

Les mille et un visages de la neuroplasticité

18 février 2018



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

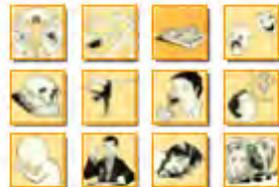


Niveau d'organisation

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

Thème

Le plaisir et la douleur



Sous-thème

La quête du plaisir

Les paradis artificiels

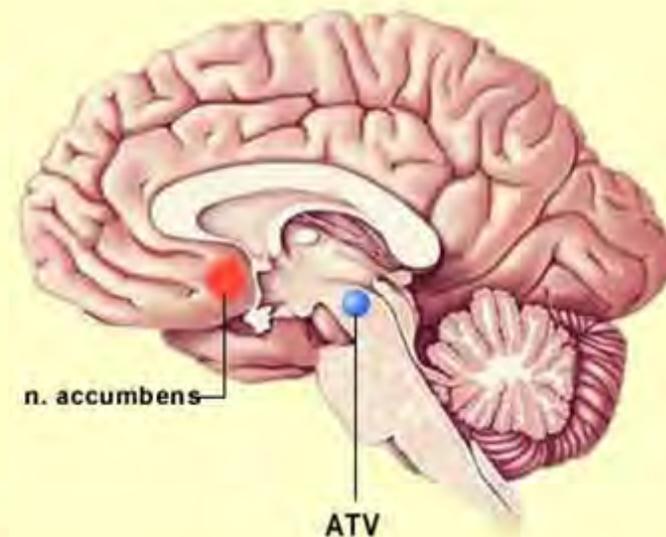
L'évitement de la douleur



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

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



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

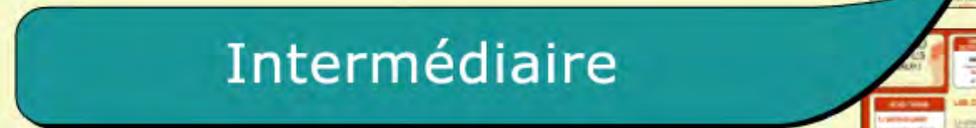
L'aire tegmentale ventrale (ATV), un groupe de neurones situés en plein centre du cerveau, est particulièrement importante dans ce circuit. Elle reçoit de l'information de plusieurs autres régions qui l'informent du niveau de satisfaction des besoins fondamentaux ou plus spécifiquement humains.

3 niveaux d'explication

Niveau d'explication

Débutant
Intermédiaire
Avancé

◀ ◻ ▶



LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Titre: LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!
Auteur: [non lisible]
Mot-clé: [non lisible]

LES DIFFÉRENCES DU CERVEAU



Le cerveau est un organe complexe qui permet à l'être humain de penser, de sentir, de ressentir et d'agir. Il est composé de milliards de neurones qui communiquent entre eux pour produire des pensées, des émotions et des actions.

Le cerveau est divisé en plusieurs régions, chacune ayant des fonctions spécifiques. Les principales régions sont le cortex, le tronc cérébral et le cervelet.

Le cortex est la partie la plus externe du cerveau et est responsable de la pensée, de la perception et du langage. Le tronc cérébral est la partie la plus basse du cerveau et est responsable de la respiration, de la circulation sanguine et de la régulation de la température corporelle. Le cervelet est la partie la plus petite du cerveau et est responsable de la coordination des mouvements et de l'équilibre.

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Titre: LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!
Auteur: [non lisible]
Mot-clé: [non lisible]

LES DIFFÉRENCES DU CERVEAU



Le cerveau est un organe complexe qui permet à l'être humain de penser, de sentir, de ressentir et d'agir. Il est composé de milliards de neurones qui communiquent entre eux pour produire des pensées, des émotions et des actions.

Le cerveau est divisé en plusieurs régions, chacune ayant des fonctions spécifiques. Les principales régions sont le cortex, le tronc cérébral et le cervelet.

Le cortex est la partie la plus externe du cerveau et est responsable de la pensée, de la perception et du langage. Le tronc cérébral est la partie la plus basse du cerveau et est responsable de la respiration, de la circulation sanguine et de la régulation de la température corporelle. Le cervelet est la partie la plus petite du cerveau et est responsable de la coordination des mouvements et de l'équilibre.

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Titre: LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!
Auteur: [non lisible]
Mot-clé: [non lisible]

LES DIFFÉRENCES DU CERVEAU



Le cerveau est un organe complexe qui permet à l'être humain de penser, de sentir, de ressentir et d'agir. Il est composé de milliards de neurones qui communiquent entre eux pour produire des pensées, des émotions et des actions.

Le cerveau est divisé en plusieurs régions, chacune ayant des fonctions spécifiques. Les principales régions sont le cortex, le tronc cérébral et le cervelet.

Le cortex est la partie la plus externe du cerveau et est responsable de la pensée, de la perception et du langage. Le tronc cérébral est la partie la plus basse du cerveau et est responsable de la respiration, de la circulation sanguine et de la régulation de la température corporelle. Le cervelet est la partie la plus petite du cerveau et est responsable de la coordination des mouvements et de l'équilibre.

5 niveaux d'organisation



Les Power Points de chaque présentation seront mis sur la page « **L'école des profs** » accessible par la page d'accueil du Cerveau à tous les niveaux quelques jours après avoir été donnés.

"L'école des profs"

Cours intensifs de perfectionnement en neurosciences cognitives

(cliquez ici pour les détails)

Fonctions supérieures, libre arbitre et éducation

Vers une cognition incarnée

Des réseaux de neurones qui oscillent de manière dynamique

D'où venons-nous et que faisons-nous ?

Ancienne et nouvelle grammaire de la communication neuronale

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

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

Recherche

Principales thématiques

- Du simple au complexe
 - Autisme des réseaux d'organisation
 - Fonction des réseaux d'organisation
- Le langage de l'évolution
 - Notre héritage évolutif
- Le développement de nos facultés
 - De l'embryon à l'adulte
- Le plaisir et la douleur
 - La quête du plaisir
 - Les plaisirs artistiques
 - L'éveil des sens
- Les déficients cognitifs
 - La vision
- Le corps en mouvement
 - Publions un croquis volontaire

Recommandé "L'école des profs"

Fonctions comparées

- Au soir de la mémoire
 - Les traces de l'apprentissage
 - Où et comment
- Que d'évolutions
 - Pour sentir et agir
 - Des structures attachées
- De la pensée au langage
 - Conversations avec des mots
- Dormir, rêver...
 - Le cycle éveil-sommeil-rêve
 - Nos horloges biologiques
- L'émergence de la conscience
 - Le sentiment d'être soi

Do's & Don'ts

- Les troubles de l'esprit
 - Dépression et trouble dépressif
 - Les troubles anxieux
 - La démence de type Alzheimer

La BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Accueil du site

Recherche

Neurones inhibiteurs : plus qu'un simple frein

On croyait l'existence des cellules gliales depuis aussi longtemps que les neurones mais ce n'est que depuis deux ou trois décennies que l'on découvre leur rôle important dans la communication de l'information. De même, on sait depuis fort longtemps aussi qu'entre les gros neurones excitateurs du cortex cérébral se trouve une multitude de petits neurones inhibiteurs. Or de simples « freins » de l'activité corticale, ceux-ci révèlent eux aussi peu à peu une diversité de nature, de forme, de connectivité et de fonction.

NOUVELLES RÉCENTES SUR LE CERVEAU

Abonnez-vous !

Faire un don

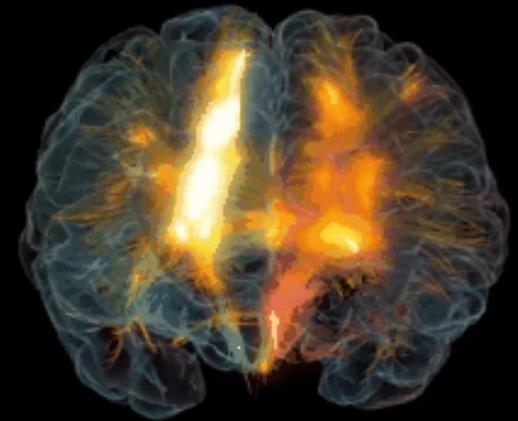
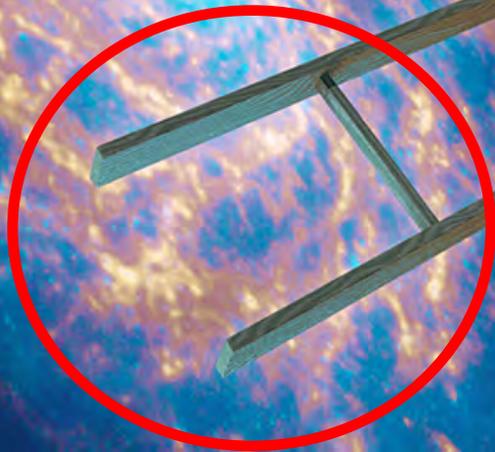
Nous permet de continuer

Après nous avoir appuyés pendant plus de six ans, des reclassements budgétaires ont forcé l'INMIST 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 financement. Nous nous voyons contraints de nous en remettre

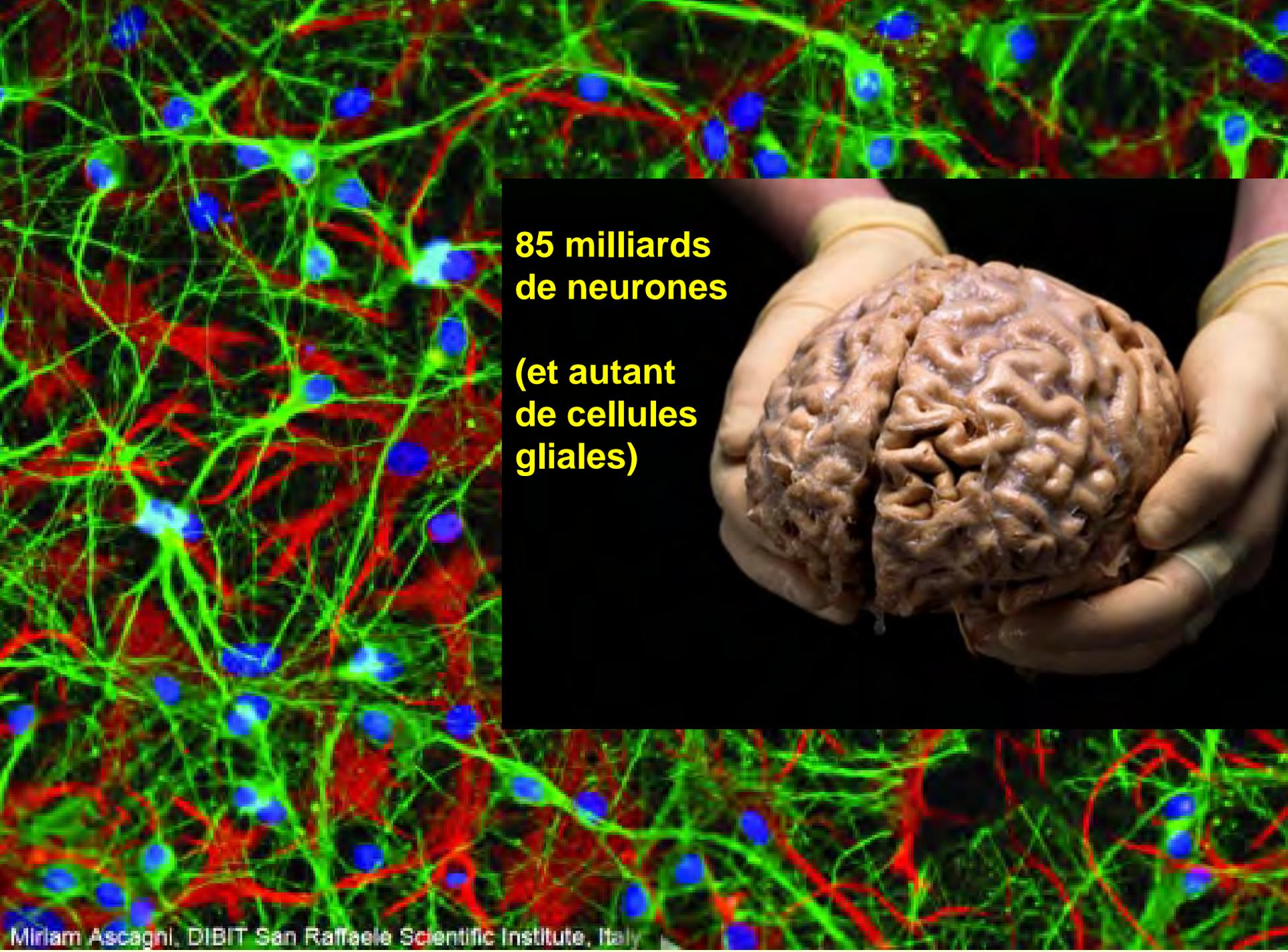
"If you think you understand quantum mechanics,
you don't understand quantum mechanics."

(attribuée à Richard Feynman)



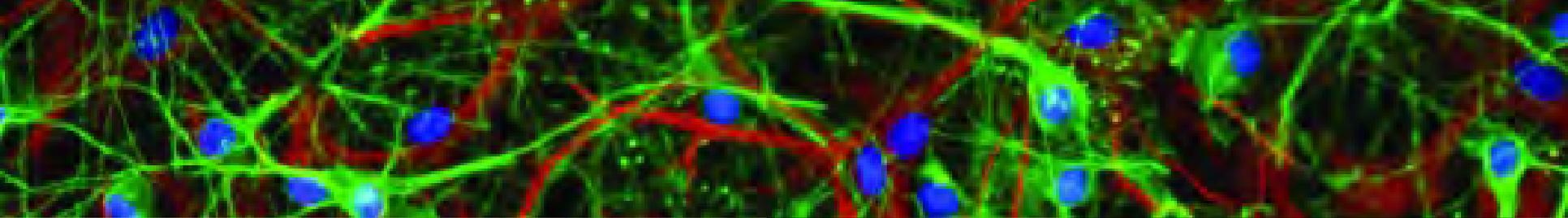
EEG powered by BCLAB | SIFT

Il y a tellement de choses à connaître que
vous, moi **et les spécialistes des sciences cognitives**
on est tous quelques part au bas de cette échelle de la connaissance
et donc **plus proches par notre ignorance que par notre savoir !**

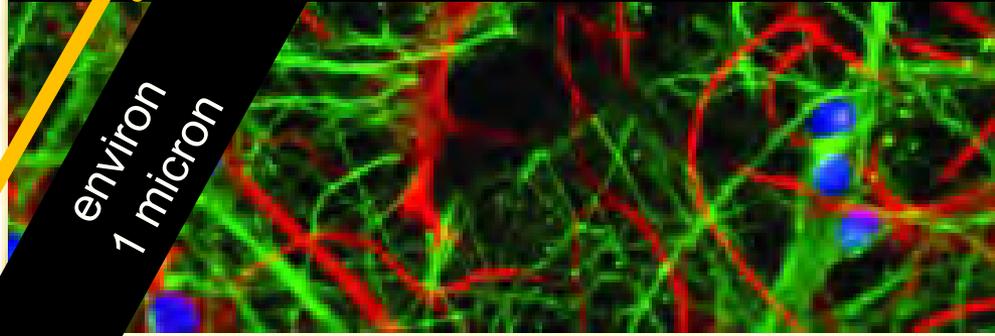
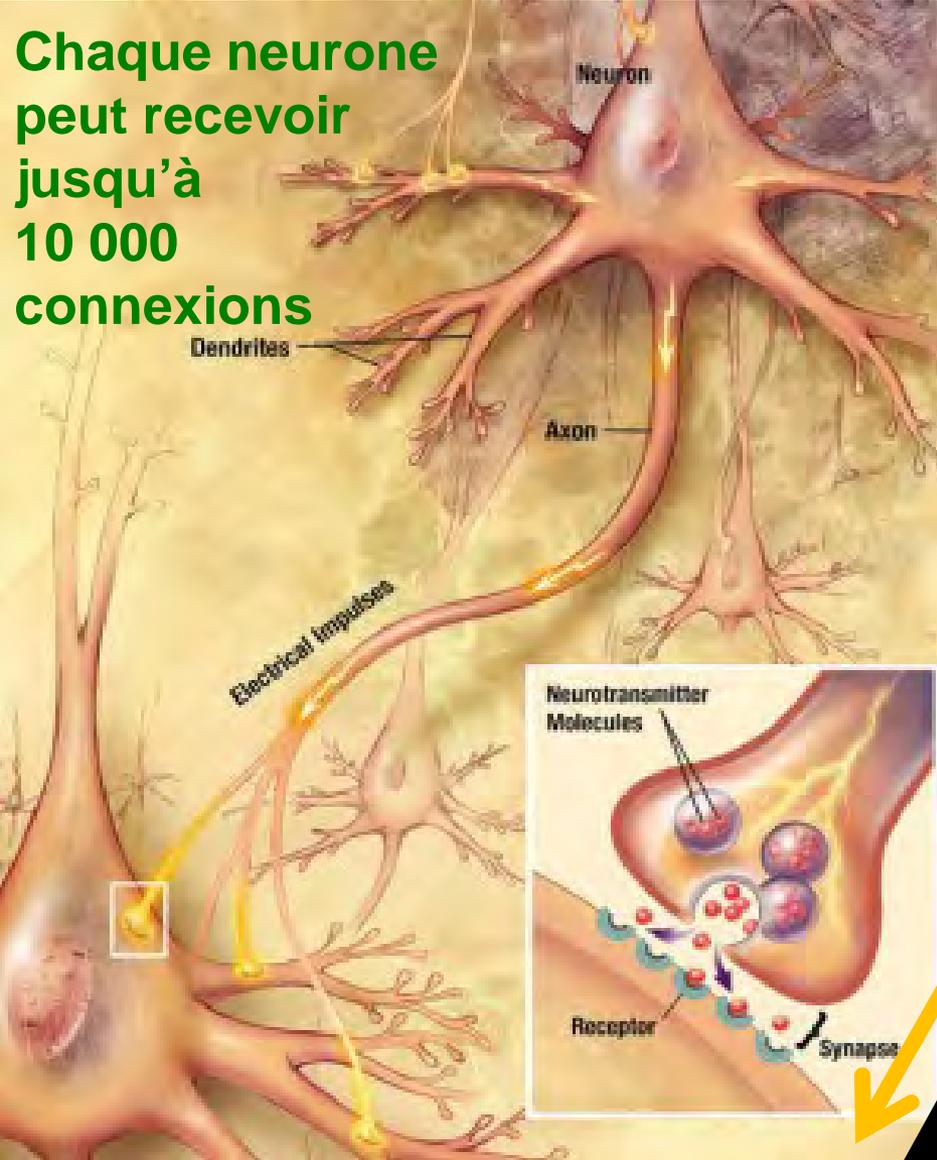


**85 milliards
de neurones**

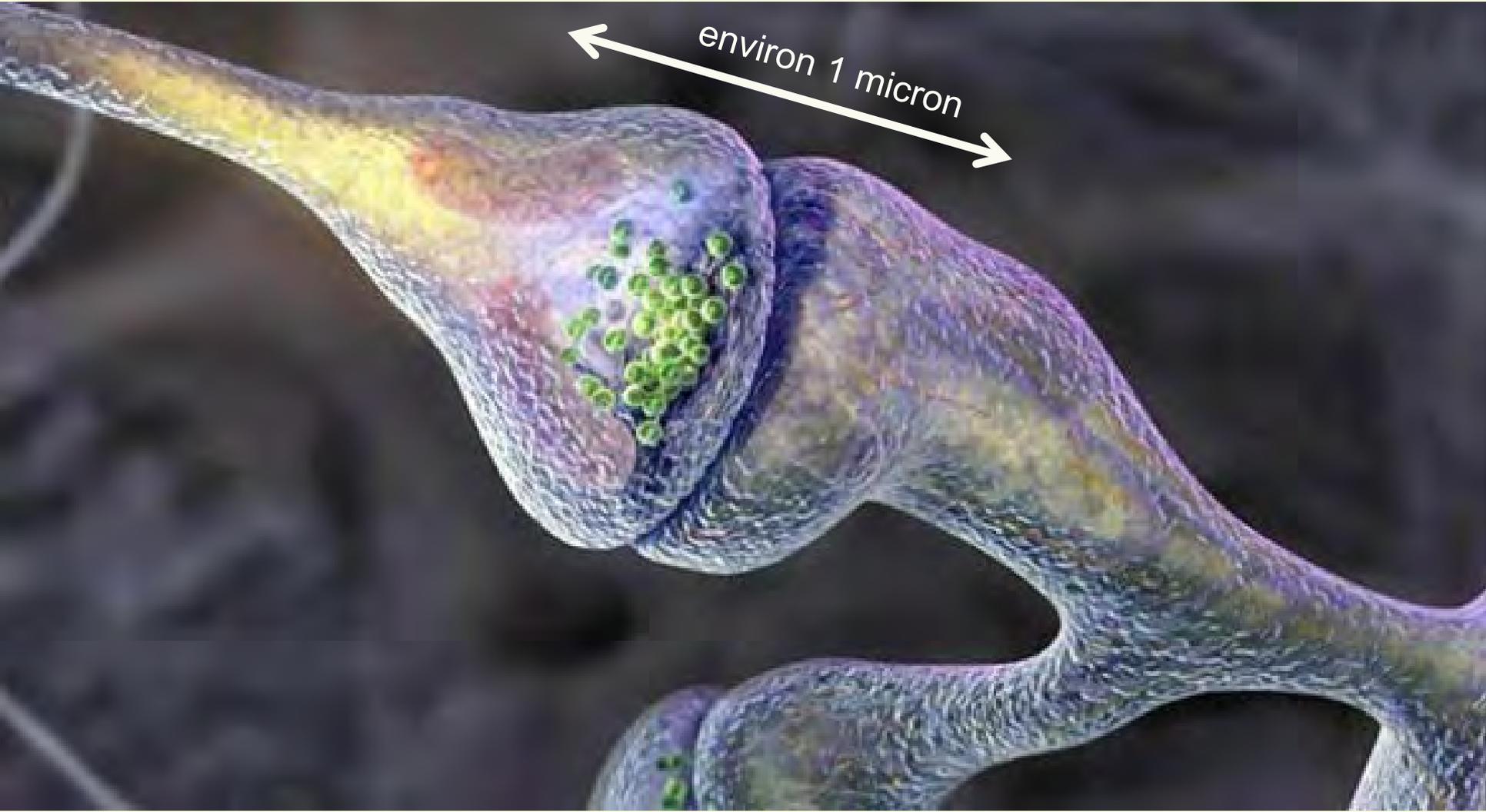
**(et autant
de cellules
gliales)**



Chaque neurone
peut recevoir
jusqu'à
10 000
connexions



environ
1 micron

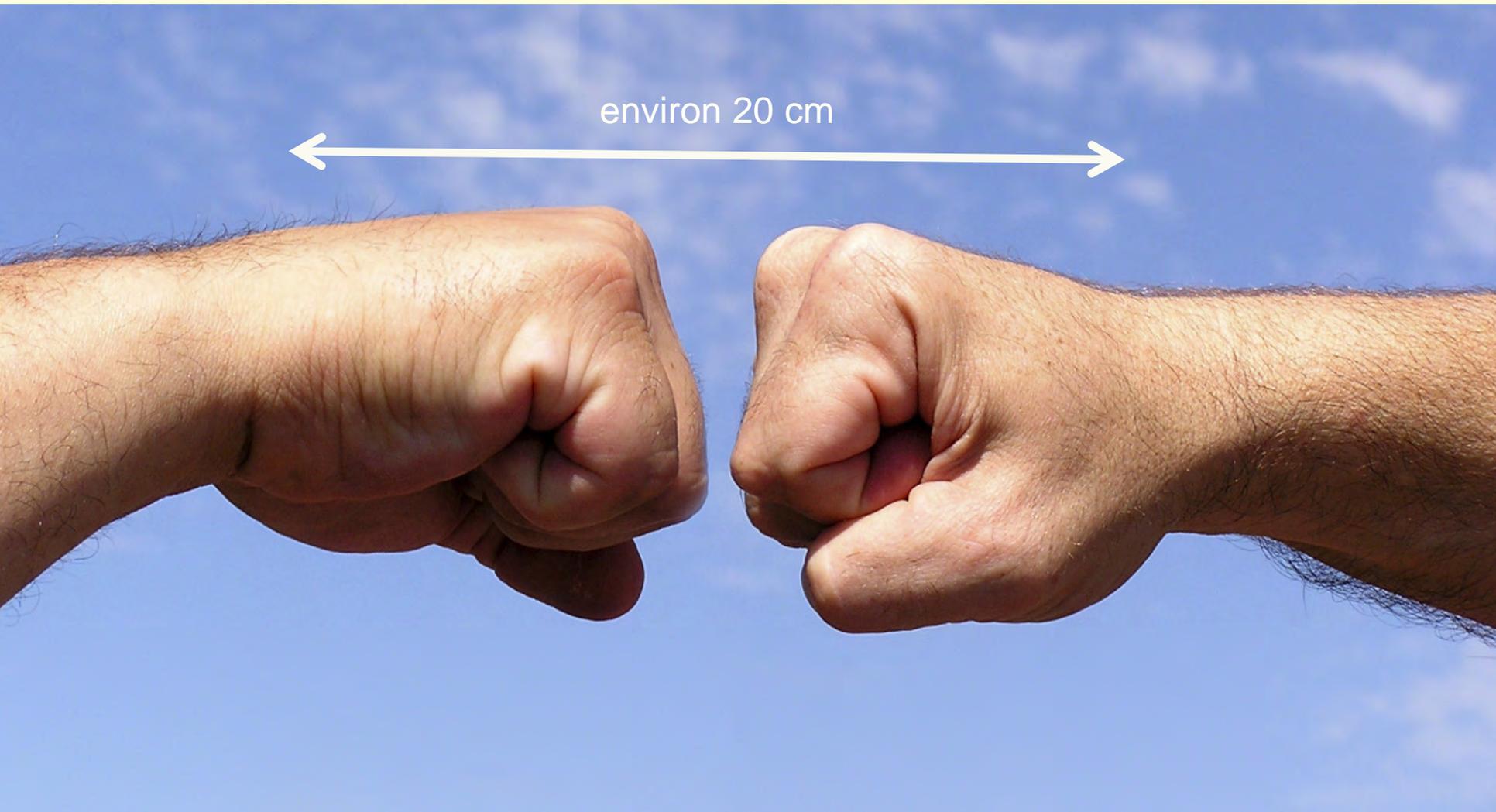


environ 1 micron

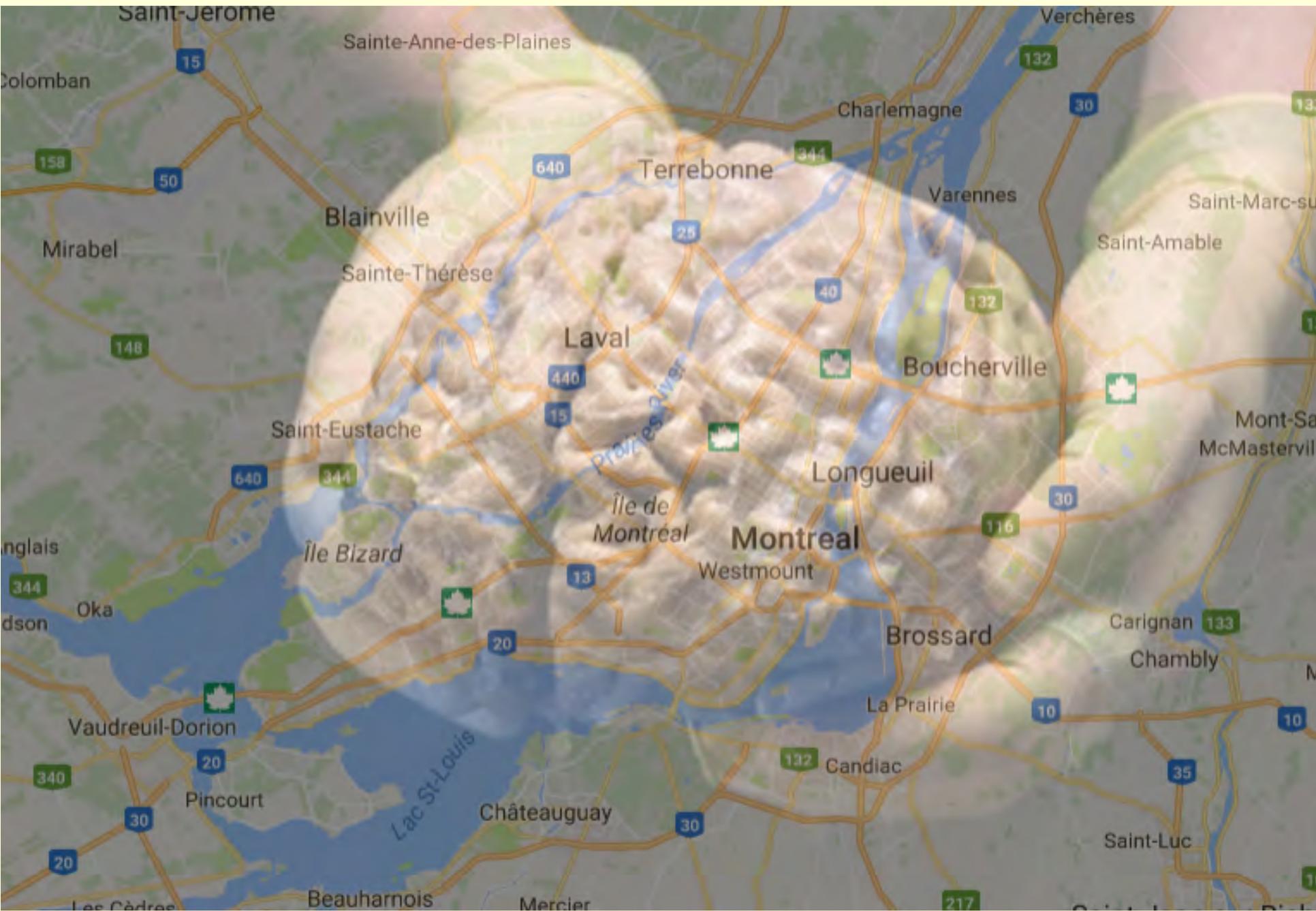


environ 20 cm

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

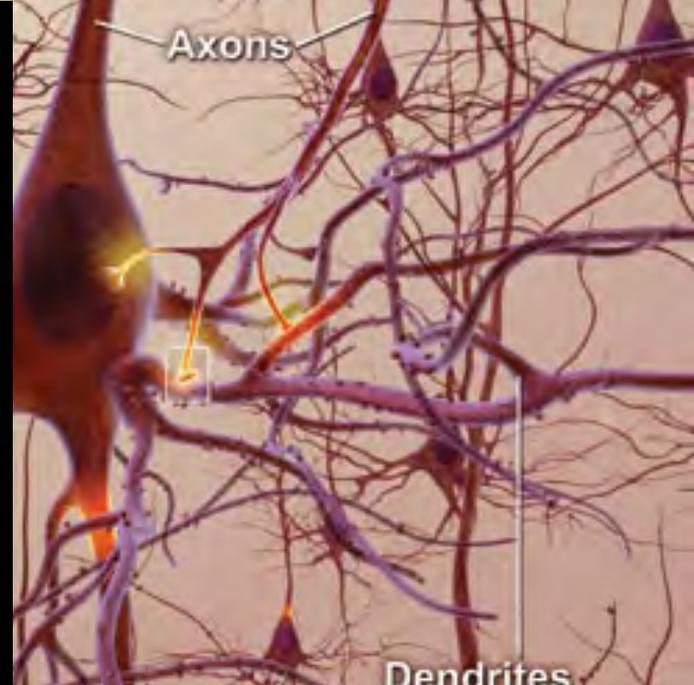


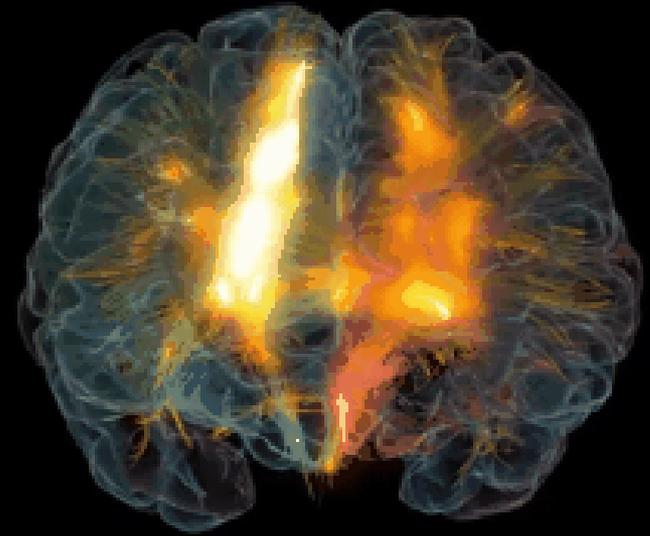
Alors : $0,2 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} / 0,000\ 001 \text{ m} = 40\ 000 \text{ m} = \mathbf{40 \text{ km}}$



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

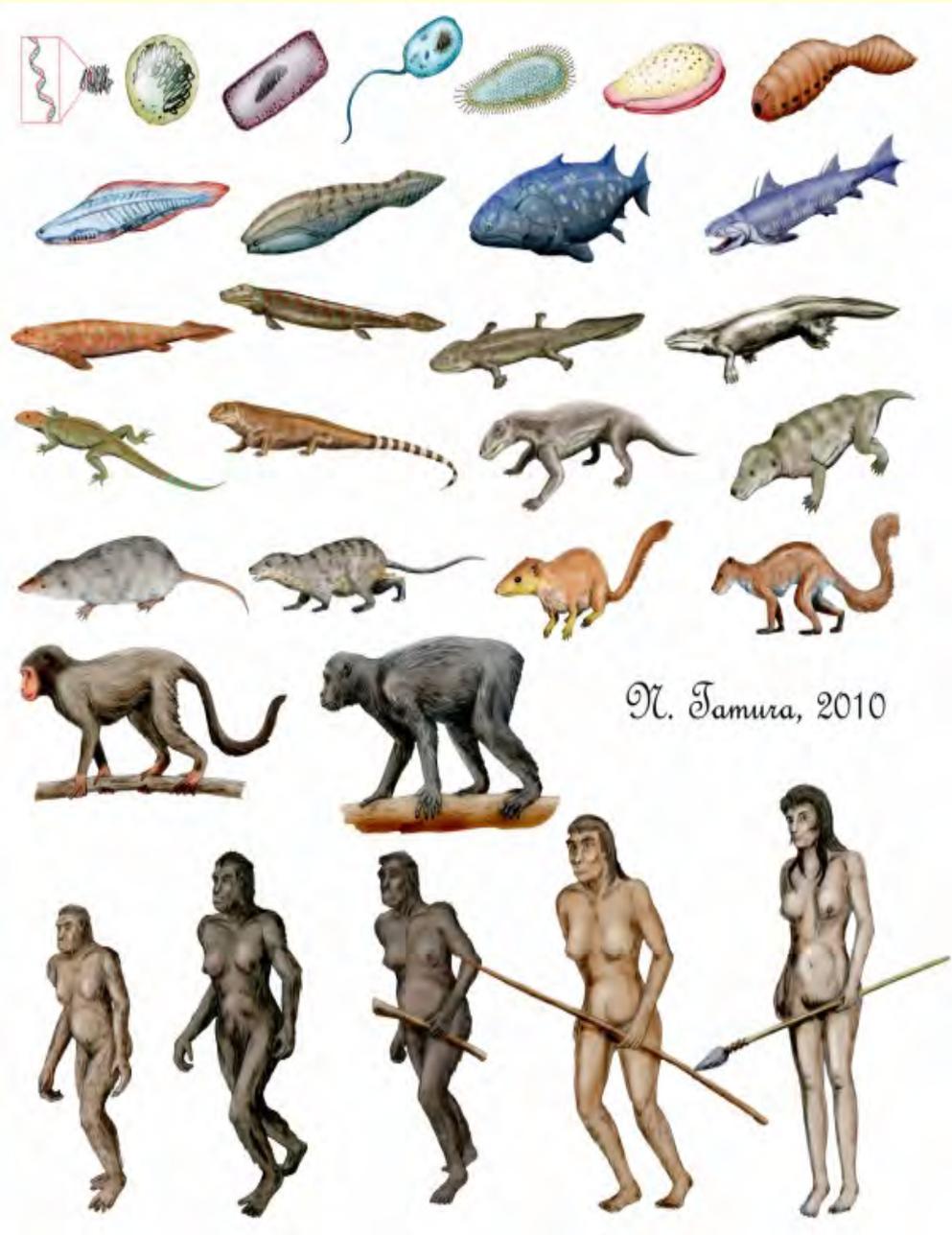
on a estimé
qu'on pourrait
faire plus de
**4 fois le tour
de la Terre**
avec le contenu
d'un seul cerveau
humain !











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

- Theodosius Dobzhansky
(1900-1975)



Plan

(3 blocs d'environ 20 minutes entrecoupés d'échanges)

- 1) Évolution, perception et action**
- 2) Plasticité et processus dynamiques**
- 3) Liens cerveau, corps et environnement**

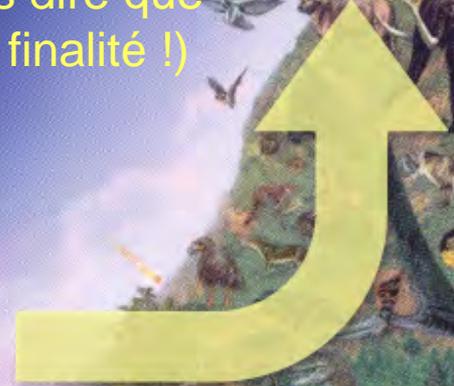


Croissance de complexité

(ce qui ne veut pas dire que
l'humain en soit la finalité !)



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



Évolution cosmique, chimique et biologique



(Crédit : modifié de Robert Lamontagne)

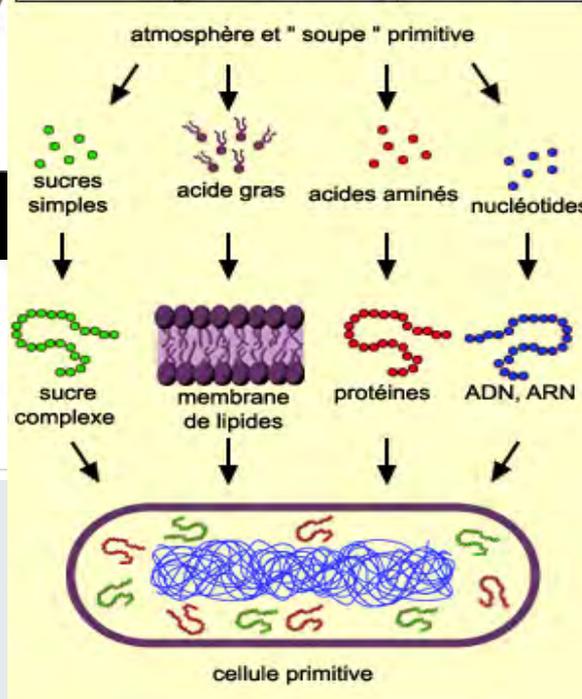
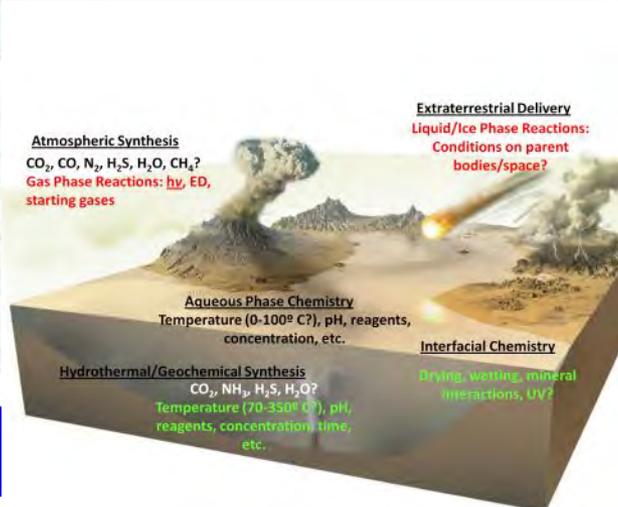


Croissance de complexité

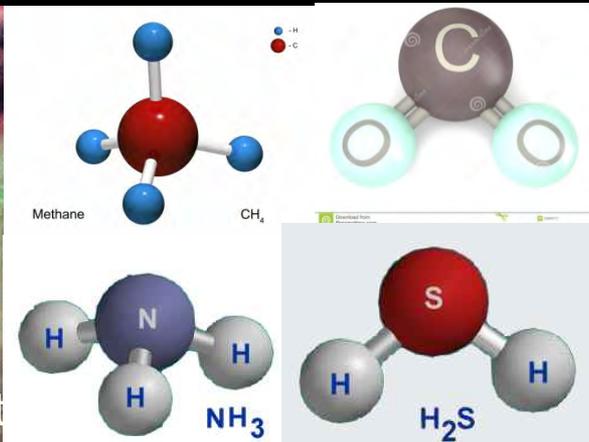
(ce qui ne veut pas dire que l'humain en soit la finalité !)

Tableau Périodique des Éléments

1 H																		18 He	
2 He																		10 Ne	
3 Li												10 Ar				18 Kr			
4 Be												18 Kr				36 Xe			
5 B												36 Xe				54 Rn			
6 C												54 Rn				86 Rn			
7 N												86 Rn				118 Og			
8 O												118 Og							
9 F																			
10 Ne																			
11 Na																			
12 Mg																			
13 Al																			
14 Si																			
15 P																			
16 S																			
17 Cl																			
18 Ar																			
19 K																			
20 Ca																			
21 Sc																			
22 Ti																			
23 V																			
24 Cr																			
25 Mn																			
26 Fe																			
27 Co																			
28 Ni																			
29 Cu																			
30 Zn																			
31 Ga																			
32 Ge																			
33 As																			
34 Se																			
35 Br																			
36 Kr																			
37 Rb																			
38 Sr																			
39 Y																			
40 Zr																			
41 Nb																			
42 Mo																			
43 Tc																			
44 Ru																			
45 Rh																			
46 Pd																			
47 Ag																			
48 Cd																			
49 In																			
50 Sn																			
51 Sb																			
52 Te																			
53 I																			
54 Xe																			
55 Cs																			
56 Ba																			
57 La																			
58 Ce																			
59 Pr																			
60 Nd																			
61 Pm																			
62 Sm																			
63 Eu																			
64 Gd																			
65 Tb																			
66 Dy																			
67 Ho																			
68 Er																			
69 Tm																			
70 Yb																			
71 Lu																			
72 Hf																			
73 Ta																			
74 W																			
75 Re																			
76 Os																			
77 Ir																			
78 Pt																			
79 Au																			
80 Hg																			
81 Tl																			
82 Pb																			
83 Bi																			
84 Po																			
85 At																			
86 Rn																			
87 Fr																			
88 Ra																			
89 Ac																			
90 Th																			
91 Pa																			
92 U																			
93 Np																			
94 Pu																			
95 Am																			
96 Cm																			
97 Bk																			
98 Cf																			
99 Es																			
100 Fm																			
101 Md																			
102 No																			
103 Lr																			
104 Rf																			
105 Db																			
106 Sg																			
107 Bh																			
108 Hs																			
109 Mt																			
110 Ds																			
111 Rg																			
112 Uub																			
113 Uut																			
114 Uuq																			
115 Uup																			
116 Uuh																			
117 Uuq																			
118 Uuo																			



Évolution cosmique, chimique



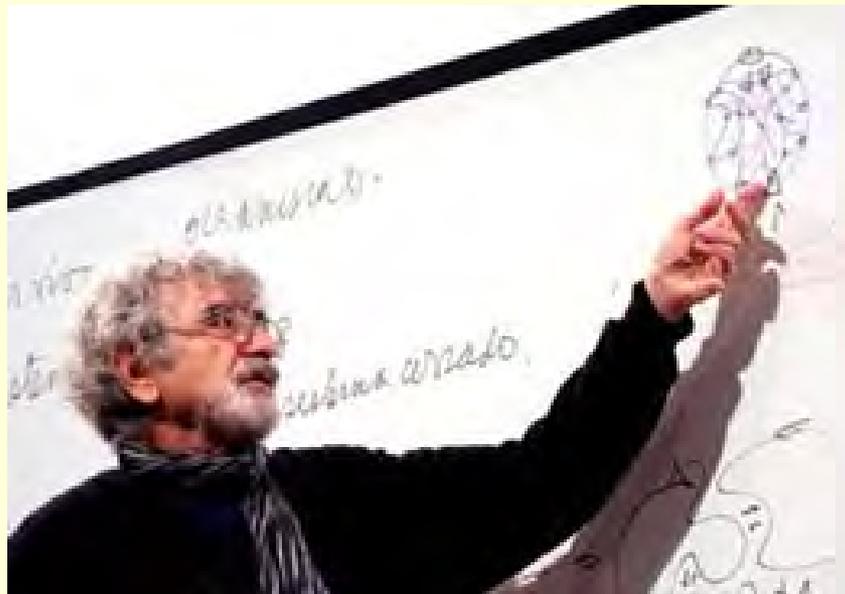
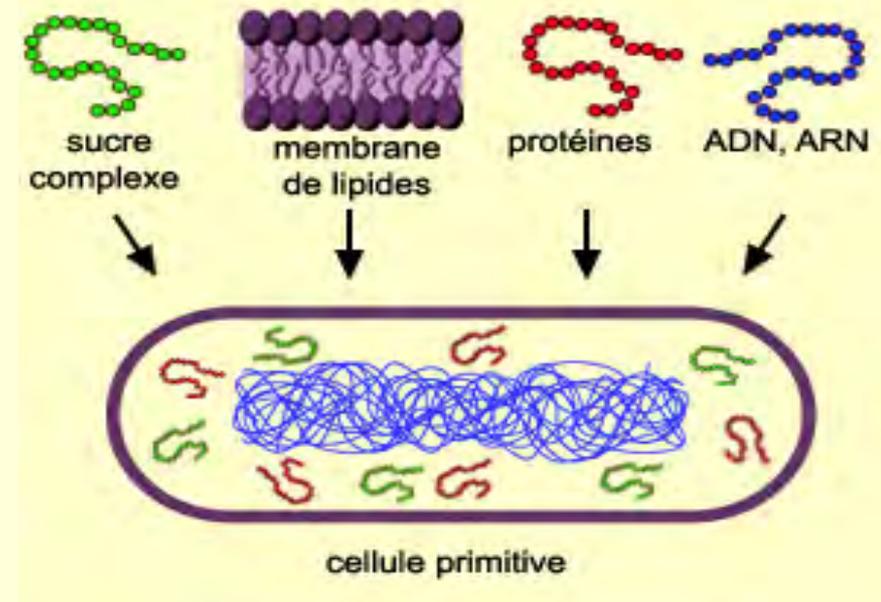
(Crédit : modifié de Robert Lamont)

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

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

élaborée par Humberto Maturana et Francisco Varela

dans les années 1970.

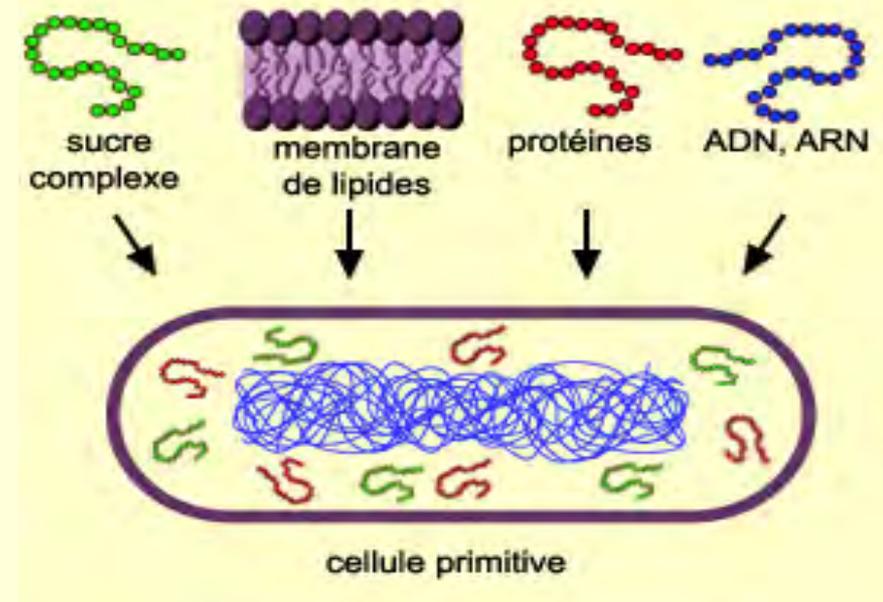


Pour comprendre ce qu'est une **cellule vivante**,

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

élaborée par Humberto Maturana et Francisco Varela

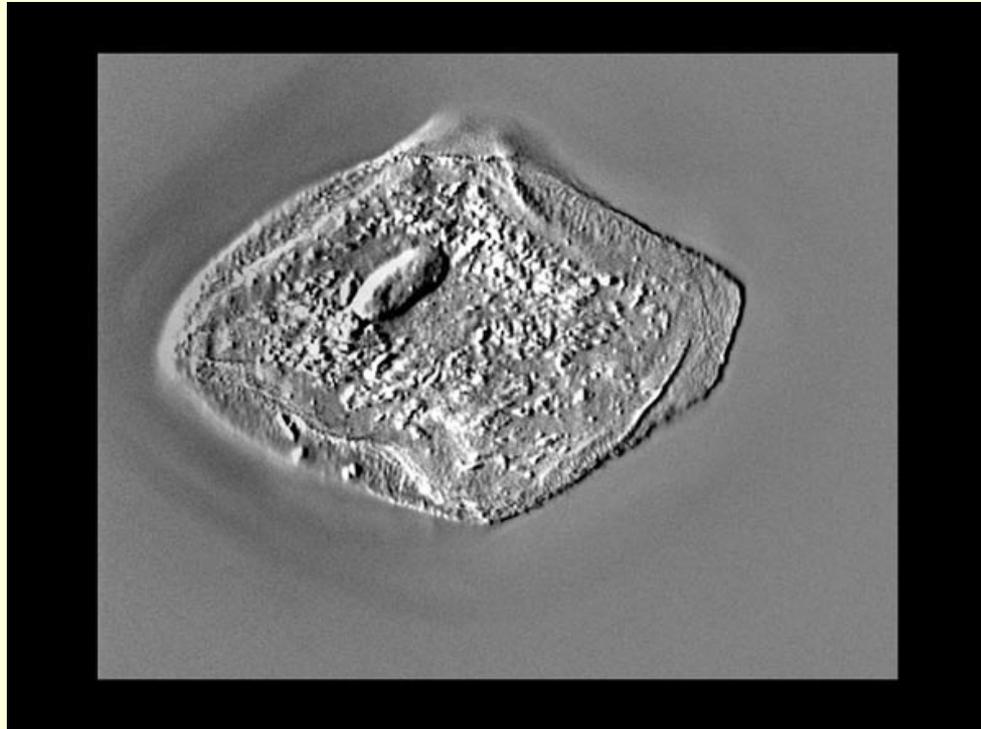
dans les années 1970.



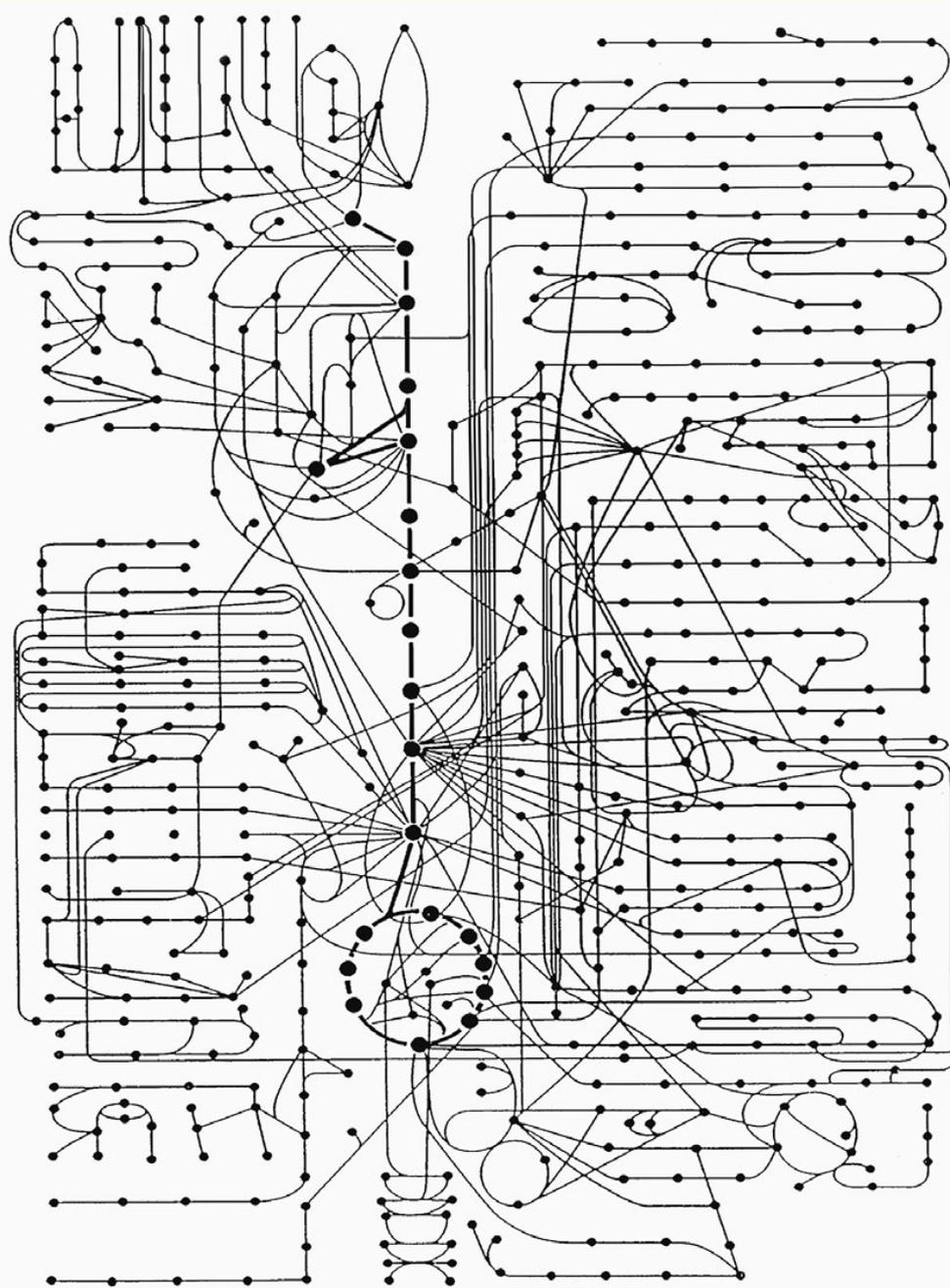
« Notre proposition est que les être vivants sont caractérisés par le fait que, littéralement, ils sont continuellement en train de **s'auto-produire**. »

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

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



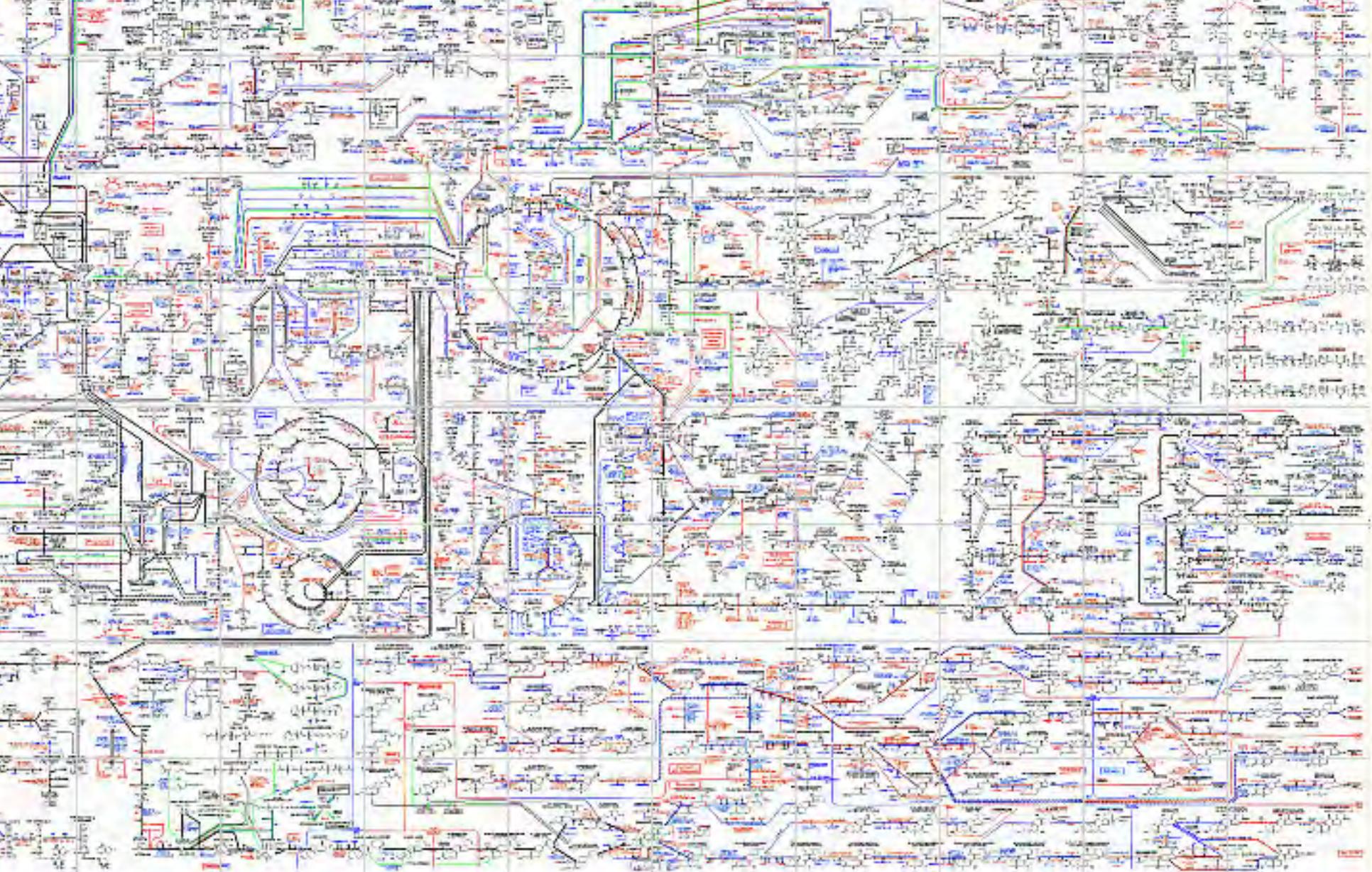
An image of a human buccal epithelial cell obtained using Differential Interference Contrast (DIC) microscopy
(www.canisius.edu/biology/cell_imaging/gallery.asp)



« un réseau »...

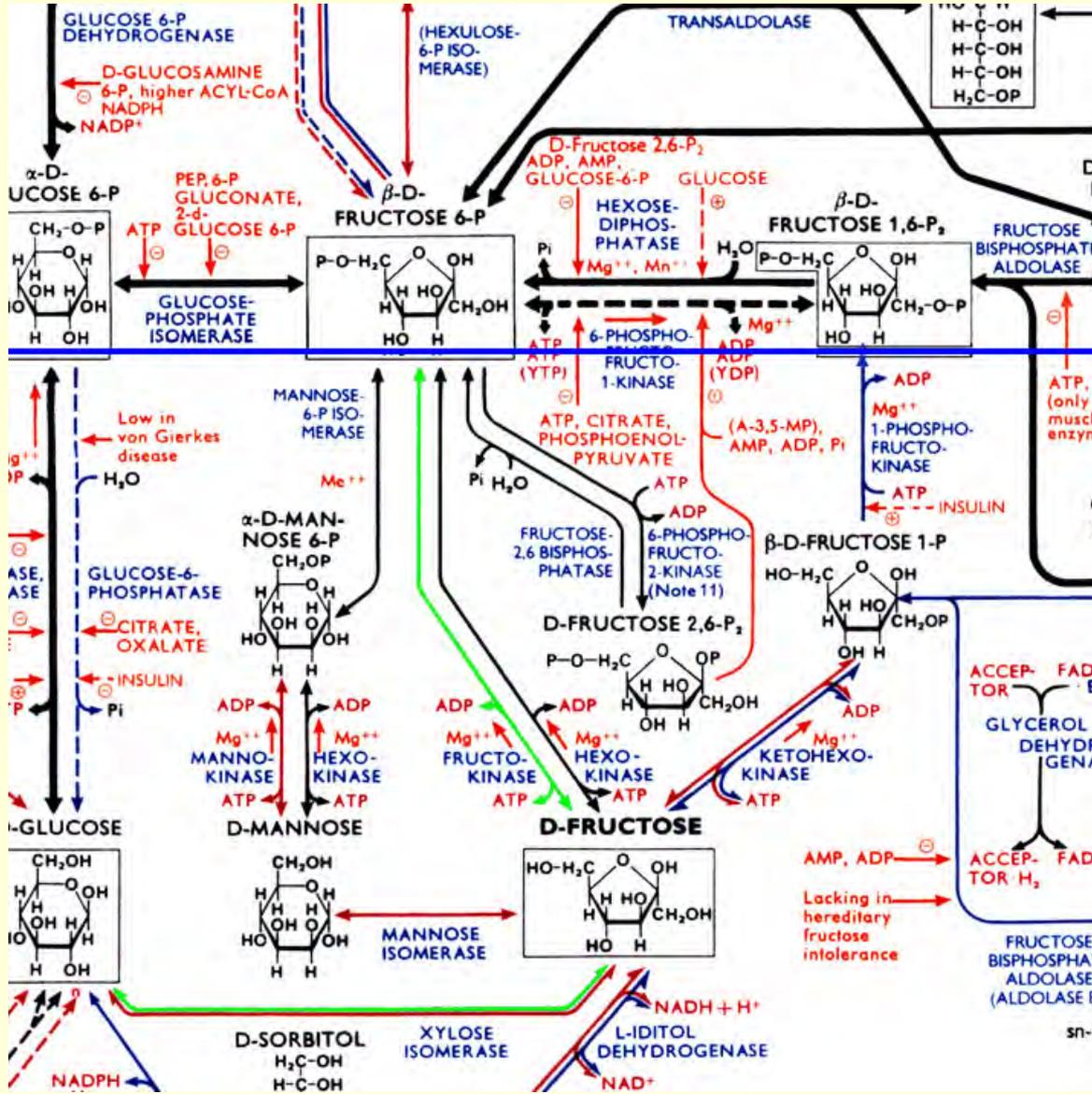
= des éléments qui entretiennent des relations

Et dans ce réseau, il y a **constance de la structure** générale malgré le changement de ses éléments constitutants.

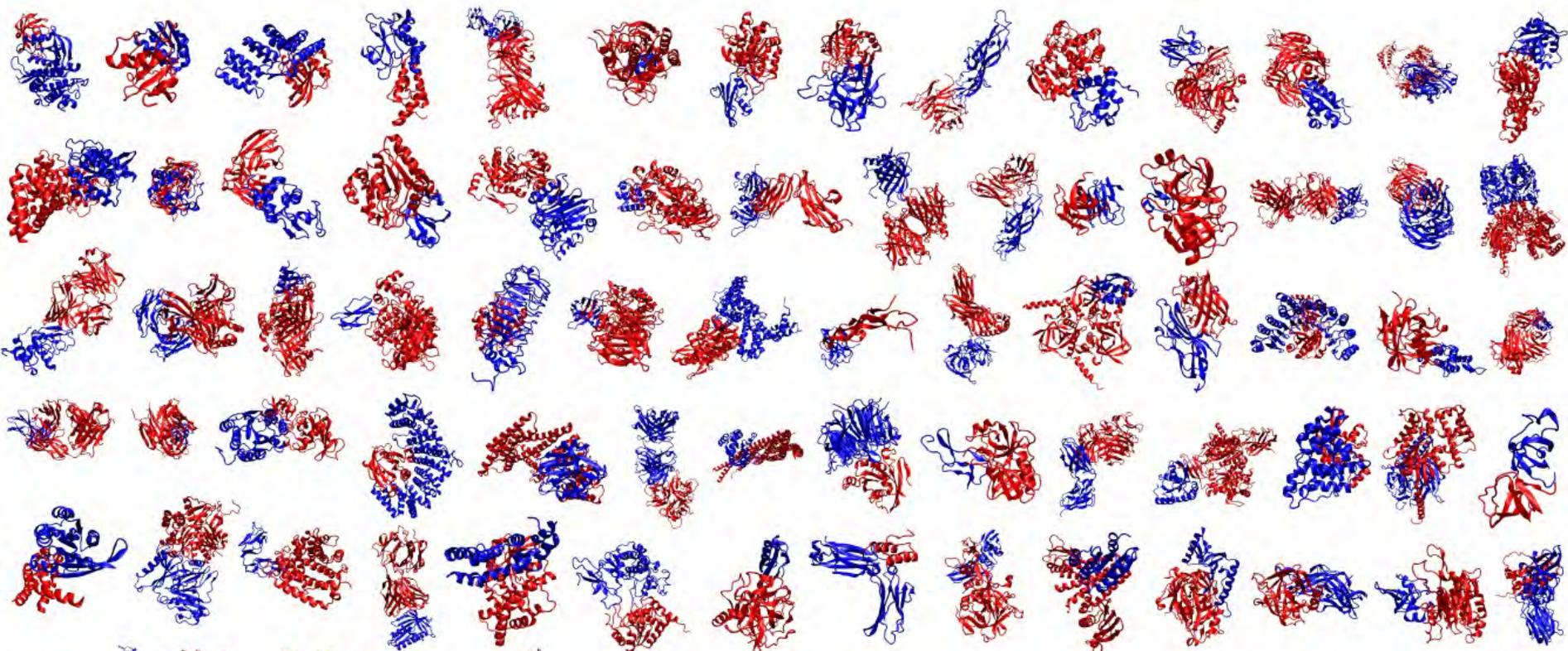
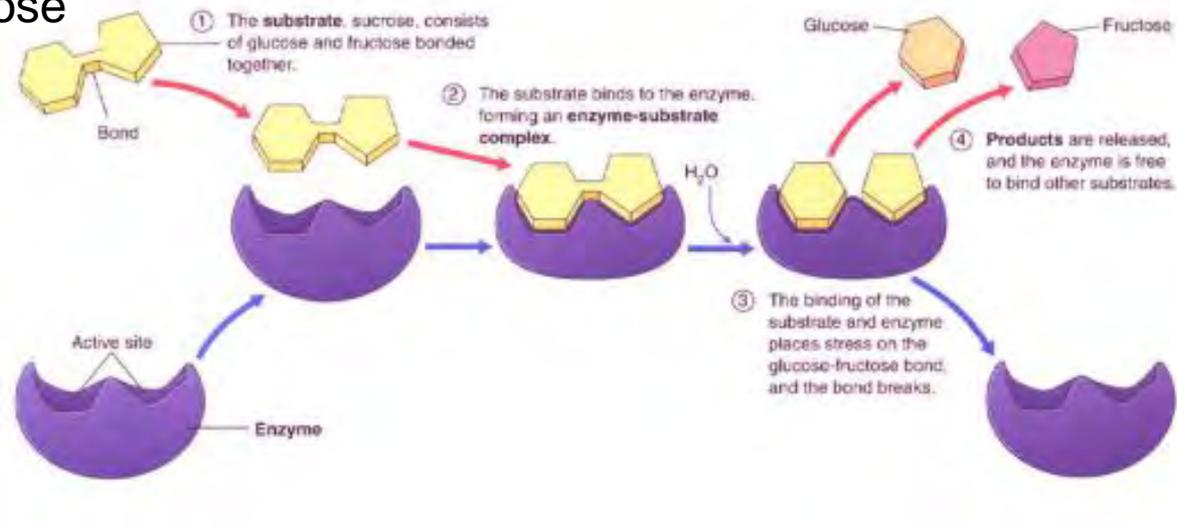


« un réseau complexe »... = cascades de réactions biochimiques dans une cellule

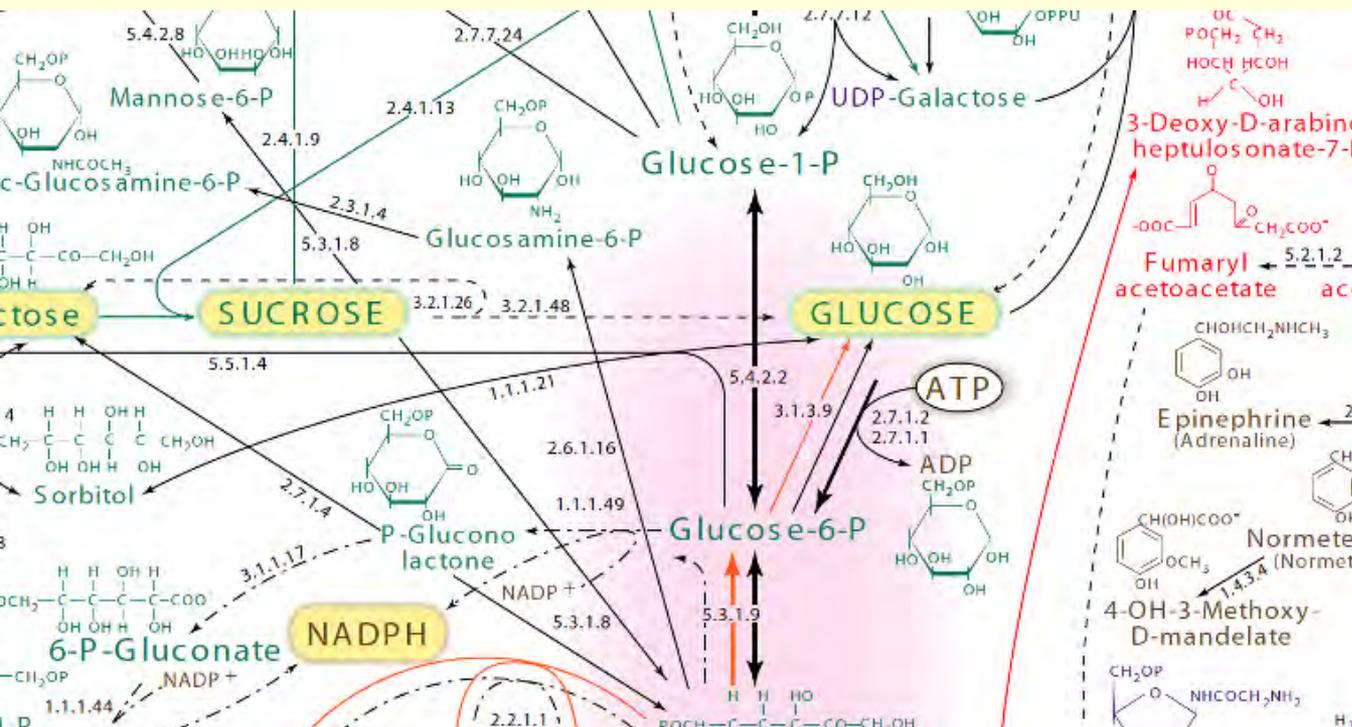
« un réseau complexe d'éléments »... : enzymes (protéines), ADN, etc.



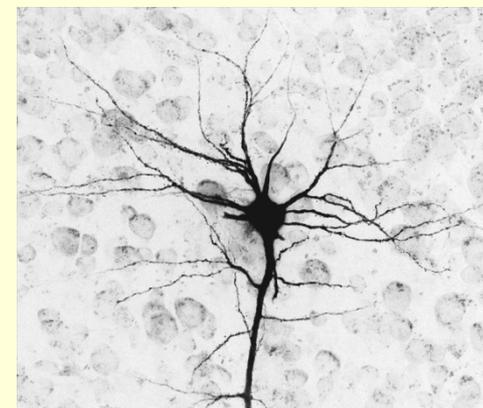
sucrose



« un réseau complexe d'éléments »... : enzymes (protéines), ADN, etc.



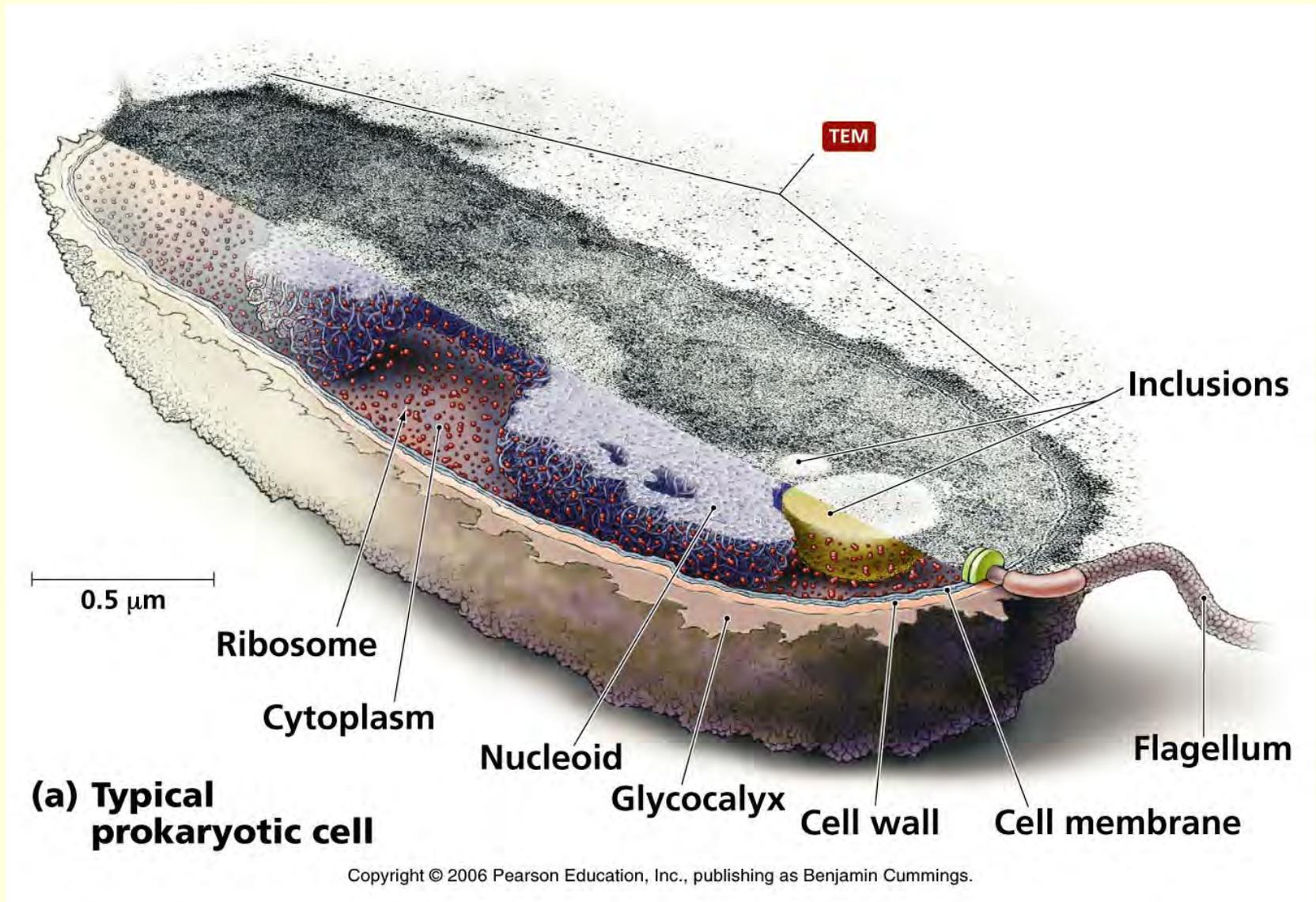
..qui régénèrent constamment, par leurs interactions et transformations, le réseau qui les a produits.



Car encore aujourd'hui, chaque cellule de votre cerveau a un tel métabolisme.

« Pas de métabolisme, pas de cellules.
 Pas de cellules, pas de neurones.
 Pas de neurones, pas de cerveaux.
 Pas de cerveaux, pas d'humains ! »

Les premières cellules vivante sont déjà infiniment complexes !



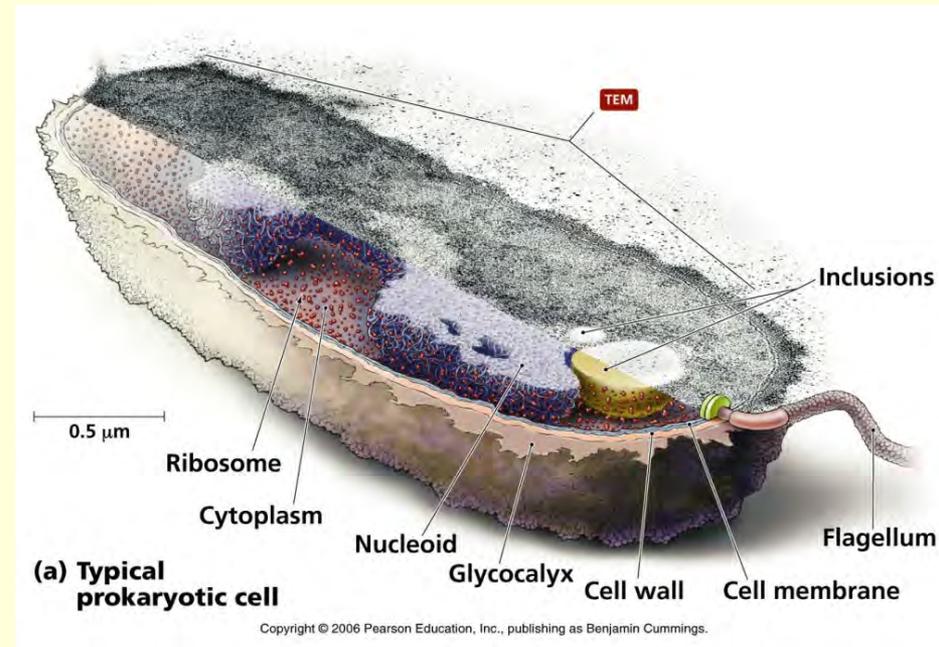
À un certain niveau d'organisation,

on voit donc apparaître un « **agent autonome** » avec une **identité** propre.

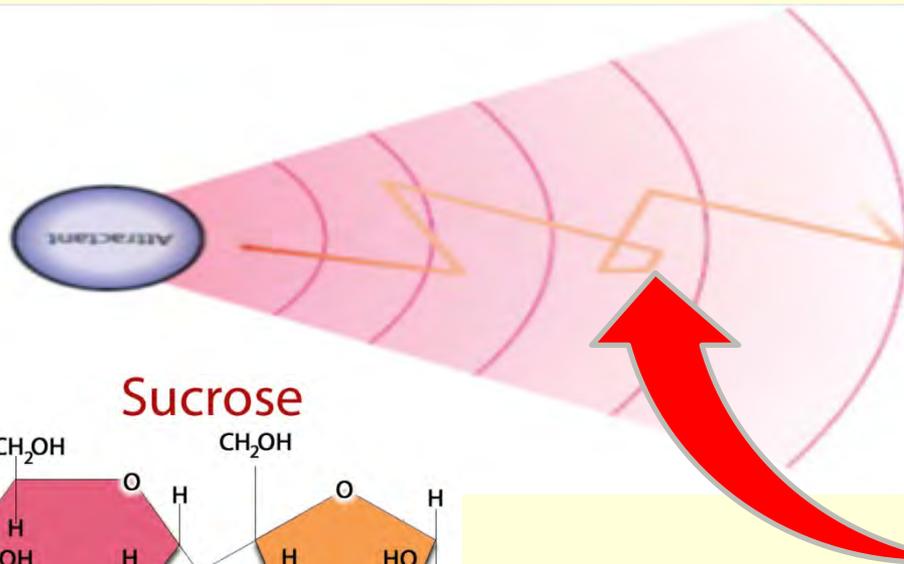
Cet agent autonome découle
d'interactions dynamiques au niveau
local (les interactions moléculaires
de son métabolisme, par exemple)

ET

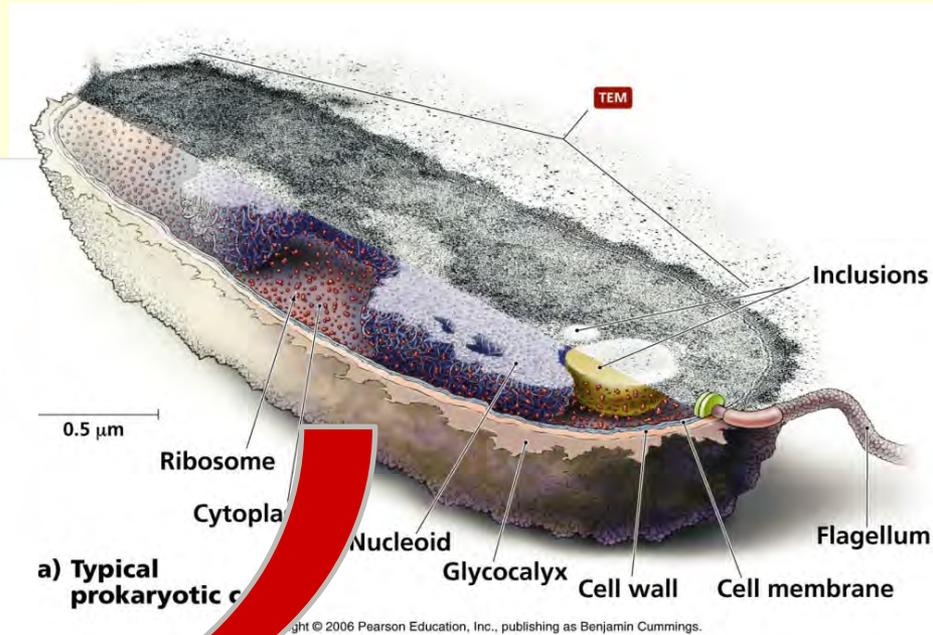
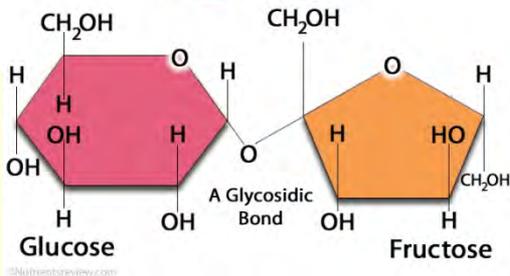
de processus émergents qui
apparaissent à un niveau **global**
(le fait d'être « vivant », par exemple)



Cet agent va aussi « créer du sens ».



Sucrose



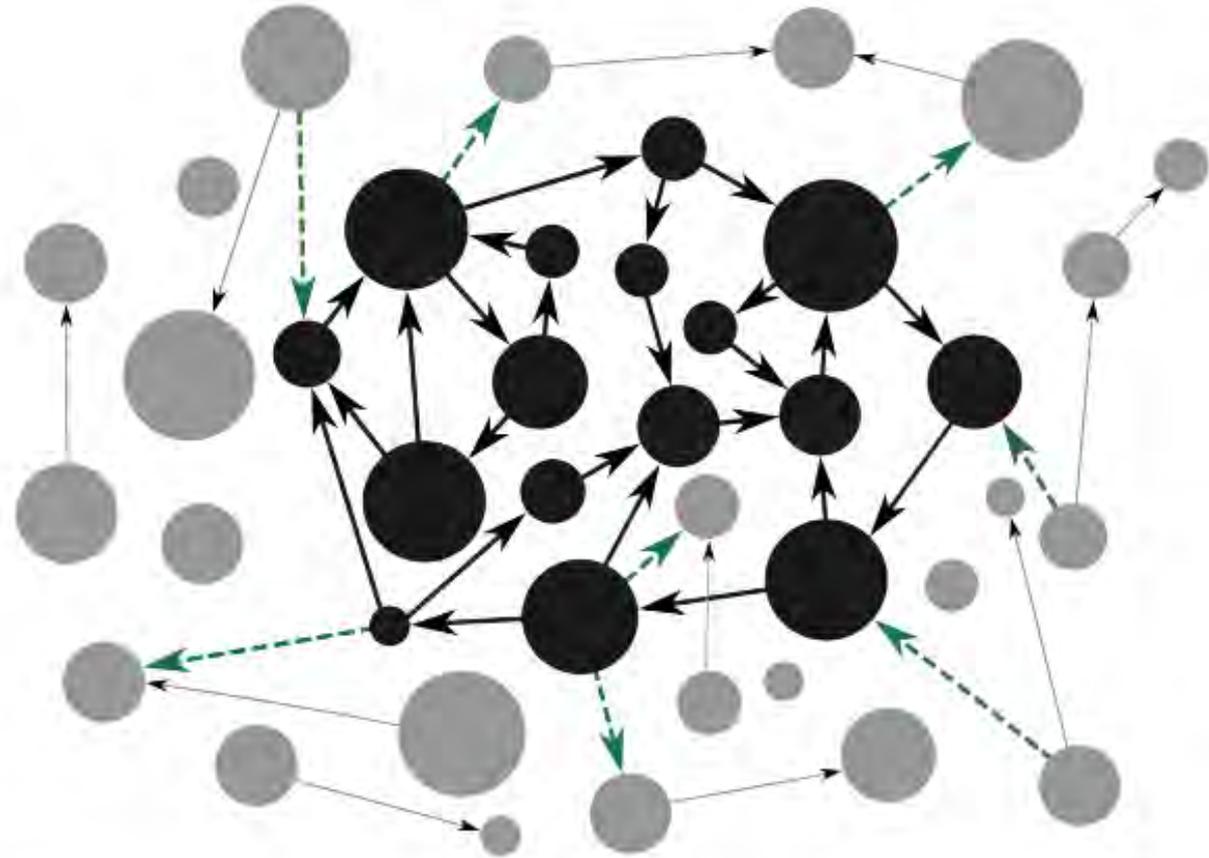
La molécule de sucrose devient un « **aliment** » pour la bactérie parce que celle-ci a les enzymes qu'il faut pour lui soutirer de l'énergie.

En noir : une cellule

dont les différentes
composantes
moléculaires
interagissent
localement et
préférentiellement
entre elles

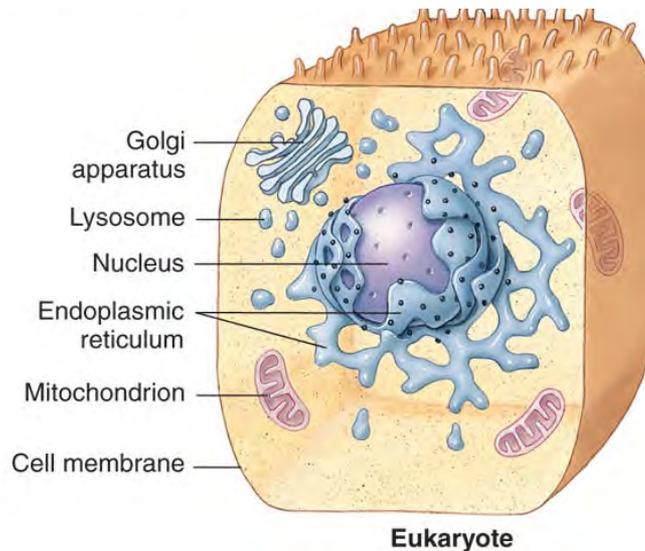
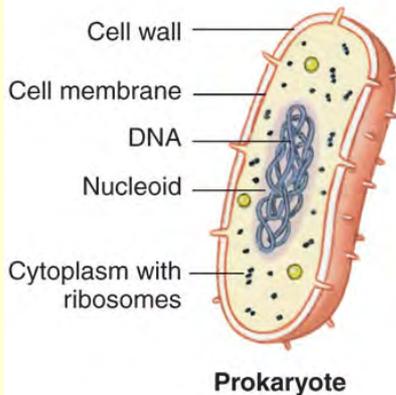
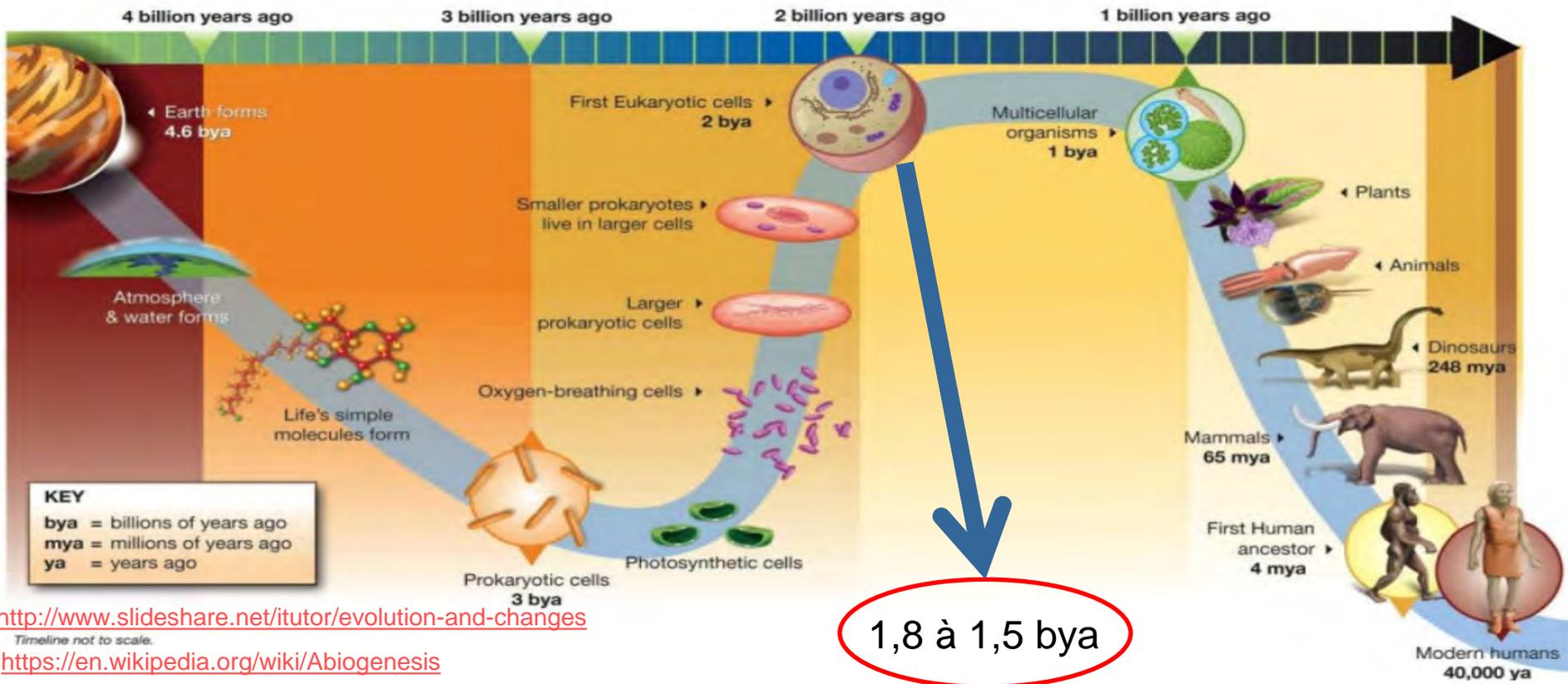
(mais c'est
un « système ouvert »
du point de vue
thermodynamique,

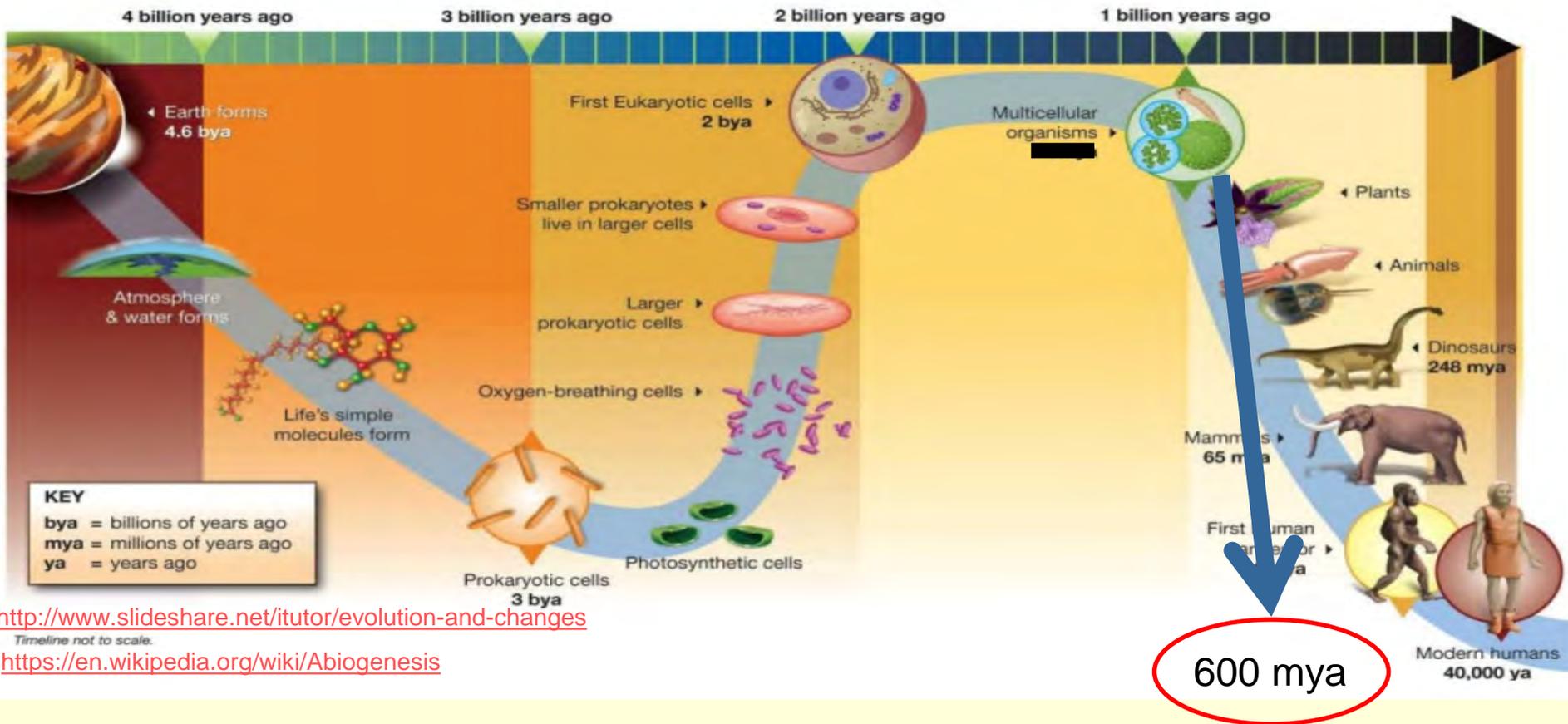
i.e. de l'énergie entre
et des « déchets »
sortent)



Copyright Ezequiel Di Paolo, 2013. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported License.
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.en_US

<http://www.gaillard-systemique.com/autopoiese-varela>



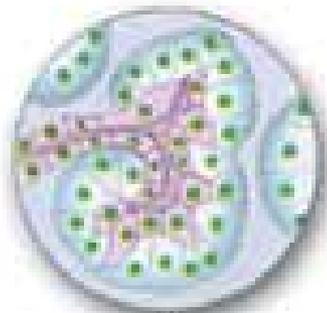


L'émergence de la vie **multicellulaire** apparaît véritablement il y a un peu plus de **600 millions d'années**

(les animaux multicellulaires les plus simples d'aujourd'hui (les éponges) seraient apparus au plus tard il y a **635 millions d'années**).



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



cellule
pancréatique



cellule
cardiaque



cellule
sanguine



cellule
pulmonaire



ovule



cellule
osseuse



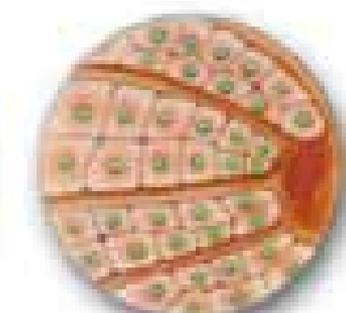
cellule
de la rate



cellule
musculaire



cellule
du cerveau

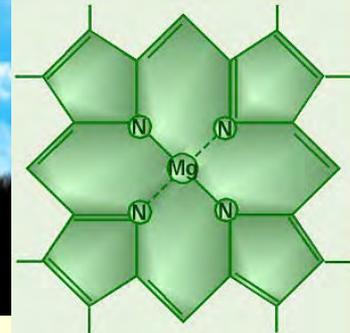
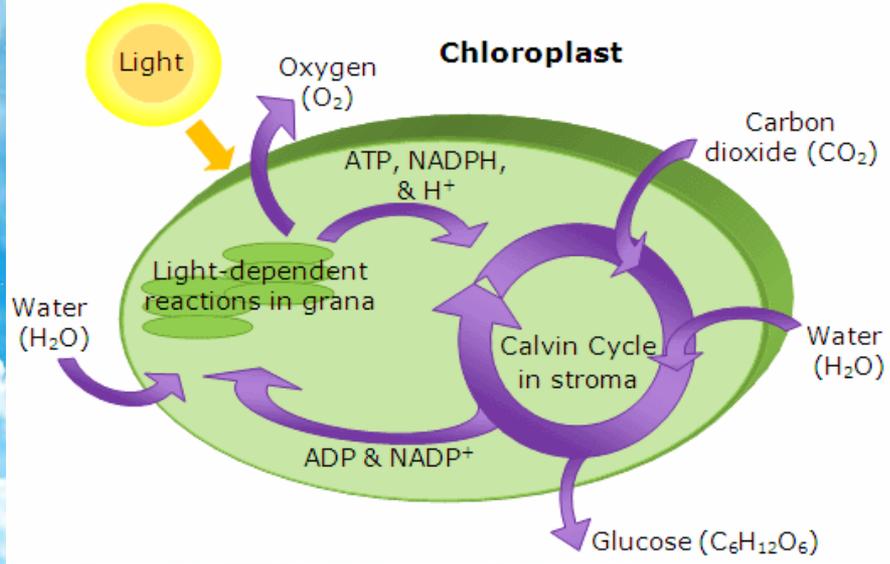
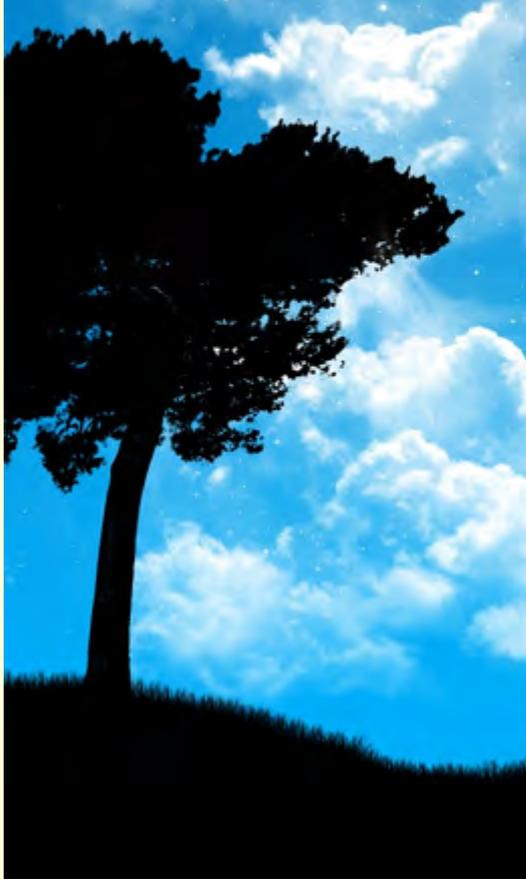


cellule
du foie



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

- Henri Laborit

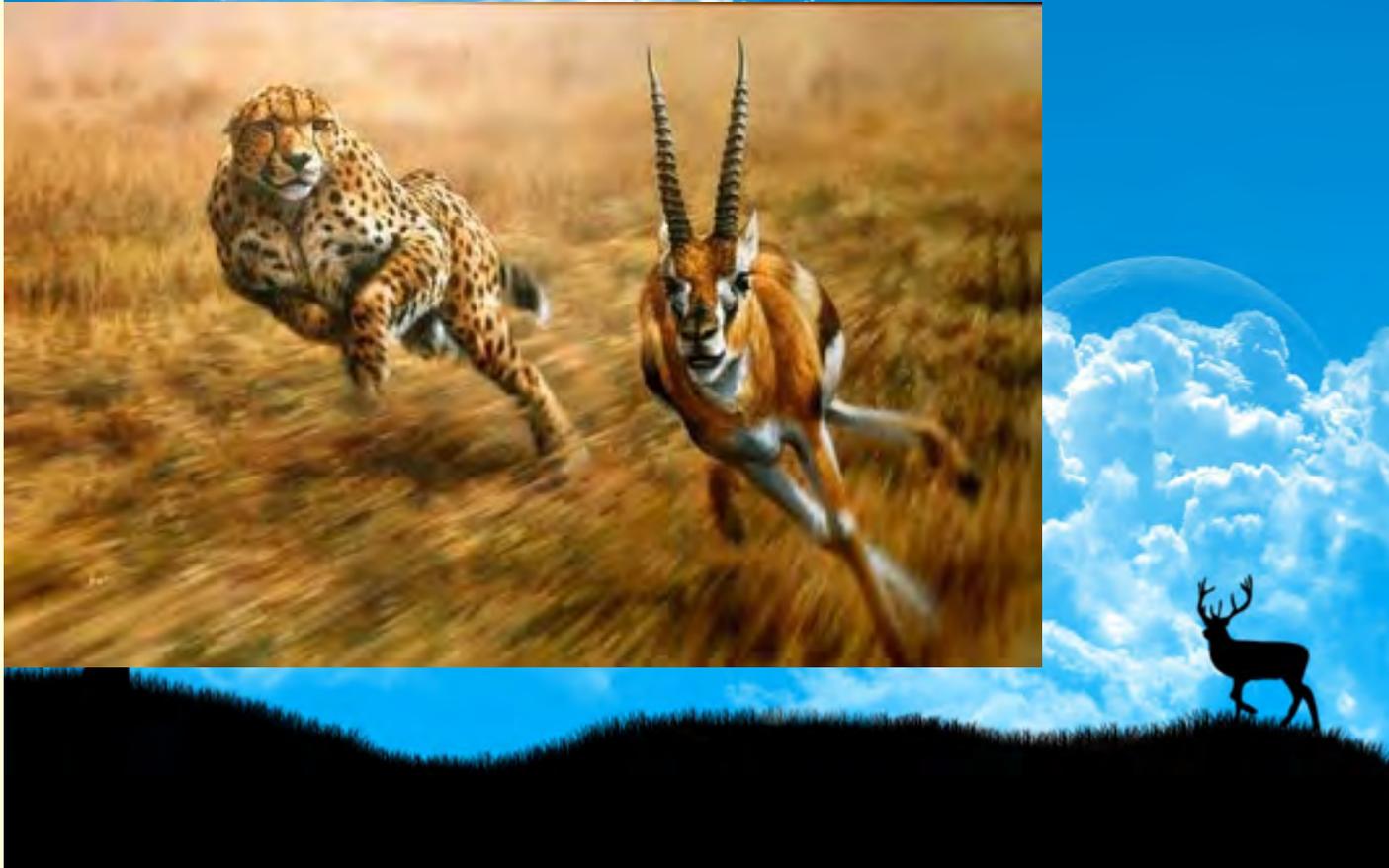


Plantes :

photosynthèse

grâce à l'énergie du soleil

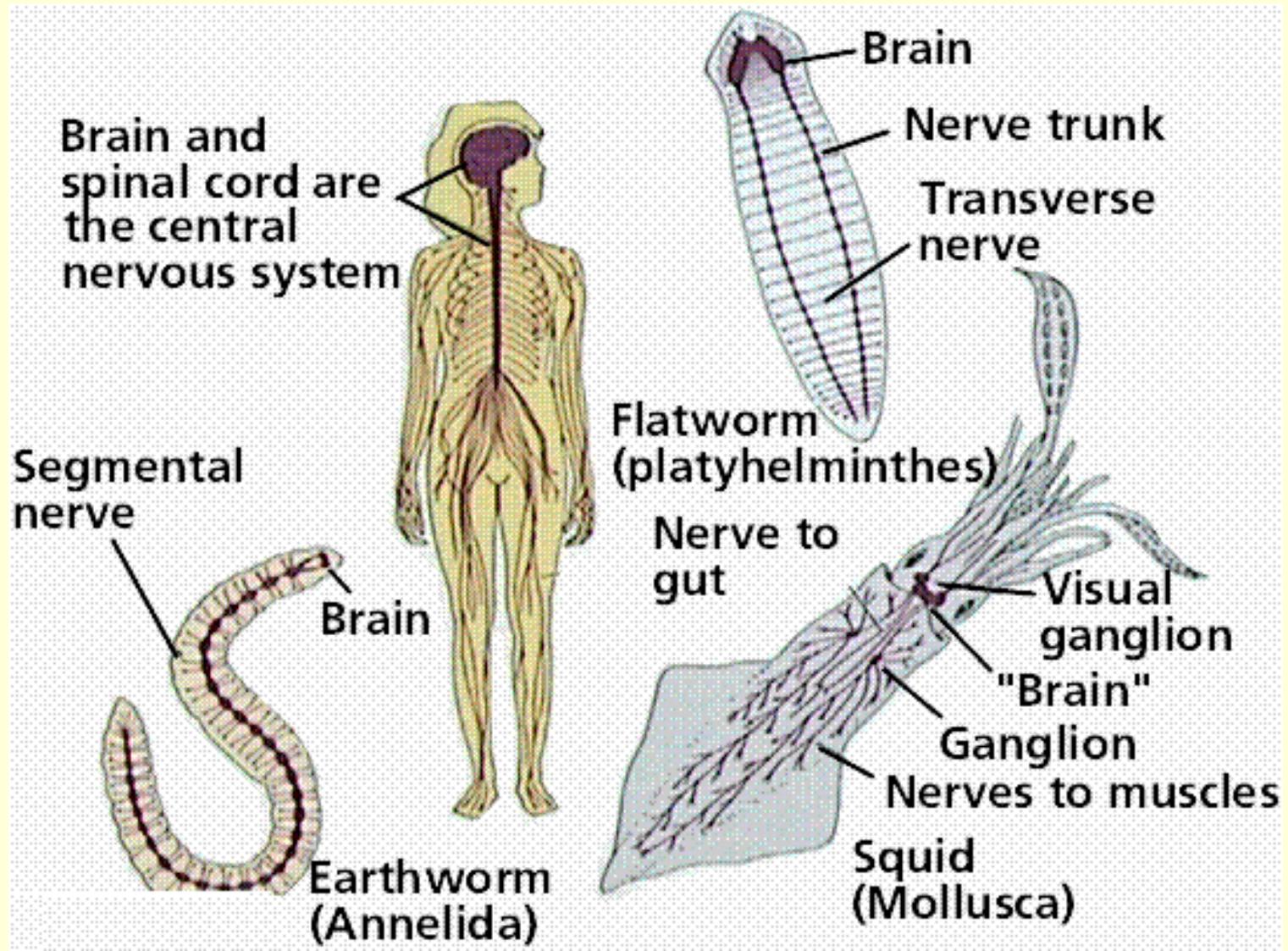




Animaux :

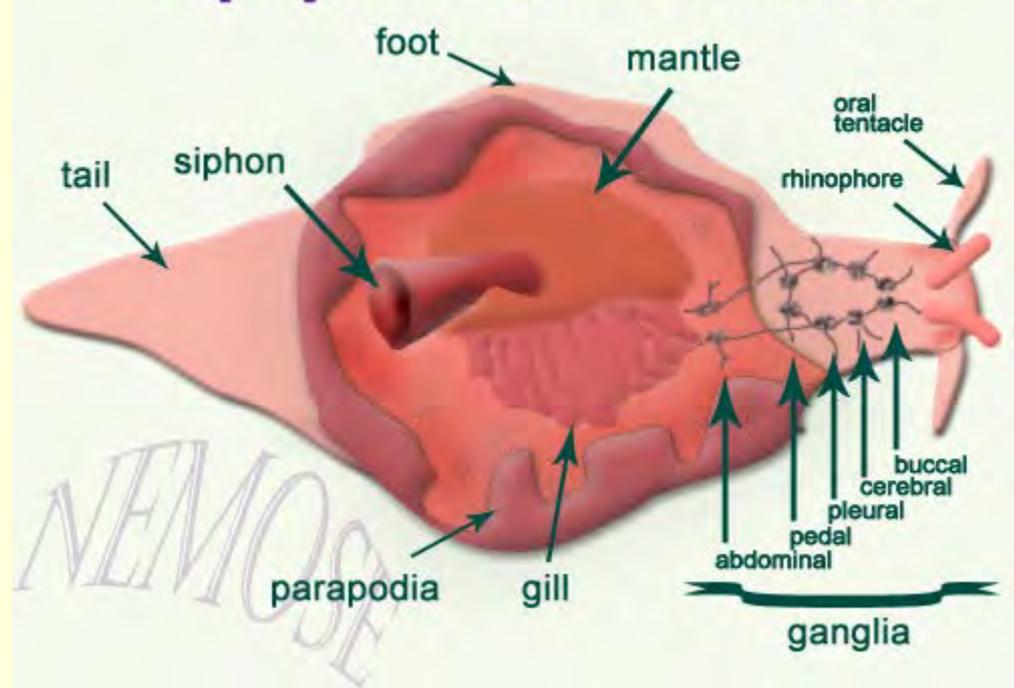
autonomie motrice
pour trouver leurs ressources
dans l'environnement

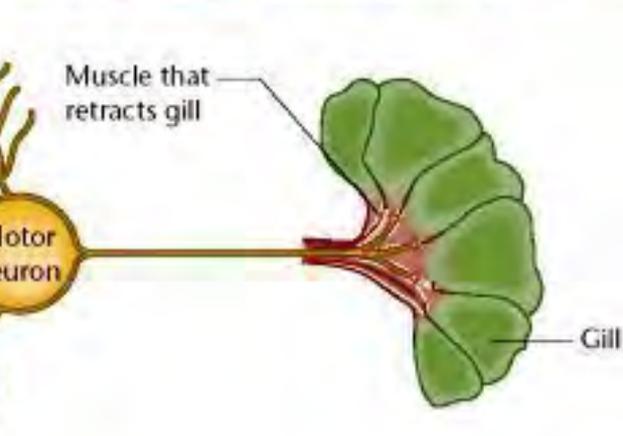
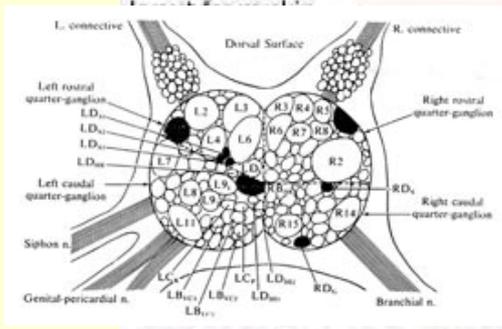
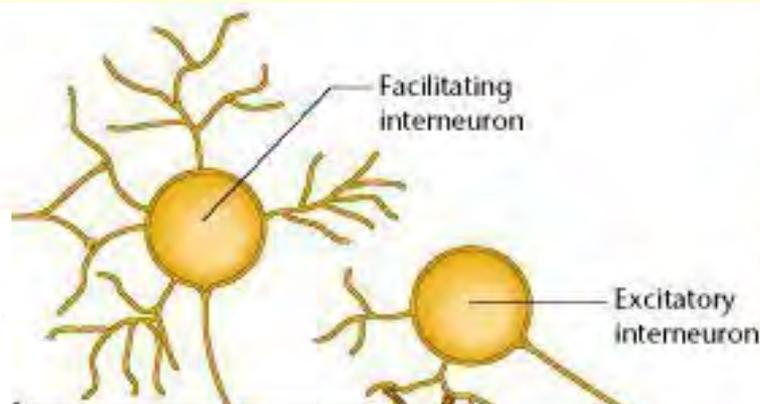
Systemes nerveux !





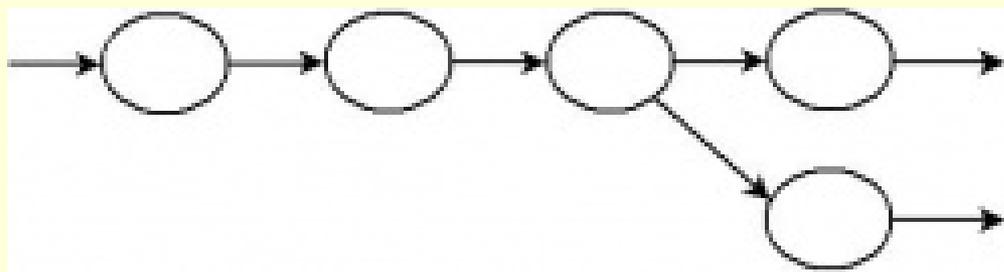
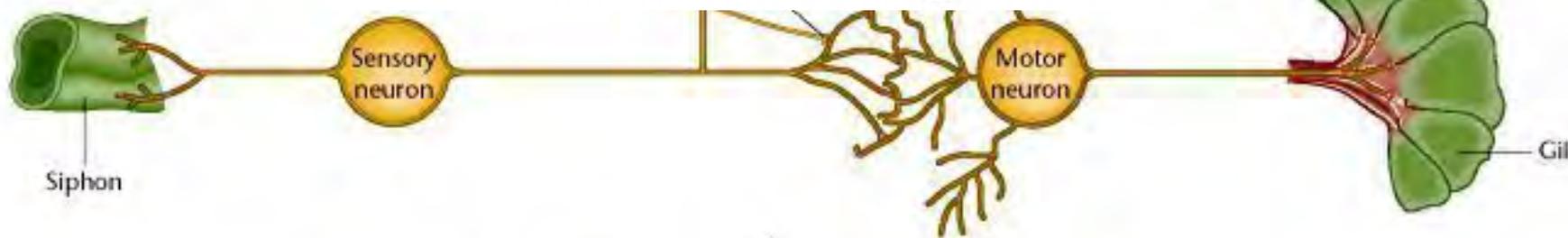
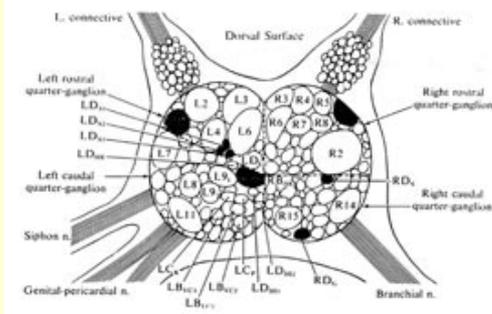
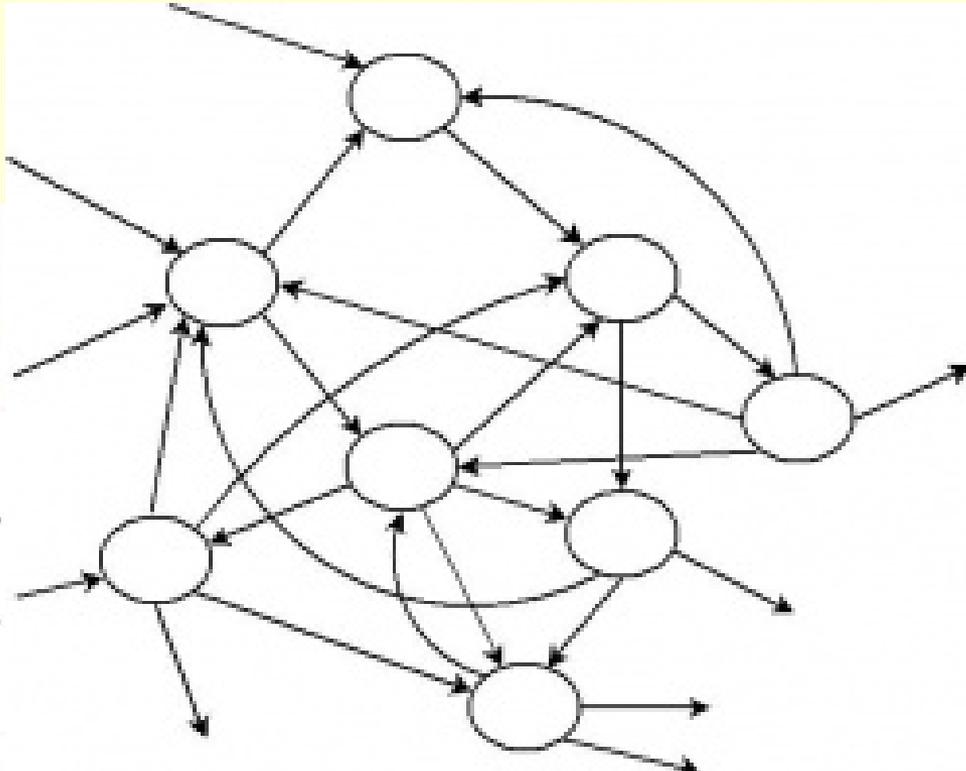
Aplysie
(mollusque marin)





Une boucle sensori - motrice

qui va permettre de **connaître** le monde et **d'agir** sur ce monde.



Et progressivement,

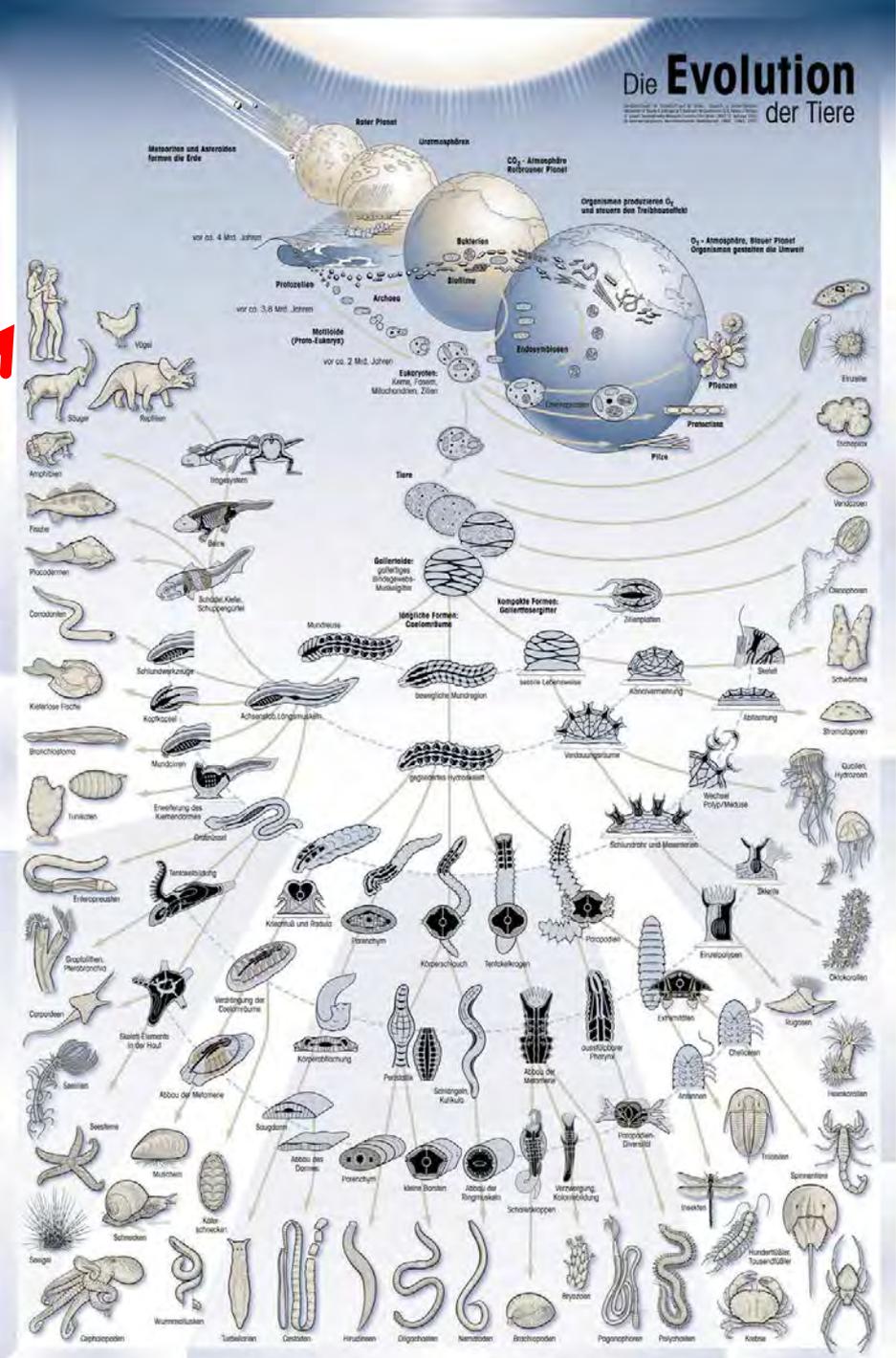
« la logique fondamentale du système nerveux [va devenir] celle d'un **couplage** entre des mouvements et un flux de modulations sensorielles de manière **circulaire**. »

- Francisco Varela, Le cercle créateur, p.126



Pendant des centaines de millions d'années, c'est donc cette boucle-sensorimotrice qui va se complexifier...

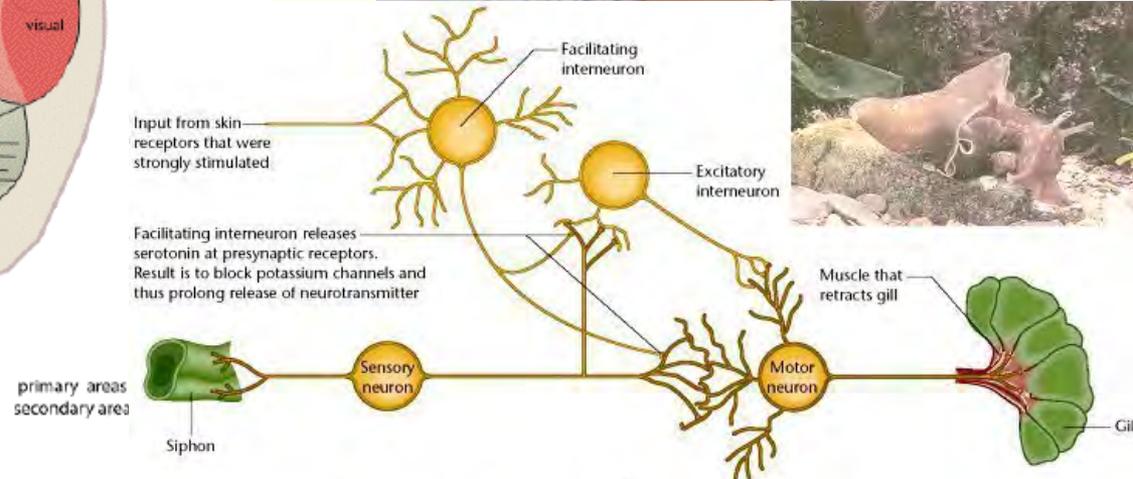
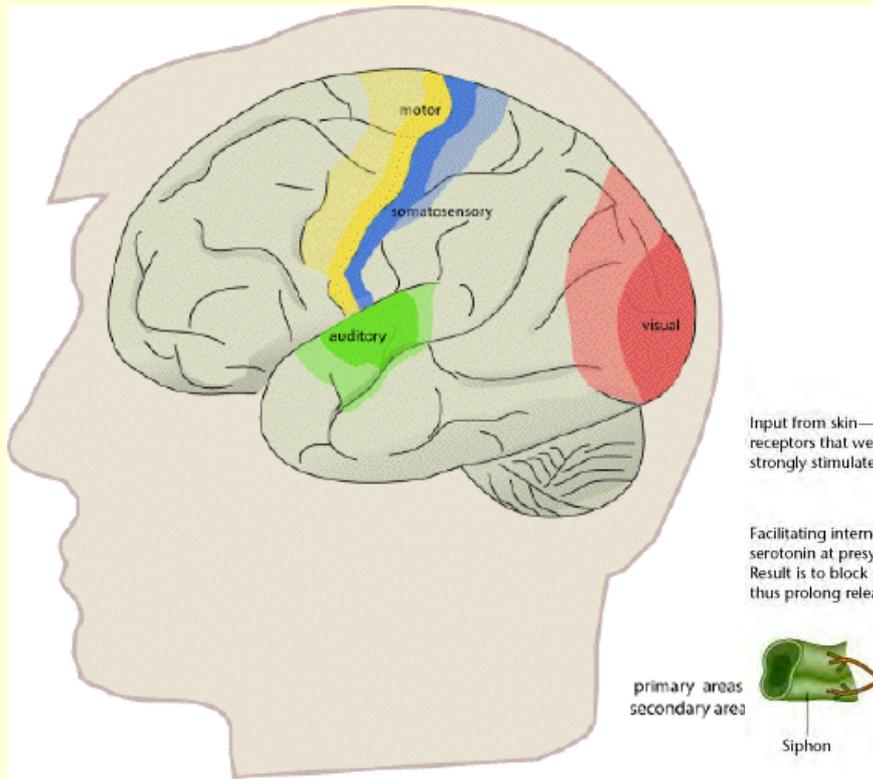
...et l'une des variantes de ce cerveau de primate sera le nôtre !

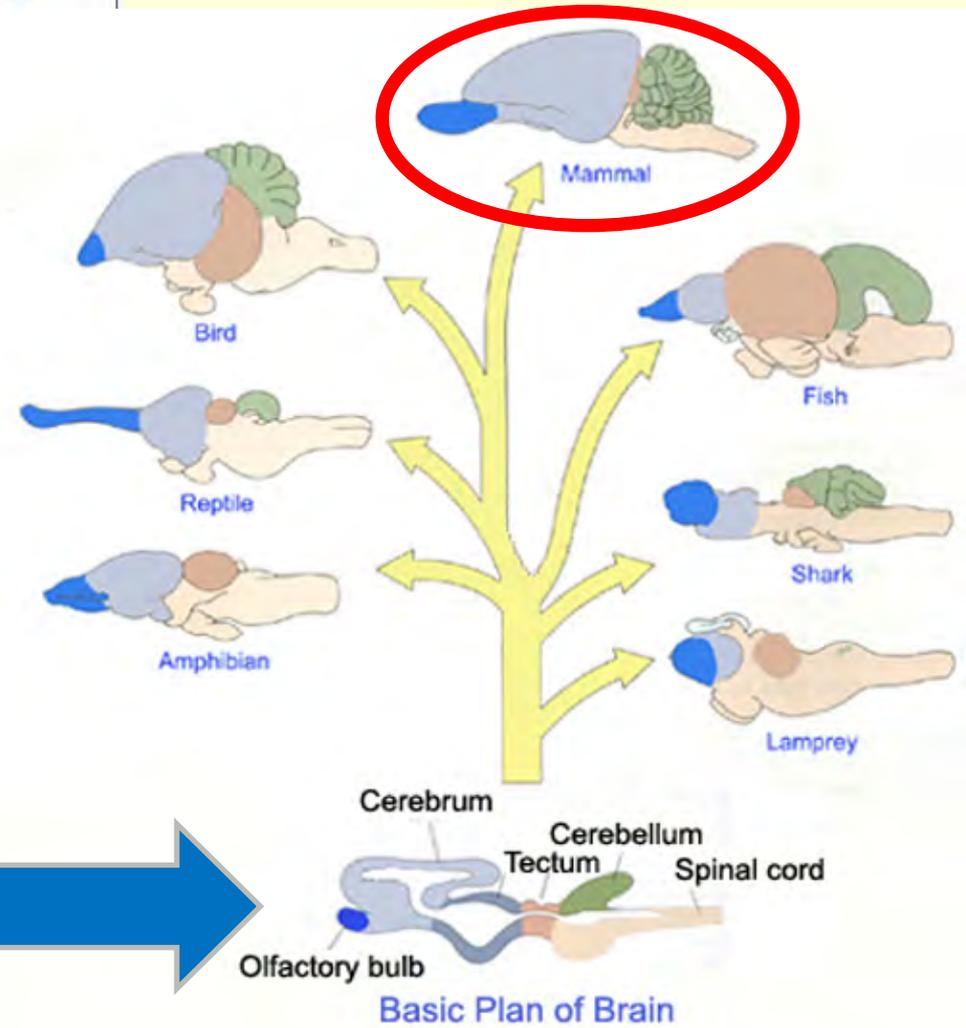
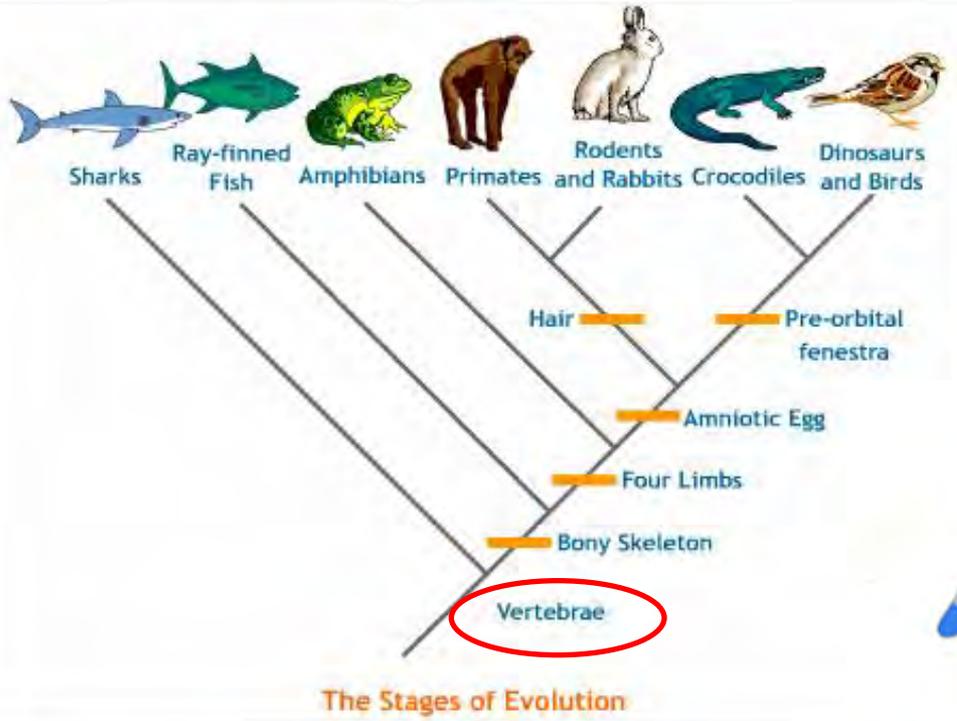


Le cerveau humain est encore construit sur cette **boucle perception – action**,

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

comme les inter-neurones de l'aplysie.



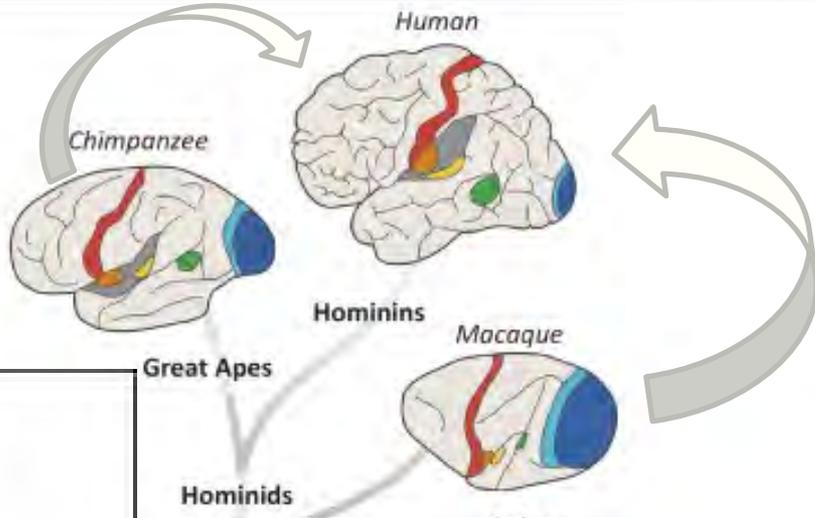


Chez les vertébrés :

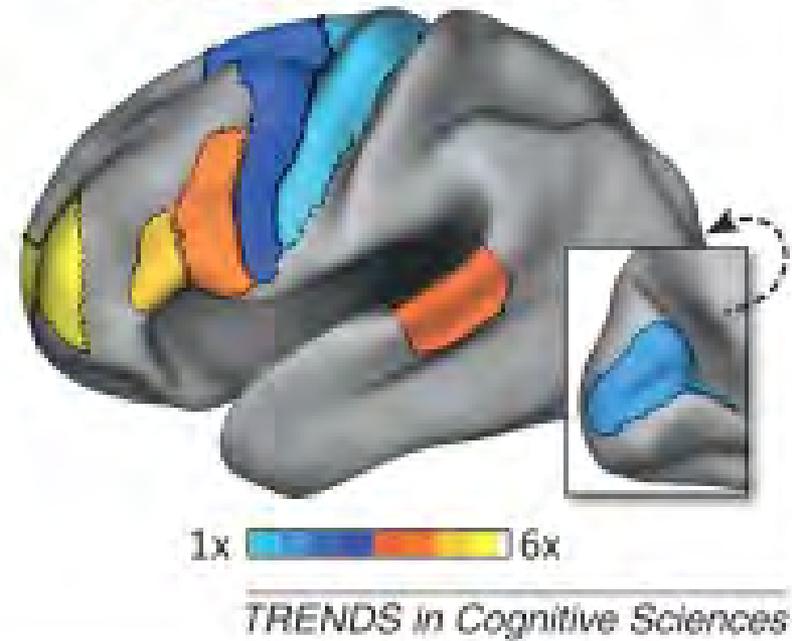
« **céphalisation** » **croissante**
 (les neurones se concentrent dans un cerveau)

à partir d'un modèle commun



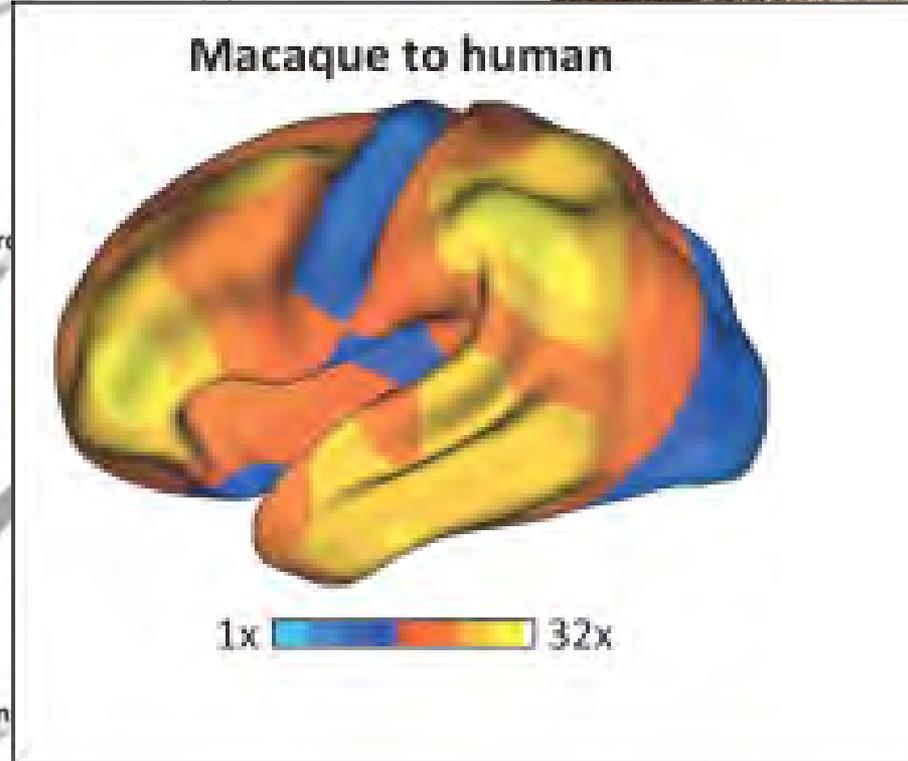


Chimpanzee to human

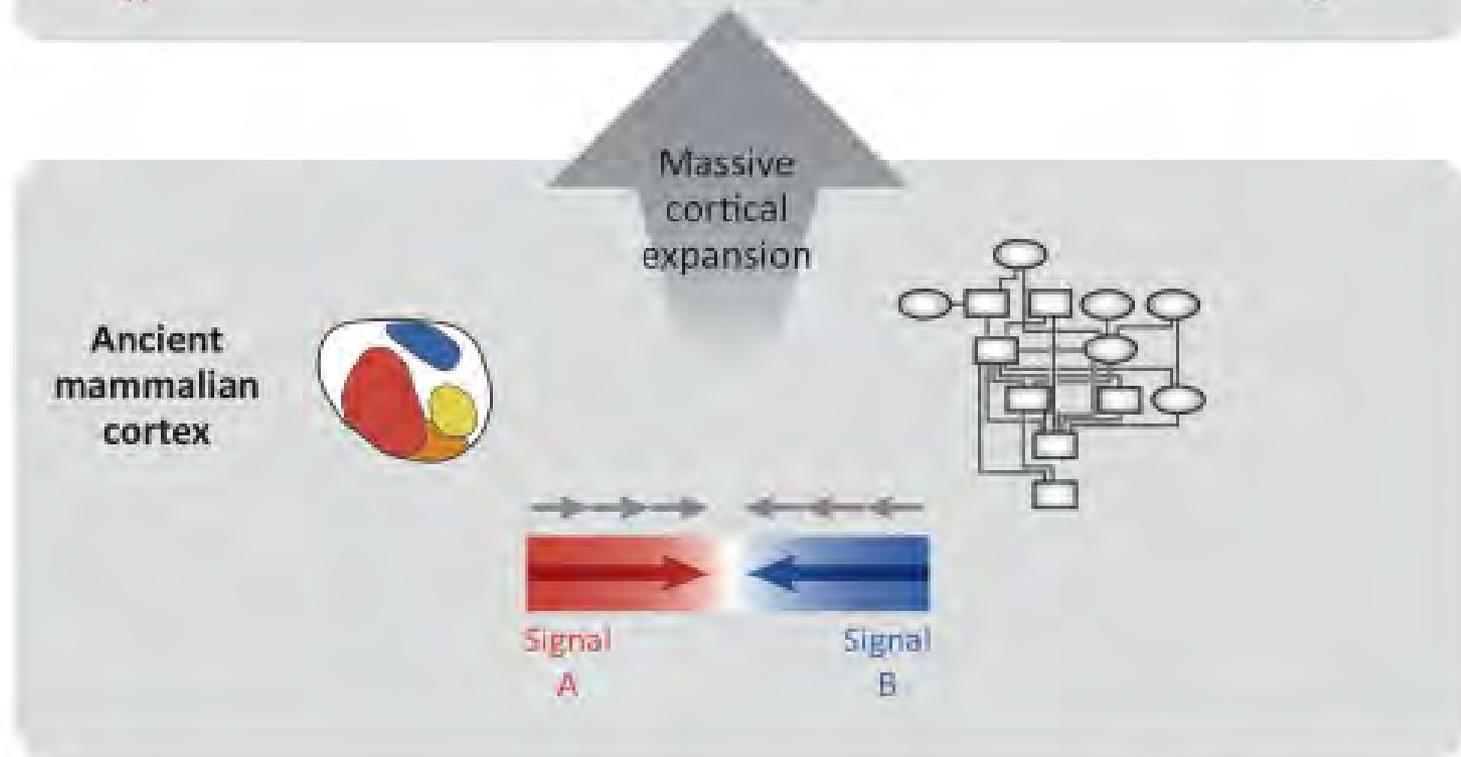
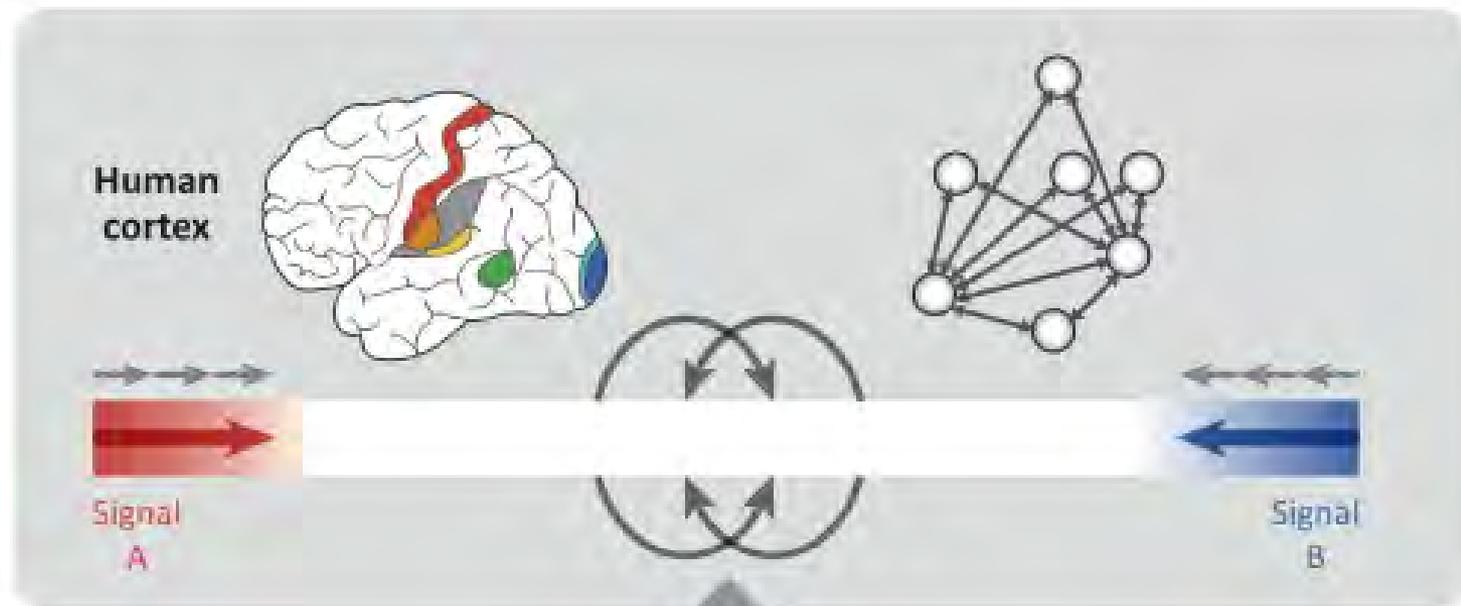


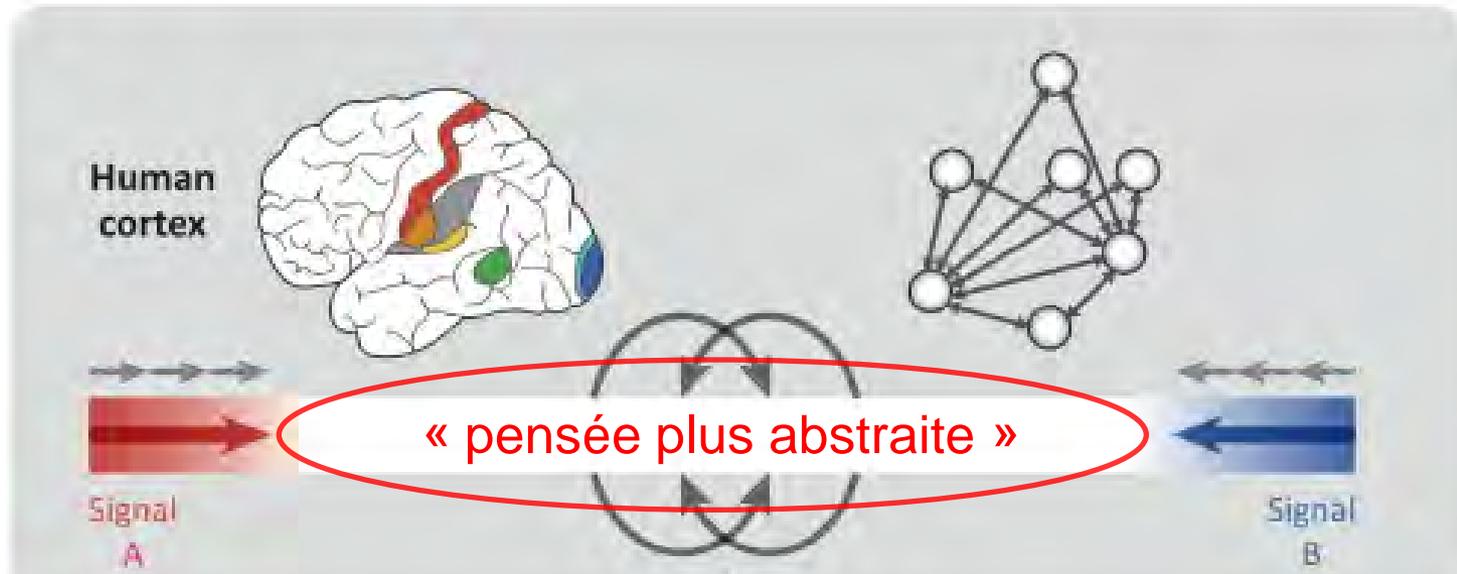
Ancêtre commun :
environ 6-7 millions d'années

Macaque to human

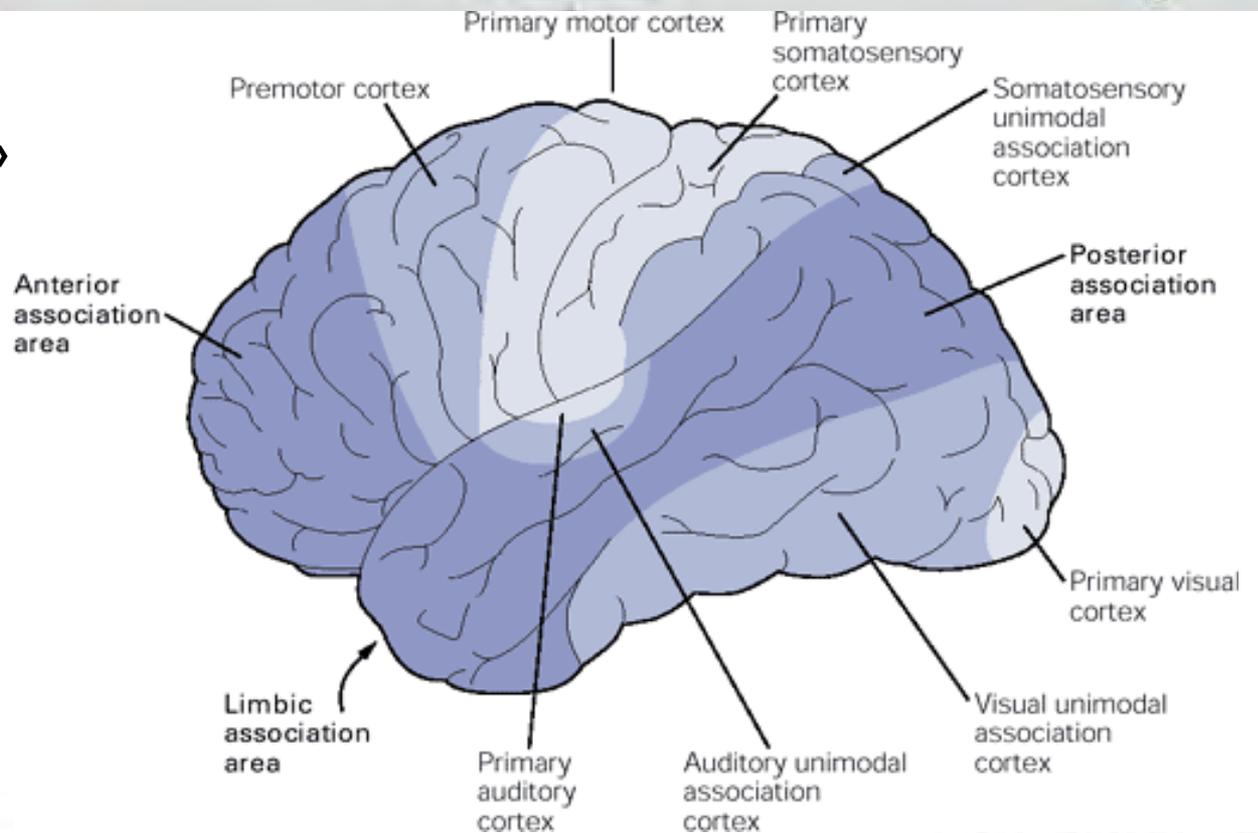


Ancêtre commun :
environ 25 millions d'années

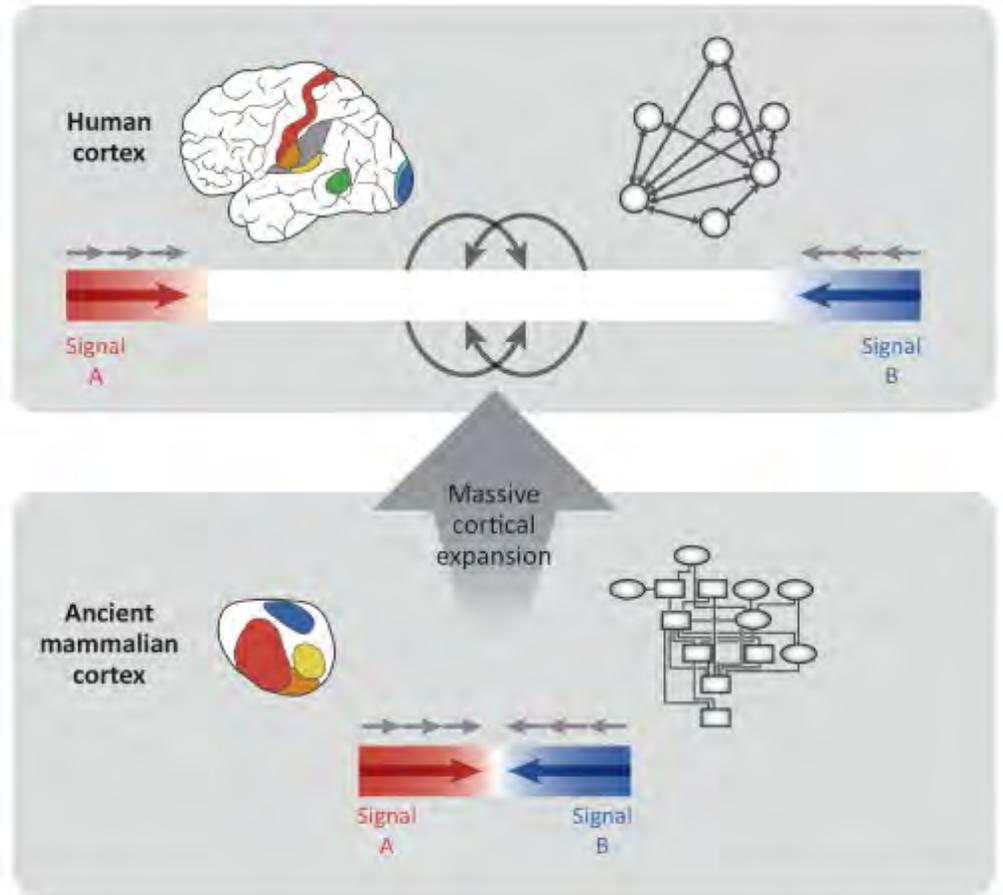




Cortex « associatif »



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



TRENDS in Cognitive Sciences

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

Mais dans la vie de tous les jours,
ce qu'on fait surtout,

c'est agir spontanément et efficacement
sur le monde qui nous entoure,
sans délibération ou réflexion.



Affordance = « opportunité d'action »



Affordance



Source: raftfurniture.co.uk



Source: blackrocktools.com

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

Design for ALL



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

Elle est forcément
relationnelle

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

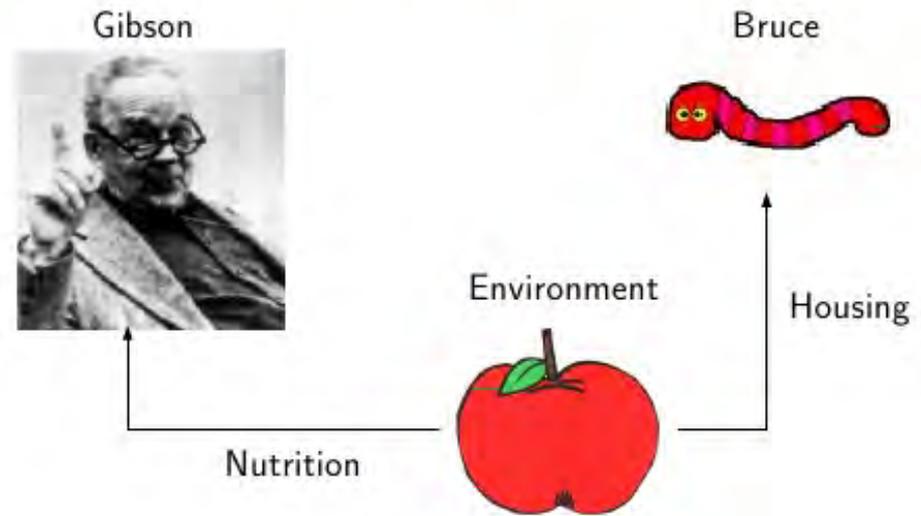
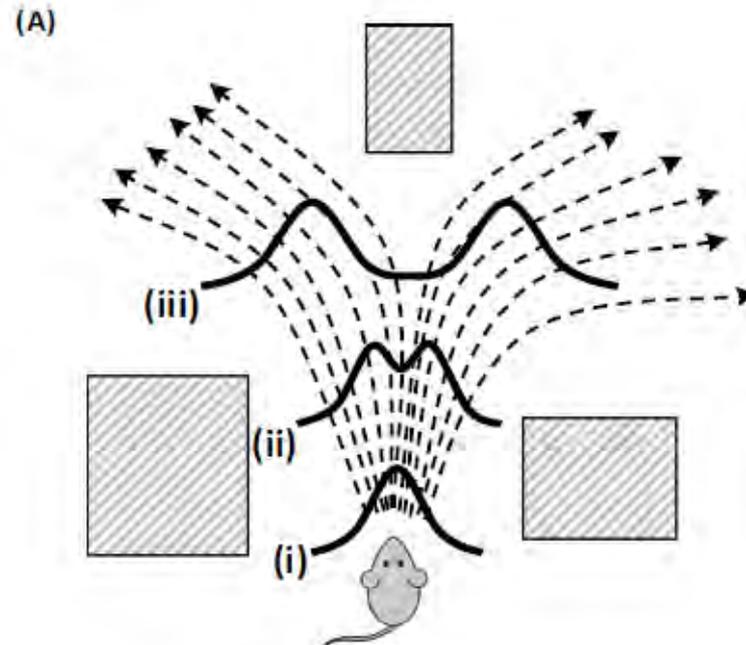


Figure 5: Tree affordance to bird, person, monkey, and squirrel



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 **davantage 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.

Nous possédons une aptitude à faire face immédiatement aux événements, à accomplir nos gestes « parce que les circonstances les ont déclenchés en nous » (concept « d'affordances »...)

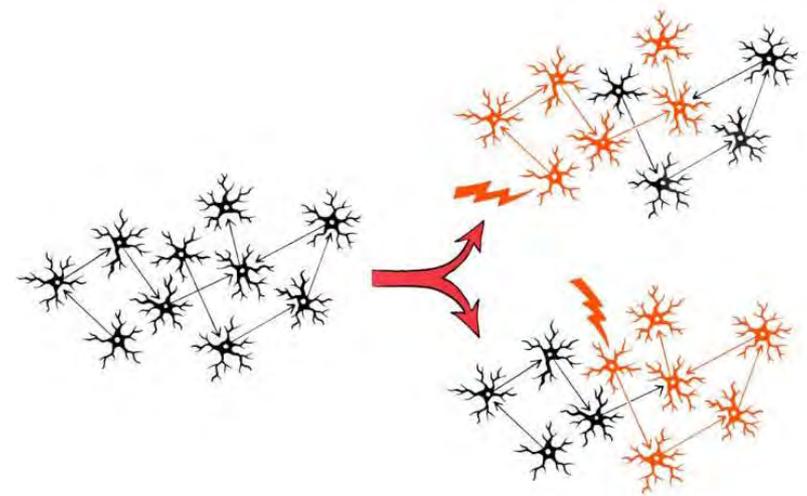
Nos connaissances du monde sont si **incarnées** que nous n'avons pas à réfléchir à la manière dont nous avons à l'habiter.



À tout moment, il y a **émergences de sous-ensembles de neurones** provisoirement reliés entre eux dans le cerveau à force **d'interactions sensori-motrices récurrentes avec notre environnement.**

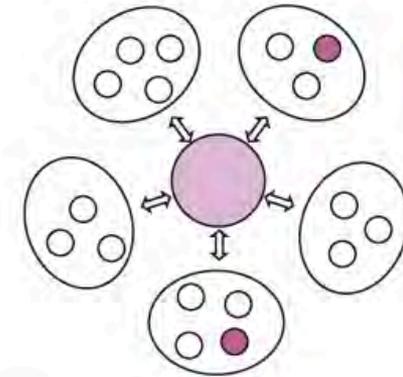
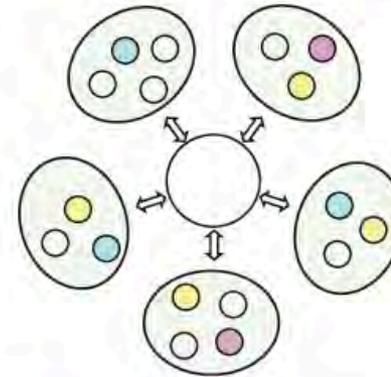
On assiste à une **compétition** entre différents réseaux

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

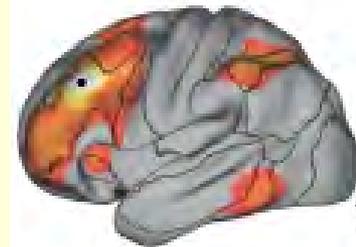


state-to-state transitions result from parallel competitive attractor dynamics

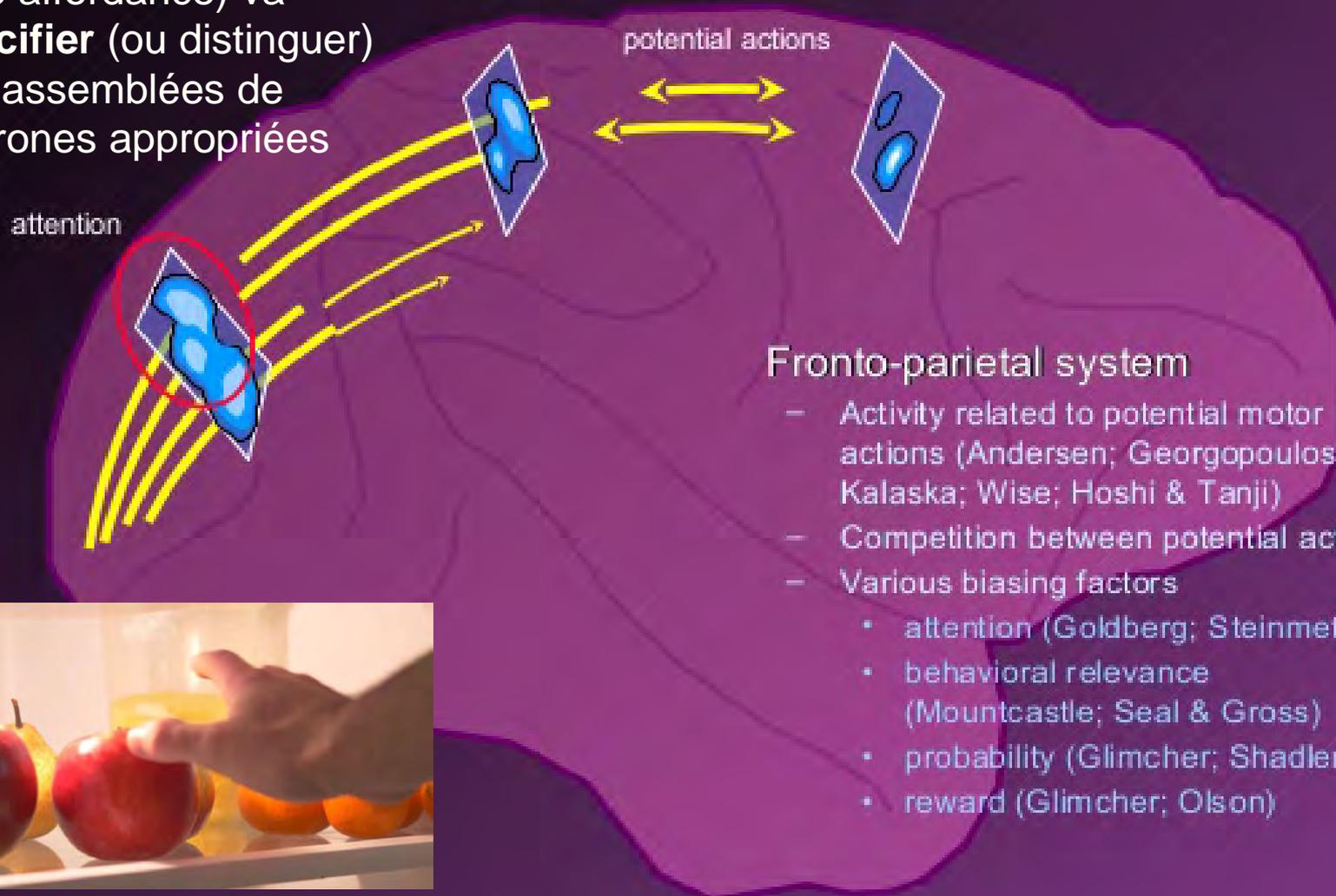
broadcast



serial procession of broadcast states



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



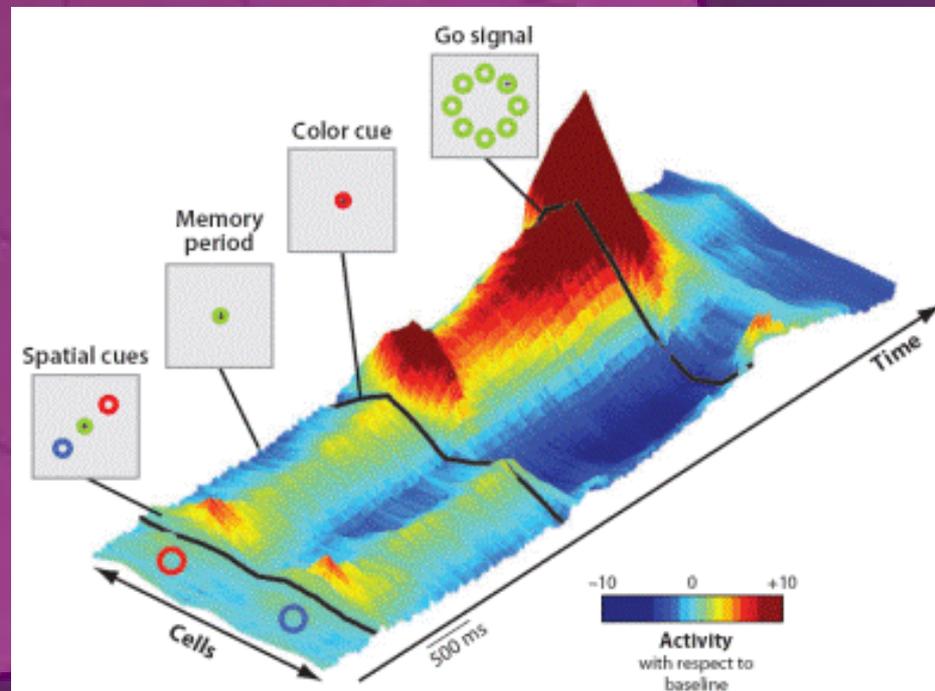
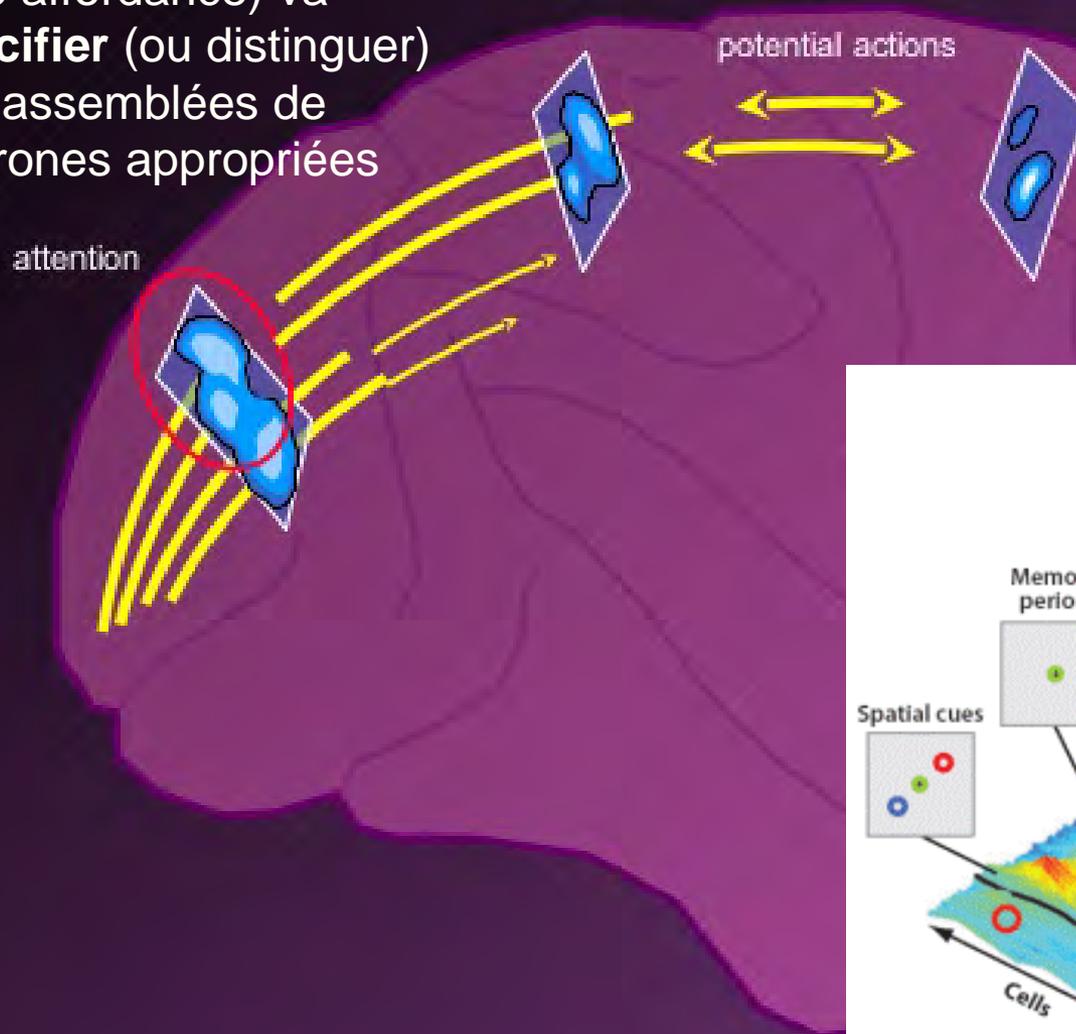
Fronto-parietal system

- 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)



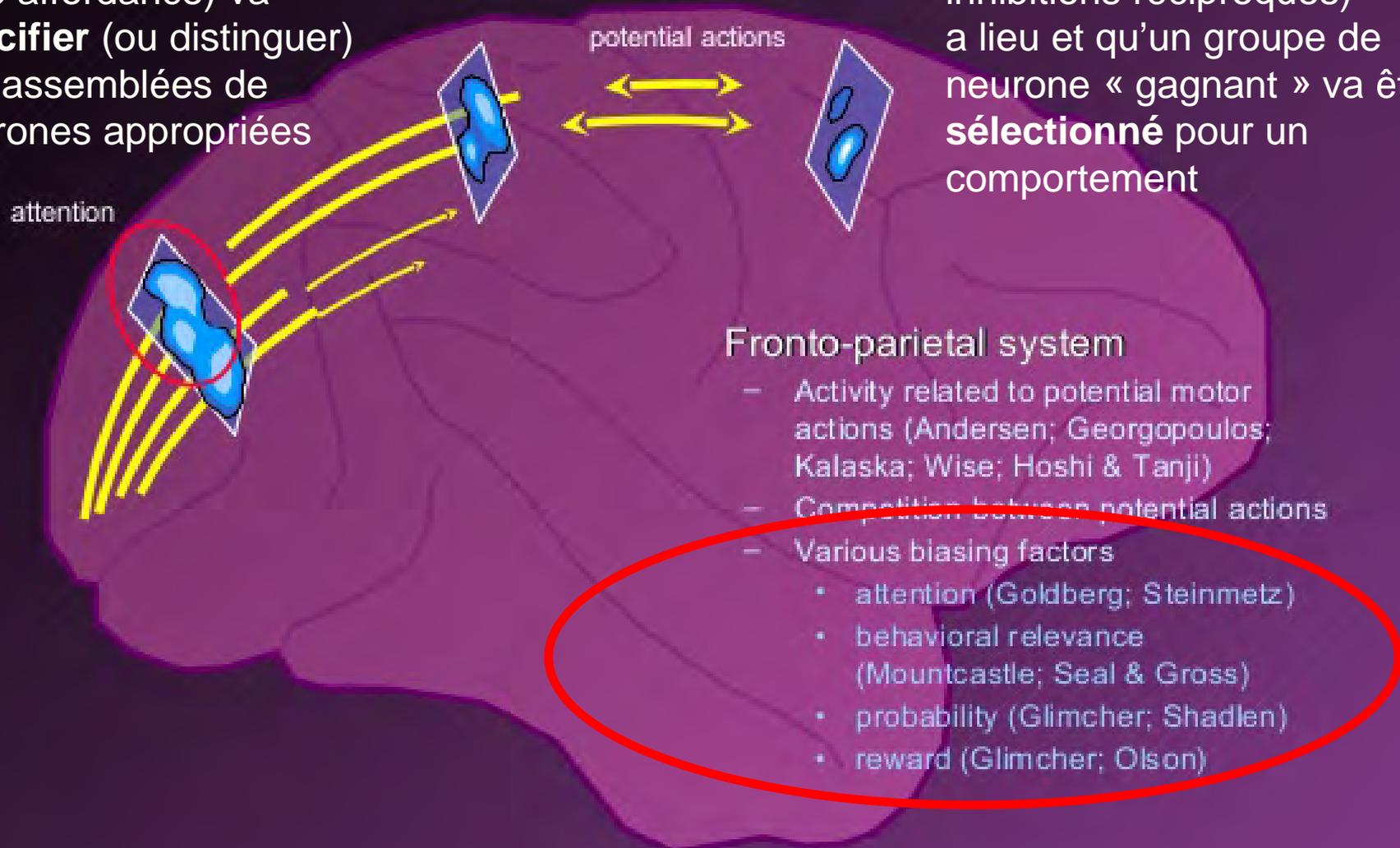
Une situation donnée
(une affordance) va
spécifier (ou distinguer)
des assemblées de
neurones appropriées

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



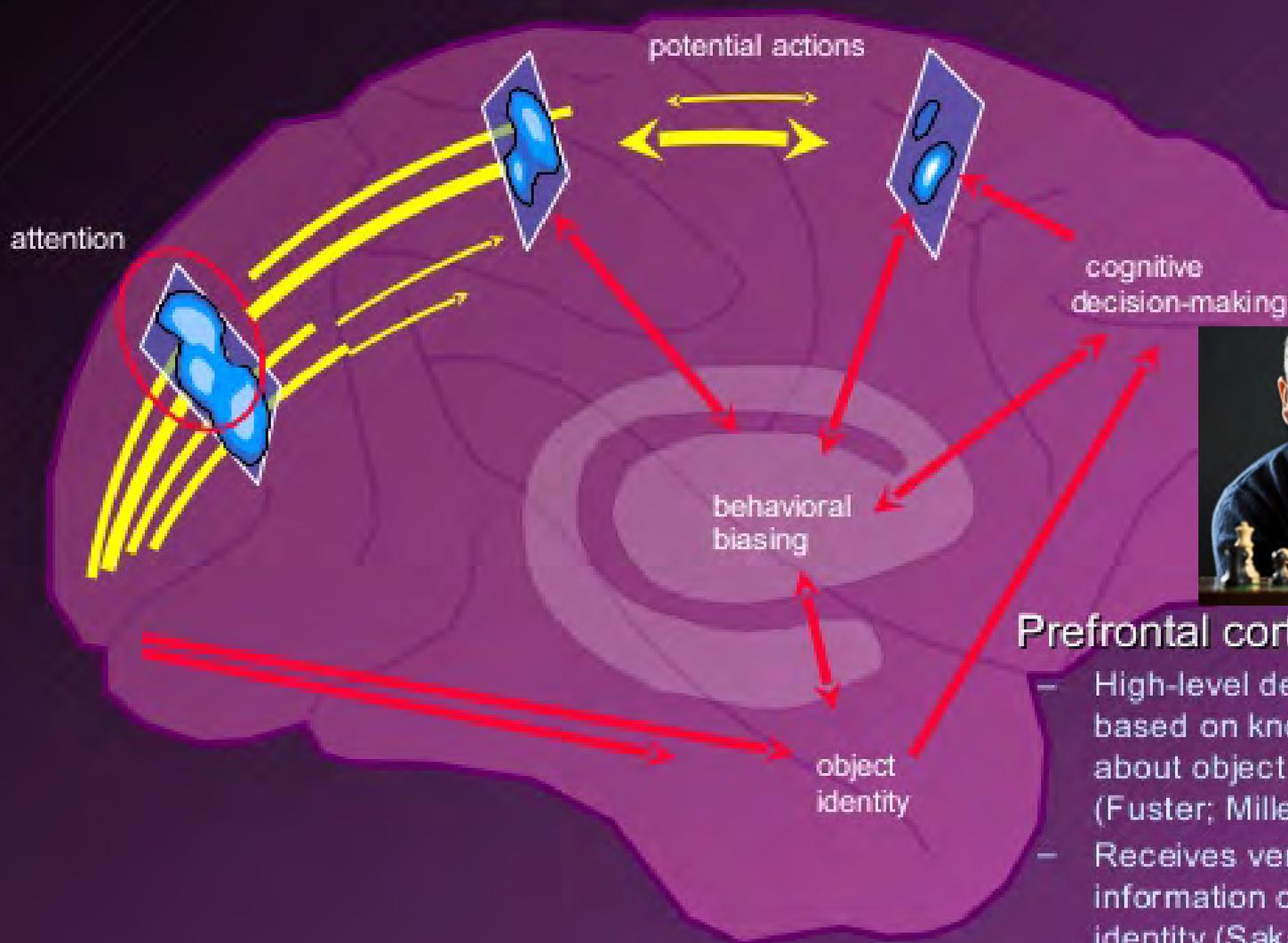
Une situation donnée
(une affordance) va
spécifier (ou distinguer)
des assemblées de
neurones appropriées

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



Fronto-parietal system

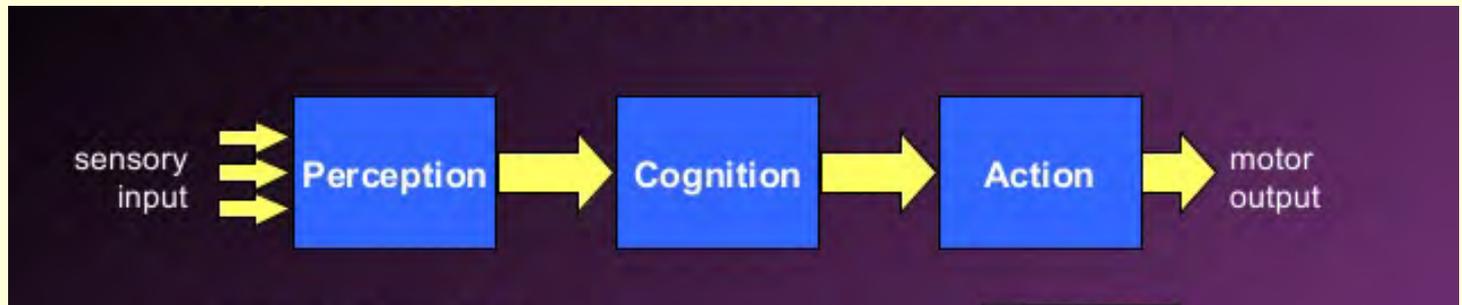
- Activity related to potential motor actions (Andersen; Georgopoulos; Kalaska; Wise; Hoshi & Tanji)
- Competition between potential actions
- Various biasing factors
 - attention (Goldberg; Steinmetz)
 - behavioral relevance (Mountcastle; Seal & Gross)
 - probability (Glimcher; Shadlen)
 - reward (Glimcher;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



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

Donc pour la plus grande partie de nos comportements qui sont rapides et inconscients,

on doit délaissier le schéma classique



→ manipulations
de représentations

→ décision

→ préparation
du mouvement

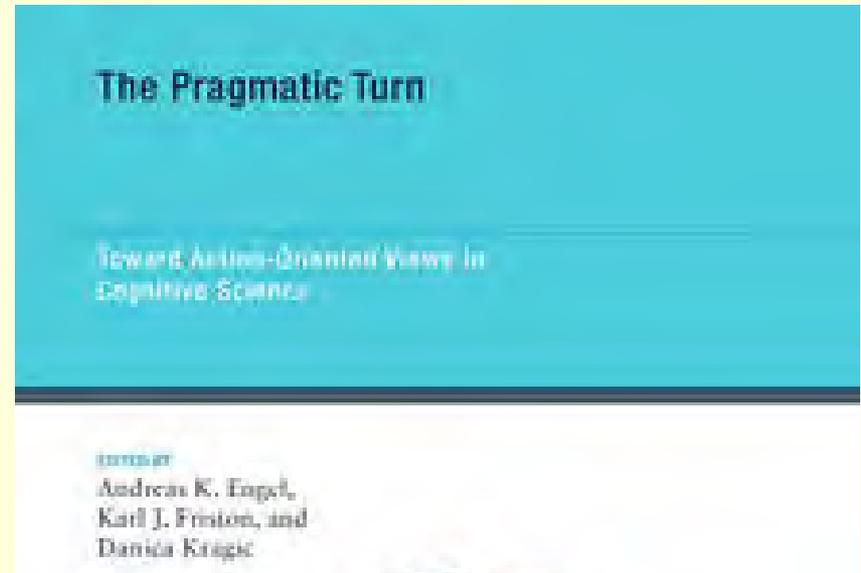
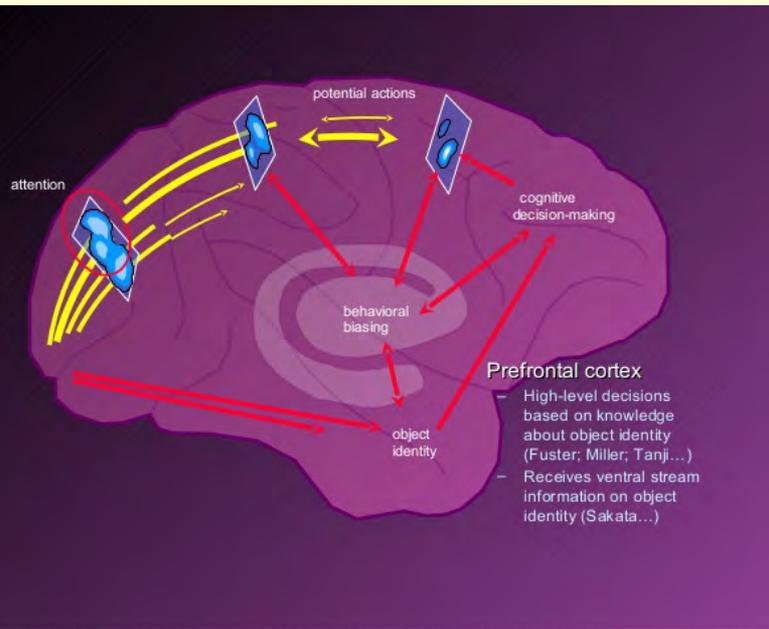
→ *action*

Donc pour la plus grande partie de nos comportements qui sont rapides et inconscients,

on doit délaissier le schéma classique

et aller vers des représentations « **pragmatiques** »

c'est-à-dire de transformer toute la théorie de la cognition en **une théorie de l'action** !

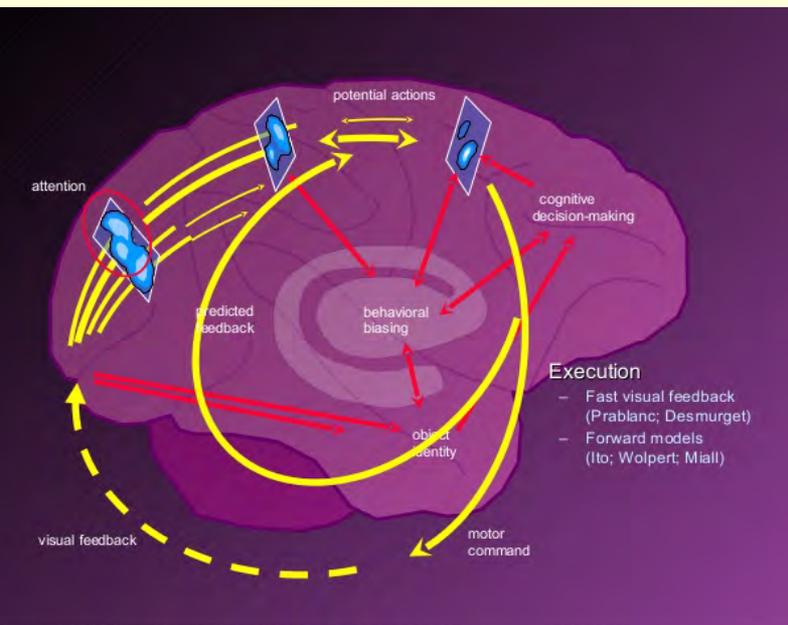


Donc pour la plus grande partie de nos comportements qui sont rapides et inconscients,

on doit délaissier le schéma classique

et aller vers des représentations « **pragmatiques** »

c'est-à-dire de transformer toute la théorie de la cognition en **une théorie de l'action !**



Ce projet est compatible avec la plupart des théories incarnées et énaive.

Et ce n'est pas une posture behavioriste pour autant, car la dynamique du système cognitif est au coeur de l'entreprise.

An Historical View

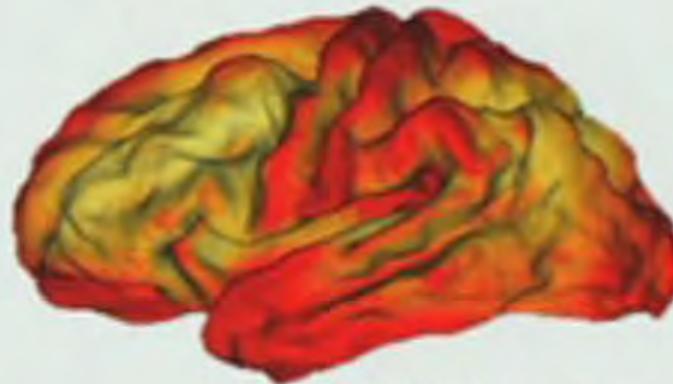
Reflexive
(Sir Charles Sherrington)

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



Intrinsic
(T. Graham Brown)

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

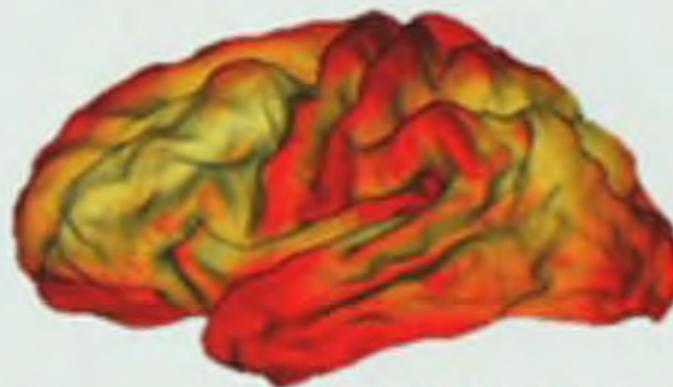


An Historical View

Reflexive
(Sir Charles Sherrington)



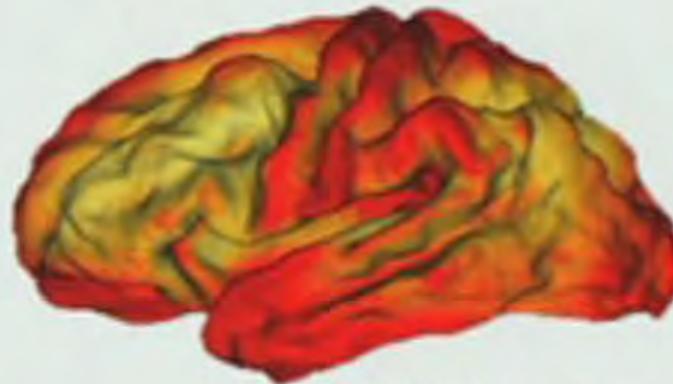
Intrinsic
(T. Graham Brown)



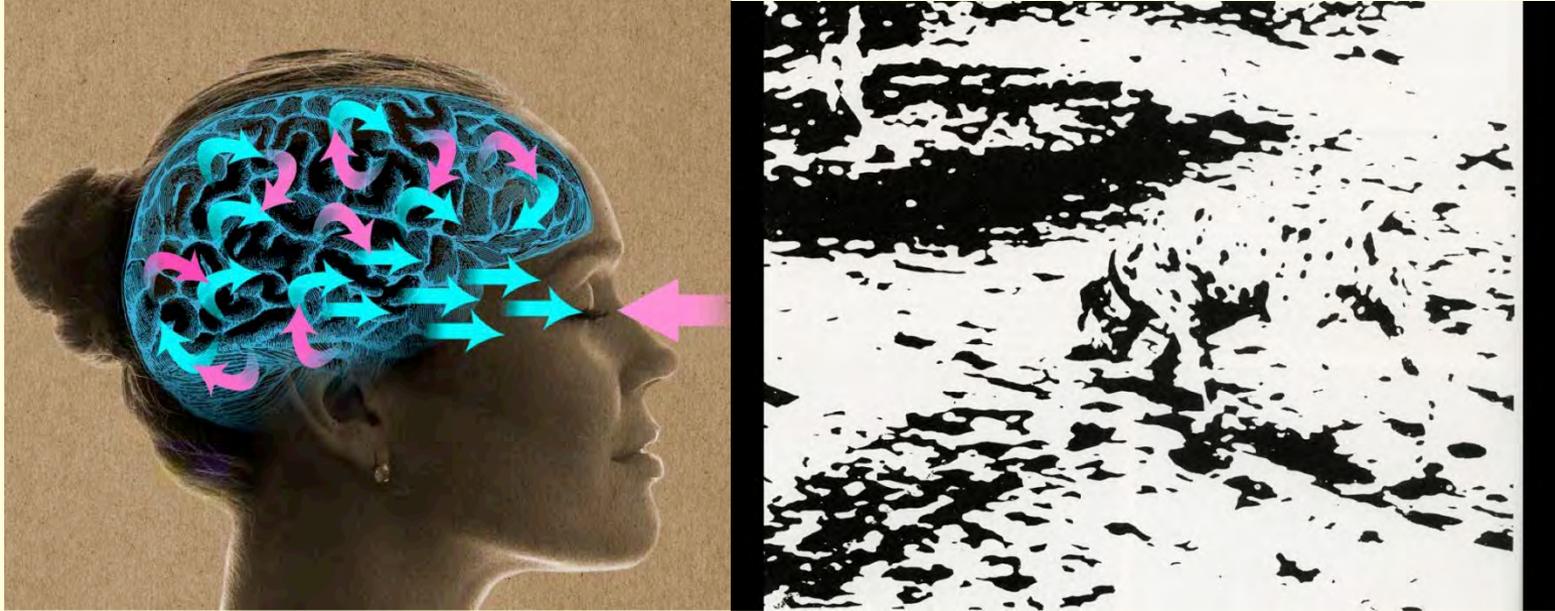
Une conception du cerveau qui a évolué vers le « predictive processing » dont on parle beaucoup depuis quelques années.



Intrinsic
(T. Graham Brown)



Raichle: Two Views of Brain Funct

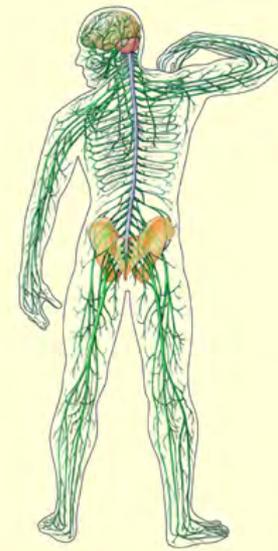
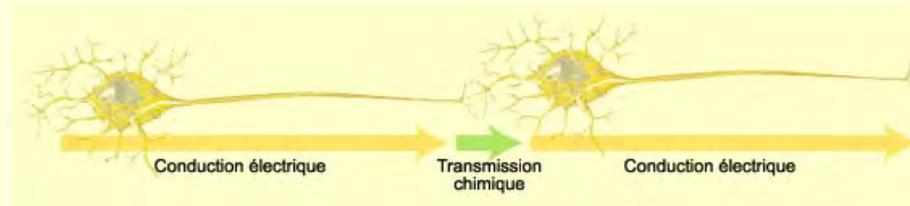


Le cerveau n'est plus vu comme un simple organe de "traitement de l'information" qui attendrait passivement ses inputs,

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

en **général constamment des hypothèses** qui sont testées par rapport aux évidences fournies par les sens.

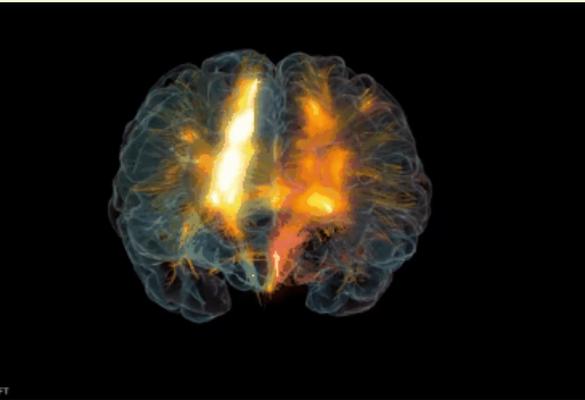
En résumé,
pour cette
première partie :



Dans les organismes multicellulaires suffisamment complexes, ces agents possèdent un **système nerveux**

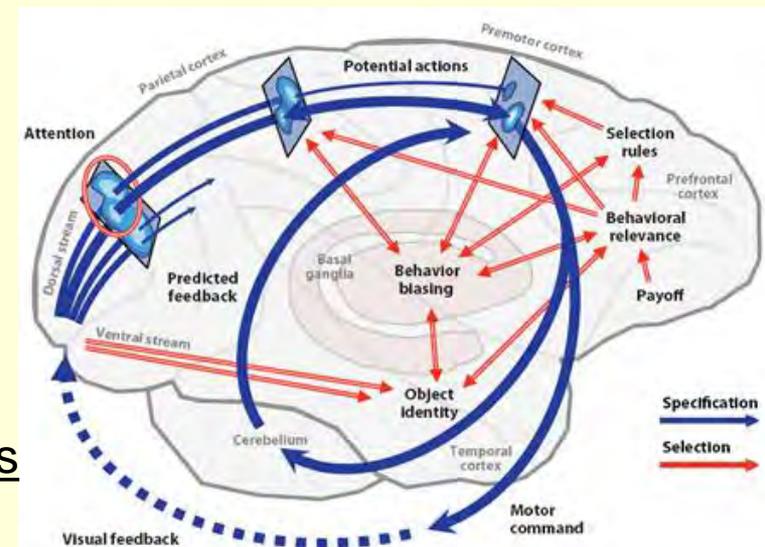
qui forme un **système dynamique** autonome, c'est-à dire qu'il génère et maintient un pattern d'activité cohérent et signifiant.

(i.e. au lieu d'être un pattern de réactions biochimiques, c'est un pattern d'activité nerveuse = des neurones qui coordonnent leur activité)



Ce système nerveux forme de nombreuses boucles de rétroaction, de manière circulaire (autre **système fermé** du point de vue organisationnel).

Ce système fermé, lorsque perturbé par son environnement, **génère du sens**, au lieu de traiter de l'information comme des représentations symbolique d'un monde extérieur.



Plan

(3 blocs d'environ 20 minutes entrecoupés d'échanges)

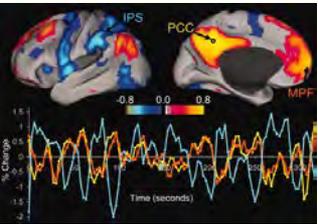
1) Évolution, perception et action

2) Plasticité et processus dynamiques

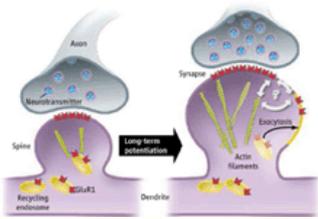
3) Liens cerveau, corps et environnement

Échelle de temps :

Processus dynamiques :



10^{-3} s



10^{11} s

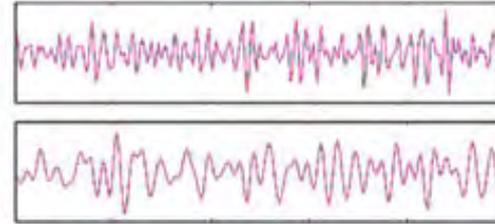
10^1 s



10^6 s



10^{13} s



Gamma
40 - 70hz

Beta
12 - 40hz

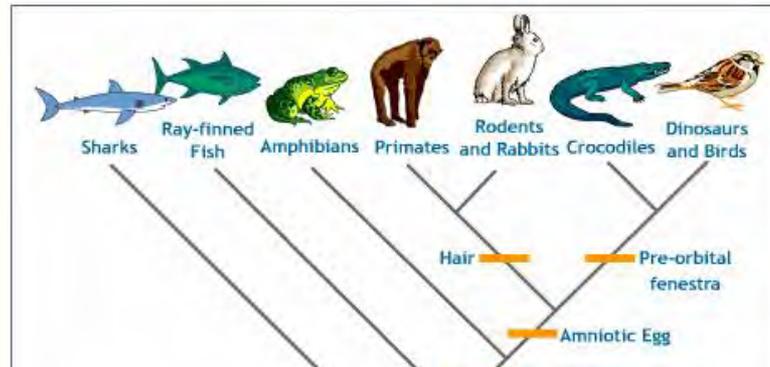
Perception et action devant des situations en temps réel grâce à des coalitions neuronales synchronisées temporairement



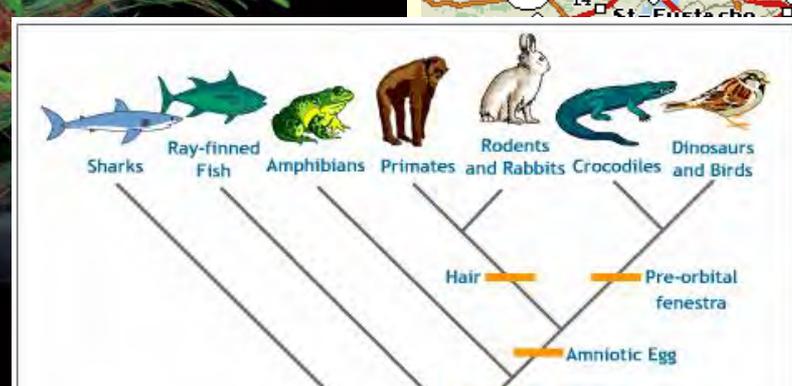
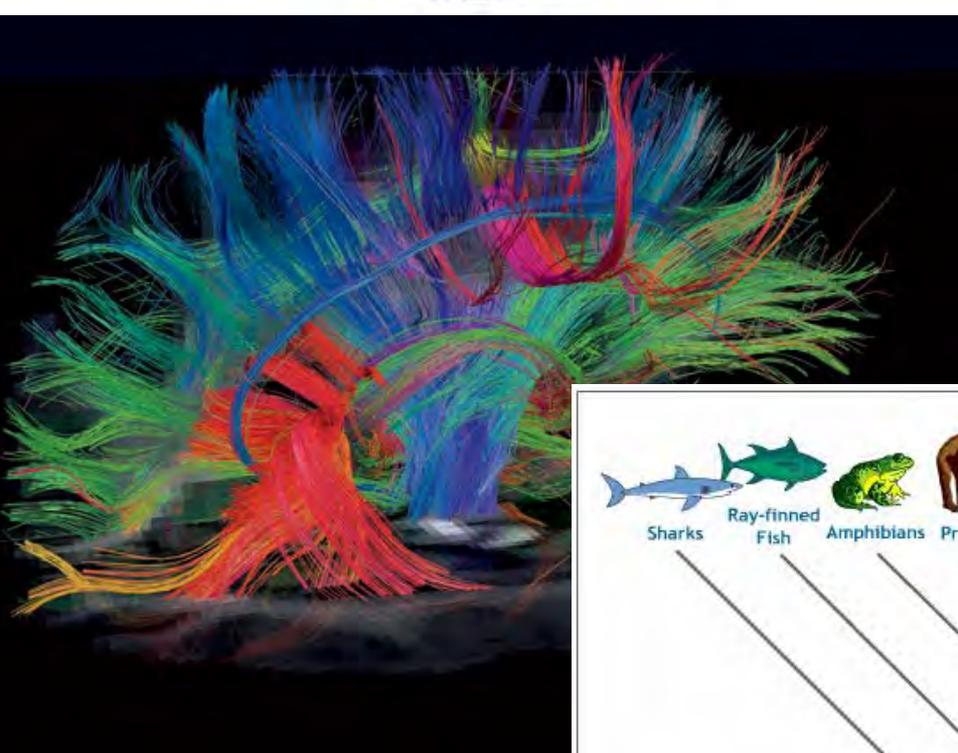
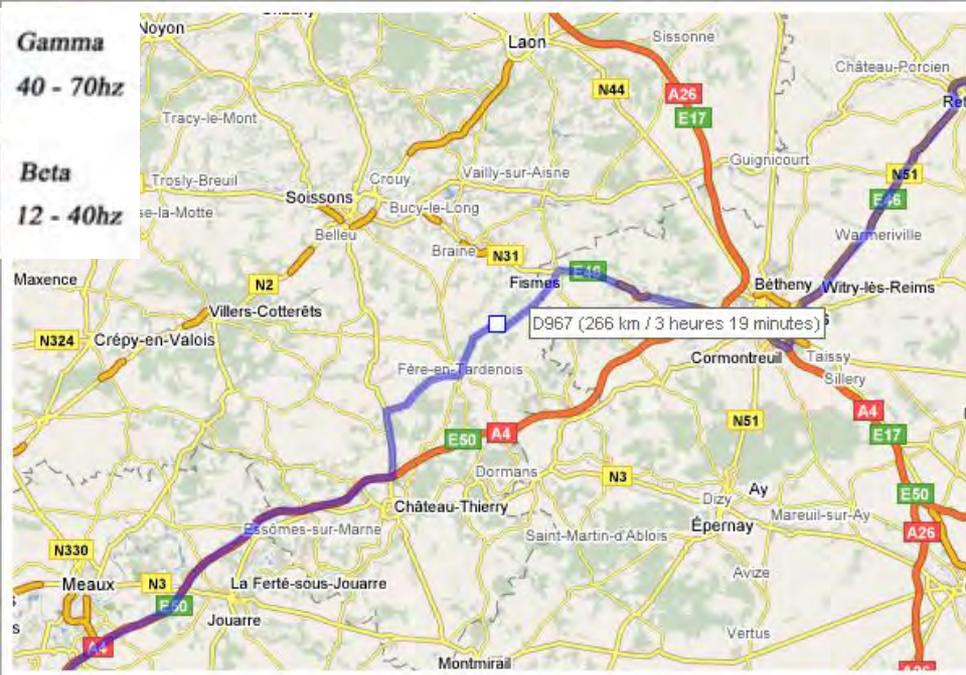
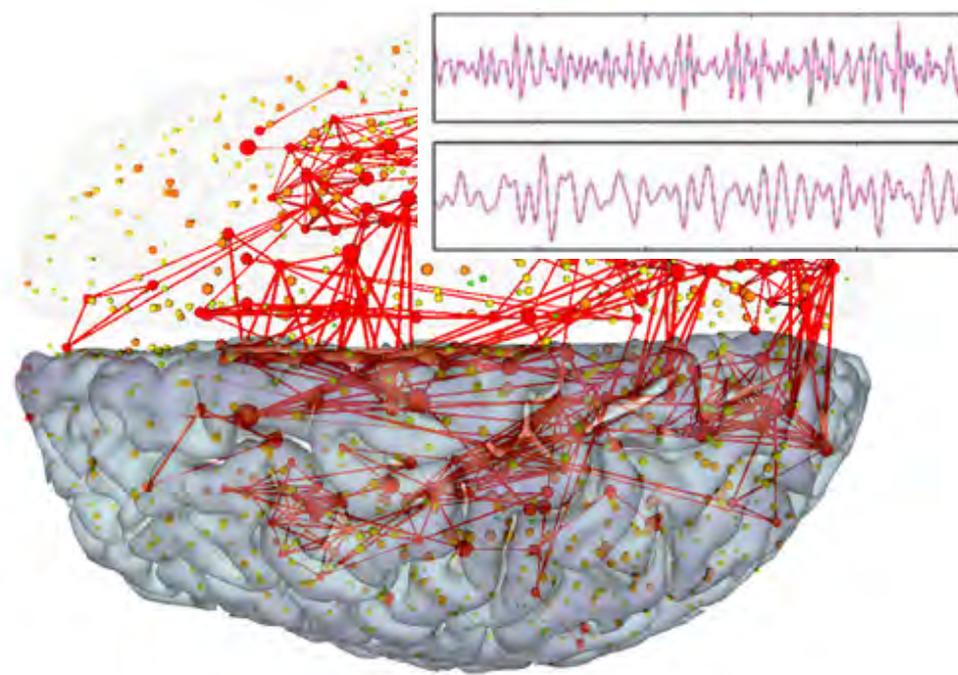
L'apprentissage durant toute la vie par la plasticité des réseaux de neurones

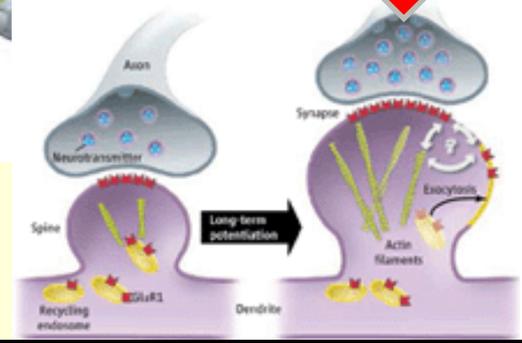
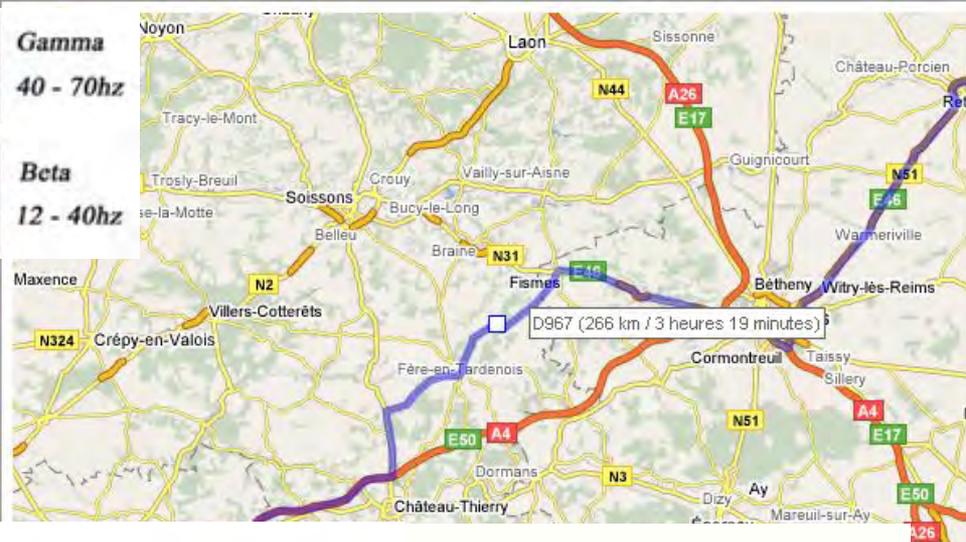
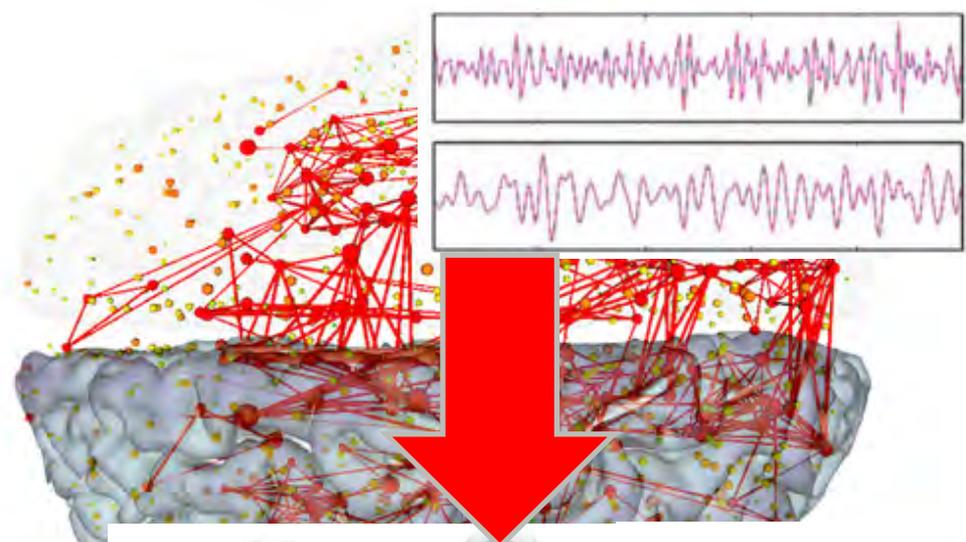


Développement du système nerveux par des mécanismes épigénétiques

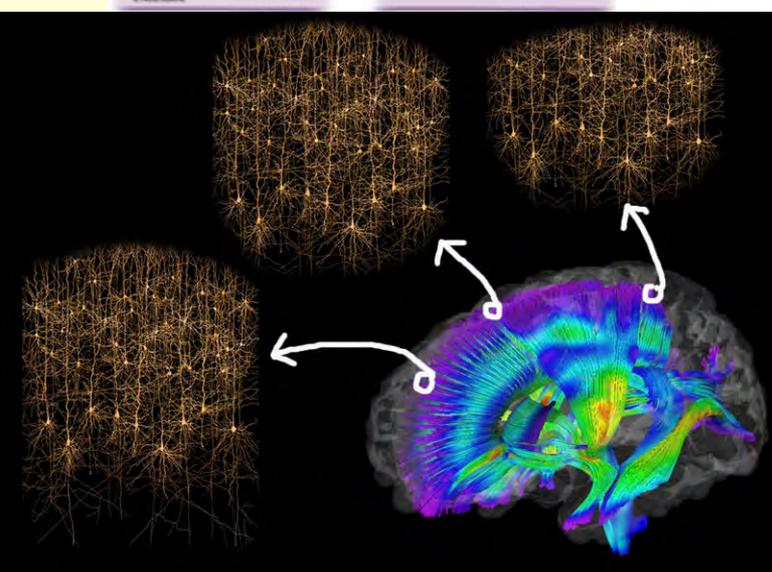


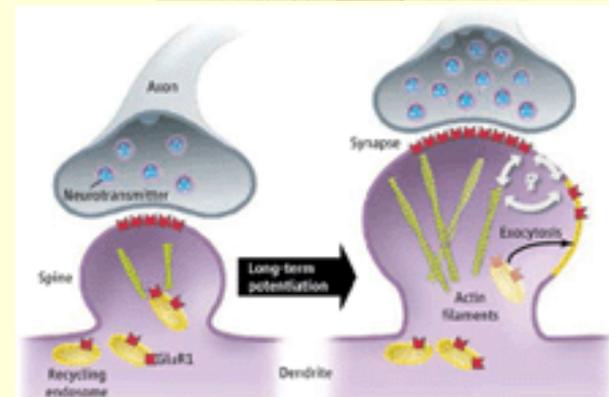
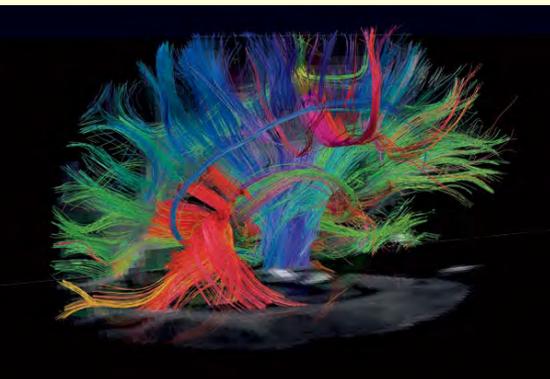
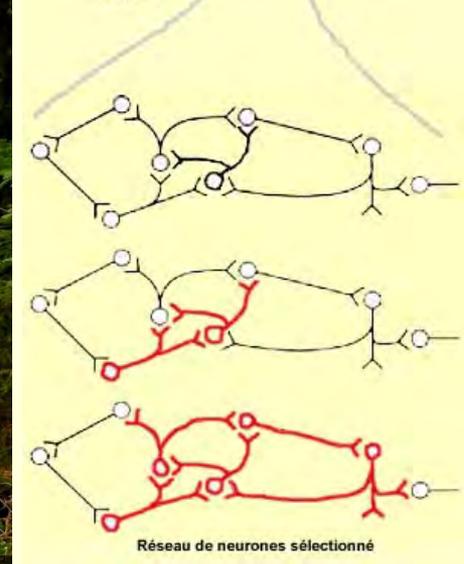
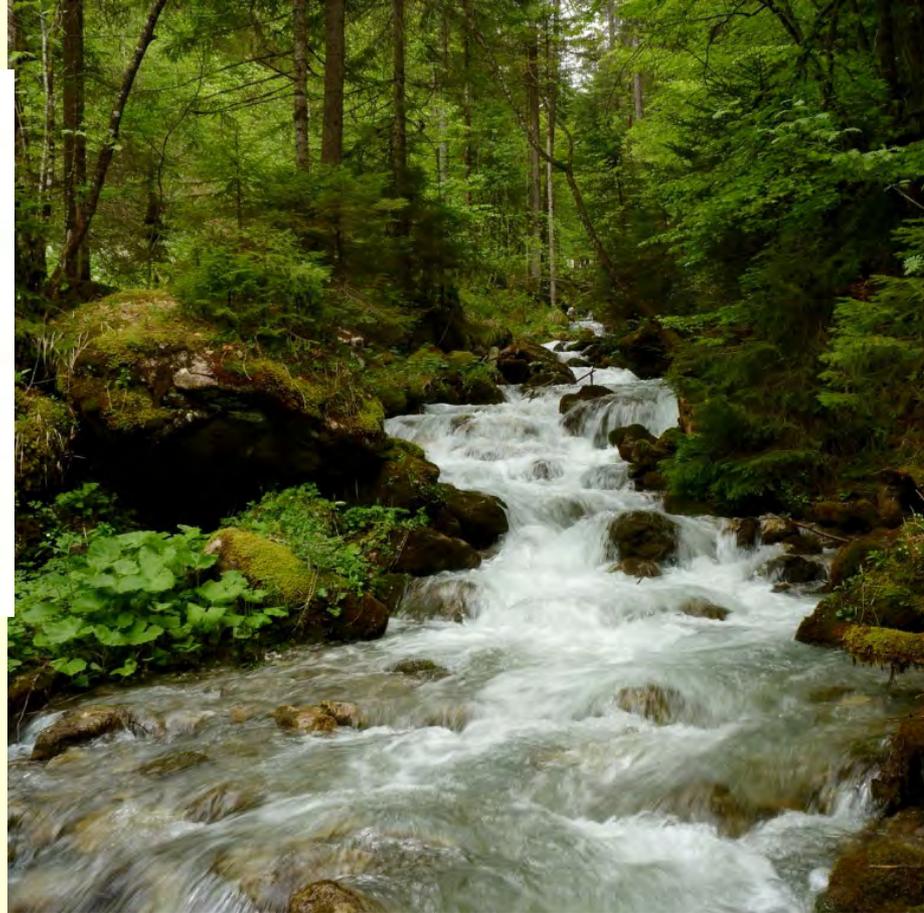
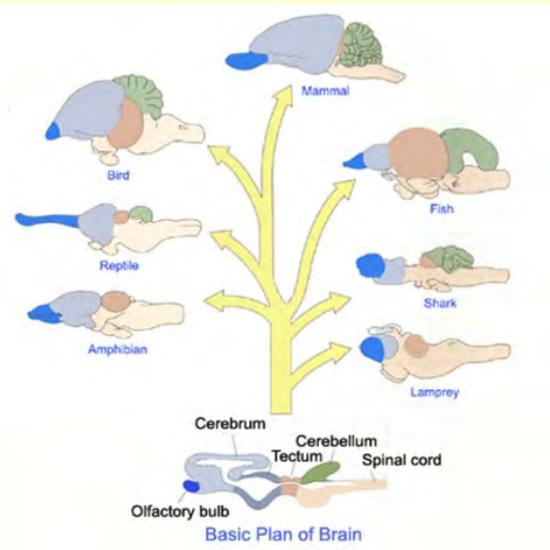
Évolution biologique qui façonne les plans généraux du système nerveux





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



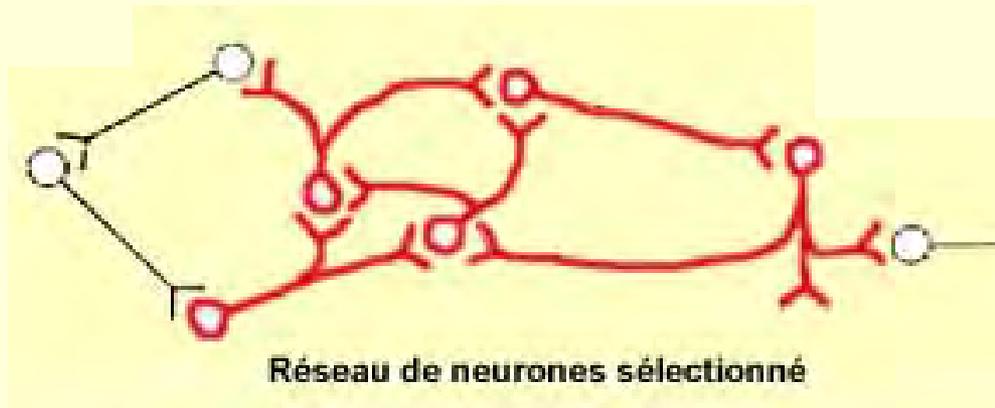


Il existe une **(fausse) distinction** fort répandue entre **structure** et **fonction** qui découle, dans le vivant contrairement aux machines fabriquées par les humains, simplement de deux échelles de temps différentes : celle des milliers d'années de l'évolution et celle des heures et des jours de l'apprentissage...

*The biological thinker Ludwig von Bertalanffy reminds us that the sharp separation between structure and function really best applies to machines, which can only be on or off and are made of inanimate matter. In organisms, it is better to think of processes. "The antithesis between *structure* and *function* . . . is based upon a static conception of the organism. In a machine there is a fixed arrangement that can be set in motion but can also be at rest. In a similar way the pre-established structure of, say, the heart is distinguished from its function, namely, rhythmical contraction. Actually, this separation between a pre-established structure and processes occurring in this structure does not apply to the living organism. . . . [In organisms] what are called structures are slow processes of long duration, [while] functions are quick processes of short duration." Ludwig von Bertalanffy, *Problems of Life: An Evaluation of Modern Biological Thought* (London: Watts & Co., 1952), p. 134. In trying to understand how neuroplasticity facilitates healing, we can regard mental acts, such as thinking, as processes that are of short duration but can have an effect on processes of long duration, the so-called structure of the brain. While thought itself cannot resurrect dead tissue, it can stimulate any remaining healthy tissue to reorganize itself to take on the lost functions of the damaged tissue.



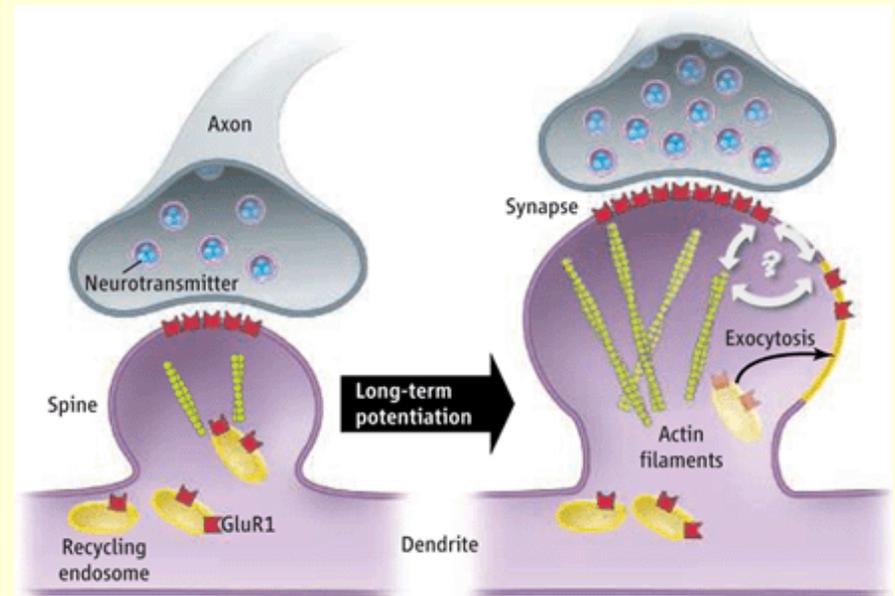
Qu'arrive-t-il lorsqu'on apprend ?



On va renforcer des connexions pour former des groupes de neurones qui vont devenir **habitués** à travailler ensemble.

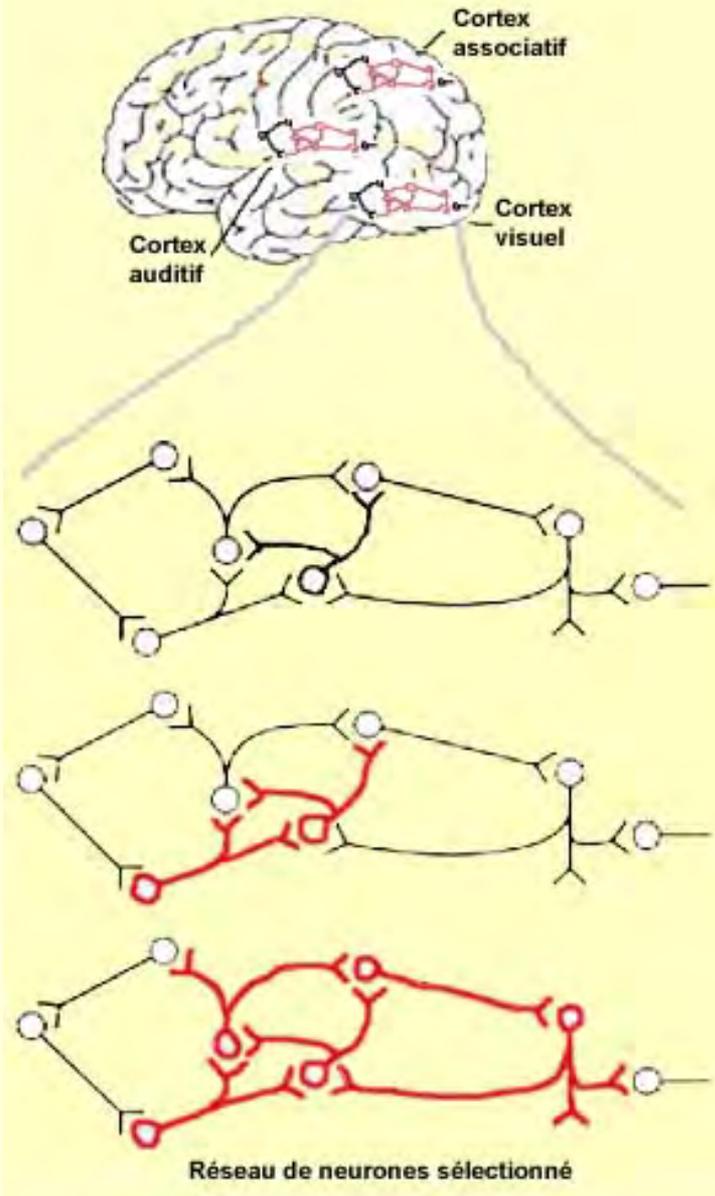
Comment ?

Grâce à cette capacité
qu'ont nos synapses
de modifier
leur efficacité



par différents mécanismes que nous allons survoler tantôt....

Et c'est ce qu'on appelle la **plasticité** synaptique
(ou neuroplasticité).



C'est aussi l'idée "**d'engramme mnésique**" proposée par Richard Semon dès 1923.

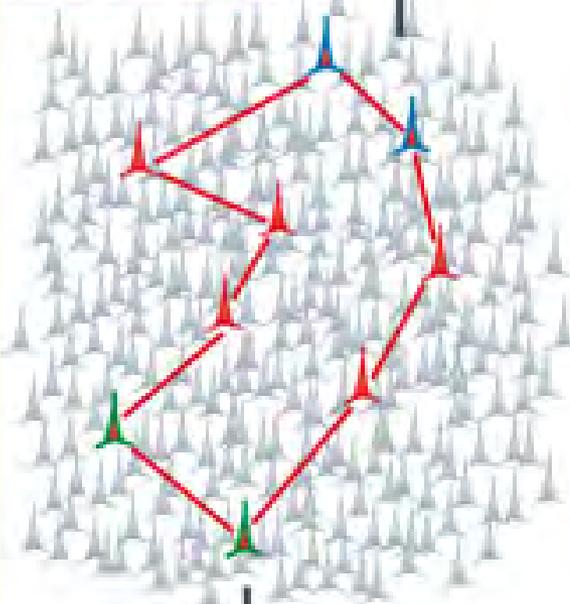
La théorie de Semon contenait implicitement l'idée d'un mécanisme de rappel appelé "**pattern completion**"

"**si une partie** des stimuli originaux sont rencontrés à nouveau,

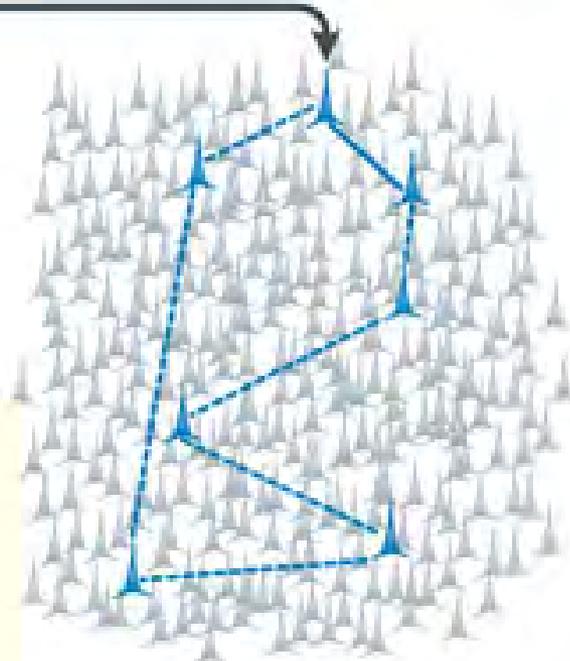
ces neurones constituant l'engramme sont **réactivés** pour évoquer **le rappel de ce souvenir spécifique.**"



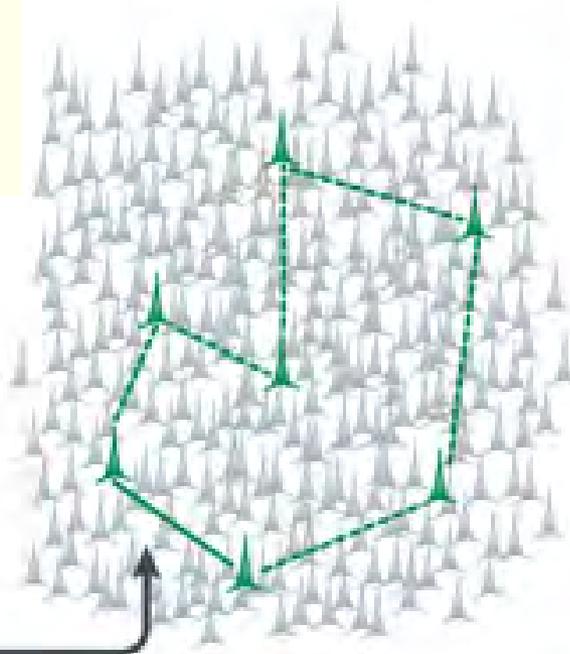
Luke Skywalker



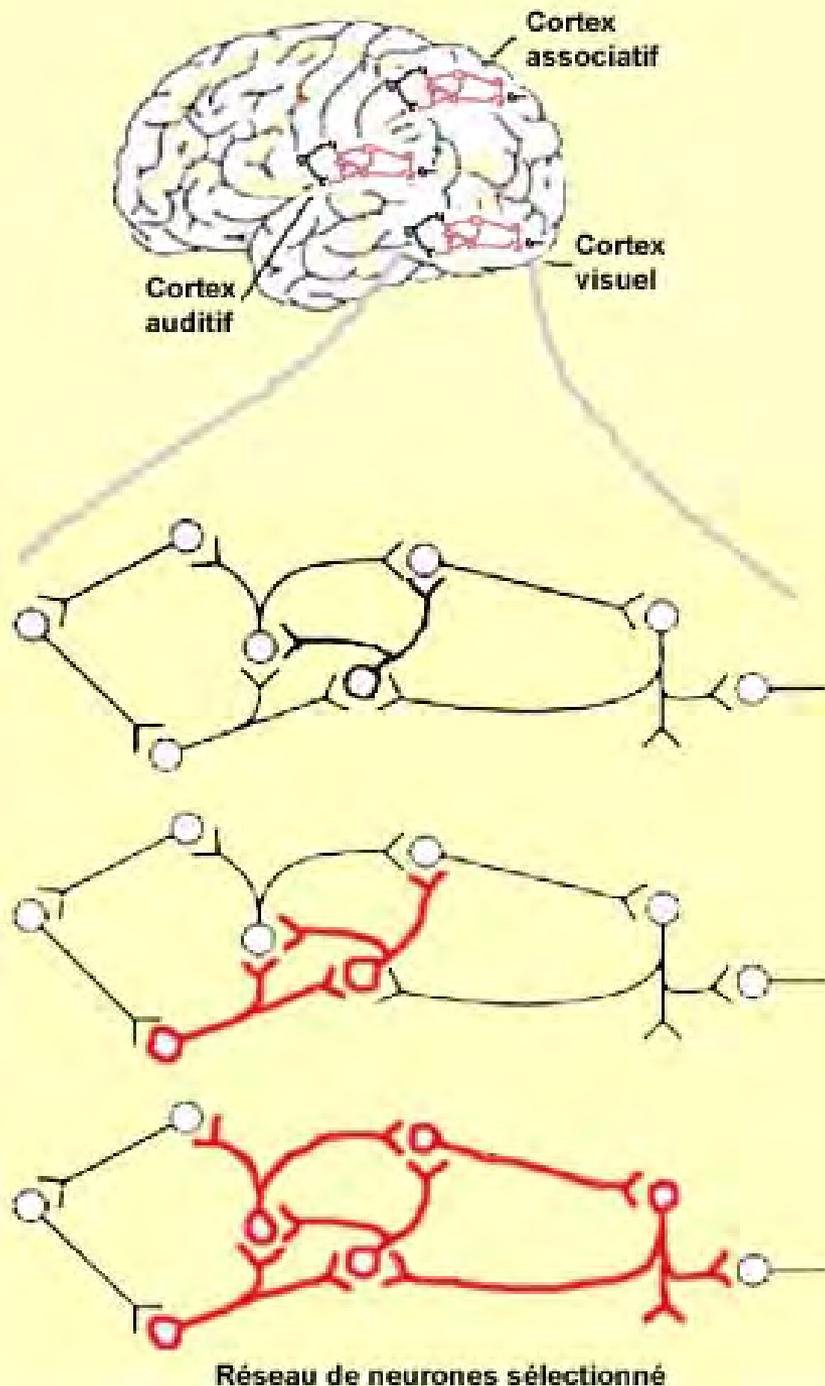
C'est aussi de cette façon qu'un concept ou un souvenir peut en évoquer un autre...



Yoda



Darth Vader



L'engramme, c'est-à-dire le substrat physique de notre mémoire au niveau cellulaire serait donc ces **réseaux ou « assemblées de neurones » sélectionnés**

(les "cell assemblies" de Donald Hebb).

L'engramme : où en sommes-nous aujourd'hui ?

Identification and Manipulation of Memory Engram Cells (2014)

Xu Liu, Steve Ramirez, Roger L. Redondo and **Susumu Tonegawa**

<http://symposium.cshlp.org/content/79/59.full>

“By combining activity-dependent gene expression system and **optogenetics**, we have established a system where we can identify and manipulate neurons **that are active during the formation of a memory.**

[...] activation of these cells induced the recall of the associated memory, indicating that these **cells are sufficient for the memory**

[and are] **the cellular basis of memory engram.**”

BMC Biol. 2016; 14: 40. Published online **2016** May 19.

What is memory? The present state of the engram

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4874022/>

→ Il y a consensus que la modification de l'efficacité synaptique par des phénomènes comme la PLT ou la DLT représente un mécanisme fondamental pour la formation **d'engrammes mnésiques** distribués dans de multiples régions cérébrales

→ La connectivité particulière d'une assemblée de neurone contrôlerait la **spécificité** de l'information encodée

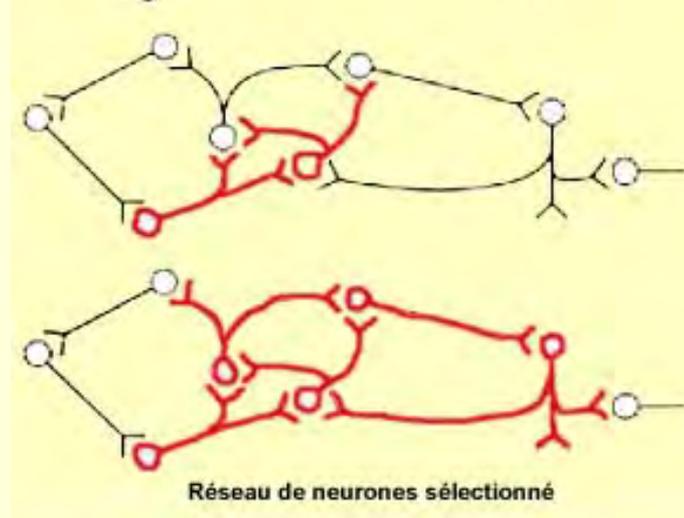
→ Le "poids synaptique" (l'efficacité d'une synapse) contrôlerait **l'accessibilité** de l'information encodée

Par conséquent, notre **mémoire** n'est pas stockée dans notre cerveau comme l'est celle d'un ordinateur sur un disque dur ou un livre dans un tiroir ou une étagère



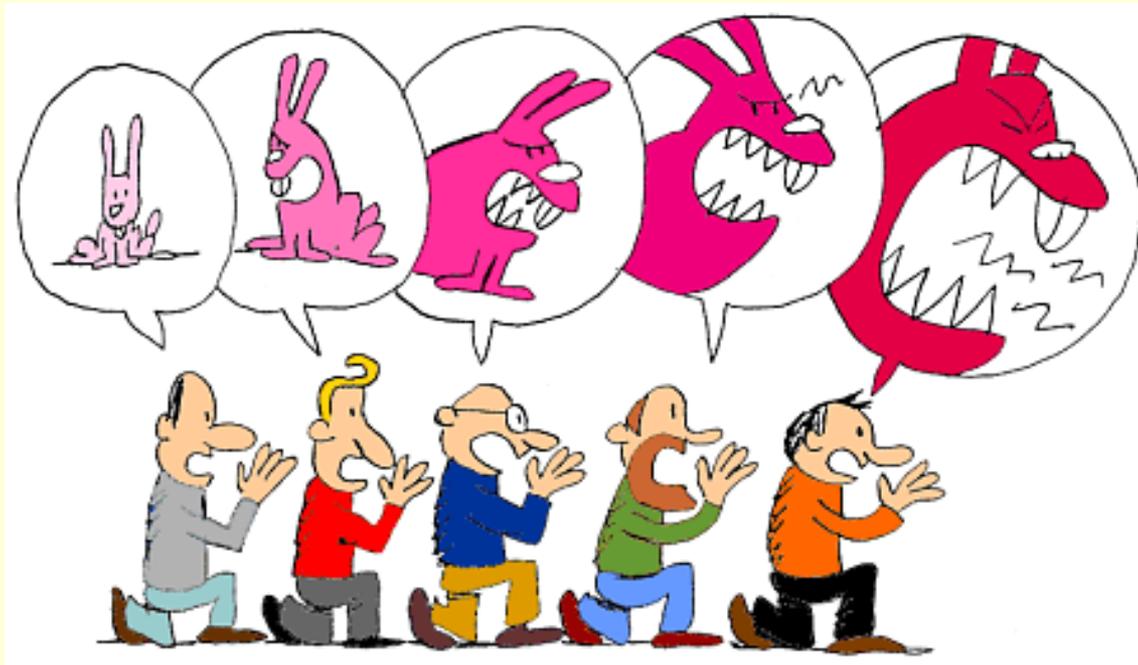
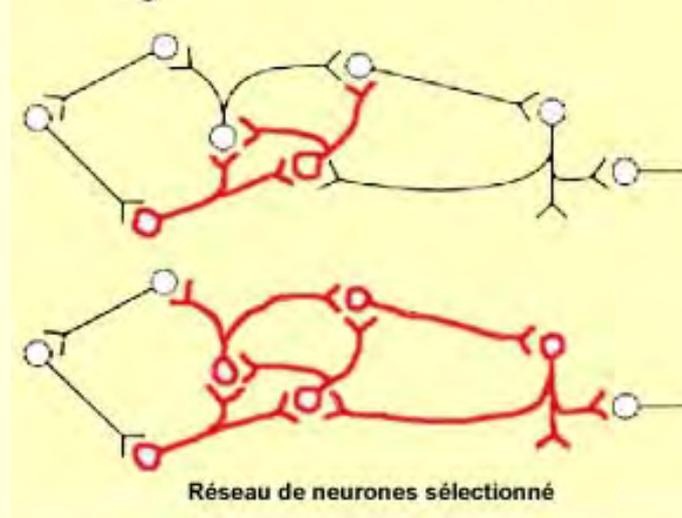
Ces synapses n'étant jamais exactement les mêmes jour après jour...

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



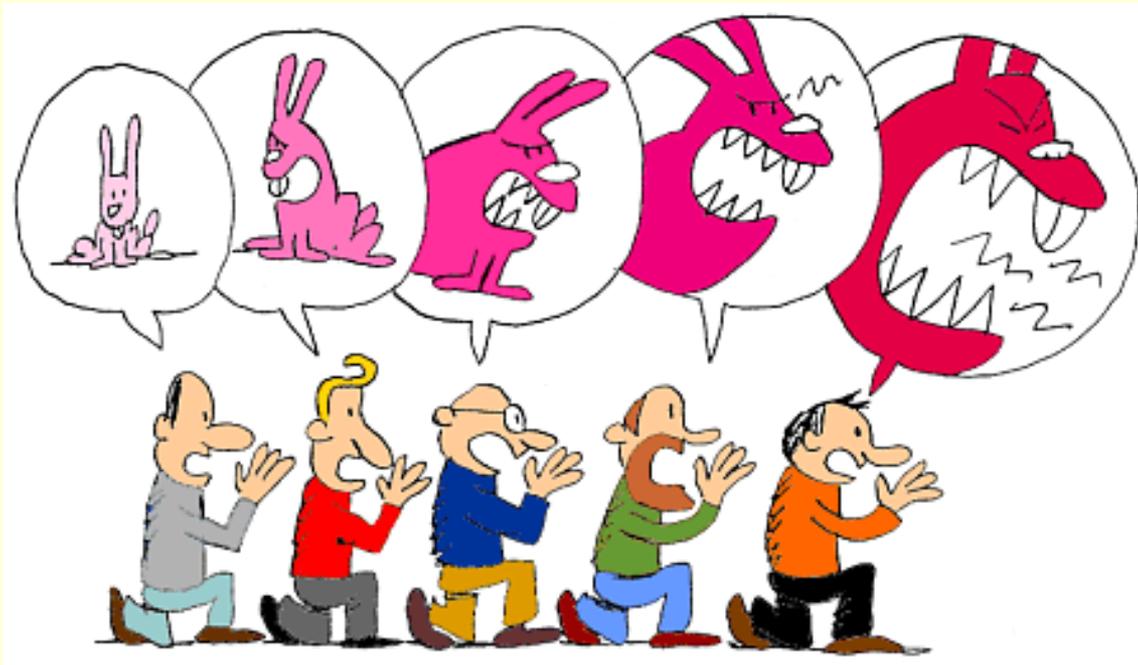
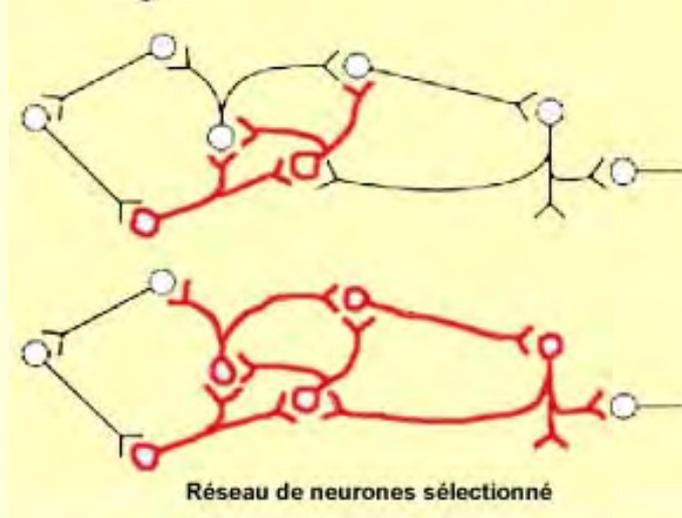
Ces synapses n'étant jamais exactement les mêmes jour après jour...

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



Ces synapses n'étant jamais exactement les mêmes jour après jour...

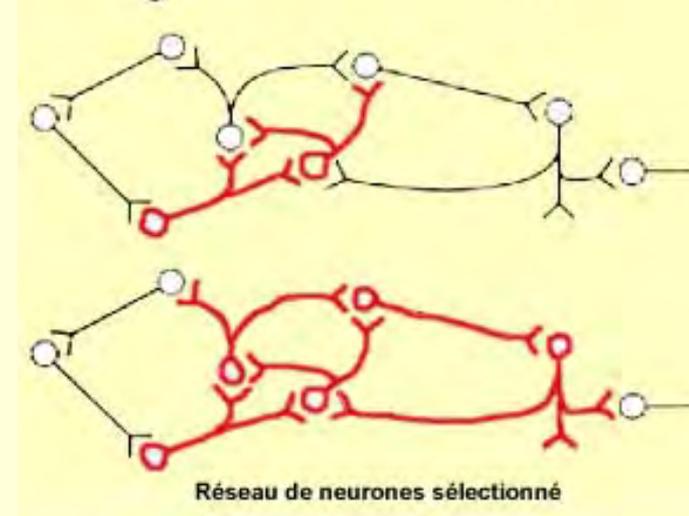
La mémoire humaine est forcément une **reconstruction**.



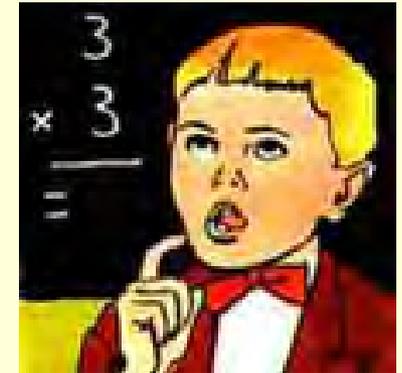
D'où, par exemple, le phénomène des « faux souvenirs ».

Ces synapses n'étant jamais exactement les mêmes jour après jour...

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



Ça veut aussi dire que
l'intelligence
(« whatever that means ... »)
ce n'est **pas** quelque chose
qui est **fixé d'avance**.



On peut tous **apprendre et s'améliorer** durant toute notre vie
parce que notre cerveau se modifie constamment.

(il y a bien sûr des courbes de déclin des facultés cognitives, en particulier mnésiques, mais certaines sont très faibles et tardives...)

En **2006**, Carol Dweck a démontré qu'expliquer aux jeunes (ici de 5^e année) que leur cerveau est **plastique** (et peut donc développer de nouvelles habiletés avec la pratique et l'effort) a des effets positifs sur leur apprentissage futur :

- meilleure attitude après des erreurs ou des échecs;
- motivation plus forte pour atteindre la maîtrise d'une compétence.

Social Cognitive and Affective Neuroscience

Soc Cogn Affect Neurosci. 2006 September; 1(2): 75–86.

doi: [10.1093/scan/nsl013](https://doi.org/10.1093/scan/nsl013)

PMCID: PMC1838571

NIHMSID: NIHMS16001

Why do beliefs about intelligence influence learning success? A social cognitive neuroscience model

[Jennifer A. Mangels](#),¹ [Brady Butterfield](#),² [Justin Lamb](#),¹ [Catherine Good](#),³ and [Carol S. Dweck](#)⁴

[Author information](#) ▶ [Article notes](#) ▶ [Copyright and License information](#) ▶

This article has been [cited by](#) other articles in PMC.

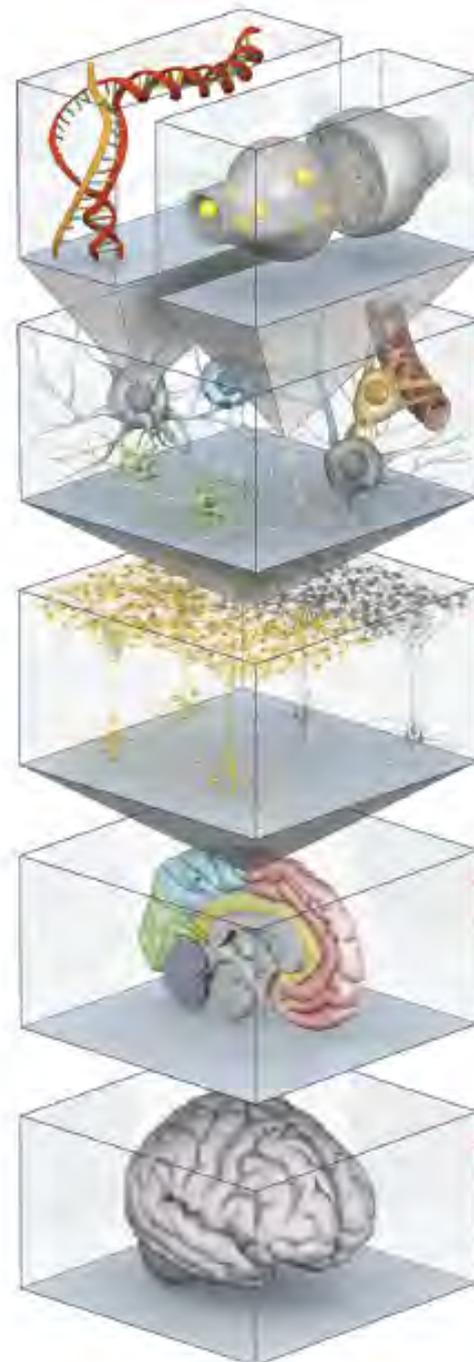
Abstract

Go to:

Students' beliefs and goals can powerfully influence their learning success. Those who believe intelligence is a fixed entity (entity theorists) tend to emphasize 'performance goals,' leaving them vulnerable to negative feedback and likely to disengage from challenging learning opportunities. In contrast, students who believe intelligence is malleable (incremental theorists) tend to emphasize 'learning goals' and rebound better from occasional failures. Guided by cognitive neuroscience models of top-down, goal-directed behavior, we use event-related potentials (ERPs) to understand how these beliefs influence attention to information associated with successful error correction. Focusing on waveforms associated with conflict detection and error correction in a test of general knowledge, we found evidence indicating that entity theorists oriented differently toward negative performance feedback, as indicated by an enhanced anterior frontal P3 that was also positively correlated with concerns about proving ability relative to others. Yet, following negative feedback, entity theorists demonstrated less sustained memory-related activity (left temporal negativity) to corrective information, suggesting reduced effortful conceptual encoding of this material—a strategic approach that may have contributed to their reduced error correction on a subsequent surprise retest. These results suggest that beliefs can influence learning success through top-down biasing of attention and conceptual processing toward goal-congruent information.

Keywords: Dm, episodic memory, P3a, TOI, achievement motivation

Problème d'échelle spatiale



Molecular

A century of research, beginning with the first inspection of a brain cell under a microscope, would translate into a digital facsimile that combines component molecular parts to assemble a cell that demonstrates the essential properties of a neuron—the transmission of electrical and chemical signals.

Cellular

A brain-in-a-box simulation will have to capture every detail of neurons and nonneuronal glial cells, including the exact geometric shapes of the dendrites and axons that receive and send information.

Circuits

A model of the neural connections between different brain areas and among neighboring cells may furnish clues to the origins of complex brain diseases such as autism and schizophrenia.

Regions

Major neural substructures—the amygdala (emotions), the hippocampus (memory), the frontal lobes (executive control)—can be inspected alone or as they interact with one another.

Whole Organ

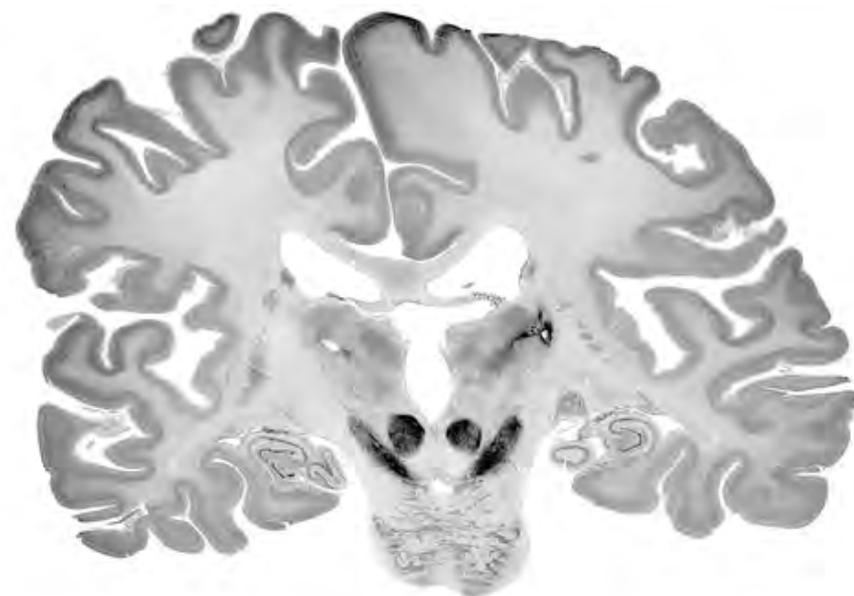
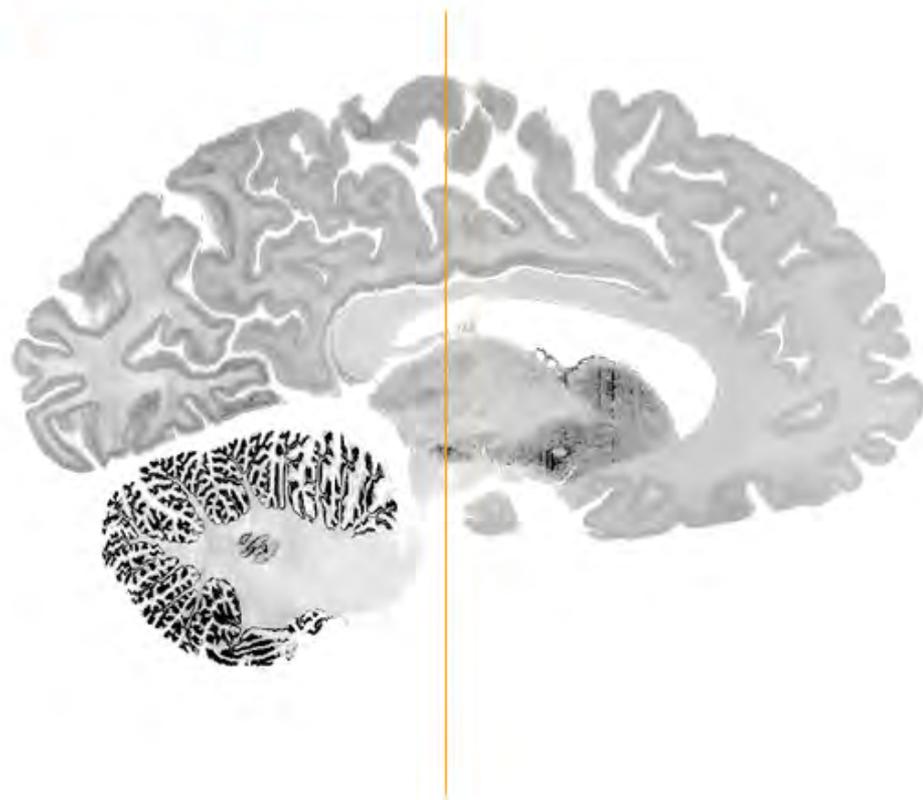
An in silico brain might substitute for the actual organ. By removing the computer code for a “gene,” the virtual system can, for instance, mimic the effects of a mutation, as scientists do today by “knocking out” a gene in mice. The tool would avoid the lengthy breeding process and could simulate a multitude of experimental conditions.

To download BigBrain

The full resolution histological MINC or PNG file of a selected section can be obtained by clicking on the download links to the right of the viewer.

[Previous Section](#)

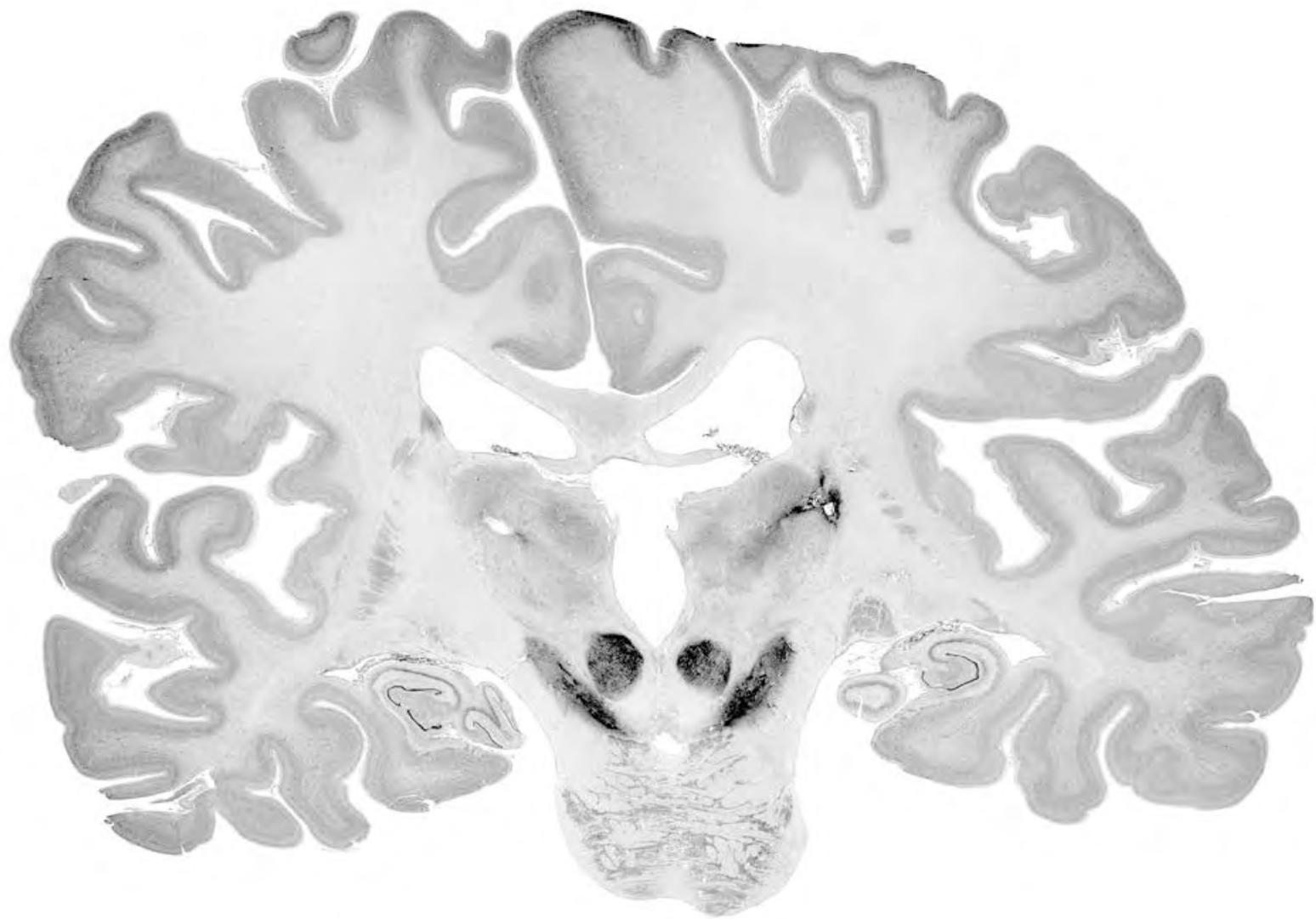
[Next Section](#)

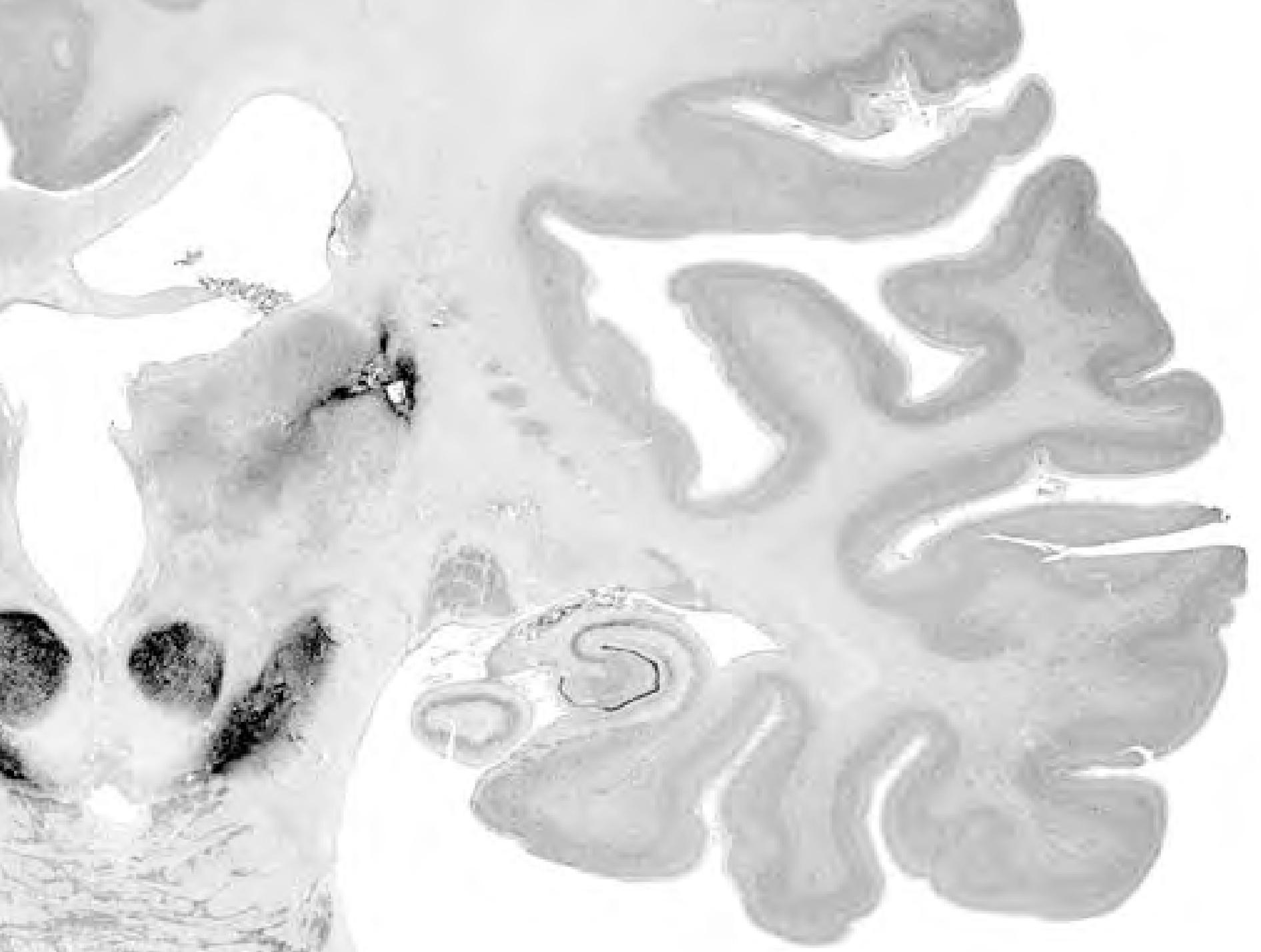


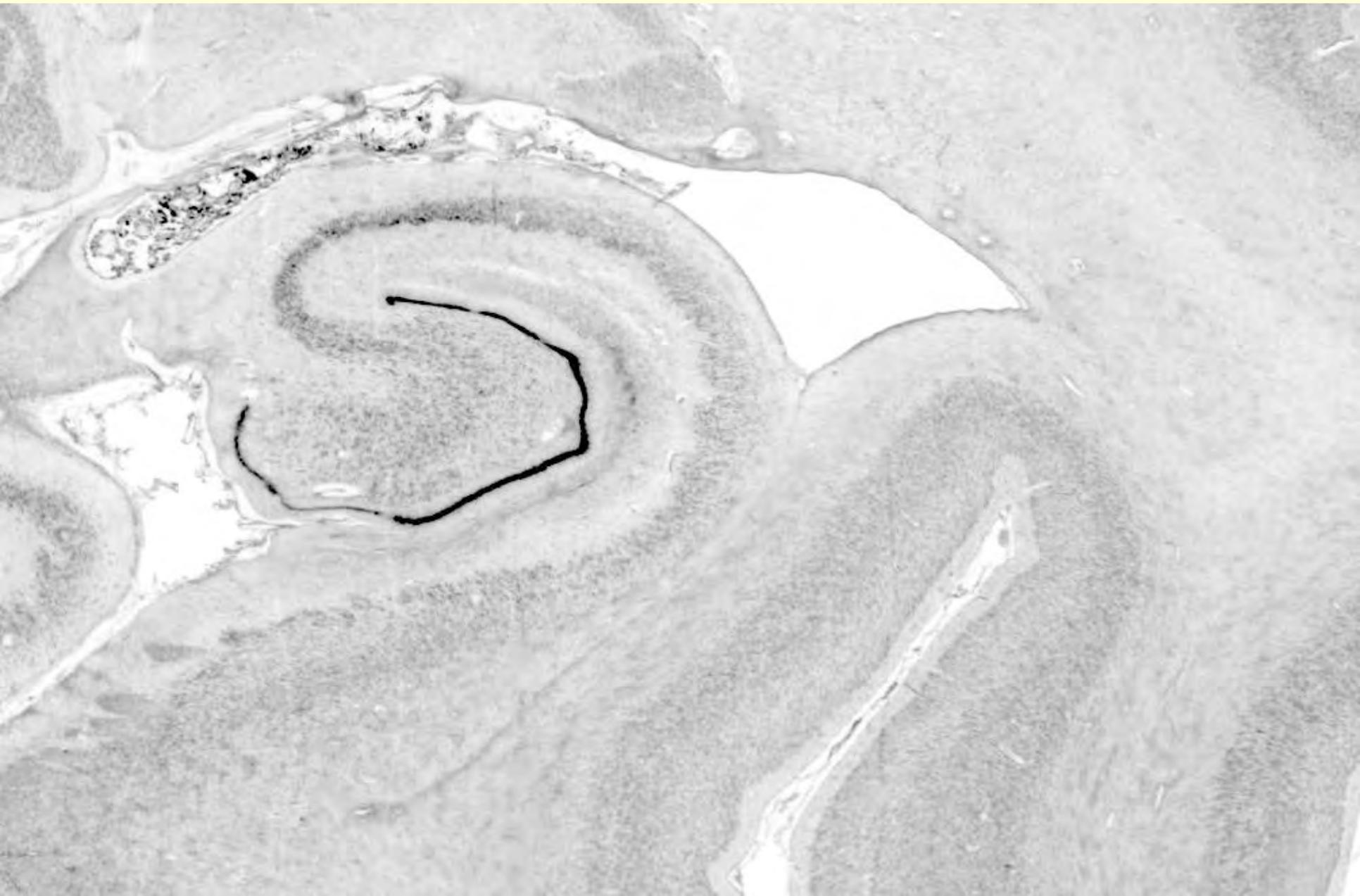
| [Loris Website](#) | [BigBrain FTP](#) |

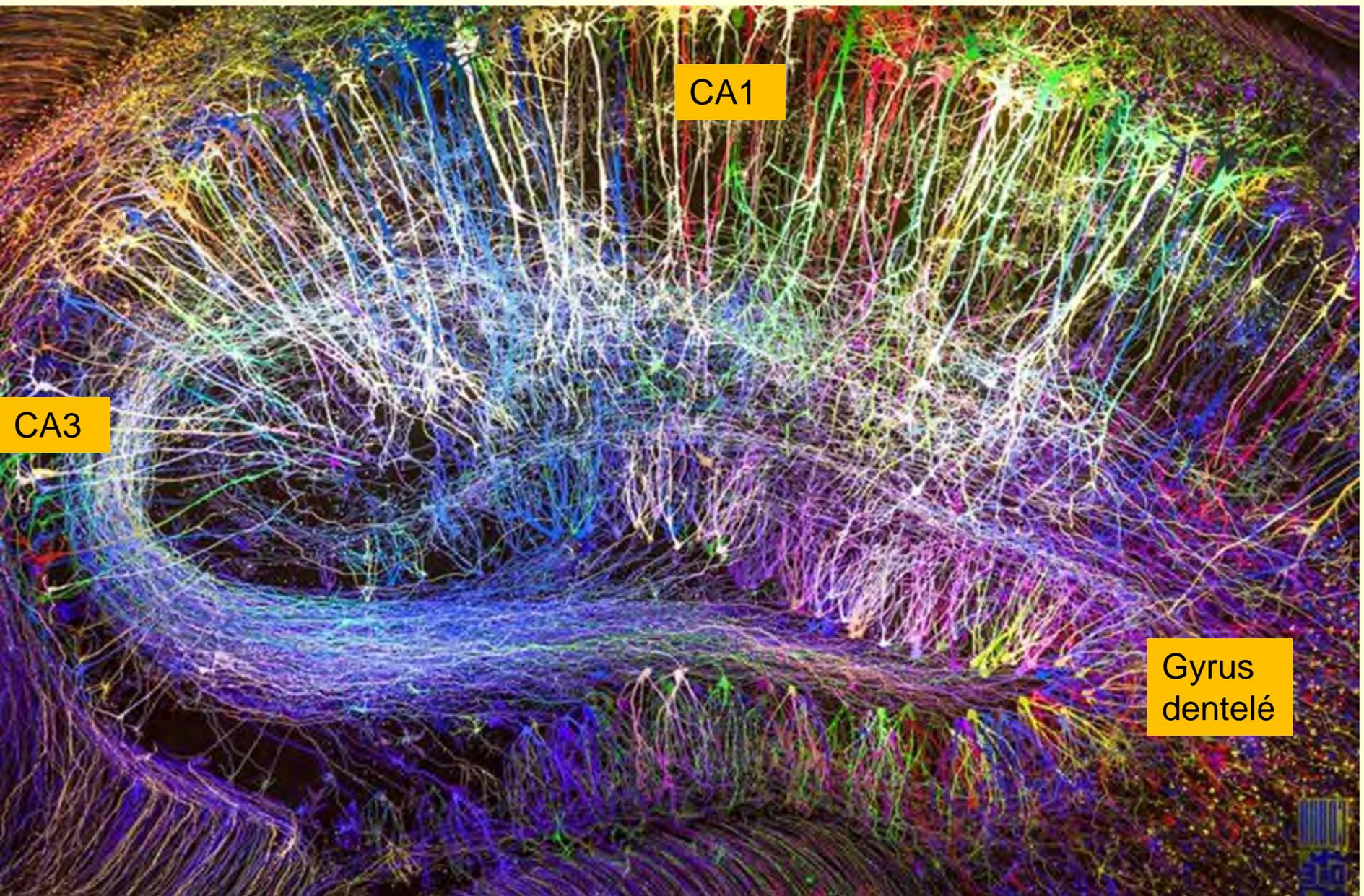
Powered by LORIS © 2017. All rights reserved.

Created by [MCIN](#)









CA1

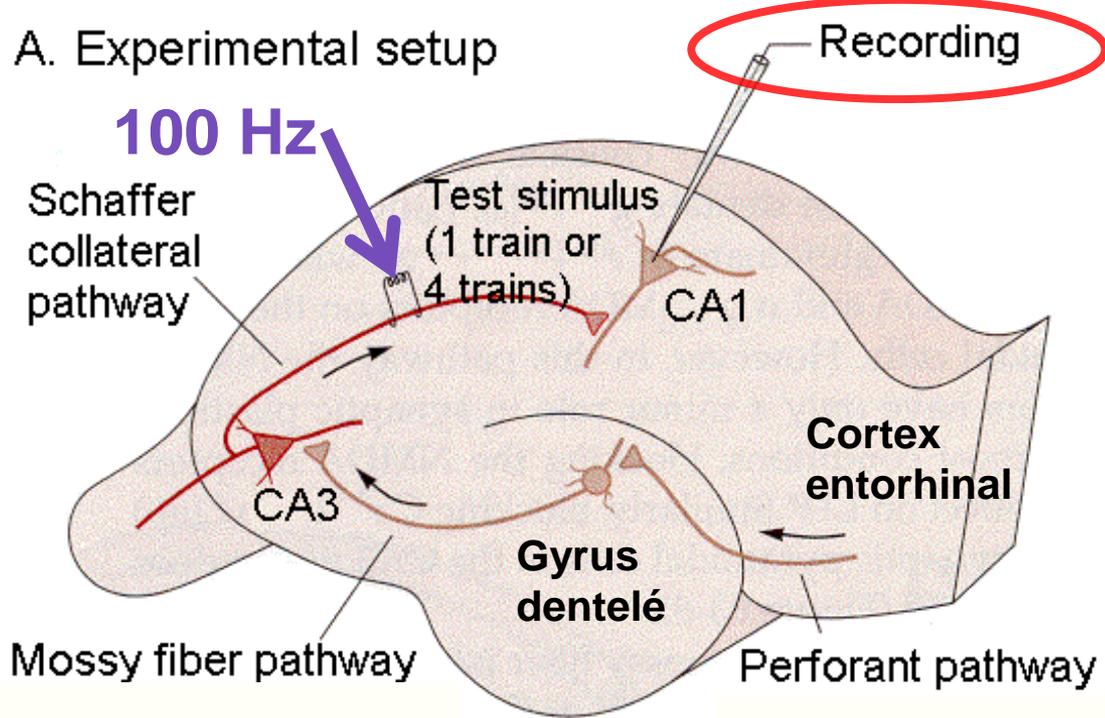
CA3

Gyrus
dentelé

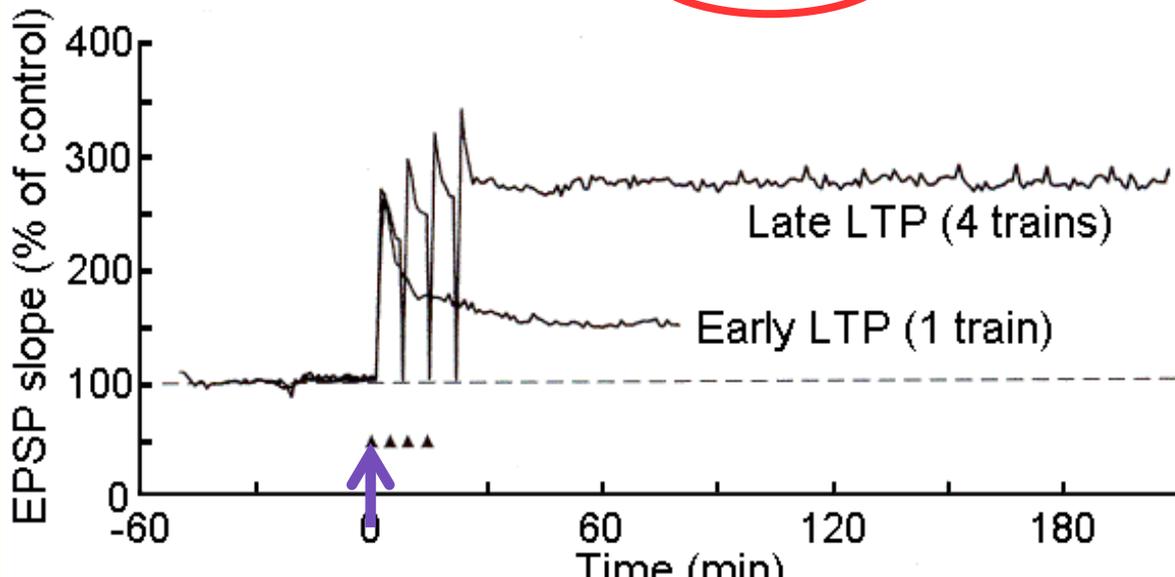
Coloration « **Brainbow** »

<http://www.gregadunn.com/microetchings/brainbow-hippocampus/>

A. Experimental setup



B. LTP in the hippocampus CA1 area



En 1973,
on a découvert dans
les neurones de
l'hippocampe un
phénomène qu'on
appelle la
**potentialisation à long
terme (PLT)**

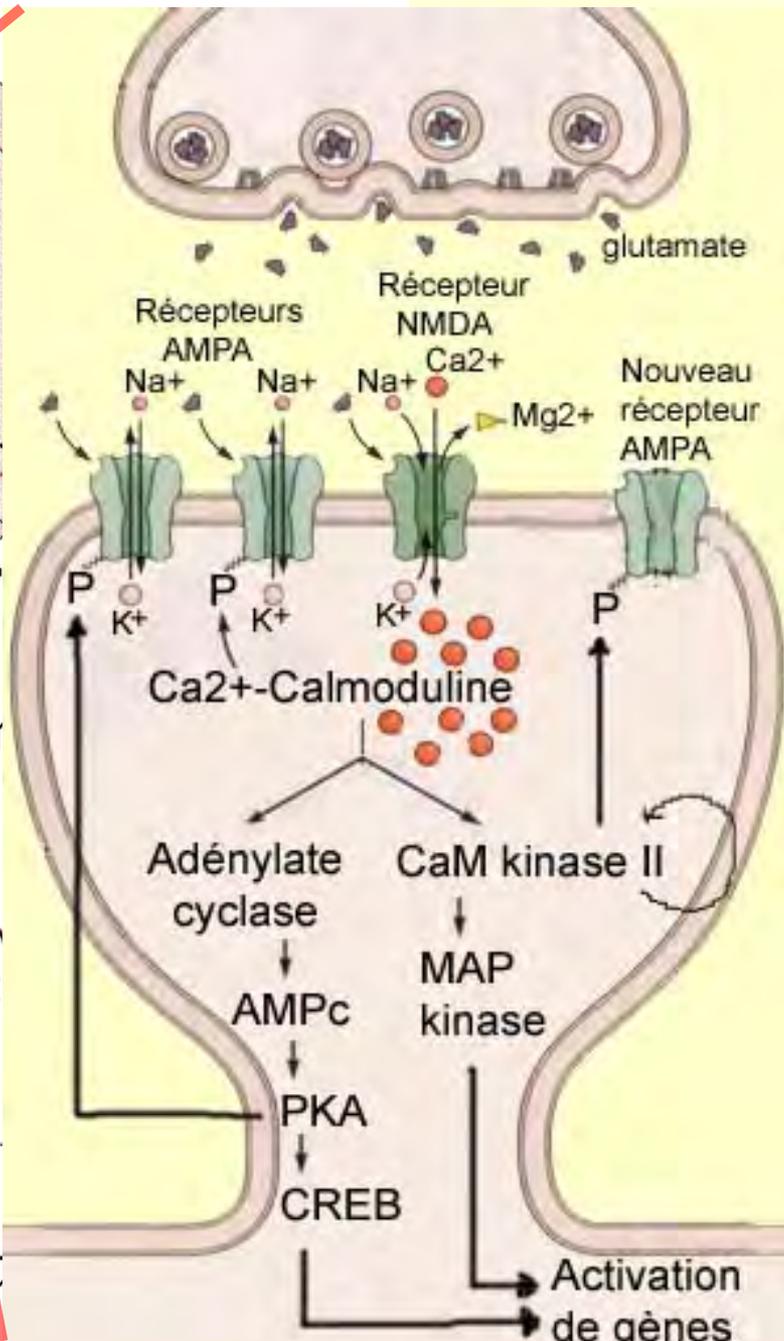
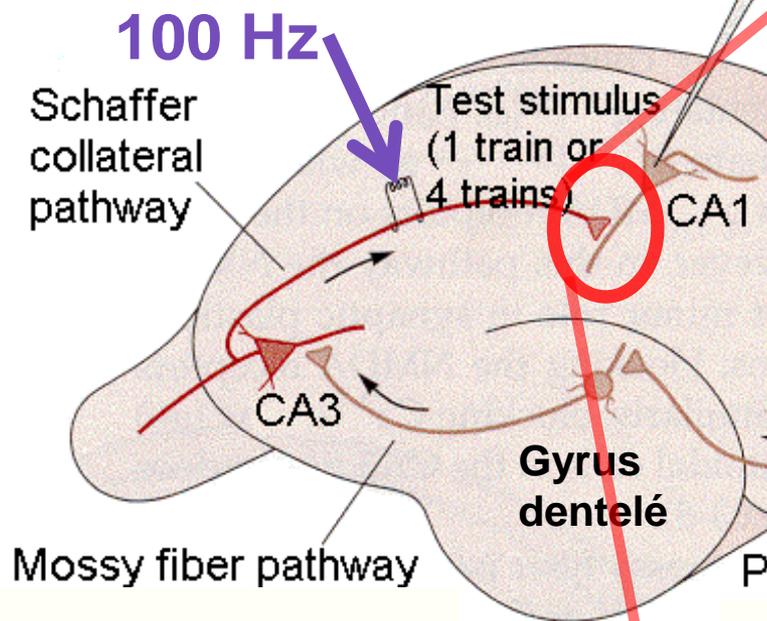
en stimulant à haute-
fréquence les
collatérales de Schaffer

Video : Neuroscience –
Long-Term Potentiation
Carleton University

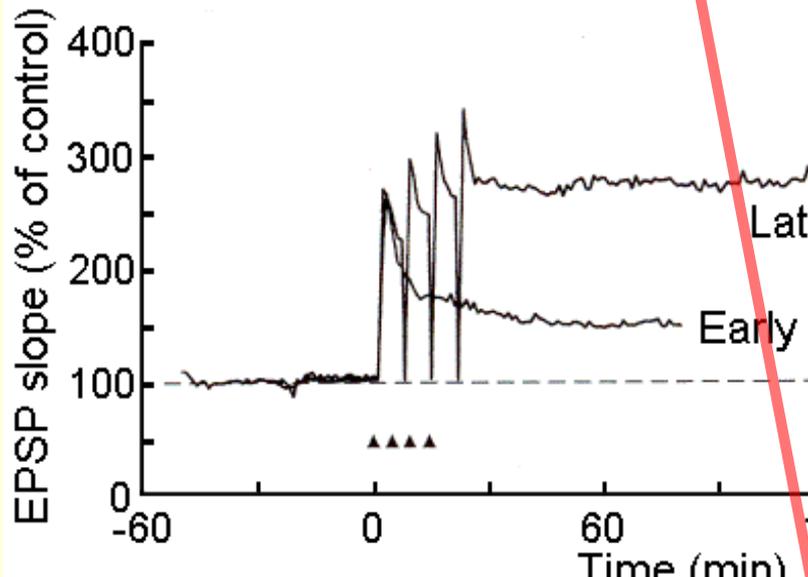
https://www.youtube.com/watch?v=vso9jgfp1_c

2:40 à 6:30

A. Experimental setup



B. LTP in the hippocampus CA1 and CA3



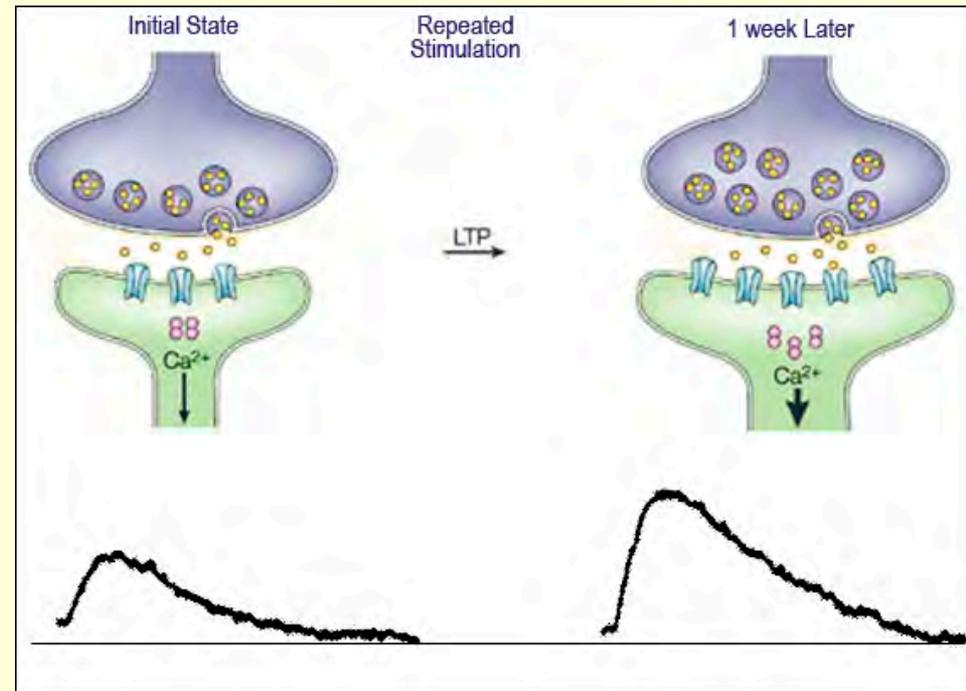


PLT : un des phénomènes de plasticité à la base de l'apprentissage

http://lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i_07/i_07_m/i_07_m_tra/i_07_m_tra.html

Plasticité dans le cortex aussi :

→ On a découvert des connexions excitatrices très fortes entre les neurones pyramidaux et des interneurons inhibiteurs qui sont **extrêmement plastiques** et qui seraient spécifique au **cortex** humain.



Plasticity in Single Axon Glutamatergic Connection to GABAergic Interneurons Regulates Complex Events in the Human Neocortex

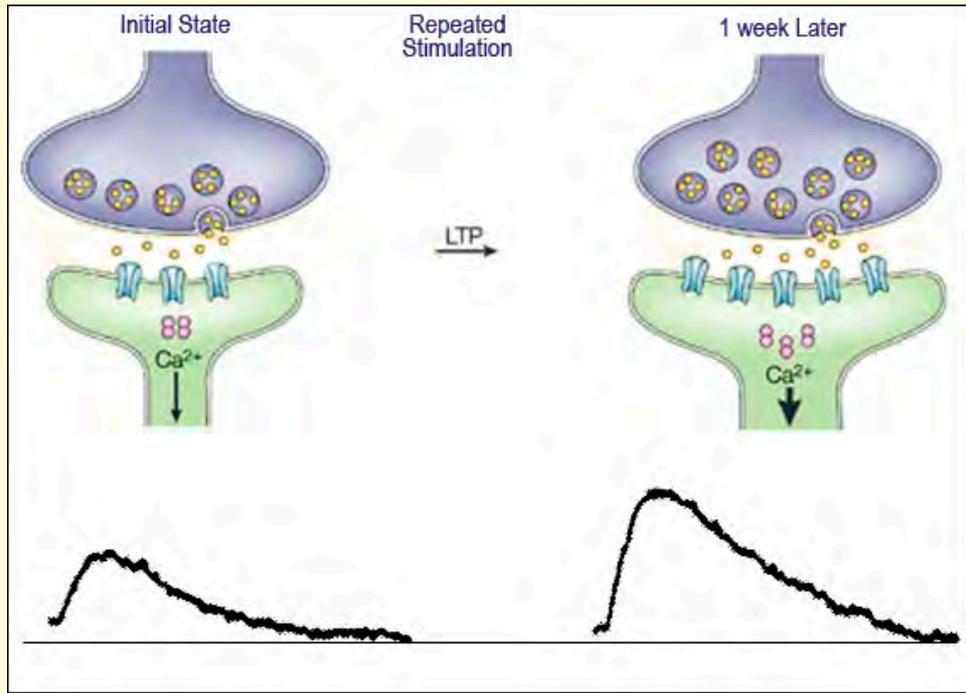
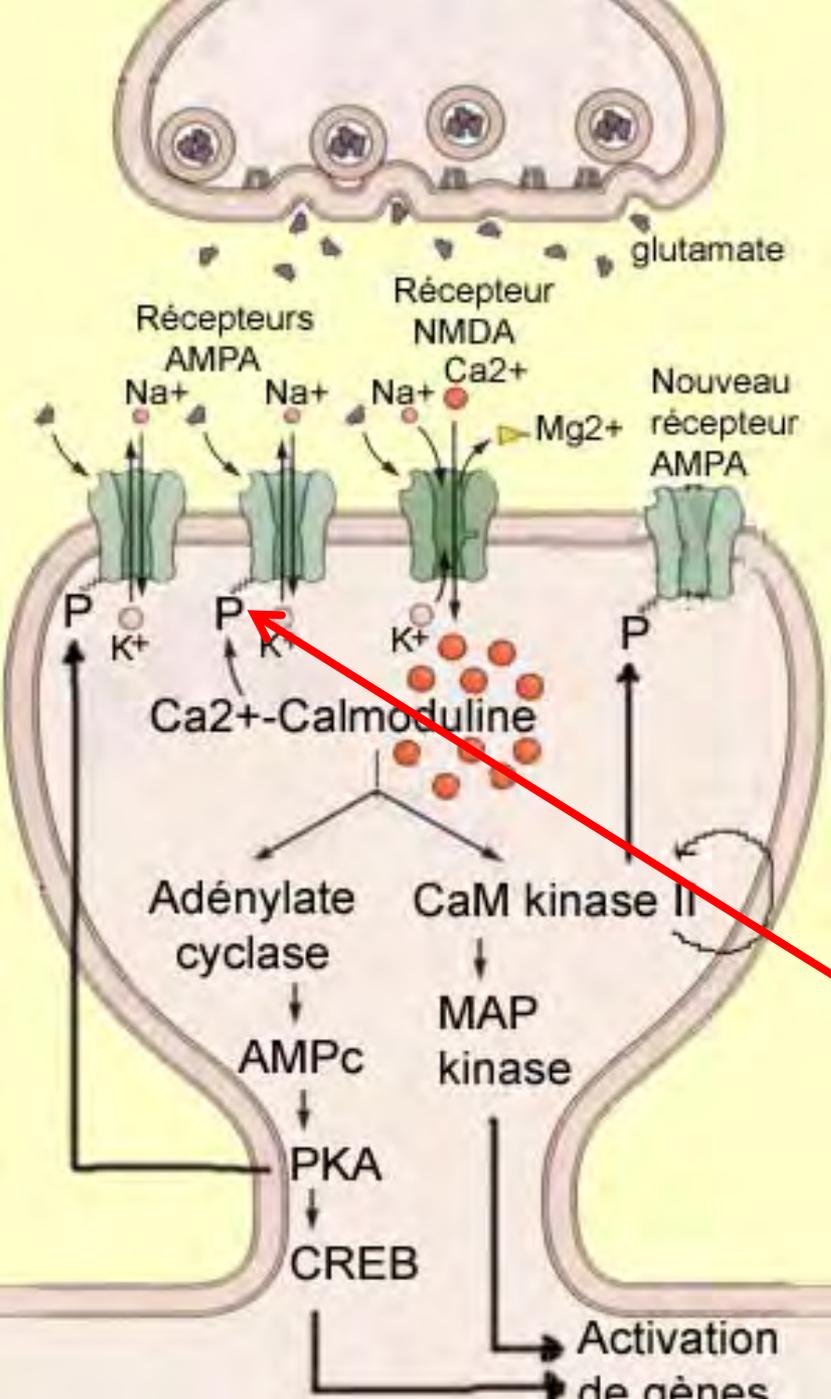
November 9, 2016

<http://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.2000237>

Are human-specific plastic cortical synaptic connections what makes us human?

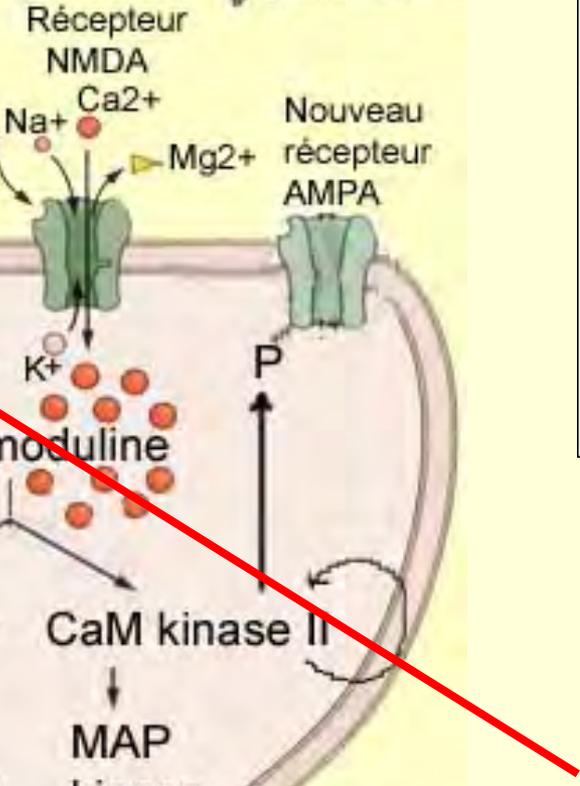
February 01, 2017

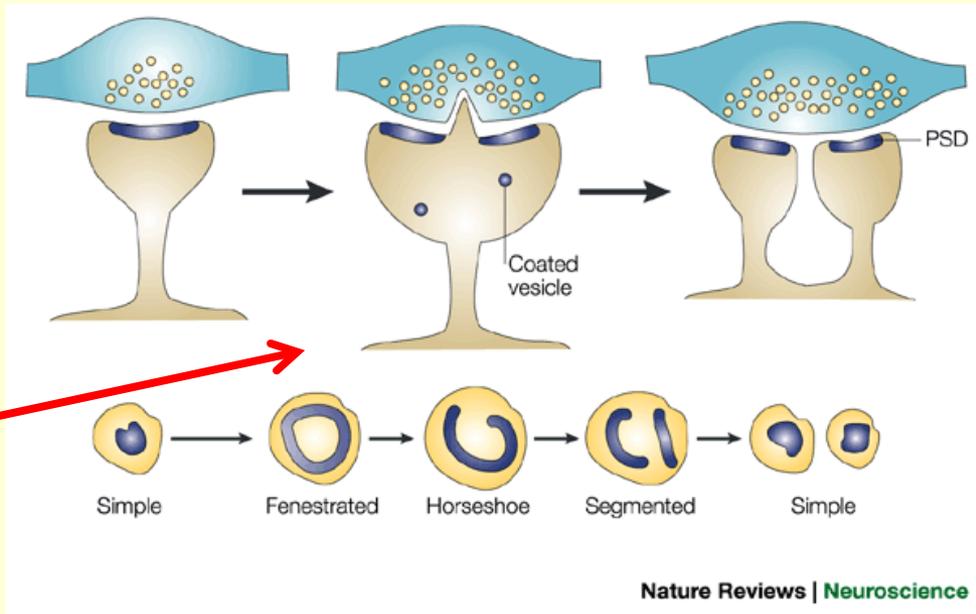
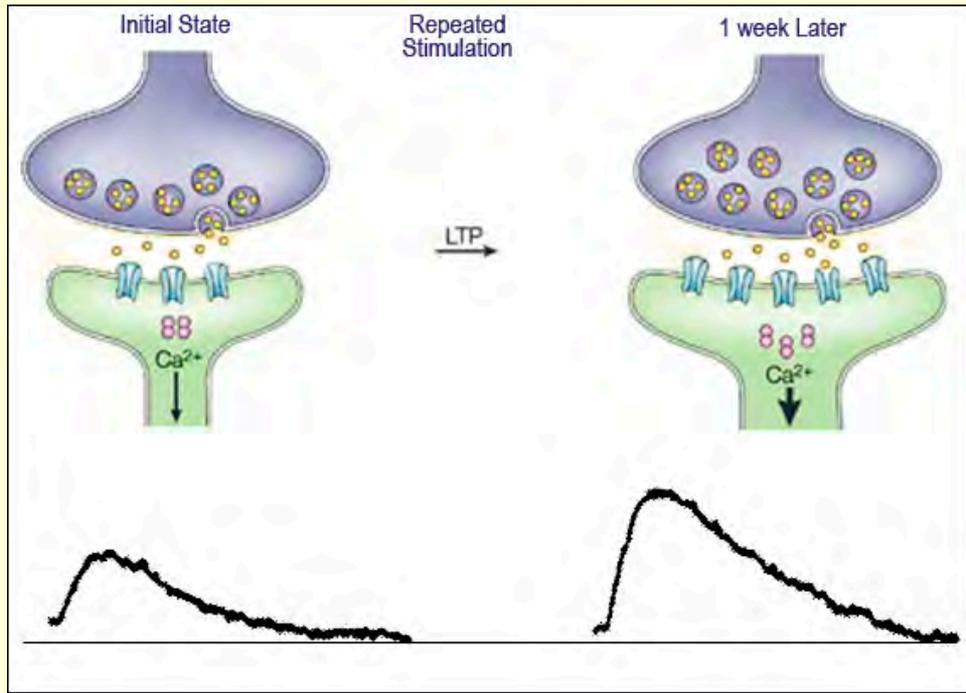
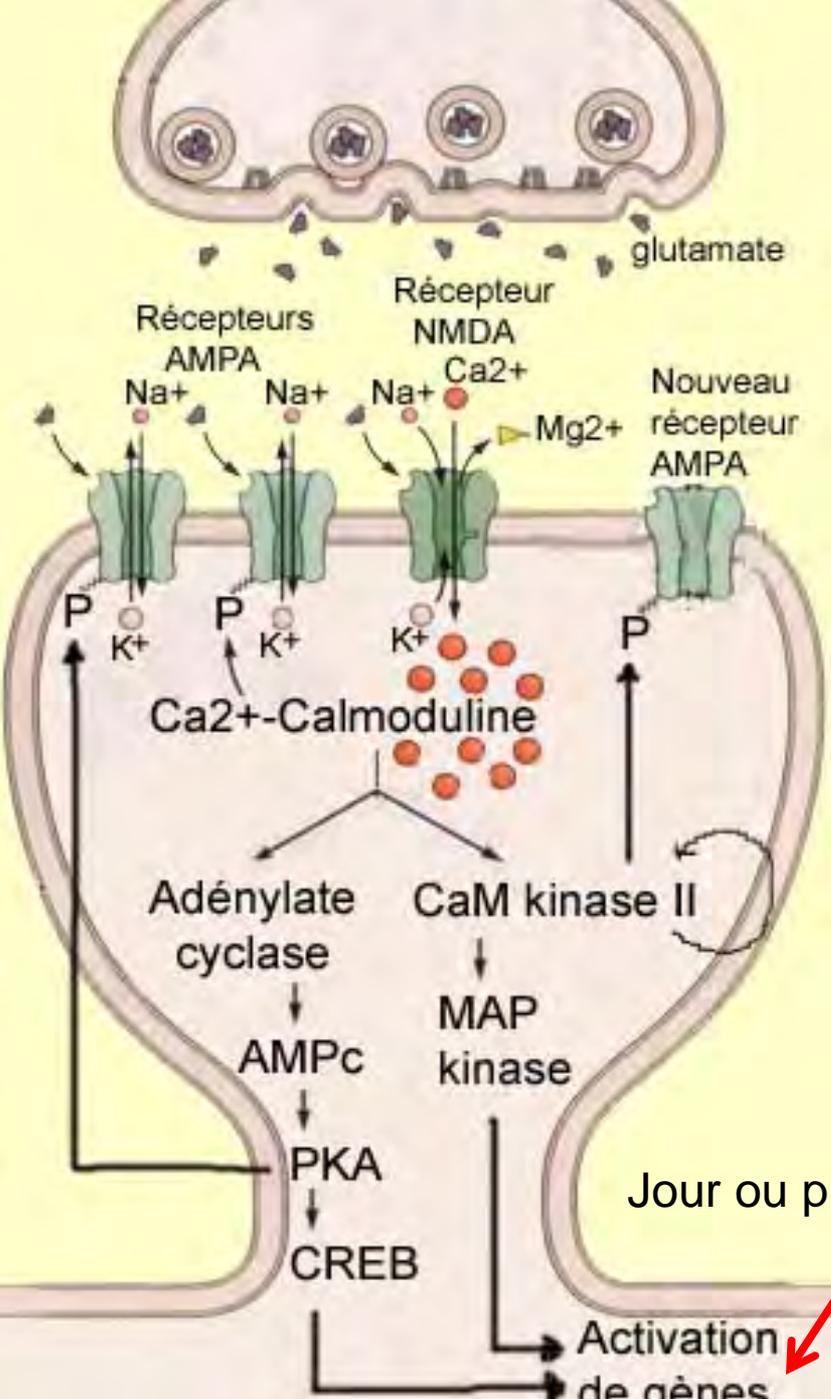
http://mindblog.dericbownds.net/2017/02/are-human-specific-plastic-cortical.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+Mindblog+%28MindBlog%29



Ordre de grandeur temporelle :

Minutes ou heures

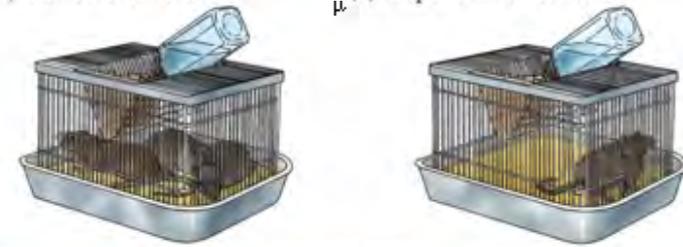




Jour ou plus

a) Standard condition

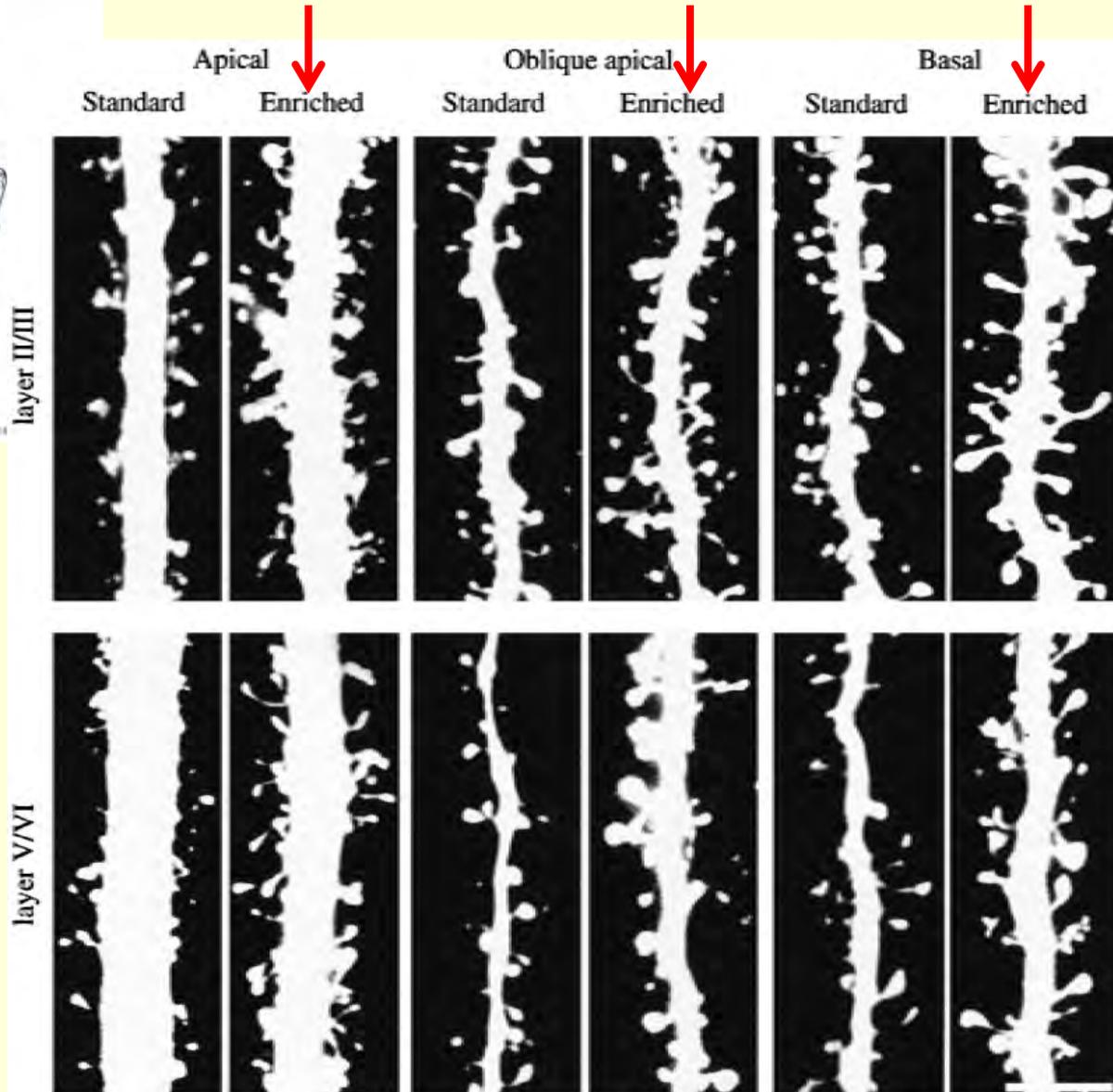
b) Impoverished condition



(c) Enriched condition

Psychology 6e, Figure 17.17

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



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

Changes in grey matter induced by training

Nature, 2004

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

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

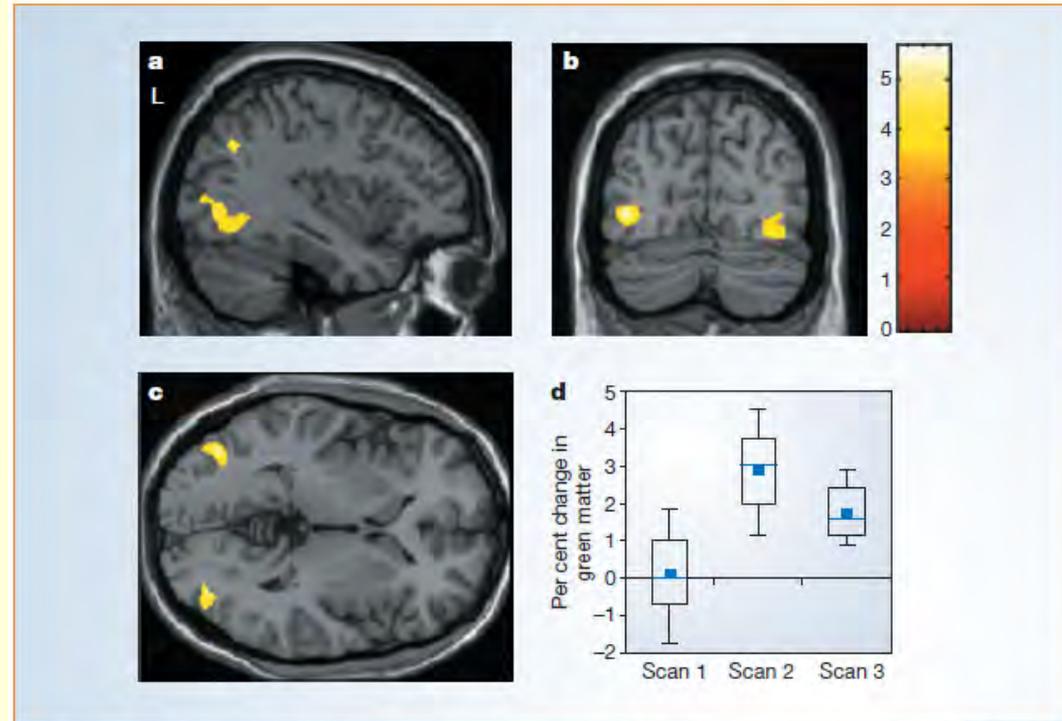


Figure 1 Transient changes in brain structure induced while learning to juggle. **a–c**, Statistical parametric maps showing the areas with transient structural changes in grey matter for the jugglers group compared with non-juggler controls. **a**, Sagittal view; **b**, coronal view; **c**, axial view.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

NATURE | VOL 427 | 22 JANUARY 2004 | www.nature.com/nature

Par la suite :

- Chauffeurs de taxi
- Méditation
- Etc.

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

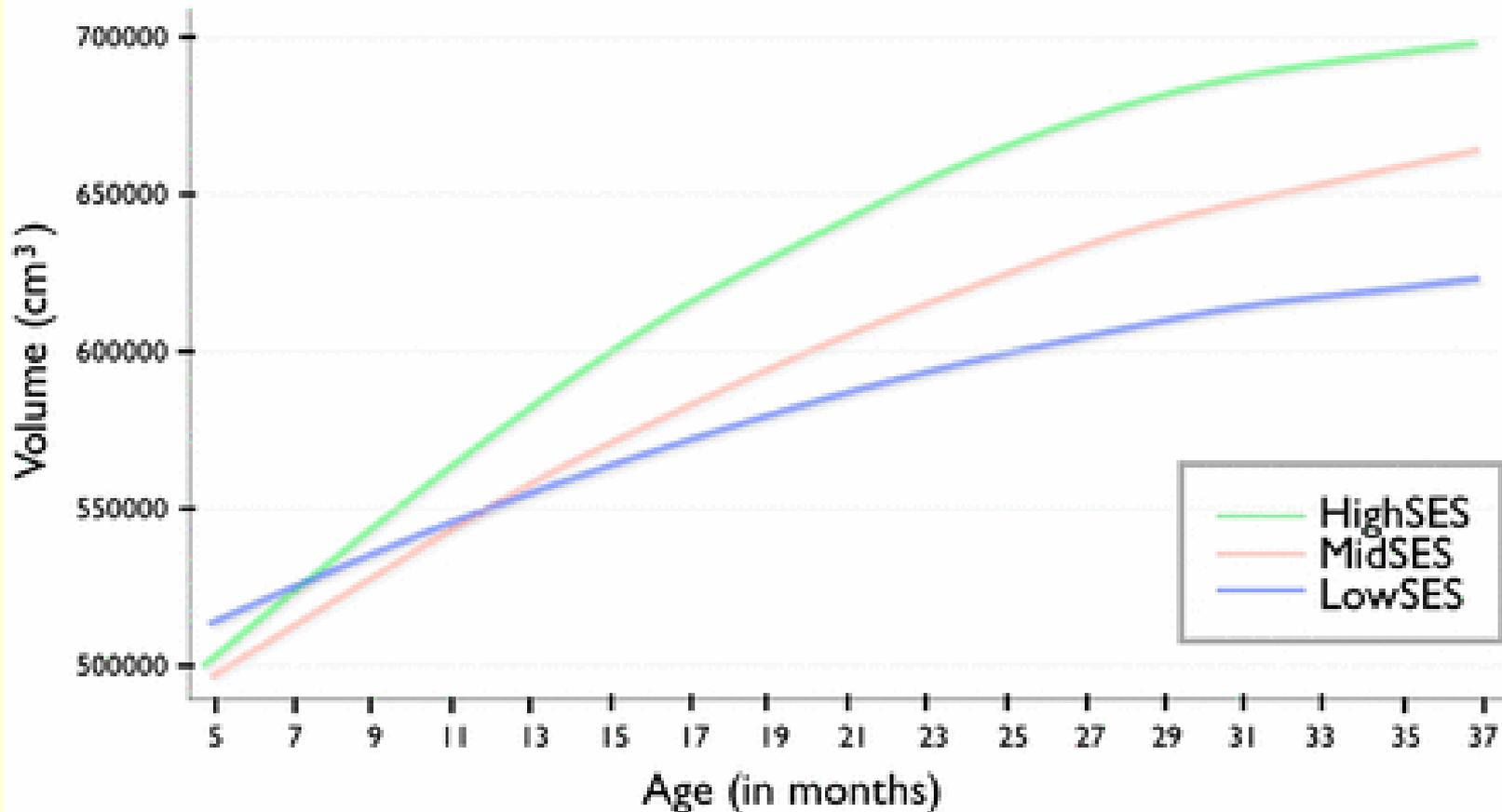
Wednesday, **February 03, 2016**

The neuroscience of poverty.

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

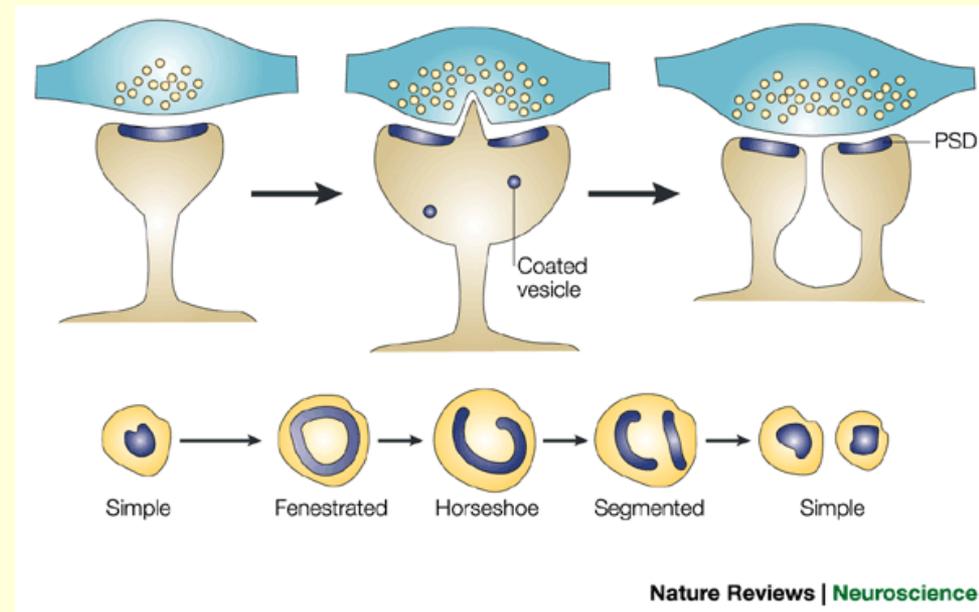
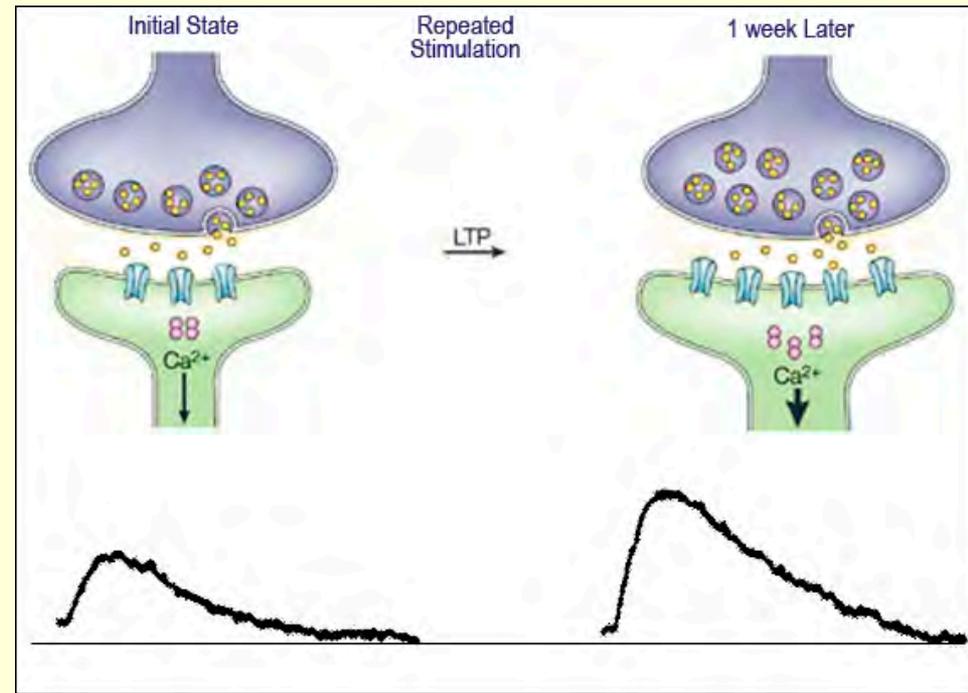
Total Gray Matter

Surtout dans le lobe frontal et l'hippocampe.



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

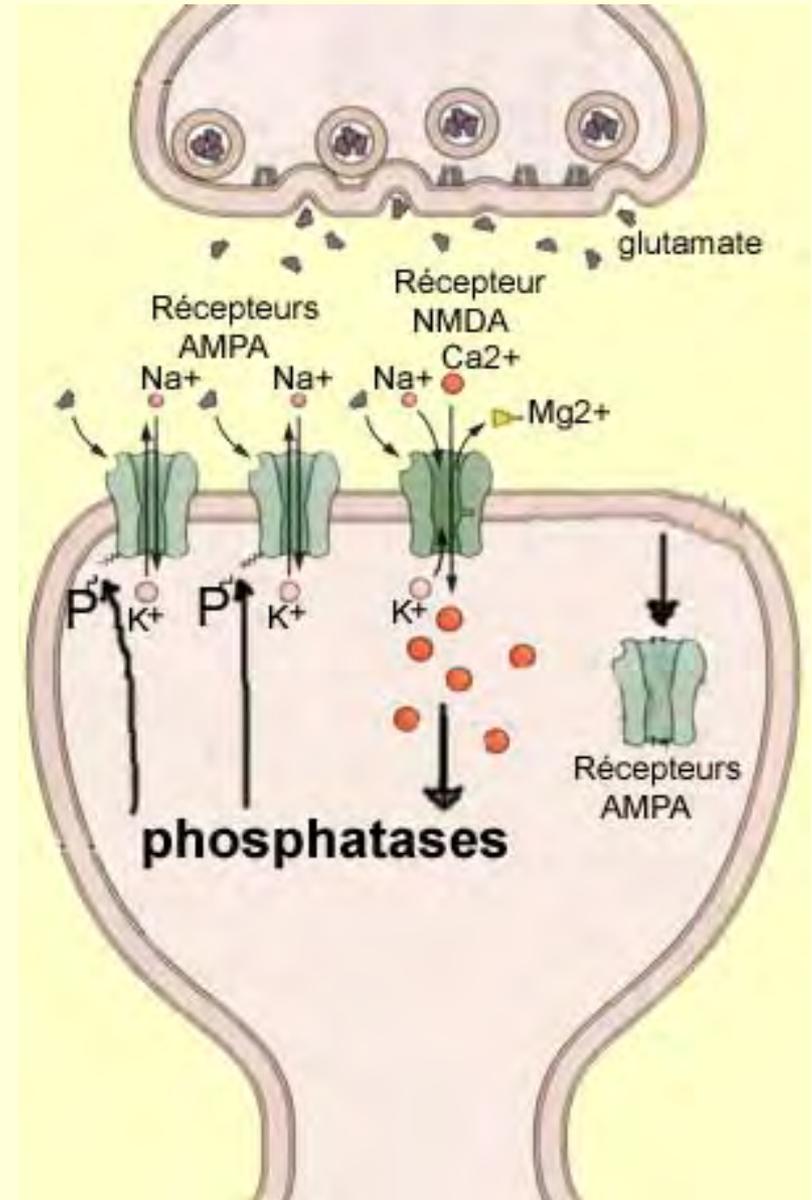
Mais il y en a beaucoup d'autres !



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 !

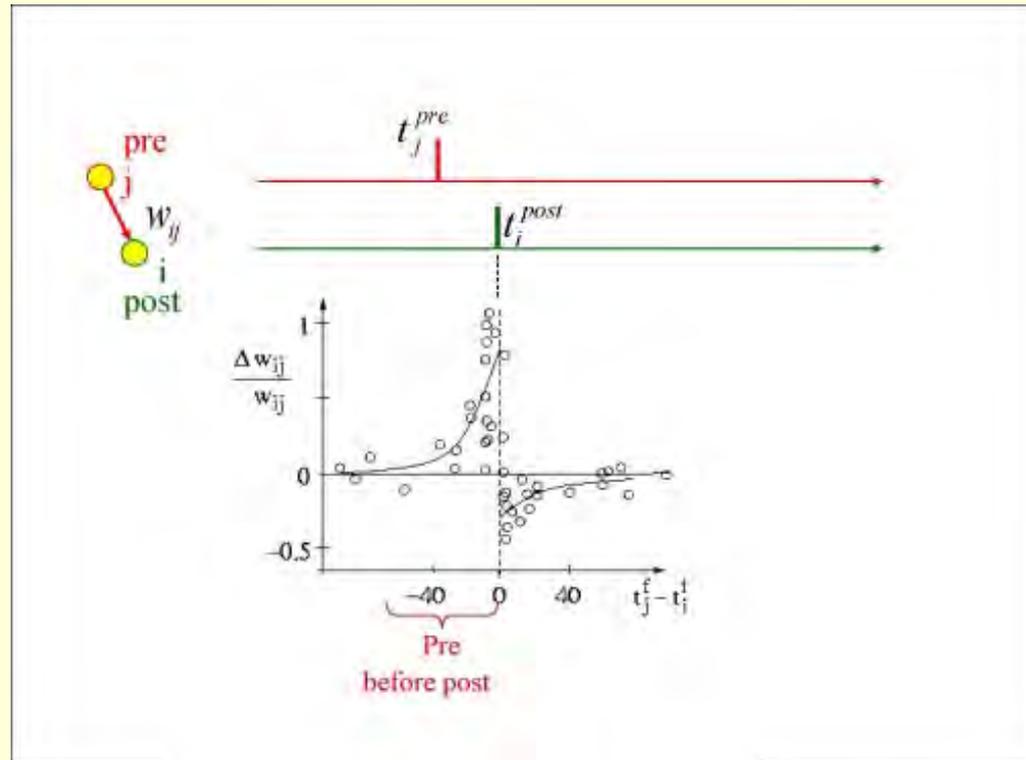
- La **dépression à long terme (DLT)**



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 !

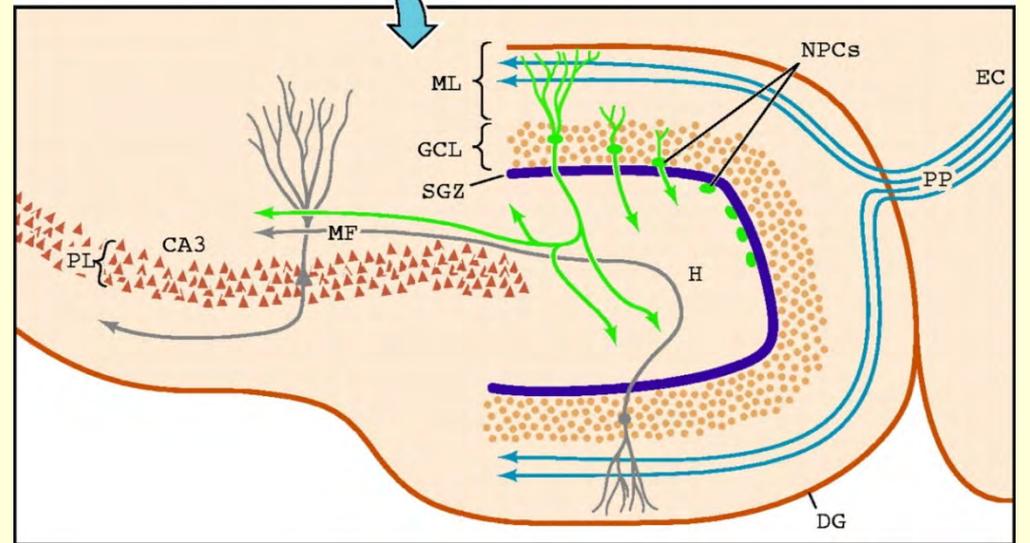
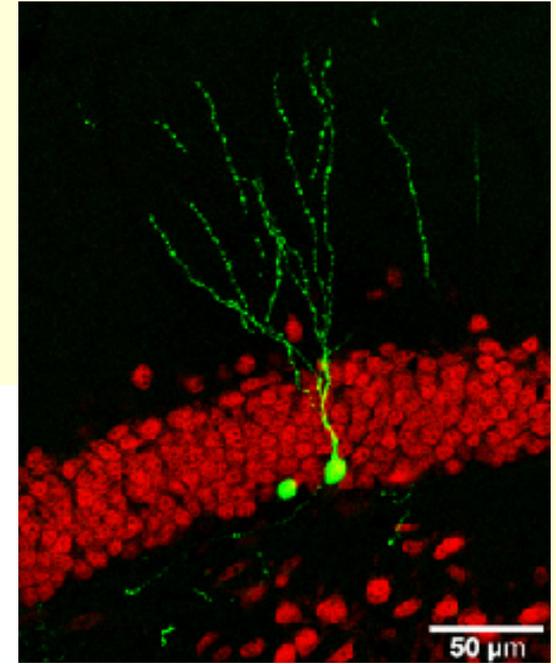
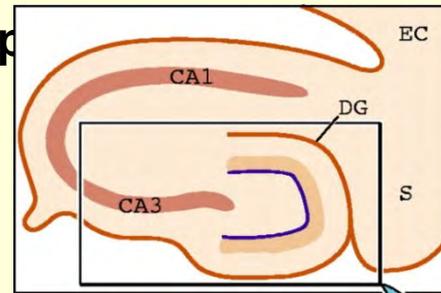
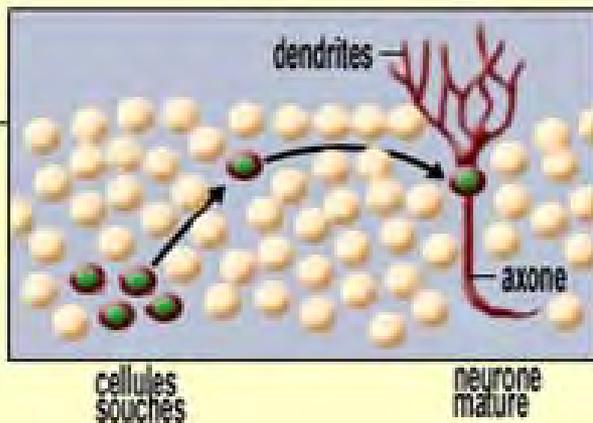
- La **dépression à long terme (DLT)**
- La **plasticité dépendante du temps d'occurrence des impulsions** (« Spike-timing-dependent plasticity » ou STDP)



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...

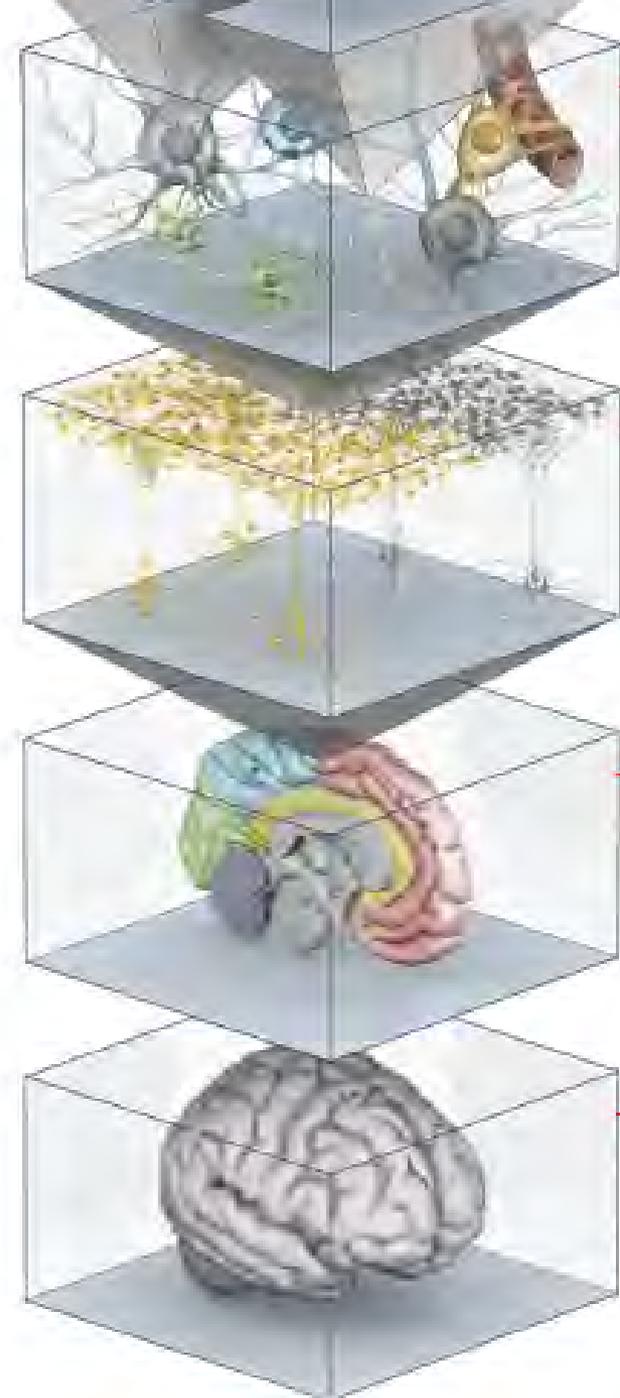


Selon les aspects privilégiés, les projets qui font de la cartographie des voies nerveuses du cerveau humain doivent se **concentrer à différentes échelles.**

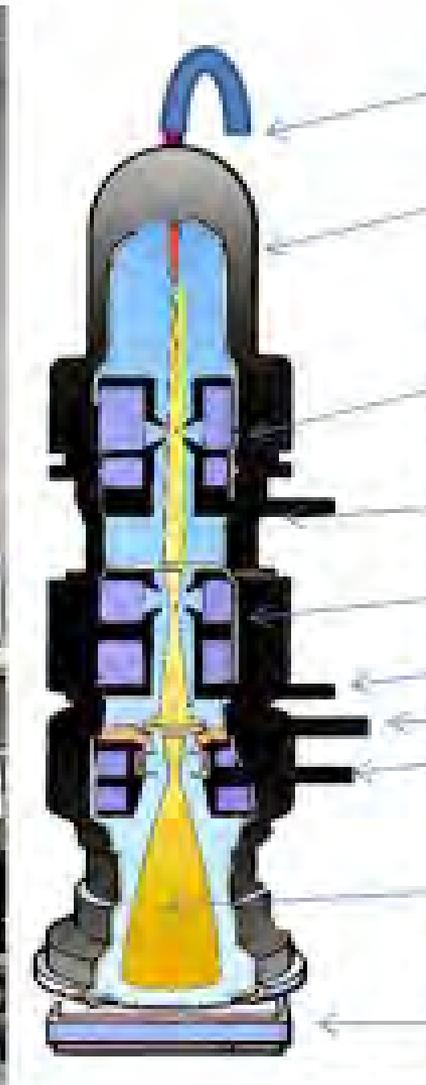
l'échelle « micro »

l'échelle « meso »

l'échelle « macro »



À la plus petite échelle, il faut utiliser...



TEM



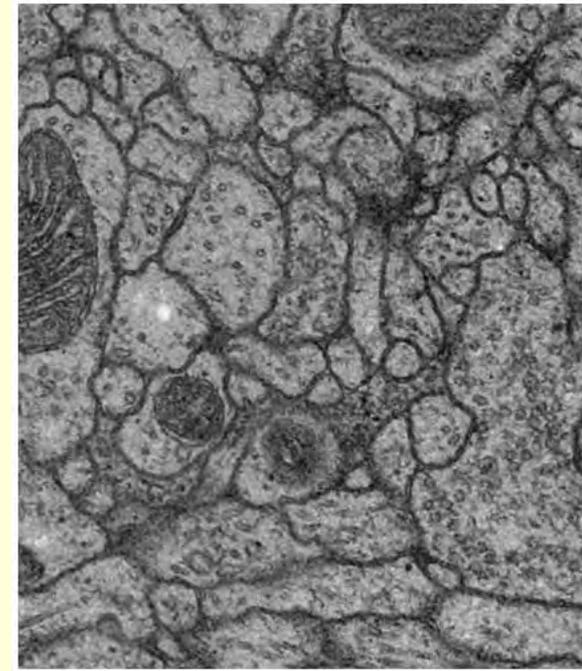
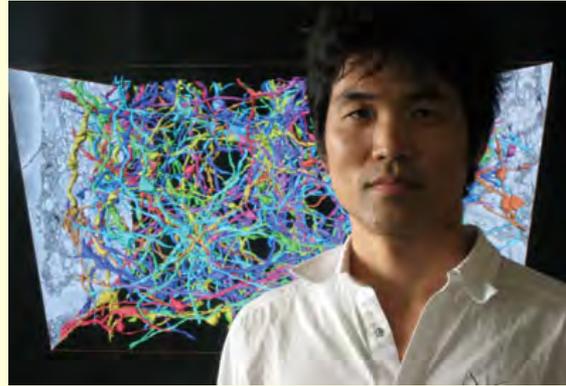
...le microscopie électronique (« Transmission Electron Microscopy » (TEM))

À l'échelle « micro » :

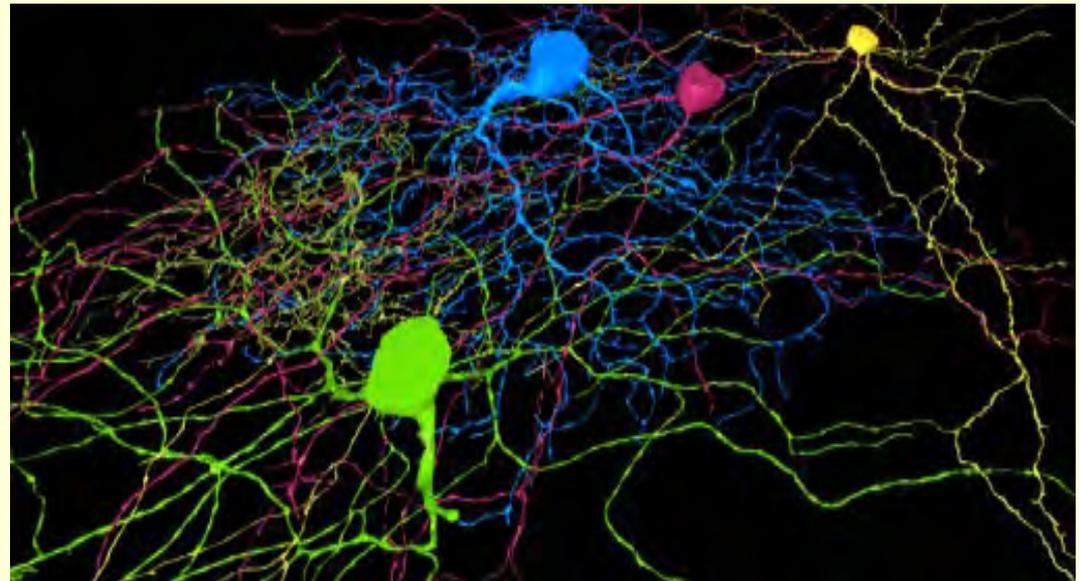
Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Aidez à cartographier nos connexions neuronales

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2013/06/10/aidez-a-cartographier-nos-connexions-neuronales/>



« **EyeWire** », mené par **Sebastian Seung**, que l'on pourrait traduire par « le câblage de l'œil », se concentre uniquement sur un sous-groupe de **cellules ganglionnaires de la rétine** appelées « cellules J » et fait appel au public.



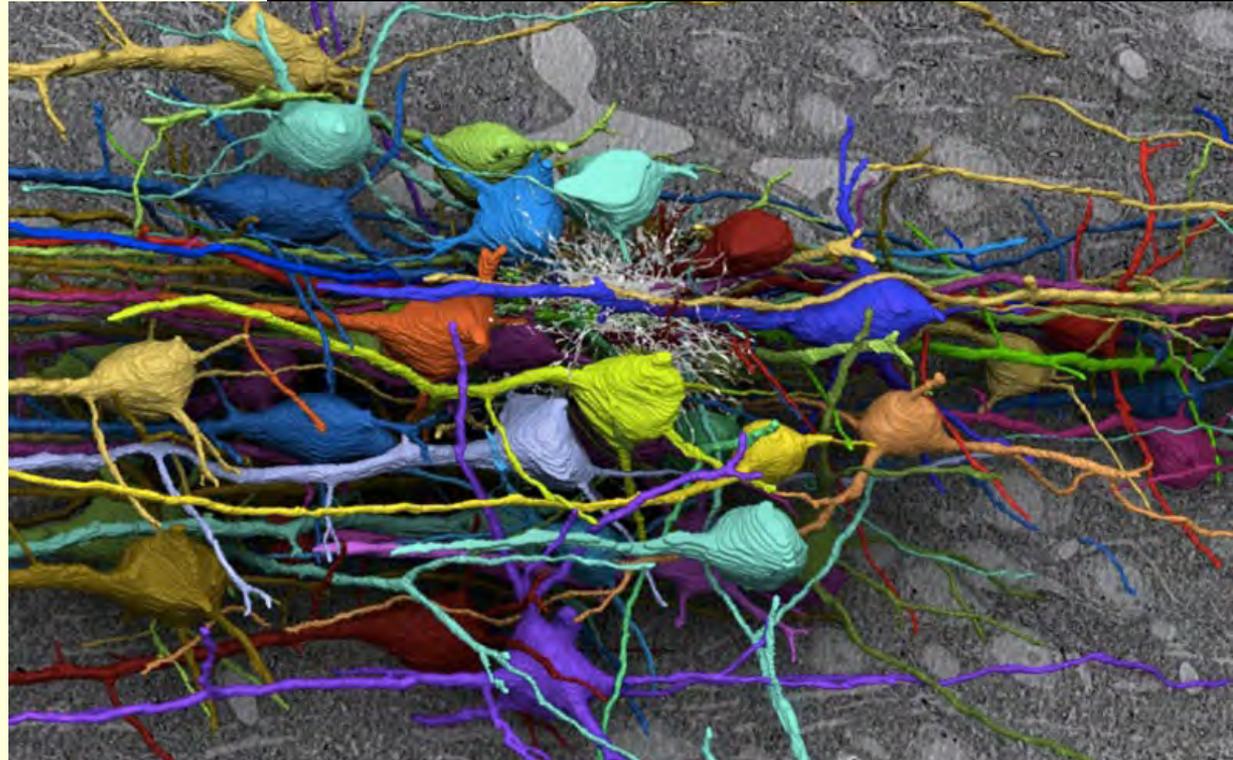
C'est aussi la démarche de :
Jeff Lichtman, *Professor of
Molecular and Cellular Biology*
Harvard University

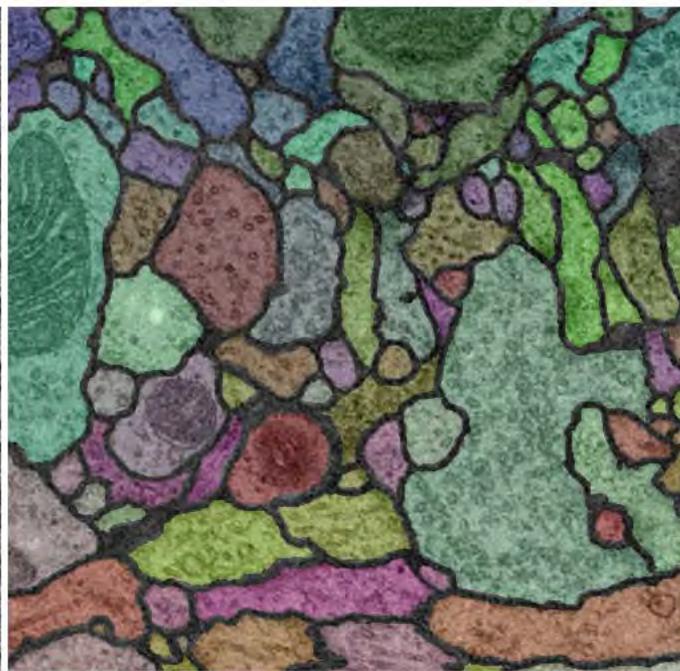
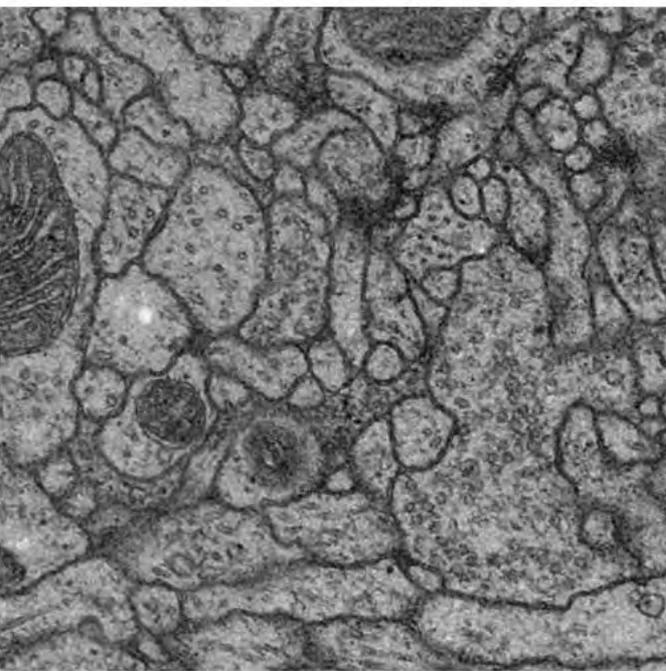
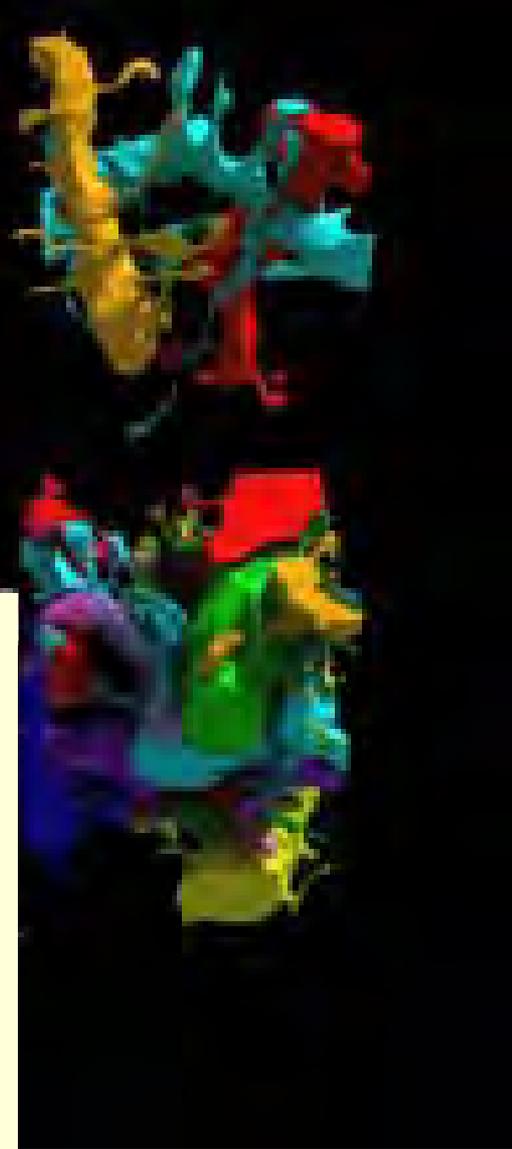
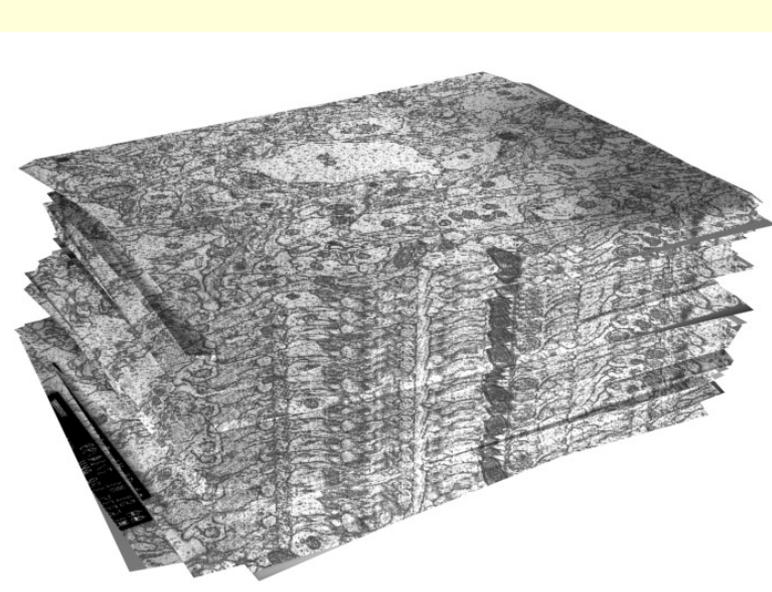
<http://www.hms.harvard.edu/dms/neuroscience/fac/lichtman.php>

Avec sa coloration **Brainbow**,

mais aussi :

*“In addition we have
developed automated
tools to map neural
connections
(connectomics) at
nanometer resolution
using a new method of
**serial electron
microscopy.**”*



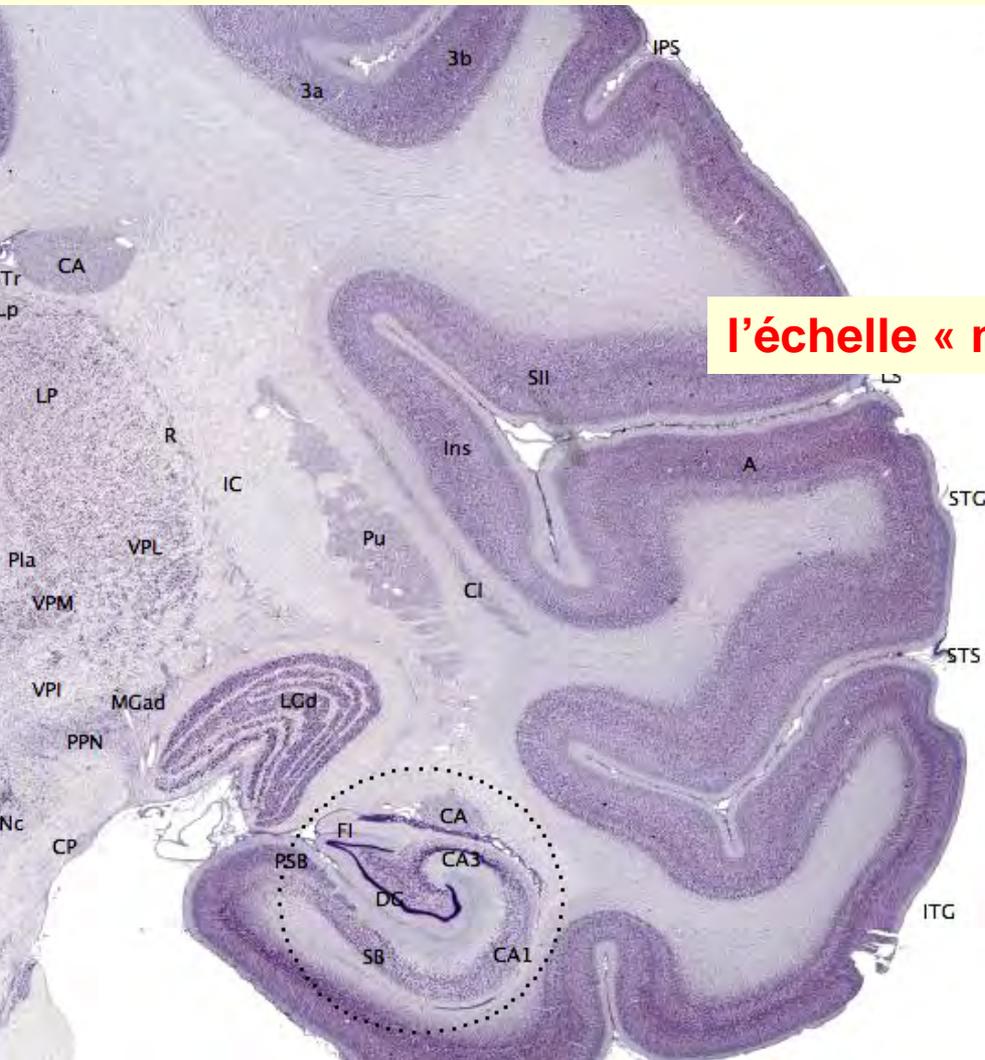




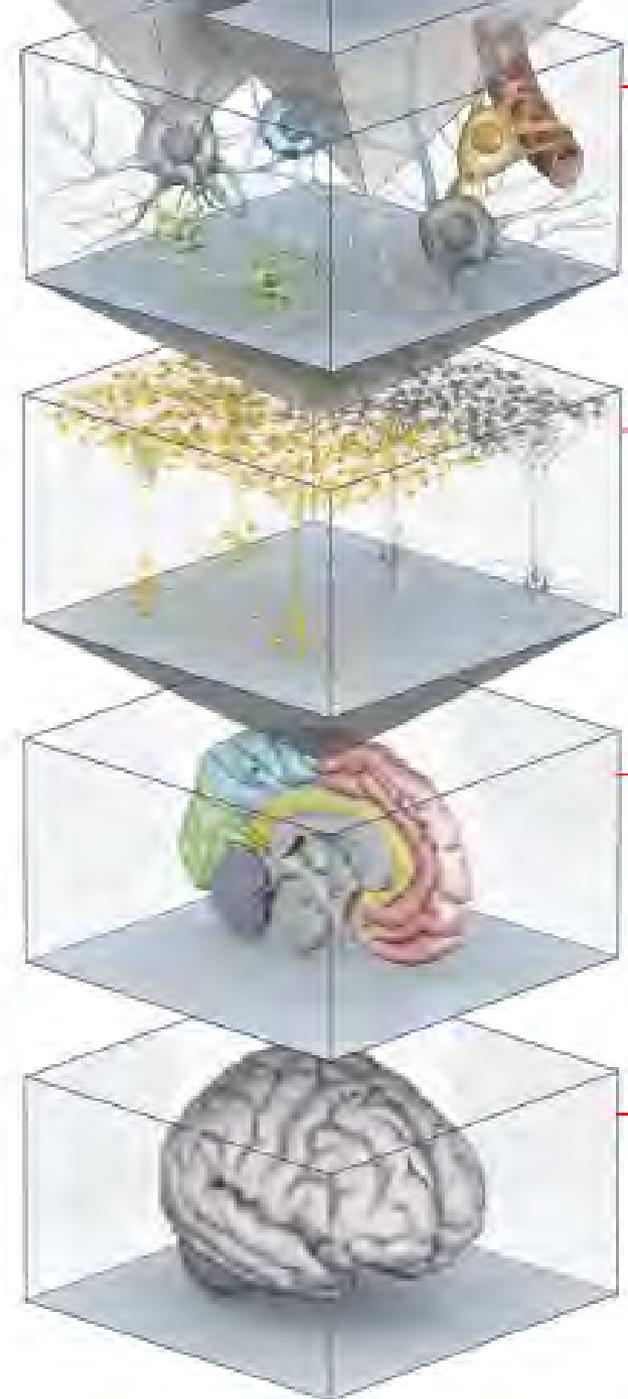
Two neurons, mapped by EyeWire players, making contact at a synapse. Credit Photo illustration by Danny Jones. Original images from EyeWire.

<https://www.nytimes.com/2015/01/11/magazine/sebastian-seungs-quest-to-map-the-human-brain.html>

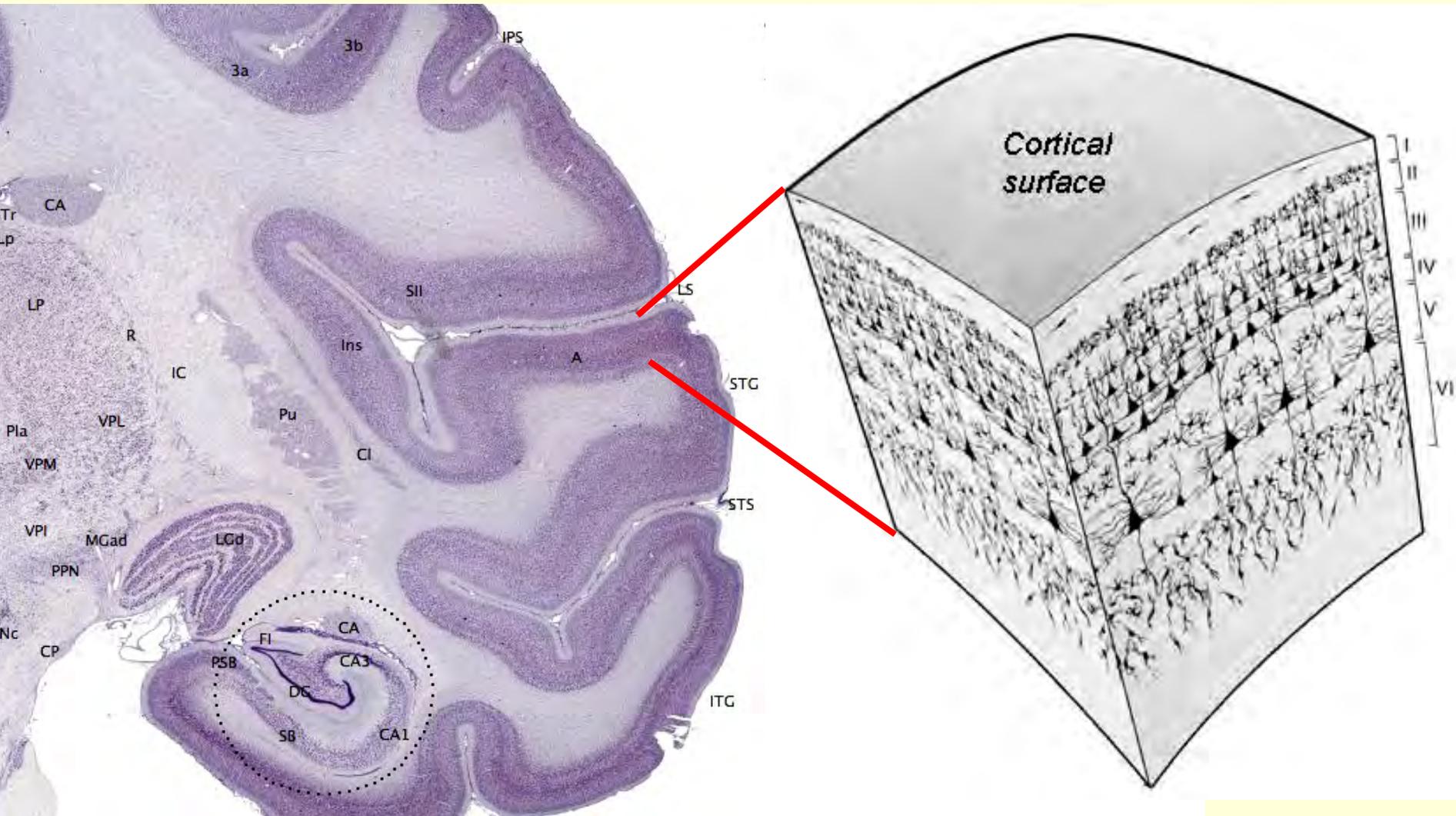
C'est l'échelle des grands projets
de **simulation informatique**
des circuits corticaux...



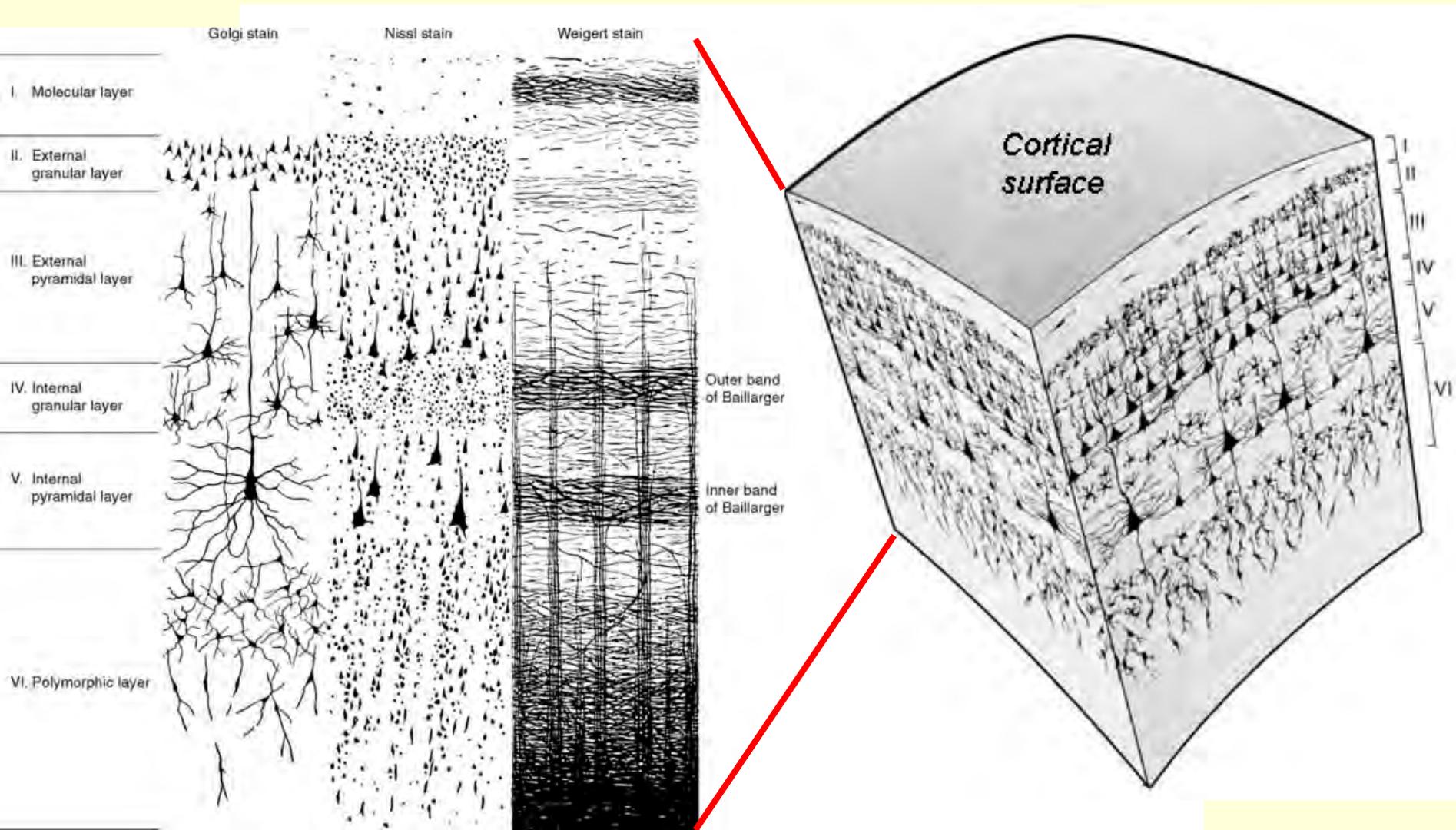
l'échelle « meso »



Il y a une organisation en **couches** dans le cortex...

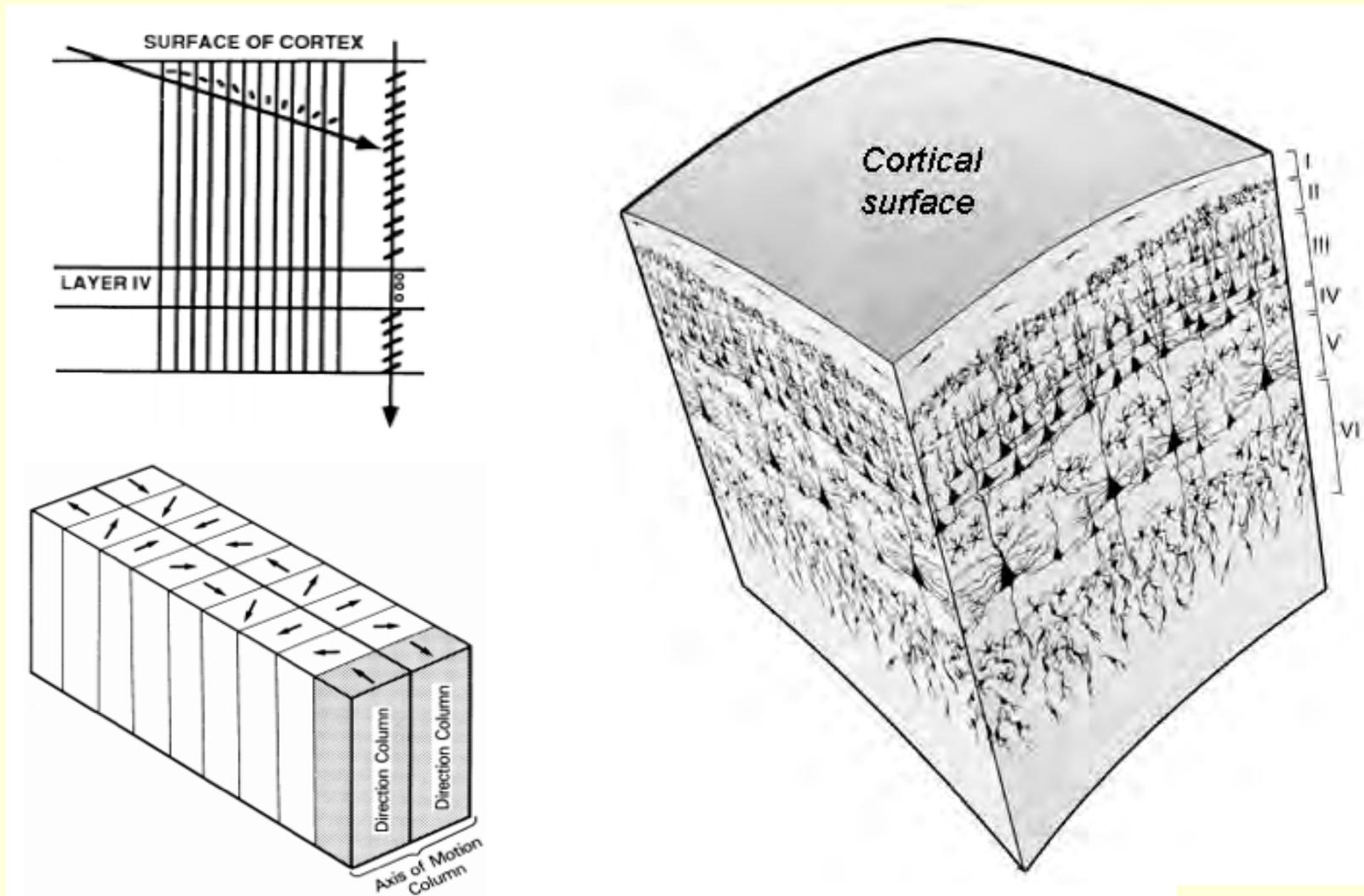


Il y a une organisation en **couches** dans le cortex...



...il y a également une organisation **en colonne** !

Les neurones ont des connexions préférentielles **à la verticale**.

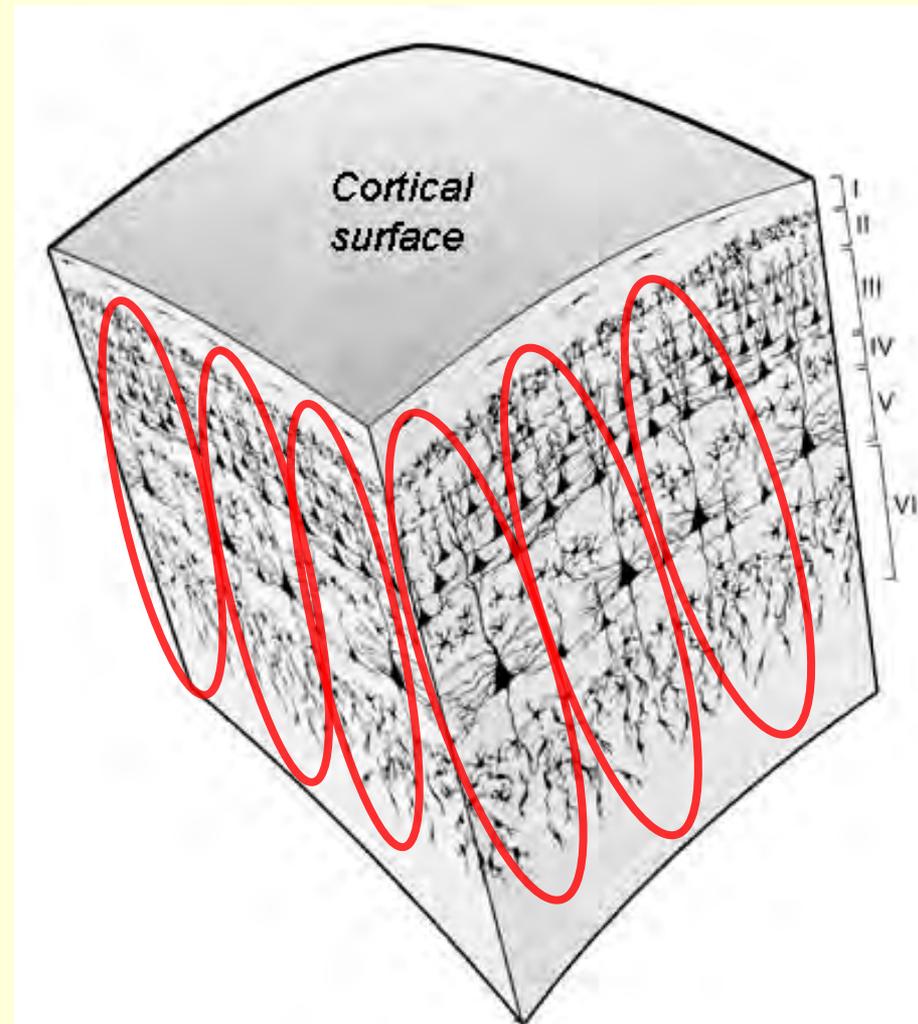


...il y a également une organisation **en colonne** !

Les neurones ont des connexions préférentielles **à la verticale**.

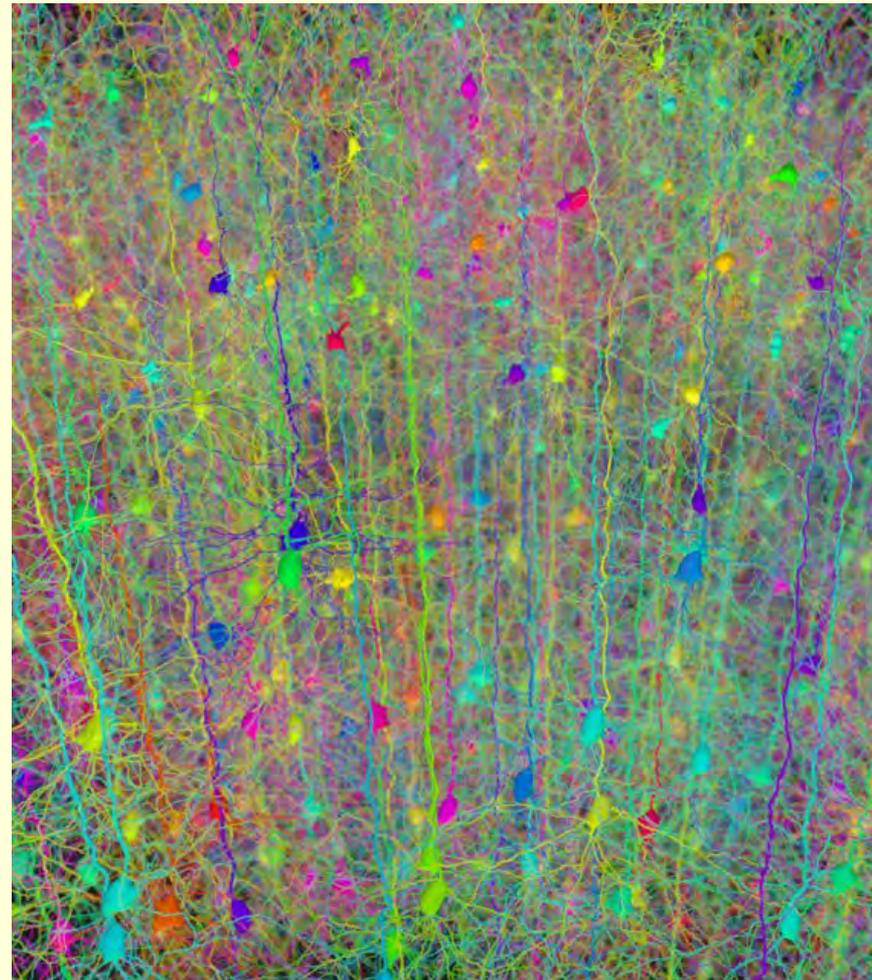
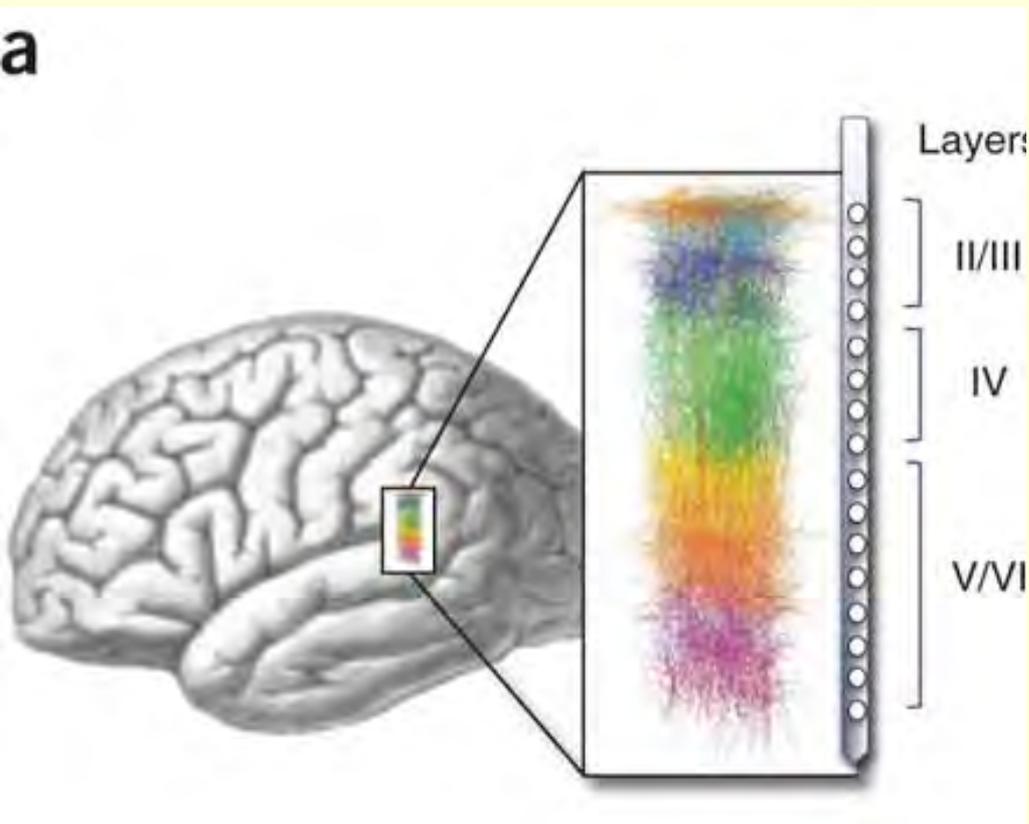
Mais ces colonnes ne sont **pas visibles** par coloration comme les couches du cortex;

elles sont plus **fonctionnelles** qu'anatomiques.



Même s'il est difficile de définir une **colonne corticale** de façon formelle, la notion demeure **attrayante** parce qu'elle suggère qu'on peut simplifier l'insurmontable complexité du câblage cérébral

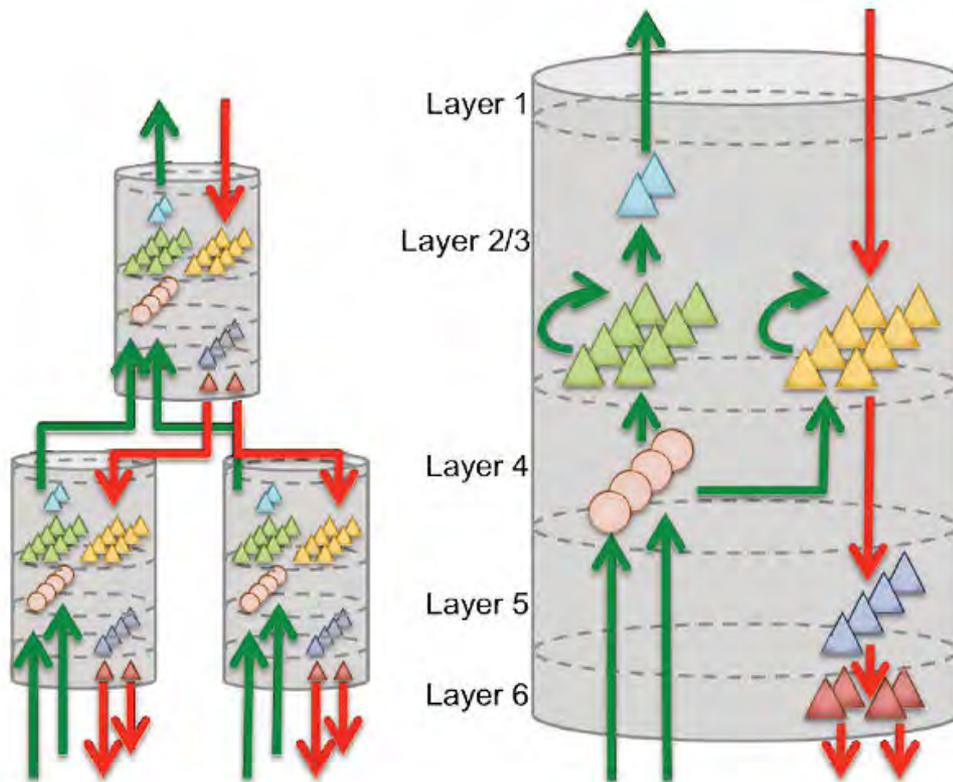
en un **arrangement de d'unités similaires** organisées en parallèle.



Le problème devient soudainement plus abordable:

comprenez une colonne, et vous les comprendrez toutes !

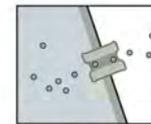
Donc modèle très populaire, surtout auprès de ceux qui font des **simulations informatiques**, comme le **Human Brain Project**, par exemple.



BUILDING A BRAIN

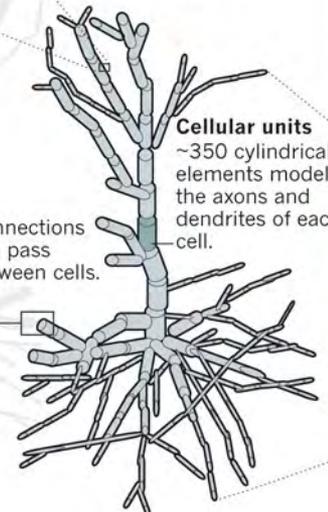
The Blue Brain simulation — a prototype for the Human Brain Project — constructs simulated sections of cortex from the bottom up, starting from detailed models of individual neurons.

SIMULATED NEURON



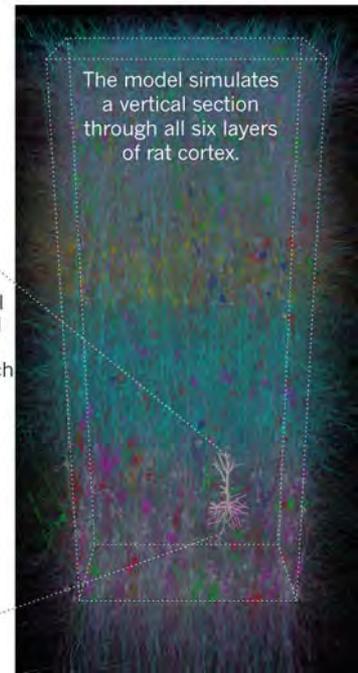
Ion channels
In each model neuron, ~7,000 ion channels control membrane traffic.

Synapses
~3,000 connections per neuron pass signals between cells.

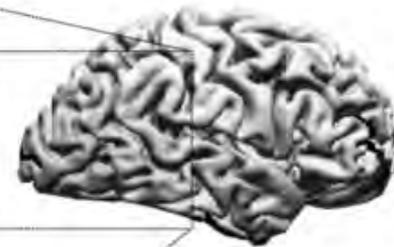
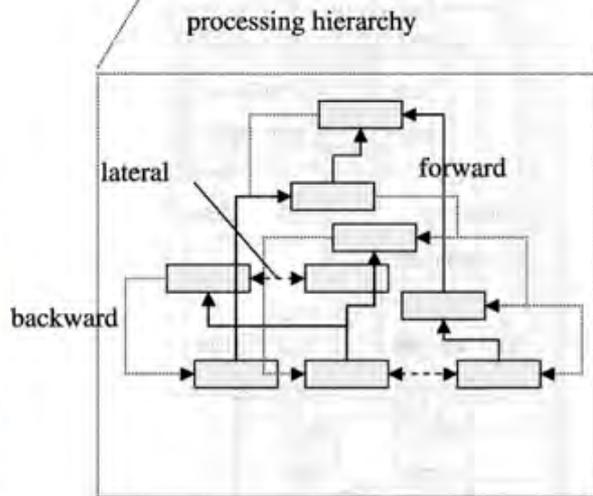
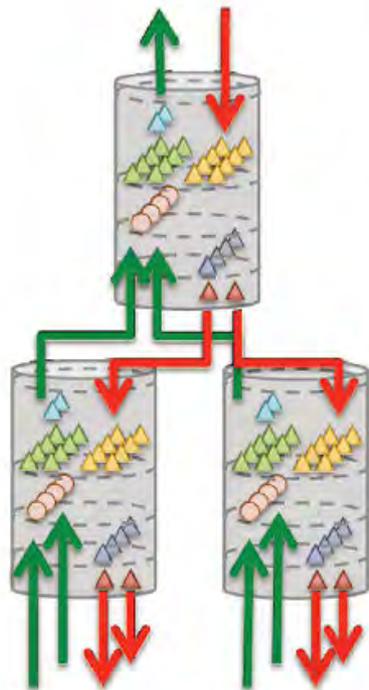
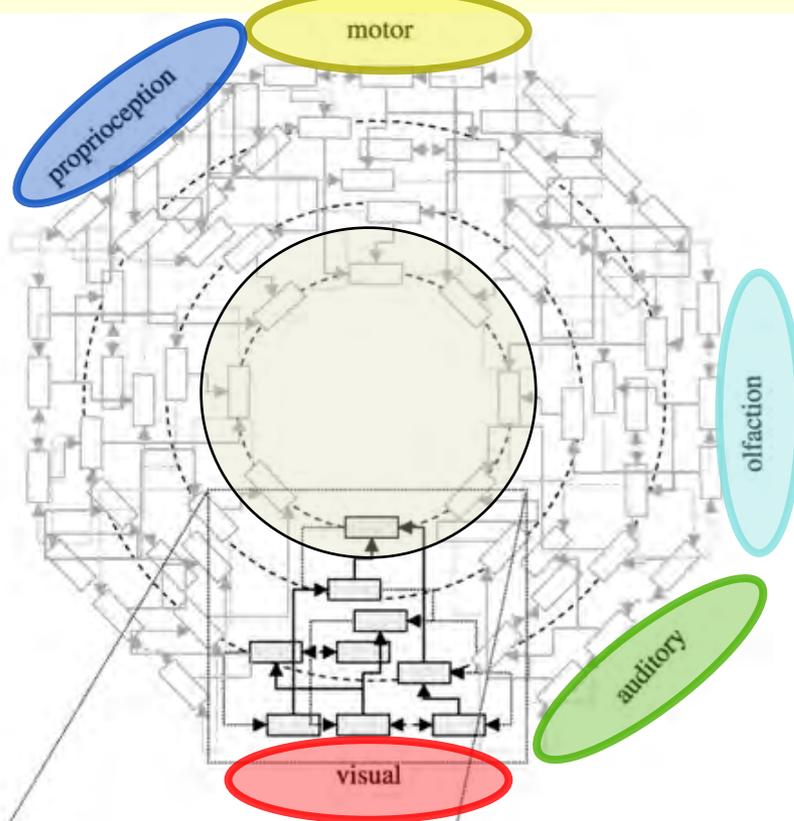
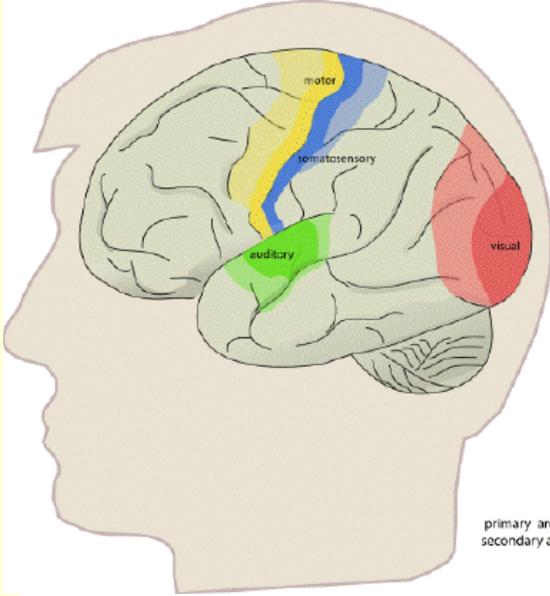


Cellular units
~350 cylindrical elements model the axons and dendrites of each cell.

NEOCORTICAL COLUMN (10,000 neurons)



The model simulates a vertical section through all six layers of rat cortex.

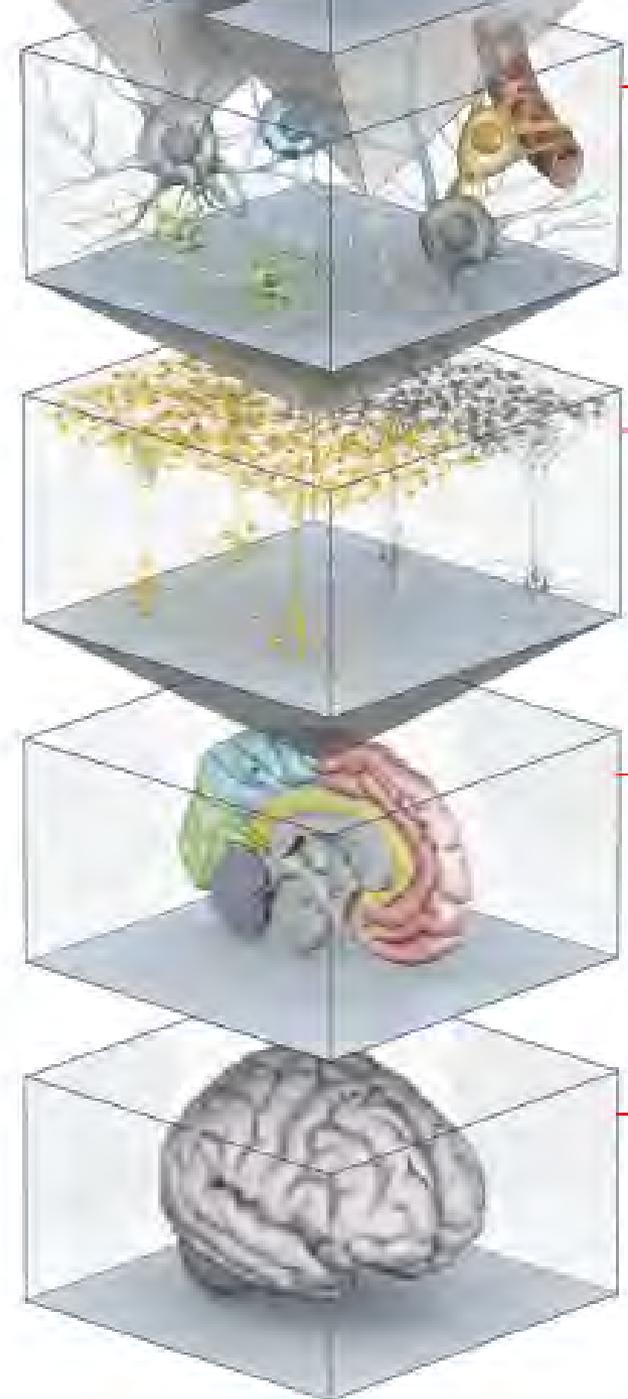
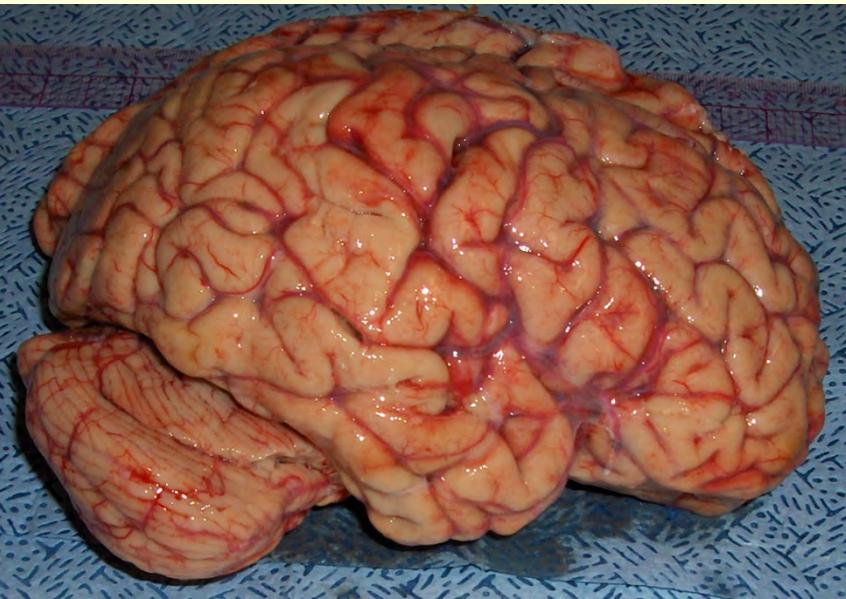


C'est colonnes sont aussi arrangées en un **gradient « unimodal-multimodal »**

l'échelle « micro »

l'échelle
« meso »

**l'échelle
« macro »**



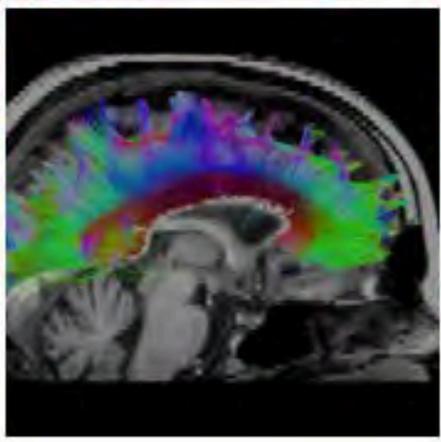
L'imagerie par résonance magnétique (IRM)

L'avènement de l'IRM à la fin des années **1970** a eu l'effet d'une bombe dans le milieu médical.



Cette nouvelle technique n'utilisait ni les rayons X, ni les ultrasons, mais faisait plutôt appel aux **champs magnétiques** en exploitant des propriétés physiques de la matière au niveau sub-atomique,

en particulier de l'eau qui constitue environ les trois quarts de la masse du corps humain.

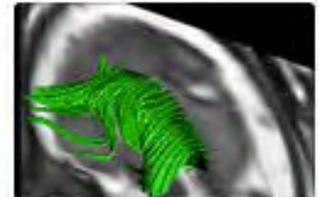


Diffusion Imaging

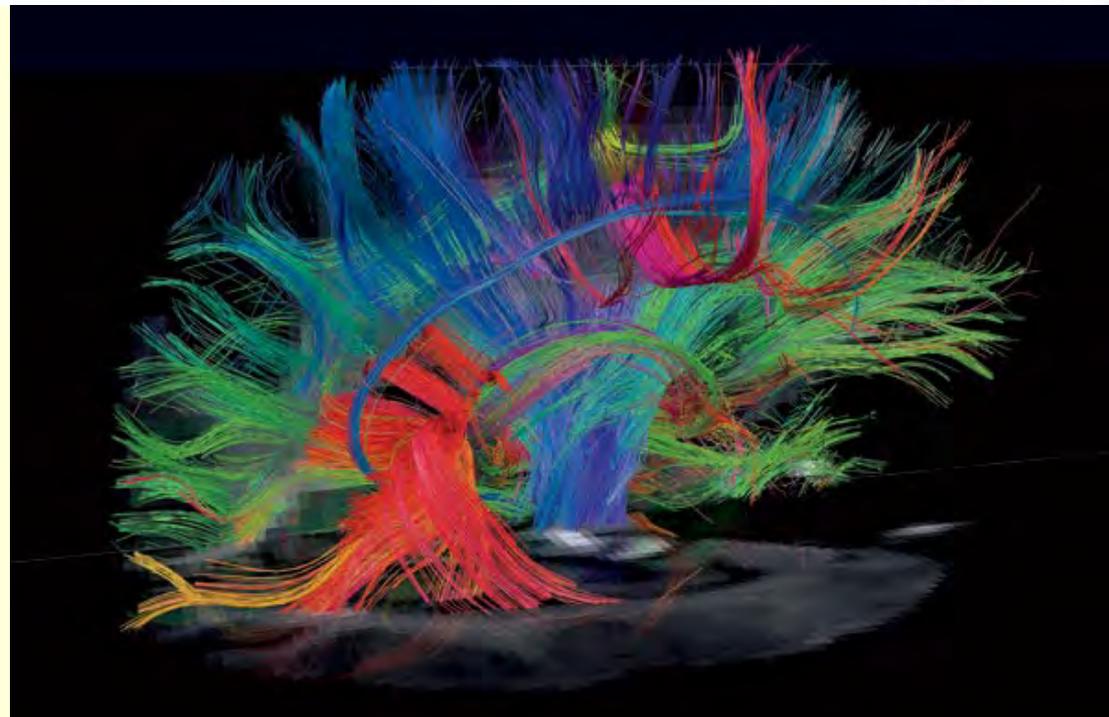
13 likes

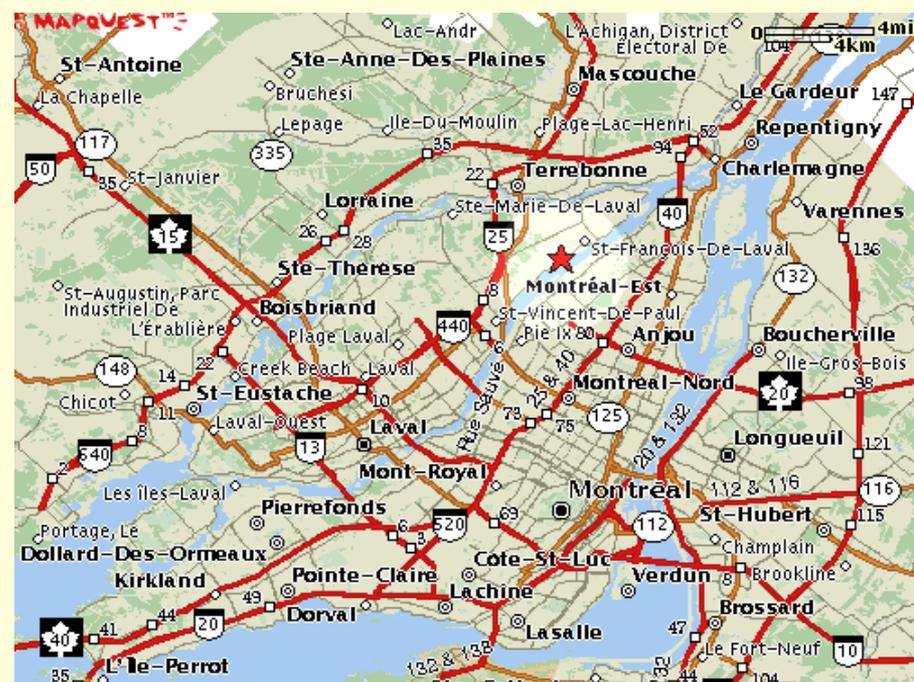
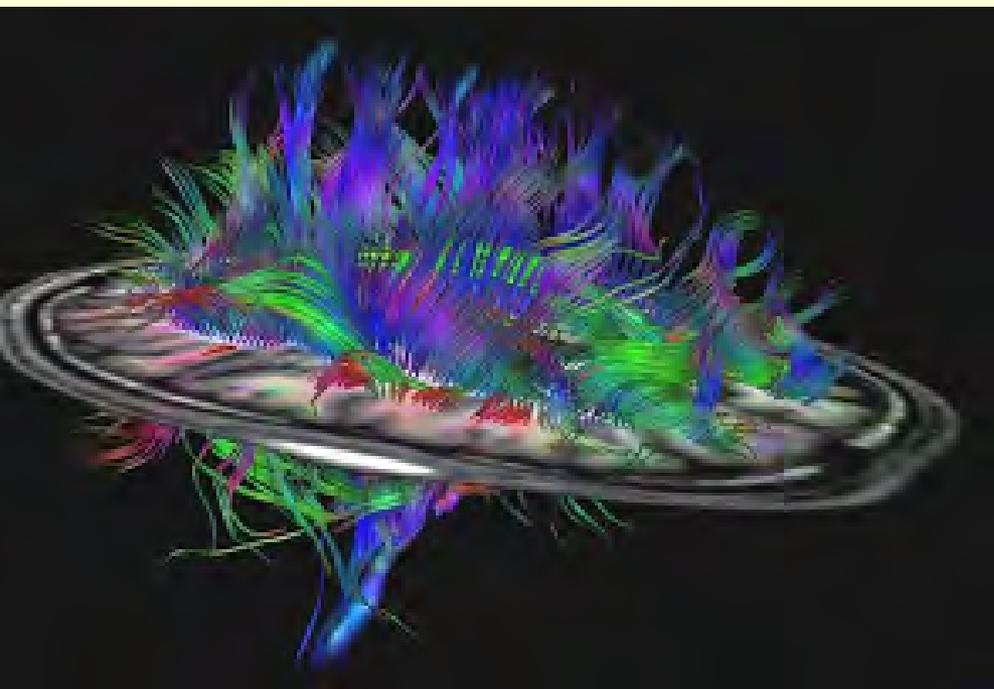
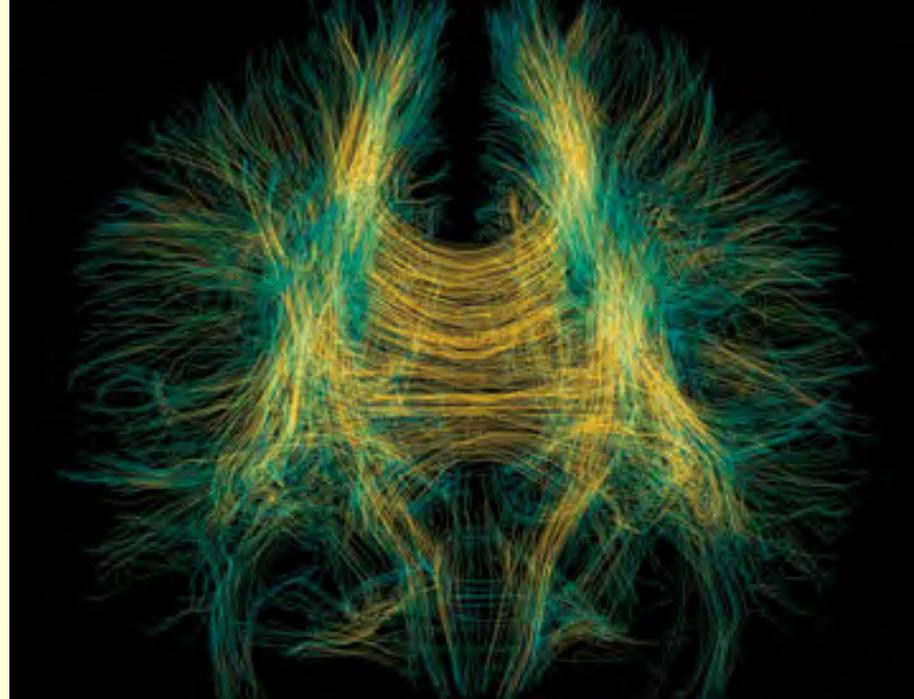
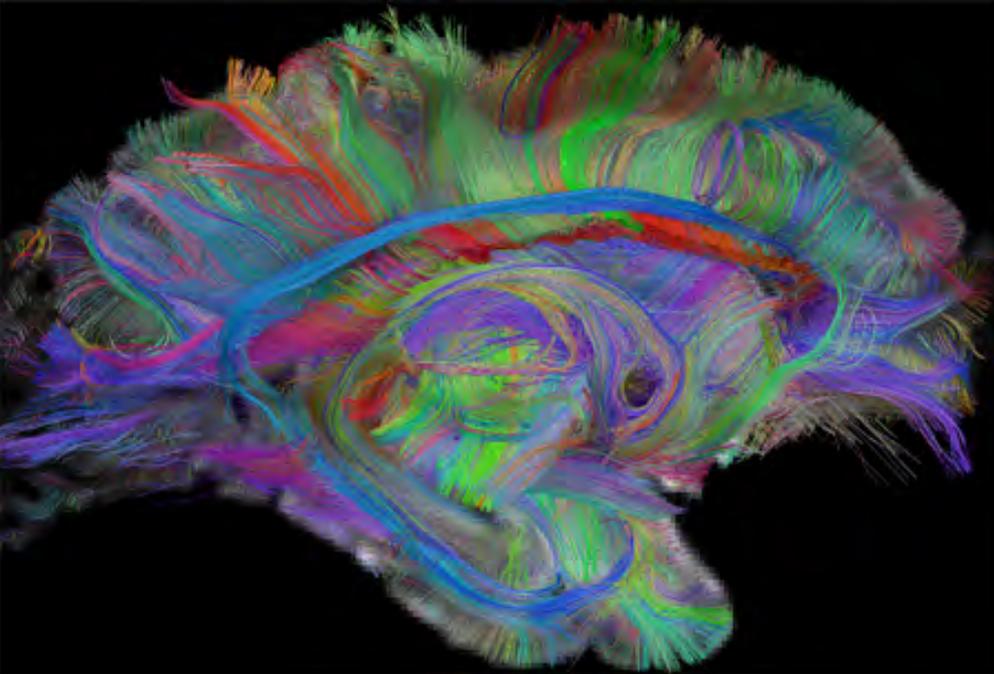
Community [?]

Diffusion Tensor Imaging is a cutting edge imaging technique that provides quantitative information with which to visualize and study connectivity and continuity of neural pathways in the central and peripheral nervous systems in vivo (Basser et al. 2000)



Méthode **non invasive**
qui permet de visualiser
les grandes connections
entre différentes parties
du cerveau sur une base
individuelle





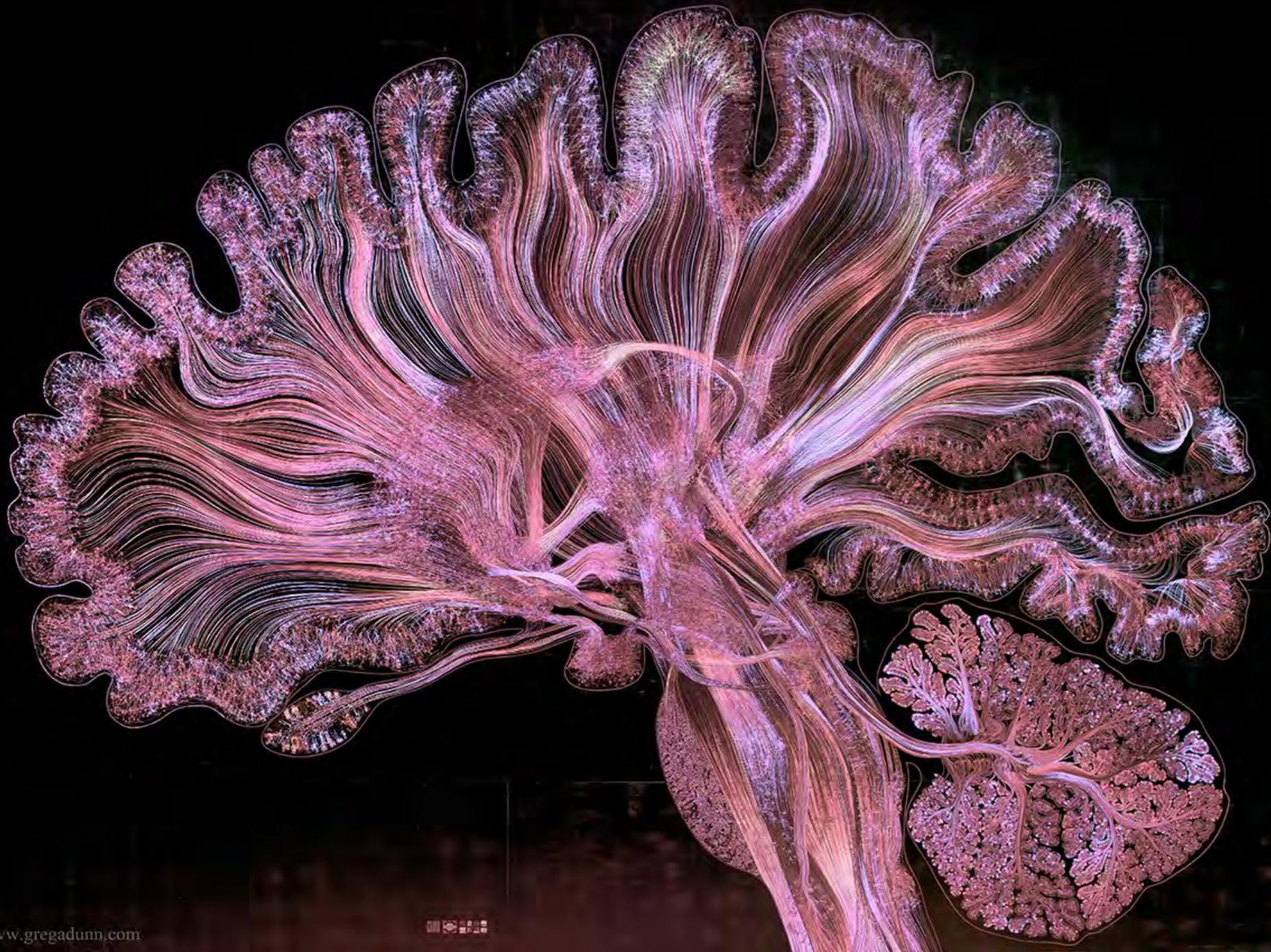
Self-reflected

<http://www.gregadunn.com/self-reflected/>
(2016)

Technique créée par
le Dr. **Greg Dunn**
(artiste et neuroscientifique)

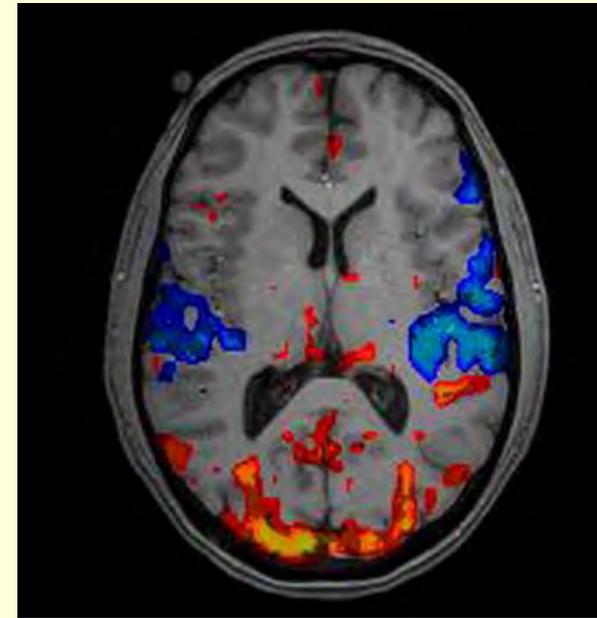
et le Dr. **Brian Edwards**
(artiste et physicien appliqué).



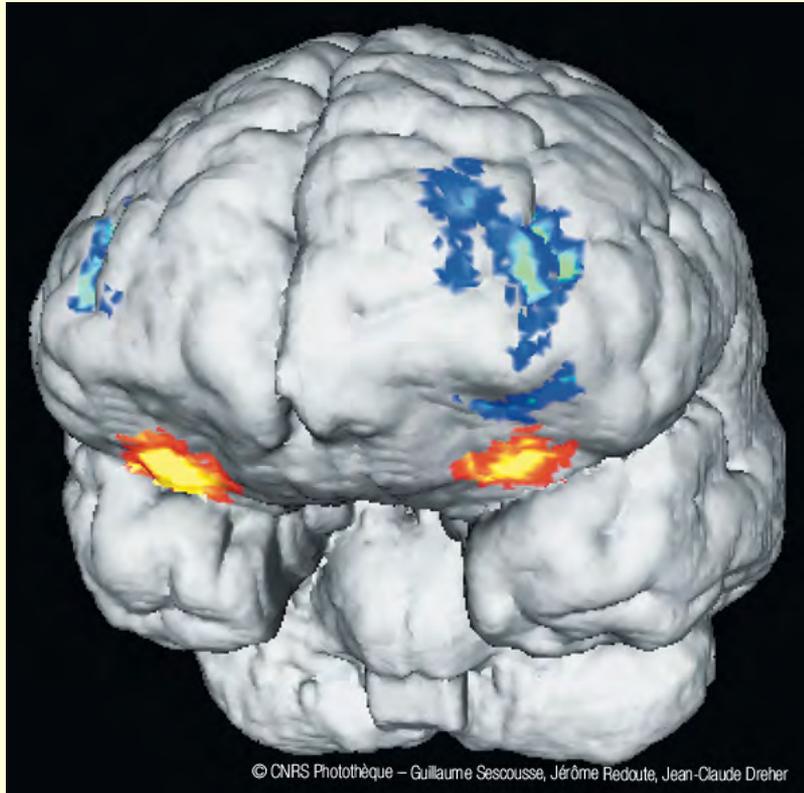


Imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf)

- À partir des années **1990**
- nous renseigne sur l'**activité** des différentes régions cérébrales
- L'appareillage qui entoure le sujet et le fonctionnement de base est sensiblement le même qu'avec l'IRM, mais les **ordinateurs** qui analysent le signal **diffèrent**.

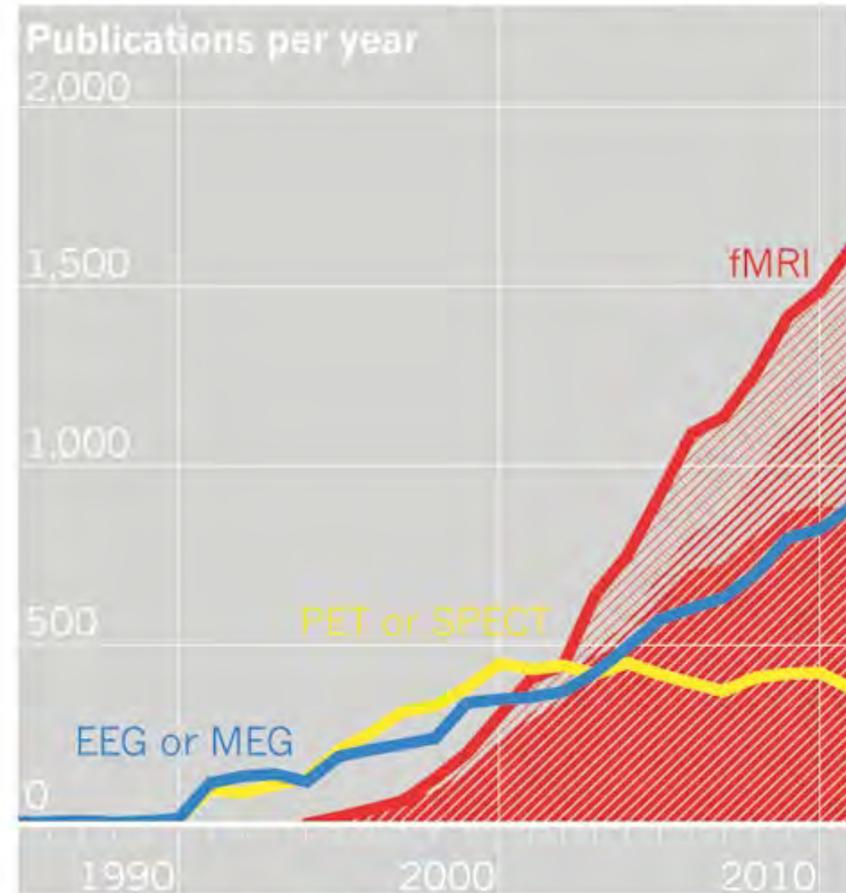


L'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf)



THE RISE OF fMRI

Use of fMRI has rocketed, and now more studies are looking at connectivity between regions.



fMRI publications by subject:

Activation  Connectivity  Other 

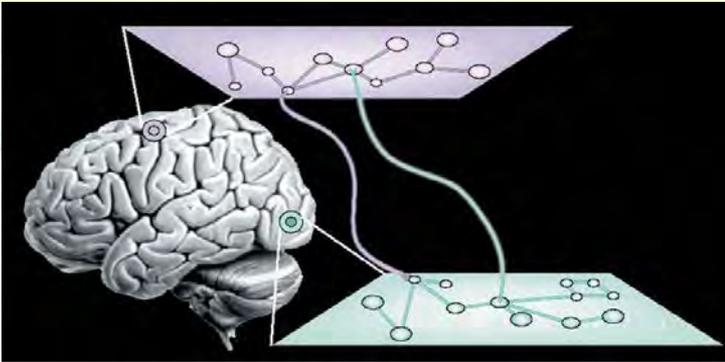
fMRI, functional magnetic resonance imaging; PET, positron emission tomography; SPECT, single-photon emission computed tomography; EEG, electroencephalography; MEG; magnetoencephalography
Data from ISI Web of Knowledge.

La connectivité fonctionnelle (fcMRI)

Quelles régions cérébrales forment des réseaux, coopèrent ou « travaillent ensemble » ?

À l'approche classique d'IRMf où les sujets effectuent une tâche cognitive et où les zones colorées indiquent les régions où le signal BOLD augmente,

on a donc maintenant une autre approche avec la fcMRI où les **fluctuations lentes synchrones** (ou cohérentes) du signal BOLD deviennent un indicateur de **tout le réseau** impliqué dans un état quelconque.



Visual



Auditory



Sensorimotor



Default mode



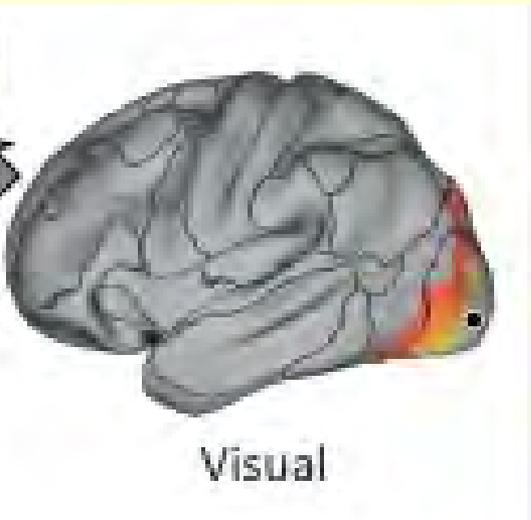
Control



Dorsal attention

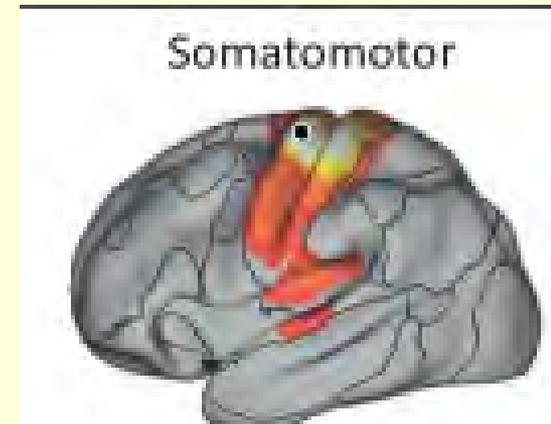
fc-IRM :

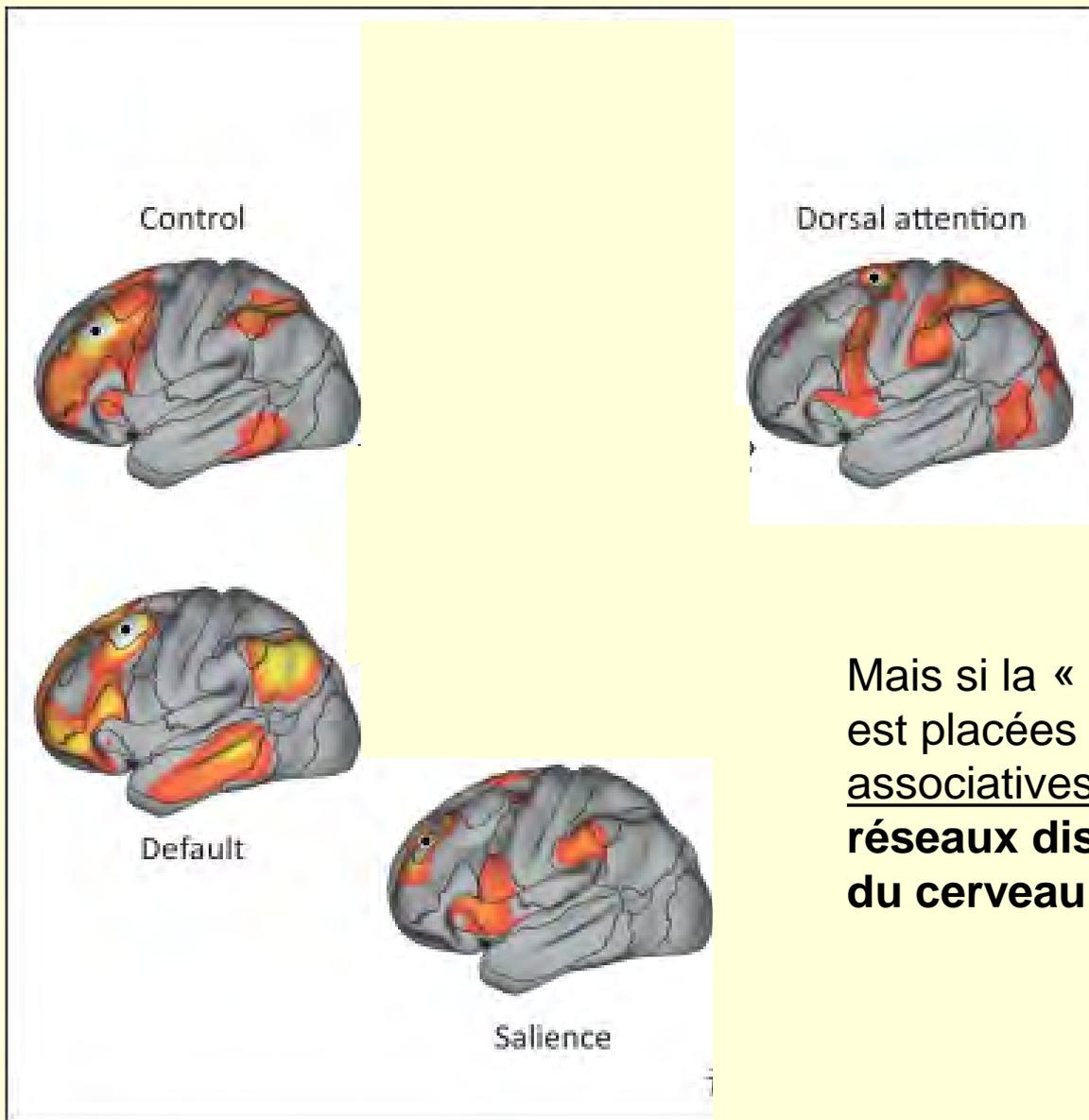
Comment ça marche et qu'observe-t-on ?



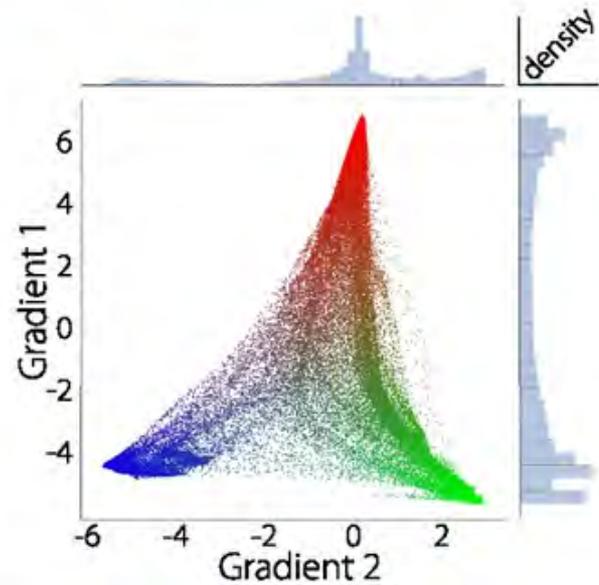
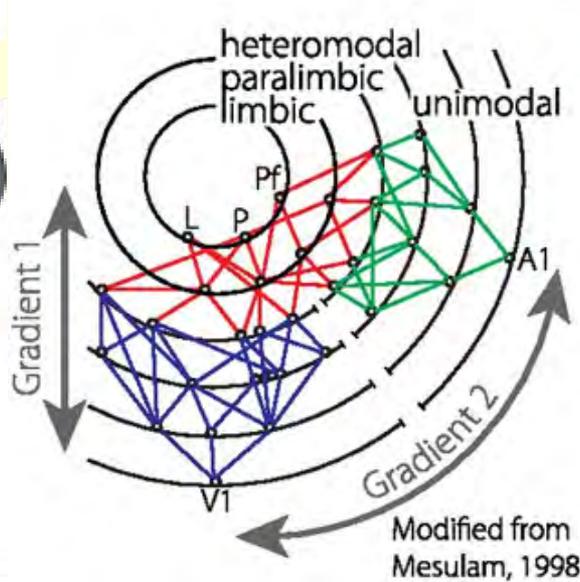
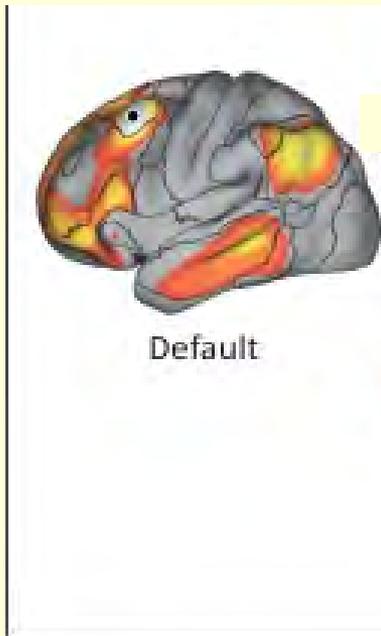
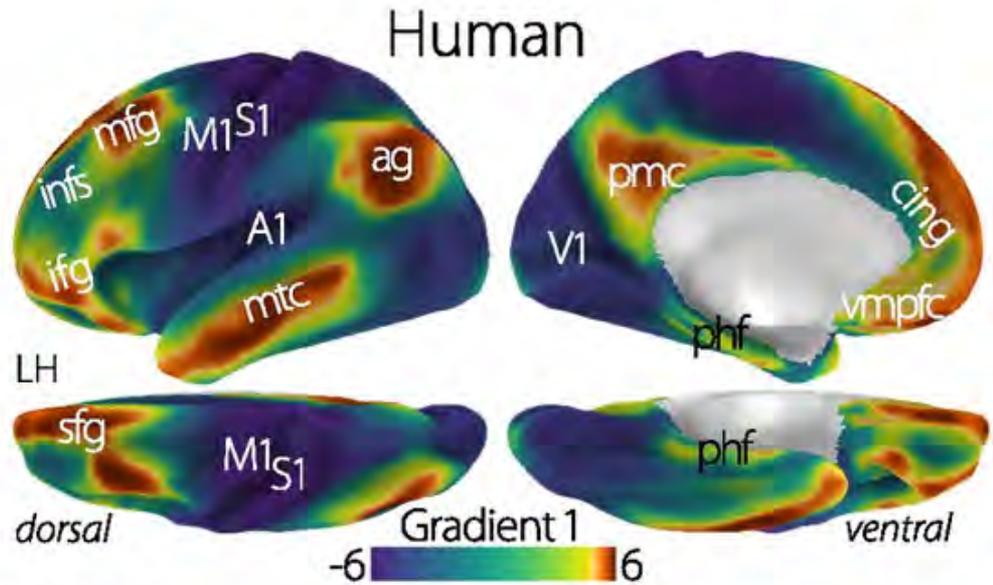
Si la « région semence » est placée dans les zones sensorielles et motrices **primaires**,

les réseaux obtenus affichent une **connectivité largement locale** (réseaux visuels et sensorimoteurs).





Mais si la « région semence » est placée dans les zones associatives, on observe des **réseaux distribués à l'échelle du cerveau entier**.



Mardi, 6 février 2018

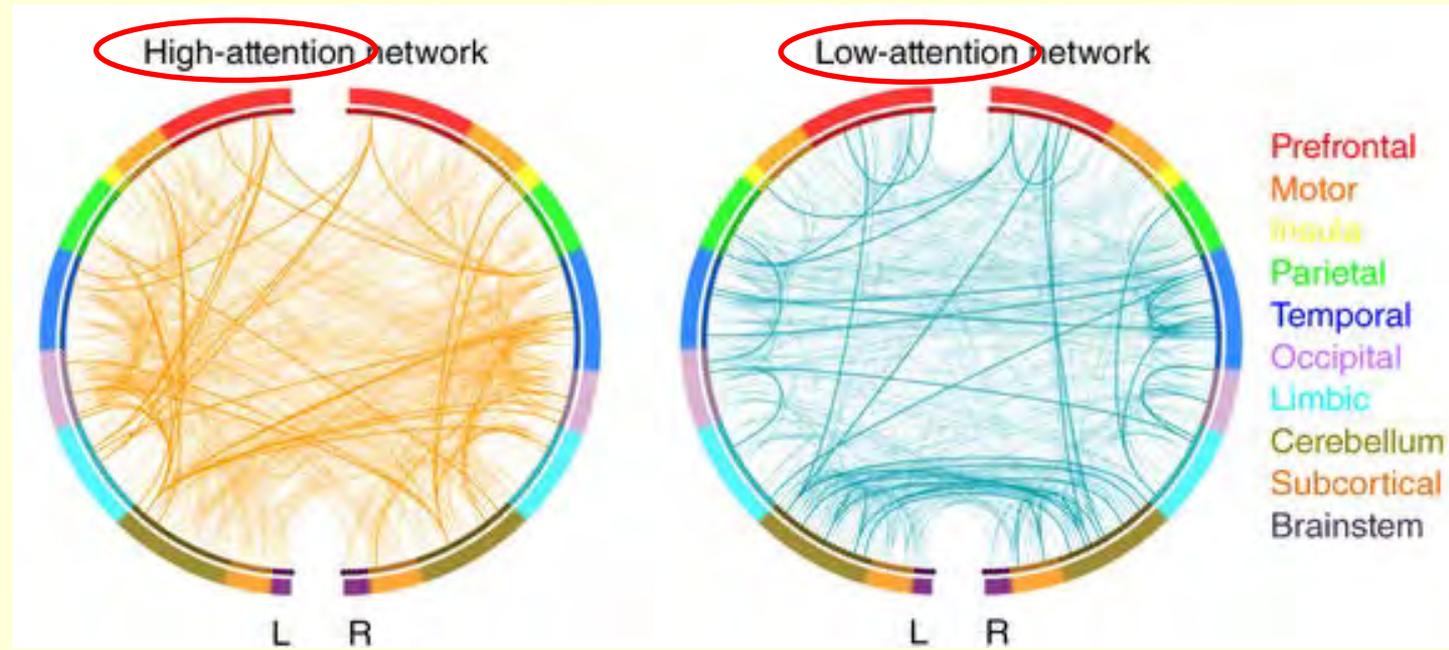
Nos réseaux cérébraux s'inscrivent dans un gradient « unimodal – multimodal »

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2018/02/06/7097/>

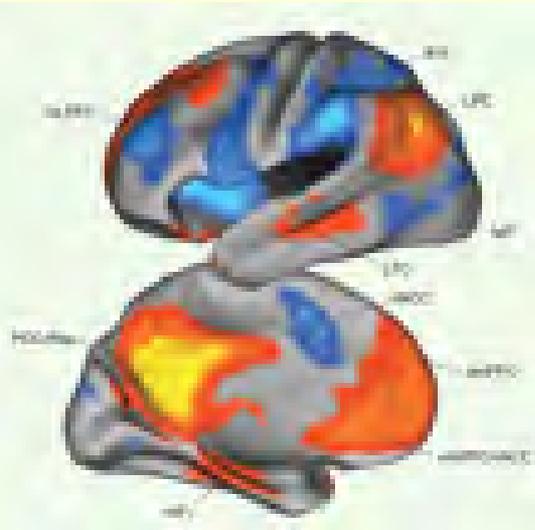
A neuromarker of sustained attention from whole-brain functional connectivity

Nature
Neuroscience 19,
165–171 (2016)

<http://www.nature.com/neuro/journal/v19/n1/full/nn.4179.html>



Des « signatures » de réseaux construits à partir des patterns de connectivité de cerveau d'individus plus ou moins bons pour soutenir leur attention.

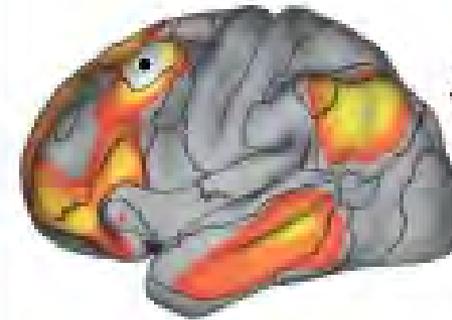


Lundi, 29 septembre **2014**

Qu'est-ce qui détermine « ce qui nous trotte dans la tête » ?

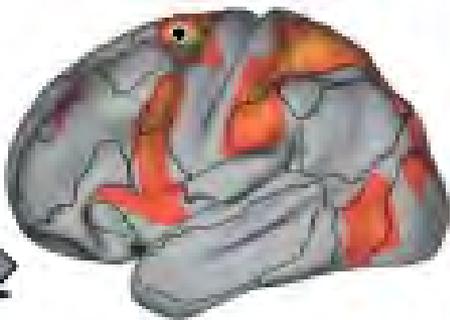
On se trouve souvent dans **deux grands états mentaux qui s'opposent** et sont, d'une certaine façon, mutuellement exclusifs.

Soit nous sommes envahis par les innombrables stimuli de notre environnement (et ils sont fort nombreux à l'heure des téléphones intelligents et des réseaux sociaux) et notre **réseau du mode par défaut** nous repasse ensuite des extraits de ce film de notre vie personnelle et sociale quand il est moins sollicité.



Default

Dorsal attention



Ou soit, par l'entremise fréquente de régions frontales de notre cortex, nous concentrons notre **attention** sur une tâche cognitive pour la résoudre.

Et ce que l'on observe c'est :

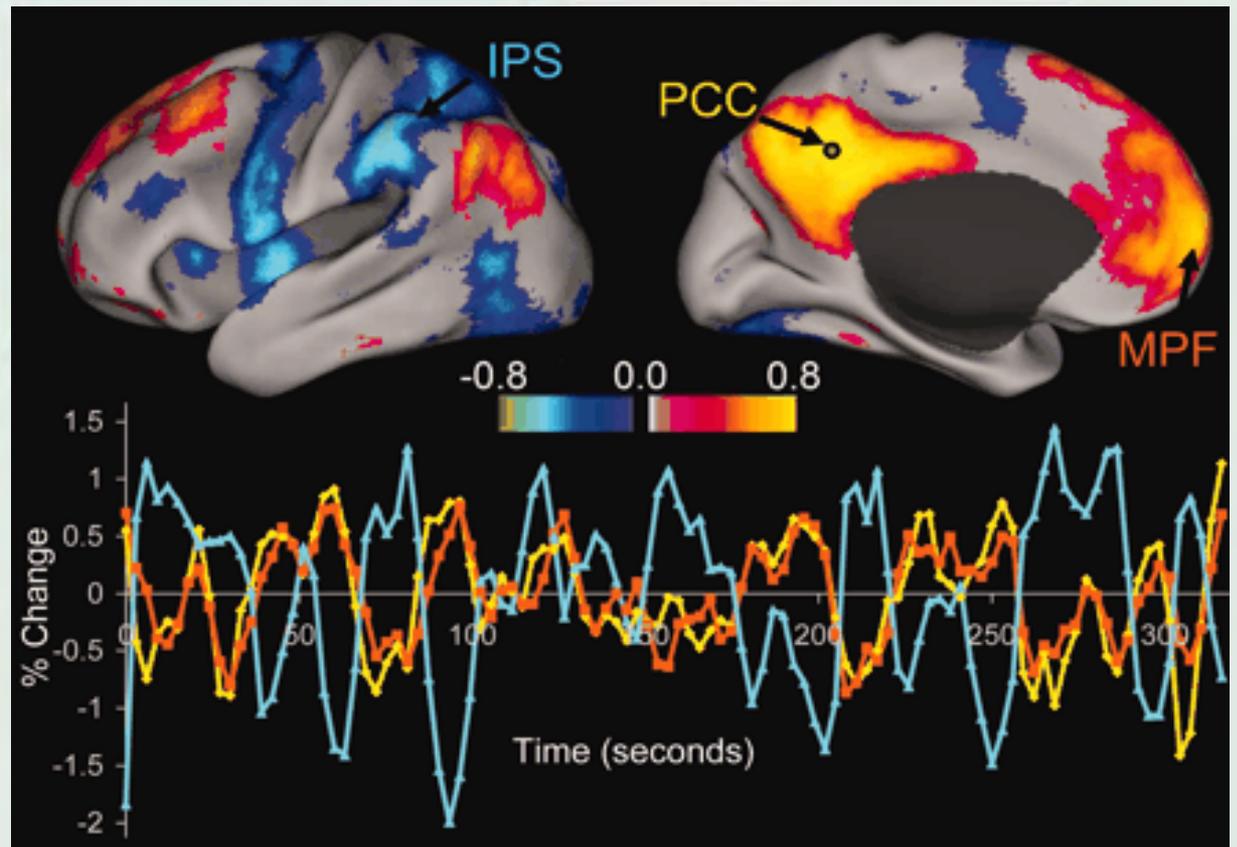
une **anti-corrélation** entre les activités de ces deux systèmes qui est visible dans leur activité spontanée au repos,

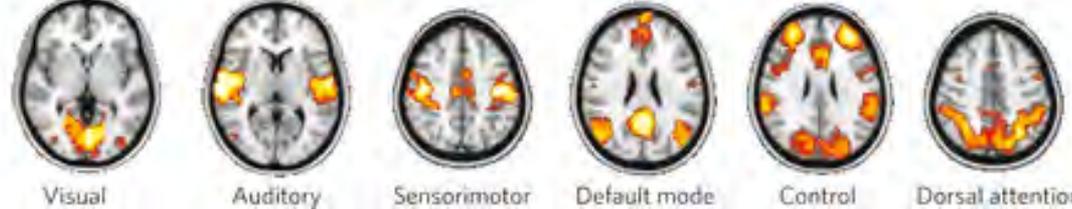


Dorsal Attention Network

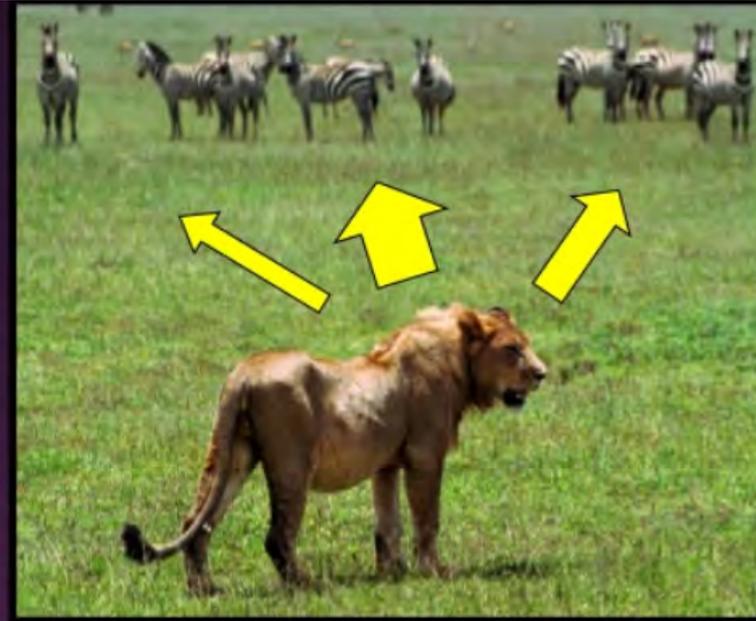


Default Mode Network

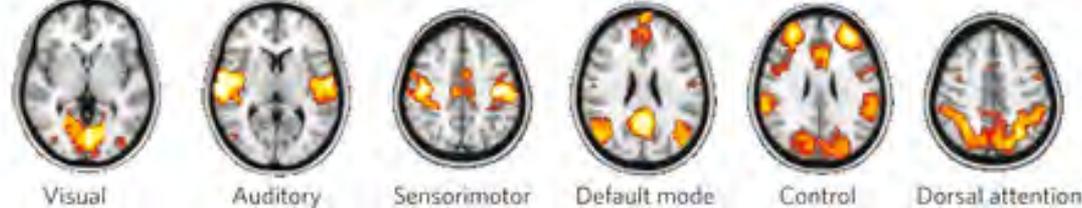




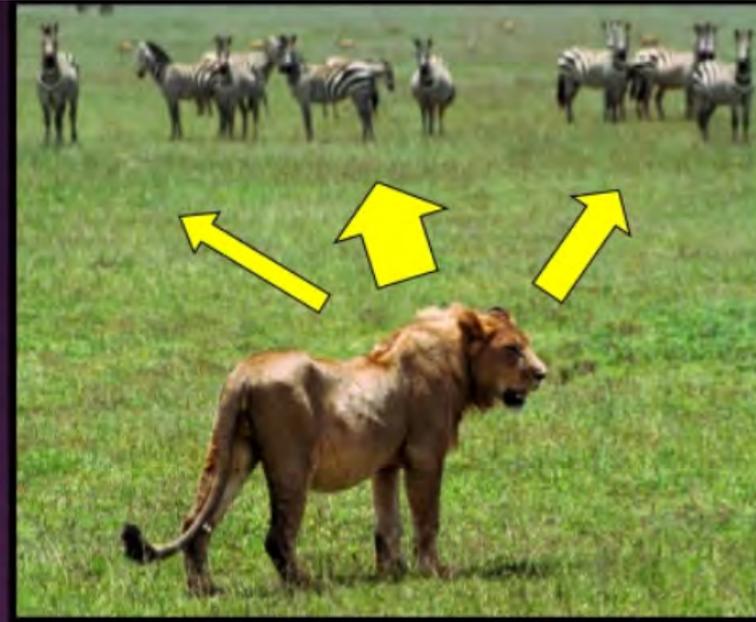
Ces réseaux ne sont évidemment pas les seules configurations que notre cerveau peut prendre.



Car à tout moment, le monde lui présente des possibilités d'action.



Ces réseaux ne sont évidemment pas les seules configurations que notre cerveau peut prendre. Car à tout moment, le monde lui présente des possibilités d'action.

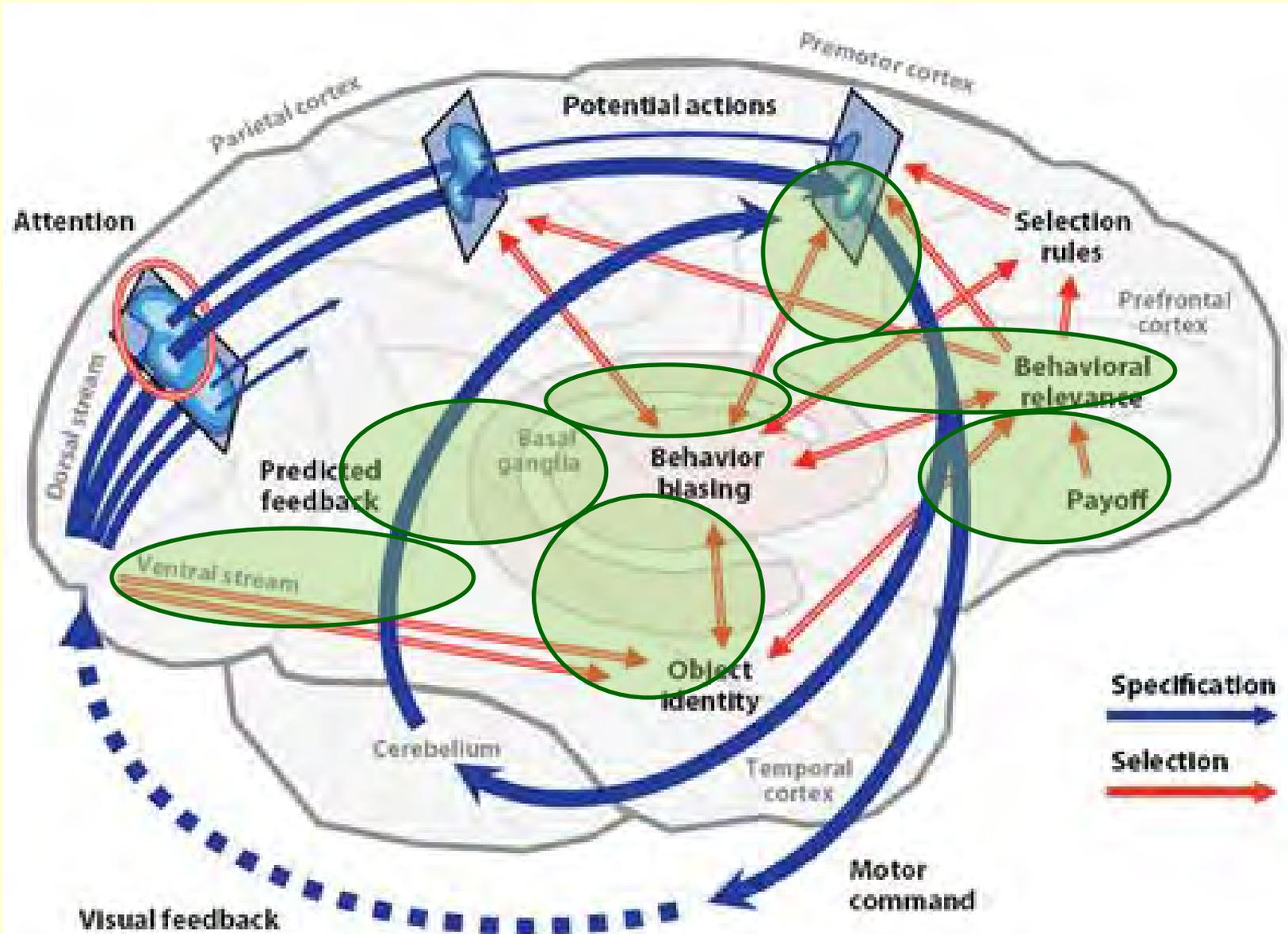


- The world presents animals with multiple opportunities for action (“affordances”)
- Cannot perform all actions at the same time
- Real-time activity is constantly modifying affordances, introducing new ones, etc.

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

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

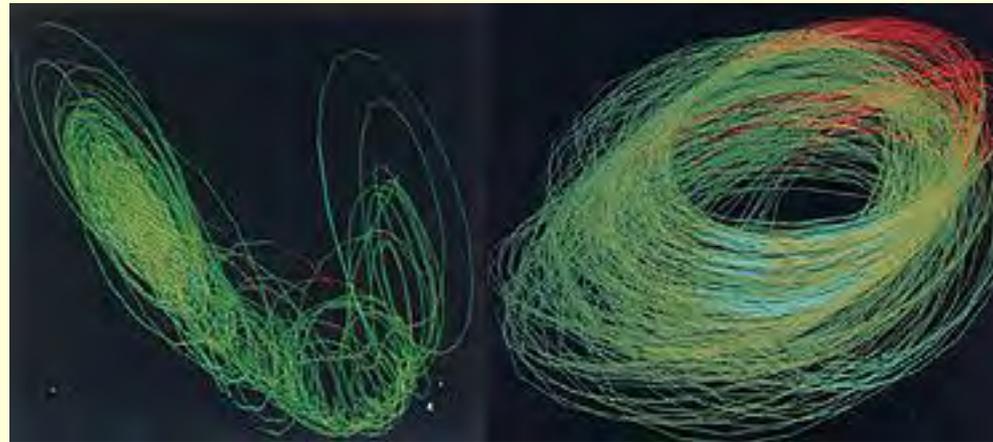
C'est à partir de cette dynamique rapide qu'un ensemble neuronal (un sous-réseau cognitif) **fini par s'imposer** et devenir le mode comportemental du moment cognitif suivant.

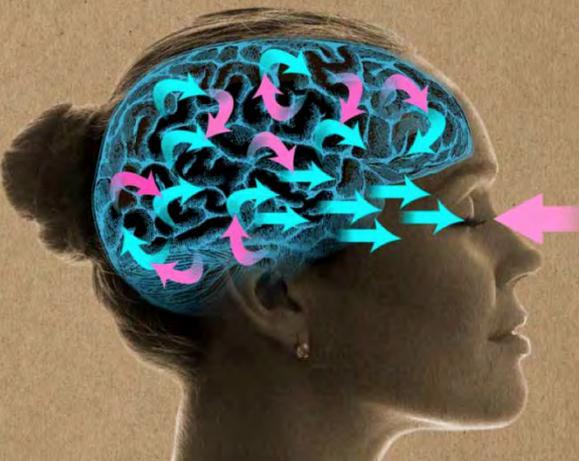


C'est à partir de cette dynamique rapide qu'un ensemble neuronal (un sous-réseau cognitif) **fini par s'imposer** et devenir le mode comportemental du moment cognitif suivant.

= **bifurcation** dans la dynamique chaotique (« attracteurs étranges », « phase space »)

D'où une **succession de configurations changeantes** qui surgissent et se dissipent.



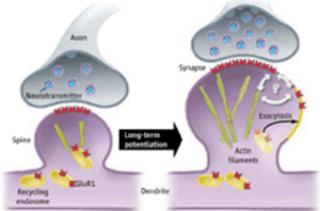
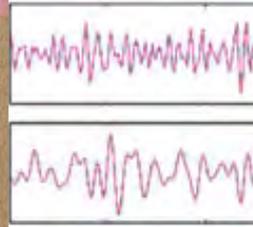


s :

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

10^4 s

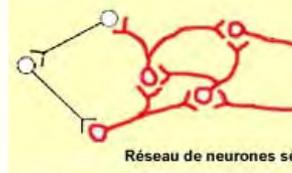
10^0 s

10^{13} s



L'apprentissage

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



Développement
du système nerveux
(incluant des mécanismes
épigénétiques)



Évolution biologique

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

Jusqu'où peut aller la plasticité cérébrale ?

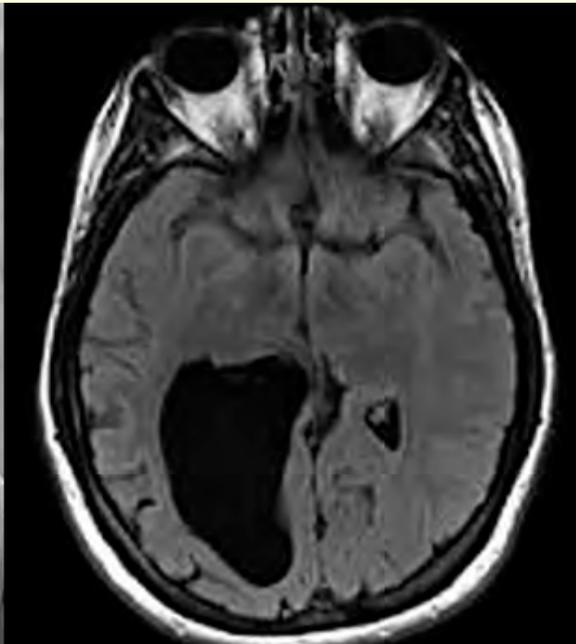
The woman with a lemon-sized hole in her brain

<http://www.cbsnews.com/news/cole-cohen-woman-with-lemon-sized-hole-in-her-brain/>

May 21, 2015

Cole Cohen a grandi sans jamais savoir pourquoi elle ne pouvait pas comprendre le temps et l'espace. Elle n'était pas non plus capable de lire l'heure sur un cadran analogique, évaluer la vitesse d'une voiture qui approche dans la rue, ou encore savoir combien de temps faire une accolade à quelqu'un.

Les médecins se confondaient en diagnostics, incluant TDAH et dyslexie. Finalement, quand elle a eu 26 ans, quelqu'un lui suggéra de passer un scan d'IRM.



Les résultats furent renversants : elle avait un trou dans son cerveau de la taille d'un citron. Rempli de liquide cérébro-spinal, le trou se retrouvait où son **lobe pariétal** aurait dû être, une région du cerveau impliquée dans la navigation spatiale, la compréhension des nombres, certaines informations sensorielles, etc.

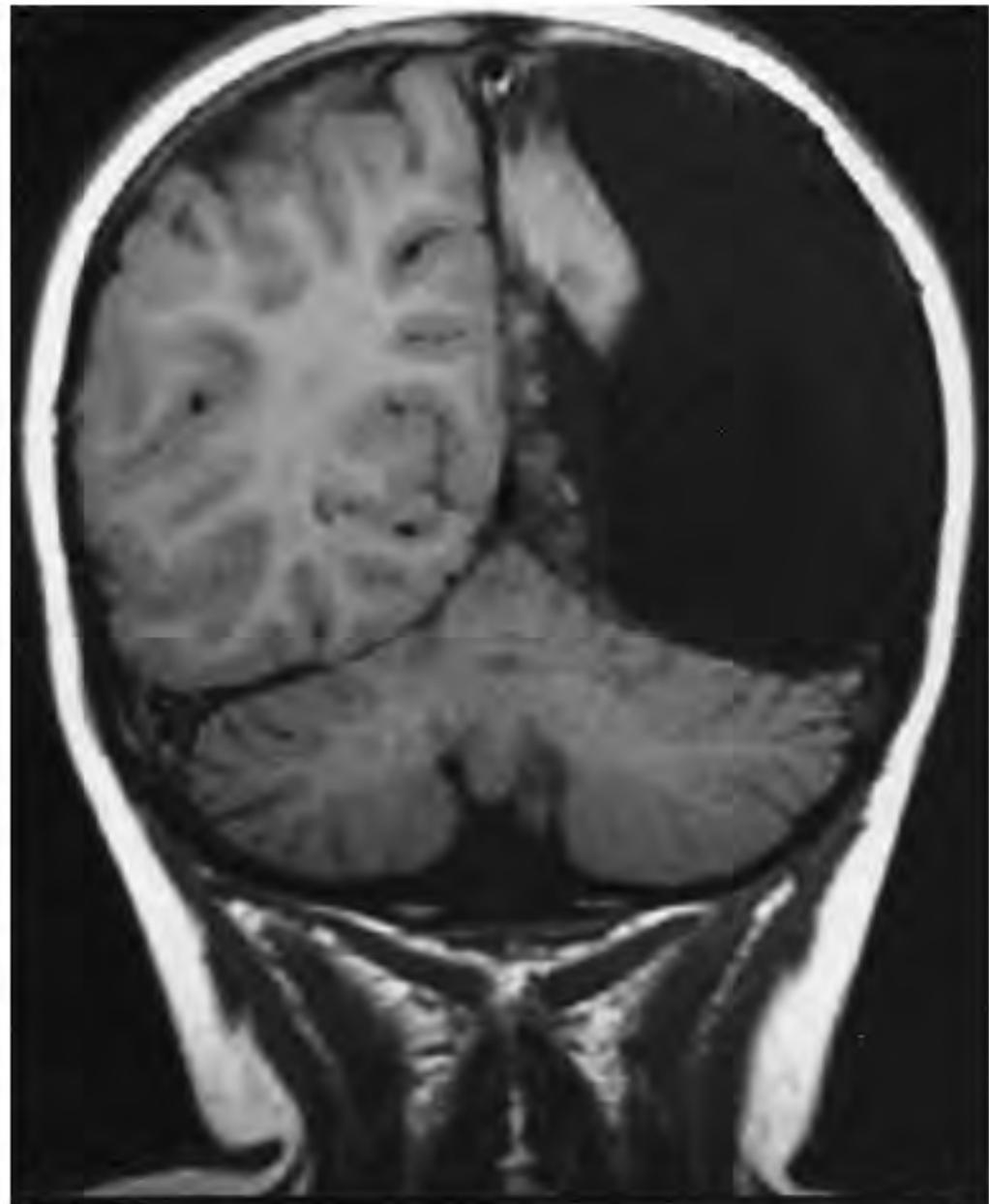
Clinical picture

The Lancet, 359, February 6, 2002

Half a brain

*Johannes Borgstein,
Caroline Grootendorst*

This 7-year-old girl had a hemispherectomy at the age of 3 for Rasmussen syndrome (chronic focal encephalitis). Intractable epilepsy had already led to right-sided hemiplegia and severe regression of language skills. Though the dominant hemisphere was removed, with its language centres and the motor control for the left side of her body, the child is fully bilingual in Turkish and Dutch, while even her hemiplegia has partially recovered and is only noticeable by a slight spasticity of her left arm and leg. She leads an otherwise normal life.



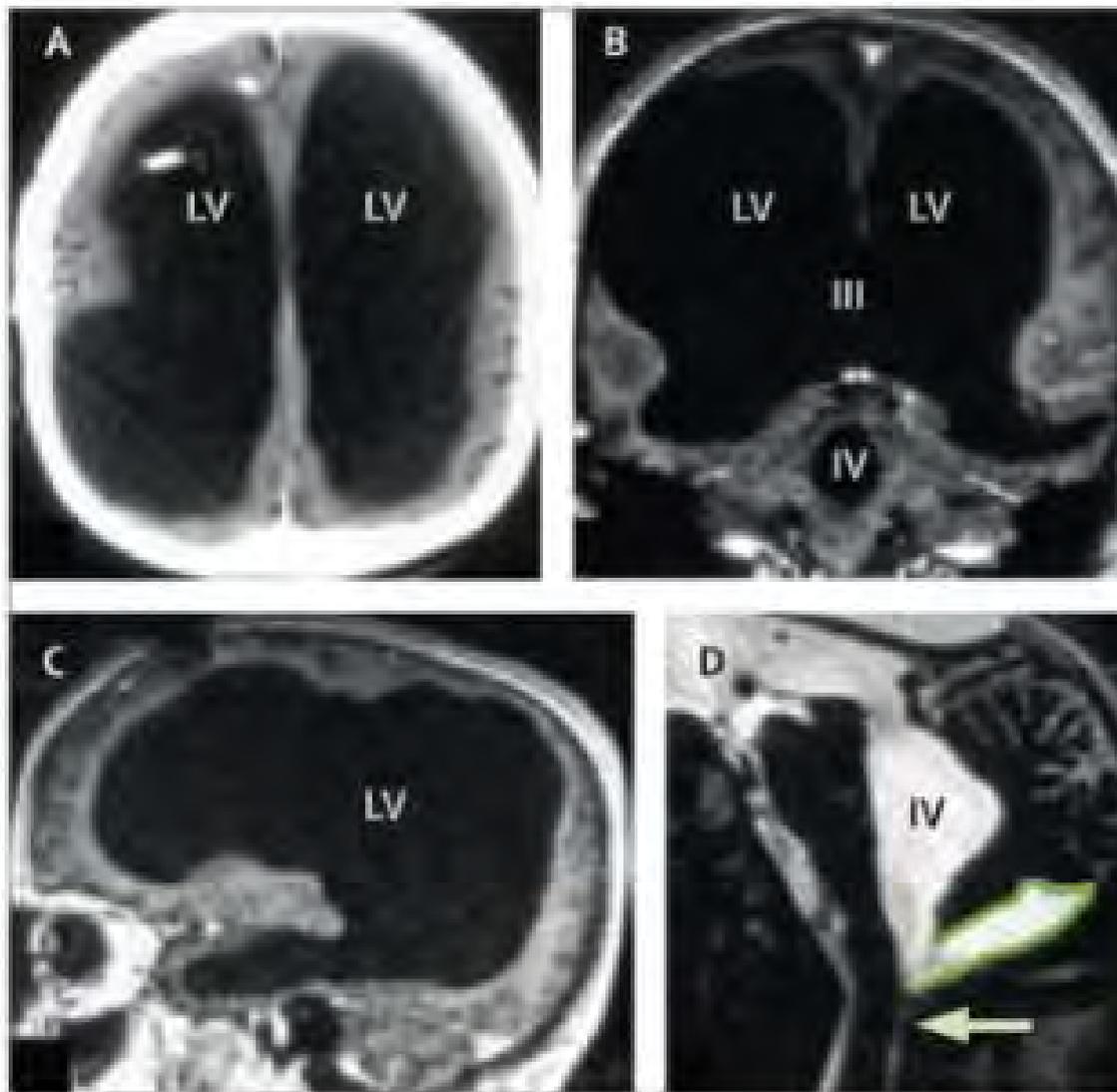


Figure: Massive ventricular enlargement, in a patient with normal social functioning

(A) CT; (B, C) T1- weighted MRI, with gadolinium contrast; (D) T2-weighted MRI. LV=lateral ventricle. III=third ventricle. IV=fourth ventricle. Arrow=Magendie's foramen. The posterior fossa cyst is outlined in (D).

NEW YORK TIMES BESTSELLER

NORMAN DOIDGE, M.D.

Author of

THE BRAIN THAT CHANGES ITSELF



The

BRAIN'S WAY of HEALING

REMARKABLE DISCOVERIES
and RECOVERIES FROM
FRONTIERS of NEUROPLASTICITY

2007

2008

❖❖❖ l'esprit d'ouverture. ❖❖❖

NORMAN DOIDGE

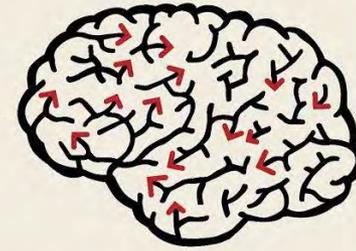
Les étonnants
pouvoirs
de transformation
du cerveau

Guérir grâce
à la neuroplasticité

PRÉFACE DE
MICHEL CYMES

NORMAN DOIDGE

The Brain that Changes Itself



Stories of Personal Triumph from
the Frontiers of Brain Science

'The power of positive
credibility

TH

'Doidge has identified
potential one in medicine

PEN

2015

2016

❖❖❖ l'Esprit d'ouverture ❖❖❖

NORMAN DOIDGE

Guérir
grâce à
la neuroplasticité



Découvertes remarquables
à l'avant-garde de la recherche
sur le cerveau

Plan

(3 blocs d'environ 20 minutes entrecoupés d'échanges)

1) Évolution, perception et action

2) Plasticité et processus dynamiques

3) Liens cerveau, corps et environnement



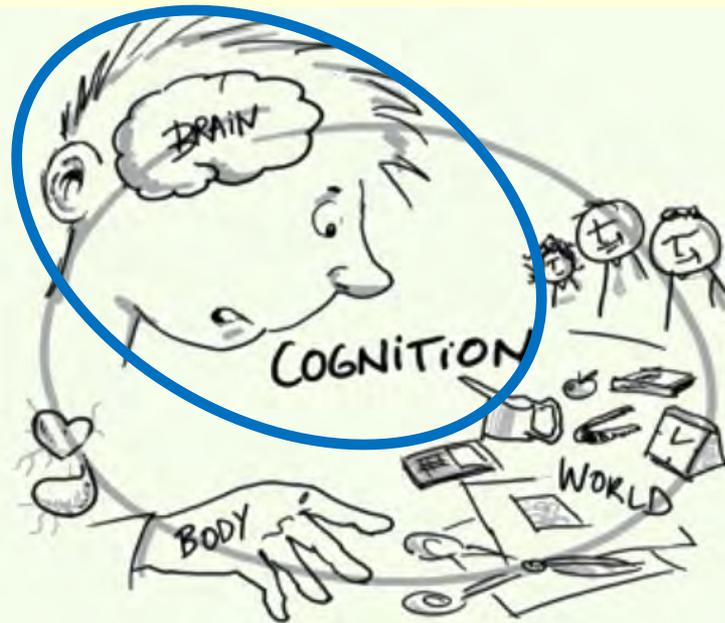
Plan

(3 blocs d'environ 20 minutes entrecoupés d'échanges)

1) Évolution, perception et action

2) Plasticité et processus dynamiques

3) Liens cerveau, corps et environnement



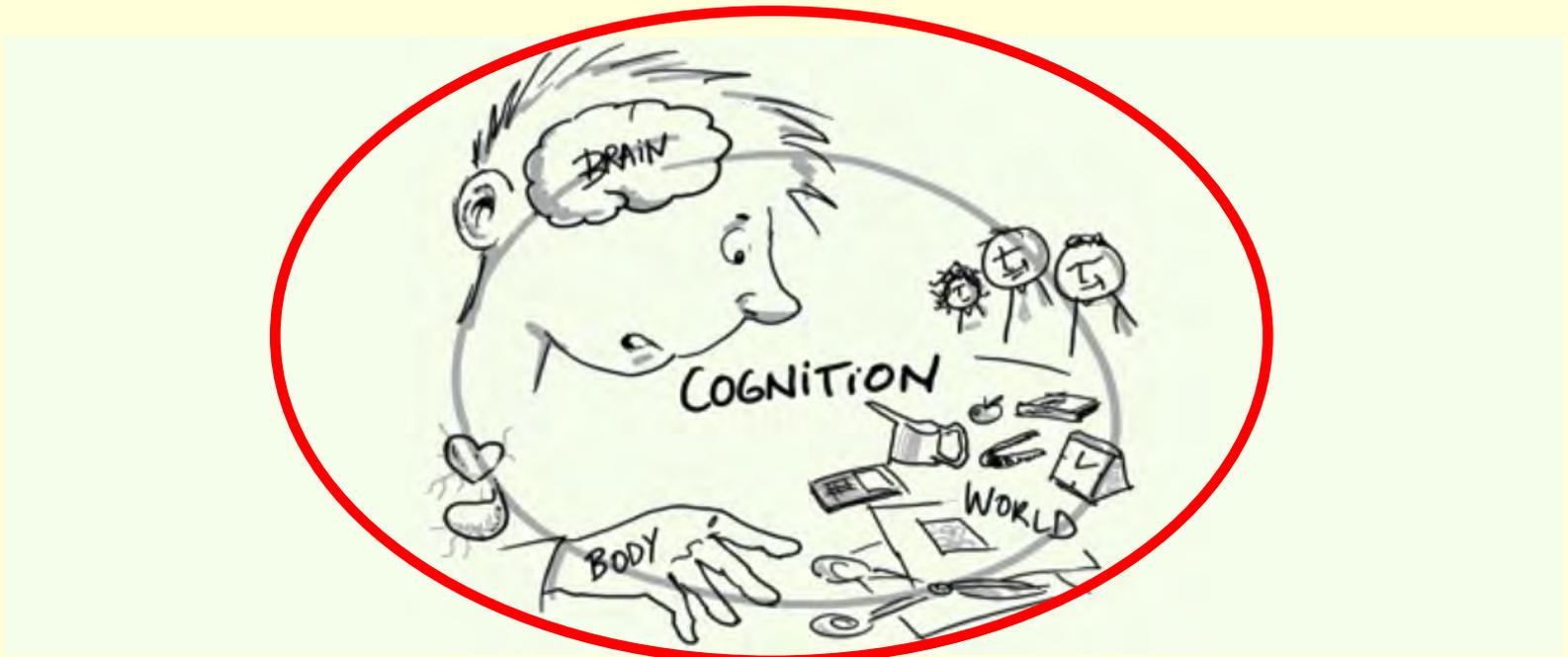
Plan

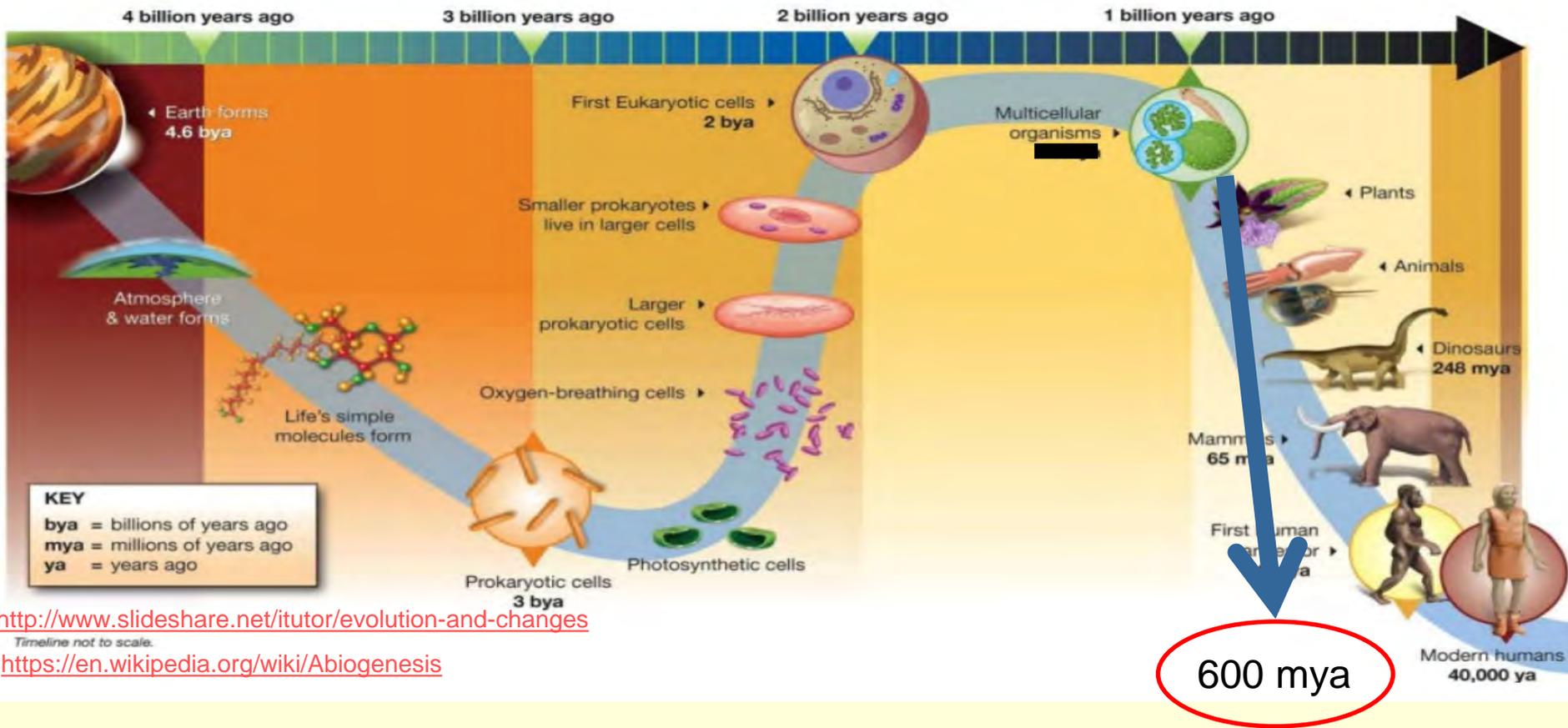
(3 blocs d'environ 20 minutes entrecoupés d'échanges)

1) Évolution, perception et action

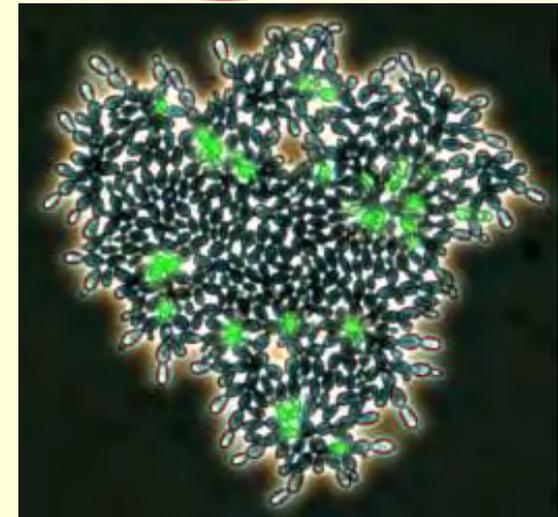
2) Plasticité et processus dynamiques

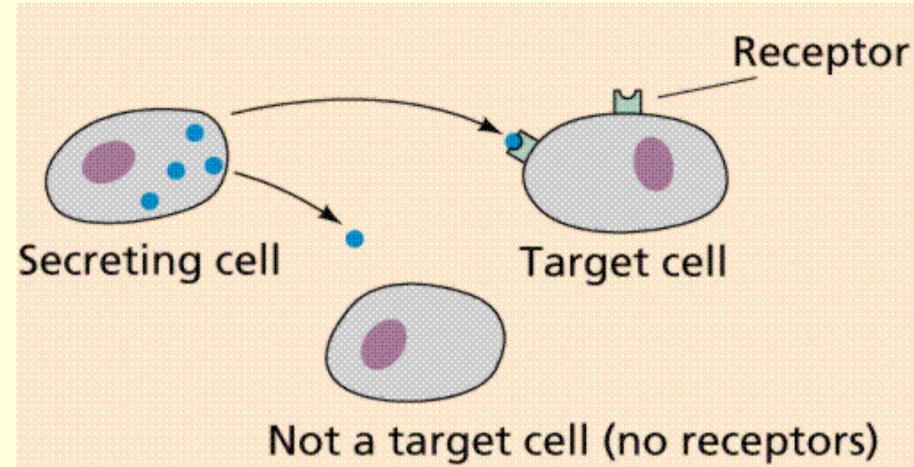
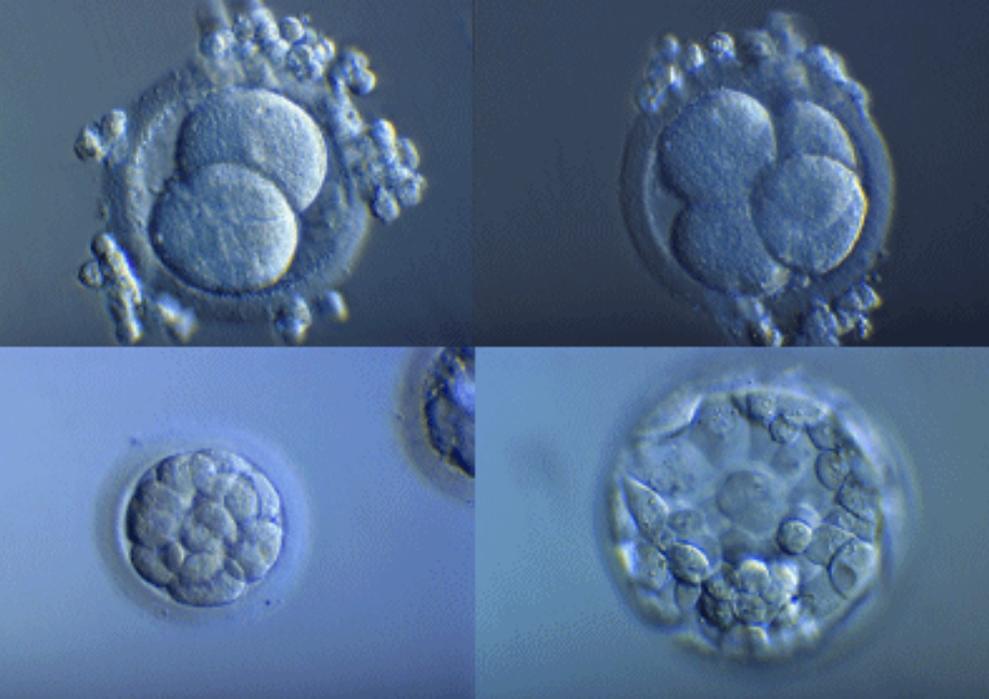
3) Liens cerveau, corps et environnement





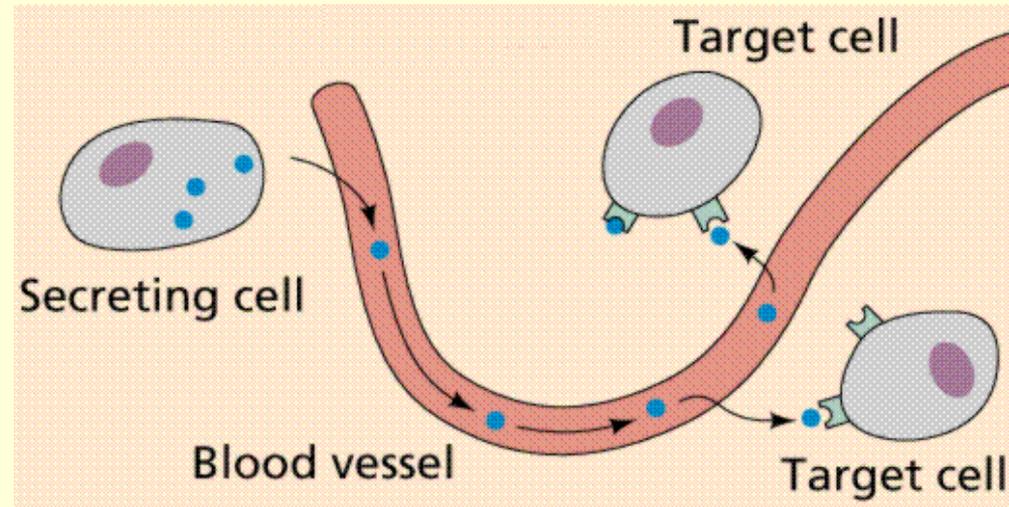
Après des essais infructueux il y a environ 2 milliards d'années, l'émergence de la vie **multicellulaire** apparaît véritablement il y a un peu plus de 600 millions d'années.

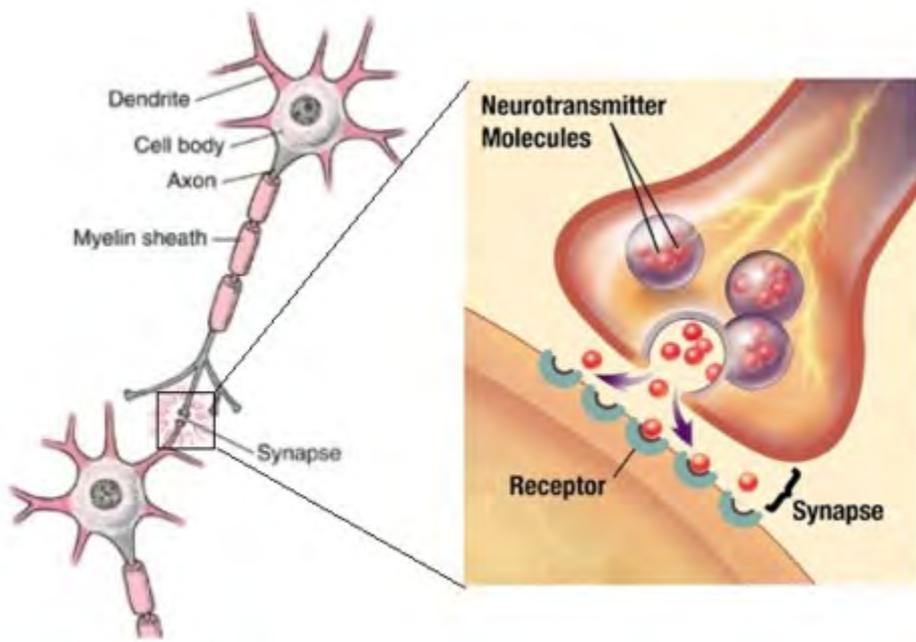




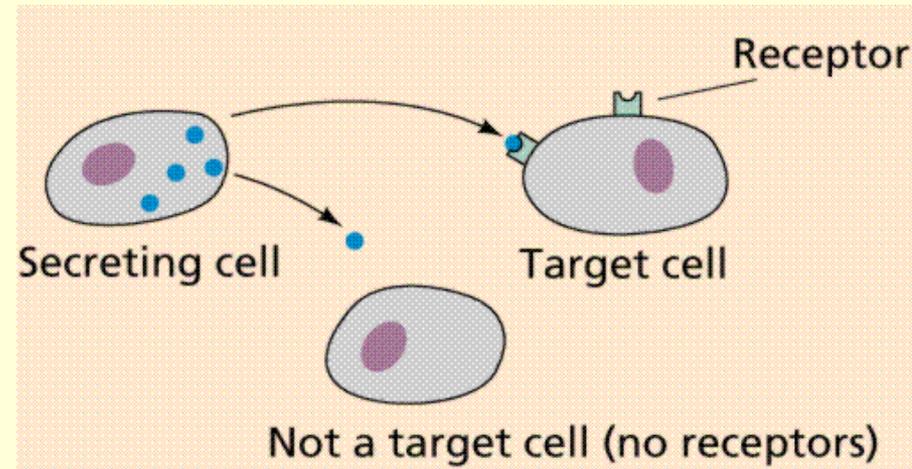
Hormones !

(système endocrinien)

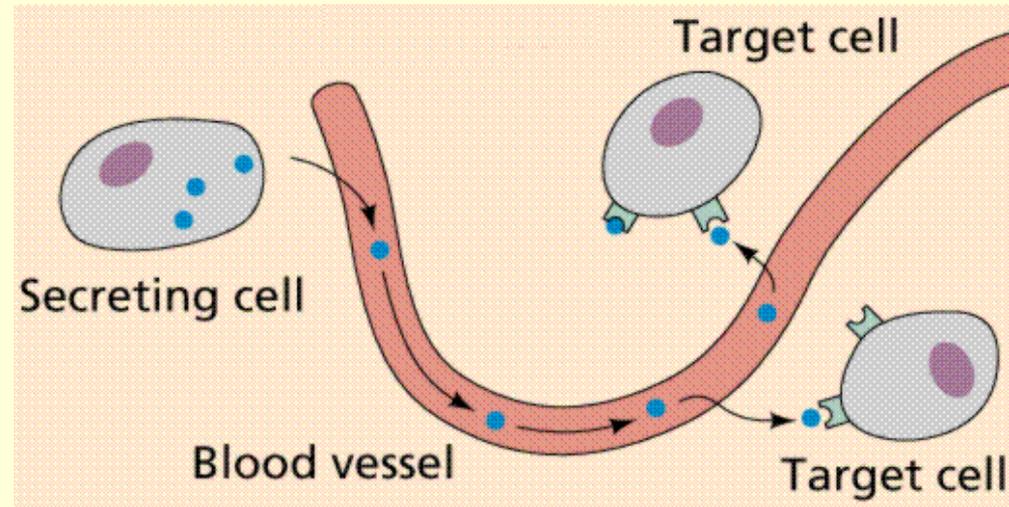


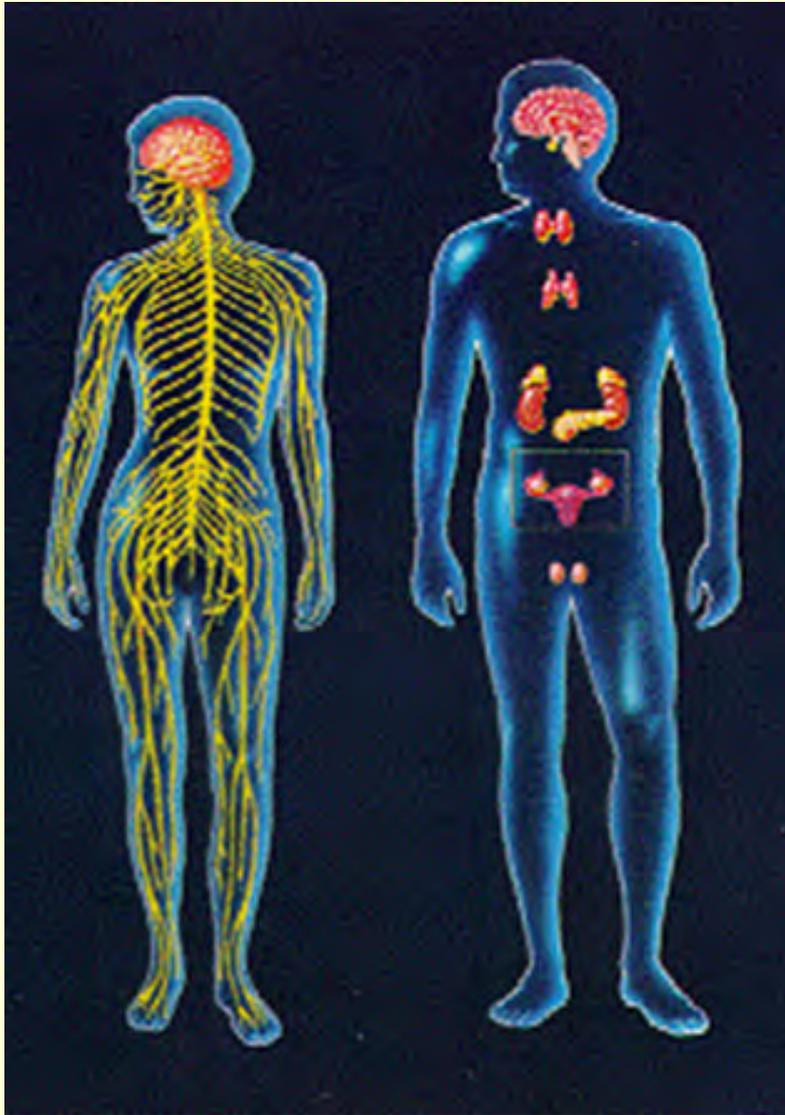


...mais aussi neurotransmetteurs et récepteur des neurones du **système nerveux !**



Hormones !
(système endocrinien)





Nerveux

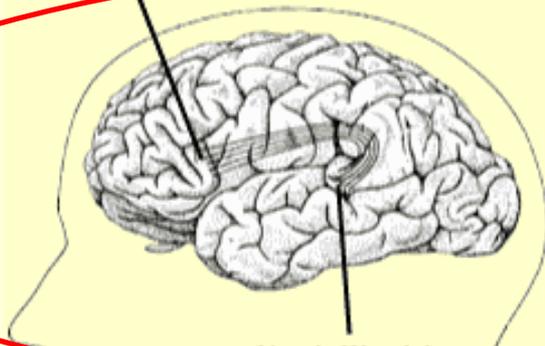
Endocrinien

En fait, selon la **distance de diffusion**
de ces molécules

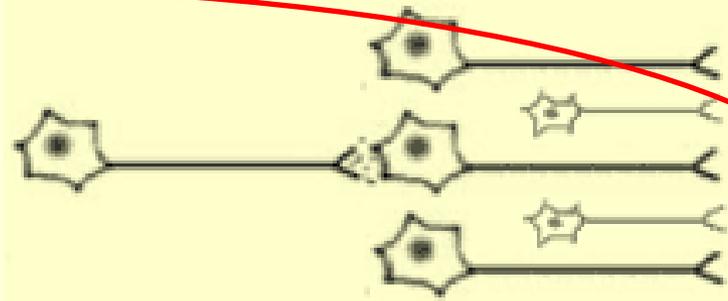
et l'**ampleur des populations cellulaires**
qu'elles affectent,

on peut distinguer 3 grandes modalités
de diffusion :

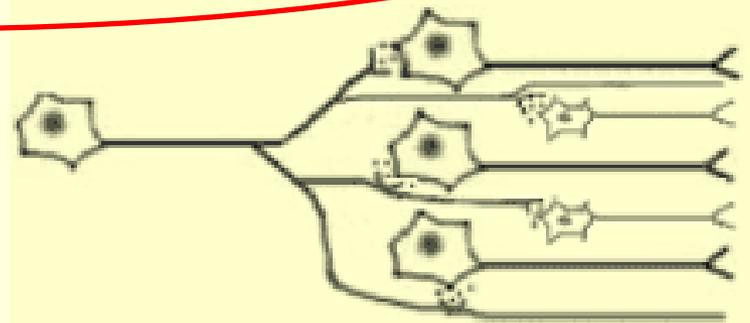
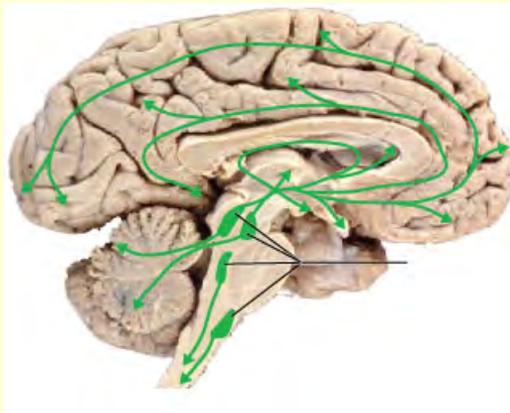
Aire de Broca



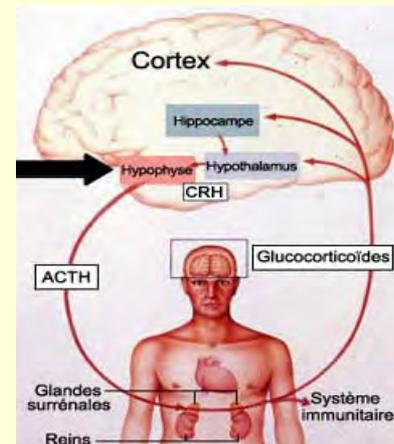
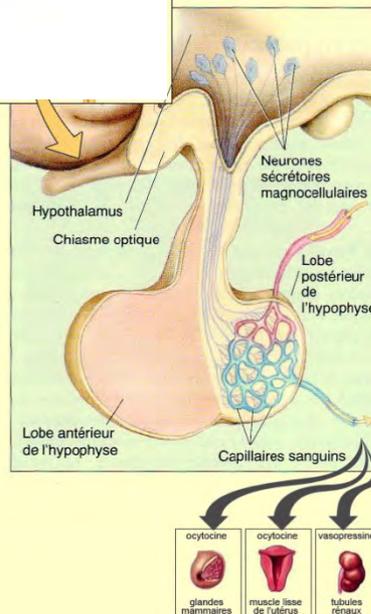
Aire de Wernicke



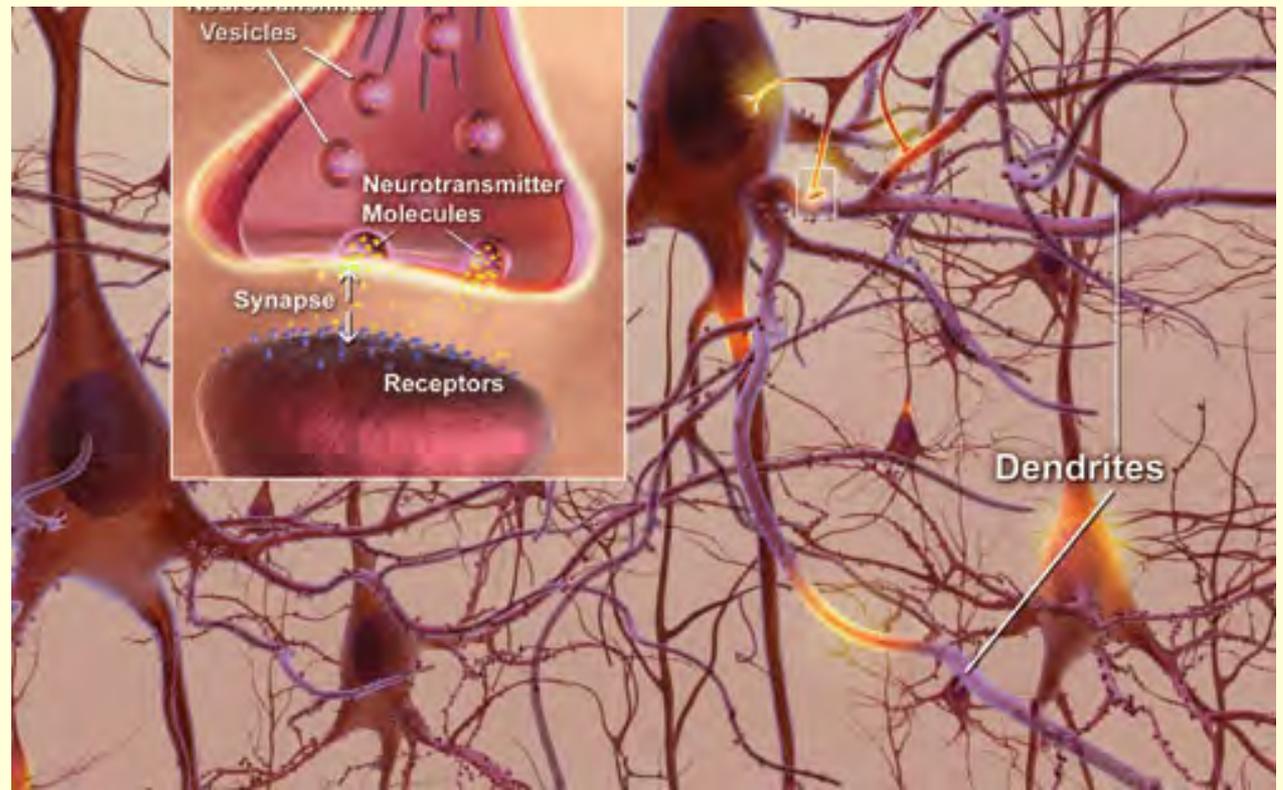
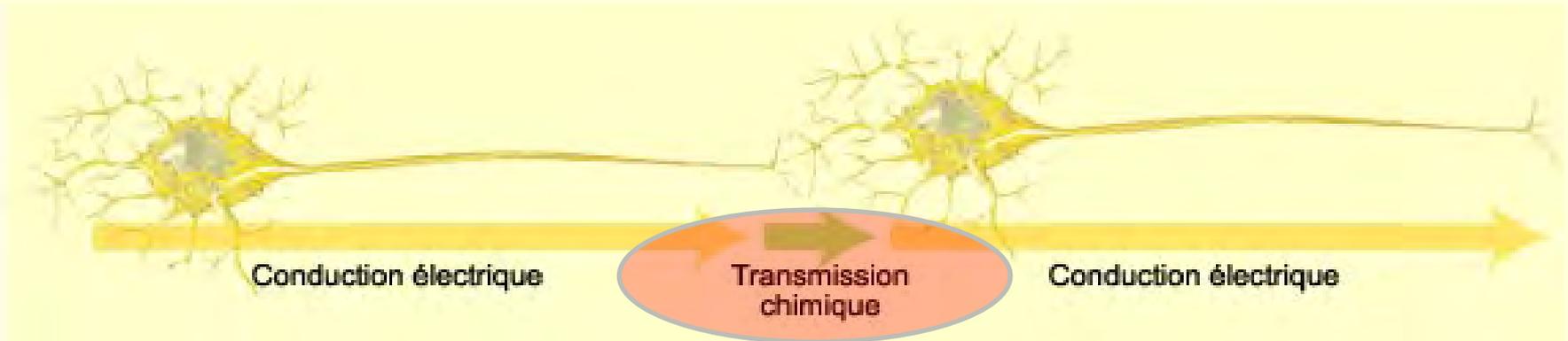
Neurotransmission

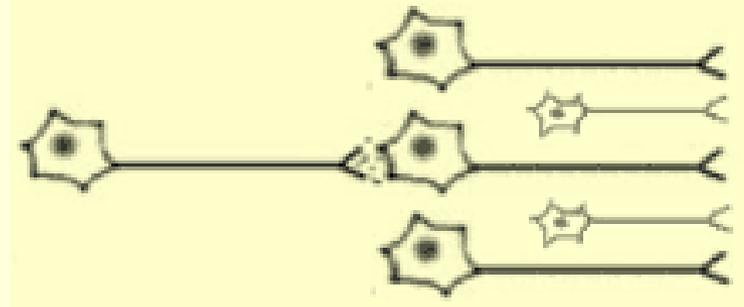
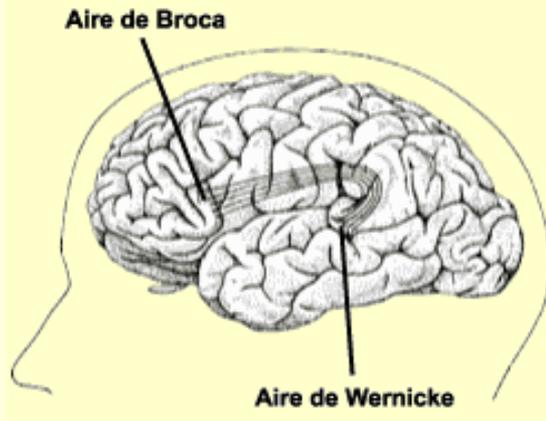


Neuromodulation

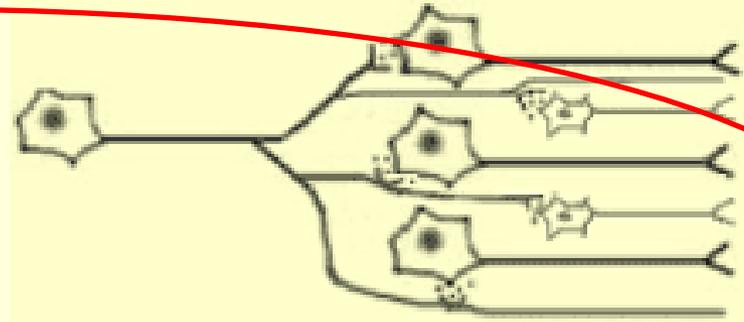
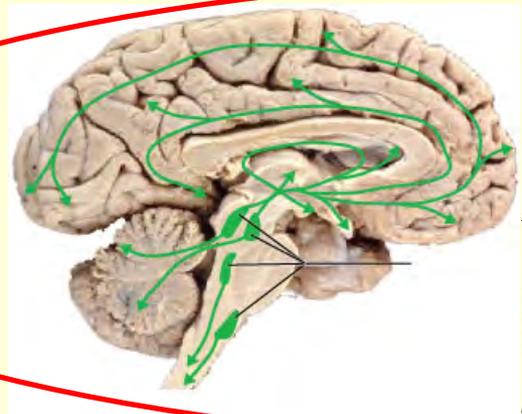


Neurohormones

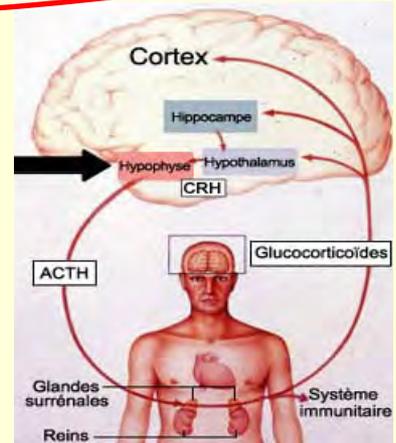
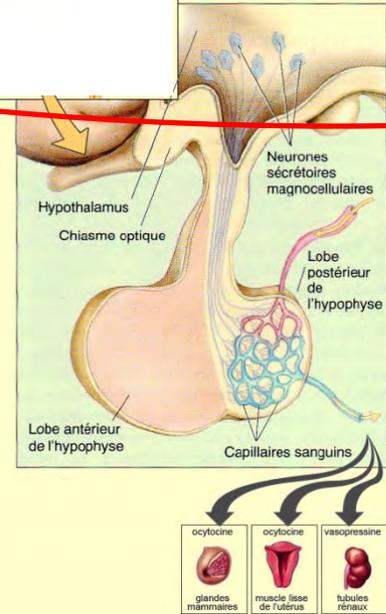




Neurotransmission



Neuromodulation



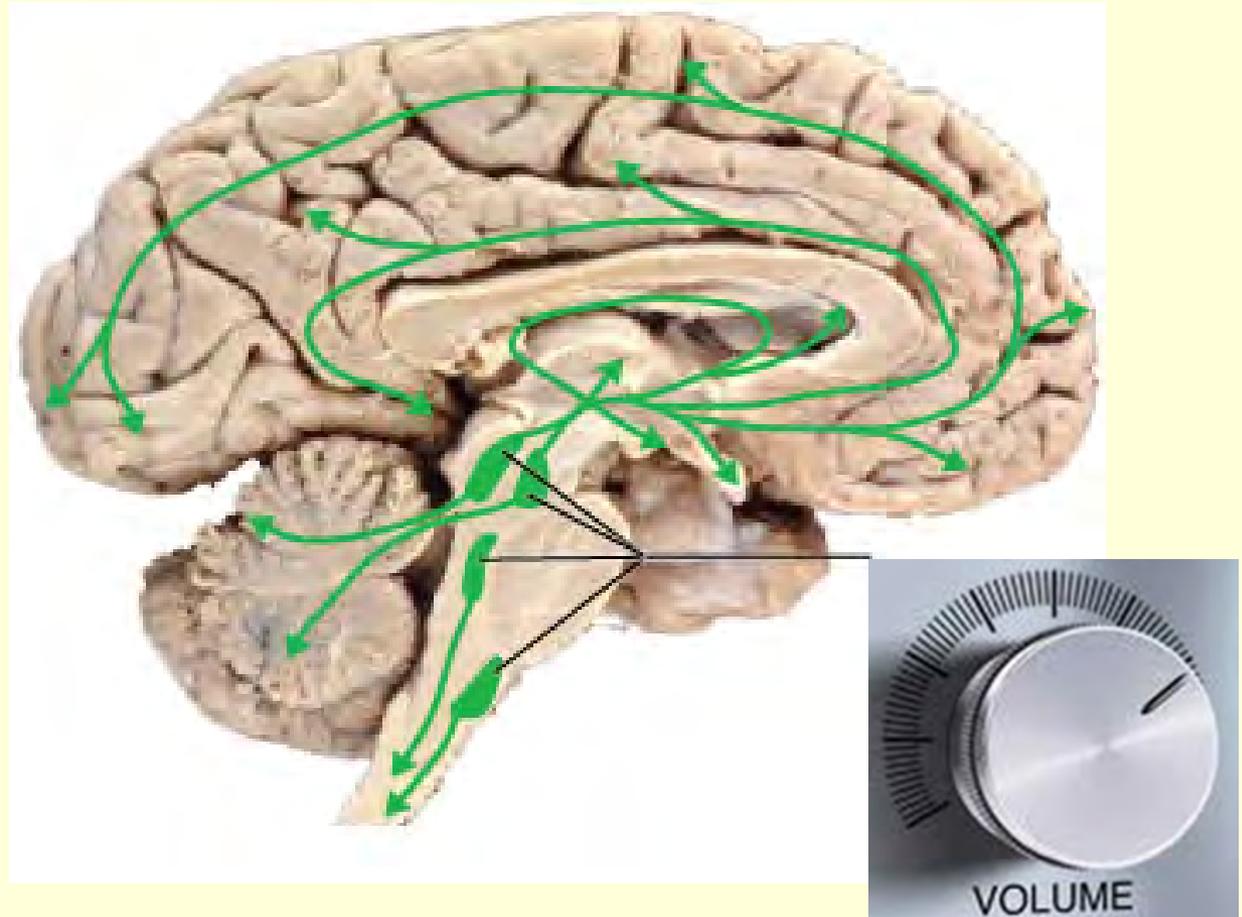
Neurohormones

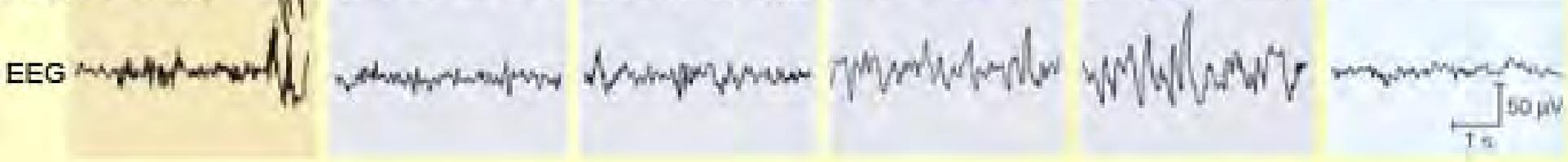
Neuromodulation

→ Agit à une échelle **de temps plus lente** que la neurotransmission et à une échelle **spatiale plus vaste**.

Les **neuromodulateurs** peuvent changer :

- l'efficacité d'une synapse;
- l'excitabilité d'une cellule;
- le gain sensoriel
- l'activité oscillatoire d'une population de neurones
- Etc.





ÉVEIL

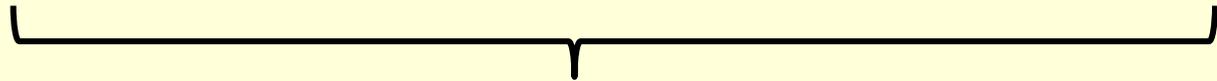
I

II

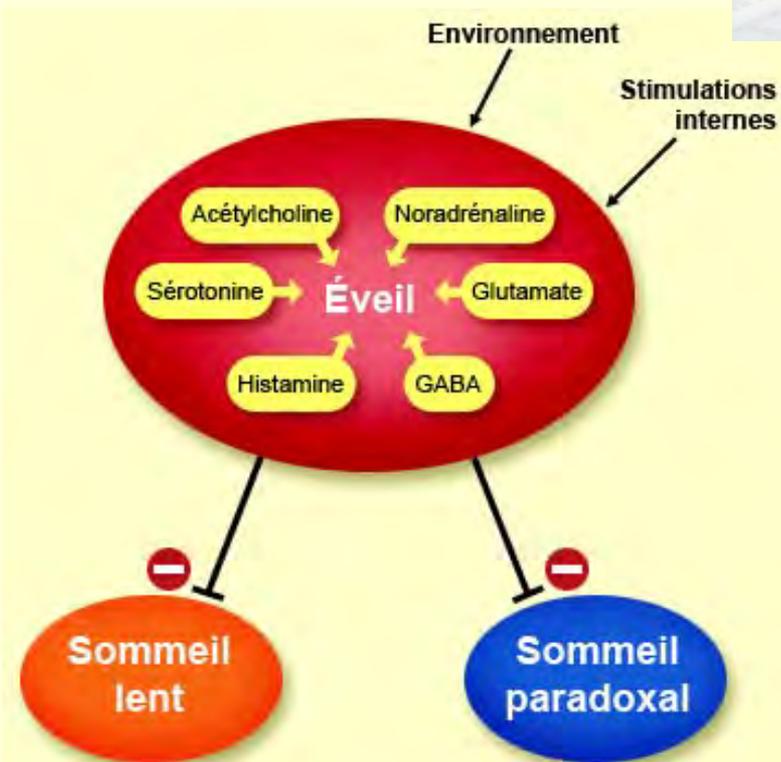
III

IV

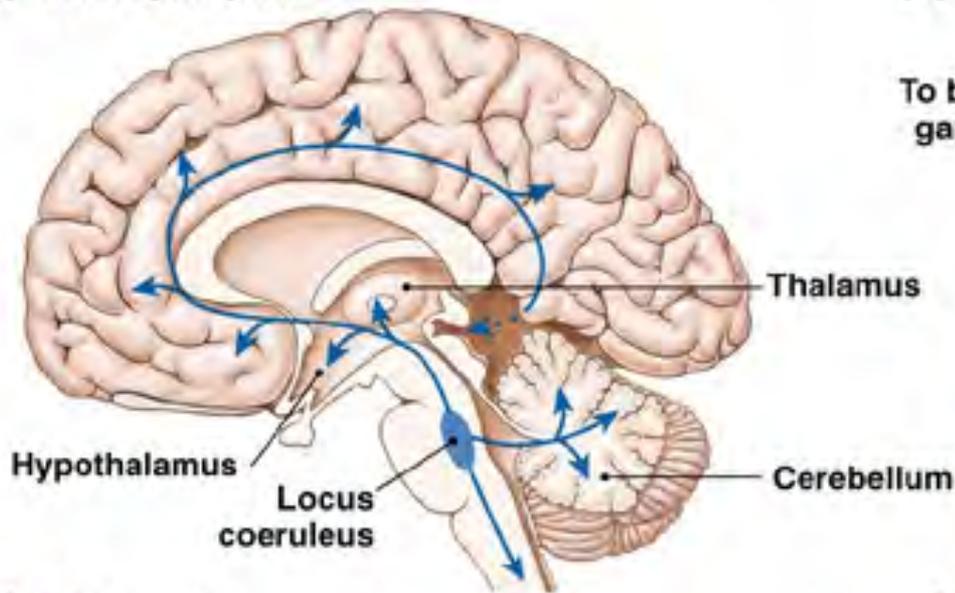
REM



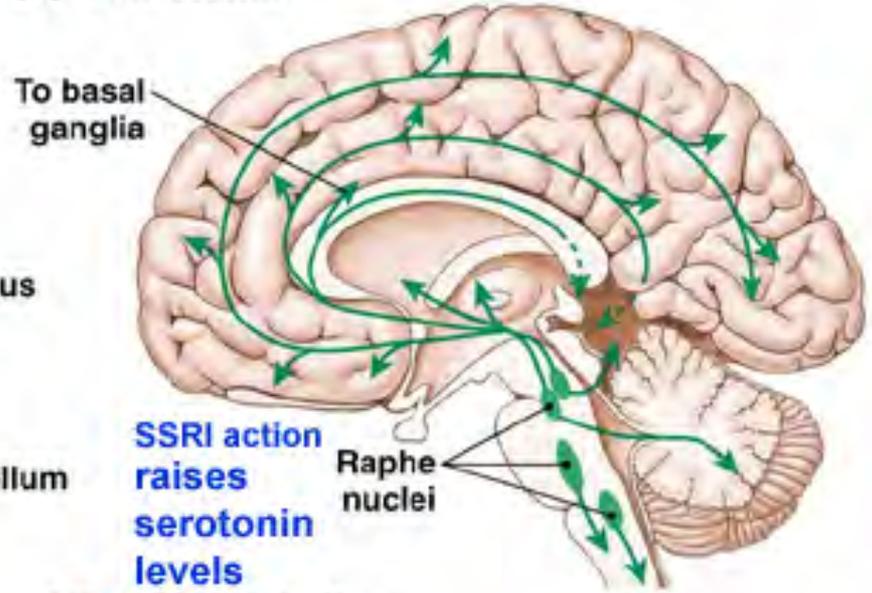
RÊVE



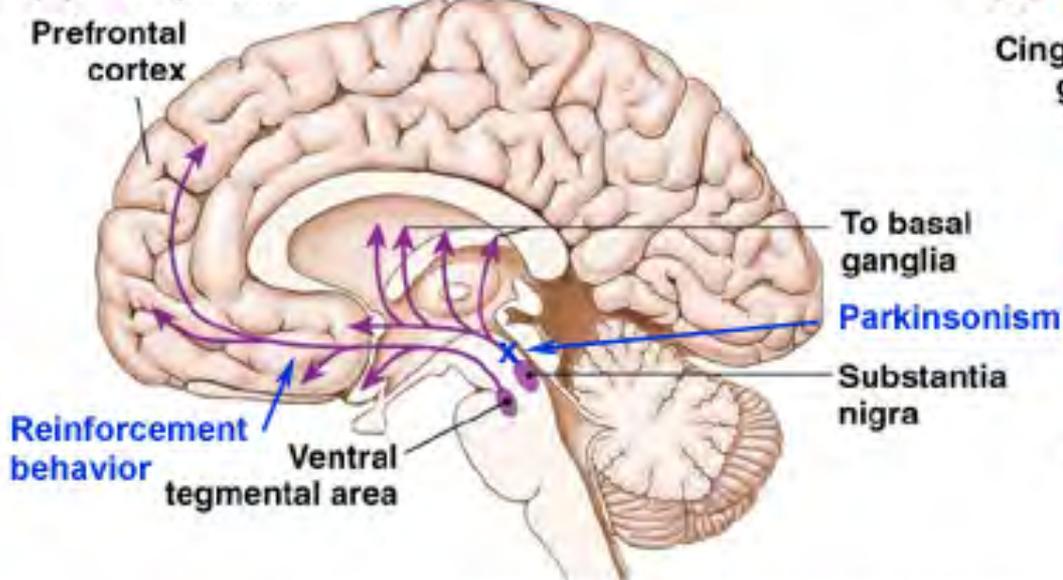
(a) ● Norepinephrine



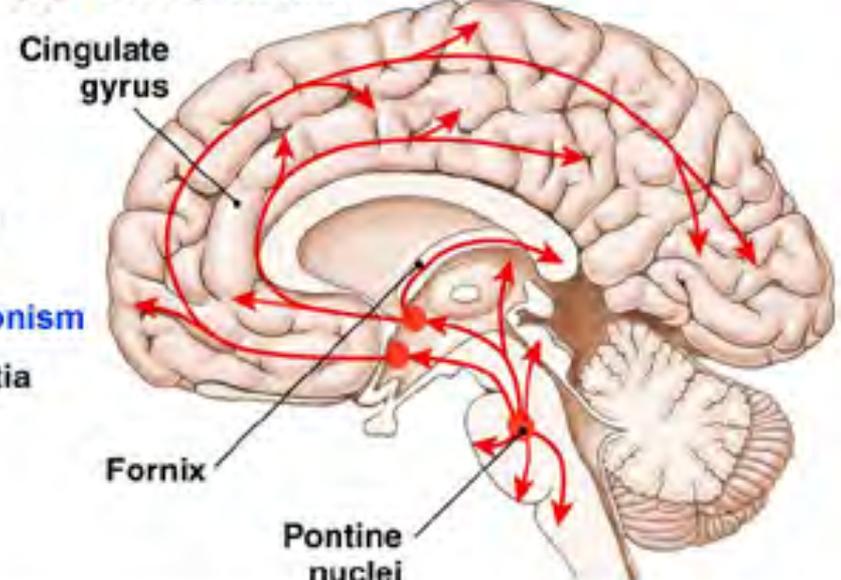
(b) ● Serotonin



(c) ● Dopamine



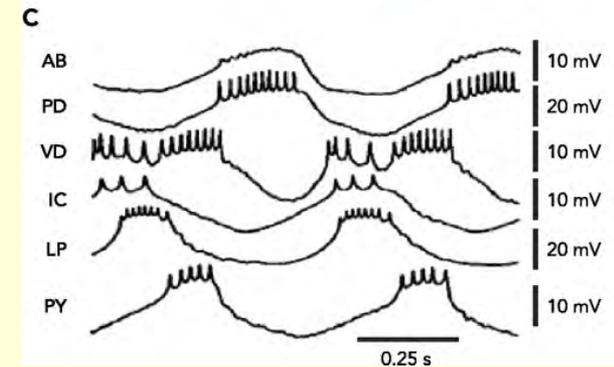
(d) ● Acetylcholine



Quand on a commencé à étudier les neuromodulateurs sur les ganglions somatogastriques du homard,

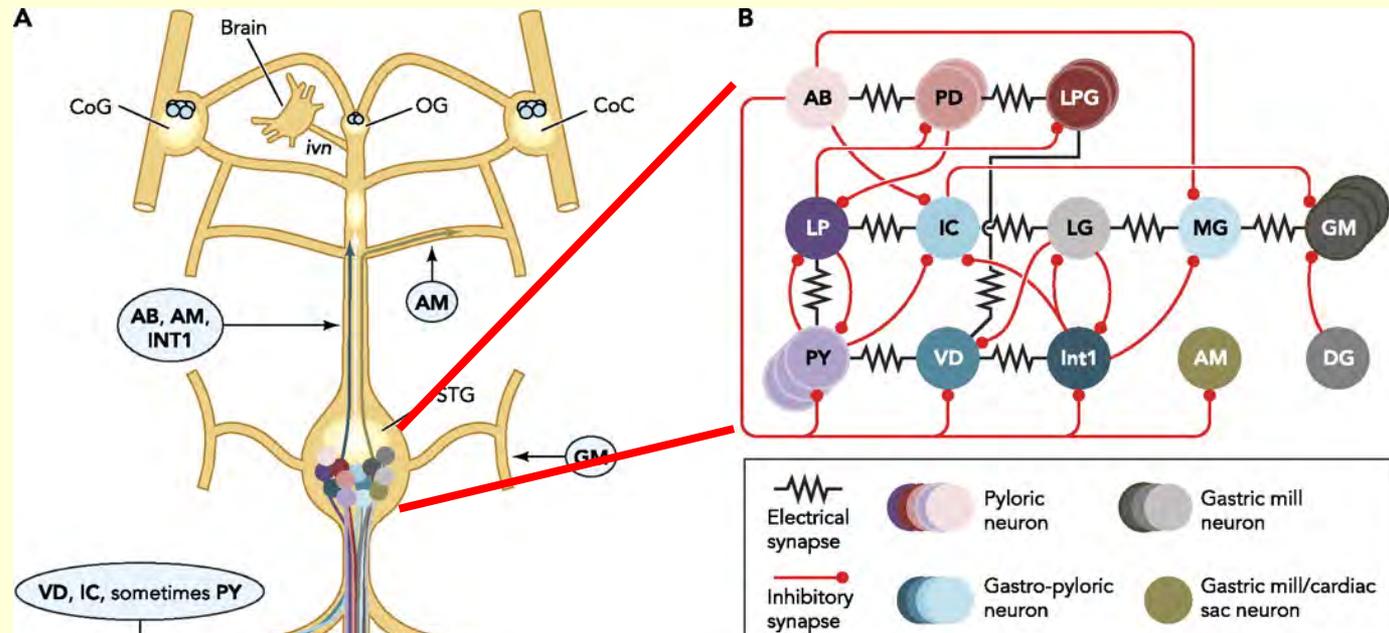
on a réalisé que **le même circuit pouvait avoir plusieurs types d'outputs différents dépendamment des neuromodulateurs qu'on lui appliquait.**

Le même circuit peut être en quelque sorte reconfiguré par son environnement neuromodulateur.



Brain Science
Podcast 56 :
Eve Marder

<http://brainsciencepodcast.com/blog/interview-with-neuroscience-pioneer-eve-marder-phd-bsp-56.html>



→ Les neuromodulateurs auraient donc la capacité de **remodeler les circuits neuronaux**.

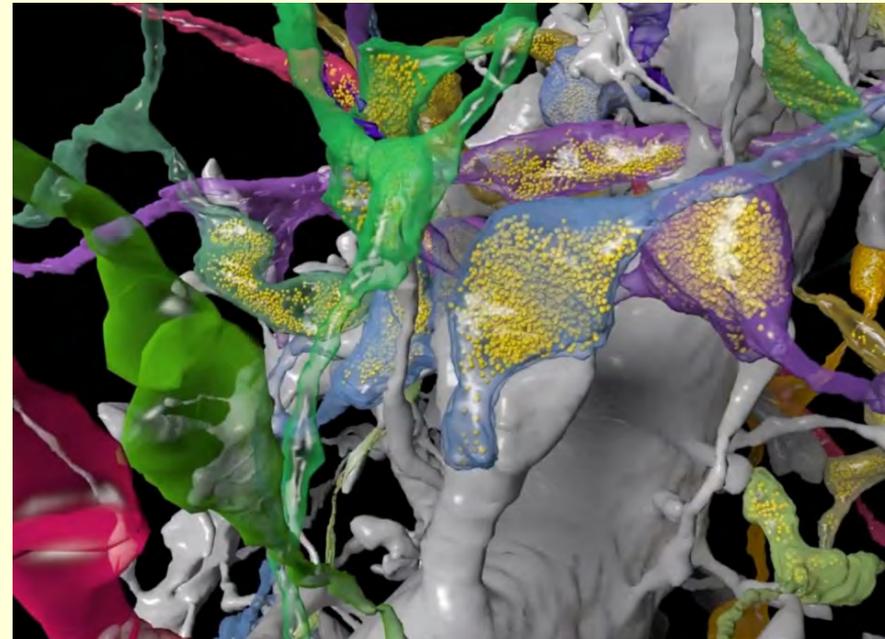
Beyond the connectome: how neuromodulators shape neural circuits.

Bargmann CI (2012) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22396302>

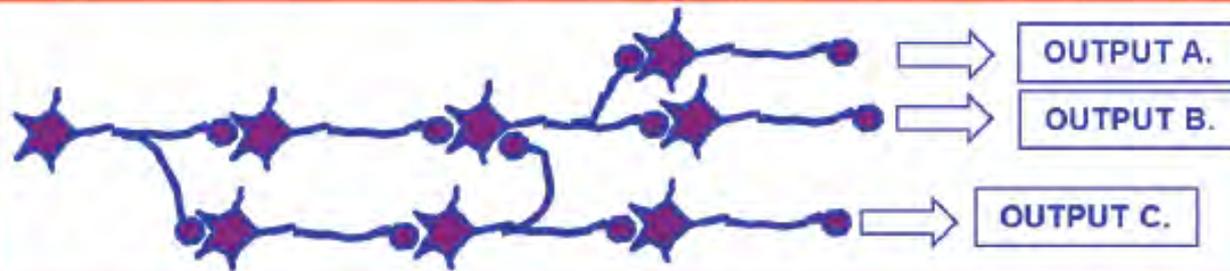
Comme l'écrit Bargmann, chaque carte du connectome à l'échelle micro encode de multiples circuits dont certains seront à un moment donné **actifs** ou **latent**.

Étant donné l'omniprésence de la neuromodulation, on peut en déduire que la grande majorité des circuits nerveux sont **structurellement surconnectés**.

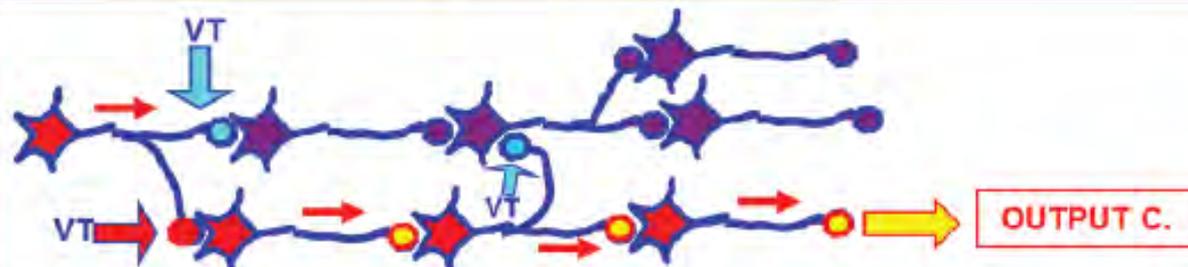
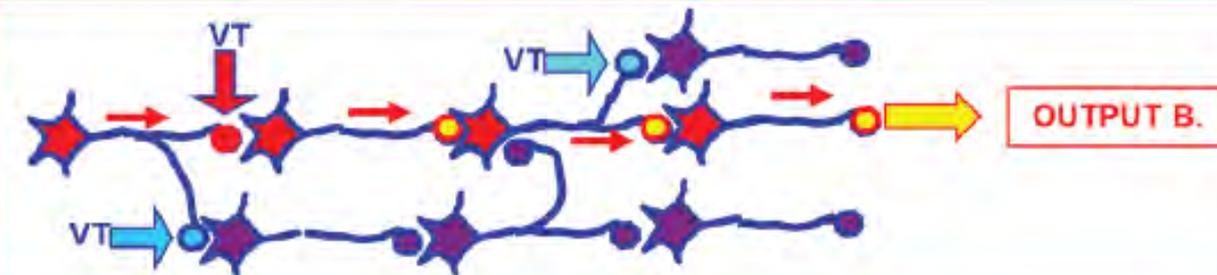
Autrement dit, le moindre circuit nerveux semble avoir un certain nombre d'usages possibles, dont seulement certains sont disponibles à un moment donné en fonction de la **neuromodulation effective** à cet instant.



A NEW MECHANISM FOR THE UNDERSTANDING OF THE INTEGRATIVE ACTIONS OF NEURAL NETWORKS
 CAN BE DEDUCED FROM THE **CONCEPT OF VT** AND FROM THE **EXISTENCE OF POLYMORPHIC NETWORKS**



- UPREGULATING VT SIGNAL
- DOWNREGULATING VT SIGNAL
- UPREGULATED SYNAPSE
- DOWNREGULATED SYNAPSE
- ACTIVE SYNAPSE
- INACTIVE SYNAPSE
- INFORMATION FLOW



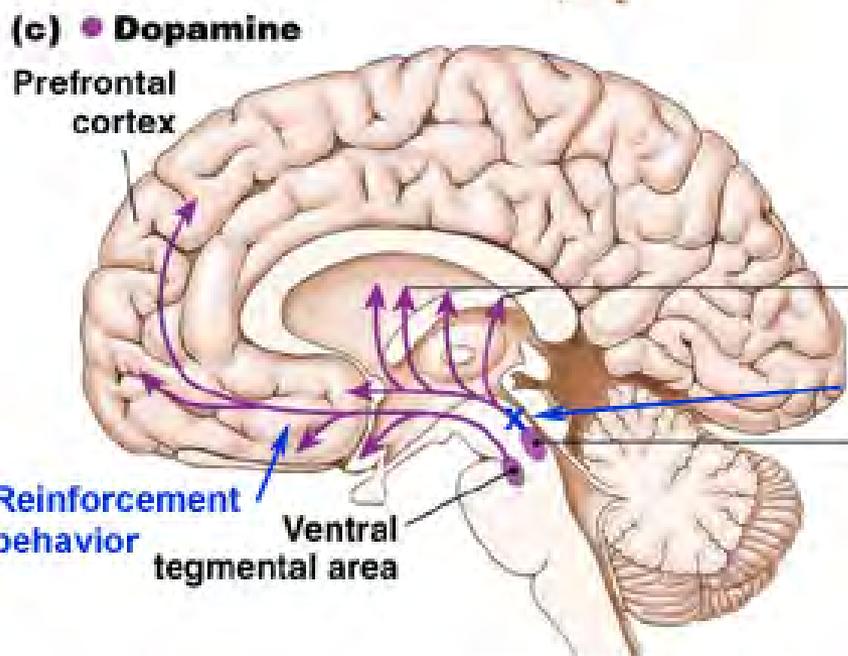
THREE DIFFERENT
 OUTPUTS
A. B. C.
 FROM THE SAME
 NEURONAL NETWORK
 THANKS TO THE
 MODULATORY ACTIONS OF
 VT SIGNALS

→ Dans le cerveau humain, on pourrait parler par exemple du rôle neuromodulateur de la **dopamine** qui influence plusieurs neurotransmetteurs.

Getting 'High' On Your Own Supply

October 19, 2015

http://blogs.discovermagazine.com/crux/2015/10/19/natural-highs-in-the-body/#.Vx6A-jHX_uO



Copyright © 2007 Pearson Edu.

- Elle amplifie les effets de l'**ocytocine**, nous aidant à créer des liens avec nos enfants et nos proches.

- Elle performe une véritable "danse" avec la **sérotonine** pour influencer notre humeur.

- Elle travaille conjointement avec nos **endocannabinoïdes** et nos **endorphines** pour nous aider faire des associations entre, par exemple, l'exercice ou la bouffe épicée et le plaisir.

L'interaction entre des neuromodulateurs et nos circuits de neurones est aussi présent dans la **moelle épinière**.

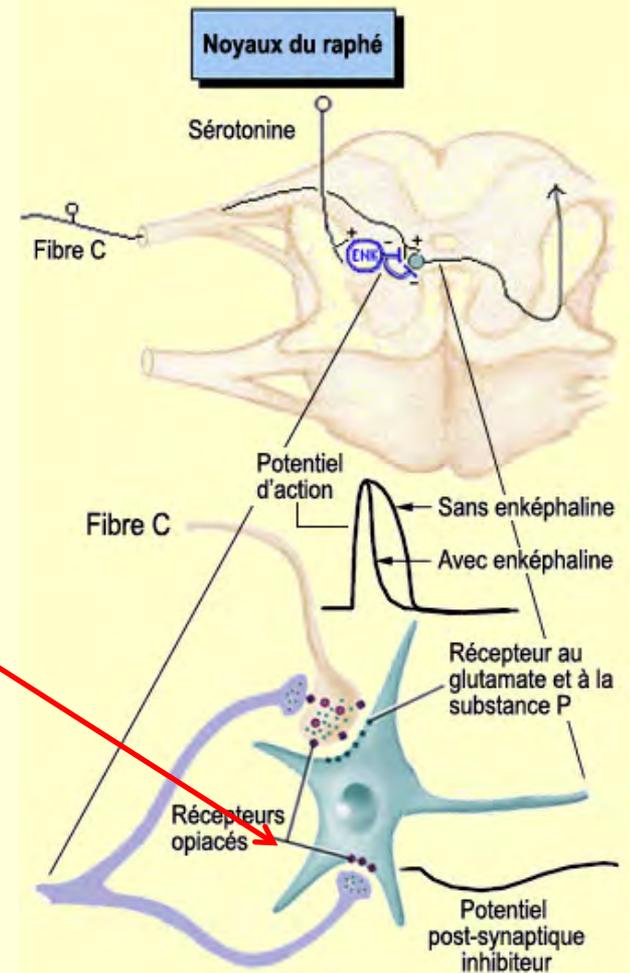
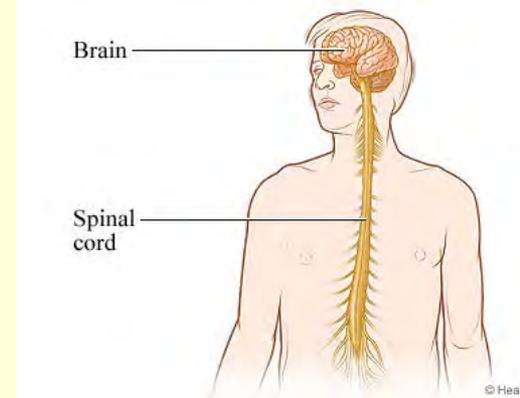
Des phénomènes de **neuromodulation** peuvent induire une **analgésie** dans un contexte de **stress**.

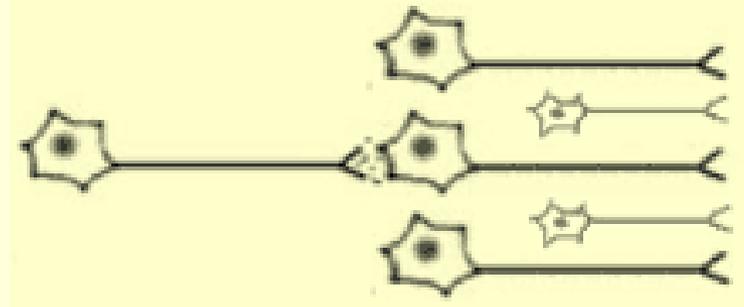
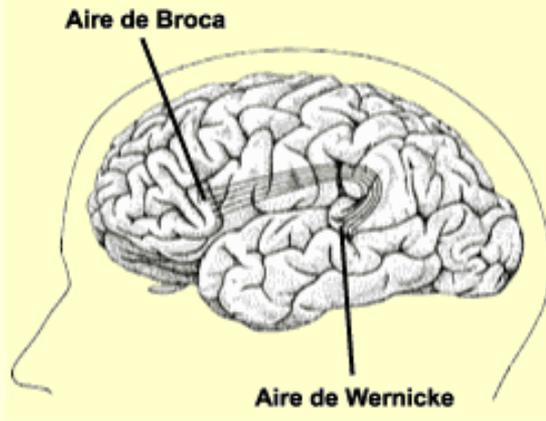
C'est le cas d'une blessure qu'on sent à peine sur le champ de bataille à la guerre ou sur un terrain de foot durant le match...

La libération d'**enképhalines** qui se fixent sur des récepteurs opioïdes

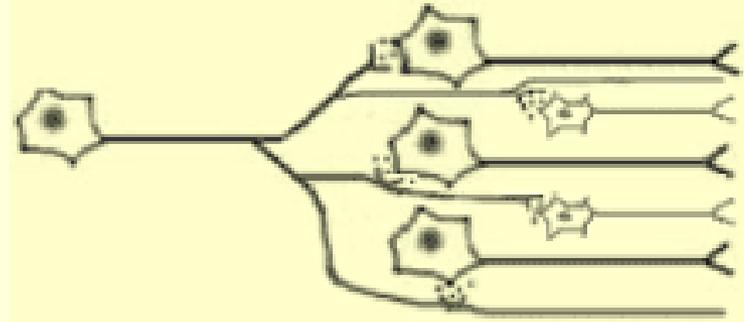
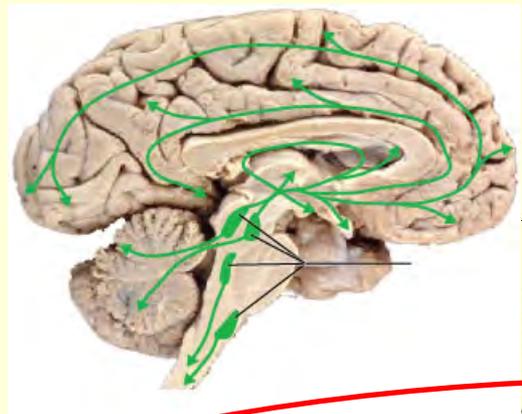
diminuent alors la libération de neurotransmetteurs de neurones **nociceptifs**, réduisant ainsi la sensation de douleur.

(On va y revenir avec l'effet placebo...)

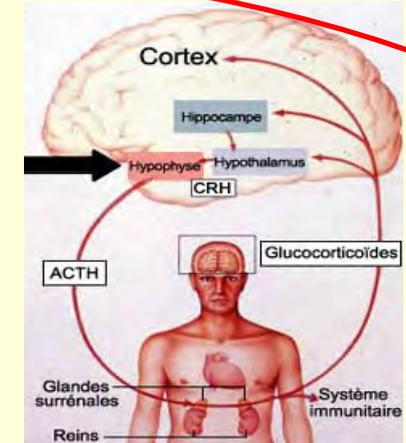
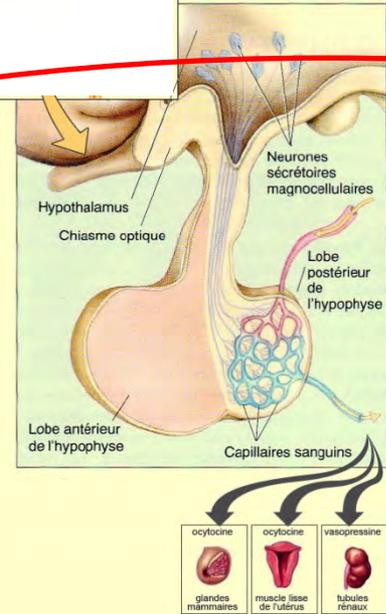




Neurotransmission



Neuromodulation



Neurohormones

Pendant longtemps :

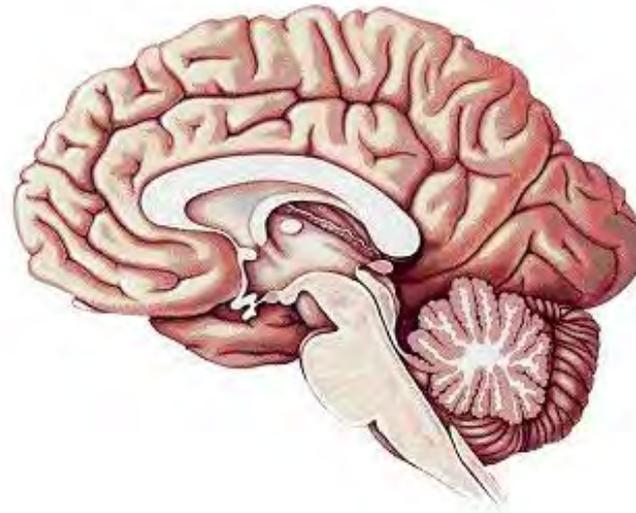
Cerveau

neurotransmetteurs

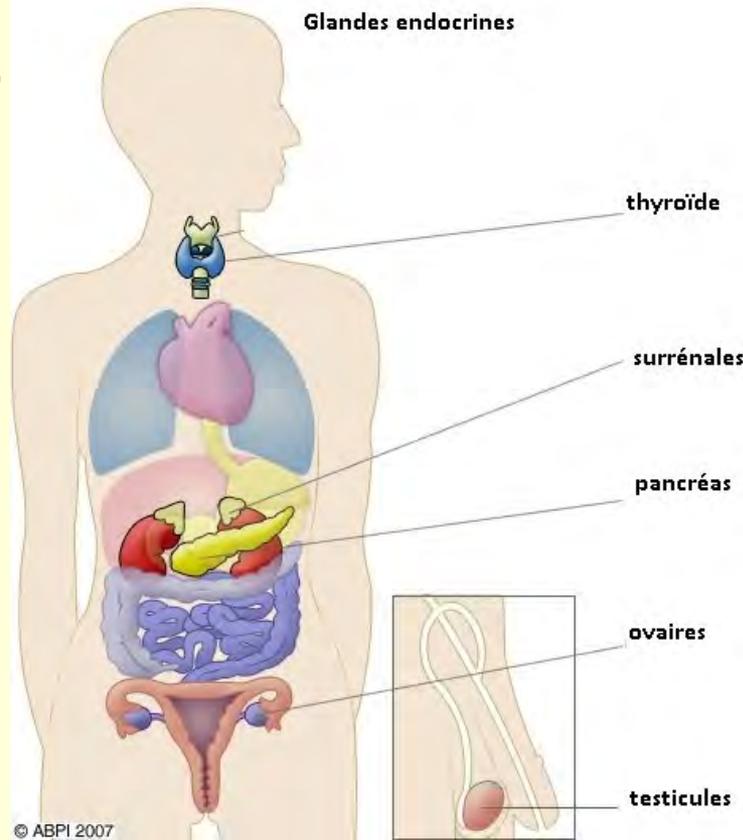
~~SÉPARATION~~

Corps

hormones



Glandes endocrines



La neuroendocrinologie,

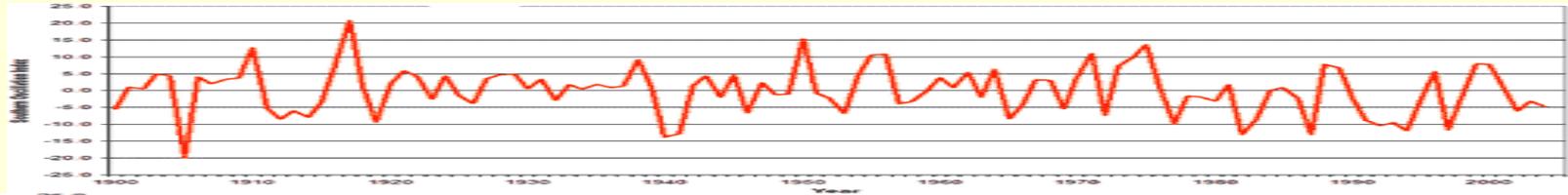
qui s'est développée durant les années 1970 à l'intersection de la neurobiologie et l'endocrinologie,

a montré que l'on ne pouvait plus faire une distinction nette entre le cerveau et le corps,

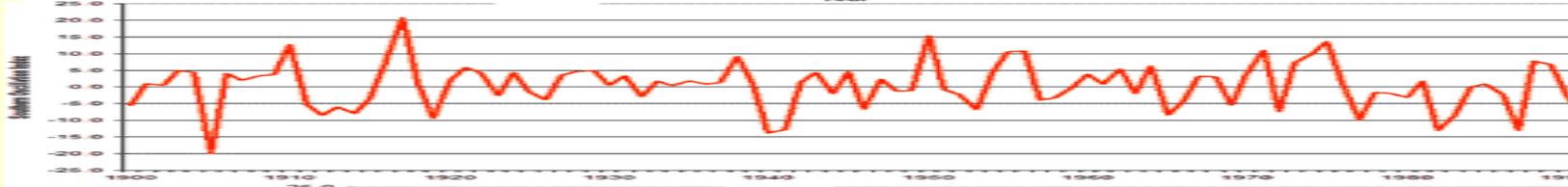
notamment avec le concept de « **neurohormone** ».

Nos besoins fondamentaux subissent des fluctuations qui s'éloignent parfois de la valeur optimale.

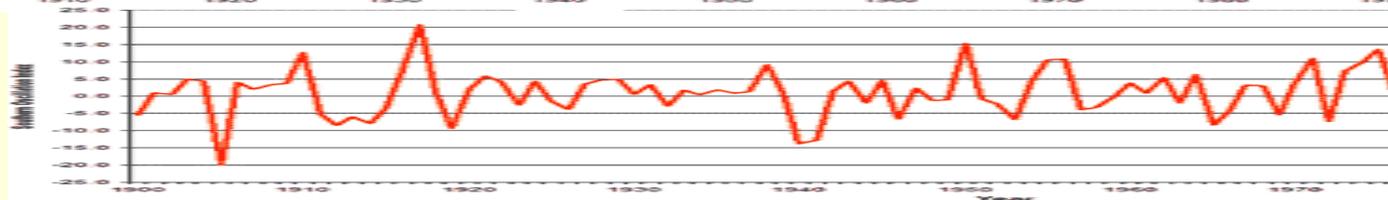
FAIM



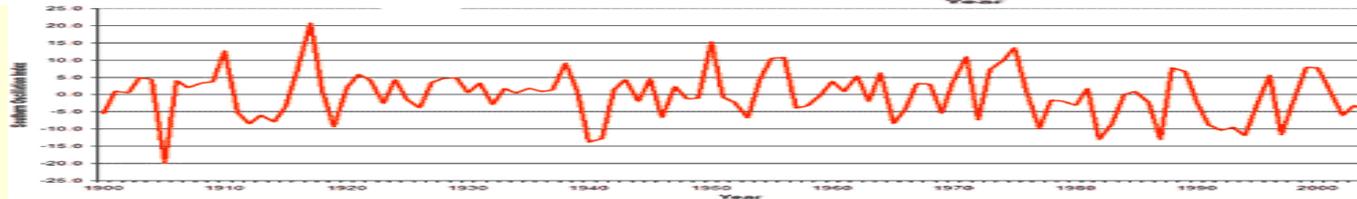
SOIF



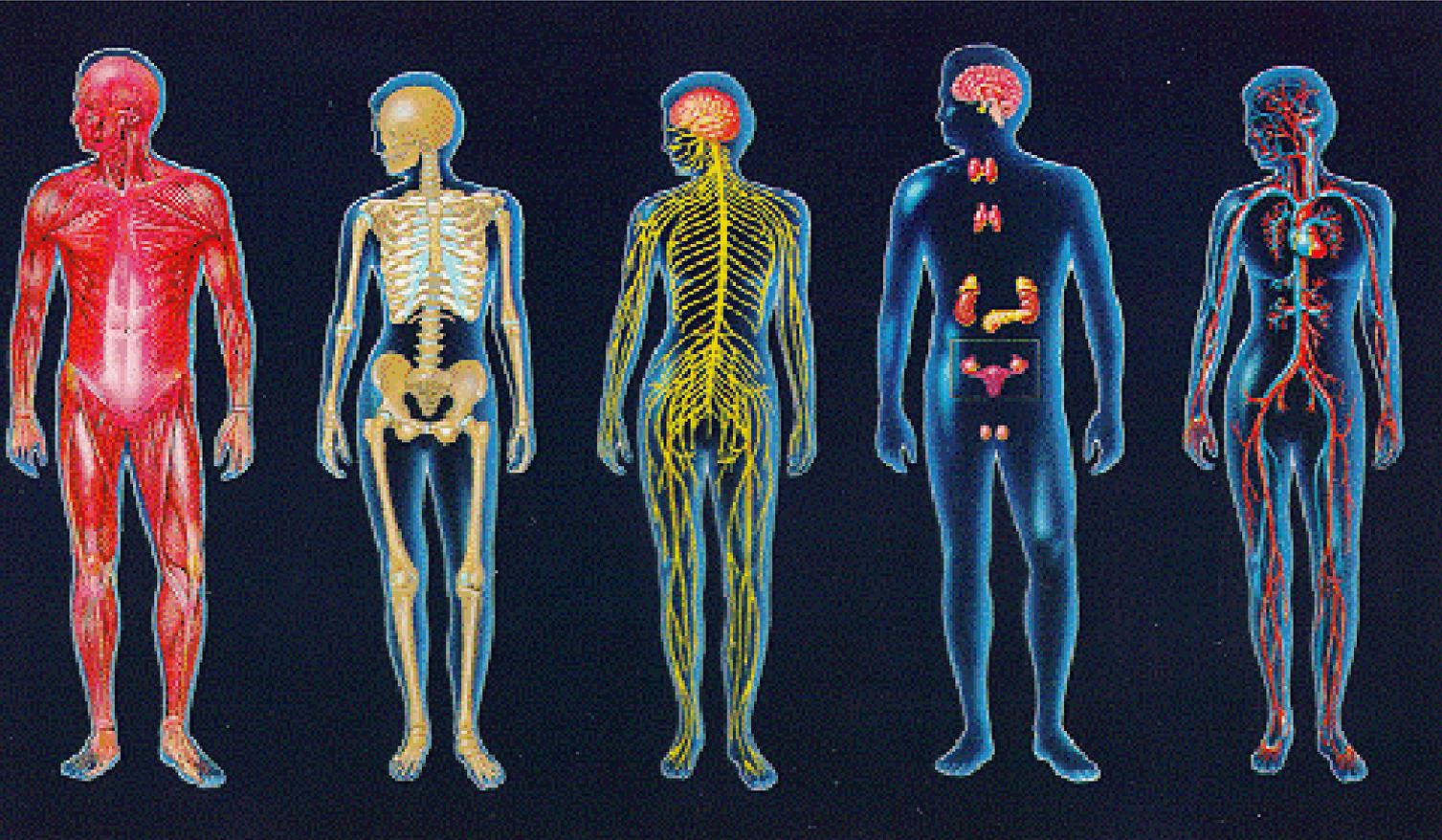
TEMPÉRATURE



REPRODUCTION



Et parmi tous les grands systèmes du corps humain,



Musculo-squelettique

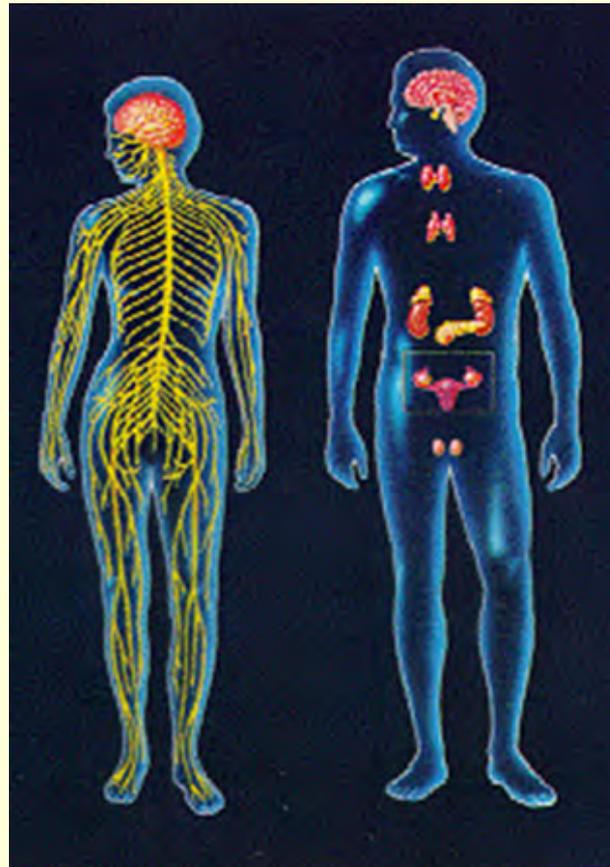
Nerveux

Endocrinien

Circulatoire

Immunitaire

Et parmi tous les grands systèmes du corps humain, **il y en a deux en particulier** vont constamment collaborer pour maintenir l'organisme autour de ces valeurs optimales



Nerveux

Endocrinien

et donc globalement
« **maintenir sa structure** »,
comme disait Henri Laborit.

Éventuellement,
va devoir être aidé par :

Système **nerveux**

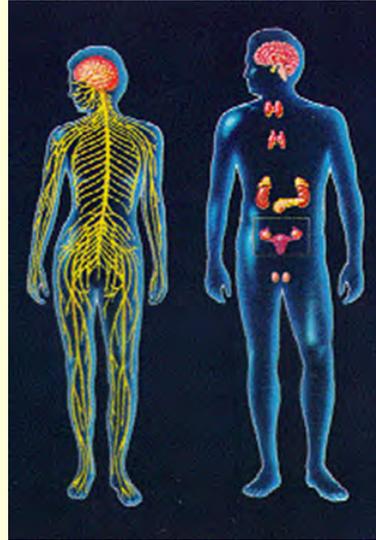
=

autonomie motrice

pour trouver leurs ressources
dans l'environnement

Donc boucles sensori-motrices

Donc **comportements**



Système **endocrinien**

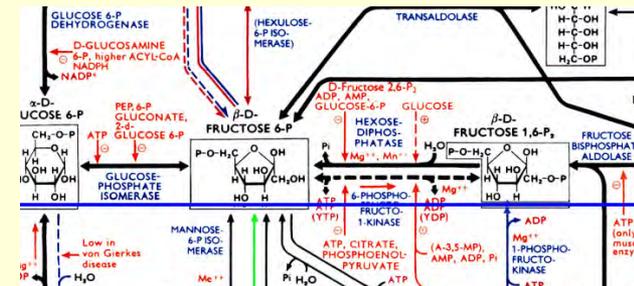
=

Équilibre métabolique

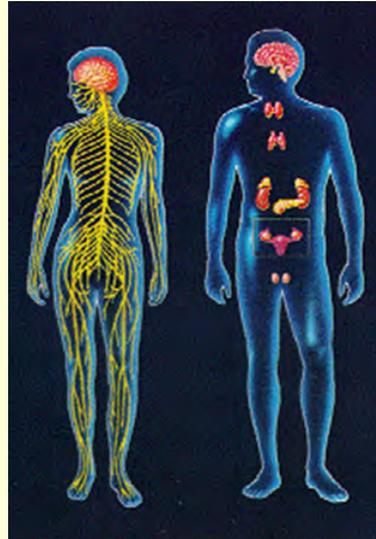
de l'environnement
interne

Donc boucles de rétroaction
biochimiques

Donc **régulations
hormonales**



Éventuellement,
va devoir être aidé par :



Système **nerveux**

=

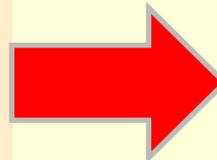
autonomie motrice

pour trouver leurs ressources
dans l'environnement

Donc boucles sensori-motrices

Donc **comportements**

Et si les comportement échouent,
le système endocrinien devra déclencher
**d'autres remaniements métaboliques
plus radicaux...**



Système **endocrinien**

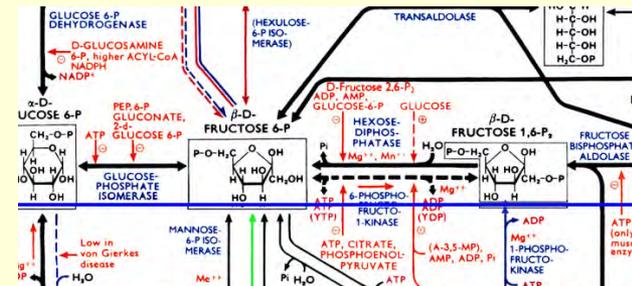
=

Équilibre métabolique

de l'environnement
interne

Donc boucles de rétroaction
biochimiques

Donc **régulations
hormonales**





**Par une réponse
comportementale
(système nerveux)**

**Par une réponse
métabolique
(système endocrinien)**

FAIM

Manger

Mobiliser ses réserves
(lipides, etc...)

SOIF

Boire

Diminuer l'élimination d'eau
(réabsorption par les reins,
etc....)

TEMPÉRATURE

Se met à l'abri
Hérissé ses poils

Augmente la production de
chaleur par ses cellules

REPRODUCTION

Comportements de
séduction
Accouplement

Maturation des cellules
sexuelles

SOINS ENFANTS

Comportements maternels

Production de lait

**Par une réponse
comportementale
(système nerveux)**



**Par une réponse
métabolique
(système endocrinien)**

**Les 2 systèmes travaillent donc
toujours ensemble et en parallèle
pour assurer « l'homéostasie ».**

Donc non seulement...

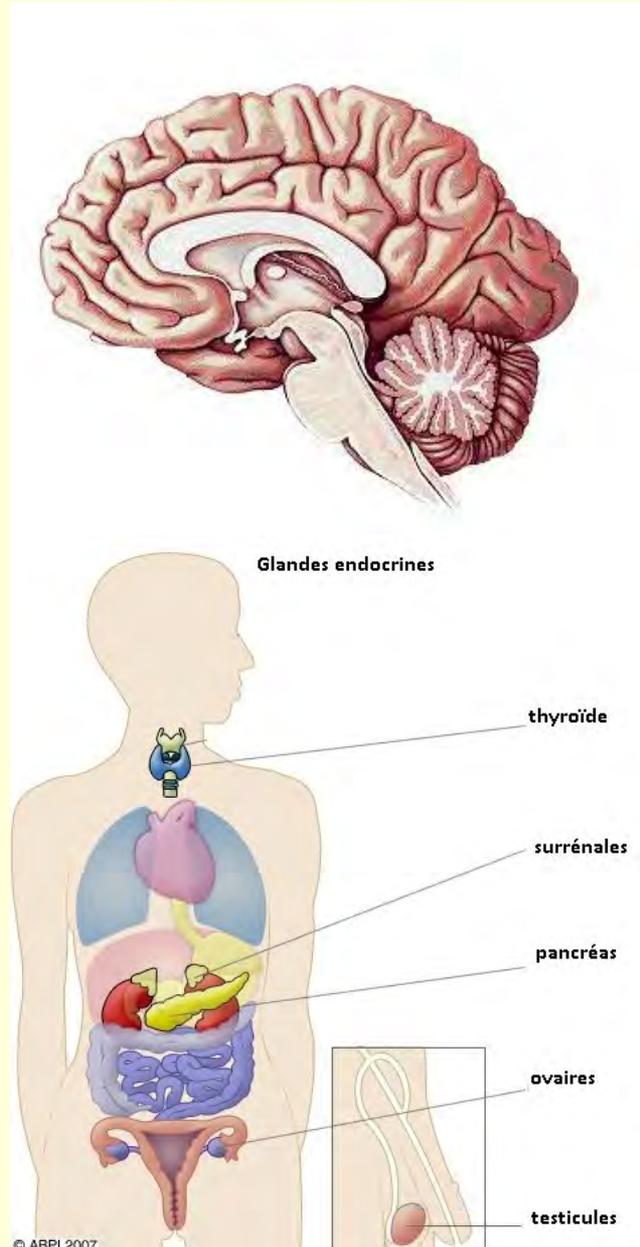
Cerveau

neurotransmetteurs

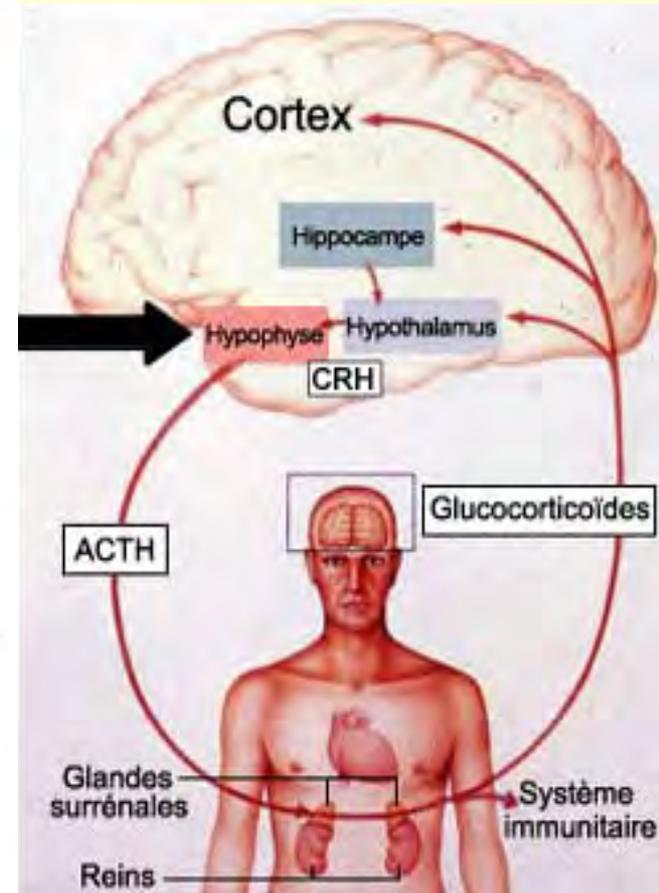
~~SÉPARATION~~

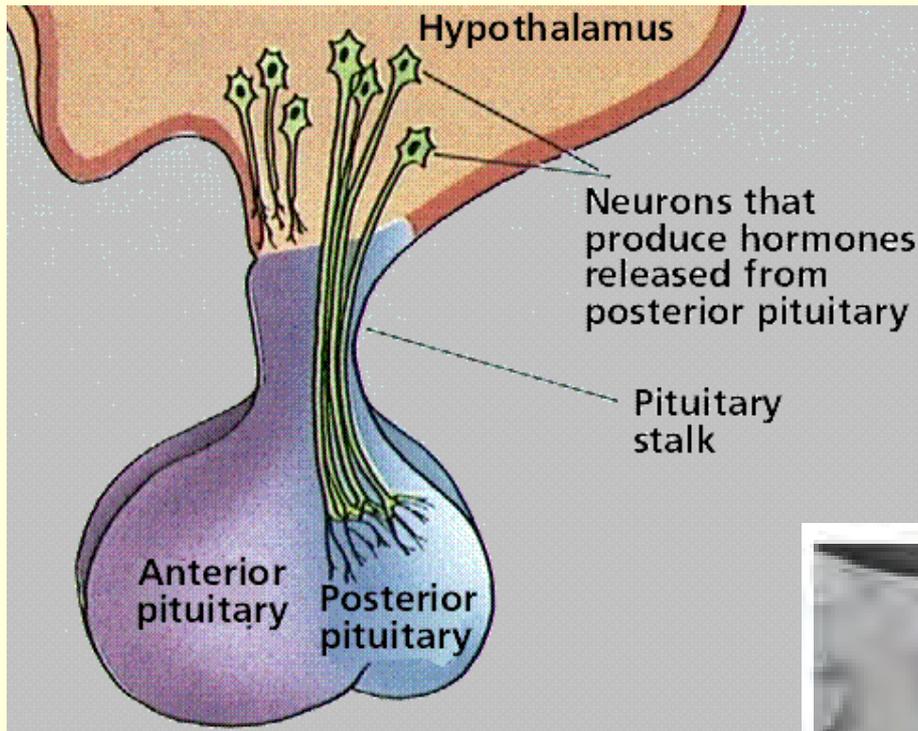
Corps

hormones

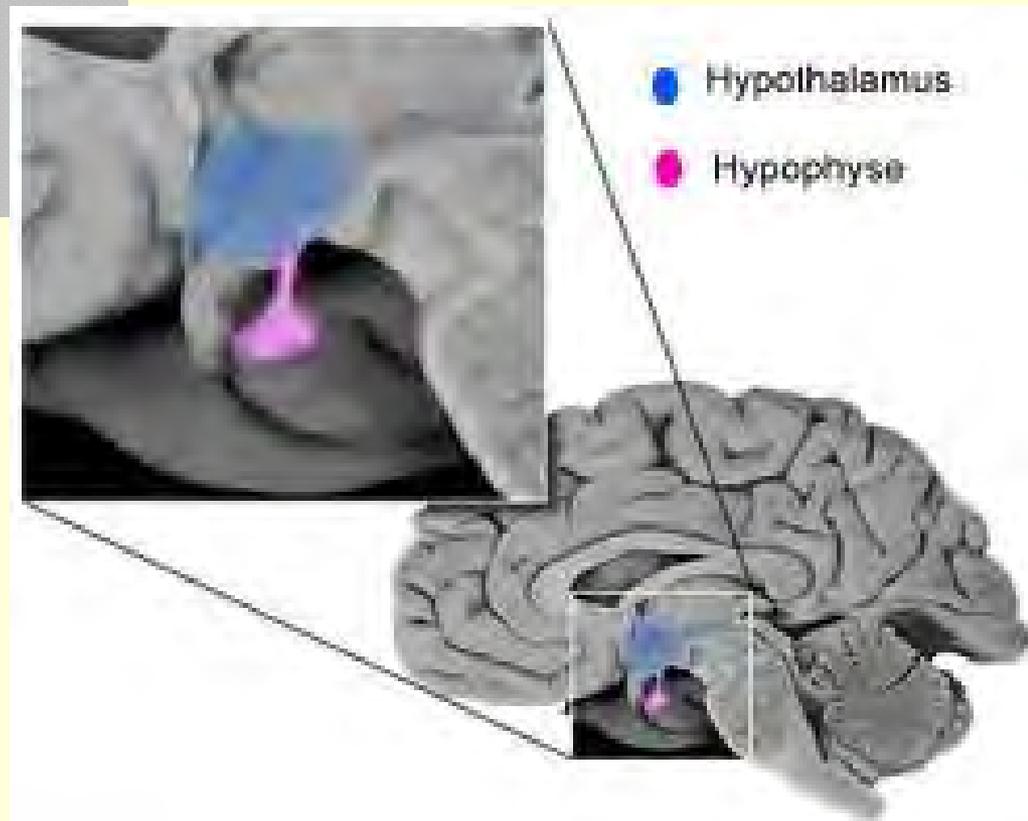


...mais les **boucles de rétroaction** foisonnent entre le système hormonal et le cerveau.





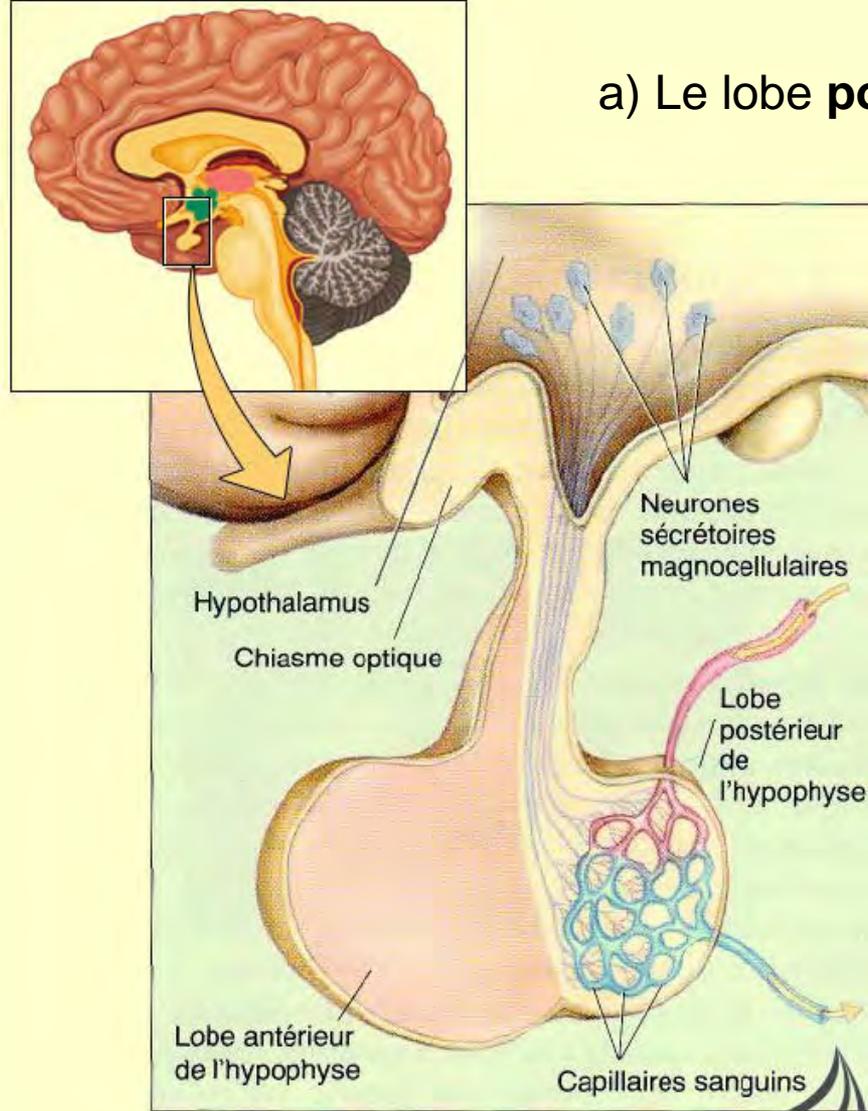
Et le lien entre les deux se fait beaucoup grâce à :



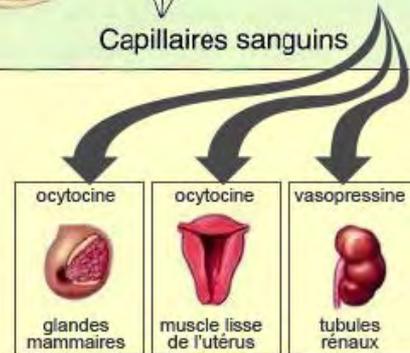
L'hypophyse :
la « glande maîtresse »
de l'organisme

L'hypophyse et ses 2 lobes

a) Le lobe postérieur



par où diffusent la vasopressine et ocytocine

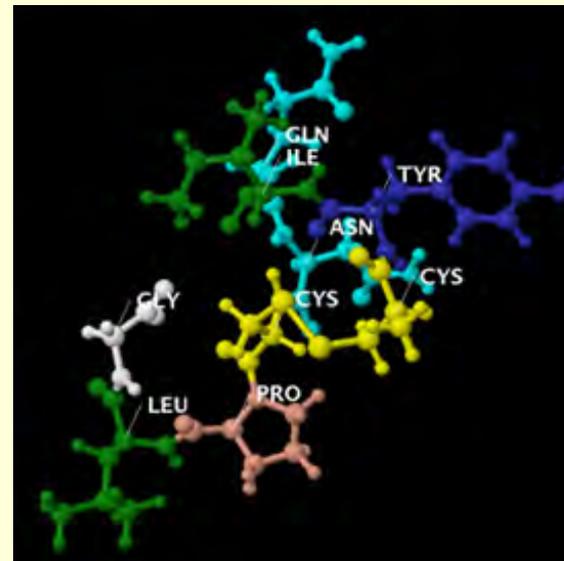




L'ocytocine,

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

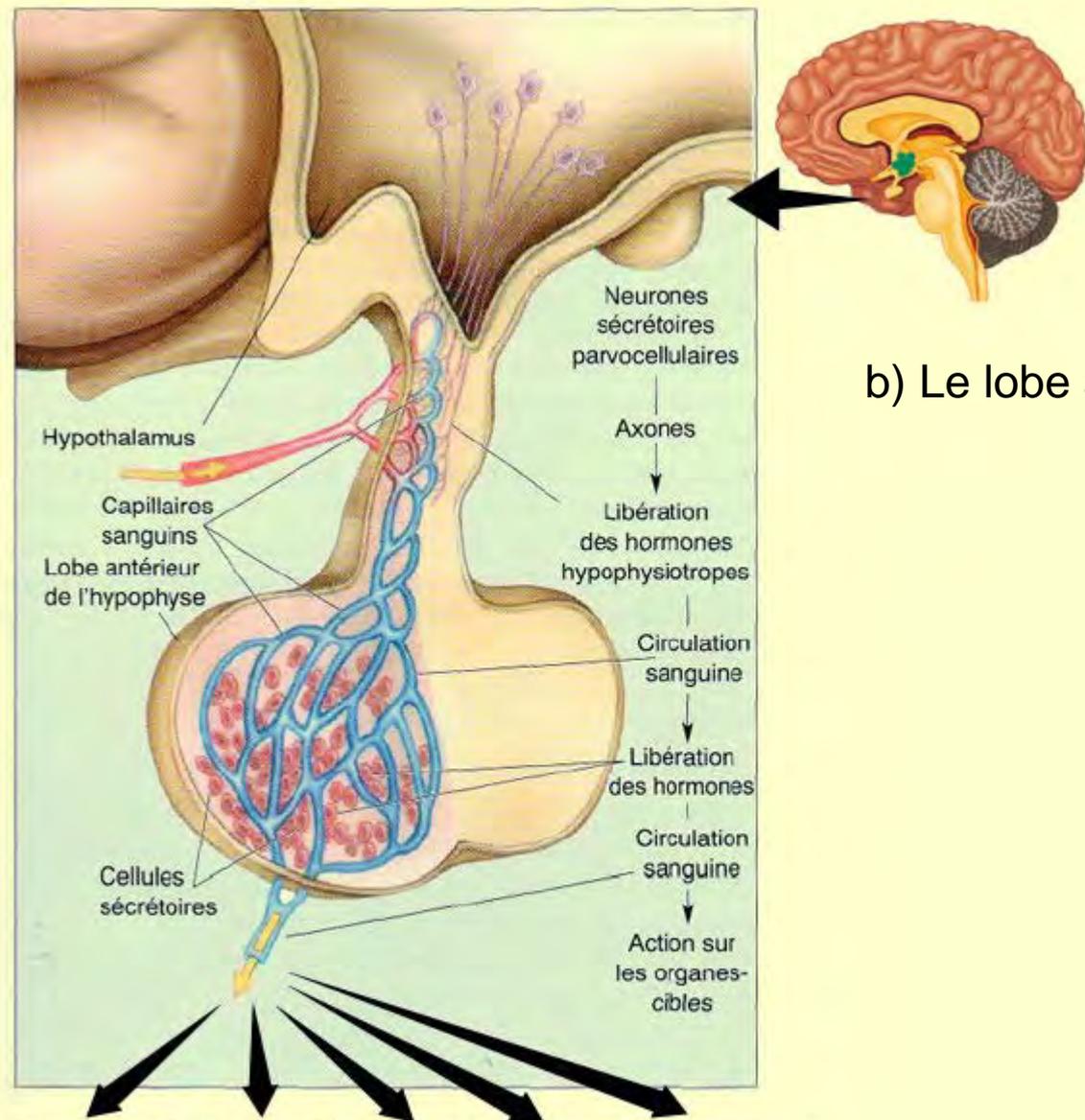


Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

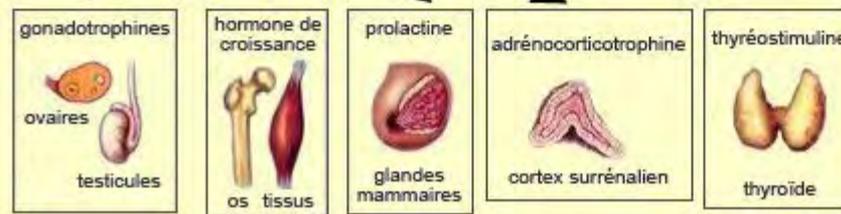
**Oxytocine et autres engouements :
rien n'est simple**

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

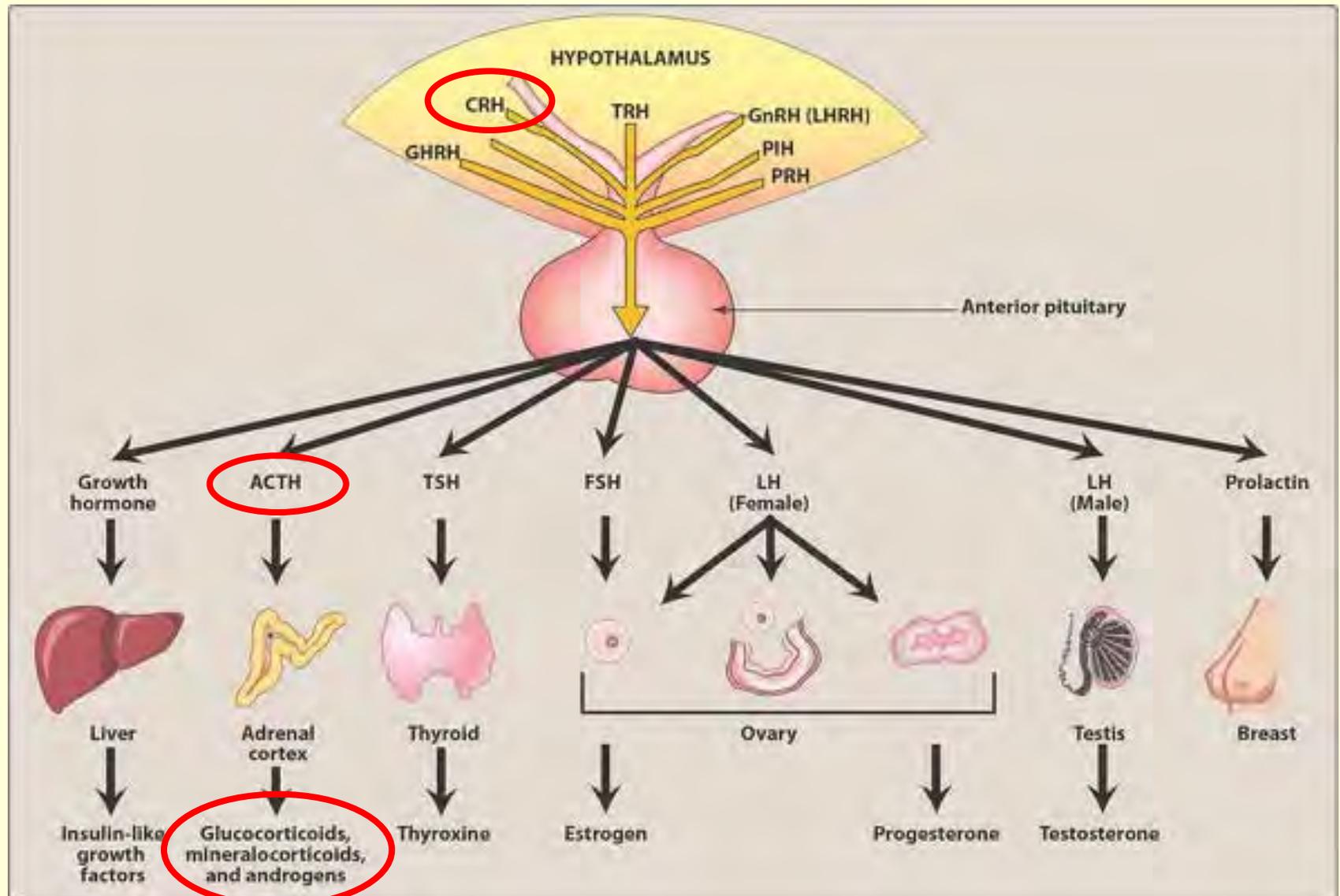
L'hypophyse et ses 2 lobes



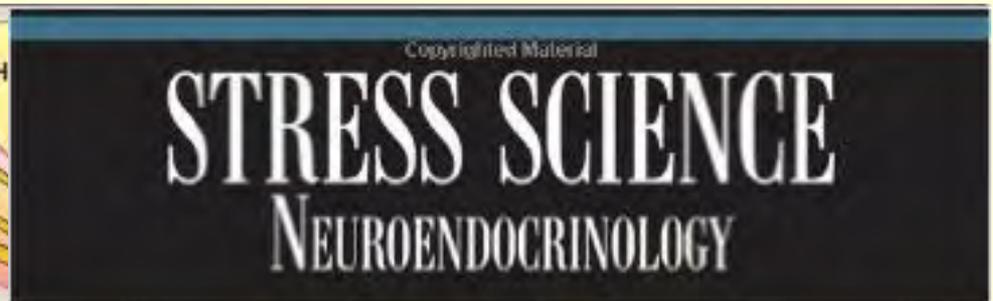
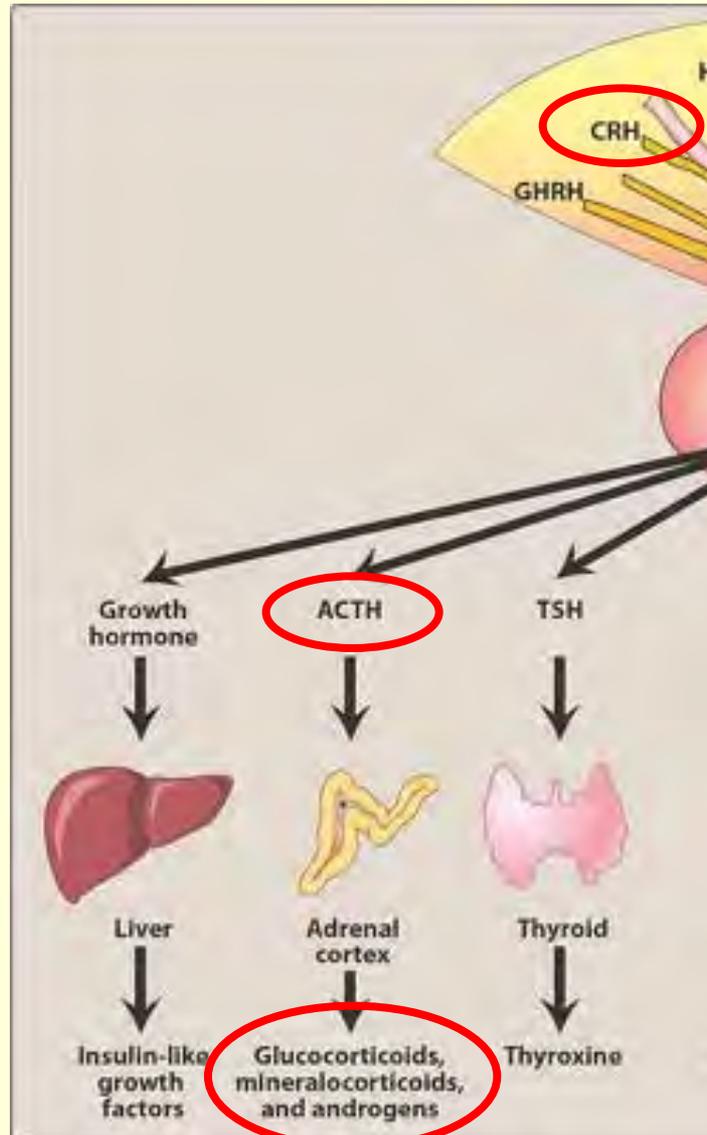
b) Le lobe antérieur



qui sécrète de nombreuses hormones :

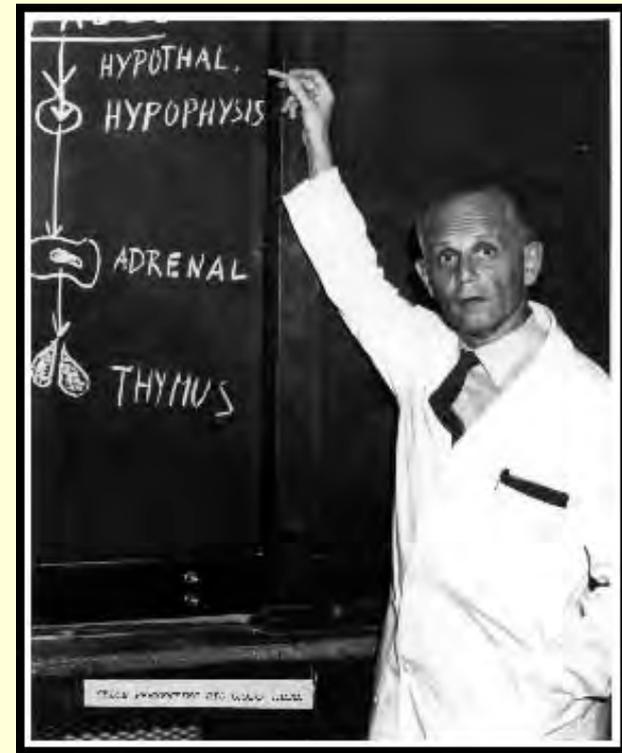


qui sécrète de nombreuses hormones :



On savait grâce aux travaux de **Hans Selye** dans les **années 1940 et 1950**, que la réaction de l'organisme à l'agression était **non spécifique**.

C'est-à-dire que l'organisme réagissait globalement de la même manière face aux brûlures, au froid, aux exercices musculaires intenses, aux infections et au traumatisme de l'acte chirurgical.

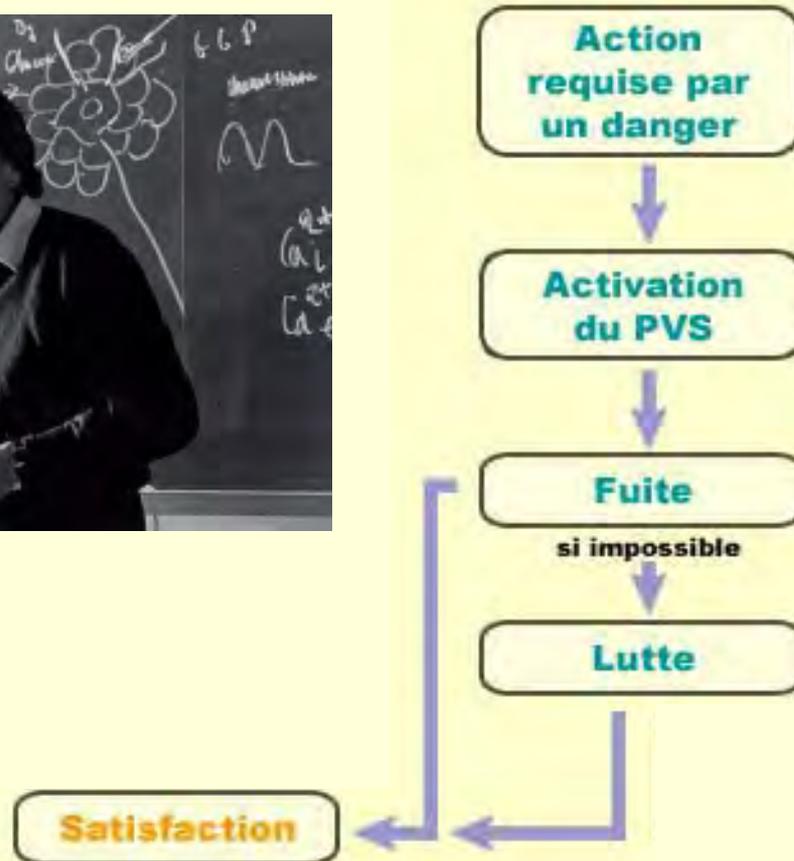
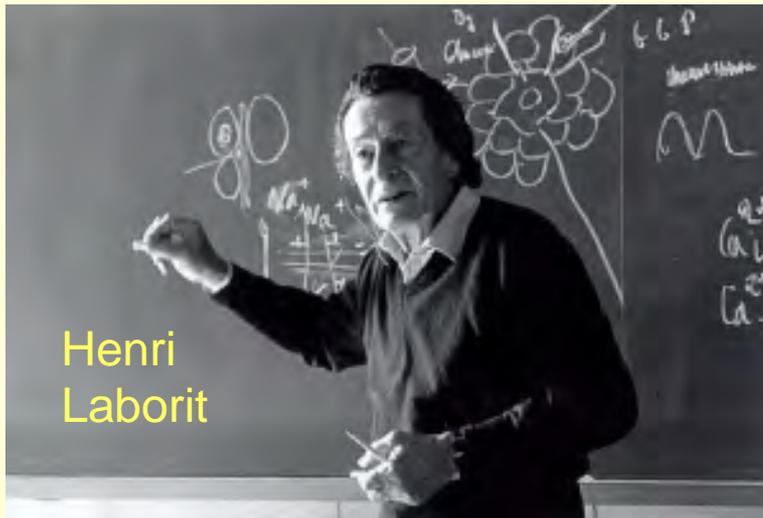


Selye avait également ouvert la porte à une autre forme d'agression, dont l'agent principal se cache dans la vie de tous les jours: **l'agression psychosociale**.

Henri Laborit, qui connaissait bien Selye, va développer cette idée avec son concept **d'inhibition de l'action**.

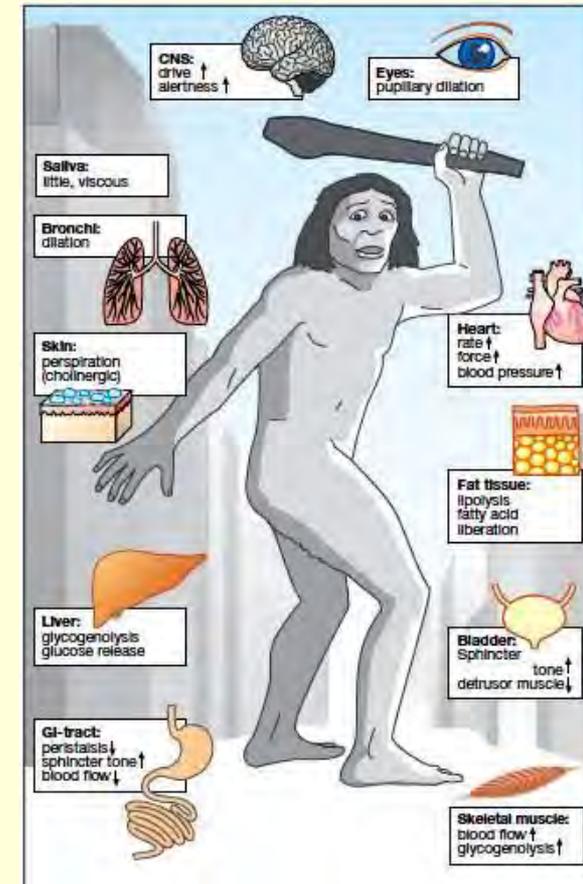
Dans plusieurs de ses ouvrages, dont « **L'inhibition de l'action** » (1979) <http://www.elogedelasuite.net/?p=580>

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



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

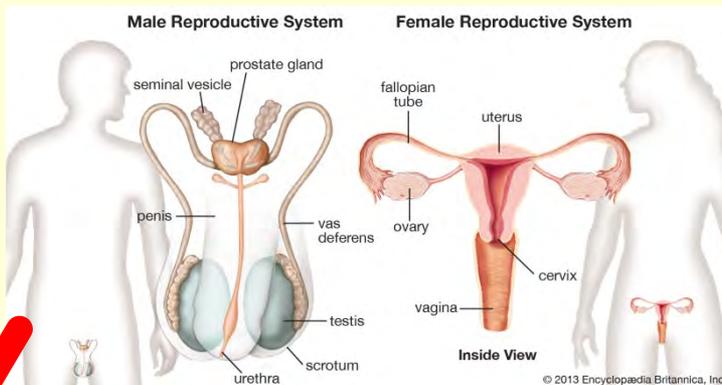
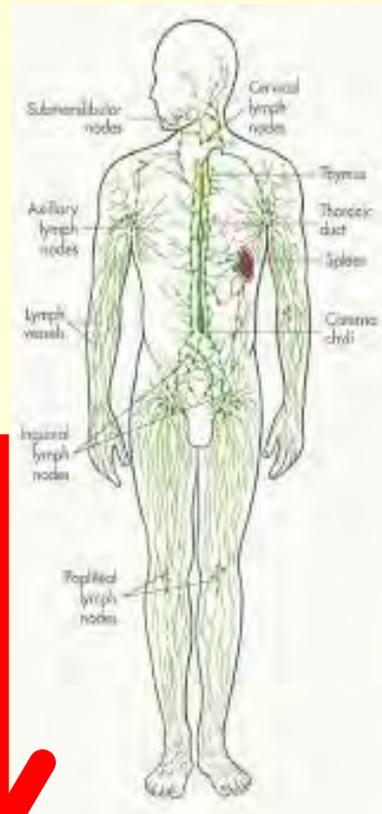
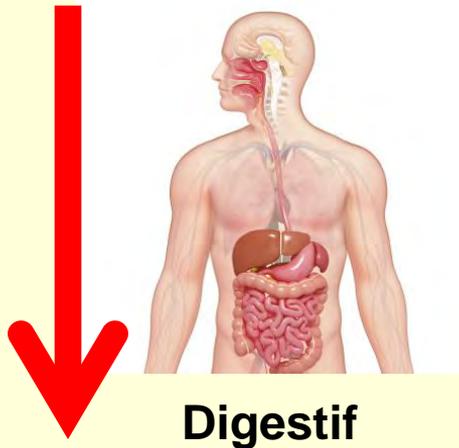
Que ce soit pour **fuir** ou, s'il ne peut pas, pour **se battre**, il y aura de vastes remaniements nerveux et hormonaux chez l'individu menacé pour allouer le plus de ressources possible aux muscles et au système cardiorespiratoire.



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 »).





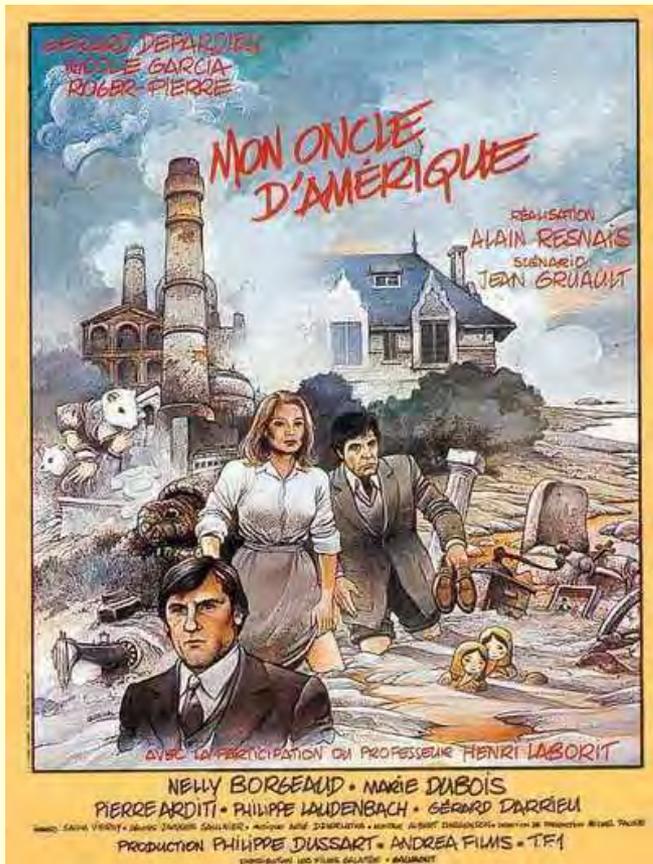
Même chose dans une troisième situation où un rongeur traversant un champ ouvert, par exemple, aperçoit un oiseau de proie au-dessus de lui.

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

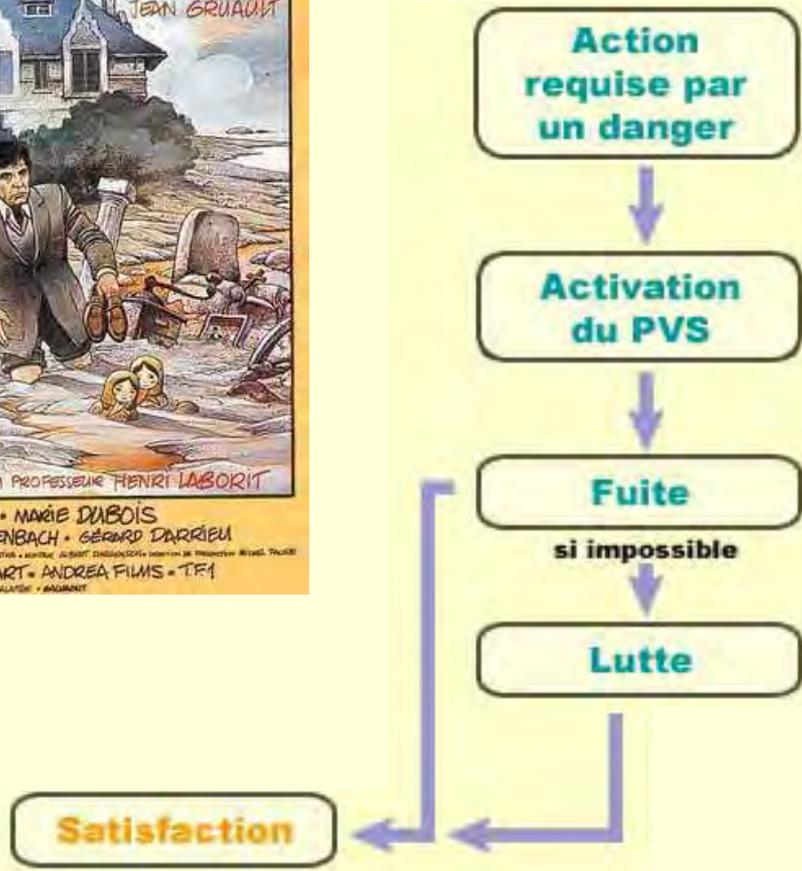
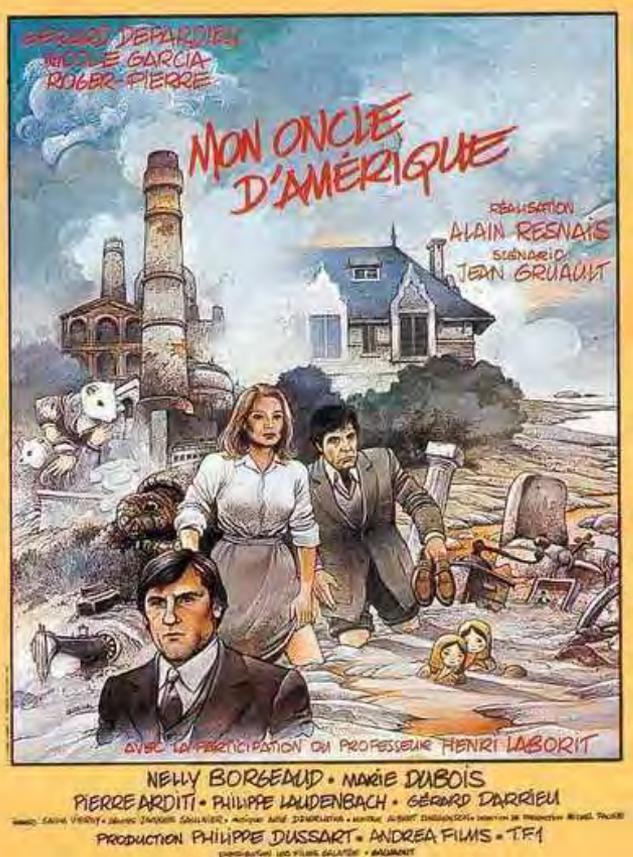
Si c'est le cas, encore une fois le stress **aigu** ne dure pas et le rongeur en est quitte pour une bonne frousse.

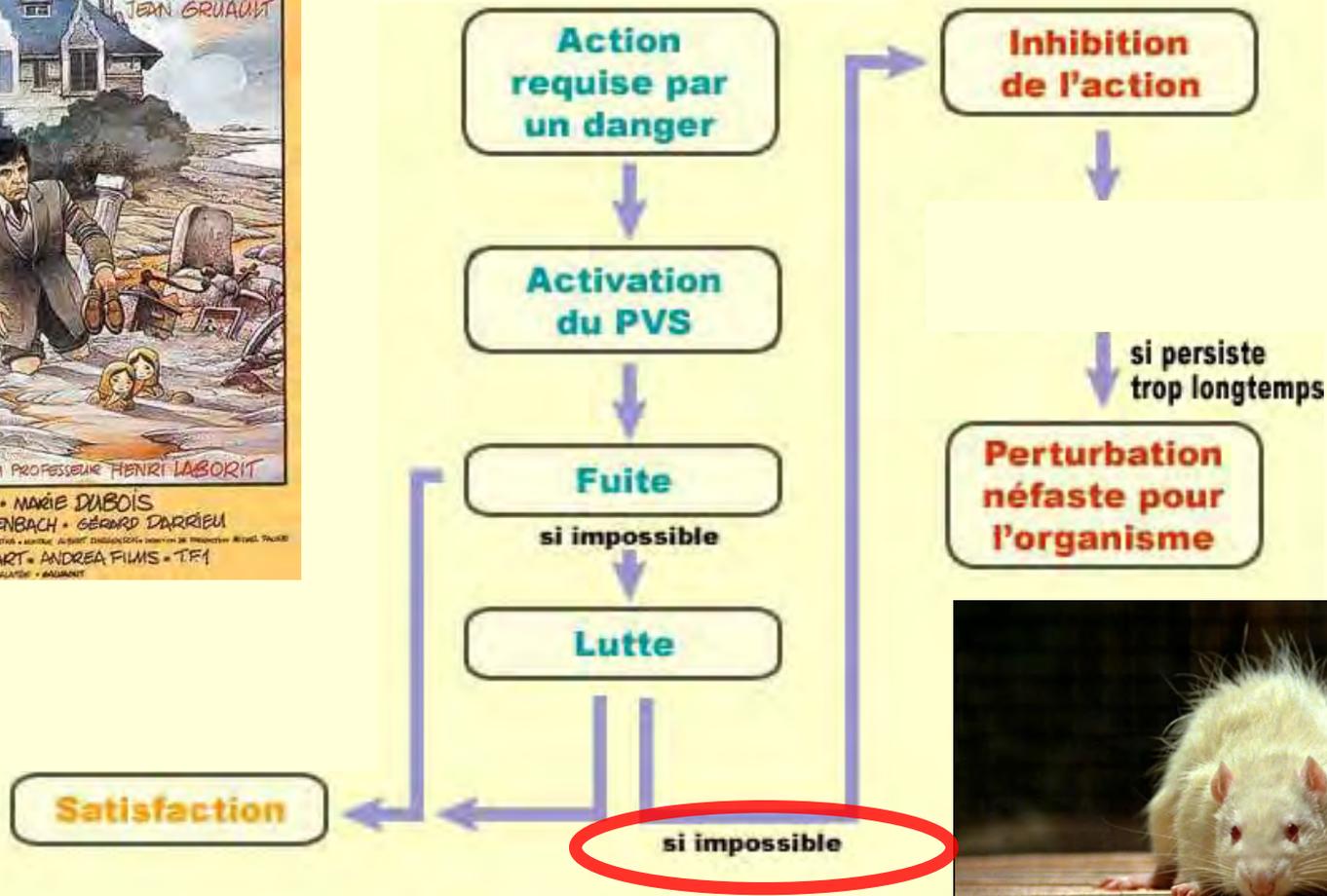
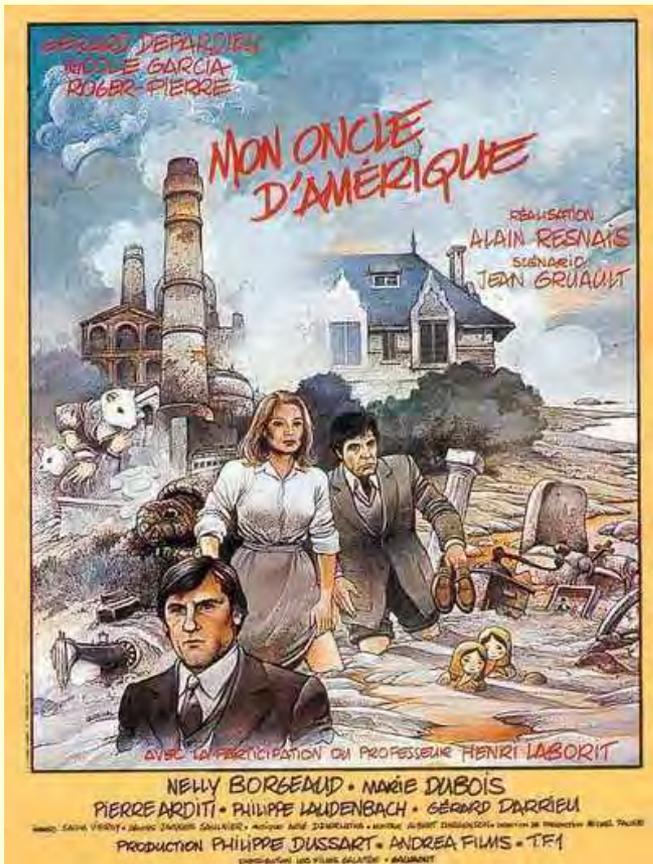
Mais qu'en est-il s'il dure, c'est-à-dire si le stress devient **chronique** ?
C'est là que les choses **se compliquent...**



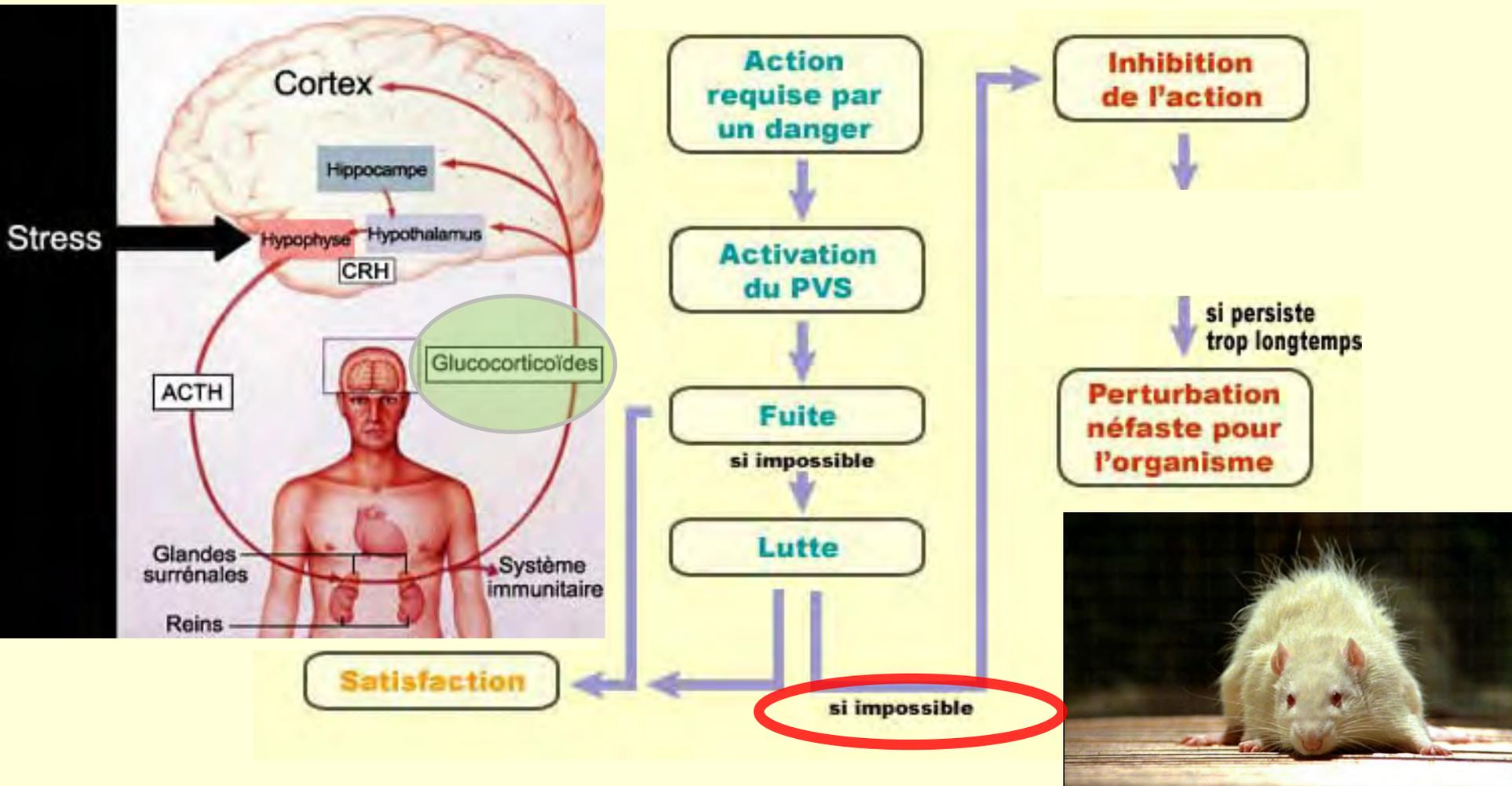


Pour illustrer ceci, une expérience de Laborit qu'il décrit dans le film *Mon oncle d'Amérique*.





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.



Impact de la pauvreté sur le système immunitaire

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

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



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

"If we're able to improve an individual's environment and social standing, that should be rapidly reflected in their physiology and immune cell function."

- Dr. Snyder-Mackler

Social status alters immune regulation and response to infection in macaques

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

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

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



Et à deux conséquences importantes de ces études :

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

Très rapidement, en fait : le fait de prendre une position « de **dominance** » ou « de **soumission** » peut induire les remaniements hormonaux correspondants dans le corps.

Quand notre posture influence notre cerveau

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2014/04/28/quand-notre-posture-influence-notre-cerveau/>

Que ce soit chez les chats, les loups ou les grands singes, lorsqu'un animal affirme sa dominance sur un congénère, il le fait en adoptant **une posture qui le fait paraître plus gros.**

Mettre nos mains sur nos hanches ou lever les bras au ciel après une victoire sont des postures universelles de **dominance**.

À l'opposé, une position du corps recroquevillée est un signe aussi certain de **soumission** chez tous les humains.



Amy Cuddy et son équipe ont donc simplement demandé à des sujets de **mimer ces postures pendant deux minutes** et ont ensuite regardé si certains niveaux d'hormones avaient changé. Lesquelles ?

Celle que l'on sait le plus associées à la dominance dans le monde animal, soit la **testostérone**, alors élevée, et le **cortisol**, alors bas.

Or les dosages avant / après la prise de posture dominante par les sujets reflétait exactement cela : hausse du taux de testostérone et baisse de celui de cortisol ! Même chose au niveau comportemental : **la prise de risque**, bien connue pour sa corrélation positive avec le niveau de confiance, augmentait également.

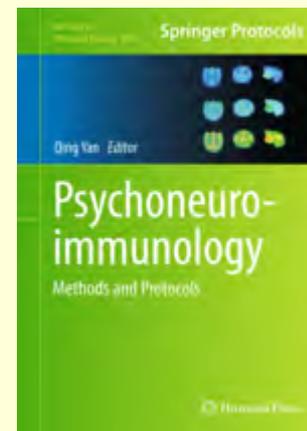
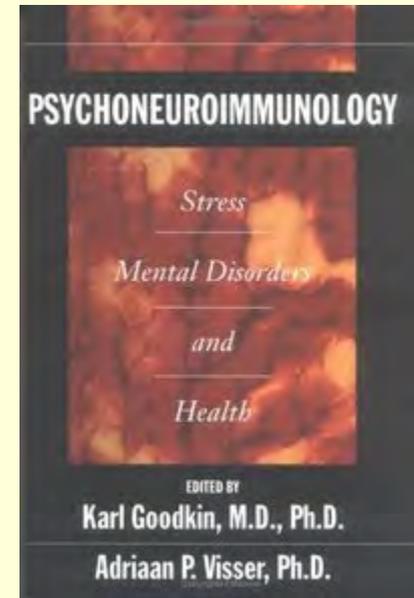
Quant aux sujets qui avaient adopté une posture de **soumission** avant les tests, ils ont, pour leur part, montré exactement les fluctuations **inverses**.

Le stress n'affecte pas que **le système nerveux sympathique et le système hormonal** (et les nombreux remaniements physiologiques qui l'accompagne).

Il affecte aussi, comme on l'a dit, **le système immunitaire.**

La **psycho-neuro-immunologie**, s'est développée à partir des travaux de Robert Ader à partir du milieu des années 1970.

Celui-ci a réussi à conditionner des rats en associant la prise d'un liquide sucré à une substance immunosuppressive, de sorte que **l'eau sucrée seule parvenait ensuite à diminuer les défenses immunitaires de l'animal.**

The image is a conference poster for 'Frontiers in Psychoneuroimmunology'. It features a stylized human silhouette on the left and a landscape with a winding path on the right. The text includes the conference title, subtitle 'Emotions, the Immune System and Performance', dates 'September 17-19, 2009', and location 'Saddlebrook Resort Tampa, FL'. It also mentions the University of South Florida College of Nursing Center for Psychoneuroimmunology.

Frontiers in Psychoneuroimmunology:
Emotions, the Immune System and Performance

September 17-19, 2009
Pre-Conference, September 17, 2009
Main Conference, September 18-19, 2009

Provided by the University of South Florida College of Nursing Center for Psychoneuroimmunology

Saddlebrook Resort Tampa, FL

USF HEALTH

Aquisition

Le goût est perçu par le système nerveux.

Le stimulus conditionnel et le stimulus inconditionnel sont associés et mémorisés dans le cerveau.

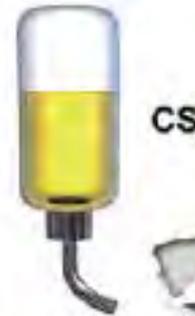


La substance immunosuppressive elle-même et/ou ses effets physiologiques sont détectés par le système nerveux via ses afférences nerveuses ou humorales.

••• humoral / - - - neural afferent pathway
••• humoral / - - - neural efferent pathway

Evocation

Plus tard, quand l'animal est réexposé seulement au goût,



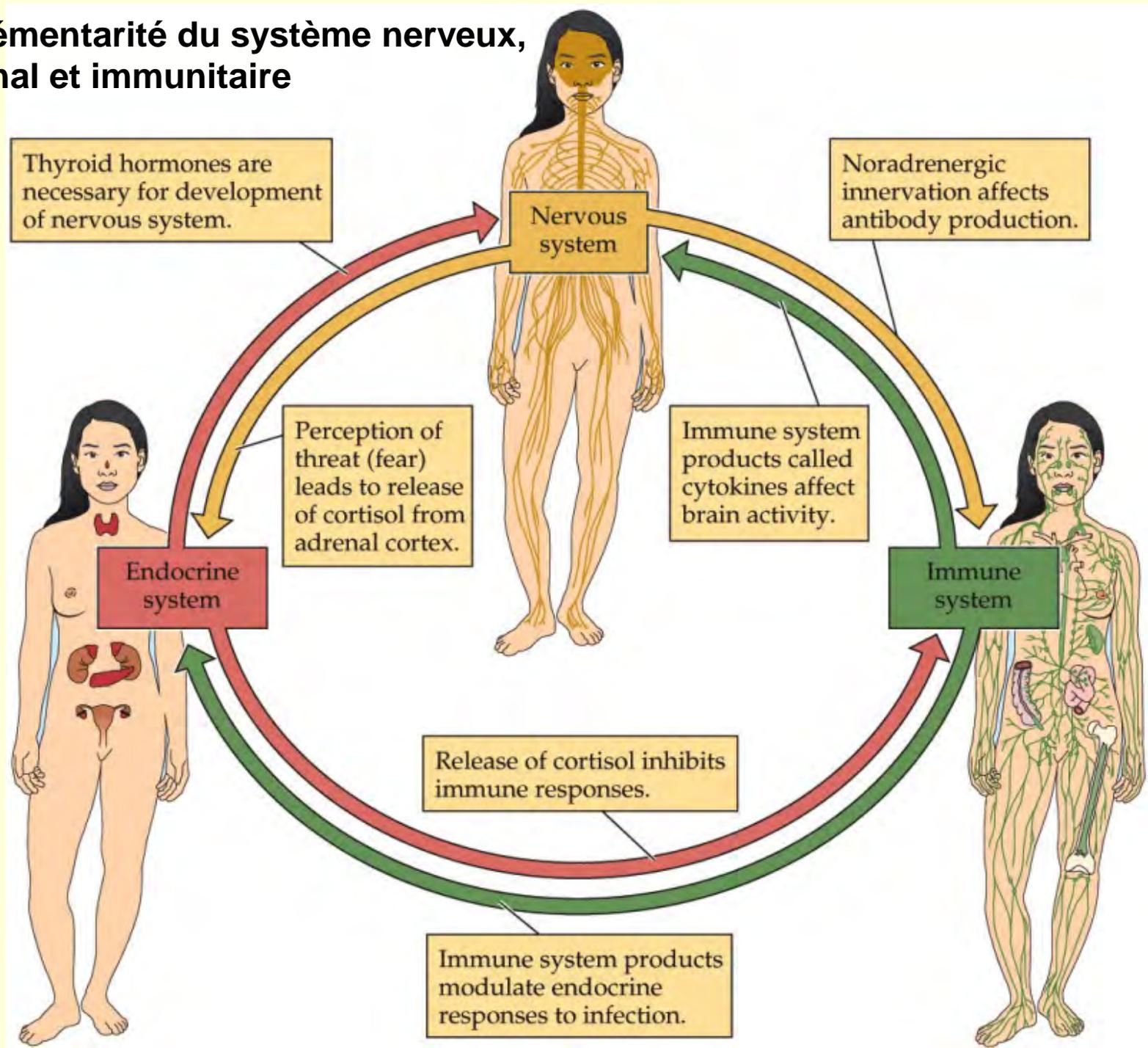
celui-ci est maintenant capable de réactiver la réponse immunitaire via les efférences nerveuses ou humorales.

C'était la première évidence scientifique que **le système nerveux peut influencer le système immunitaire.**

Et l'on a, depuis, commencé à élucider les mécanismes de communication entre système nerveux et immunitaire...

...ainsi qu'avec le système hormonal :

Complémentarité du système nerveux, hormonal et immunitaire



Effets du stress sur le **cerveau**

→ Risque accru de **troubles mentaux** (dépression, démence, etc.)

Chronic stress and anxiety can damage the brain, increase the risk of major psychiatric disorders

January 21, **2016**

<http://www.baycrest.org/news/chronic-stress-and-anxiety-can-damage-the-brain-increase-the-risk-of-major-psychiatric-disorders/>

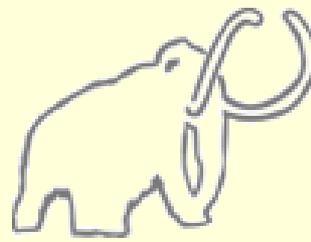
L'anxiété et le stress chronique (associés à la pauvreté)
exacerbent les circuits cérébraux de la peur (amygdale)
tout en **altérant les structures régulant le contrôle du stress**
comme le cortex préfrontal et l'hippocampe.

Can anxiety damage the brain?

Mah L, et al. Curr Opin Psychiatry. **2016** Jan;29.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26651008>

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

Cela dit, il n'y a pas de façon universelle de gérer son stress.

Bien que le yoga et la méditation puissent fonctionner pour certaines personnes, ces techniques, pour d'autres personnes, peuvent être une véritable torture!

Chacun de nous doit trouver sa propre façon de gérer son stress.

L'important étant d'utiliser l'énergie mobilisée par les hormones de stress (même si ça n'a pas rapport... pensez aux rats qui se battent...)

et d'être le moins possible dans un état **d'inhibition de l'action**.

Certains favoriseront la **lutte**. D'autres la **fuite**, comme Laborit qui favorisait essentiellement une fuite dans l'imaginaire...

www.elogedelasuite.net

The screenshot shows the homepage of the website 'Éloge de la suite', which is dedicated to Henri Laborit. The main title is 'Éloge de la suite' with a subtitle 'à PROPOS DU FILM' and 'autour d'Henri Laborit et d'autres parcours qui l'ont croisé'. The page features a navigation menu with categories like 'POURQUOI CE SITE?', 'BIOGRAPHIES', 'LIVRES', 'ARTICLES', 'AUDIO', 'VIDÉO', 'PHOTOS', 'CITATIONS', and 'CONTACT'. A central banner promotes a film: 'Découvrez le film « Sur les traces d'Henri Laborit » associé à ce site !'. Below this, there are sections for 'DERNIÈRES PUBLICATIONS SUR LE SITE' and 'OÙ ÊTES-VOUS?'. The page also includes a sidebar with a portrait of Henri Laborit and a quote: 'Né en 1914, Henri Laborit fut d'abord chirurgien de la marine française où il bouscula plusieurs concepts de la médecine...'. A small inset image shows Henri Laborit in a suit, standing next to a chalkboard with diagrams.



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 !).

Impact de la pauvreté sur les fonctions cognitives

→ « La pauvreté, c'est **mentalement fatigant** »



Les efforts requis pour faire face à des problèmes matériels de base **épuisent les capacités mentales des personnes pauvres**, leur laissant peu d'énergie cognitive pour se consacrer à leur éducation ou pour entretenir des relations sociales de qualité.

Poverty Impedes Cognitive Function

Anandi Mani et al., *Science* 30 Aug **2013**.

<http://science.sciencemag.org/content/341/6149/976>

→ La pauvreté augmente l'anxiété qui nuit à la **prise de décision**

Celle-ci est plus facilement **biaisée** par des stimuli environnementaux saillants au détriment des choix flexibles découlant de processus « top down ». Bref, on se fait plus facilement influencer par des choses comme la **publicité** (celle de la malbouffe, par exemple).

Anxiety Evokes Hypofrontality and Disrupts Rule-Relevant Encoding by Dorsomedial Prefrontal Cortex Neurons

Junchol Park et al., *The Journal of Neuroscience*, 16 March **2016**.

<http://www.jneurosci.org/content/36/11/3322.abstract>

La pauvreté augmente aussi l'isolement social

→ Conclusion d'une méta-analyse de 148 études réalisées sur plus de 300 000 personnes :

- vivre seul avec peu de contact avec sa communauté est aussi **toxique que le tabagisme, l'alcoolisme, l'obésité ou vivre sans activité physique !**

Loneliness and Social Isolation as Risk Factors for Mortality. A Meta-Analytic Review

Julianne Holt-Lunstad et al. *Perspectives on Psychological Science*, March 11, **2015**.

<http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1745691614568352?journalCode=ppsa&>

La pauvreté n'est pas qu'un enjeu moral mais aussi un enjeu de **santé publique**



Le Dr. Gary Bloch, médecin torontois, dans sa conférence TEDx intitulée « **If You Want to Help Me, Prescribe Me Money** », incite les médecins à :

- aborder très tôt dans leurs entretiens avec leurs patients la question de leurs **moyens de subsistance**.
- créer des réseaux d'information et d'entraide tant entre médecins qu'entre personnes en situation de précarité pour recréer du **lien social** pour ces personnes souvent isolées.
- faire pression sur les instances gouvernementales pour qu'elles reconnaissent que **la pauvreté rend malade** et qu'ils ont la responsabilité de s'attaquer de front à ce problème.

On a parlé des effets néfastes sur la santé d'un état mental comme le **stress chronique**.

On va conclure en parlant d'un autre phénomène qui lui a des effets positifs sur le corps : **l'effet placebo**.



Lorsqu'on teste un nouveau médicament en clinique, on a toujours un groupe contrôle à qui l'on donne seulement un placebo...

Si la comparaison des mesures effectuées sur les deux groupes montre ensuite une différence significative en faveur du groupe qui a reçu le médicament, alors on peut affirmer que celui-ci a un réel effet physiologique.

Mais voilà qu'en appliquant ce protocole, on s'est aperçu d'un phénomène pour le moins surprenant : **la substance considérée comme inerte avait parfois des effets bénéfiques en rapport avec les effets « attendus »** de l'administration du médicament.



En d'autres termes, les patients qui croyaient avoir pris le médicament, mais n'avaient eu que du sucre, allaient mieux !



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 [ou « expectation », en anglais...] du patient que le traitement qui lui est administré sera efficace.

L'effet placebo n'est jamais dû qu'à la substance inerte seule, **mais à tout le contexte qui vient avec son administration** et qui dit au patient qu'un traitement bénéfique lui est donné.

Le **contexte** a toujours des effets sur la cognition (perception, mémoire, décision, etc.) et l'effet placebo n'échappe pas à cette règle...

Ce contexte est toujours activement **interprété** par le sujet (suscite des attentes, des souvenirs, des émotions, etc.)

External context

Verbal suggestions:
"This is going to make you feel better"

Place cues:
Doctor's office

Social cues:

- Eye gaze
- Body language
- Voice cues
- White coat

Treatment cues:

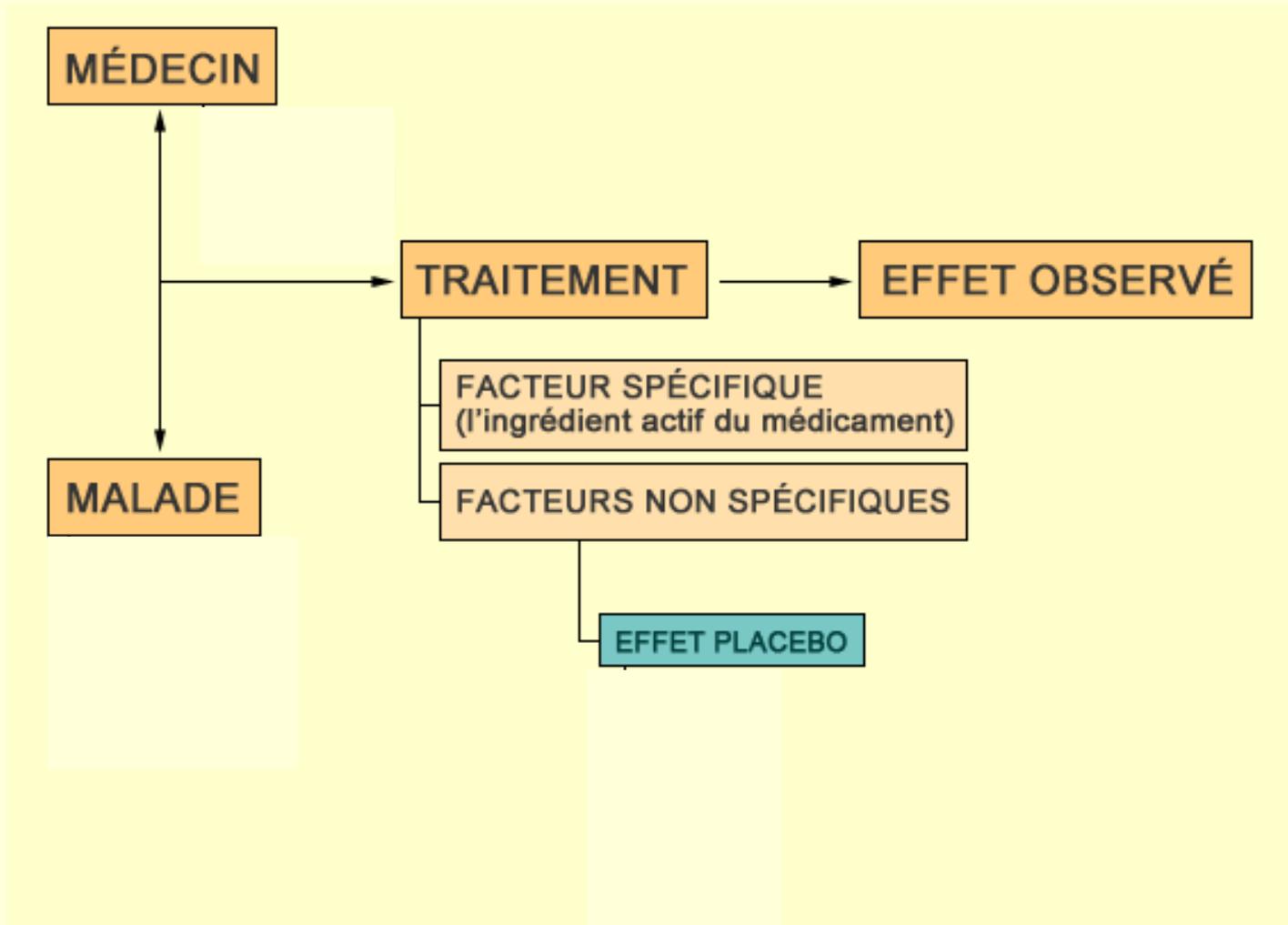
- Syringe
- Needle puncture

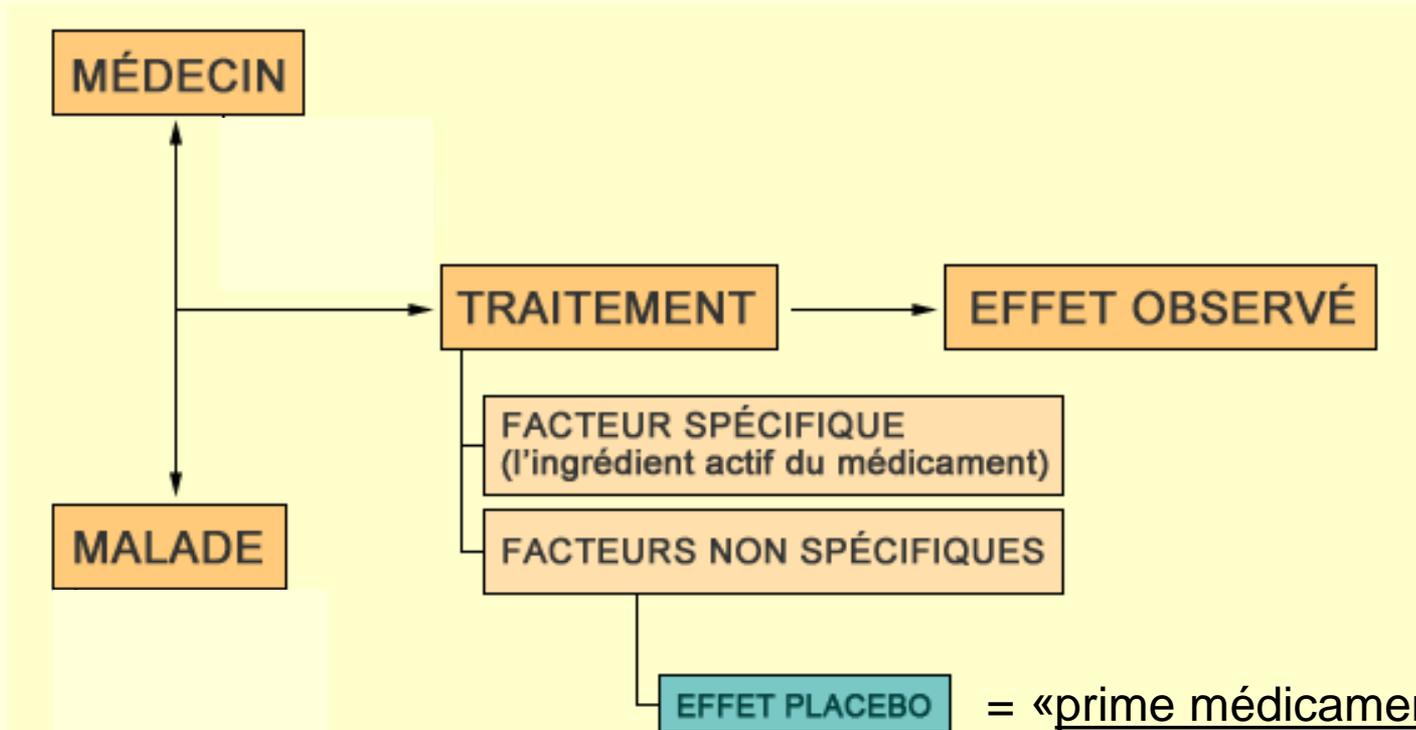
Internal context

- **Outcome expectancies:**
"My pain will go away"
- **Emotions:**
"I am less anxious"
- **Meaning schema:**
"I am being cared for"
- **Explicit memories**
- **Pre-cognitive associations**

Wager, T.D., Atlas, L.Y. (2015) The neuroscience of placebo effects: connecting context, learning and health. *Nature Reviews Neuroscience* 16, 403–418.

L'effet placebo s'inscrit dans un acte thérapeutique complexe.

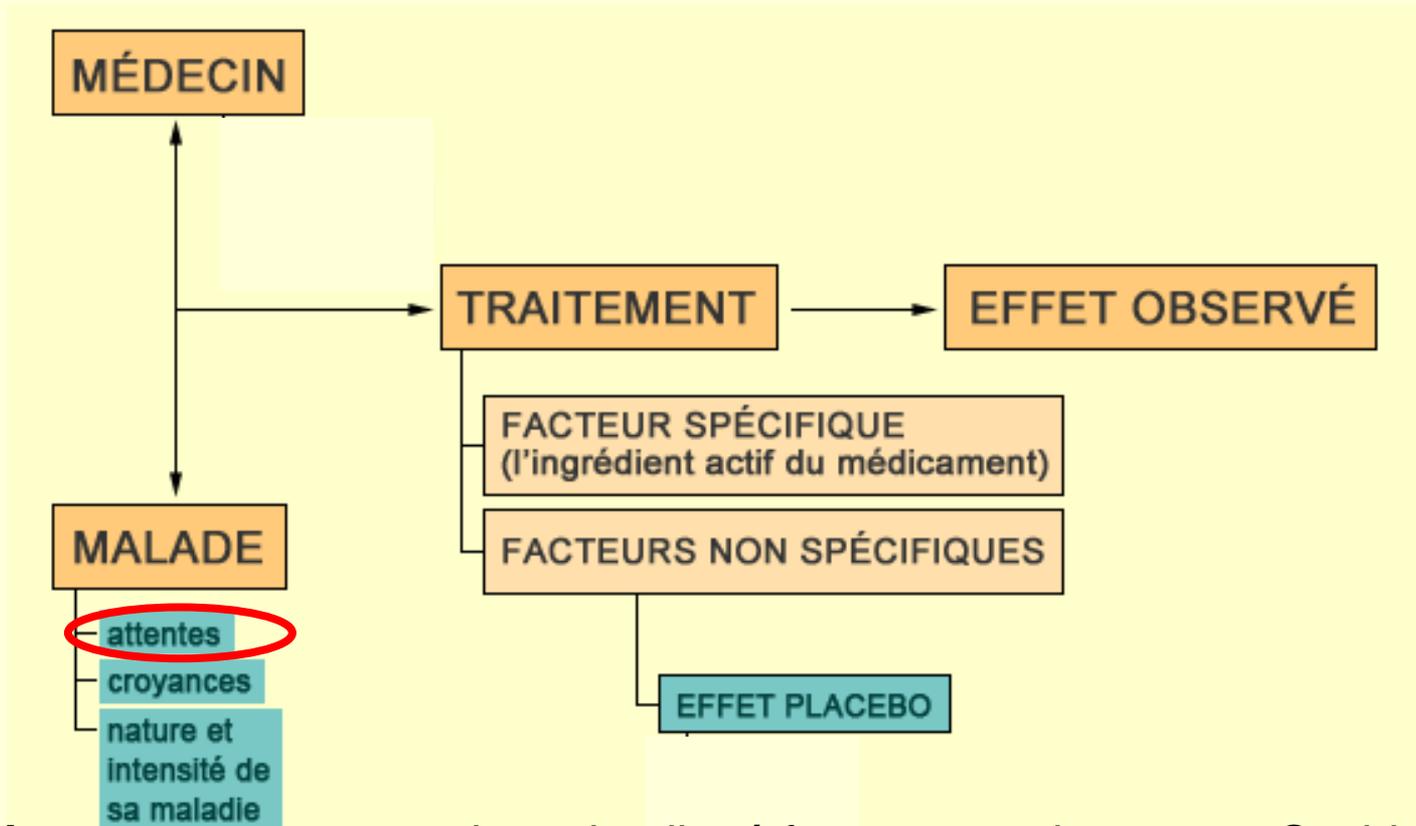




L'effet placebo participe donc quotidiennement aux résultats thérapeutiques de tout médecin.

qui, en s'ajoutant aux effets spécifiques de l'ingrédient actif d'un médicament, peut augmenter considérablement l'efficacité de celui-ci.

(mais sensibilité au placebo très variable : de personne à tout le monde, selon la nature des maux étudiés)



Le **conditionnement** est sans doute impliqué fortement puisque tout Occidental, quand il est malade, a appris qu'il faut aller chez le médecin et que celui-ci va nous administrer un médicament qui va éventuellement nous guérir. La séquence «douleur, docteur, comprimé, guérison» est donc très bien ancrée dans notre esprit. La simple démarche de prendre un rendez-vous chez le médecin pourrait donc déjà mettre en marche l'effet placebo, par conditionnement.

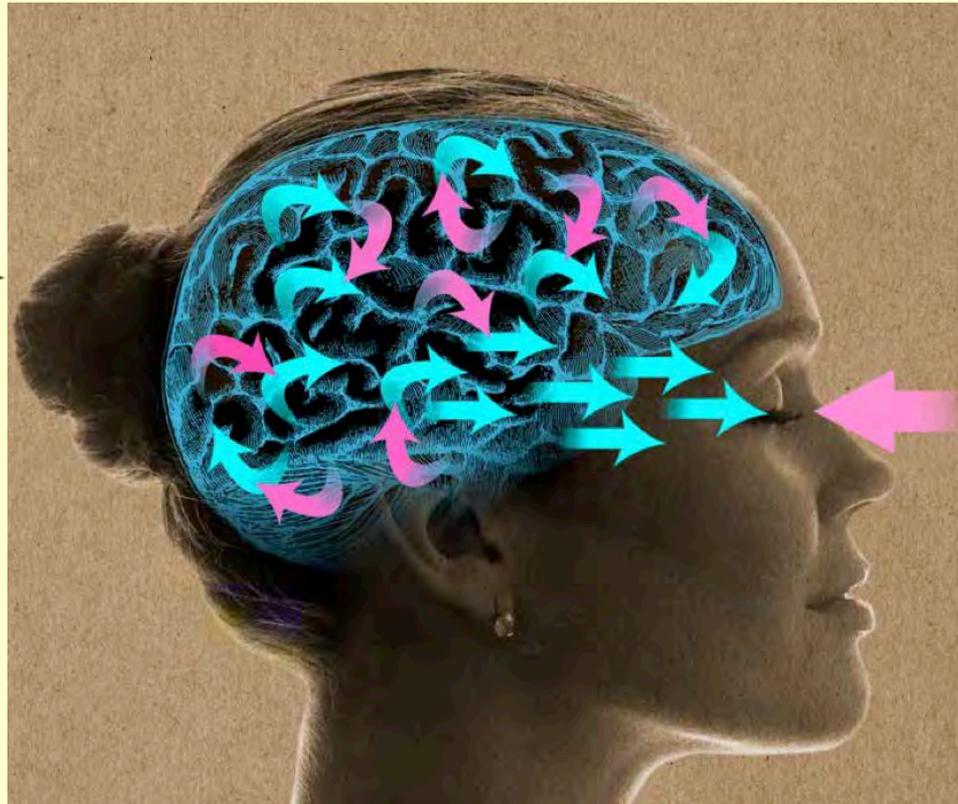
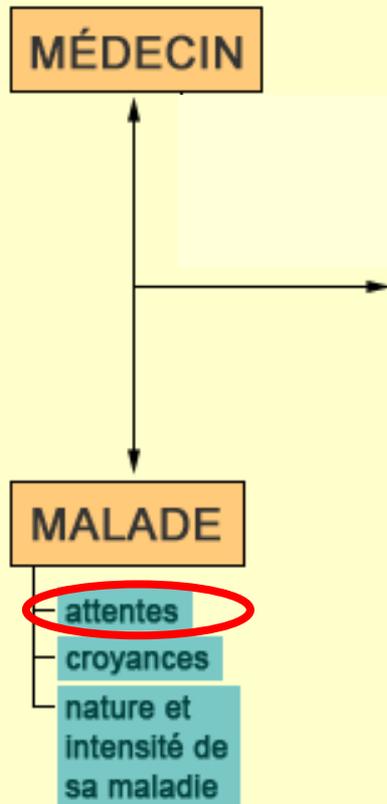
L'importance du **conditionnement** comme source des attentes à l'origine de l'effet placebo a été mise en évidence par une expérience originale de Fabrizio Benedetti et ses collègues.

Ils ont d'abord administré de la **morphine** à deux reprises à des athlètes durant leur entraînement.

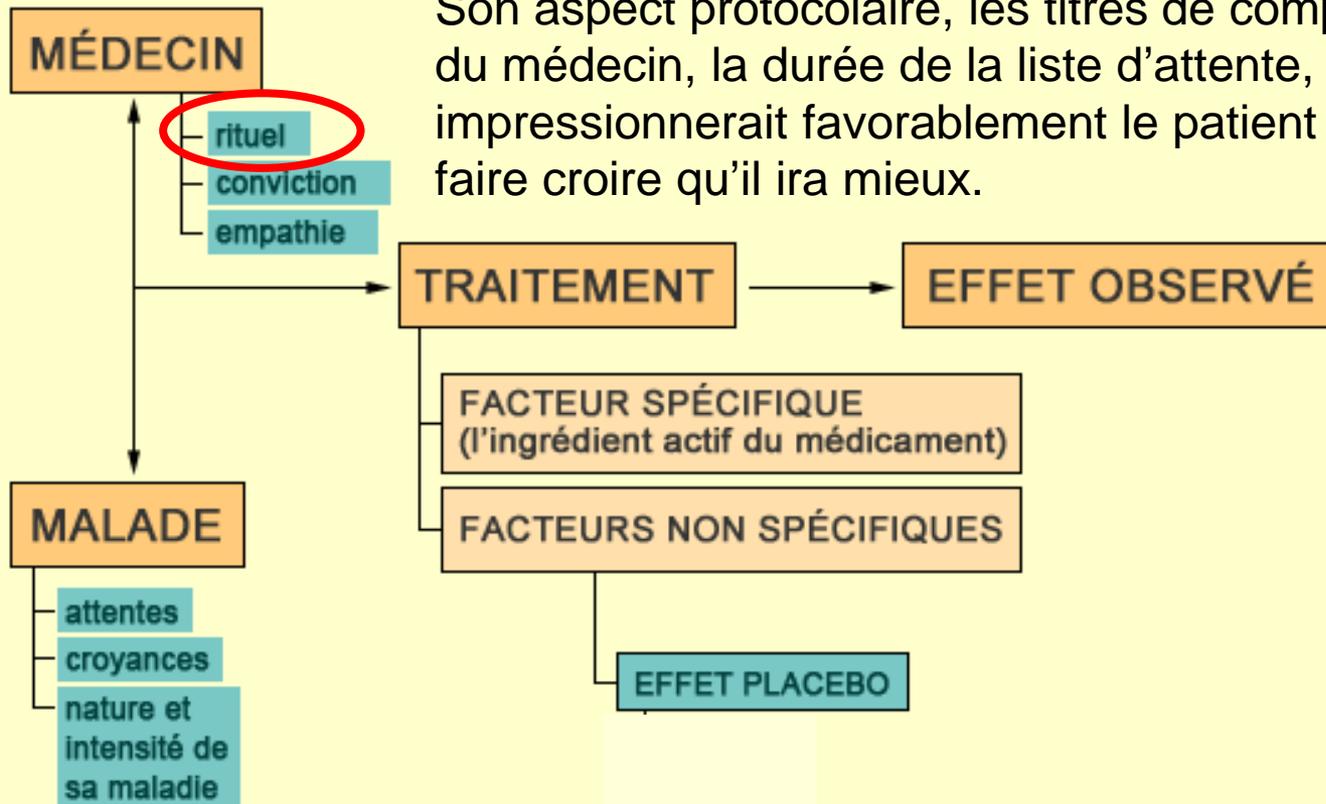
Puis, le jour de la compétition, les athlètes ont reçu une **injection similaire mais contenant seulement une solution physiologique**, sans la morphine.

Malgré cela, les chercheurs ont tout de même observé une **activation du système endorphinique** des athlètes qui leur a permis d'augmenter leurs performances et de mieux endurer la douleur !

Voilà qui pourrait causer quelques maux de tête aux comités antidopage...

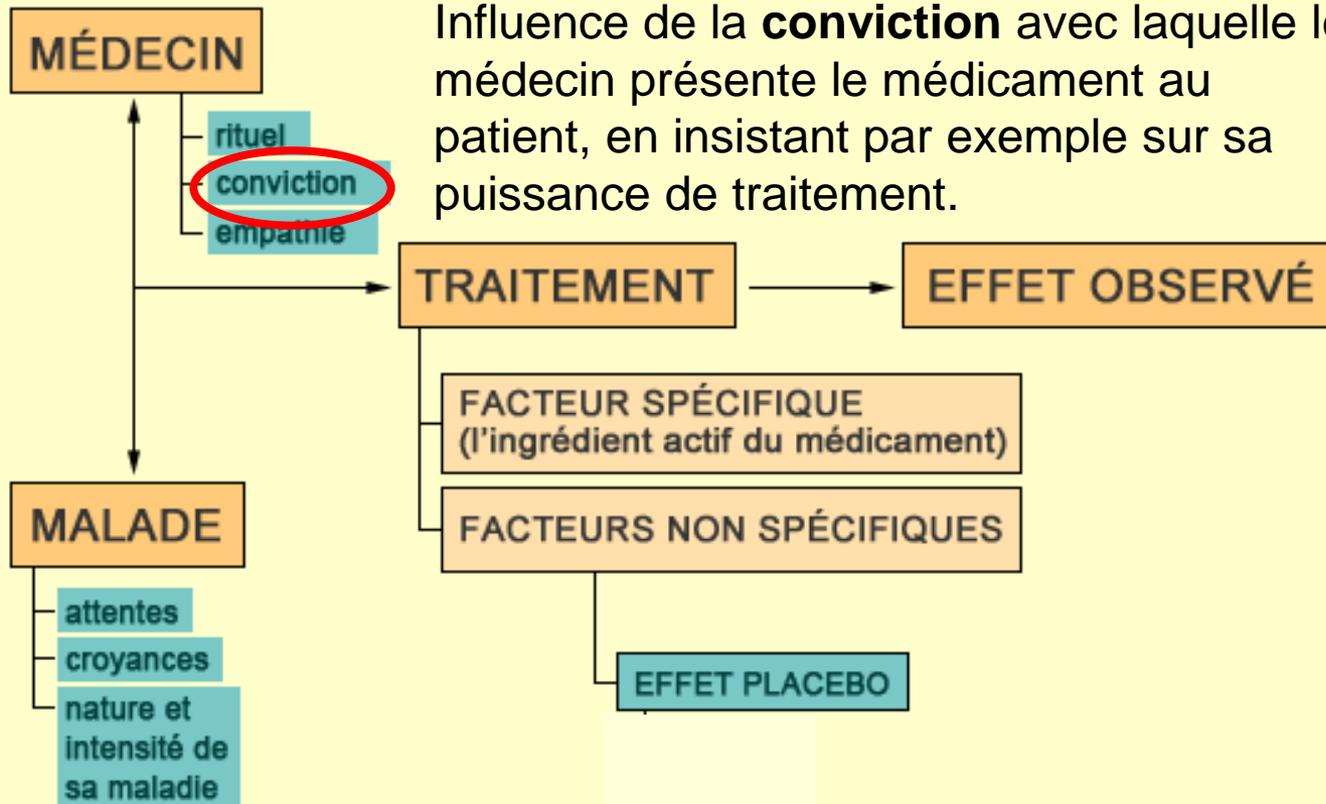


Est-ce que « avoir des attentes » = « faire des prédictions » ?

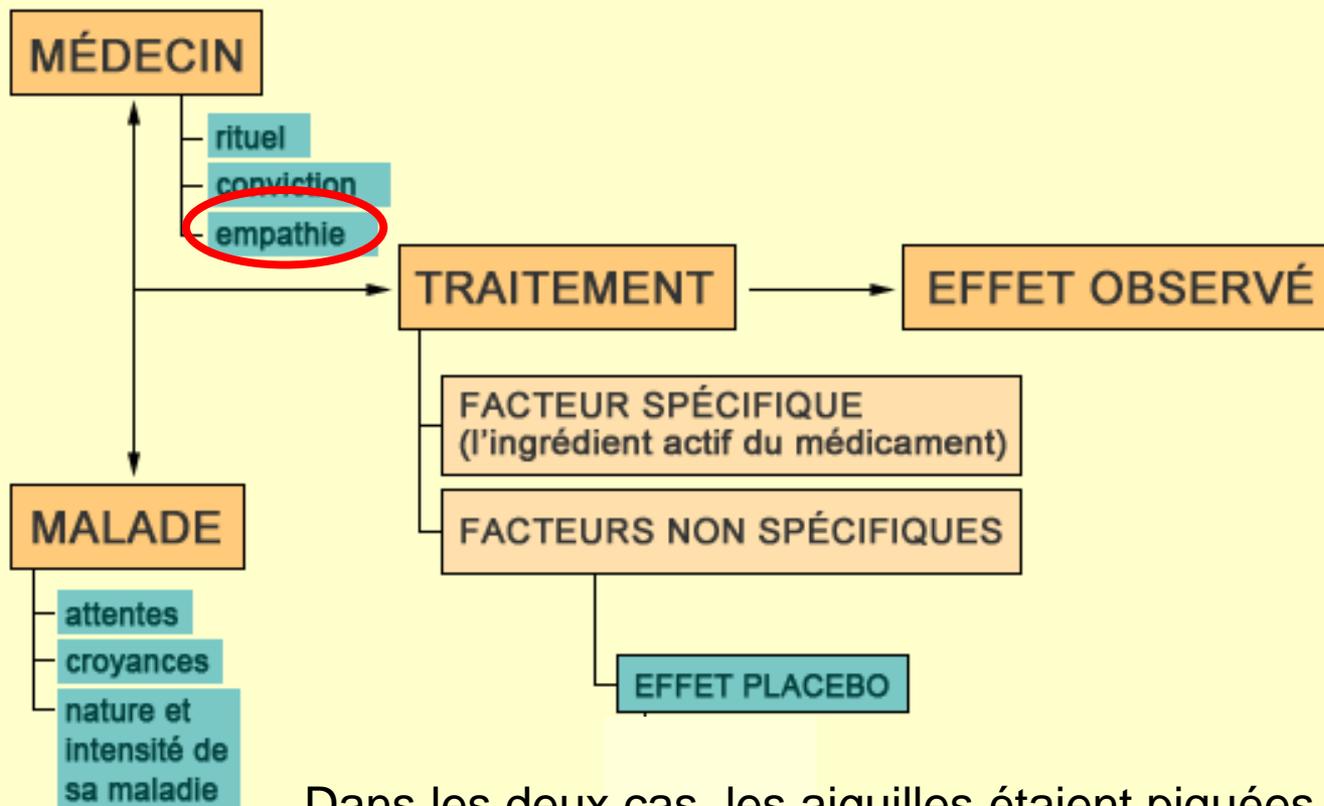


Son aspect protocolaire, les titres de compétence du médecin, la durée de la liste d'attente, tout cela impressionnerait favorablement le patient pour lui faire croire qu'il ira mieux.

→ Une femme médecin dit qu'elle écoute avec son **stéthoscope** le cœur de tous ses patients même si c'est pas nécessaire car cela participe au rituel...

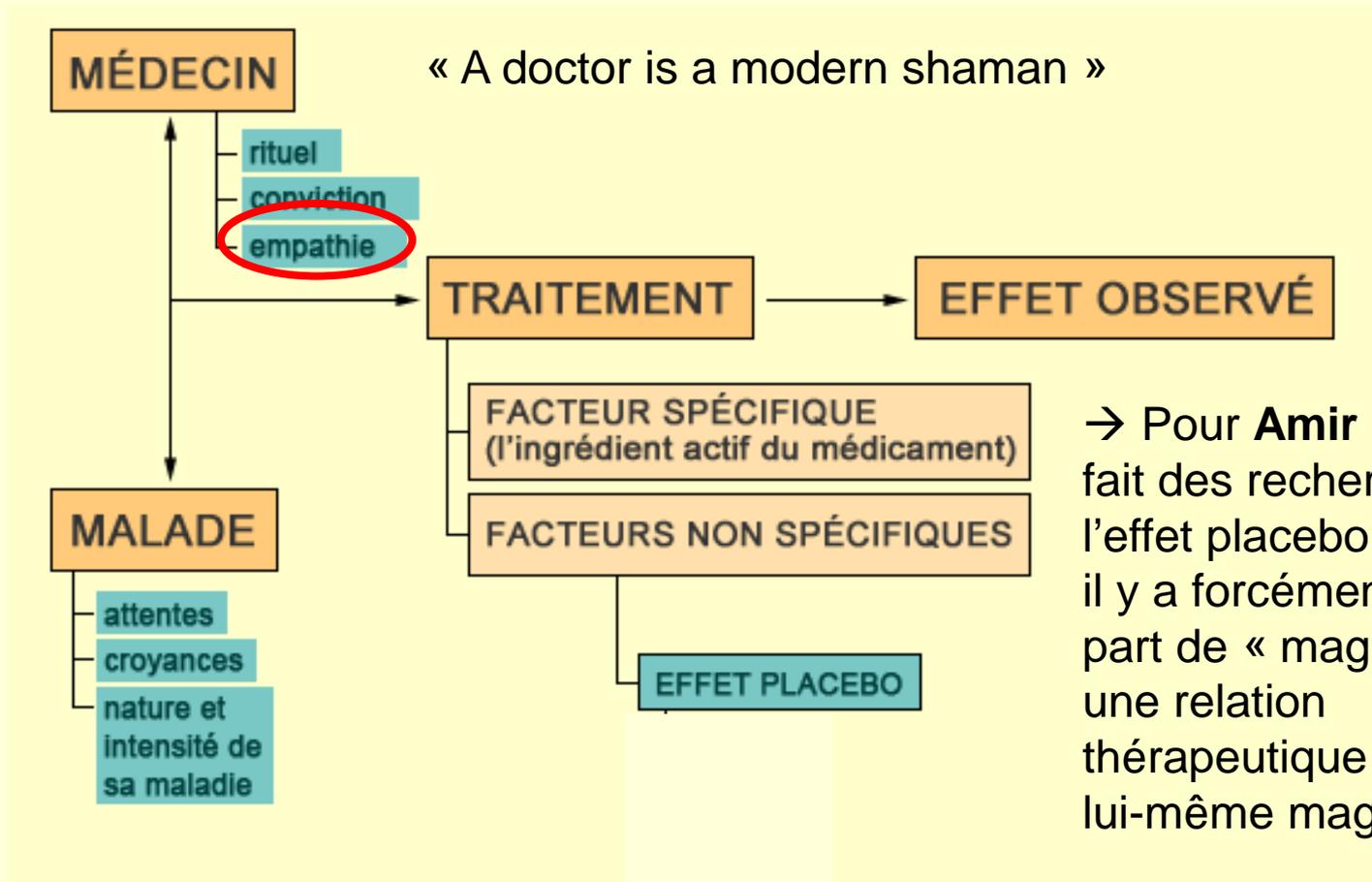


Une étude a par exemple comparé l'efficacité antalgique sur le côlon irritable de séances **d'acupuncture placebo** « chaude », avec un accueil chaleureux, une écoute attentive et de nombreuses explications, et une séance d'acupuncture placebo « froide », sans échanges verbaux avec le thérapeute.



Dans les deux cas, les aiguilles étaient piquées **superficiellement et hors des méridiens** reconnus par les acupuncteurs. Une amélioration significative a été observée pour le placebo « froid » par rapport à un groupe contrôle n'ayant pas été traité, et **une amélioration encore plus considérable fut observée pour le placebo « chaud ».**

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



→ Pour **Amir Raz**, qui fait des recherche sur l'effet placebo à McGill, il y a forcément une part de « magie » dans une relation thérapeutique (il est lui-même magicien!)

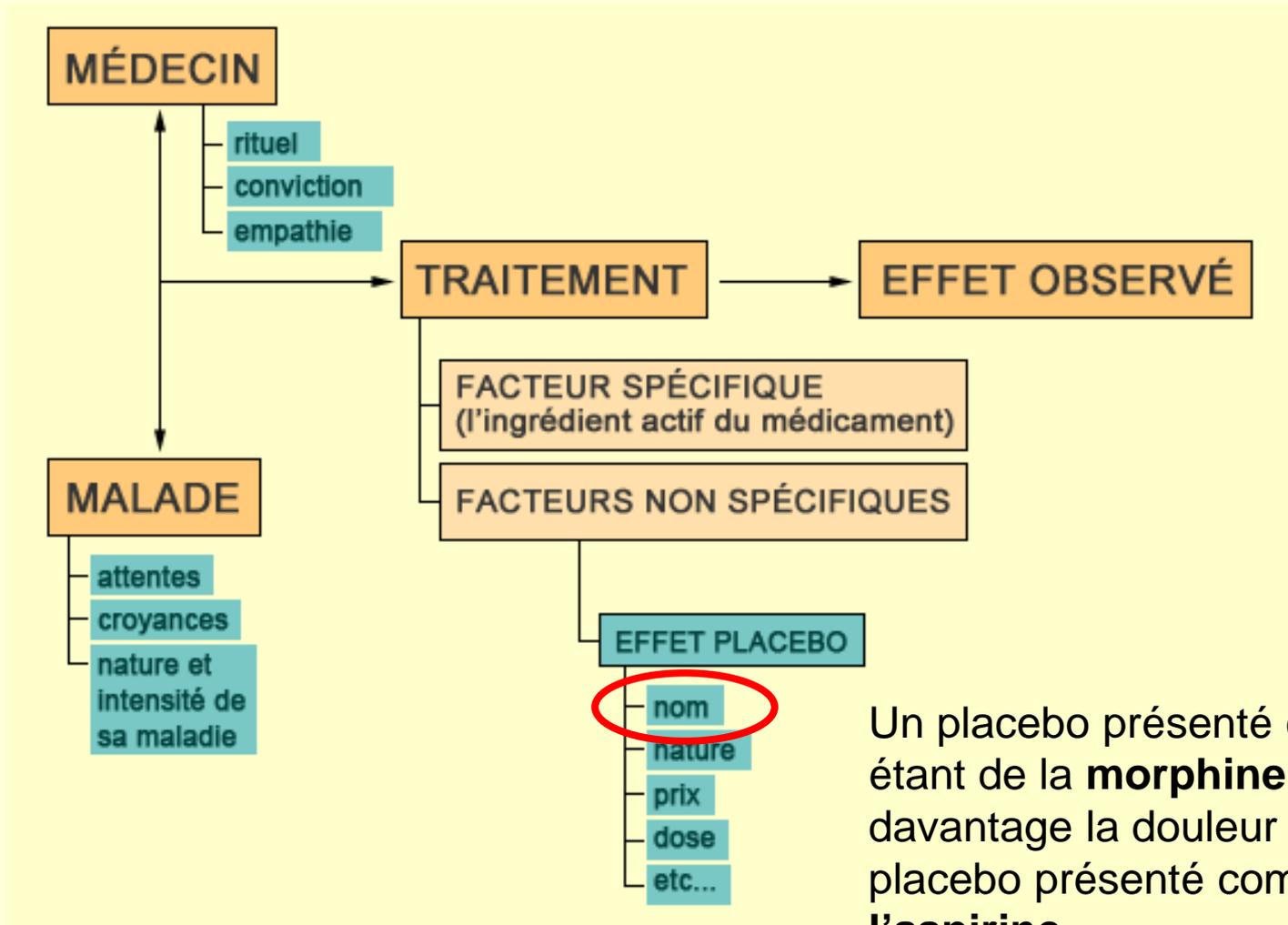
The Nature of Things : Brain Magic: The Power of Placebo

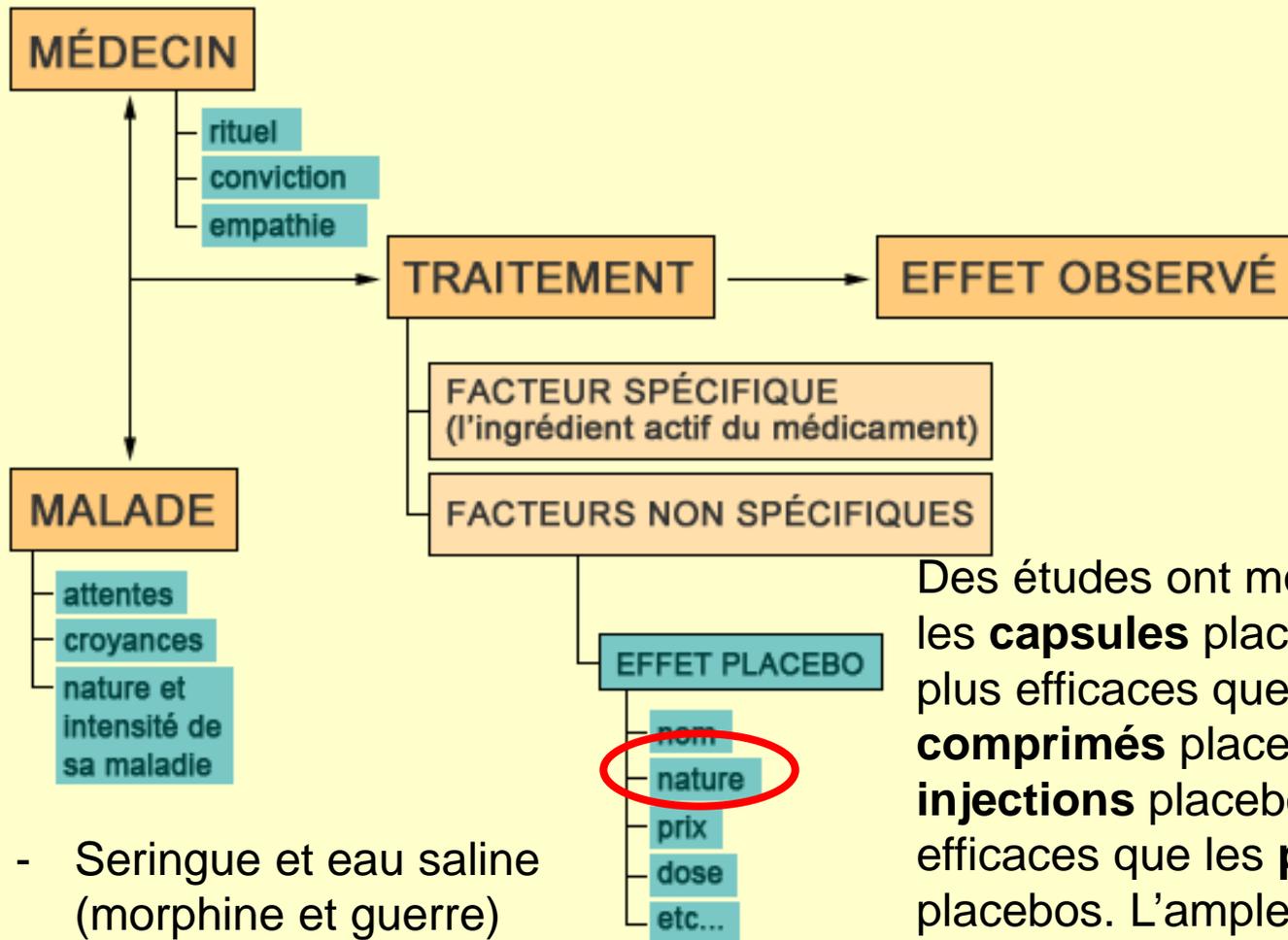
August 7, 2014 <http://www.cbc.ca/natureofthings/episodes/brain-magic-the-power-of-the-placebo>

The Raz Lab in Brain Magic: The Power of Placebo

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

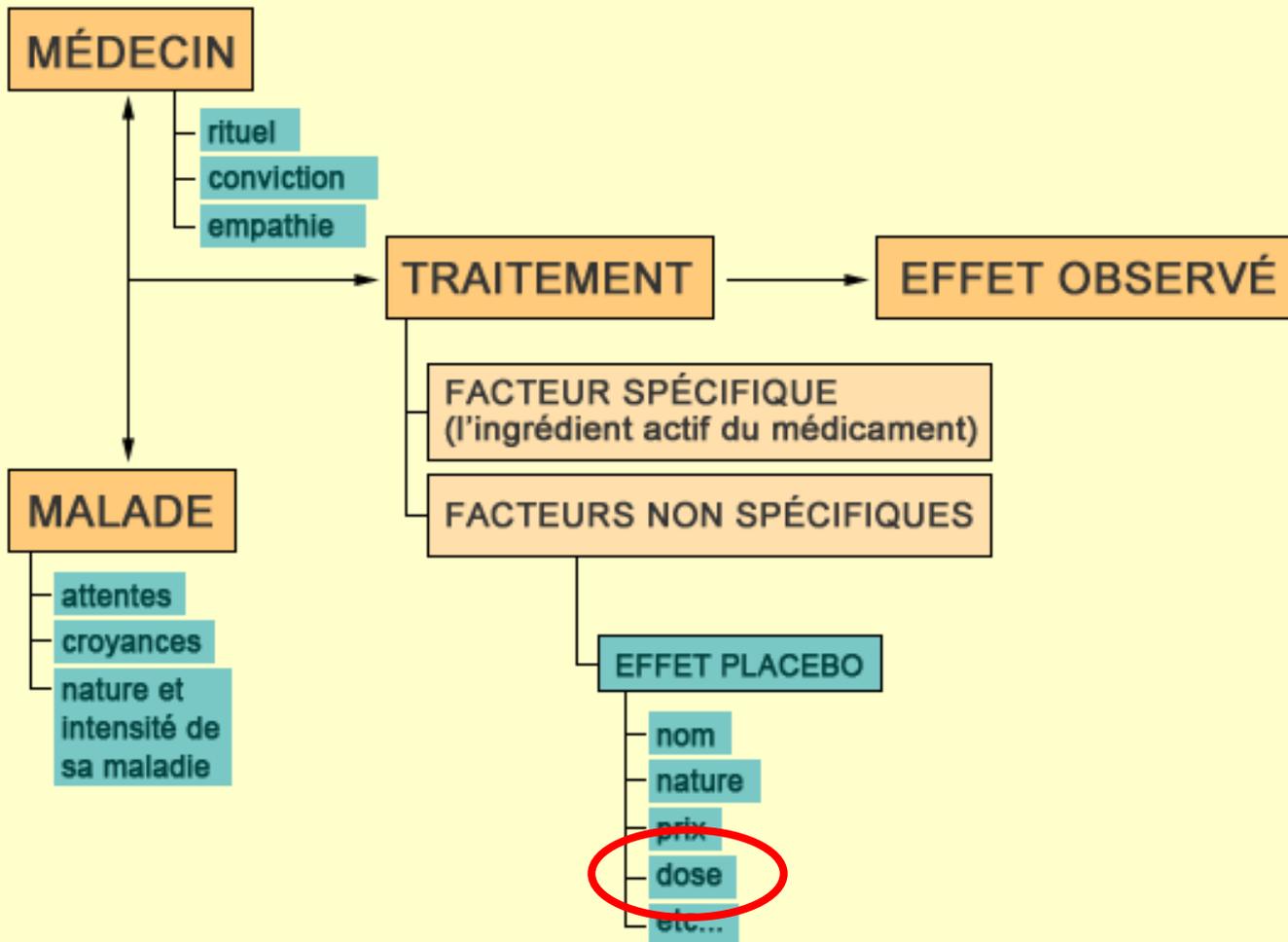
L'effet placebo s'inscrit dans un acte thérapeutique complexe.





- 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.



Une étude désormais classique publiée par B. Blackwell en 1972 montre que **l'effet placebo se manifeste clairement chez le sujet sain**, en l'occurrence ici des étudiants en médecine. Ces 56 étudiants avaient accepté de se soumettre à une expérience qui portait, leur disait-on, sur les effets d'une prise unique d'une drogue **stimulante** ou **sédative**.

Les étudiants furent donc répartis en quatre groupes différents et l'on demanda au premier groupe de prendre **une pilule sédative bleue**, au second **deux pilules sédatives bleues**, au troisième **une pilule stimulante rose**, et au quatrième **deux pilules stimulantes roses**. Ce que les étudiants ignoraient, c'est qu'en réalité toutes les pilules étaient des placebos qui ne contenaient que des ingrédients inertes.

Or parmi les étudiants qui avaient reçu les placebos «sédatifs», plus des deux tiers rapportèrent se sentir somnolents, et ceux qui avaient pris deux de ces pilules bleues se sentaient plus somnolents que ceux qui n'en avaient pris qu'une seule. Et inversement, une large proportion des étudiants qui avaient pris les placebos «stimulants» rapportèrent se sentir moins fatigués.

En outre, environ le tiers des participants, tous groupes confondus, se plainquirent **d'effets secondaires** comme des maux de tête et des vertiges. Et encore une fois, l'effet ressenti était proportionnel à la **dose** de placebo reçu, c'est-à-dire plus sévère, chez ceux qui avaient reçu **deux** pilules. Seulement 3 des 56 étudiants affirmèrent n'avoir ressenti aucun effet appréciable suite à l'ingestion des pilules.

Quant à savoir **quel pourcentage des effets des médicaments actifs le placebo atteint-il généralement**, on parle en moyenne d'environ 55% des effets d'antalgiques comme l'aspirine ou la morphine. Dans le cas de la dépression, de nombreuses études sur les antidépresseurs tricycliques ont montré une efficacité du placebo d'environ 59 % de celui du médicament.

Les pourcentages pour les placebos aux traitements contre l'insomnie se situent également entre 55 et 60 % de l'effet de l'ingrédient actif.

