine »



Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

**Malbouffe et Alzheimer :
des liens plus étroits qu'on pensait**

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2012/09/17/malbouffe-et-alzheimer-des-liens-plus-etroits-quon-pensait/>

3) **activité physique**, non seulement bénéfique pour le système cardiovasculaire, mais aussi pour les fonctions cognitives



Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Préserver notre corps et notre cerveau des maux de la civilisation

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2014/06/30/preserver-notre-corps-et-notre-cerveau-des-maux-de-la-civilisation/>



L'exercice régulier : un remède contre l'anxiété

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2013/07/15/lexercice-regulier-un-remede-contre-lanxiete/>

Les médecins du Québec peuvent maintenant prescrire de l'activité physique
4 septembre **2015**

<http://ici.radio-canada.ca/nouvelles/societe/2015/09/04/001-medecins-activite-physique-prescription-pierre-lavoie-quebec.shtml>

Doctors in Scotland can now prescribe nature to their patients
Take one long stroll, four times a week.
12 October, **2018**

<https://bigthink.com/personal-growth/doctors-in-shetland-can-now-prescribe-a-walk-in-nature?rebellitem=1#rebellitem1>

September 30, 2015

Does exercise change your brain?

http://mindblog.dericbownds.net/2015/09/does-exercise-change-your-brain.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+Mindblog+%28MindBlog%29

“...the most physically active elderly volunteers [...] **had better oxygenation and healthier patterns of brain activity** than the more sedentary volunteers — especially in parts of the brain, including the **hippocampus**, that are known to be involved in improved memory and cognition, and in connecting different brain areas to one another.”

March 04, 2016

New nerve cells in the brain generated best by sustained aerobic exercise

http://mindblog.dericbownds.net/2016/03/new-nerve-cells-in-brain-generated-best.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+Mindblog+%28MindBlog%29

« in rats, that **aerobic exercise is much more effective** than high-intensity interval training or resistance training in **enhancing generation of new nerve cells** in the hippocampus of the adult rat brain. »

November 12, 2018

Even a 10 minute walk can boost your brain

http://mindblog.dericbownds.net/2018/11/even-10-minute-walk-can-boost-your-brain.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+Mindblog+%28MindBlog%29

A single 10-min bout of very light-intensity exercise (30%V̇O₂peak) results in rapid enhancement in pattern separation and an increase in functional connectivity between hippocampal DG/CA3 and cortical regions (i.e., parahippocampal, angular, and fusiform gyri). Importantly, the magnitude of the enhanced functional connectivity predicted the extent of memory improvement at an individual subject level.

These results suggest that brief, very light exercise rapidly enhances hippocampal memory function, possibly by increasing DG/CA3–neocortical functional connectivity.

Rapid stimulation of human dentate gyrus function with acute mild exercise

Kazuya Suwabe et al.

PNAS **October 9, 2018** 115 (41) 10487-10492;

<http://www.pnas.org/content/115/41/10487>

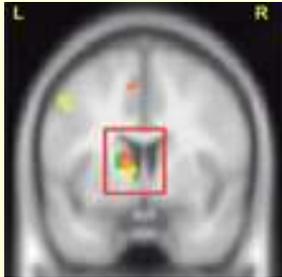
Danser pour se soigner

5 décembre 2018

<https://www.ledevoir.com/culture/danse/542856/la-douce-revolution-scientifique-de-la-danse?fbclid=IwAR3vW2Eiquwgg6ELmt16yyPOQyan6TUJE2v-mjCmUaSRXf2w4NnqgMeoFJk>

...Les danseurs le savent d'expérience, depuis des lunes ; la science le dit maintenant aussi : **la danse favorise la socialisation, le dialogue, la gestion des émotions et le développement de l'empathie.** Mais les bienfaits s'additionnent.

4) activités intellectuelles stimulantes (travail, passion, loisirs...)



Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Apprendre à piquer la curiosité

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2011/04/11/apprendre-a-piquer-la-curiosite/>

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

19 novembre 2018

Des facultés cognitives utiles aux échecs... et dans la vie

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2018/11/19/7707/>



5) l'importance du sommeil



La mémoire et l'oubli

<http://www.franceinter.fr/emission-sur-les-epaules-de-darwin-la-memoire-et-loubli-1>

Sleep promotes branch-specific formation of dendritic spines after learning *Science* 6 June 2014:

These findings indicate that **sleep has a key role in promoting learning-dependent synapse formation and maintenance** on selected dendritic branches, which contribute to **memory storage**.

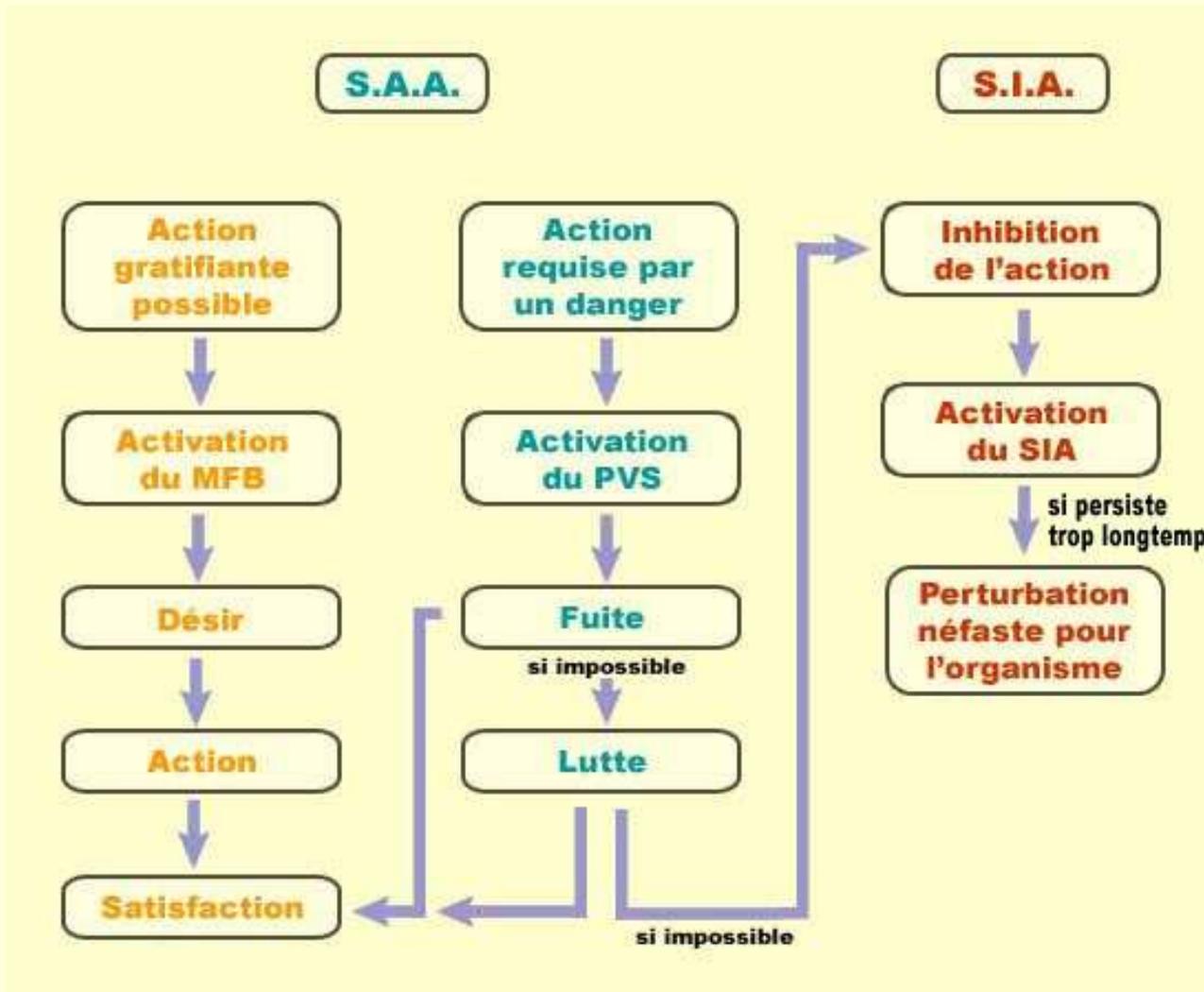
Le manque de sommeil fait le lit d'Alzheimer

Par [Elena Sender](#) le **08.01.2018**

https://www.sciencesetavenir.fr/sante/sommeil/le-manque-de-sommeil-augmente-le-risque-de-maladie-d-alzheimer_119620?utm_content=buffereabbd&utm_medium=social&utm_source=facebook.com&utm_campaign=buffer

Le manque de sommeil favoriserait la pathologie d'Alzheimer en augmentant la production de peptide bêta-amyloïde dans le cerveau, selon une équipe américaine.

6) absence de stress chronique (inhibition de l'action)



Monday, February 22,
2016

A mindfulness meditation intervention enhances connectivity of brain executive and default modes and **lowers inflammation markers.**

http://mindblog.dericbownds.net/2016/02/a-mindfulness-meditation-intervention.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+Mindblog+%28MindBlog%29

How Nature Can Make You Kinder, Happier, and More Creative

By [Jill Suttie](#) | March 2, **2016**

http://greatergood.berkeley.edu/article/item/how_nature_makes_you_kinder_happier_more_creative

Being in nature decreases stress

View through a window may influence recovery from surgery.

by Roger S. Ulrich **April 27, 1984**

<https://mdc.mo.gov/sites/default/files/resources/2012/10/ulrich.pdf>

Pictures of green spaces make you happier.

March 22, **2016**

http://mindblog.dericbownds.net/2016/03/pictures-of-green-spaces-make-you.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+Mindblog+%28MindBlog%29

→ viewing pictures of green versus built urban areas enhances parasympathetic nervous system activity that is **calming and restorative**.

Les espaces verts prolongent la vie des Canadiens

11 octobre **2017**

<http://www.ledevoir.com/environnement/actualites-sur-l-environnement/510190/les-espaces-verts-prolongent-la-vie-des-canadiens-selon-une-etude>

Six règles pour régénérer son cerveau

Pierre-Marie Lledo Neurobiologiste, Institut Pasteur

September 13, 2016

<https://theconversation.com/six-regles-pour-regenerer-son-cerveau-65294>

1) il faut s'ouvrir au changement et fuir la routine. Socrate nous dit : la sagesse commence avec l'émerveillement. On parle ici de l'émerveillement d'apprendre et de comprendre.

2) qui sait mais n'a pas compris, est condamné à l'anxiété. En tant que sujet je deviens un spectateur, au lieu d'être un acteur. Il est important, pour nous tous, de trier l'information utile, c'est-à-dire l'information qui nous fait comprendre, et de laisser de côté l'information futile, qui nous fait juste savoir.

3) gardons-nous de la tentation facile des anxiolytiques et des somnifères. En prenant ces médicaments de façon chronique, vous ne pouvez plus satisfaire au premier principe.

4) lutter contre la sédentarité. Il existe une corrélation directe entre l'activité musculaire et la production de nouveaux neurones. Alors, choisissez la marche, plutôt que le métro ou la voiture.

5) S'exposer aux autres : plus vous allez cultiver votre altérité, fuir l'isolement, plus votre cerveau sera enclin à produire de nouveaux neurones.

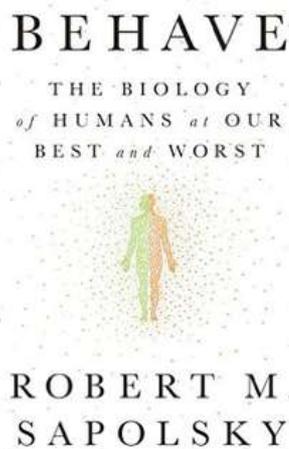
Joël de Rosnay sur l'épigénétique (2013)

<https://www.youtube.com/watch?v=XTyhB2QgjKg>

ou comment nos comportements affectent l'expression de nos gènes

« En d'autres termes, l'épigénétique est la modulation de l'expression de nos gènes en fonction de notre comportement relatif à **5 éléments** connectés constamment dans nos vies de tous les jours:

1. Notre **alimentation**, ce que nous mangeons, notre façon de nous nourrir nous et les centaines de milliers de milliards de microbes qui constituent en majeure partie chacun de nous
2. Une **activité physique** appropriée
3. Notre façon personnelle de **gérer le stress** (nos pensées influent également sur l'expression de nos gènes)
4. **Le plaisir dans ce que nous faisons**
5. Un **réseau social**, amical et familial qui nous rendent heureux »



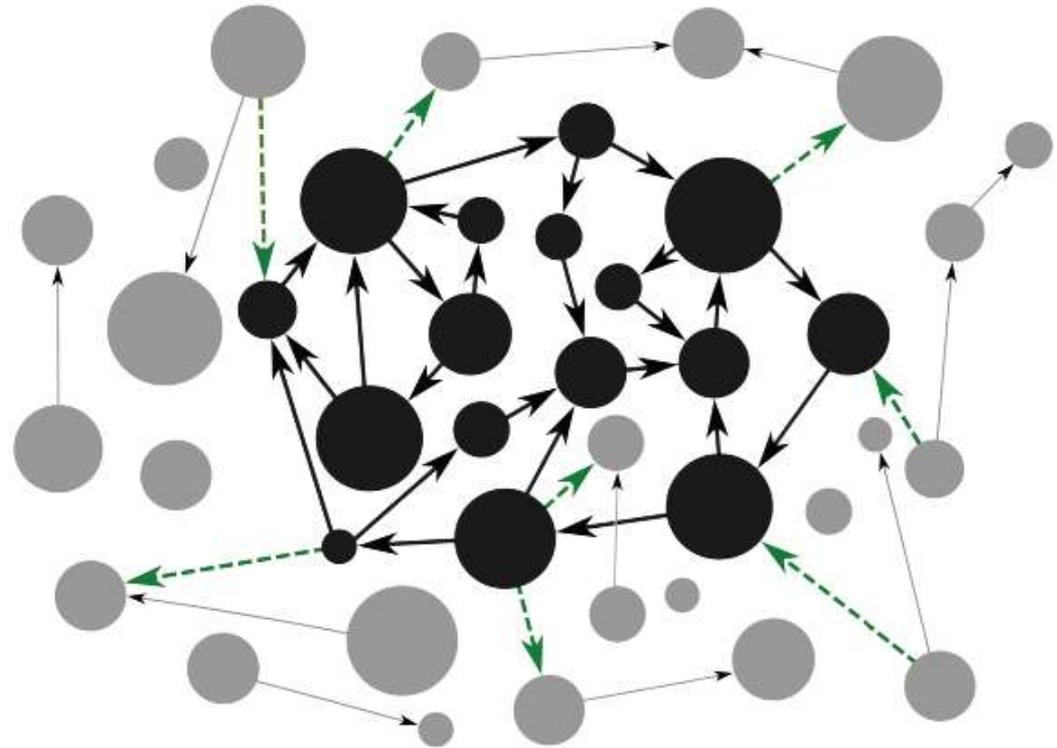
Genes have plenty to do with behavior. Even more appropriately, all behavioral traits are affected to some degree by genetic variability.⁶⁵ They have to be, given that they specify the structure of all the proteins pertinent to every neurotransmitter, hormone, receptor, etc. that there is. And they have plenty to do with individual differences in behavior, given the large percentage of genes that are polymorphic, coming in different flavors. But their effects are supremely context dependent. Ask not what a gene does. Ask what it does in a particular environment and when expressed in a particular network of other genes (i.e., gene/gene/gene/gene . . . /environment).

En noir :

Le réseau de gènes

que forme notre génom

où l'expression de chaque gène est régulé par de nombreux facteurs environnementaux (en gris).



En guise de mot de la fin :

Maladies neurologiques McGill mise sur l'approche « science ouverte »

<http://www.ledevoir.com/societe/science-et-technologie/463234/maladies-neurologiques-mcgill-mise-sur-l-approche-science-ouverte>

« On parle de la maladie de Parkinson, dit-elle, mais on devrait plutôt parler des **maladies de Parkinson** ! »

[et c'est sans doute la même chose pour l'Alzheimer...]

Ainsi, les spécialistes estiment qu'il pourrait y avoir possiblement **une dizaine de formes de maladie de Parkinson**, ou possiblement **une dizaine de mécanismes** qui font que quelqu'un développe à la fin les mêmes symptômes.

« C'est dire qu'**aucun médicament ne pourra à lui seul servir contre ces dix mécanismes** », souligne Viviane Poupon.

Lundi, 6 octobre 2014

Alzheimer : amélioration de la mémoire pour la première fois

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2014/10/06/alzheimer-amelioration-de-la-memoire-pour-la-premiere-fois/>

L'Alzheimer résiste à tous les médicaments jusqu'ici conçus pour la traiter. Aucun n'a encore réussi à en arrêter la progression ou même à la ralentir. Tout au plus certains en réduisent-ils certains symptômes.

Et dans la dernière décade seulement, on estime à un milliard de dollars les sommes englouties pratiquement en vain dans les essais cliniques de ces médicaments.

Mais...

LE CERVEAU A NOS LES NIVEAUX

Social

Psychologique

Cérébral

Cellulaire

Moléculaire



Je vous remercie
de votre attention !