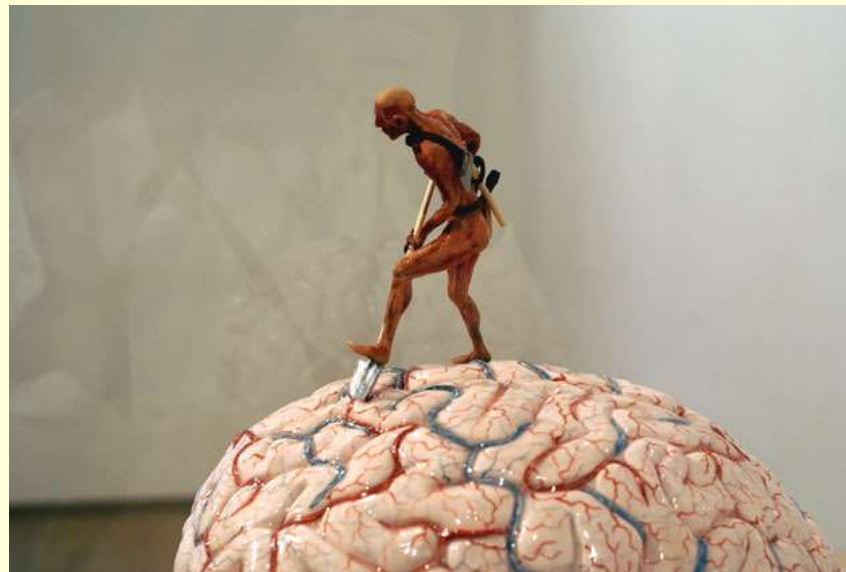


École des profs



Mercredi 10 octobre 2017

## Perspective évolutive sur l'apprentissage et cognition incarnée



# 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 mania-co-dépression
- Les troubles anxieux
- La démence de type Alzheimer

## Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Chercher dans le blogue

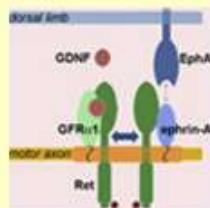
Envoyer

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

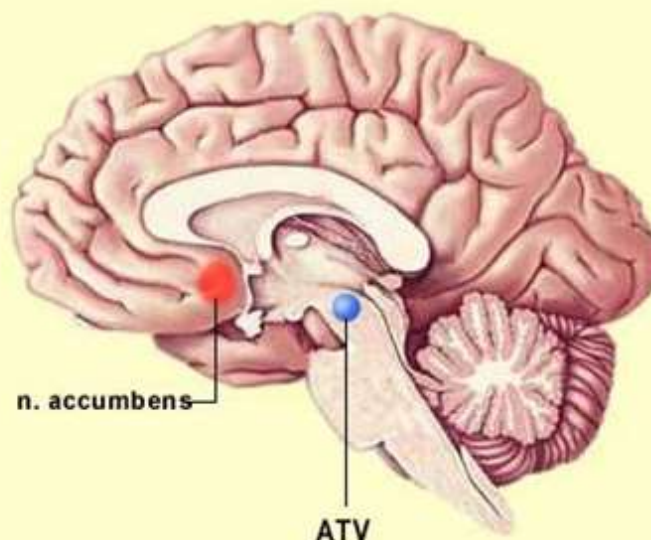


Un stimulus sensoriel qui n'apporte ni récompense ni punition est rapidement ignoré et oublié. C'est le phénomène de l'habituation qui nous fait oublier le contact de nos vêtements avec notre peau ou le tic tac de l'horloge du bureau.

## LES CENTRES DU PLAISIR

1

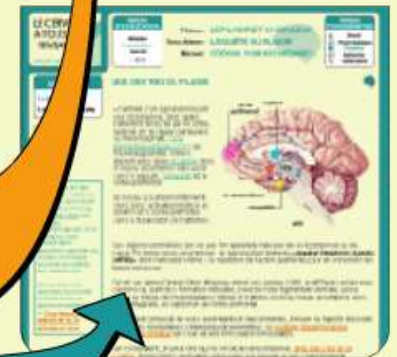
Pour qu'une espèce survive, ses individus doivent en premier lieu assurer leurs fonctions vitales comme se nourrir, réagir à l'agression et se reproduire. L'évolution a donc mis en place dans notre cerveau des régions dont le rôle est de "récompenser" l'exécution de ces fonctions vitales par une sensation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



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

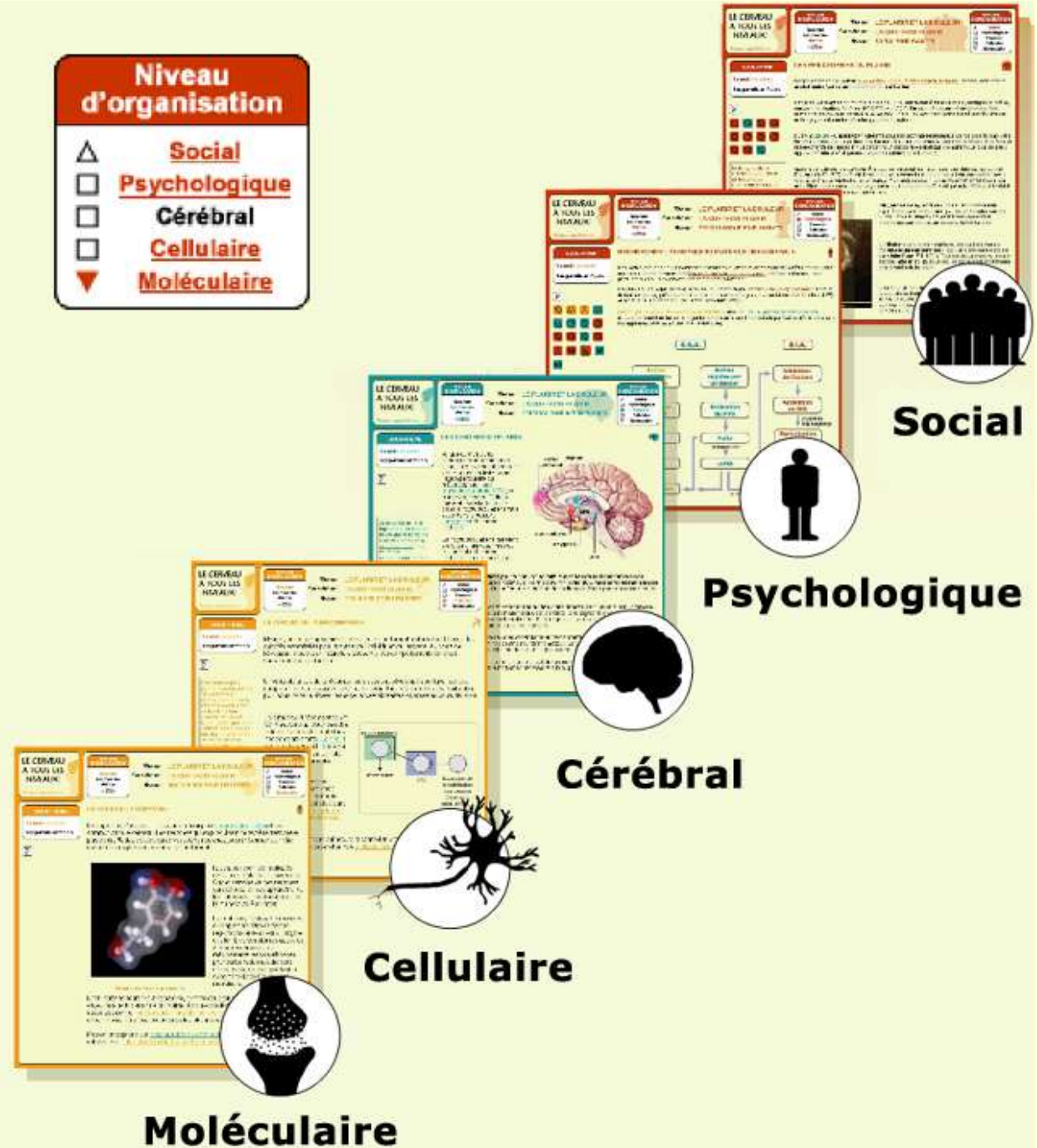
**L'aire tegmentale ventrale (ATV)**, un groupe de neurones situés en plein centre du cerveau, est particulièrement importante dans ce circuit. Elle reçoit de l'information de plusieurs autres régions qui l'informent du niveau de satisfaction des besoins fondamentaux ou plus spécifiquement humains.

# 3 niveaux d'explication





# 5 niveaux d'organisation



[www.upopmontreal.com](http://www.upopmontreal.com)

# DES COURS DONNÉS DANS **GRATUITS** les BARS et les CAFÉS

**Révolution féministe**  
De la chambre à coucher, à l'économie de marché

**Plein gaz sur le schiste**

**Introduction à l'écologie sonore**

**L'éthique dans l'assiette**

**Parlons cerveau**

**La Mort se raconte**

neurons univers mécanique quantique  
Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur...  
**Les trois infinis : le petit, le grand et le complexe**

Les séances, présentées par Bruno Dubuc, ont lieu au bar Les Pas Sages, 951, rue Rachel Est, les lundis suivants à 19 h :

**11 mai** L'infinitement complexe : le labyrinthe de nos réseaux cérébraux  
Tous les détails au [www.upopmontreal.com](http://www.upopmontreal.com)





## Université du troisième âge

[Accueil](#) [Programmes](#) [Bénévolat](#) [UTA en bref](#) [L'UTA et vous...](#) [Étudiants](#) [Professeurs](#) [Partenaires](#) [Personnel](#) [Nous joindre](#)



[Français](#) | [English](#)

UQAM

Faculté des sciences humaines  
**Institut des sciences cognitives**

UQAM > Institut des sciences cognitives

Chercher dans uqam.ca



[Accueil](#)

[L'Institut](#)

[Études](#)

[Recherche](#)

[Membres](#)

[Communication](#)

[Nous contacter](#)

**ISC8000 -  
Séminaire d'introduction  
aux sciences cognitives :  
éléments et méthodologie**





# LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

## 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
- Désir, amour, attachement



### 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

Nouveau! "L'école des profs"

- Mode d'emploi
- Visite guidée
- Plan du site
- Diffusion
- Présentations
- Nouveautés
- English

Recherche -> site + blogue

Google Recherche

## Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Accueil du site

Recherche -> blogue

Billets par catégorie

Abonnez-vous!

NOUVELLES RÉCENTES SUR LE CERVEAU

Lundi, 5 septembre 2016

### « La cognition incarnée », séance 1 : survol historique des sciences cognitives et présentation du cours



Comme promis il y a deux semaines, voici donc un bref aperçu du premier cours sur la « cognition incarnée » que je donnerai mercredi à 18h au local A-1745 du pavillon Hubert-Aquin de l'UQAM. Et

### Faire un don

nous permet de continuer

Après nous avoir appuyés pendant plus de dix ans, des resserrements budgétaires ont forcé l'INSMT à interrompre le financement du Cerveau à tous les niveaux le 31 mars 2013.

Malgré tous nos efforts (et malgré la reconnaissance de notre travail par les organismes approchés), nous ne sommes pas parvenus à trouver de nouvelles sources de



# LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

- Mode d'emploi
- Visite guidée
- Plan du site
- Diffusion
- Présentations
- Nouveautés
- **English**

Recherche -> site + blogue

Google™ Recherche |

## Principes fondamentaux



**Du simple au complexe**  
 → Anatomie des niveaux d'organ  
 → Fonction des niveaux d'organ



**Le bricolage de l'évolution**  
 → Notre héritage évolutif



**Le développement de nos fa**  
 → 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



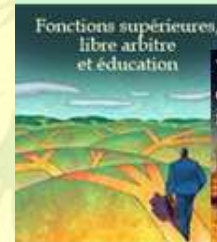
**Le corps en mouvement**  
 → Produire un mouvement volontaire

**Nouveau! "L'école des profs"**

# "L'école des profs"

## Cours intensifs de perfectionnement en neurosciences cognitives

(cliquez ici pour les détails)



Ancienne et nouvelle grammaire de la communication neuronale

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

## Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Accueil du site

Recherche -> blogue

Recherche -> blogue

Billets par catégorie

Abonnez-vous!

NOUVELLES RÉCENTES SUR LE CERVEAU

Lundi, 5 septembre 2016

### « La cognition incarnée », séance 1 : Survol historique des sciences cognitives et présentation du cours



Comme promis il y a deux semaines, voici donc un bref aperçu du premier cours sur la « cognition incarnée » que je donnerai mercredi à 18h au local A-1745 du pavillon Hubert-Aquin de l'UQAM. Et

### Faire un don

nous permet de continuer

Après nous avoir appuyés pendant plus de dix ans, des resserrements budgétaires ont forcé l'INSMT à interrompre le financement du Cerveau à tous les niveaux le 31 mars 2013.

Malgré tous nos efforts (et malgré la reconnaissance de notre travail par les organismes approchés), nous ne sommes pas parvenus à trouver de nouvelles sources de







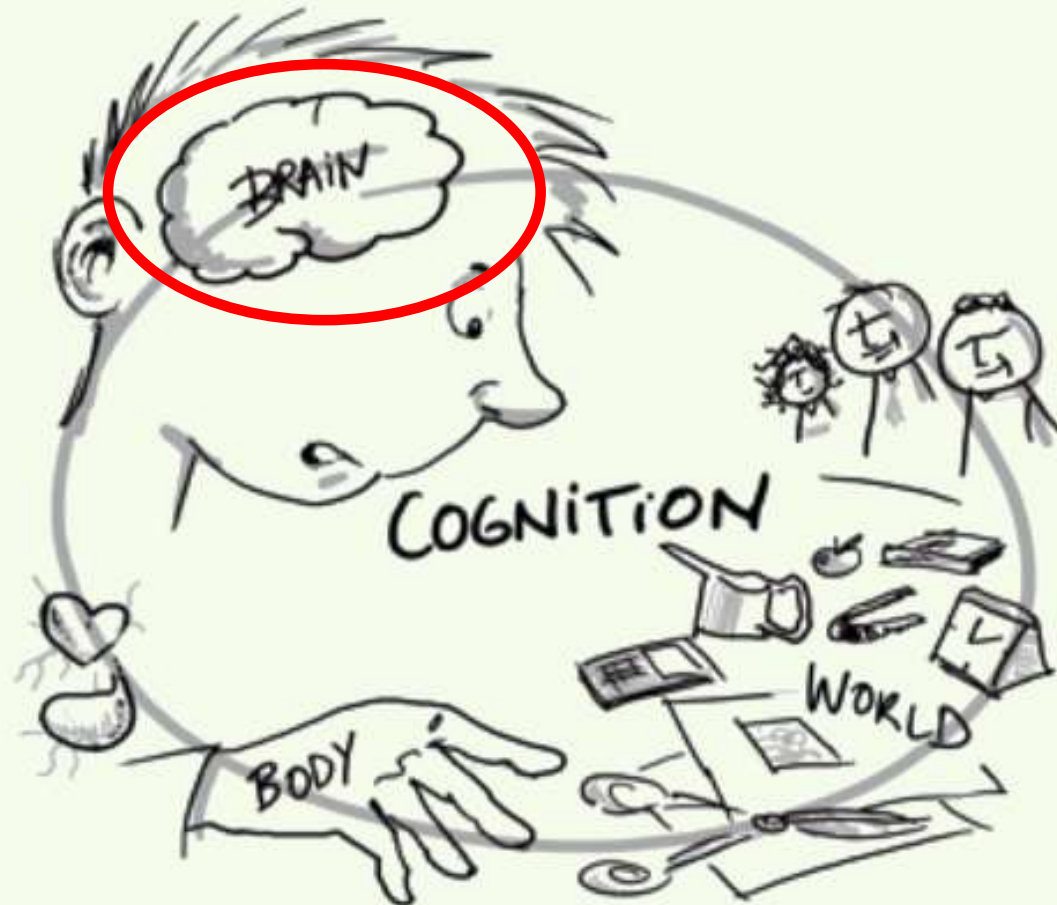
# Plan :

Petite intro sur le Cerveau – Corps - Environnement

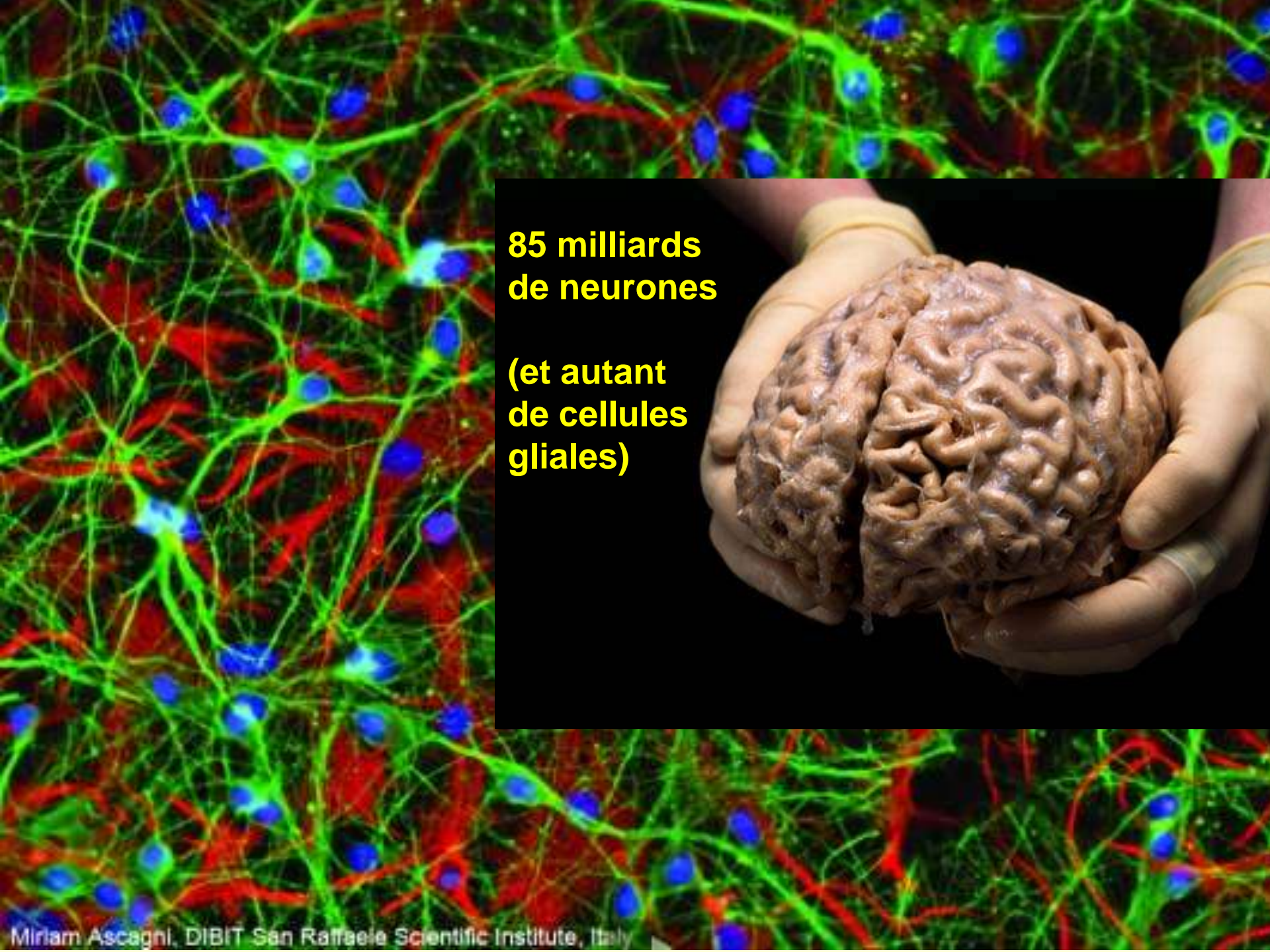
- 1) Perspective évolutive
- 2) sur l'apprentissage
- 3) et cognition incarnée



# Petite intro sur le **Cerveau** – Corps - Environnement



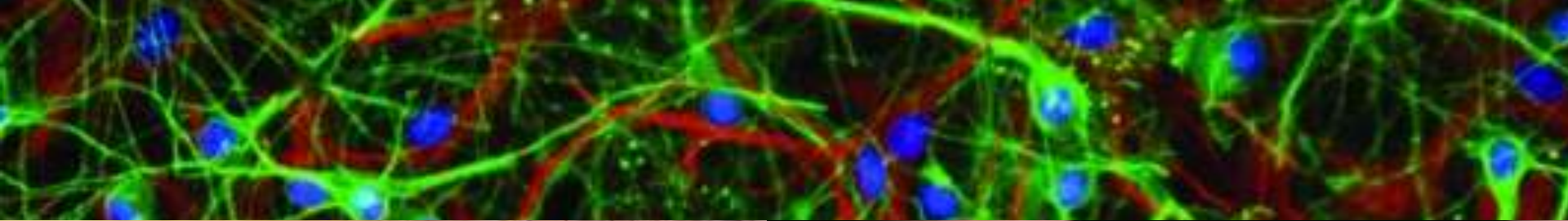




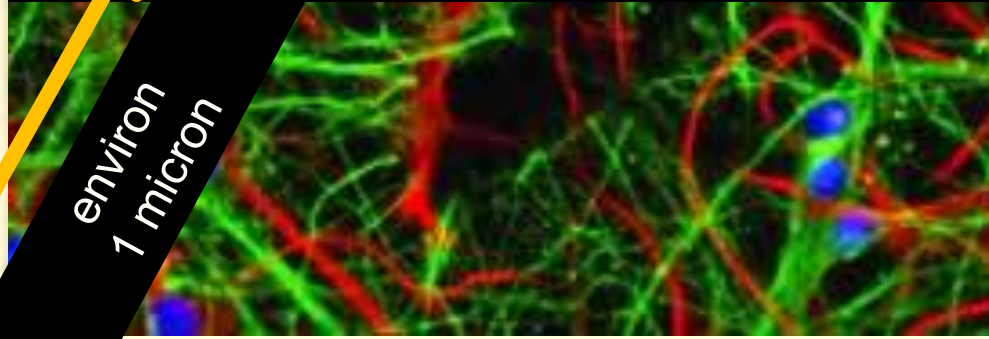
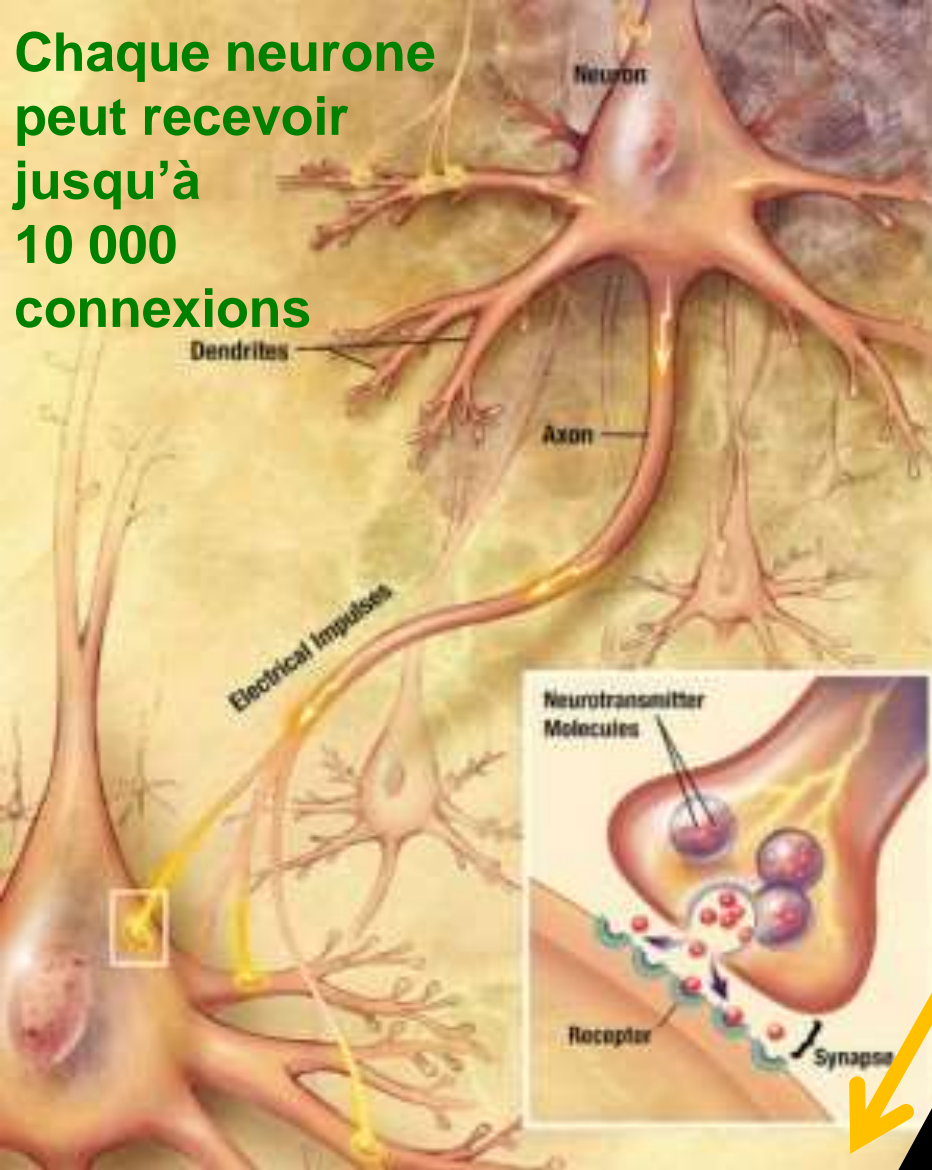
**85 milliards  
de neurones**

**(et autant  
de cellules  
gliales)**

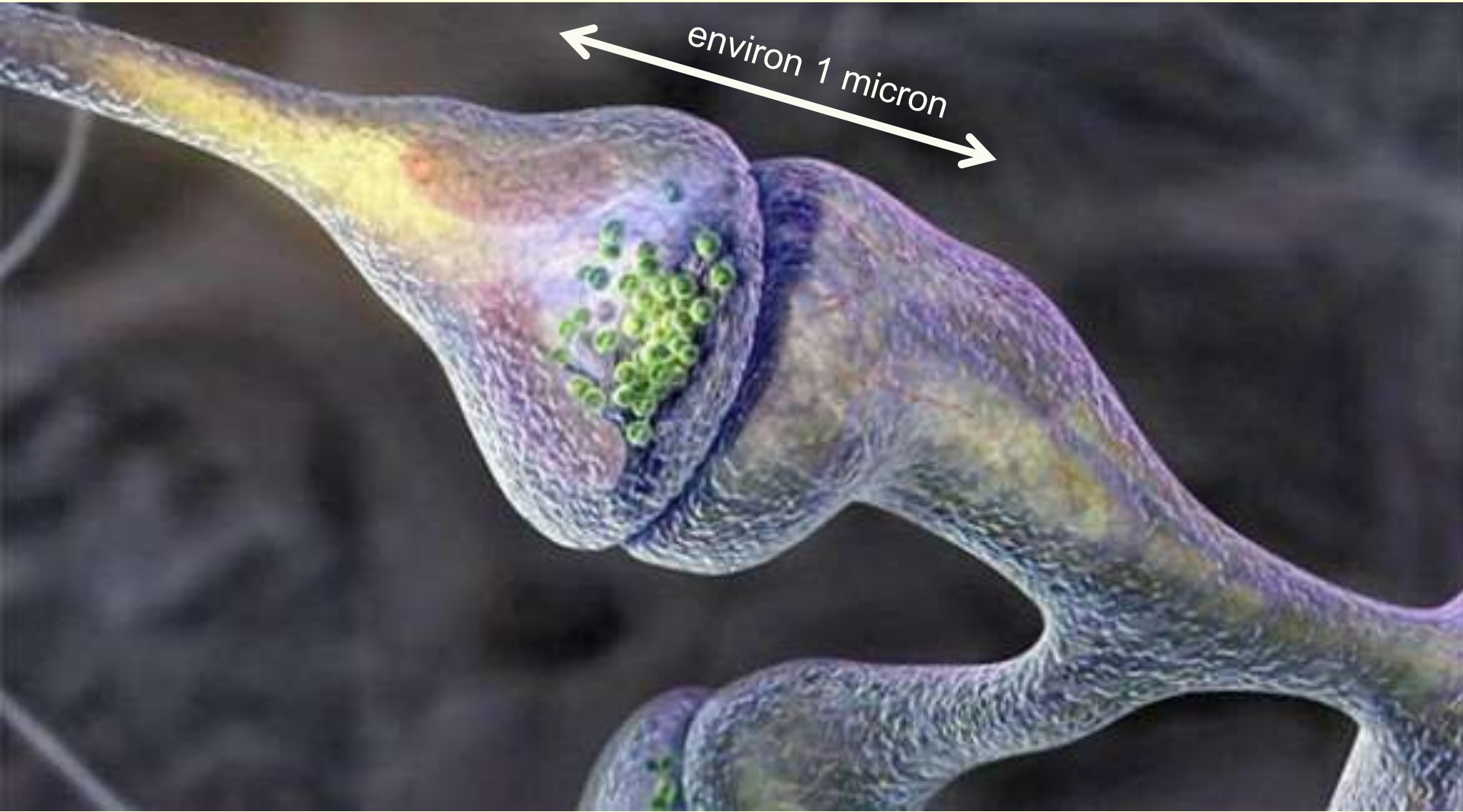




Chaque neurone  
peut recevoir  
jusqu'à  
10 000  
connexions



environ  
1 micron



environ 1 micron

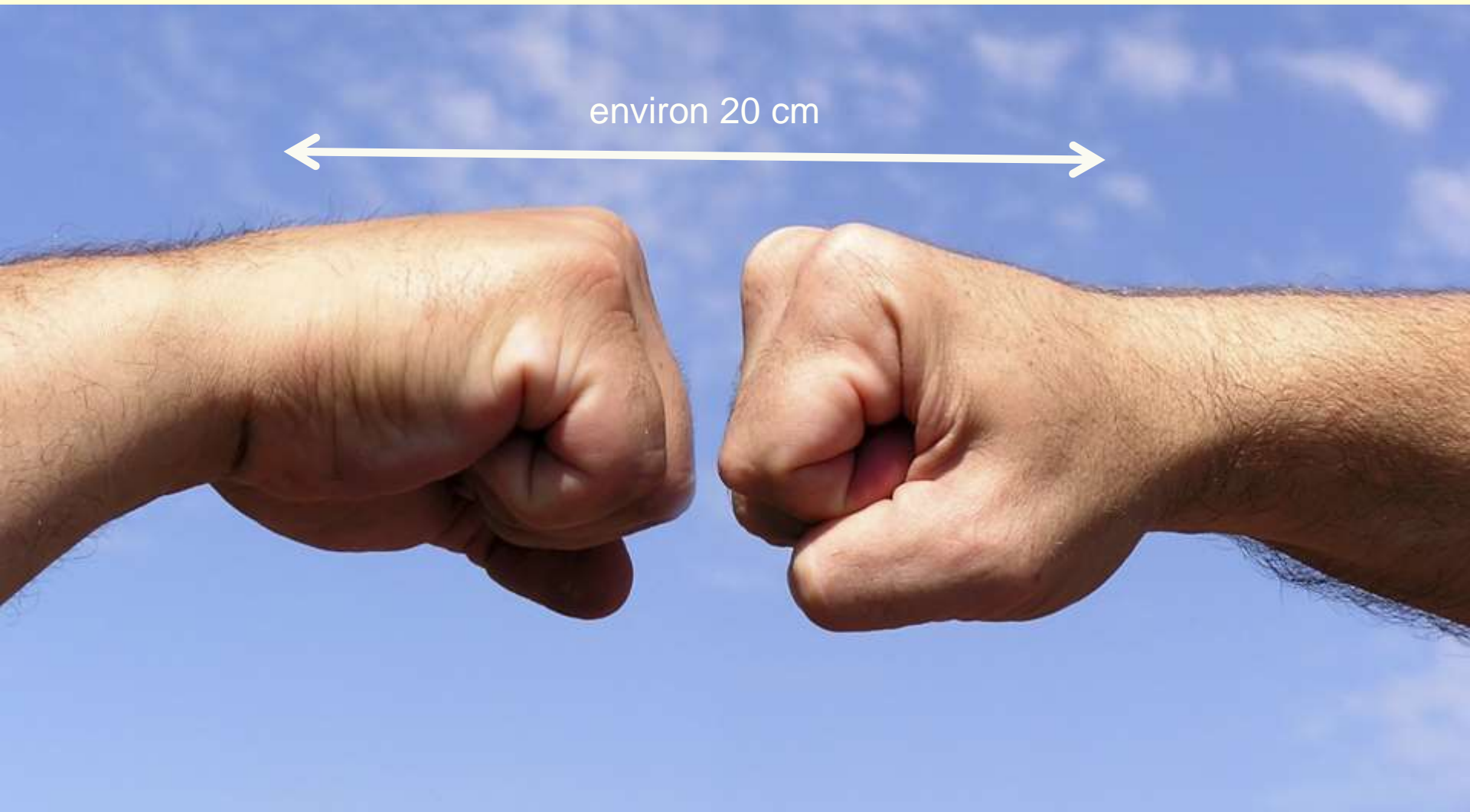




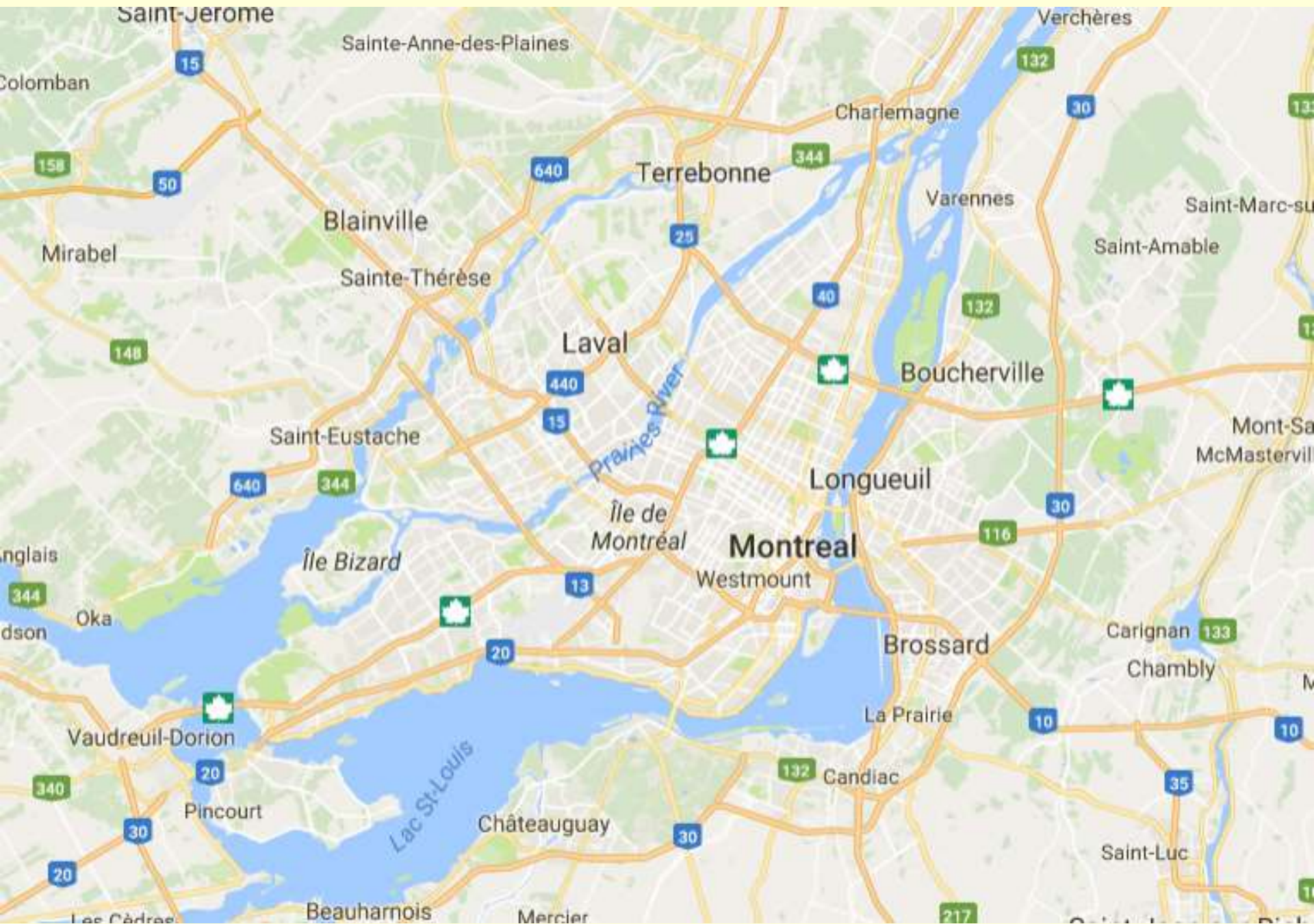
environ 20 cm



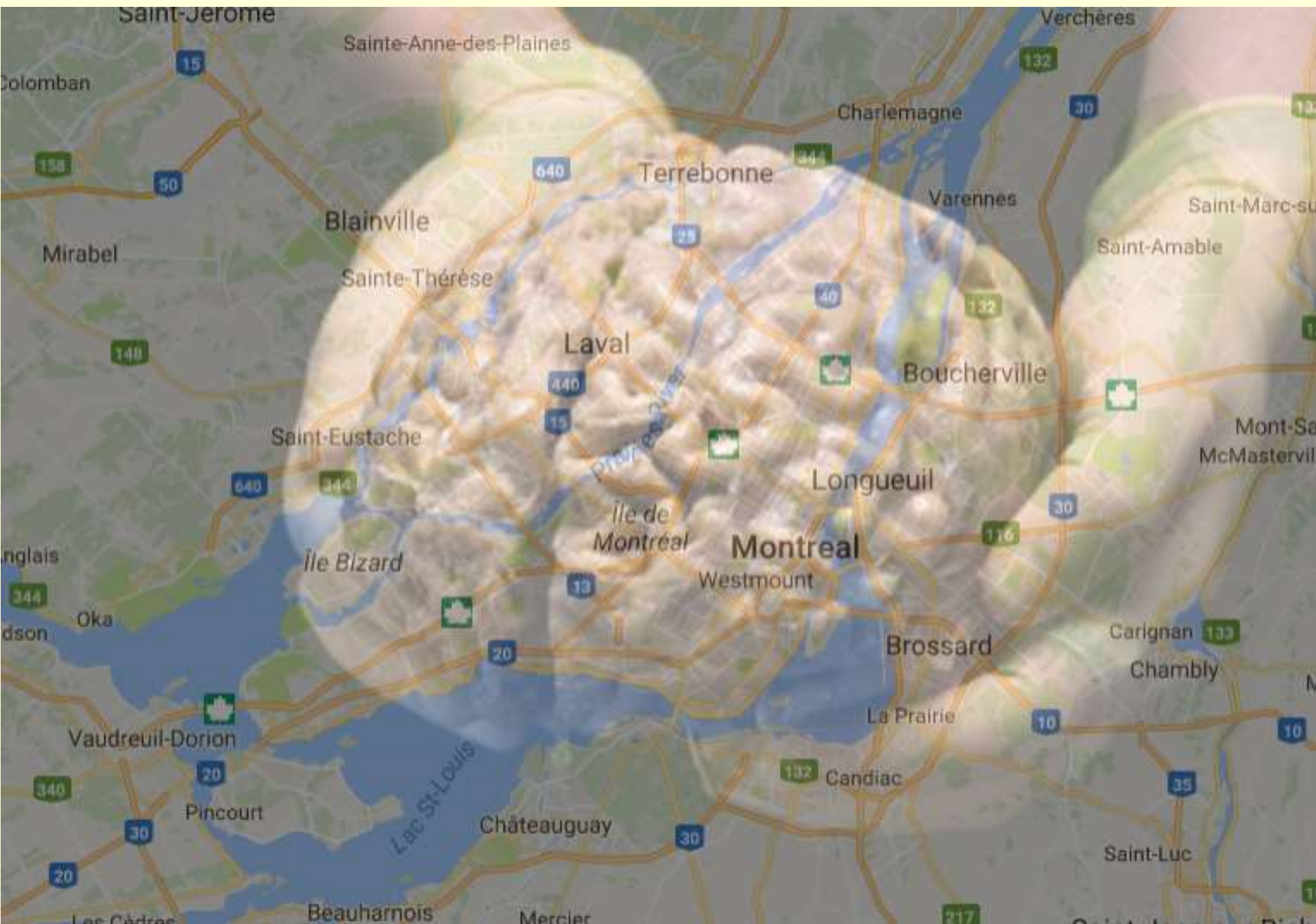
Quelle devrait être la taille d'un cerveau  
dont les synapses auraient la taille de deux poings ?



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



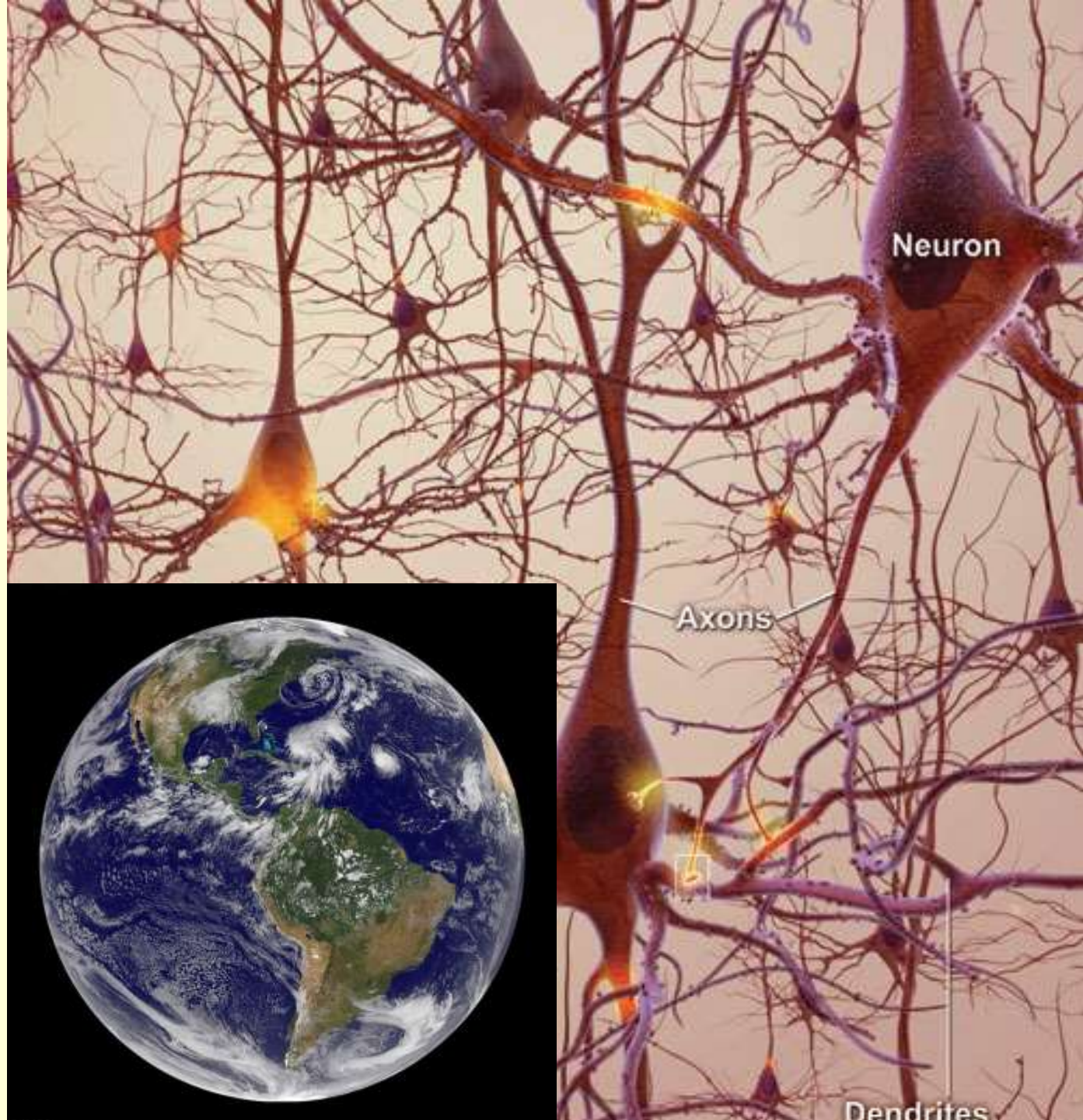






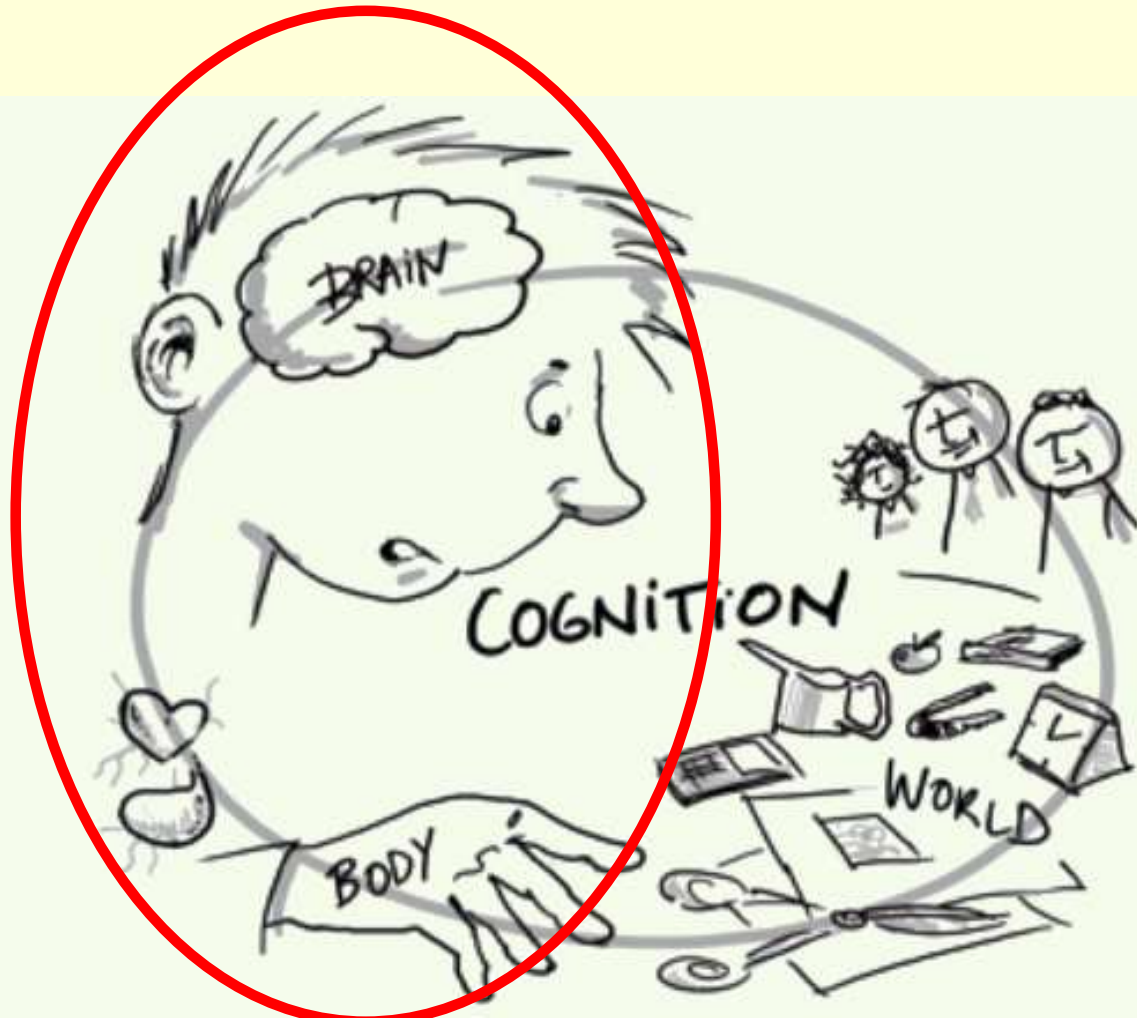
Et si on mettait  
bout à bout tous  
ces petits câbles,

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

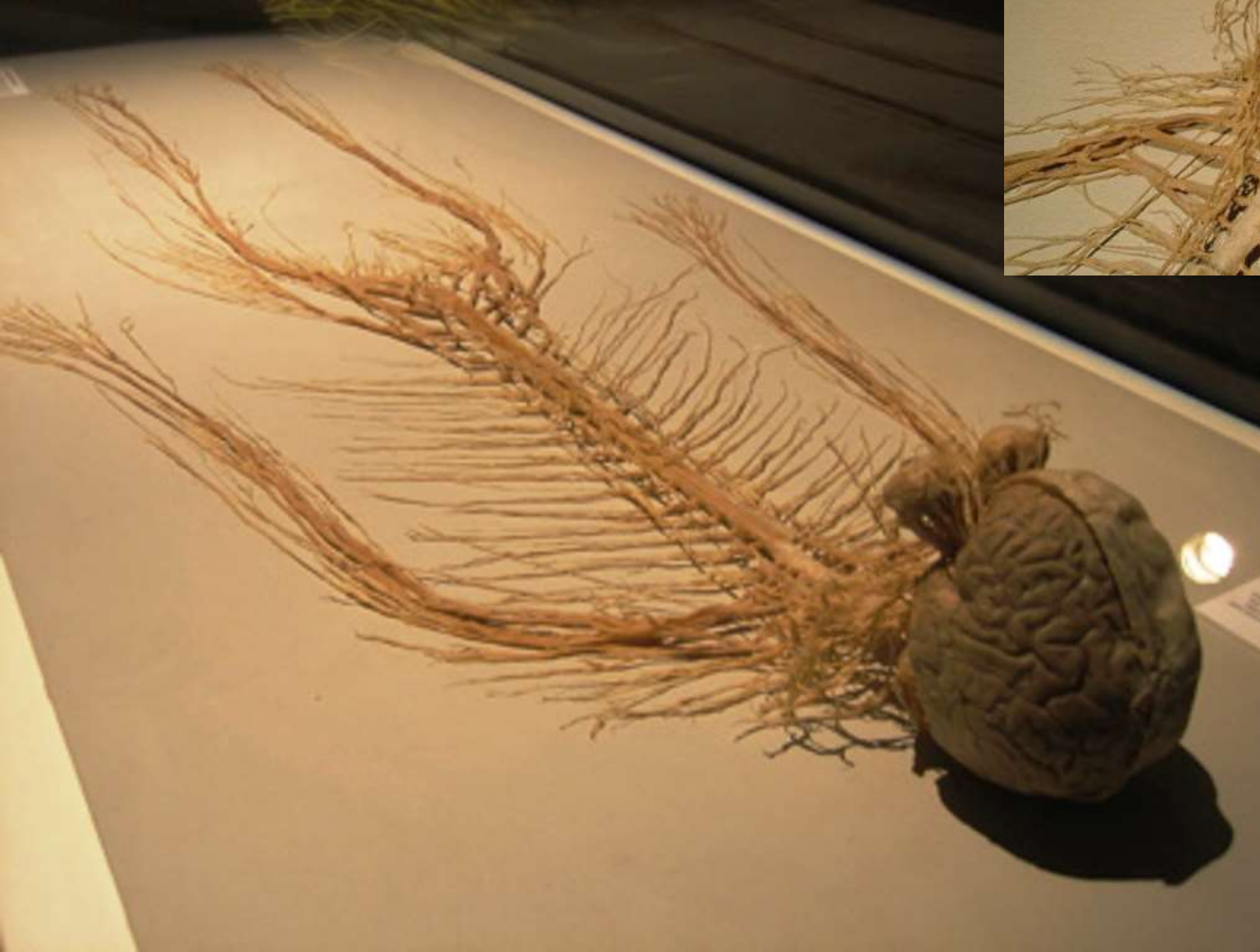




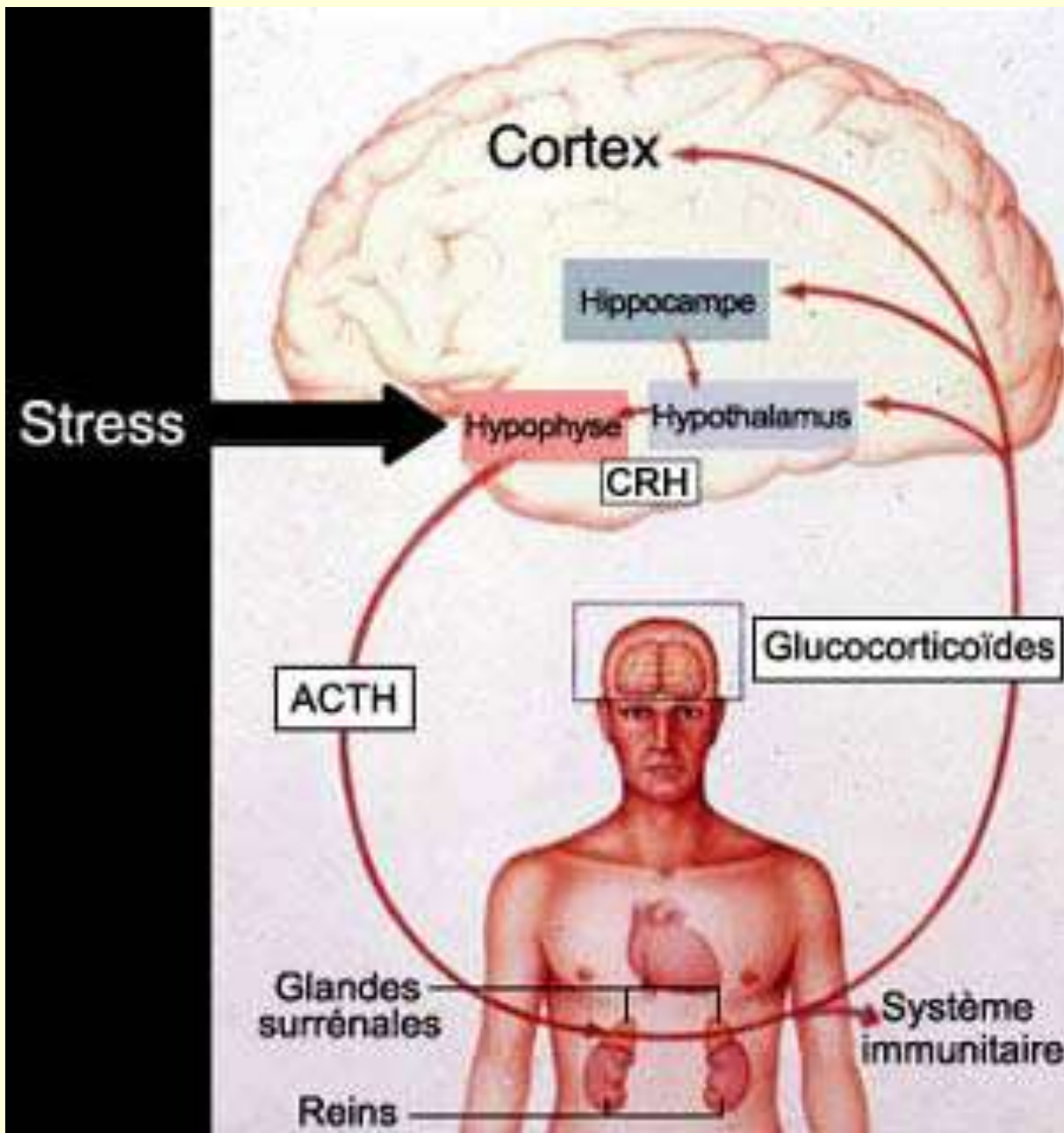
# Petite intro sur le Cerveau – Corps - Environnement



Tous les nerfs du système nerveux **périphérique**  
et des **nerfs crâniens**...





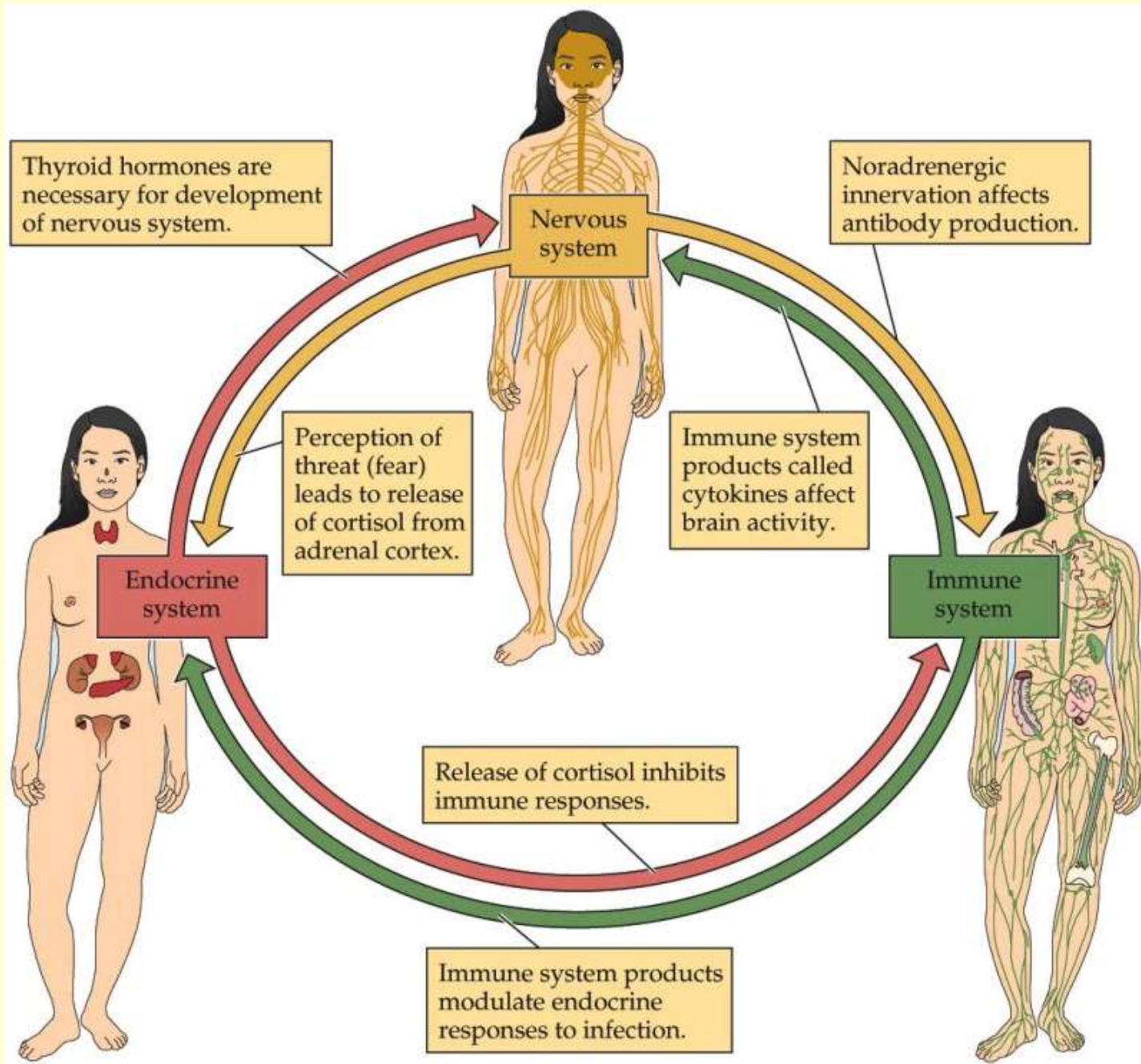


...le **système endocrinien** avec toutes ses hormones

dirigées par l'hypophyse,

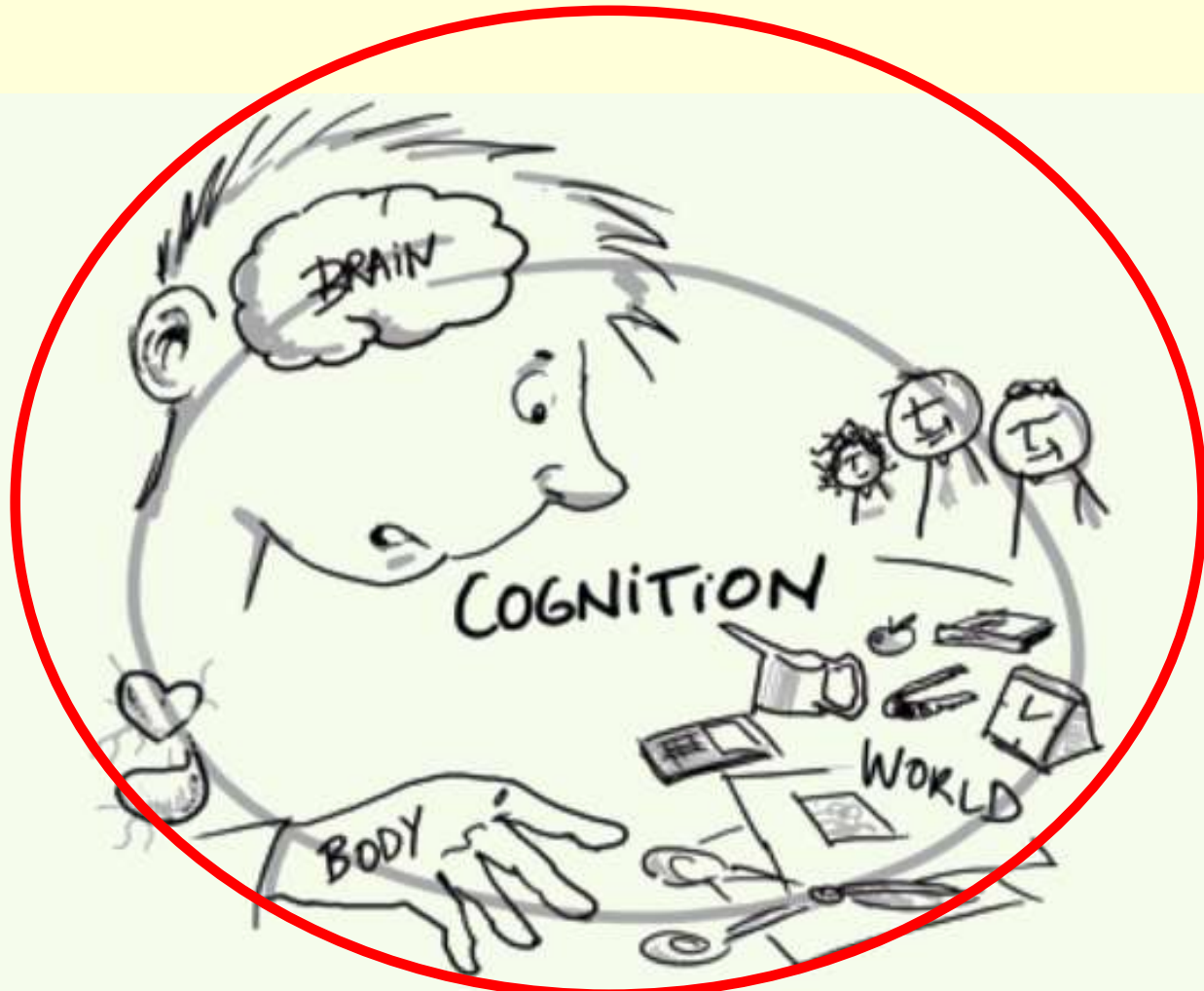
elle-même dirigée par l'hypothalamus...

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





# Petite intro sur le Cerveau – Corps - Environnement





L'environnement physique...







...et l'environnement humain !





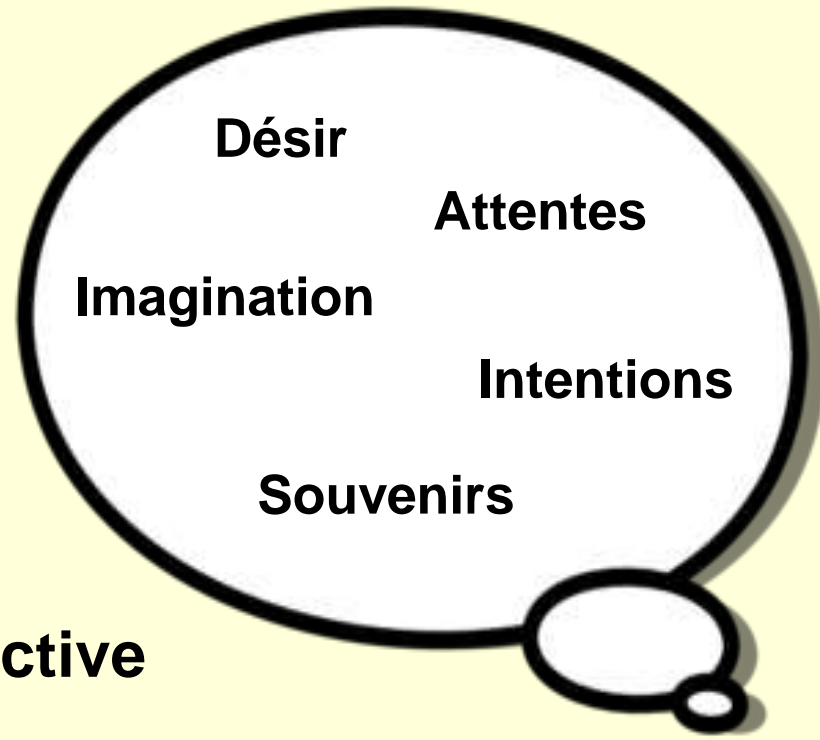


**Langage** : représentations symboliques communes permettant de coordonner nos actions





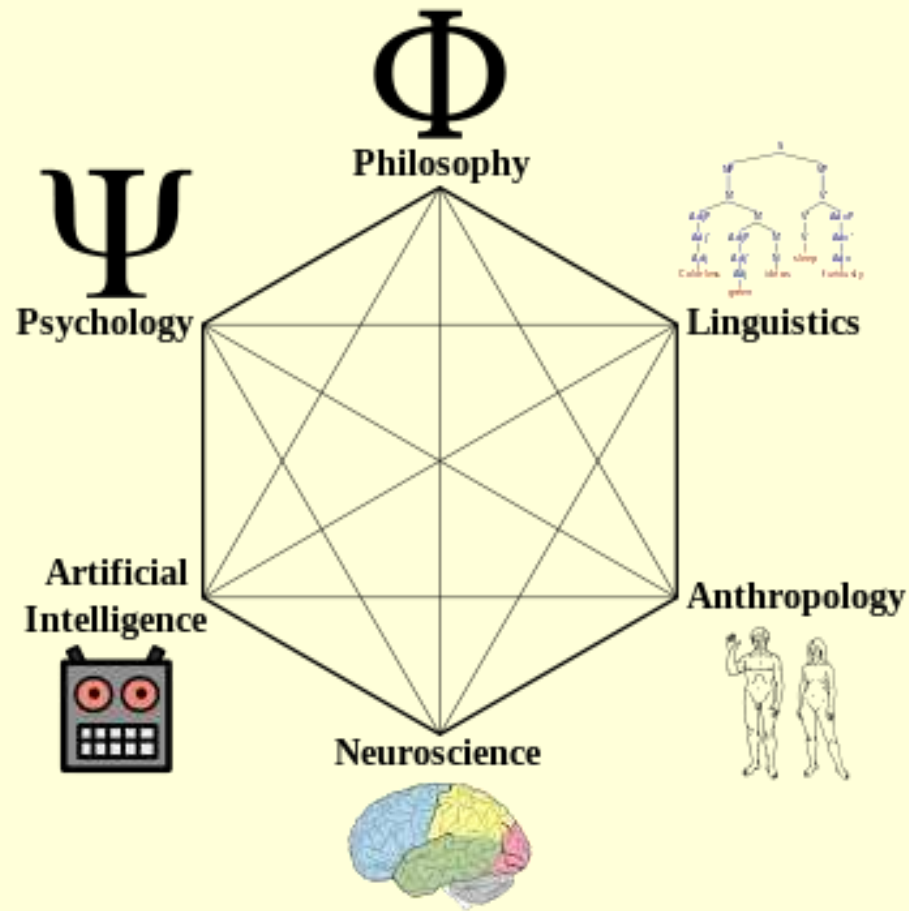
Ce langage tend aussi à « s'intérioriser » pour nommer des affects...



Cette **conscience subjective** est une caractéristique particulière de ces « corps-cerveau » vivants que les sciences cognitives vont tenter d'expliquer...



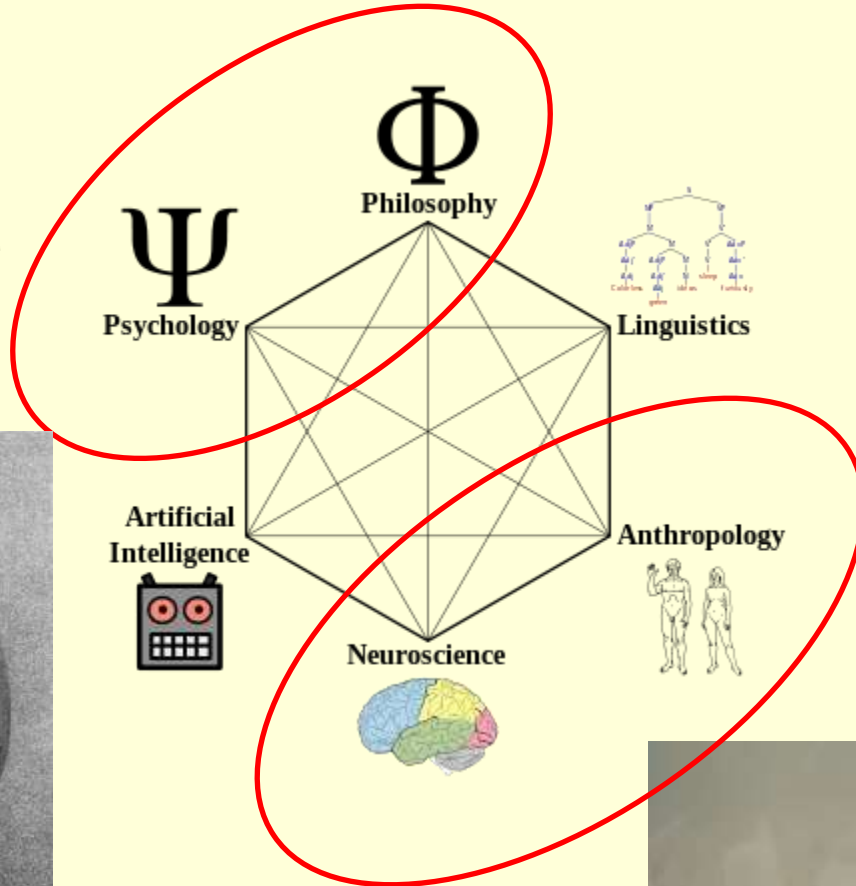
Et c'est ce qui intéresse ce qu'on appelle les « **sciences cognitives** »



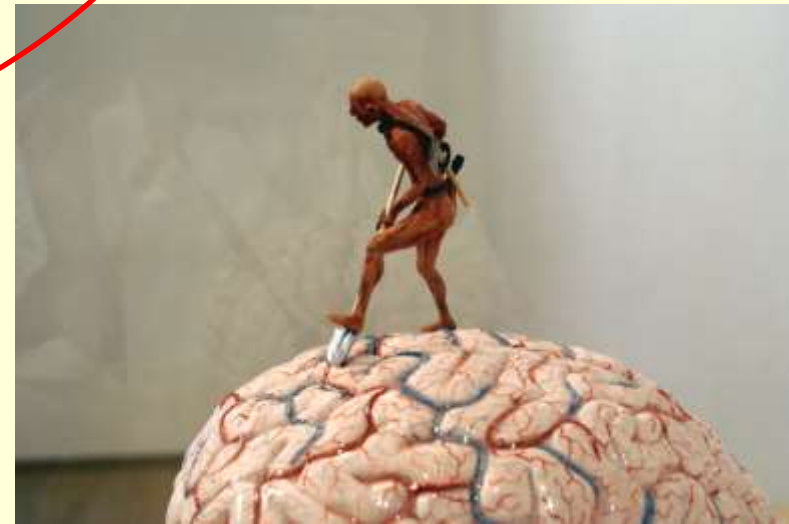


Dont certaines disciplines vont s'intéresser davantage à

l'aspect « subjectif »  
ou à la 1<sup>ère</sup> personne



l'aspect « objectif »  
ou à la 3<sup>e</sup> personne



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





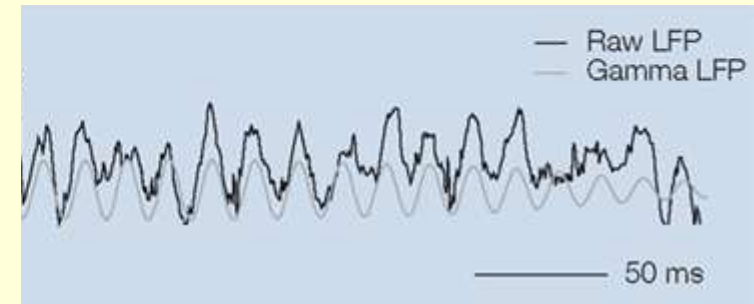
Le rouge que  
l'on ressent à  
la vue de cette  
pomme...

...c'est notre  
sentiment  
« subjectif »  
ou à la 1<sup>ère</sup>  
personne.

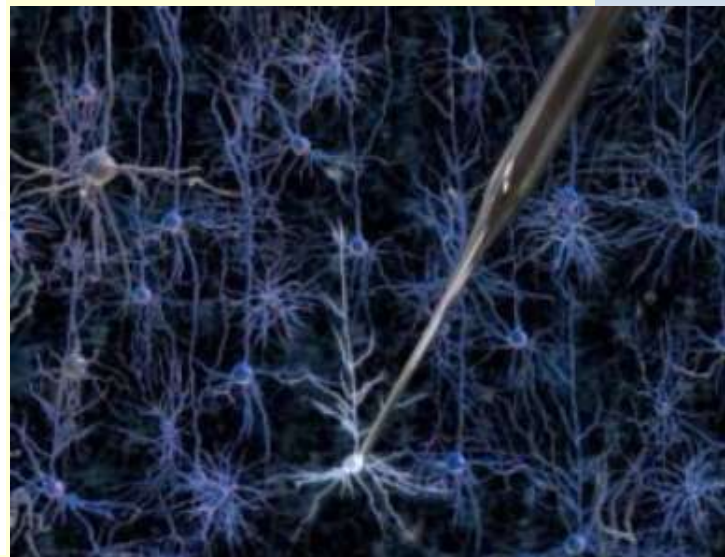
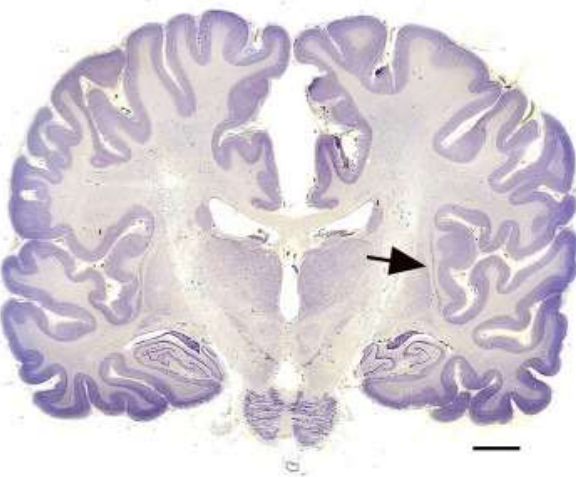


**Mais il est où le rouge dans notre cerveau ?**

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...!

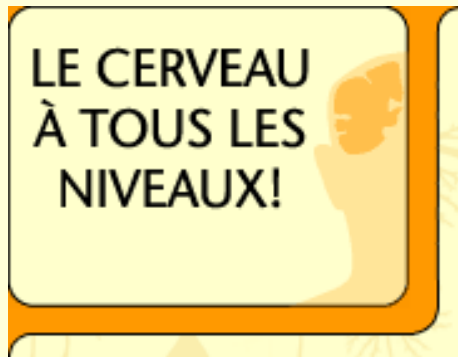


B



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 !**

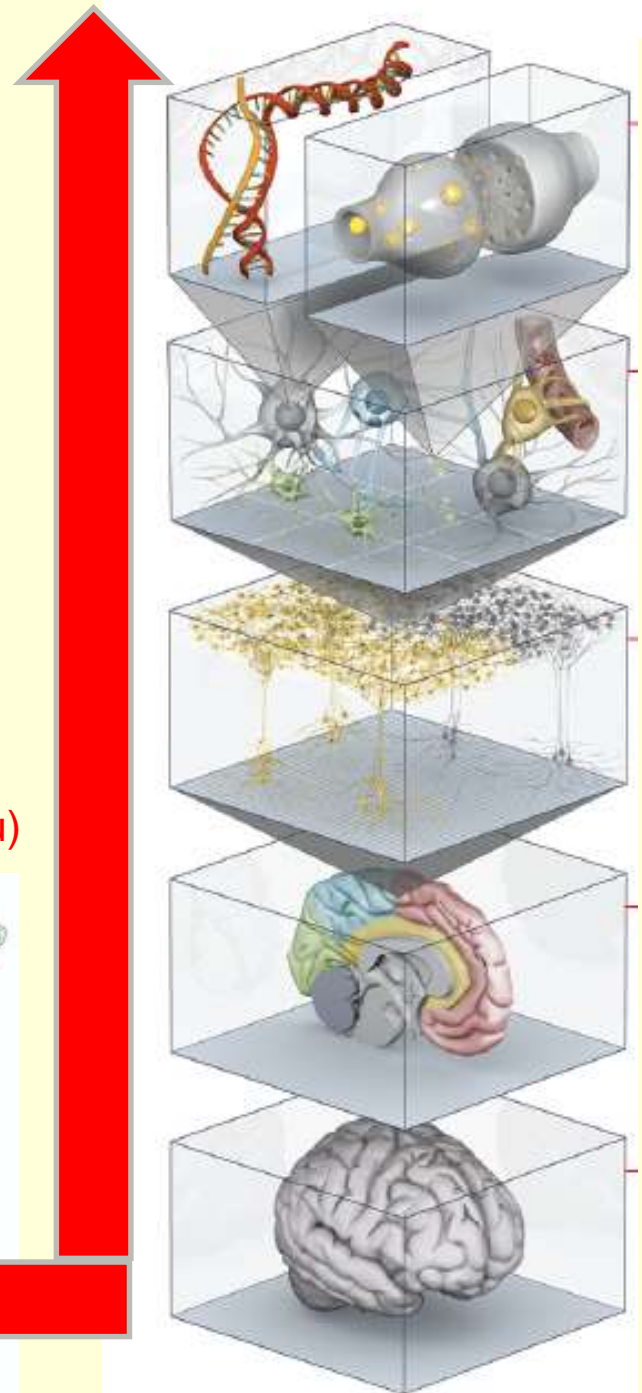
# Nous sommes fait de multiples **niveaux d'organisation**



Le social  
(corps-cerveau-environnement)



L'individu  
(corps-cerveau)





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

Désir

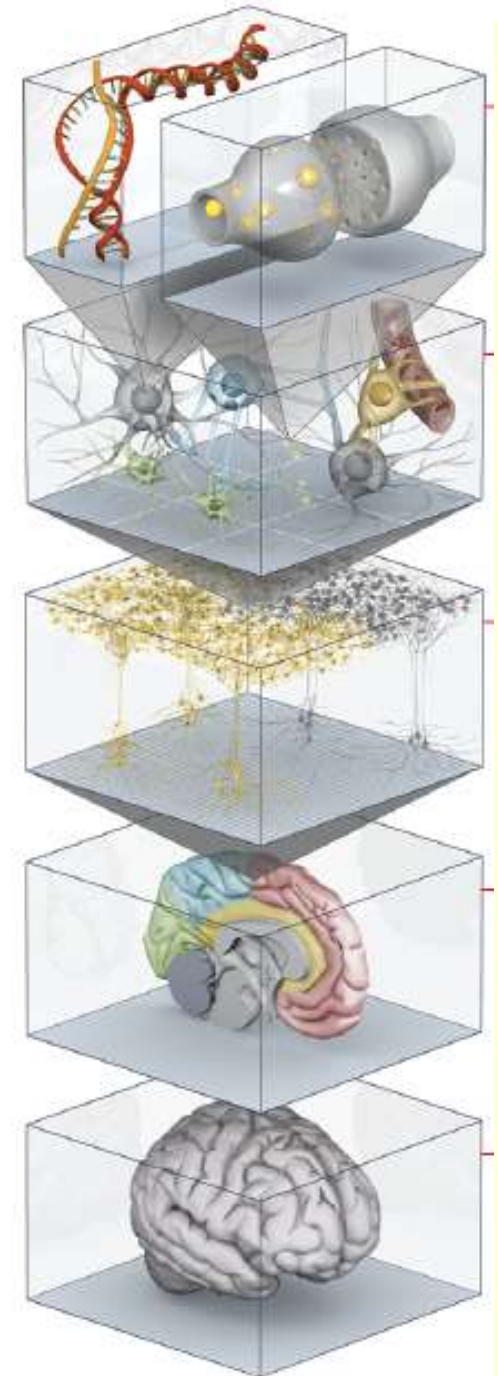
Attentes

Imagination

Intentions

Souvenirs

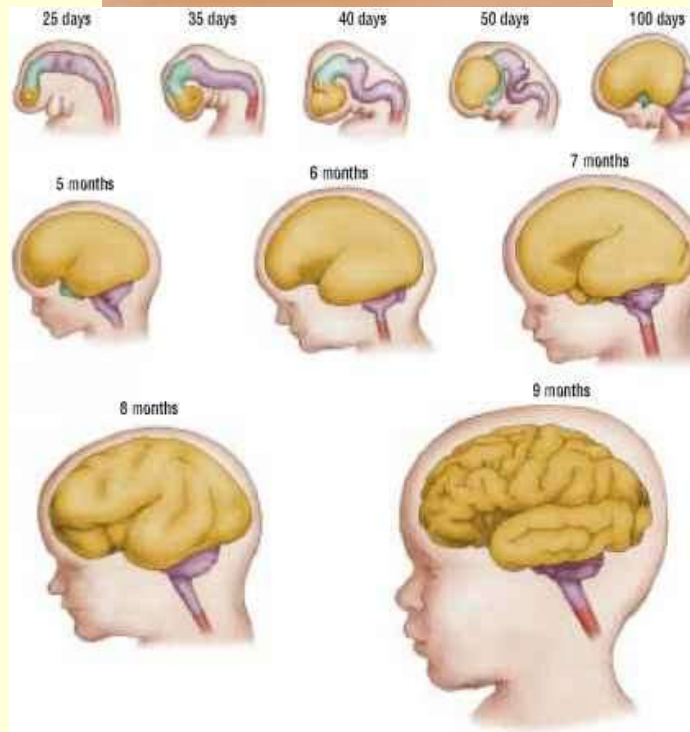
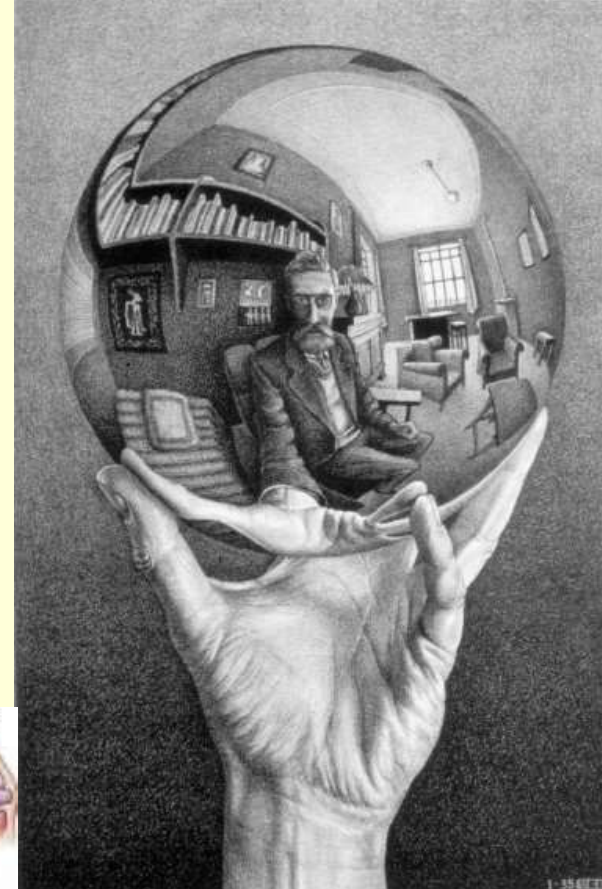
Mais ça commence quand ?



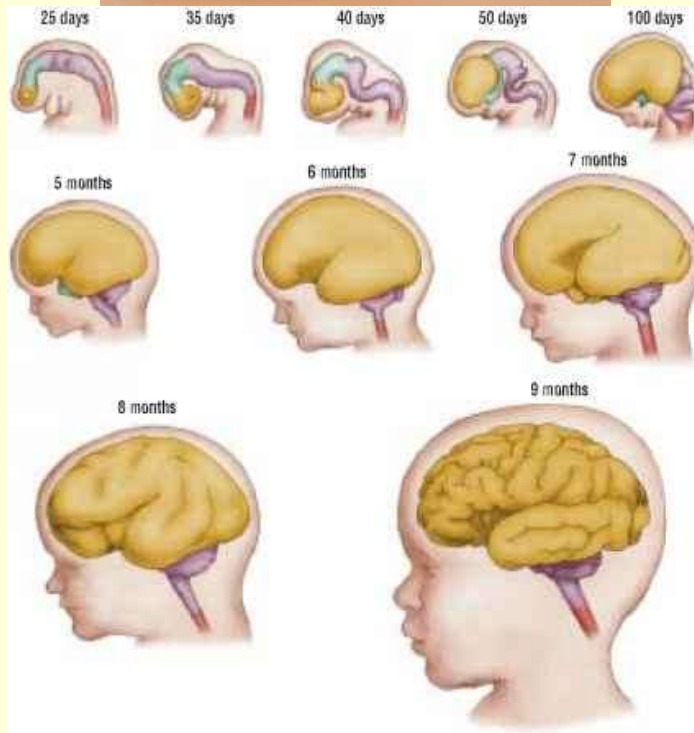
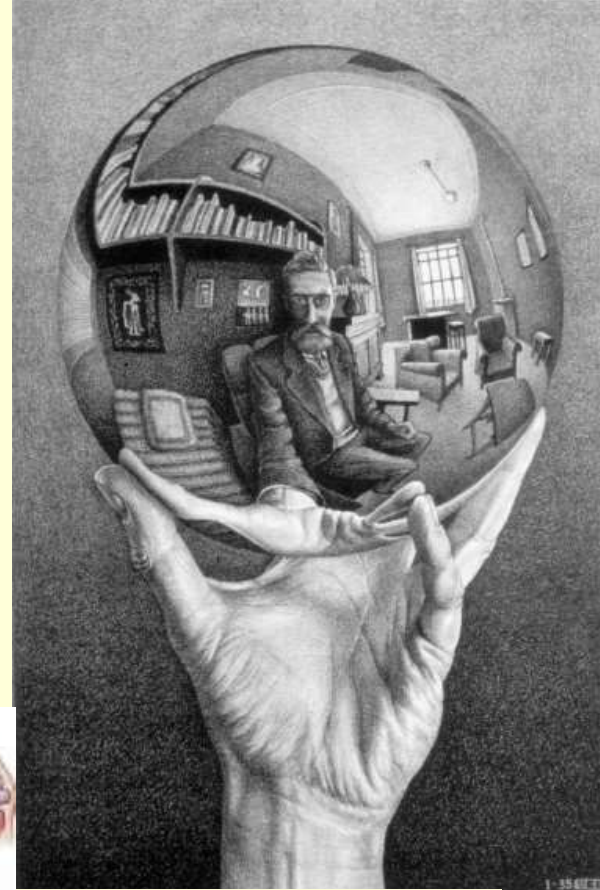
Difficile d'avoir accès  
à sa subjectivité...

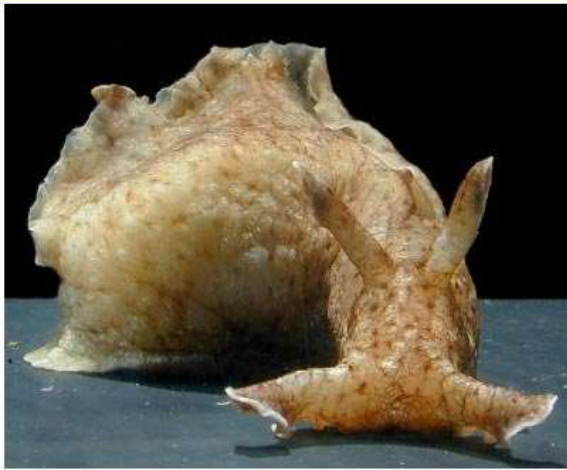
...mais pas  
impossible par des  
protocoles astucieux

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



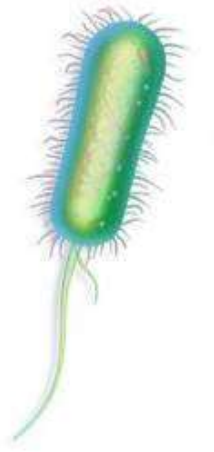
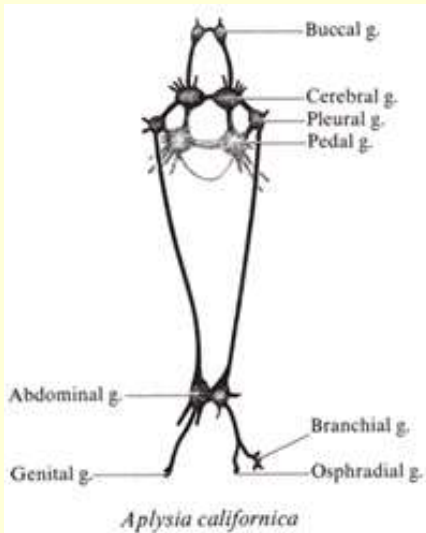






## Malcolm MacIver: How Sentience Changed After Fish Invaded Land 385 Ma

[https://www.youtube.com/watch?v=HI7fXIP\\_mjo&t=29s&index=39&list=PLTJcZPOXChRSWlzUa8mZ5hujZoLGBfyV0](https://www.youtube.com/watch?v=HI7fXIP_mjo&t=29s&index=39&list=PLTJcZPOXChRSWlzUa8mZ5hujZoLGBfyV0)





# Linguistic Bodies

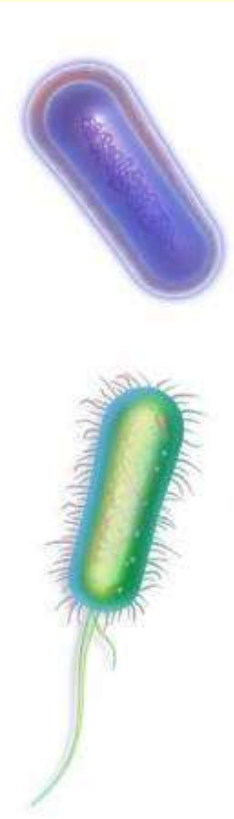
## The Continuity between Life and Language

By [Ezequiel A. Di Paolo](#), [Elena Clare Cuffari](#) and  
[Hanne De Jaegher](#) (2018)

A novel theoretical framework for an embodied, non-representational approach to language that extends and deepens enactive theory, bridging the gap between sensorimotor skills and language.

<https://mitpress.mit.edu/books/linguistic-bodies>

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



# Plan :

- 1) **Perspective évolutive**
- 2) sur l'apprentissage
- 3) et cognition incarnée





Essayer  
de comprendre  
le cerveau humain  
tel qu'il est aujourd'hui,  
c'est un peu comme...





Live from the Flight Deck | golfcharlie232



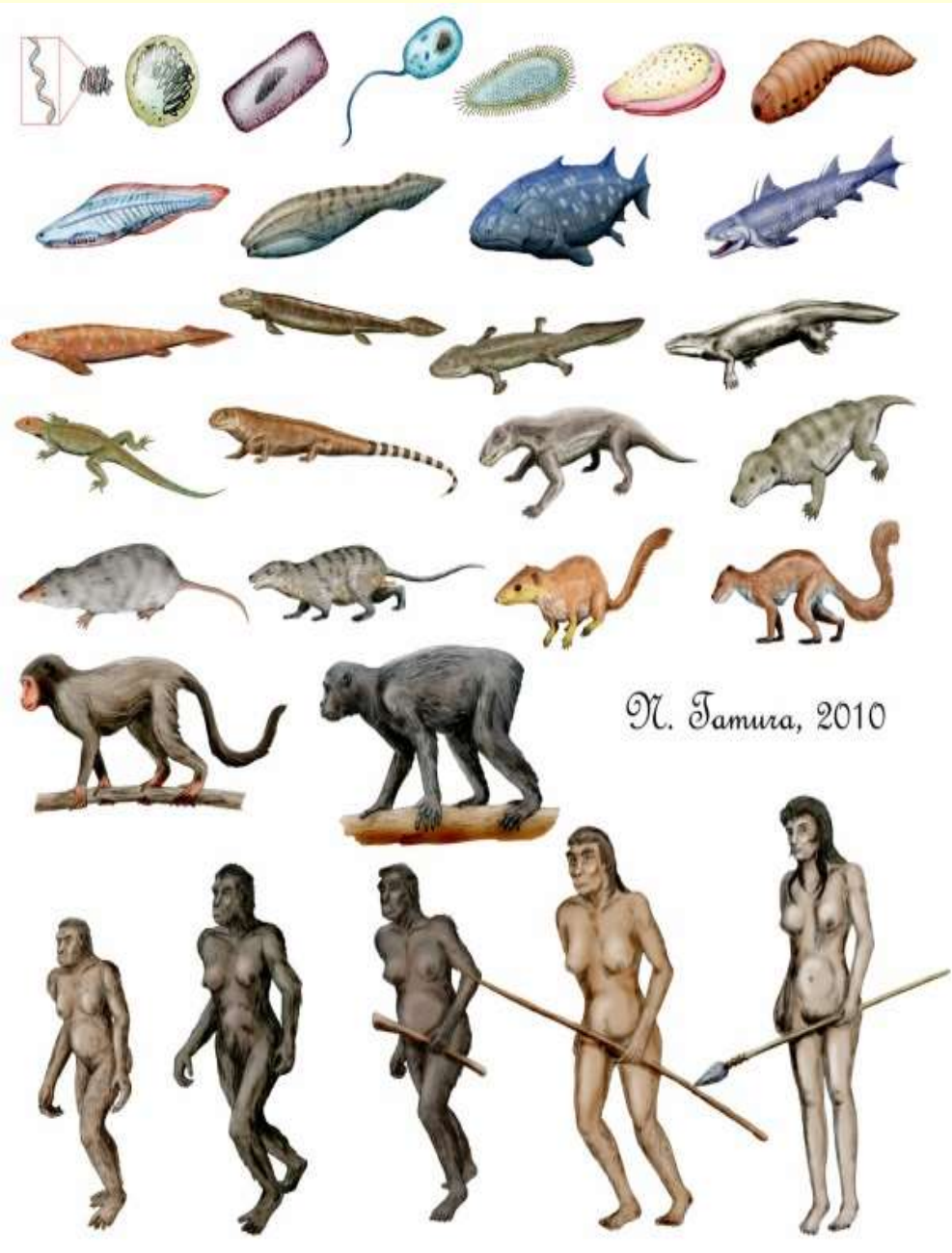












« Rien en biologie n'a de sens, si ce n'est à la lumière de l'évolution »

- Theodosius Dobzhansky  
(1900-1975)





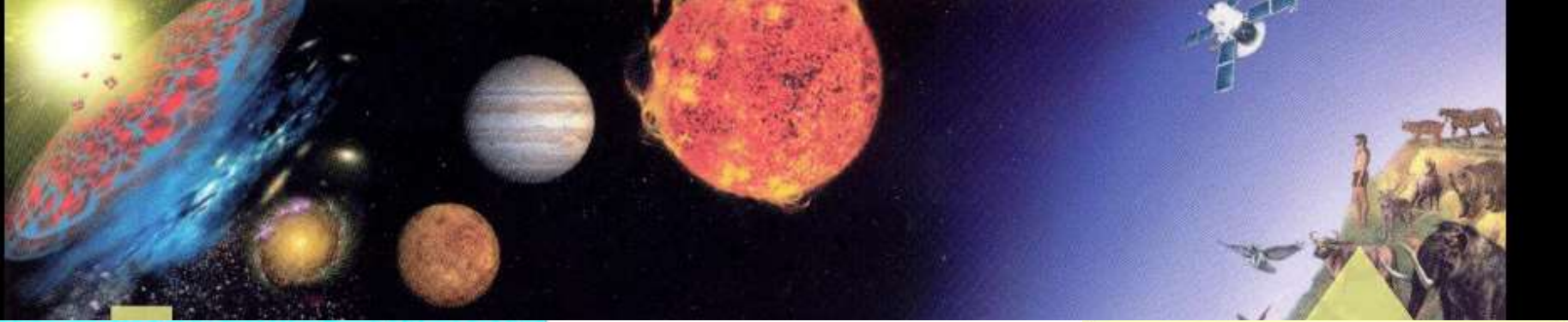
Vous êtes nés il y a  
13,7 milliards  
d'années

**Évolution cosmique, chimique et biologique**



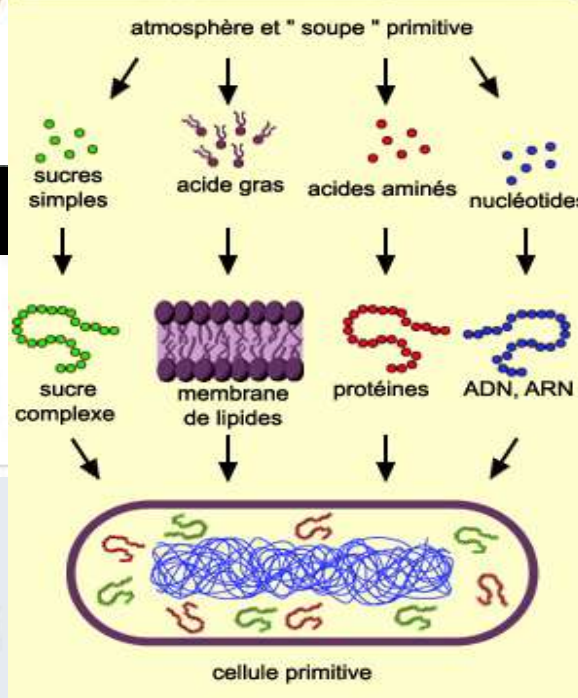
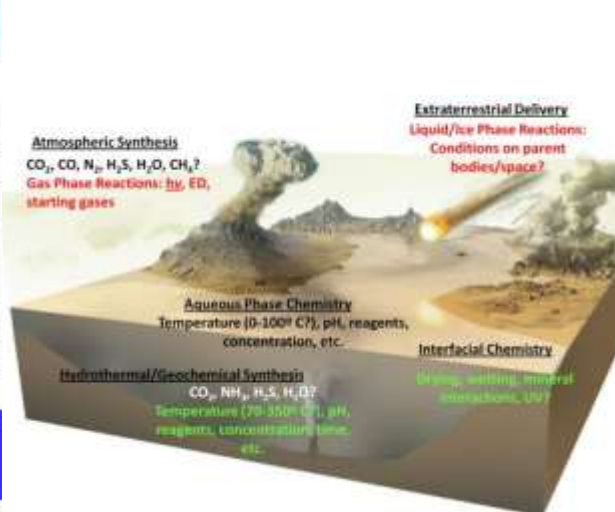
(Crédit : modifié de Robert Lamontagne)



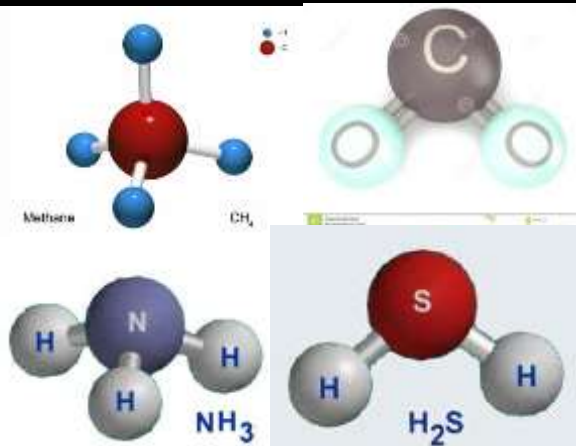


## Tableau Périodique des Éléments

■ Métaux alcalins ■ Halogènes   Solide  
■ Métaux alcalino-terreux ■ Métaux p-sémi   Liquide  
■ Métaux de transition ■ Non-métaux   Gaz  
■ Lanthanides ■ Actinides   Plasma



## Évolution cosmique, chimique



(Crédit : modifié de Robert Lamont)

2<sup>e</sup> principe de la thermodynamique :

l'entropie (désordre) croît constamment



1293. Ruines de l'Église de la NEUVILLETTE

www.ACTUACJIT.com



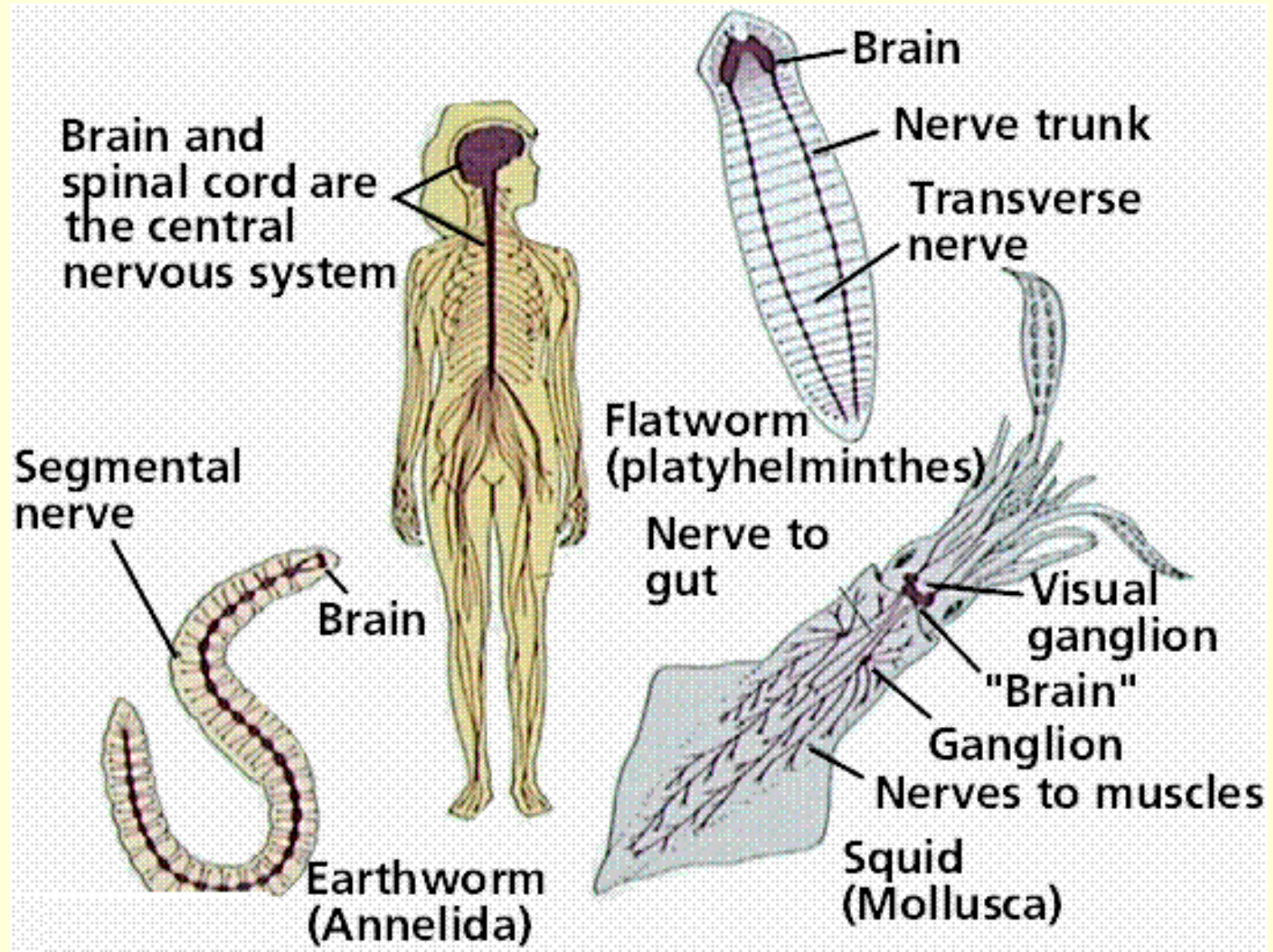
Tout au long de l'évolution,  
les êtres vivants doivent d'abord tenter de rester en vie !







# 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 votre existence peut se terminer là.

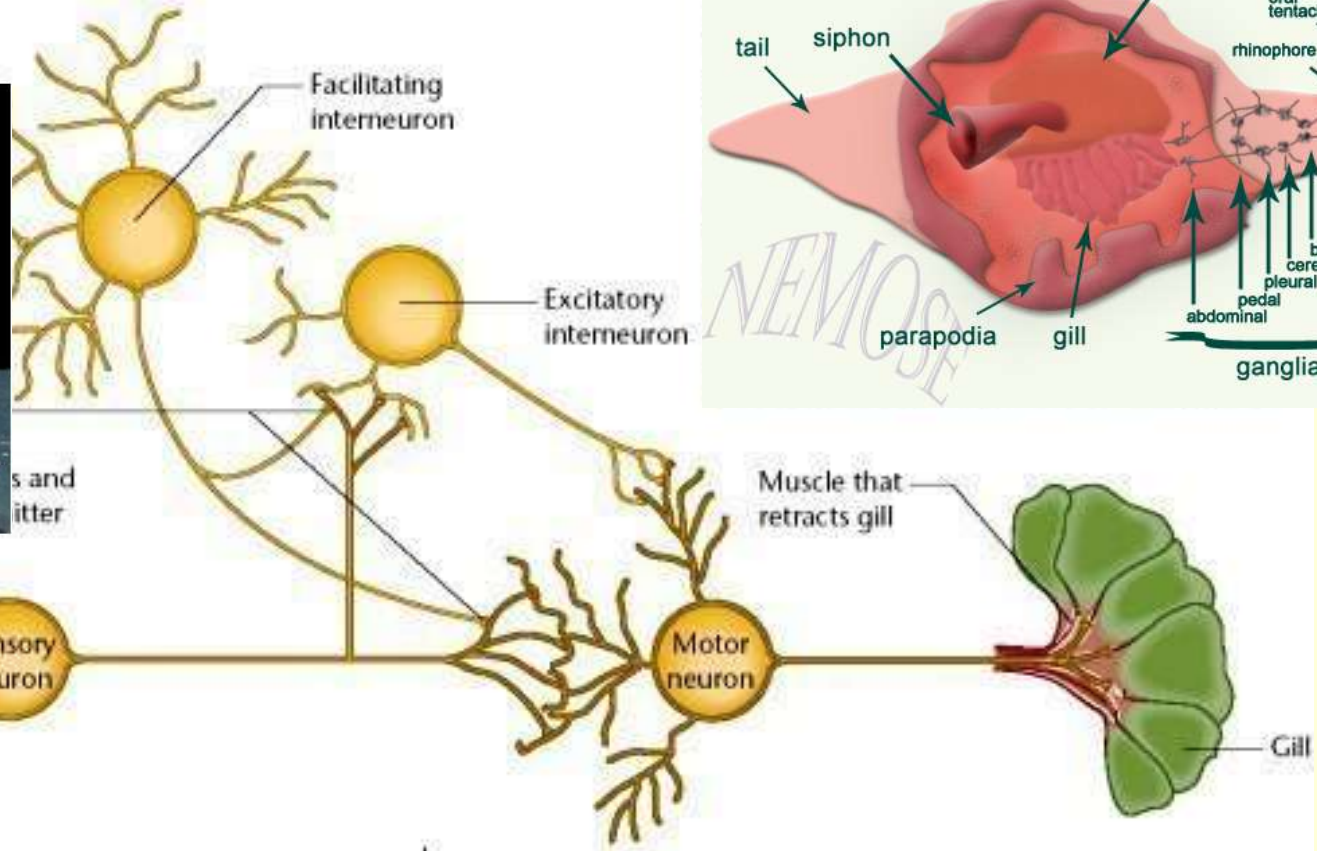
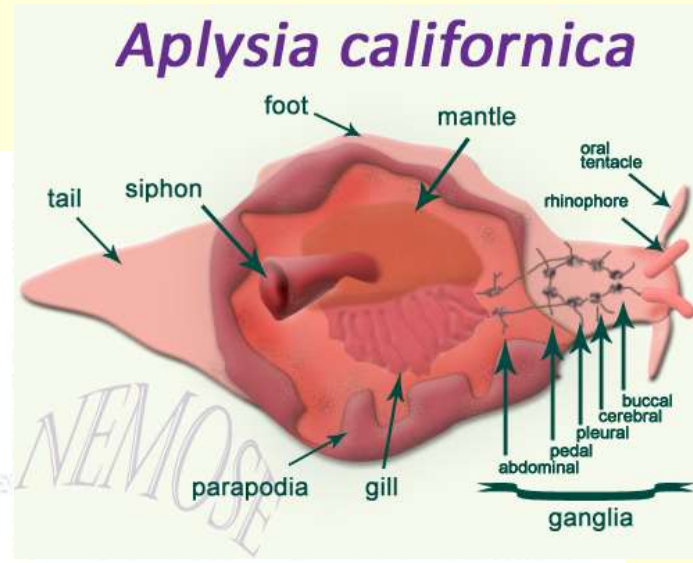
Faire ressortir du sens du chaos du monde et y réagir promptement, voilà le rôle du **système nerveux**.





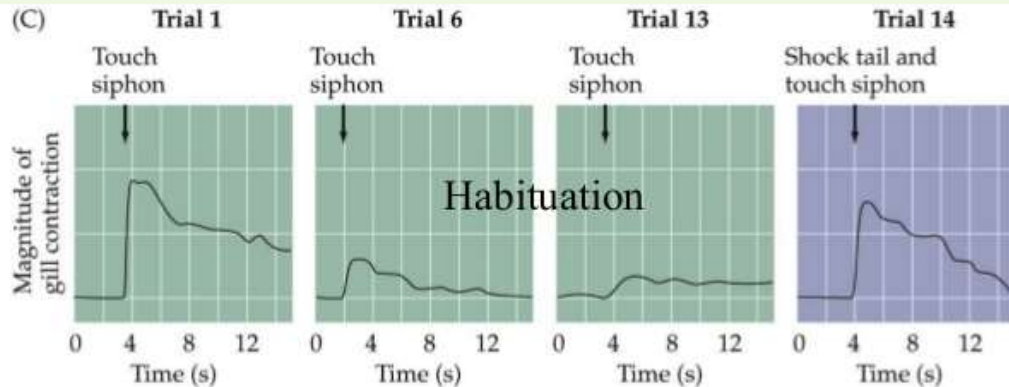
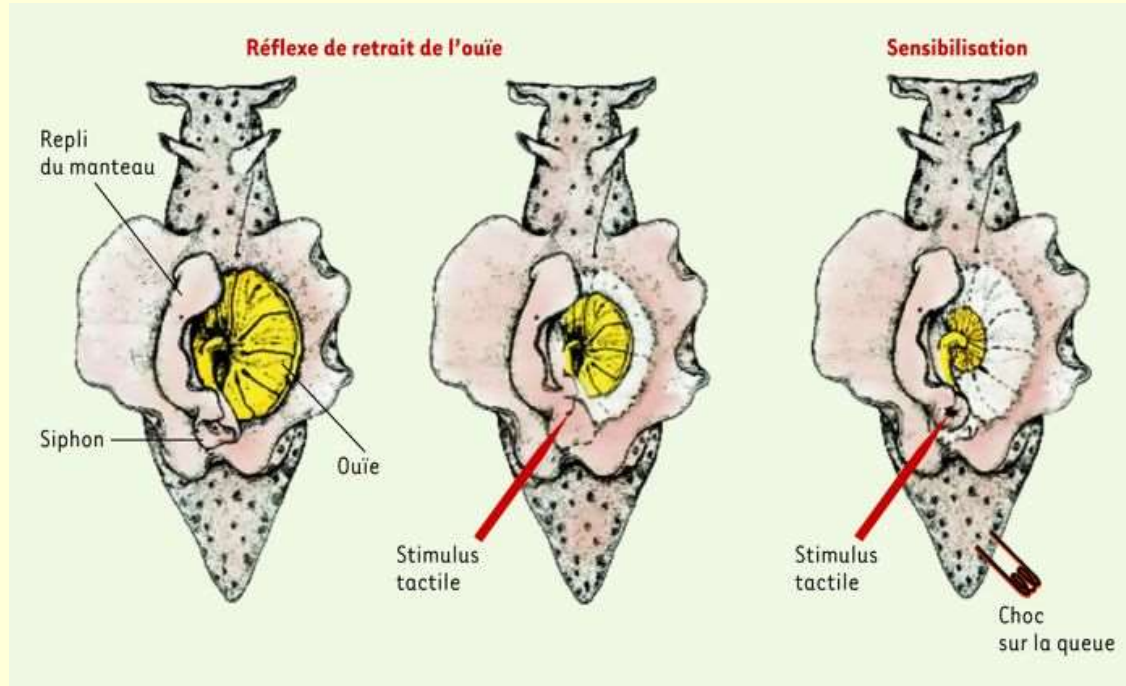
# Aplysie

(mollusque marin)



Une boucle sensori - motrice

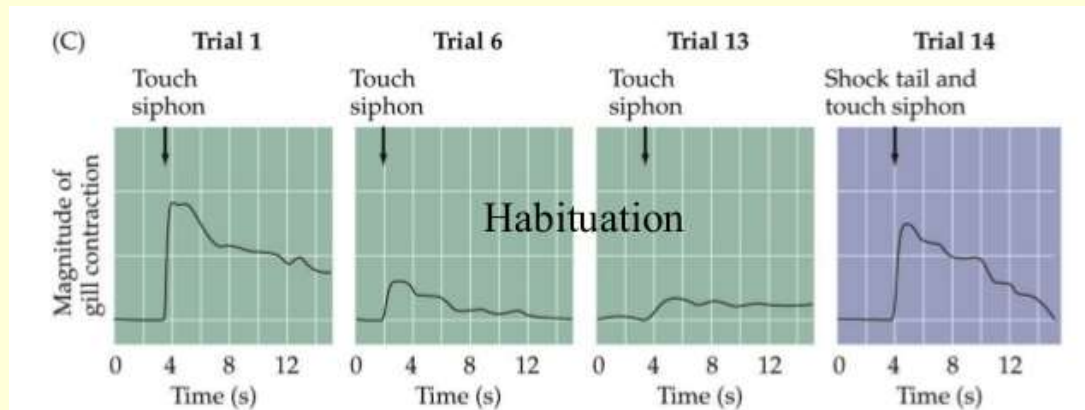
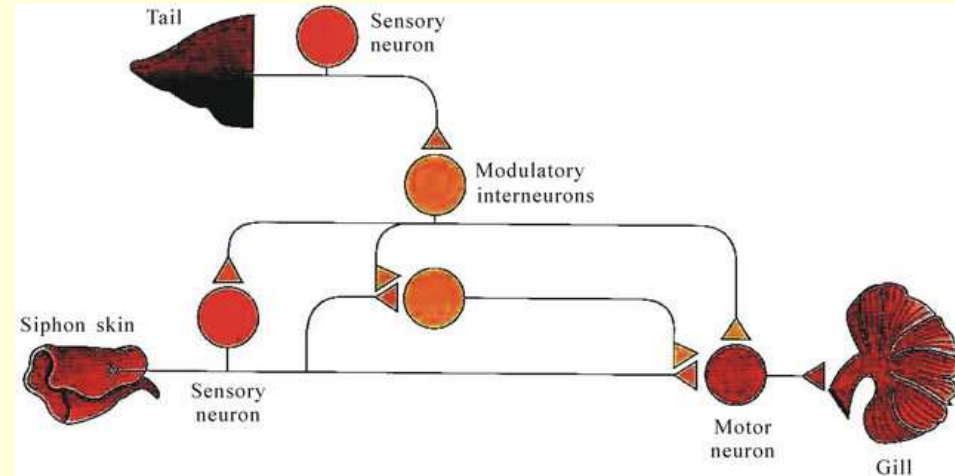
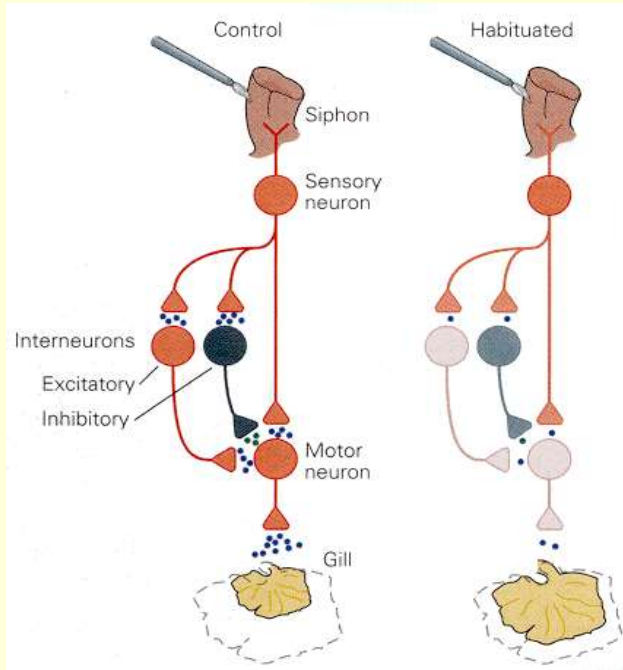
Et déjà, dans les systèmes nerveux les plus primitifs, on voit apparaître des formes simples **d'apprentissage** et de **mémoire** comme...



Sensibilisation

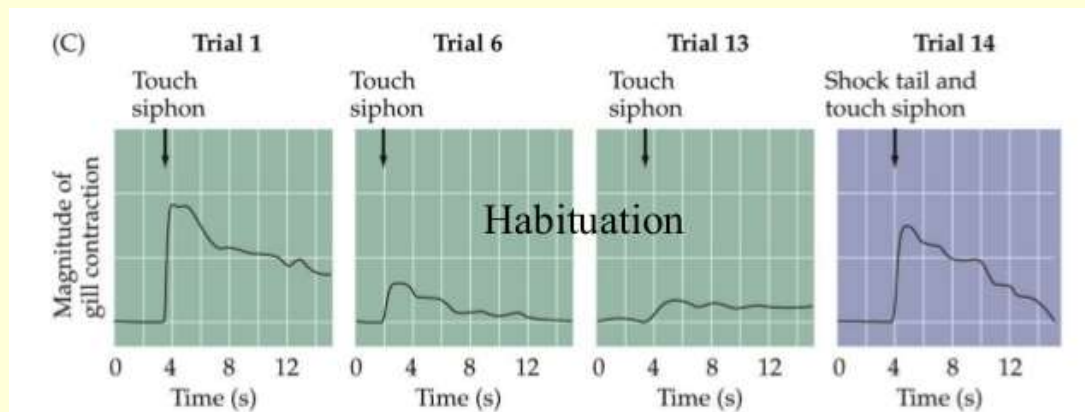


Et déjà, dans les systèmes nerveux les plus primitifs, on voit apparaître des formes simples **d'apprentissage** et de **mémoire** comme...



Sensibilisation

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

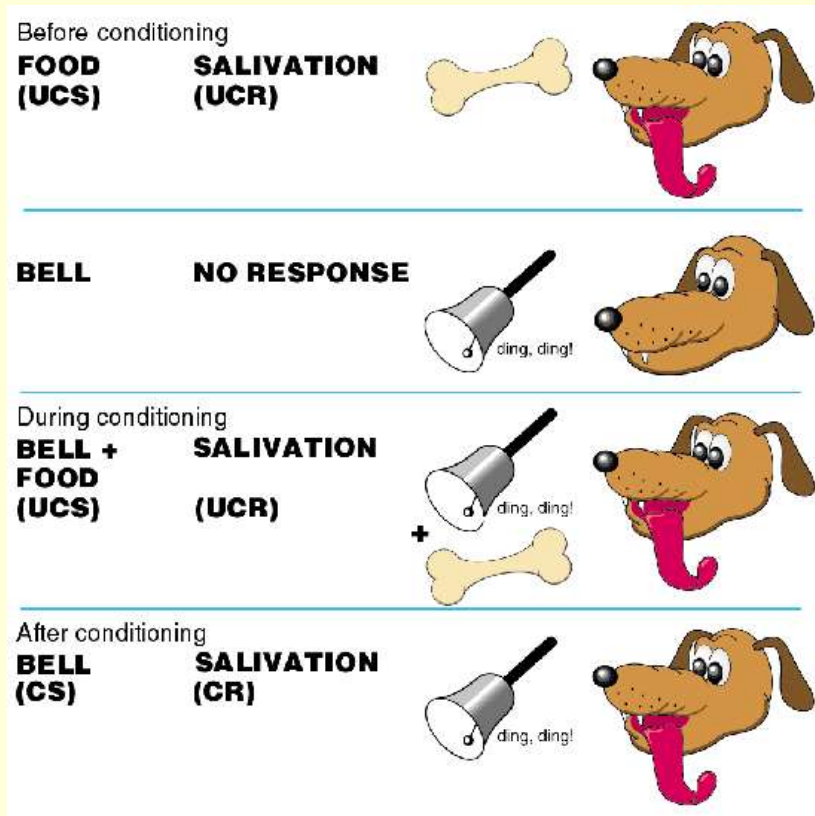


Sensibilisation

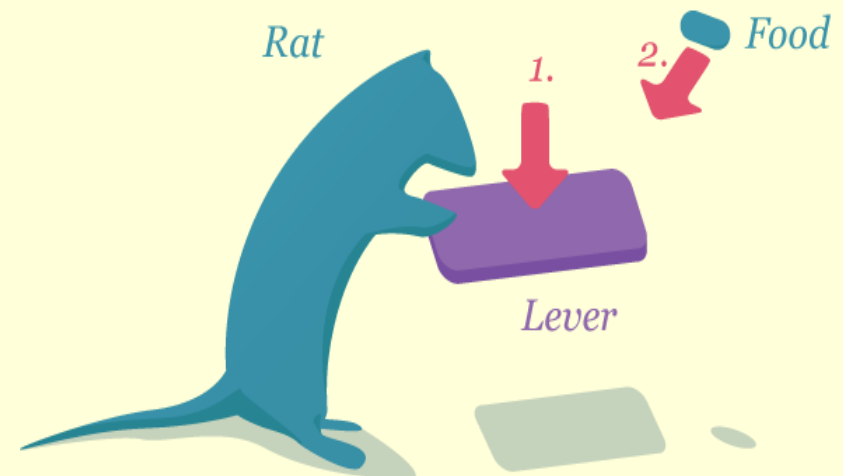


Tout comme d'autres formes d'apprentissage qui vont aussi **apparaître assez tôt dans l'évolution** :

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.



Et qui sont encore très importantes chez l'humain !

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

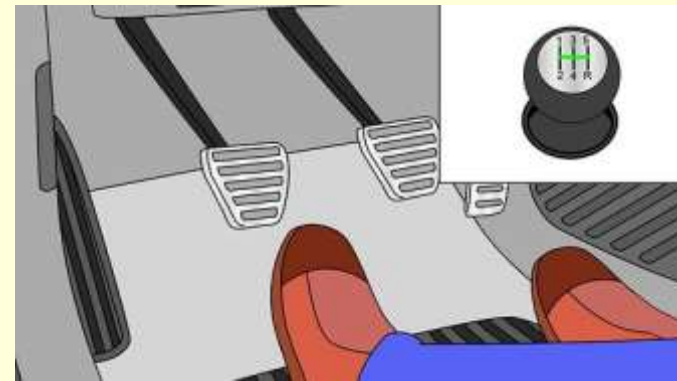


Le **conditionnement opérant**,  
où l'on apprend qu'avoir tel  
comportement amène une  
récompense.

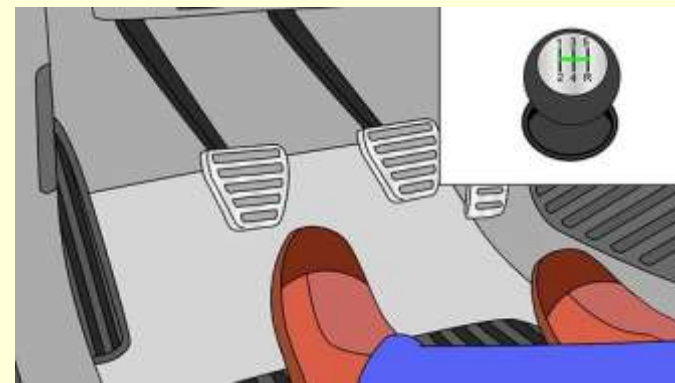
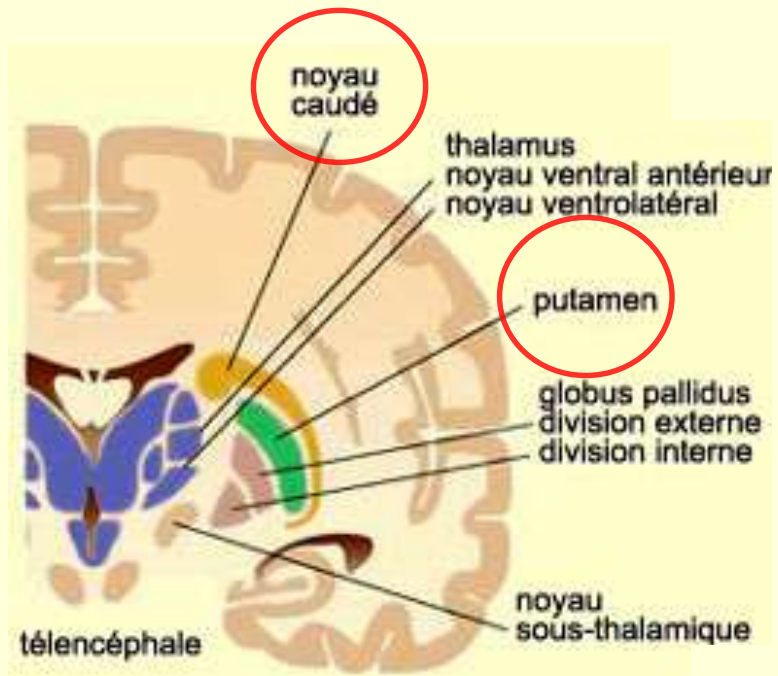
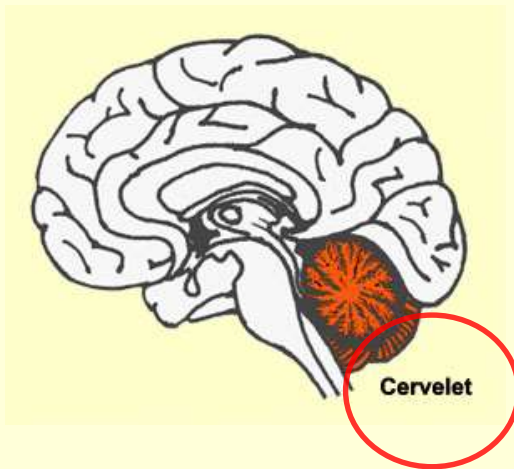




# La mémoire procédurale (celle des habiletés motrices)



# La mémoire procédurale (celle des habiletés motrices)

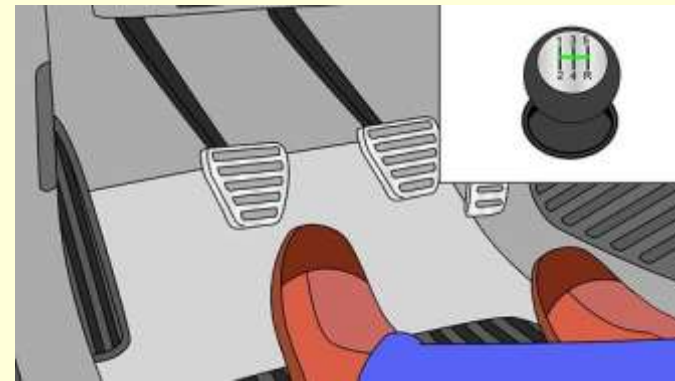
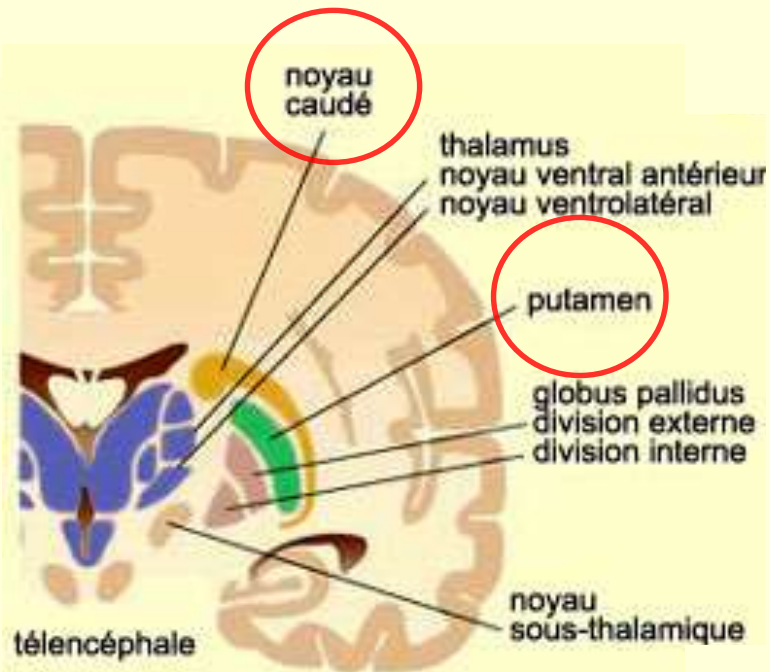
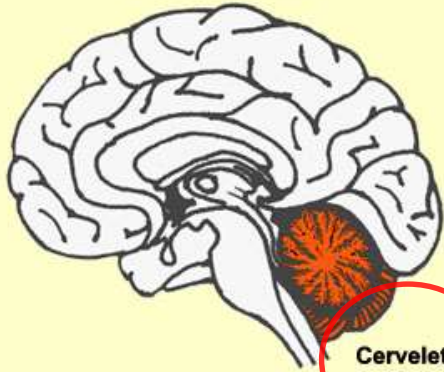


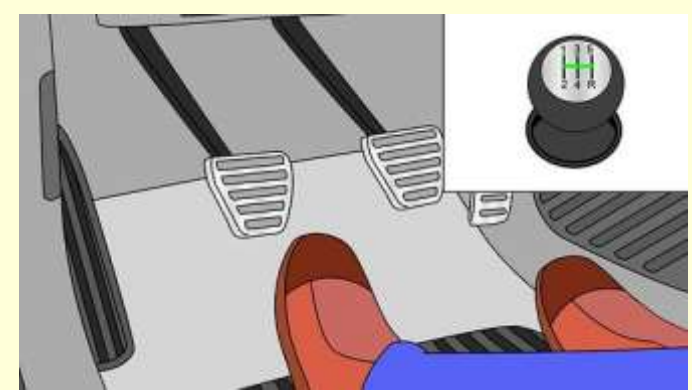
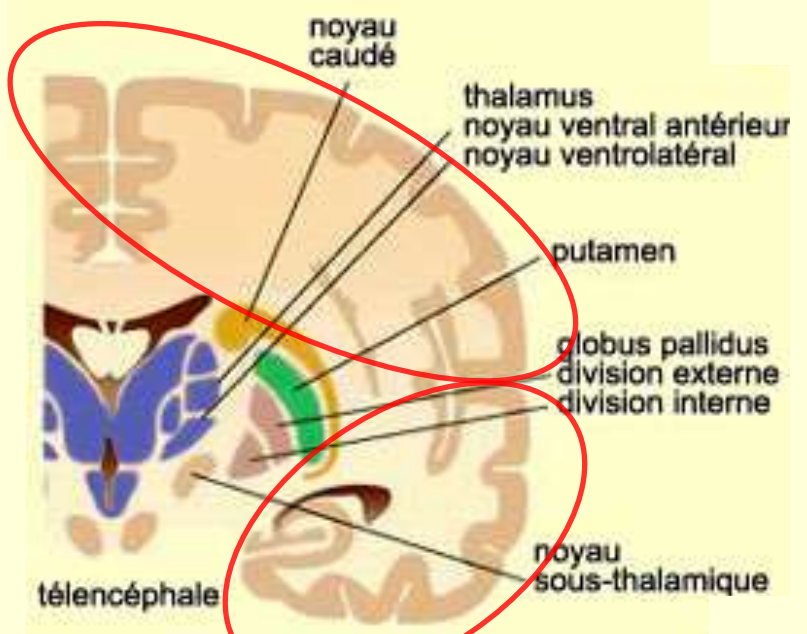
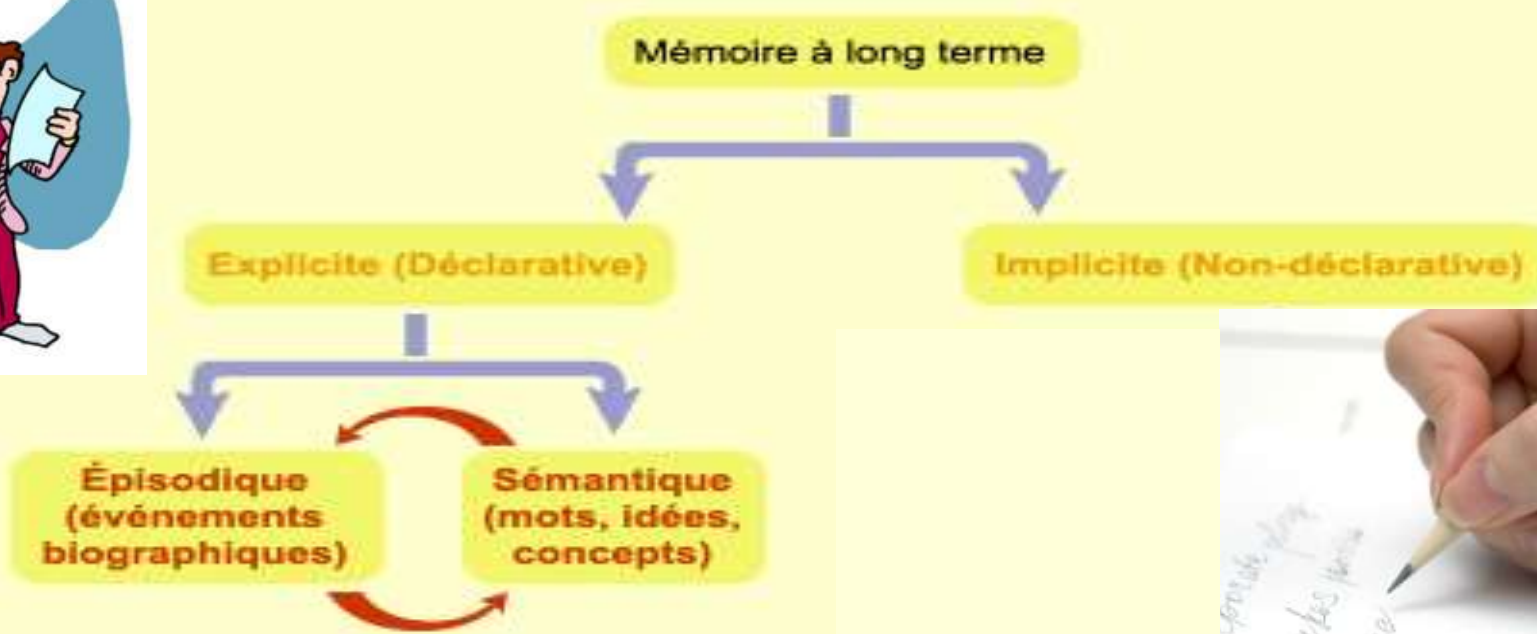


# La mémoire procédurale (celle des habiletés motrices)

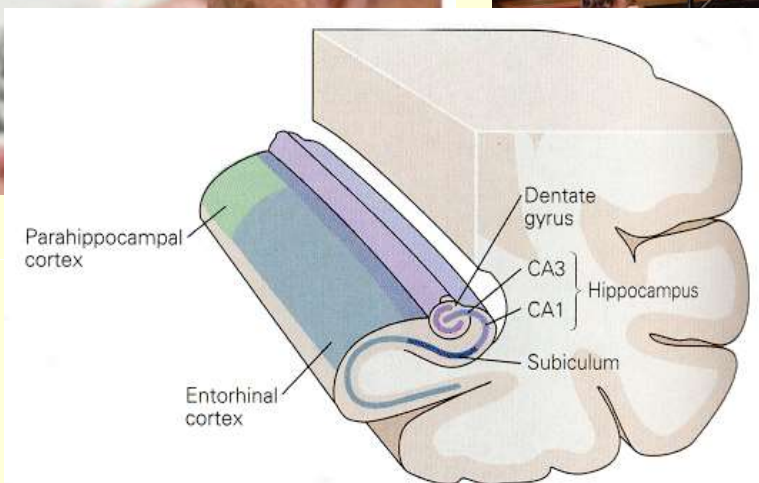
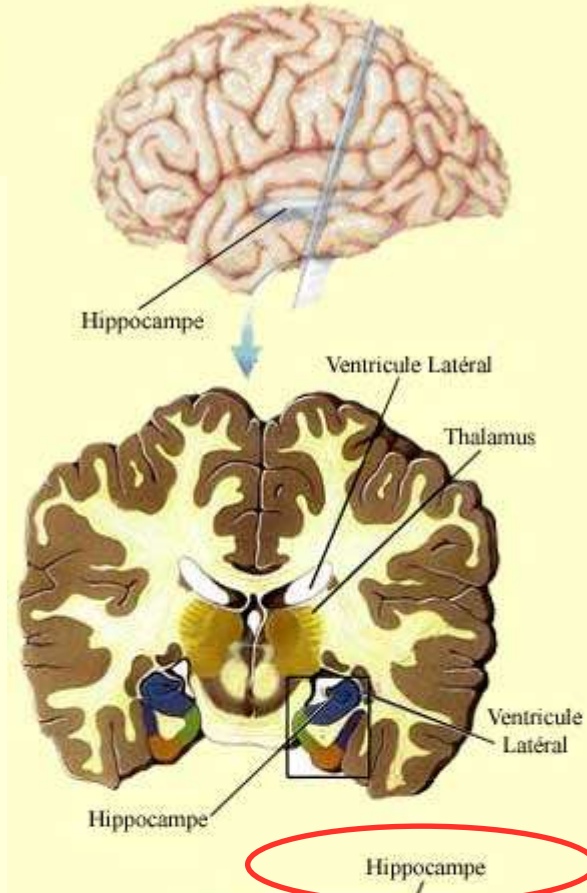
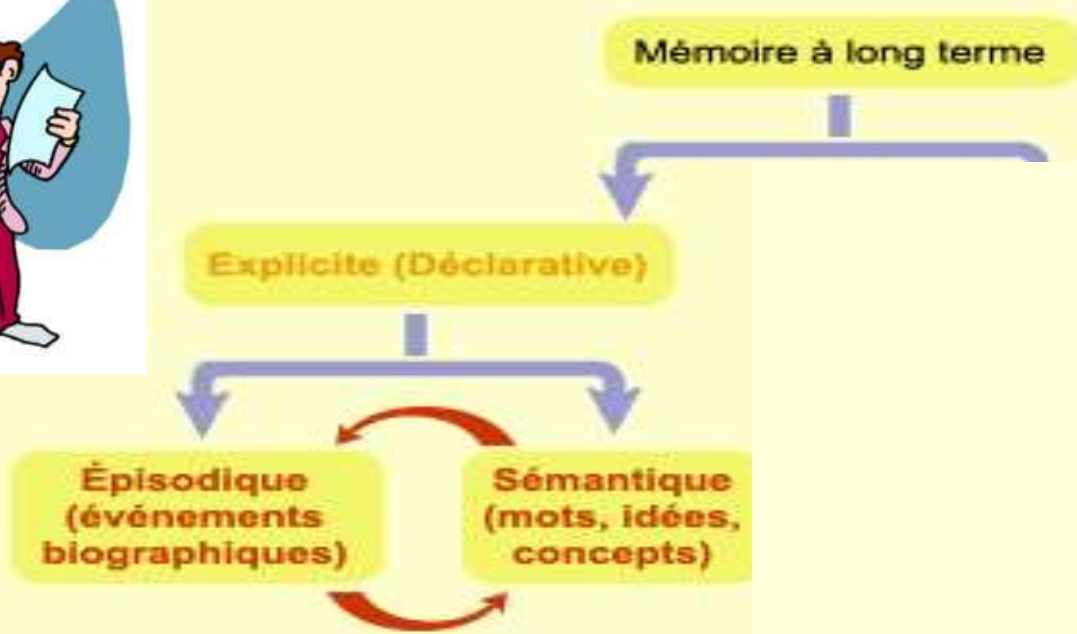
Mémoire à long terme

Implicite (Non-déclarative)

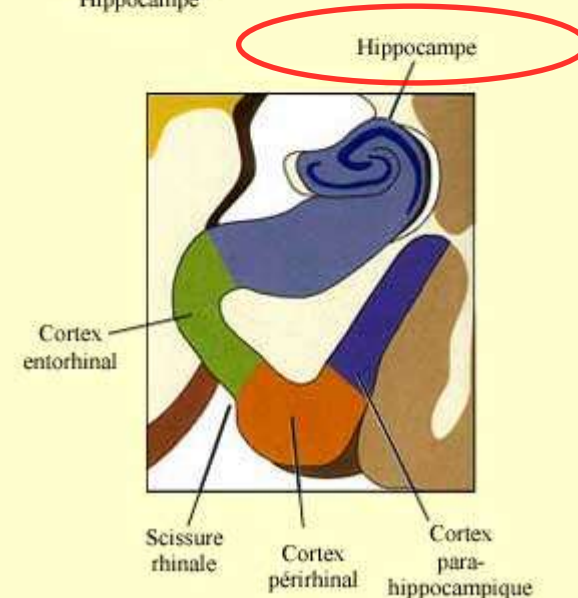






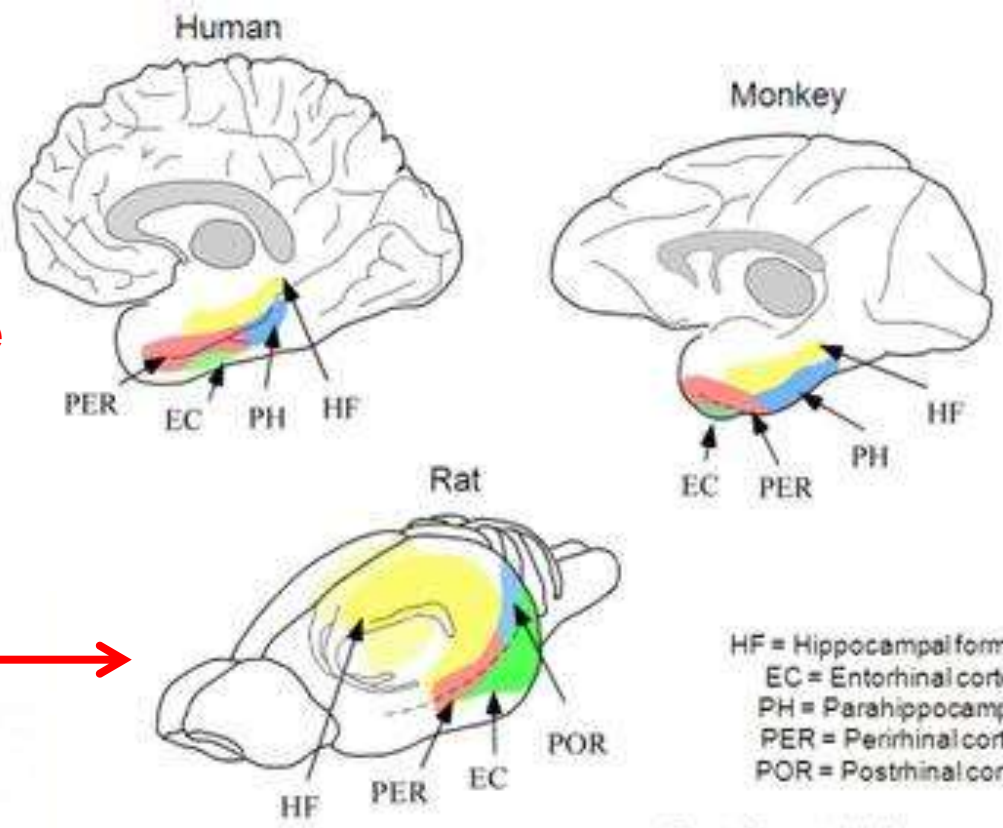


Différentes sous-régions contribuent différemment...

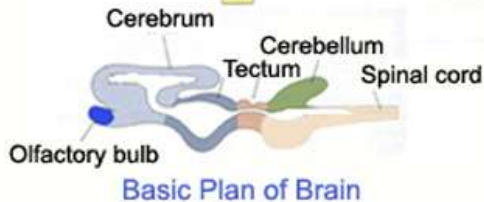
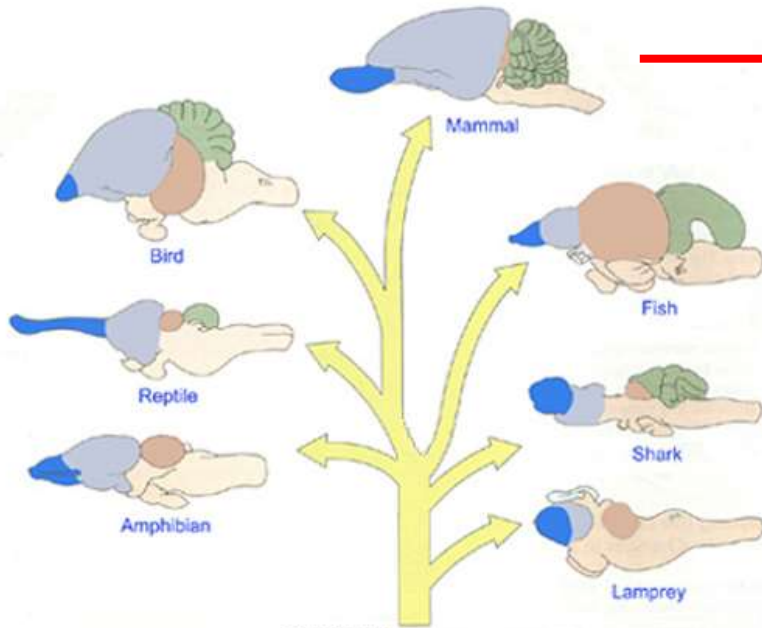




**Navigation spatiale + Mémoire déclarative**



From Kerr et al, *Hippocampus* 2007

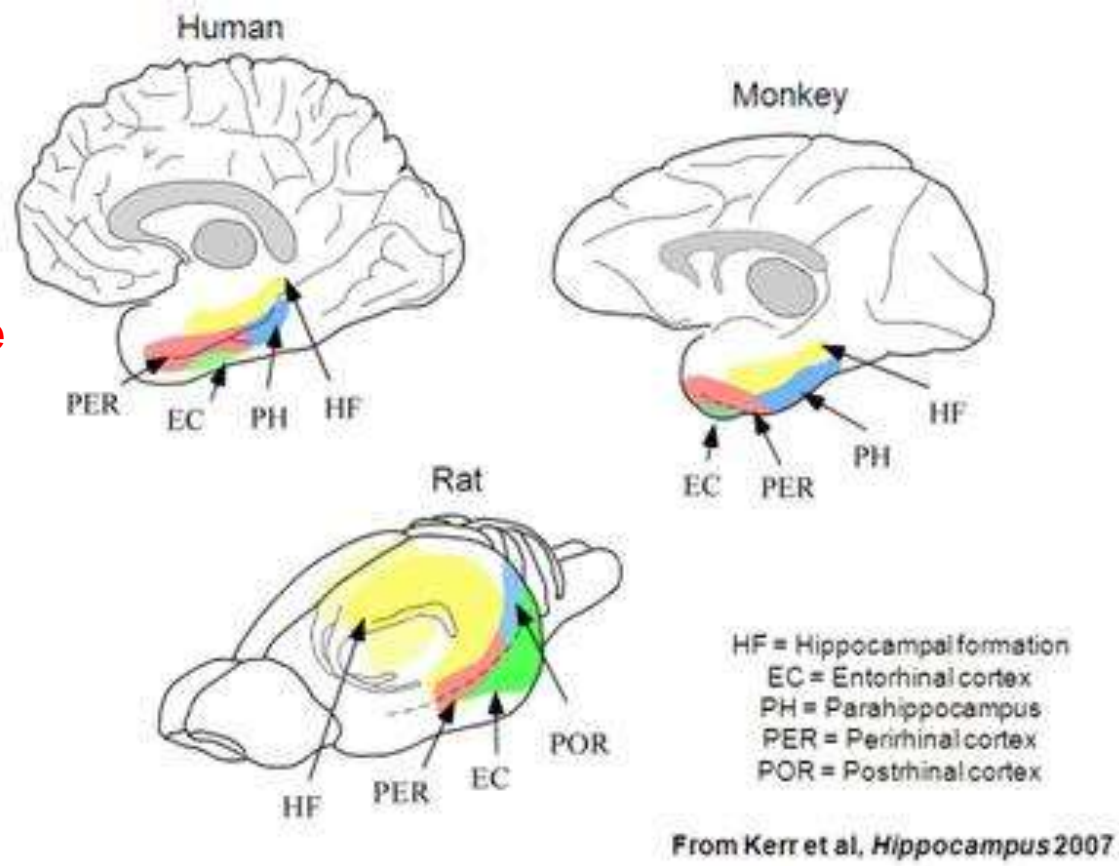
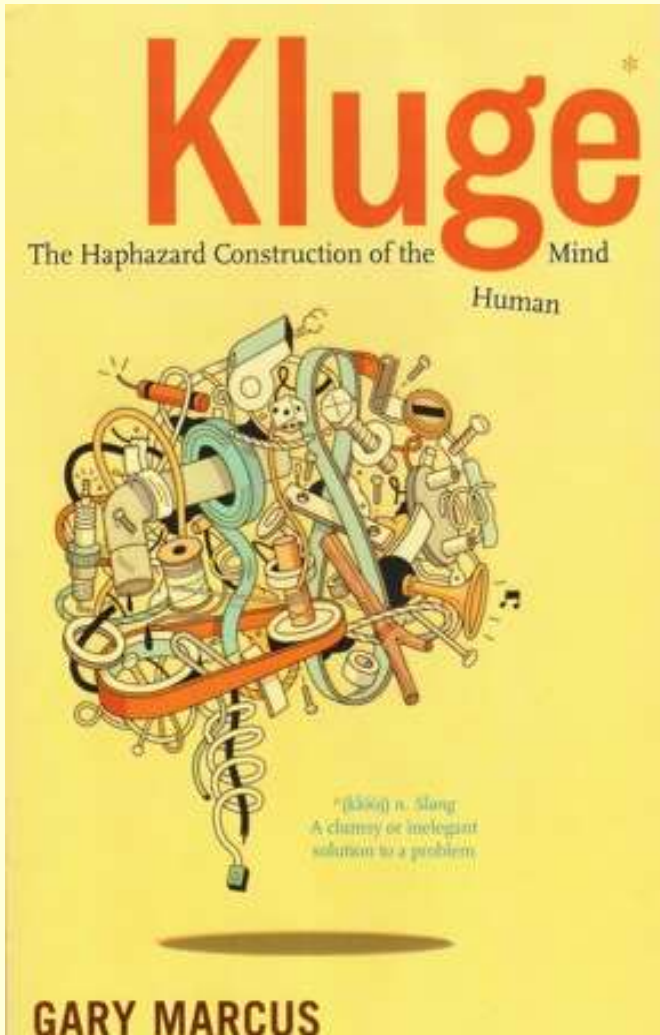


**Navigation spatiale**





**Navigation spatiale  
+  
Mémoire déclarative**



**Navigation spatiale**

**« Recyclage neuronal »**

Autre exemple avec **le langage** qui comprend :

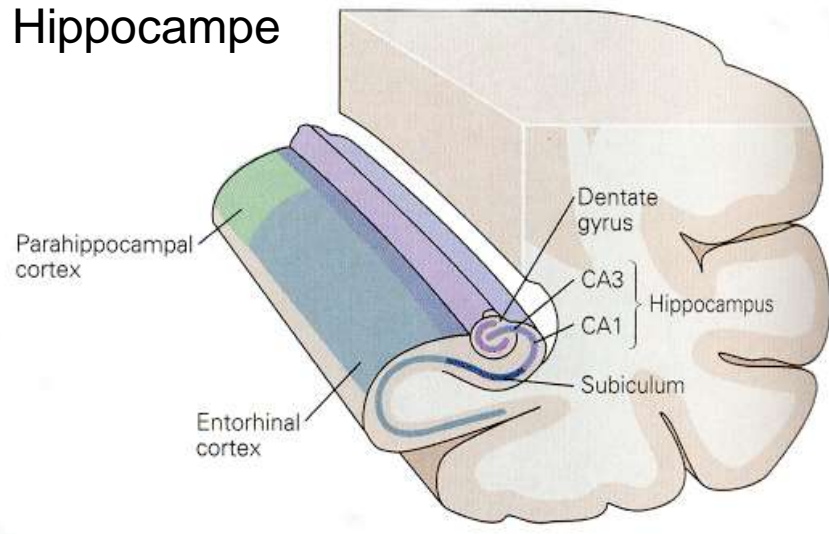
- **le lexique** : mots et leur signification, irrégularités de certains verbes

Pris en charge par la **mémoire déclarative** qui est impliquée dans l'apprentissage explicite d'items et d'événements arbitraires.

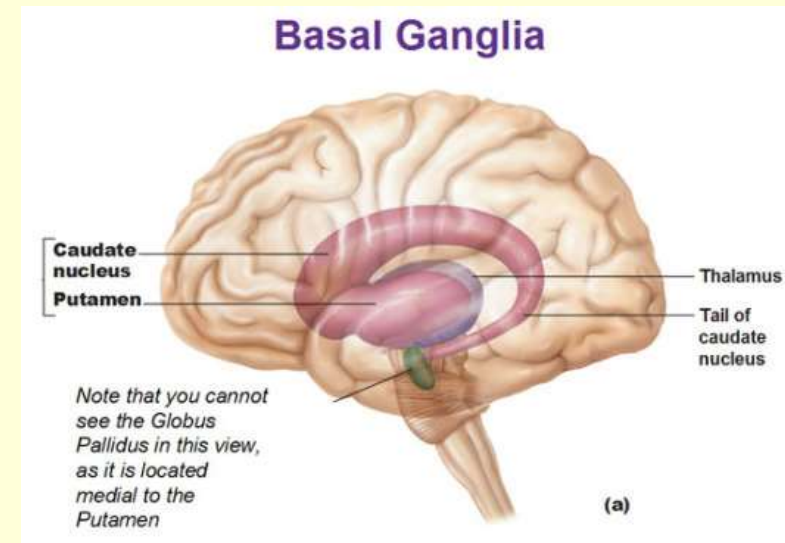
- **la grammaire** : règles, hiérarchies

Pris en charge par la **mémoire procédurale** qui est impliquée dans l'apprentissage implicite de séquences, de règles ou de catégories.

## Hippocampe



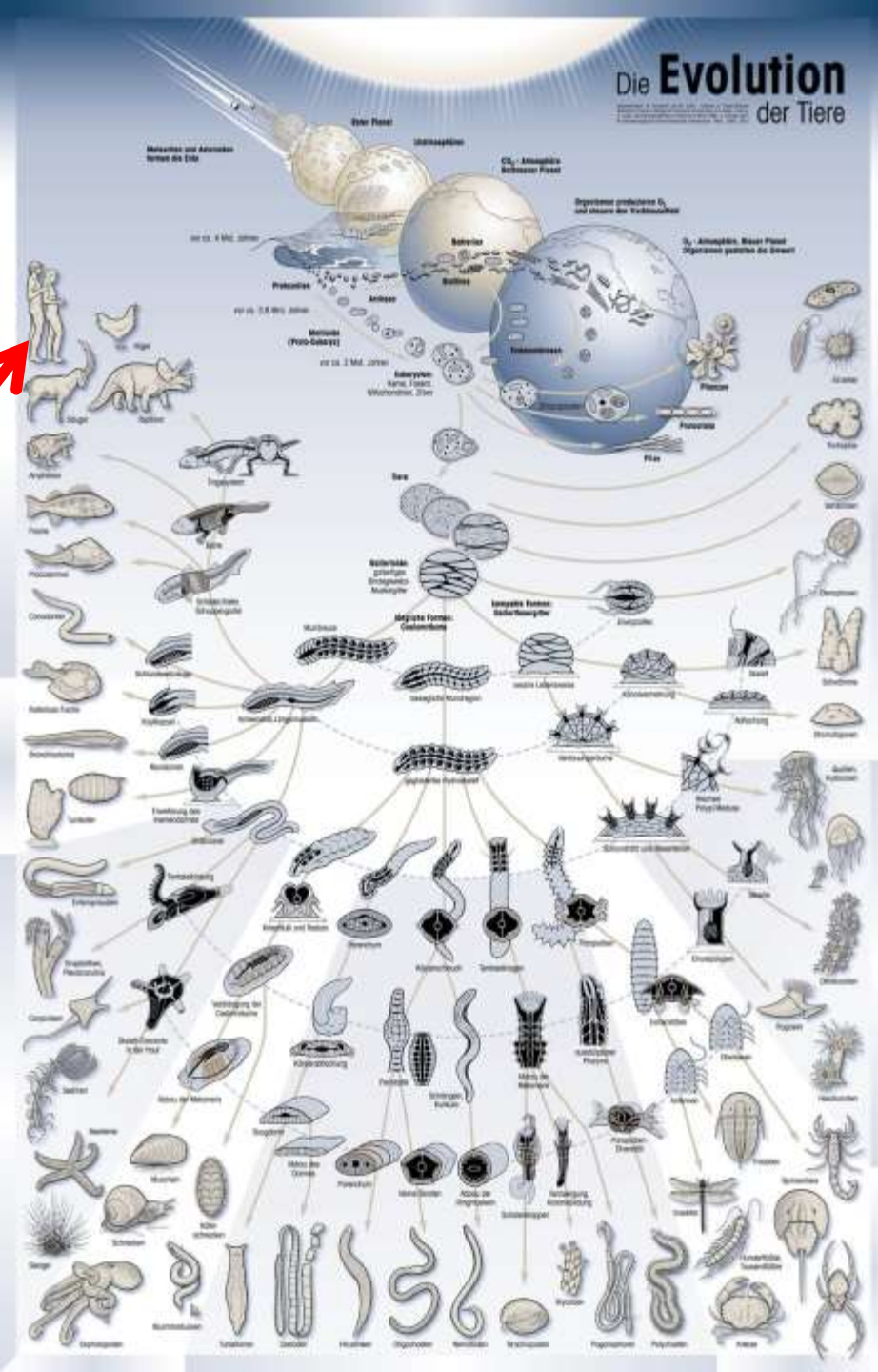
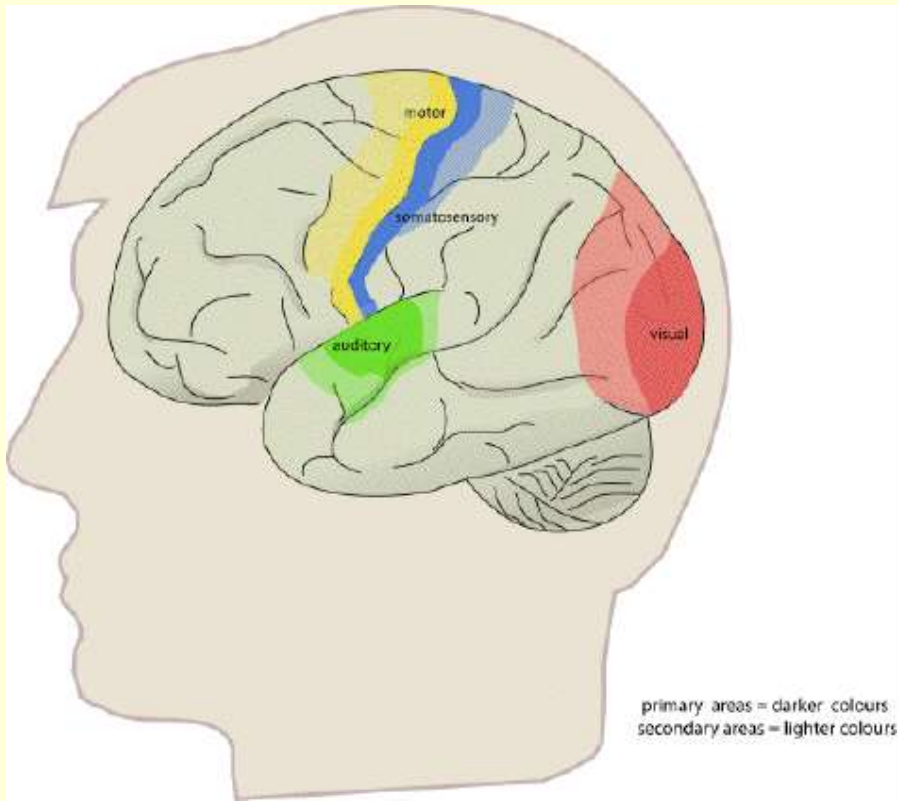
## Basal Ganglia

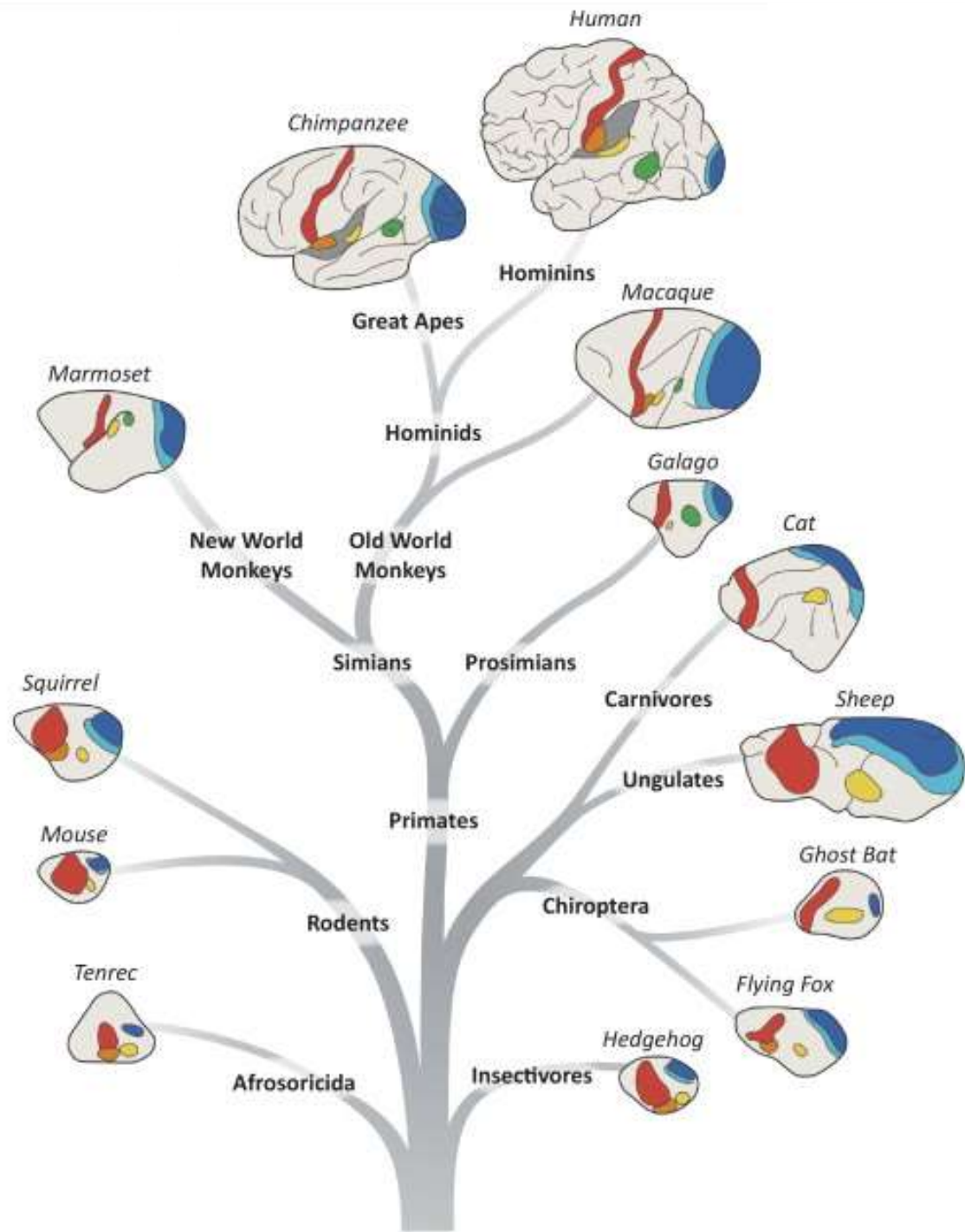




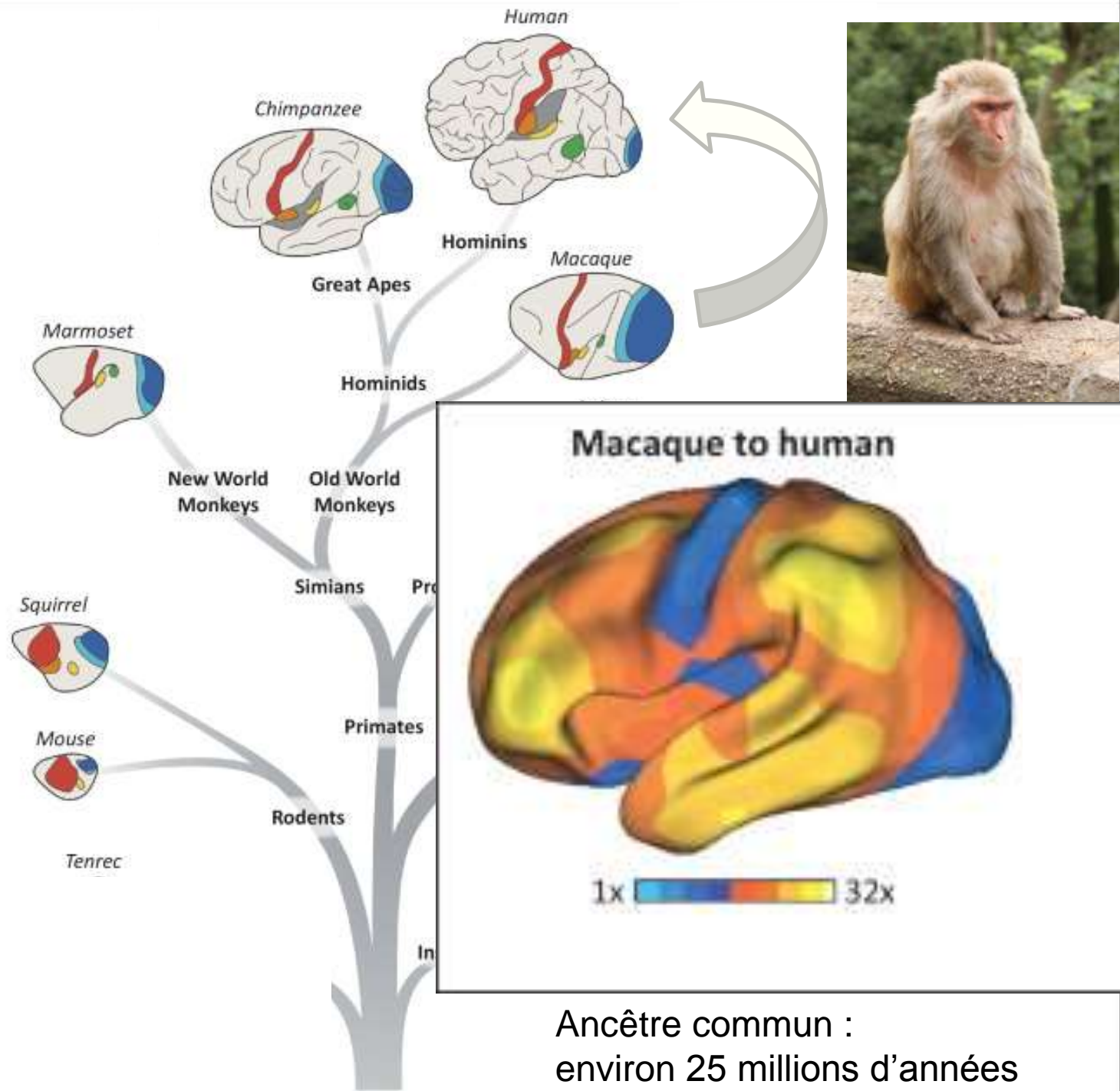
Pendant des centaines de millions d'années, c'est la boucle sensorimotrice s'est donc complexifiée, mais de manière « conservatrice » et « bricoleuse »

...et l'une des variantes sera nous !

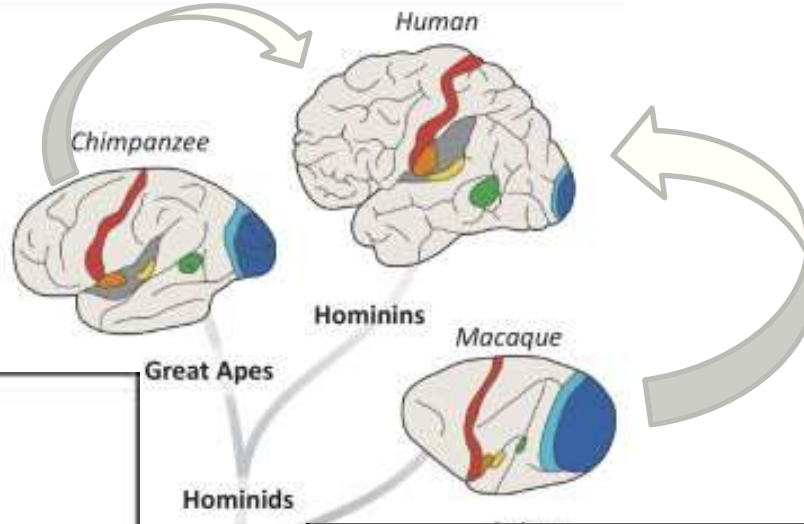




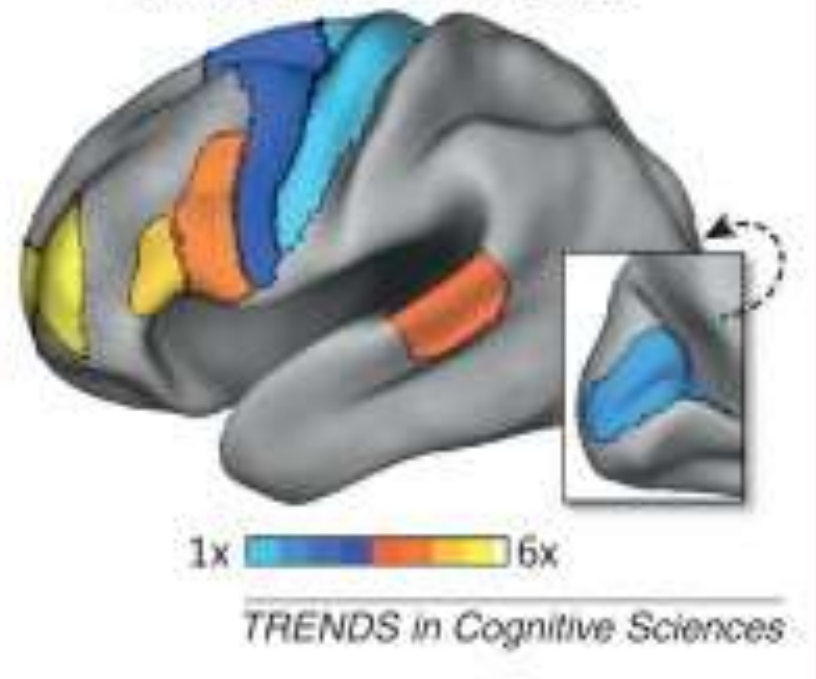




Ancêtre commun :  
environ 25 millions d'années

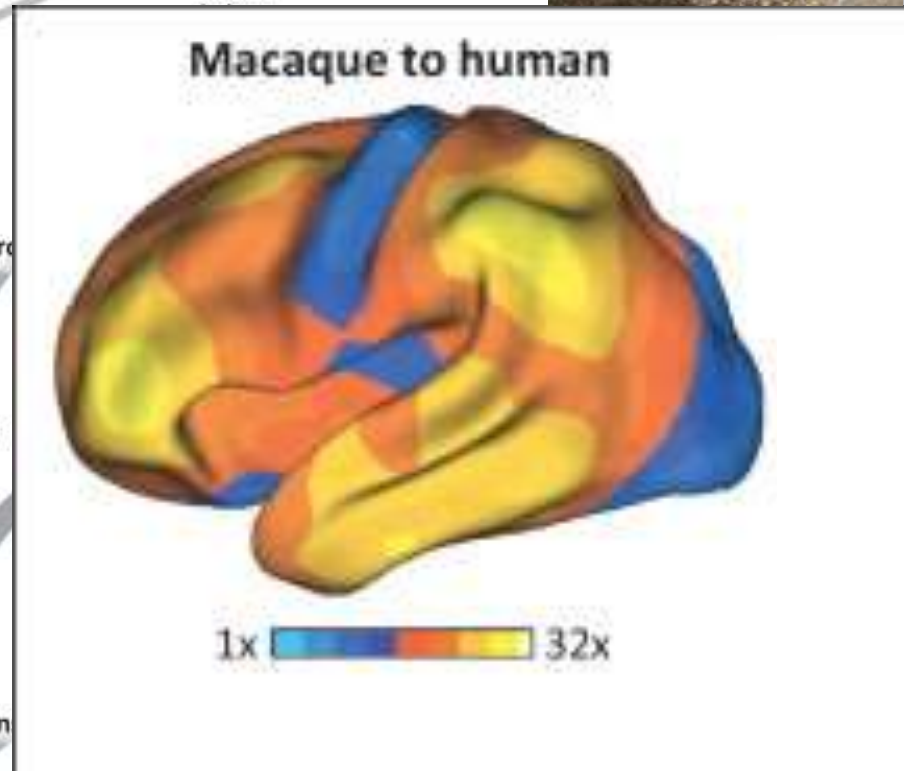


### Chimpanzee to human



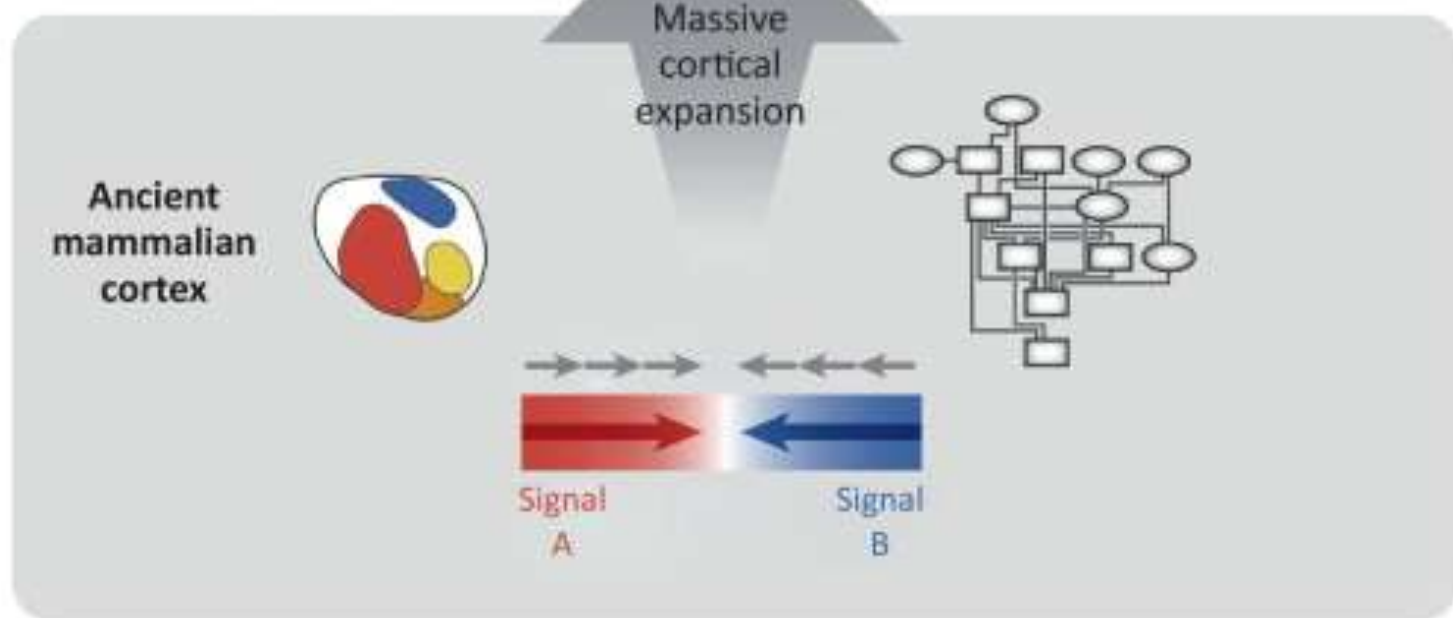
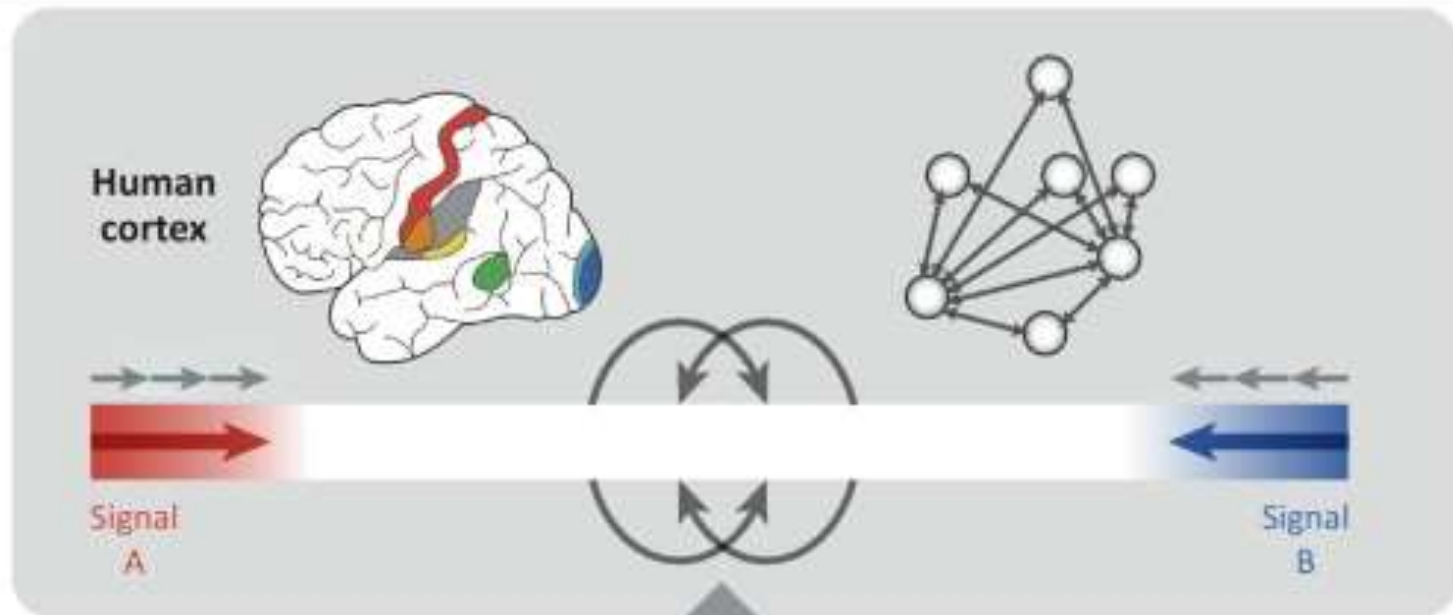
Ancêtre commun :  
environ 6-7 millions d'années

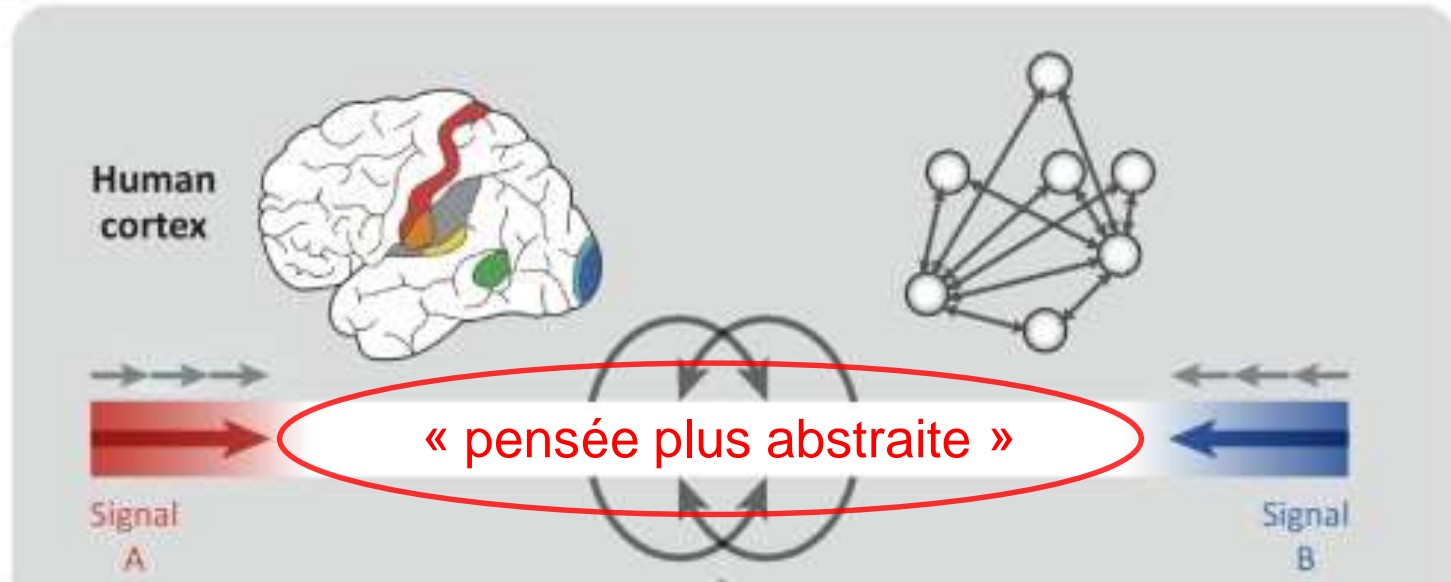
### Macaque to human



Ancêtre commun :  
environ 25 millions d'années

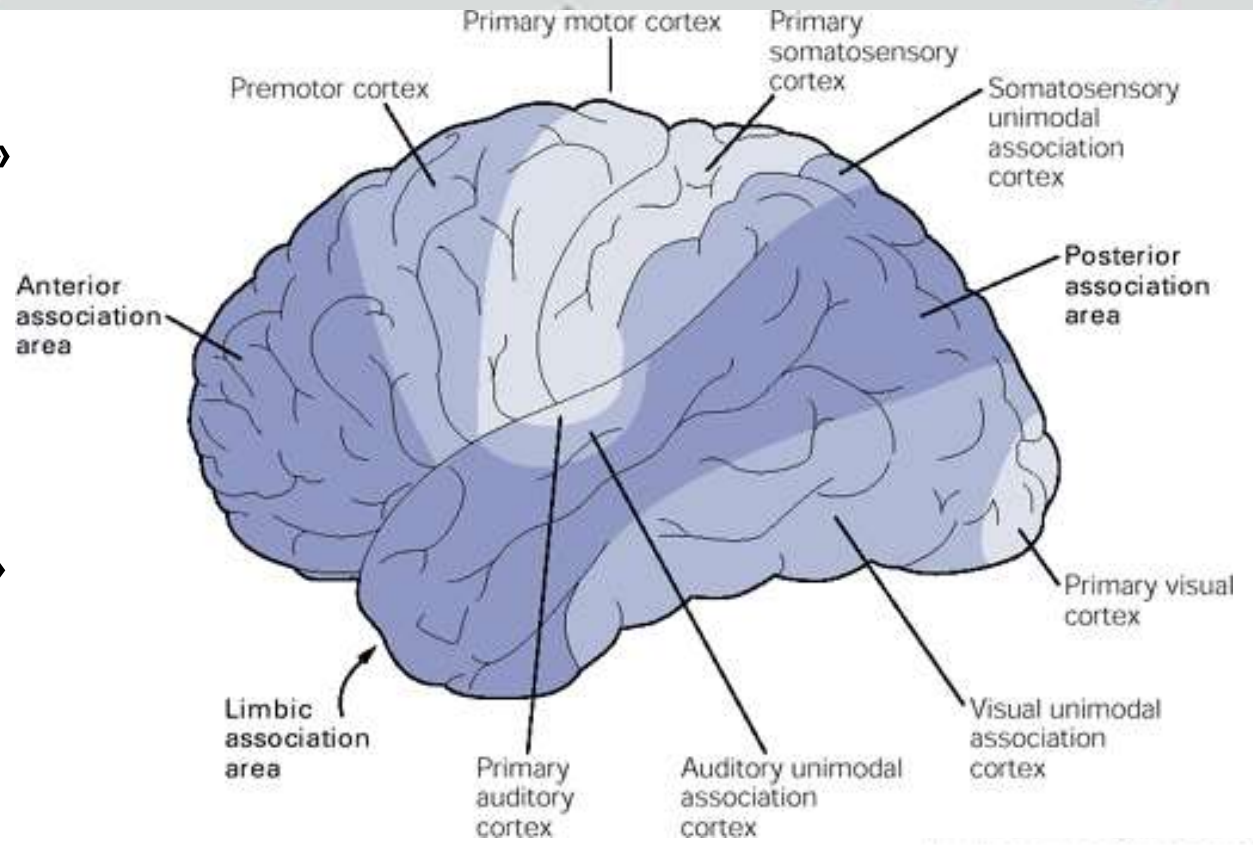




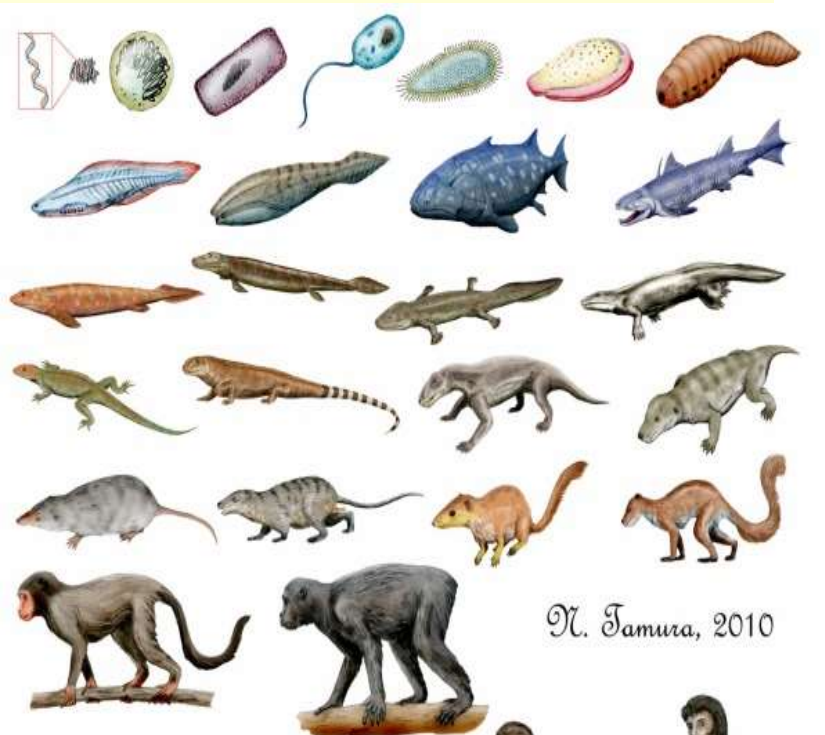


## Cortex « associatif »

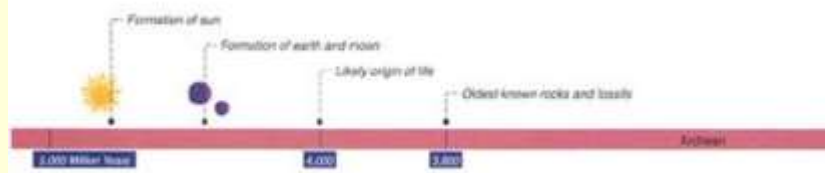
crée de l'espace pour le « offline »



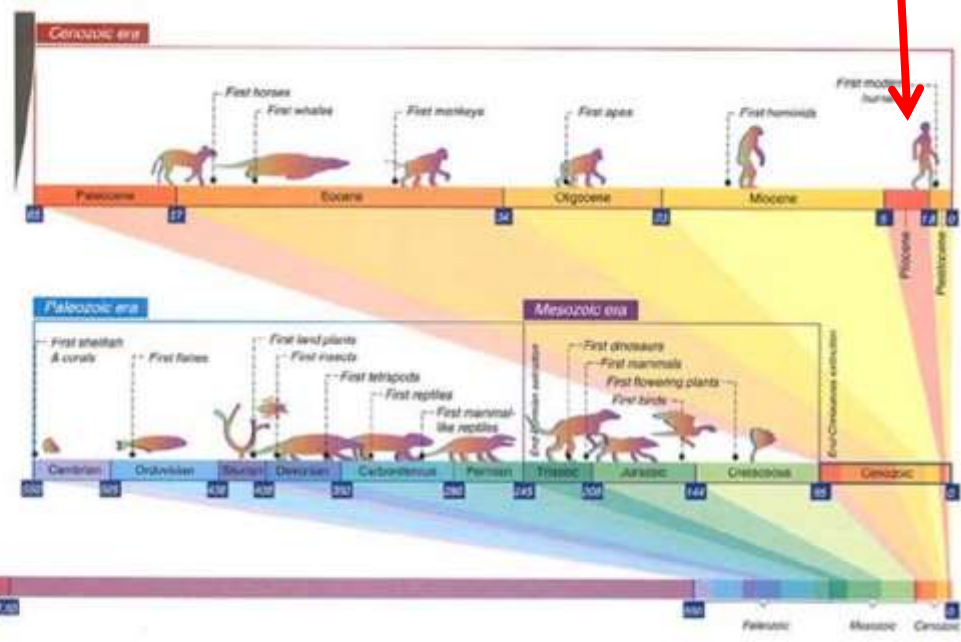


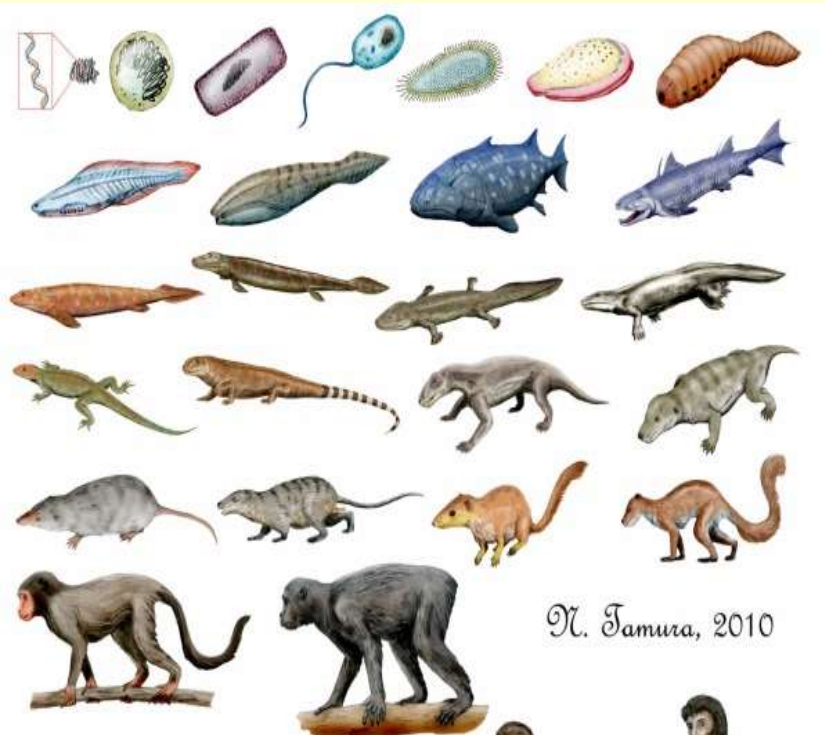


N. Tamura, 2010

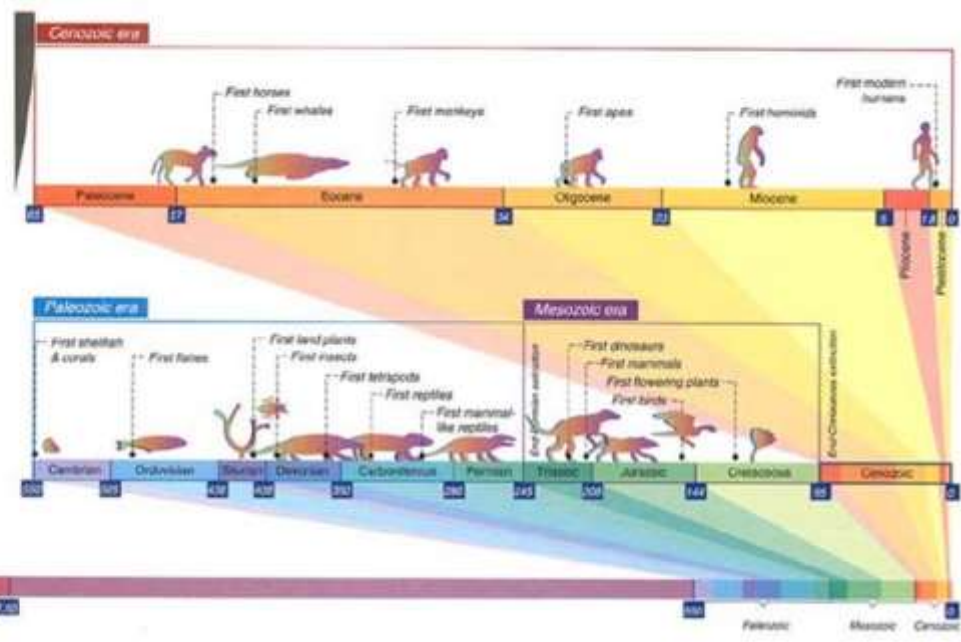
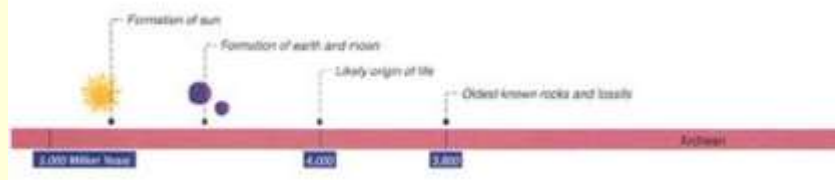
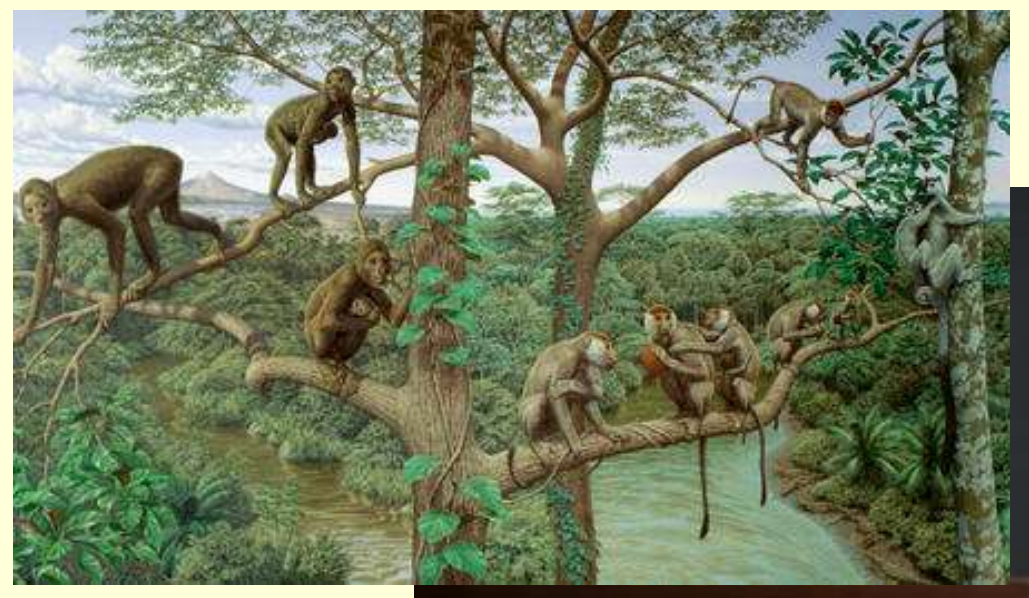


Mais on n'a pas évolué pour faire de la philo ou jouer aux échecs !



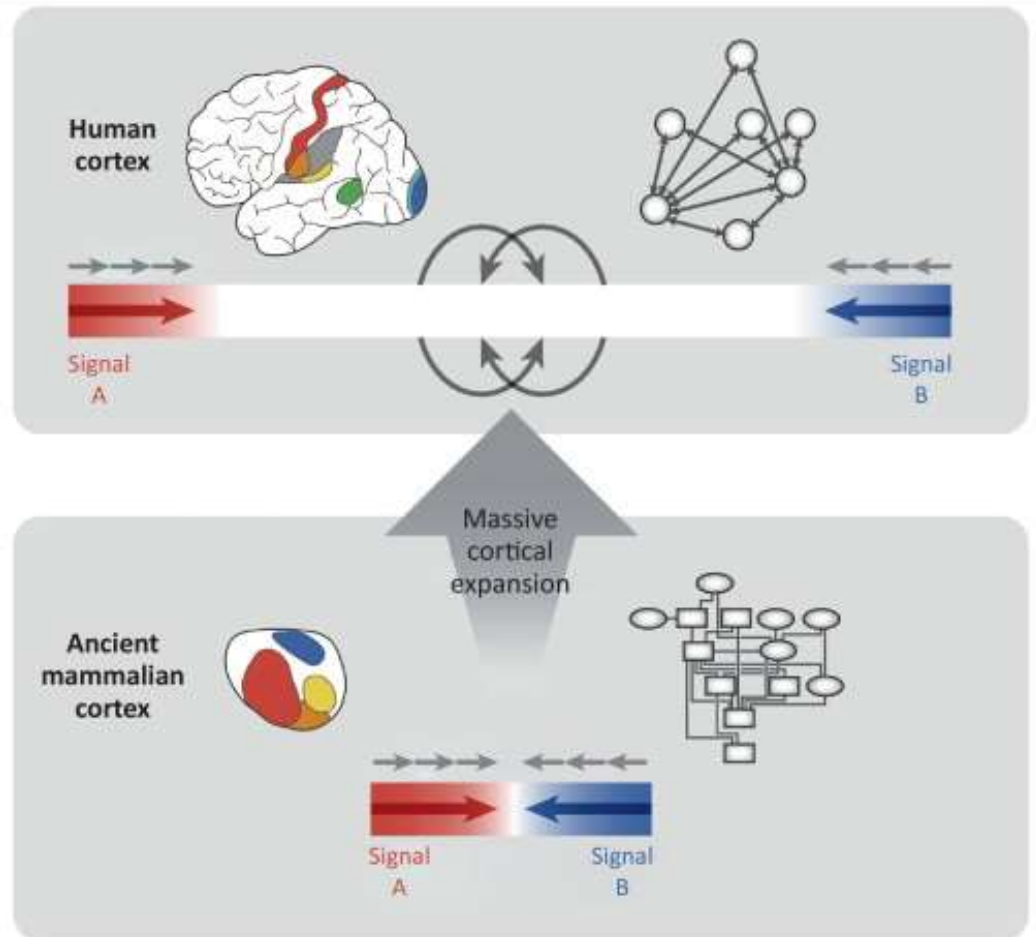


N. Tamura, 2010





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



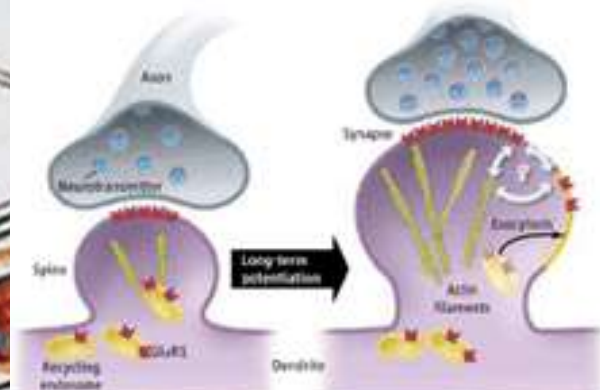
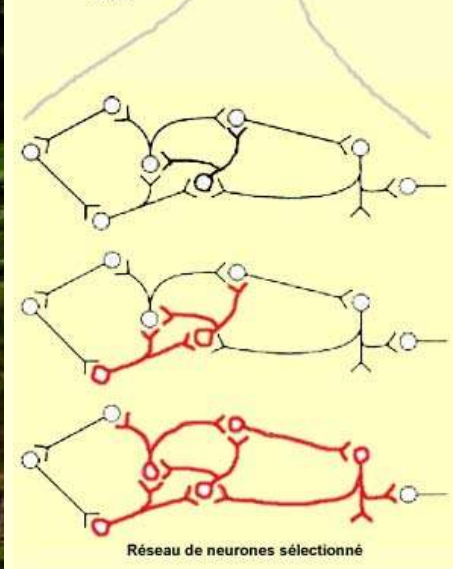
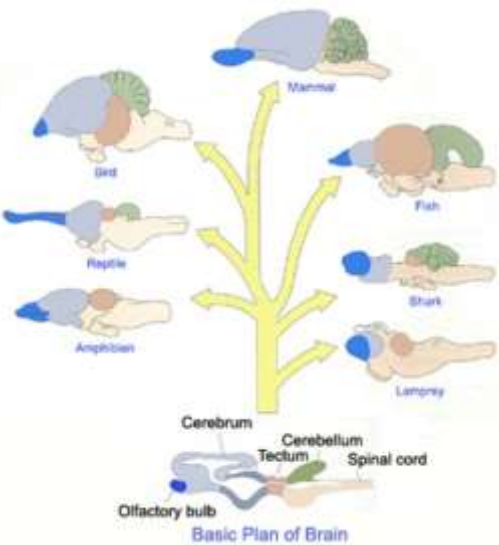
TRENDS in Cognitive Sciences

Il faut garder à l'esprit que durant le développement, au début de la vie, tout se fait en « **online** »

Une métaphore qui résume  
ce qu'on a vu jusqu'ici  
et qui va nous amener  
vers la suite...



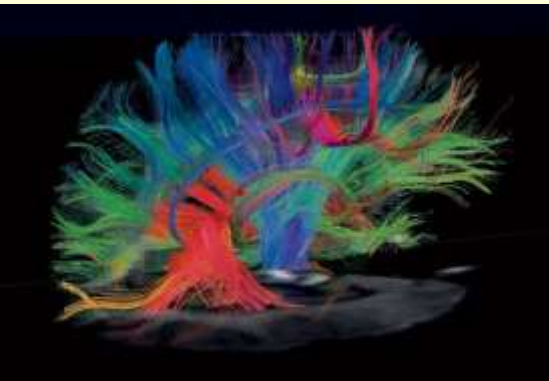
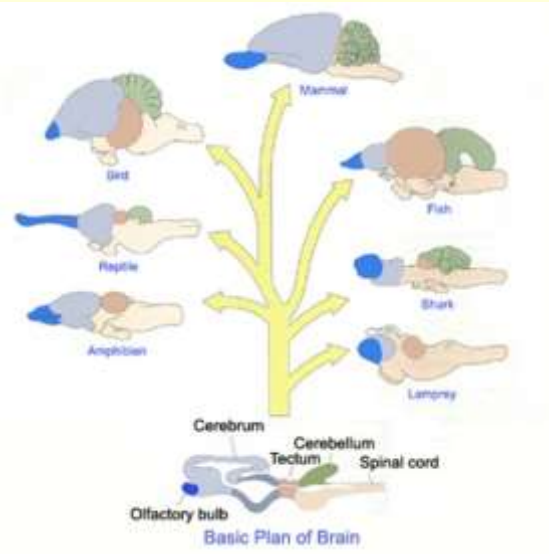
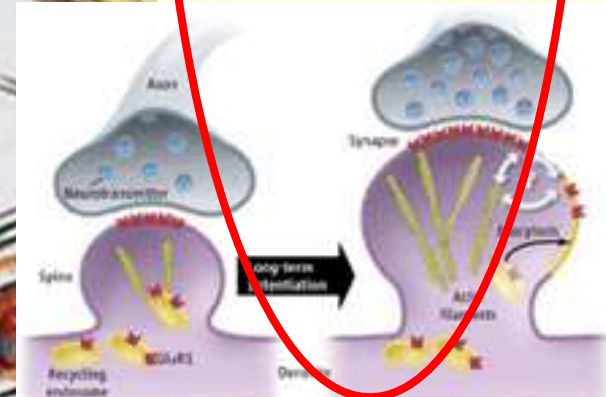
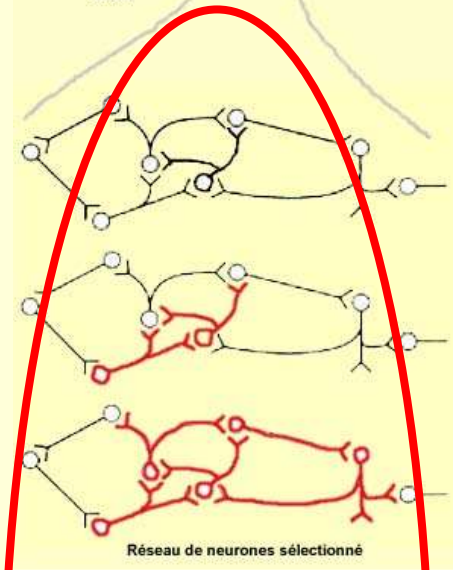




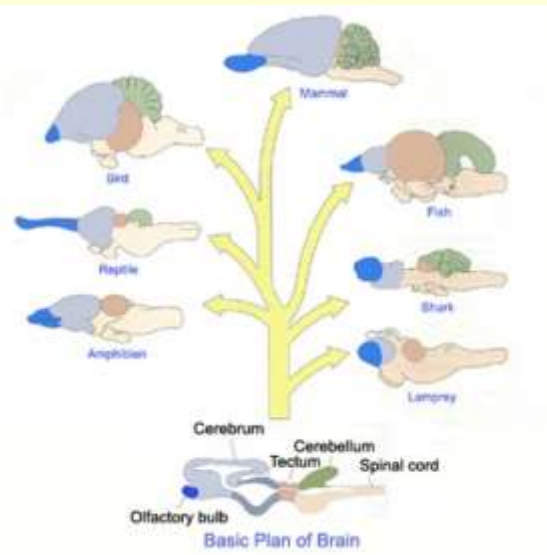


# Plan :

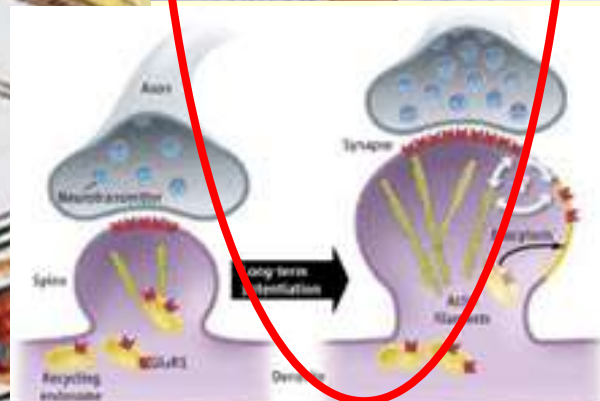
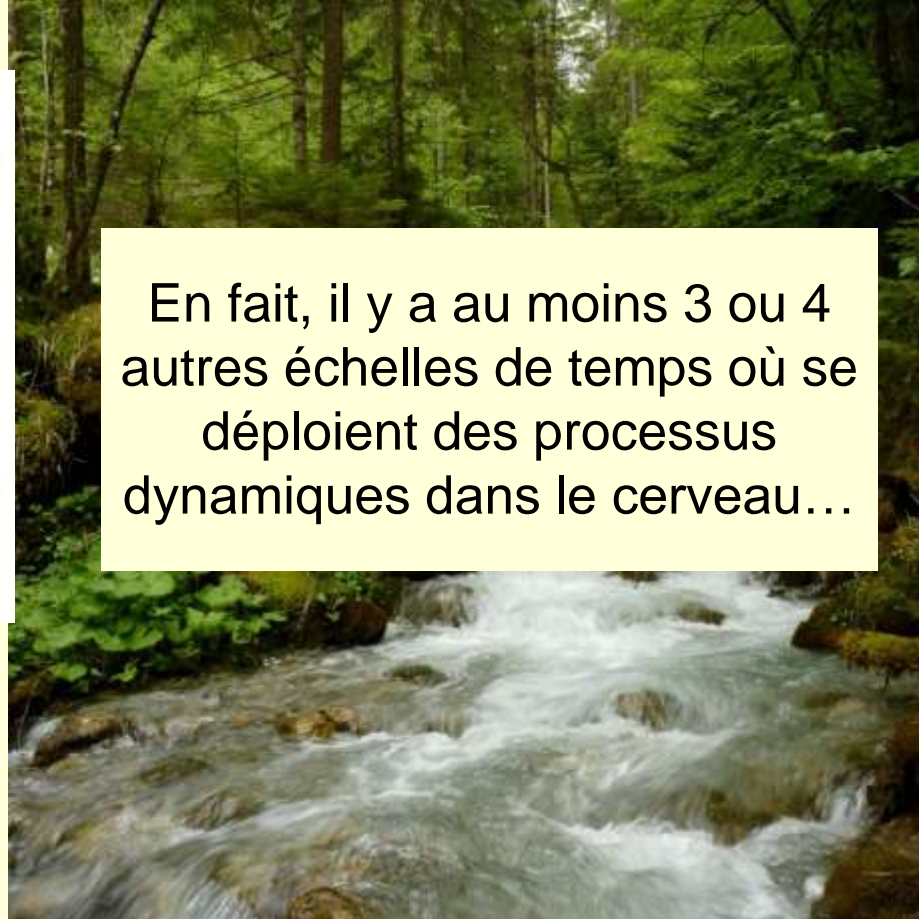
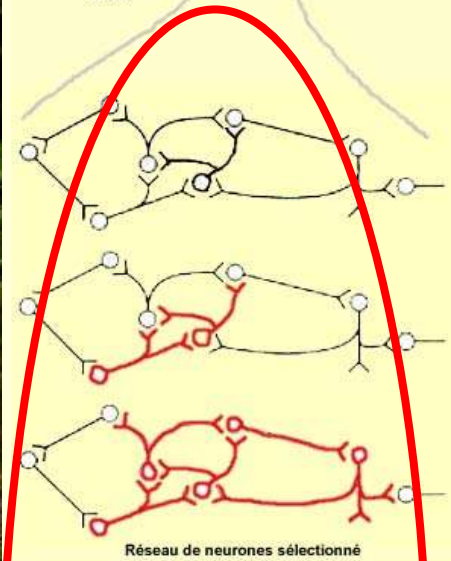
- 1) Perspective évolutive
- 2) **sur l'apprentissage**
- 3) et cognition incarnée





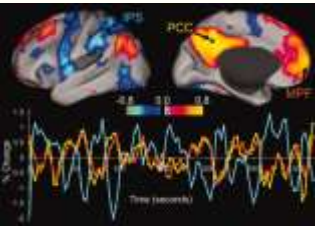


En fait, il y a au moins 3 ou 4 autres échelles de temps où se déploient des processus dynamiques dans le cerveau...

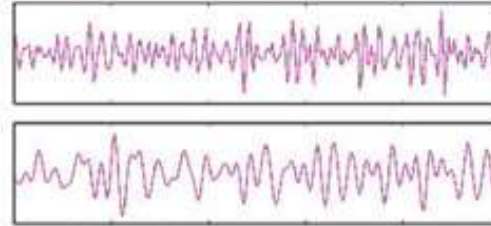


# Échelle de temps :

# Processus dynamiques :



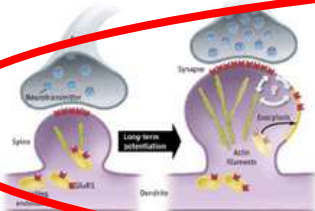
$10^{-3} s$



Gamma  
40 - 70hz

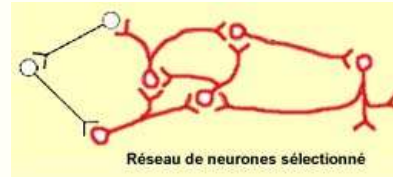
Beta  
12 - 40hz

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



$10^{11} s$

$10^3 s$



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



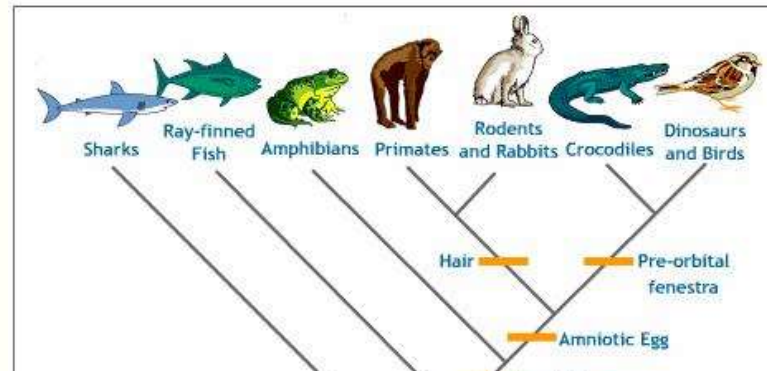
$10^6 s$



Développement du système nerveux et mécanismes épigénétiques

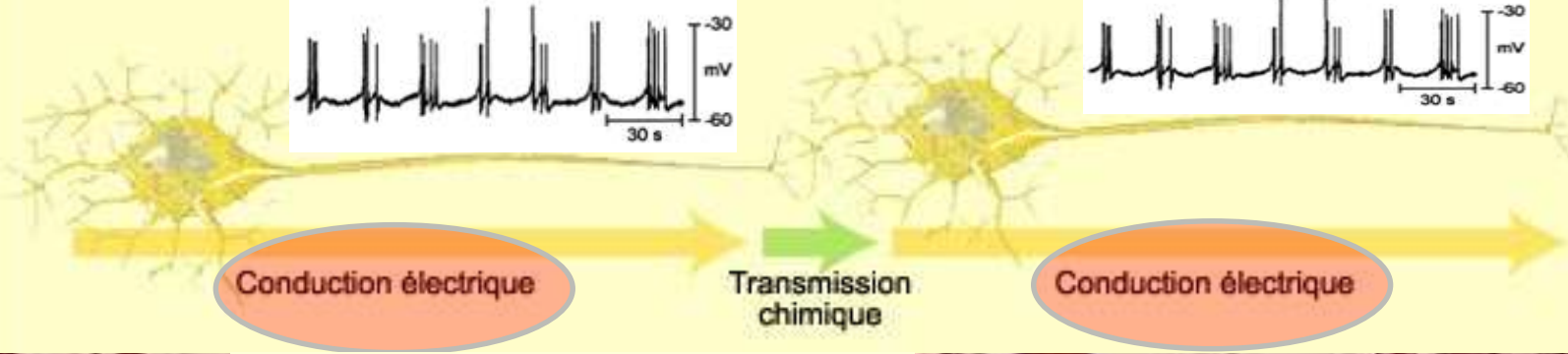


$10^{15} s$



Évolution biologique qui façonne les plans généraux du système nerveux



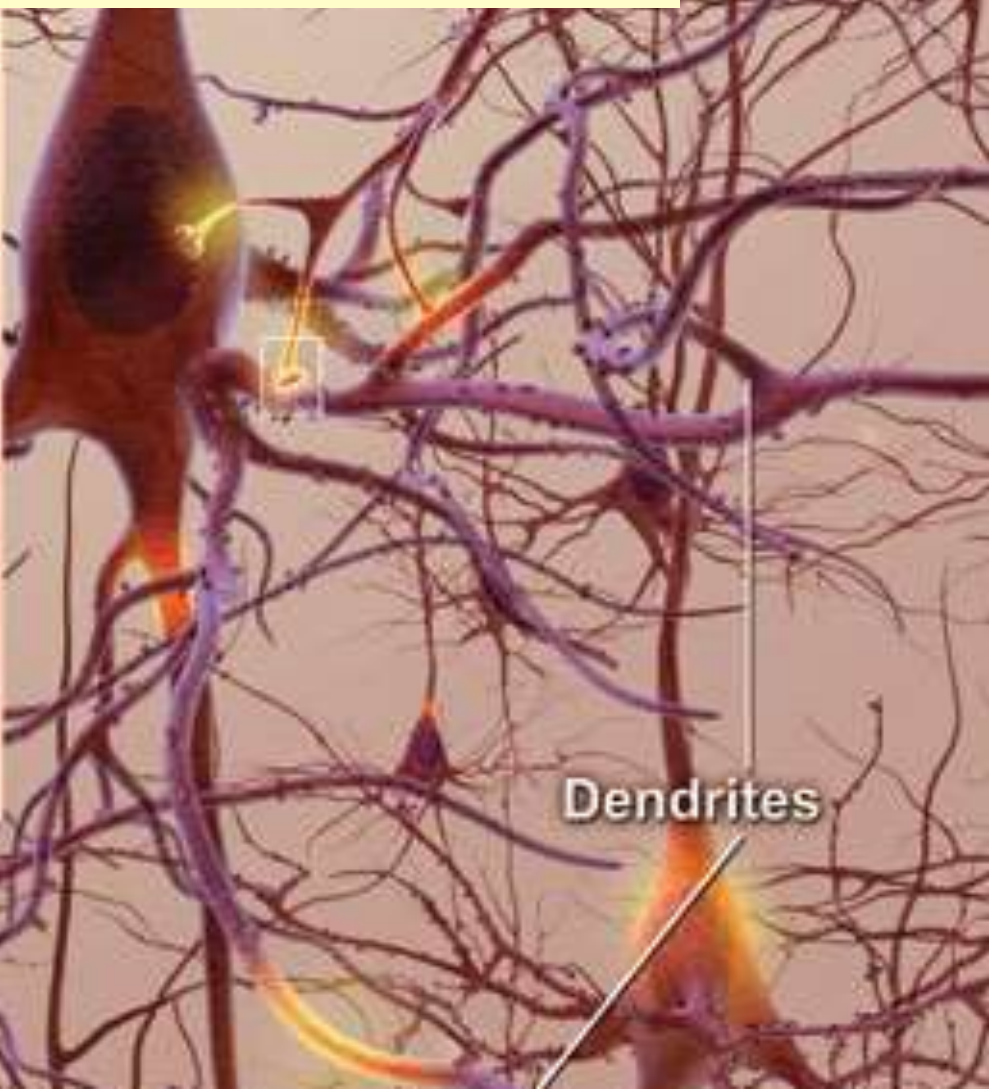
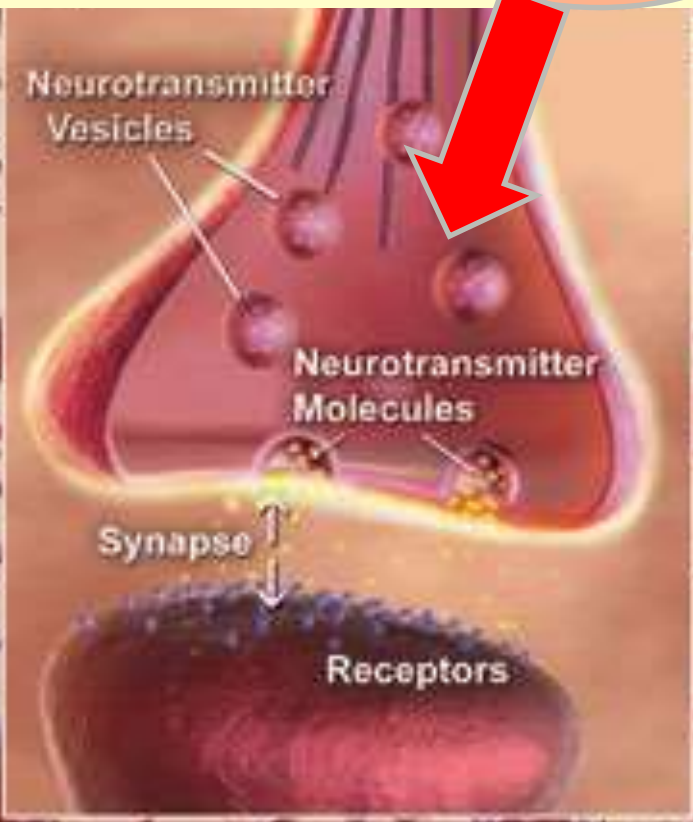
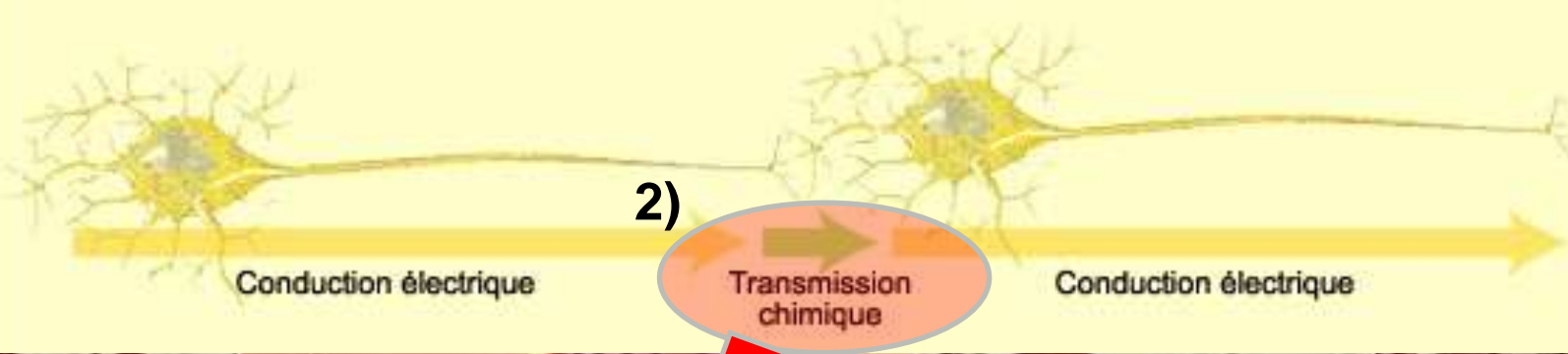


La communication neuronale utilise deux grands mécanismes distincts :

1) la **conduction électrique** (les influx nerveux, ou potentiels d'action)





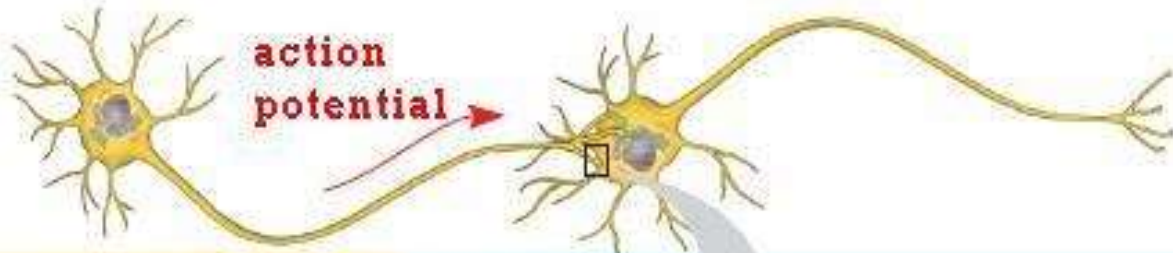




Presynaptic cell

Postsynaptic cell

action potential



Synaptic vesicles containing neurotransmitter

Presynaptic membrane

Voltage-gated  $\text{Ca}^{2+}$  channel

1  $\text{Ca}^{2+}$

Synaptic cleft

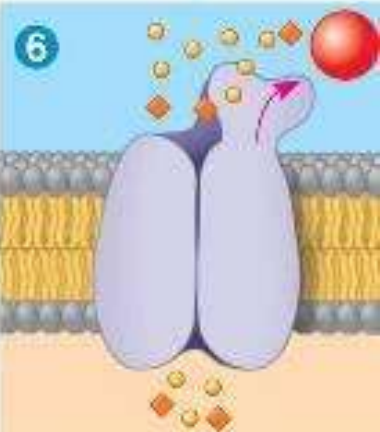
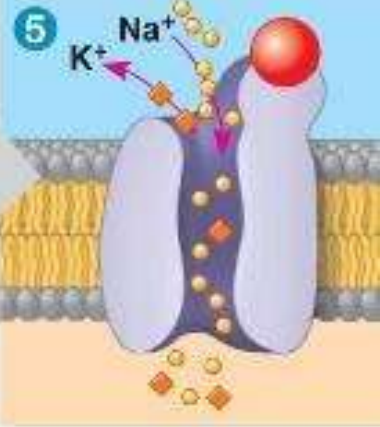
2

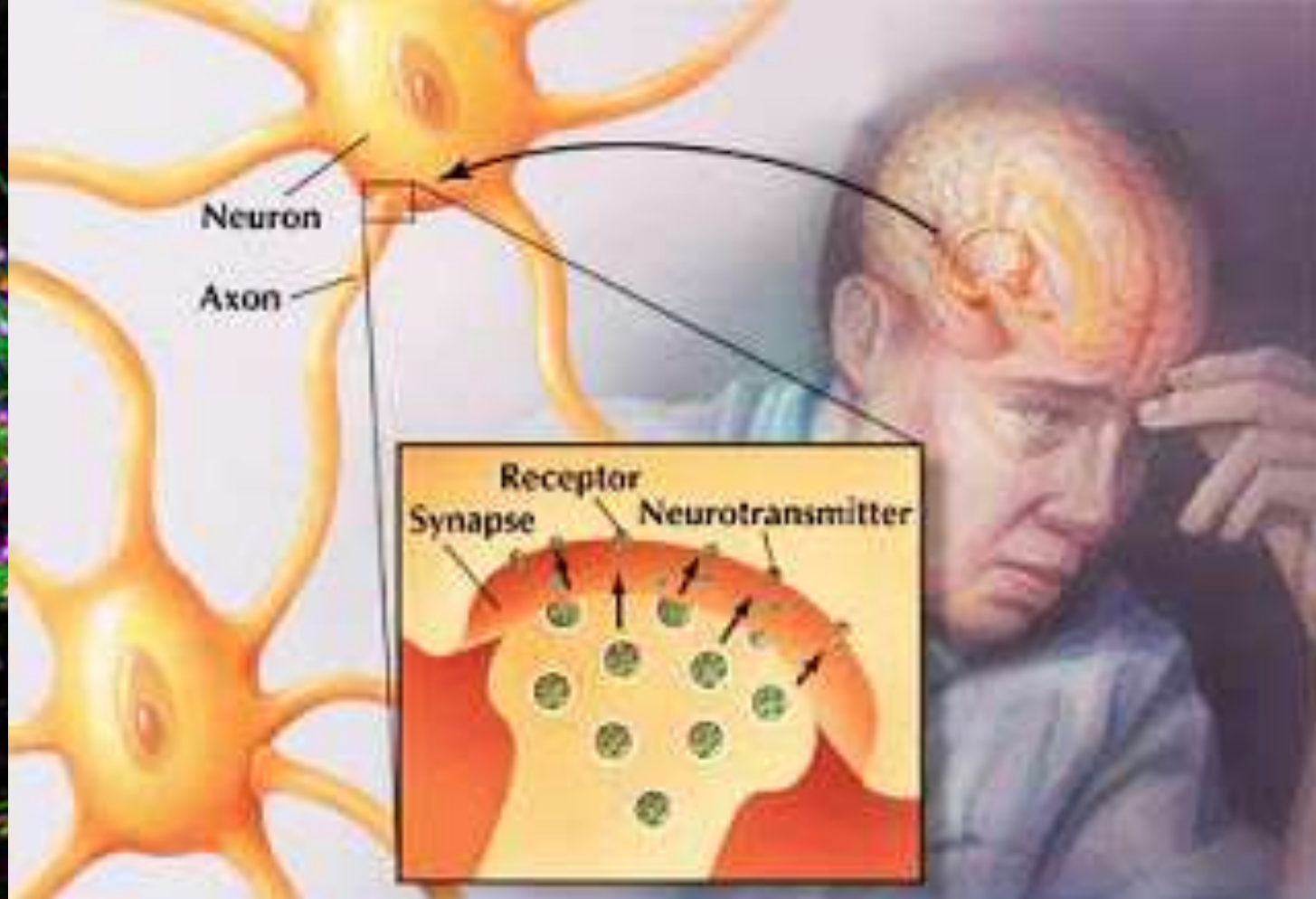
3

4

Ligand-gated ion channels

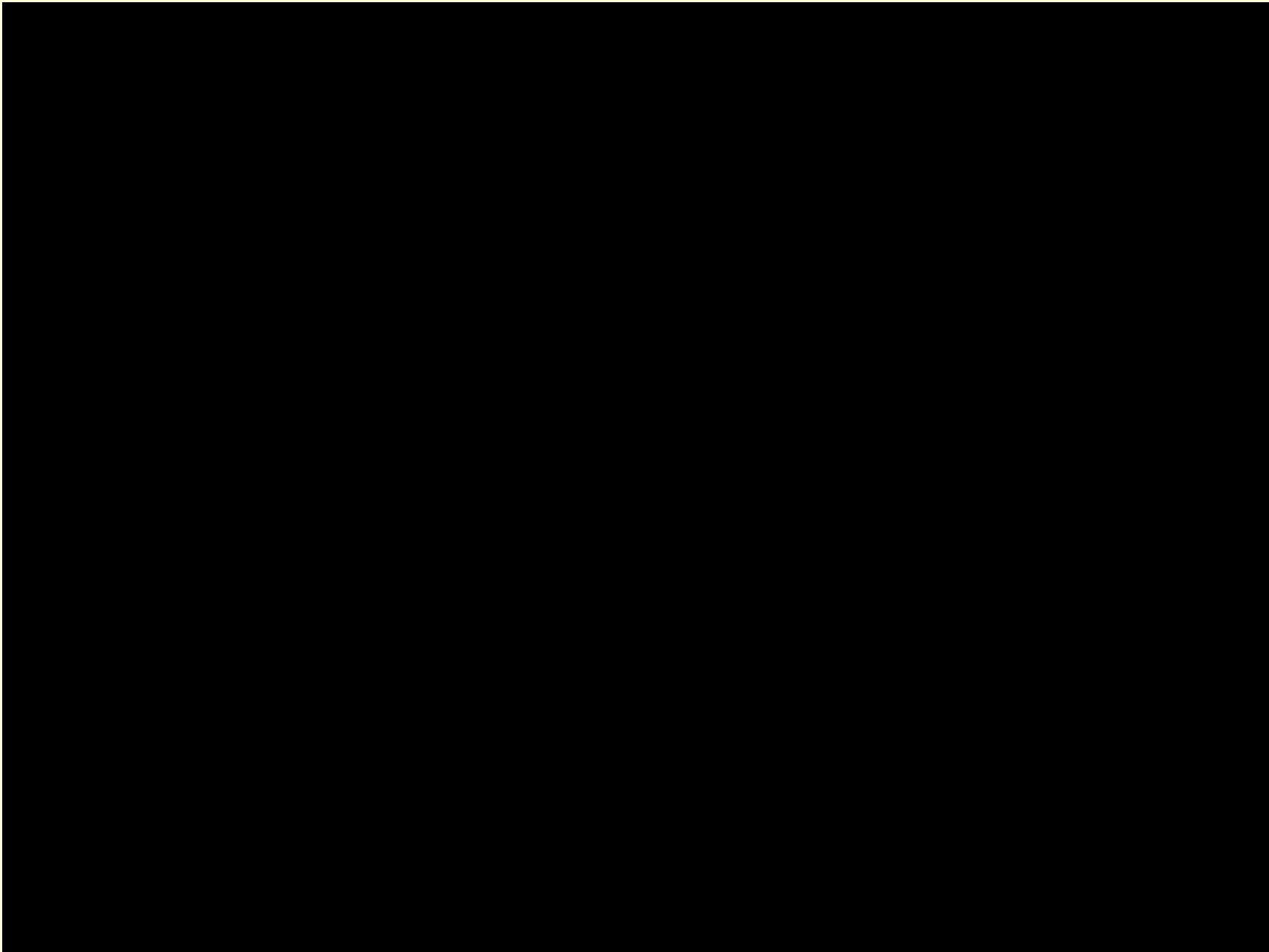
Postsynaptic membrane

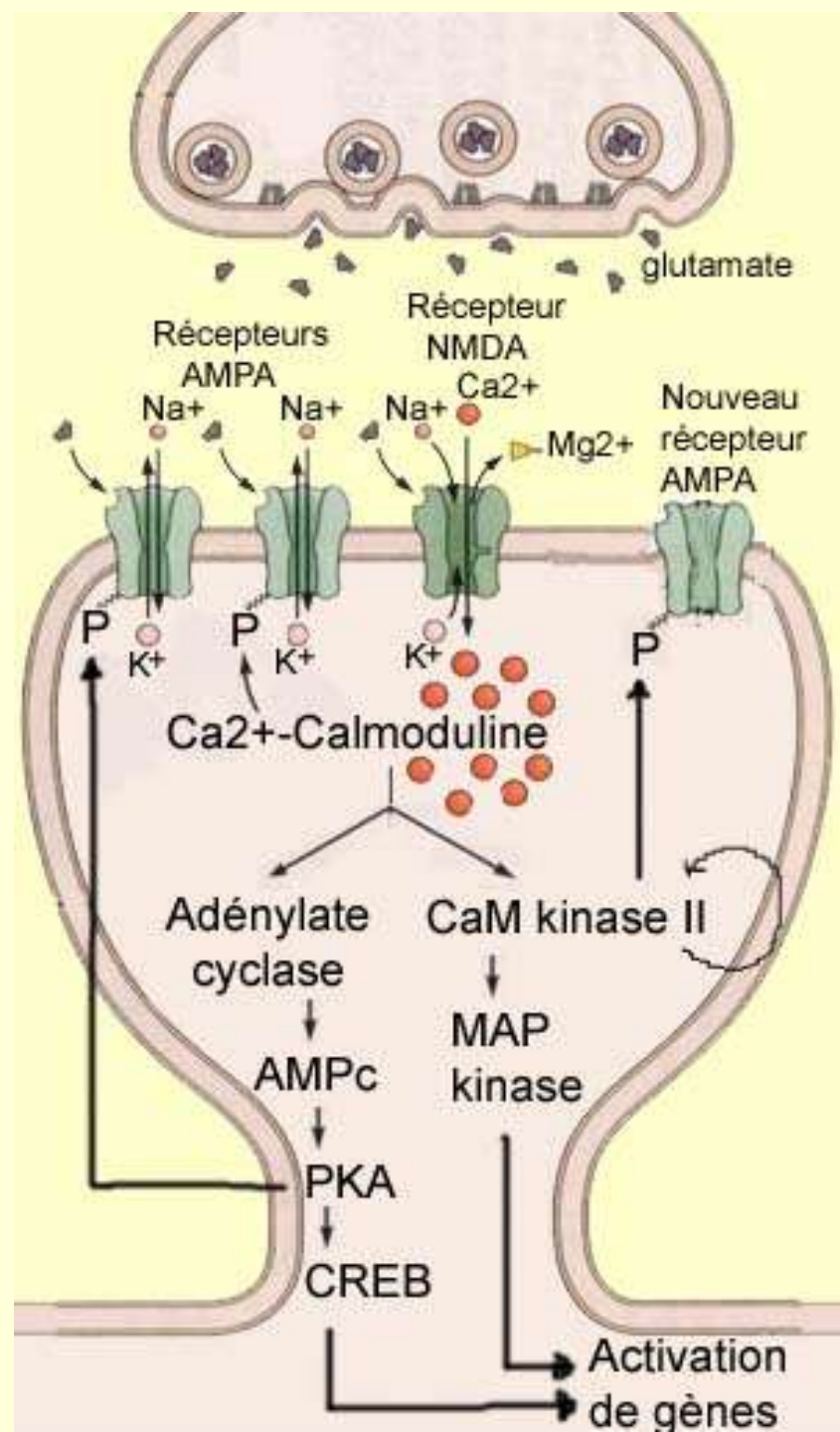




C'est à la synapse qu'agissent  
la grande majorité des  
**médicaments** et  
des **drogues**

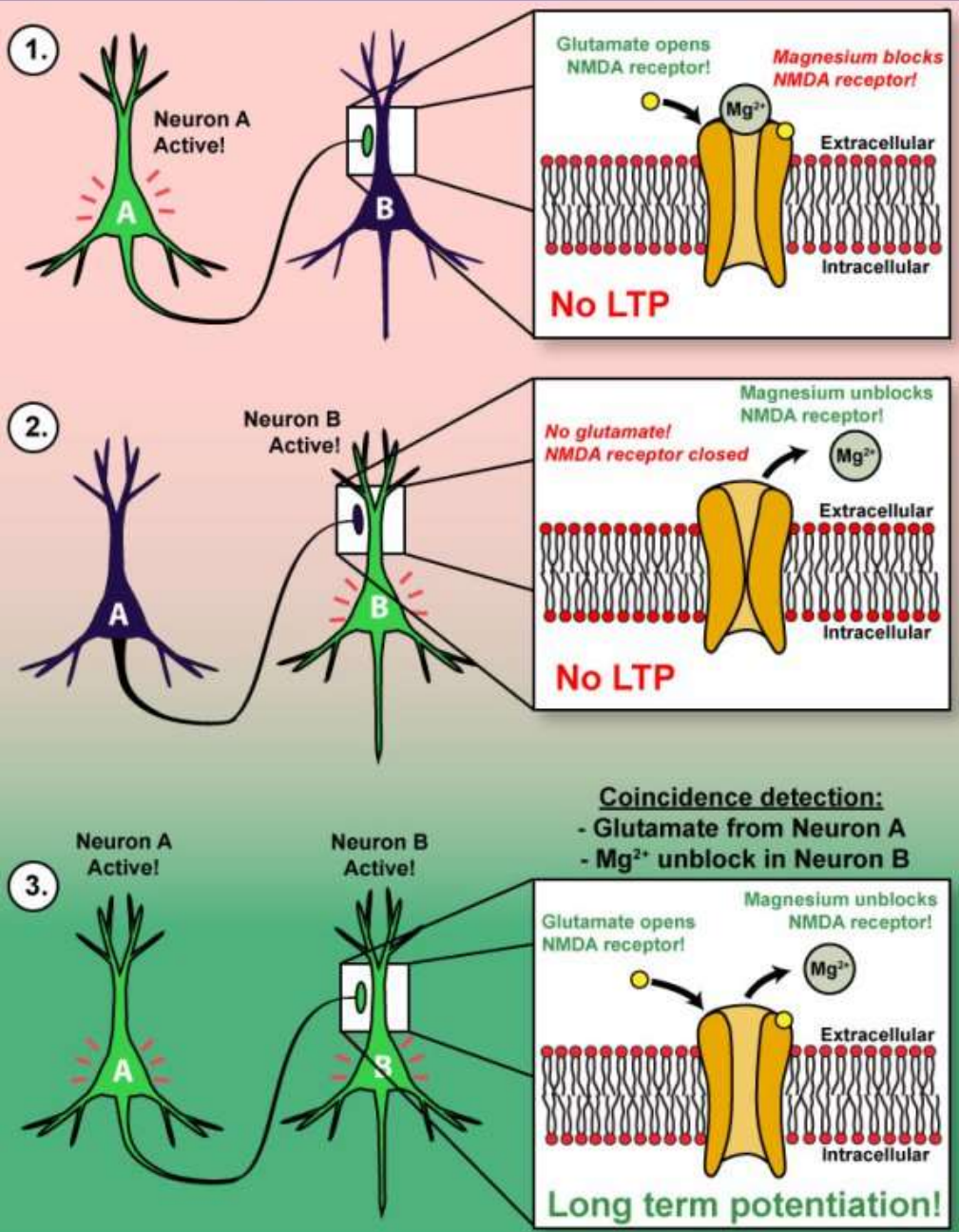






# What a Coincidence!

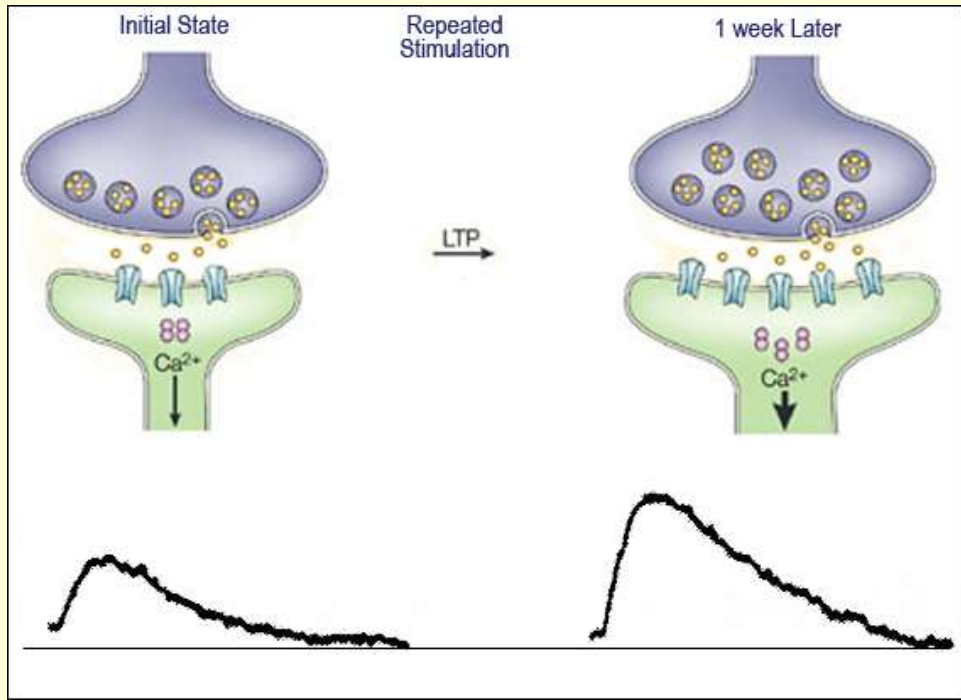
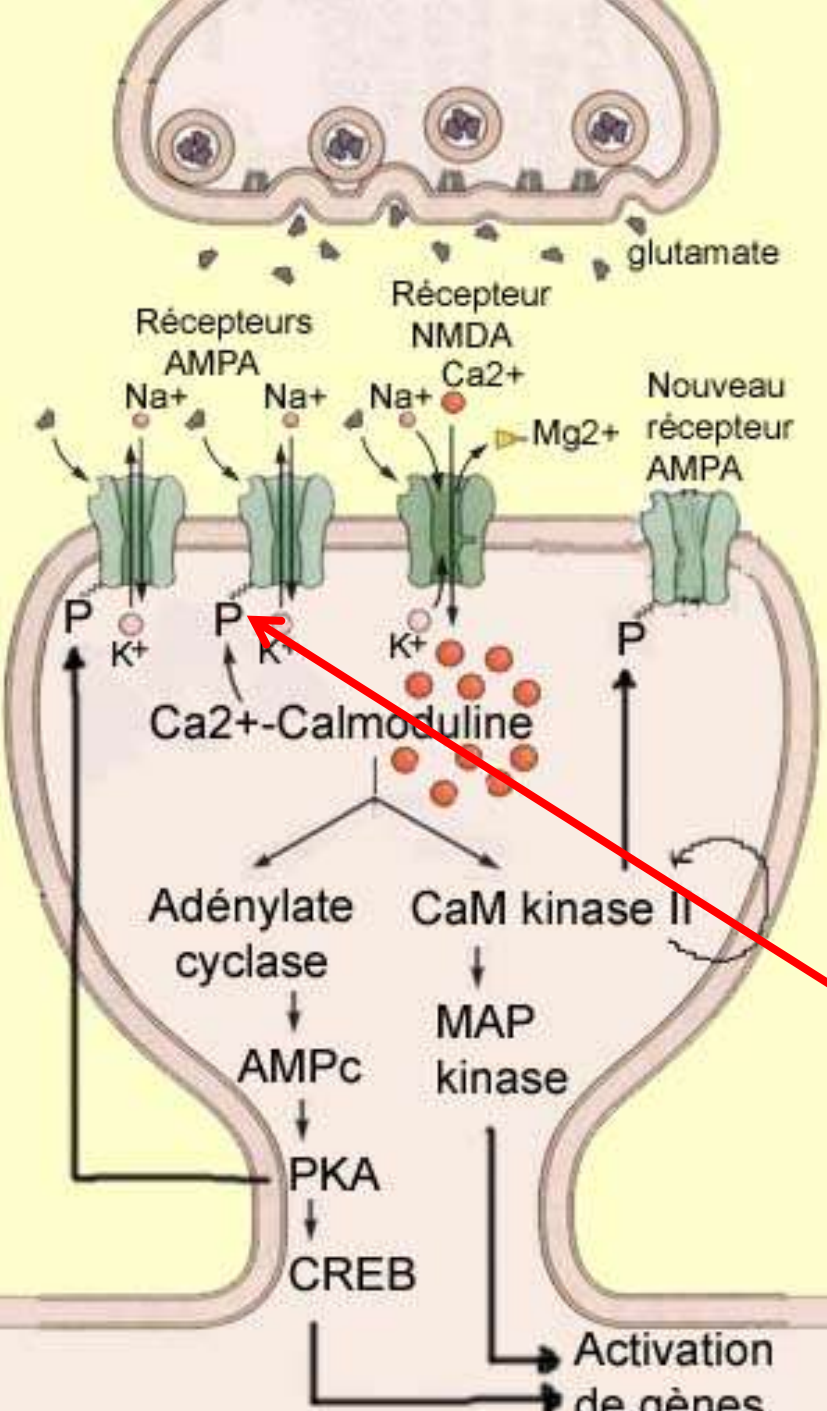
## Magnesium, NMDA Receptors, and LTP



### Coincidence detection:

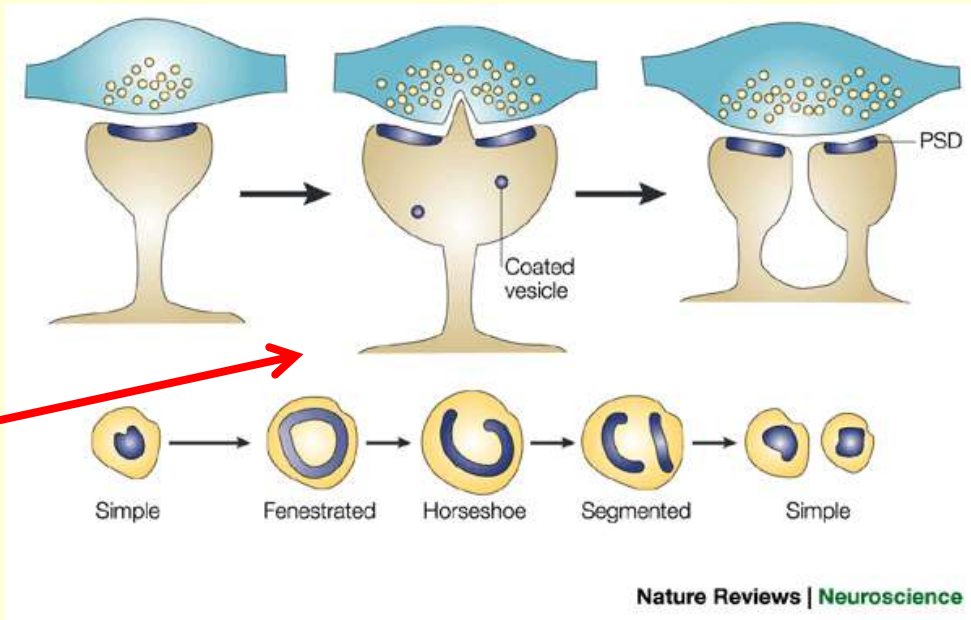
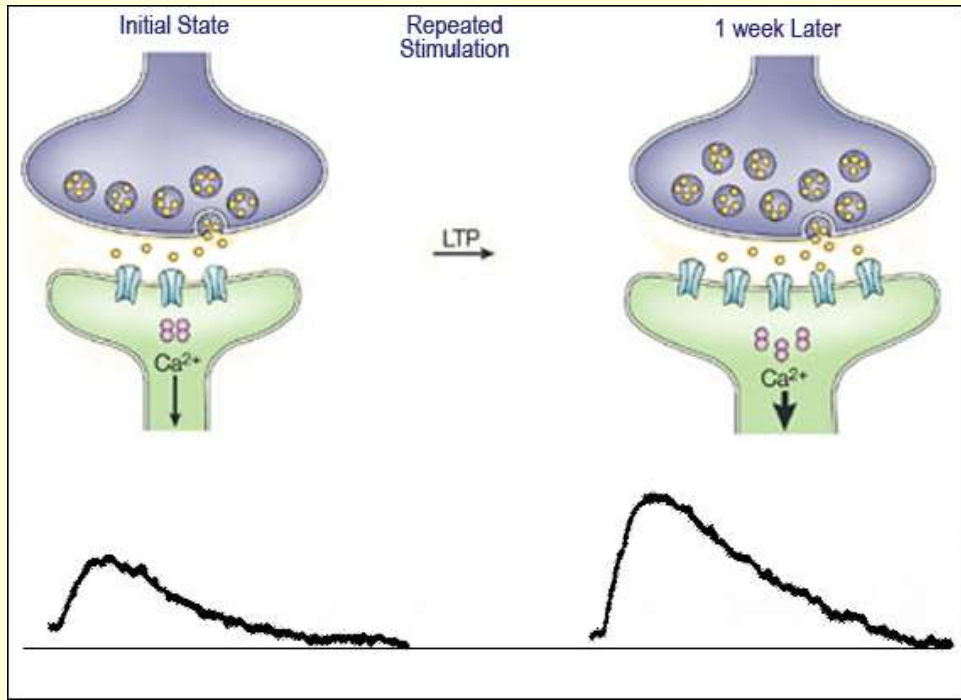
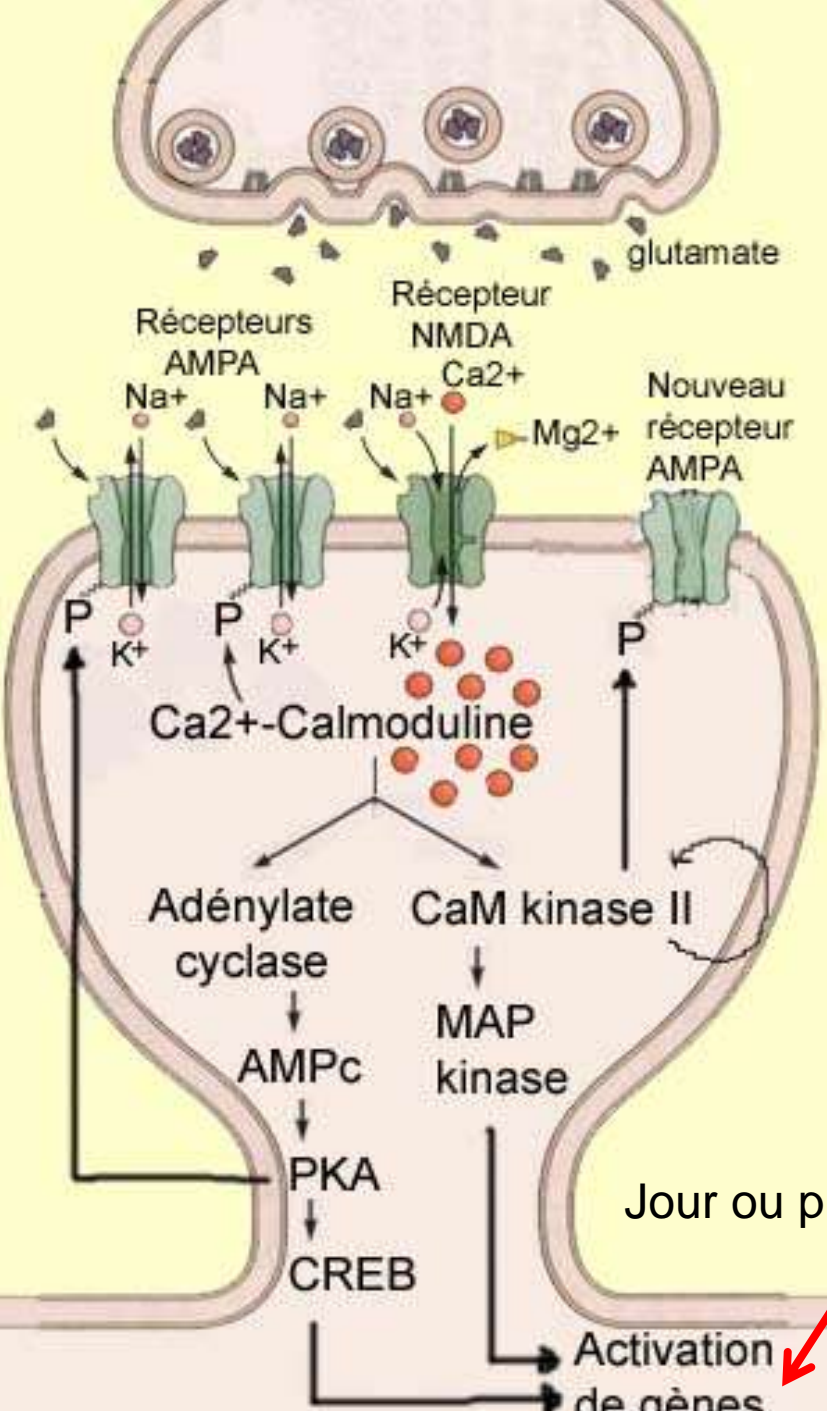
- Glutamate from Neuron A
- Mg<sup>2+</sup> unblock in Neuron B





**Ordre de grandeur temporelle :**

Minutes ou heures



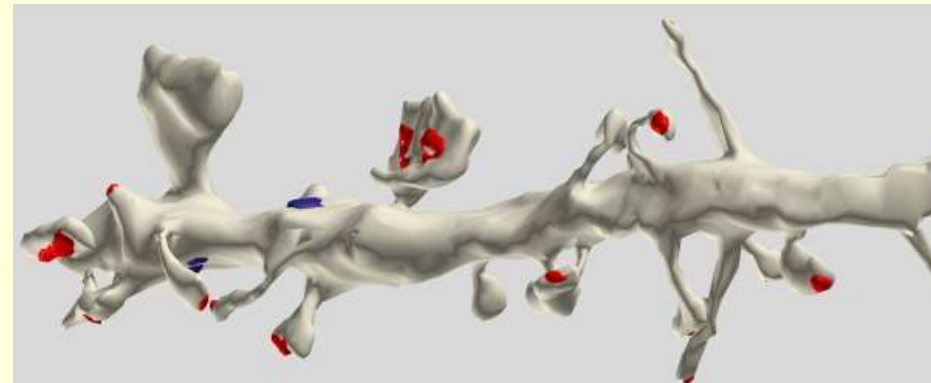
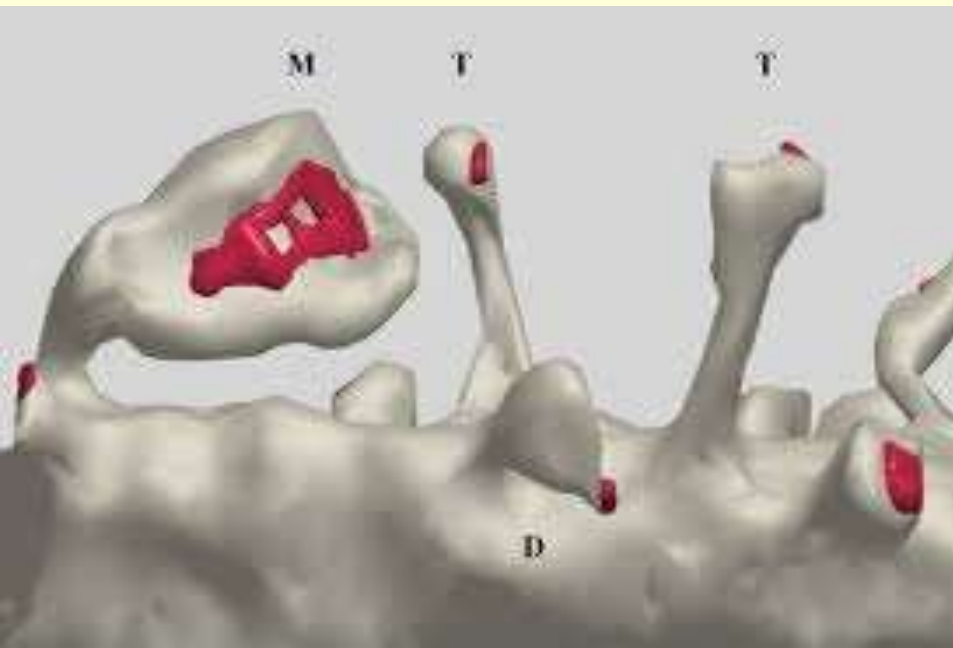




Nos diverses interactions quotidiennes avec le monde font augmenter d'environ 20% la surface du bout de l'axone et de l'épine dendritique qui se font face.

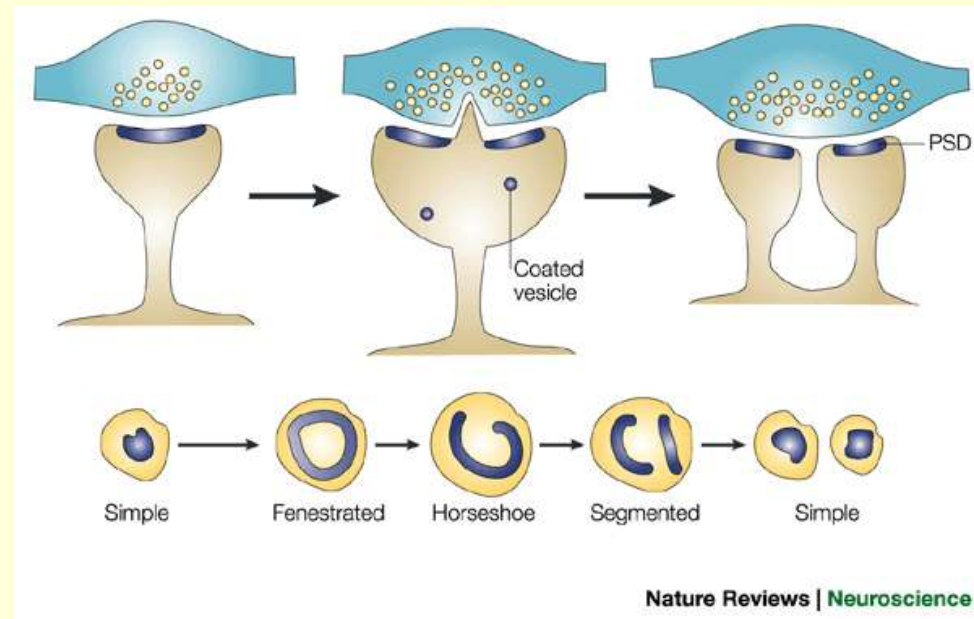
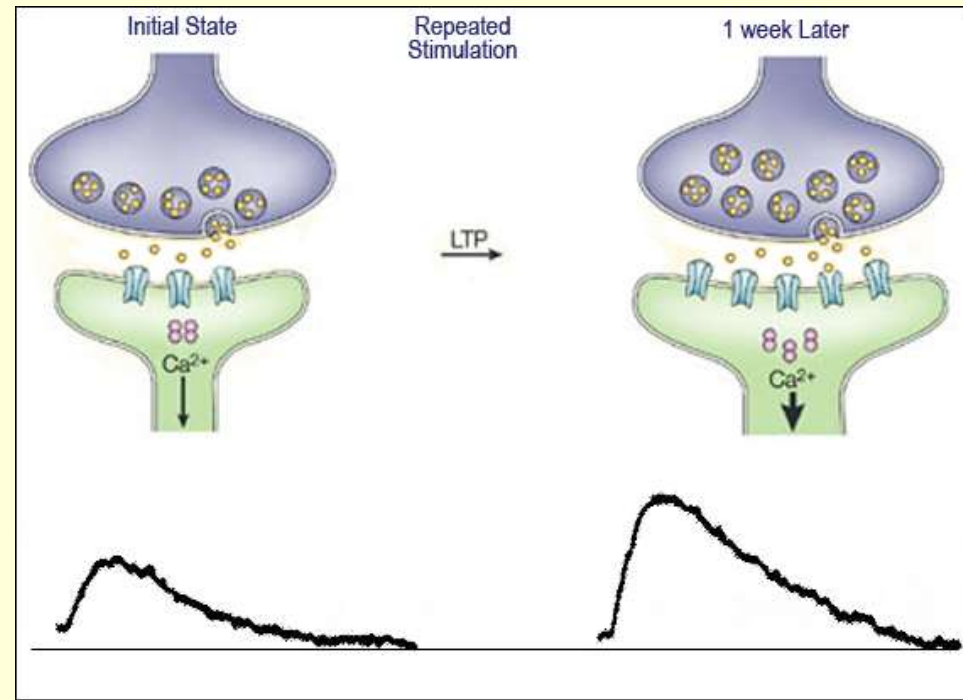
Et l'inverse se produit durant la nuit : une diminution d'environ 20% de la surface synaptique (sauf peut-être pour celles des souvenirs marquants de la journée).

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2018/02/27/les-traces-neurales-de-nos-souvenirs-conceptuels/>



La **potentialisation à long terme (PLT)** est l'un des mécanismes les plus documentés derrière les phénomènes d'apprentissage et de mémoire.

Mais il y en a beaucoup d'autres !

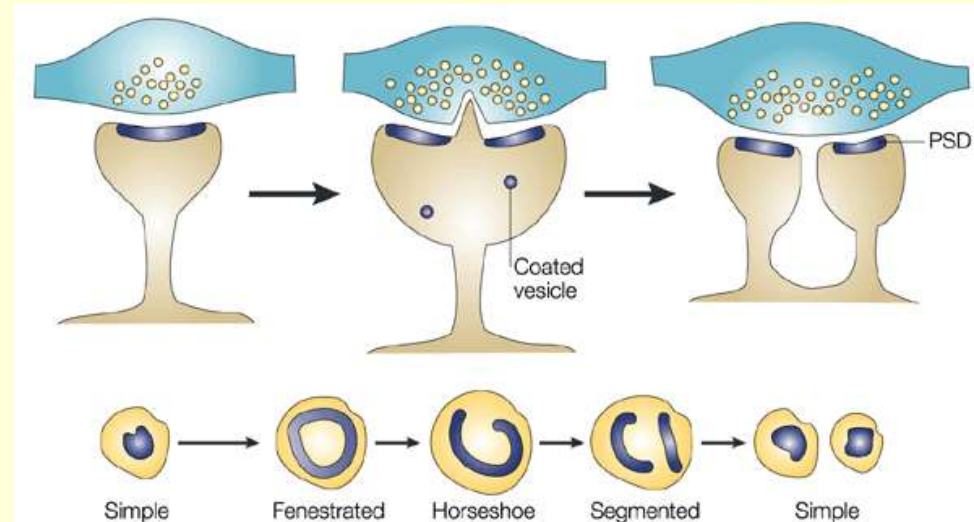
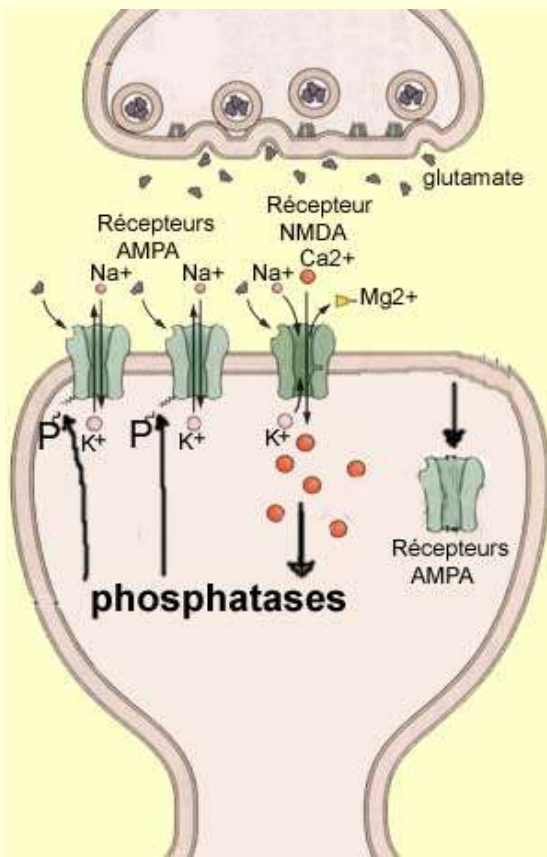
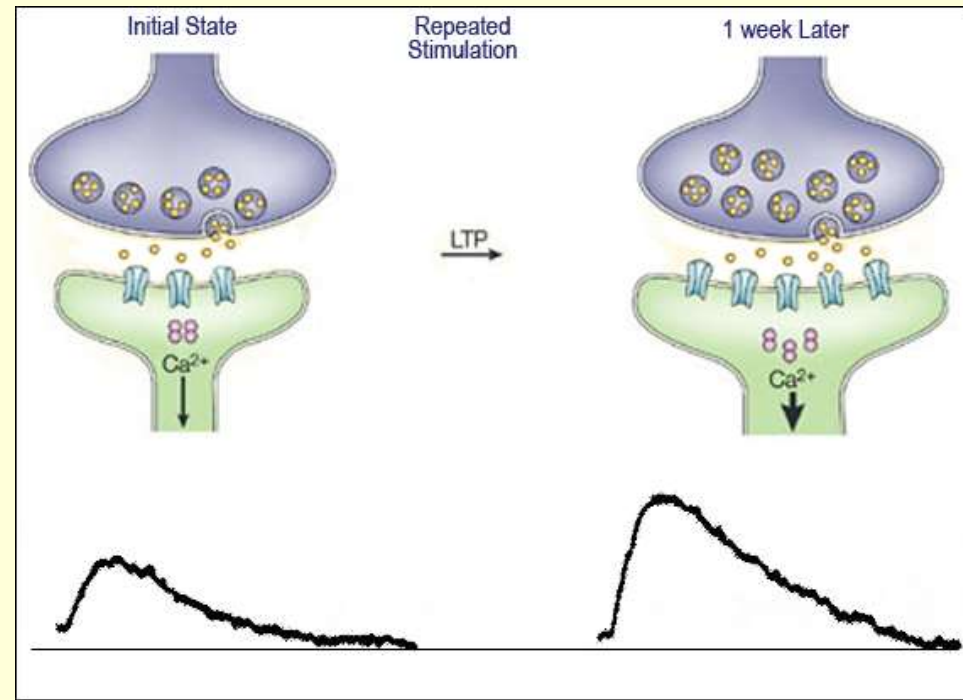




La **potentialisation à long terme (PLT)** est l'un des mécanismes les plus documentés derrière les phénomènes d'apprentissage et de mémoire.

Mais il y en a beaucoup d'autres !

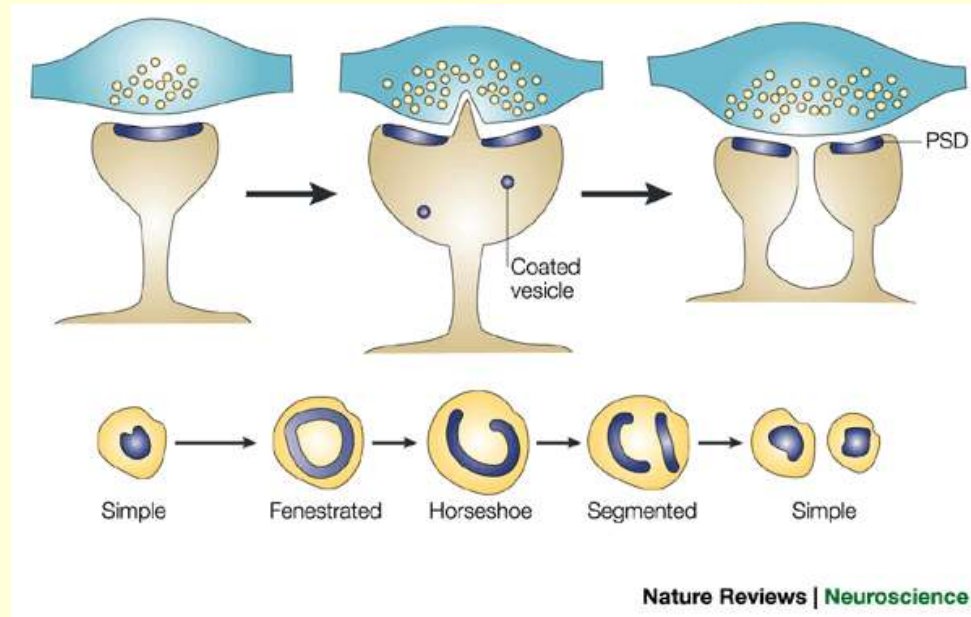
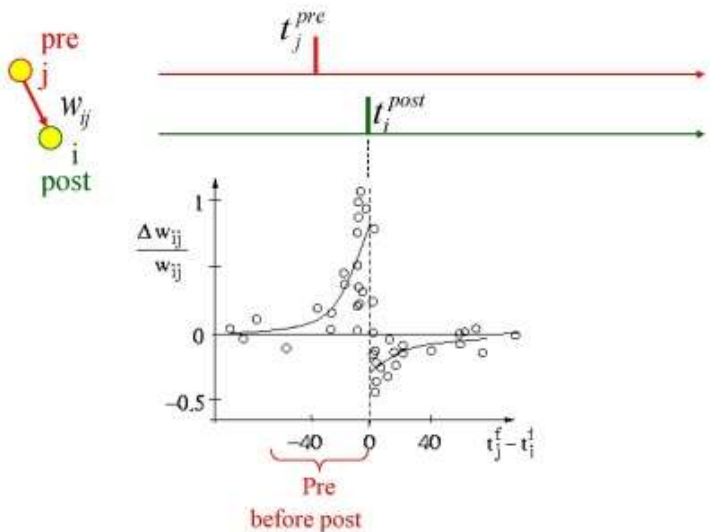
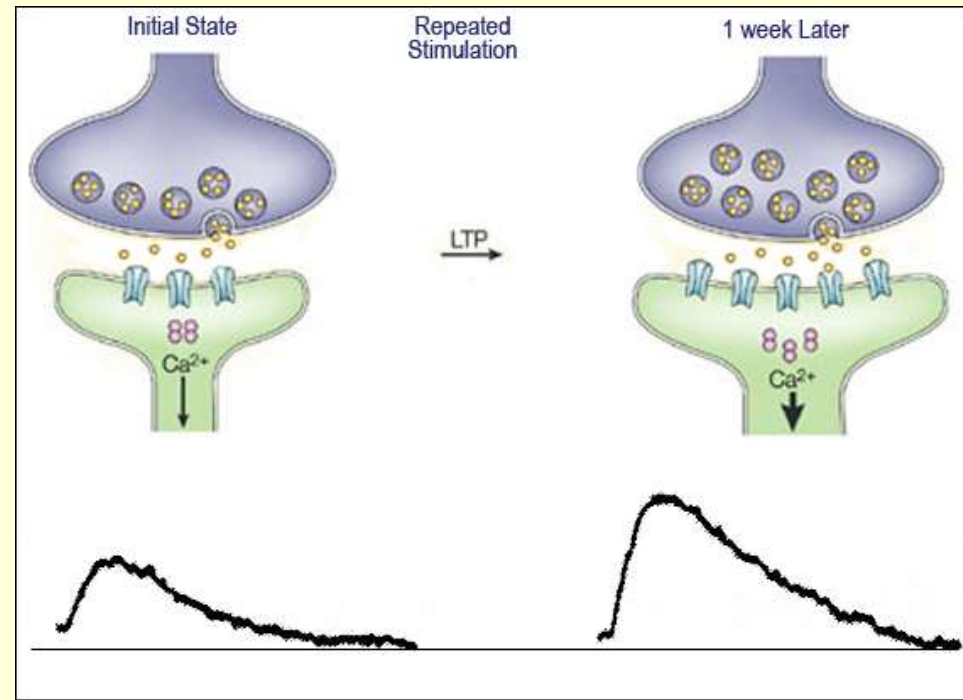
- La **dépression à long terme (DLT)**



La **potentialisation à long terme (PLT)** est l'un des mécanismes les plus documentés derrière les phénomènes d'apprentissage et de mémoire.

Mais il y en a beaucoup d'autres !

- La **dépression à long terme (DLT)**
- La **plasticité dépendante du temps d'occurrence des impulsions** (« Spike-timing-dependent plasticity » ou STDP)

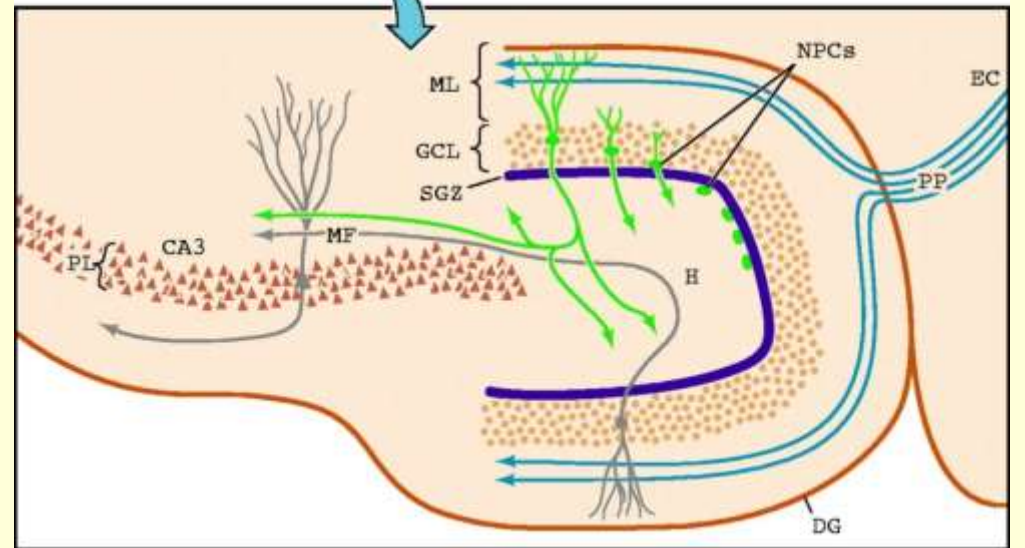
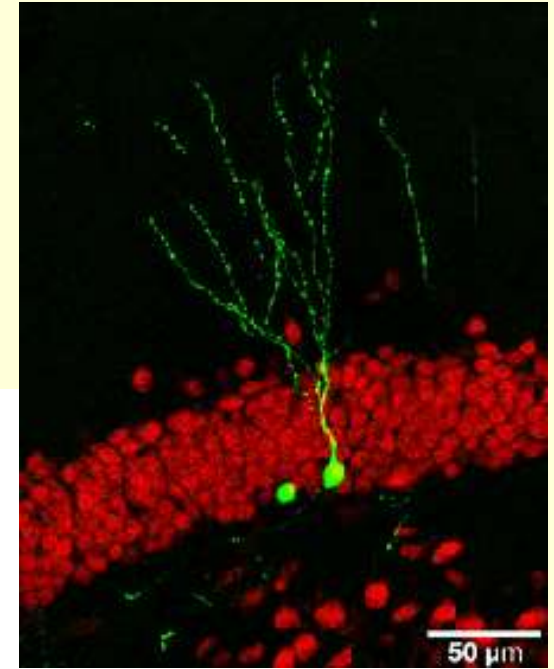
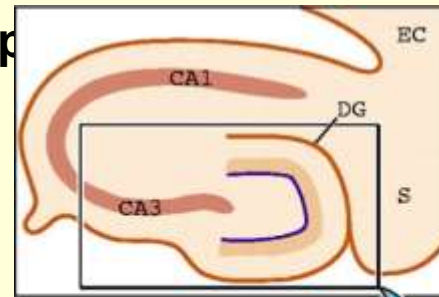
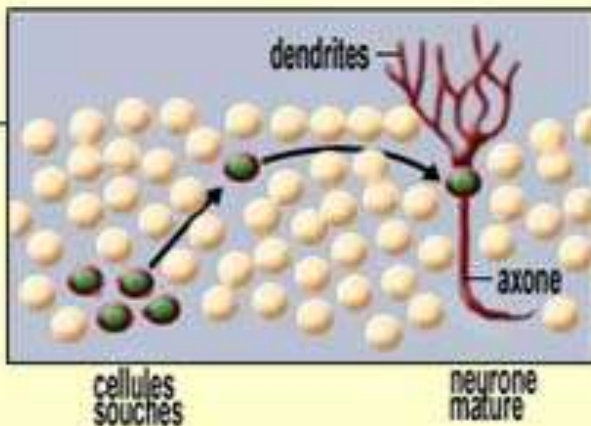




La **potentialisation à long terme (PLT)** est l'un des mécanismes les plus documentés derrière les phénomènes d'apprentissage et de mémoire.

Mais il y en a beaucoup d'autres !

- La **dépression à long terme (DLT)**
- La **plasticité dépendante du temps d'occurrence des impulsions** (« Spike-timing-dependent plasticity » ou STDP)
- La **neurogenèse**, etc...



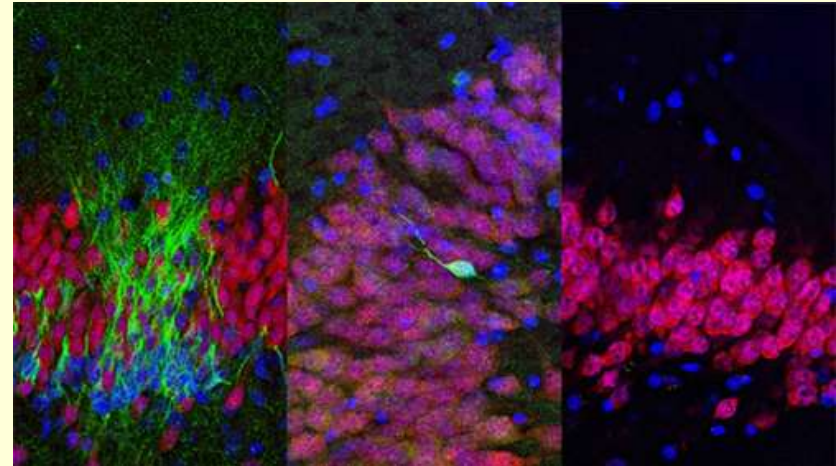
# Débat / Controverse :

**Le BLOGUE** du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

27 mars 2018

## La neurogenèse dans le cerveau humain adulte remise en question

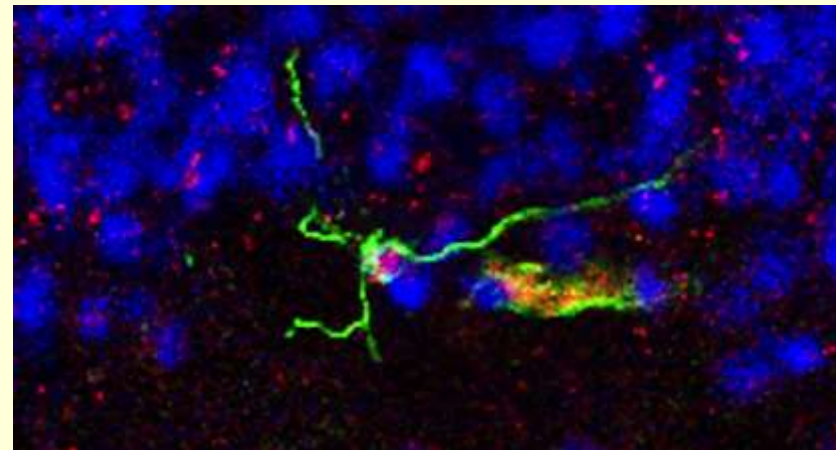
<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2018/03/27/la-neurogenese-dans-le-cerveau-humain-adulte-remise-en-question/>



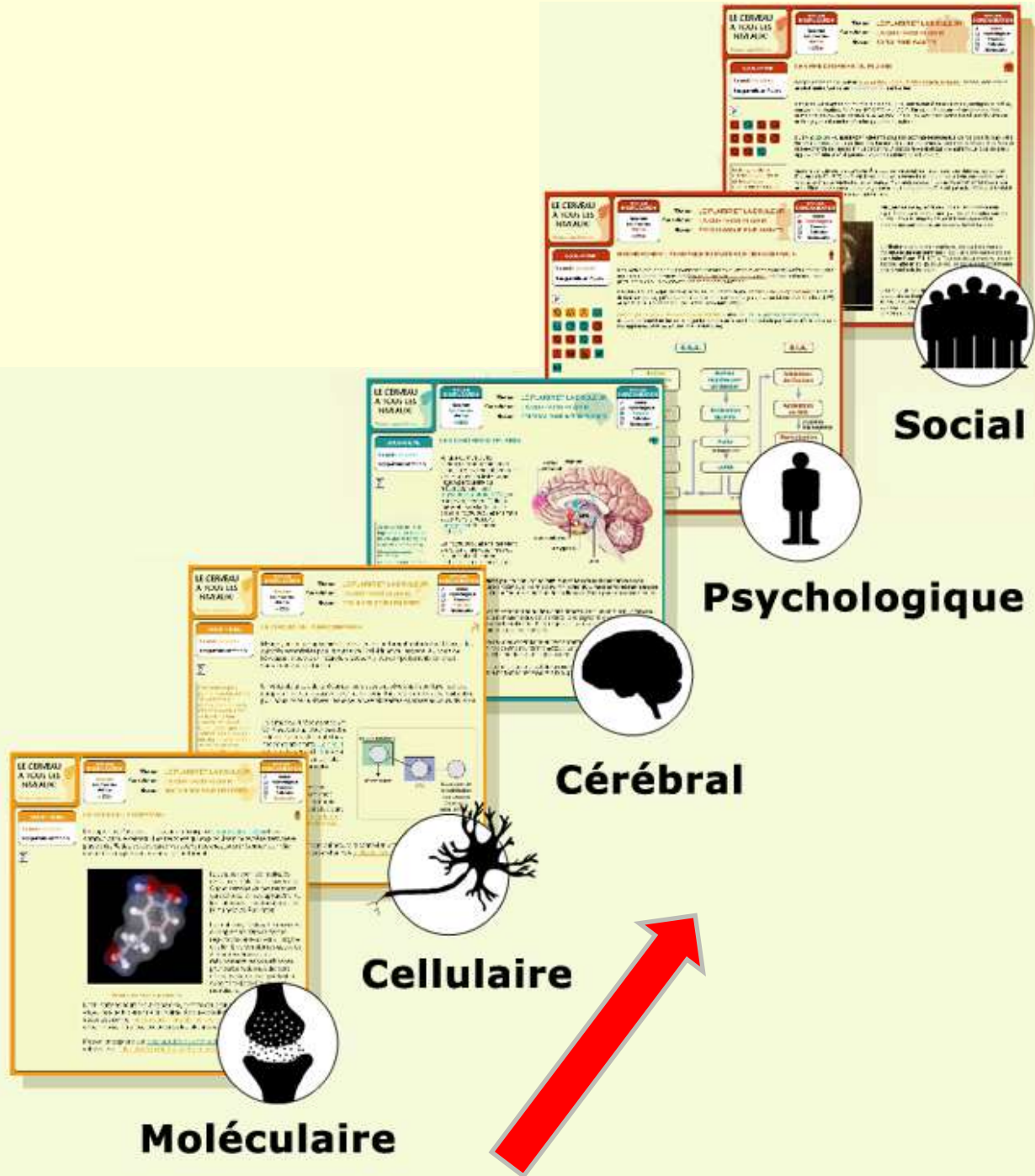
17 avril 2018

## Neurogenèse dans le cerveau humain adulte ? Après le récent « non », un « oui » tout aussi affirmatif !

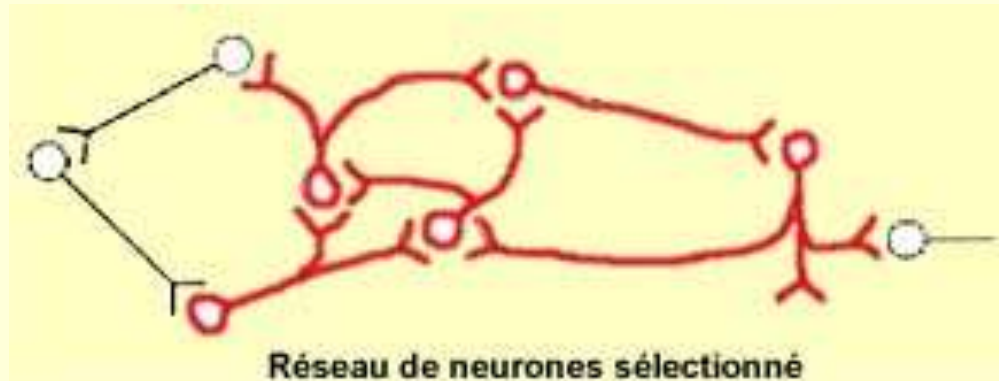
<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2018/04/17/neurogenese-dans-le-cerveau-humain-adulte-apres-le-recent-non-un-oui-tout-aussi-affirmatif/>



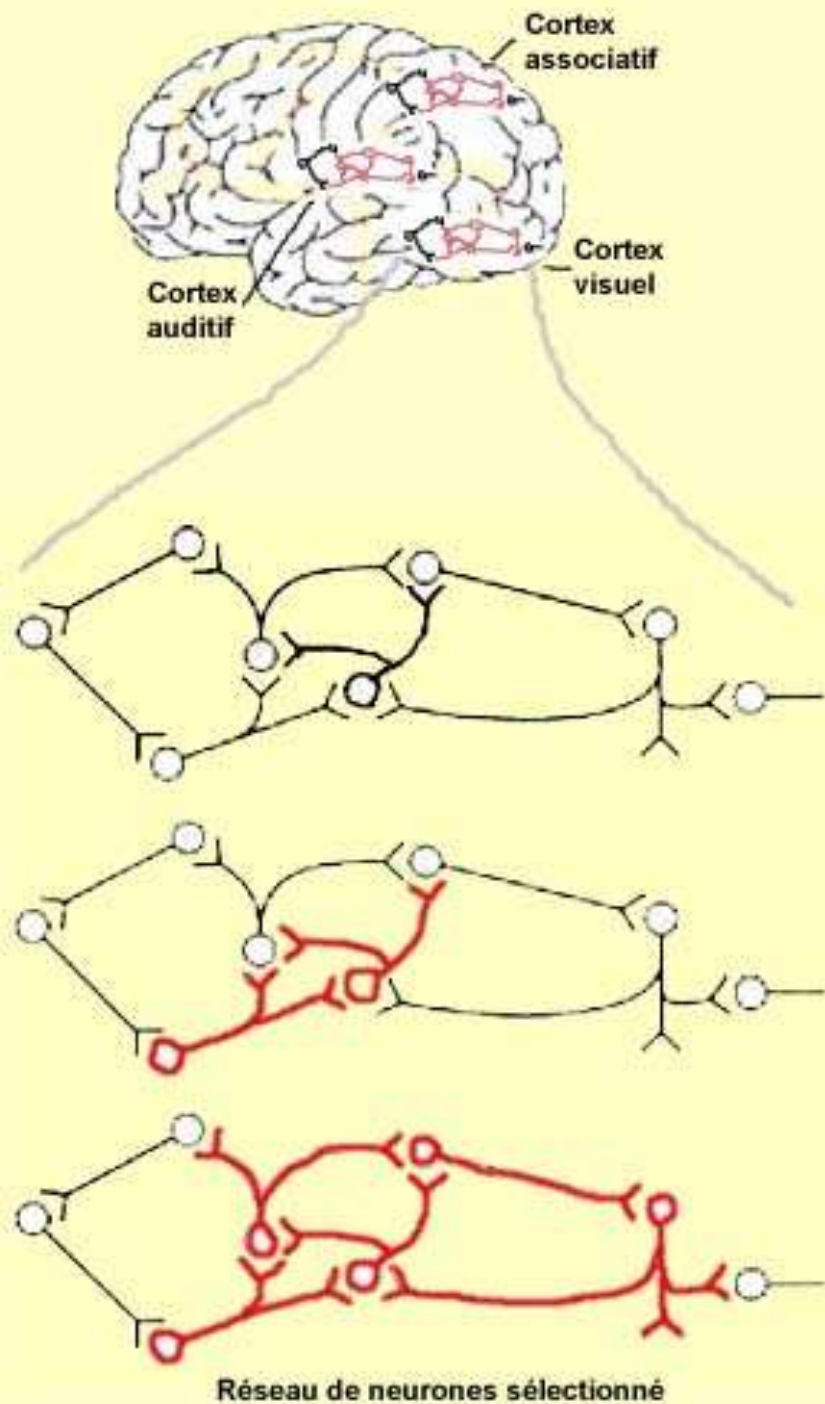




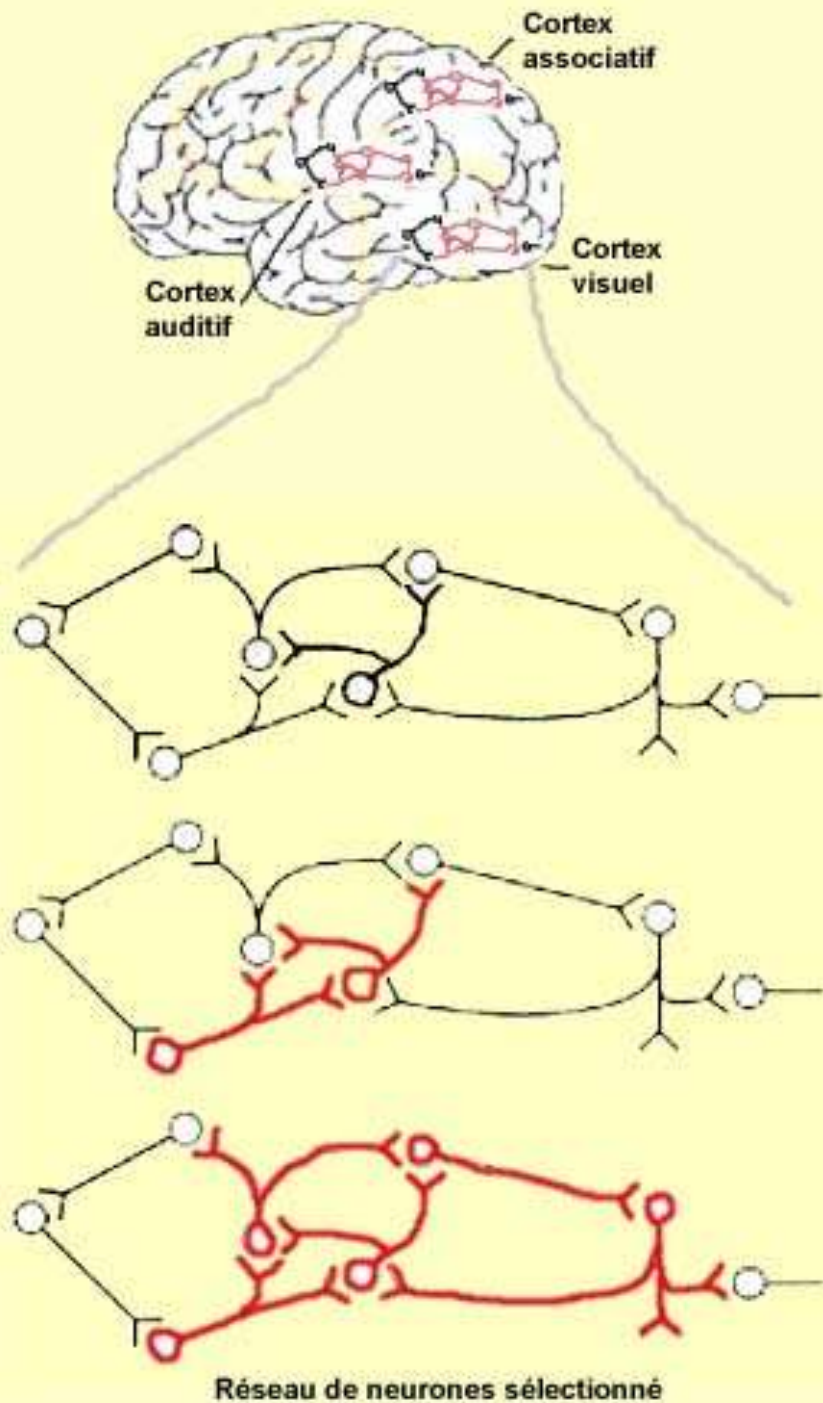
# Assemblées de neurones





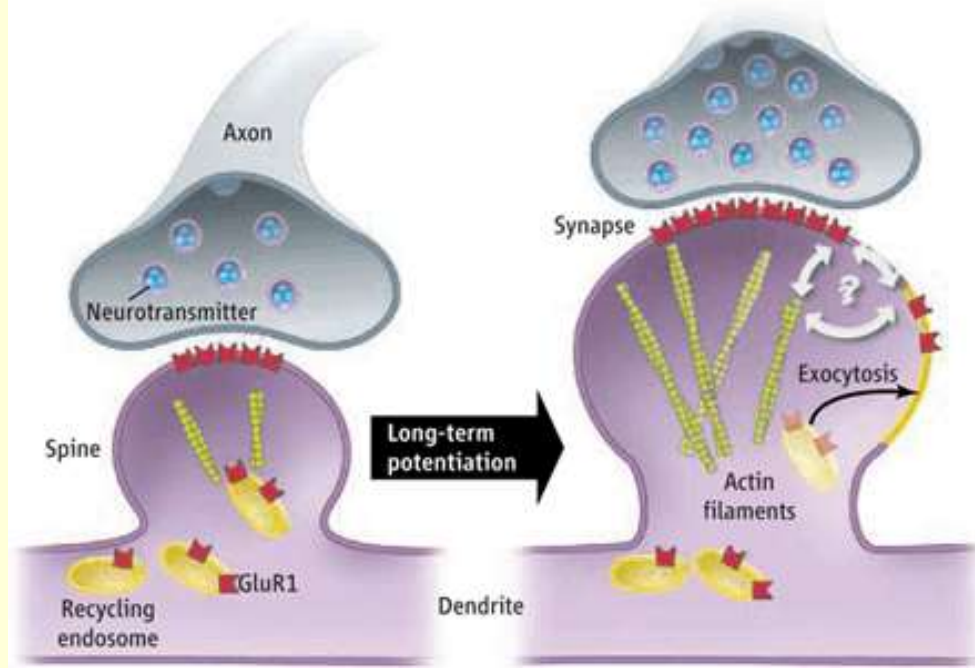


Comment ?



Comment ?

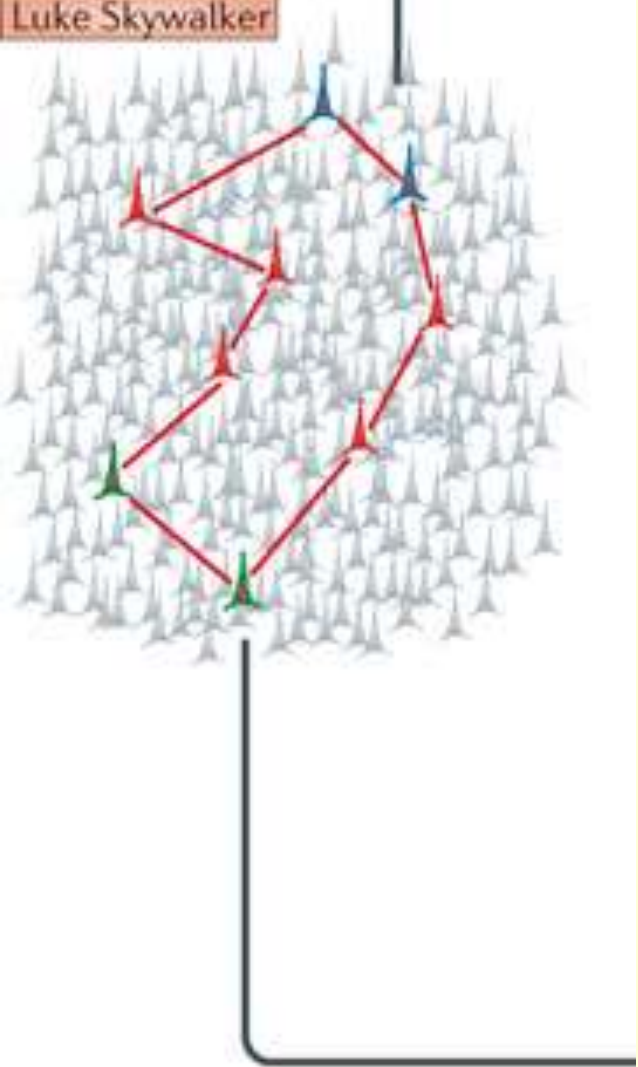
Grâce aux synapses qui varient leur efficacité !







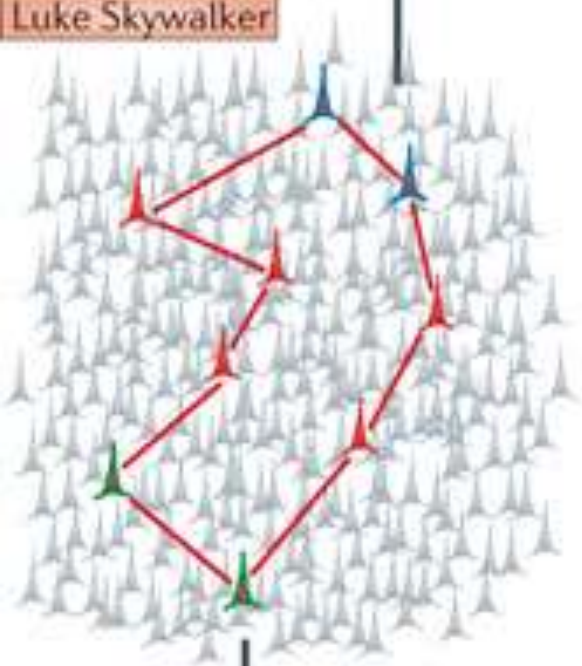
Luke Skywalker



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

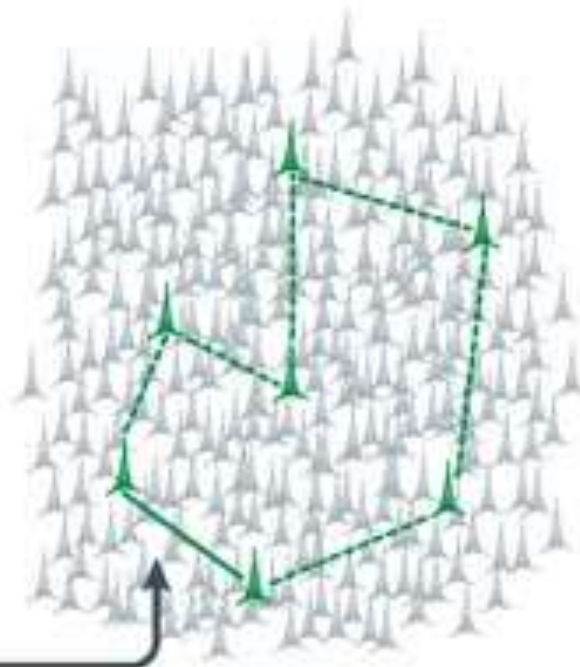


Luke Skywalker



Yoda

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

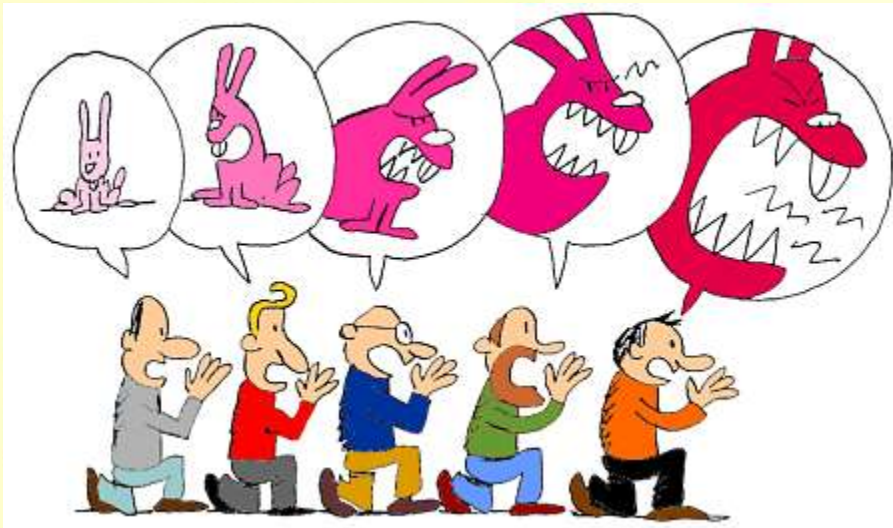


Darth Vader



Question quiz :

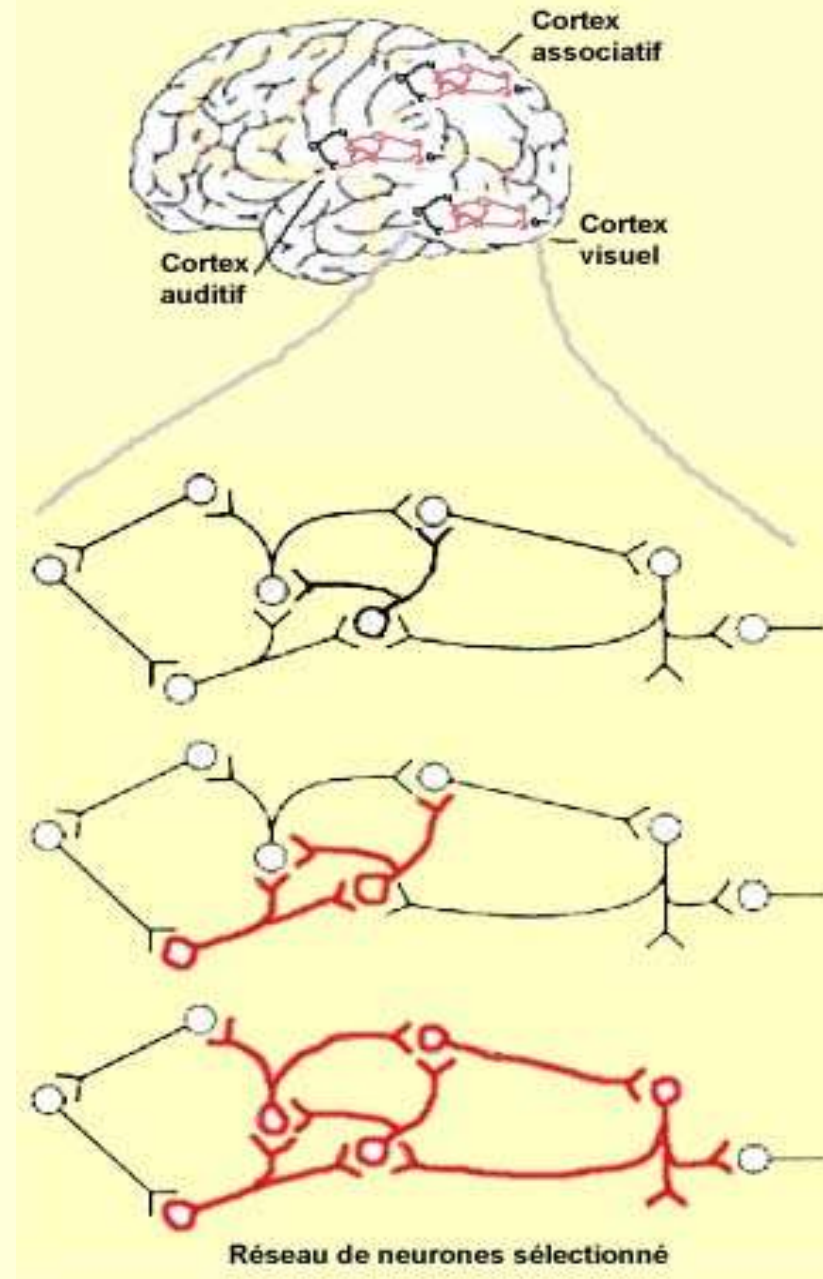
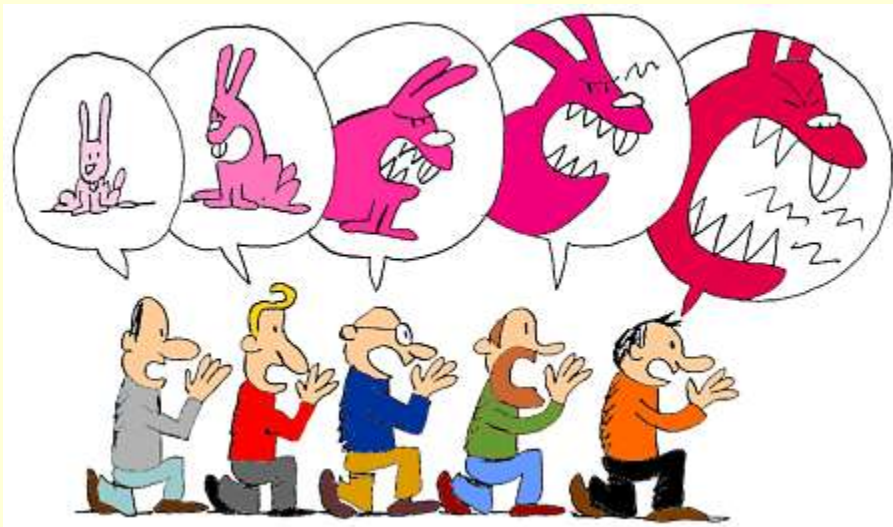
Sachant cela, quelle  
serait la meilleure  
**métaphore**  
pour la mémoire  
humaine ?



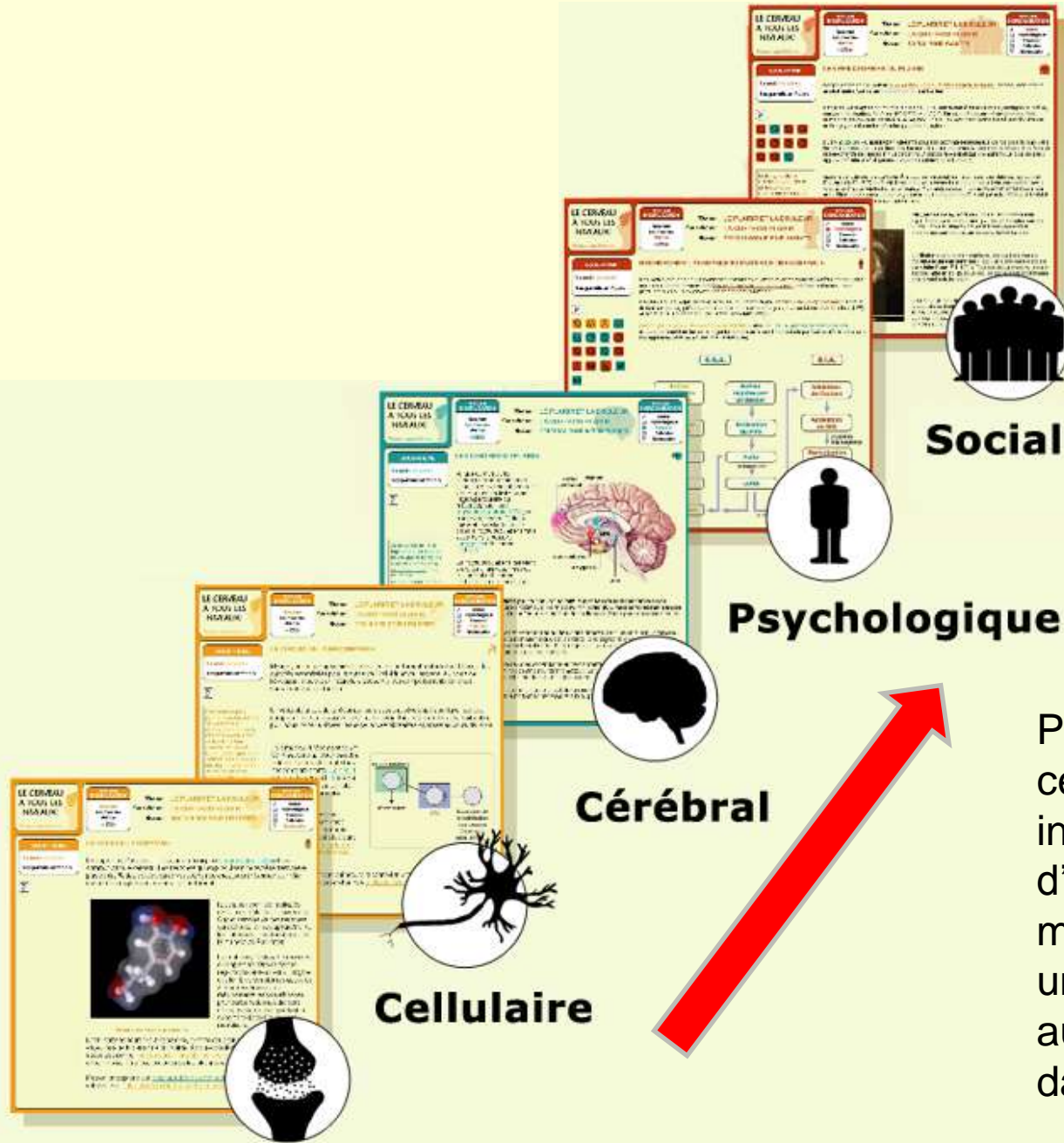
La mémoire humaine est forcément une **reconstruction**.

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 !



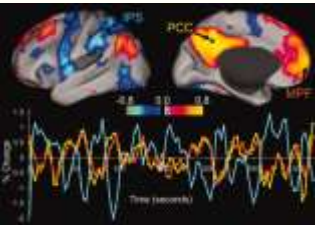




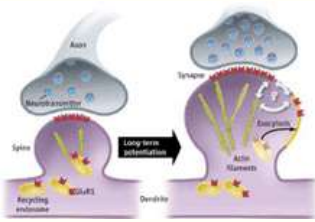
Pour comprendre comment certains facteurs vont influencer nos capacités d'apprentissage et de mémoire, il faut faire un survol minimal au niveau du cerveau dans son ensemble.

# Échelle de temps :

# Processus dynamiques :



$10^{-3} s$



$10^{11} s$

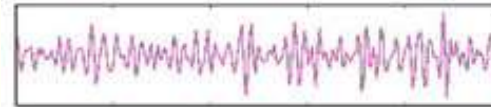
$10^3 s$



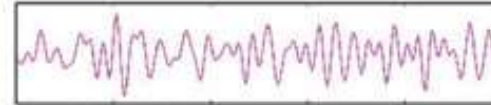
$10^6 s$



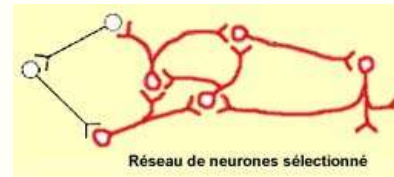
$10^{15} s$



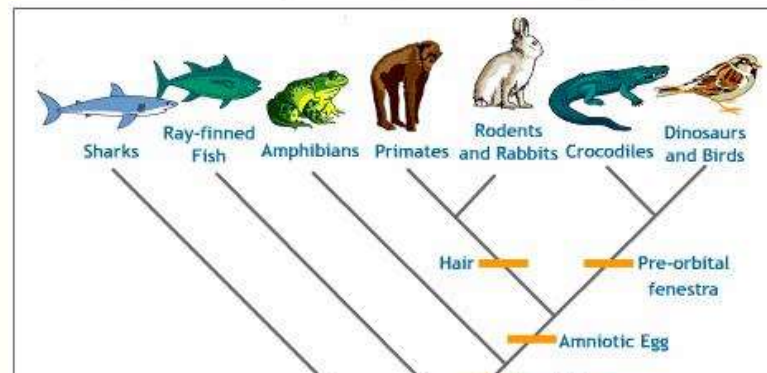
Gamma  
40 - 70hz



Beta  
12 - 40hz



Réseau de neurones sélectionné



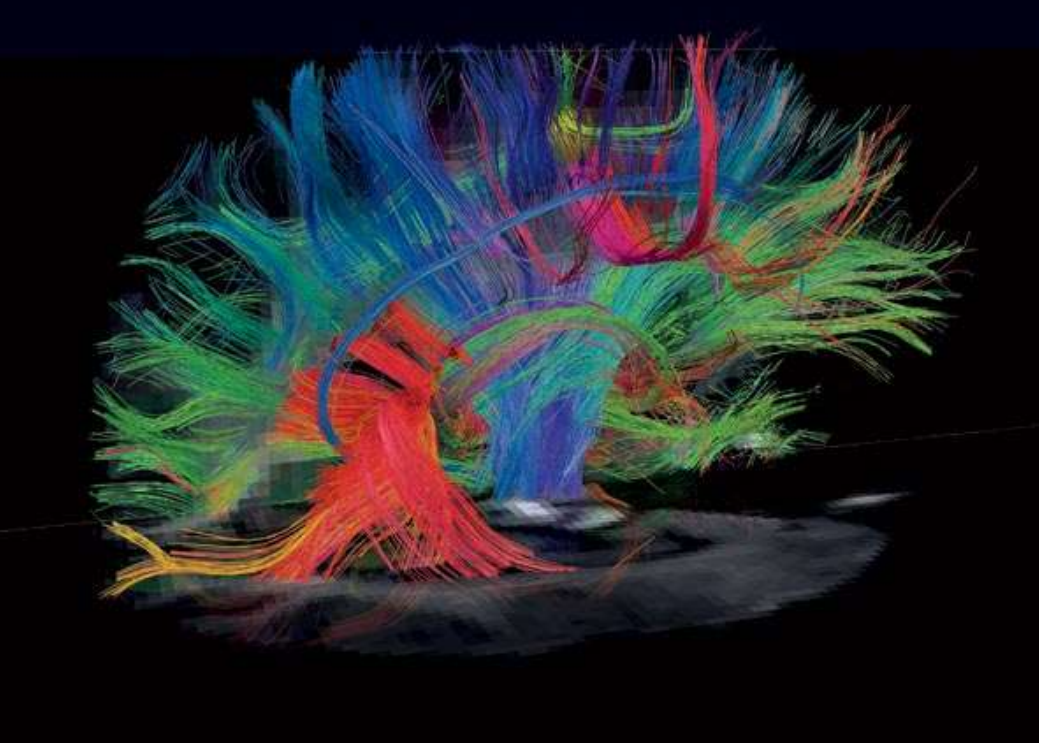
**Perception et action** devant des situations en temps réel grâce à des coalitions neuronales synchronisées temporairement

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

**Développement** du système nerveux et mécanismes épigénétiques

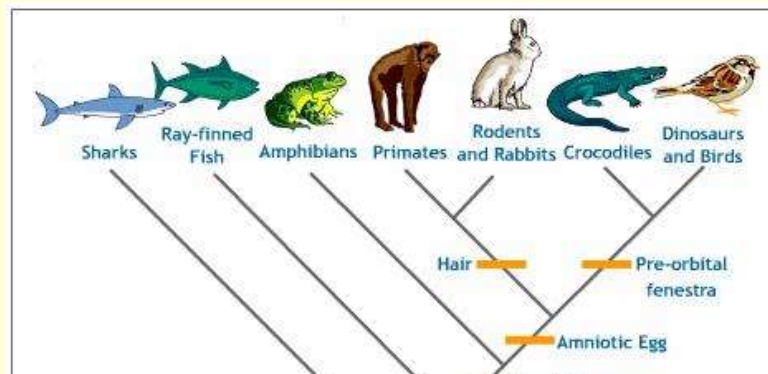
**Évolution** biologique qui façonne les plans généraux du système nerveux



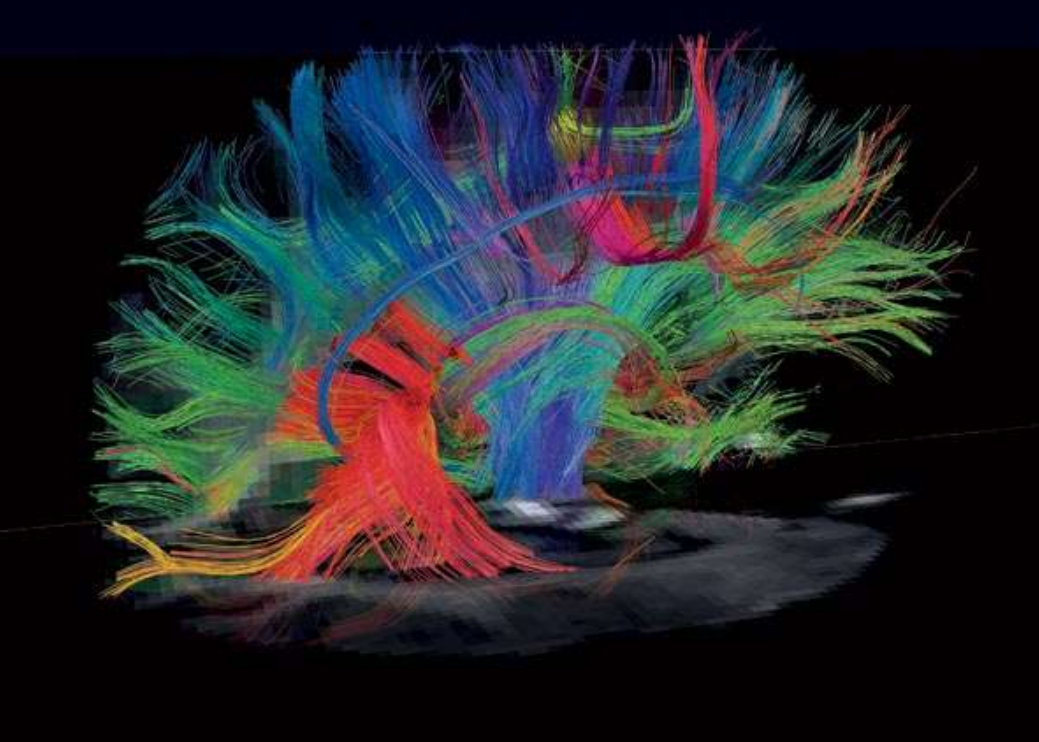


On a vu que les grandes voies nerveuses du cerveau sont déterminées par notre histoire évolutive.

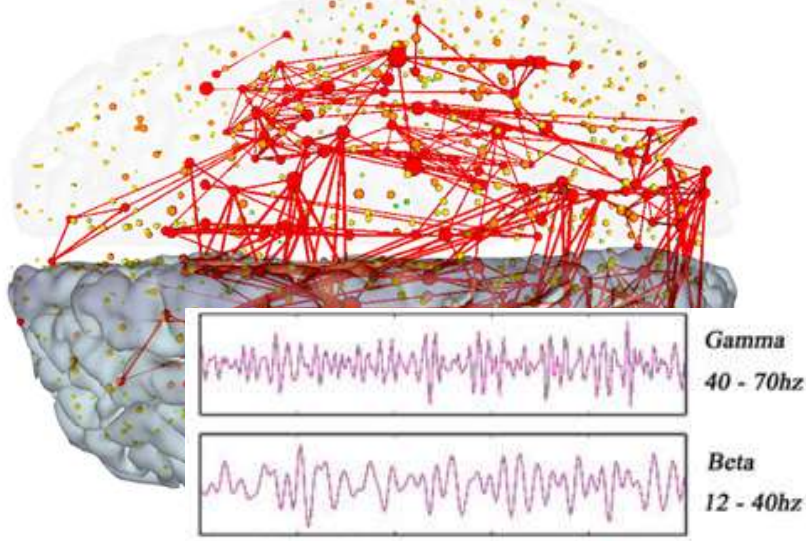
Elles sont semblables aux grandes routes d'une carte routière.



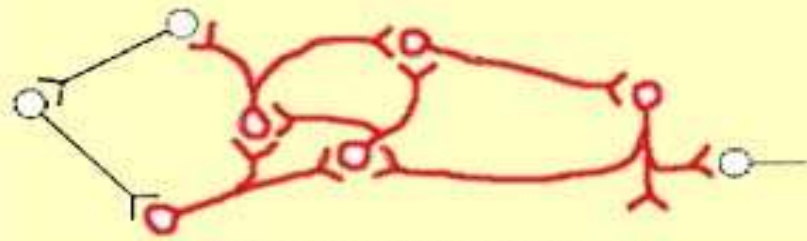




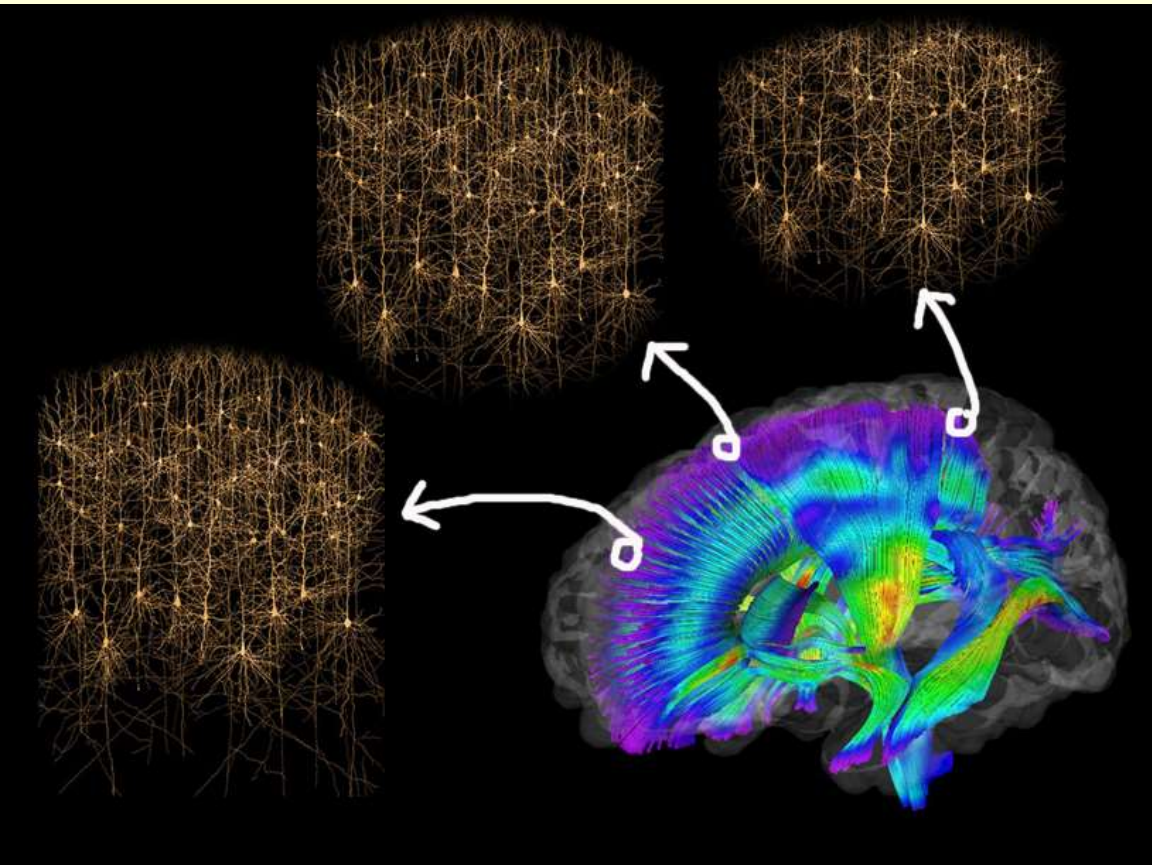
Or à tout moment, de l'activité nerveuse circule dans **certaines** de ces voies comme on peut prendre certaines routes et pas d'autres.







Réseau de neurones sélectionné



On a vu avec la plasticité neuronale que durant toute notre vie les « petites routes » du cerveau sont constamment modifiées.

Mais le cerveau n'est pas une structure homogène...

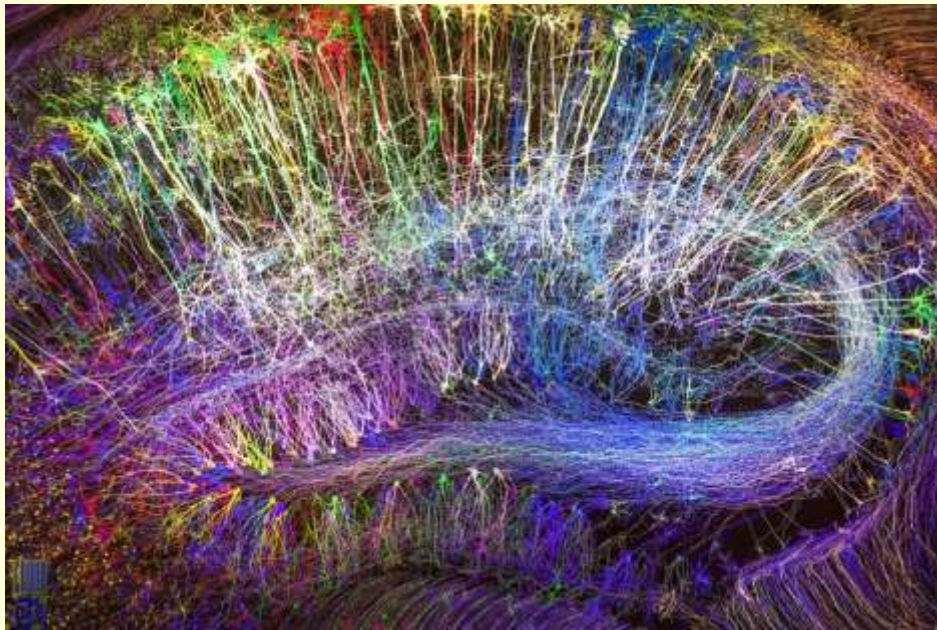
Le cerveau humain comporte beaucoup de régions cérébrales avec des **architectures neuronales distinctes**.

Ces différentes structures cérébrales, comme

**l'hippocampe**

ou le

**cervelet**



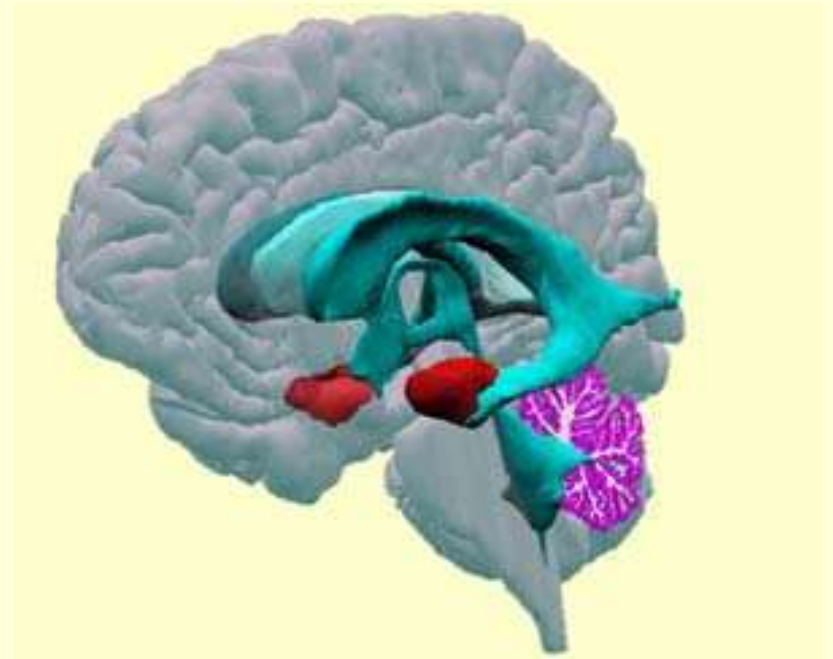
**on ne peut cependant pas leur accoler une étiquette fonctionnelle unique.**



Exemple :



**Amygdale = peur ?**



Exemple :

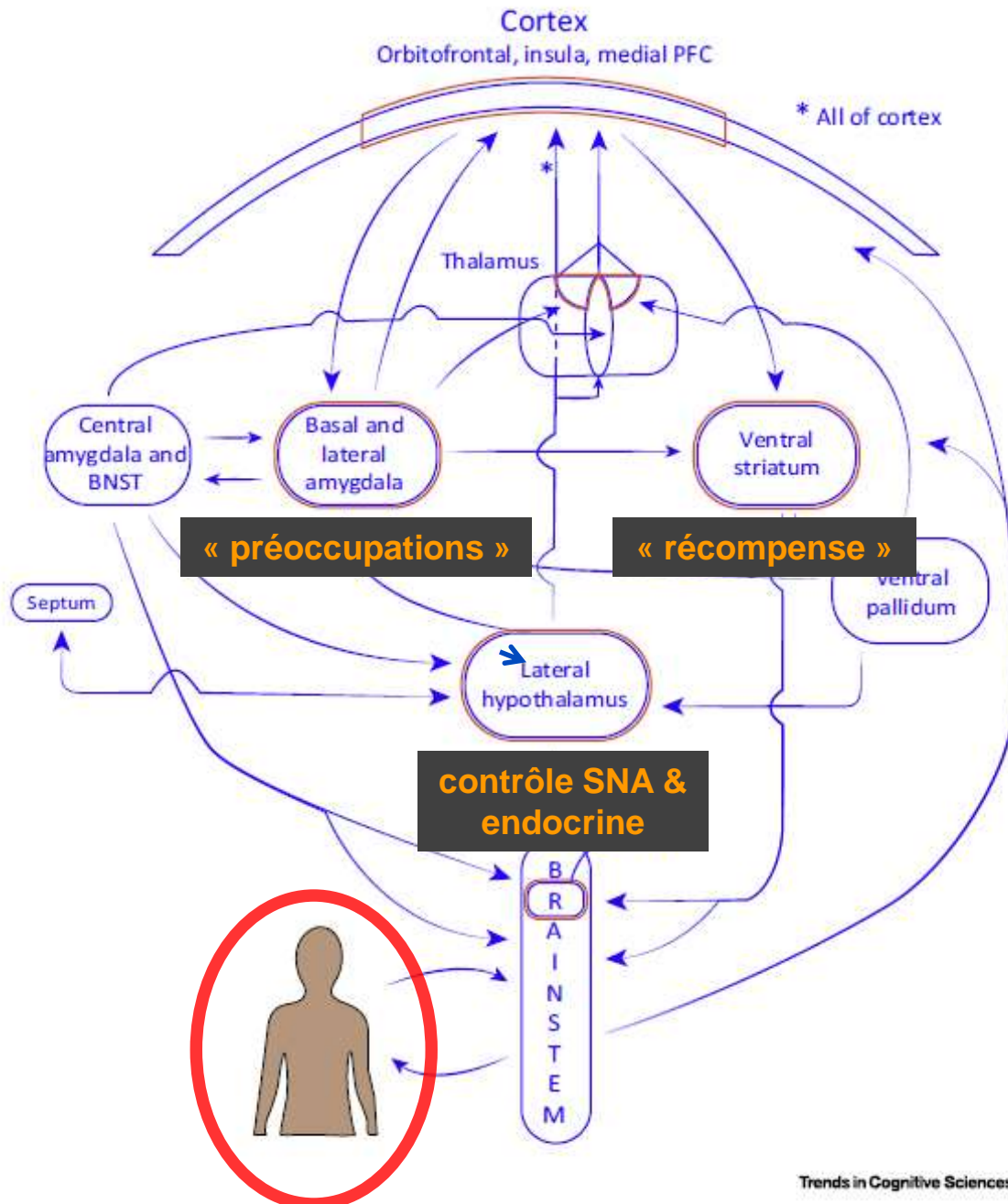


Amygdale ~~X~~ peur ?

**Non. Amène une composante de « préoccupation » qui, en collaboration avec d'autres régions, va correspondre à différents états affectifs.**







Autrement dit,  
l'amygdale n'agit  
pas seule :

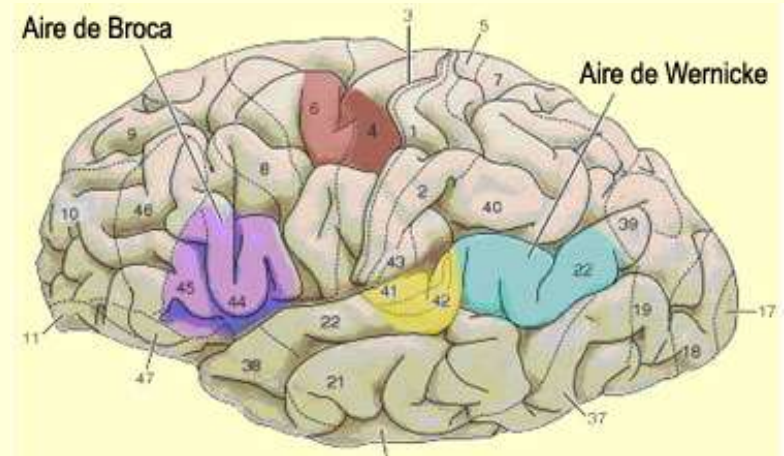
elle s'intègre dans  
différents  
circuits cérébraux  
impliquant **plusieurs**  
**structures**,

ici dans un réseau relié  
aux **émotions**.

Plusieurs données remettent en question une conception très spécialisée des aires cérébrales héritée en grande partie de l'idée de **module spécialisé** (Fodor, etc.)

Car même l'aire de Broca, typiquement associée au langage, est plus fréquemment activée dans des tâches non langagières que dans des tâches liées au langage!  
(Russell Poldrack (2006))

Et de la même façon, il semblerait que la plupart des régions du cerveau, et même des régions très petites, peuvent être activées par **de multiples tâches.**



**Le BLOGUE** du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

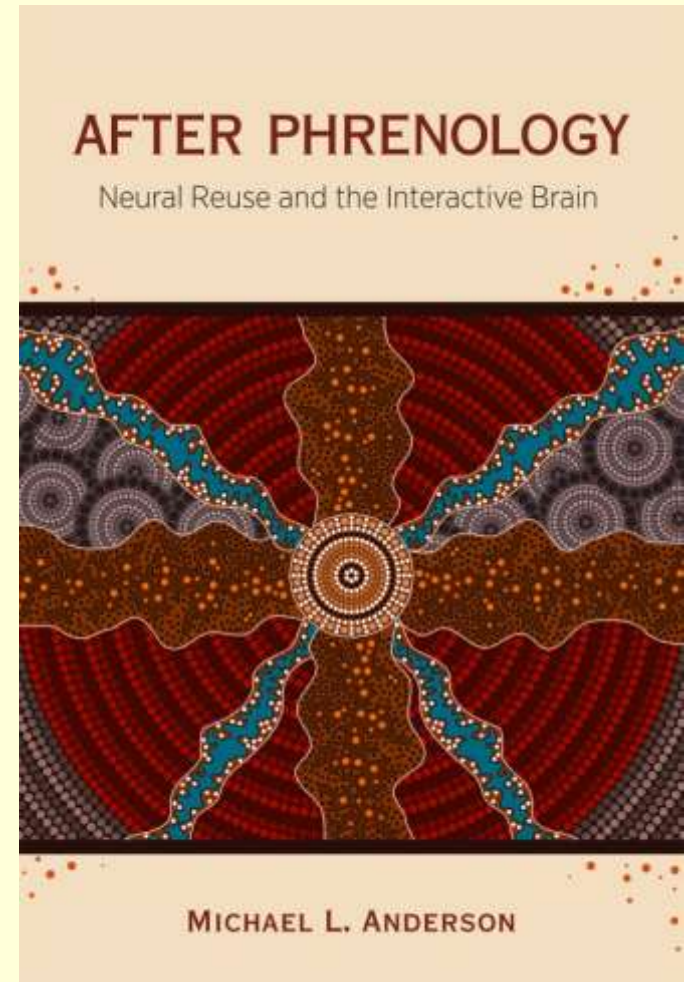
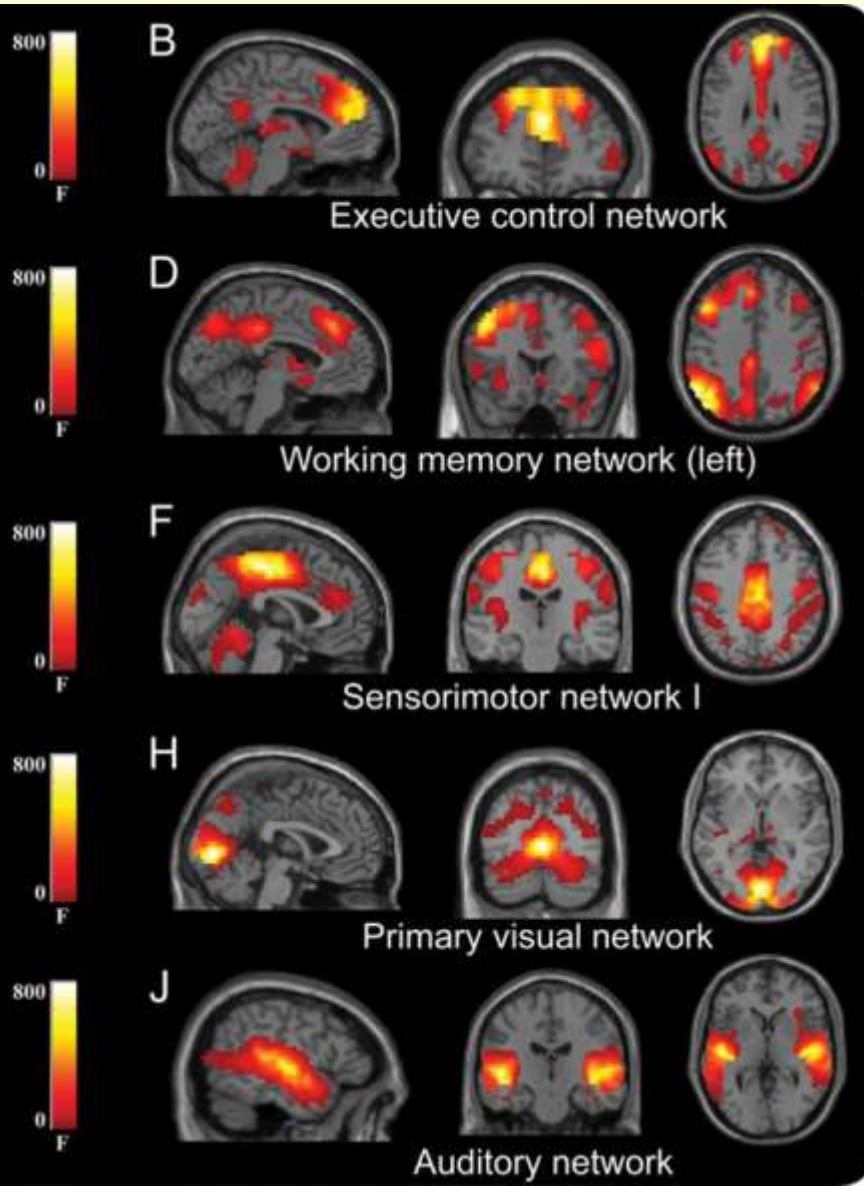
[Après « L'erreur de Descartes », voici « L'erreur de Broca »](#)

[Parler sans aire de Broca](#)

[Repenser la contribution de l'aire de Broca au langage](#)



Et vont agir en collaboration avec d'autres régions pour former des **coalitions**, des **réseaux**, où chacun apporte sa spécificité computationnelle.



(2014)

↑ « idées noires » ?



© Can Stock Photo



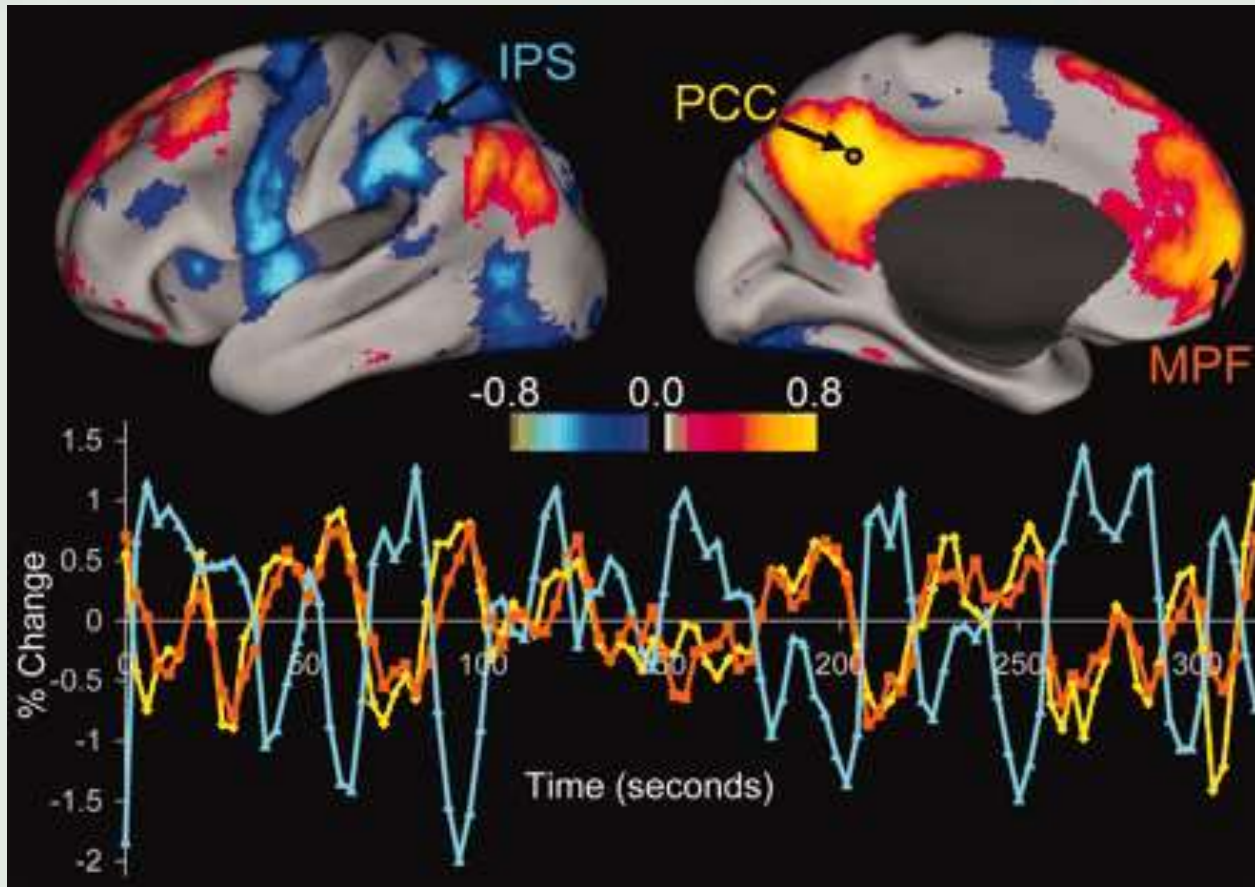
Dorsal Attention Network



Default Mode Network



**anti-corrélation entre les activités de ces deux systèmes visible dans leur activité spontanée au repos**





Modèles impliquant le réseau du mode par défaut en psychiatrie **pour la dépression** :

## **Depressive Rumination, the Default-Mode Network, and the Dark Matter of Clinical Neuroscience**

J. Paul Hamilton, Madison Farmer, Phoebe Fogelman, Ian H. Gotlib

Received: July 28, 2013; Received in revised form: February 9, 2015; Accepted: February 11, 2015; Published Online:

**February 24, 2015**

<http://www.biologicalpsychiatryjournal.com/article/S0006-3223%2815%2900143-2/abstract>

## **Default mode network mechanisms of transcranial magnetic stimulation in depression.**

[Liston C](#)<sup>1</sup>, [Chen AC](#)<sup>2</sup>, [Zebley BD](#)<sup>3</sup>, [Drysdale AT](#)<sup>4</sup>, [Gordon R](#)<sup>4</sup>, [Leuchter B](#)<sup>4</sup>, [Voss HU](#)<sup>5</sup>, [Casey BJ](#)<sup>4</sup>, [Etkin A](#)<sup>2</sup>, [Dubin MJ](#)<sup>4</sup>. Biol Psychiatry. 2014 Oct 1;76(7):517-26. doi:

10.1016/j.biopsych.2014.01.023. Epub **2014 Feb 5**.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24629537>

April 25, 2016

## Essential role of default mode network in **higher cognitive processing.**

[http://mindblog.dericbownds.net/2016/04/essential-role-of-default-mode-network.html?utm\\_source=feedburner&utm\\_medium=feed&utm\\_campaign=Feed%3A+Mindblog+%28MindBlog%29](http://mindblog.dericbownds.net/2016/04/essential-role-of-default-mode-network.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+Mindblog+%28MindBlog%29)

[...]

Recent evidence, however, implicates the DMN in **self-referential and memory-based processing.**

We provide robust evidence for this network's active **contribution to working memory** by revealing dynamic reconfiguration in its interactions with other networks and offer an explanation within the global workspace theoretical framework.



- Les facteurs qui influencent l'apprentissage et la mémoire :

- l'attention

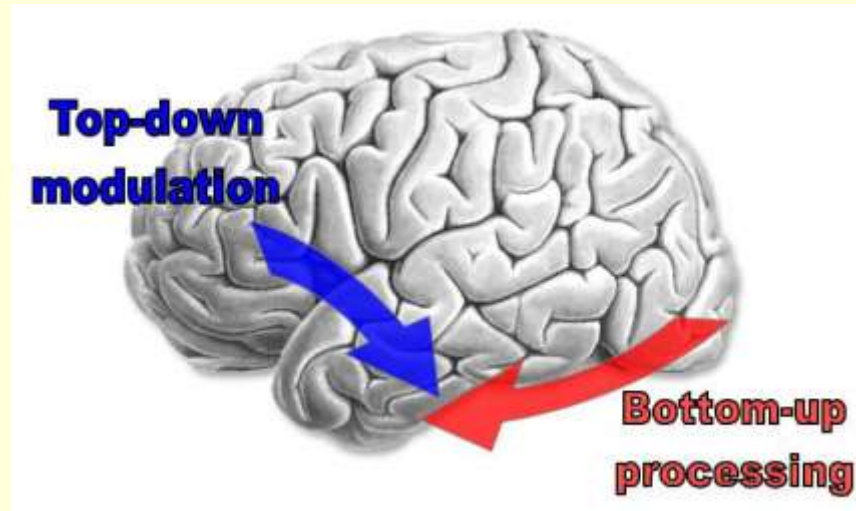
- la mémoire de travail

- le contexte (& émotionnel)

- reconsolidation (sommeil et espacement des apprentissages)

- la mémoire associative et les trucs mnémotechniques

- l'inhibition cognitive (entre automatisme et algorithmes)



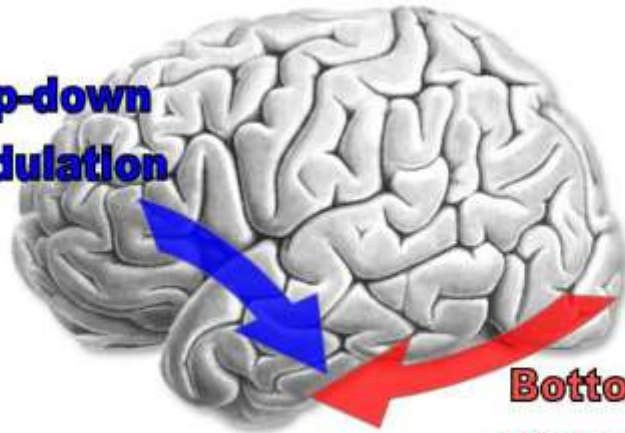
"L'attention est le burin de la mémoire".

Vous ne serez pas surpris d'apprendre que le degré de vigilance, d'éveil, ou de concentration améliore les capacités mnésiques.





**Top-down  
modulation**



**Bottom-up  
processing**



**"L'attention est le burin de la mémoire".**

Vous ne serez pas surpris d'apprendre que le degré de vigilance, d'éveil, ou de concentration améliore les capacités mnésiques.



L'**attention** fait partie de ce que l'on appelle les « fonctions exécutives » qui sont une famille de processus typiquement « **top down** ».



On a l'habitude d'y inclure des processus généraux comme :

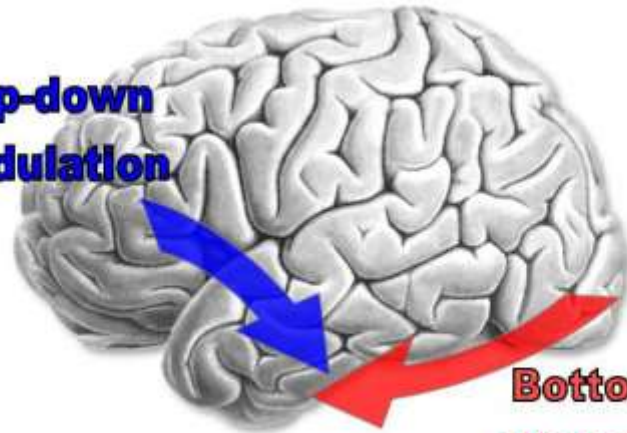
- la mémoire de travail
- le contrôle inhibiteur
- la flexibilité cognitive

À partir desquels d'autres « fonctions exécutives » **de plus haut niveau** se construisent (planification, raisonnement, résolution de problèmes, élaboration de stratégies, etc.)





**Top-down  
modulation**



**Bottom-up  
processing**

(**Perspective évolutive** :  
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 »)

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

## Maîtres et esclaves de notre attention

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2013/03/11/2463/>

Lachaux rappelle que nous vivons dans un monde riche et chaotique que notre cerveau **ne peut pas appréhender dans sa globalité**.

Il n'a donc pas le choix de **sélectionner** à tout moment certains aspects de son environnement.



Cécité au changement

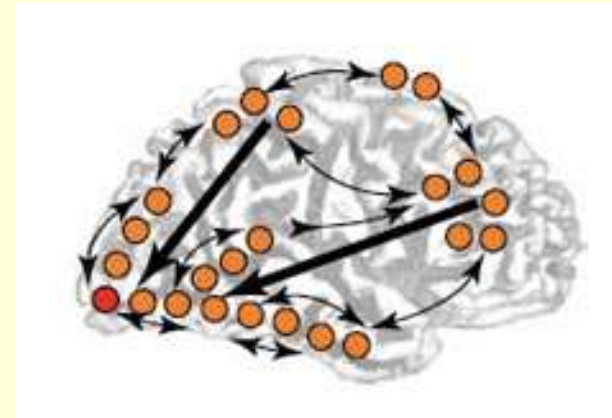
[http://www.gocognitive.net/sites/default/files/change\\_blindness.v.0.93\\_0.swf](http://www.gocognitive.net/sites/default/files/change_blindness.v.0.93_0.swf)

<http://www.cs.ubc.ca/~rensink/flicker/download/Dinner.mov>



Le contrôle du « haut vers le bas » (ou « **top down** ») constitue aussi un formidable filtre qui nous empêche d'être distrait par d'autres stimuli que ceux qui concerne la tâche à effectuer.

Au point de nous rendre « **aveugles** » à des choses qui peuvent être assez surprenantes...







## Limites de l'attention :

On ne peut pas réaliser deux tâches véritablement en même temps (à part bien sûr les comportements devenus automatiques...)

« **multitasking** » → on peut apprendre à alterner rapidement entre **deux** tâches (mais si on introduit une 3<sup>e</sup> tâches, les performances chutent...)

### **Le mythe du cerveau multitâche**

Émilie Auvrouin (2010)

[http://www.pourlascience.fr/ewb\\_pages/a/actu-le-mythe-du-cerveau-multitache-24989.php](http://www.pourlascience.fr/ewb_pages/a/actu-le-mythe-du-cerveau-multitache-24989.php)

## **Conséquences pour l'éducation :**

Peut-être le plus grand talent pour un enseignant consiste à **canaliser et captiver**, à chaque instant, **l'attention de l'enfant**.

L'enseignant doit créer des matériaux **attrayants** mais qui ne distraient pas l'enfant de sa tâche primaire.

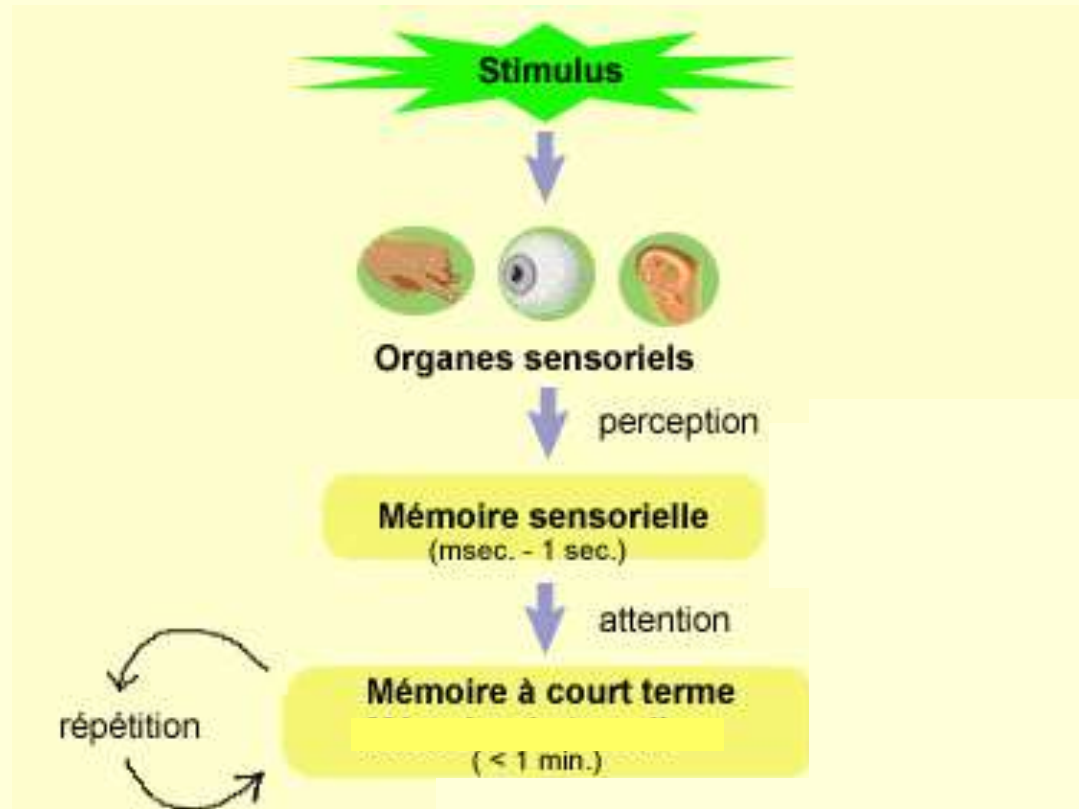
- Les facteurs qui influencent l'apprentissage et la mémoire :
  - l'attention
  - la mémoire de travail
  - le contexte (& émotionnel)
  - reconsolidation (sommeil et espacement des apprentissages)
  - la mémoire associative et les trucs mnémotechniques
  - l'inhibition cognitive (entre automatisme et algorithmes)



On peut utiliser notre

## Mémoire de travail

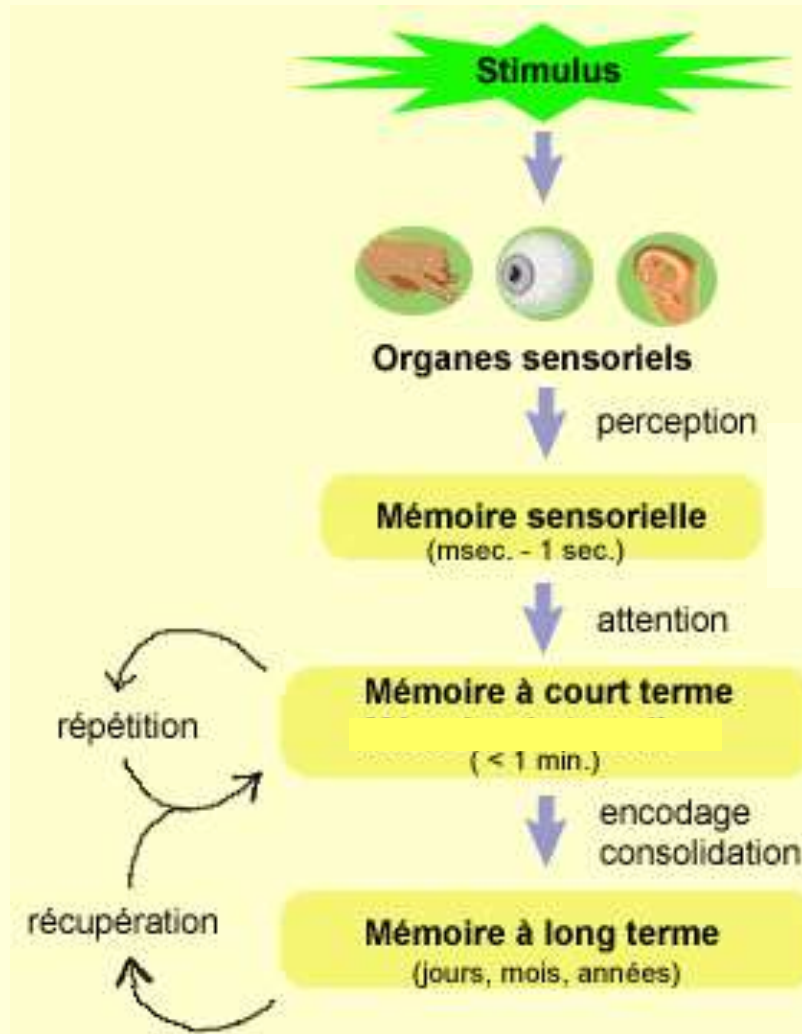
pour garder accessible  
des images ou des  
mots en se les répétant.



On peut utiliser notre

## Mémoire de travail

(réactivation)



Et cela contribue à les encoder.

Devant la **capacité limitée** de notre mémoire de travail, on a découvert certains « trucs mnémotechniques ».

### **Combiner plusieurs éléments en un seul**

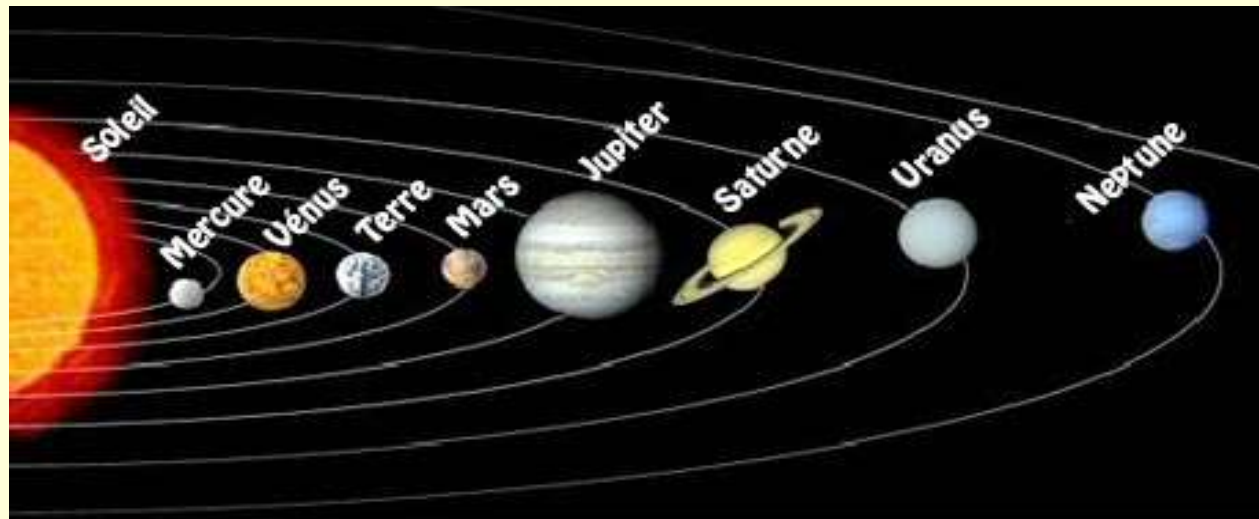
En regroupant plusieurs items dans un tout qui fait du sens, on réduit le nombre d'items à mémoriser, ce qui facilite la rétention.



Devant la **capacité limitée** de notre mémoire de travail, on a découvert certains « trucs mnémotechniques ».

### **Combiner plusieurs éléments en un seul**

En regroupant plusieurs items dans un tout qui fait du sens, on réduit le nombre d'items à mémoriser, ce qui facilite la rétention.



Ex. : "Mon Vieux Tu Me Jette Sur Un Nuage."

Autre exemple :

"Mais où est donc Carnior ?"

Pour retenir les conjonctions de coordination  
(Mais, Où, Et, Donc, Car, Ni, Or).

Ou encore :

Les numéros de téléphone

514 279-8763 (Amérique du nord)

01 84 95 36 48 33 (France)

« chunking » : mémoire court terme limitée

Autre exemple :

"Mais où est donc Carnior ?"

Pour retenir les conjonctions de coordination  
(Mais, Où, Et, Donc, Car, Ni, Or).

Ou encore :

Les numéros de téléphone

514 279-8763 (Amérique du nord)

01 84 95 36 48 33 (France)

→ **Notre mémoire de travail étant limitée**, il faut donc éviter de la surcharger et ce, en présentant la nouvelle matière de façon **fractionnée, par petites étapes.**

→ Et en s'assurant de la maîtrise de cette matière avant d'ajouter d'autres informations.

Les principes de l'enseignement efficace  
<http://rire.ctreq.qc.ca/2016/02/enseignement-efficace/>

« chunking » : mémoire court terme limitée



- Les facteurs qui influencent l'apprentissage et la mémoire :
  - l'attention
  - la mémoire de travail
  - le contexte (& émotionnel)
  - reconsolidation (sommeil et espacement des apprentissages)
  - la mémoire associative et les trucs mnémotechniques
  - l'inhibition cognitive (entre automatisme et algorithmes)

Le **contexte** (le lieu, l'éclairage, l'odeur, les bruits, etc.) présent lors de la mémorisation est donc important et s'enregistrent fréquemment avec les données à mémoriser.

Pour démontrer l'importance du **contexte** dans l'apprentissage, des chercheurs américains ont formé deux groupes.

Le premier devait enfile un maillot, un masque et un tuba, puis mémoriser une liste de mots **sous l'eau.**

Le deuxième devait mémoriser la même liste **à l'extérieur** de l'eau.

Les participants du premier groupe avaient plus de facilité à se rappeler des mots lorsque le test de rappel se faisait sous l'eau qu'à l'extérieur de l'eau.

Et vice-versa pour le second groupe.

## Le contexte peut être aussi émotionnel

" Ce qui touche le coeur se grave dans la mémoire ", disait déjà Voltaire...

→ l'effet du **stress** : c'est compliqué...

- un stress moyen **diminue** les résultats à des tests de mémoire de mots **neutres**, mais pas les mots chargés émotionnellement (positif ou négatif)

- un stress élevé (via injection de cortisol) induisent une **meilleure mémorisation** des matériaux **chargés émotionnellement**

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167876005002886>

« **Flashbulb memory** » :

fait intervenir la noradrénaline, neurotransmetteur libéré en plus grande quantité lorsque nous sommes excités ou tendus.

Il y a, derrière tout cela, comme pour toutes les émotions, des « **valeurs de survie** » inconscientes.





**Il existe un lien entre le stress des professeurs et celui des élèves,** selon une étude de **2016** de l'Université de la Colombie-Britannique.

<https://ici.radio-canada.ca/premiere/emissions/medium-large/segments/chronique/88336/lien-stress-professeurs-celui-eleves-lupien> (25 / 09 / 2018)

En **2000**, l'équipe de Sonia Lupien avait démontré l'existence du débordement du stress parental sur les enfants.

En **2012**, la littérature scientifique a confirmé l'existence d'une « résonance du stress », soit une forme de contagion du stress chez les membres d'une même famille.

L'étude de l'Université de la Colombie-Britannique suggère que ce phénomène se produit également en classe et pourrait aller dans les deux sens (profs → élèves et élèves → profs)

**Rappelons que :**

60 % des Canadiens de 12 à 17 ans disent vivre un stress énorme;

la moitié des professeurs de la CSDM pensent à quitter leurs fonctions d'ici 5 ans en raison des conditions de travail et de leur épuisement.

On reviendra sur le stress dans la 2<sup>e</sup> heure...

- Les facteurs qui influencent l'apprentissage et la mémoire :
  - l'attention
  - la mémoire de travail
  - le contexte (& émotionnel)
  - reconsolidation (sommeil et espacement des apprentissages)
  - la mémoire associative et les trucs mnémotechniques
  - l'inhibition cognitive (entre automatisme et algorithmes)

# Consolidation



**STM**

Short-term memory

**LTM**

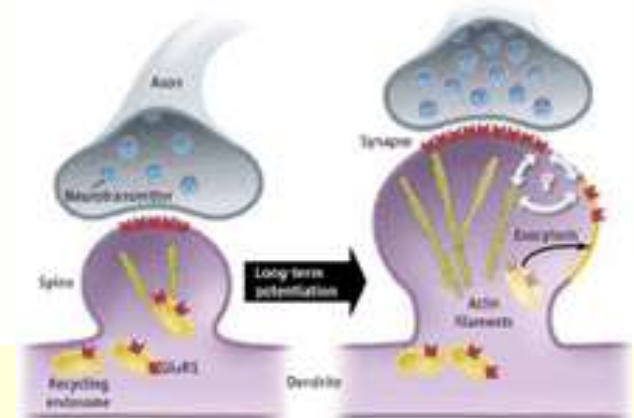
Long-term memory

Inactive state

( **stable** )

Au début de l'apprentissage, le traitement est **explicite, conscient, avec effort.**

Progressivement, l'automatisation transfère les connaissances sous une forme **implicite**, libérant la mémoire à court terme et de travail pour autre chose.





**D'où l'importance d'automatiser certaines connaissances** (lecture, calcul, etc.)

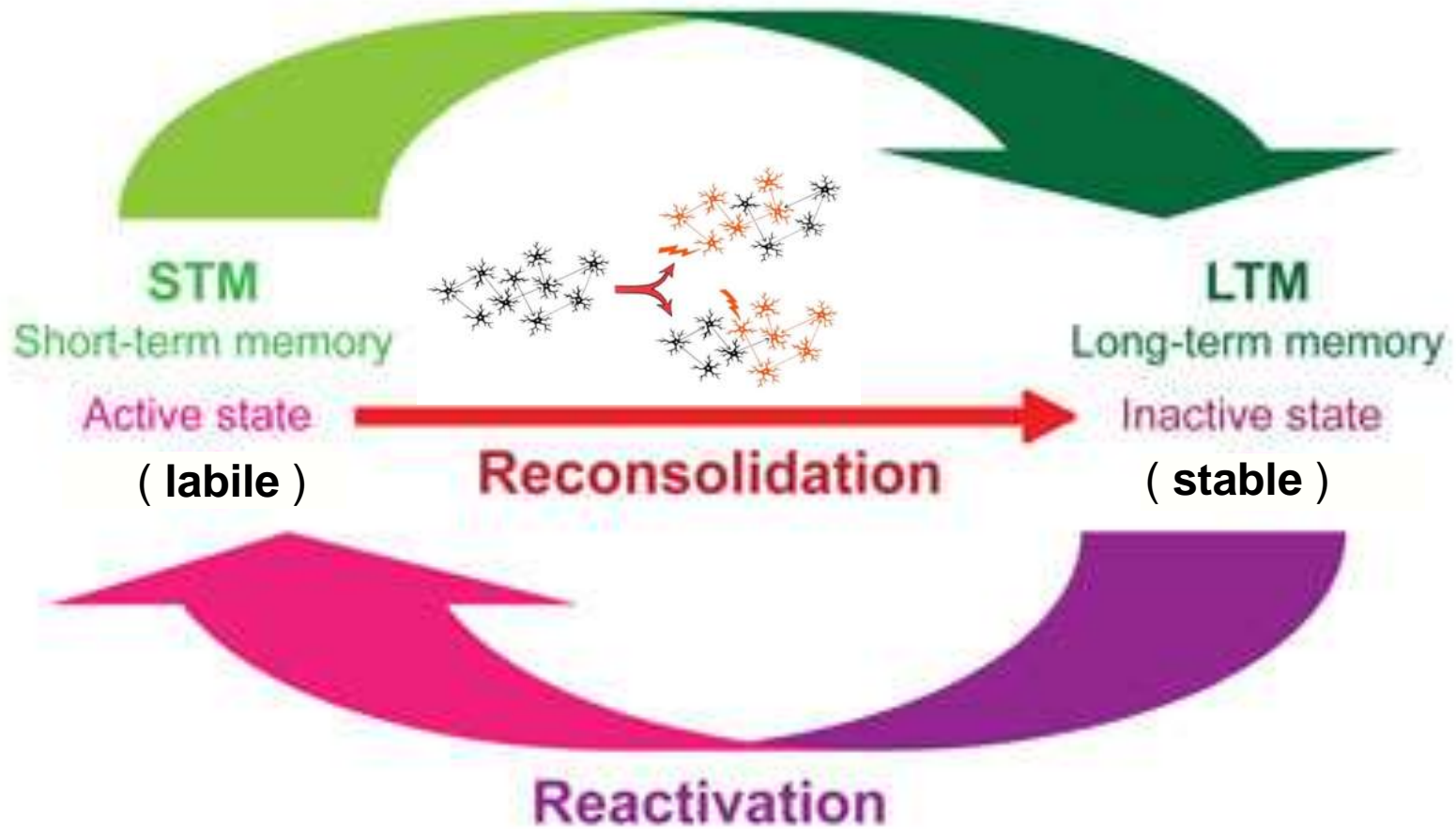
Exemple :

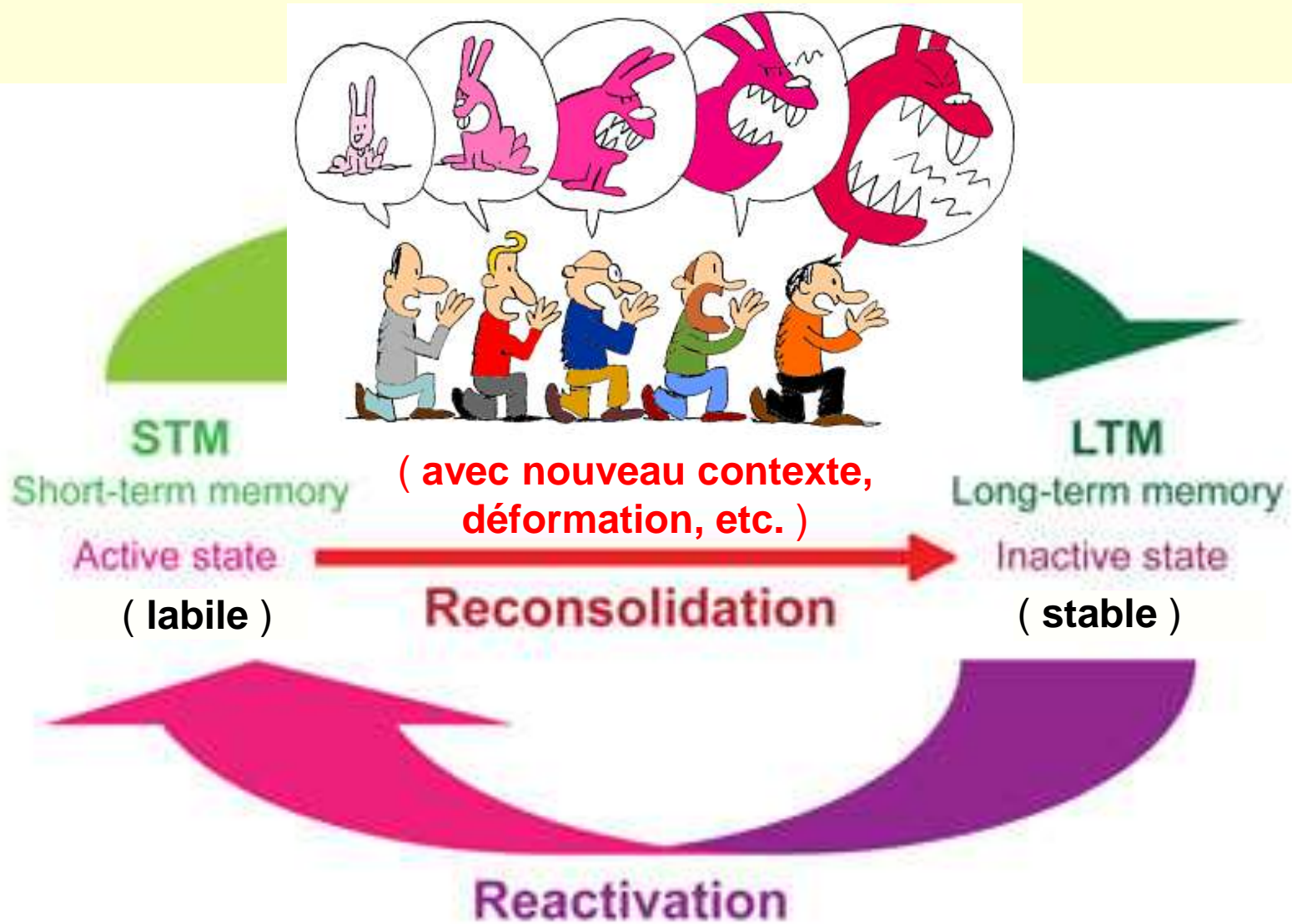
Le temps de lecture est proportionnel au nombre de lettre dans un mot chez jeune enfant (qui applique encore les correspondances graphème-phonème sous forme de règles **explicites** qu'il applique une par une),

Mais plus chez l'adulte où le décodage devient routinier, **implicite**, rapide et non-conscient.

L'automatisation est essentielle, car elle **permet de se concentrer sur autre chose**, le sens du texte, par exemple.

# Consolidation





**Memory retrieval and the passage of time: from reconsolidation and strengthening to extinction.**

Inda MC, Muravieva EV, Alberini CM. Journal of Neuroscience 2011 Feb 2; 31(5):1635-43.

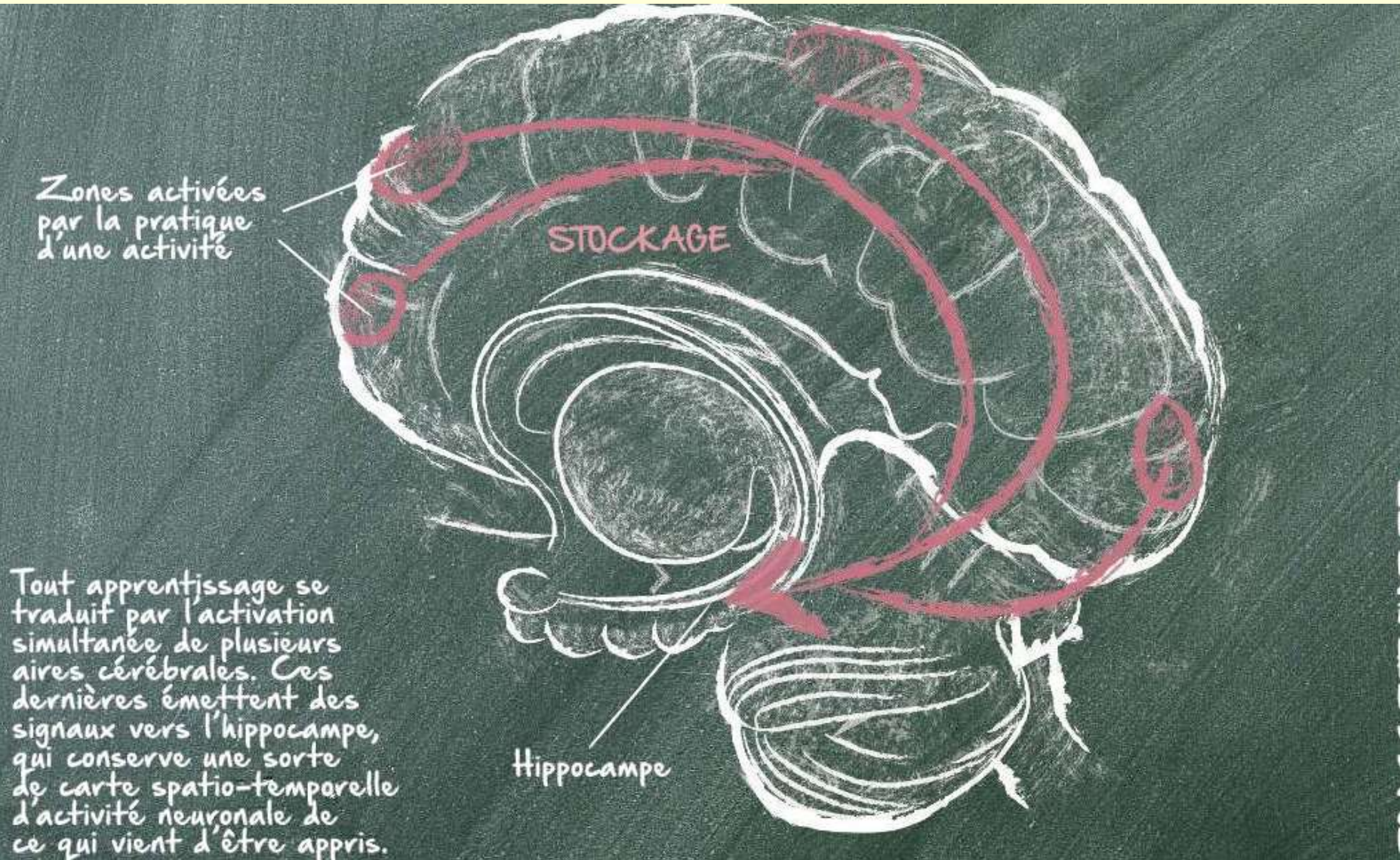
<http://www.hfsp.org/frontier-science/awardees-articles/function-memory-reconsolidation-function-time>

[http://knowingneurons.com/2017/02/01/mandela-effect/?ct=t\(RSS\\_EMAIL\\_CAMPAIGN\)](http://knowingneurons.com/2017/02/01/mandela-effect/?ct=t(RSS_EMAIL_CAMPAIGN))



Le **sommeil** intervient dans la **consolidation** des apprentissages.

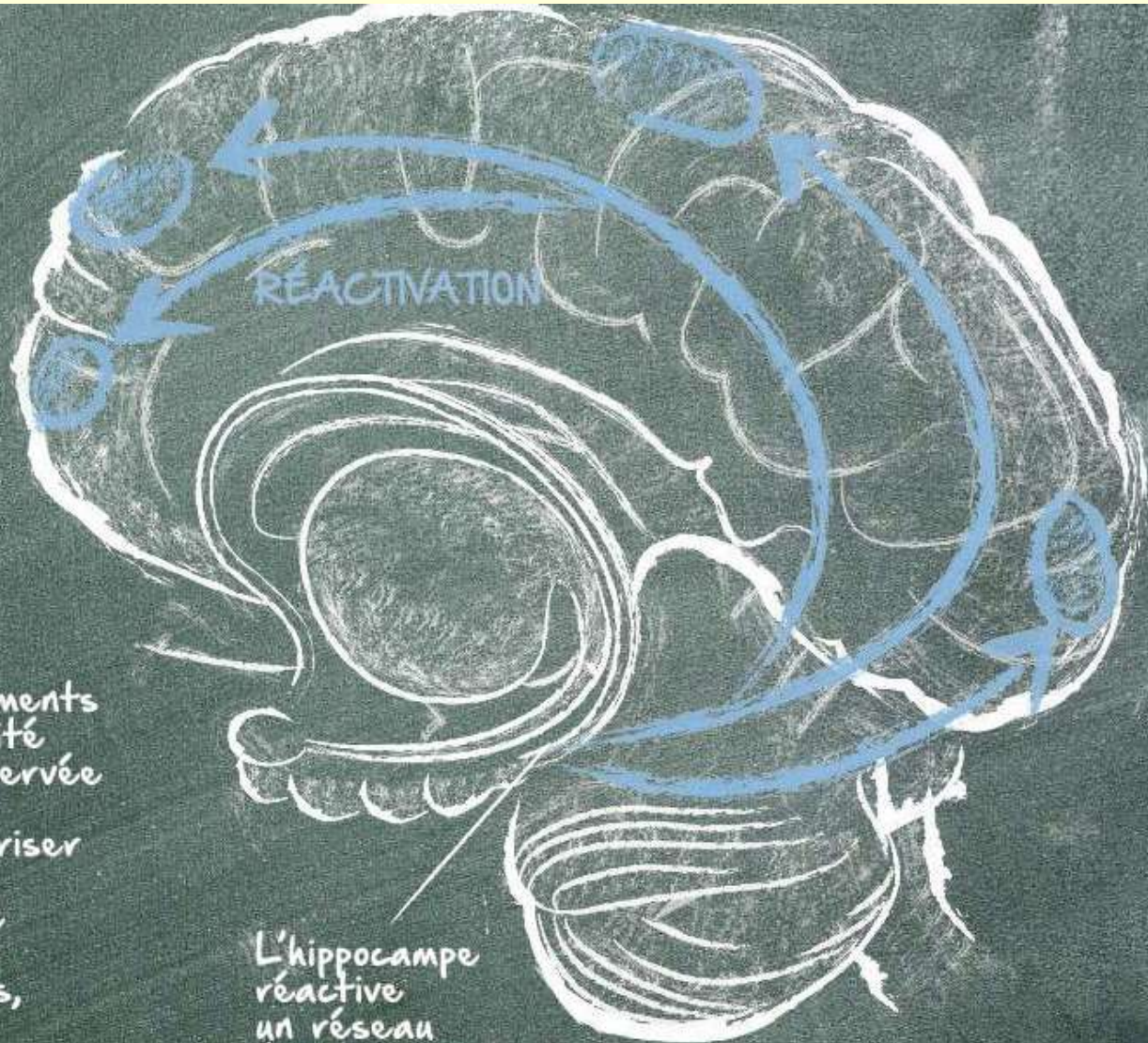
Les apprentissage du jour...





Le **sommeil** intervient dans la **consolidation** des apprentissages.

Les apprentissage du jour... sont **réactivés la nuit**.



Loin d'être inactif, le cerveau affiche pendant certains moments du sommeil une activité identique à celle observée pendant la veille. En effet, pour mémoriser les apprentissages récents, l'hippocampe réactive les réseaux de neurones impliqués, ce qui consolide l'apprentissage.

L'hippocampe réactive un réseau de neurones

Un simple **espacement des périodes d'apprentissage** semble avoir un **effet bénéfique** (en plus du sommeil) :

- 4 x 30 min marche mieux que de 1 x 2h
- donc espacer les périodes d'étude (pas 3h avant l'examen)
- et revenir sur les contenus appris il y a longtemps

Dossier

## Aider les élèves à transformer leur cerveau en espaçant les périodes d'apprentissage



**Steve Masson**

Professeur et Directeur du Laboratoire de recherche en neuroéducation  
Université du Québec à Montréal  
masson.steve@uqam.ca

<http://www.labneuroeducation.org/publications/>

Dans cet article, il sera question de l'un des principes pédagogiques les plus efficaces pour aider les élèves à apprendre : l'espacement des périodes d'apprentissage. Après avoir présenté les effets de l'espacement sur les apprentissages et le cerveau des élèves, des stratégies seront suggérées à la fin de l'article pour faciliter la mise en application du principe d'espacement en classe.

La ligne bleue de la figure 1 montre quant à elle ce qui se produit lorsqu'on espace les périodes d'apprentissage. Si, au lieu d'être regroupées, les quatre mêmes heures d'enseignement sont étalées sur quelques jours, deux phénomènes sont observables. Le premier concerne le niveau d'apprentissage des élèves qui est plus élevé à la suite des quatre heures d'enseignement espacées qu'à la suite des quatre heures regrou-



## En résumé :

- **Poser souvent des questions** aux élèves permet à l'enseignant de vérifier la compréhension de la matière enseignée (et pas seulement demander au groupe s'ils ont des questions).
- Faire des **tests de révision fréquents** force l'étudiant.es à récupérer en mémoire une information récemment apprise
- Ce rappel est suivi d'une **reconsolidation** qui permet le **stockage plus profond** de cette information en mémoire à long terme.

- Les facteurs qui influencent l'apprentissage et la mémoire :
  - l'attention
  - la mémoire de travail
  - le contexte (& émotionnel)
  - reconsolidation (sommeil et espacement des apprentissages)
  - la mémoire associative et les trucs mnémotechniques
  - l'inhibition cognitive (entre automatisme et algorithmes)

L'apprentissage par élaboration s'appuie au fond sur le caractère fondamentalement **associatif** de nos **processus mnésiques** :

une chose nous en rappelle une autre, qui nous en rappelle une autre, etc.

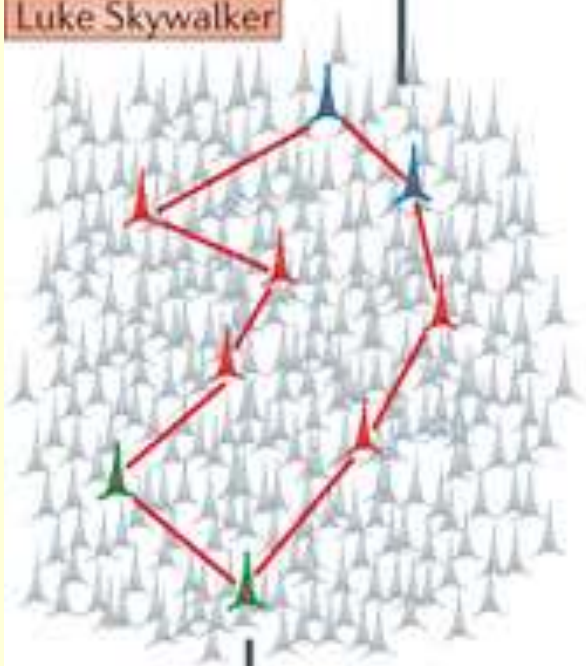
Par conséquent, si l'on a un trou de mémoire, on peut s'aider en essayant de se rappeler des éléments du contexte, des "**indices de rappel**".



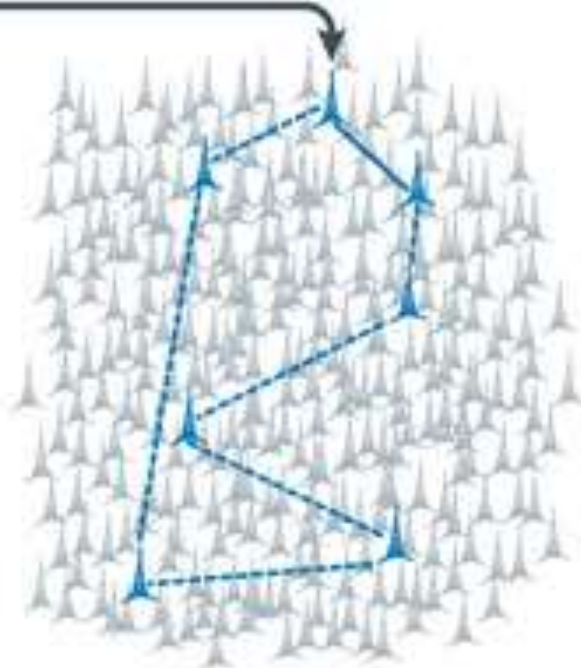




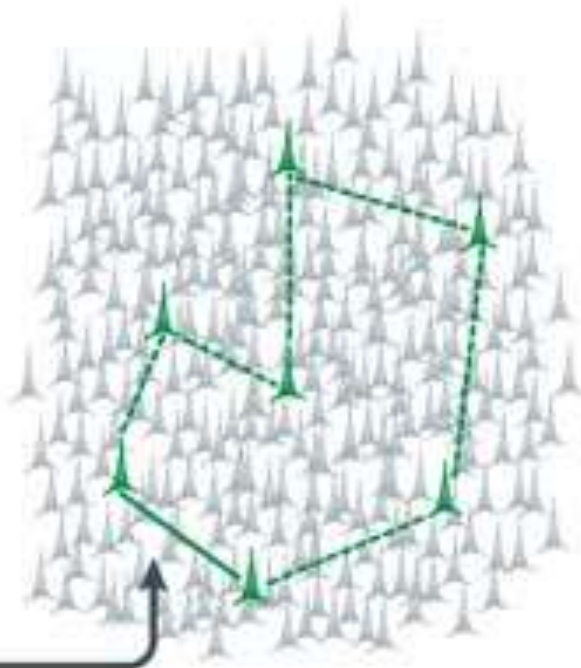
Luke Skywalker



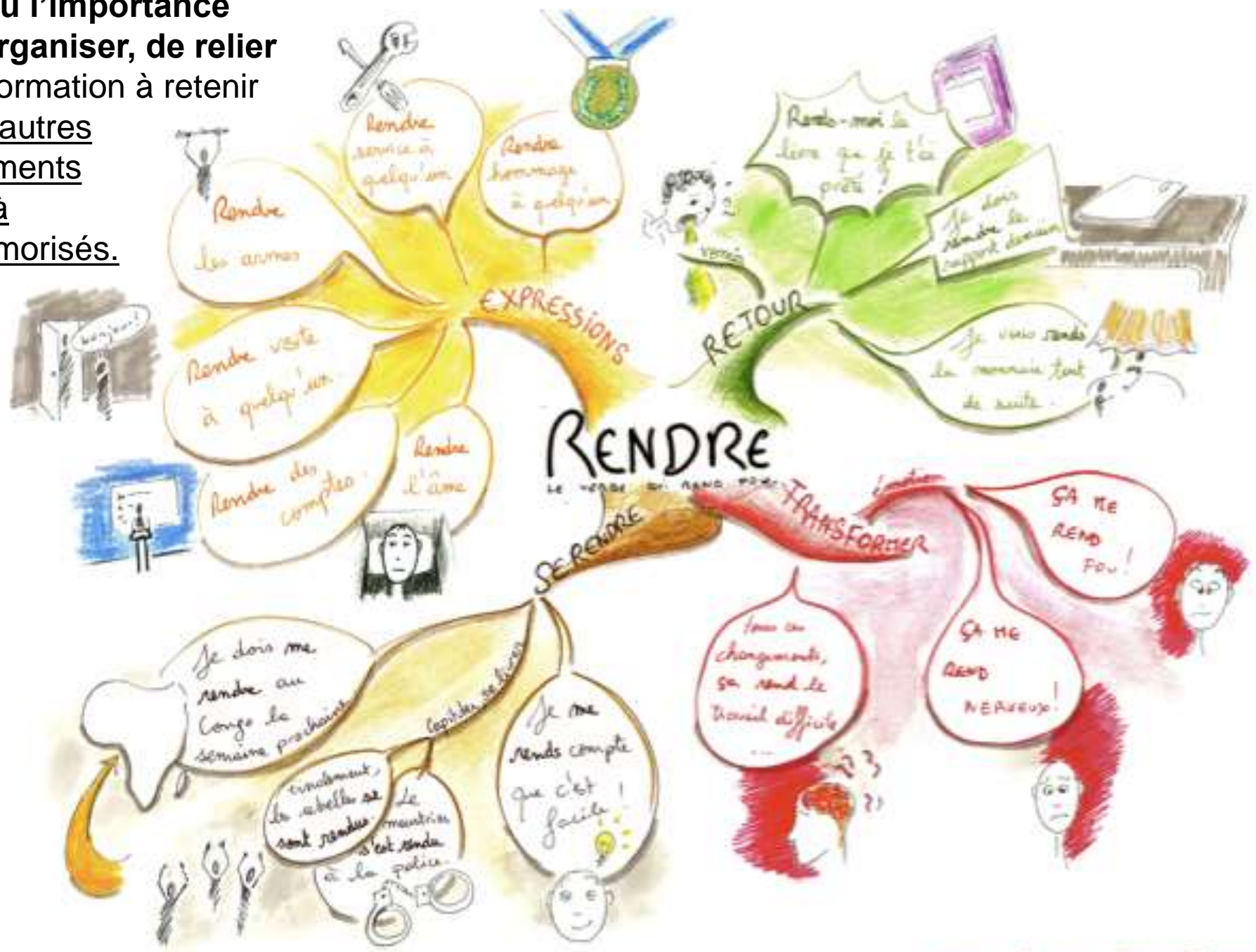
Yoda



Darth Vader




**D'où l'importance  
d'organiser, de relier  
l'information à retenir  
à d'autres  
éléments  
déjà  
mémemorisés.**



Ce qui est important et efficace, c'est **l'organisation** et la **transformation** des données, que l'on peut obtenir par différents moyens comme le résumé ou la synthèse.

Dès qu'il y a **personnalisation** d'un stimulus, il y a **appropriation** dudit stimulus, donc **apprentissage**.

Donc, oui, la **carte mentale** est efficace pour apprendre, mais peut-être pas tant parce que c'est une carte mentale, mais parce qu'elle oblige à faire un travail de transformation.

- 
- Les élèves ont besoin de temps pour **récapituler, élaborer et synthétiser** la nouvelle matière afin qu'elle puisse être transférée dans leur mémoire à long terme.
  - Offrir des **modèles**, donner des **exemples** ou **réfléchir à haute voix**, peut aider les étudiant.es à arrimer les nouvelles notions aux anciennes.

Les principes de l'enseignement efficace  
<http://rire.ctreq.qc.ca/2016/02/enseignement-efficace/>



Des participants à un jeu de questions-réponses de culture générale, **retiennent mieux les questions où ils avaient des connaissances préalables sur le sujet,**

mais n'en savaient pas assez pour donner la réponse, de sorte qu'ils étaient très curieux de la connaître.

(Min Jaong Kang et al., **2009**)

**« Apprendre c'est accueillir le nouveau dans le déjà là. »**

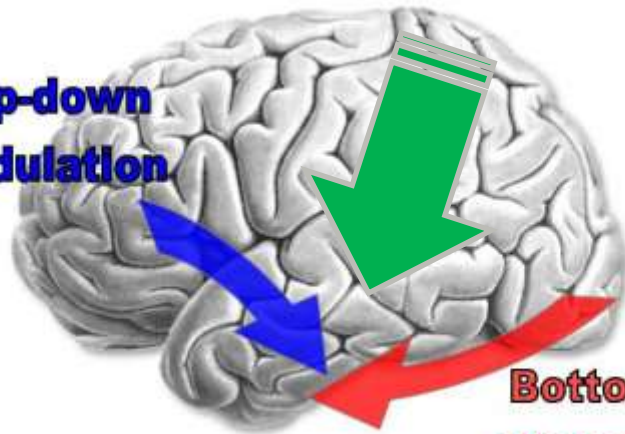
- Hélène Trocme Fabre,



- Les facteurs qui influencent l'apprentissage et la mémoire :
  - l'attention
  - la mémoire de travail
  - le contexte (& émotionnel)
  - reconsolidation (sommeil et espacement des apprentissages)
  - la mémoire associative et les trucs mnémotechniques
  - l'inhibition cognitive (entre automatisme et algorithmes)



**Top-down  
modulation**

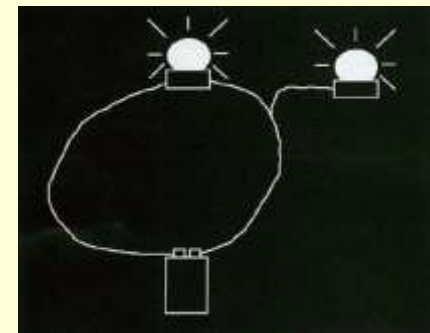


**Bottom-up  
processing**

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



innées....

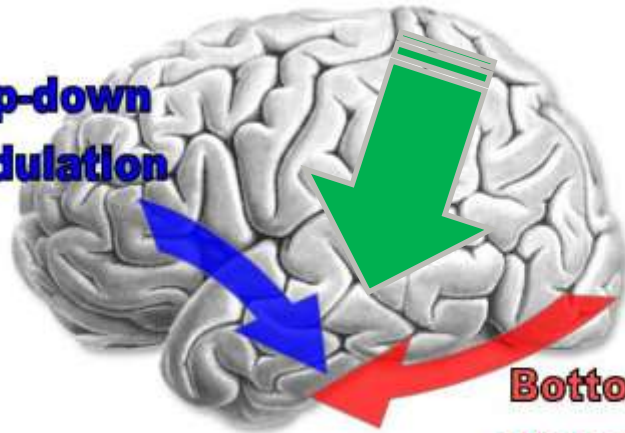


ou acquises....



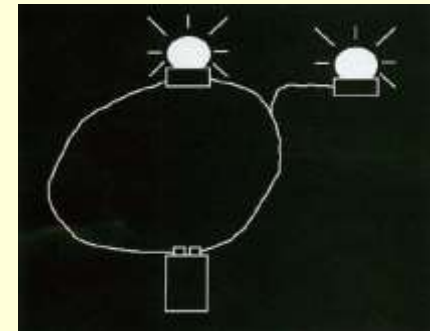


**Top-down  
modulation**



**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 ».

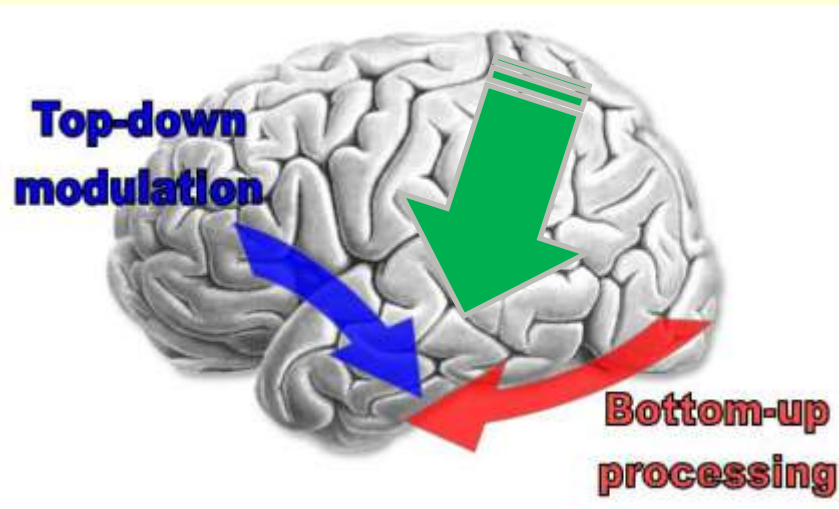
Leur cerveau applique l'automatisme « les = pluriel = s ».

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

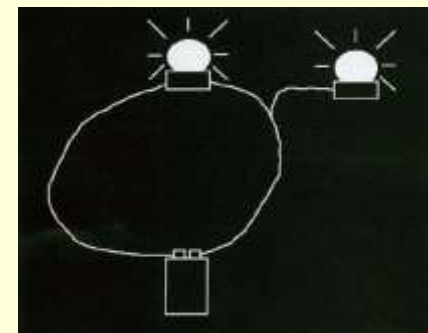
[Science et Vie Hors série #278, Mars **2017**, p.30]

Cela dit...

→ La **révision** quotidienne, en rendant **automatique** le rappel des notions apprises, est utile car elle **diminue la mémoire de travail requise** qui se trouve alors davantage disponible pour d'autres tâches (pour la résolution de problème ou la créativité, par exemple).



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



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

Elle est aussi liée à la **compétence sociale** et la **régulation émotionnelle**.



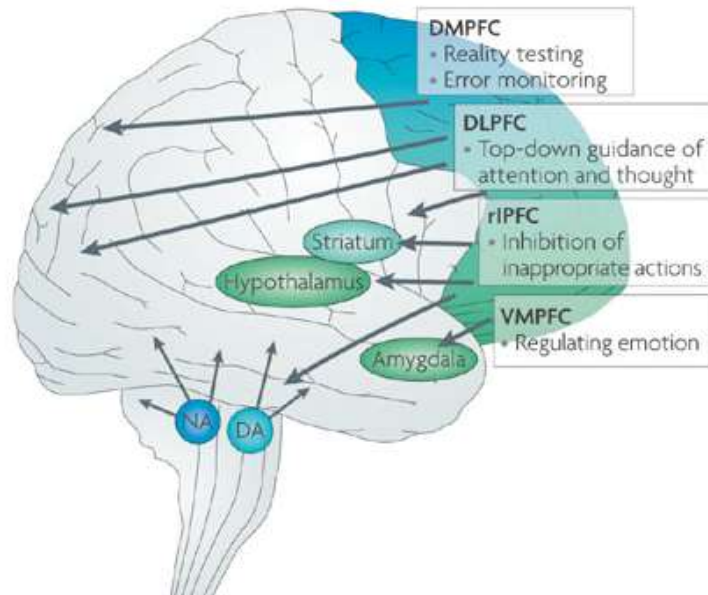
# Le contrôle inhibiteur



## Le test du Chamallow

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

a Prefrontal regulation during alert, non-stress conditions

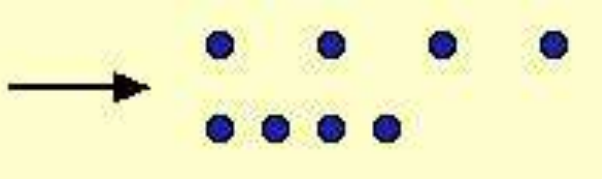


apprendre  
à résister  
olivier houdé





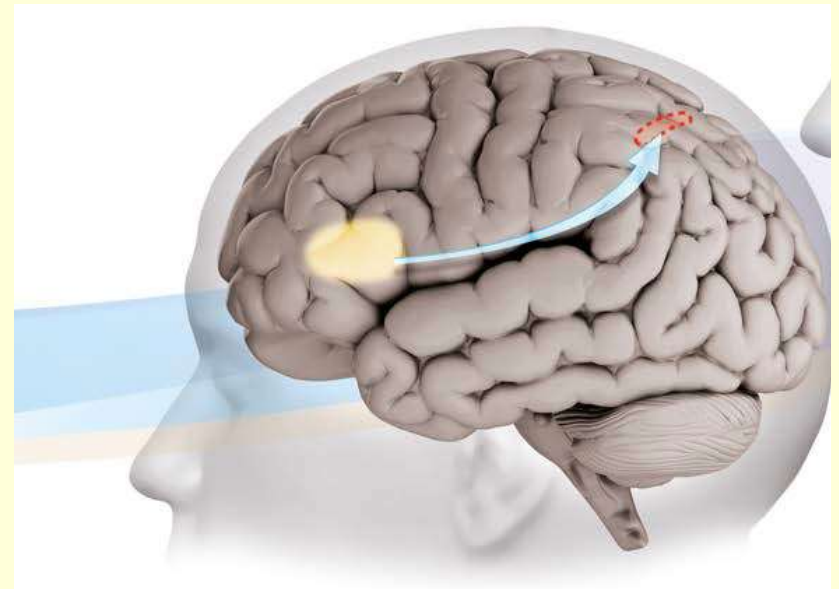
Ce que l'équipe de Houdé a mis en évidence, c'est que vers l'âge de 6-7 ans, ou avec l'aide d'un parent avant, **l'enfant parvient à mettre entre parenthèses sa croyance spontanée** pour examiner la situation au moyen de ses outils logiques.



À ce moment, on observe une activation au niveau du cortex **cortex préfrontal inférieur**.

Or on sait que les neurones de cette régions projettent leur axone vers d'autres zones du cerveau impliquées dans ces automatismes de pensée

(le **sillon intrapariétal latéral**, par exemple).

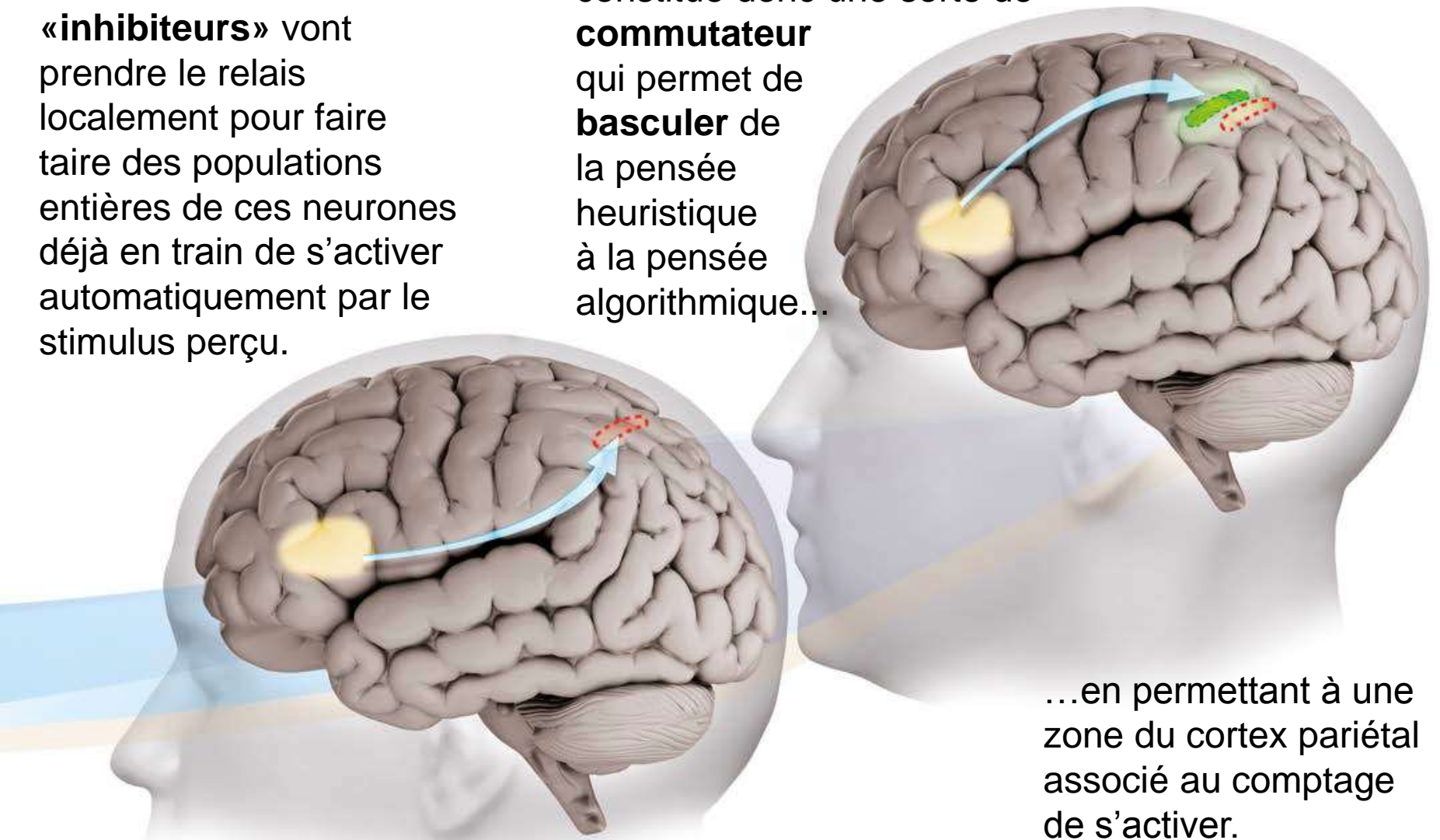


Dans ces zones, d'autres **neurones dits «inhibiteurs»** vont prendre le relais localement pour faire taire des populations entières de ces neurones déjà en train de s'activer automatiquement par le stimulus perçu.

Ce cortex préfrontal inférieur constitue donc une sorte de **commutateur** qui permet de **basculer** de la pensée heuristique à la pensée algorithmique...

...en permettant à une zone du cortex pariétal associé au comptage de s'activer.

Bref, le **cortex préfrontal inférieur permet de bloquer les automatismes mentaux** pour activer une pensée discursive et logique.





# Les trois systèmes cognitifs

## Systeme heuristique

Pensée «automatique»  
et intuitive

Fiabilité  Rapidité 



1

Anatomiquement, le système inhibiteur est la région du cerveau qui se développe le plus **tardivement** et le plus **lentement**.

Le système heuristique et celui algorithmique **coexistent très tôt**, sans doute dès le début du développement, c'est-à-dire dans les premiers mois de la vie.

## Systeme d'inhibition

Interrompt le système heuristique pour activer celui des algorithmes

→ *Fonction d'arbitrage*

3

## Systeme algorithmique

Pensée réfléchie  
«logico-mathématique»

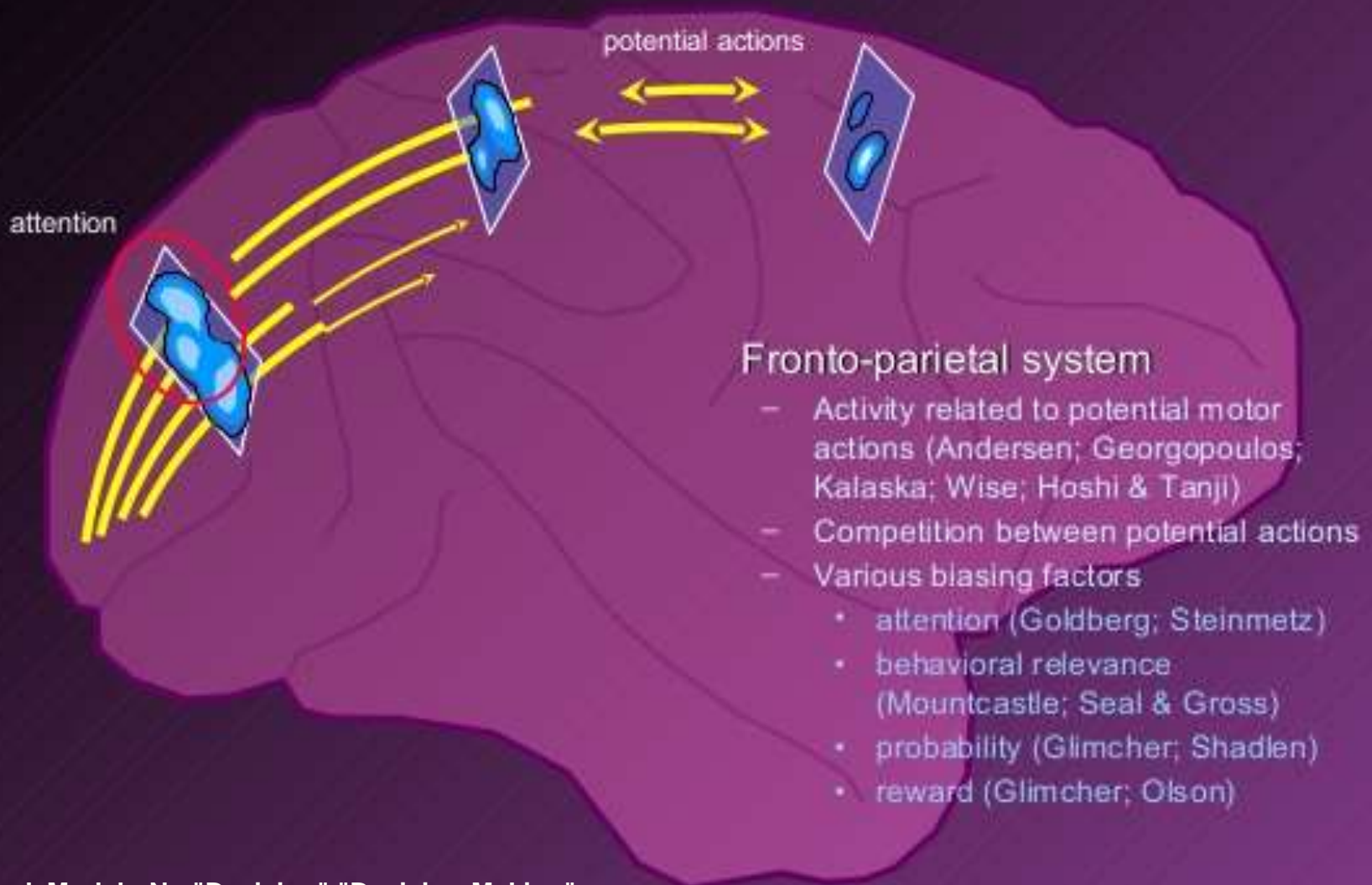
Fiabilité  Rapidité 

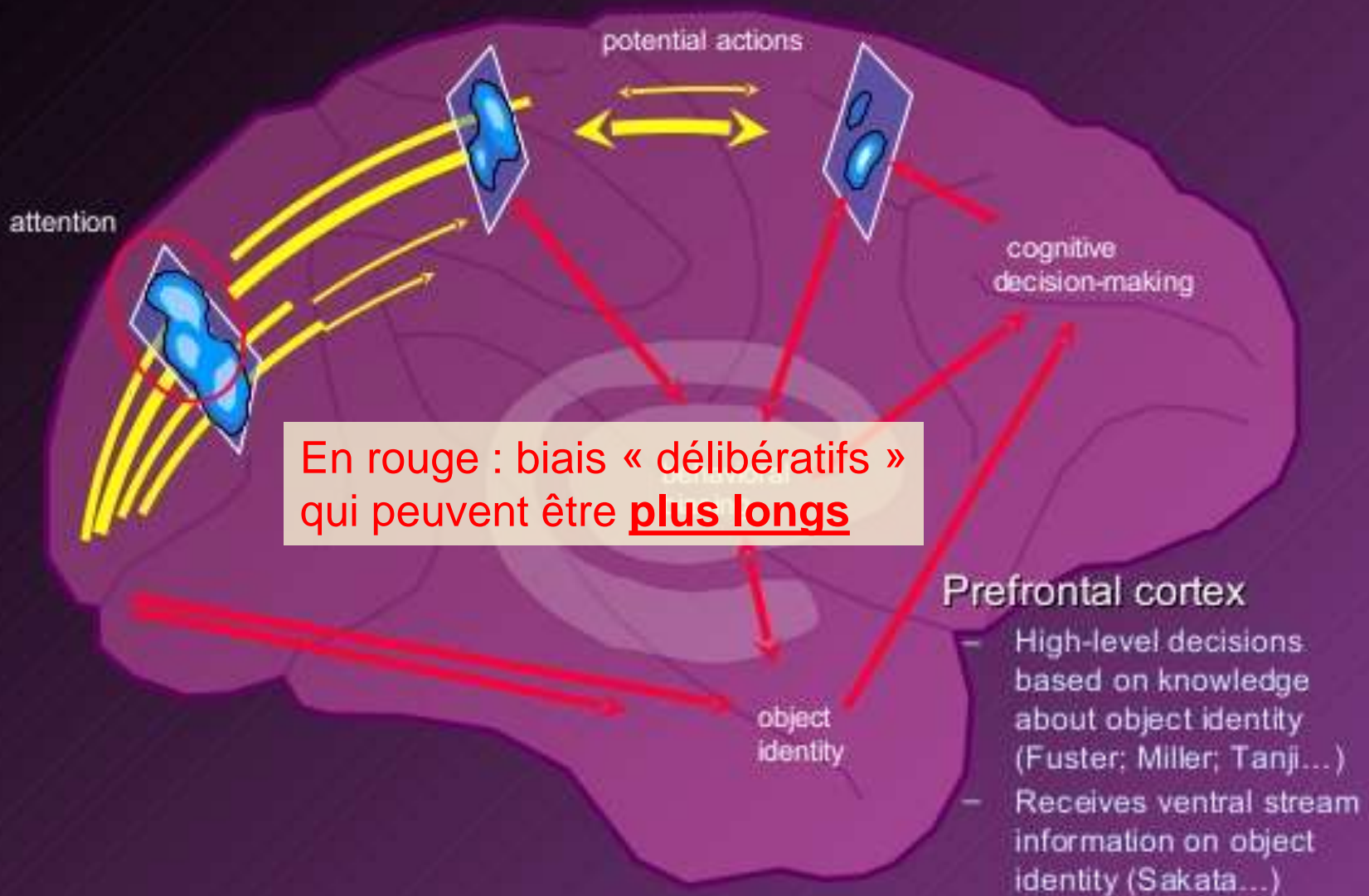


2

La maturation du cortex préfrontal commence seulement à **partir de 12 mois** et elle dure **jusqu'à l'âge adulte**.

En jaune : première réponse rapide



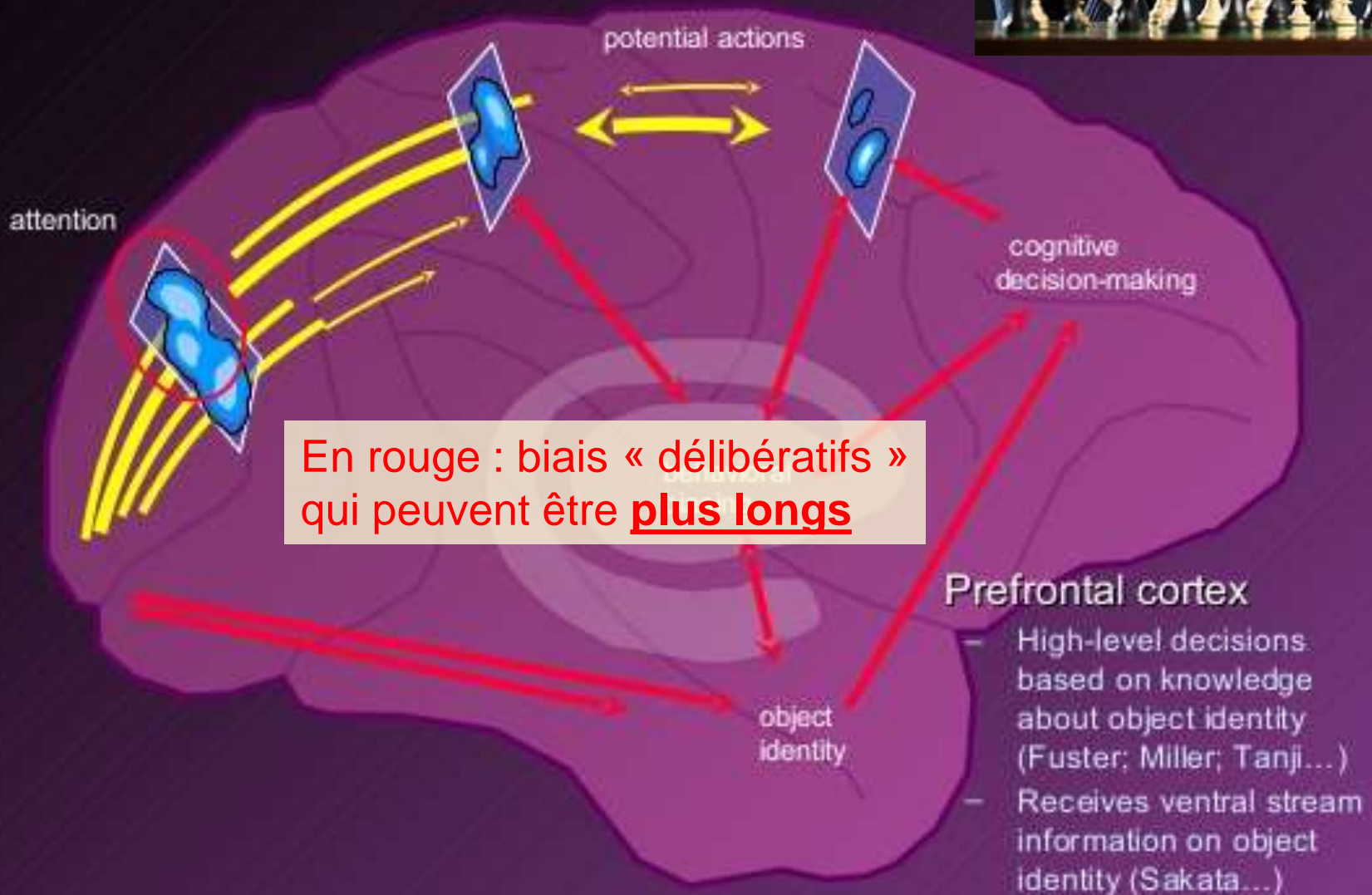


En rouge : biais « délibératifs »  
qui peuvent être plus longs

- Prefrontal cortex**
- High-level decisions based on knowledge about object identity (Fuster; Miller; Tanji...)
  - Receives ventral stream information on object identity (Sakata...)

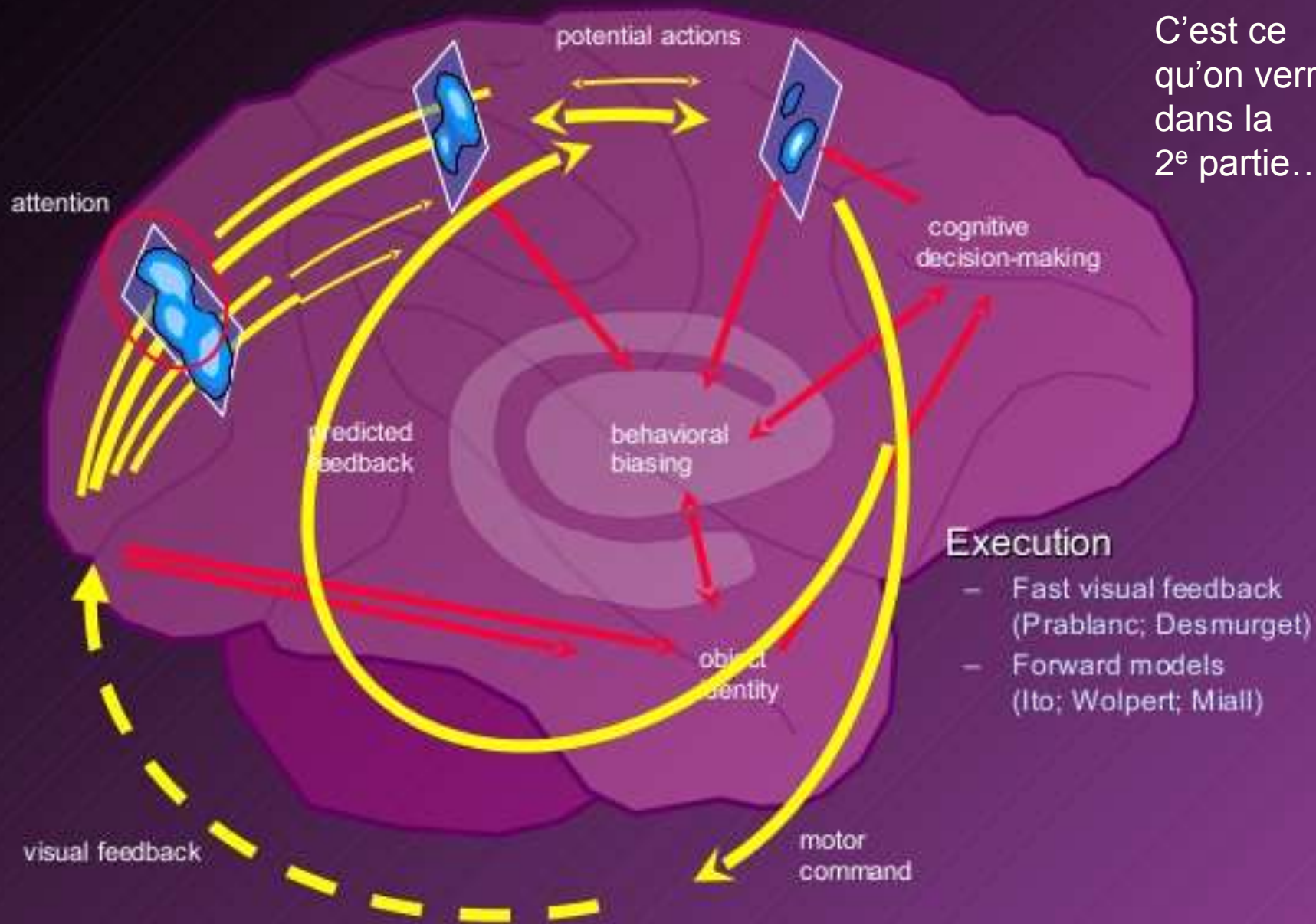


En se donnant un temps de « délibération » suffisant, on augmente nos chances d'inhiber les réponses heuristiques rapides et d'avoir accès à **d'autres systèmes d'algorithmes.**



Mais tout cela se déroule en temps réel (le corps bouge, l'environnement aussi) et à tout moment on doit réévaluer notre action, la corriger, etc.

C'est ce qu'on verra dans la 2<sup>e</sup> partie...



## Plan :

- 1) Perspective évolutive
- 2) sur l'apprentissage
- 3) **et cognition incarnée**





## Plan :

- 1) Perspective évolutive
- 2) sur l'apprentissage
- 3) **et cognition incarnée**

Cette approche qui inclut non seulement le **cerveau** mais l'ensemble du **corps** et **l'environnement** est venue révolutionner l'histoire des sciences cognitives depuis environ trois décennies.

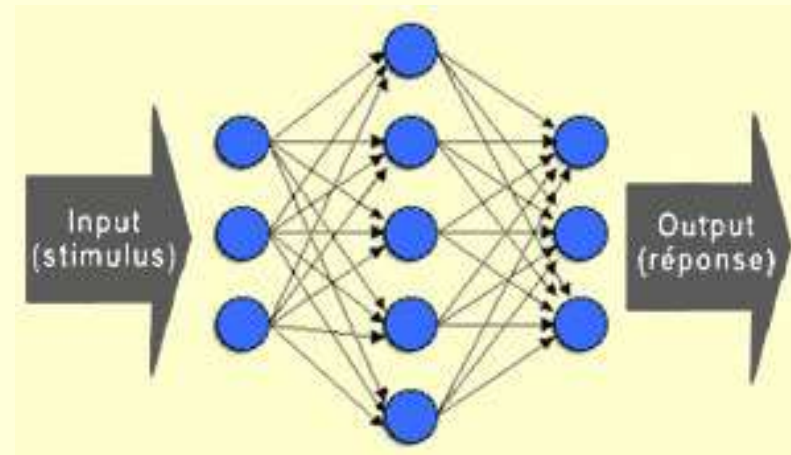
**CERVEAU – CORPS -  
ENVIRONNEMENT**

Commençons par une petite intro...

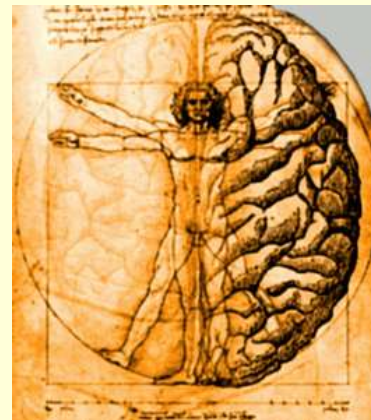
Tant avec le cognitivisme, à partir des années 1960, et son analogie principale avec **l'ordinateur**

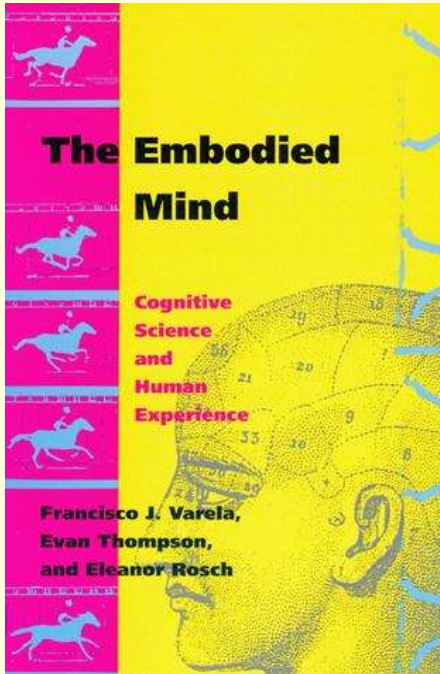


qu'avec les réseaux de neurones connexionnistes à partir des années 1980 et leurs états cognitifs émergeant **d'entraînement** plutôt que de programmation

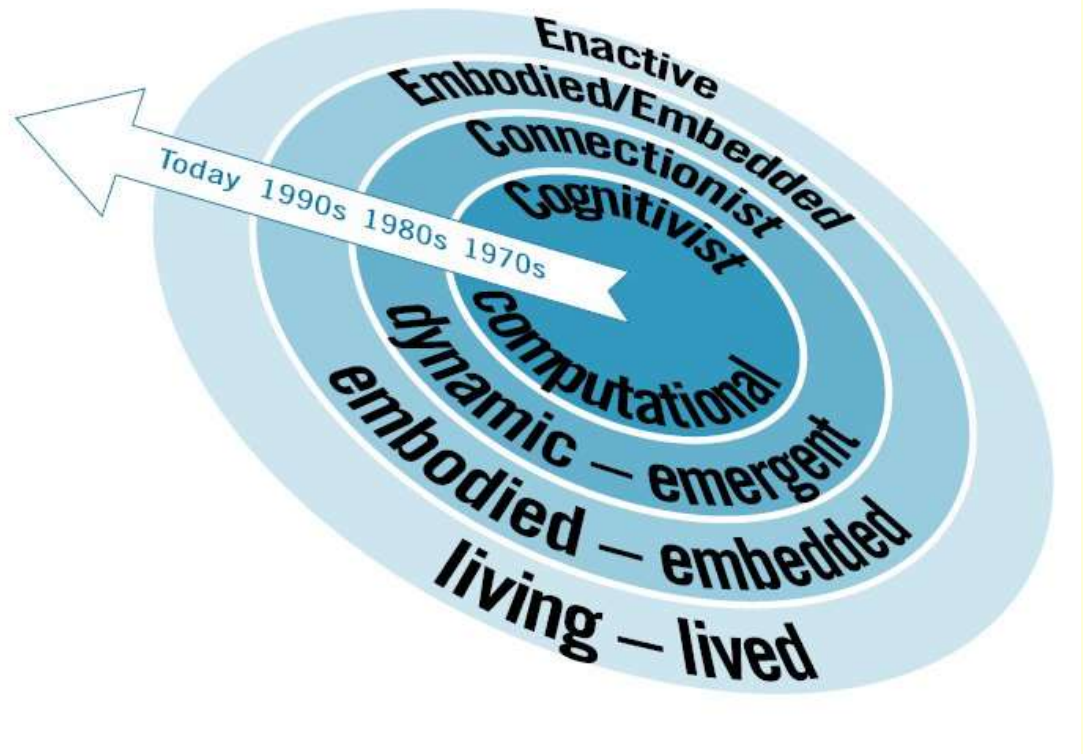


on ne tenait pas compte du **corps** particulier d'un organisme et de **l'environnement** dans lequel il évolue en temps réel.





1991



Les théories de la **cognition incarnée** qui vont apparaître au début des années 1990 vont :

- mettre au cœur de leur approche **le corps et l'environnement**;
- remettre en question l'idée que **toute la cognition se fait exclusivement dans le cerveau** en manipulant des représentations  
et que le corps ne sert qu'à percevoir les inputs et exécuter les réponses motrices.

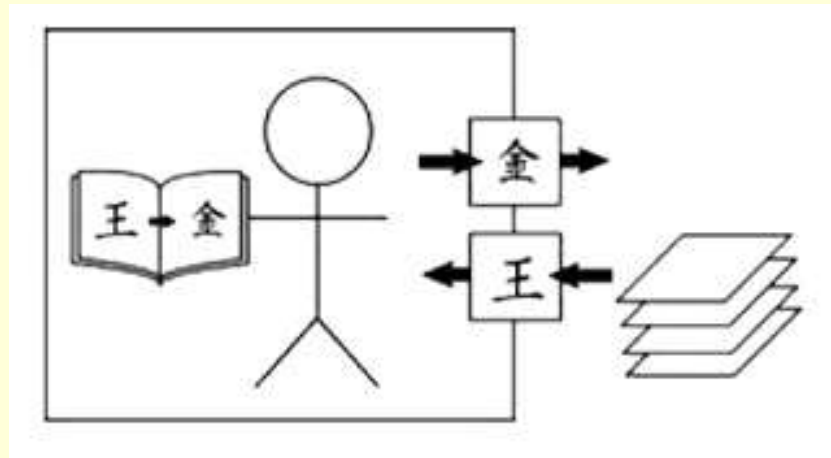


## Débat / Controverse :

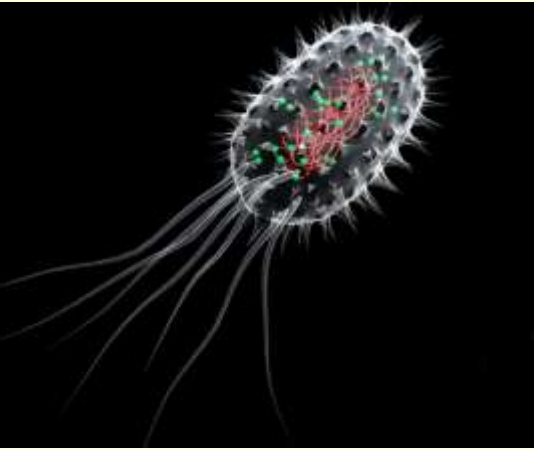
Car cette **séparation entre le corps et le cerveau** amenait plusieurs problèmes dont celui de la **provenance de la signification**.

Autrement dit, **d'où nous vient le sens** (positif ou négatif) que nous accordons aux choses (ou aux énoncés langagiers) ?

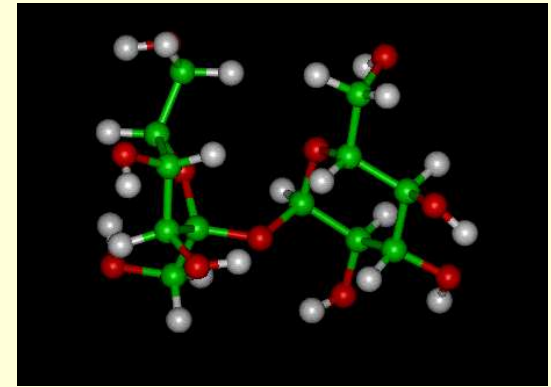
La fameuse expérience de pensée de la **chambre chinoise** de Searle :



Du point de vue de la cognition incarnée, **cette signification ne peut provenir que de l'environnement au sens large, incluant le corps**.



Prenons une **bactérie** qui nage dans un milieu aqueux vers un cube de **sucrose**.



Bien que le **sucrose** est un réel élément de cet environnement physicochimique, son statut comme **aliment**, lui, ne l'est pas.

Le sucrose en tant qu'aliment **n'est pas intrinsèque au statut de sucrose en tant que molécule**. C'est plutôt une caractéristique « relationnelle », liée au métabolisme de la bactérie (qui peut l'assimiler et en soutirer de l'énergie).

Le sucrose n'a donc **pas de signification ou de valeur comme nourriture en soi**, mais seulement dans ce milieu particulier que le corps (et le métabolisme) de la bactérie amène à exister.

Francisco Varela résume ceci en disant que grâce à l'autonomie de l'organisme (ici la bactérie), son environnement a un « **surplus de signification** » comparé au monde physicochimique.

Les significations particulières (valeurs positives ou négatives) que l'on retrouve dans ce monde sont donc le **résultat des actions d'un organisme particulier**.

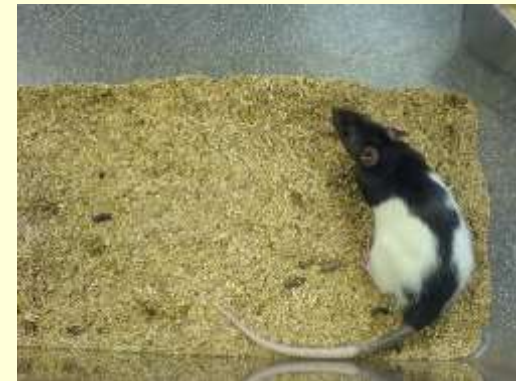
La signification et la valeur des choses **ne préexiste donc pas** dans le monde physique, mais est mise de l'avant (« **éactés** ») par les organismes.

Par conséquent, **vivre** est un processus créateur de sens.

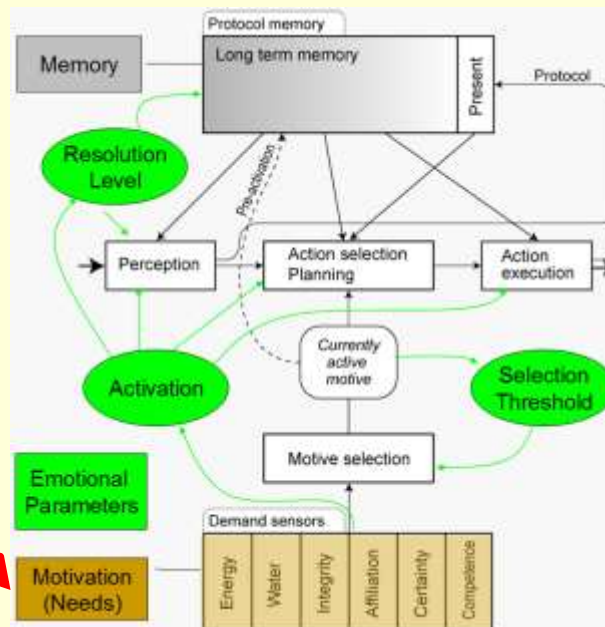


Et cela rejoint certaines caractéristiques de la cognition, comme celle d'être **intrinsèquement concerné par la monde**, d'y chercher et d'y trouver de la **signification**.

En effet, les êtres vivants ont ce désir, **cette curiosité**, **d'explorer leur espace vital** parce qu'ils ont besoin de trouver des éléments pour renouveler leur structure.



Alors que dans le cas des architectures fonctionnalistes cognitivistes, on est toujours obligé de leur adjoindre une petite boîte étiquetée “**motivation**” pour déclencher leur action...



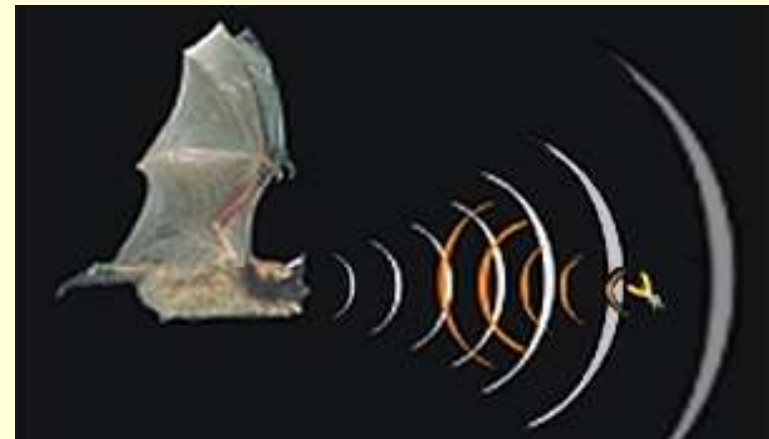
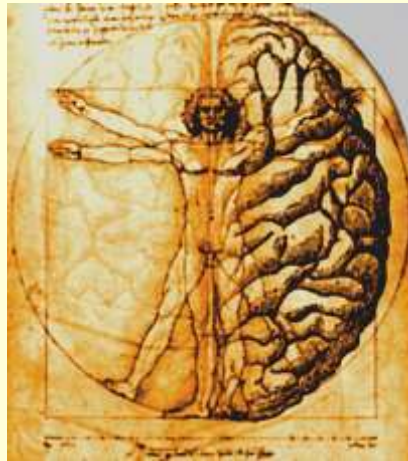
Les comportements incarnés amènent ainsi « **la constitution d'un monde** ».

En étudiant différents systèmes visuels de vertébrés, Varela montre que **la sensation de couleur n'est pas entièrement donnée par le monde physique.**

**Elle naît de la rencontre entre ce monde** et les mécanismes de perception d'un organisme.

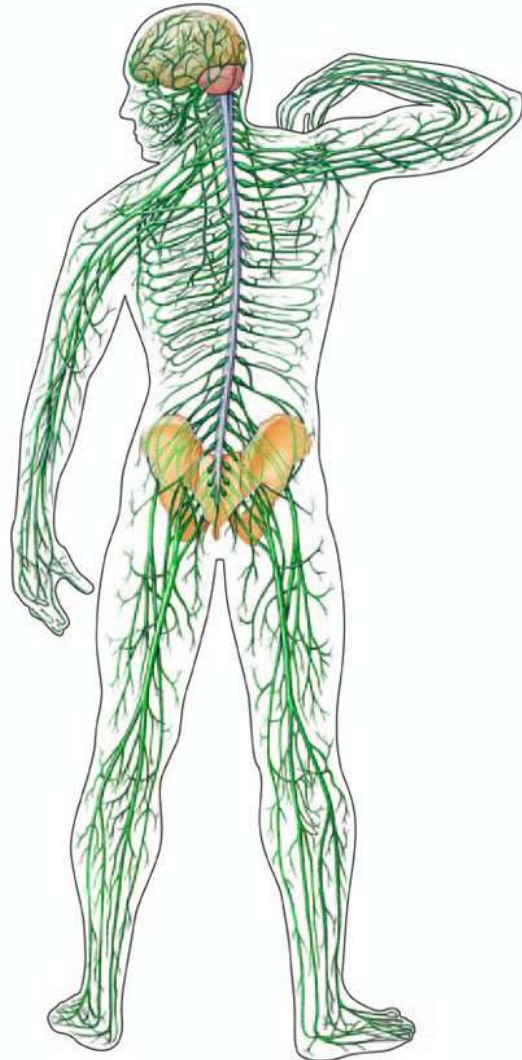
À chaque type de système visuel correspond donc un type de monde énéacté.

Donc leur « monde » perceptif est très différent du nôtre, parce qu'ils n'ont pas le même corps et le même appareil sensoriel.



# Processus dynamiques :

Ce qui découle de cette conception dynamique :



Le corps entier de chaque organisme est un « **modèle** » **de son environnement** façonné par celui-ci à différentes échelles de temps.

**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



# CERVEAU – CORPS - ENVIRONNEMENT

voies de communication entre système  
nerveux, hormonal et immunitaire

exemple du stress et de l'effet placebo

cognition orientée vers l'action :  
les affordances

le cerveau prédictif

Or on sait maintenant  
que...

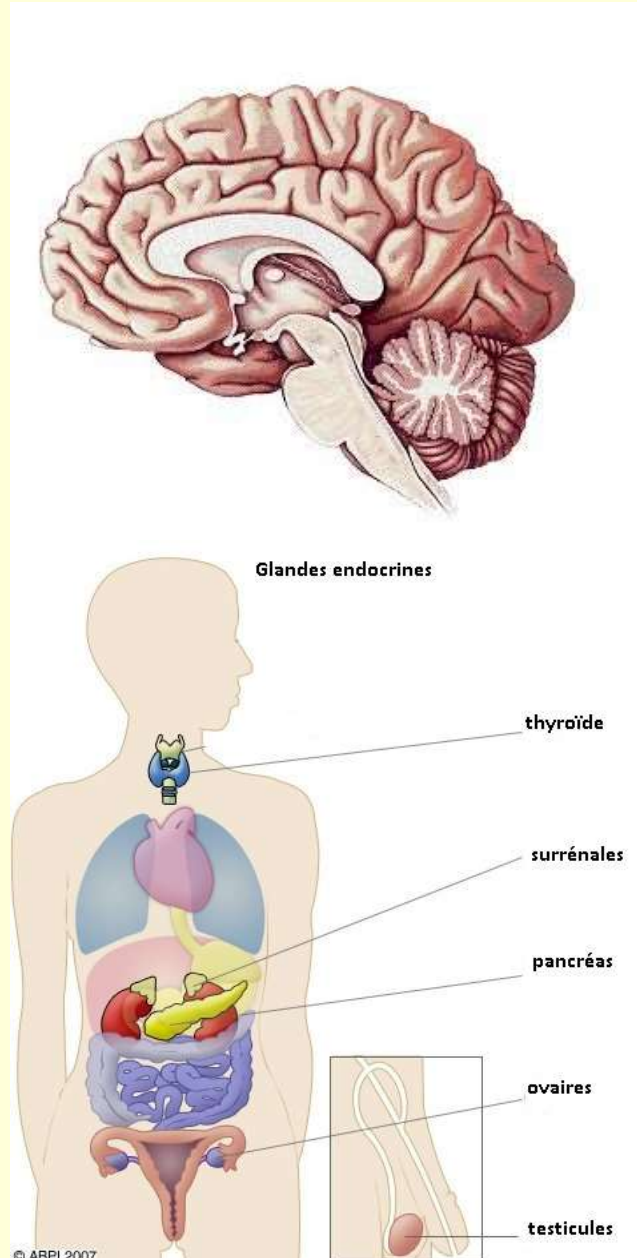
Cerveau

neurotransmetteurs

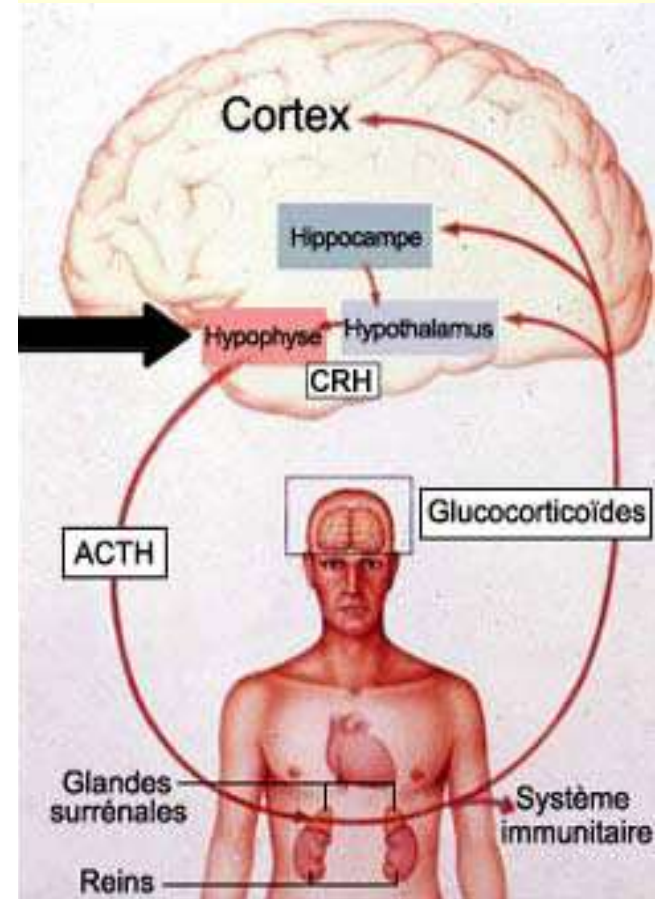
~~SÉPARATION~~

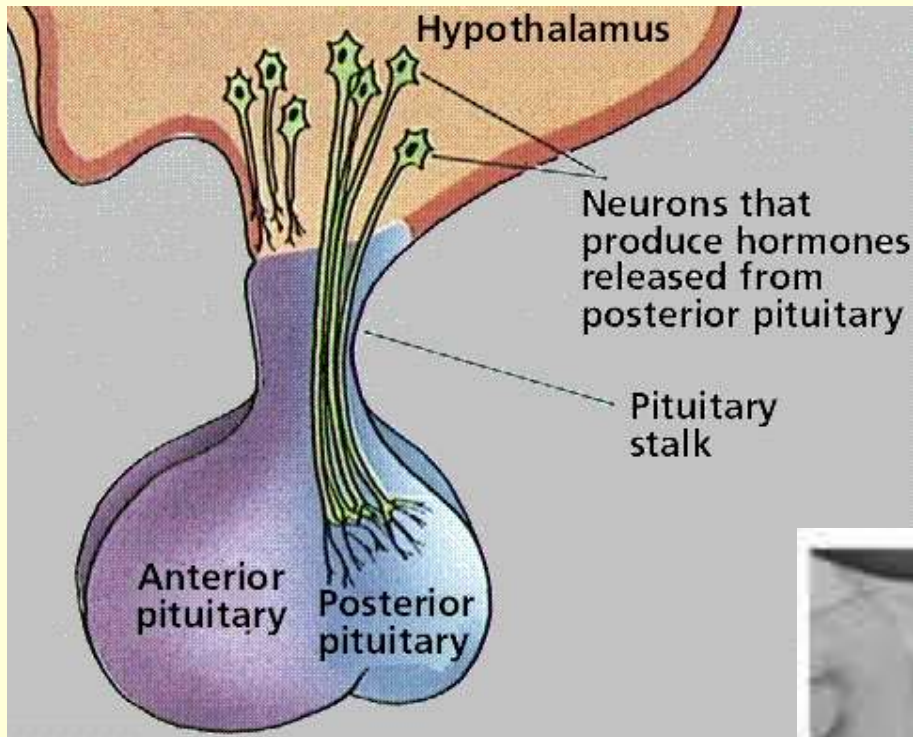
Corps

hormones

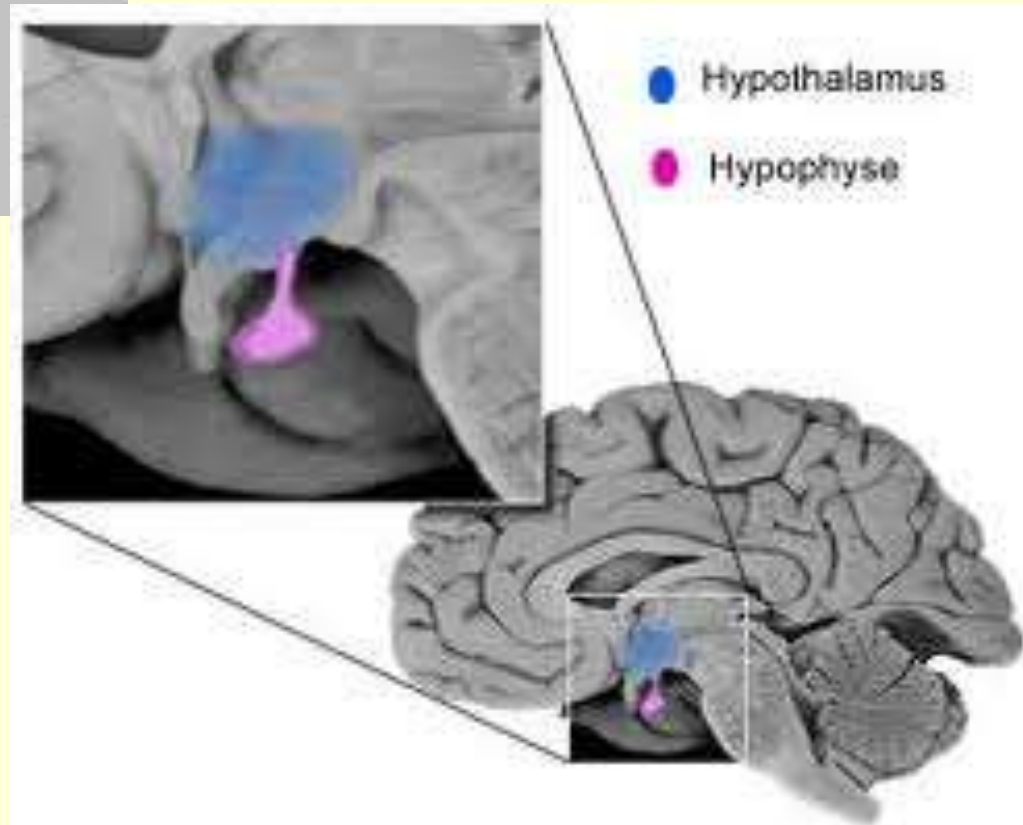


...et que des **boucles de rétroaction** foisonnent entre le système hormonal et le cerveau.





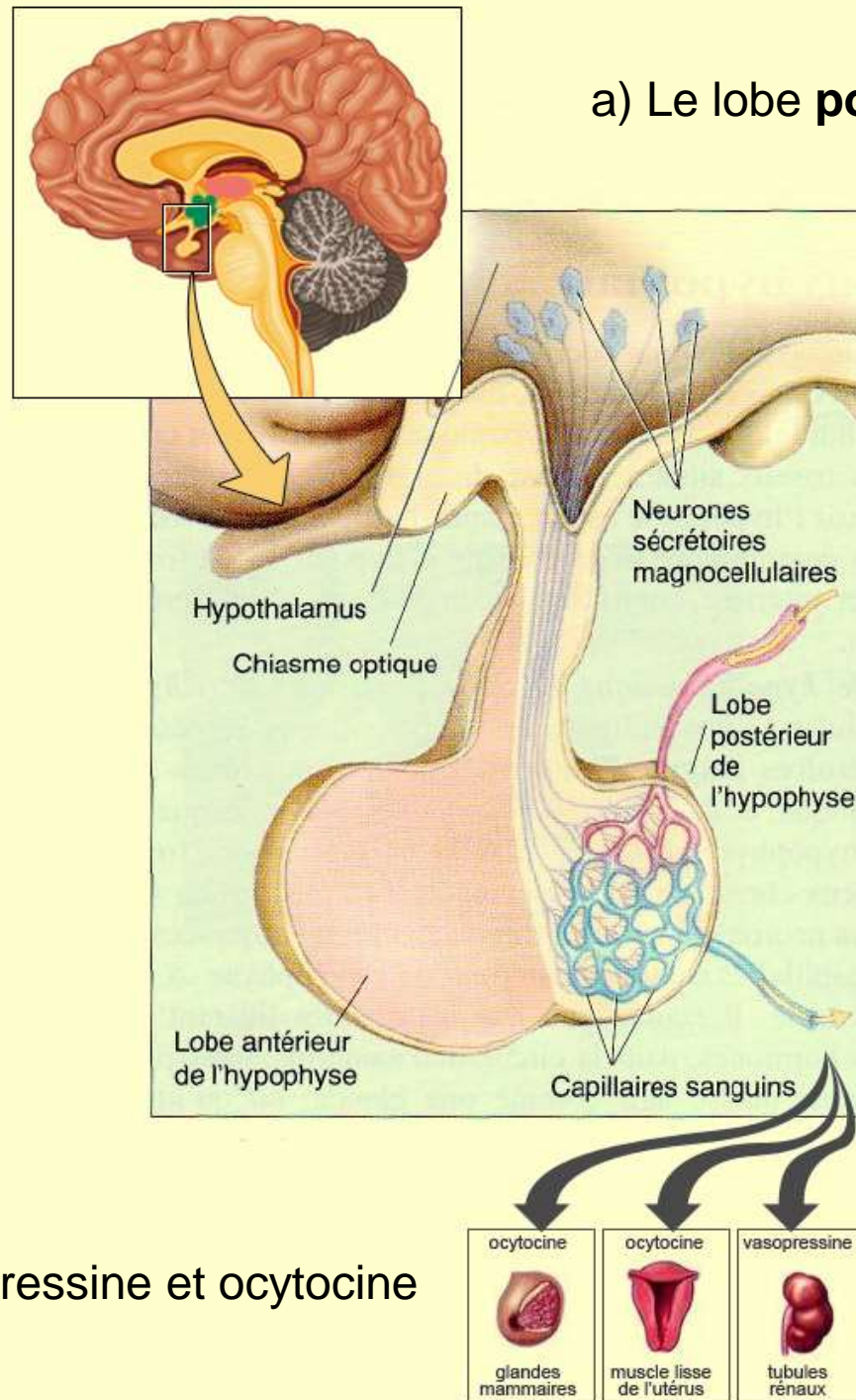
**L'hypophyse :**  
la « glande maîtresse »  
de l'organisme





# L'hypophyse et ses 2 lobes

## a) Le lobe postérieur



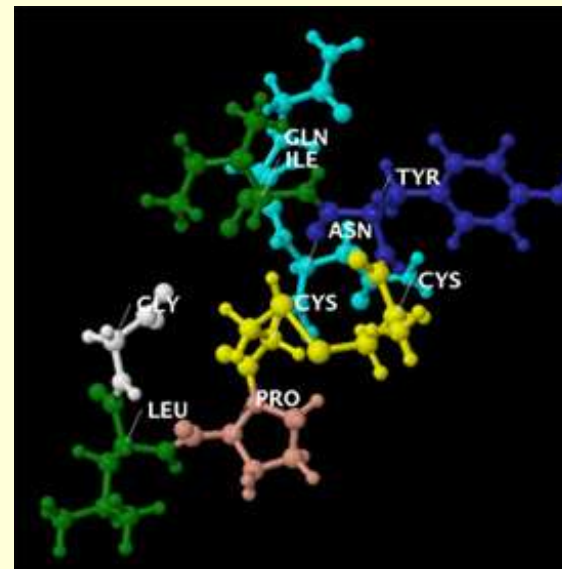
par où diffusent la vasopressine et ocytocine



# L'ocytocine,

parfois appelée « l'hormone du lien »,  
est décrite au :

[http://lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d\\_04/d\\_04\\_m/d\\_04\\_m\\_des/d\\_04\\_m\\_des.html](http://lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d_04/d_04_m/d_04_m_des/d_04_m_des.html)

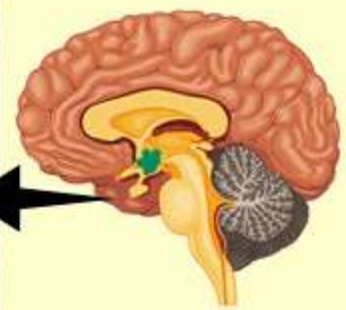
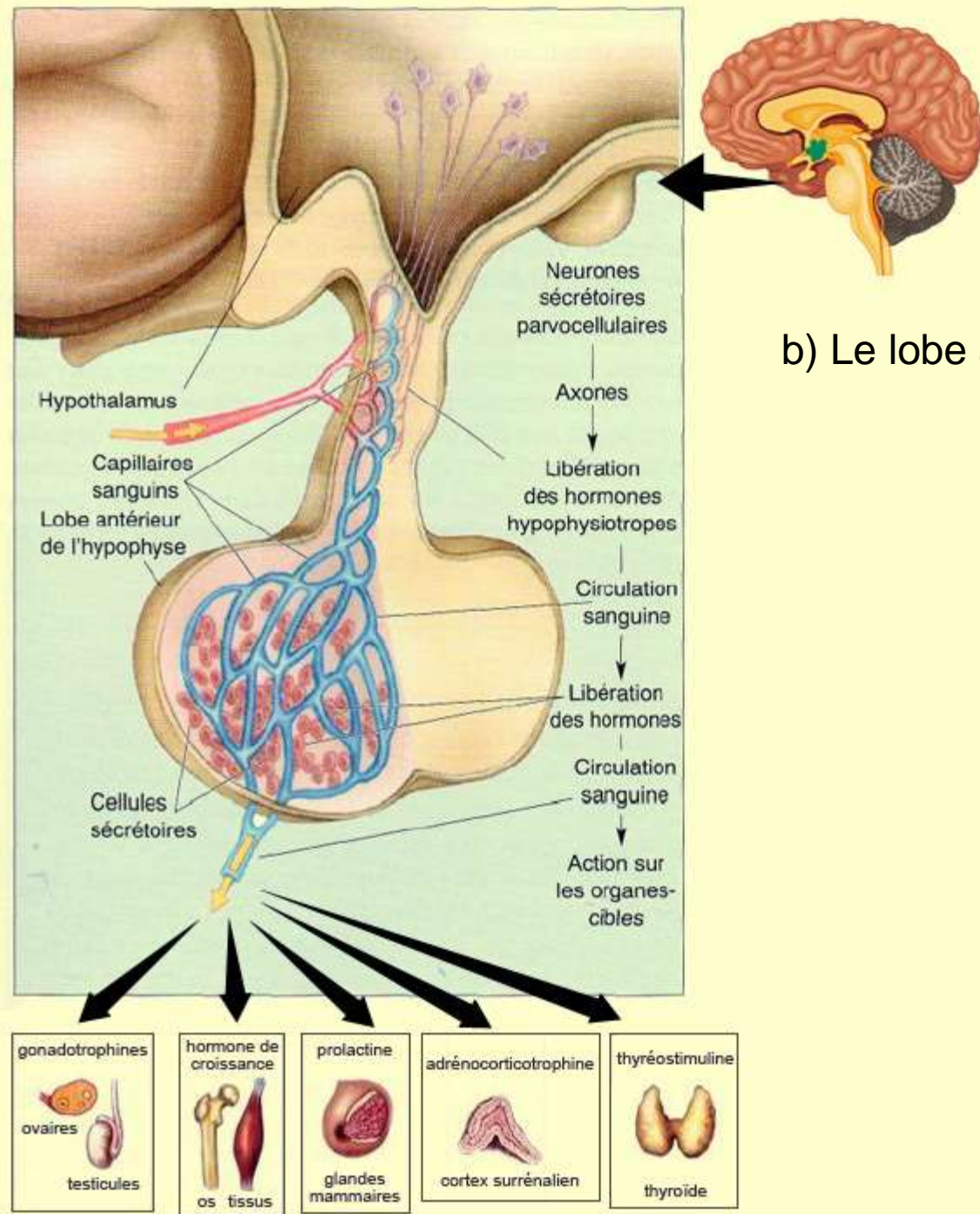


**Le BLOGUE** du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

**Ocytocine et autres engouements :  
rien n'est simple**

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2013/02/11/ocytocine-et-autres-engouements-rien-nest-simple/>

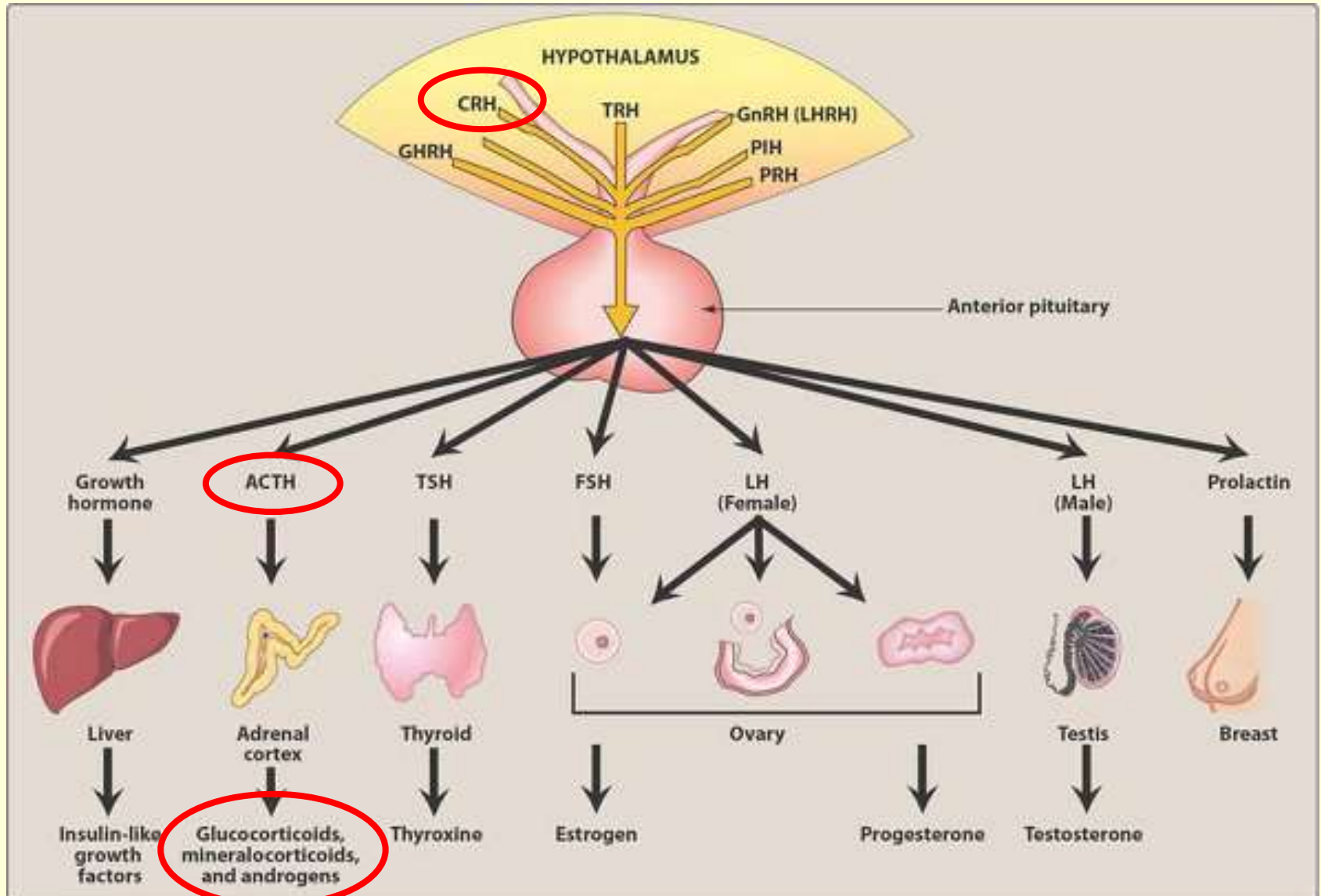
# L'hypophyse et ses 2 lobes



b) Le lobe antérieur



qui sécrète de nombreuses hormones :



Copyrighted Material

# STRESS SCIENCE

## NEUROENDOCRINOLOGY



## CERVEAU – CORPS - ENVIRONNEMENT

voies de communication entre système nerveux, hormonal et immunitaire

**exemple du stress et de l'effet placebo**

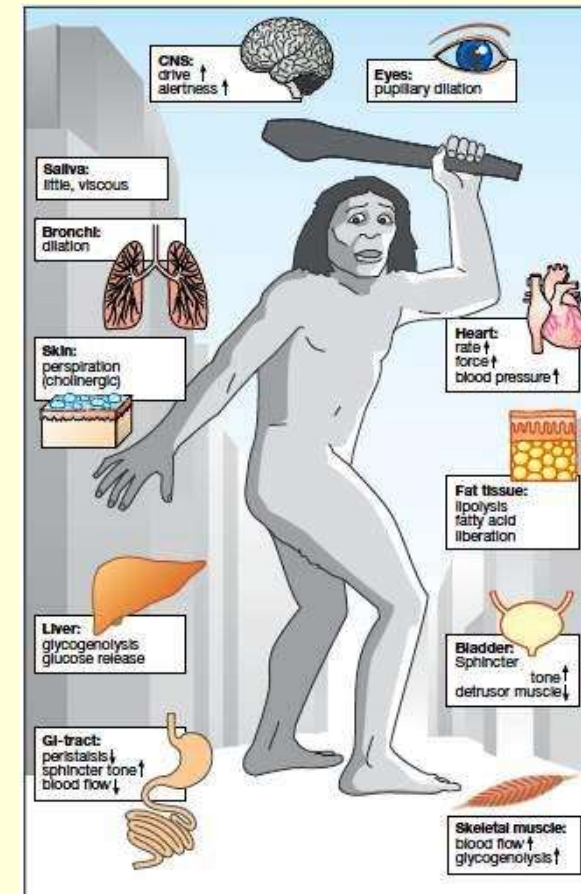
cognition orientée vers l'action :  
les affordances

le cerveau prédictif

Encore ici, une **perspective évolutive** aide à clarifier les choses...

Car nos réactions physiologiques à une menace viennent de la nécessité de **sauver sa peau !**

Que ce soit pour **fuir** ou, s'il ne peut pas, pour **se battre**, il y aura de vastes remaniements nerveux et hormonaux chez l'individu menacé pour allouer le plus de ressources possible aux muscles et au système cardiorespiratoire.

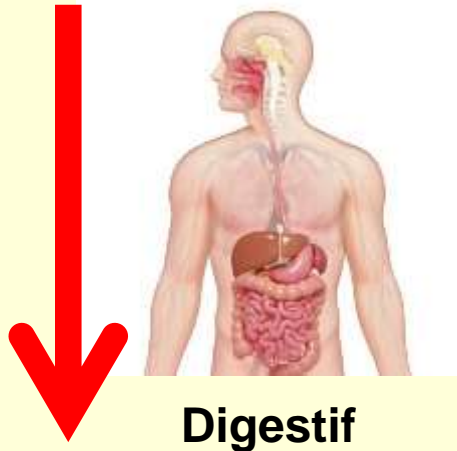


A. Responses to sympathetic activation

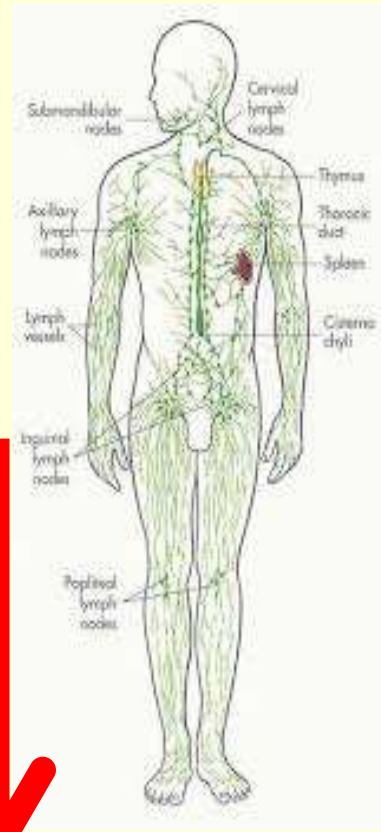


Mais qui dit plus de ressources à certains systèmes dit forcément **moins de ressources dans d'autres** : les systèmes digestif, reproducteur ou immunitaire pâtiront ainsi pendant un court instant de cette réallocation nécessaire pour assurer la survie de l'organisme.

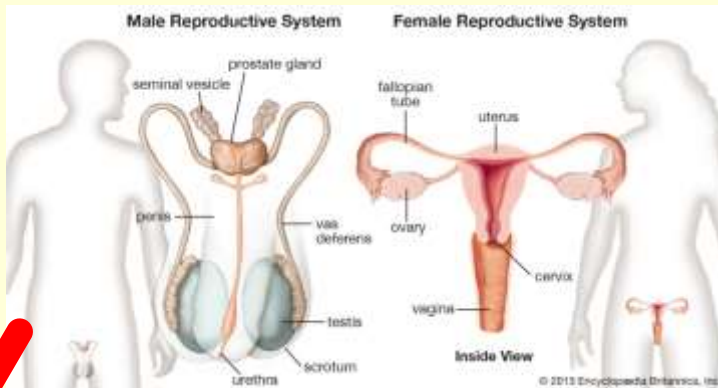
Cela aura peu d'effet si la fuite ou la lutte élimine la présence du prédateur et que tout revient à la normale après ce stress de **courte durée** (ou « stress aigu »).



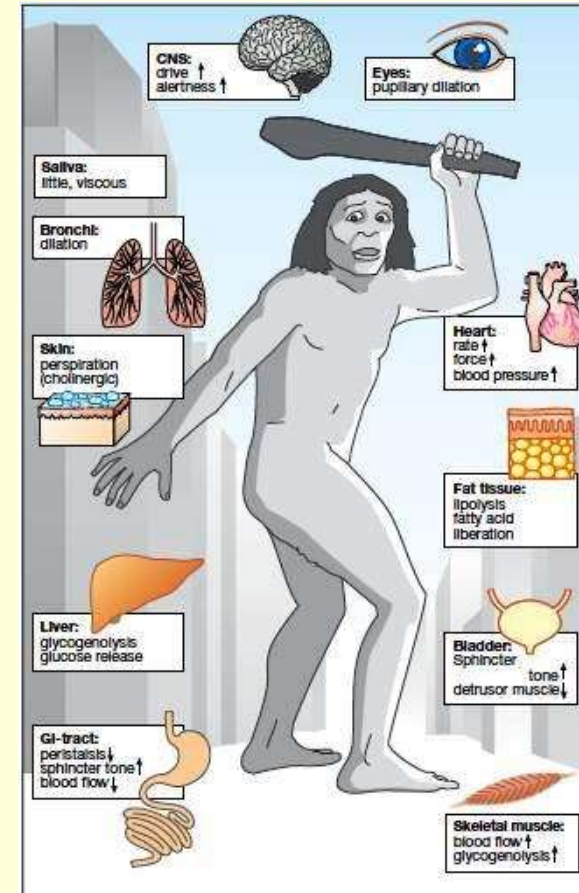
Digestif



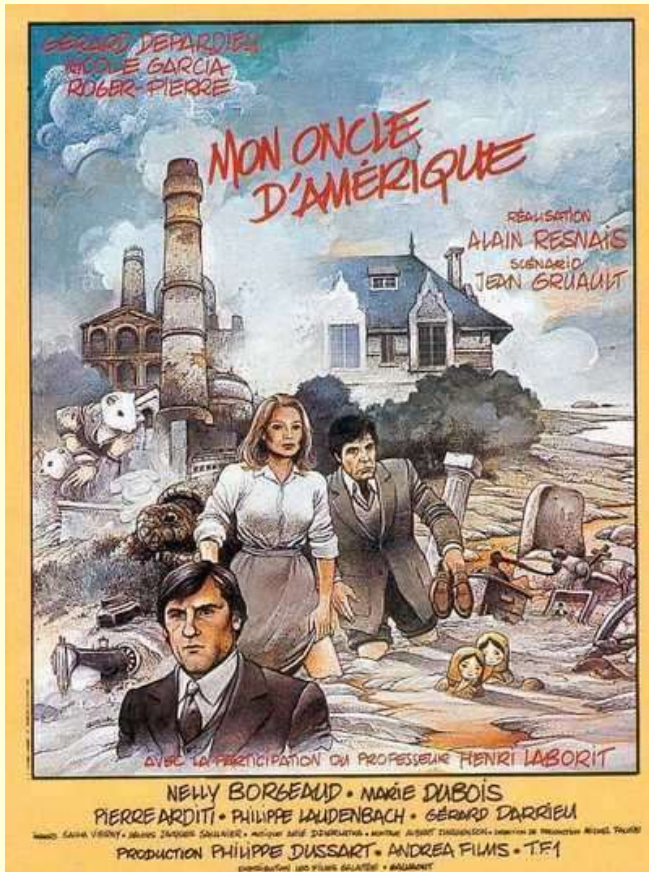
Immunitaire



Reproducteur



A. Responses to sympathetic activation



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



Action  
requis par  
un danger

Activation  
du PVS

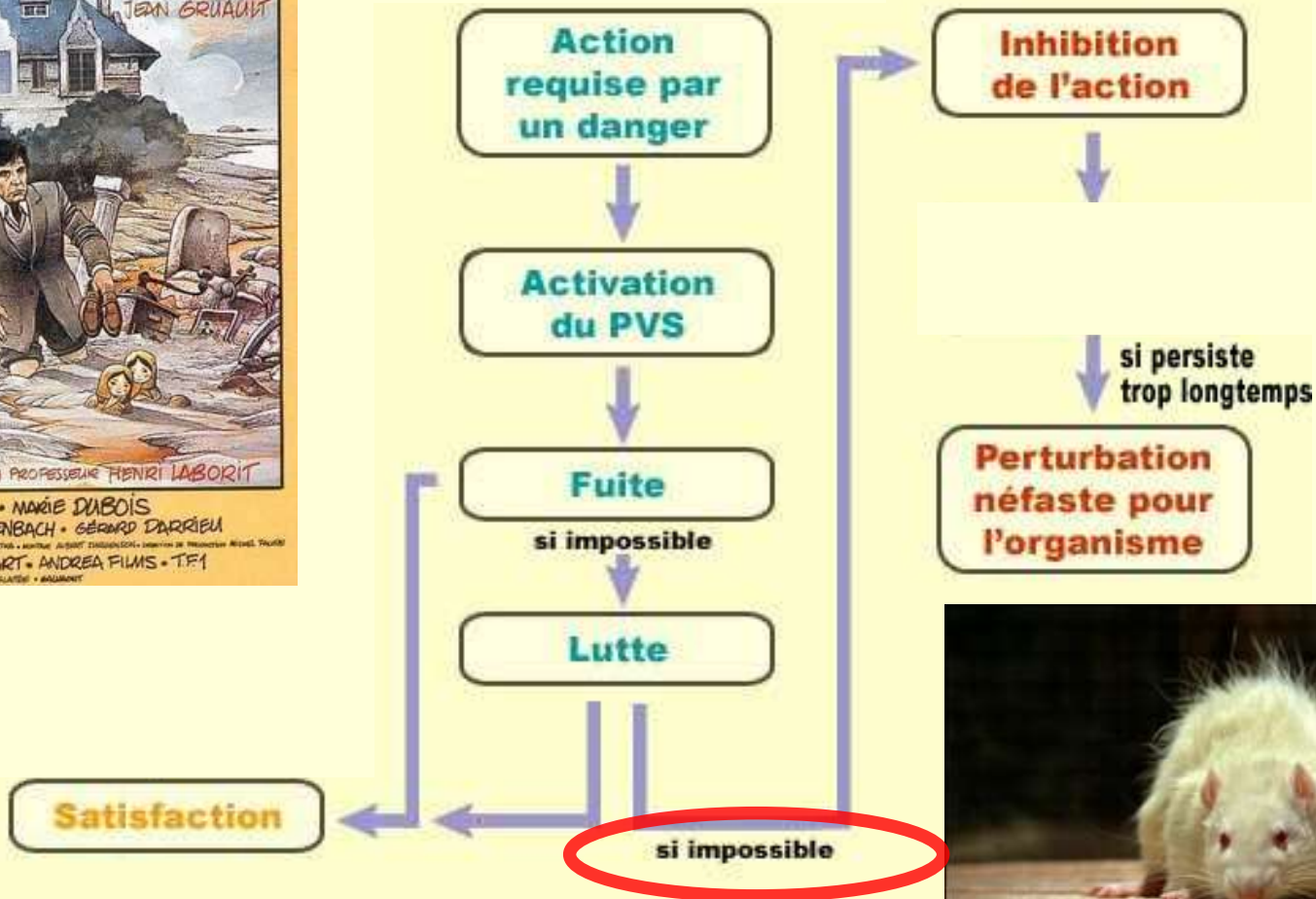
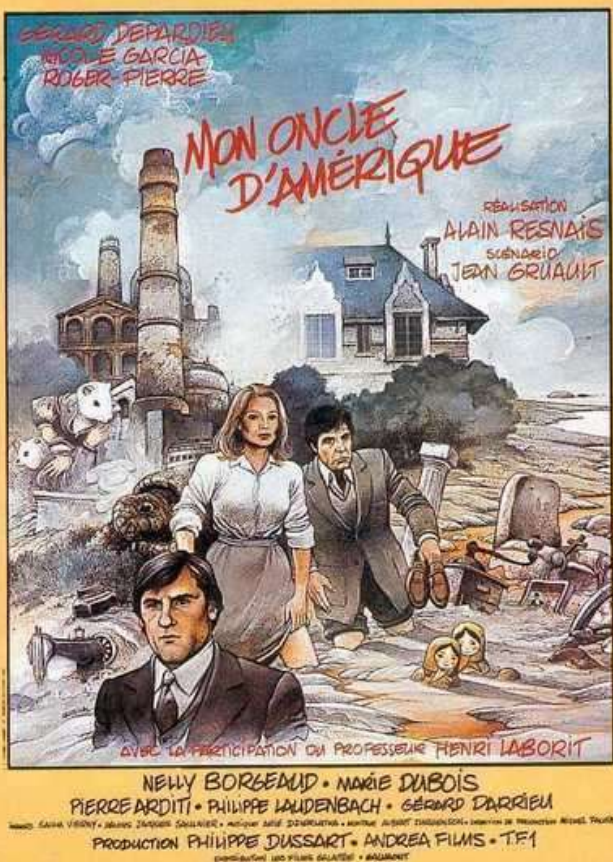
Fuite  
si impossible

Lutte

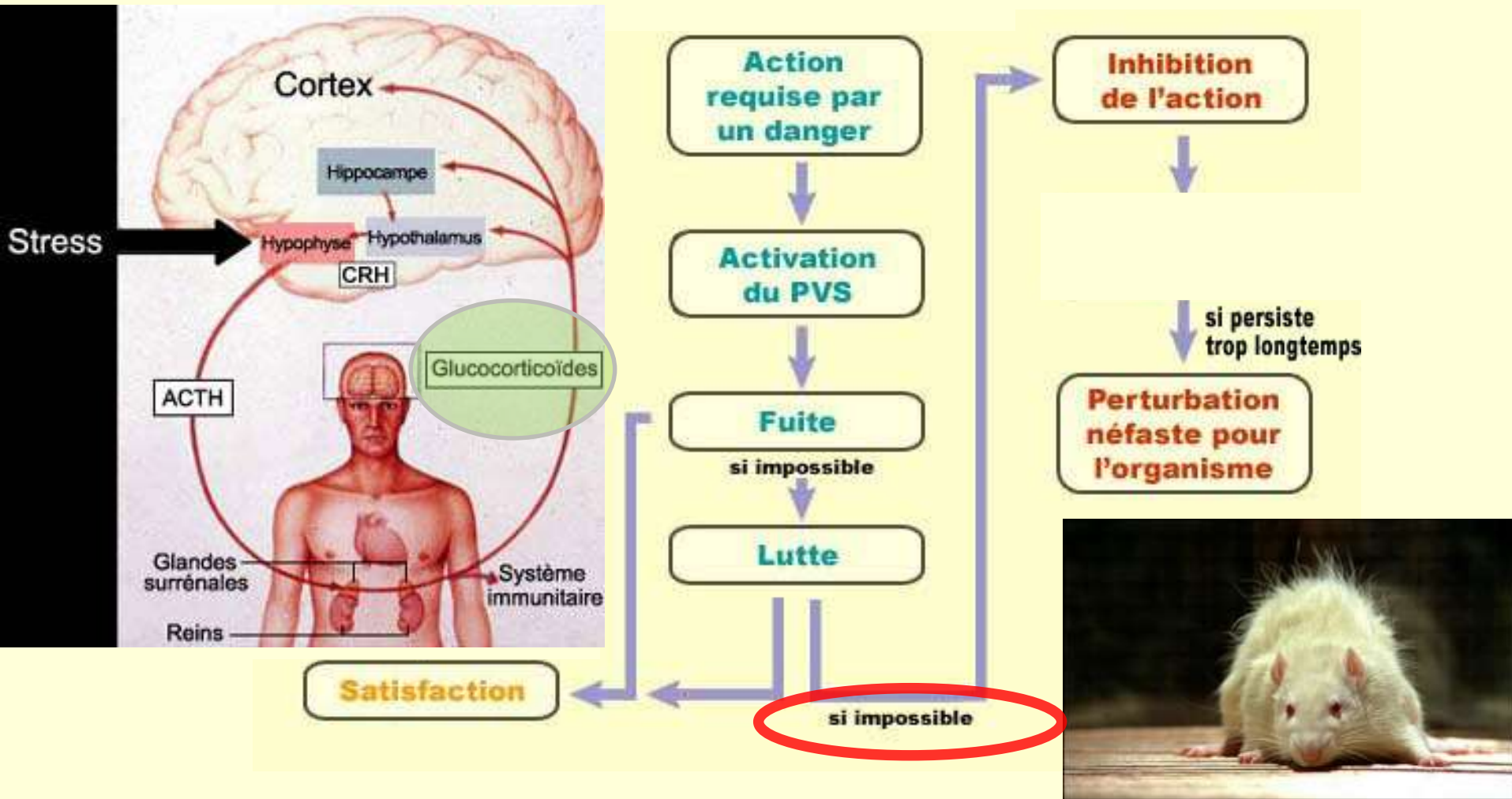
Satisfaction







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.



# For Monkeys, Lower Status Affects Immune System

By ERICA GOODE, NOV. 25, 2016

<http://www.nytimes.com/2016/11/25/science/social-status-immune-system-health.html?ribbon-ad-idx=3&rref=science&module=Ribbon&version=context&region=Header&action=click&contentCollection=Science&pgtype=article>

Une étude qui vient d'être publiée dans Science montre que la position relative d'un singe rhésus dans la hiérarchie de dominance de son groupe influence le fonctionnement de son système immunitaire :

**plus le rang d'un singe est bas dans la hiérarchie, moins il produit de cellules immunitaires d'un certain type.**

Ce changement est produit par l'activation ou non de gènes :

quand un animal **change de position dans la hiérarchie** (suite à une manipulation des groupes par les expérimentateurs), **le taux d'expression de ces gènes change aussi** .



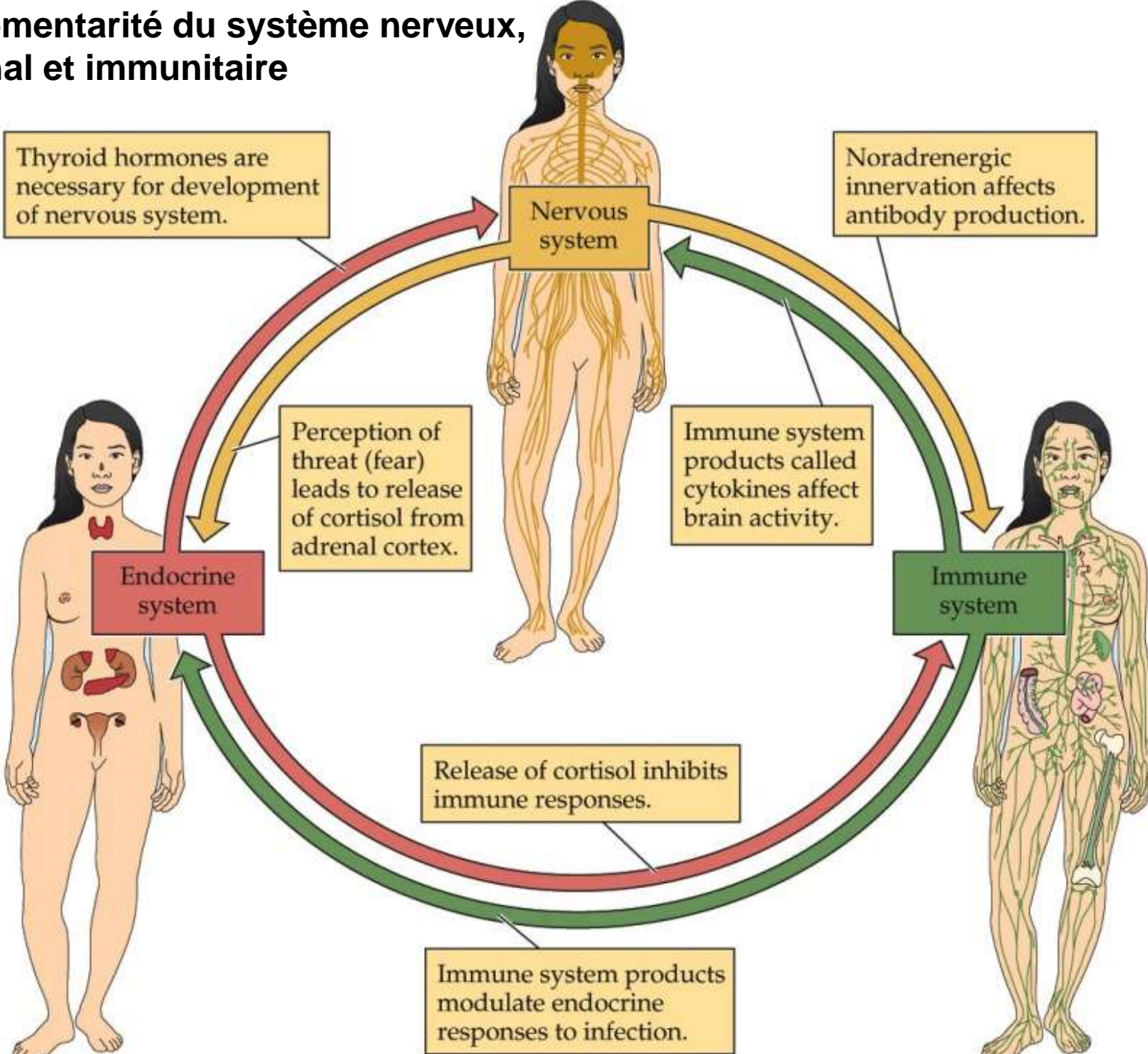
Ce qui nous ramène à **l'inhibition de l'action**, car c'est exactement ce que les individus subordonnés subissent chroniquement.

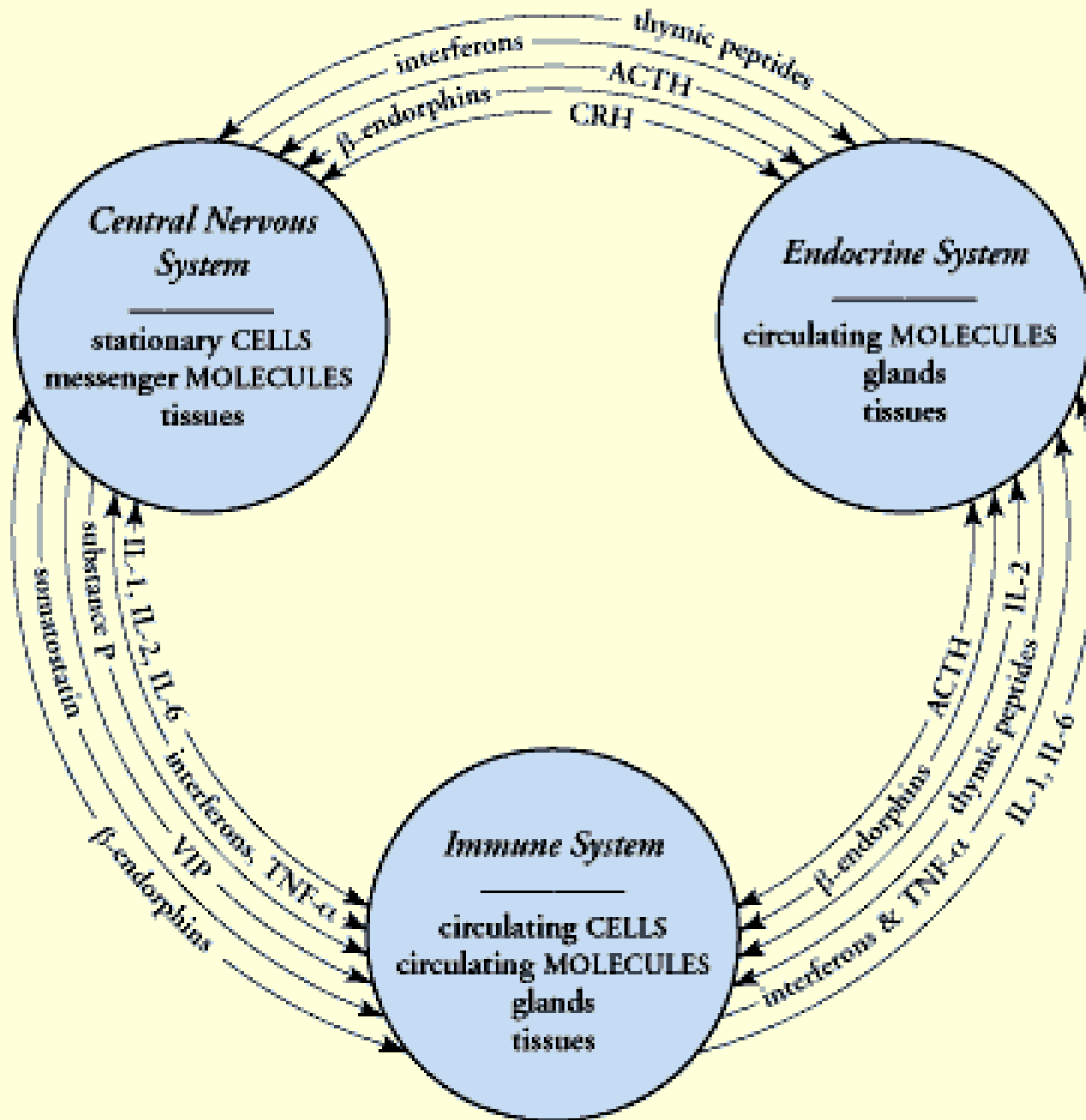


Et à deux conséquences importantes de ces études :

- 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)

# Complémentarité du système nerveux, hormonal et immunitaire





## Update on Interface of Immunity and Brain

August 28, 2016

Jon Lieff

[http://jonlieffmd.com/blog/update-on-interface-of-immunity-and-brain?utm\\_source=General+Interest&utm\\_campaign=8af7db59e4-RSS\\_EMAIL\\_CAMPAIGN&utm\\_medium=email&utm\\_term=0\\_471703a831-8af7db59e4-94278693](http://jonlieffmd.com/blog/update-on-interface-of-immunity-and-brain?utm_source=General+Interest&utm_campaign=8af7db59e4-RSS_EMAIL_CAMPAIGN&utm_medium=email&utm_term=0_471703a831-8af7db59e4-94278693)

## The Powerful Immune Synapse

July 31, 2016

[http://jonlieffmd.com/blog/the-powerful-immune-synapse?utm\\_source=General+Interest&utm\\_campaign=c05e17dcc3-RSS\\_EMAIL\\_CAMPAIGN&utm\\_medium=email&utm\\_term=0\\_471703a831-c05e17dcc3-94278693](http://jonlieffmd.com/blog/the-powerful-immune-synapse?utm_source=General+Interest&utm_campaign=c05e17dcc3-RSS_EMAIL_CAMPAIGN&utm_medium=email&utm_term=0_471703a831-c05e17dcc3-94278693)

## The Many Ways Neurons Regulate Immune Function

February 12, 2017

[http://jonlieffmd.com/blog/the-many-ways-neurons-regulate-immune-function?utm\\_source=General+Interest&utm\\_campaign=b3ee9c9fb4-RSS\\_EMAIL\\_CAMPAIGN&utm\\_medium=email&utm\\_term=0\\_471703a831-b3ee9c9fb4-94278693](http://jonlieffmd.com/blog/the-many-ways-neurons-regulate-immune-function?utm_source=General+Interest&utm_campaign=b3ee9c9fb4-RSS_EMAIL_CAMPAIGN&utm_medium=email&utm_term=0_471703a831-b3ee9c9fb4-94278693)



# Prévention du stress



CENTRE D'ÉTUDES  
SUR LE STRESS  
HUMAIN (CESH)

(l'acronyme « **CINÉ** »)

La menace :

Exemple :

**CONTRÔLE  
FAIBLE**

Pris dans embouteillage

**IMPRÉVISIBILITÉ**

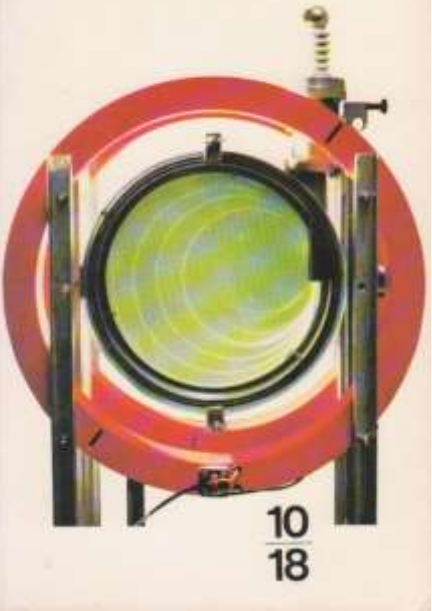
Votre poste pourrait être coupé

**NOUVEAUTÉ**

Vous attendez votre premier enfant

**ÉGO MENACÉ**

On remet en question vos  
compétences professionnelles



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.



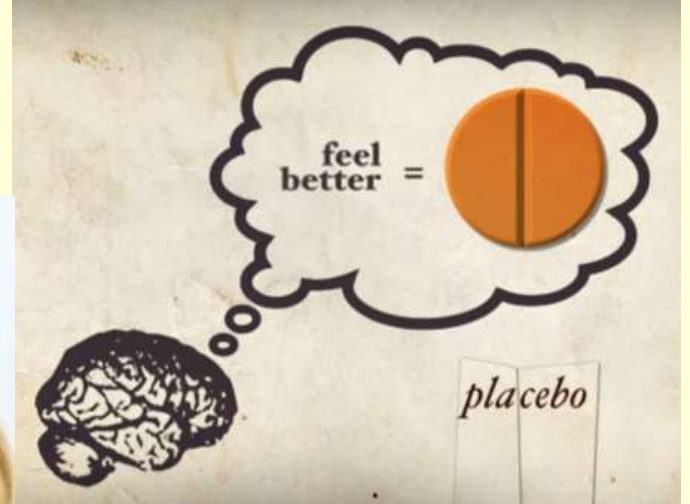
Cette fuite dans **l'imaginaire** peut l'être au niveau :

- **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 !).

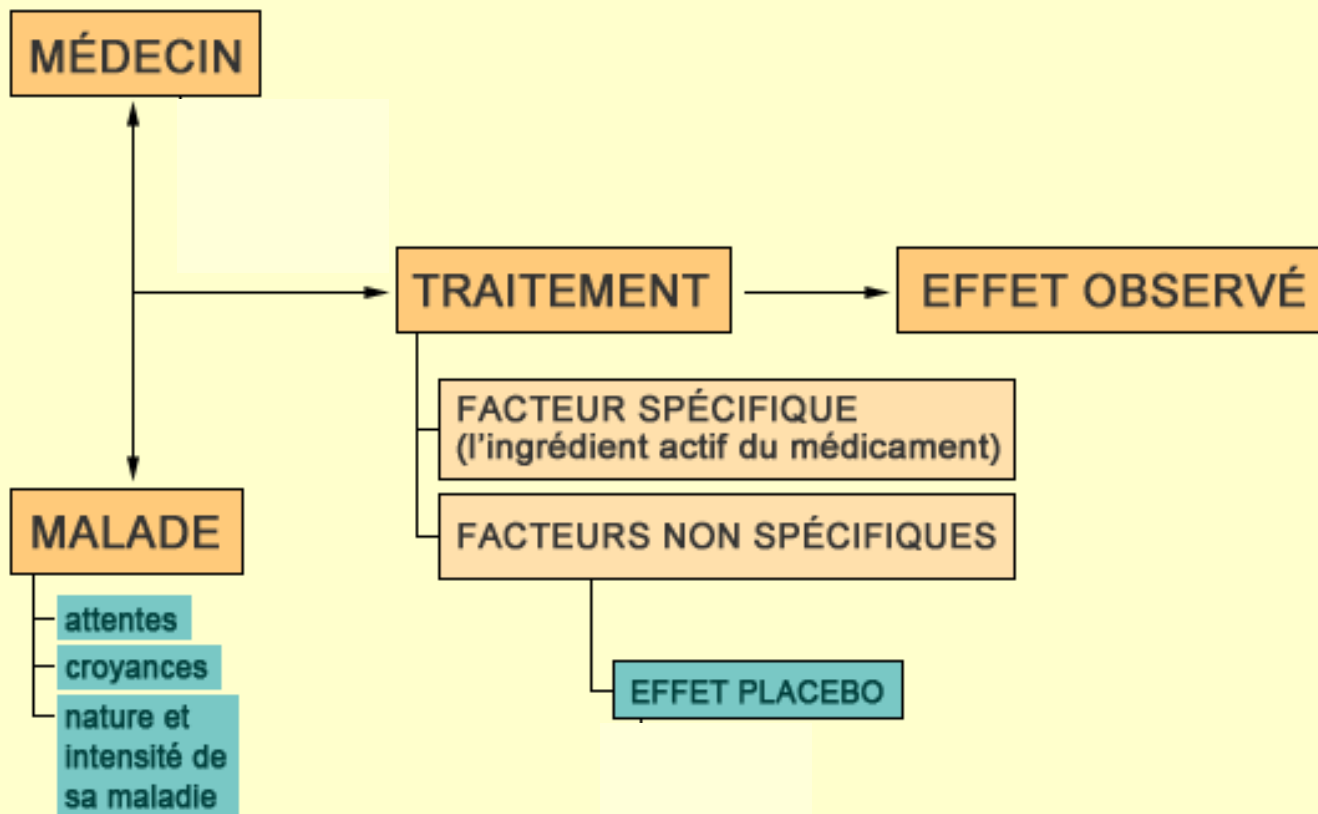
# L'effet placebo



**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.



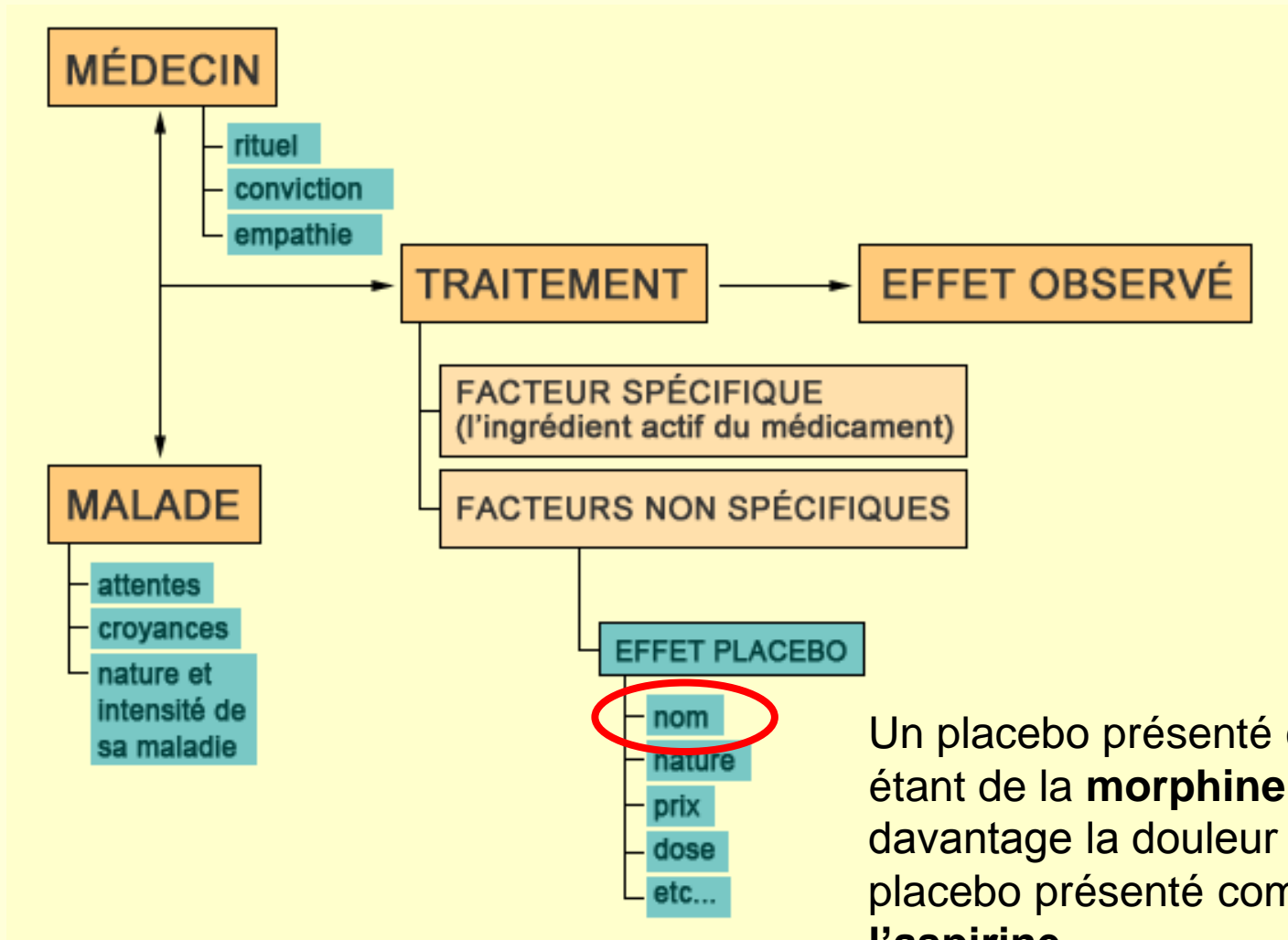


MÉDECIN

MALADE

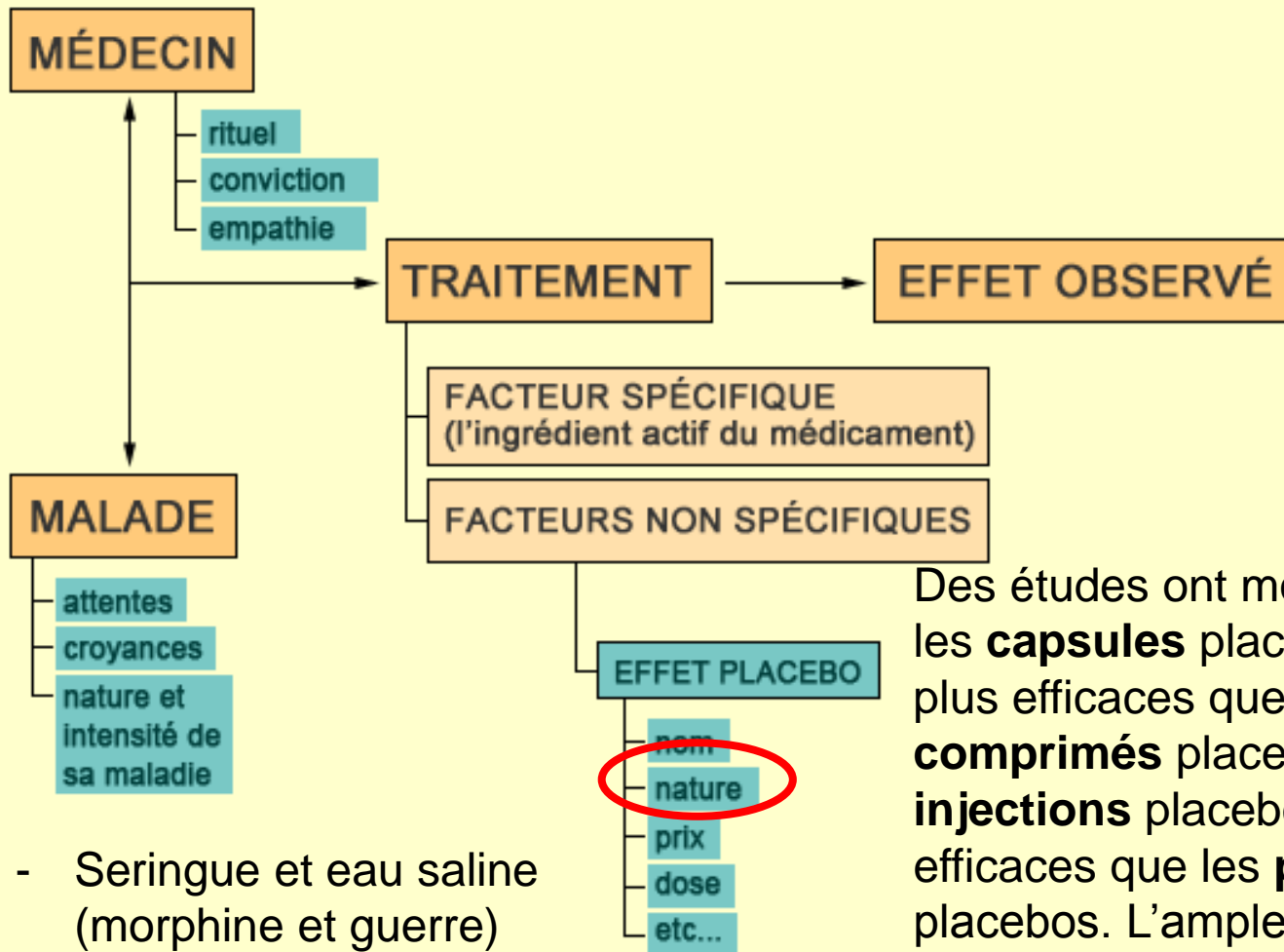
- attentes
- croyances
- nature et intensité de sa maladie





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

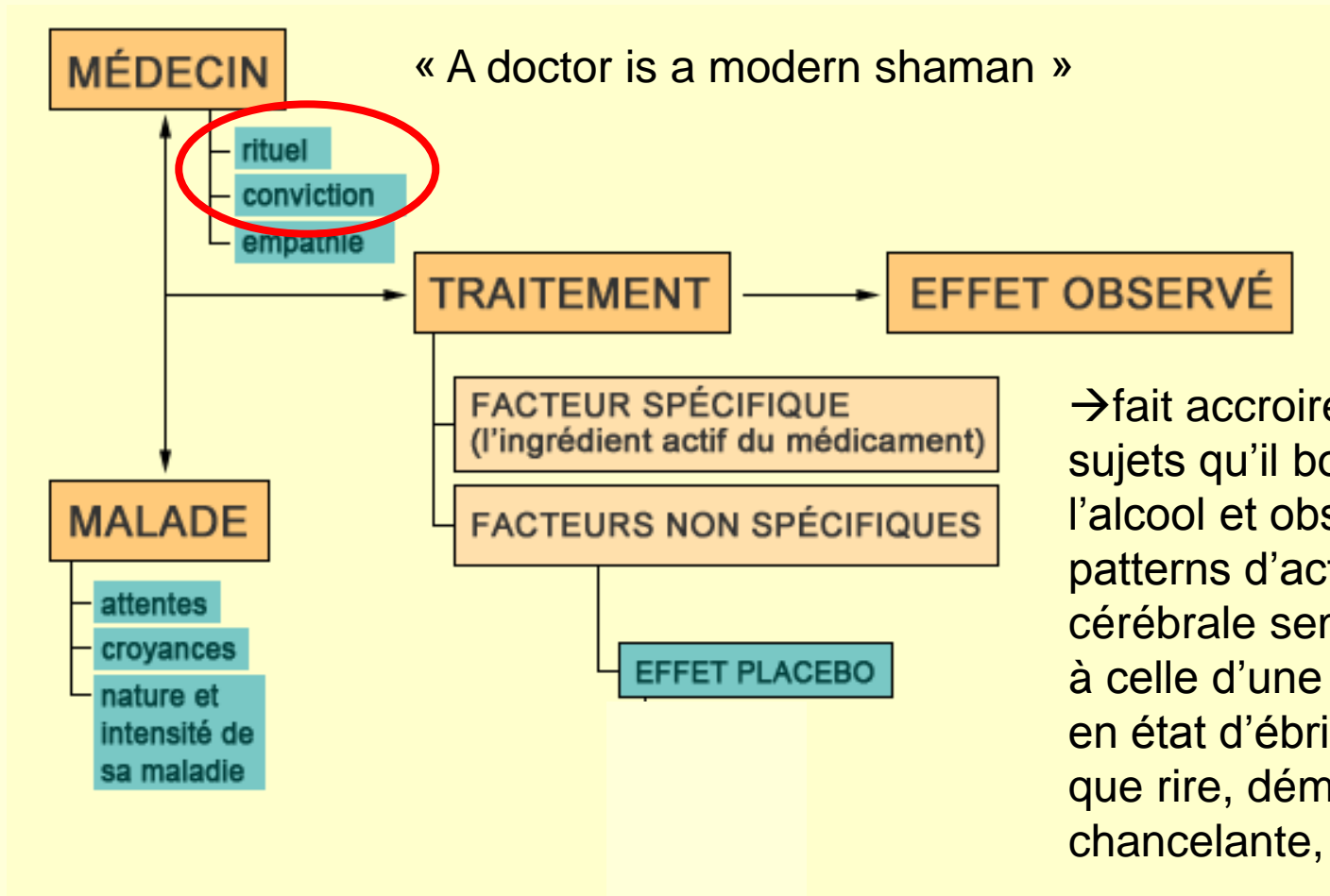




- Seringue et eau saline (morphine et guerre)
- Incision au genou (fausse opération)

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

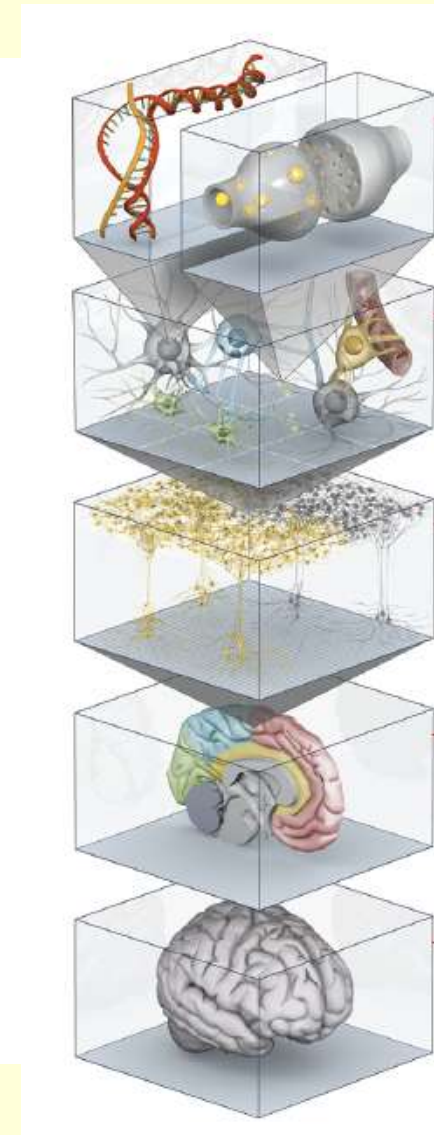
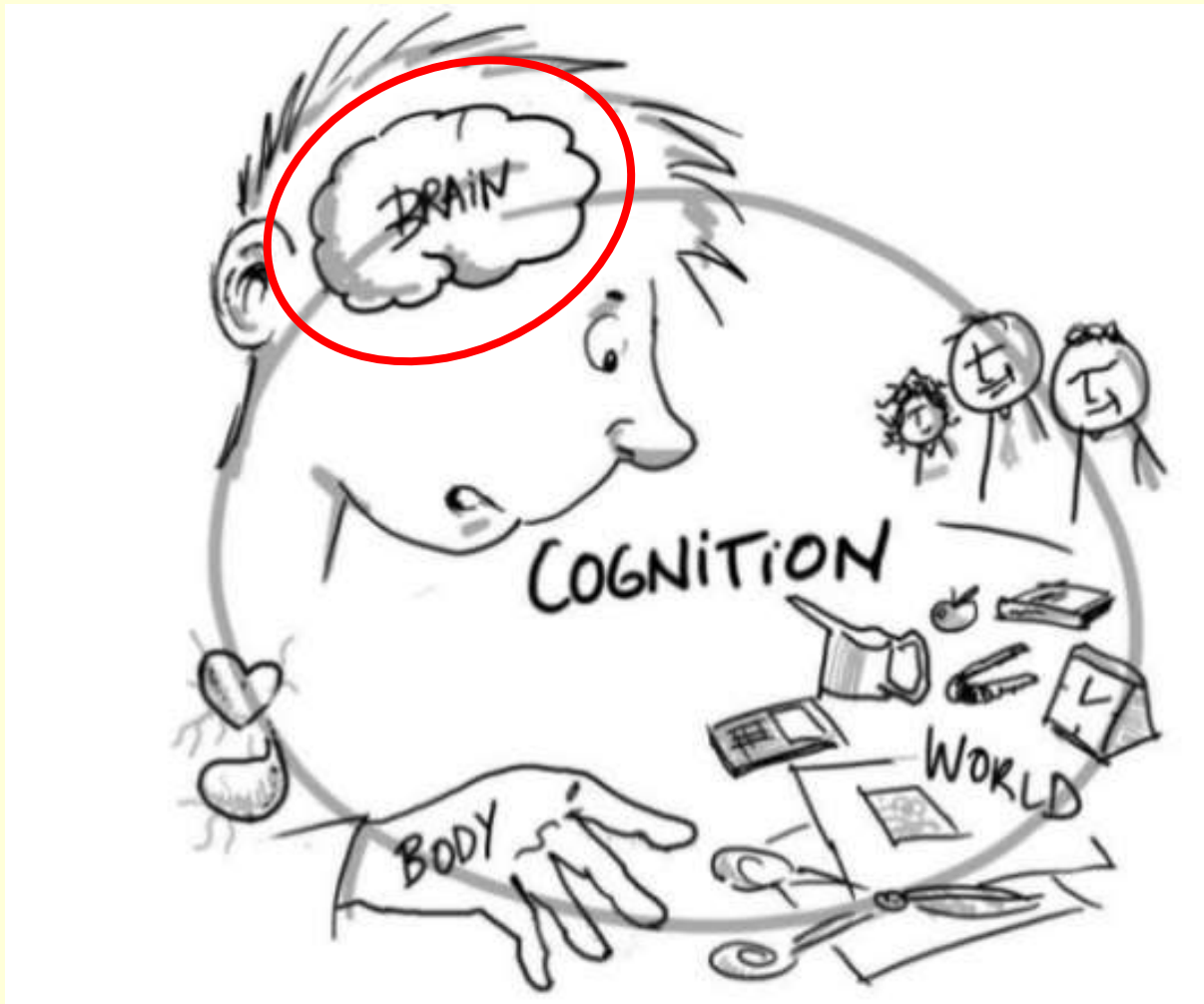
August 7, 2014 <http://www.cbc.ca/natureofthings/episodes/brain-magic-the-power-of-the-placebo>

## The Raz Lab in Brain Magic: The Power of Placebo

<https://vimeo.com/117024196>

(de 2:00 à 8:00)

En résumé jusqu'ici nous avons exploré le **cerveau** à ses différents niveaux d'organisation...

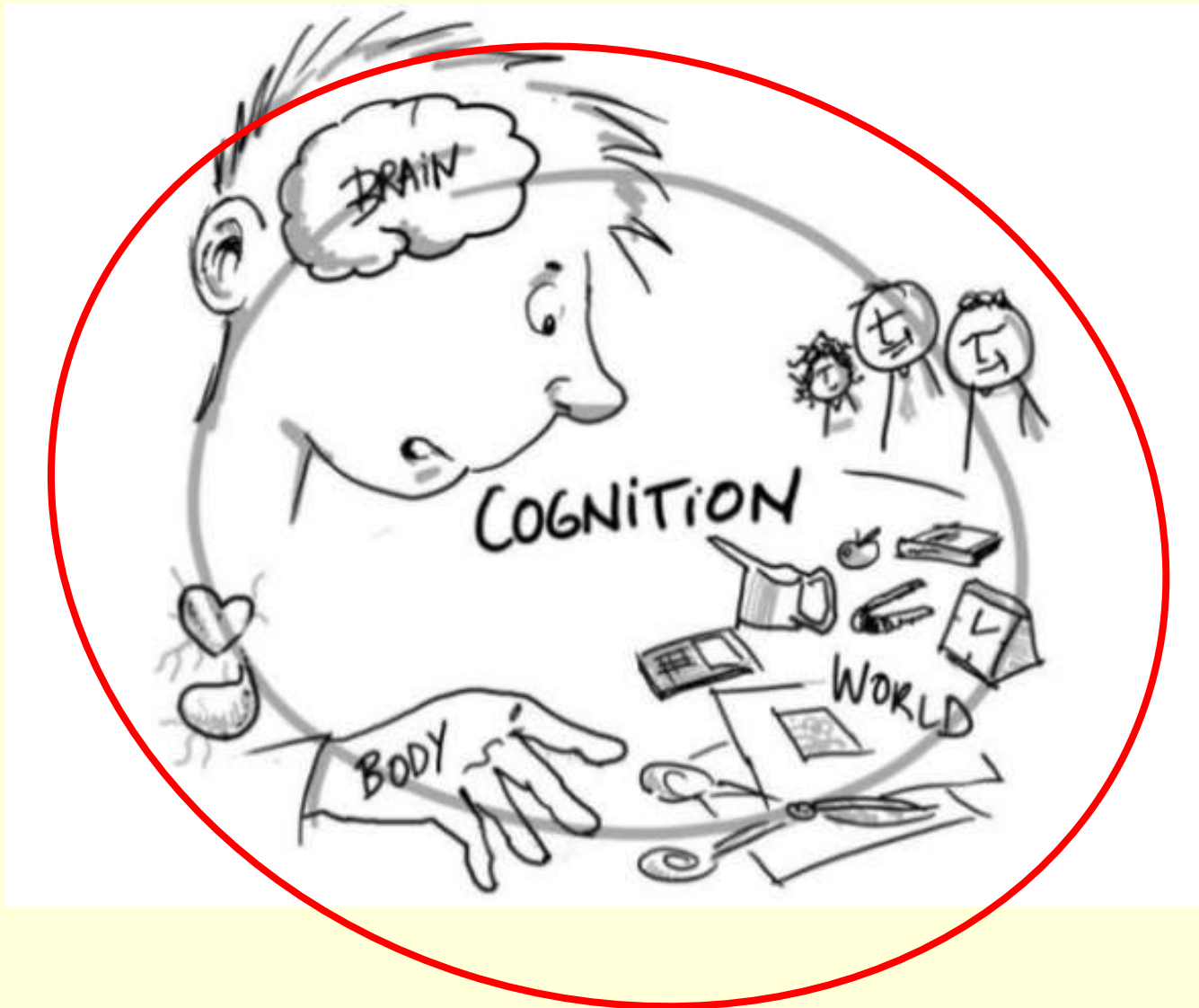




...puis nous venons d'englober le niveau corporel qui n'est que le niveau supérieur du « **cerveau-corps** ». Mais cela ne s'arrête pas là...



...car il nous faut maintenant inclure l'**environnement** physique et humain qui participe aussi, voire qui fait partie, de notre cognition !



Autrement dit...

The image displays a collage of scientific posters titled "LE CERVEAU A TOUT LES NIVEAUX" (The Brain at All Levels). The posters are arranged in a vertical stack, showing different levels of biological organization. A large red circle highlights the bottom three posters, which focus on cellular and molecular levels. The posters include text, diagrams, and images of brain structures and cells.

**Social**

**Psychologique**

**Cérébral**

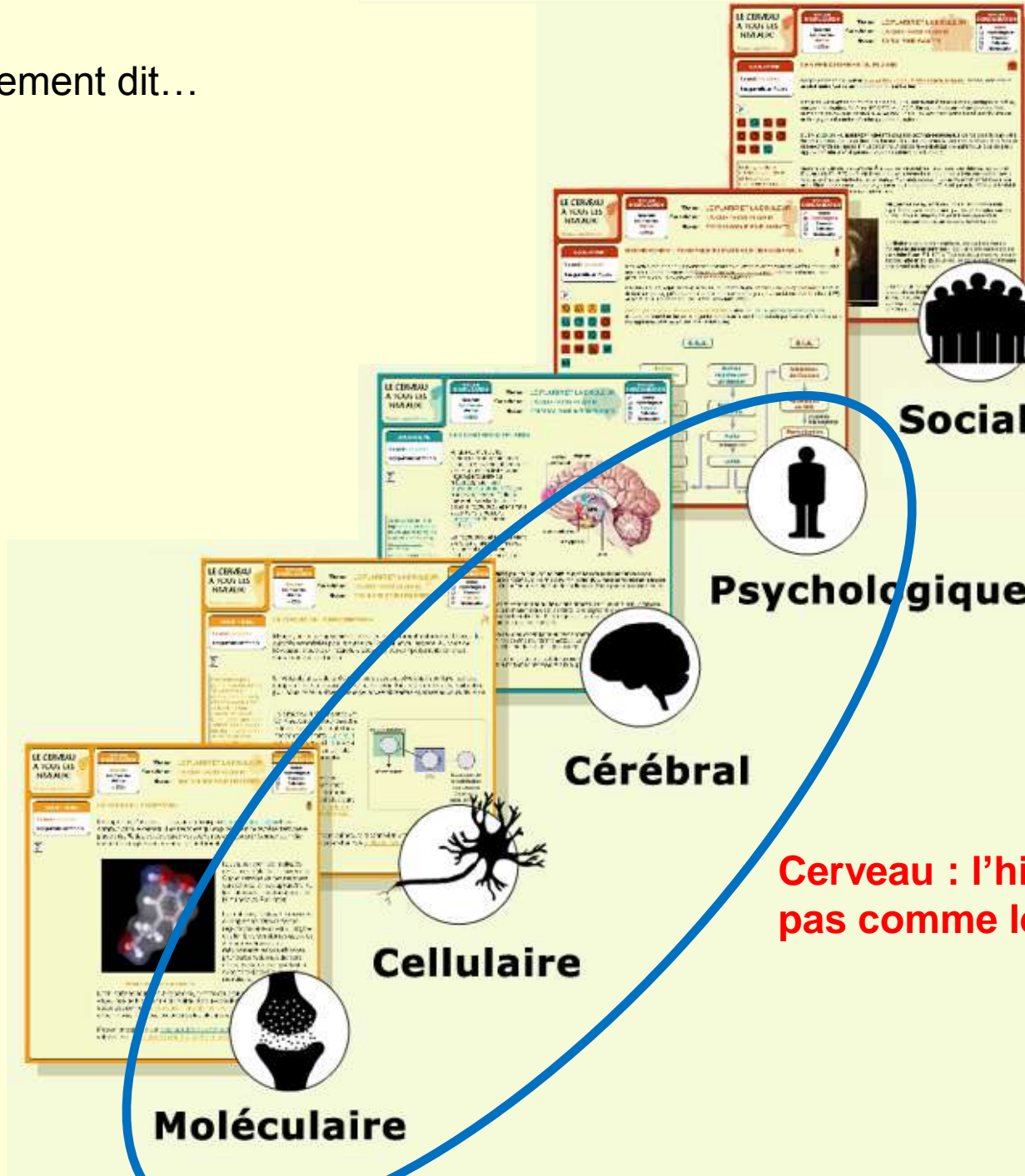
**Cellulaire**

**Moléculaire**

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



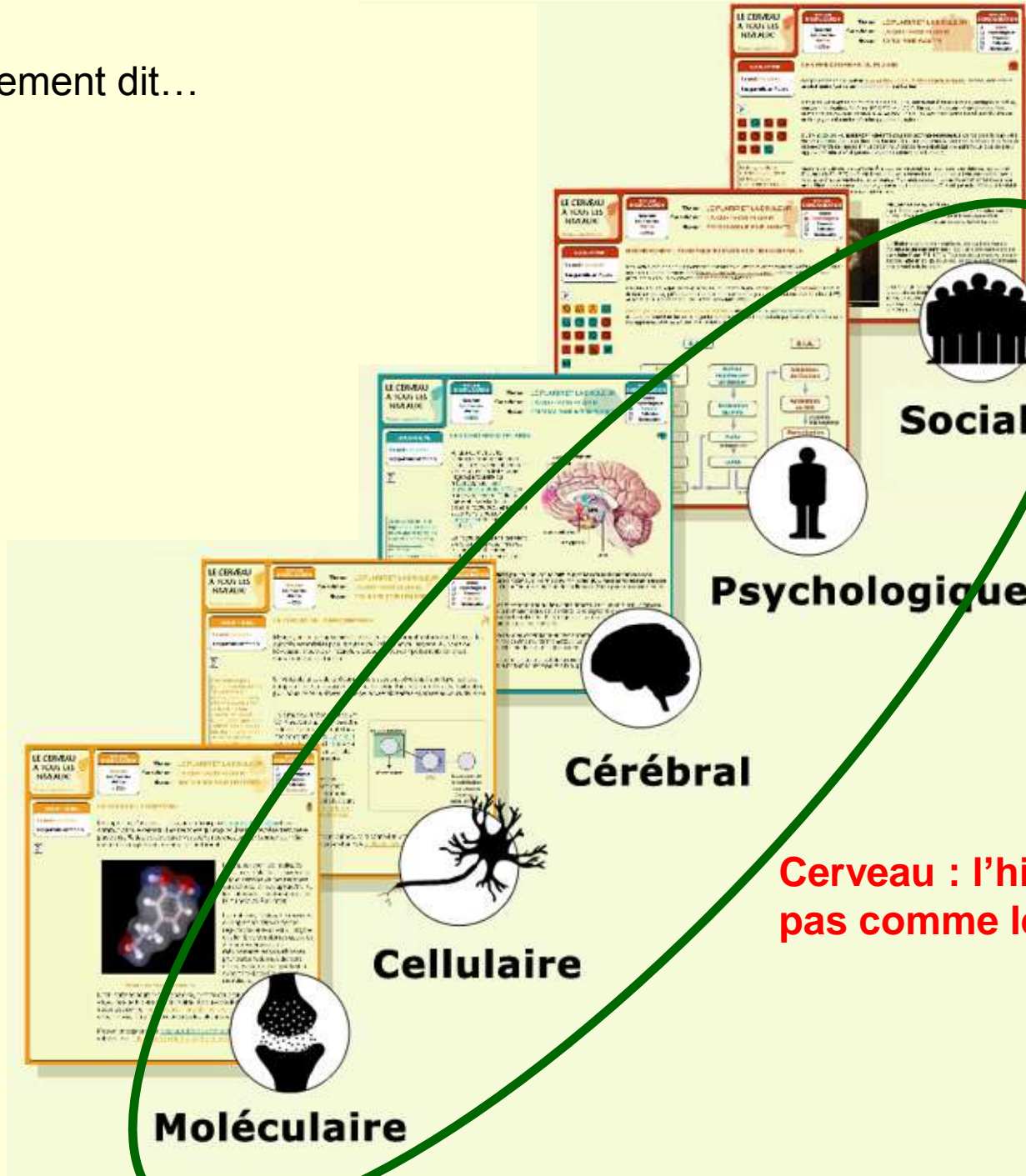
Autrement dit...



Cerveau et corps ne font qu'un (la cognition incarnée)

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

Autrement dit...



**Cerveau-  
corps-  
environnement**

**Cerveau et corps  
ne font qu'un  
(la cognition  
incarnée)**

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

# CERVEAU – CORPS - ENVIRONNEMENT

voies de communication entre système nerveux, hormonal et immunitaire

exemple du stress et de l'effet placebo

**cognition orientée vers l'action :**  
les affordances

le cerveau prédictif

## The Pragmatic Turn

Toward Action-Oriented Views in  
Cognitive Science

EDITED BY  
Andreas K. Engel,  
Karl J. Friston, and  
Danica Kragic



STRONSMAN'S FORUM REPORTS

Where's the action?

**The pragmatic turn in cognitive science.**  
Engel AK, Maye A, Kurthen M, König P.  
(2013).

([http://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/abstract/S1364-6613%2813%2900071-5?\\_returnURL=http%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS1364661313000715%3Fshowall%3Dtrue](http://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/abstract/S1364-6613%2813%2900071-5?_returnURL=http%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS1364661313000715%3Fshowall%3Dtrue) )



Depuis quelques années, certains parlent d'un « **tournant pragmatique** » en sciences cognitives :

- on s'éloigne des approches centrées sur les représentations
- et l'on va vers d'autres approches qui considèrent avant tout la cognition comme des habiletés impliquant l'interaction constante avec le monde extérieur.

Donc des processus cognitifs moins occupés à se faire des cartes du monde (sensées fournir par la suite les données pour la planification ou la résolution de problèmes)

qu'à **entrer directement en interaction avec lui grâce à des couplages sensori-moteurs.**

Au fond, ce qu'on propose ici c'est de **transformer toute la théorie de la cognition en une théorie de l'action !**

## The Pragmatic Turn

Toward Action-Oriented Views in  
Cognitive Science

Edited by  
Andreas K. Engel,  
Karl J. Friston, and  
Danica Kragic

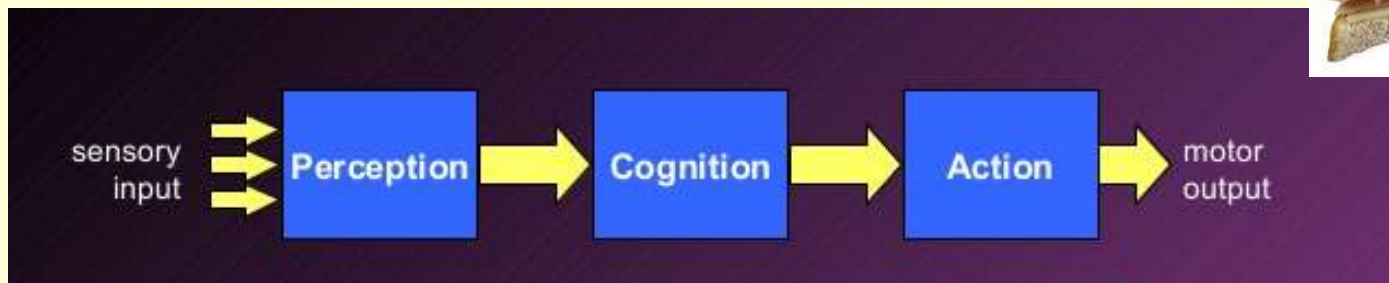
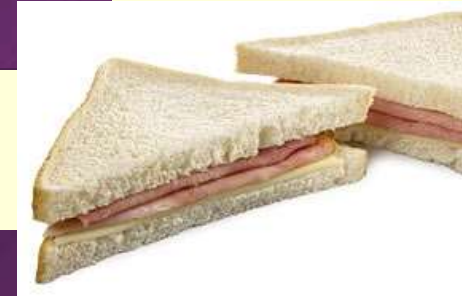
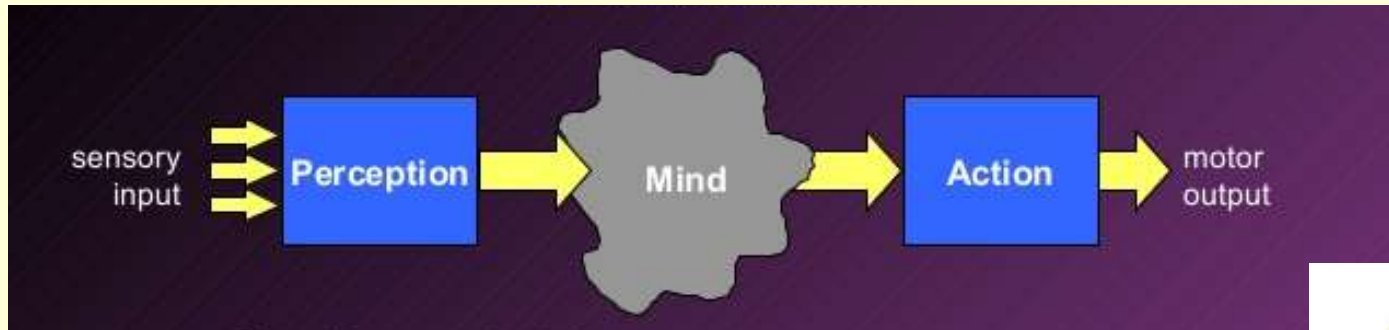


Where's the action?

**The pragmatic turn in cognitive science.**  
Engel AK, Maye A, Kurthen M, König P.  
(2013).

([http://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/abstract/S1364-6613%2813%2900071-5?\\_returnURL=http%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS1364661313000715%3Fshowall%3Dtrue](http://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/abstract/S1364-6613%2813%2900071-5?_returnURL=http%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS1364661313000715%3Fshowall%3Dtrue))

Ce genre d'analyse constitue un dur coup porté au modèle classique du bon **vieux schéma cartésien** « perception → esprit → action ».



“the classical sandwich model of the mind”

- Susan Hurley

Ce qu'il faudrait donc plutôt se demander, c'est comment un organisme qui ne semble pas avoir besoin de représentation symbolique dans ses affaires courantes de tous les jours



a pu développer dans certains cas de telles capacités de représentation symboliques.





Un concept qui peut aider à comprendre cela est celui des **affordances**

## **CERVEAU – CORPS - ENVIRONNEMENT**

voies de communication entre système nerveux, hormonal et immunitaire

exemple du stress et de l'effet placebo

cognition orientée vers l'action :  
**les affordances**

le cerveau prédictif

Dans les années 1970, **James J. Gibson** développe son **approche écologique** de la perception visuelle qui fut l'un des premiers champ de recherche à remettre en question le cognitivisme et tout le traitement symbolique abstrait qui vient avec.

Son aphorisme "Ask not what's inside your head, but what your head's inside of" renvoie à l'importance qu'il accorde à **l'environnement** ou la **niche écologique** d'un organisme.



# Affordance



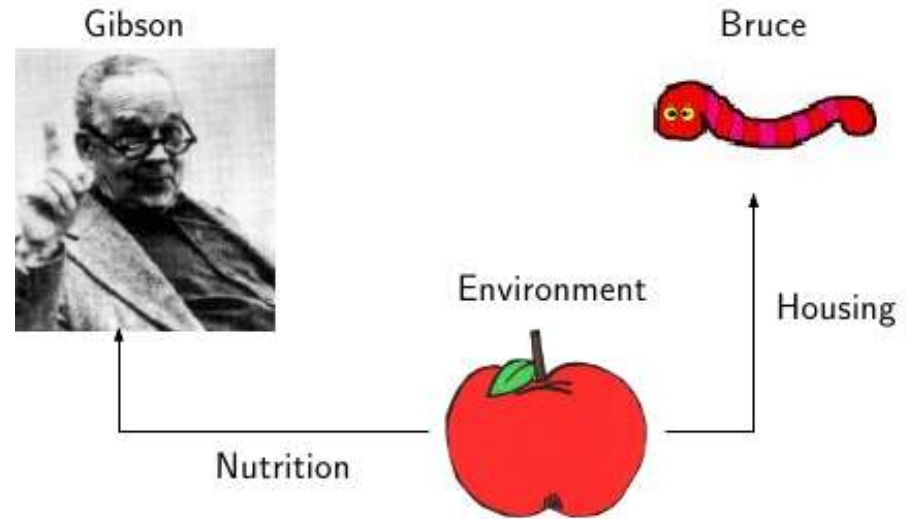
[Source: raftfurniture.co.uk](http://raftfurniture.co.uk)

[Source: blackrocktools.com](http://blackrocktools.com)

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

Design for ALL

50



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).



# Affordance



[Source: raftfurniture.co.uk](http://raftfurniture.co.uk)

[Source: blackrocktools.com](http://blackrocktools.com)

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

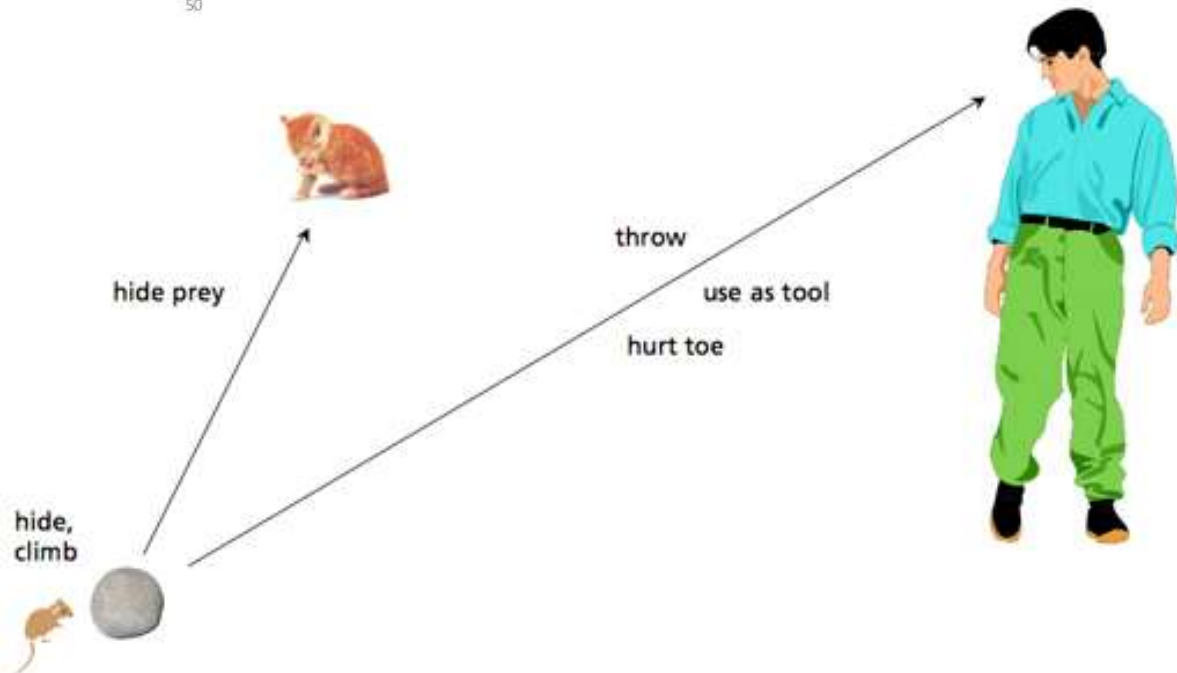
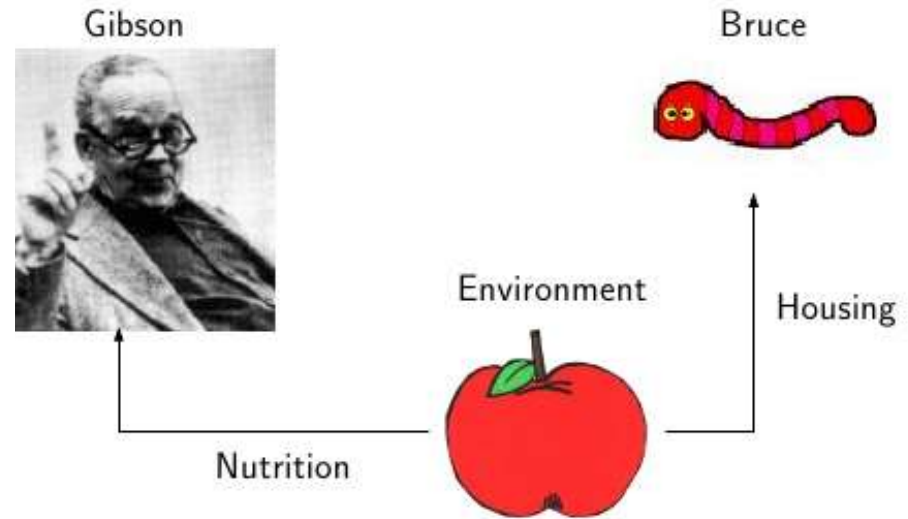
Design for ALL

50

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).



Reprenons le concept de niche écologique des éthologistes.

**Une niche écologique** réfère d'avantage à comment l'animal utilise son habitat (ex.: tel oiseau se tient dans le haut des arbres, tel pic sur les troncs, etc.)

Et Gibson suggère qu'**une niche est en fait un ensemble d'affordances.**

## Pour Gibson :

- un organisme et son environnement sont donc **inséparables**;
- beaucoup de ce que fait l'être humain avec sa technologie et ses connaissances transmises culturellement est de créer **d'avantage d'affordances** que dans un environnement naturel (exemple : ce qu'on fait en camping, escalier dans pente trop abrupte, etc.);
- il y a donc aussi des **affordances culturelles** : notre comportement dépend souvent de ce que l'on perçoit des intentions des autres.
- Gibson disait : “**behavior affords behavior**”. Dans le sens où si quelqu'un est gentil avec vous, cela vous porte à être gentil aussi, et l'inverse...

**Cultural Affordances:  
Scaffolding Local Worlds Through Shared Intentionality and Regimes of Attention**

Front. Psychol., 26 July 2016

Maxwell J. D. Ramstead, Samuel P. L. Veissière and Laurence J. Kirmayer

<http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2016.01090/full>



Et c'est aussi ce que Paul Cisek va dire des « **représentations pragmatiques** » basées sur les **affordances** :

- Elles acquièrent leur sens en vertu de leur capacité à guider les interactions de l'organisme avec l'environnement pour améliorer son bien-être et sa survie.

En d'autres mots, **la perception devient donc une recherche « d'affordances »**, c'est-à-dire d'occasions d'agir sur le monde.

Le « problème de l'ancrage des significations » se dissout donc alors de lui-même d'un point de vue des représentations pragmatiques car celles-ci orientent constamment l'action vers des comportements susceptibles de préserver la structure de l'organisme

(même si ces comportements peuvent devenir chez l'être humain de simples phrases assurant l'inclusion au sein d'un groupe social...).

On peut maintenant considérer la **prise de décision** selon cette perspective des « représentations pragmatiques » et des mécanismes de contrôle.

Exemple de prise de décision typique pour le cognitivisme :

Quoi faire ?

« **sélection** » (ou décision)

Comment le faire ?

« **spécification** » (des commandes motrices appropriées)





**Traditionnellement, on conçoit la prise de décision de façon sérielle :**

Quoi faire ?

- 1) « sélection »** (ou décision)  
→ Peut prendre plusieurs minutes

Comment le faire ?

- 2) « spécification »** (des commandes motrices appropriées)



→ Peut prendre plusieurs minutes



→ Ou même des jours  
ou des mois...



→ Peut prendre quelques secondes



→ Ou dizaines de secondes





→ Peut prendre une seconde

→ Ou une fraction de seconde



Pour nombre de décisions simples et rapides,  
les données expérimentales  
**n'appuient pas le schéma classique :**

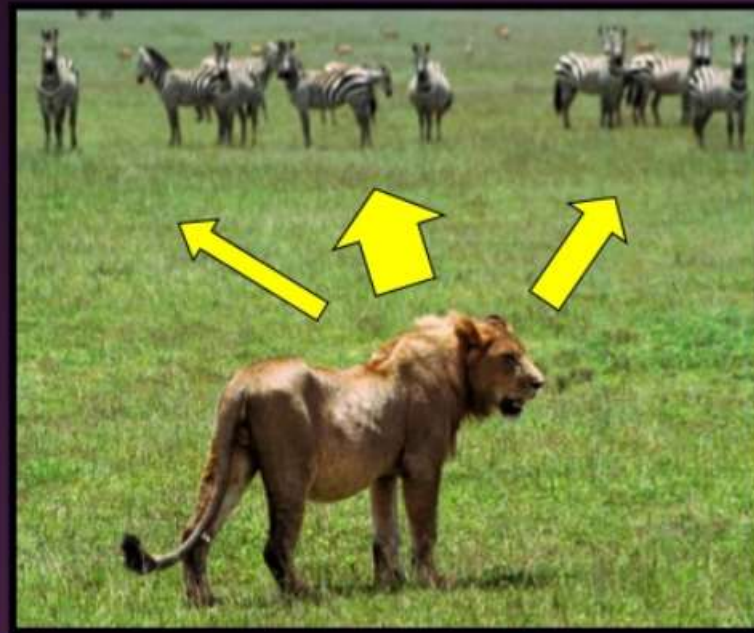
« décision →  
préparation du bon  
mouvement →  
action »



Comment sont prises les décisions alors ?



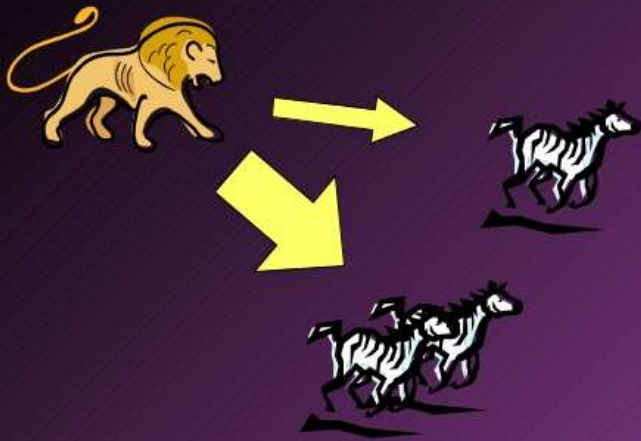
# Decision-making in the wild



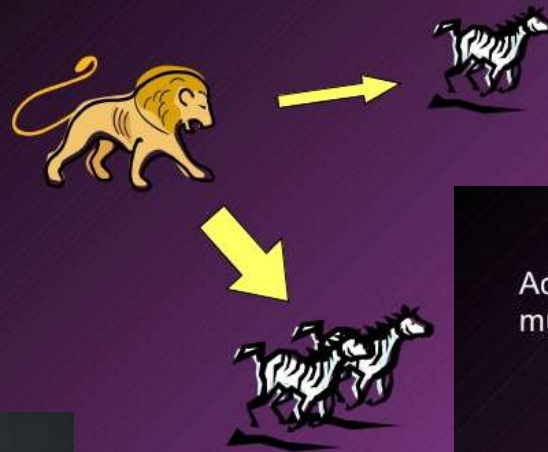
- The world presents animals with multiple opportunities for action (“affordances”)
- Cannot perform all actions at the same time
- Real-time activity is constantly modifying affordances, introducing new ones, etc.

→ Paul Cisek Model - No "Decision" "Decision-Making"

<http://www.slideshare.net/BrainMoleculeMarketing/uqam2012-cisek>

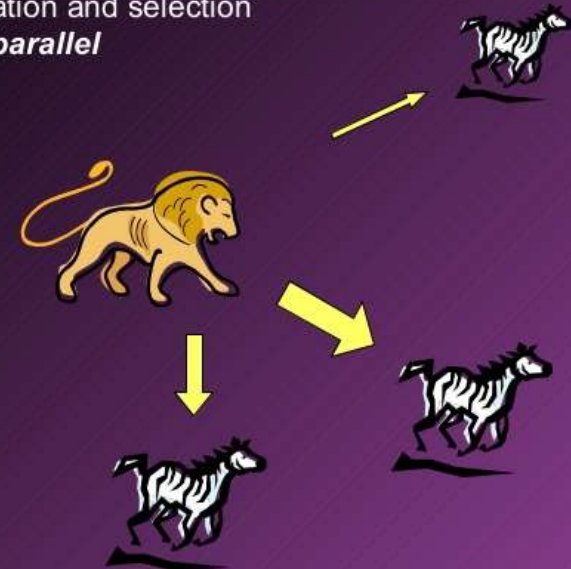


L'origine de la prise de décision c'est ça...

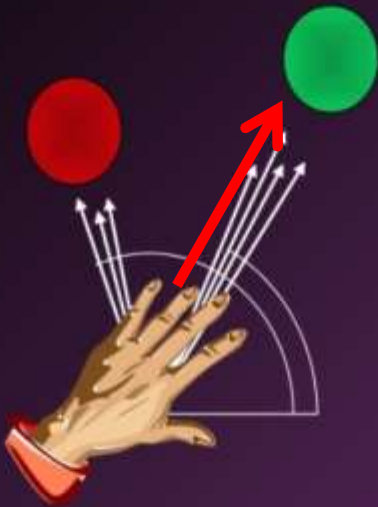


...et pas ça !

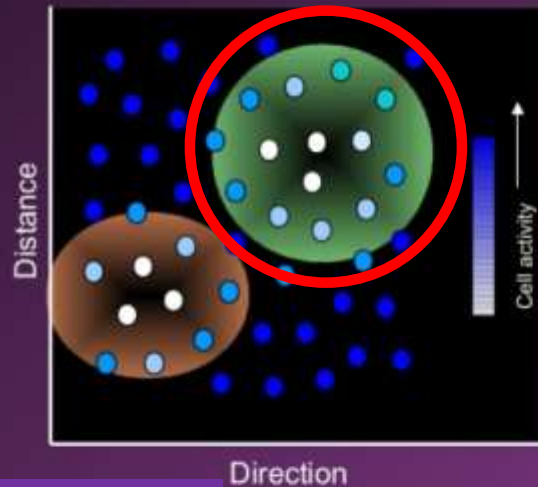
Action specification and selection must occur *in parallel*



# Specification and selection in parallel



A population of tuned neurons



## Spécification d'actions possibles :

Les neurones qui répondent préférentiellement aux deux directions intéressantes (aux deux affordances) augmentent leur activité.

## Sélection d'une action :

Un groupe de neurones remporte la « compétition » dû à la prédominance de son activité.

**Et non sélection (ou décision) en premier**

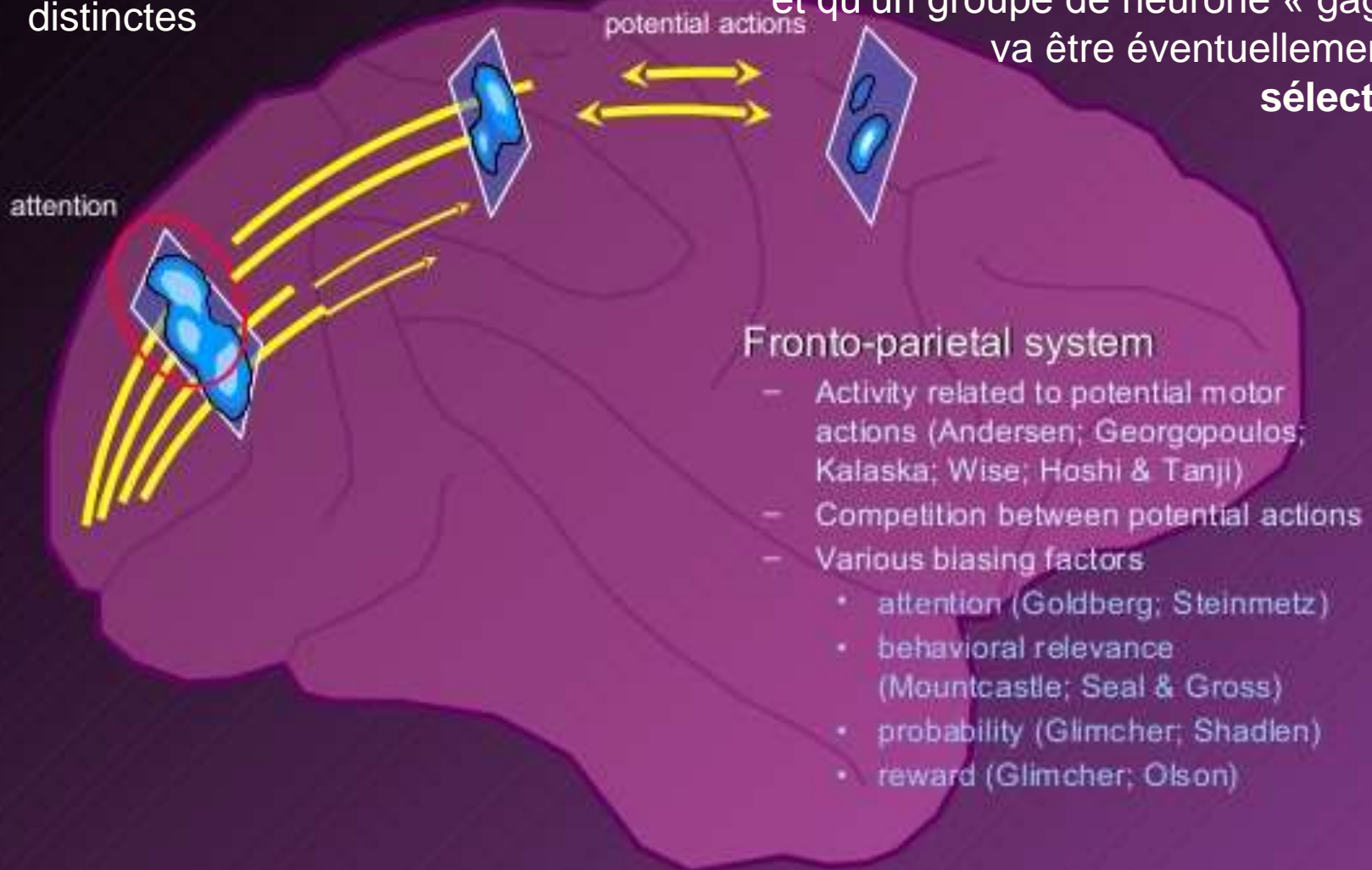
**et spécification ensuite !**



# Quels seraient les substrats neuronaux à l'échelle du cerveau entier ?

Des processus d'attention aident à **spécifier** des cartes distinctes

Et c'est à partir de là qu'a lieu la compétition (par inhibitions réciproques) et qu'un groupe de neurone « gagnant » va être éventuellement être **sélectionné**

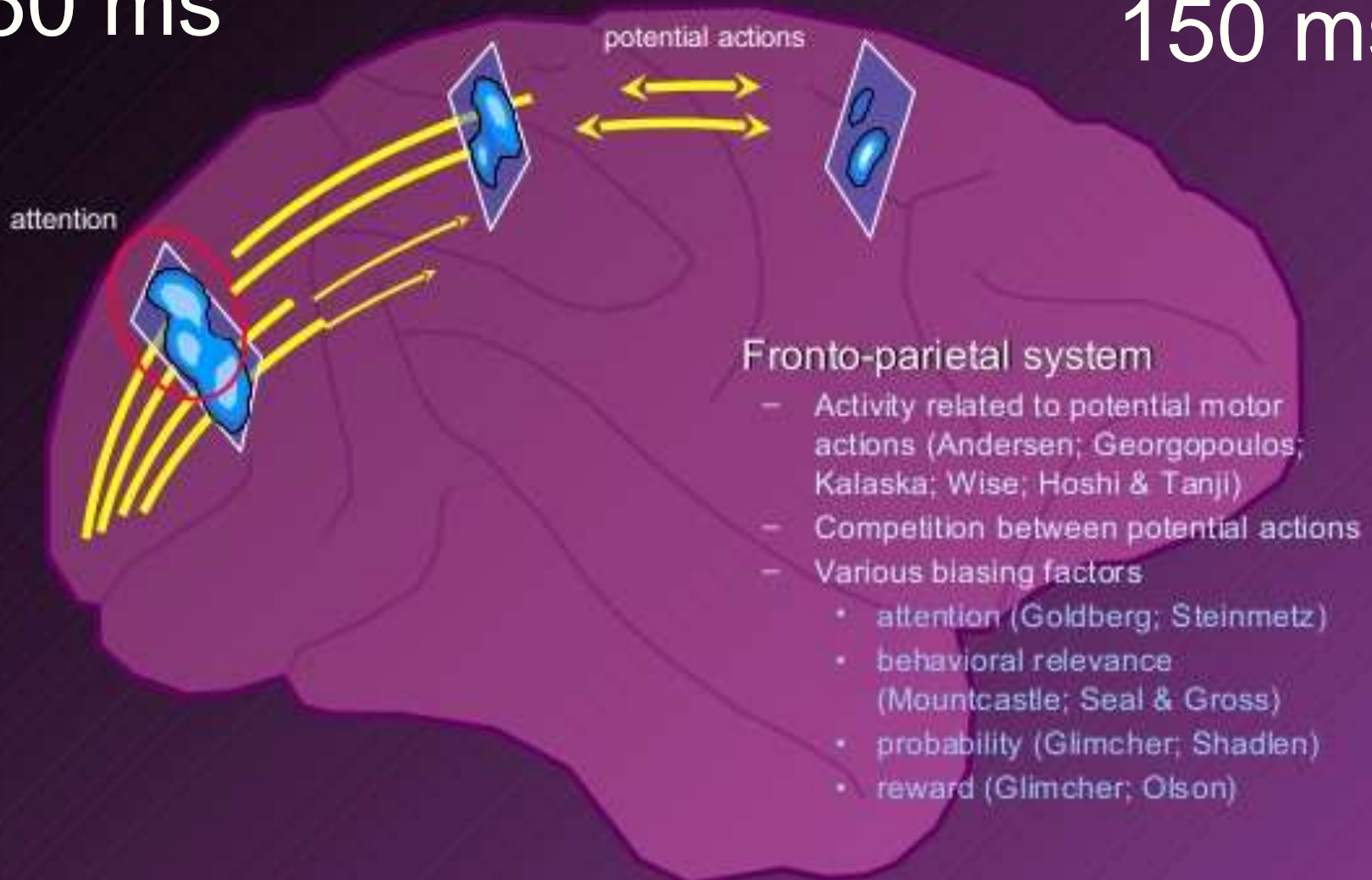


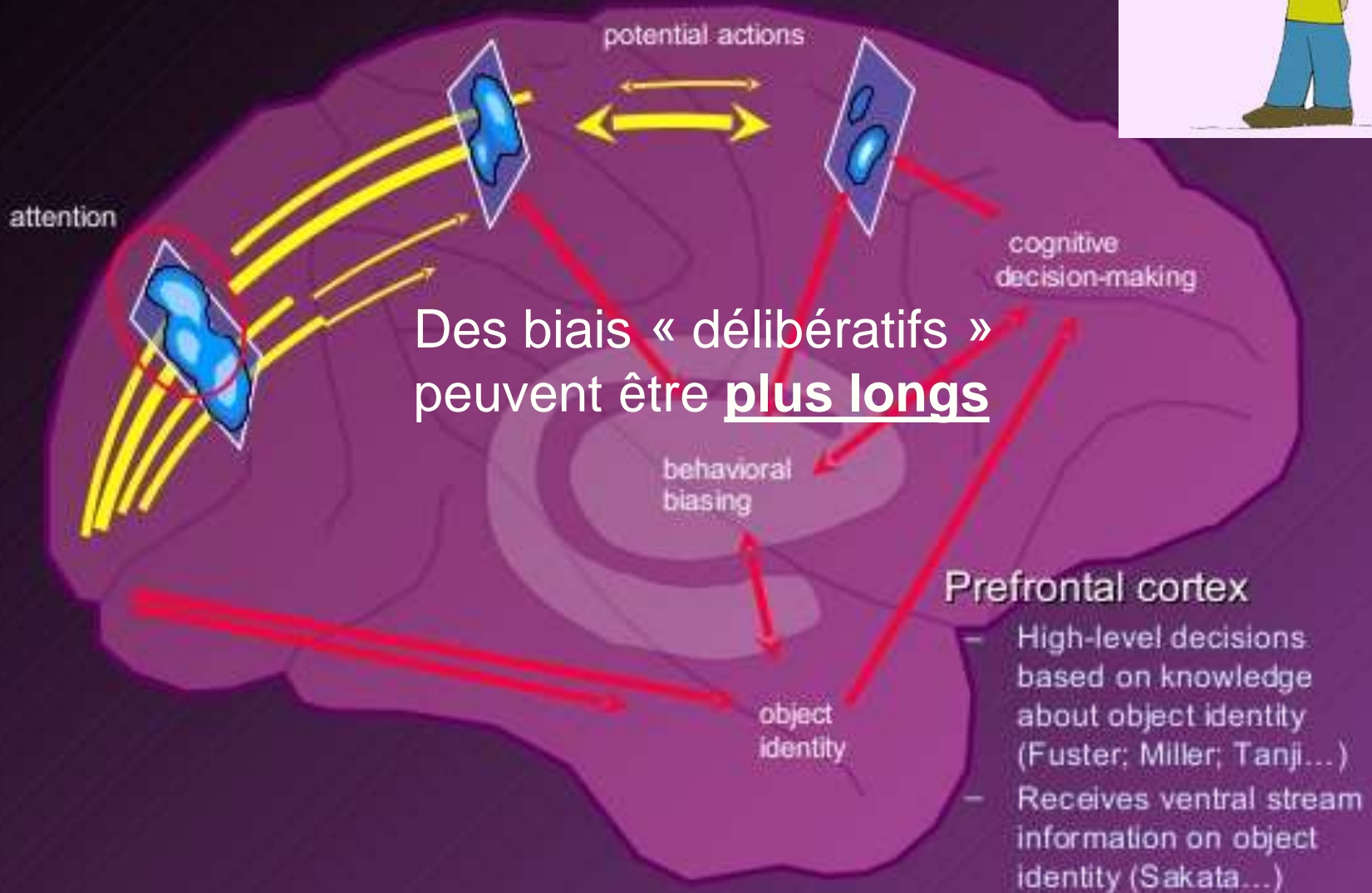
## Fronto-parietal system

- Activity related to potential motor actions (Andersen; Georgopoulos; Kalaska; Wise; Hoshi & Tanji)
- Competition between potential actions
- Various biasing factors
  - attention (Goldberg; Steinmetz)
  - behavioral relevance (Mountcastle; Seal & Gross)
  - probability (Glimcher; Shadlen)
  - reward (Glimcher; Olson)

50 ms

150 ms

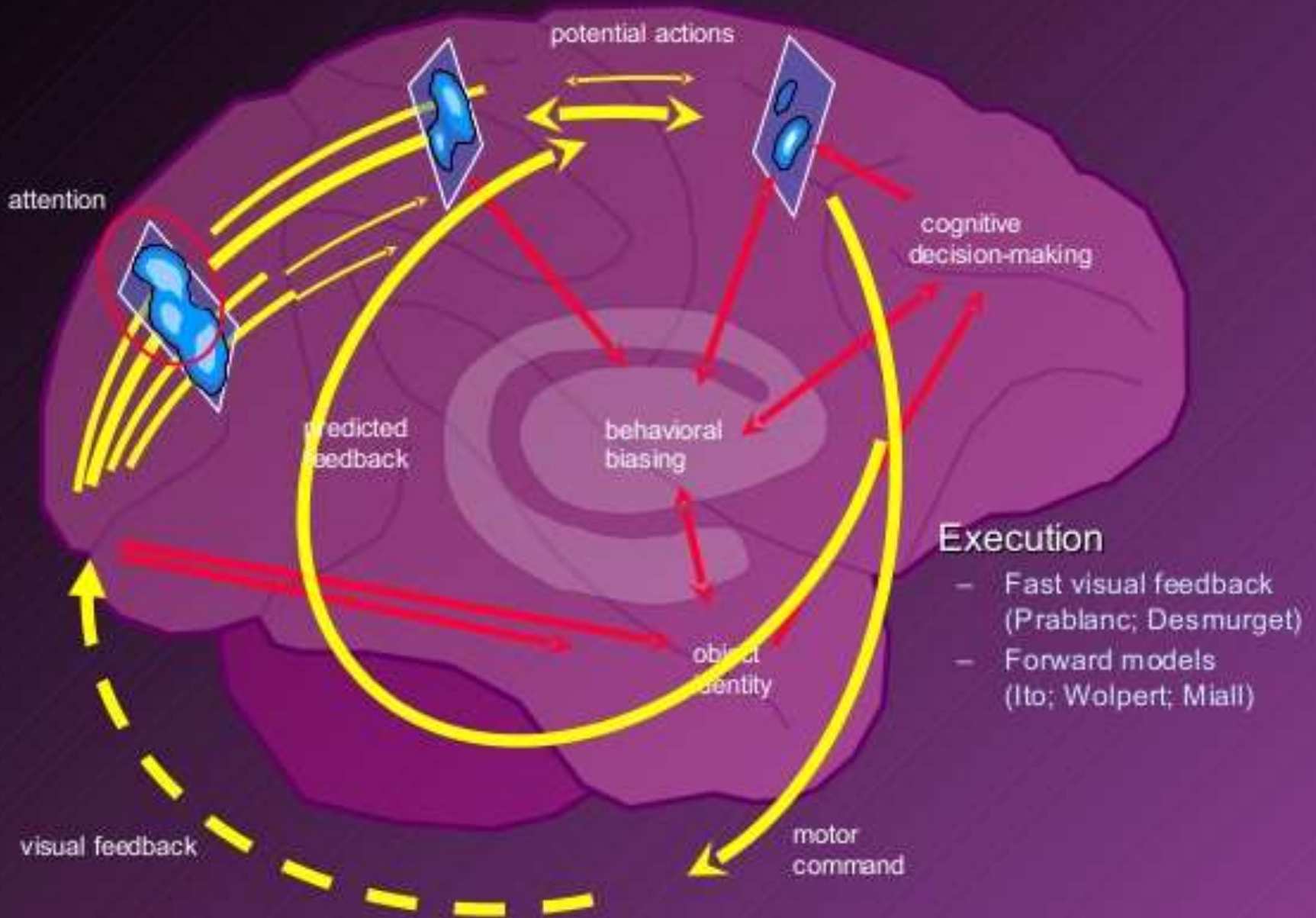




Des biais « délibératifs »  
peuvent être plus longs



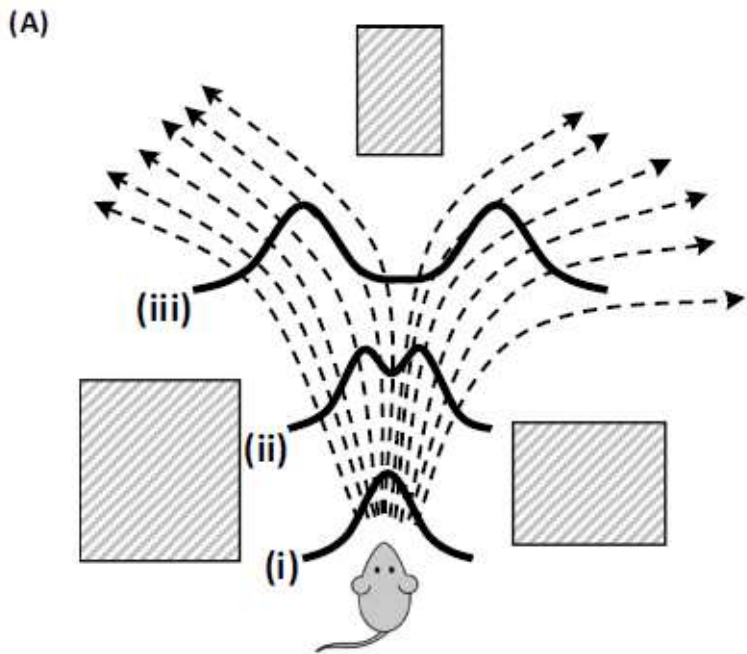
...et tout cela se poursuit en temps réel (le corps bouge, l'environnement aussi) et à tout moment on doit réévaluer notre action, la corriger, etc.



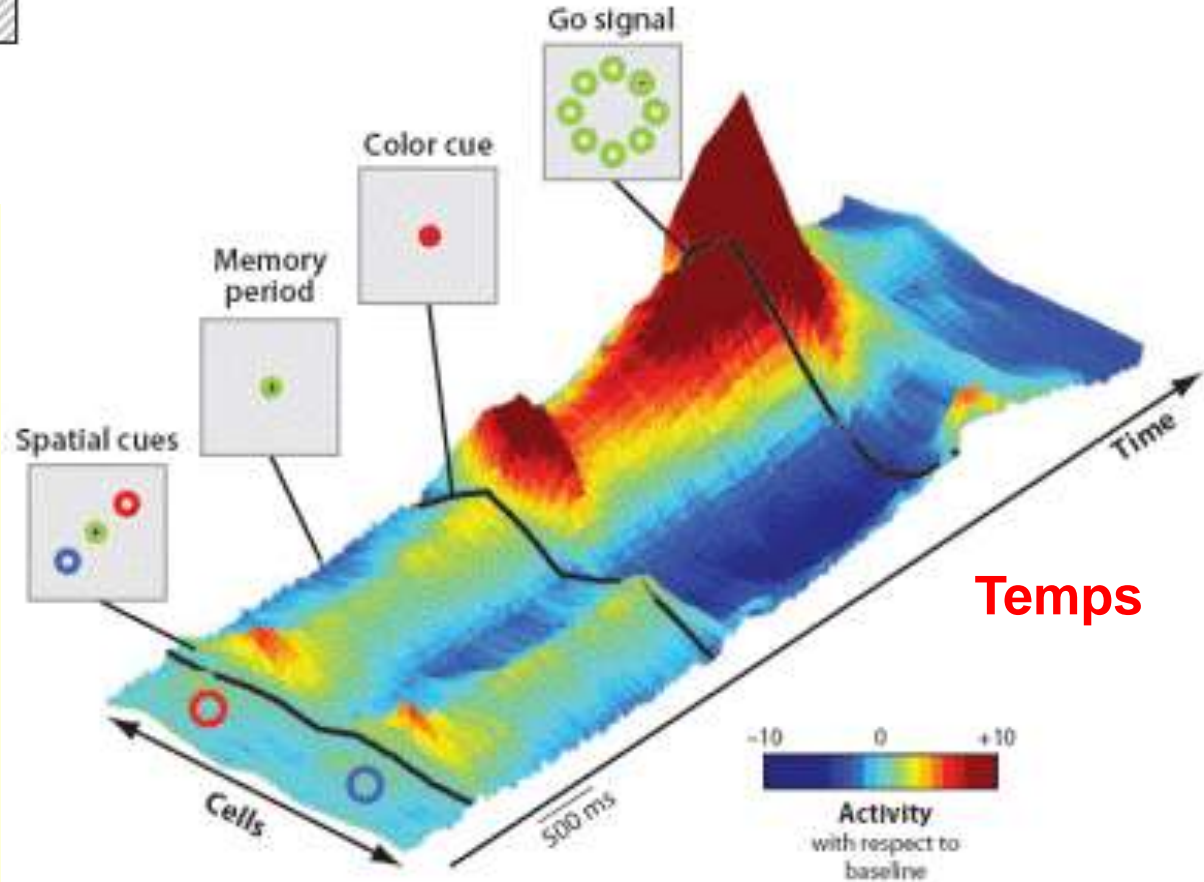
Par exemple, quand on marche dans une foule, à tout moment notre action définit ses prochaines options que notre cerveau va commencer à préparer en parallèle avant qu'une de celle-ci ne s'impose, soit sélectionnée, et débouche sur un geste concret.



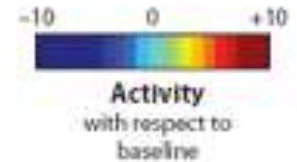




**Niveau d'activité de deux populations de neurones**

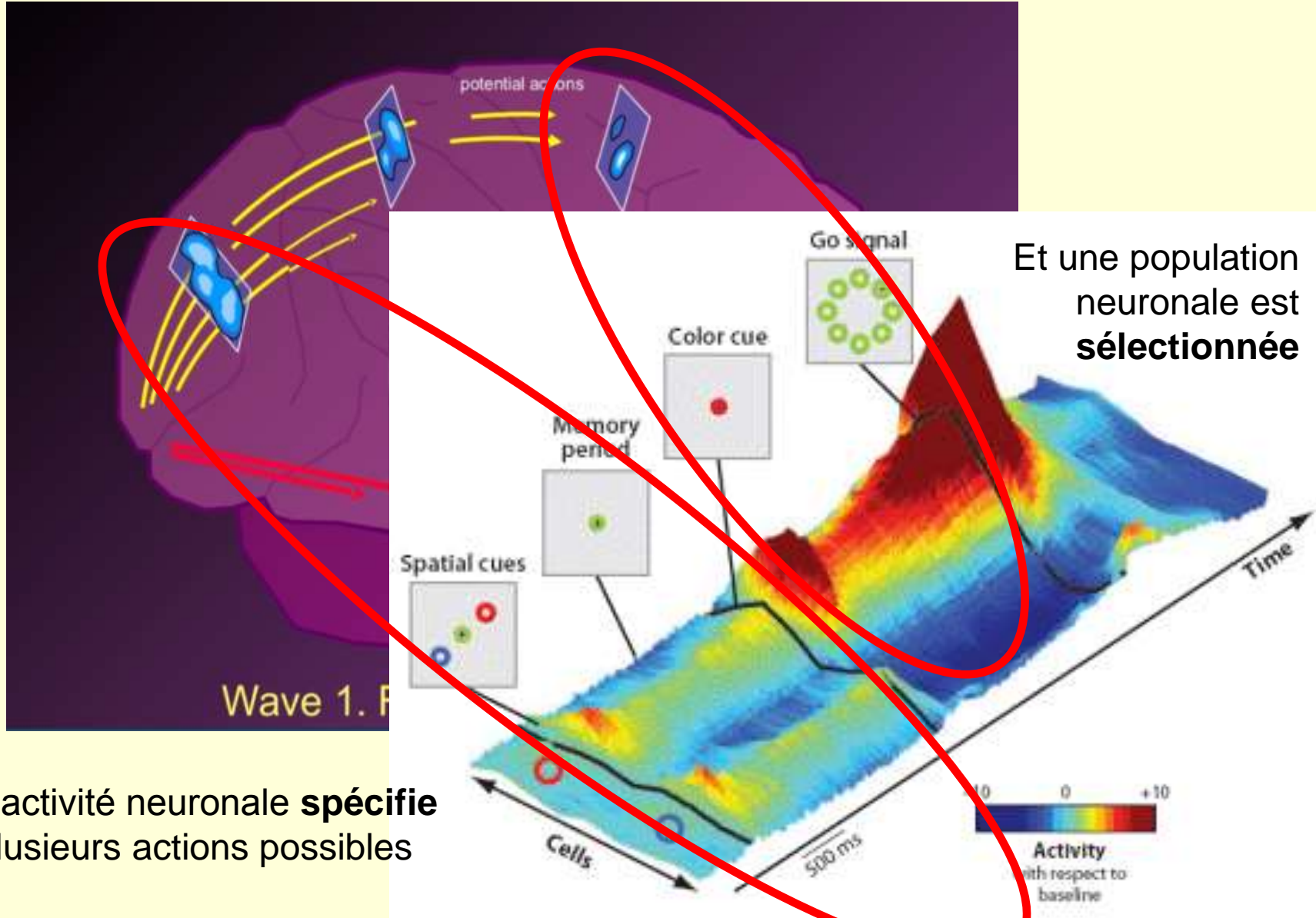


**Temps**





S'il y a par exemple deux choix possibles, on observe un recrutement d'activité neuronale dans deux populations de neurones différentes, et puis soudainement, il y en a une où l'activité cesse rapidement alors que l'autre augmente radicalement la sienne pour amener l'exécution du mouvement.



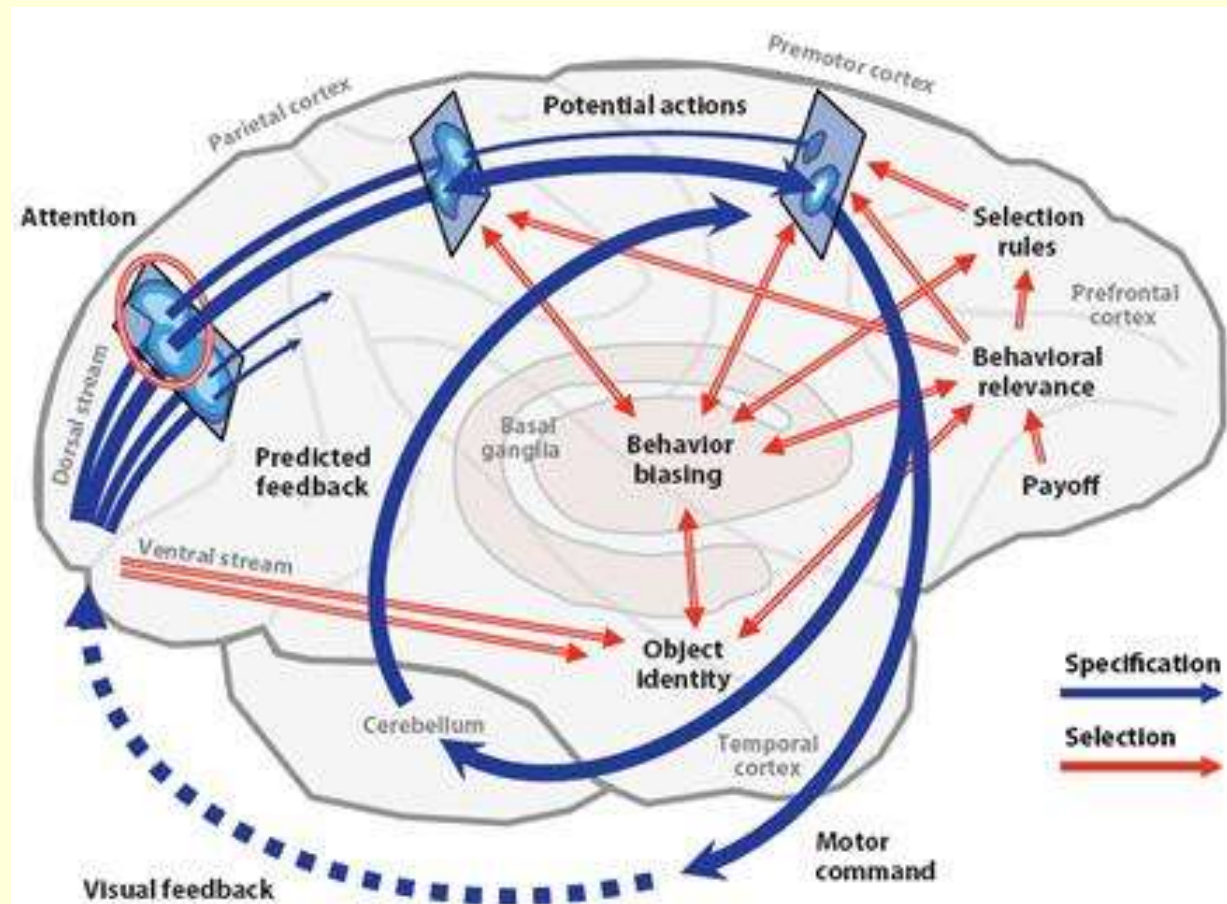
Et une population neuronale est **sélectionnée**

L'activité neuronale **spécifique** plusieurs actions possibles

Différentes régions cérébrales peuvent être sollicitées par l'environnement à un moment donné, de sorte qu'on ne peut associer la prise de décision à une structure cérébrale particulière. Autrement dit, **la compétition peut se gagner à différents endroits dans le cerveau**.

C'est, en gros, l'« **Affordance competition hypothesis** » de Cisek et ses collègues représentée schématiquement ci-dessous

Et plus l'on a de temps pour prendre une décision, plus il y aura d'interactions possibles (de « délibérations ») entre plusieurs régions cérébrales. (flèches rouges)



Dans l'exemple ci-contre, on peut imaginer que le singe a, à portée de main, la possibilité de cueillir les petits fruits bleu de cet arbre.



**Mais en même temps**, il voit aussi une pomme plus désirable pour lui un peu plus loin, et une branche où il semble pouvoir s'aventurer pour l'atteindre (a '**walkable**' tree branch).

Éléments de :

Pezzulo G., Cisek P. (2016).

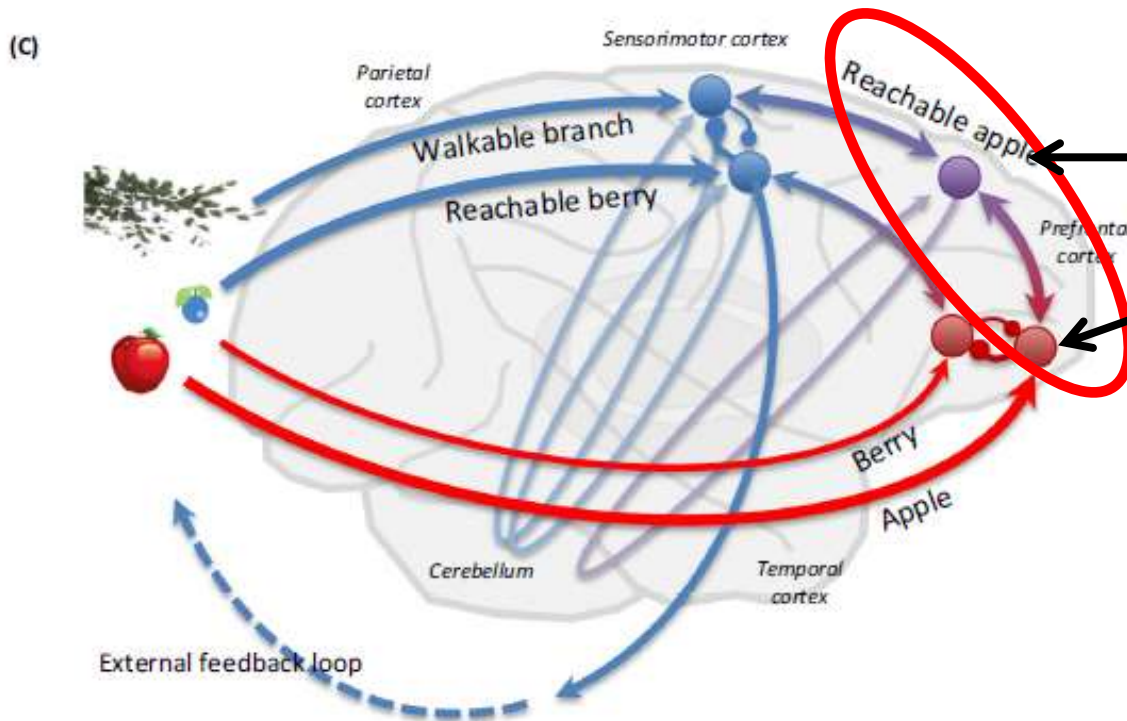
**Navigating the Affordance Landscape:**

**Feedback Control as a Process Model of Behavior and Cognition.**



Parce que la **pomme** est plus désirable pour le singe, cette affordance peut être biaisée de façon **“top down”**

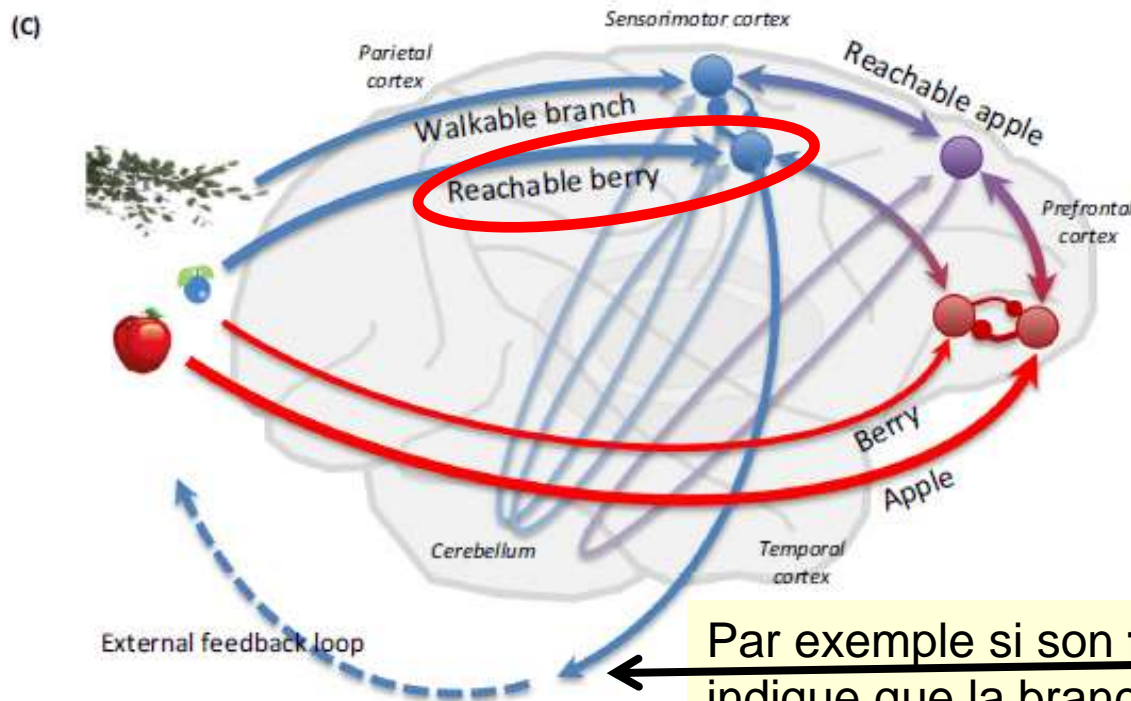
**pour favoriser la sélection de l'action de marcher sur la branche** au détriment de celle de cueillir les petits fruits.



La pomme remporte la « compétition »

Donc le singe se met à marcher sur la branche vers la pomme

**Cependant**, malgré ce biais initial “top down” en faveur de la pomme, des contraintes locales peuvent amener la compétition dans les couches **plus “bottom”** à être gagnée par un plan moteur plus économe et/ou moins risqué



Il se ravise alors et prend le petit fruit bleu.

Par exemple si son **feedback sensoriel** lui indique que la branche ne supporte pas son poids.

En guise de conclusion :

## **CERVEAU – CORPS - ENVIRONNEMENT**

voies de communication entre système  
nerveux, hormonal et immunitaire

exemple du stress et de l'effet placebo

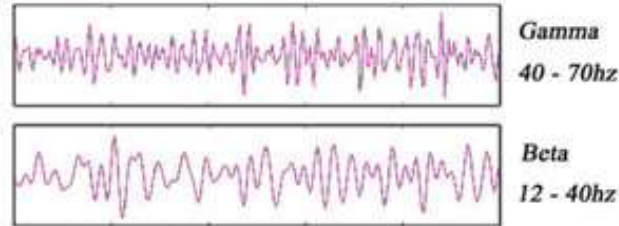
cognition orientée vers l'action :  
les affordances

**le cerveau prédictif**

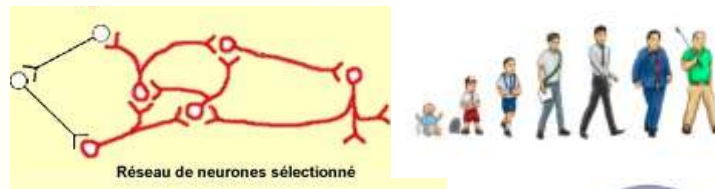


# Concept / Cadre théorique :

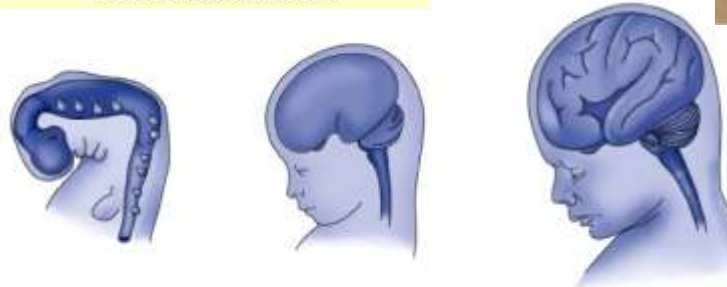
Perception  
et action



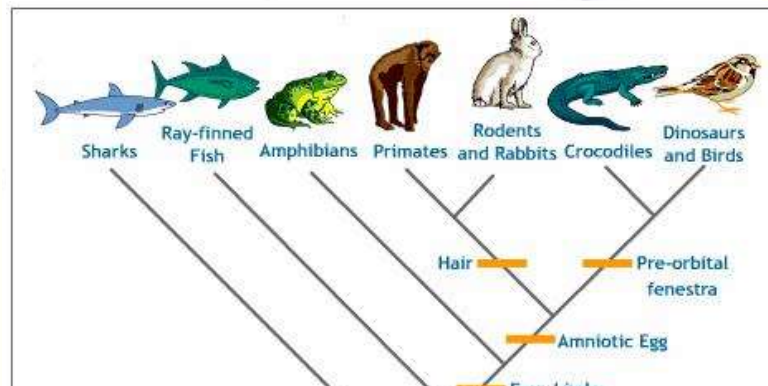
Apprentissage



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 !

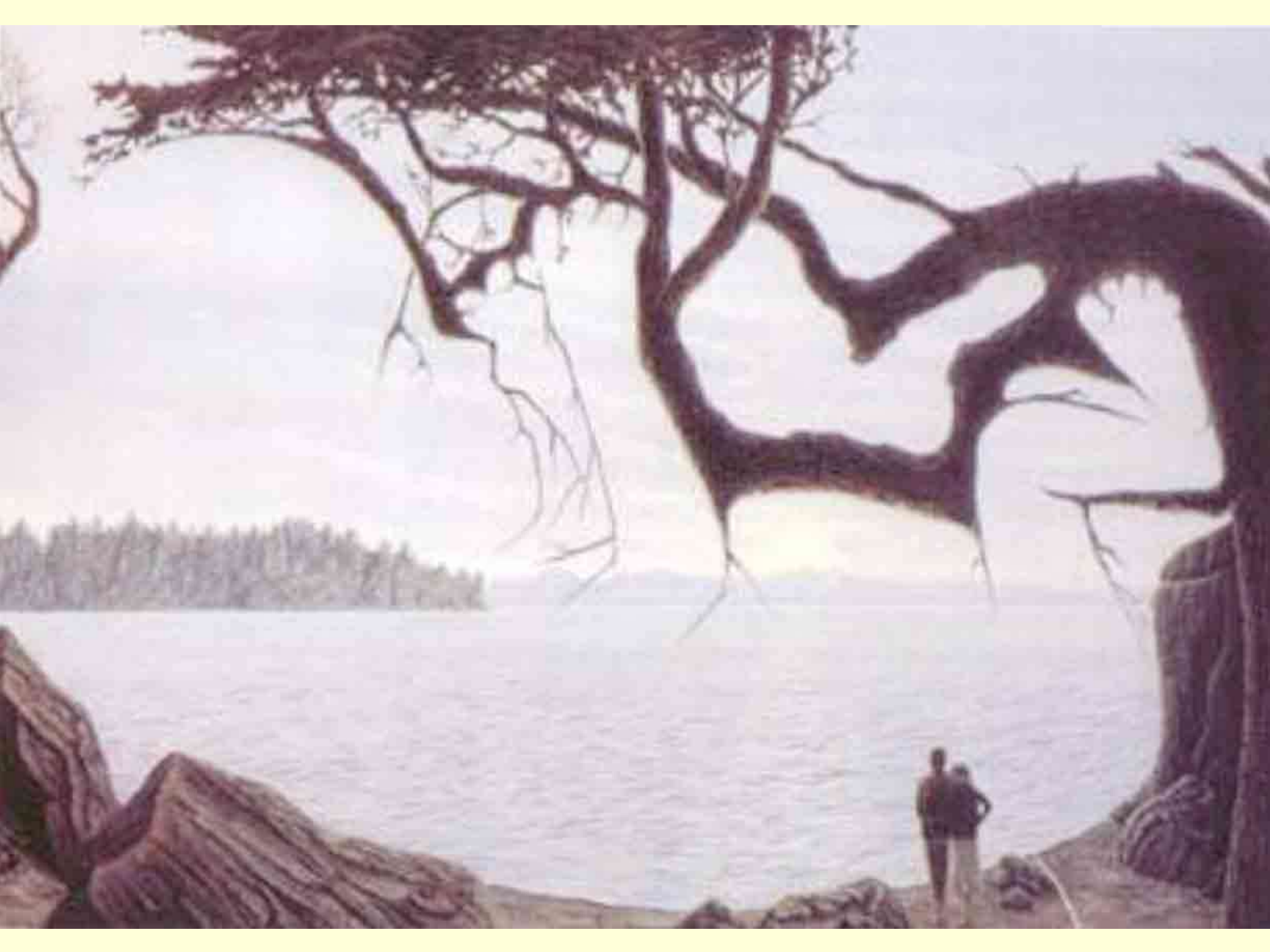
(innée et acquise)



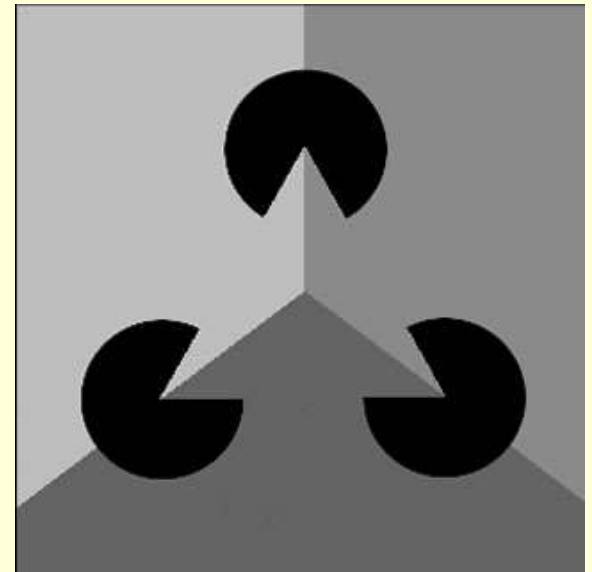
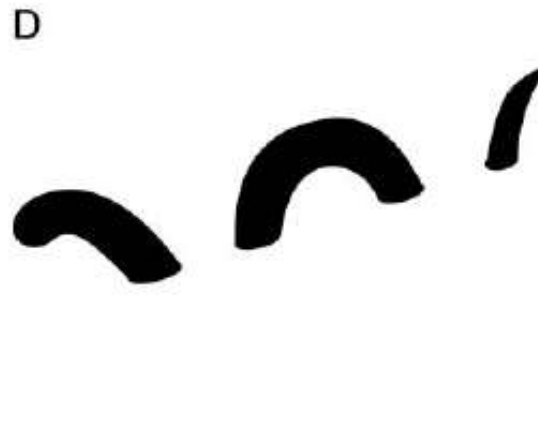
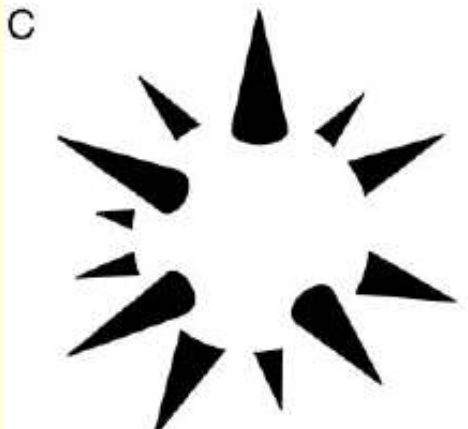
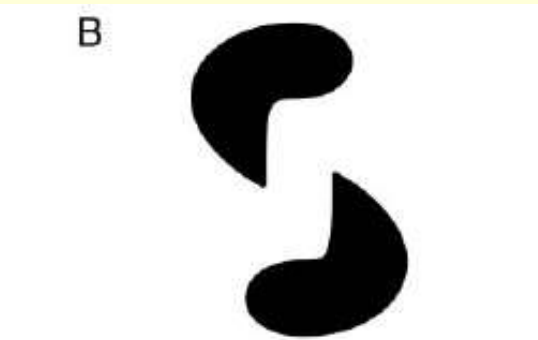
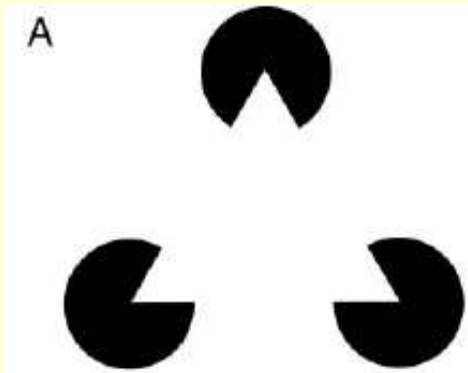
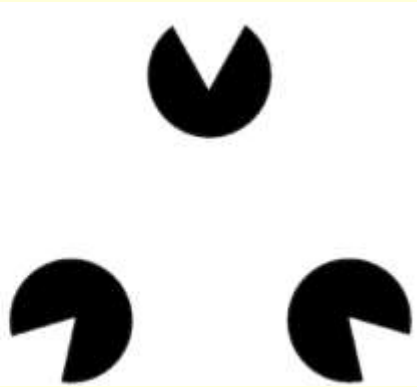








Caractéristique fondamentale de notre identité :  
celle de **projeter des hypothèses** sur le monde  
pour mieux agir... et mieux survivre!

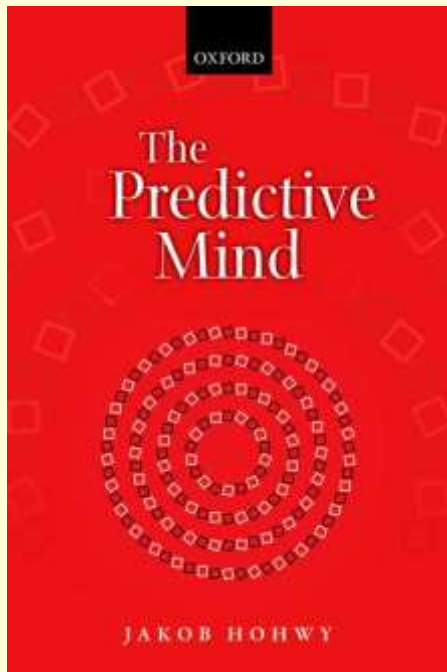


## Concept / Cadre théorique :

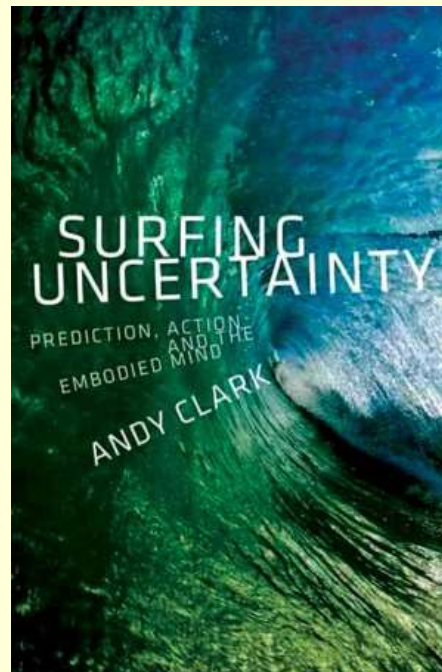
### « Predictive processing » « the Bayesian Brain »)

Le cerveau serait fondamentalement une machine à prédiction à partir de **modèles internes** construits par son **expérience préalable**.

Et cette machine à prédiction va surtout utiliser **les erreurs de ses prédictions** pour modifier ses comportements et/ou ses modèles internes du monde.



2014



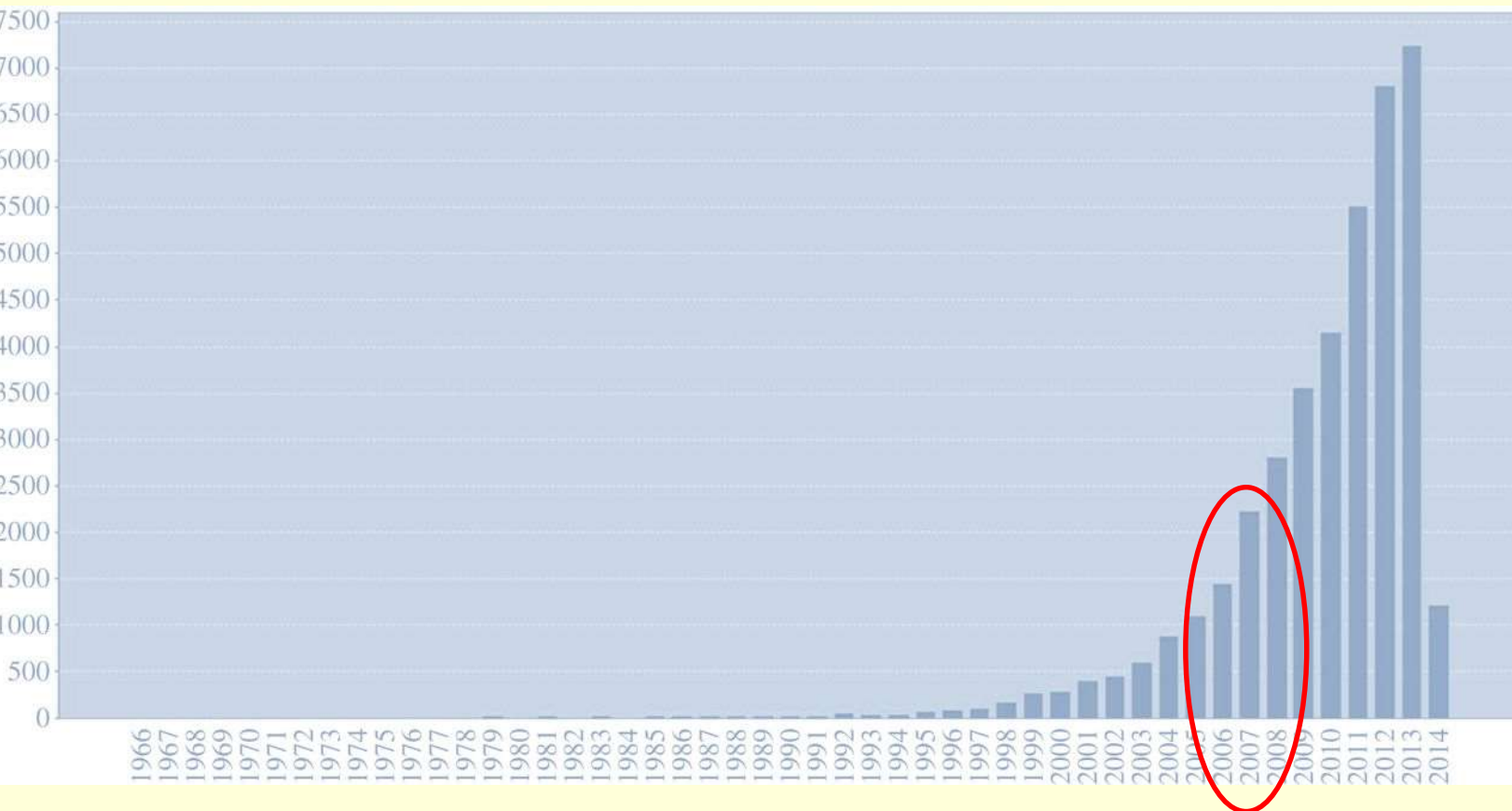
2015



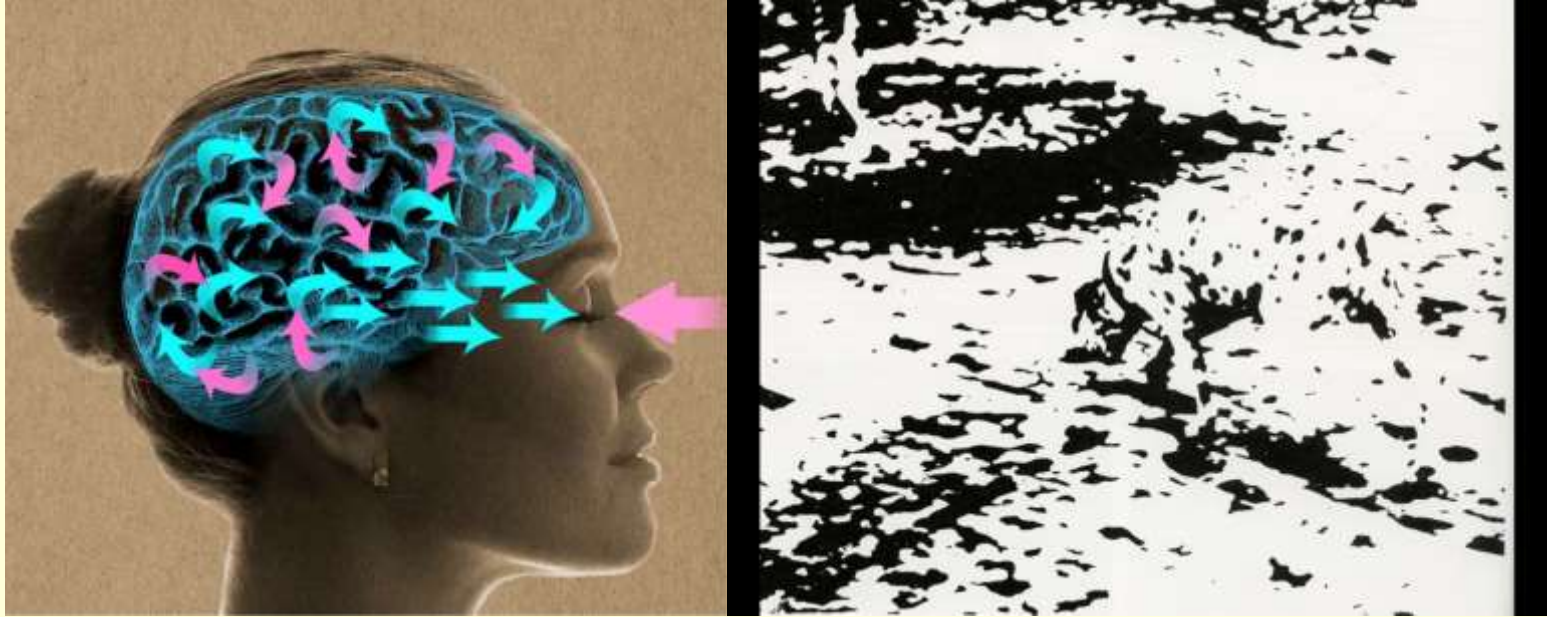
Karl Friston



Il s'agit pour plusieurs d'un autre "**changement de paradigme**" dans les neurosciences cognitives.



Citations per year, from 1966 to 2014, when searching for TOPIC: **(Bayesian)** AND TOPIC: **(brain)** in Web of Science.



Le cerveau n'est plus vu comme un simple organe de "traitement de l'information" qui attendrait passivement ses inputs,

mais comme une machine pro-active qui **tente constamment d'anticiper la forme des signaux sensoriels** qui lui parviennent.

Autrement dit, c'est un **organe statistique générant constamment des hypothèses** qui sont testées par rapport aux évidences fournies par les sens.

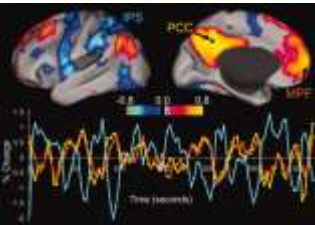
# Processus dynamiques :

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

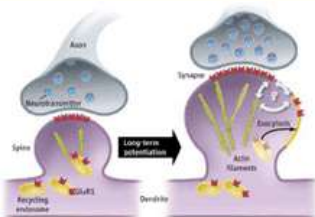
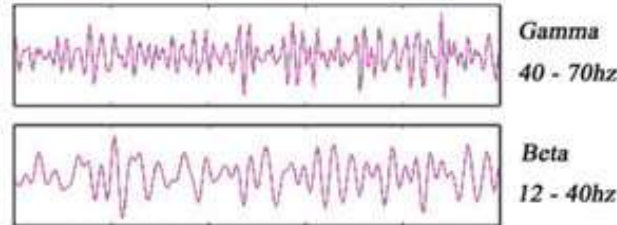
**L'apprentissage** durant toute la vie par la plasticité des réseaux de neurones

**Développement** du système nerveux (incluant des mécanismes épigénétiques)

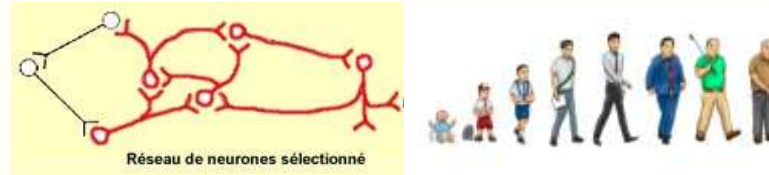
**Évolution** biologique qui façonne les plans généraux du système nerveux



$10^{-3} s$



$10^{11} s$



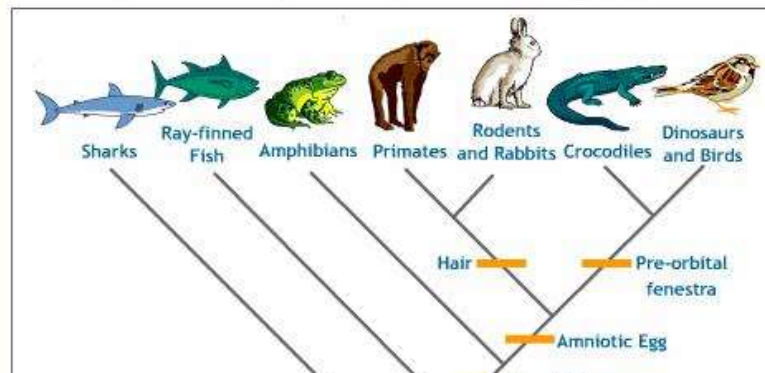
$10^3 s$



$10^6 s$



$10^{15} s$

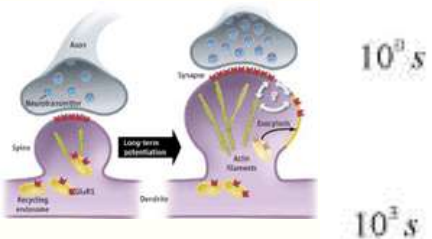
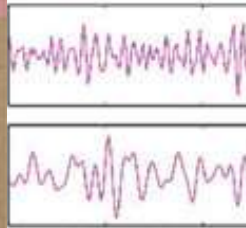
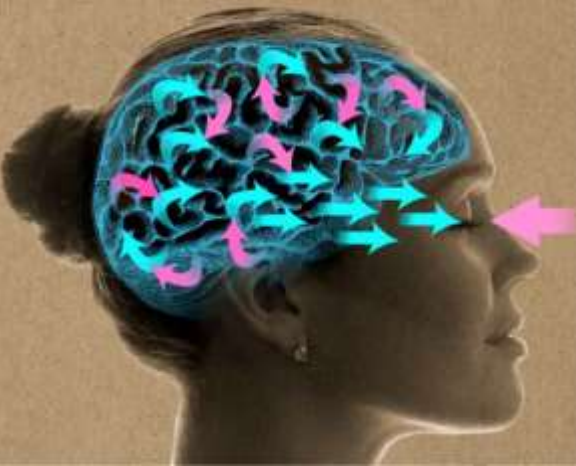




# Processus dynamiques :

## Perception et action

Pour l'approche prédictive :  
passer d'un modèle à un autre  
parmi tous ceux à notre disposition



$10^{11} s$

$10^3 s$



$10^6 s$



Réseau de neurones sélectionné



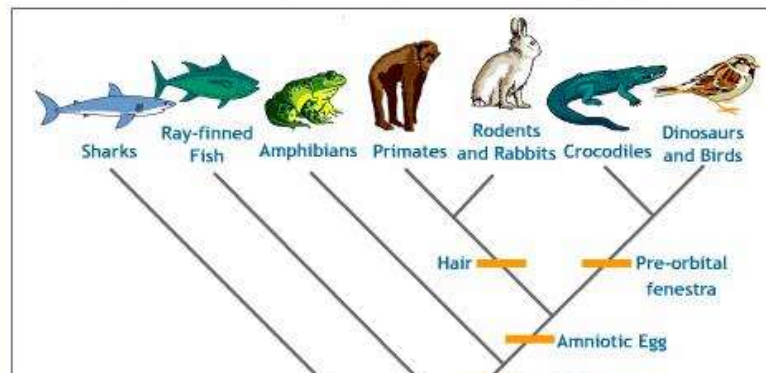
L'apprentissage  
durant toute la vie  
par la plasticité des  
réseaux de neurones



Développement  
du système nerveux  
(incluant des mécanismes  
épigénétiques)



$10^{15} s$

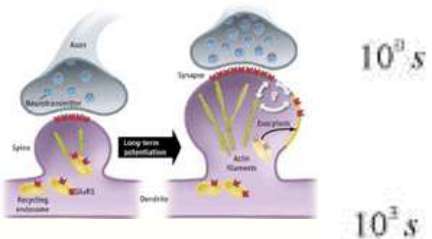
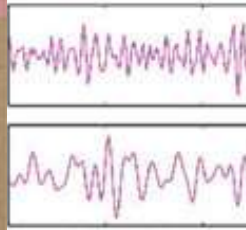
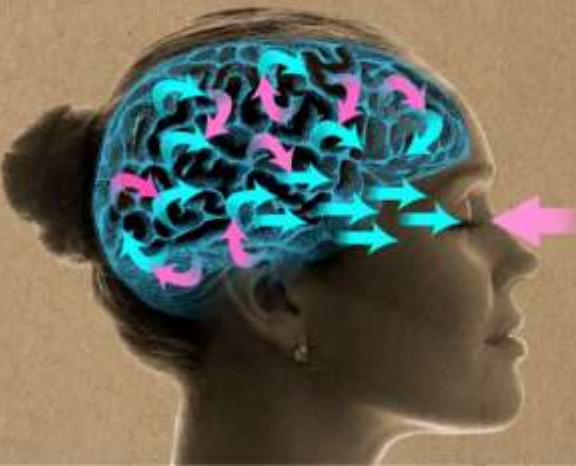


Évolution biologique  
qui façonne les plans  
généraux du système  
nerveux

# Processus dynamiques :

## Perception et action

Pour l'approche prédictive :  
passer d'un modèle à un autre  
parmi tous ceux à notre disposition



$10^{11}$  s

$10^3$  s



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



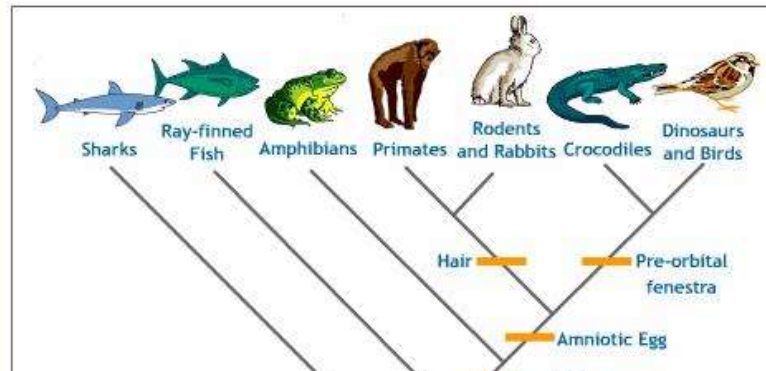
$10^6$  s



Développement  
du système nerveux  
(incluant des mécanismes  
épigénétiques)



$10^{15}$  s

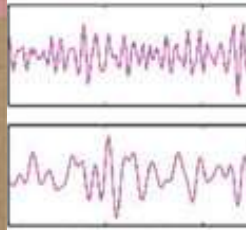
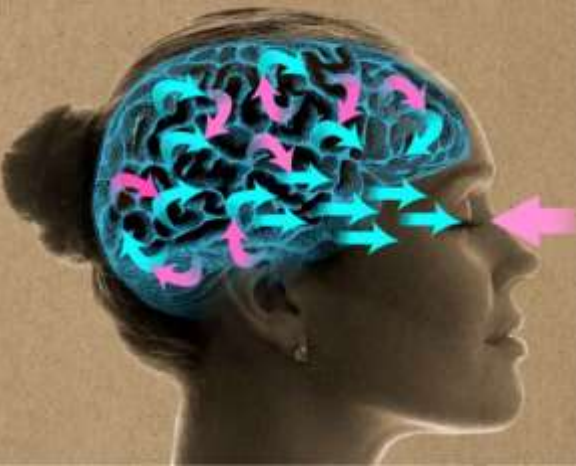


Évolution biologique  
qui façonne les plans  
généraux du système  
nerveux

# Processus dynamiques :

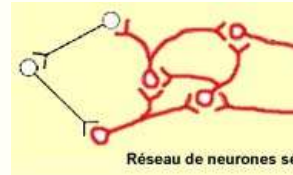
## Perception et action

Pour l'approche prédictive :  
passer d'un modèle à un autre  
parmi tous ceux à notre disposition



## L'apprentissage

Pour l'approche prédictive :  
modifier / améliorer les modèles existants

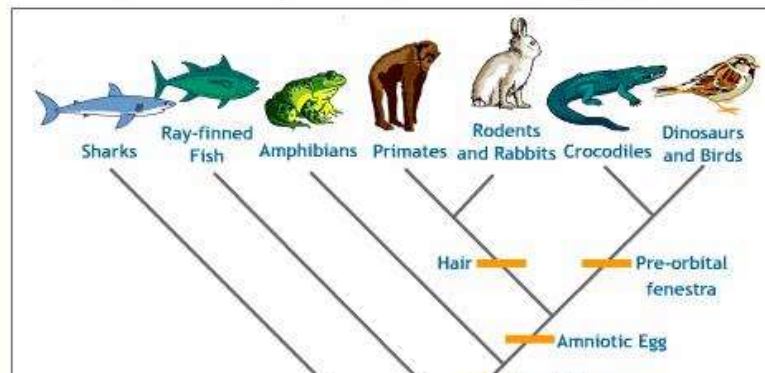


## Développement

du système nerveux  
(incluant des mécanismes  
épigénétiques)



**Évolution** biologique  
qui façonne les plans  
généraux du système  
nerveux

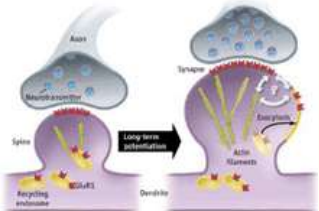


$10^{11} s$

$10^3 s$

$10^6 s$

$10^{15} s$

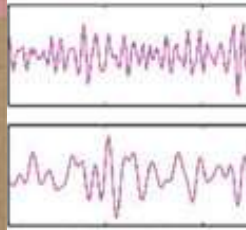
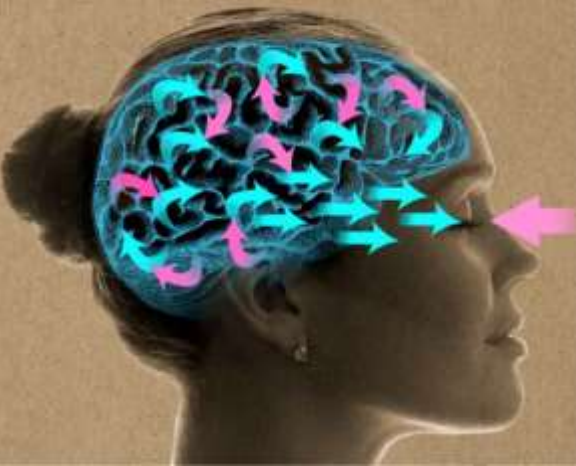




# Processus dynamiques :

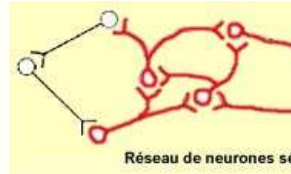
## Perception et action

Pour l'approche prédictive :  
passer d'un modèle à un autre  
parmi tous ceux à notre disposition



## L'apprentissage

Pour l'approche prédictive :  
modifier / améliorer les modèles existants

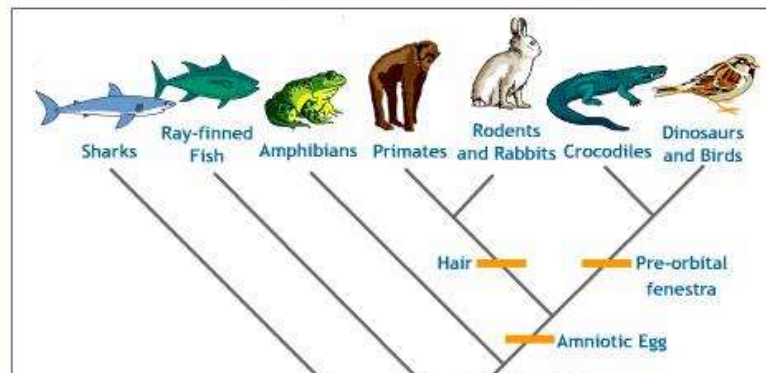


## Développement

du système nerveux  
(incluant des mécanismes  
épigénétiques)



**Évolution biologique**  
qui façonne les plans  
généraux du système  
nerveux

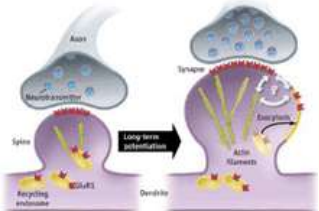


$10^{11} s$

$10^3 s$

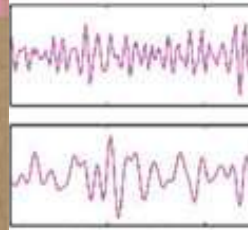
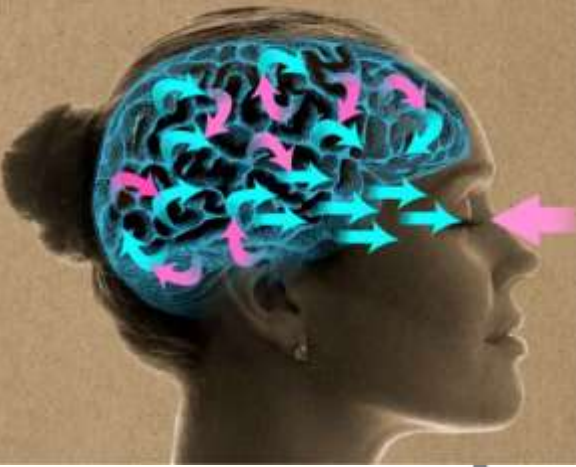
$10^6 s$

$10^{15} s$



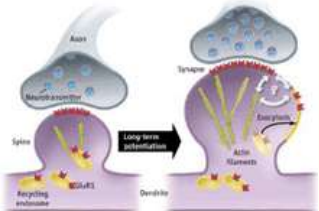
# Processus dynamiques :

## Perception et action



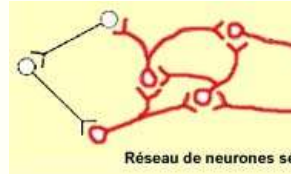
**Pour l'approche prédictive :**  
passer d'un modèle à un autre  
parmi tous ceux à notre disposition

## L'apprentissage



$10^{11} s$

$10^3 s$



**Pour l'approche prédictive :**  
modifier / améliorer les modèles existants



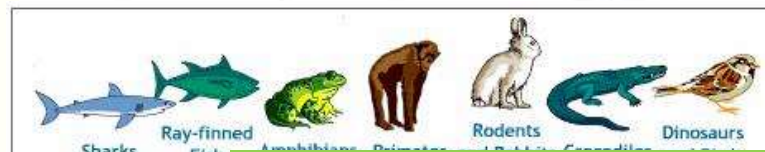
$10^6 s$



**Développement**  
du système nerveux  
(incluant des mécanismes  
épigénétiques)



$10^{15} s$



**Évolution biologique**

**Pour l'approche prédictive :**  
modifier la forme du corps considérée comme  
un « modèle » de son environnement



Une dernière remarque en terminant.

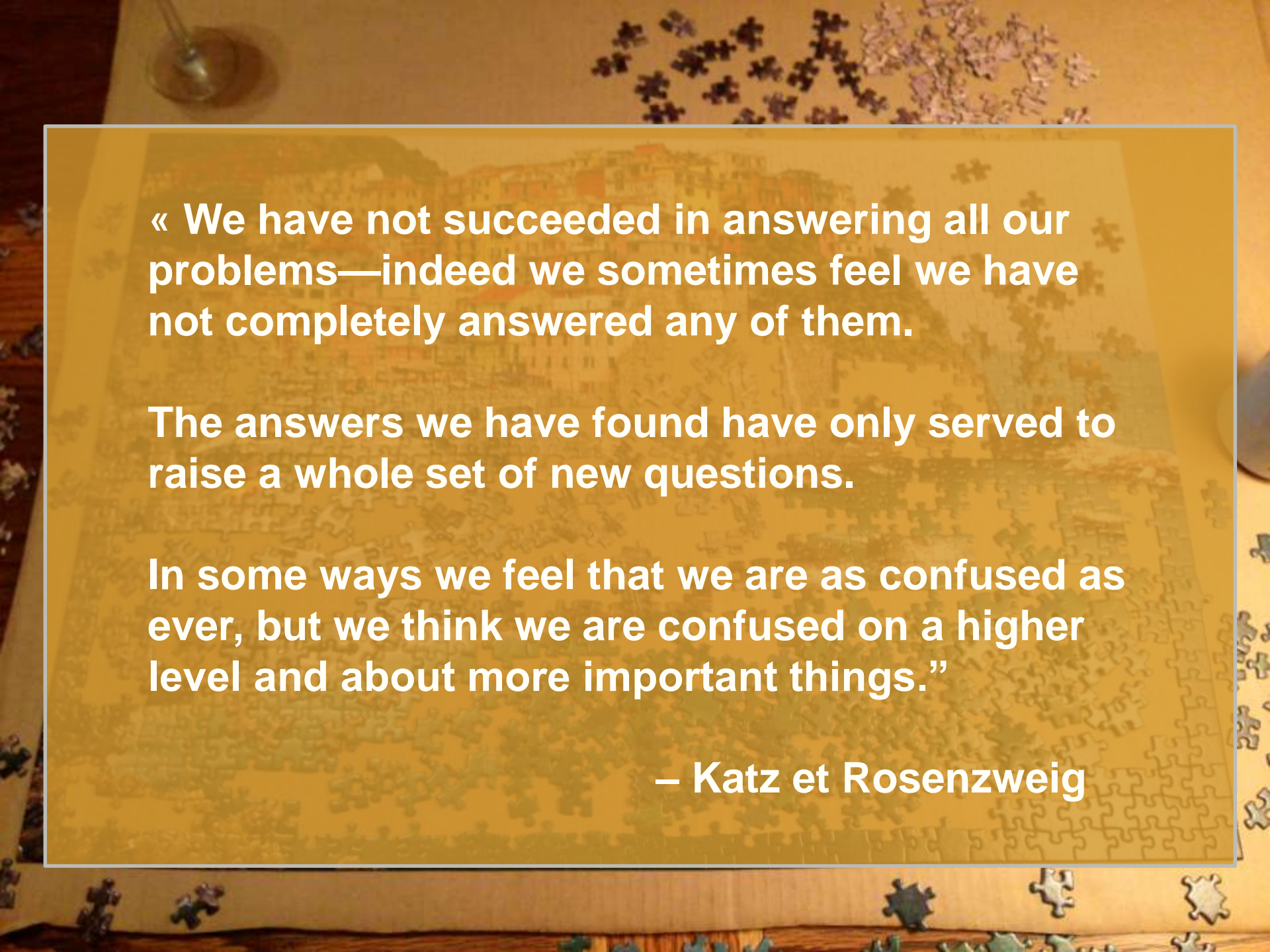
Sur la question des évaluations et des notes, Stanislas Dehaene écrit :

« Un simple 15/20, en l'absence d'autres informations, ne dit pas pourquoi vous vous êtes trompé. Les notes arrivent souvent aussi en différé, quelques semaines après le contrôle, et vous ne vous souvenez plus très bien pourquoi vous avez fait telle erreur. Je ne dis pas que ça ne sert à rien, mais ça n'est pas très efficace. A cela s'ajoute un aspect émotionnel qu'il faudrait éviter à tout prix. »

Du point de vue du « cerveau prédictif », la notion d'erreur ne doit donc pas être vue comme quelque chose de négatif (comme c'est trop souvent le cas en éducation), mais bien comme un précieux indice qu'il existe un écart entre nos modèles internes et la réalité.

Bref, un « retour sur l'erreur » qui permet immédiatement à l'apprenant.e de modifier son modèle interne pour le rendre plus conforme à la réalité.



A photograph of a wooden table with a puzzle. The puzzle features a cityscape with buildings and trees. In the top left corner, there is a glass of water. The text is overlaid on the puzzle.

**« We have not succeeded in answering all our problems—indeed we sometimes feel we have not completely answered any of them.**

**The answers we have found have only served to raise a whole set of new questions.**

**In some ways we feel that we are as confused as ever, but we think we are confused on a higher level and about more important things.”**

**– Katz et Rosenzweig**

# Merci de votre attention !



[www.lecerveau.mcgill.ca](http://www.lecerveau.mcgill.ca)



[www.elogedelasuite.net](http://www.elogedelasuite.net)



[www.upopmontreal.com](http://www.upopmontreal.com)