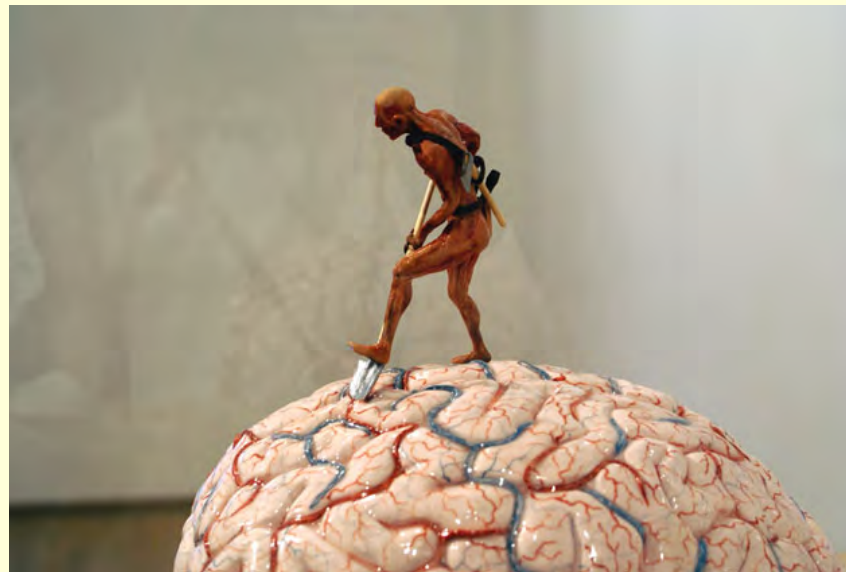


École des profs



Mardi 6 juin 2017

Les sciences cognitives
axées sur l'enseignement des sciences
et des mathématiques au collégial



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

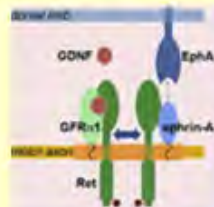
Envoyer

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

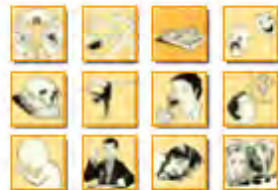


Niveau d'organisation

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

Thème

Le plaisir et la douleur



Sous-thème

La quête du plaisir

Les paradis artificiels

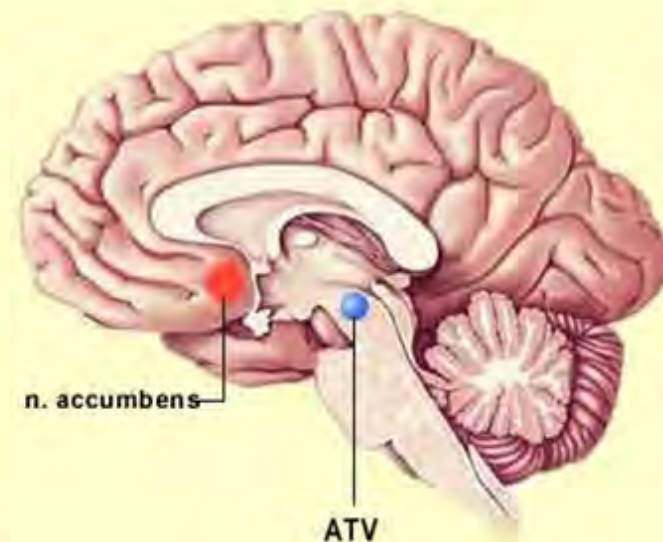
L'évitement de la douleur



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**.

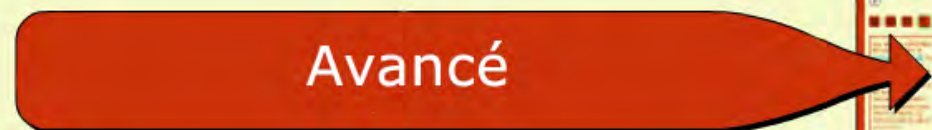
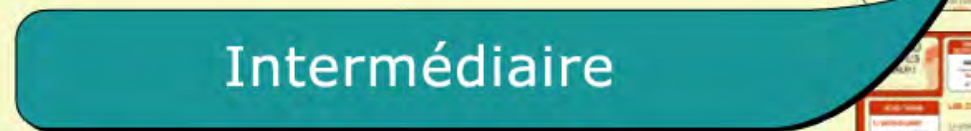
L'aire tegmentale ventrale (ATV), un groupe de neurones situés en plein centre du cerveau, est particulièrement importante dans ce circuit. Elle reçoit de l'information de plusieurs autres régions qui l'informent du niveau de satisfaction des besoins fondamentaux ou plus spécifiquement humains.

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]
Mots-clés: [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 divisé en plusieurs régions, chacune ayant des fonctions spécifiques. Les différences de structure et de fonction entre les régions du cerveau sont ce qui nous rend uniques.

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Titre: LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!
Auteur: [non lisible]
Mots-clés: [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 divisé en plusieurs régions, chacune ayant des fonctions spécifiques. Les différences de structure et de fonction entre les régions du cerveau sont ce qui nous rend uniques.

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

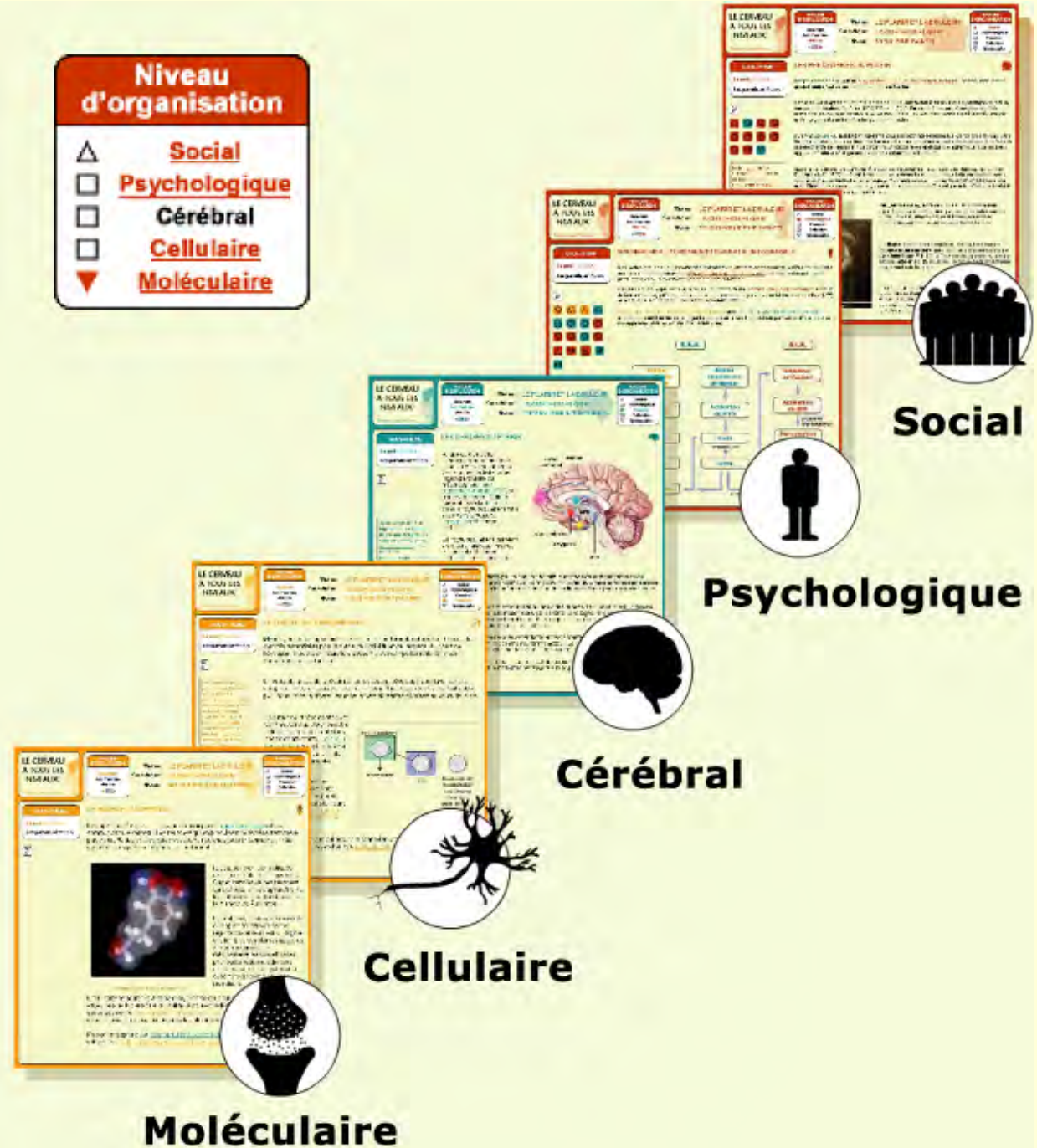
Titre: LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!
Auteur: [non lisible]
Mots-clés: [non lisible]

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 divisé en plusieurs régions, chacune ayant des fonctions spécifiques. Les différences de structure et de fonction entre les régions du cerveau sont ce qui nous rend uniques.

5 niveaux d'organisation



DES COURS DONNÉS DANS

GRATUITS

les BARS et les CAFÉS

Révolution féministe

De la chambre à coucher, à l'économie de marché

Plein gaz sur le schiste

Introduction à l'écologie sonore

L'éthique dans l'assiette

Parlons cerveau

La Mort se raconte

neurons univers mécanique quantique vertige supracond

Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur...

Les trois infinis : le petit, le grand et le complexe

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

11 mai

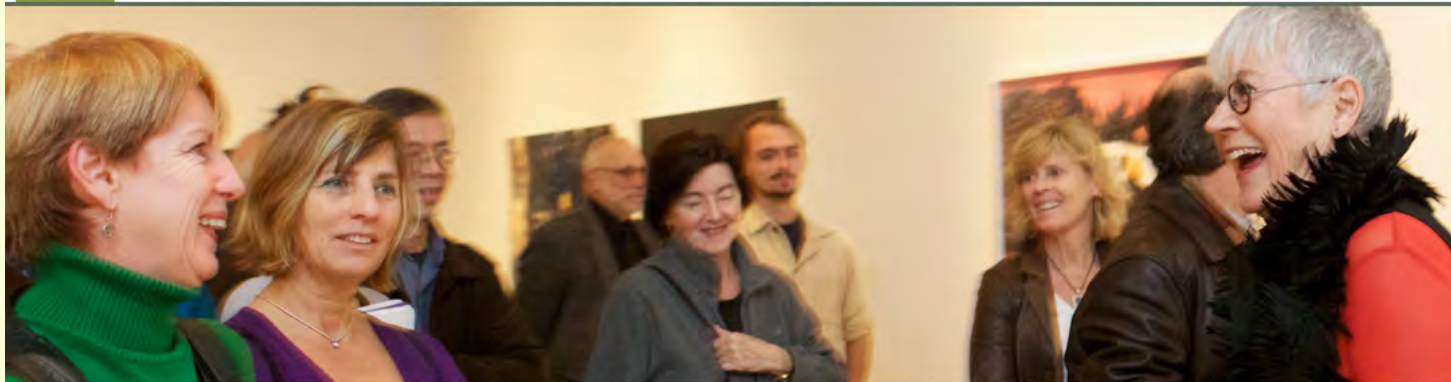
L'infinitement complexe : le labyrinthe de nos réseaux cérébraux

Tous les détails au www.upopmontreal.com



Université du troisième âge

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



[Français](#) | [English](#)

UQÀM

Faculté des sciences humaines
Institut des sciences cognitives

↳ UQAM > Institut des sciences cognitives

Chercher dans uqam.ca



[Accueil](#)

[L'Institut](#)

[Études](#)

[Recherche](#)

[Membres](#)

[Communication](#)

[Nous contacter](#)

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



LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

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

Recherche -> site + blogue

Google Recherche

Principes fondamentaux



Du simple au complexe

- Anatomie des niveaux d'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

Nouveau! "L'école des profs"

Fonctions complexes



Au coeur de la mémoire

- Les traces de l'apprentissage
- Oubli et amnésie



Que d'émotions

- Peur, anxiété et angoisse
- Désir, amour, attachement



De la pensée au langage

- Communiquer avec des mots



Dormir, rêver...

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



L'émergence de la conscience

- Le sentiment d'être soi

Dysfonctions



Les troubles de l'esprit

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

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Accueil du site

Recherche -> blogue

Recherche -> blogue

Billets par catégorie

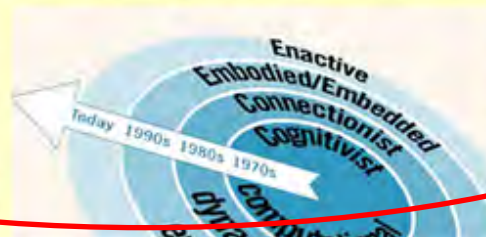


Abonnez-vous !

NOUVELLES RÉCENTES SUR LE CERVEAU

Lundi, 5 septembre 2016

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



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

Faire un don

nous permet de continuer

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

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



Plan :

Intro

où je vais faire ce que vous m'avez demandé de ne pas faire...

...pour tenter **d'inhiber** certaines façons convenues de penser le cerveau et faciliter l'intégration des notions qui vont suivre ! ;-)

- 1) **Nos mémoires** ont une longue histoire.
- 2) **Le « recyclage neuronal »**
- 3) **Échelles de temps et processus dynamiques** dans le cerveau

Les sciences cognitives axées sur l'enseignement des sciences et des mathématiques au collégial



Stanislas Dehaene est un psychologue cognitiviste français, professeur au Collège de France et directeur de l'unité de Neuroimagerie Cognitive INSERM-CEA à Neurospin

https://fr.wikipedia.org/wiki/Stanislas_Dehaene



Steve Masson est professeur à la Faculté des sciences de l'éducation de l'UQAM et directeur du Laboratoire de recherche en neuroéducation (LRN).

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



Olivier Houdé, est un psychologue français, professeur de psychologie du développement à l'université Paris Descartes

https://fr.wikipedia.org/wiki/Olivier_Houd%C3%A9



Adele Diamond is Professor of Developmental Cognitive Neuroscience at the University of British Columbia (UBC) https://en.wikipedia.org/wiki/Adele_Diamond

Neuron, **2017**

Mnemonic Training Reshapes Brain Networks to Support Superior Memory

Martin Dresler et al.

Science, **2016**

Retrieval practice protects memory against acute stress

Amy M. Smith et al.

Nature Neuroscience, **2012**

Activation of adult-born neurons facilitates learning and memory

Mariana Alonso et al.

Science, **2011**

Retrieval Practice Produces More Learning than Elaborative Studying with Concept Mapping.

J. D. Karpicke et al.

Large-Number Addition and Subtraction by 9-Month-Old Infants

Psychological Science, **2004**

Koleen McCrink and Karen Wynn

Nature, **2004**

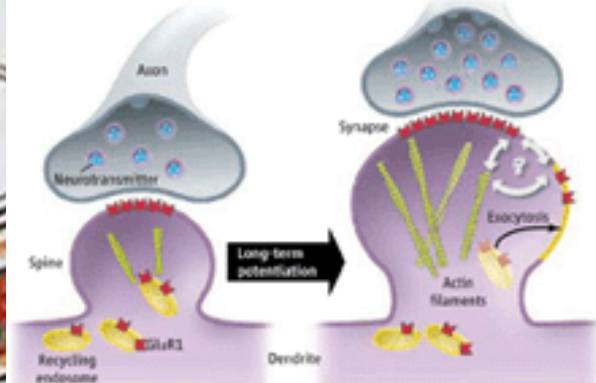
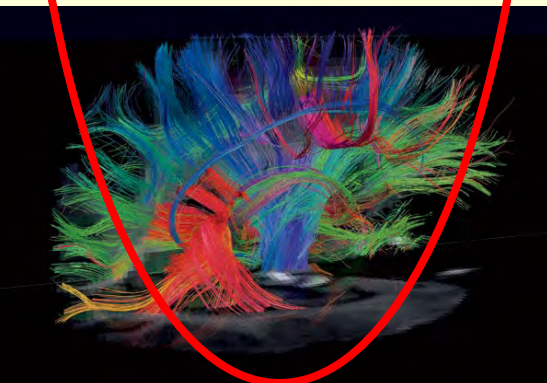
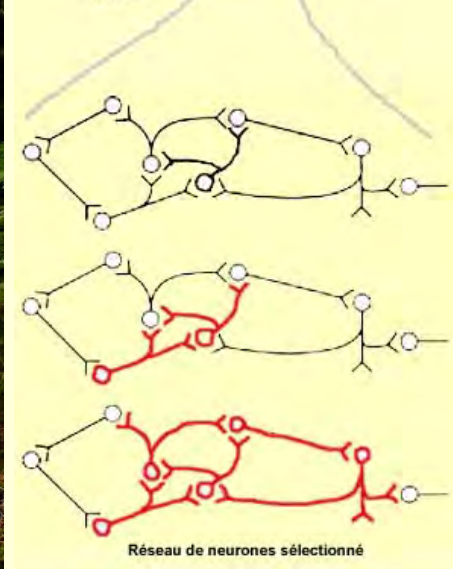
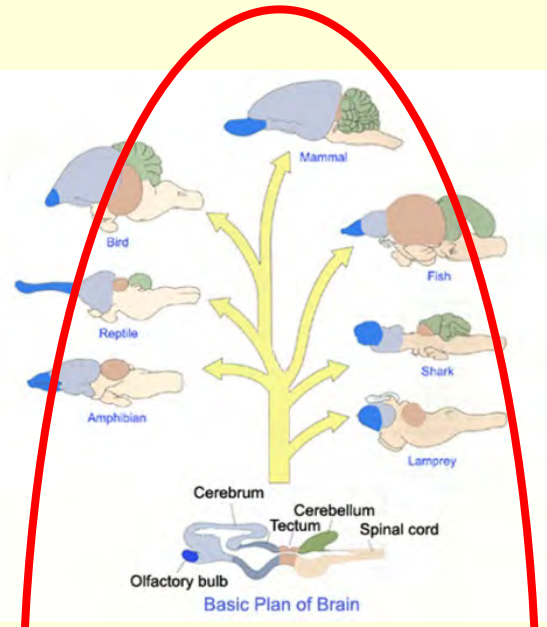
Changes in grey matter induced by training

Bogdan Draganski et al.

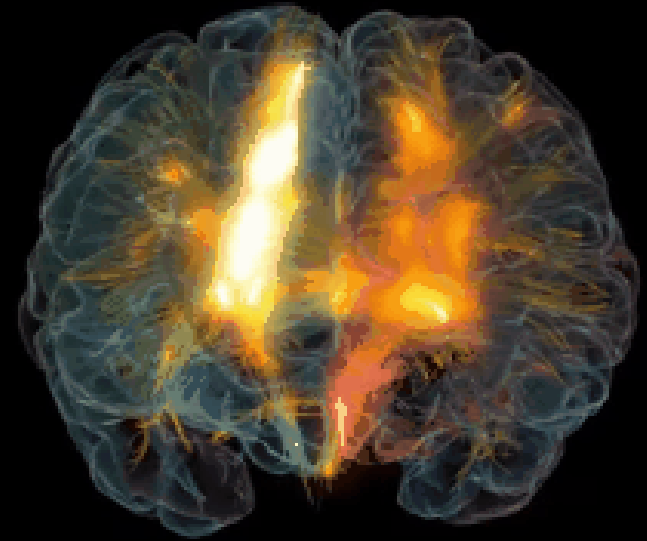
Introduction :

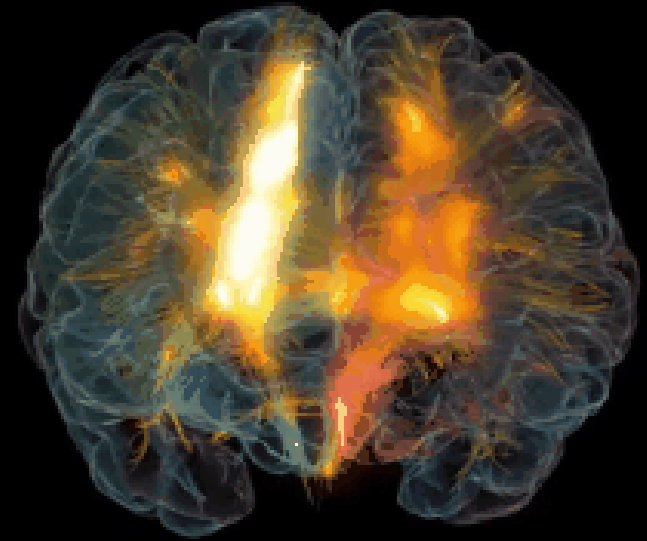
La métaphore
que je trouve la meilleure
pour saisir le caractère
dynamique et plastique de notre
« cerveau-corps-environnement » ?



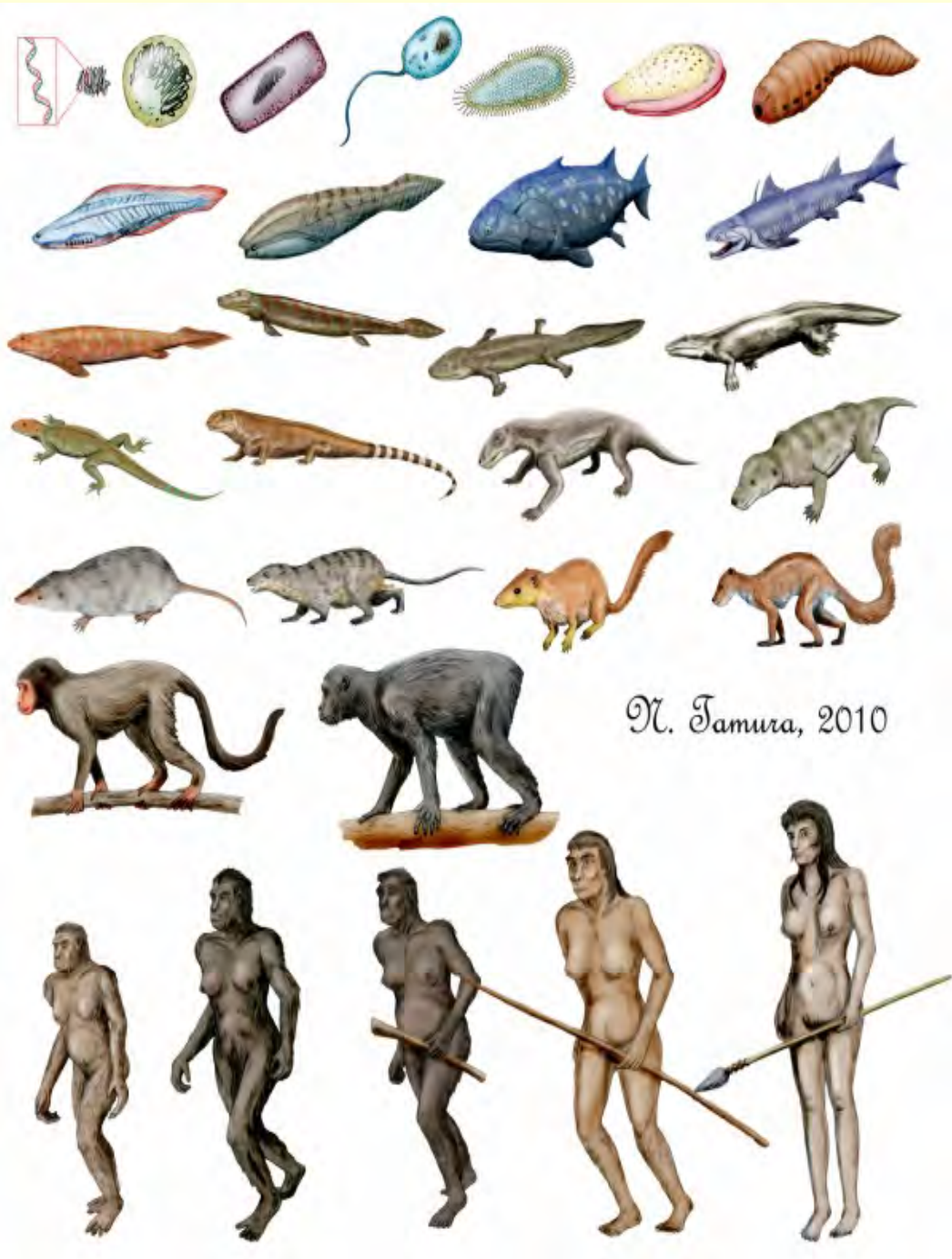


Essayer
de comprendre
le cerveau humain
tel qu'il est aujourd'hui,
c'est un peu comme...







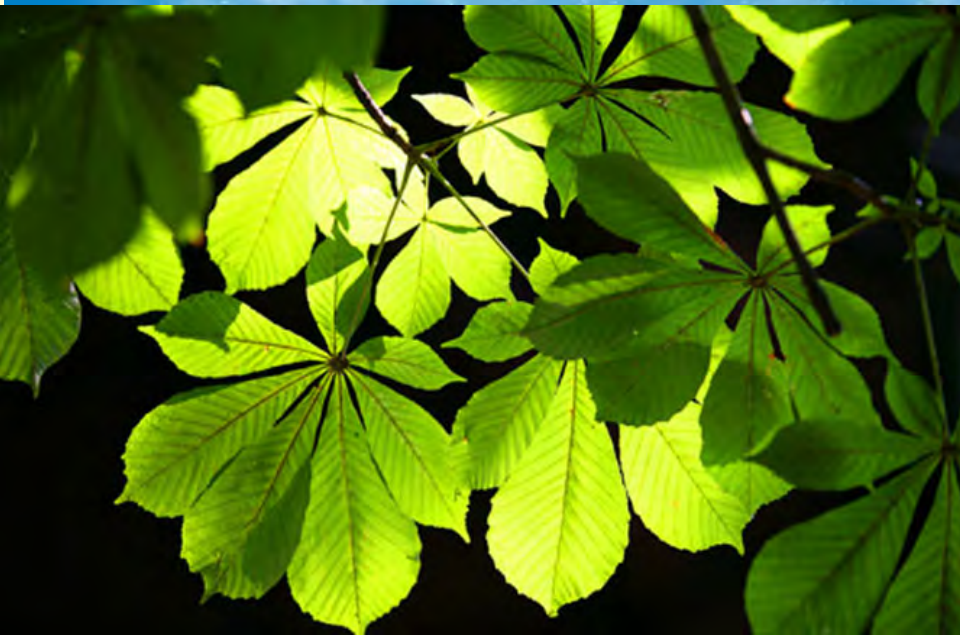


N. Tamura, 2010

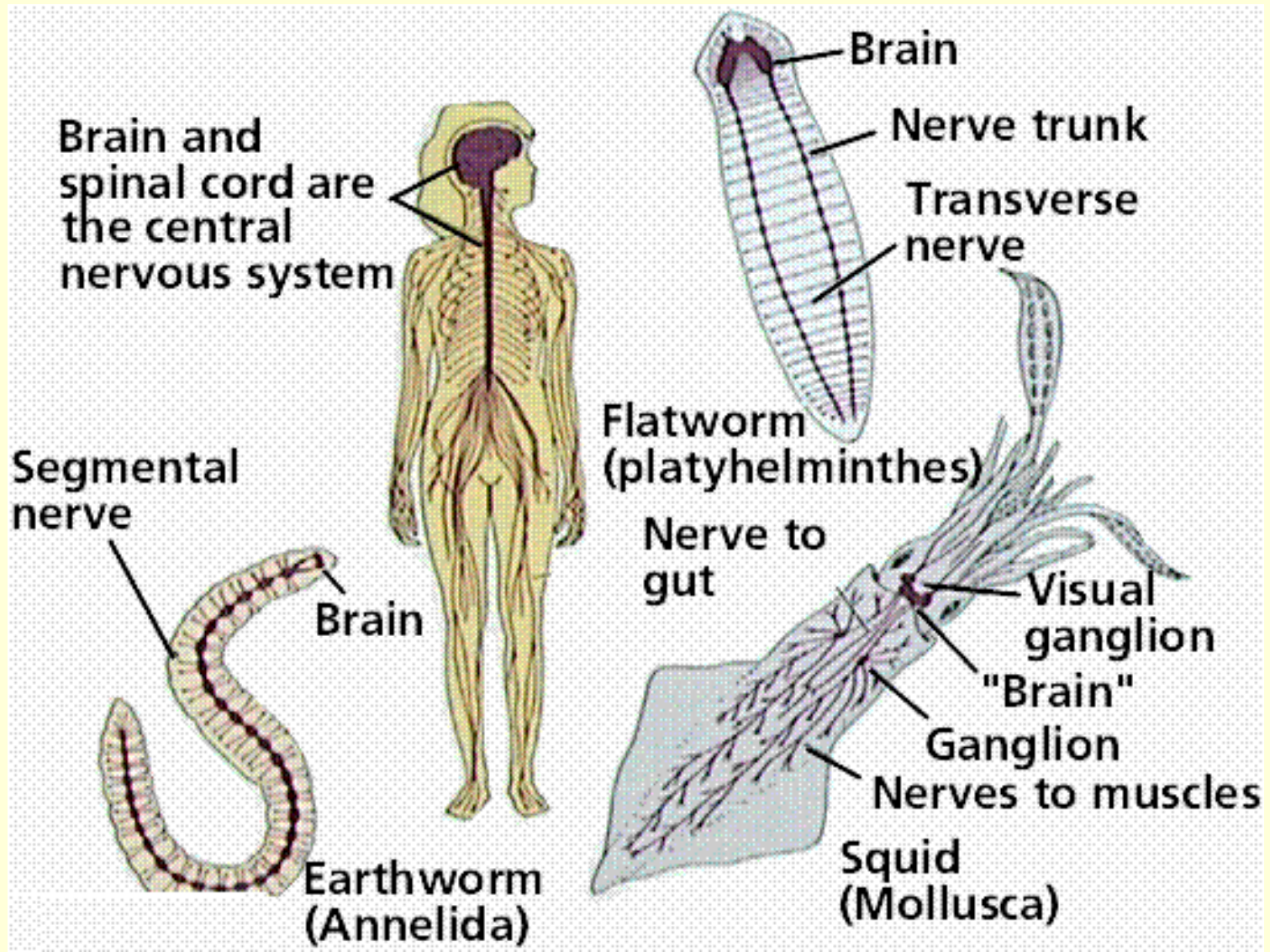


Tout au long de l'évolution,
les êtres vivants doivent d'abord tenter de rester en vie !



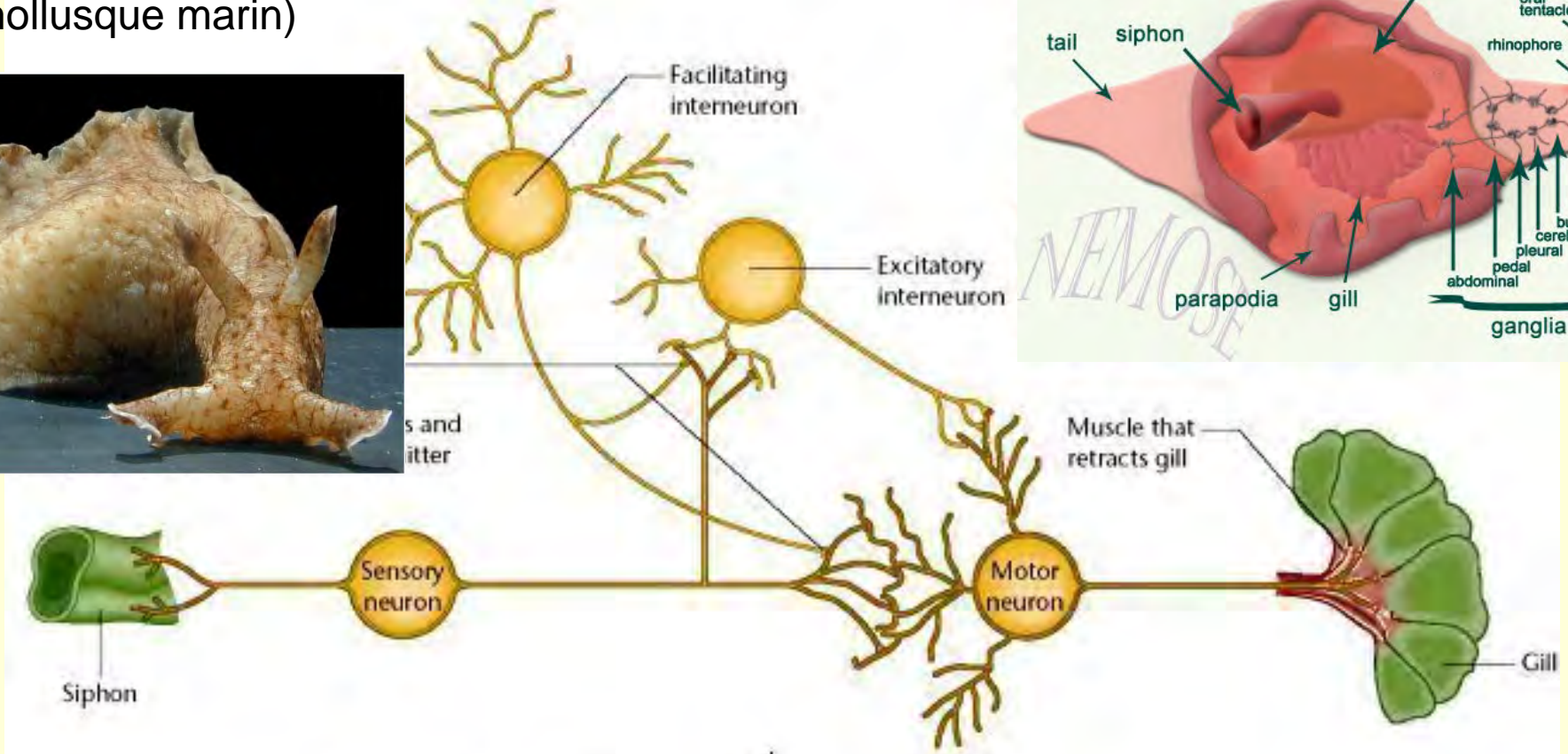
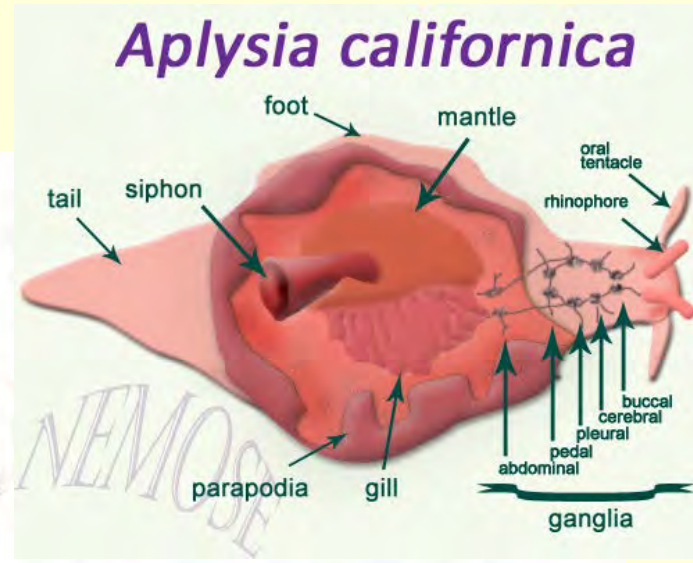


Systemes nerveux !



Aplysie

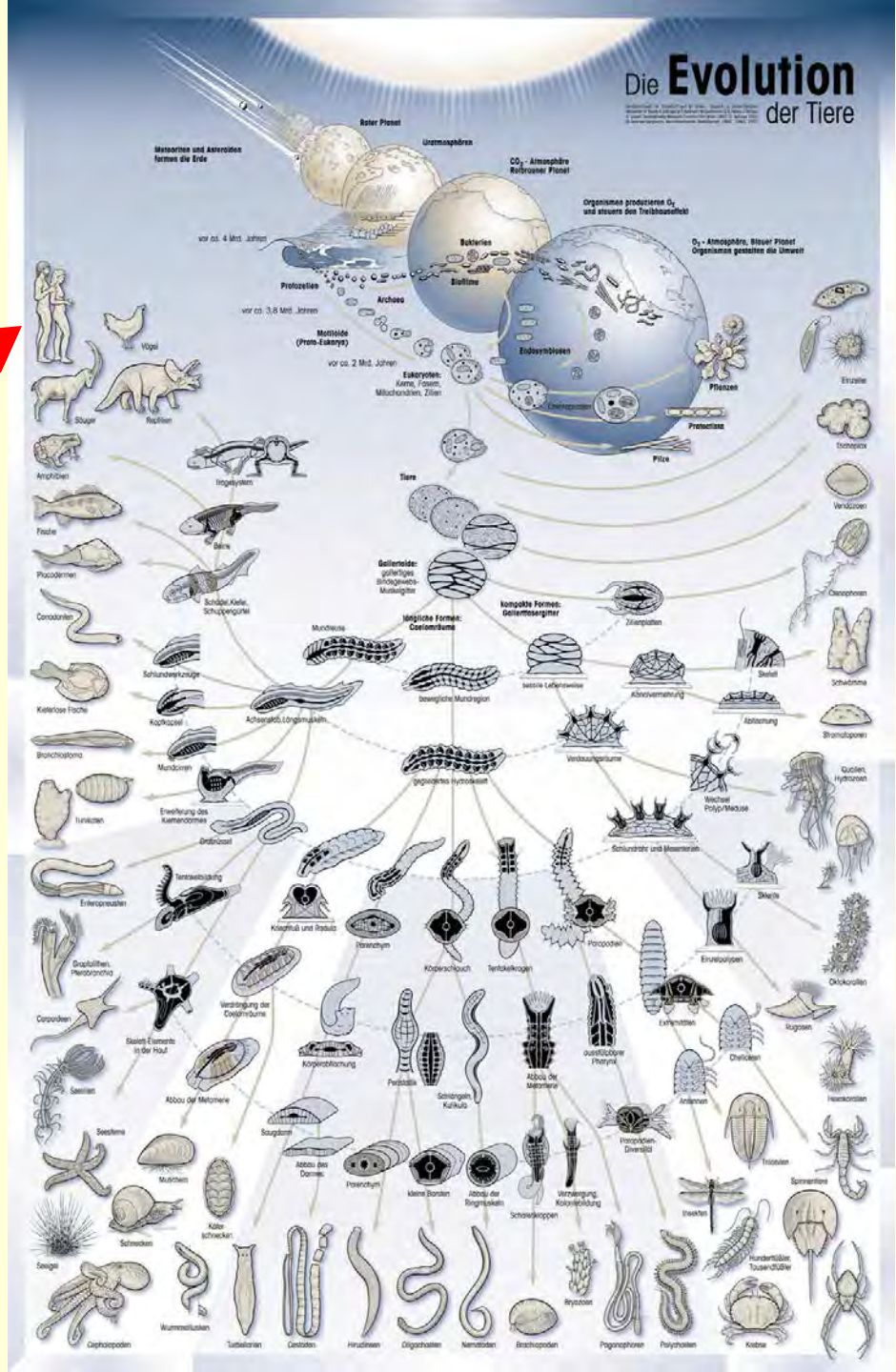
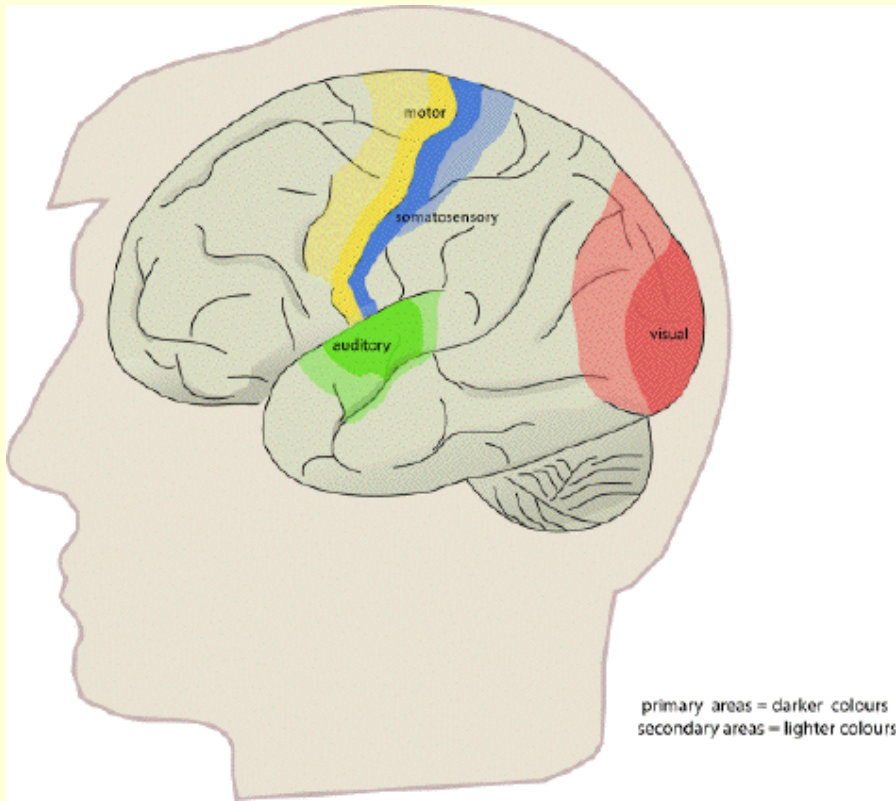
(mollusque marin)



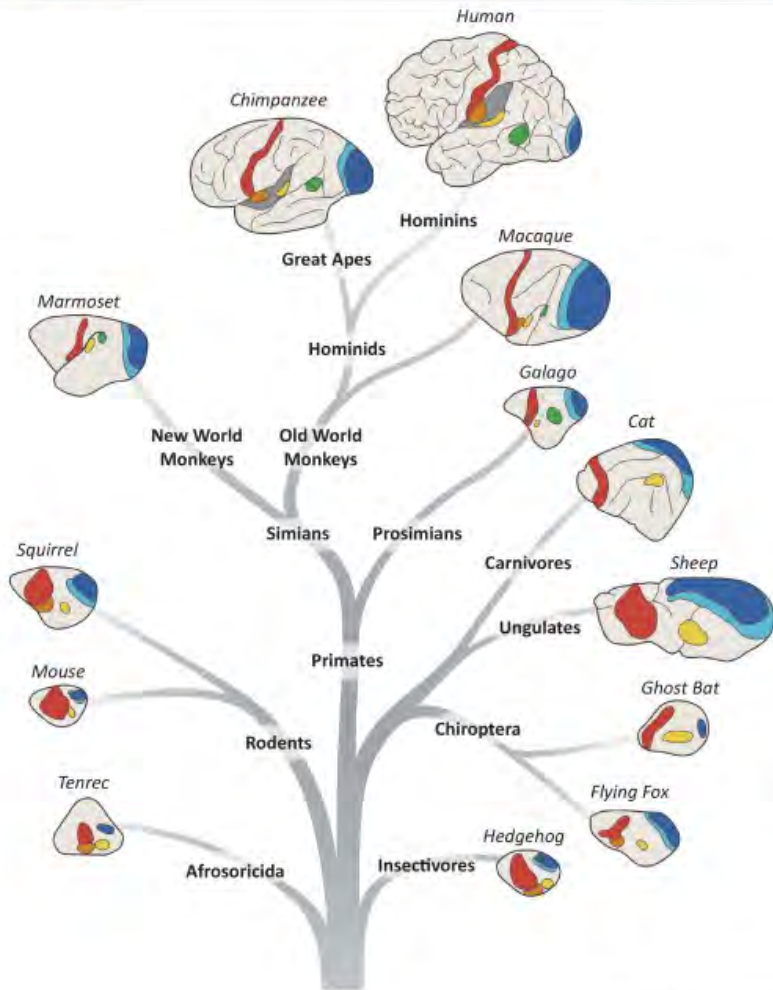
Une boucle sensori - motrice

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

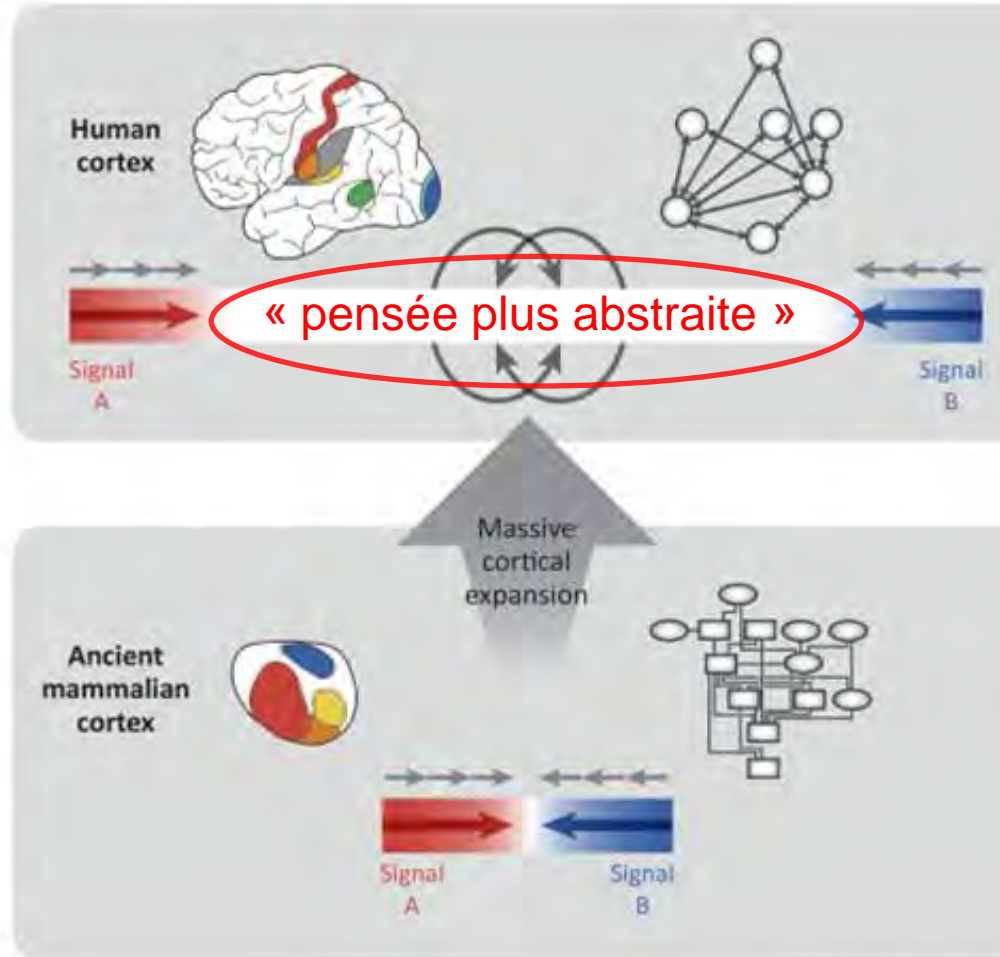
...et l'une des variantes sera nous !



Ces **aires associatives** ont pris beaucoup d'expansion durant l'évolution des **mammifères** où elles sont de plus en plus détachées des cortex sensoriels.



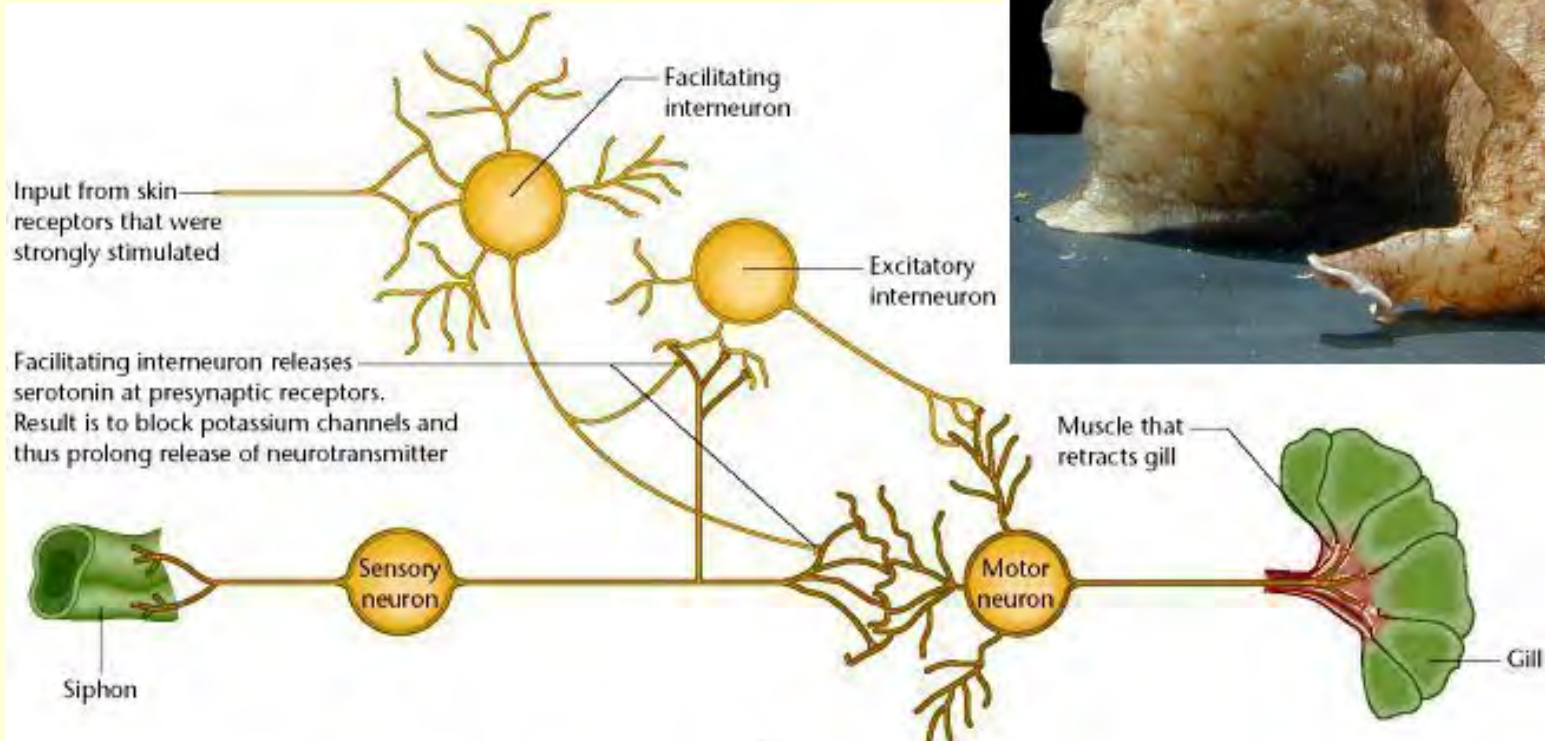
TRENDS in Cognitive Sciences



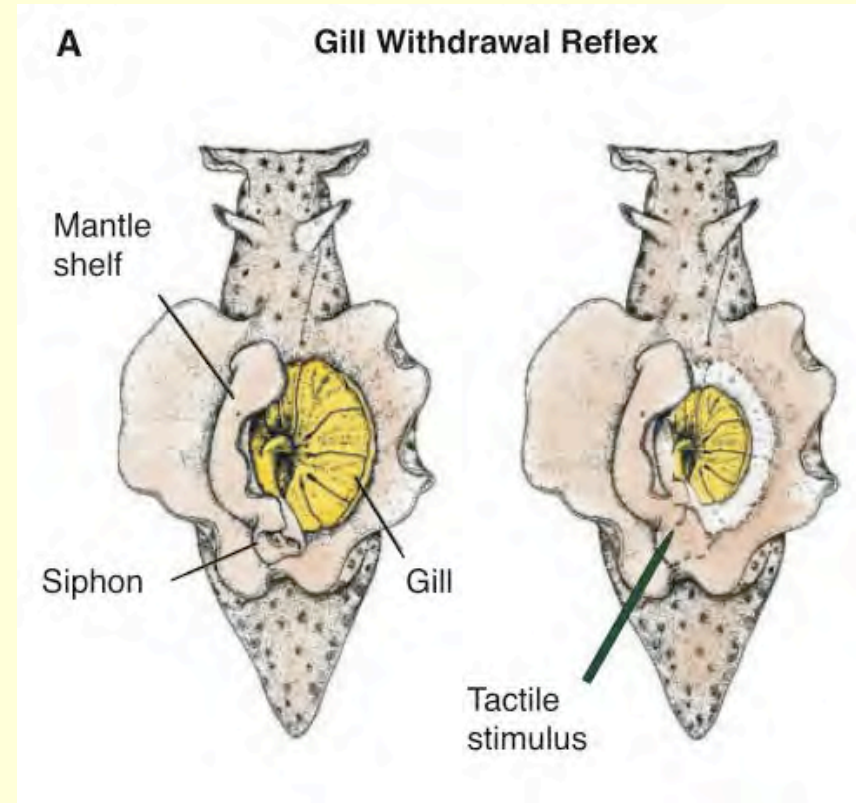
TRENDS in Cognitive Sciences

Mais déjà chez un mollusque comme l'aplysie,

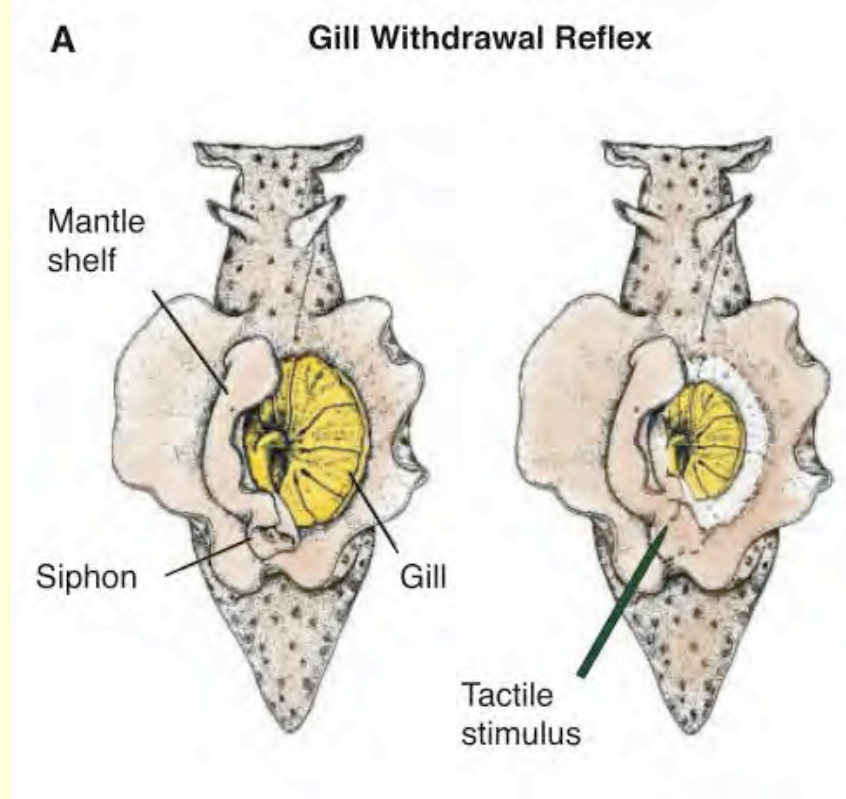
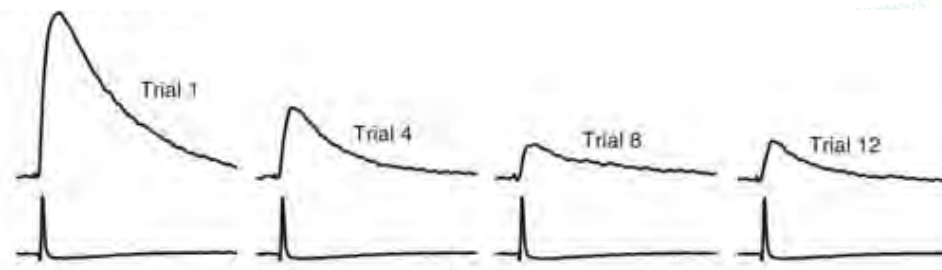
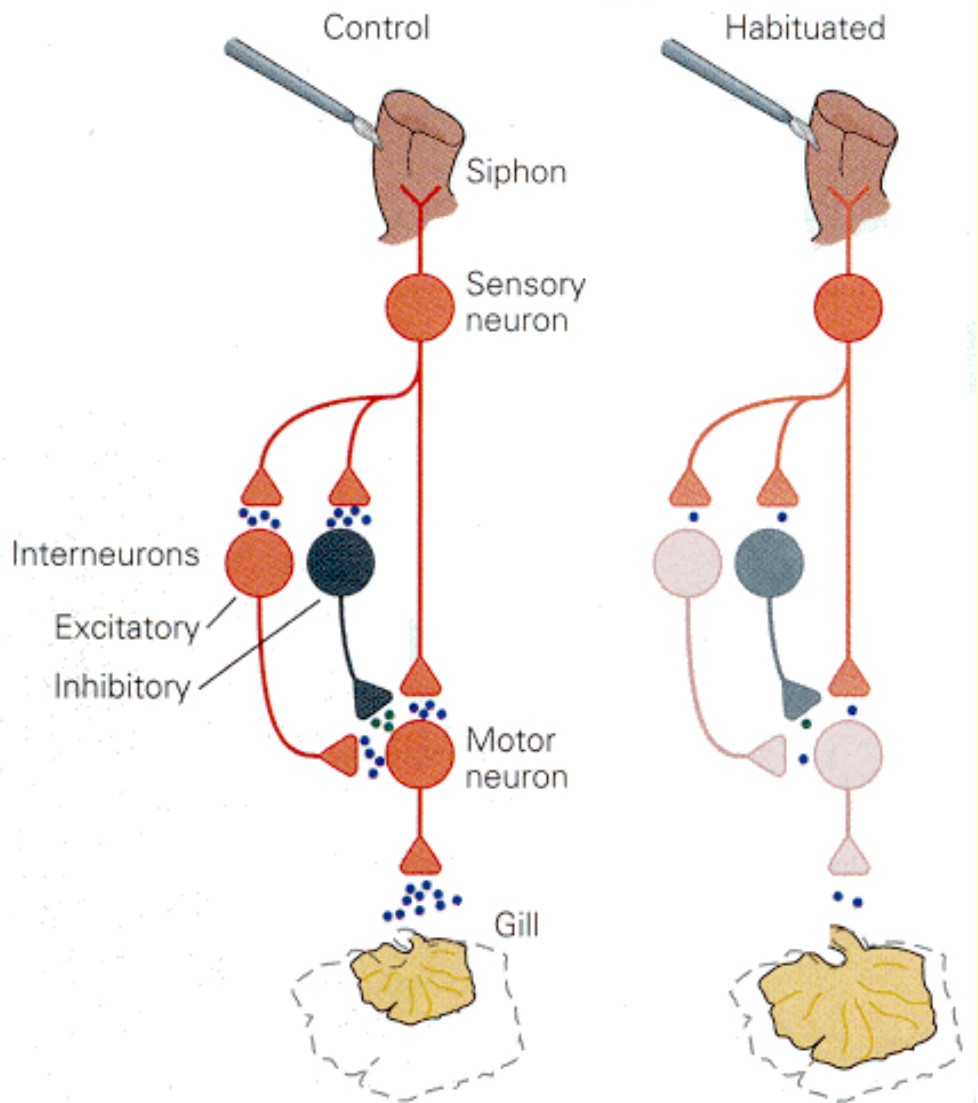
avec les circuits que font
ses 20 000 neurones...



...on voit apparaître des formes
simples d'apprentissage et de
mémoire



L'habituation



L'habituation

Exemple chez l'humain :

l'horloge que l'on n'entend plus

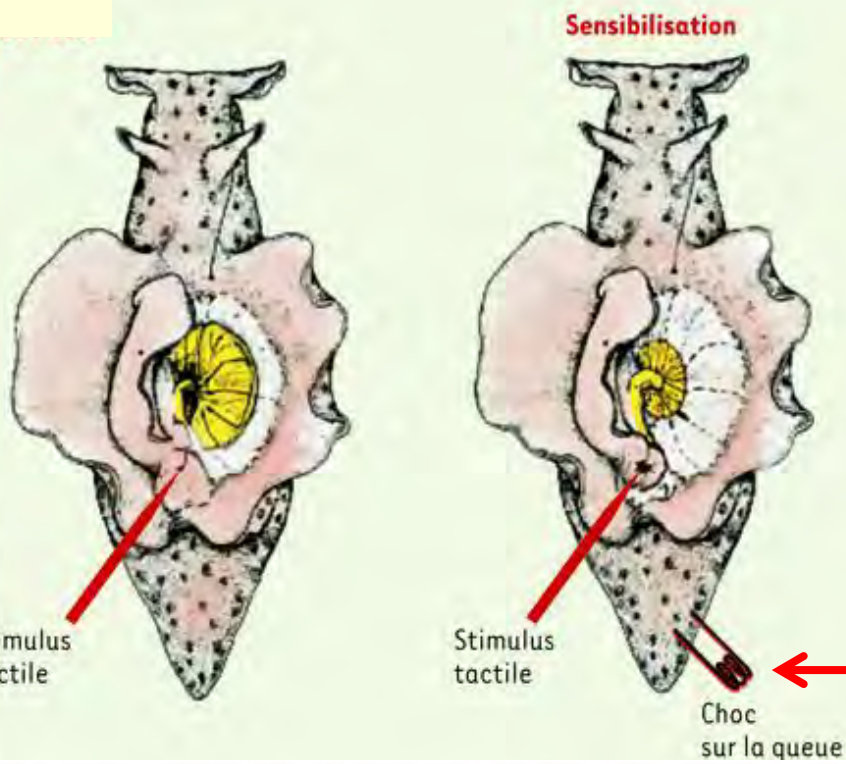


L'habitude

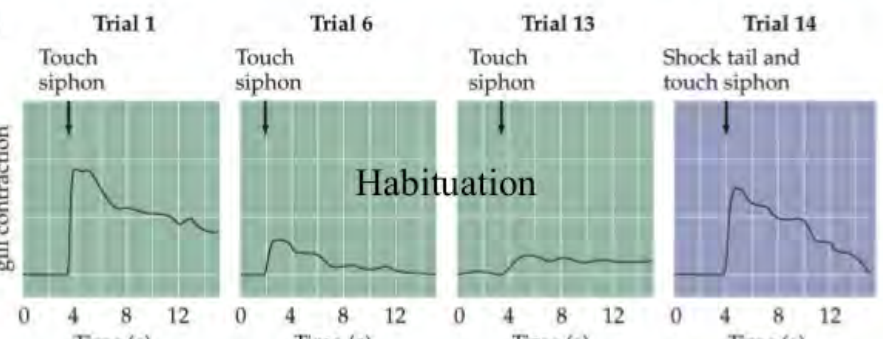
Autre mécanisme d'apprentissage :

La sensibilisation

Exemple chez l'humain :



Short-term sensitization and habituation of the *Aplysia* gill withdrawal reflex



Mémoires

Associatives

Non associatives

Conditionnement

classique et opérant

Habituation et Sensibilisation

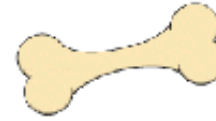
Conditionnement classique

On apprend que 2 stimuli sont associés.

Before conditioning

**FOOD
(UCS)**

**SALIVATION
(UCR)**



BELL

NO RESPONSE



During conditioning

**BELL +
FOOD
(UCS)**

**SALIVATION
(UCR)**

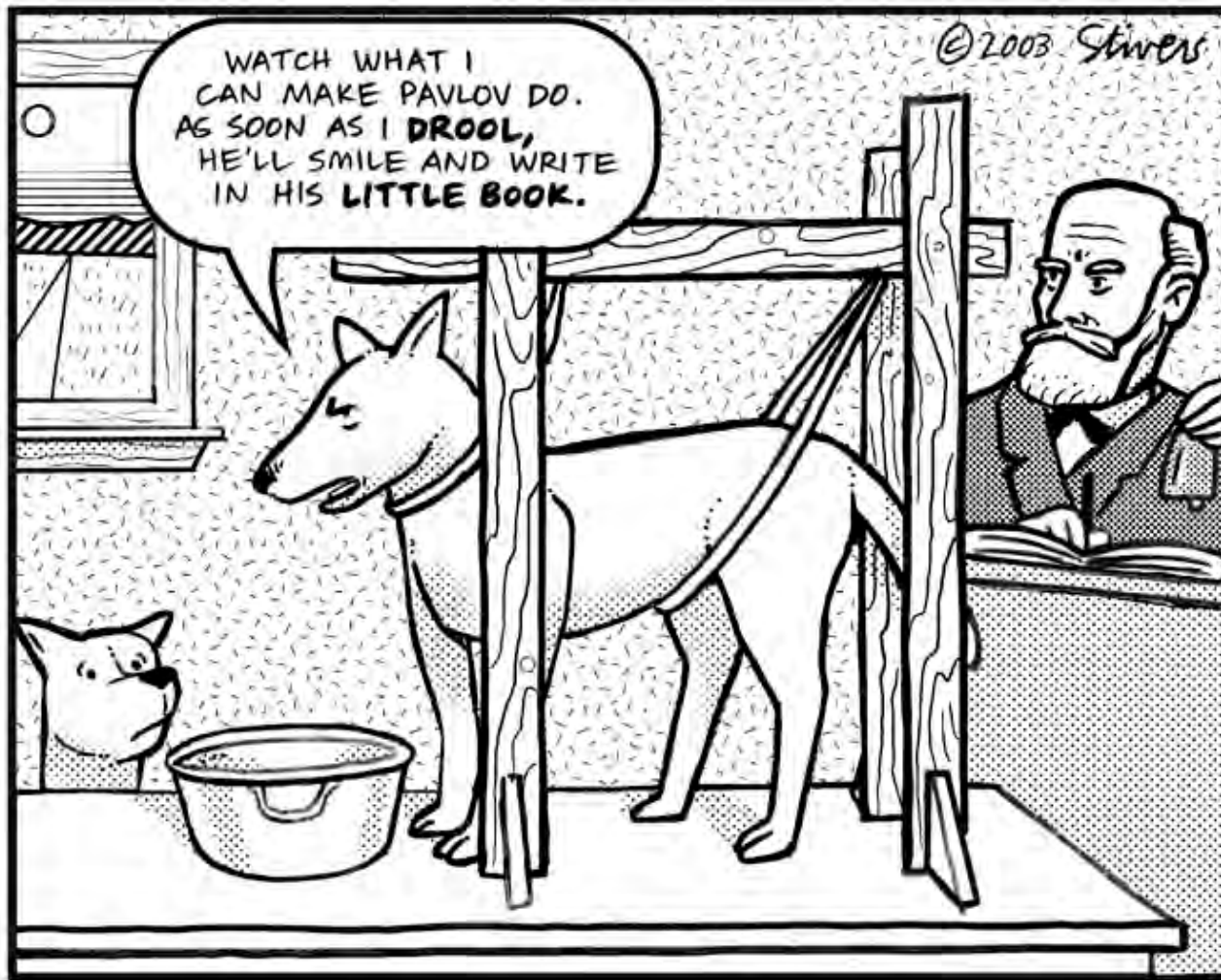


After conditioning

**BELL
(CS)**

**SALIVATION
(CR)**





Conditionnement classique : toujours présents et puissants en nous...



« Je suis effrayé par les automatismes qu'il est possible de créer à son insu dans le système nerveux d'un enfant.

Il lui faudra dans sa vie d'adulte une chance exceptionnelle pour s'évader de cette prison, s'il y parvient jamais. »



- Henri Laborit



Éloge de la suite

autour d'Henri Laborit et d'autres parcours qui l'ont croisé

À PROPOS DU FILM



- POURQUOI CE FILM ?
- FINANCEMENT
- PERSONNAGES
- BANDE-ANNONCE



- POURQUOI CE SITE ?
- BIOGRAPHIES
- LIVRES
- ARTICLES
- AUDIO
- VIDÉO
- PHOTOS
- CITATIONS
- CONTACT

LA SUITE... (INFLUENCES DEPUIS SON DÉCÈS EN 1995, ET PROJETS EN COURS)



LE FILM !

Découvrez le film « Sur les traces d'Henri Laborit » associé à ce site !

Publié le 21 novembre 2014 - Laisser un commentaire

Consultez les sections du menu en haut à droite de la page pour tout

DERNIÈRES PUBLICATIONS SUR LE SITE :

OÙ ÊTES-VOUS ?



LA SUITE... LE FILM !

Sur les traces d'Henri Laborit – Partie 2 : Biologie

Vous êtes sur un site web qui tente de rassembler le plus de documents possible autour de l'œuvre d'Henri Laborit dans le but d'en faire profiter gratuitement le plus grand nombre. Un film en préparation sur des parcours qui ont croisé Laborit utilise également ce site comme vitrine.

www.elogedelasuite.net

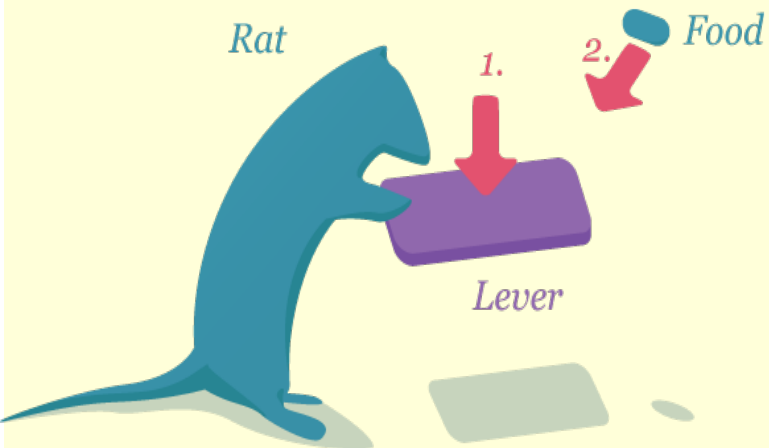
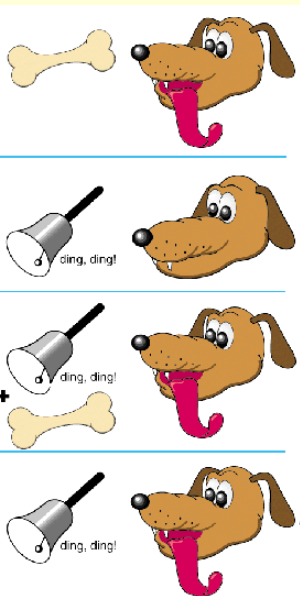
Né en 1914, Henri Laborit fut d'abord chirurgien de la marine française où il bouscula plusieurs concepts de la médecine.

Mémoires

Associatives

Conditionnement

**classique et opérant positif
(récompense)**



Mémoire à long terme

« on apprend sans
s'en rendre compte »

Implicite (Non-déclarative)

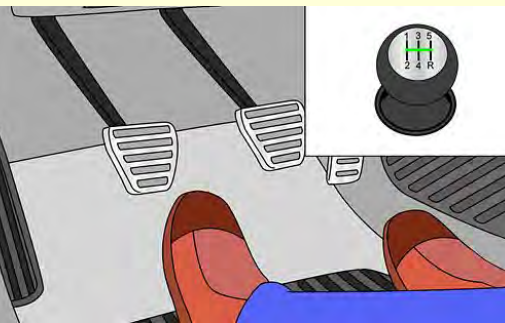
Non associatives

Habitude
Sensibilisation

Associatives

Conditionnement
classique et opérant

Procédurale
(habiletés)



Mémoire à long terme

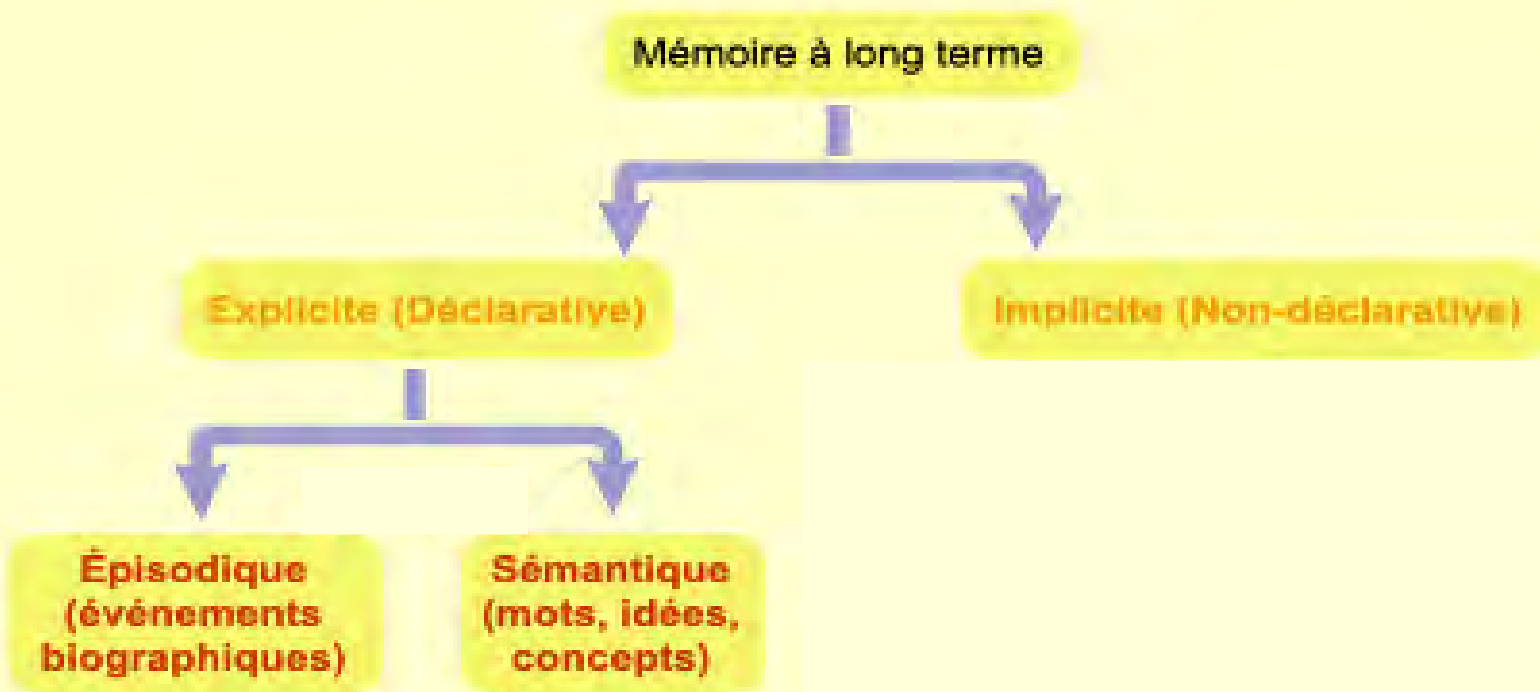
Explicite (Déclarative)

Implicite (Non-déclarative)

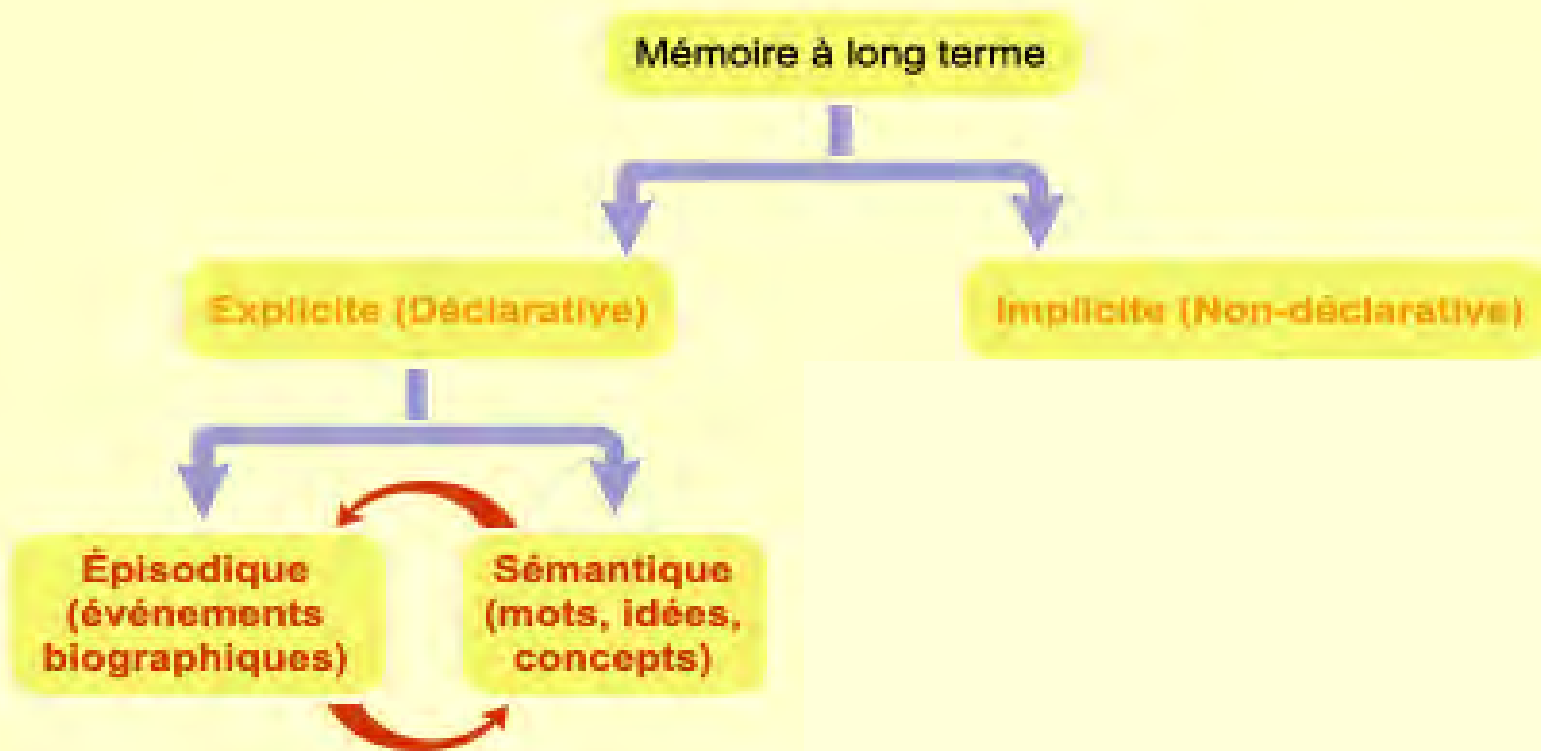
Épisodique
(événements
biographiques)

Sémantique
(mots, idées,
concepts)





On est l'acteur des événements qui sont mémorisés avec tout leur contexte et leur charge émotionnelle.



C'est notre connaissance du monde dont une grande partie nous est accessible rapidement et sans effort.

Elle devient indépendante du contexte spatio-temporel de son acquisition.

Mémoire à long terme

Explicite (Déclarative)

Implicite (Non-déclarative)

Épisodique
(événements
biographiques)

Sémantique
(mots, idées,
concepts)

Ces multiples systèmes de mémoire impliquent **différentes structures cérébrales.**

Non associatives

Habitude
Sensibilisation

Associatives

Conditionnement
classique et opérant

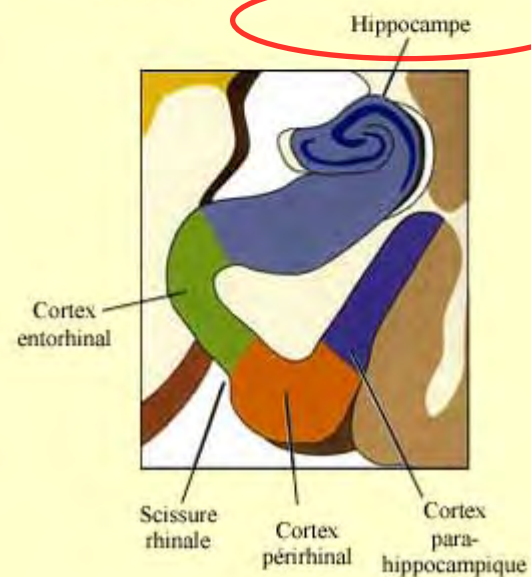
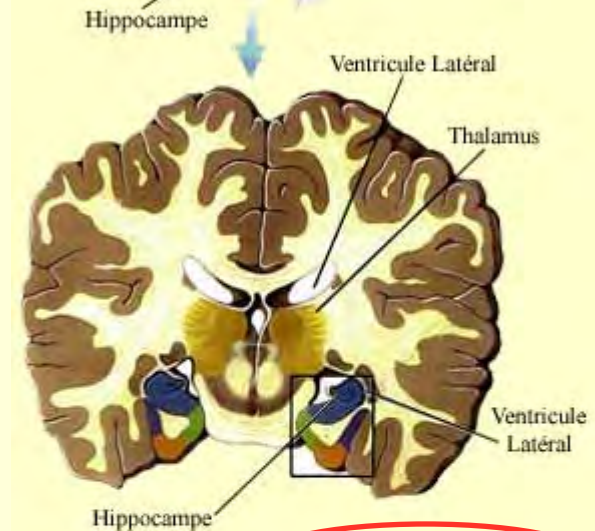
Procédurale
(habiletés)

Mémoire à long terme

Explicite (Déclarative)

Épisodique
(événements
biographiques)

Sémantique
(mots, idées,
concepts)

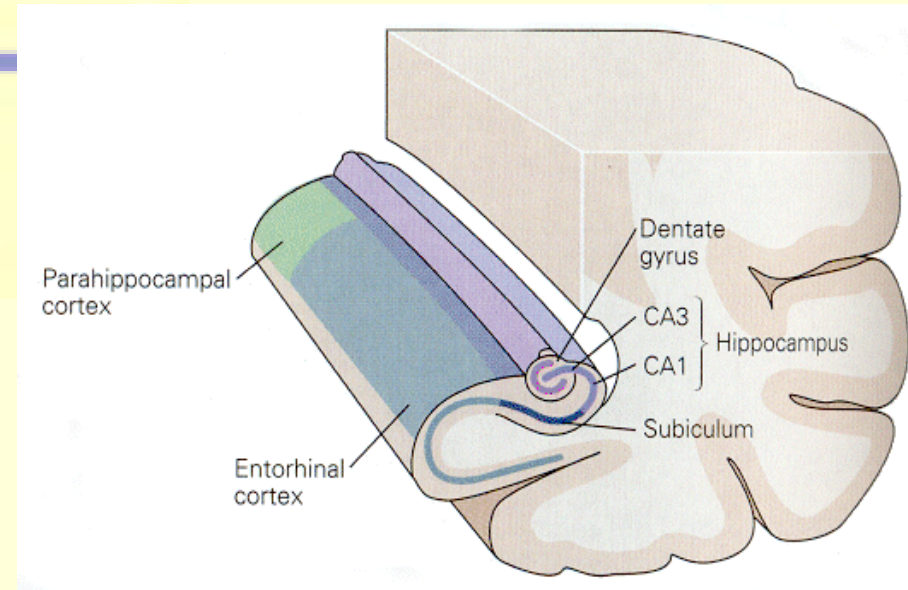


Mémoire à long terme

Explicite (Déclarative)

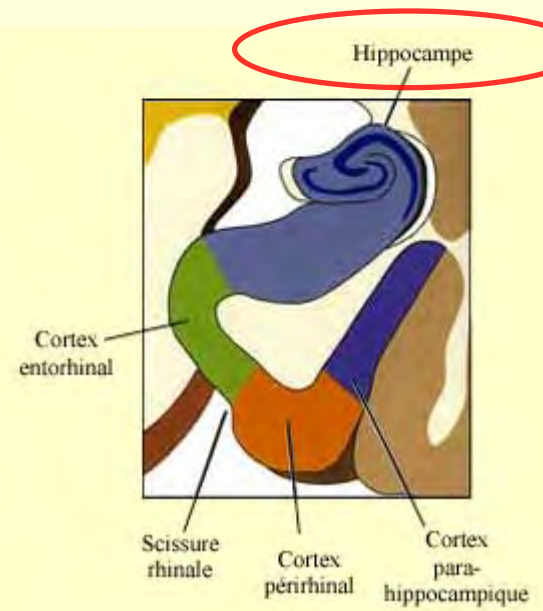
Épisodique
(événements
biographiques)

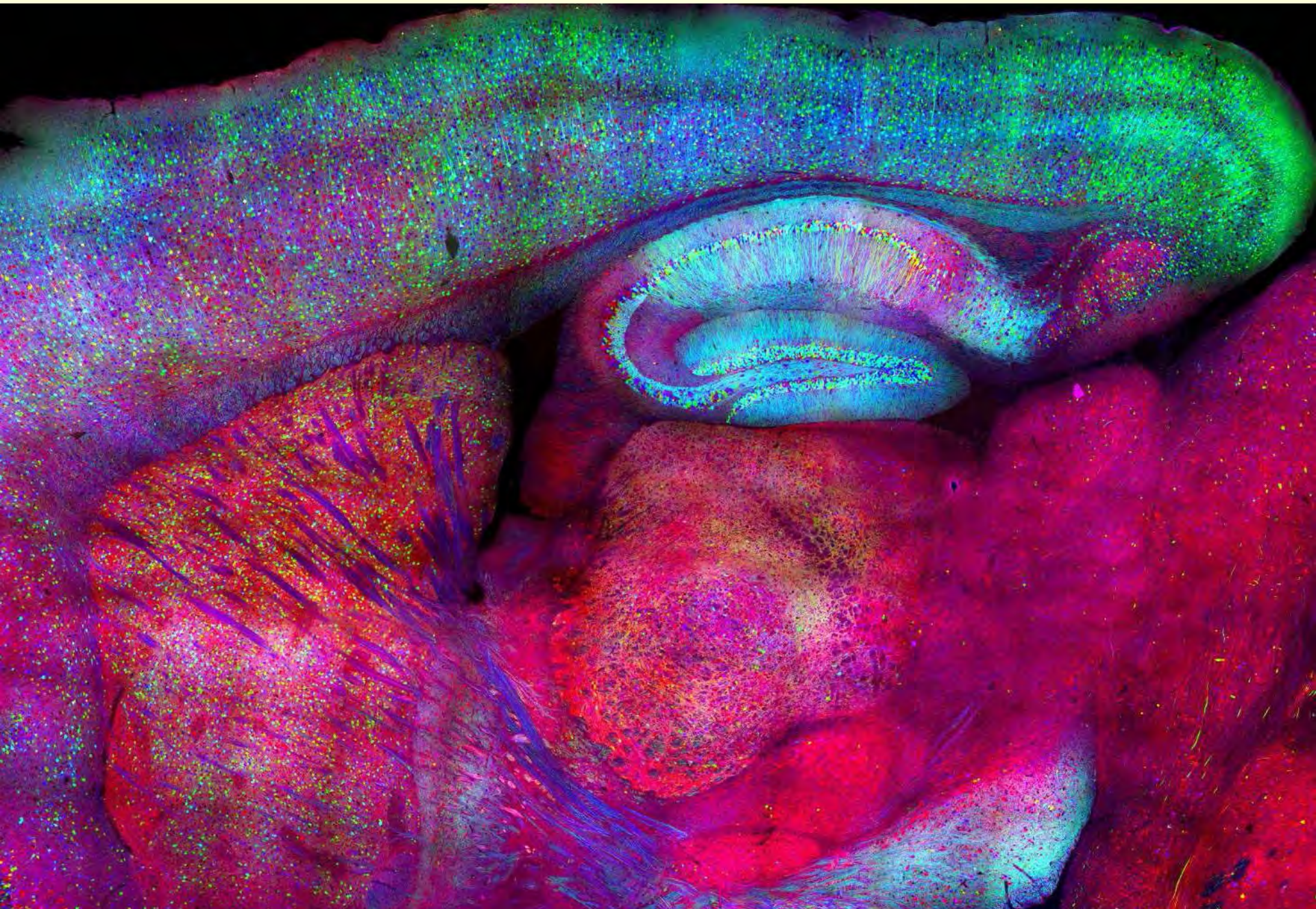
Sémantique
(mots, idées,
concepts)

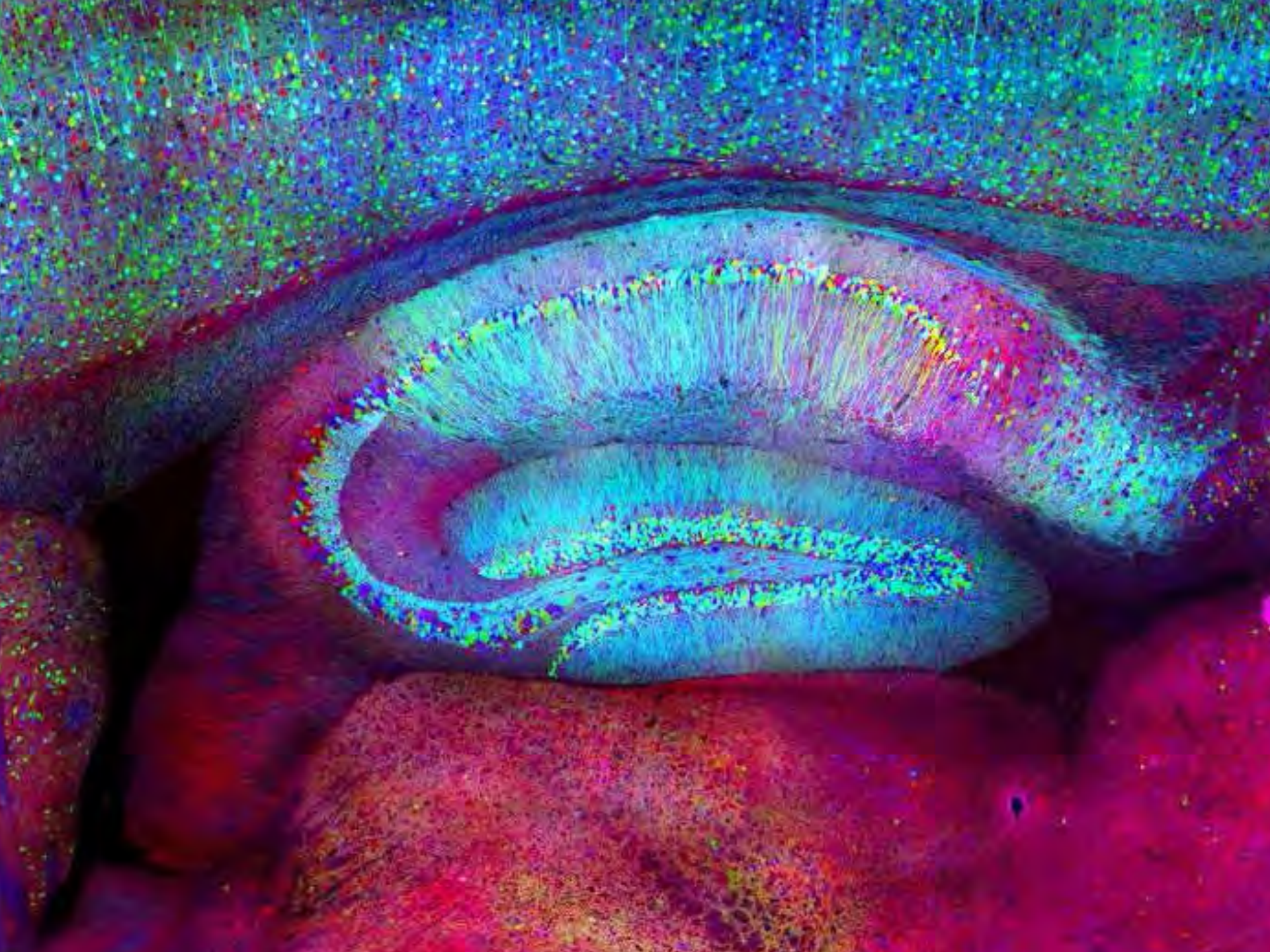


L'hippocampe semble jouer le rôle d'un « **système d'adressage** » :

retiendrait une information sous forme d'adresses des différentes zones cérébrales activées simultanément lors de l'acquisition de cette information.





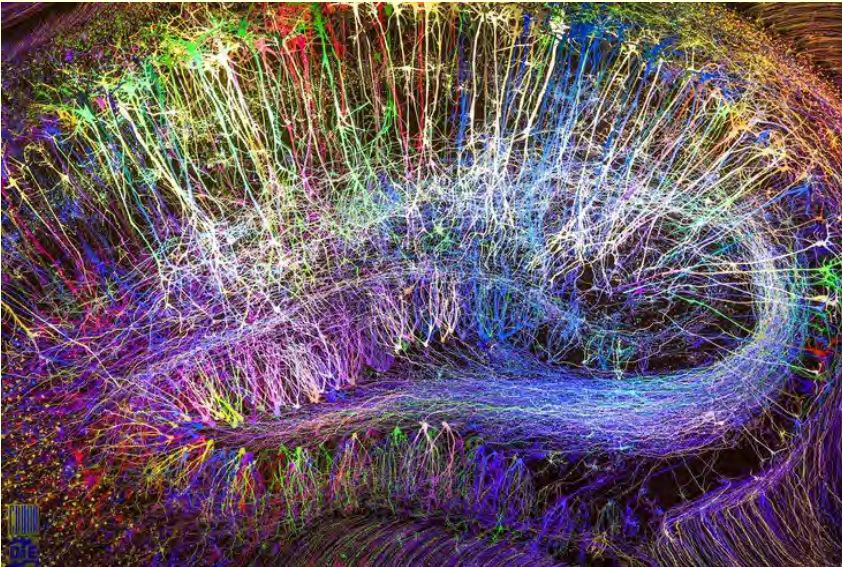


Il y a beaucoup de structures cérébrales aux capacités computationnelles particulières mais auxquelles on **ne** peut accoler une étiquette fonctionnelle unique, comme les circuits de

l'hippocampe

ou du

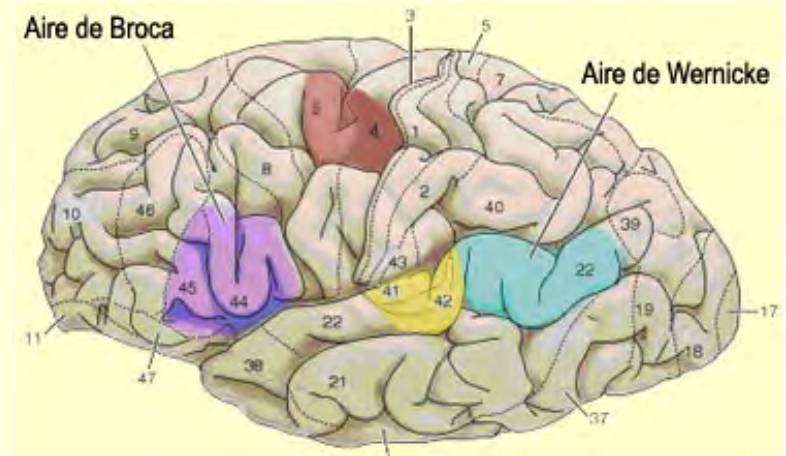
cervelet.



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

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

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



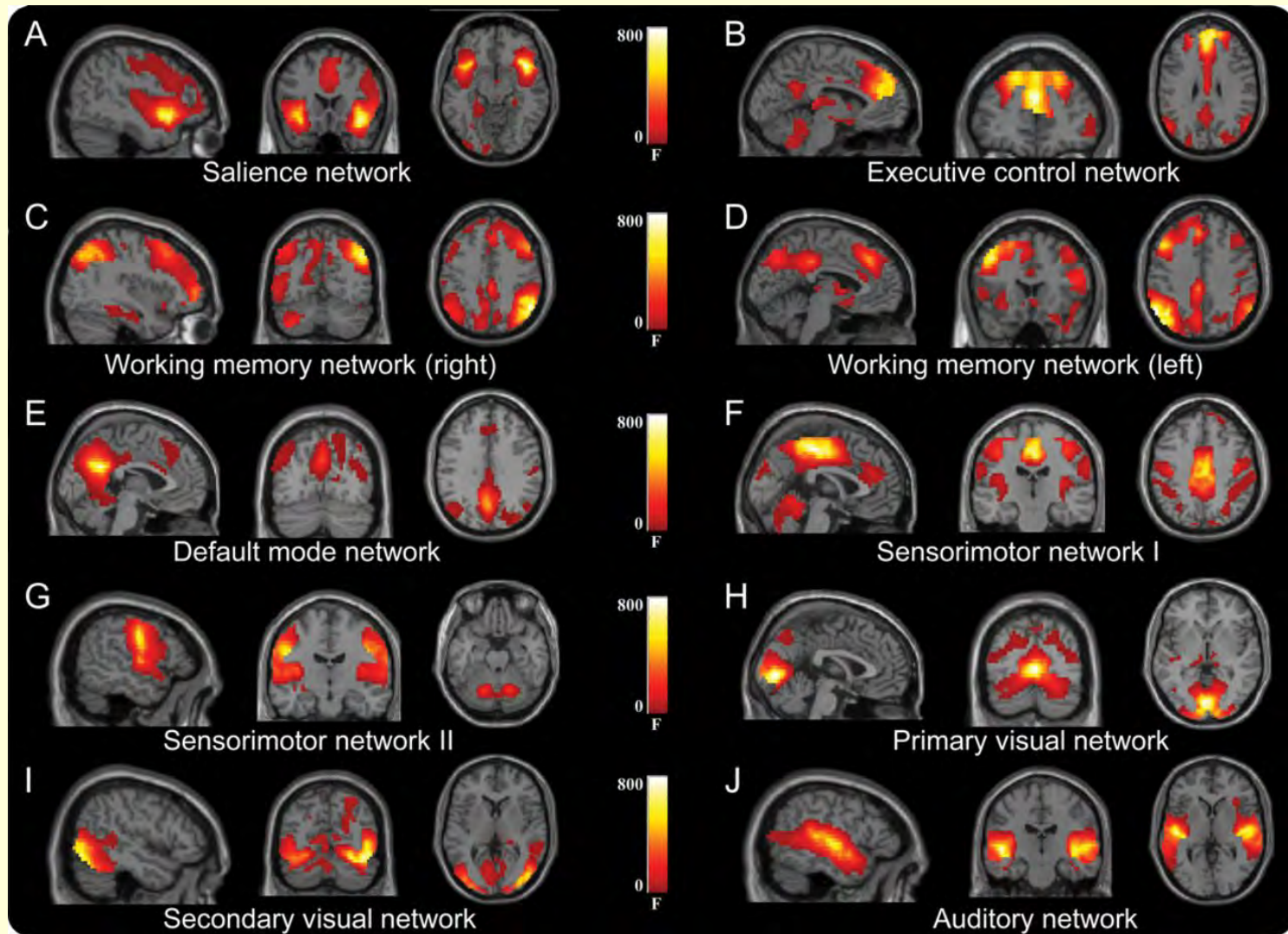
Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

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

[Parler sans aire de Broca](#)

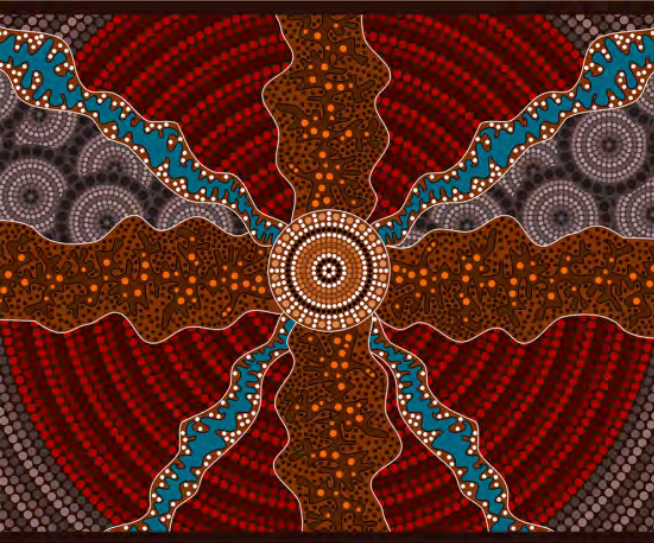
[Repenser la contribution de l'aire de Broca au langage](#)

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



AFTER PHRENOLOGY

Neural Reuse and the Interactive Brain



MICHAEL L. ANDERSON

(2014)

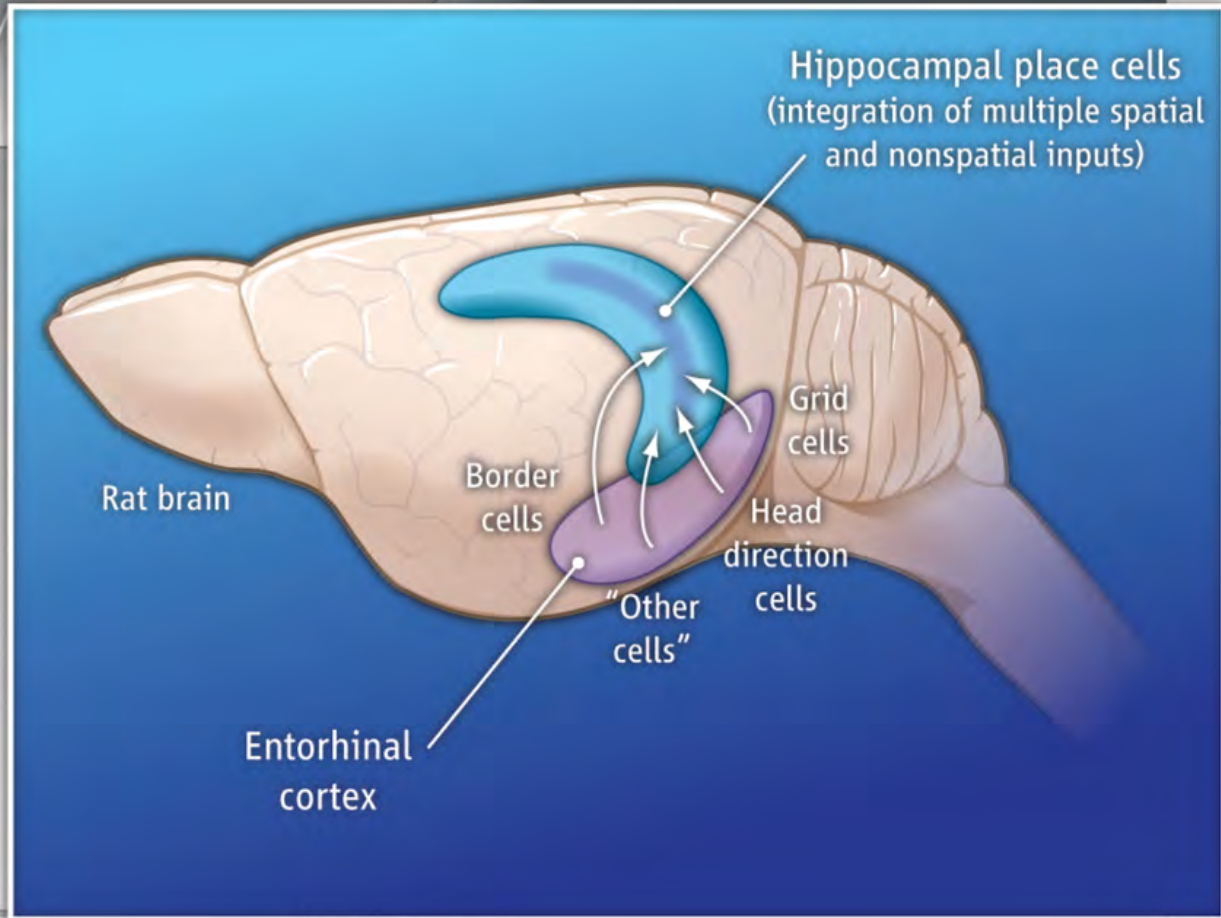
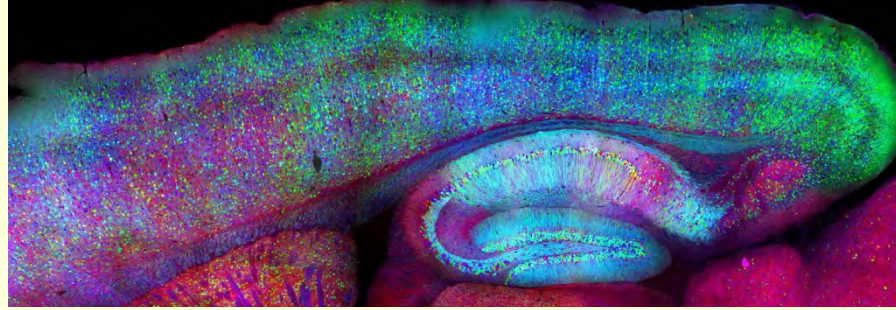
Dans son livre *After Phrenology :
Neural Reuse and the Interactive Brain*,

Michael Anderson nous propose
d'aller au-delà de la phrénologie

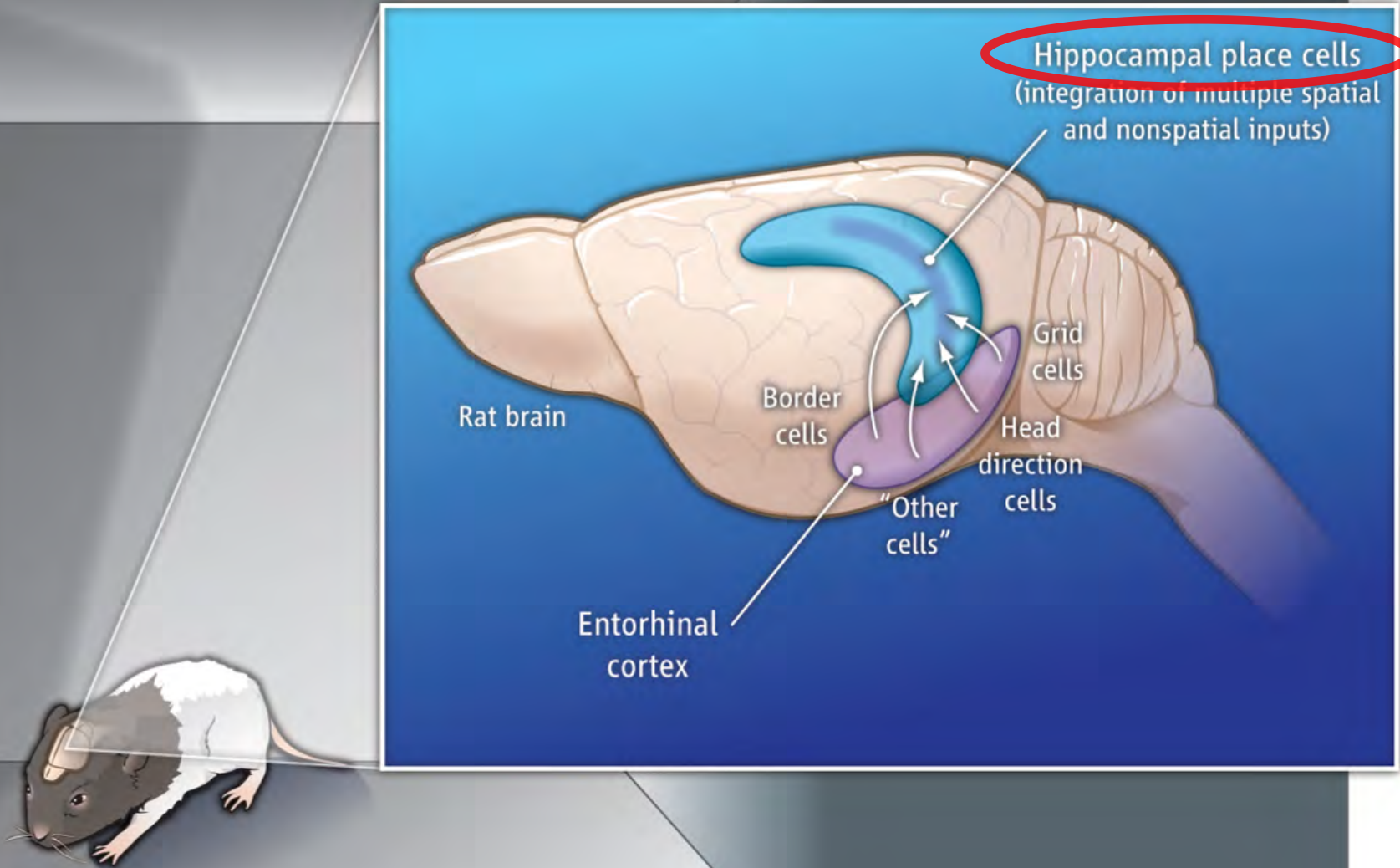
avec une approche alternative
fondée sur le concept de
« **réutilisation neuronale** »

(« neural reuse », en anglais).

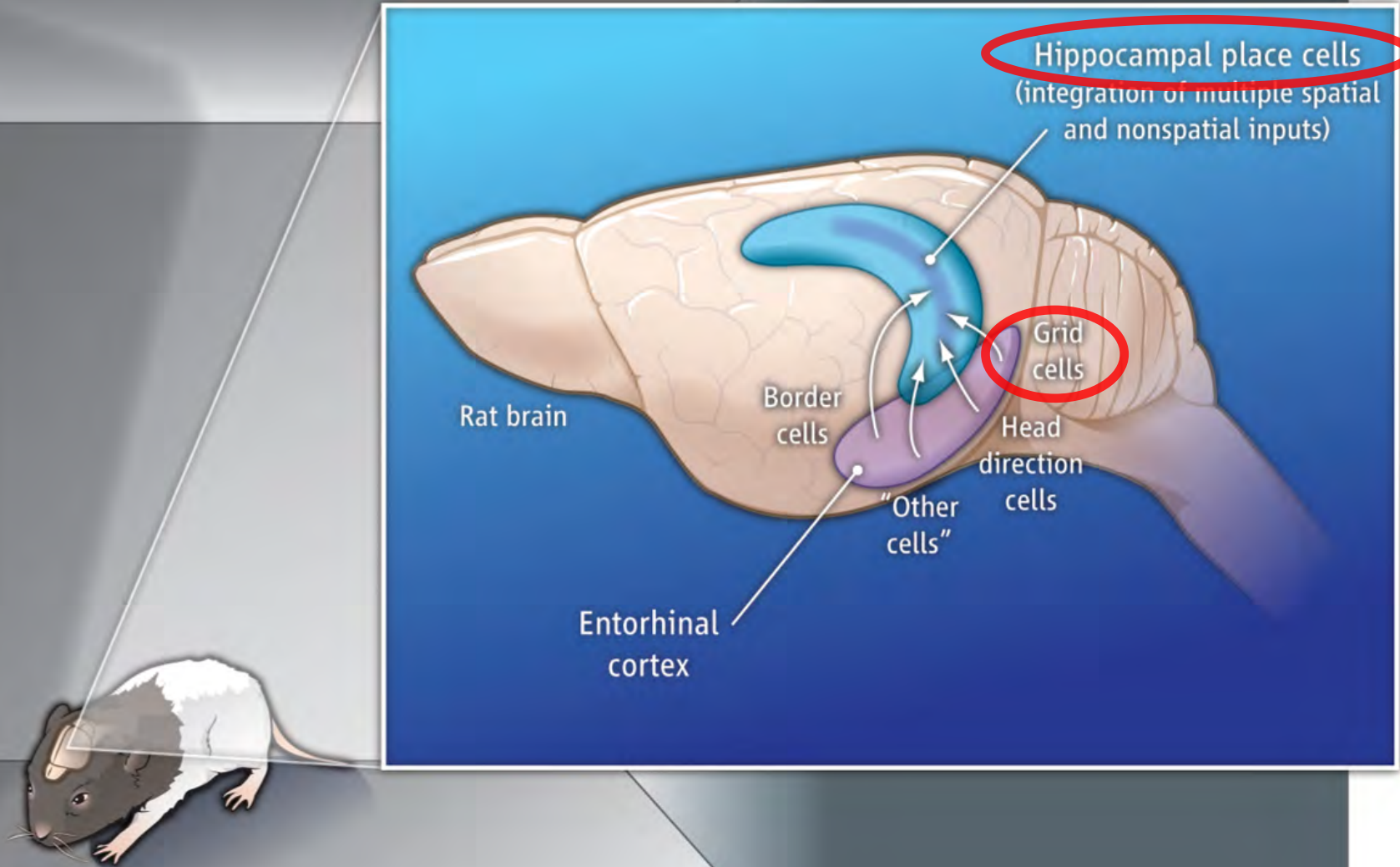


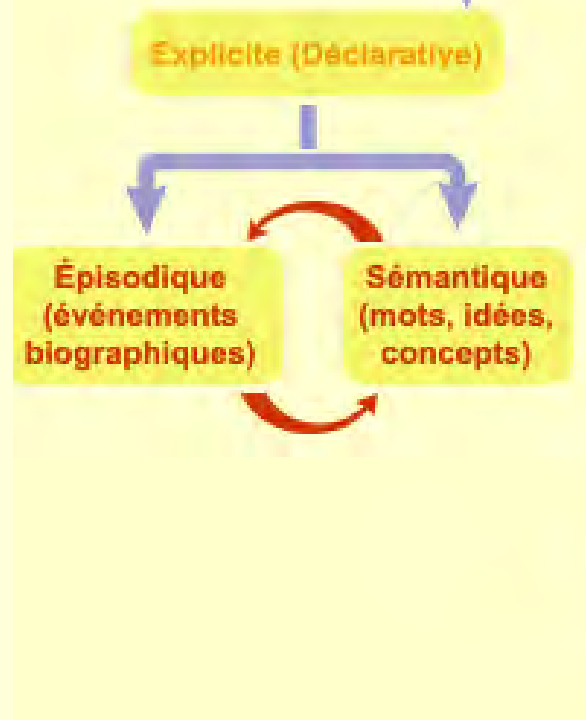
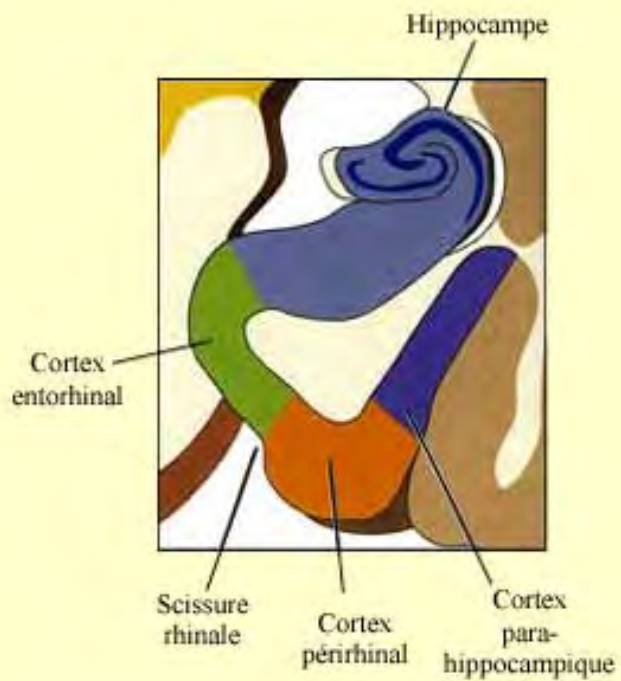
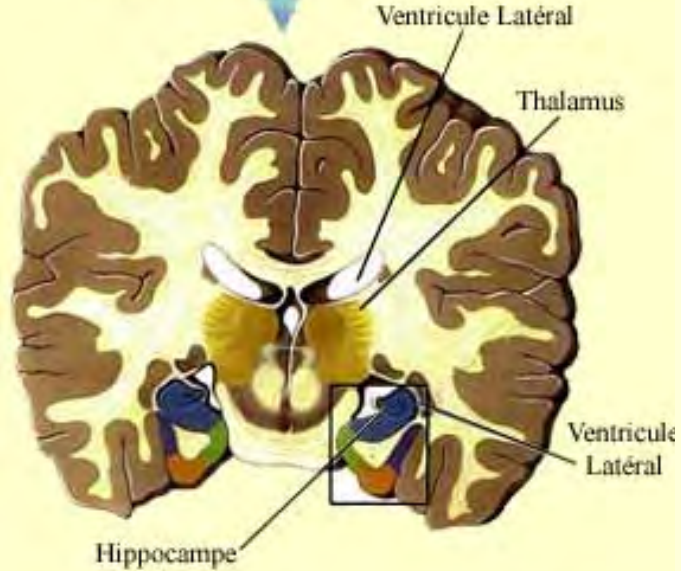


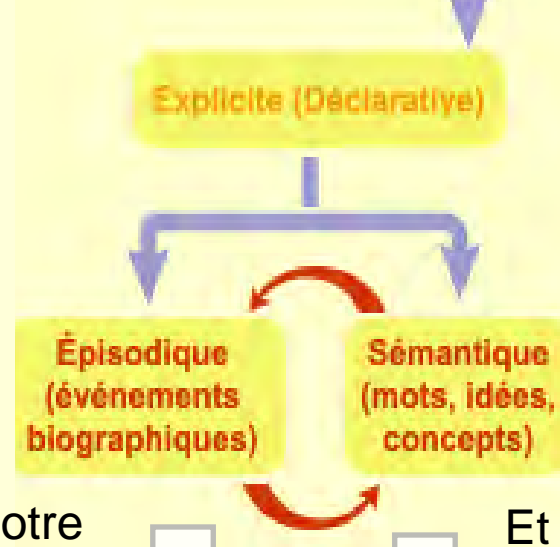
Le système de **cellules de lieu** serait impliqué de la navigation "à vue".



Le système de **cellules de grille** serait impliqué de la navigation mentale.







On pense que notre mémoire **épisodique** dériverait des capacité de parcours mental de nos cellules de gille.

Et notre mémoire **sémantique** des capacités de navigation « à vue » de nos cellules de lieu.

c Episodic memory (self-referenced)



d Semantic memory (allocentric)



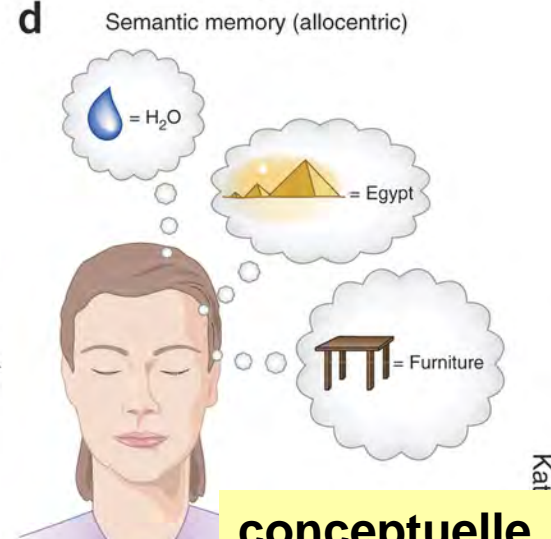
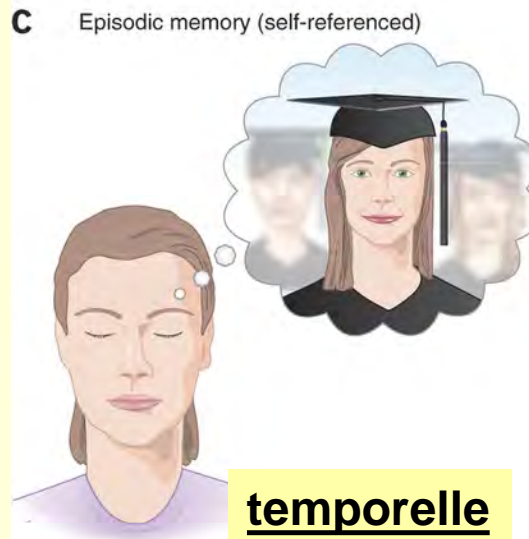
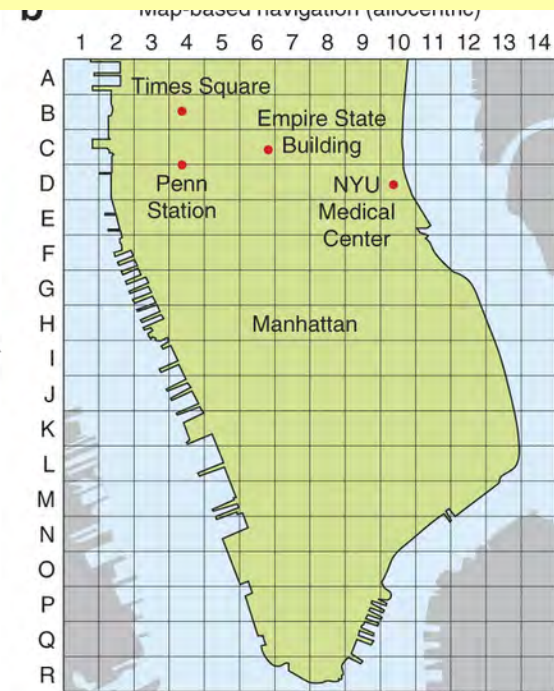
mais aussi encore spatiale :

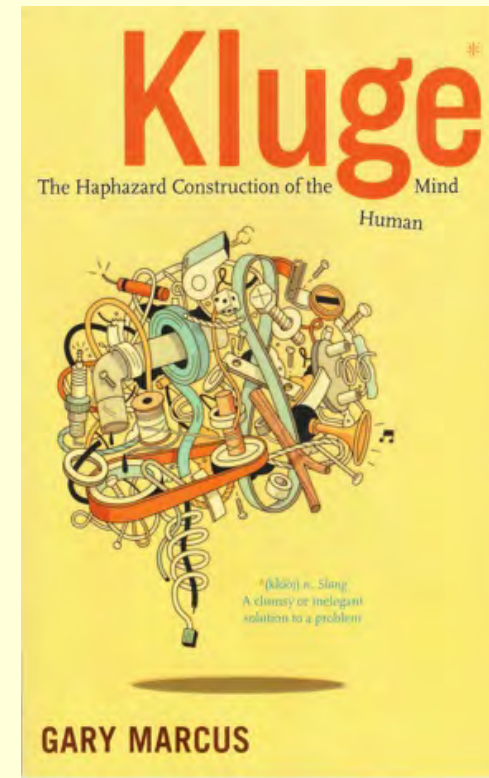
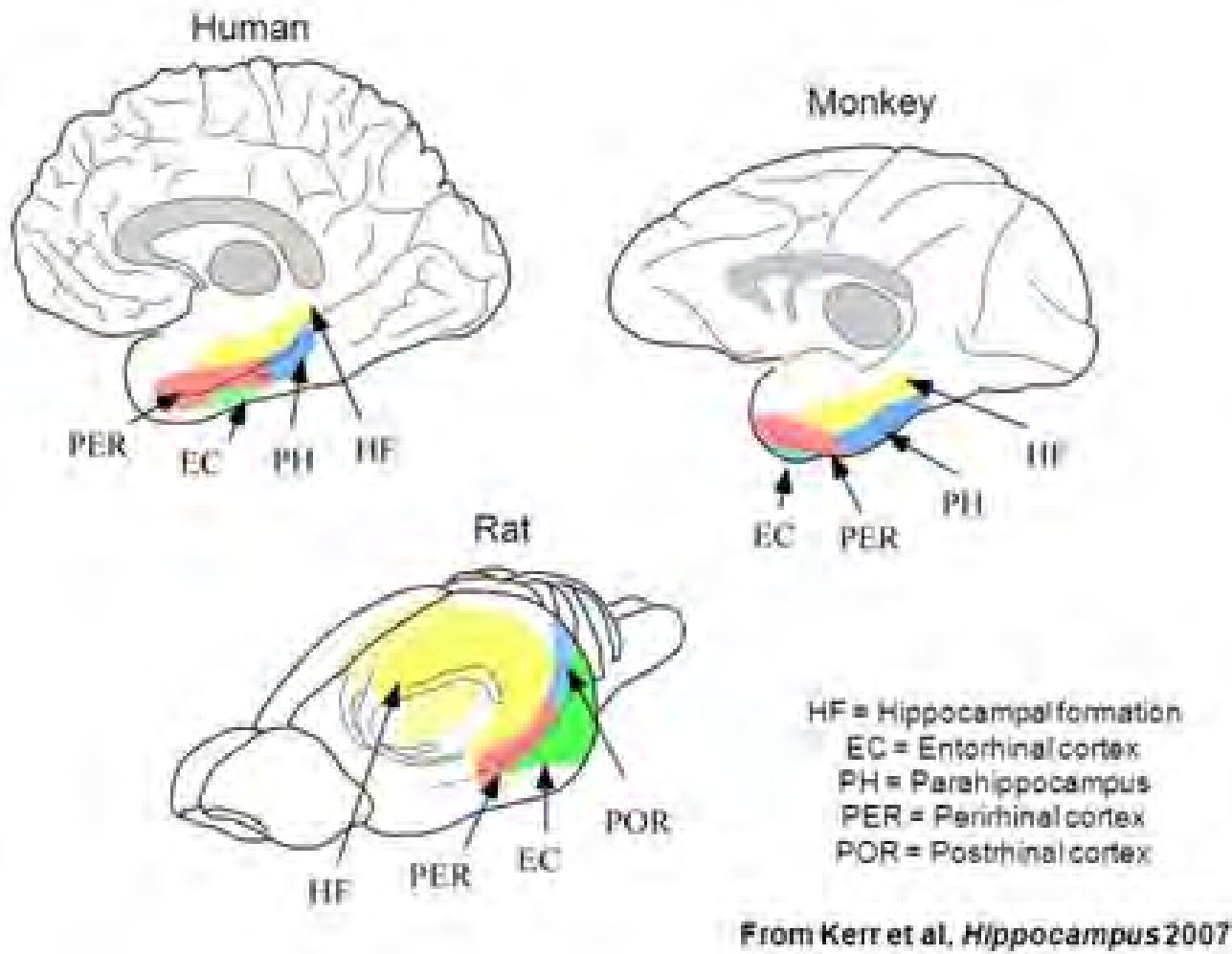
navigation mentale

+

navigation « à vue »

Chez l'humain, les mêmes réseaux de neurones supporteraient donc **différentes formes de navigation :**





C'est l'hypothèse d'une continuité phylogénétique de la navigation spatiale et de la mémoire chez les mammifères, y compris chez l'humain :

Memory, navigation and theta rhythm in the hippocampal-entorhinal system

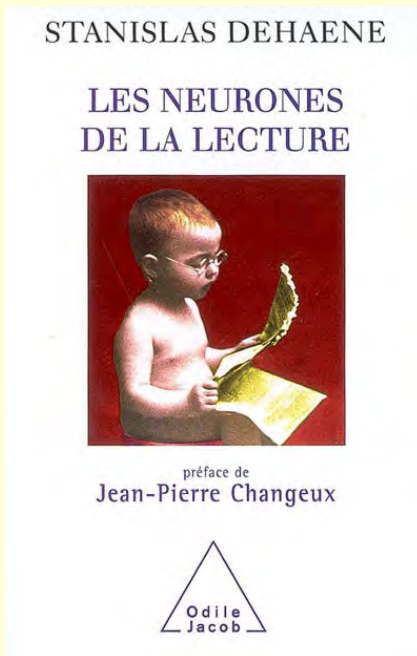
György Buzsáki & Edvard I Moser

January 2013

http://www.nature.com/neuro/journal/v16/n2/full/nn.3304.html?WT.ec_id=NEURO-201302

→ Cette idée que bien des choses en **éducation** peuvent être vues comme le « **recyclage neuronal** » de circuits anciens pour de nouveaux usages culturels se retrouve aussi chez **Stanislas Dehaene**.

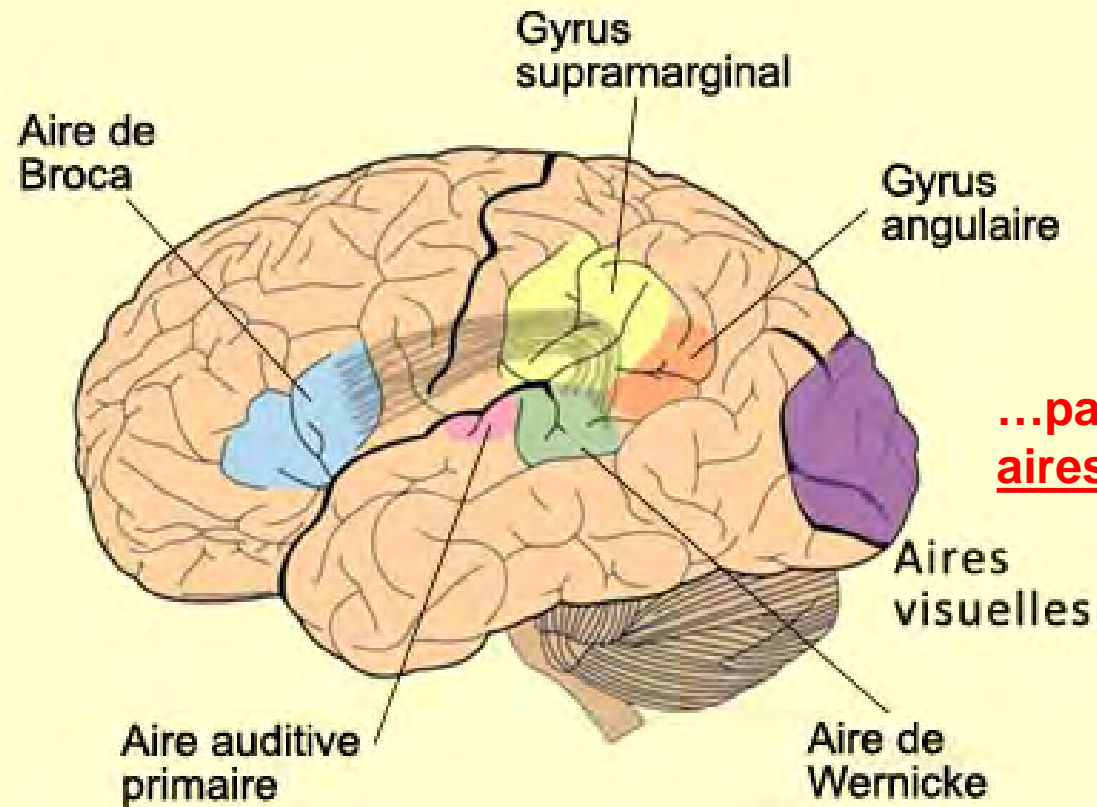
2^e exemple : **Qu'est-ce que lire pour un neurobiologiste ?**



(2007)

C'est rendre
accessibles les
aires du langage...

(« whatever
that means... »)

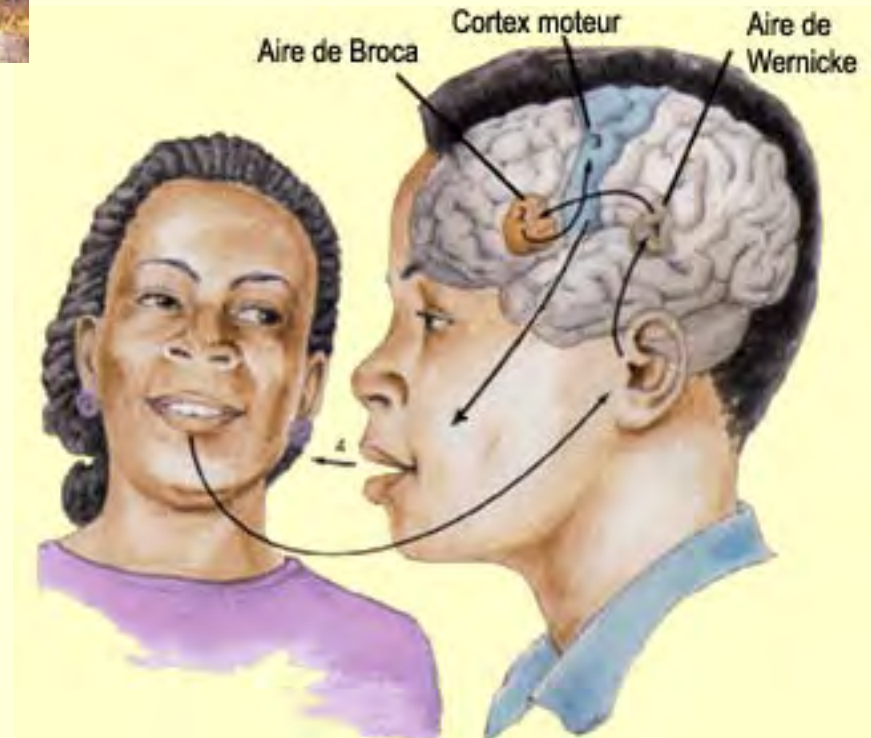


**...par les
aires visuelle !**



Car si des circuits cérébraux ont pu être **sélectionnés pour le langage oral** durant l'hominisation...

(des centaines de milliers d'années)



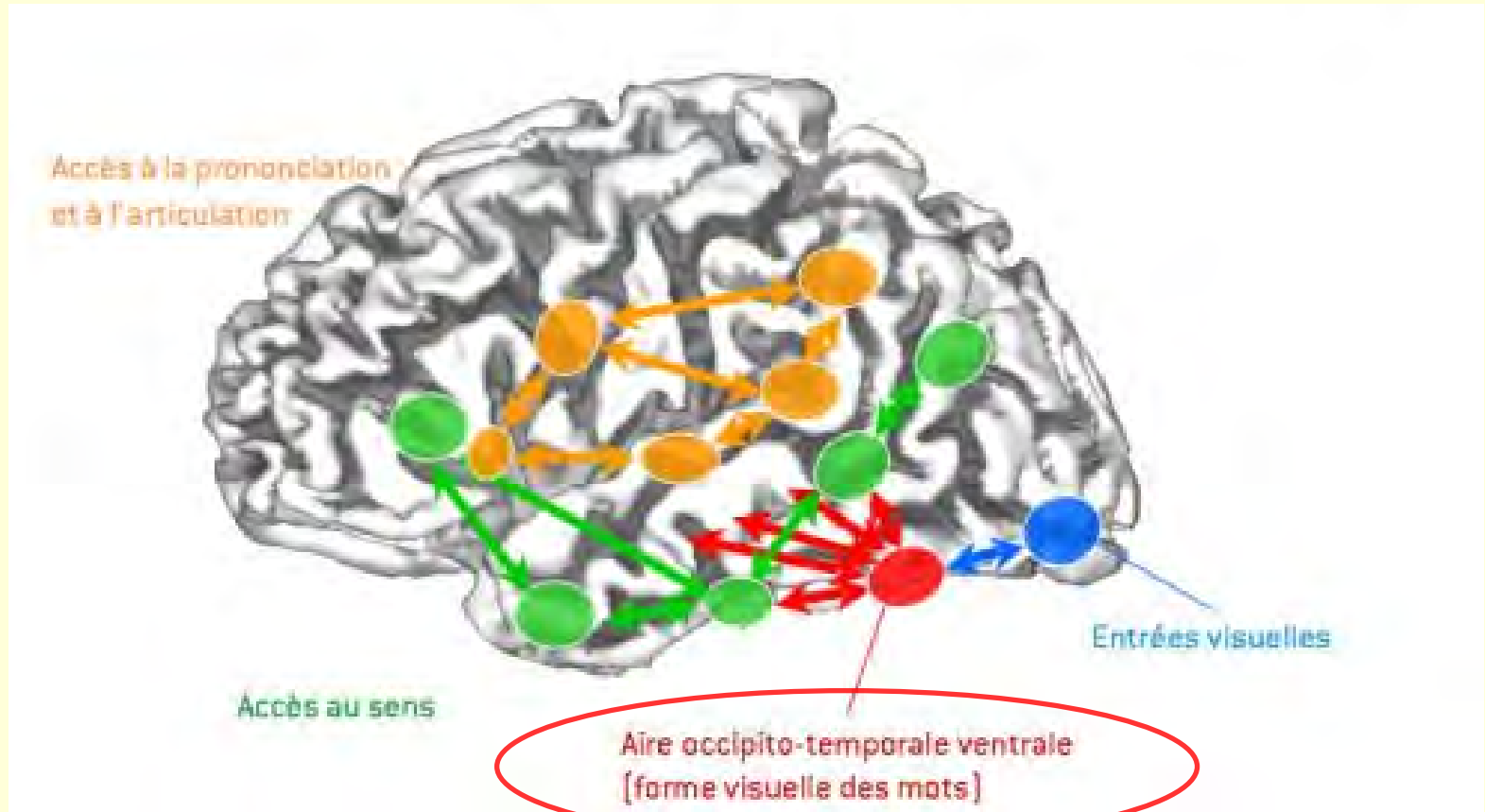


...il est difficile d'imaginer
des circuits cérébraux
sélectionnés pour l'écriture.

(quelques milliers d'années)

L'une des plus vieilles formes d'écriture :
il y a environ **5 400** ans chez les **Babyloniens.**

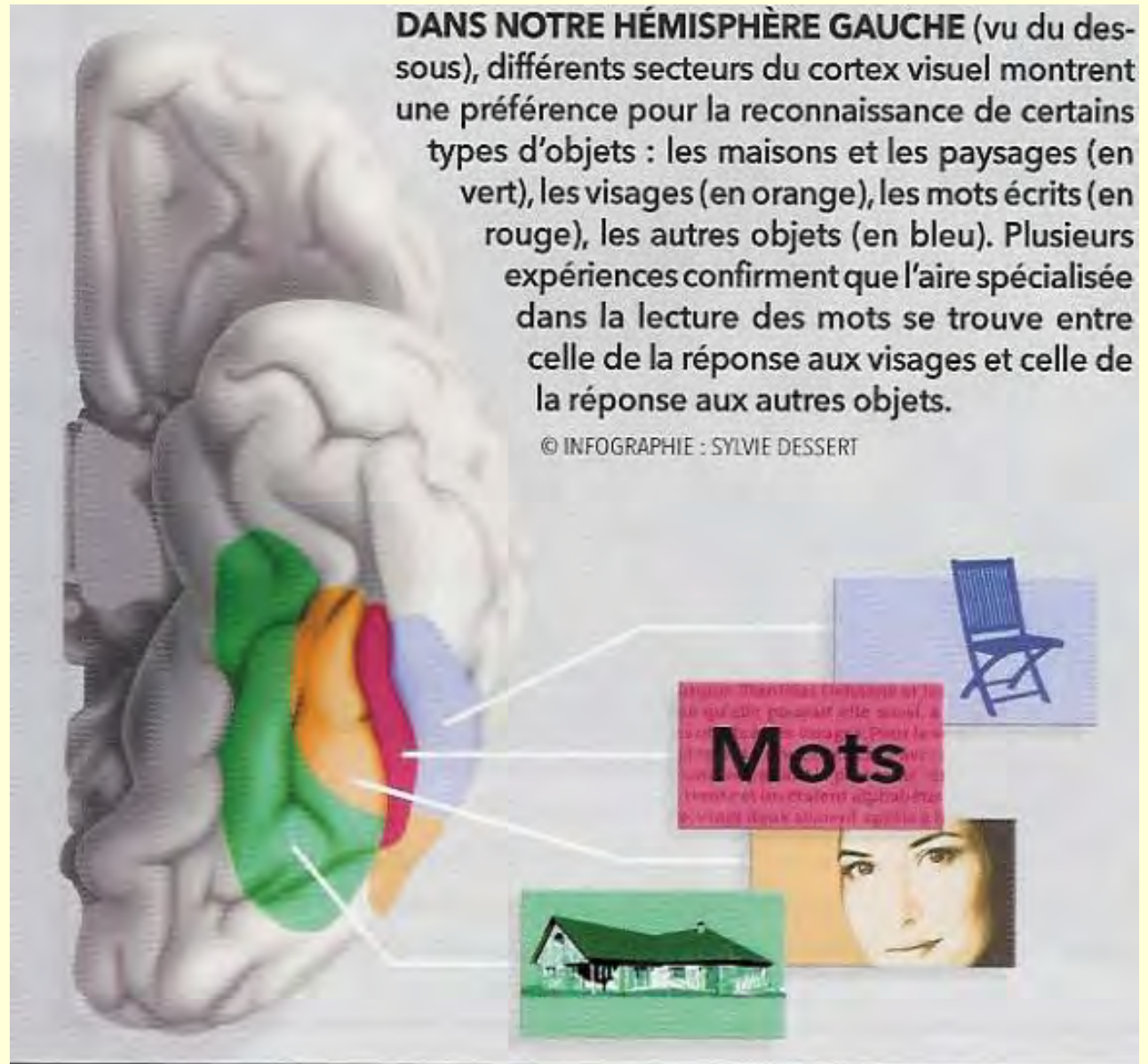
Et pourtant il y a une région, l'aire **occipito-temporale ventrale gauche**, qui s'active systématiquement lorsqu'une personne lit.



Cette région qui répond spécifiquement aux **mots écrits** se situe au milieu d'une mosaïque d'aires de

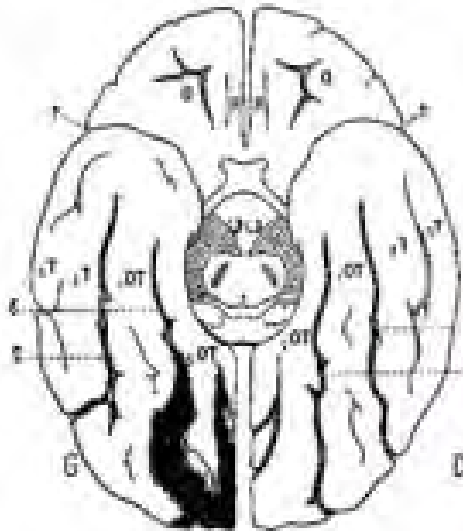
la voie ventrale de la vision dans le

cortex ventral occipito-temporal gauche.

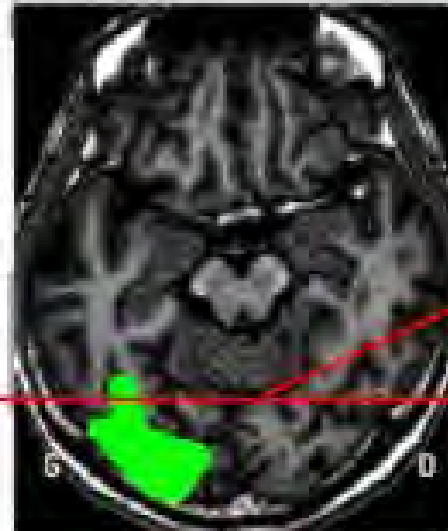


La lésion de cette région entraîne une « **alexie pure** »

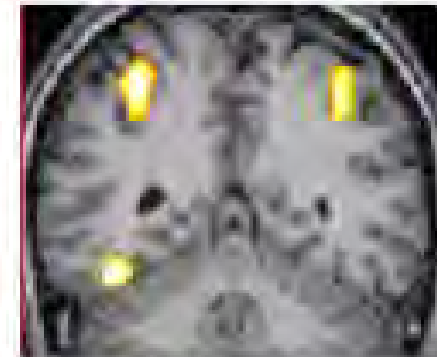
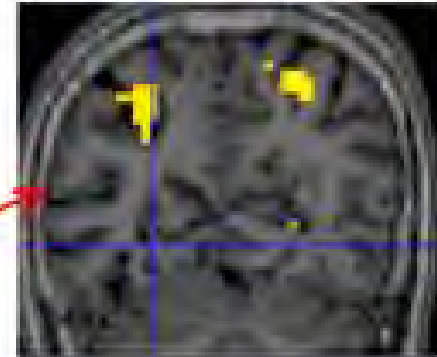
Déjerine, 1892



Cohen et al, 2002



Lecture chez le patient



Sujet normal

Alexie pure : incapacité à lire.

Et pas d'autres problèmes apparents :
la personne reconnaît les visages,
comprend, parle, et même écrit.

Mais quelques secondes après ne peut pas se relire !

Mais comment peut-on avoir une région qui semble extrêmement sensible pour une chose **pour laquelle nous n'avons pas eu le temps d'évoluer ?**

L'hypothèse de Dehaene et ses collègues est que nous avons **recyclé** cette région qui s'est probablement d'abord mise en place pour jouer un rôle plus ancien et fondamental qui est la **reconnaissance visuelle des formes**,

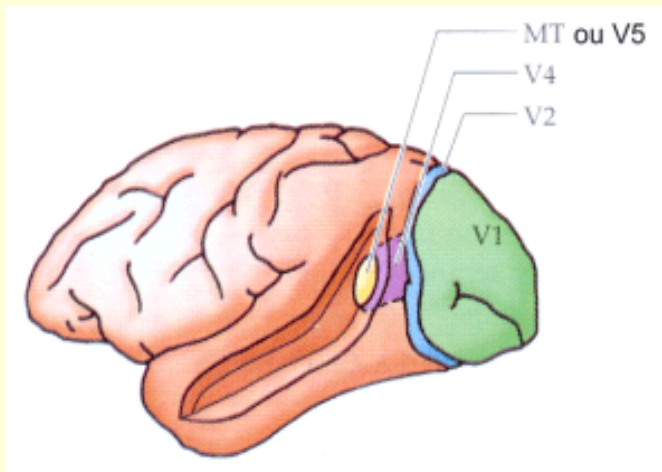
pour l'adapter à la reconnaissance des formes **des lettres des systèmes d'écriture**.



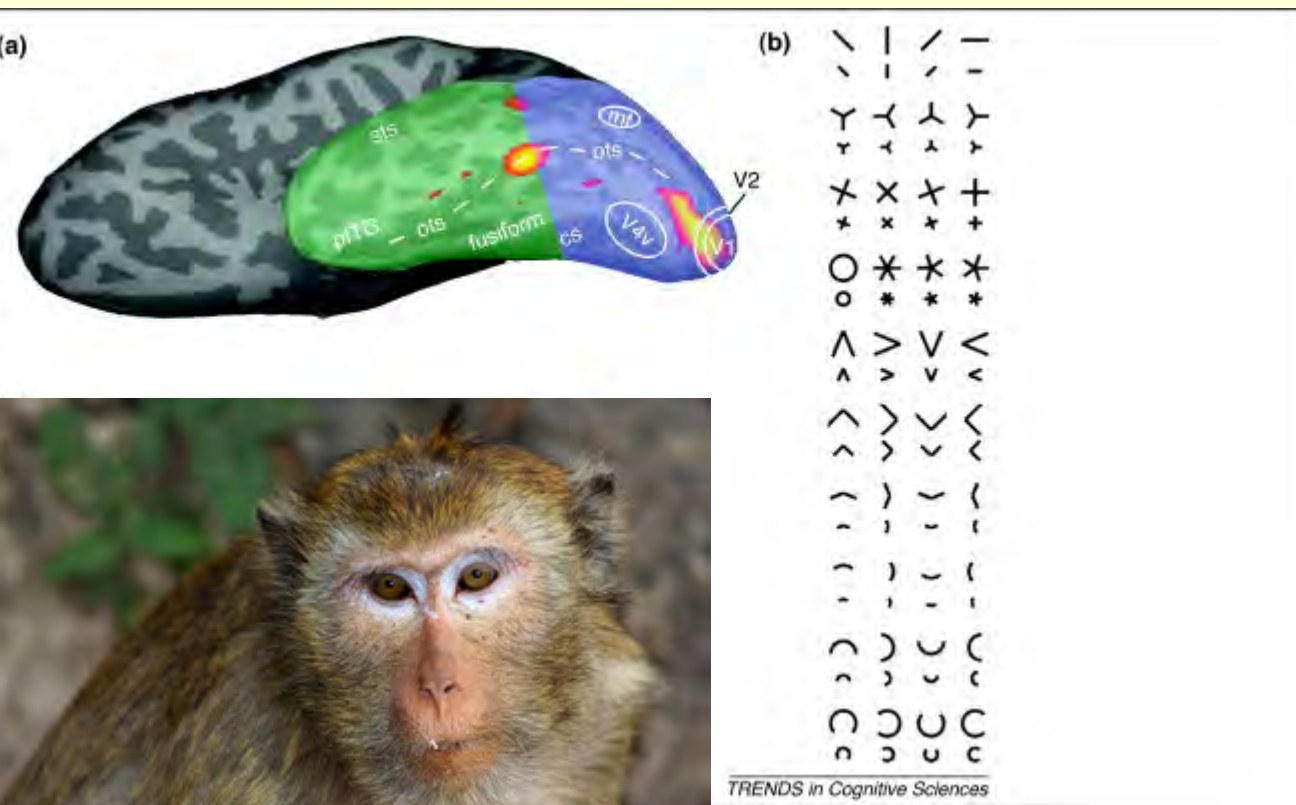
Chez le singe macaque :



- Similitudes entre des aires visuelles, dont la **présence de l'aire occipito-temporale ventrale**
- Répond en fait à **certaines propriétés de ces objets**, comme des formes simples de lignes qui se croisent.



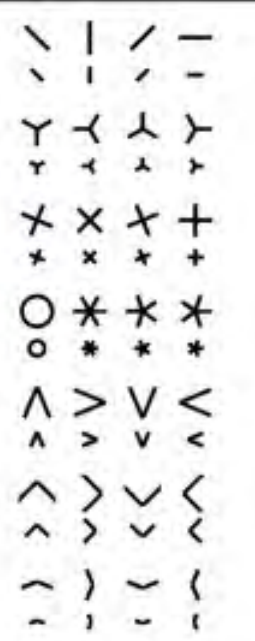
Or, plusieurs de ces formes simples ressemblent à nos lettres, pourrait être des lettres...



Il y a donc déjà, dans le cerveau du singe, des neurones répondant à un véritable alphabet de ces formes simples qui l'aident à percevoir les objets multiformes présents dans la nature.

Ces formes simples sont très utiles pour reconnaître des propriétés qu'on appelle **non accidentelles** ou **invariantes** des objets.





Notre région **occipito-temporale ventrale**, qui était donc déjà présente chez nos cousins primates, va nous permettre de reconnaître les arrêtes et les jonctions des lettres de nos alphabets,

comme elle permettait déjà la reconnaissance de ces arrêtes et de ces jonctions pour les objets naturels.

D'où l'idée **ce n'est pas notre cerveau qui a évolué pour lire** (il n'a pas eu le temps), mais que c'est nous qui, culturellement, avons **favorisé certaines formes arbitraires dans nos alphabet**.

Le **recyclage neuronal** est donc rendu possible par des systèmes d'écriture qui prennent parti de notre facilité à détecter ces formes particulières fréquentes dans la nature.

English	Theban	Malachin
A	𐤀	𐤀
B	𐤁	𐤁
C	𐤂	𐤂
D	𐤃	𐤃
E	𐤄	𐤄
F	𐤅	𐤅
G	𐤆	𐤆
H	𐤇	𐤇
I	𐤈	𐤈
J	𐤉	𐤉
K	𐤊	𐤊
L	𐤋	𐤋
M	𐤌	𐤌
N	𐤍	𐤍
O	𐤎	𐤎
P	𐤏	𐤏
Q	𐤐	𐤐
R	𐤑	𐤑
S	𐤒	𐤒
T	𐤓	𐤓
U	𐤔	𐤔
V	𐤕	𐤕
W	𐤖	𐤖
X	𐤗	𐤗
Y	𐤘	𐤘
Z	𐤙	𐤙



Mais comme tout recyclage, celui de l'aire occipito-temporale ventrale gauche n'est pas parfait.

Et il peut aussi être à l'origine de certaines **limitations** de la nouvelle fonction (ici la lecture).

Et cette propriété, Dehaene pense que c'est **la symétrie gauche droite**.

La symétrie gauche droite.



Même si des images sont « flippées » horizontalement (et donc n'offre pas du tout la même image sur la rétine), notre système visuel reconnaît immédiatement qu'il s'agit de la même image.

Cette propriété de notre système visuel **facilite la reconnaissance des objets indépendamment de leur orientation.**

Mais pour la lecture, **cela devient une propriété tout à fait indésirable** dans la mesure où l'on doit par exemple apprendre à faire la distinction entre un « d » et un « b ».

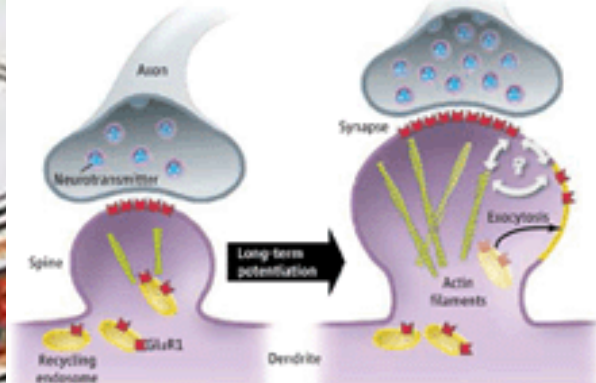
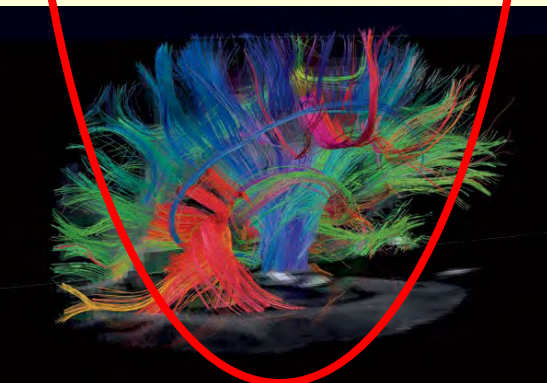
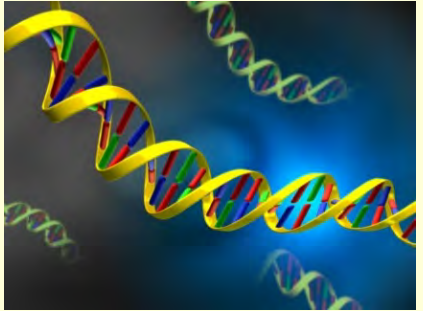
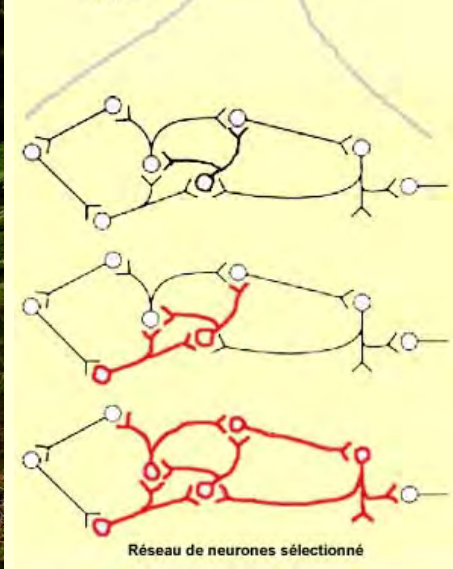
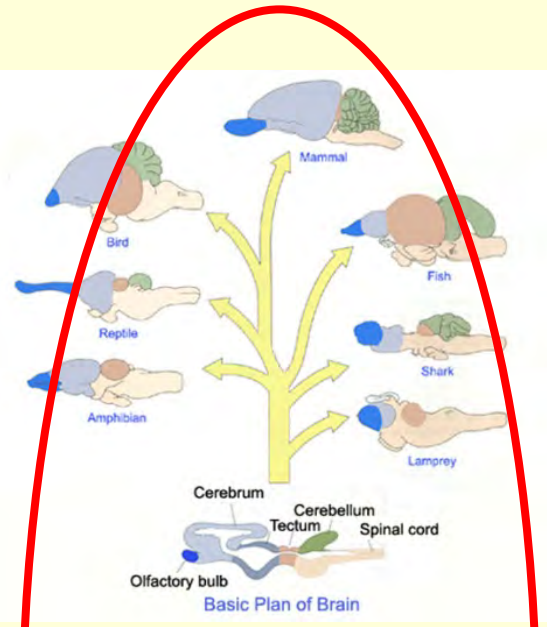


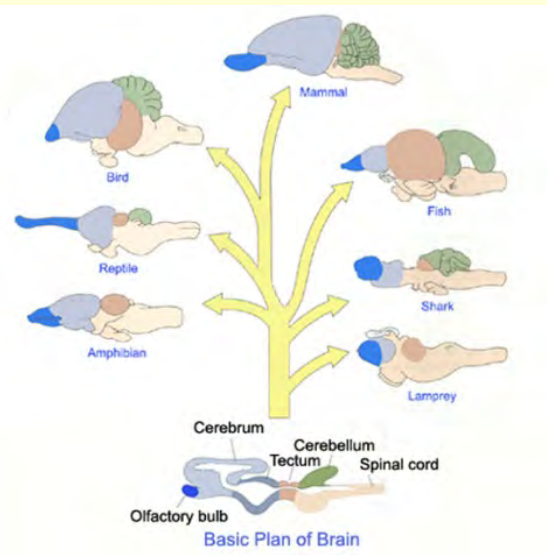
Par conséquent,

Quand un enfant commence à apprendre à lire, pour son système visuel, **le « p » et le « q », c'est exactement le même objet !**

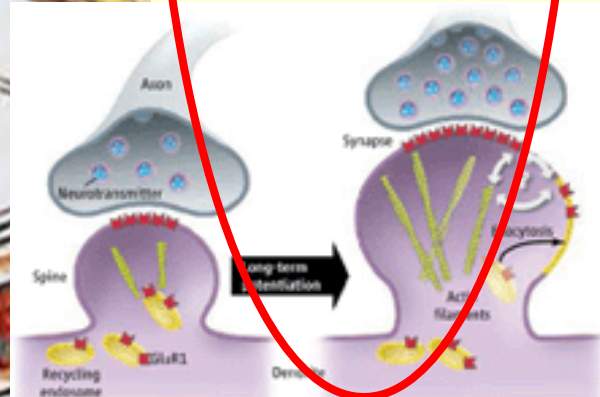
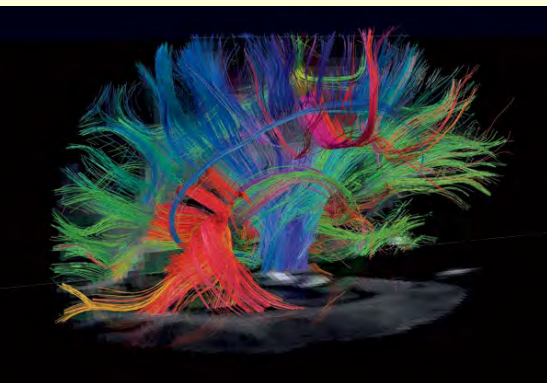
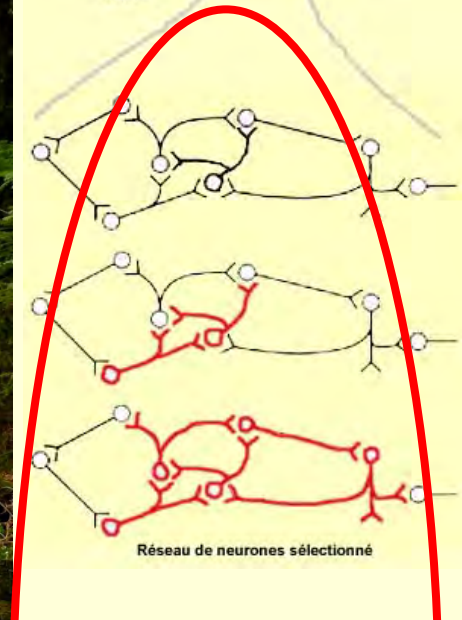
D'où les difficultés à les associer à des sons différents.

Il faudra donc aux enfants **aller à l'encontre** des propriétés naturelles de **cette aire visuelle** et **modifier ses circuits pour apprendre** que ces lettres symétriques ne sont pas les mêmes...



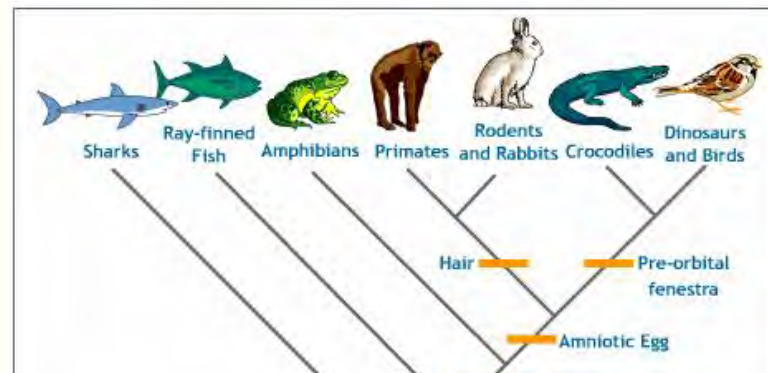
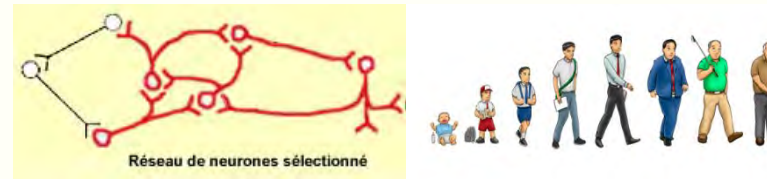
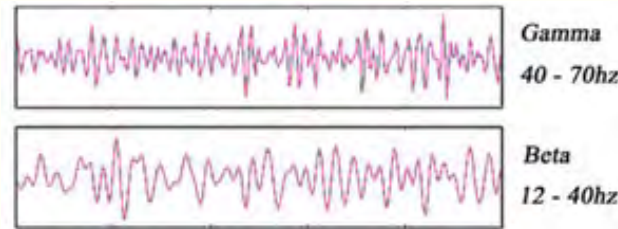
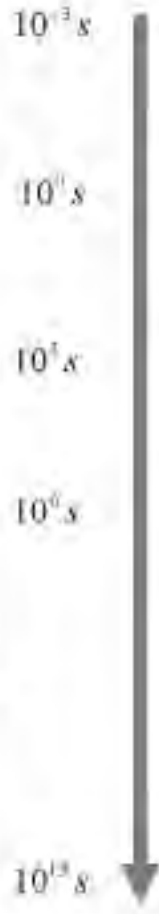
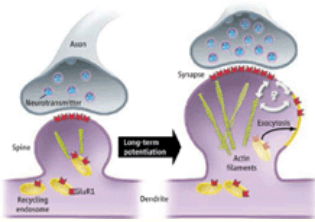
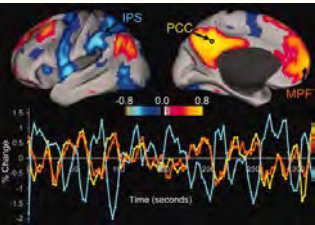


En fait, il y a au moins 3 ou 4 autres échelles de temps où se déploient des processus dynamiques dans le cerveau...



Échelle de temps :

Processus dynamiques :



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

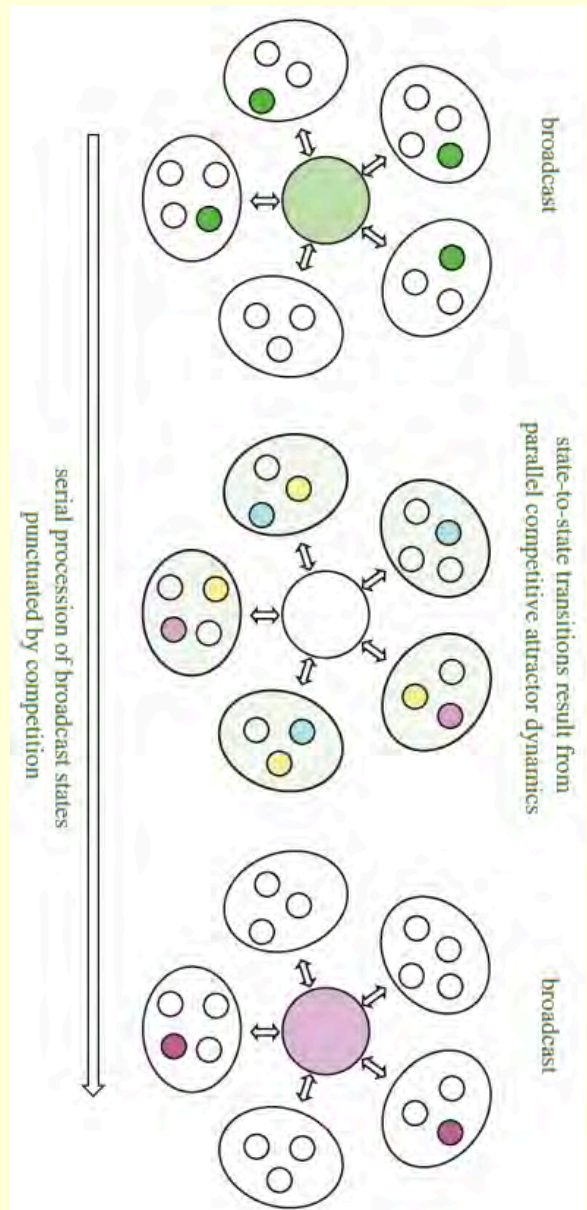
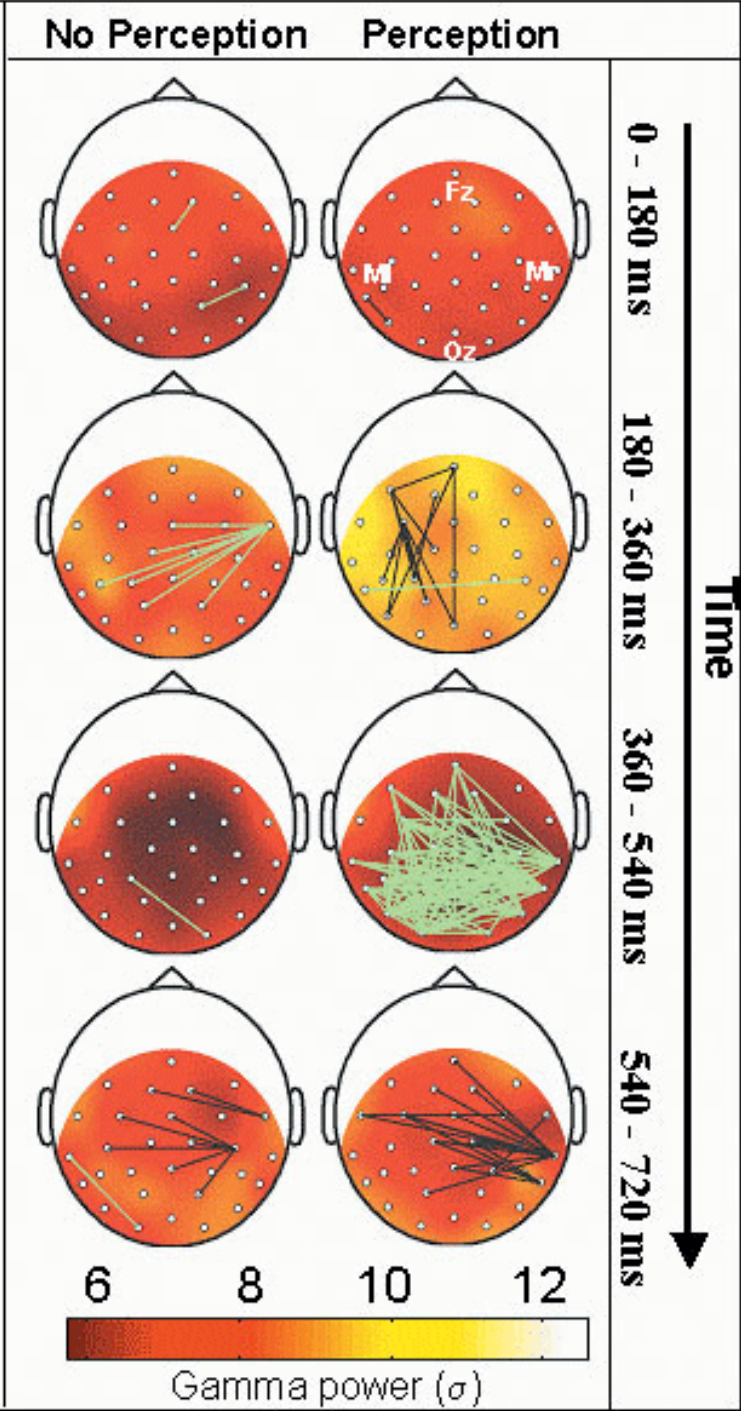
Développement du système nerveux par des mécanismes épigénétiques (2 sens)

Évolution biologique qui façonne les plans généraux du système nerveux



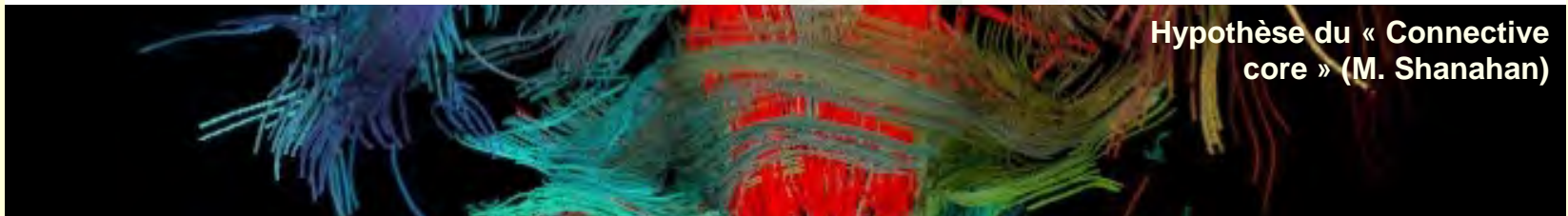
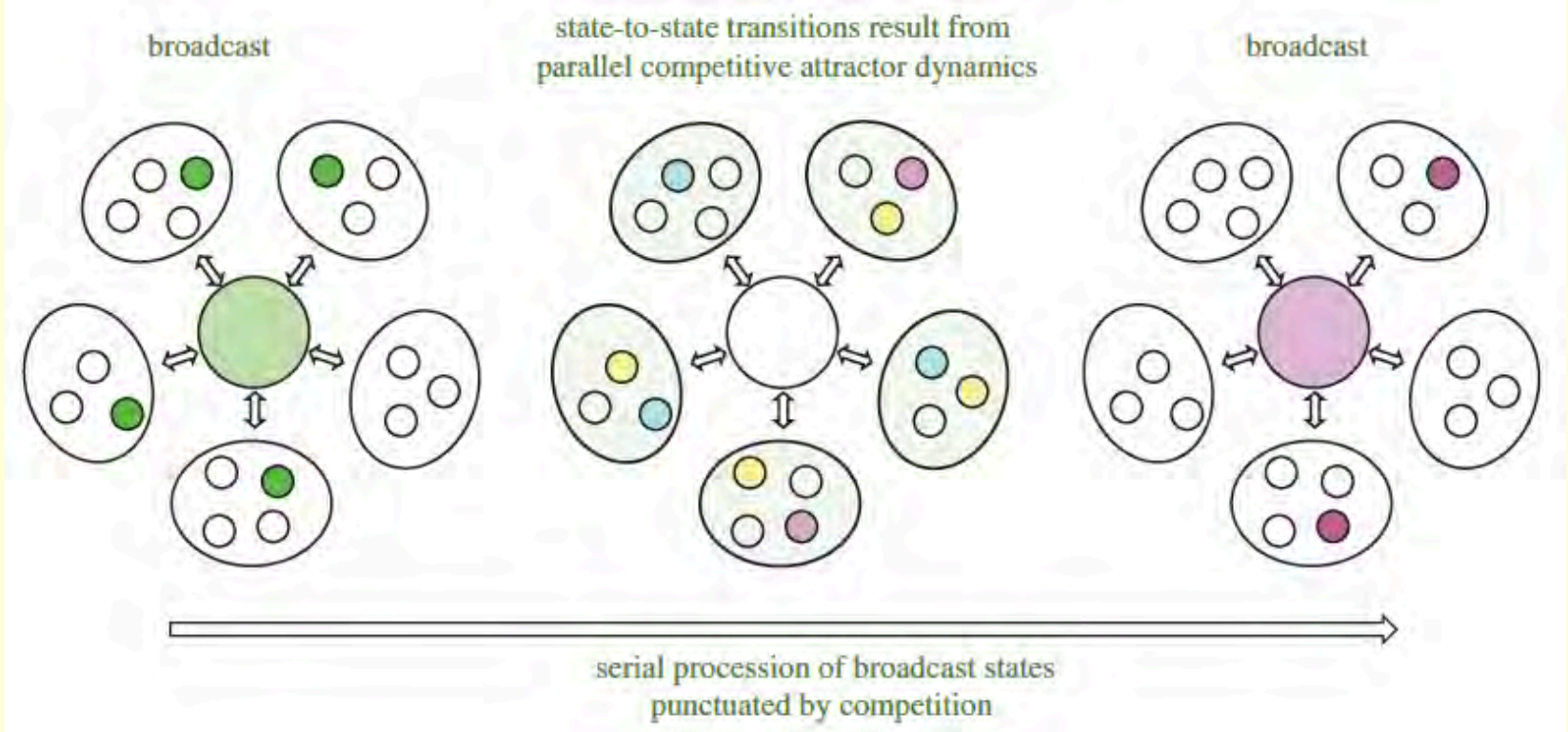
'Mooney' faces

Significant phase locking
 Significant phase scattering
 (from Rodriguez *et al*, 1999).



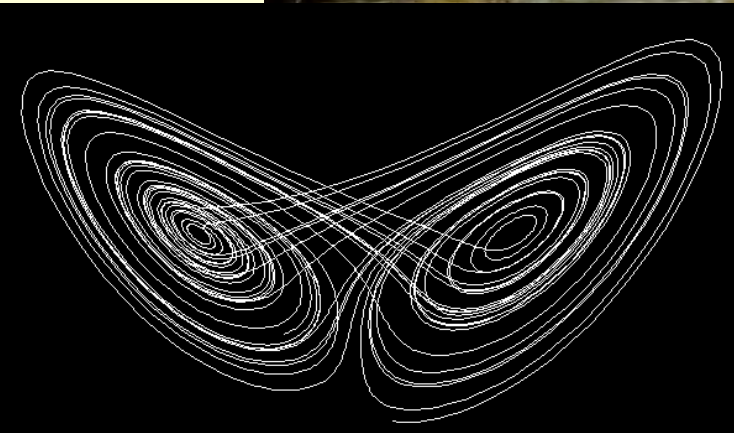
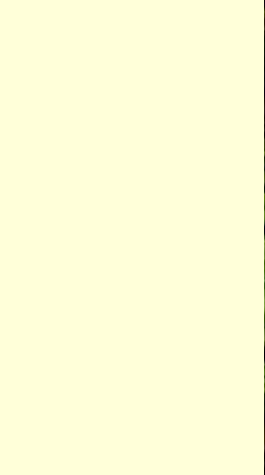


Le cerveau est anatomiquement « surconnecté ».

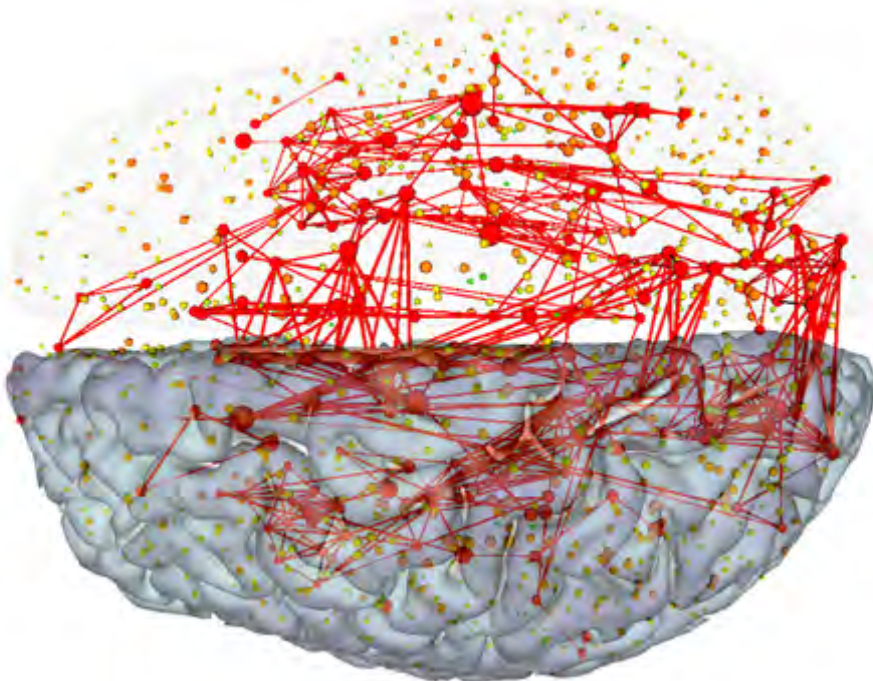
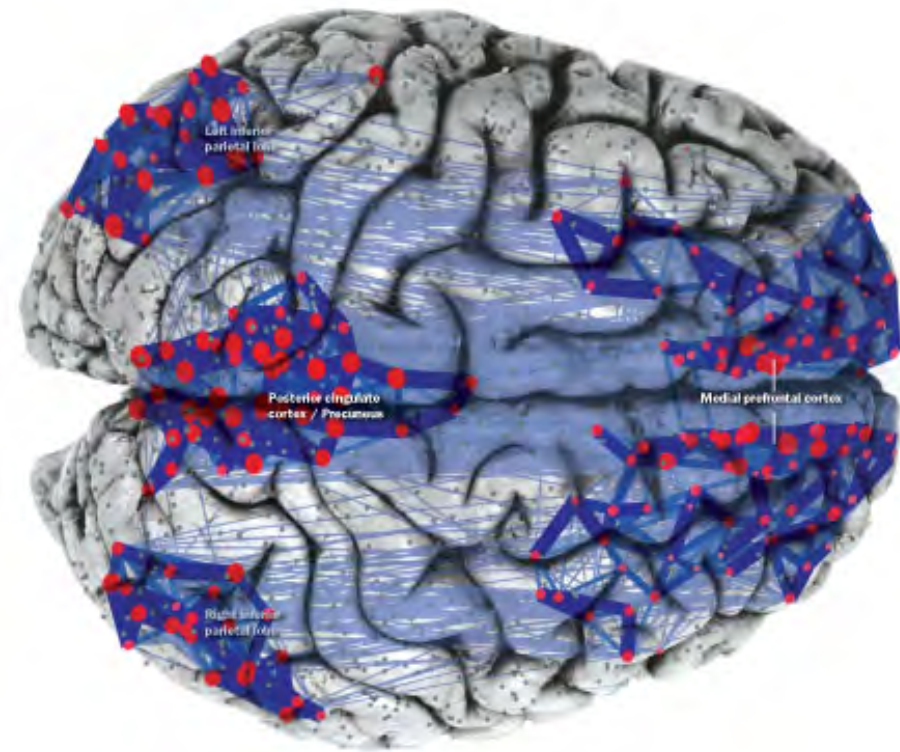


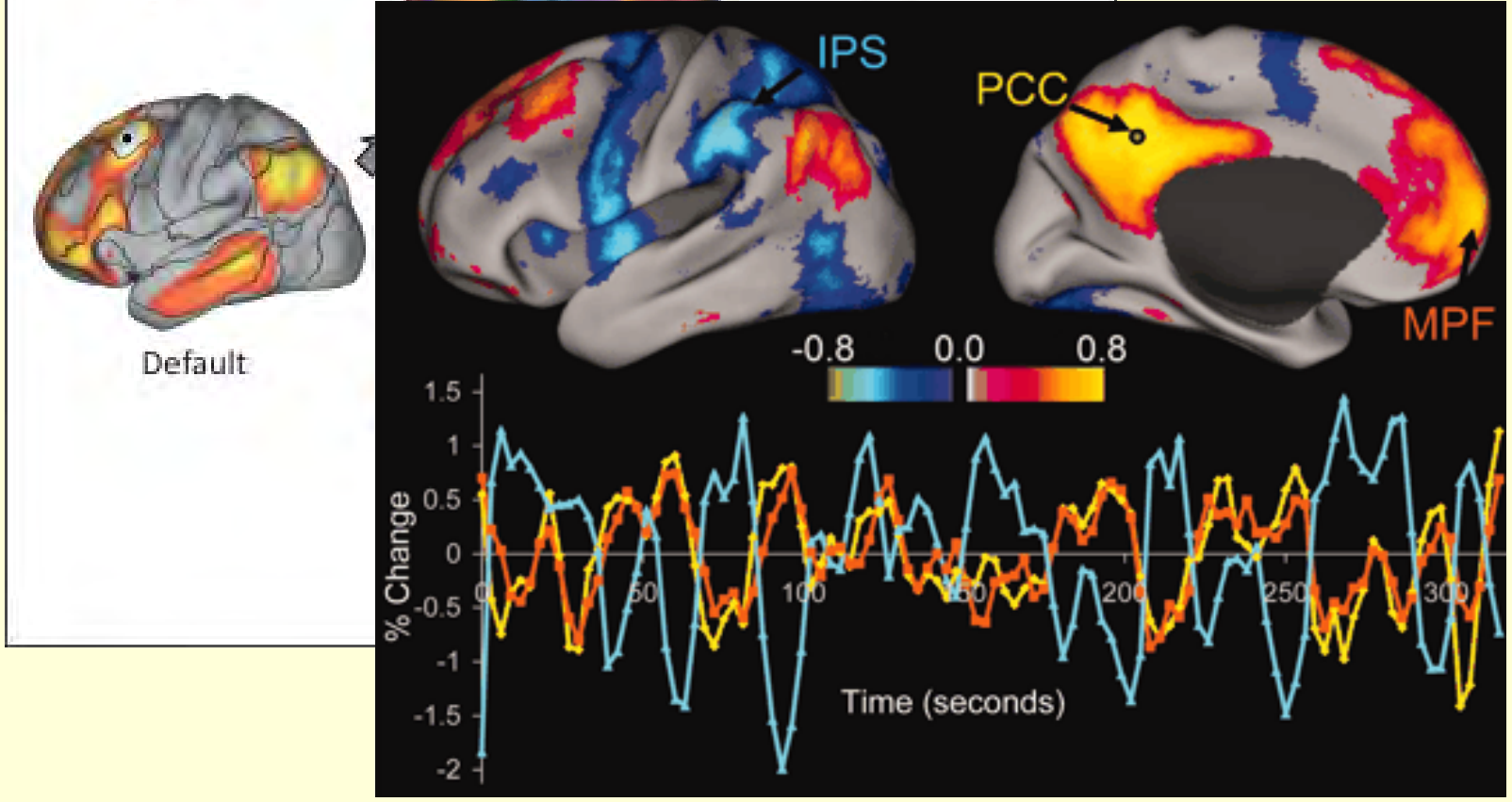
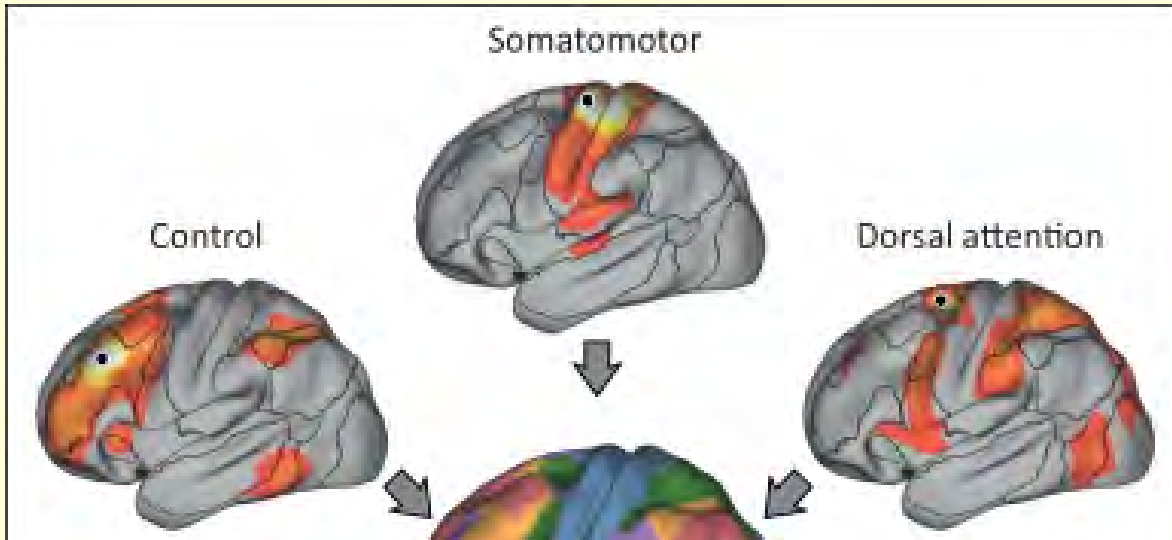
Hypothèse du « Connective core » (M. Shanahan)

Il doit trouver une façon de mettre en relation (de « **synchroniser** » ?) les meilleures « **coalitions neuronales** » pour faire face à une situation.

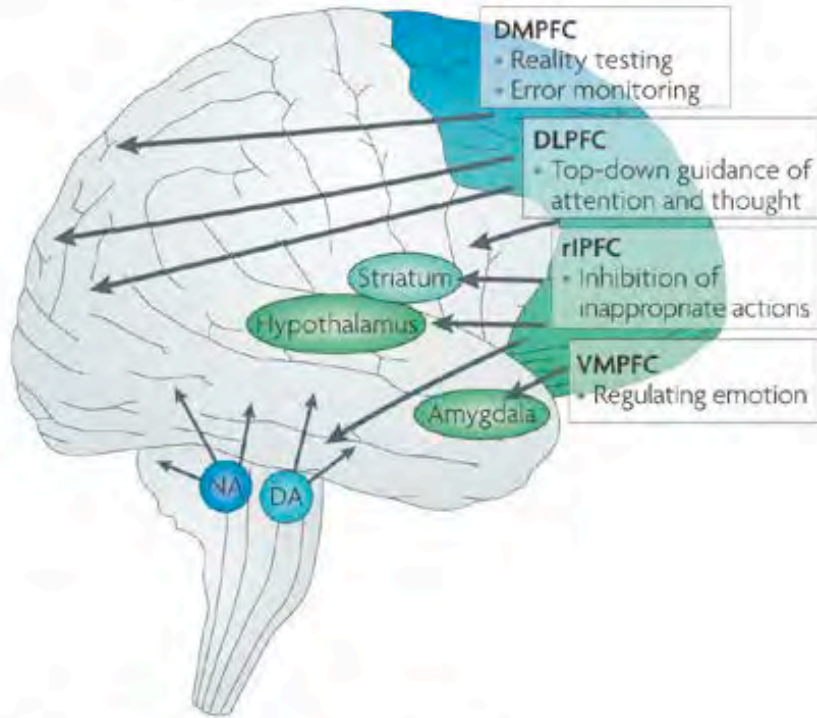


Il y a donc constamment, à tout moment, la formation de **coalitions neuronales transitoires** à l'échelle du cerveau entier !





a Prefrontal regulation during alert, non-stress conditions



Le contrôle
inhibiteur



C'est le genre de chose
qui va nous intéresser
dans la suite de
l'exposé...

Le test du Chamallow

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

Plan :

Intro

Les sciences cognitives axées sur l'enseignement des sciences et des mathématiques au collégial

Une petite mise
au point avant
de commencer...

Plan :

Intro

Les sciences cognitives axées sur l'enseignement des sciences et des mathématiques au collégial

→ Les sciences cognitives (et la « neuro-éducation ») ne veulent pas remplacer la pédagogie.

→ Mais elles ont accumulé tellement de résultats sur le fonctionnement du cerveau que ne pas en tenir compte serait se priver de savoirs pertinents.

Par exemple : une étude récemment publiée a montré que lorsque nous calculons mentalement combien font $12 + 3$, le cerveau réagit de la même façon que s'il visualisait le passage de 12 à 15 sur une règle graduée.

Pour le cerveau, le calcul mental s'apparenterait, dans une certaine mesure, à un **déplacement spatial**.

Ce qui plaide pour l'utilisation dans les classes des supports pédagogiques mettant en évidence ce lien: **bouliers, règles, dessins, jeux et logiciels éducatifs** parce que c'est comme cela que le cerveau traite les quantités !

Plan :

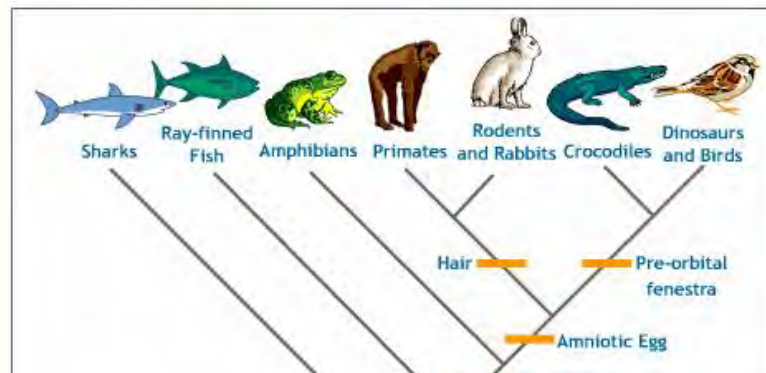
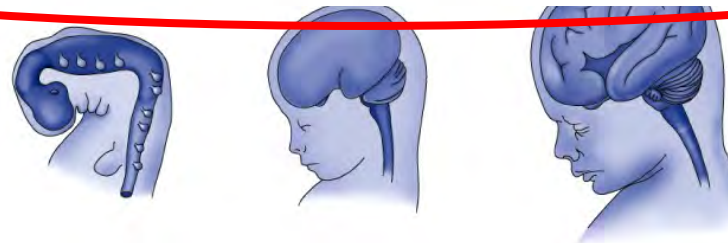
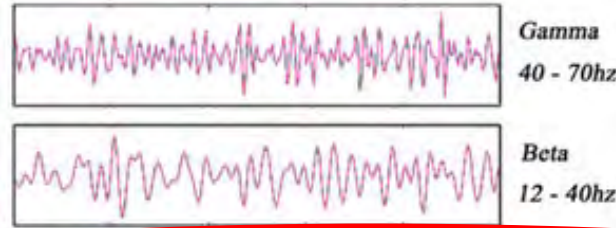
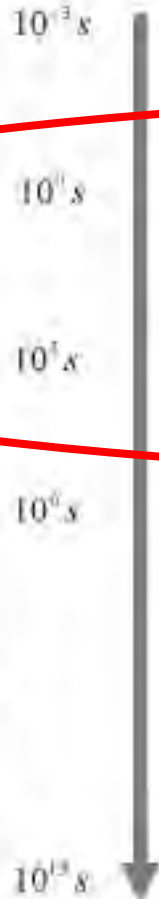
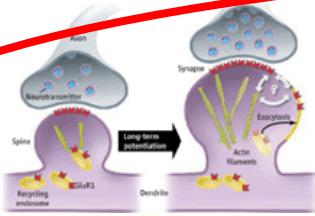
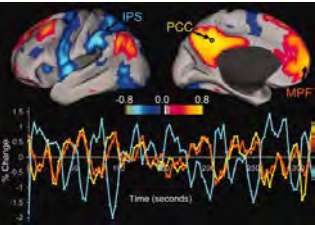
Intro

Les sciences cognitives axées sur l'enseignement des sciences et des mathématiques au collégial

- La plasticité et l'engramme mnésique (mémoire comme reconstruction)
- Les facteurs qui influencent l'apprentissage et la mémoire :
 - l'attention
 - la mémoire de travail
 - le contexte (& émotionnel)
 - reconsolidation (sommeil et espacement des apprentissages)
 - tests de rappel et élaboration conceptuelle (**une controverse**)
 - la mémoire associative et les trucs mnémotechniques
 - l'inhibition cognitive (entre automatisme et algorithmes)
 - le changement conceptuel en science et en maths
- Conclusion : le cerveau prédictif (ou de l'importance de l'erreur et du doute)

Échelle de temps :

Processus dynamiques :

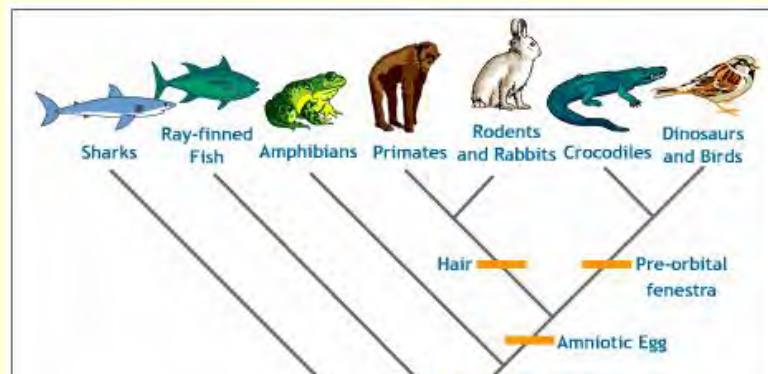
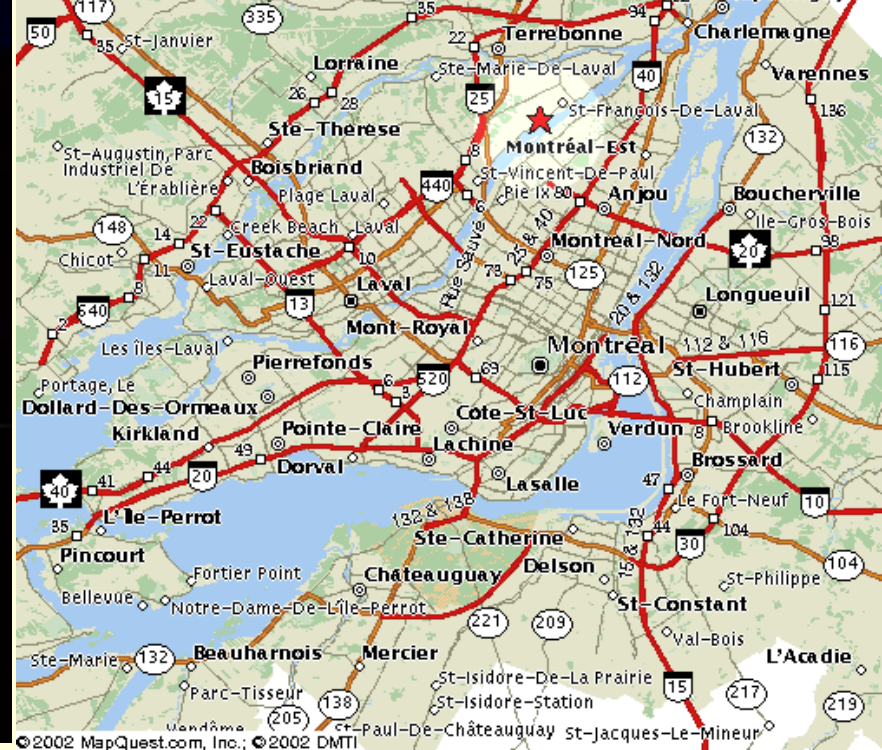
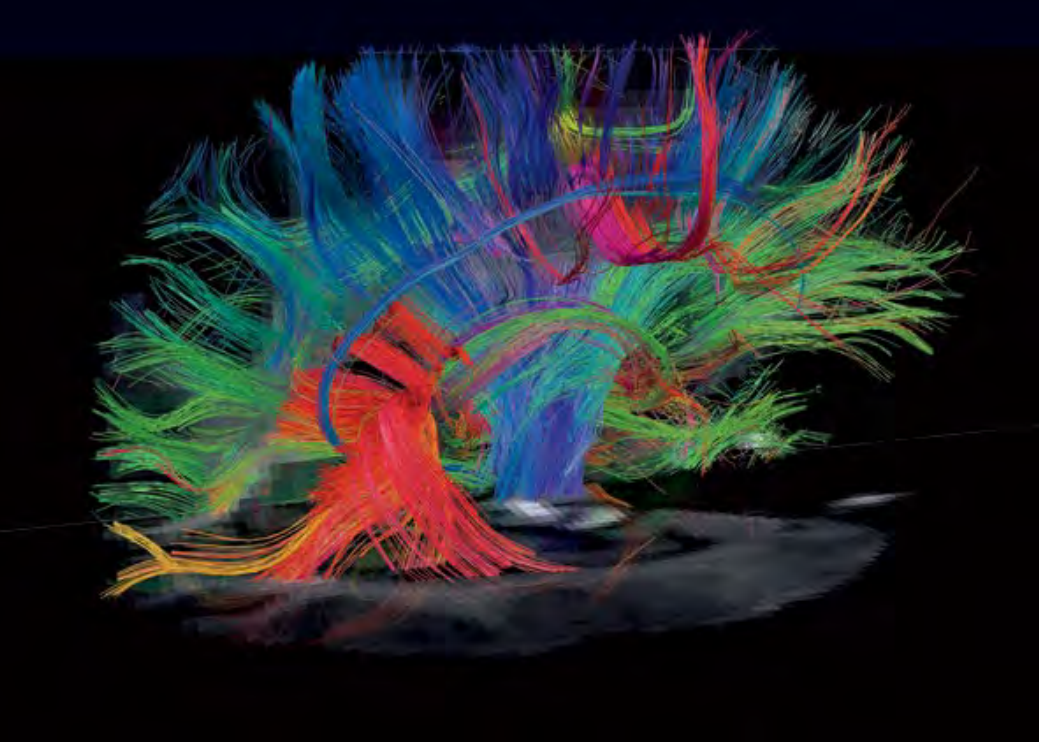


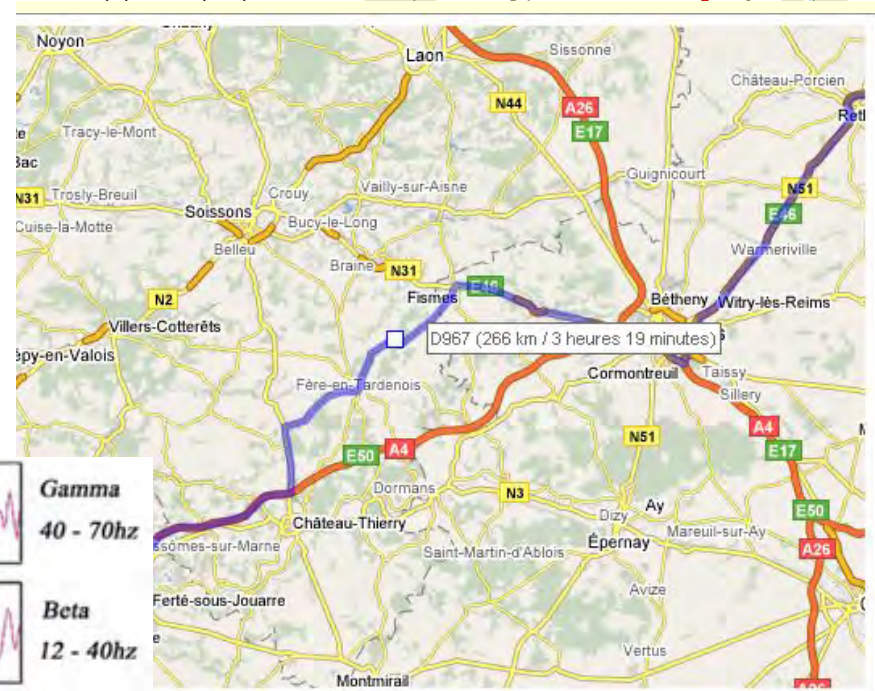
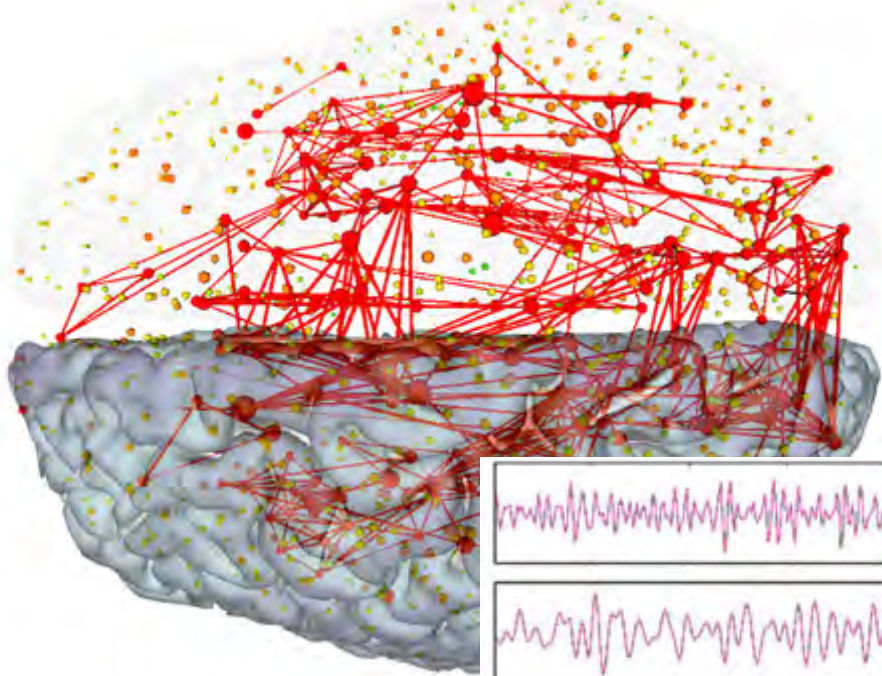
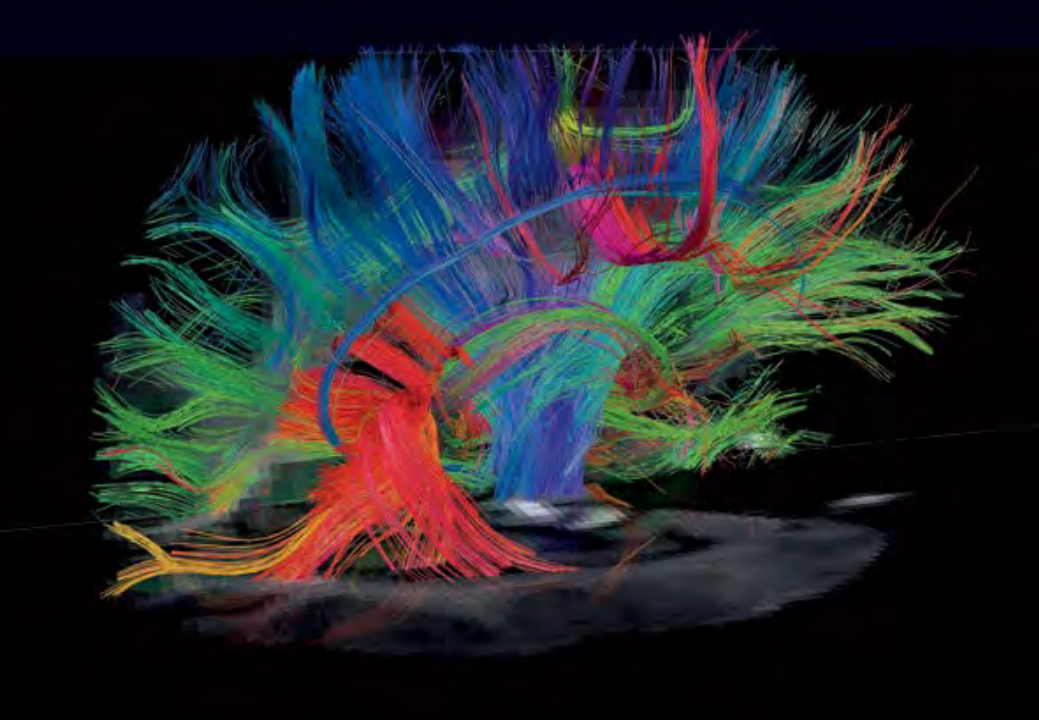
Perception et action devant des situations en temps réel grâce à des coalitions neuronales synchronisées temporairement

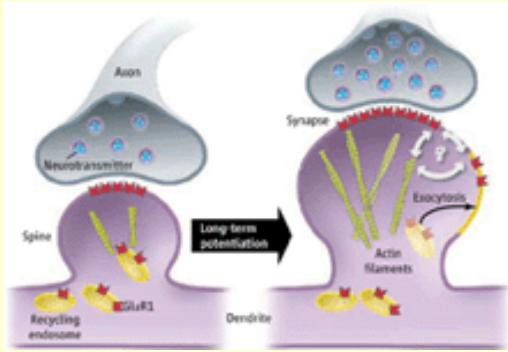
L'apprentissage durant toute la vie par la plasticité des réseaux de neurones

Développement du système nerveux par des mécanismes épigénétiques

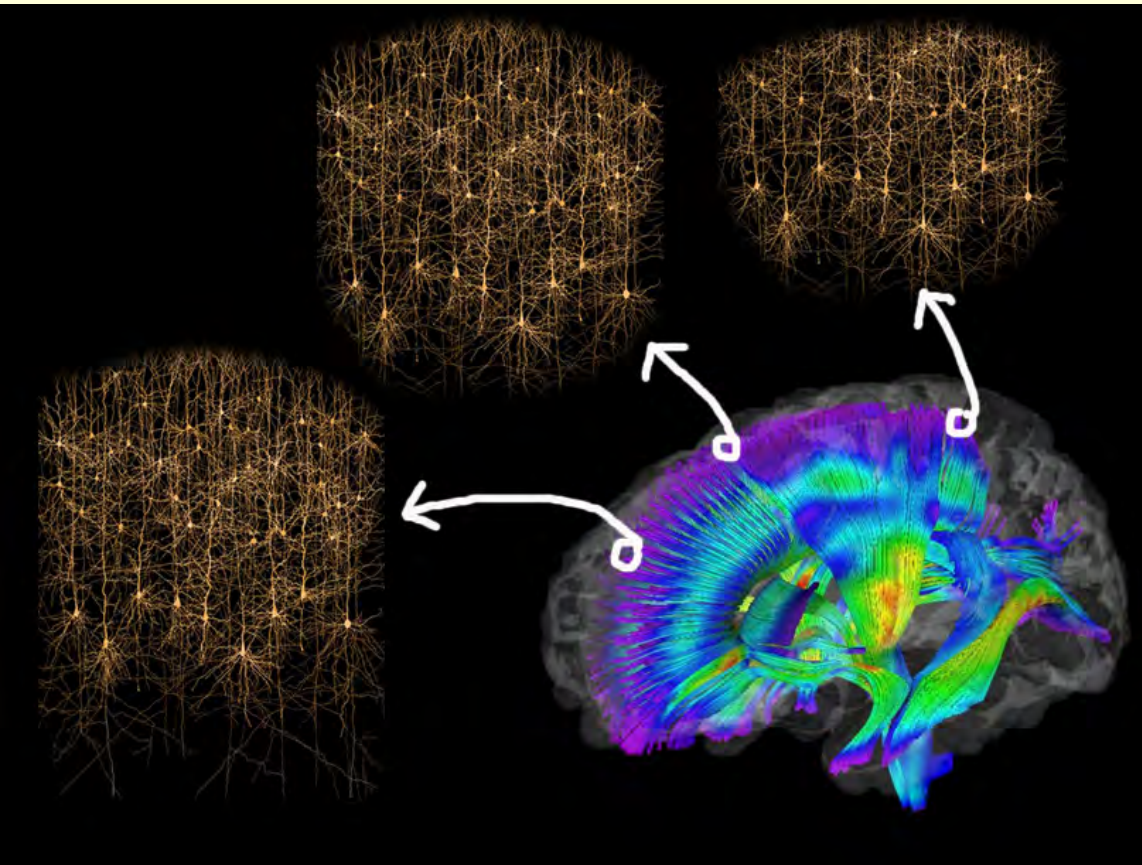
Évolution biologique qui façonne les plans généraux du système nerveux





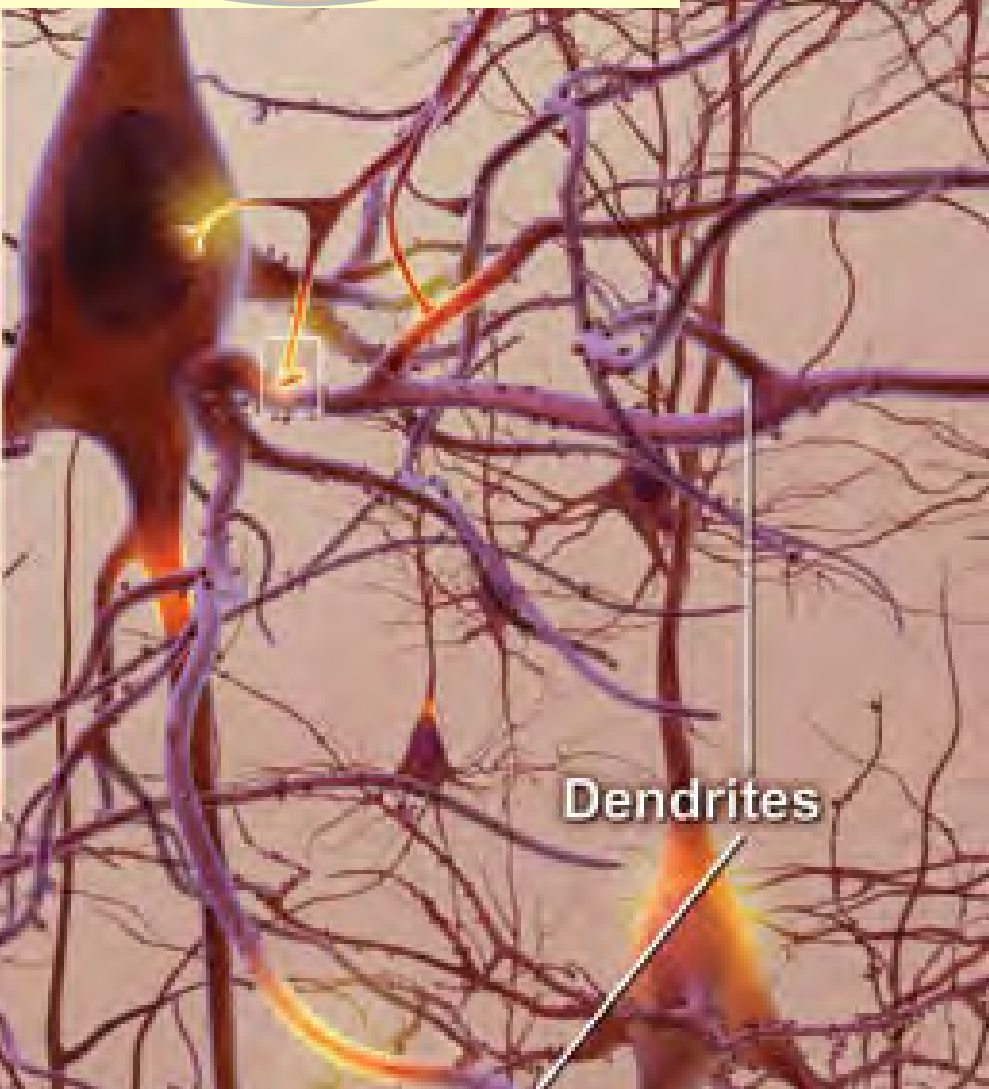
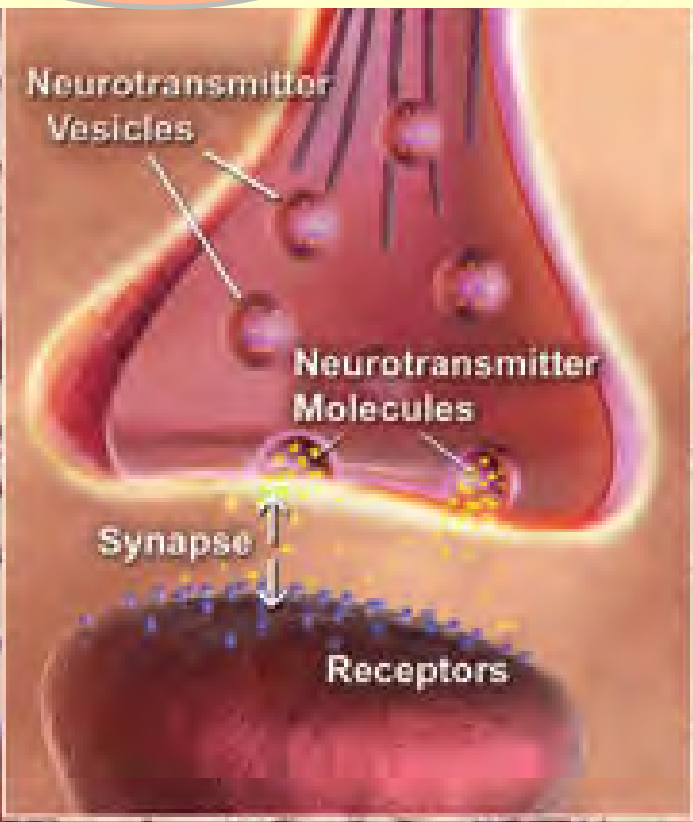
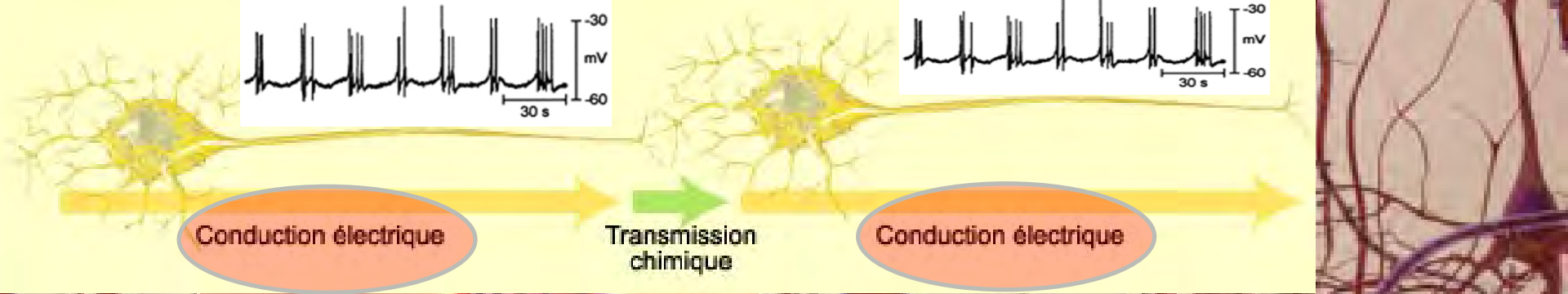


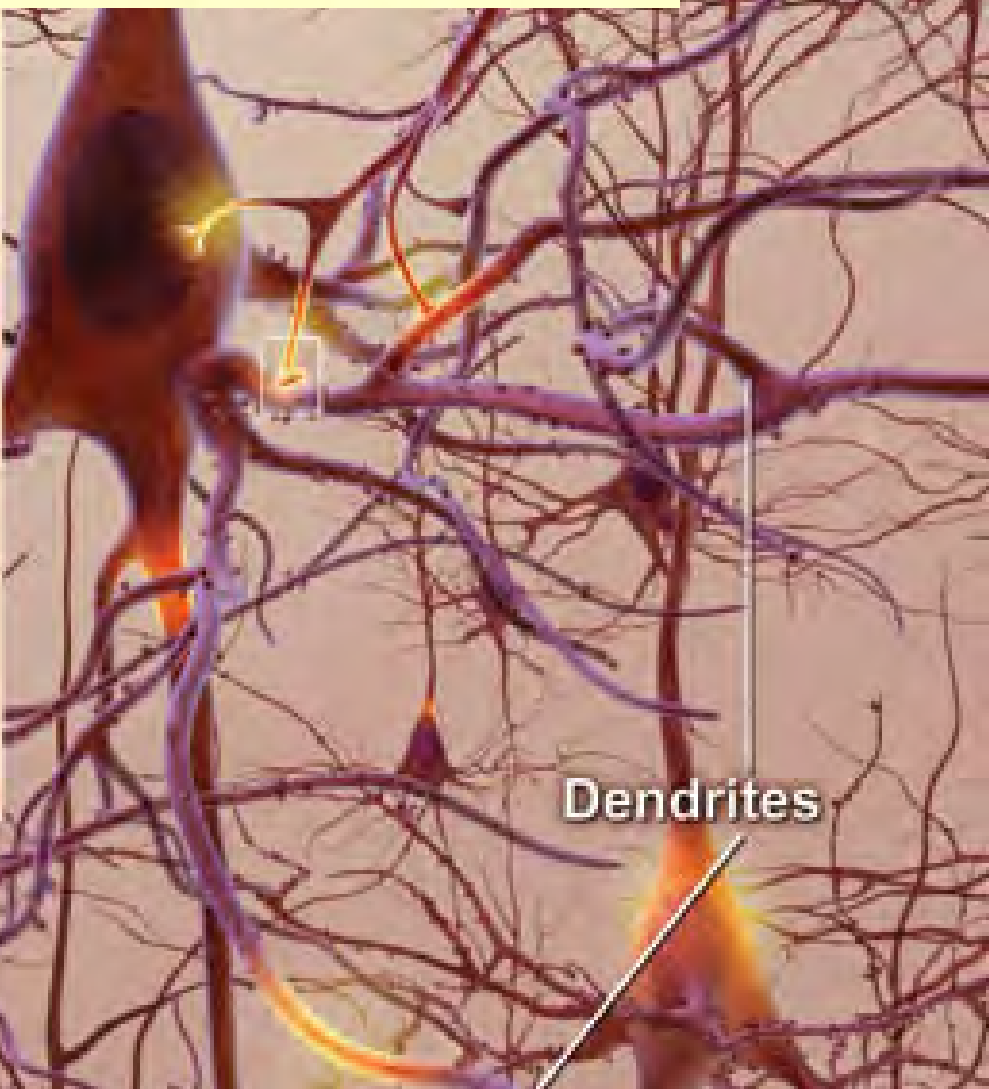
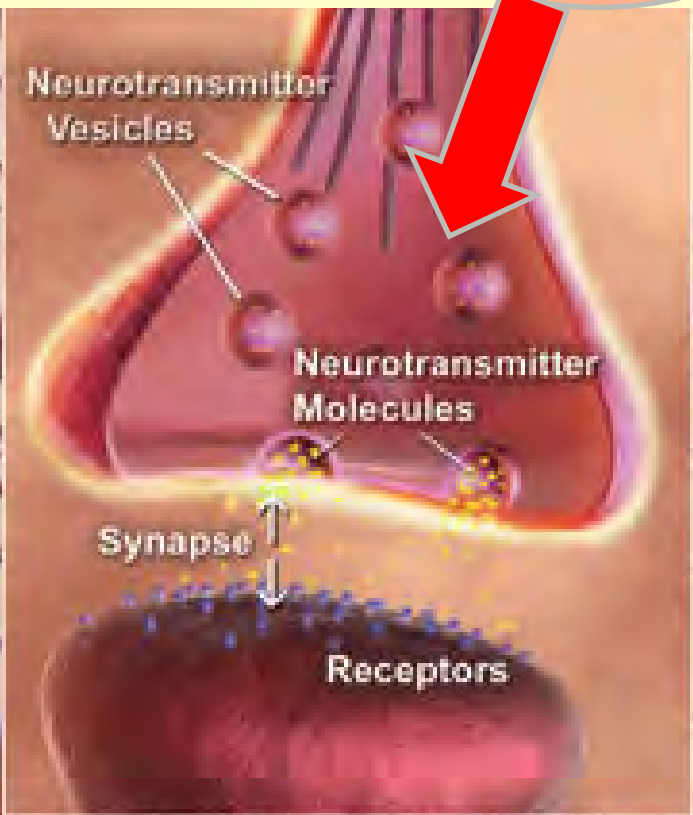
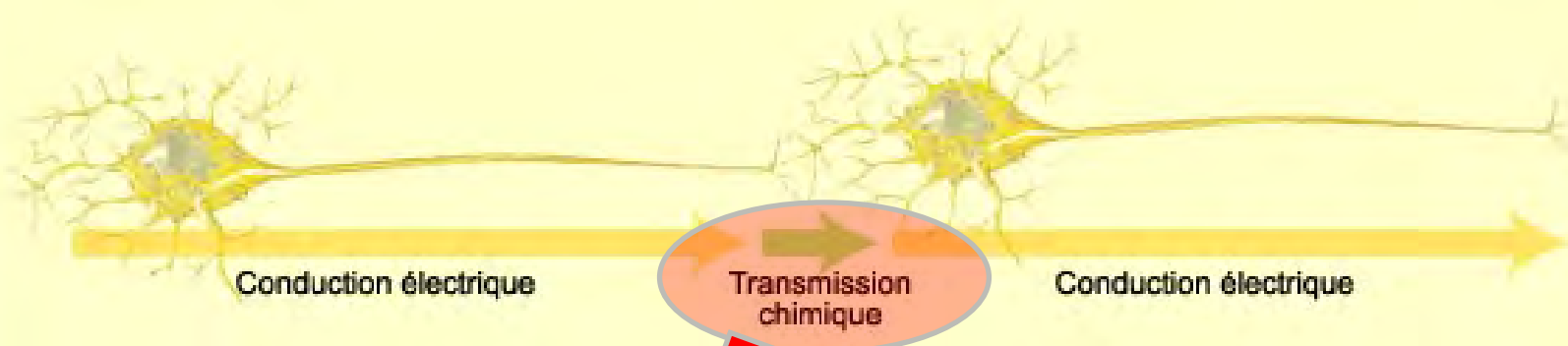
L'apprentissage
durant toute la vie
par la plasticité des
réseaux de neurones











Presynaptic cell

Postsynaptic cell

action potential



Synaptic vesicles containing neurotransmitter

Presynaptic membrane

Voltage-gated Ca^{2+} channel

1 Ca^{2+}

Synaptic cleft

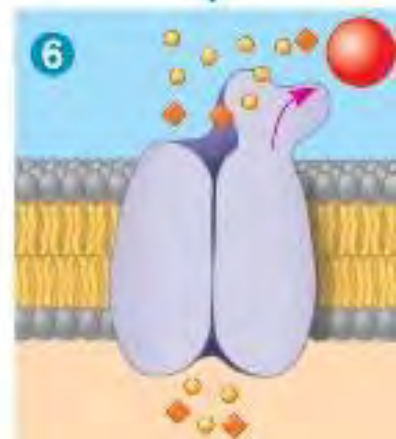
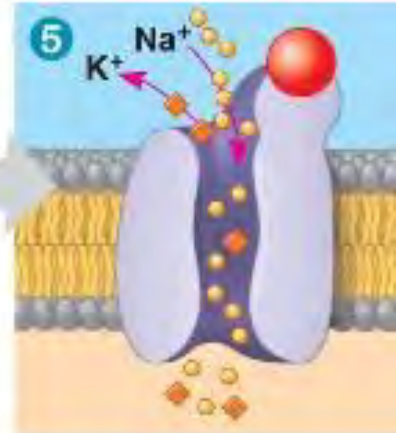
2

3

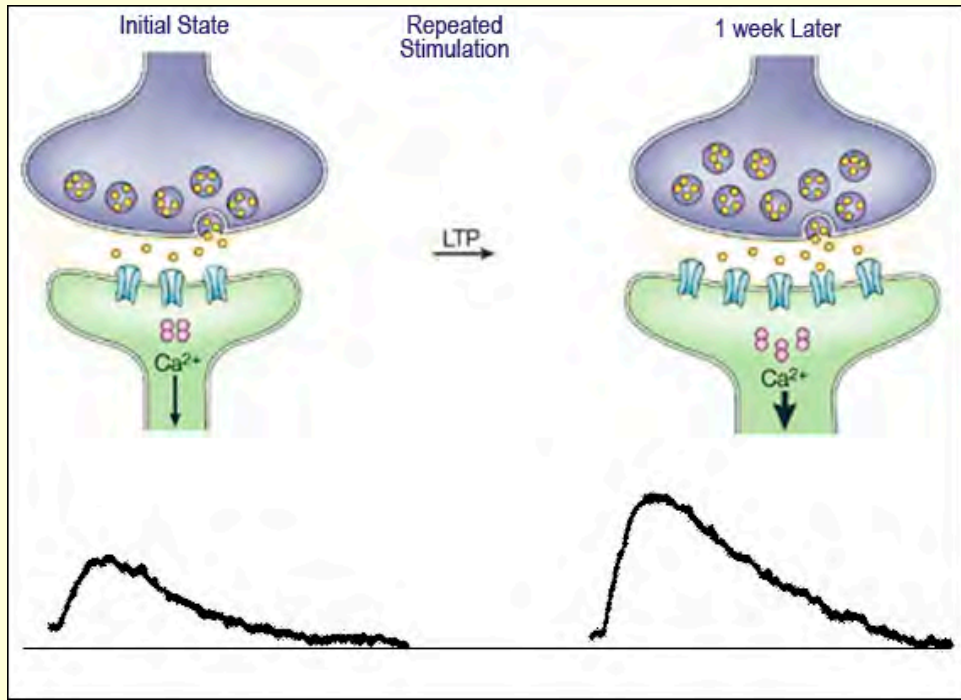
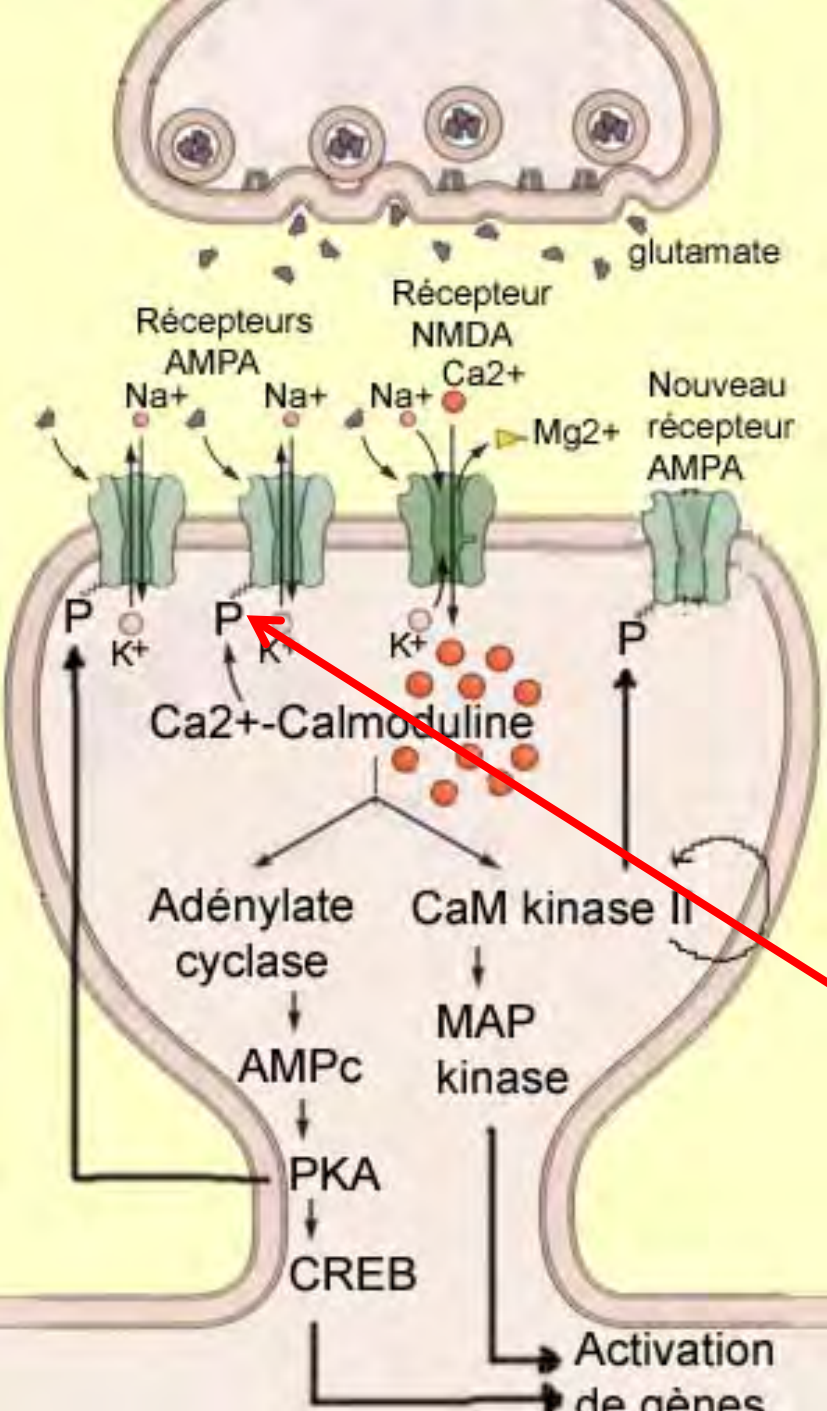
4

Ligand-gated ion channels

Postsynaptic membrane

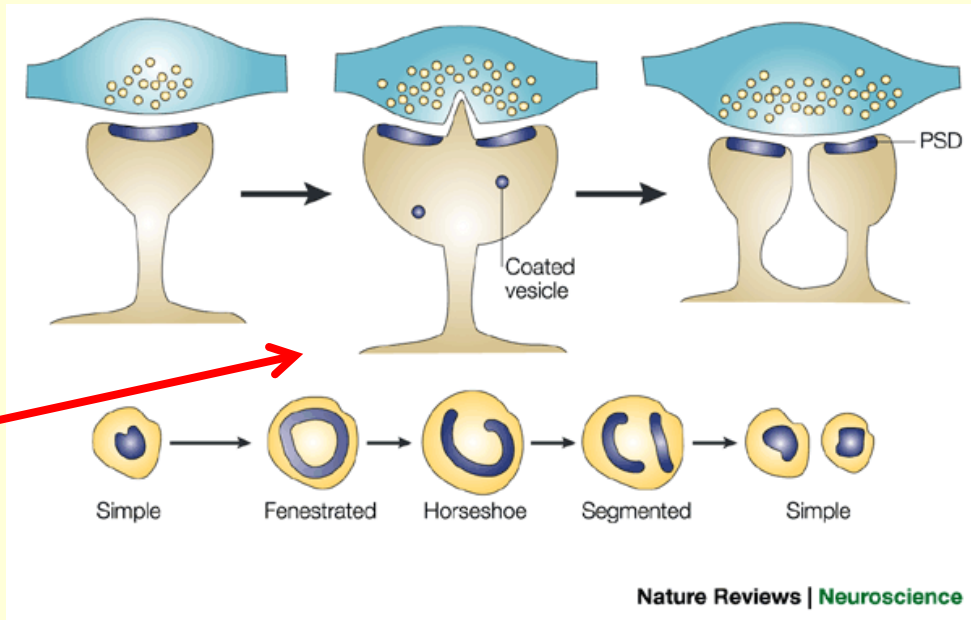
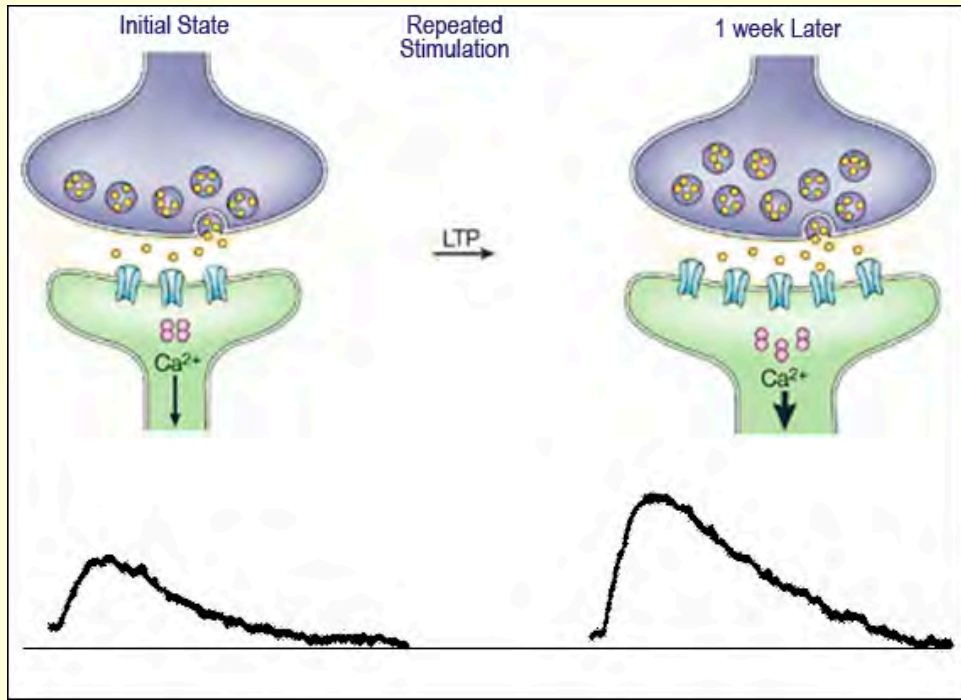
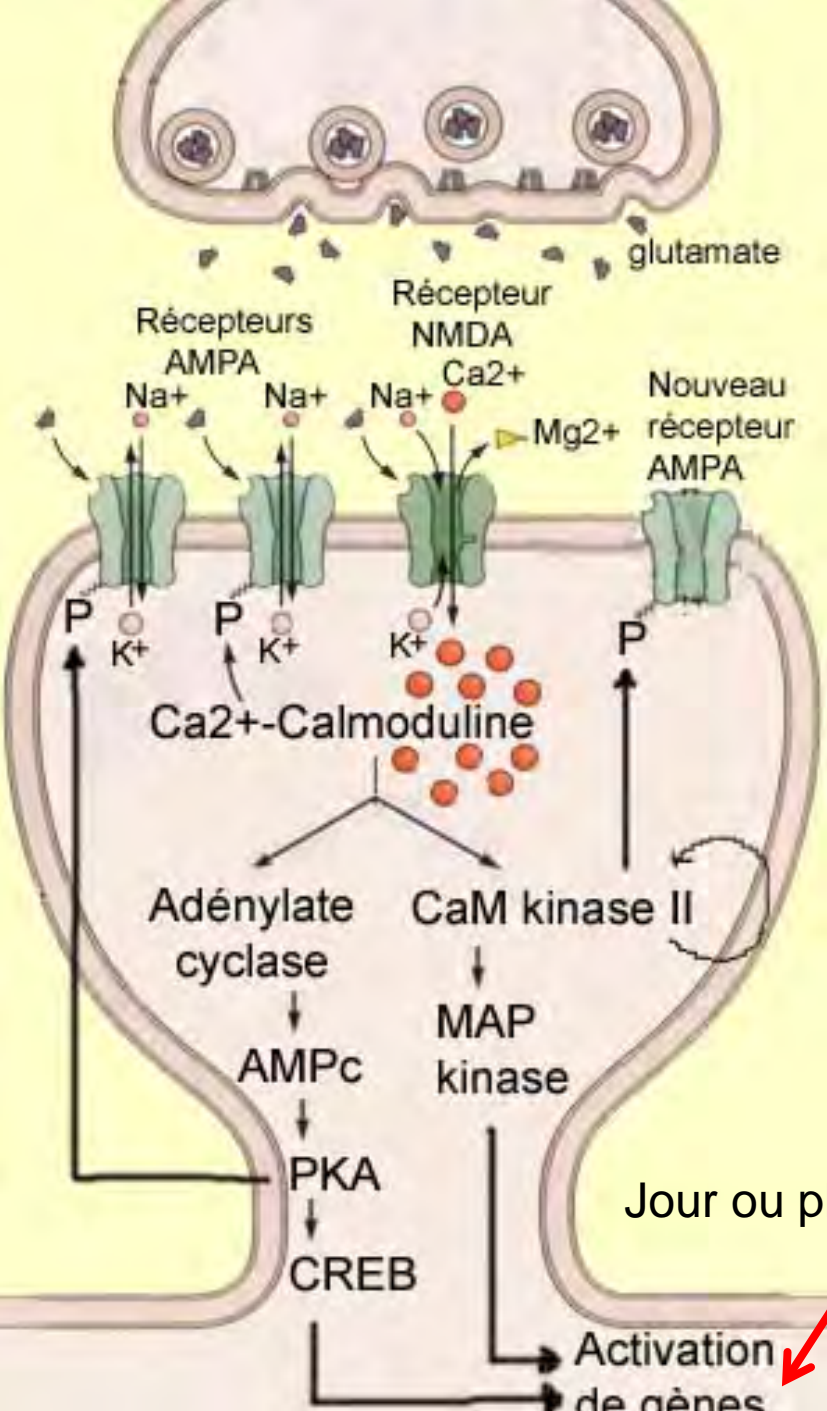






Ordre de grandeur temporelle :

Minutes ou heures

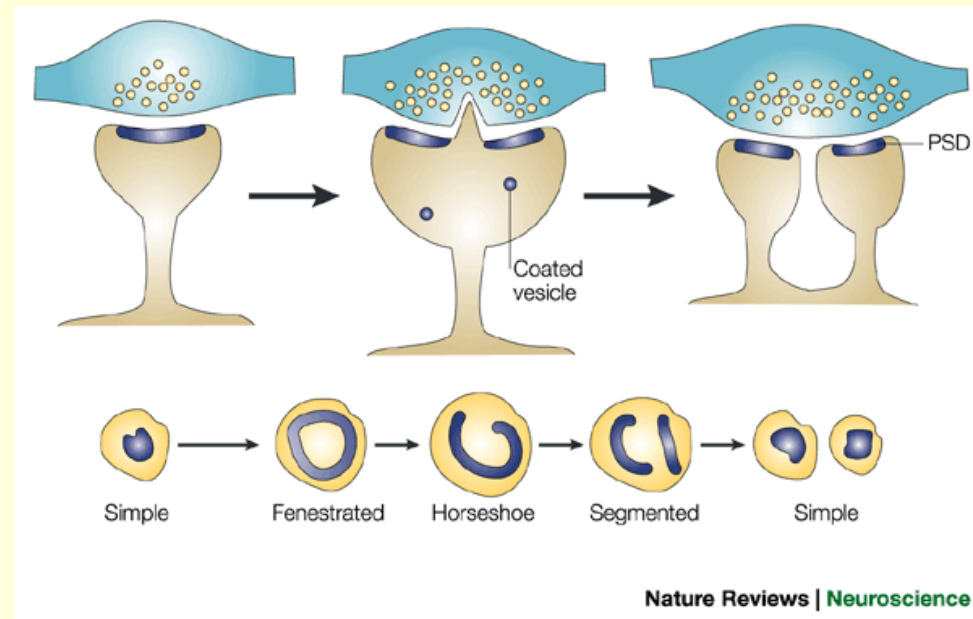
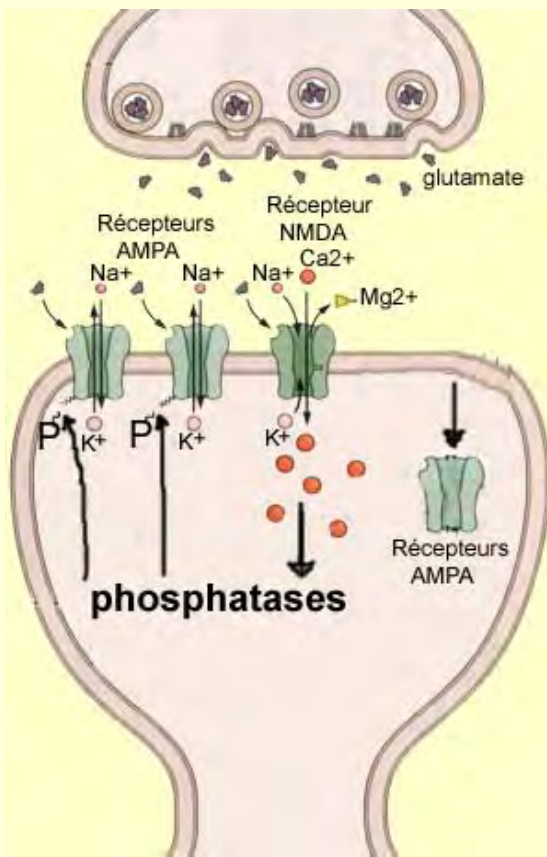
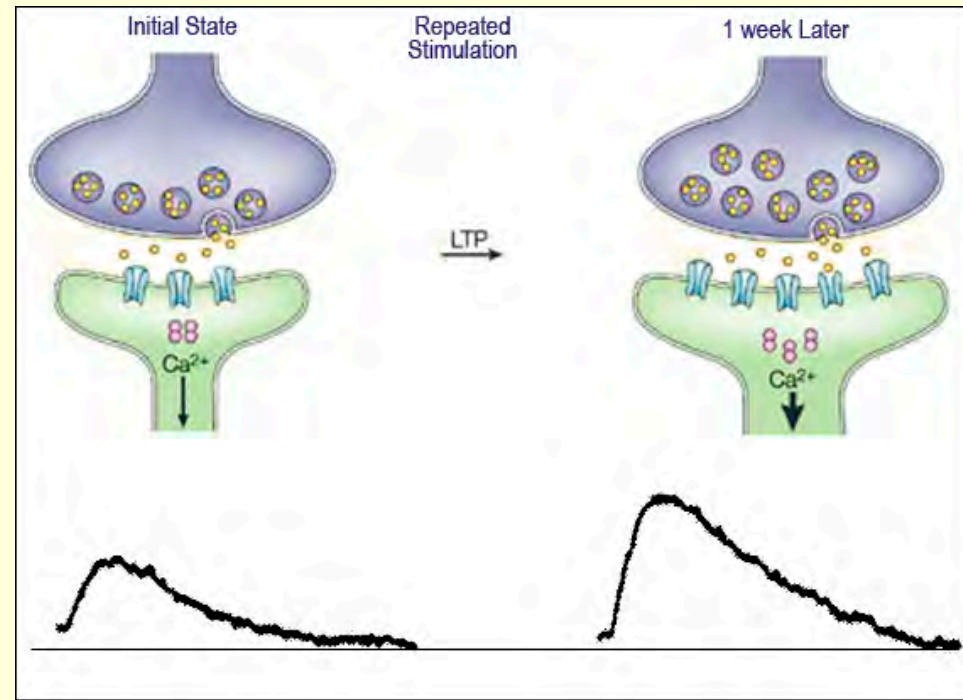


Jour ou plus

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 !

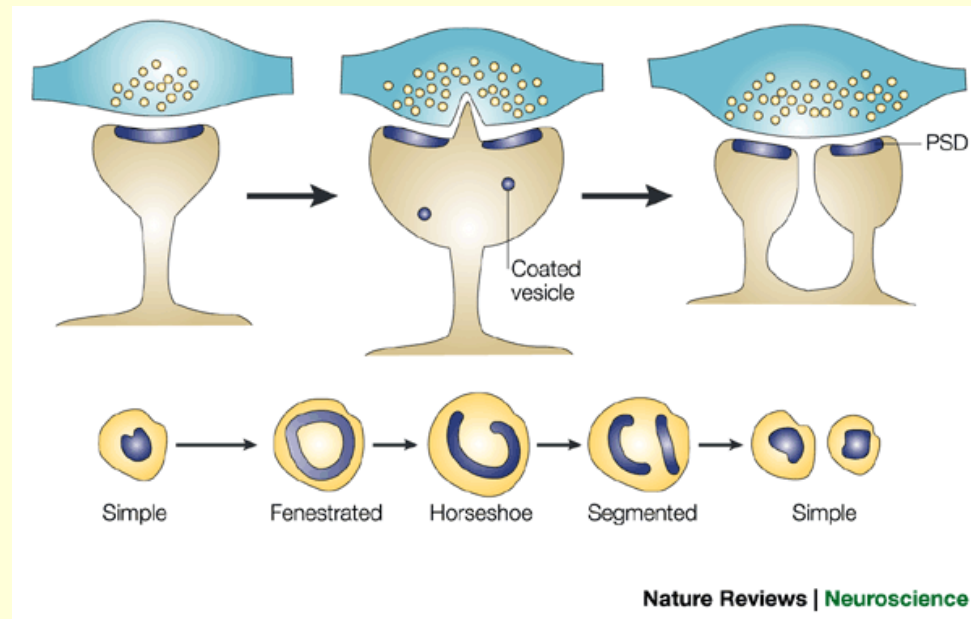
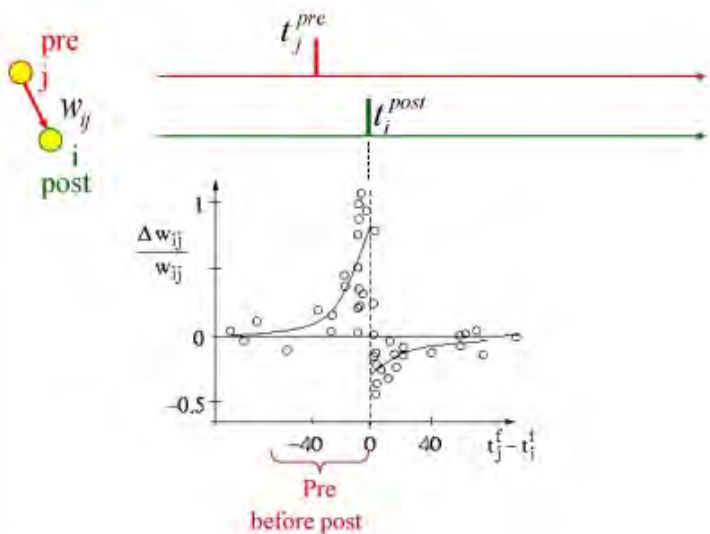
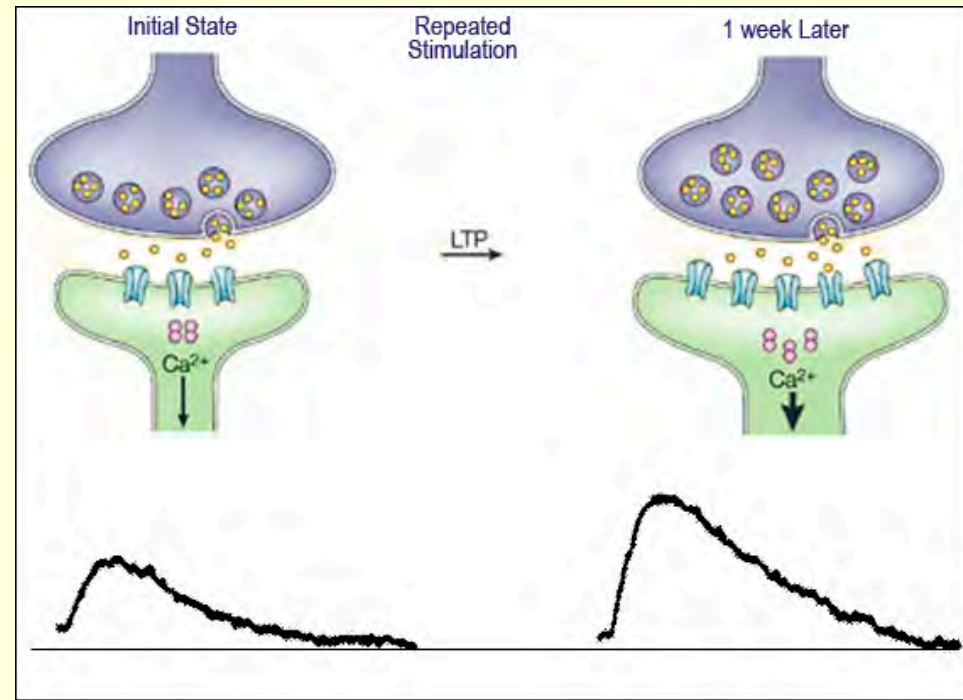
- La **dépression à long terme (DLT)**



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)

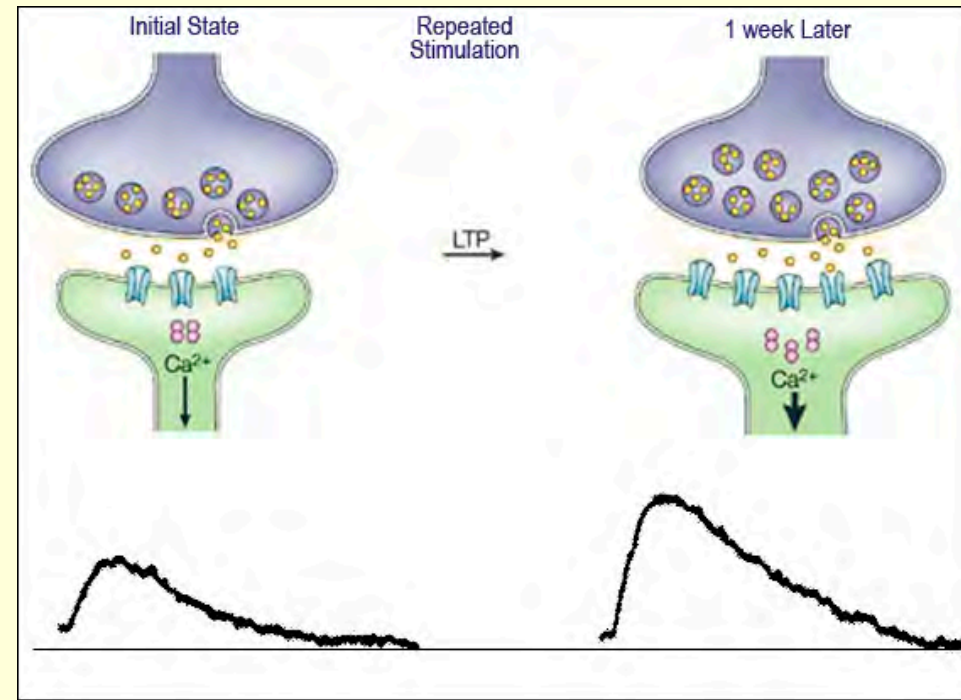
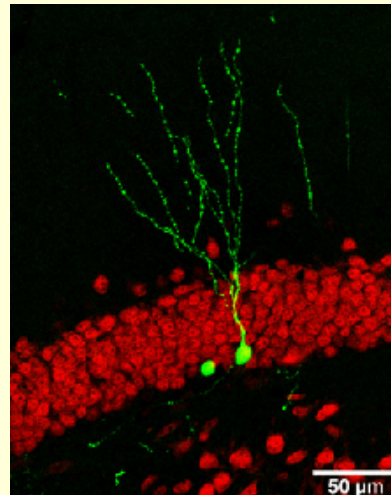
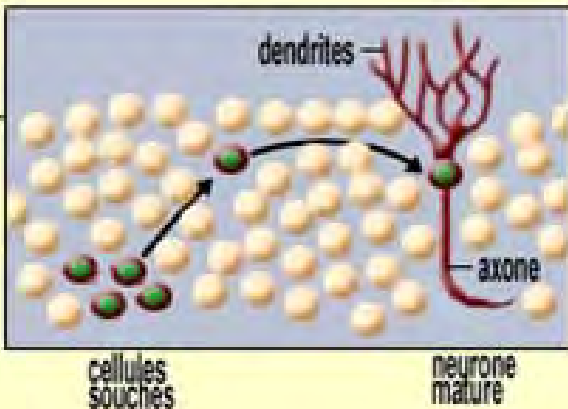


La **potentialisation à long terme (PLT)** est l'un des mécanismes les plus documentés derrière les phénomènes d'apprentissage et de mémoire.

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...



Activation of adult-born neurons facilitates learning and memory

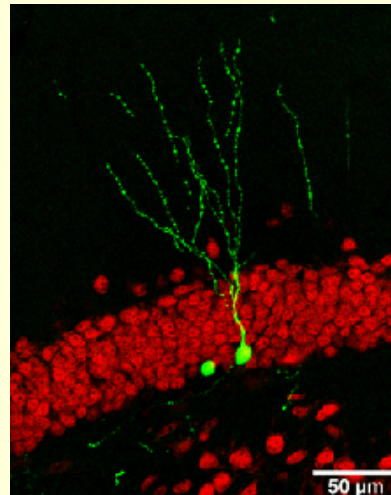
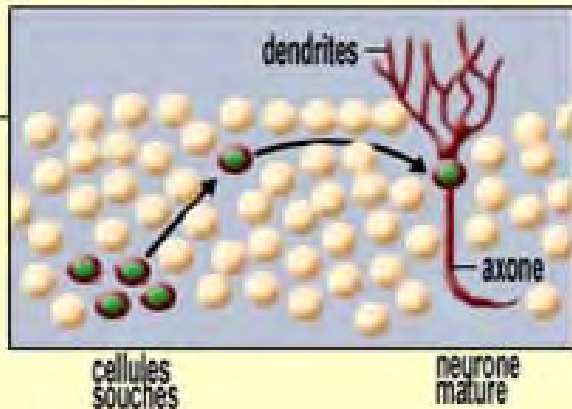
Mariana Alonso et al., Nature Neuroscience (2012)

<http://www.nature.com/neuro/journal/v15/n6/abs/nn.3108.html>

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...



→ Plus récemment, en **2016**, le même laboratoire a mis en évidence que les néoneurones apparus à l'âge adulte (dans le bulbe olfactif de la souris) sont particulièrement **dynamiques** :

20 % des connexions établies entre ces neurones et ceux préexistants sont modifiées quotidiennement, soit **20 fois plus que ce que l'on observe chez un neurone classique.**

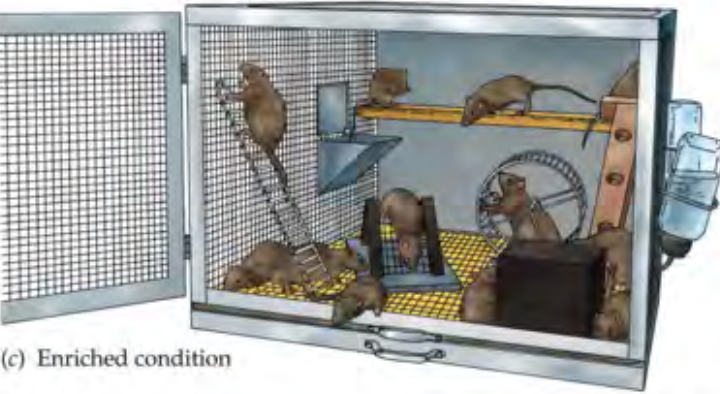
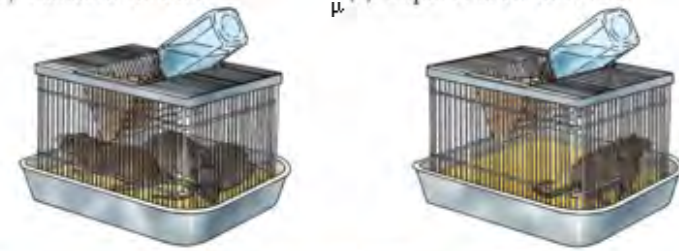
Activation of adult-born neurons facilitates learning and memory

Mariana Alonso et al., Nature Neuroscience (**2012**)

<http://www.nature.com/neuro/journal/v15/n6/abs/nn.3108.html>

a) Standard condition

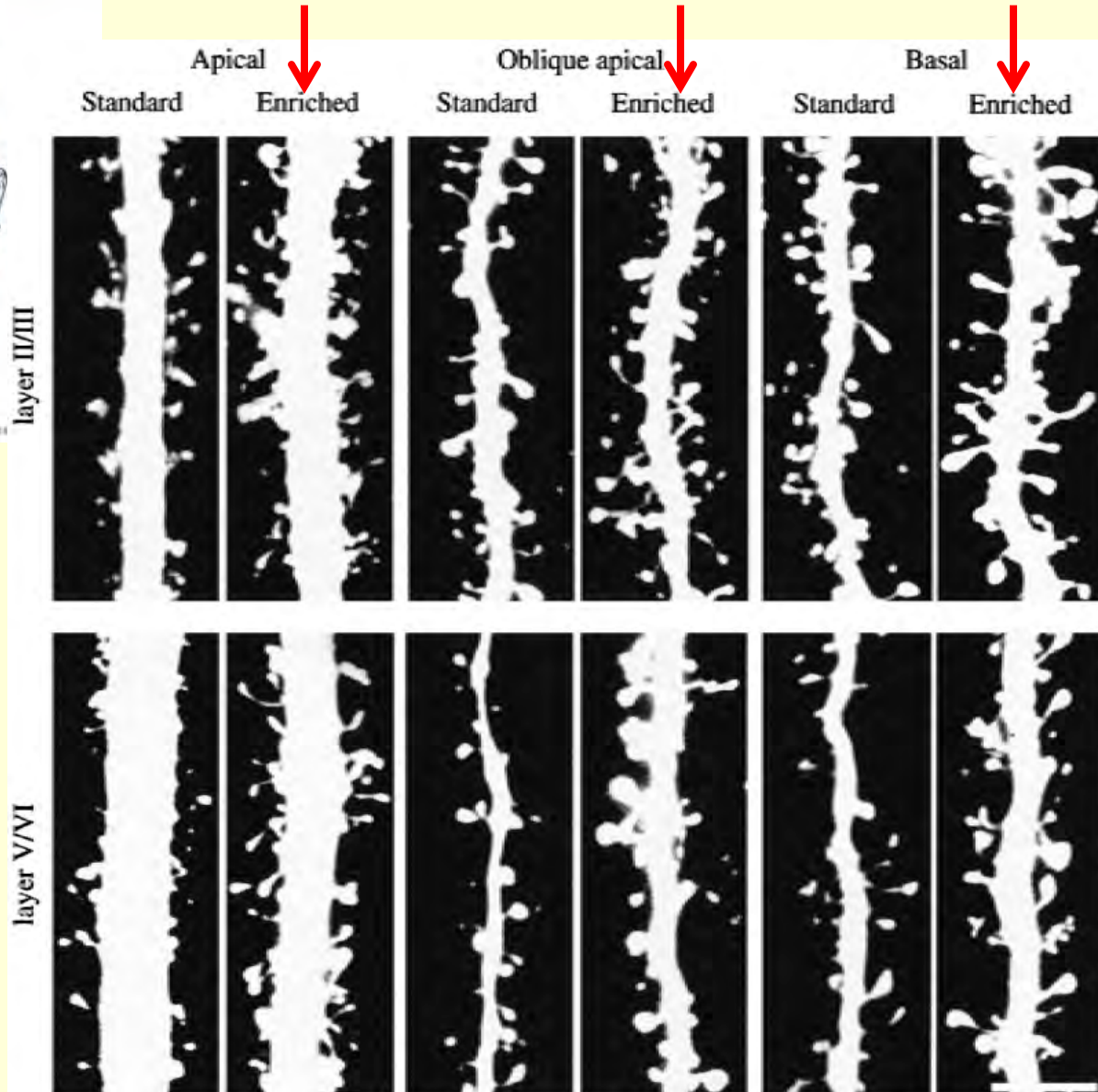
b) Impoverished condition



(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

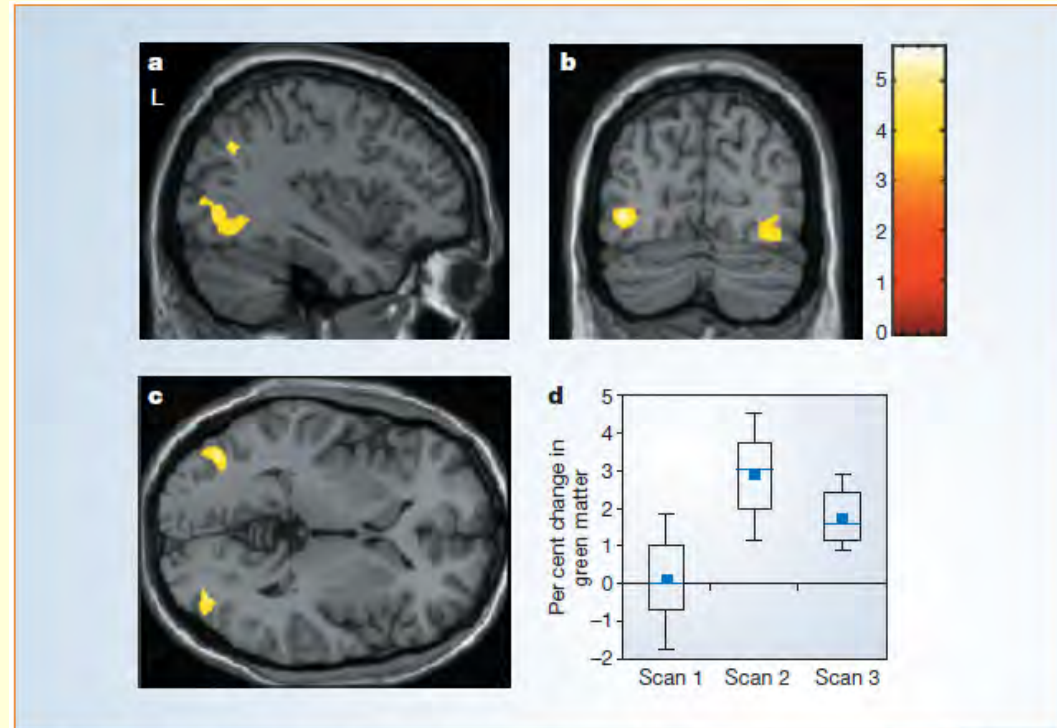


Figure 1 Transient changes in brain structure induced while learning to juggle. **a–c**, Statistical parametric maps showing the areas with transient structural changes in grey matter for the jugglers group compared with non-juggler controls. **a**, Sagittal view; **b**, coronal view; **c**, axial view. 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**.

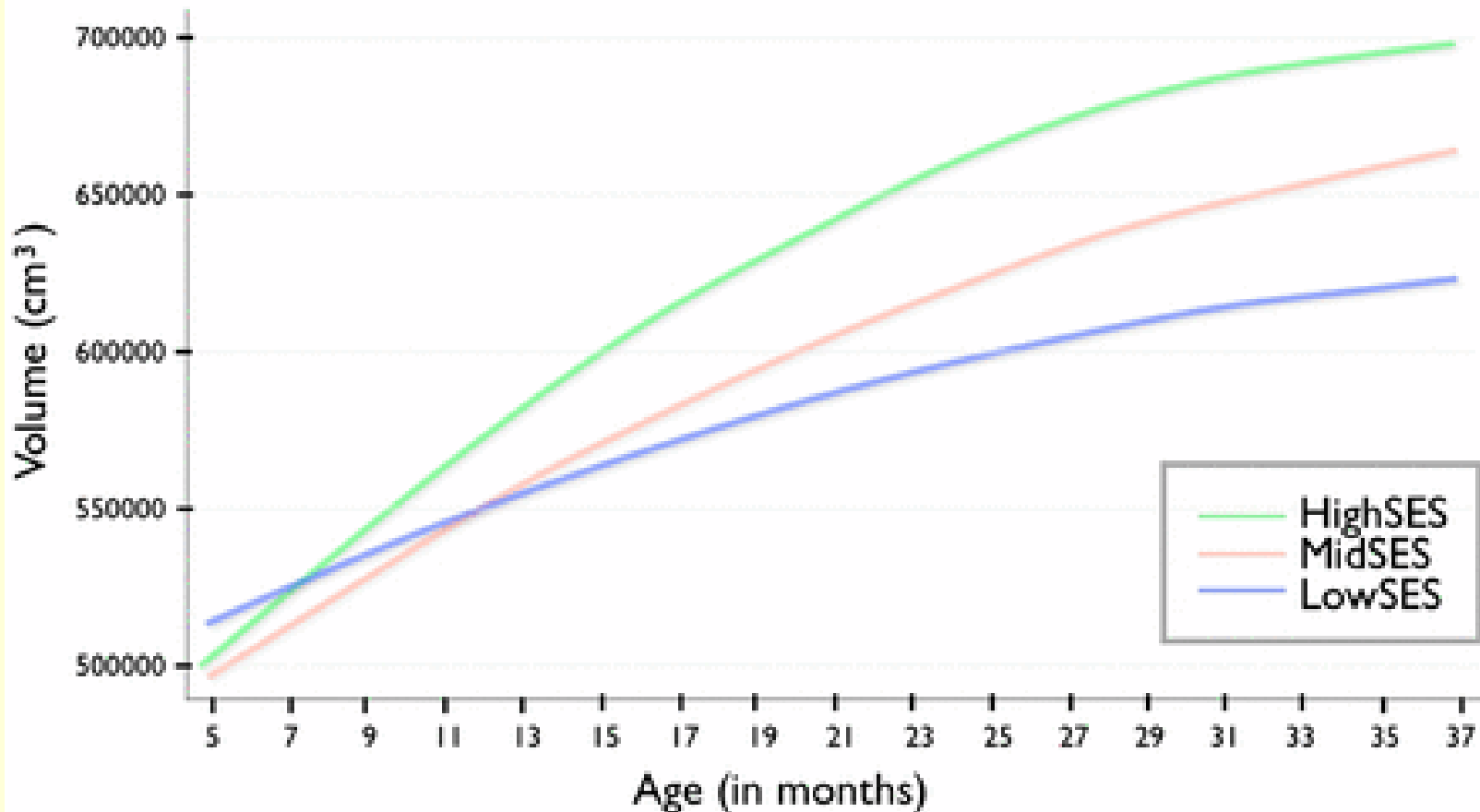
Wednesday, **February 03, 2016**

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

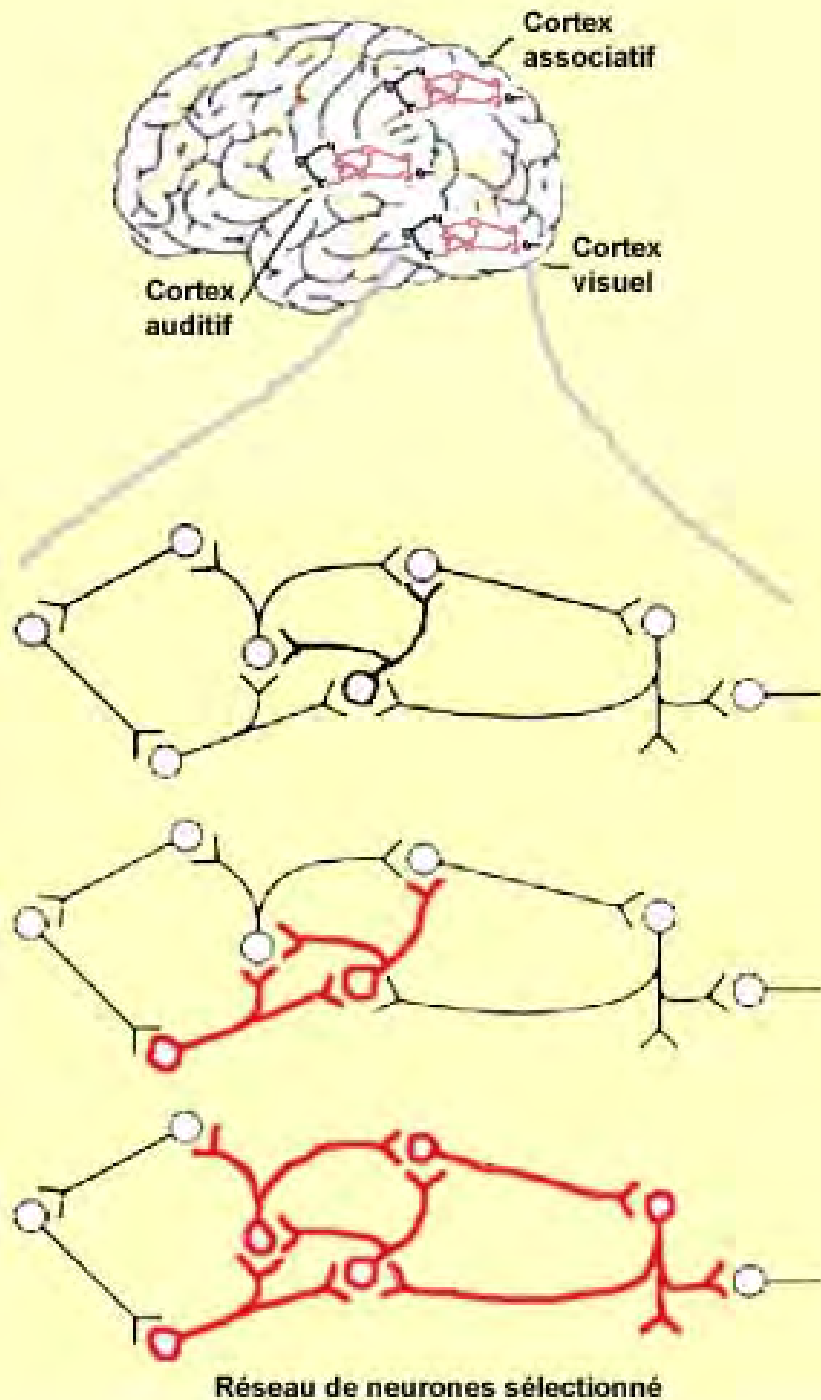
Total Gray Matter

Surtout dans le lobe frontal et l'hippocampe.





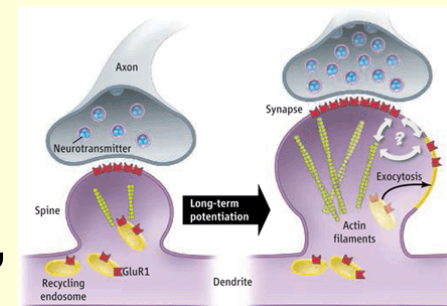
ou « assemblées de neurones »



Et c'est ce qui se passe quand on étudie ou qu'on s'entraîne :

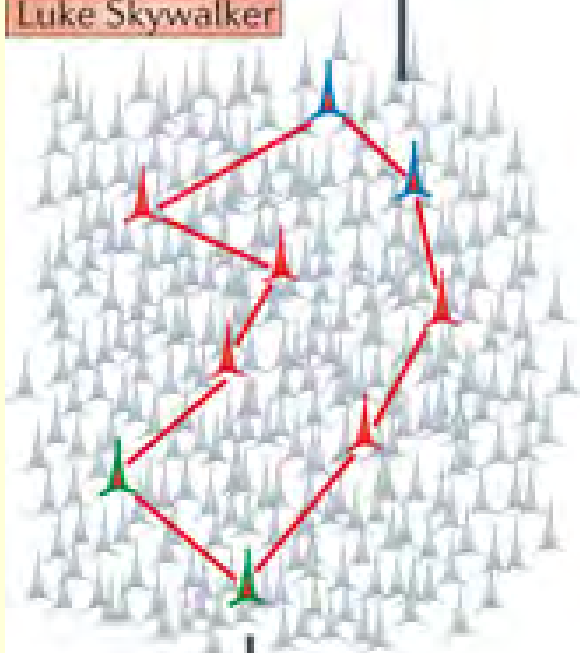
en modifiant l'efficacité de certaines synapses,

on sélectionne de neurones qui vont devenir « **habitués de travailler ensemble** ».





Luke Skywalker



Ces réseaux de neurones sélectionnés vont constituer le support physique (ou « **l'engramme** ») d'un **souvenir**.

La **théorie de l'engramme mnésique** proposé par Richard Semon en 1923 a été presque **ignorée** jusqu'à tard dans les années 1970.

Depuis quelques années, notamment grâce à **l'optogénétique**, elle revient en force :

Identification and Manipulation of Memory Engram Cells (2014)

[Xu Liu^{1,2,3}, Steve Ramirez¹, Roger L. Redondo^{1,2}, Susumu Tonegawa^{1,2}](#) <http://symposium.cshlp.org/content/79/59.full>

What is memory? The present state of the engram (2016)

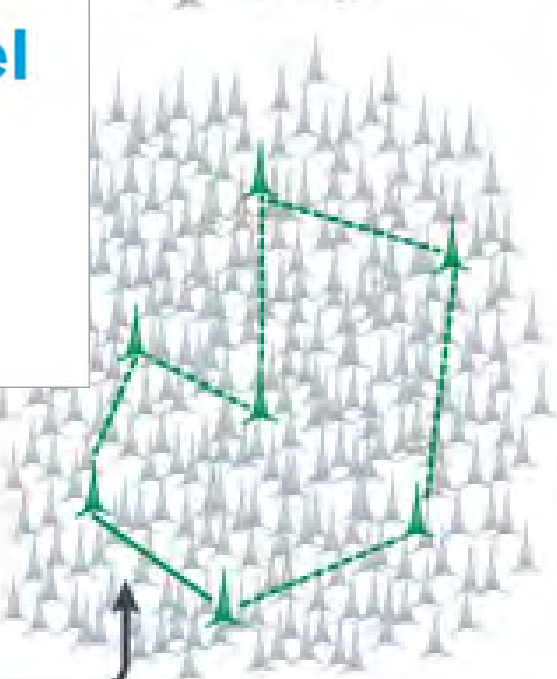
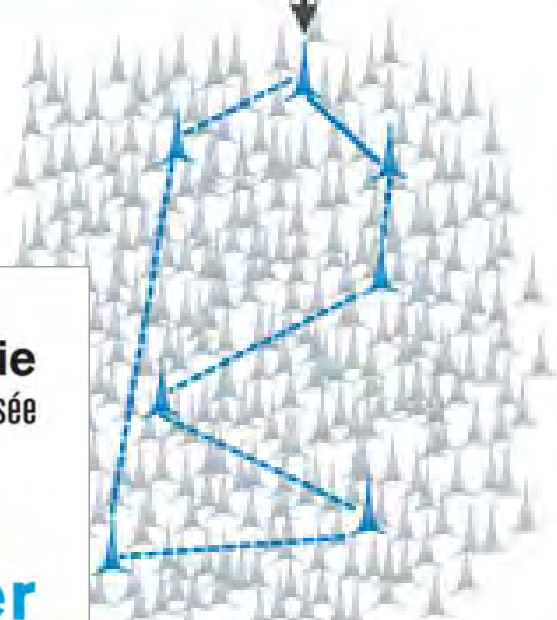
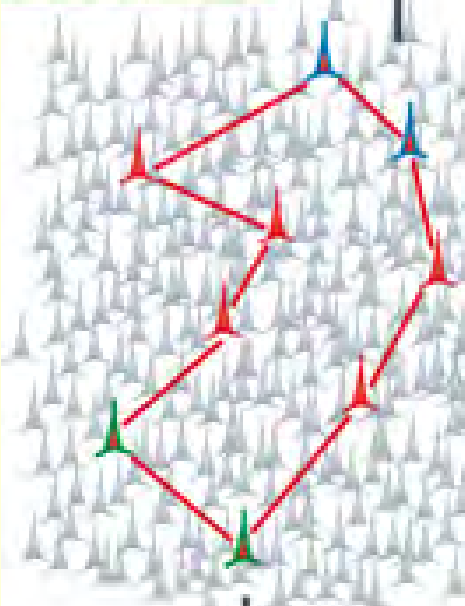
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4874022/>




Luke Skywalker




Yoda



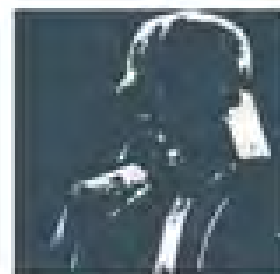
 **L'Analogie**
Cœur de la pensée

Douglas Hofstadter
Emmanuel Sander


Odile Jacob
sciences

(2013)

C'est ainsi qu'un **concept** ou un **souvenir** peut en évoquer un autre...



Darth Vader

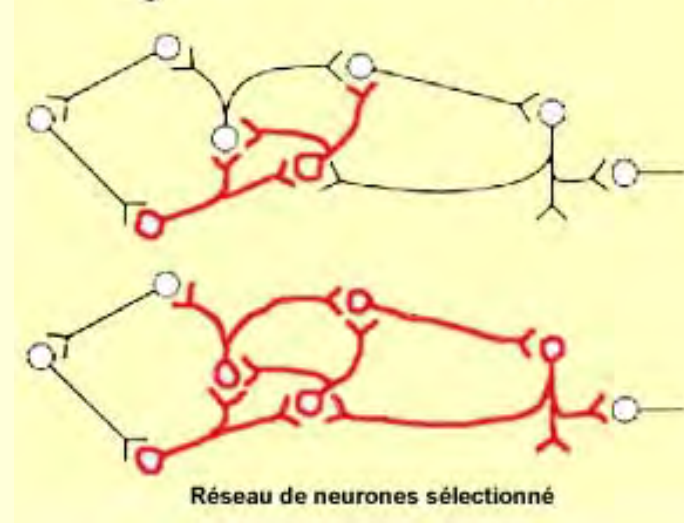
Par conséquent, notre **mémoire** n'est pas stockée dans notre cerveau comme l'est celle d'un ordinateur sur un disque dur ou un livre dans un tiroir ou une étagère

(bien que ce soit là, justement, des conceptions « naïves » légitimes dont il est bien difficile de se défaire, comme on le verra dans un instant...).



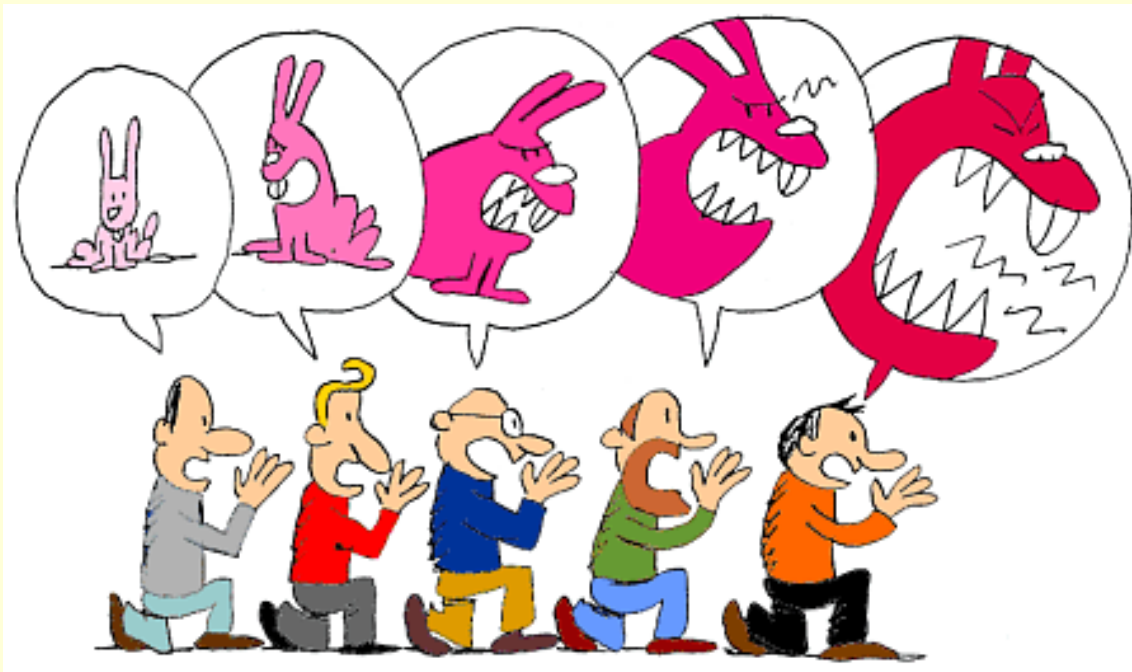
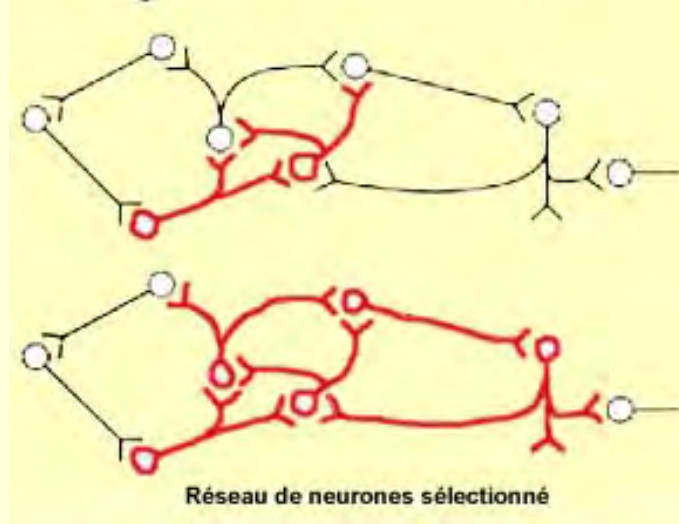
Ces synapses n'étant jamais exactement les mêmes jour après jour...

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



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

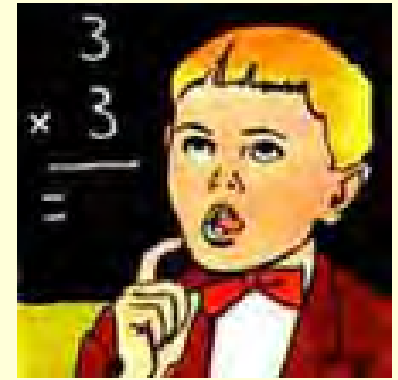
La mémoire humaine est forcément une **reconstruction**.



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



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



9

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...)

Et plusieurs expériences montrent que le seul fait d'expliquer cela
à des jeunes, leur dire que leur cerveau peut se réorganiser,
fait qu'ils apprennent mieux !

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

Plan :

Intro (environ 15 min.)

Les sciences cognitives axées sur l'enseignement des sciences et des mathématiques au collégial (environ 1h30 min.)

- La plasticité et l'engramme mnésique (mémoire comme reconstruction)
- **Les facteurs qui influencent l'apprentissage et la mémoire :**
 - l'attention
 - la mémoire de travail
 - le contexte (& émotionnel)
 - reconsolidation (sommeil et espacement des apprentissages)
 - tests de rappel et élaboration conceptuelle (une controverse)
 - la mémoire associative et les trucs mnémotechniques
 - l'inhibition cognitive (entre automatisme et algorithmes)
 - le changement conceptuel en science et en maths
- Conclusion : le cerveau prédictif (ou de l'importance de l'erreur et du doute)

Mais quels sont les facteurs qui influencent
l'apprentissage et la mémoire ?

Comment favoriser la plasticité cérébrale ?

Et dans quelle mesure cela peut être utile
en éducation ?

Les grands principes de l'apprentissage
Conférence de **Stanislas Dehaene** (2013)

<https://www.youtube.com/watch?v=4NYAuRjvMNQ>

Mieux connaître le cerveau...?
Conférence de **Steve Masson** (2014)

<https://www.youtube.com/watch?v=V8Xjbb1CWVE>

En classe de neuroéducation
Article sur **Steve Masson** dans Actualités UQAM (2015)

http://www.actualites.uqam.ca/2015/neuroeducation-maximiser-potentiel-cerveau-eleves?utm_categorieinterne=trafficdrivers&utm_contenuinterne=envoyer_cbp

Plan :

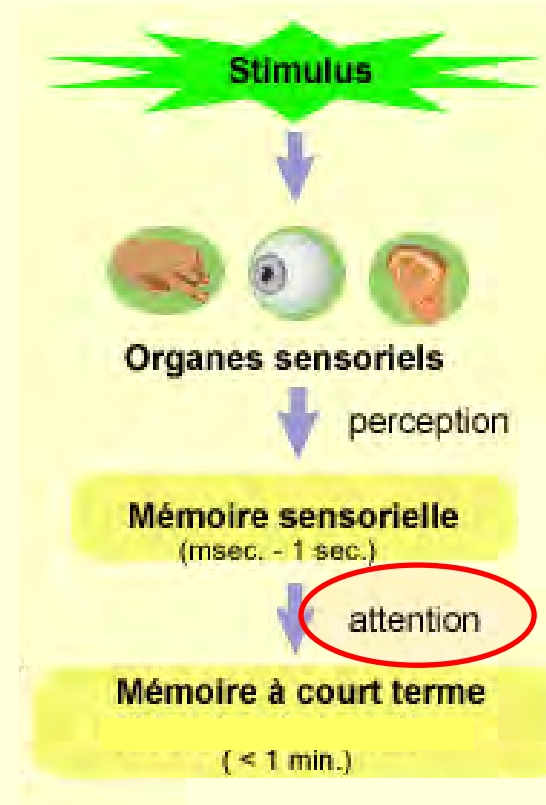
Intro

Les sciences cognitives axées sur l'enseignement des sciences et des mathématiques au collégial

- La plasticité et l'engramme mnésique (mémoire comme reconstruction)
- Les facteurs qui influencent l'apprentissage et la mémoire :
 - **l'attention**
 - la mémoire de travail
 - le contexte (& émotionnel)
 - reconsolidation (sommeil et espacement des apprentissages)
 - tests de rappel et élaboration conceptuelle (une controverse)
 - la mémoire associative et les trucs mnémotechniques
 - l'inhibition cognitive (entre automatisme et algorithmes)
 - le changement conceptuel en science et en maths
- Conclusion : le cerveau prédictif (ou de l'importance de l'erreur et du doute)

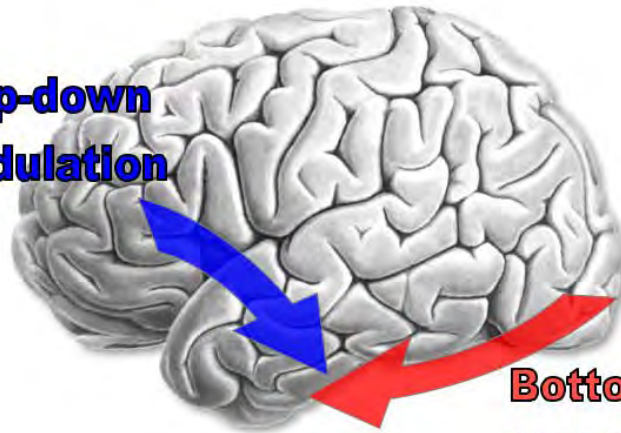
En gardant à l'esprit qu'il faut se méfier de la « boxologie »,

vestige d'une conception trop modulaire de l'esprit héritée du cognitivisme (Fodor, etc.)...





**Top-down
modulation**



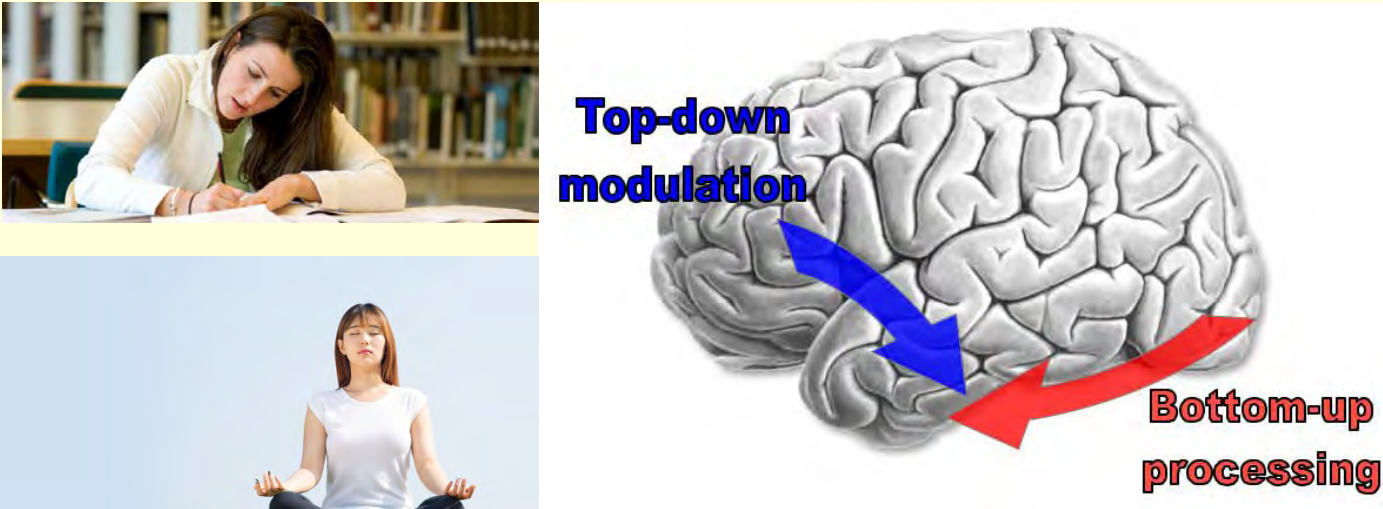
**Bottom-up
processing**



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

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

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



Le **cortex préfrontal** joue un rôle-clé dans le soutien des fonctions exécutives, mais également d'autres régions cérébrales.

Ces fonctions se **développent graduellement** au début de la vie et peuvent être **améliorées** (ou **dégradées**) par différents facteurs durant toute la vie adulte.

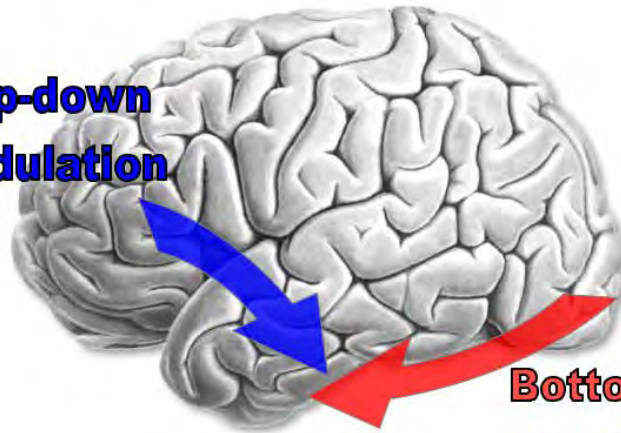
On a l'habitude d'y inclure des processus généraux comme :

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

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



**Top-down
modulation**



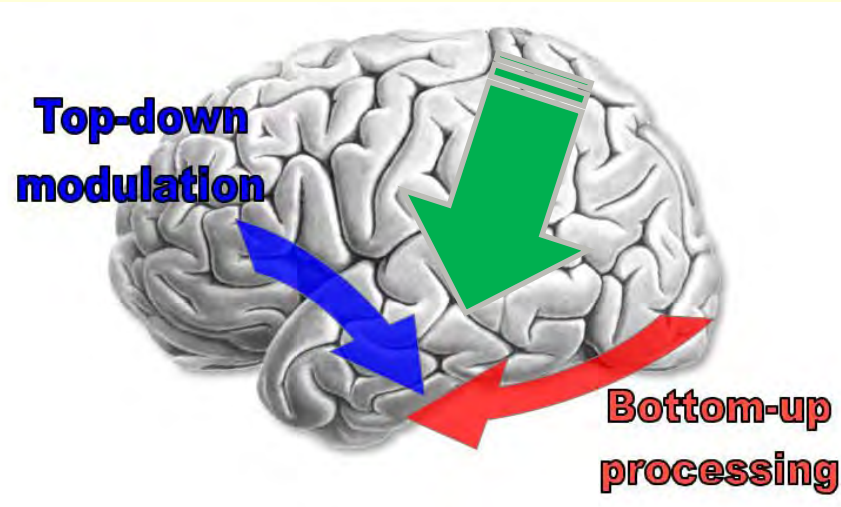
**Bottom-up
processing**

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

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

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

...mais aussi pour **éviter** certains **automatismes comportementaux ou de pensée** (comme **l'inhibition** qui implique plus d'effort, mais peut être payant comme on le verra un peu plus loin).



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

L'attention peut référer à des systèmes possiblement distincts pour :
(M. Posner)

- l'**alerte** (modulation global de la vigilance)
- la **sélection** d'une information particulière parmi d'autres

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Maîtres et esclaves de notre attention

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

« Nous sommes à la fois maîtres et esclaves de notre attention. Nous pouvons l'orienter et la focaliser, mais elle peut aussi nous échapper, être captée par des événements ou objets extérieurs. »

- **Jean-Philippe Lachaux,**

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

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

Rester attentif
(et concentré sur
des notions
complexes...) sur
une longue période
devient difficile pour
la plupart des gens
après un certain
temps.

C'est pourquoi il est
bon de prévoir lors
d'un cours ou un
exposé un moment
où l'on va pouvoir
relâcher un peu son
attention.

Et d'identifier ces
moments comme tel.

En voici donc un...





“ I don't think the world's greatest pickpocket would be known, do you? ... I'm more a student of human nature.

- Apollo Robbins



http://www.youtube.com/watch?v=LoUSO_Mj1TQ

(2:37 à 5: 25 (3 min.), sur le faisceau de l'attention)

Neuroscience Meets Magic - by Scientific American

<http://www.youtube.com/watch?v=i80nVAwO5xU>

4:00 à 9:13 (5 minutes)

(notions abordées : Top down control,
Bottom up control, mirror neurons)



<http://www.youtube.com/watch?v=MG2HPtbV-80>

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

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



La « cécité attentionnelle »

Daniel Simons explique que dans la vie de tous les jours, on passe notre temps à manquer des éléments présents dans notre champ de vision.

Ce qui nous rend si confiants en nos sens, c'est justement que nous **n'avons pas conscience de tout ce que nous ne remarquons pas**.

On assume donc bien naïvement que l'on perçoit toujours tout.

La version « 2.0 »

http://www.youtube.com/watch?v=IGQmdoK_ZfY&feature=relmfu

Hahaha...

<http://www.youtube.com/watch?v=z9aUseqgCiY>

Clues

<http://www.youtube.com/watch?v=ubNF9QNEQLA>

Person swap (Building on the work of Daniel Simons' original "[Door Study](#),")

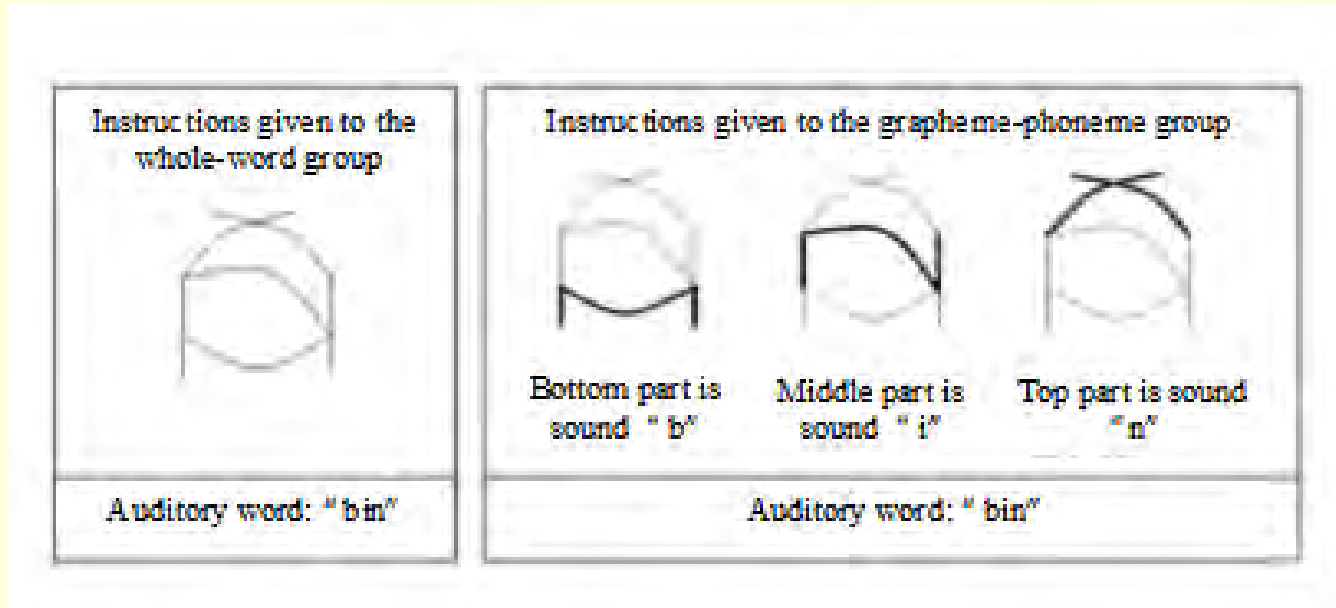
<http://www.whatispsychology.biz/perception-change-blindness-video>



L'attention peut référer à des systèmes possiblement distincts pour :
(M. Posner)

- **l'alerte** (modulation global de la vigilance)
- la **sélection** d'une information particulière parmi d'autres
- la **modulation** de son traitement (sélection d'une chaîne de traitement, résolution des conflits entre tâches, etc.)

Comment ce sur quoi on porte notre attention peut moduler le type d'activation cérébrale



Yoncheva, Blau, Maurer, and McCandliss (2010)
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4365954/>

Dans :
<http://mje.mcgill.ca/article/view/9172/6990>

Voir aussi :
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0093934X15000772>

L'ensemble du symbole considéré comme un mot :

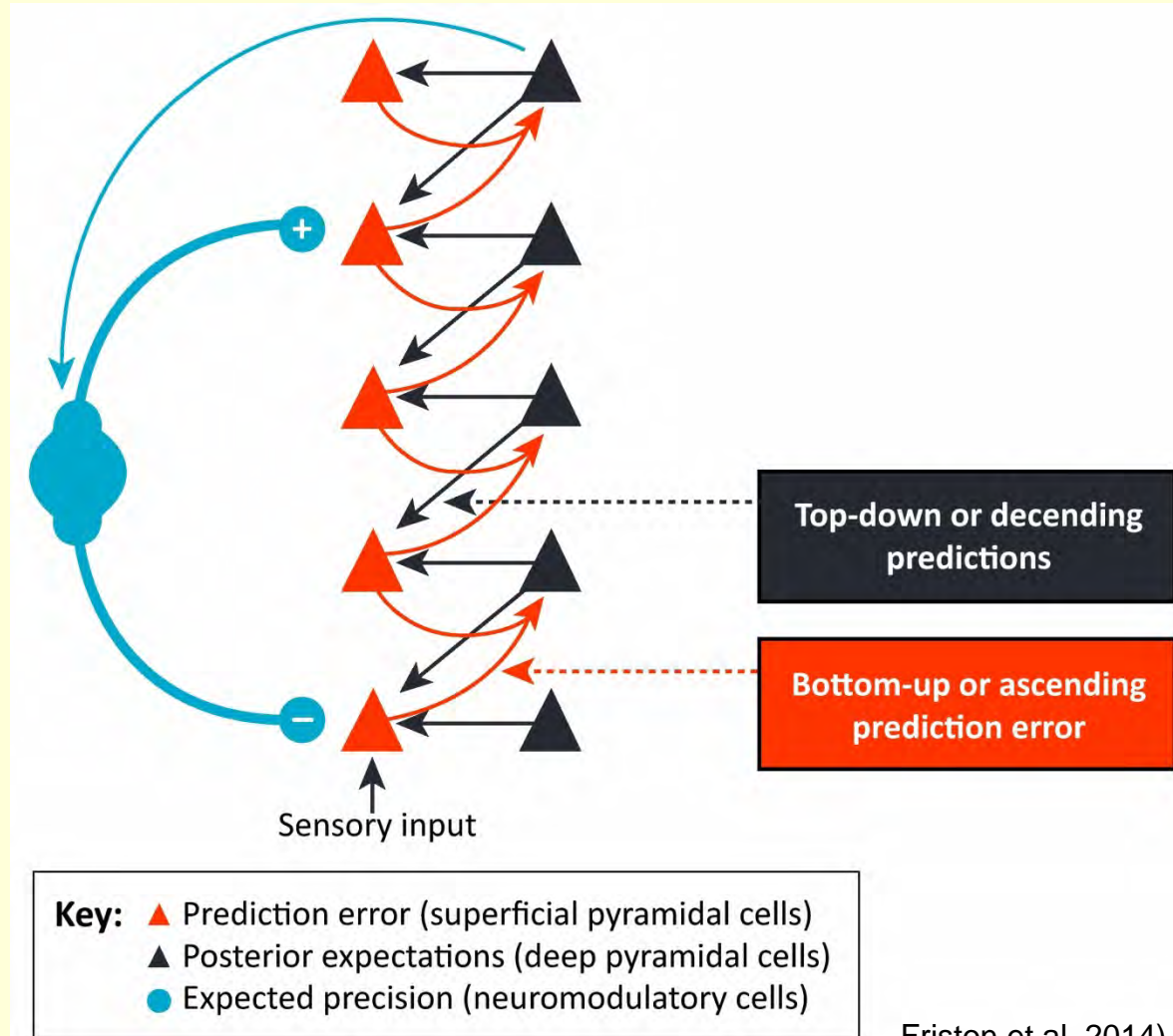
→ activation préférentielle dans hémisphère droit.

Le symbole est décomposable en « lettres » (graphème / phonème) :

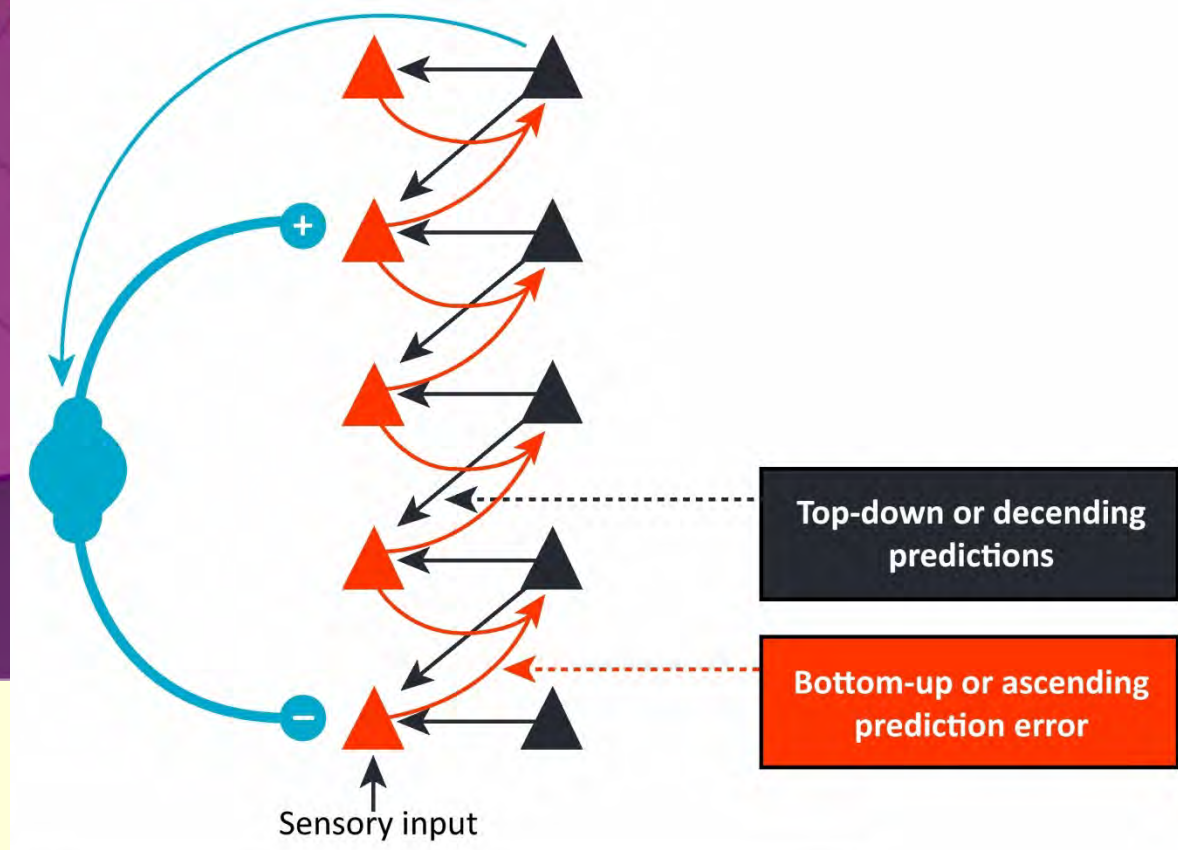
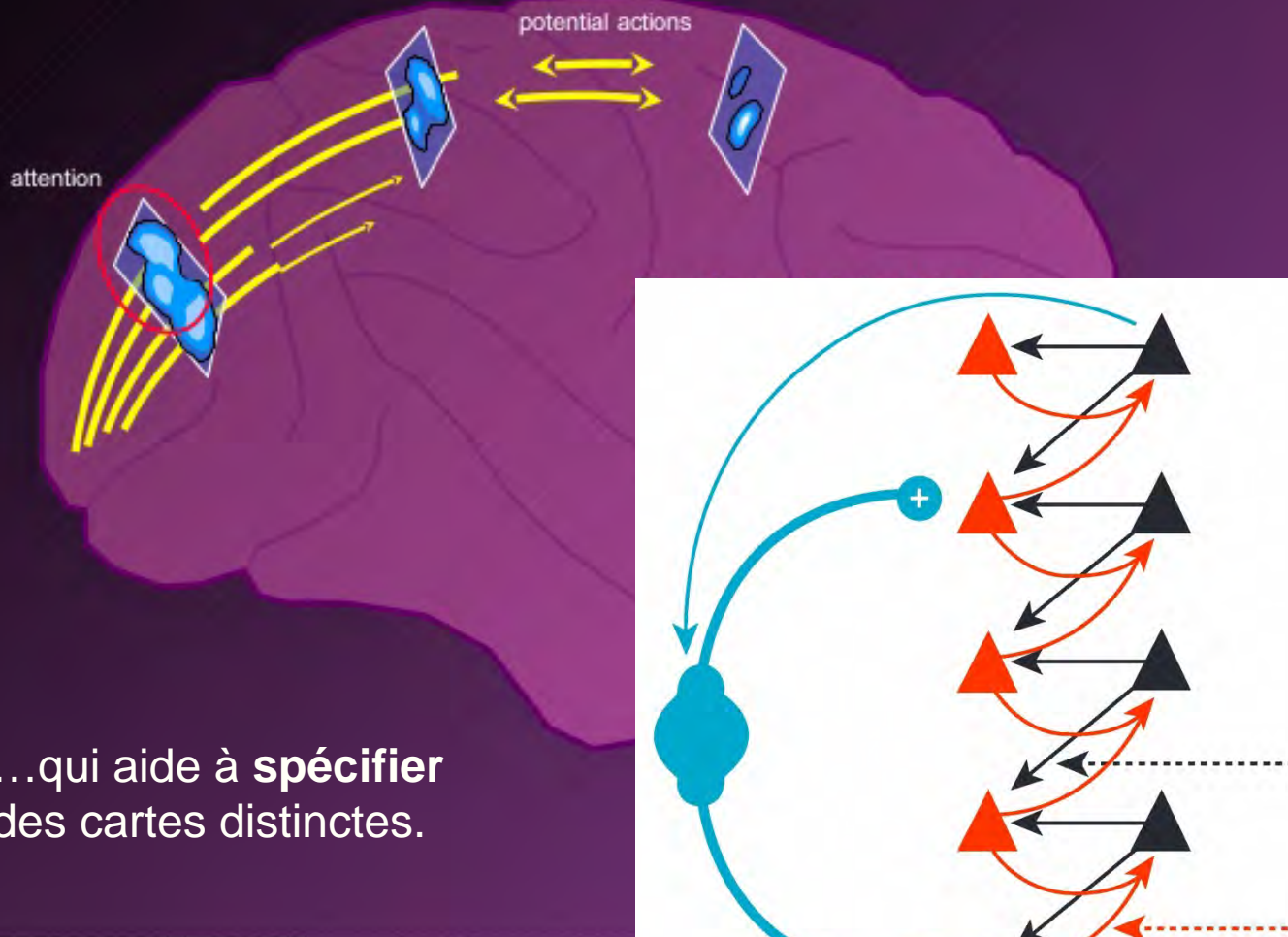
→ activation préférentielle dans hémisphère gauche, particulièrement dans l'aire occipito-temporale ventrale.

→ s'avère plus efficace pour apprendre à lire selon S. Dehaene

L'attention comme un processus permettant d'ajuster le « poids synaptique » entre les prédictions descendantes et les erreurs aux prédictions montantes...



Friston et al. (2014)



Key: ▲ Prediction error (superficial pyramidal cells)
 ▲ Posterior expectations (deep pyramidal cells)
 ● Expected precision (neuromodulatory cells)

L'attention comme un processus permettant d'ajuster le « poids synaptique » entre les prédictions descendantes et les erreurs aux prédictions montantes...

Limites de l'attention :

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

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

Le mythe du cerveau multitâche

Émilie Auvrouin (2010)

http://www.pourlascience.fr/ewb_pages/a/actu-le-mythe-du-cerveau-multitache-24989.php

Donc en résumé, lorsque nous sommes engagés dans une tâche donnée, les stimuli non-pertinents peuvent devenir littéralement **invisibles**.

Et s'ils restent visibles, leur traitement est massivement différé, voir écarté. (Notion de « goulot d'étranglement central »)

Conséquences pour l'éducation :

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

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

Prendre garde à ne pas créer de « doubles tâches », notamment pour les enfants en difficulté (où la première (ex.: formulation trop détaillée d'une question) distrait l'enfant de la seconde...).

Plan :

Intro

Les sciences cognitives axées sur l'enseignement des sciences et des mathématiques au collégial

- La plasticité et l'engramme mnésique (mémoire comme reconstruction)
- Les facteurs qui influencent l'apprentissage et la mémoire :
 - l'attention
 - la mémoire de travail
 - le contexte (& émotionnel)
 - reconsolidation (sommeil et espacement des apprentissages)
 - tests de rappel et élaboration conceptuelle (une controverse)
 - la mémoire associative et les trucs mnémotechniques
 - l'inhibition cognitive (entre automatisme et algorithmes)
 - le changement conceptuel en science et en maths
- Conclusion : le cerveau prédictif (ou de l'importance de l'erreur et du doute)

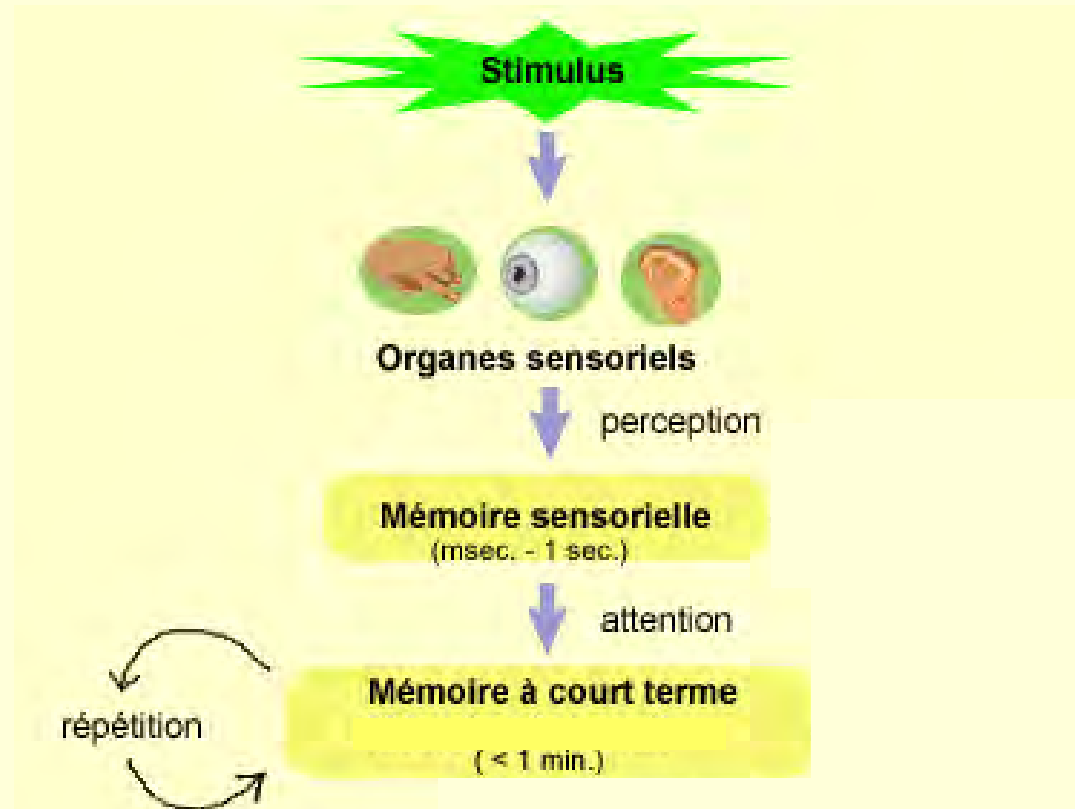
On peut utiliser notre

Mémoire de travail

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



(donc la bonne vieille répétition
contribue toujours à l'apprentissage...)



La mémoire de travail fait partie des « fonctions exécutives », comme on l'a mentionné.

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

Combiner plusieurs éléments en un seul

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



Ex. : "Mon Vieux Tu Me Jette Sur Une Nouvelle Planète."

Autre exemple :

"Mais où est donc Carnior ?"

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

Ou encore :

Les numéros de téléphone

514 279-8763 (Amérique du nord)

01 84 95 36 48 33 (France)

« chunking » : mémoire court terme limitée

Quand changer de pièce nous fait oublier ce qu'on allait y faire

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2016/06/06/quand-changer-de-piece-nous-fait-oublier-ce-quon-allait-y-faire/>

Le « **doorway effect** ».

On a tous vécu cela : on est dans une pièce de notre maison, on pense à un truc à faire, on se déplace dans une autre pièce et, arrivé là, on se demande ce qu'on est venu y faire !



Quand changer de pièce nous fait oublier ce qu'on allait y faire

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2016/06/06/quand-changer-de-piece-nous-fait-oublier-ce-quon-allait-y-faire/>

Le « **doorway effect** ».

On a tous vécu cela : on est dans une pièce de notre maison, on pense à un truc à faire, on se déplace dans une autre pièce et, arrivé là, on se demande ce qu'on est venu y faire !

Ou encore, expérience personnelle fréquente : en préparant le Power Point d'une conférence, avoir l'idée d'une diapo qui se trouve dans une autre présentation, aller ouvrir cette présentation, et se demander une fois dedans pourquoi on l'a ouvert...

Pour comprendre ce phénomène, il faut rappeler que décider d'accomplir une tâche qui nécessite de retenir notre intention un petit moment va être soumis au **contexte** dans lequel cette tâche est mémorisée.

(et l'on « **offload** » inconsciemment des éléments de notre mémoire de travail limitée dans l'environnement... le vaste domaine de la « **cognition étendue** » !)

Dans une étude de 2011, grâce à un dispositif ingénieux en réalité virtuelle, on a pu montrer que **c'était essentiellement le fait d'être passé dans une autre pièce** (et non le fait d'être ou non dans la pièce originale), **qui avait fragilisé ou effacé le souvenir.**

On entrevoit ainsi la valeur adaptative d'un tel phénomène en considérant la **capacité limitée de notre mémoire de travail.**

Sorti d'un contexte particulier et immergé dans un autre, de nouveaux défis se présentent à nous et nous devons y faire face, **en « vidant » par exemple notre mémoire de travail pour y stocker autre chose.**

Plan :

Intro

Les sciences cognitives axées sur l'enseignement des sciences et des mathématiques au collégial

- La plasticité et l'engramme mnésique (mémoire comme reconstruction)
- Les facteurs qui influencent l'apprentissage et la mémoire :
 - l'attention
 - la mémoire de travail
 - le contexte (& émotionnel)
 - reconsolidation (sommeil et espacement des apprentissages)
 - tests de rappel et élaboration conceptuelle (une controverse)
 - la mémoire associative et les trucs mnémotechniques
 - l'inhibition cognitive (entre automatisme et algorithmes)
 - le changement conceptuel en science et en maths
- Conclusion : le cerveau prédictif (ou de l'importance de l'erreur et du doute)

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

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

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

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

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

Et vice-versa pour le second groupe.

Le contexte peut être aussi émotionnel

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

→ on sait qu'un état **dépressif nuit** à la production de nouveaux neurones et de nouvelles connexions, alors que **le plaisir la favorise**.

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

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

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

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

« **Flashbulb memory** » :

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

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



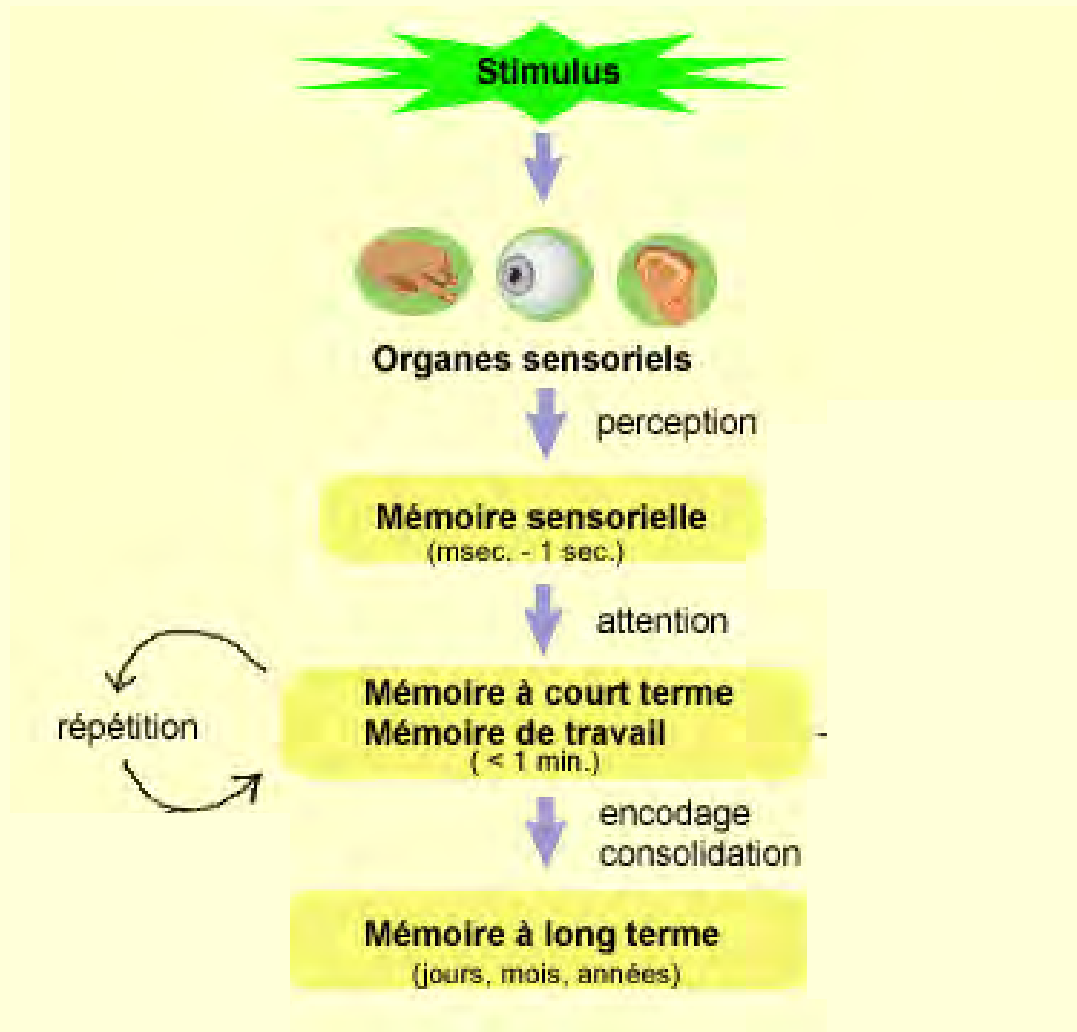
Plan :

Intro

Les sciences cognitives axées sur l'enseignement des sciences et des mathématiques au collégial

- La plasticité et l'engramme mnésique (mémoire comme reconstruction)
- Les facteurs qui influencent l'apprentissage et la mémoire :
 - l'attention
 - la mémoire de travail
 - le contexte (& émotionnel)
 - **reconsolidation (sommeil et espacement des apprentissages)**
 - tests de rappel et élaboration conceptuelle (une controverse)
 - la mémoire associative et les trucs mnémotechniques
 - l'inhibition cognitive (entre automatisme et algorithmes)
 - le changement conceptuel en science et en maths
- Conclusion : le cerveau prédictif (ou de l'importance de l'erreur et du doute)

Mémoire de travail



Car « comprendre » et mémoriser de manière durable sont deux choses différentes...

Consolidation



STM

Short-term memory

LTM

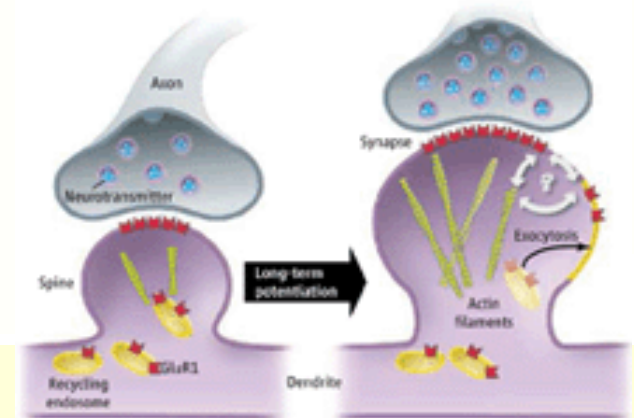
Long-term memory

Inactive state

(**stable**)

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

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



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

Exemple :

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

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

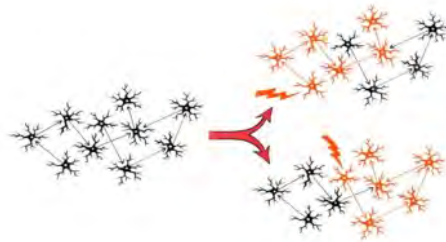
L'automatisation est essentielle, car elle **permet de se concentrer sur autre chose**, le sens du texte, par exemple.

Consolidation



STM

Short-term memory



LTM

Long-term memory

Active state
(labile)

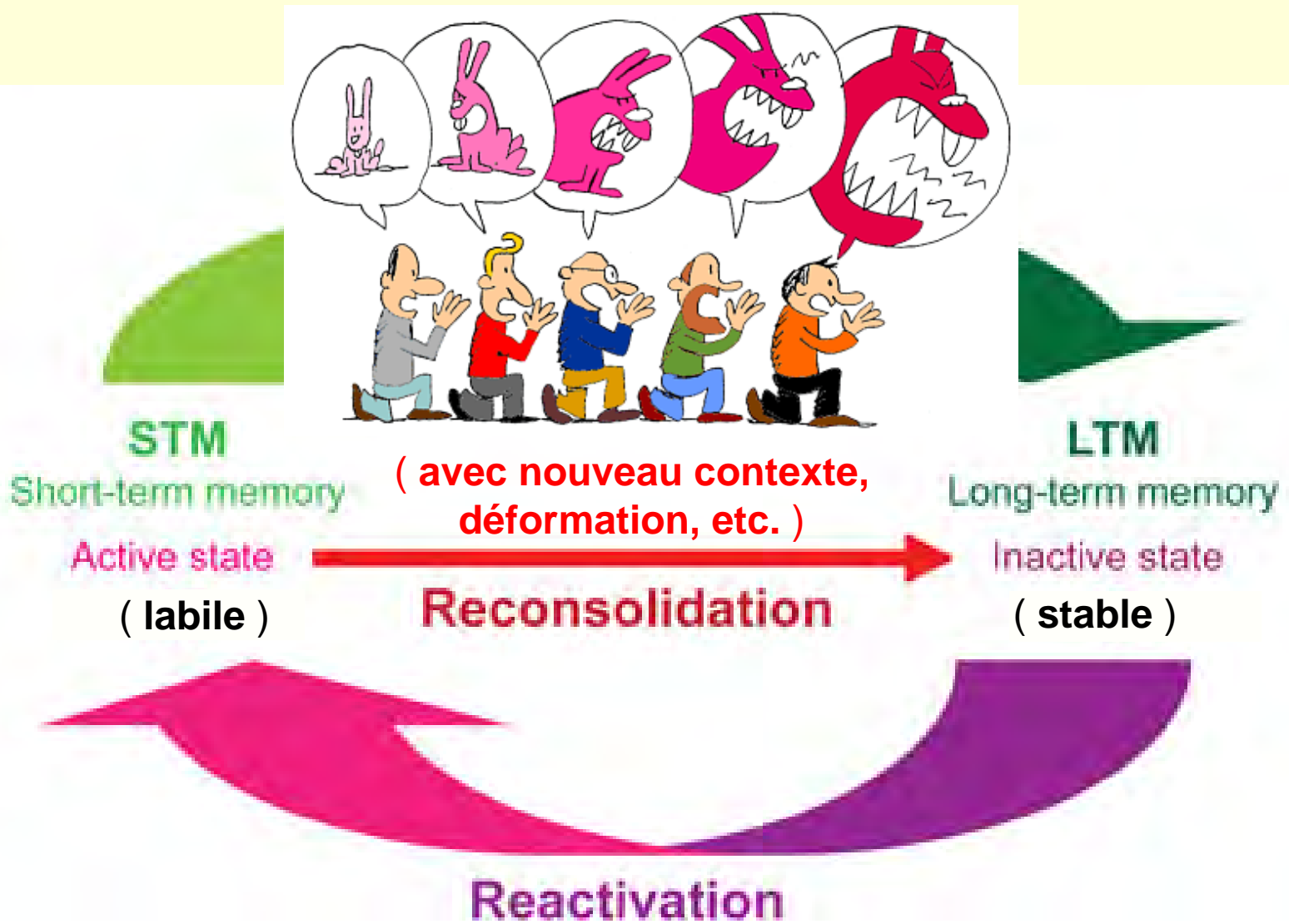


Reconsolidation

Inactive state
(stable)



Reactivation



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

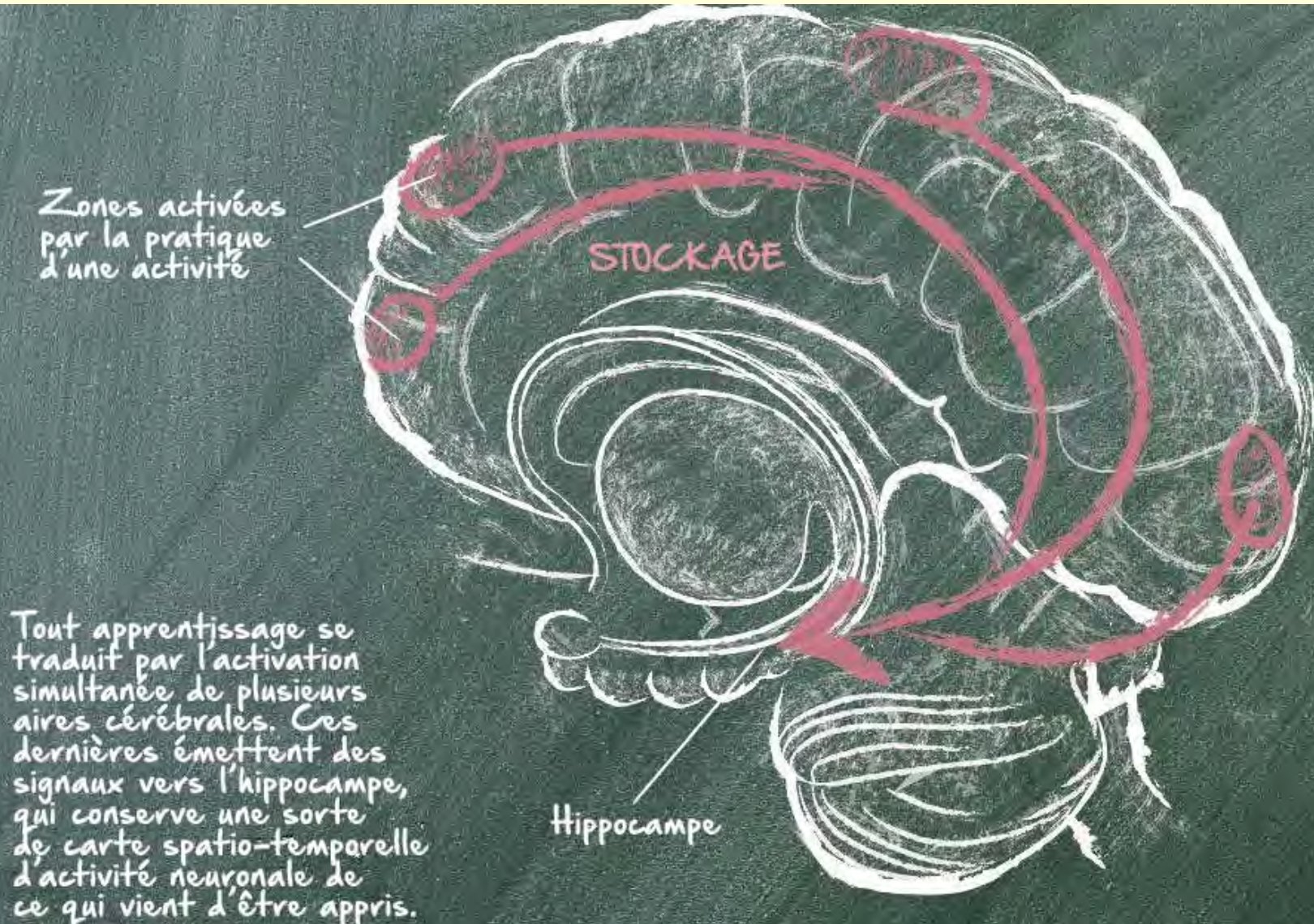
Inda MC, Muravieva EV, Alberini CM. Journal of Neuroscience 2011 Feb 2; 31(5):1635-43.

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

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

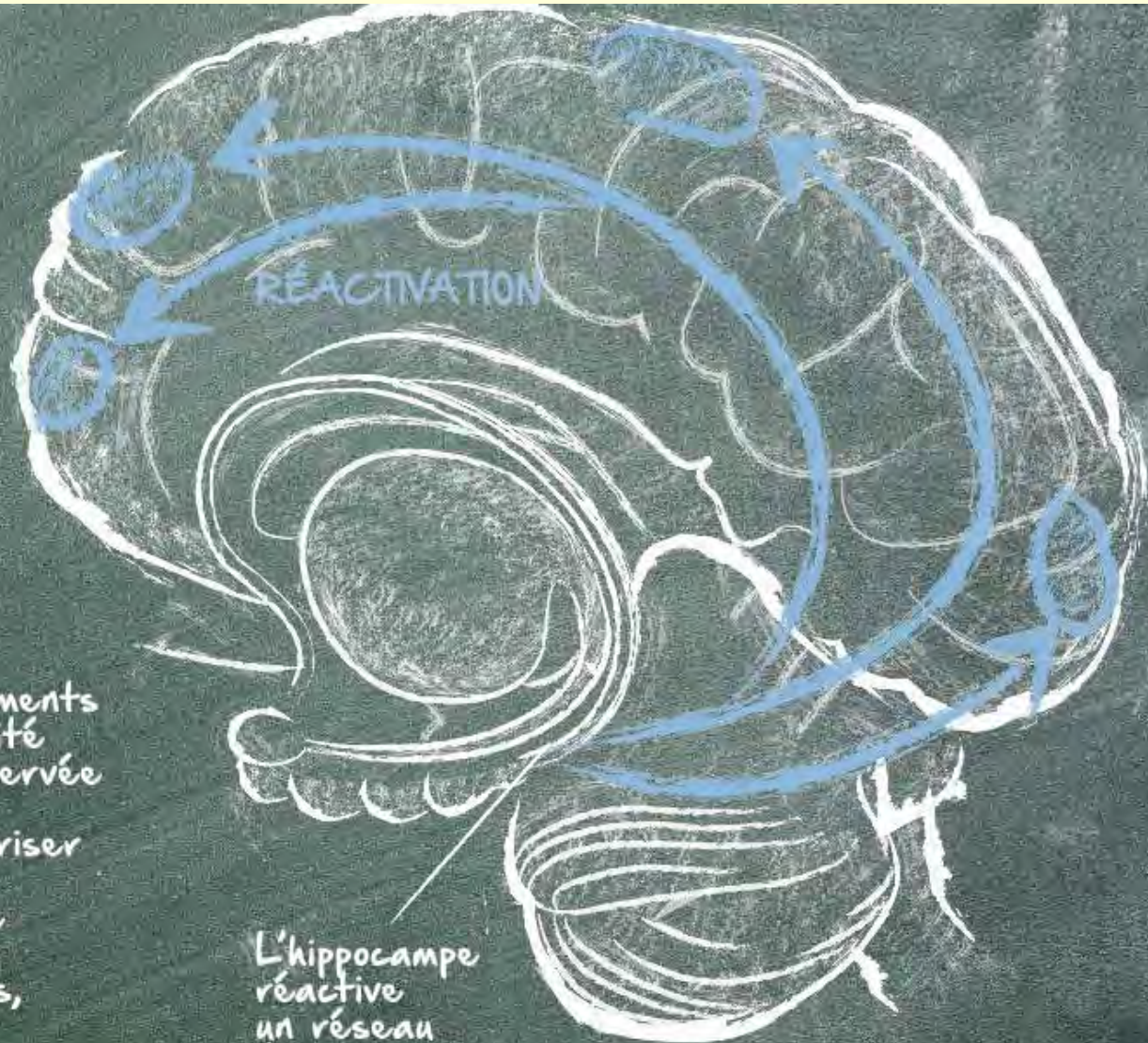
Le **sommeil** intervient dans la **consolidation** des apprentissages.

Les apprentissage du jour...



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

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



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

L'hippocampe réactive un réseau de neurones

« Il semble que la mémoire est d'abord stockée dans l'hippocampe pour une durée maximale d'une quinzaine de jours, et que celui-ci transfère ensuite les données dans différentes parties du cortex. »

- Daniel Choquet, directeur de recherche au CNRS.

Après une période d'apprentissage, une période de **sommeil**, même courte, améliorerait donc ce transfert et contribuerait à :

- La **mémorisation à long terme**
- La généralisation
- La découverte de généralité (*insight*)

Causal evidence for the role of REM sleep theta rhythm in contextual memory consolidation.

Boyce R, Glasgow SD, Williams S, et coll., Science **2016**, 352:812-6.

<https://www.google.ca/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwidpaWIr5rUAhUI6IMKHaeHhAuMQFggvMAE&url=http%3A%2F%2Futmemoryclub.com%2Fwp-content%2Fuploads%2F2013%2F07%2Fcausal-evidence-for-the-role-of-REM-sleep-theta-rhythm-in-contextual-memory-consolidation.pdf&usg=AFQjCNHIFe-KWgzE114C409dF9fUJw4znw&cad=rja>

Sleep 'resets' brain connections crucial for memory and learning, study reveals

Ian Sample, 23 August 2016

<https://www.theguardian.com/science/2016/aug/23/sleep-resets-brain-connections-crucial-for-memory-and-learning-study-reveals>

The “synaptic homeostasis hypothesis of sleep” :

Sleep and synaptic homeostasis: a hypothesis.

Tononi G, Cirelli C., (2003)

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14638388>

- L'éveil est associé à la potentialisation synaptique
- celle-ci serait liée à la régulation des ondes lentes durant le sommeil profond
- ces ondes lentes sont associées au “synaptic downscaling” (ou “reset” synaptique)
- et ce “synaptic downscaling” serait lié aux effets bénéfiques du sommeil sur la performance.

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

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

Dossier

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



Steve Masson

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

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

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

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

« Cela expliquerait pourquoi **l'écart en lecture** entre des élèves de milieux favorisés et défavorisés est **plus important au début de la deuxième année qu'à la fin de la première.**

«L'hypothèse la plus plausible est que les enfants de milieux favorisés ont gardé contact avec des livres durant l'été et que leurs connexions neuronales associées à la lecture sont restées actives.»

- Steve Masson

Steve Masson apprend aux futurs enseignants comment maximiser le potentiel du cerveau de leurs élèves.

Par Jean-François Ducharme

http://www.actualites.uqam.ca/2015/neuroeducation-maximiser-potentiel-cerveau-eleves?utm_categorieinterne=traffidriviers&utm_contenuinterne=envoyer_cbp

11 Novembre 2015

Plan :

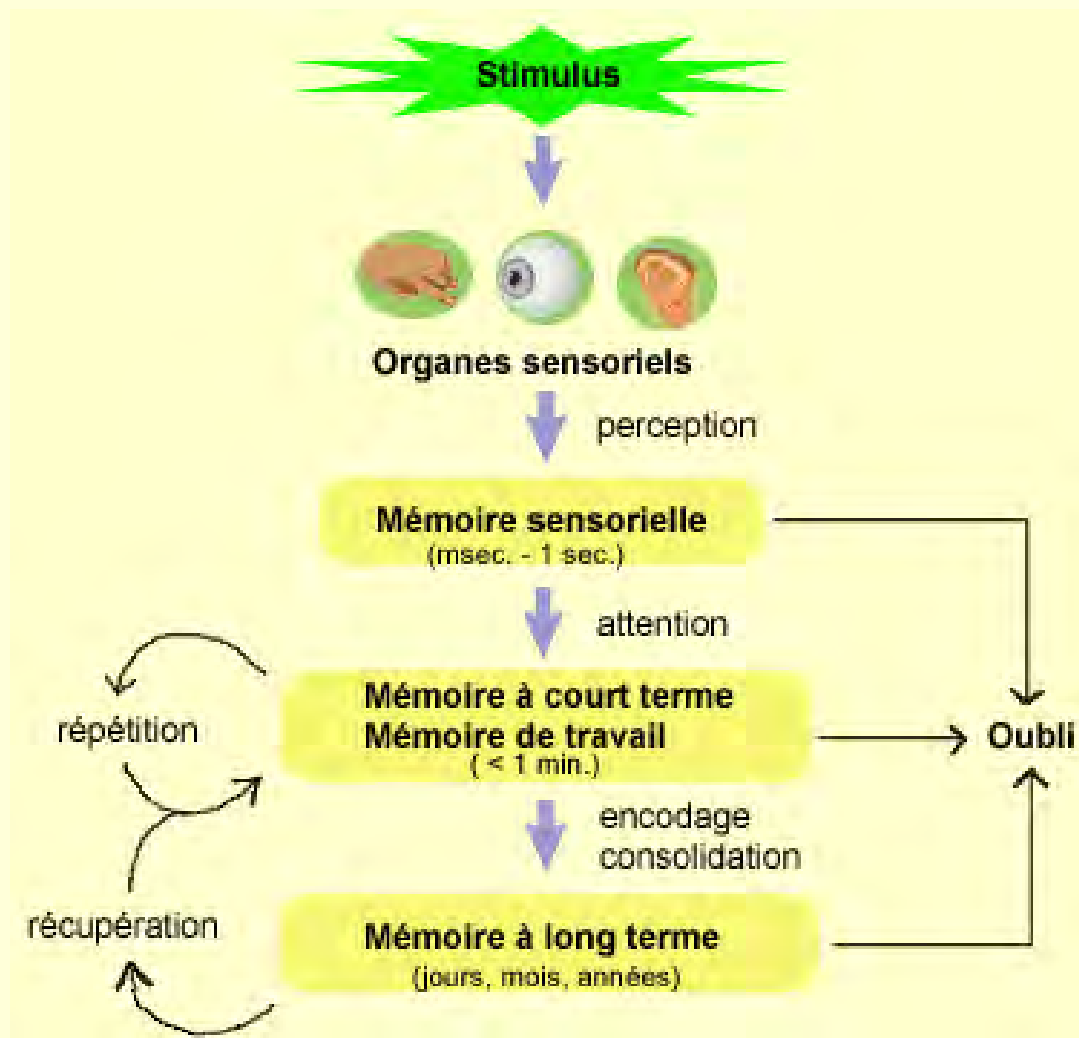
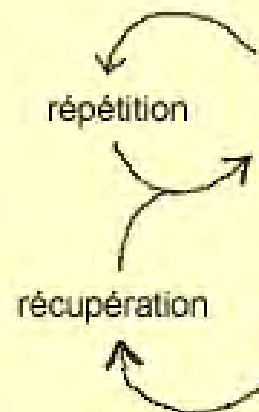
Intro

Les sciences cognitives axées sur l'enseignement des sciences et des mathématiques au collégial

- La plasticité et l'engramme mnésique (mémoire comme reconstruction)
- Les facteurs qui influencent l'apprentissage et la mémoire :
 - l'attention
 - la mémoire de travail
 - le contexte (& émotionnel)
 - reconsolidation (sommeil et espacement des apprentissages)
 - tests de rappel et élaboration conceptuelle (une controverse)
 - la mémoire associative et les trucs mnémotechniques
 - l'inhibition cognitive (entre automatisme et algorithmes)
 - le changement conceptuel en science et en maths
- Conclusion : le cerveau prédictif (ou de l'importance de l'erreur et du doute)

Mémoire de travail

(réactivation)



Pour contrer l'oubli, il y a certains principes qui semblent faire consensus (mais des débats subsistent sur leur degré d'efficacité respectif)

L'apprentissage est optimal lorsque l'enfant **alterne apprentissage et test immédiat et répété** de ses connaissances.

→ Il y a alors un **engagement actif** qui favorise la mémorisation (davantage que la lecture passive)

Cela permet à l'enfant d'apprendre à **savoir quand il ne sait pas** (métacognition)

The critical importance of retrieval for learning.

Karpicke JD, Roediger HL 3rd.

Science. **2008**

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18276894>

Groupe 1 : 4 study, 4 test (ST ST ST ST)

Groupe 2 : 6 study, 2 test (ST SS ST SS)

Groupe 3 : 8 study, 0 test (SS SS SS SS)

Les meilleurs résultats de rappel deux jours plus tard sont : groupe 1, puis 2 et 3.

Retrieval Practice Produces More Learning than Elaborative Studying with Concept Mapping.

J. D. Karpicke, J. R. Blunt., *Science*, 11 Feb 2011

<http://science.sciencemag.org/content/331/6018/772>

<https://www.sciencedaily.com/releases/2011/01/110121111216.htm>

→ Pratiquer le rappel serait pour eux plus efficaces que des méthodes d'étude où l'on élabore des cartes conceptuelles !

Comparaison de 4 différentes méthodes de mémorisation
avec le même temps d'apprentissage :

- 1) Devait lire et relire un texte (**de science**)
- 2) Lisait des passages, le texte était découpé en parties
- 3) Pouvait faire des schémas, diagrammes, essayer de développer le sens
- 4) Lisait le texte, puis essayait de s'en souvenir, puis le relisait, puis s'en souvenait, etc...

Selon 90% des participants, c'est la méthode #3 (carte conceptuelle) qui semblait la meilleure.

Résultats :

Juste après la période d'étude, les groupes #3 (carte conceptuelle) et #4 (pratiquer le rappel) se rappelaient à peu près la même quantité d'information...

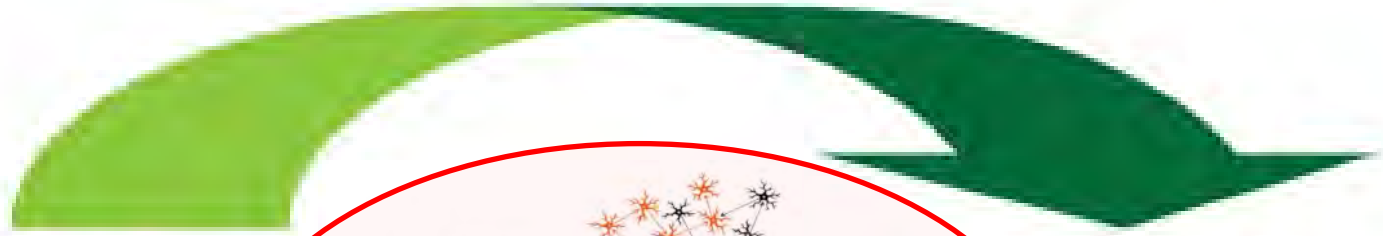
...mais c'est la #4 (pratiquer le rappel) **qui a permis de retenir 50% de plus que la #3 (carte conceptuelle) une semaine plus tard.**

Et ces étudiants du groupe #4 étaient aussi meilleurs que ceux du groupe #3 pour tirer des **implications** et des **conclusions** qui n'étaient **qu'implicites** dans les contenus.

Deux éléments de discussion intéressants :

- Quand les étudiants ont le contenu à étudier devant eux, ils ont tendance à croire qu'ils le connaissent mieux que ce qu'ils savent réellement
 - Évoque un phénomène plus large qu'on se fie plus à « **l'environnement extérieur** » qu'on en est conscient...
- On a l'impression que faire un test de rappel, c'est mesurer simplement le rappel, comme on mesure un objet (ce qui ne change pas l'objet)
 - Mais lire, se souvenir, lire, se souvenir, c'est **réactiver à chaque fois des réseaux de neurones.**

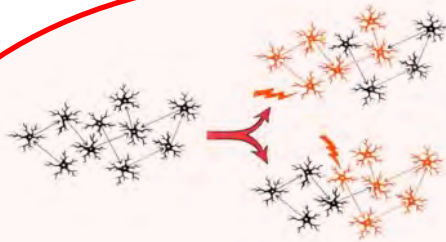
Consolidation



STM

Short-term memory

Active state
(labile)



LTM

Long-term memory

Inactive state
(stable)



Reconsolidation



Reactivation

Retrieval practice protects memory against acute stress

Amy M. Smith*, Victoria A. Floerke, Ayanna K. Thomas

Science 25 Nov 2016 <http://science.sciencemag.org/content/354/6315/1046>

On savait qu'un **stress dans la demi-heure suivant un apprentissage diminue ce qu'on a appris.**

Et on pense que c'est dû à la **montée de cortisol** qui a pour effet **d'inhiber l'activité de l'hippocampe.**

Différents groupes avec différentes méthodes d'apprentissage (ex.: réétudier) pour retenir une trentaine de mots (neutres ?). Et l'un de ces groupes utilisait la méthode des **tests de rappel.**

Le **stress** consistait à résoudre des problèmes mathématique devant des profs et des étudiants.

Ceux qui avaient appris par d'autres méthodes avaient **moins de souvenir suite à cette épreuve** que lorsqu'ils avaient appris en l'absence de stress.

Ceux qui utilisaient la méthode des tests de rappel se souvenaient **aussi bien** qu'il y ait stress ou pas.

D'où l'interprétation que cette mémoire serait plus **robuste** parce que **rééinscrite** par différentes voies et **ayant été plus travaillée.**

Pour en revenir à **Karpicke**, il conclut qu'il n'y a pas de problème avec l'apprentissage par élaboration (cartes conceptuelles), mais il plaide pour qu'on fasse une **plus grande place aux pratiques de rappel**.

Mais 8 mois plus tard...

Comment on “Retrieval Practice Produces More Learning than Elaborative Studying with Concept Mapping”

Joel J. Mintzes^{1,*}, Alberto Canas², John Coffey², James Gorman³, Laine Gurley⁴, Robert Hoffman², Sandra Y. McGuire⁵, Norma Miller⁶, Brian Moon⁷, James Trifone⁸, James H. Wandersee⁹

Science 28 Oct 2011:

<http://science.sciencemag.org/content/334/6055/453.3.full>

Ces auteurs rappellent d’abord que des décennies de recherche ont montré que l’apprentissage bénéficiais beaucoup à la fois des tests de rappel **ET** des pratiques d’élaboration / différenciation / intégration des concepts.

Et puis ils soulignent que Karpicke et Blunt nous demandent de considérer **laquelle** des deux approches pourrait être la plus efficace (“retrieval practice” ou “concept mapping”).

→ Et ils plaident en faveur de la première stratégie (**retrieval practice**)

Mais ces auteurs **critiquent sa méthodologie** à différents niveaux :

→ La période de pratique et d'entraînement à faire des cartes conceptuelles était relativement brève et on a peu d'évidence que les gens maîtrisaient bien la technique avant l'expérience.

Ils affirment que dans leurs recherches préalables, cela prenait plus de 10 à 15 semaines d'aide et de rétroactions diverses pour bien maîtriser la technique.

Alors que dans l'expérience de Karpicke et Blunt, les participants recevait une description tronquée de la technique, un exemple de carte conceptuelle, et 25 minutes pour compléter la leur.

→ Ils insistent plus largement sur la maîtrise différentielle des deux techniques : tout étudiant au baccalauréat a une douzaine d'années d'étude où il a subi une myriade de tests de rappel, alors que bien peu ont utilisé fréquemment les cartes conceptuelles.

→ Et même en dehors de l'école, quand on raconte un livre qu'on a lu ou un film qu'on a vu, on pratique notre rappel; contrairement au peu d'occasion que nous avons de faire des cartes conceptuelles.

Et donc ils pensent que la familiarité de la première technique par rapport à la seconde biaise les résultats en sa faveur et dit peu de chose sur leur efficacité "en soi".

On s'accorde pour dire que l'apprentissage par élaboration (carte conceptuelle) est excellent pour une mémorisation **prolongée**.

→ Alors pourquoi avoir choisi un intervalle d'à peine 1 semaine entre le moment de l'apprentissage et les tests ?

Pour affirmer que la pratique de rappel est meilleure que les cartes conceptuelles, il aurait été plus juste de les comparer sur une plus longue période : plusieurs **semaines**, voire des **mois**, des semestres ou peut-être même des **années**.

En conclusion, ces auteurs rappellent que l'étude de Karpicke and Blunt suggère que les professeurs pourraient porter plus attention au rappel de connaissances préalablement apprises dans les classes de science, ce qui est une suggestion louable, selon eux.

Mais la question de savoir si l'on se souvient mieux grâce à des pratique de rappel demeure ouverte pour eux.

D'autant plus que l'utilisation judicieuse de cartes conceptuelles par un professeur est souvent accompagnée, au début d'un cours, par une **séance collective de rappel des concepts importants déjà abordés.**

On active alors dans notre mémoire de travail un réseau d'idées qui sont reliées entre elles, ce qui est excellent pour ensuite y "**accrocher**" autre chose.

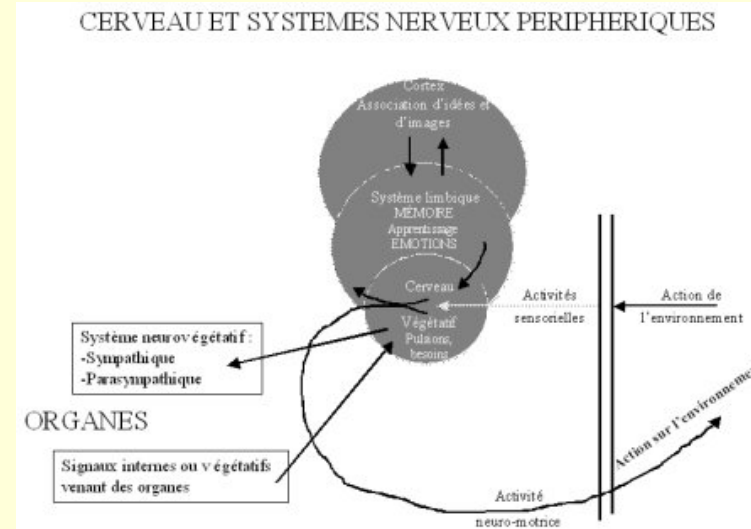
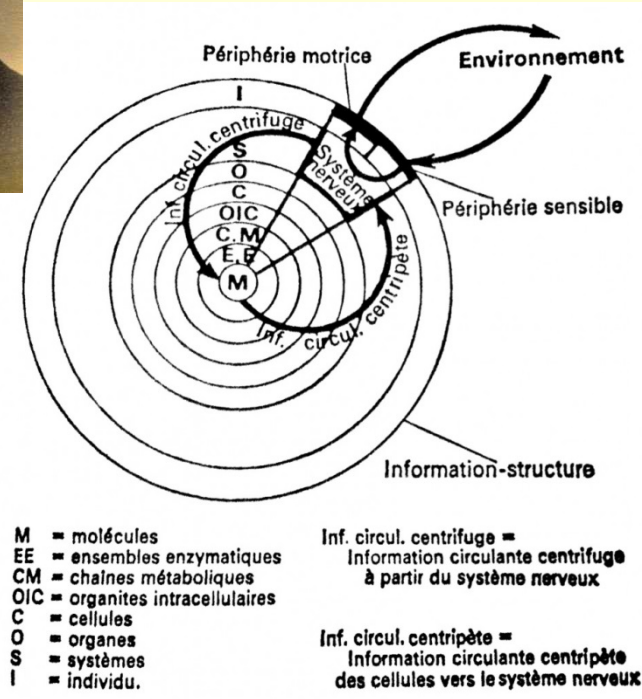
Sur une note plus personnelle :
(voir www.elogedelasuite.net)

Durant ses études en médecine, plusieurs camarade d'Henri Laborit, trouvaient étrange le fait qu'il passait son temps à tout **dessiner**, avec des **schémas** compréhensibles que par lui-même.

« Nanti d'une bonne mémoire visuelle, j'avais depuis longtemps compris que l'on retient plus facilement un dessin que quarante pages d'un livre. La difficulté était de transformer en schémas l'ensemble de la pathologie. Je passais autant de temps à imaginer mes schémas que d'autres à apprendre leurs questions écrites. »

« Je continue aujourd'hui à tout dessiner. En lisant un article de biochimie, physiologie ou toute autre discipline, je traduis sur une feuille blanche le texte en schéma, avec régulations positives et négatives. »

- Henri Laborit



Sur une note plus personnelle :
(voir www.elogedelasuite.net)



En passant...

→ Inclure des « **notes personnelles** » ou des « **anecdotes** » dans un cours peut aider plus tard à l'amorçage, c'est-à-dire à retrouver le concept qu'elles servaient à illustrer.

Plan :

Intro

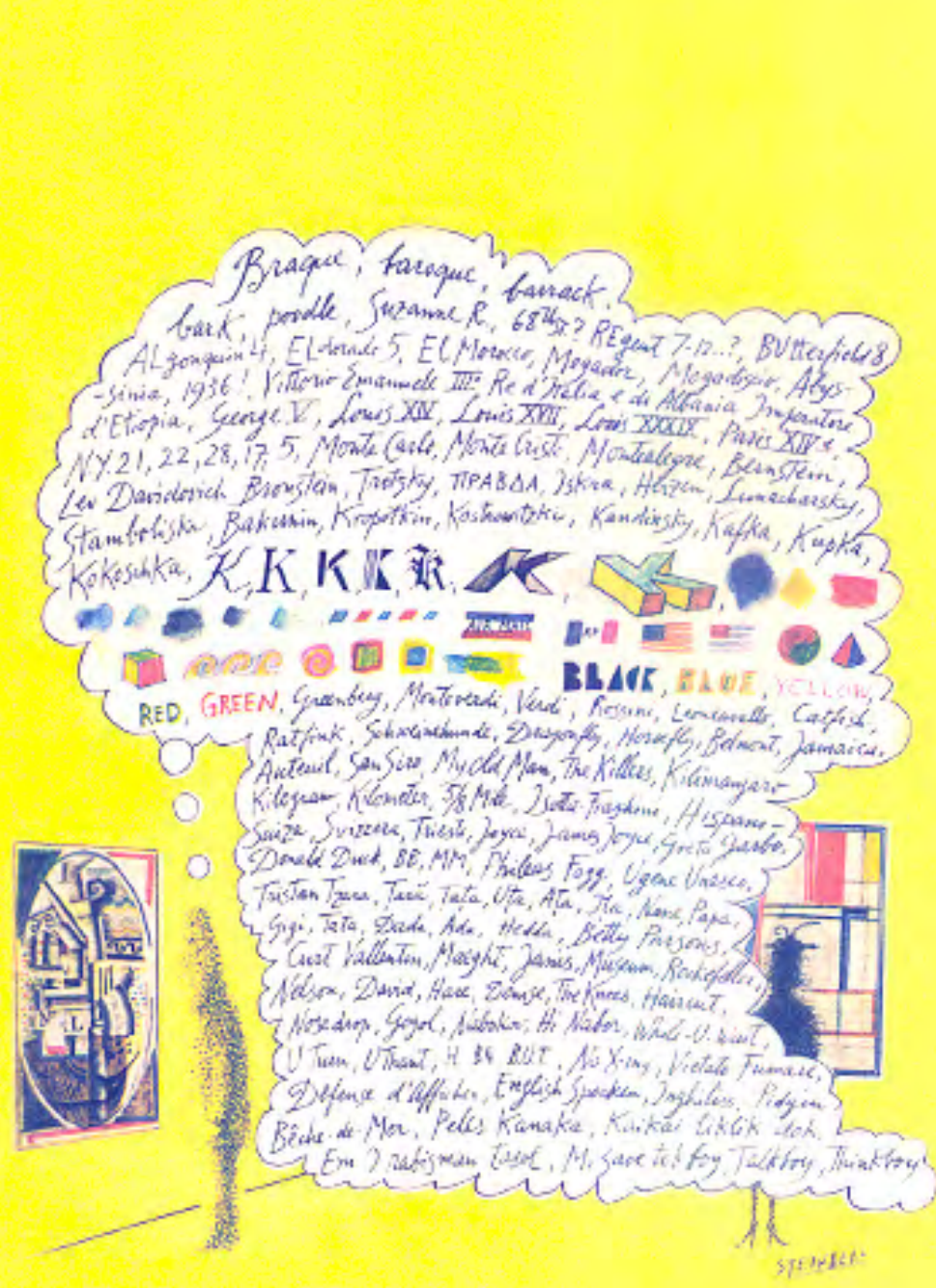
Les sciences cognitives axées sur l'enseignement des sciences et des mathématiques au collégial

- La plasticité et l'engramme mnésique (mémoire comme reconstruction)
- Les facteurs qui influencent l'apprentissage et la mémoire :
 - l'attention
 - la mémoire de travail
 - le contexte (& émotionnel)
 - reconsolidation (sommeil et espacement des apprentissages)
 - tests de rappel et élaboration conceptuelle (une controverse)
 - la mémoire associative et les trucs mnémotechniques
 - l'inhibition cognitive (entre automatisme et algorithmes)
 - le changement conceptuel en science et en maths
- Conclusion : le cerveau prédictif (ou de l'importance de l'erreur et du doute)

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

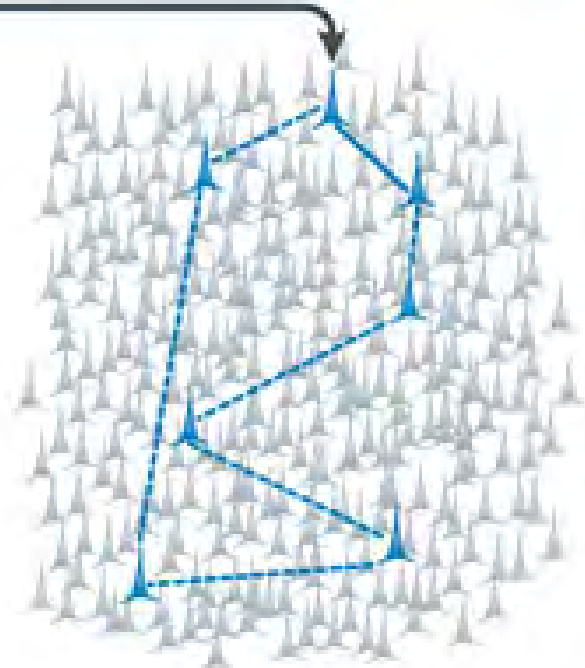
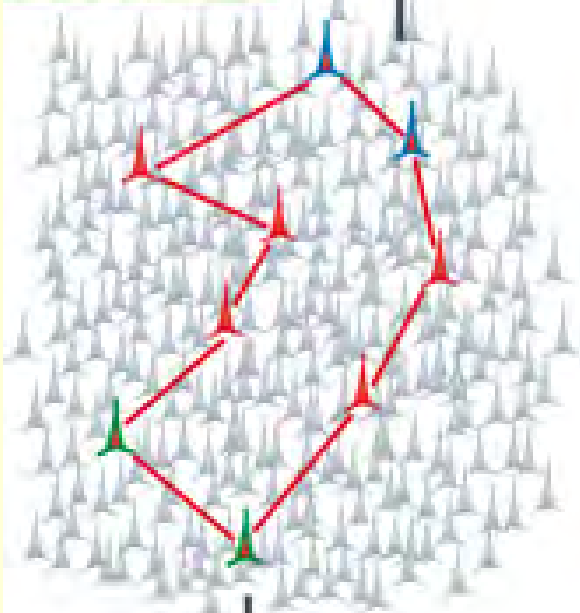
une chose nous en rappelle une autre, qui nous en rappelle une autre, etc.

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

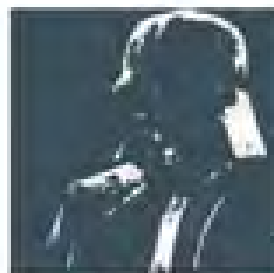
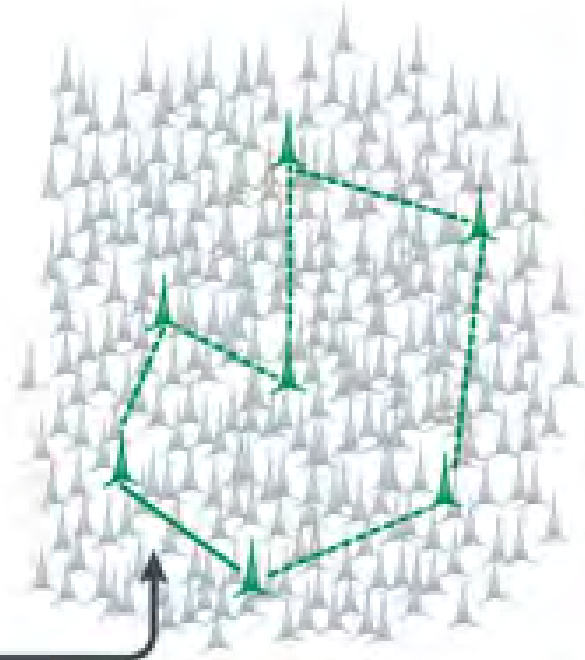




Luke Skywalker

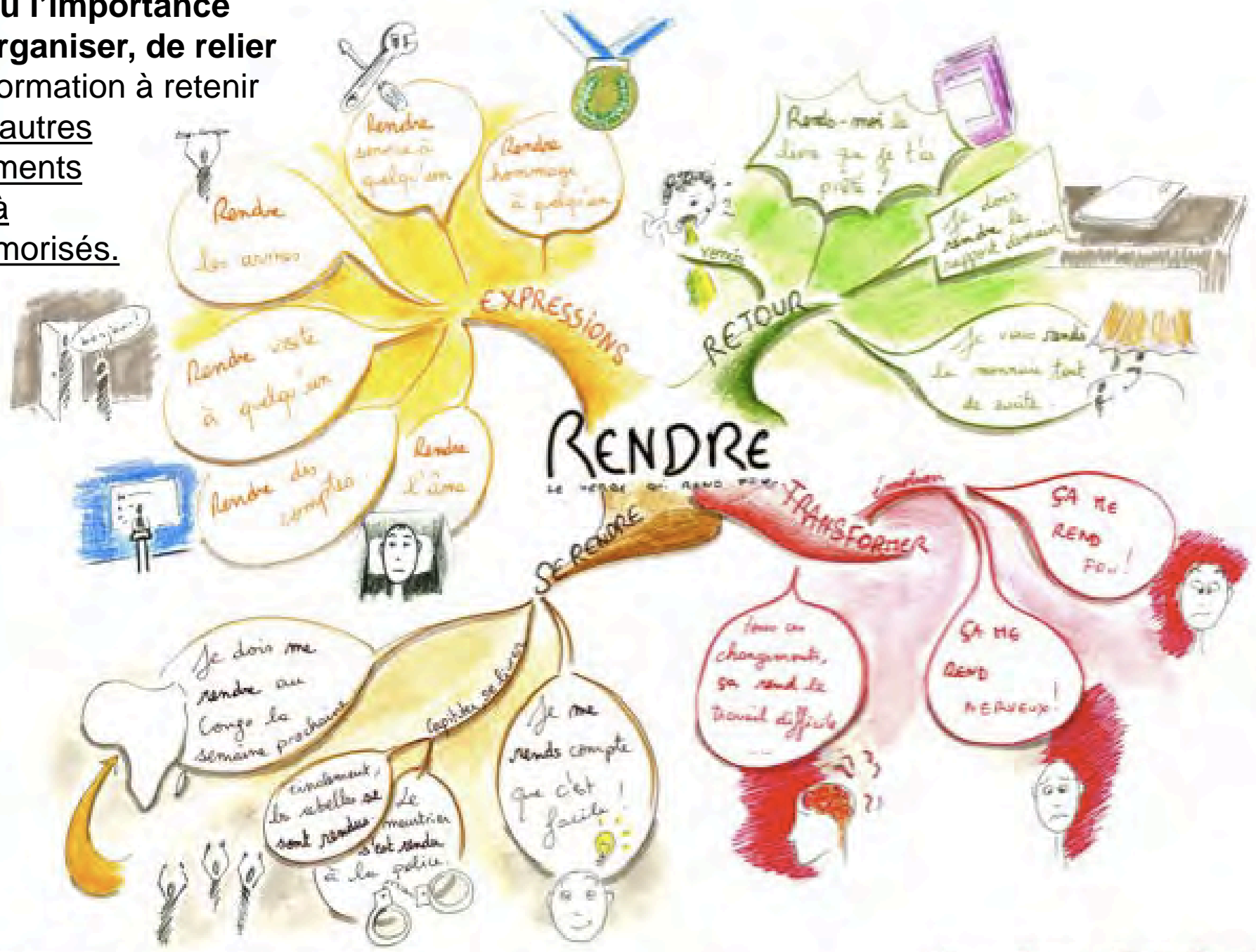


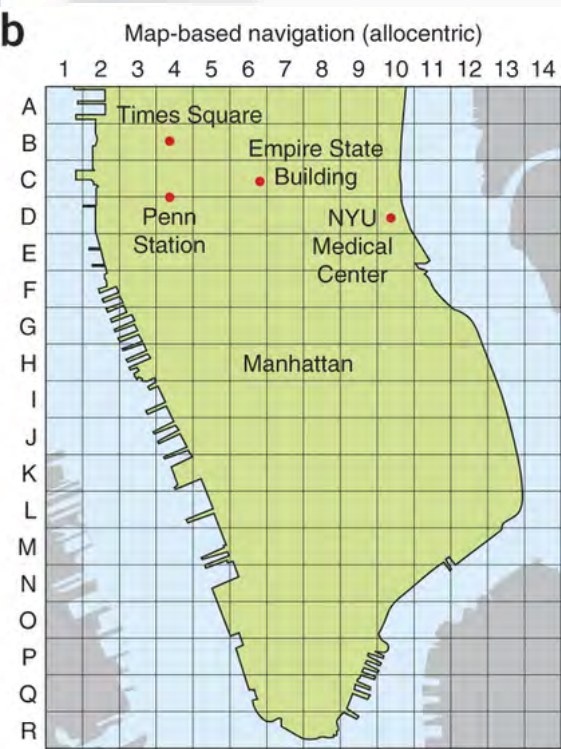
Yoda



Darth Vader

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





Katie Vicari

Maria Charvátová et Thomas Zoccolato

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

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

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

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

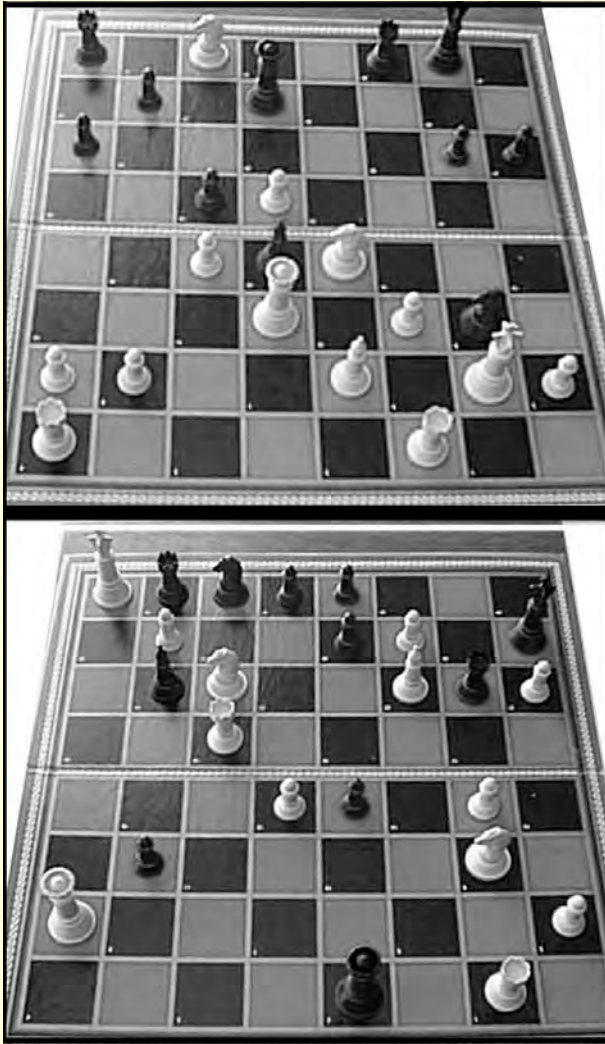
- Hélène Trocme Fabre,



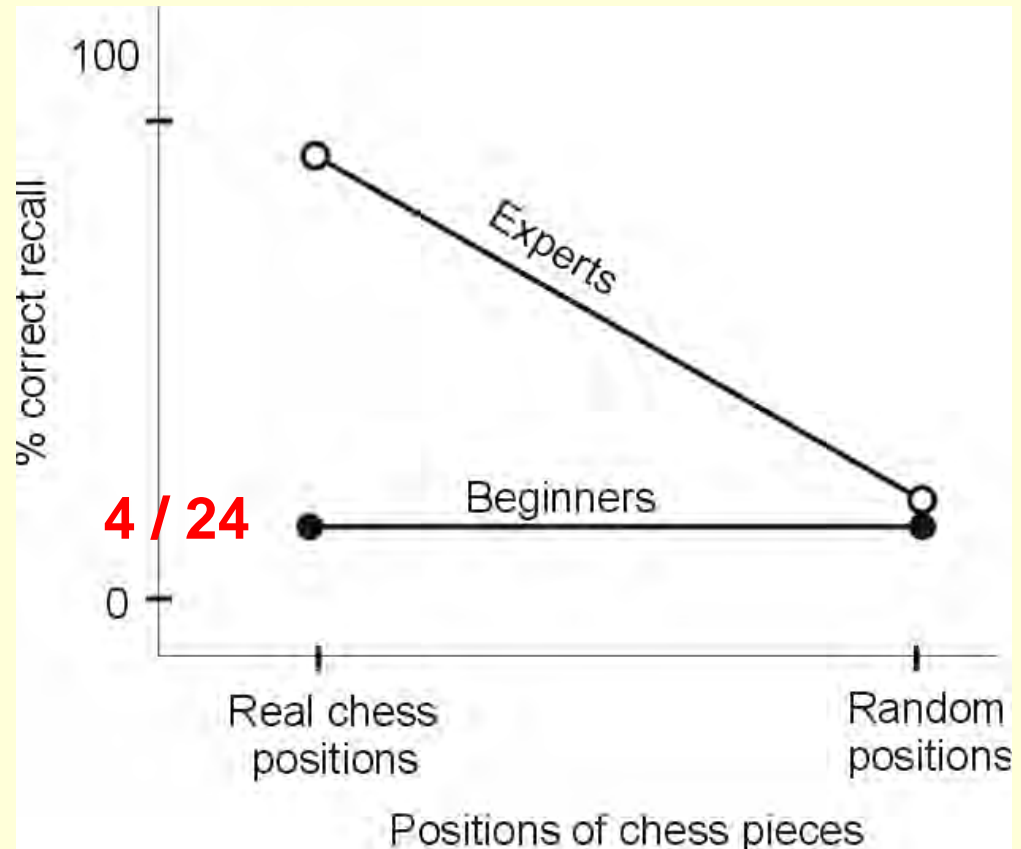
How experts recall chess positions

By Daniel Simons, on February 15th, 2012

5 s.



<http://theinvisiblegorilla.com/blog/2012/02/15/how-experts-recall-chess-positions/>



A **meaningful** configuration (**top**)
and a random configuration (bottom)

On sait depuis très longtemps qu'associer de nouvelles choses à des choses connues (comme un lieu familier) aide à les retenir.

Cette méthode est utilisée depuis plus de deux mille ans !

La première mention d'une association lieux/objets remonterait au poète grec **Simonides de Céos** né en 556 av. J.-C.



Un Art de la Mémoire

13 mai **2017**

<https://www.franceinter.fr/emissions/sur-les-epaules-de-darwin/sur-les-epaules-de-darwin-13-mai-2017>

27 mai **2017**

Le Mnémoniste (sur le patient de A. Luria)

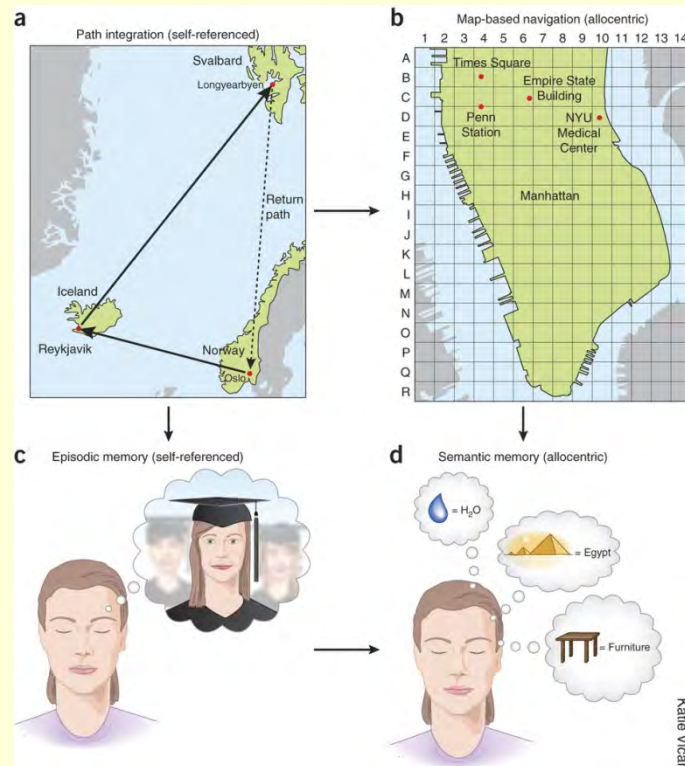
<https://www.franceinter.fr/emissions/sur-les-epaules-de-darwin/sur-les-epaules-de-darwin-27-mai-2017>



On sait depuis très longtemps qu'associer de nouvelles choses à des choses connues (comme un lieu familier) aide à les retenir.

Cette méthode est utilisée depuis plus de deux mille ans !

La première mention d'une association lieux/objets remonterait au poète grec **Simonides de Céos** né en 556 av. J.-C.



Les champions de mémorisation d'aujourd'hui ne font que les pousser les trucs découverts dans la Grèce Antique.

« It's all about **having fun**.
And letting the brain makes strong connections. »

« The next time you want to remember something,
make a fun story of it »

- Idriz Zogaj



Associer à des images mentales fortes : plus l'association est surprenante, plus on a de chance de s'en souvenir (influence positive des émotions modérées)



Liste d'épicerie :

- Yogourt grec
- Bagel
- Mangue
- Jus d'orange



- 1) Créer une image mentale flyée pour l'association
- 2) La situer dans l'espace (en un « trajet »)

How to become a Memory Master : Idriz Zogaj at TEDxGoteborg

<https://www.youtube.com/watch?v=9ebJlcZMx3c>



Type normal avec une mémoire normale qui commence à s'intéresser par hasard aux techniques de mémorisation à l'âge de 25 ans.

Il affirme qu'avec un mois d'entraînement, on peut tous apprendre à mémoriser l'ordre des 52 cartes d'un paquet brassé en les regardant une fois en moins de 5 minutes !

[mais il cherche sa voiture dans un stationnement
s'il n'a pas porté attention à l'endroit où il l'avait stationné !]

Championnat de mémorisation: un sport extrême

Publié le 29 **mars 2009**

<http://www.lapresse.ca/vivre/sante/200903/29/01-841335-championnat-de-memorisation-un-sport-extreme.php>

À raison d'au moins deux heures et demie par jour, il s'est préparé pour les sept épreuves pendant trois mois.

«Depuis le 1er décembre dernier, j'ai mémorisé 1116 jeux de cartes (mélangées) et des séries de 175 nombres aléatoires 640 fois», dit le Texan. [...]

Lors du 12e championnat américain de mémorisation, il a battu pas moins de deux records nationaux.

Il est parvenu à mémoriser **l'ordre exact d'un jeu de 52 cartes mélangées en 1 minutes 37 secondes** et

il a retenu une séquence de 167 chiffres aléatoires en 5 petites minutes.

« Pour les nombres, l'un des systèmes couramment employés par les mnémonistes pour se préparer aux championnats du monde de mémoire consiste à représenter chaque nombre de 0 à 99 par une personne dans une action.

Le 07 peut être incarné par James Bond qui tire au pistolet.

Pour le 66, on peut voir le diable embrochant des enfants avec sa fourche.

Pour le 98, on peut faire le lien avec la Coupe du monde de football et voir Zidane shootant dans un ballon.

Ainsi, n'importe quelle série de six chiffres peut être transformée en une image unique en combinant le **personnage du premier nombre** avec **l'action du second nombre**, sur une **tierce personne définie par le troisième nombre** : 986607 devient Zidane (98) qui embroche (66) James Bond (07).

Il suffit de placer cette scène dans un **palais de mémoire** et d'en ajouter d'autres sur le parcours pour retenir une longue suite de chiffres. »

Mnemonic Training Reshapes Brain Networks to Support Superior Memory

Martin Dresler^{4,5}, William R. Shirer⁴, Boris N. Konrad⁴, Nils C.J. Müller⁴, Isabella C. Wagner, Guillén Fernández, Michael Czisch, Michael D. Greicius

[http://www.cell.com/neuron/fulltext/S0896-6273\(17\)30087-](http://www.cell.com/neuron/fulltext/S0896-6273(17)30087-9?_returnURL=http%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0896627317300879%3Fshowall%3Dtrue)

[9?_returnURL=http%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0896627317300879%3Fshowall%3Dtrue](http://www.cell.com/neuron/fulltext/S0896-6273(17)30087-9?_returnURL=http%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0896627317300879%3Fshowall%3Dtrue)

Au repos, les champions de mémorisation ont un réseau **d'activité accru** dans 3 régions du cerveau :

- le cortex temporal médian (i.e. **l'hippocampe**, évidemment)
- une région du **cortex visuel** (car il s'agit de tout transformer en images...)
- une région du **cortex préfrontal** qui intervient dans les choix, les décisions, la hiérarchisation, etc. (faisant partie du « réseau par défaut »)

Et lorsqu'on fait l'imagerie pendant que les champions sont en train d'apprendre des listes de mots (avec une méthode semblable à celle de Simonides),

c'est **à l'intérieur** de ces 3 régions, de manière simultanée mais indépendante, que l'on observe de l'activation.

On a ensuite pris des **novices** que l'on a entraîné pendant 6 semaines (40 fois pendant 30 minutes chaque fois) à mémoriser 72 mots selon 2 méthodes différentes :

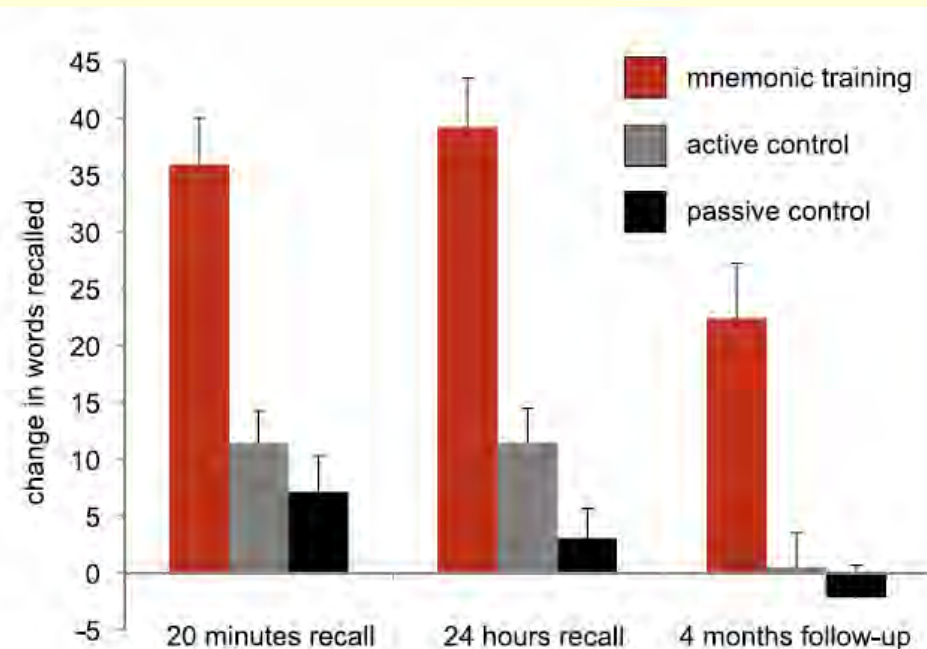
- 1) Celle du palais de la mémoire de Simonides (semblable aux champions);
- 2) Une autre méthode qui n'avait rien à voir avec la première ;

(+ un groupe contrôle que n'apprenait pas de technique particulière)

Ils réapprenaient alors 72 nouveaux mots avec leur nouvelle technique.

Les personnes du **groupe 1)** se souvenaient de **35 à 40 % de plus des mots** qu'ils ne se souvenaient avant d'avoir acquis cette méthode (20 minutes ou 24h après avoir appris la série de mots), comparé aux personnes des 2 autres groupes (seulement 5 à 10% d'amélioration).

Et **4 mois plus tard**, elles avaient encore retenu **20% de mots** de plus que ce qu'elles retenaient avant d'avoir adopté cette méthode.



Un dernier mot sur les « méthodes d'apprentissage » et l'exemple de « **l'apprentissage par problème** ».

Dans leur étude :

Problem-centered learning vs. teaching-centered learning in science at the secondary level: an analysis of the dynamics of doubt
by Patrice Potvin, Martin Riopel, Steve Masson, and Frédéric Fournier
(2010)

<https://www.google.ca/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiRfGf5vzTAhXBwlQKHQEA58QFggpMAA&url=http%3A%2F%2Fen.copian.ca%2Flibrary%2Fresearch%2Fjarl%2Fproblem%2Fproblem.pdf&usq=AFQjCNFdg8HSbBcGqnwdQg9dArjXj0IkRg&cad=rja>

montrent que :

Les élèves les plus sûr d'eux profitent davantage de l'apprentissage par problème, par découverte... **car ils ont des hypothèses à tester.**

Alors que ceux qui sont pas sûr d'eux arrivent devant des fils, des piles, etc. et ils n'ont rien à tester... **(donc enseignement plus direct mieux pour eux)**

→ Bref, il ne semble pas y avoir une « meilleure méthode d'apprentissage » dans l'absolu...

Plan :

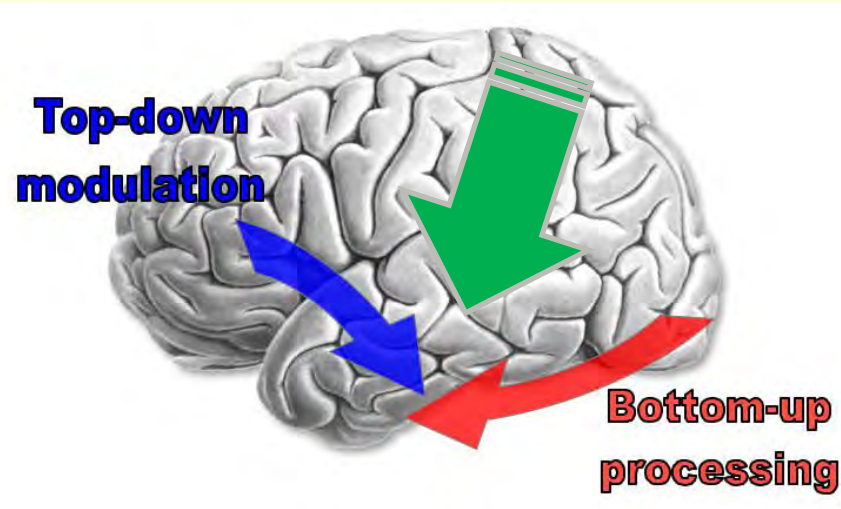
Intro

Les sciences cognitives axées sur l'enseignement des sciences et des mathématiques au collégial

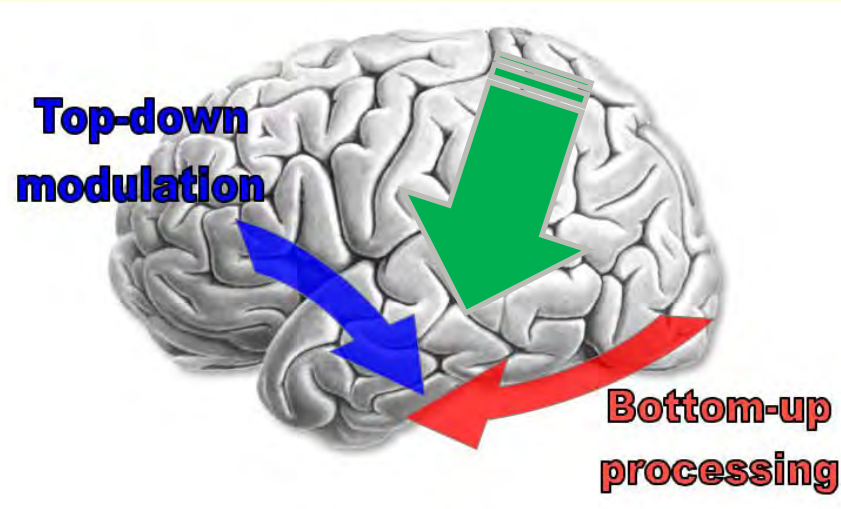
- La plasticité et l'engramme mnésique (mémoire comme reconstruction)
- Les facteurs qui influencent l'apprentissage et la mémoire :
 - l'attention
 - la mémoire de travail
 - le contexte (& émotionnel)
 - reconsolidation (sommeil et espacement des apprentissages)
 - tests de rappel et élaboration conceptuelle (une controverse)
 - la mémoire associative et les trucs mnémotechniques
 - l'inhibition cognitive (entre automatisme et algorithmes)
 - le changement conceptuel en science et en maths
- Conclusion : le cerveau prédictif (ou de l'importance de l'erreur et du doute)

Je voudrais maintenant revenir sur une « fonction exécutive » qu'on avait laissé de côté et qui est d'un grand intérêt dans l'enseignement des sciences :
l'inhibition.

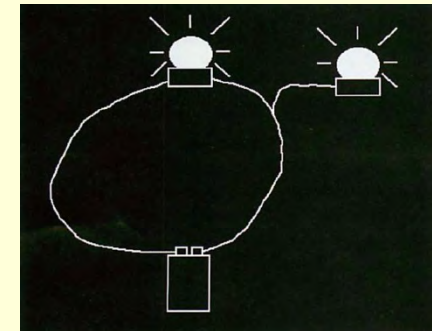
Car on avait mentionné que des fonctions exécutives comme **l'inhibition** pouvait empêcher certains **automatismes comportementaux ou de pensée**.



Car on avait mentionné que des fonctions exécutives comme **l'inhibition** pouvait empêcher certains **automatismes comportementaux ou de pensée**.



Inhibition : mécanismes qui permettent la **suppression** des cognitions et des actions **inappropriées** (innées ou apprises)



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

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



Pour bien comprendre le rôle de l'inhibition dans l'apprentissage, il est utile de retourner à la « **théorie des processus duaux** » (« dual process theories », en anglais)

→ Remonte au moins à Jonathan Evans (1975), puis Daniel Kahneman...

En gros, c'est l'idée que cohabitent dans notre cerveau deux grands types de processus cognitifs :

un premier type **rapide, automatique et inconscient**;

et un second **plus lent, plus flexible** et nécessitant un **contrôle conscient**.

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

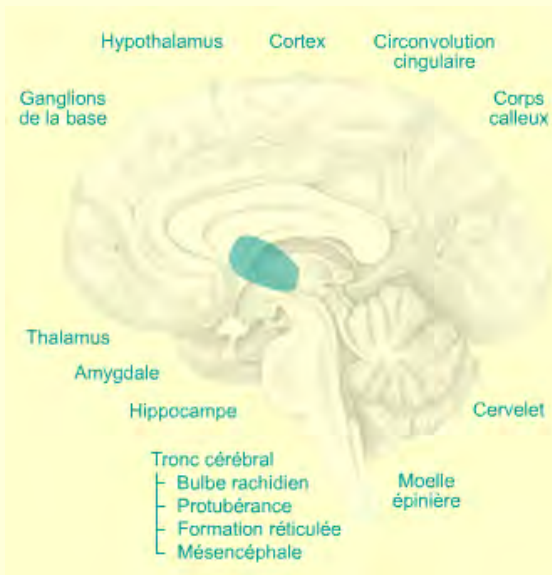
Deux systèmes de pensée dans le même cerveau?

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2011/06/13/deux-systemes-de-pensee-dans-le-meme-cerveau/>

le système 1

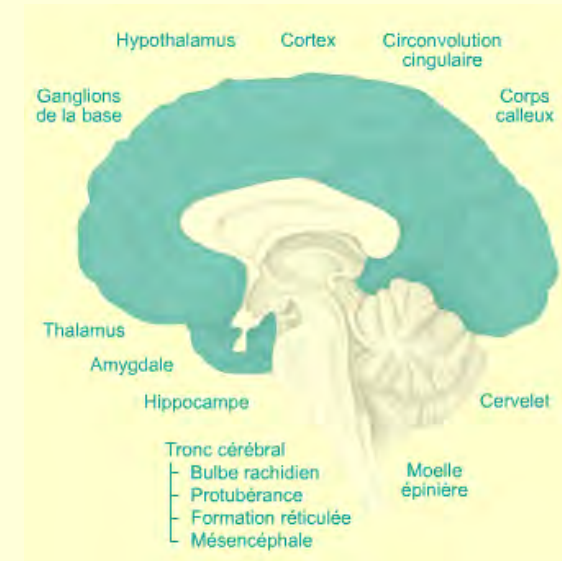
(rapide, automatique et inconscient)

aurait des origines évolutives les plus anciennes



Le système 2 (plus lent, plus flexible et conscient)

serait apparu plus récemment au cours de l'évolution



Le premier, qualifié parfois aussi de « pensée heuristique », repose sur des croyances, des habitudes, des stéréotypes, des idées reçues depuis tout petit.

Dans un monde complexe où l'on est submergé d'informations contradictoires de toutes sortes -> plus confortable et opérationnel.

Mais il biaise notre pensée en faveur de savoirs déjà acquis et nous empêche parfois de faire des distinctions importantes.



Ces deux modes de pensée auraient chacun leurs **avantages** et leurs **inconvénients**

À l'opposé, la pensée dite « algorithmique » est logique, rationnelle, et elle procède par déductions, inférences et comparaisons.

Plus lente et difficile d'accès, mais c'est grâce à elle que l'on peut sortir de la routine et des ornières de nos conditionnements et que l'on peut voir au-delà des apparences.

L'exemple des programmes politiques des partis versus le « look » des candidat.es.

Autre exemple

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

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

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

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

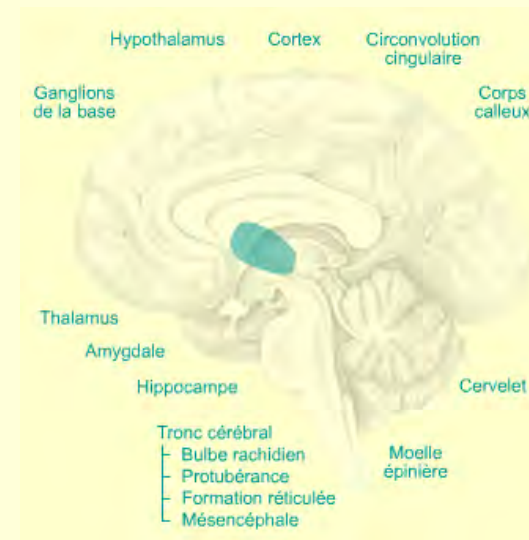
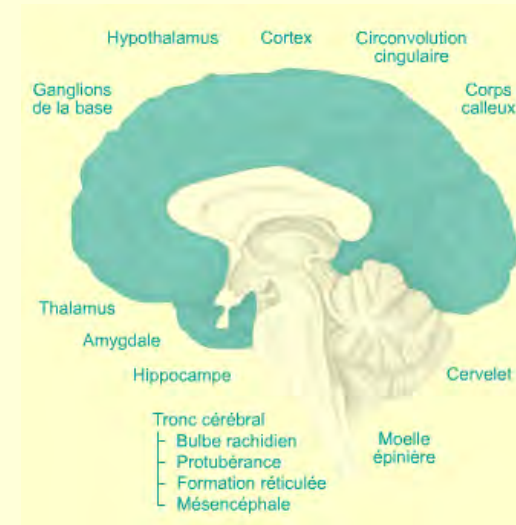


**TOUS LES JOURS
JE LAVE MON CERVEAU
AVEC LA PIIB**



Le système 2 est notre petite voix intérieure qui essaie d'établir le rapport « quantité/qualité/prix » et qu'on associe à notre libre arbitre.

Elle est toutefois constamment **en pourparlers** « **secrets** » avec les automatismes inconscients du système 1 qui serait, selon plusieurs auteurs, le système **dominant par défaut**.



**TOUS LES JOURS
JE LAVE MON CERVEAU
AVEC LA PIIB**



OLIVIER HOUDÉ

La Sorbonne, Paris, France



**MIEUX CONNAÎTRE LE
DÉVELOPPEMENT DE L'INTELLIGENCE**
DE PIAGET À LA THÉORIE DE L'INHIBITION COGNITIVE

JEUDI 12 NOVEMBRE 2015 - 19H

AMPHITHÉÂTRE DU COEUR DES SCIENCES DE L'UQAM (SH-2800)

200, rue Sherbrooke Ouest, Montréal, QC

Place-des-Arts



INSCRIPTION EN LIGNE GRATUITE (places limitées)

À partir du 21 septembre 2015, 12h

www.associationneuroeducation.org/houde

Une présentation de

ARN

ASSOCIATION POUR LA RECHERCHE EN NEUROÉDUCATION
ASSOCIATION FOR RESEARCH IN NEUROEDUCATION



OLIVIER HOUDÉ :

« Comme Piaget, je pense que
l'enfant ressemble à un petit savant :

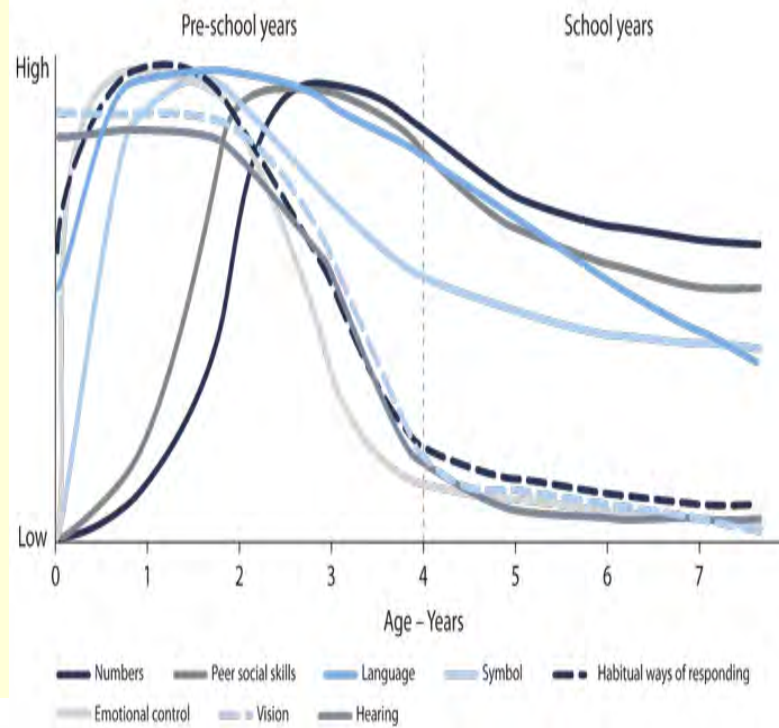
pour se développer, il doit **découvrir**
par ses sens, ses actions et ses
pensées les **lois de fonctionnement**
du réel. »

<http://www.larecherche.fr/savoirs/dossier/olivier-houde-se-developper-c-est-apprendre-a-inhiber-01-07-2005-74569>



« En revanche, je ne suis pas d'accord avec son « **modèle de l'escalier** » :

Piaget pensait que le développement se déroule de manière **linéaire et cumulative**, chaque marche correspondant à un grand progrès. »

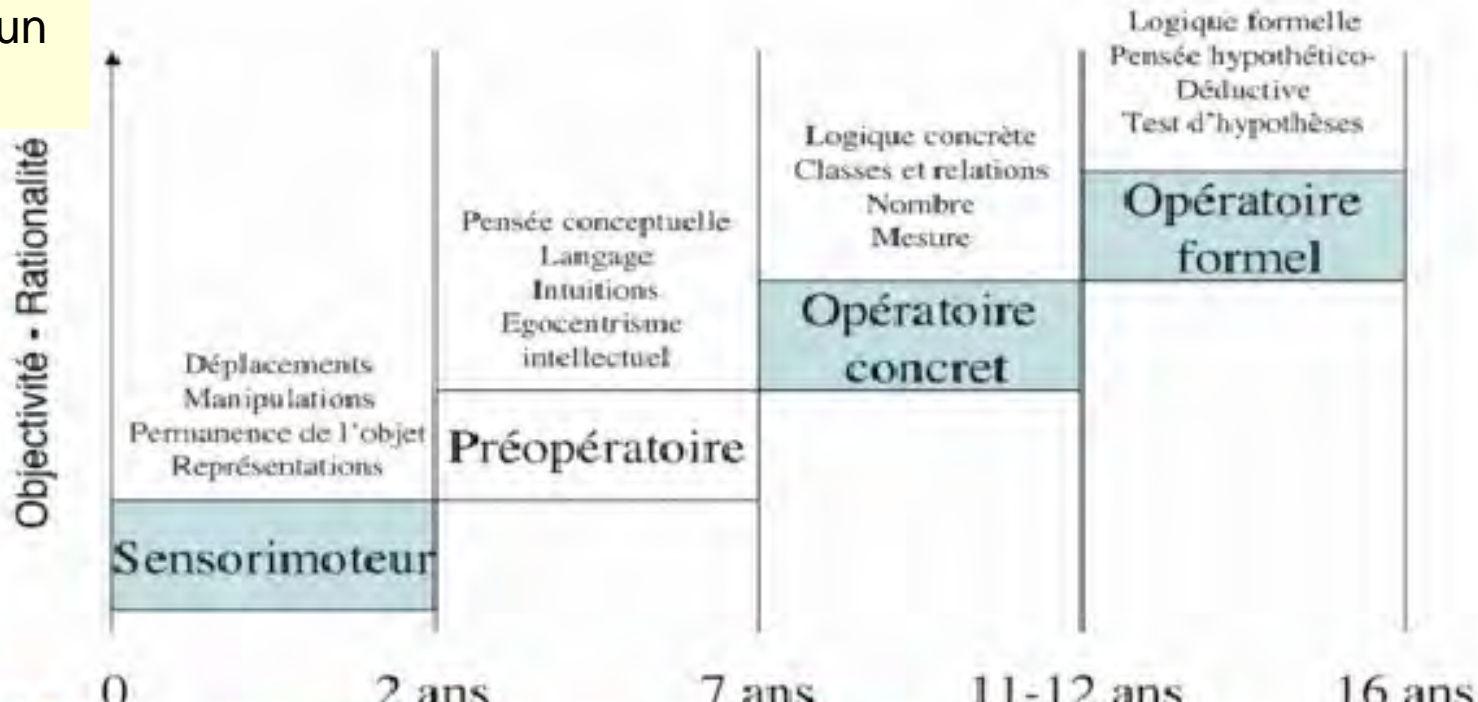


« Il y a encore des étapes qui surviennent avant d'autres,

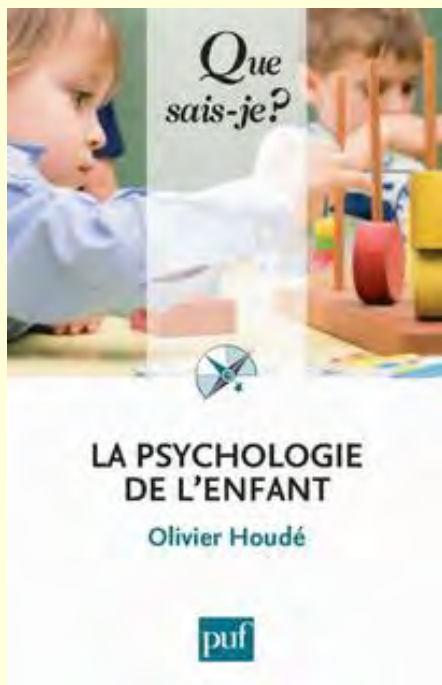
mais on observe beaucoup de **chevauchement**. »

(avec possibilité de **compétition** entre les différents mécanismes)

Stades du développement de l'enfant selon Piaget

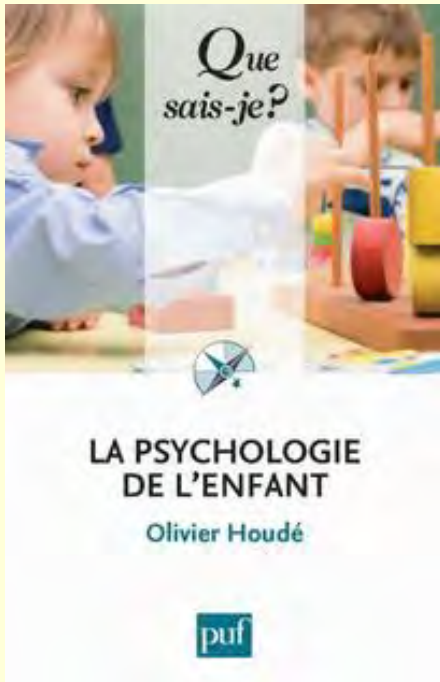


Et l'on a été obligé de réexaminer ce modèle pour deux raisons.



Olivier Houdé : Observer le développement de l'intelligence
<http://r2sciences42.com/Olivier-Houde-Observer-le>

D'une part, **il existe déjà chez le bébé des capacités cognitives assez complexes**, des connaissances physiques, logiques et mathématiques ainsi que psychologiques non réductibles à un fonctionnement strictement sensori-moteur.



D'autre part, la suite du développement de l'intelligence jusqu'à l'âge adulte est **jalonée d'erreurs de logique, de biais perceptifs non prédits par la théorie piagétienne.**

Plutôt que de suivre un plan qui mènerait, sans retour en arrière, du stade sensori-moteur à l'abstraction, l'intelligence de l'enfant avance de façon beaucoup plus **irrégulière !**



Prenons l'exemple de la **cognition numérique**.

Selon Piaget, il faut attendre que l'enfant ait 7 ans, l'âge de raison, pour qu'il atteigne la « marche de l'escalier » correspondant à l'acquisition du concept de nombre.

Pour le prouver, **Piaget plaçait l'enfant face à deux rangées composées du même nombre de jetons plus ou moins écartés. Jusqu'à l'âge de 6-7 ans l'enfant se trompe** : il déclare que la rangée la plus longue contient plus de jetons.

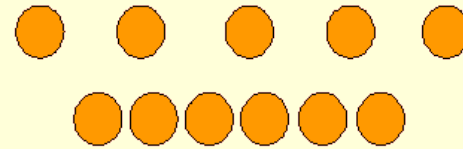
Selon Piaget, cela signifie que l'enfant d'école maternelle n'a pas encore acquis la notion de nombre.

Pourtant, dès 1968, le psychologue Jacques Mehler, du CNRS, montrait qu'un enfant de 2 ans ne se trompe pas entre deux rangées contenant un nombre inégal de **bonbons** :

il choisit celle qui contient **le plus de bonbons**, même si elle est plus courte.

L'émotion et la gourmandise rendent donc l'enfant mathématicien bien plus tôt que ne le croyait Piaget.

Ensuite, on a découvert que l'enfant est encore plus précoce : **le bébé possède déjà le sens du nombre bien avant le langage**, donc bien **avant 2 ans**.



Un exemple :

Large-Number Addition and Subtraction by 9-Month-Old Infants

Psychological Science, 2004

Koleen McCrink and Karen Wynn

https://www.google.ca/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjlKDNqp_UAhVp6oMKHdE-AMIQFggwMAI&url=http%3A%2F%2Fwww.library.armstrong.edu%2Feres%2Fdocs%2Feres%2FPSYC3050-1_ROBERTS%2FPSYC3050_Large_Number_Addition.pdf&usq=AFQjCNFKefB12cR-dpljwudrohZrcNKBFw

Dans les deux cas, regardent **plus longtemps l'erreur!** (sont surpris)

“Infants who saw an addition operation looked longer at the outcome of 5 (10.28 s) than at the outcome of 10 (7.35. s [...]),

whereas infants who saw a subtraction operation looked longer at the outcome of 10 (9.13 s) than at the outcome of 5 (8.00 s; [...]).”

Addition

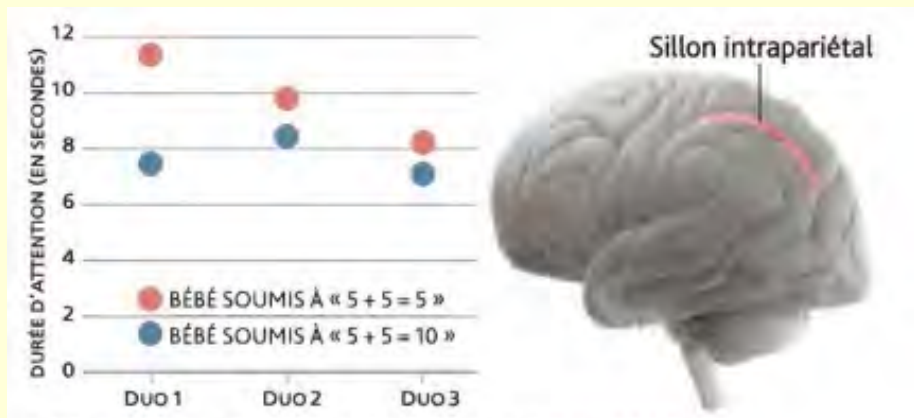
five objects drop down the occluder rises to cover them five additional objects emerge and go behind the occluder

Subtraction

ten objects drop down the occluder rises to cover them five objects move from behind the occluder, and go offscreen

the occluder drops to reveal an outcome of either:

five objects (for half of the trials) OR ten objects (for the other half of the trials)



DÈS 9 MOIS, LES BÉBÉS ONT LE SENS DES MATHS!
Deux bébés sont invités à regarder une vidéo montrant 5 objets disparaissant derrière un cache, rejoints par 5 autres. Puis le cache est retiré, révélant soit 5 objets, soit 10. Résultat: le bébé qui découvre 5 objets fixe l'écran plus longtemps. Ce sens du nombre serait encodé dans le sillon intrapariétal.

→ Donc ce qui pose réellement problème à l'enfant dans la tâche des jetons, ce n'est pas le nombre en tant que tel, puisqu'il l'utilise bien plus tôt, **mais c'est d'apprendre à inhiber la stratégie perceptive inadéquate**, c'est-à-dire à inhiber l'illusion « longueur égale nombre ».

Se développer, c'est donc aussi apprendre à inhiber certaines connaissances à certains moments.

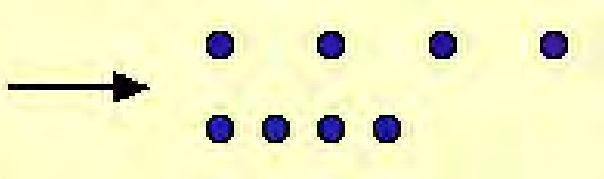
Au niveau cérébral, il semble que le **cortex préfrontal** soit fortement impliqué dans ce processus de contrôle et d'inhibition.

Or, les travaux d'imagerie ont montré que **le cortex frontal mature lentement**, de la naissance à l'âge adulte.





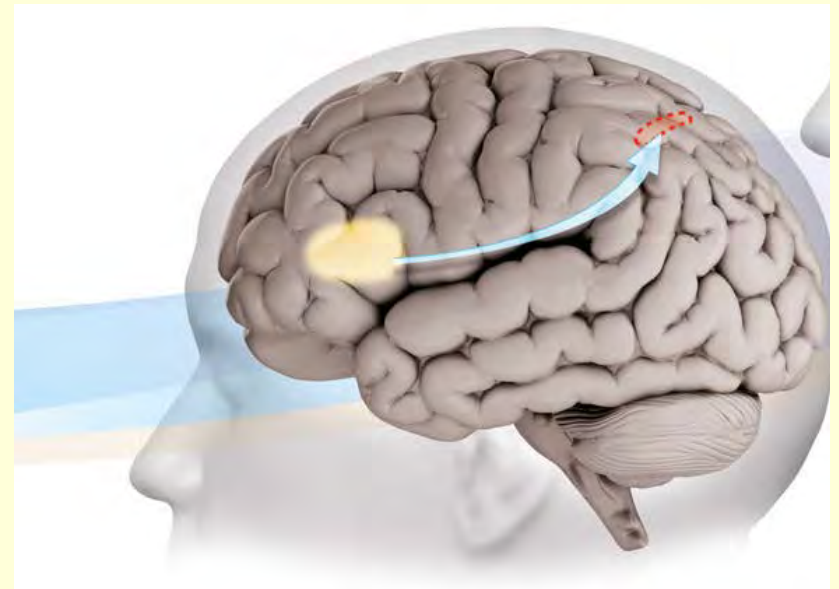
Ce que l'équipe de Houdé a mis en évidence, c'est que vers l'âge de 6-7 ans, ou avec l'aide d'un parent avant, **l'enfant parvient à mettre entre parenthèses sa croyance spontanée** pour examiner la situation au moyen de ses outils logiques.



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

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

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

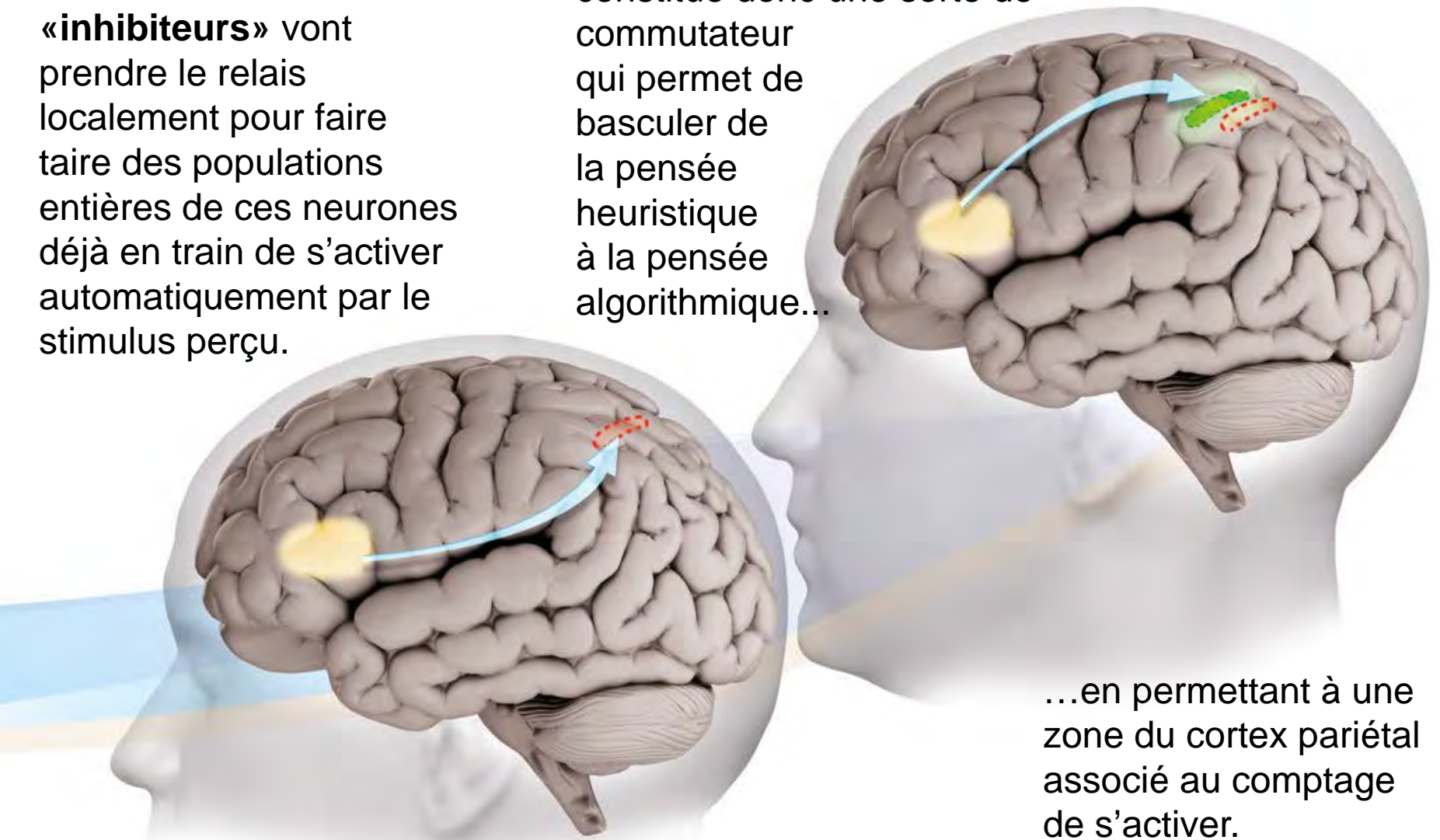


Dans ces zones, d'autres **neurones dits «inhibiteurs»** vont prendre le relais localement pour faire taire des populations entières de ces neurones déjà en train de s'activer automatiquement par le stimulus perçu.

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

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

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



Les trois systèmes cognitifs

Système heuristique

Pensée «automatique»
et intuitive

Fiabilité  Rapidité 



1

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

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

Système d'inhibition

Interrompt le système heuristique pour activer celui des algorithmes

→ *Fonction d'arbitrage*

3

Système algorithmique

Pensée réfléchie
«logico-mathématique»

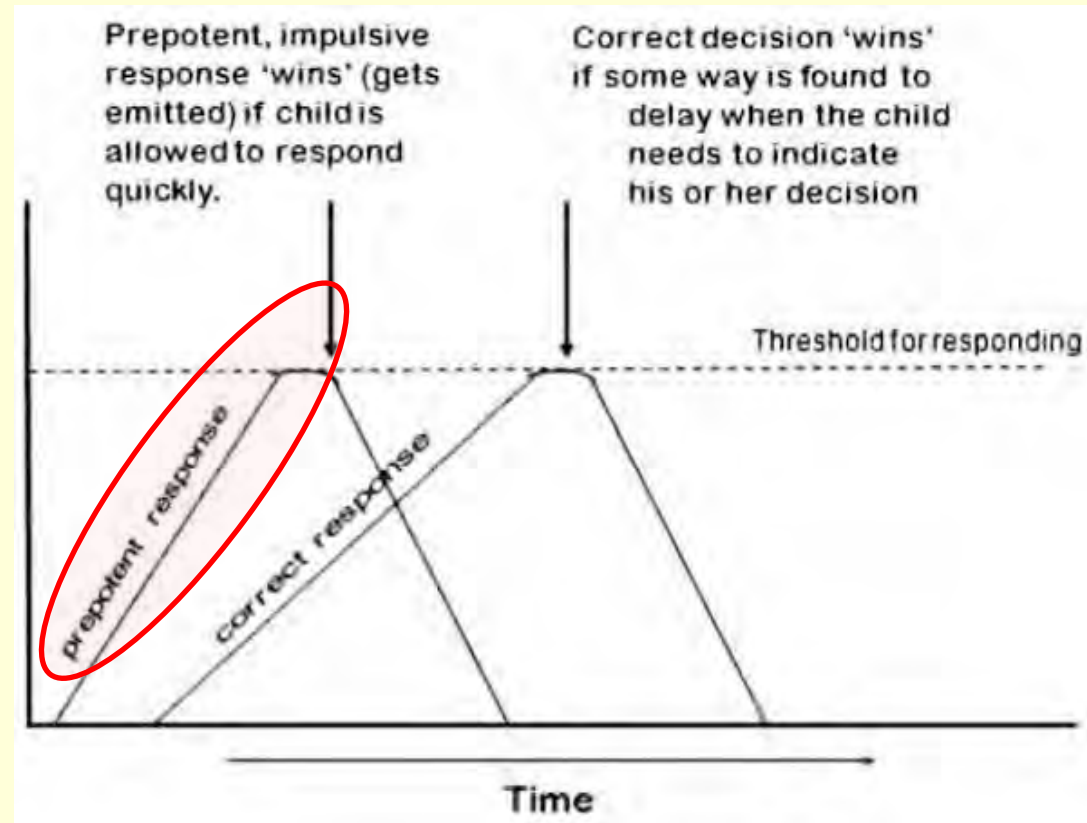
Fiabilité  Rapidité 



2

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

→ On doit donc réussir, **dans un premier temps**, à faire taire cette irrépressible envie d'apporter cette première réponse rapide qui nous vient spontanément à l'esprit.



Passive-dissipation model showing how delay can improve performance on inhibitory tasks (from Simpson et al. 2011).

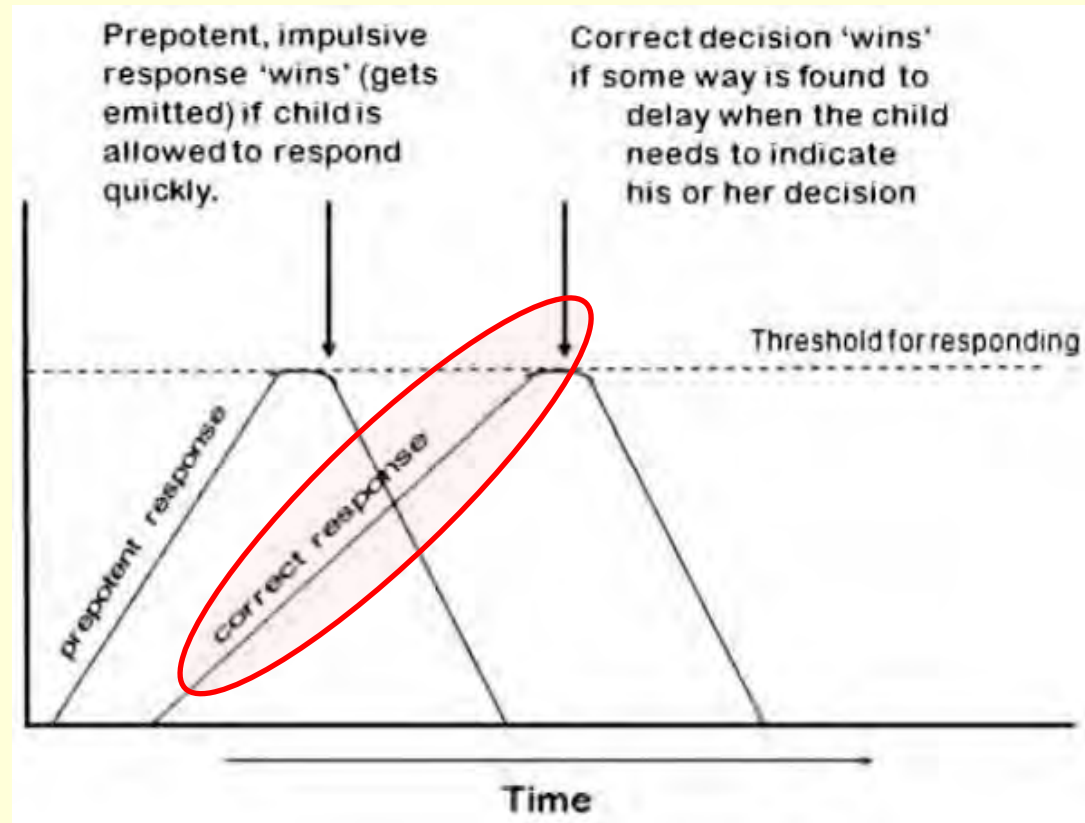
Lundi, 2 novembre 2015

L'inhibition préfrontale à la rescousse de l'esprit critique

www.blog-lecerveau.org/blog/2015/11/02/l'inhibition-prefrontale-a-la-rescousse-de-lesprit-critique/

→ On doit donc réussir, **dans un premier temps**, à faire taire cette irrépressible envie d'apporter cette première réponse rapide qui nous vient spontanément à l'esprit.

→ Alors seulement il deviendra possible **d'exercer sa pensée critique...**



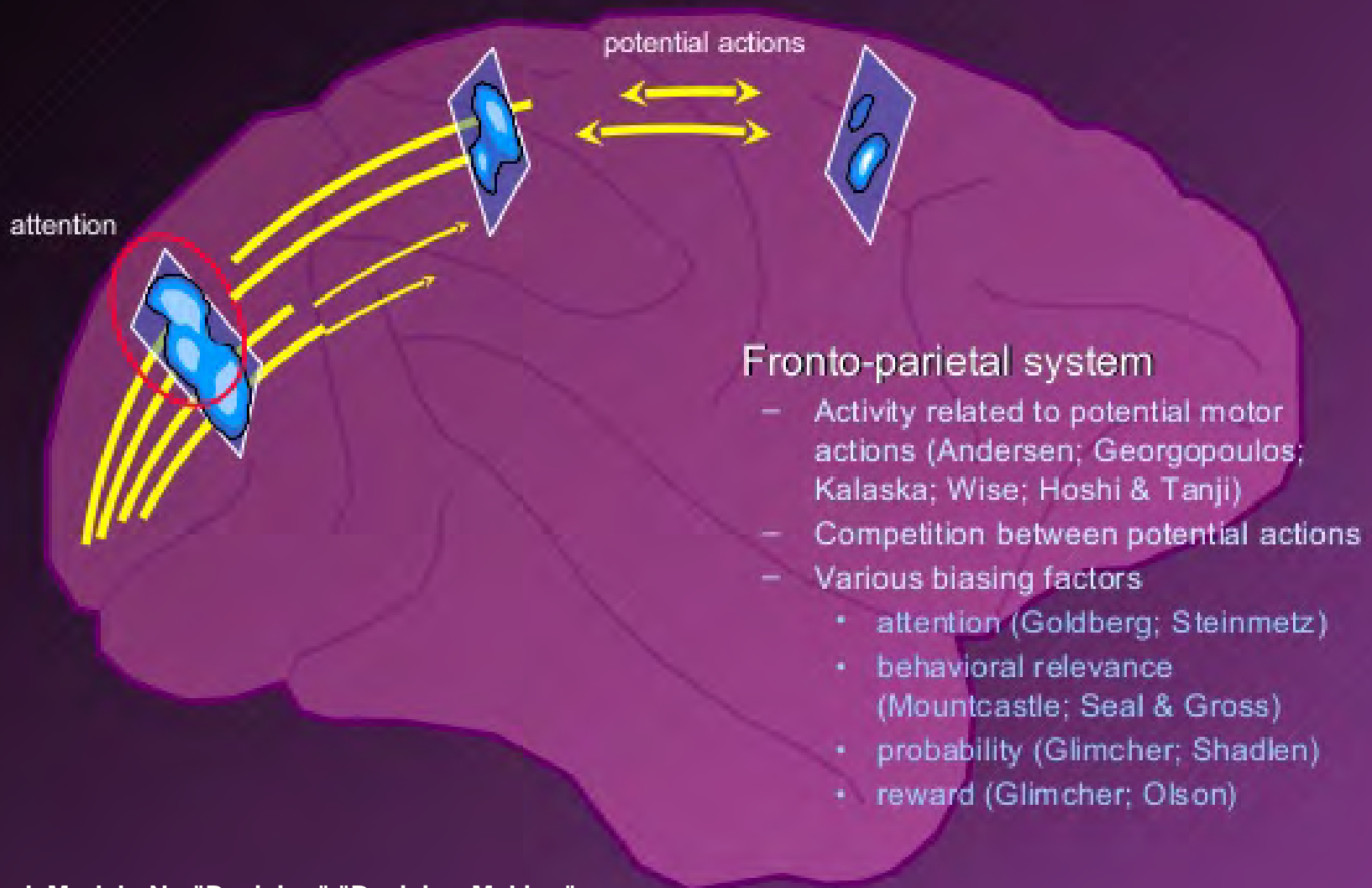
Passive-dissipation model showing how delay can improve performance on inhibitory tasks (from Simpson et al. 2011).

Lundi, 2 novembre 2015

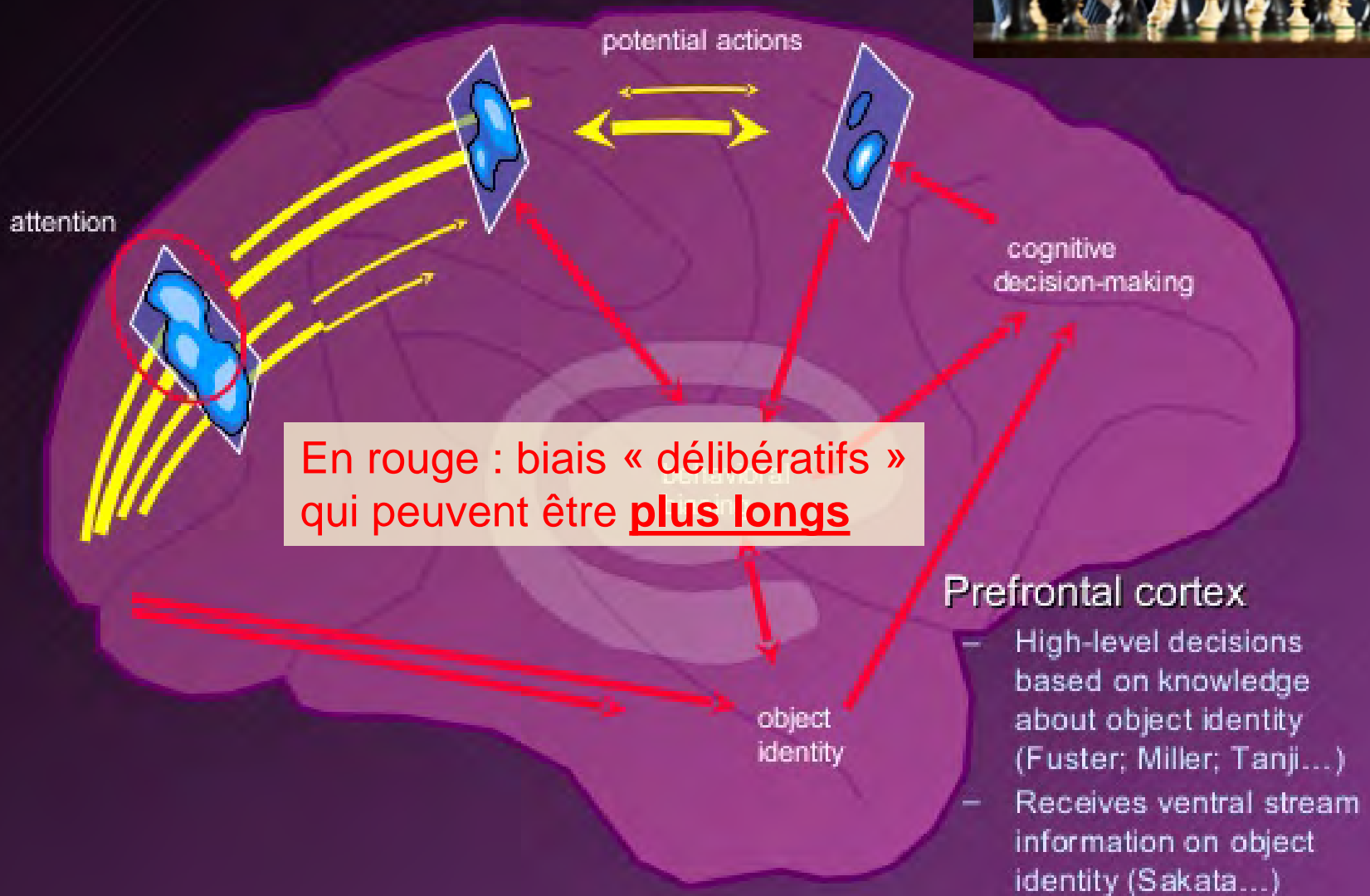
L'inhibition préfrontale à la rescousse de l'esprit critique

www.blog-lecerveau.org/blog/2015/11/02/l'inhibition-prefrontale-a-la-rescousse-de-lesprit-critique/

En jaune : première réponse rapide



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



Plan :

Intro

Les sciences cognitives axées sur l'enseignement des sciences et des mathématiques au collégial

- La plasticité et l'engramme mnésique (mémoire comme reconstruction)
- Les facteurs qui influencent l'apprentissage et la mémoire :
 - l'attention
 - la mémoire de travail
 - le contexte (& émotionnel)
 - reconsolidation (sommeil et espacement des apprentissages)
 - tests de rappel et élaboration conceptuelle (une controverse)
 - la mémoire associative et les trucs mnémotechniques
 - l'inhibition cognitive (entre automatisme et algorithmes)
 - **le changement conceptuel en science et en maths**
- Conclusion : le cerveau prédictif (ou de l'importance de l'erreur et du doute)

On va maintenant s'intéresser plus spécifiquement au **changement conceptuel** en science et maths.



EREST

Équipe de Recherche en Éducation scientifique et technologique

<http://erest.uqam.ca/>

**Colloque scientifique 2012 –
Méthodologie de recherche en neuroéducation et retombées éducatives**

<http://www.associationneuroeducation.org/congres/2012/6/3/colloque-scientifique-2012-methodologie-de-recherche-en-neur.html>

Science et Vie
Hors Série No.278
– **Mars 2017** –
« **Réussir à
l'école** »

<https://archive.org/details/ScienceEtVieHorsSrieNo.278-Mars2017>

On va d'abord détailler
un peu une étude
emblématique...

Étude des mécanismes cérébraux associés à l'expertise scientifique (2011)

Steve Masson, Patrice Potvin, Martin Riopel et Lorie-Marlène Brault Foisy
<http://www.associationneuroeducation.org/congres?year=2011>

Problème à l'origine de cette étude :

la persistance des conceptions (fausses) des élèves

→ les réponses spontanées des élèves s'opposent souvent aux connaissances scientifiques (en mécanique, électricité, etc.) et sont difficile à modifier

Exemple : encore 10% des étudiants en 2^e année de génie qui croient qu'un seul fil est suffisant pour faire allumer une ampoule électrique.

Plusieurs modèles de changement conceptuel ont été proposés mais pas de consensus...

D'où intérêt d'aller voir au niveau des mécanismes cérébraux.

Et ils ont choisi l'électricité car plusieurs fausses conceptions dans ce domaine.

Méthode

12 novices

(aucun cours optionnel en science; plus de 90% de réponses naïves)

et 11 experts

(bacc en physique 2^e et 3^e année; répondaient correctement)

Choix de l'**IRMf** (études antérieures sur différentes régions cérébrales (dont en profondeur), et en profondeur, donc pas EEG ou MEG...)

2 sec. et 2 mm de résolution temporelle et spatiale...

Combien de participants (entre 10 et 20 sujets)
(mais pour puissance stats de 80% plus 20 à 24 sujets)

Limiter variabilité inter-sujet (pas de gaucher, âges similaires, cibler hommes ou femmes)

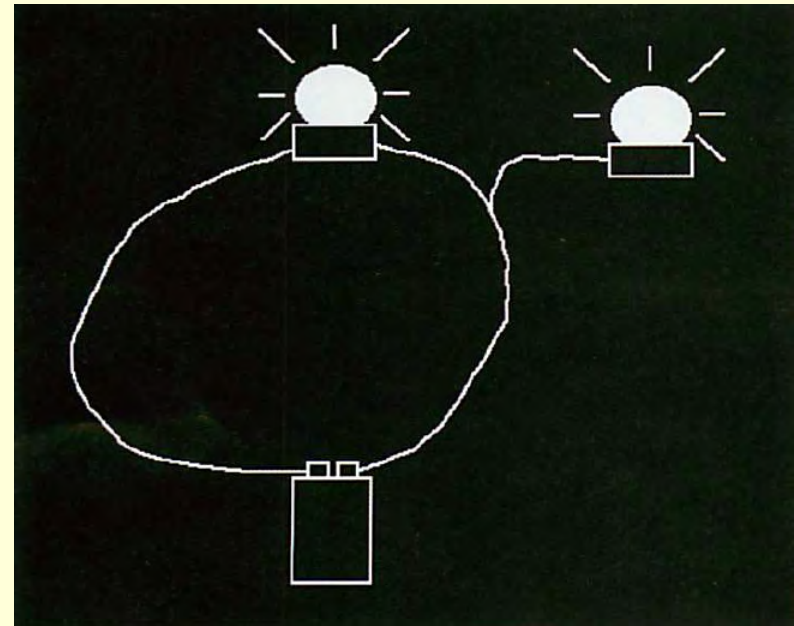
Etc.

Tâche :

Concerne la croyance qu'un seul fil peut allumer ampoule.

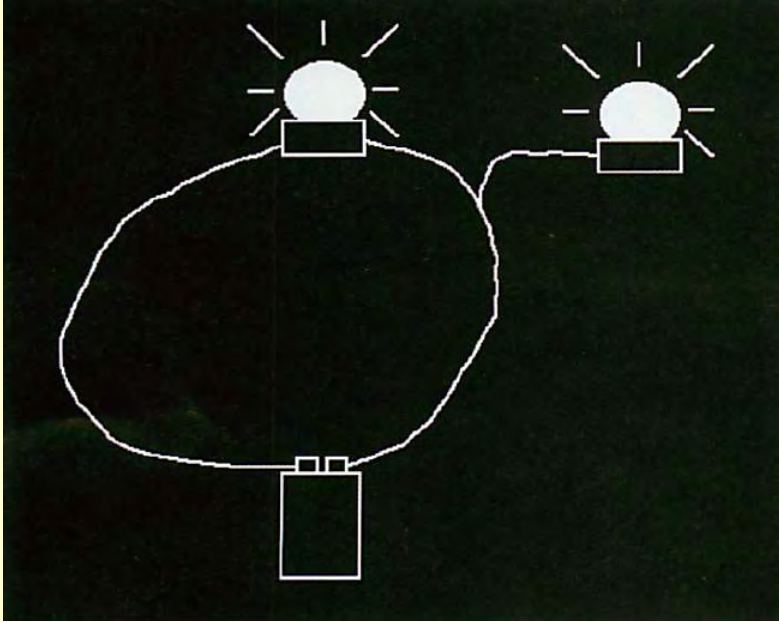
Stimuli visuel car beaucoup de bruits

Réponse en pesant sur des boutons

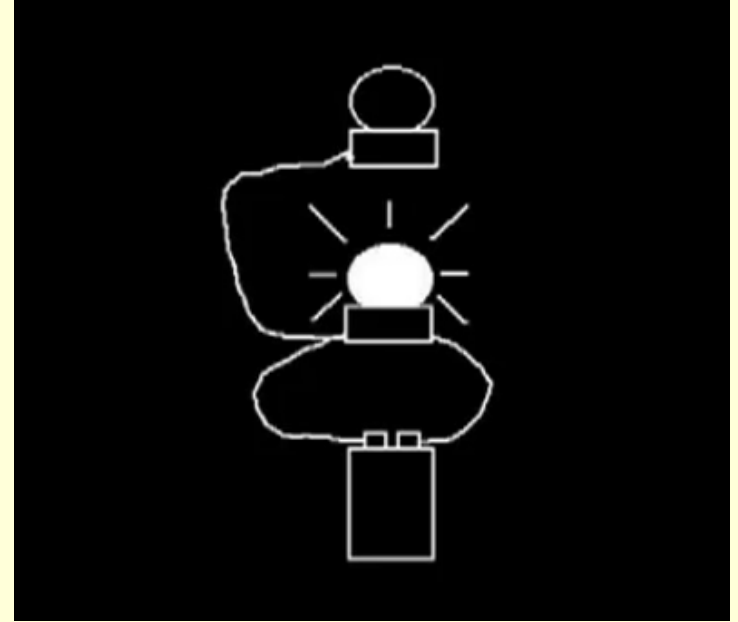


N.B. : seulement possible d'étudier des **variations de signal**

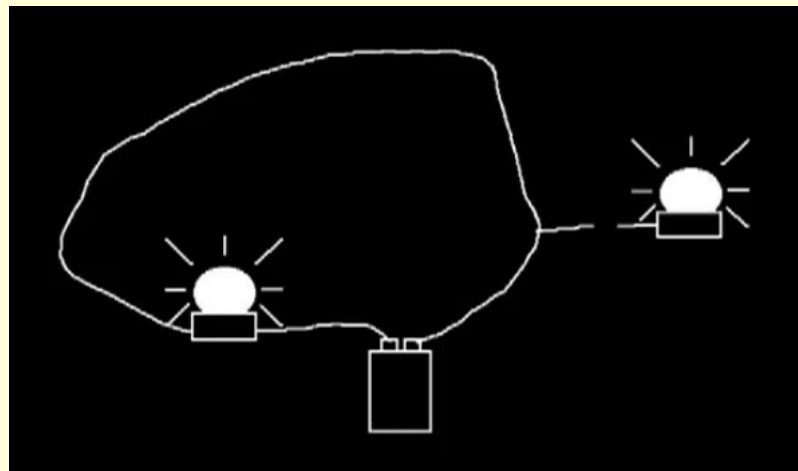
(cerveau **toujours actif** !) Donc solution : faire des comparaisons...



Novices disent que c'est correct, experts que c'est pas correct.

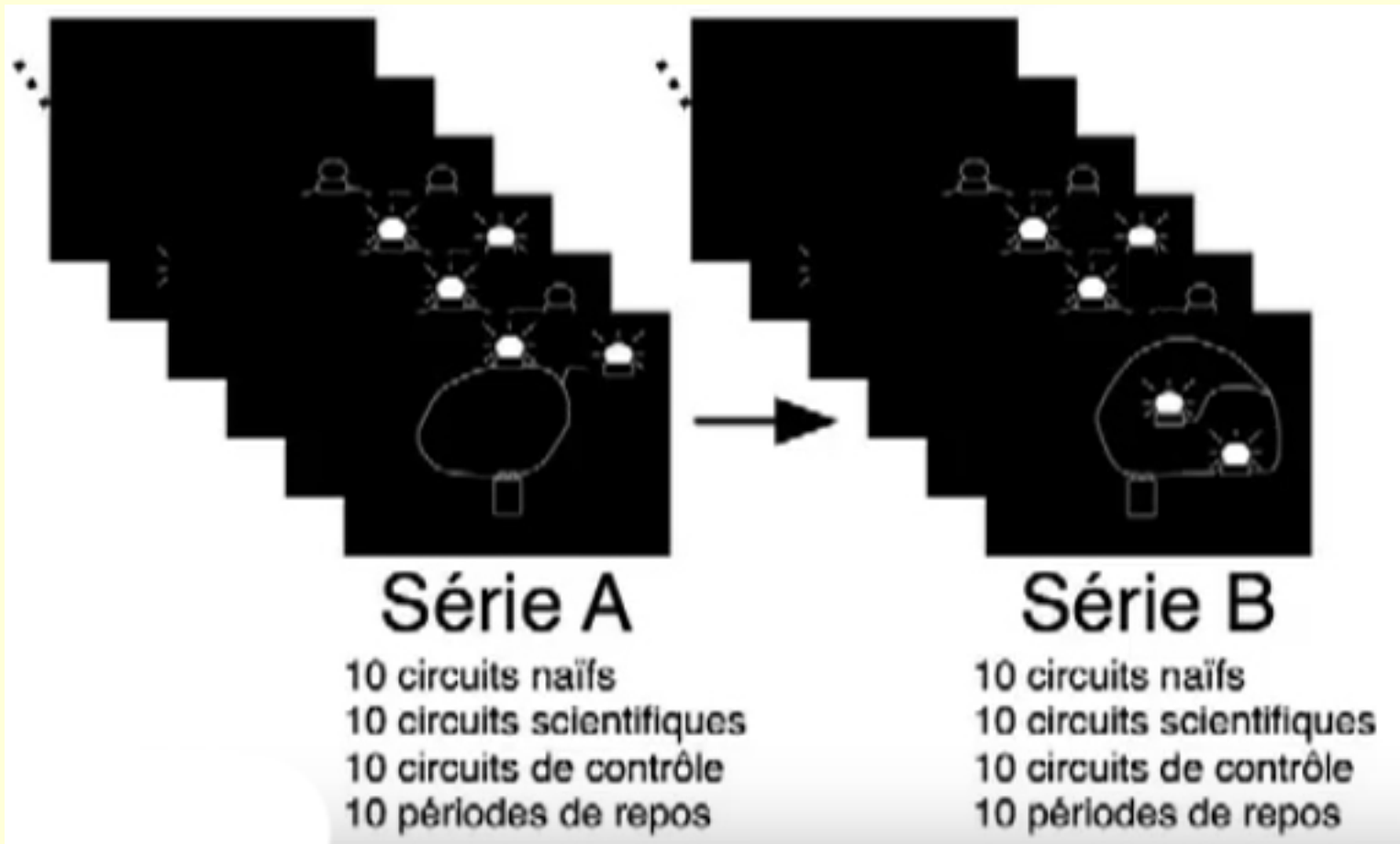


Experts disent que c'est correct, novices que c'est pas correct.



Contrôle : experts et novices disent que c'est pas correct.

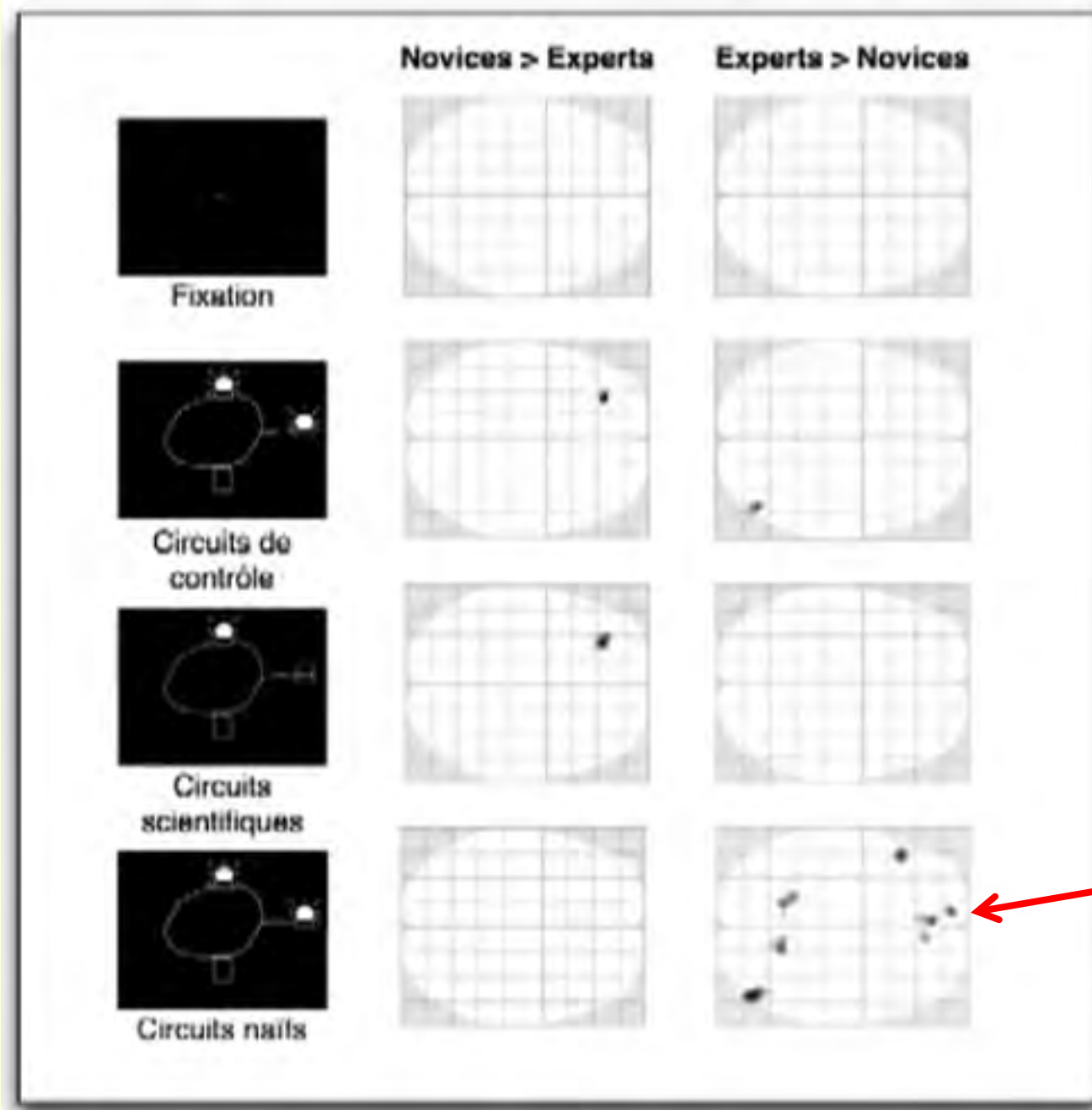
Variation du signal mesuré de seulement 2%, donc 20-30 stimuli
(poser plusieurs fois le même genre de question
(variation sur un même thème)



Des dessins de circuits équivalents mais jamais tout à fait les mêmes.

Analyse...

Résultats :

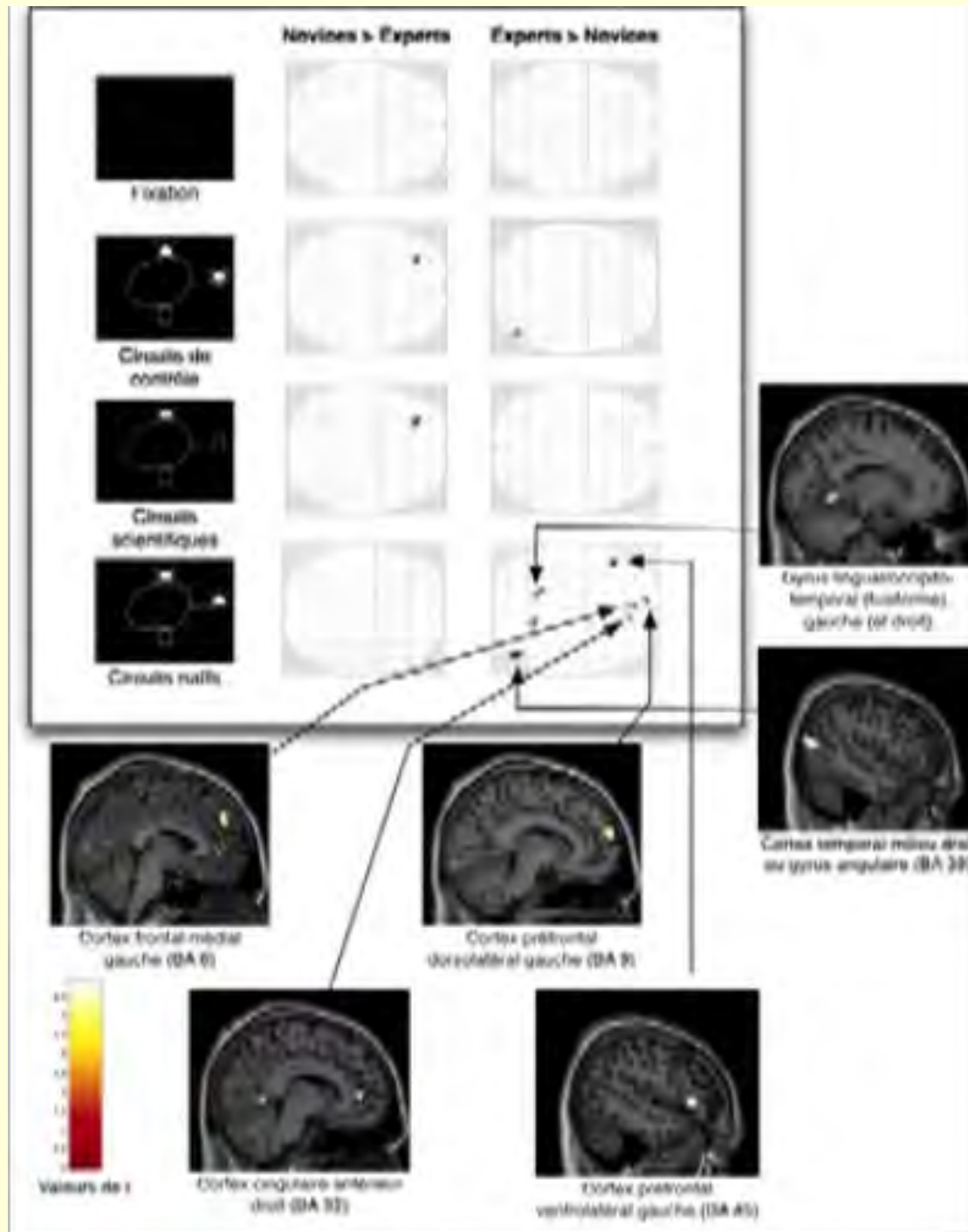


Pour les circuits « naïfs », les experts en sciences montrent une activité cérébrale plus importante que les novices dans des régions du lobe frontal généralement associées à l'inhibition.

(entre autres le cortex cingulaire antérieur et le cortex dorsolatéral préfrontal)

Analyse...

Résultats :



Pourquoi les experts ont-ils besoin **d'activer tant de zones** (dont plusieurs frontales) lors de la présentation de **circuits naïfs** ?

L'inhibition

Auteurs	Tâche d'inhibition	Régions
Nathaniel-James, Fletcher et Frith (1997)	« Hayling task »	Cortex cingulaire antérieur et cortex préfrontal ventrolatéral
Bush et al. (1998)	« Counting Stroop »	Cortex cingulaire antérieur et cortex préfrontal dorsolatéral
Menon, Adleman, White, Glover et Reiss (2001)	« Go/No-Go Task »	Cortex cingulaire antérieur et cortex préfrontal ventrolatéral/ dorsolatéral
Chen, Muggleton, Tzeng, Hung et Juan (2009)	« Stop signal Task »	Cortex frontal médial

Beaucoup d'autres études ont montré des **activations préfrontales** similaires avec des **tâches d'inhibition**.

Le fait de devenir expert demanderait donc un travail d'inhibition de certaines régions cérébrales correspondant à des automatismes mentaux.

Car les experts semblent avoir encore ces automatismes de base qui s'avèrent ici erronés. Ils arrivent toutefois à les inhiber grâce à leurs connaissances scientifiques.

Il semble donc que les conceptions erronées ne soient **pas effacées** et remplacées par les bonnes après un apprentissage.

Elles perdurent, mais **sont désactivées au besoin.**

Ainsi **l'automatisme**, utile la plupart du temps, **n'est pas perdu.**

(autre exemple du caractère économe et conservateur de l'évolution)

Devis de recherche sur le rôle du doute dans l'apprentissage des sciences

Élaine Turmel, Patrice Potvin, Steve Masson et Martin Riopel (2011)

<http://www.associationneuroeducation.org/congres?year=2011>

- Potvin et Thouin (2003):

- Les études sur le changement conceptuel ont trop souvent porté sur la difficulté à faire évoluer les conceptions alternatives, or ces dernières sont plus facilement abandonnées par les apprenants qu'on ne le croit
- L'étude du changement conceptuel doit être abordée comme l'étude du processus de construction des nouvelles conceptions, où l'incertitude permet de passer de l'insatisfaction à la recherche de nouvelles intuitions.

On demandait au jeune d'expliquer un phénomène et il n'était pas capable de bien le faire.

(→ Pas expert vs novice ici...)

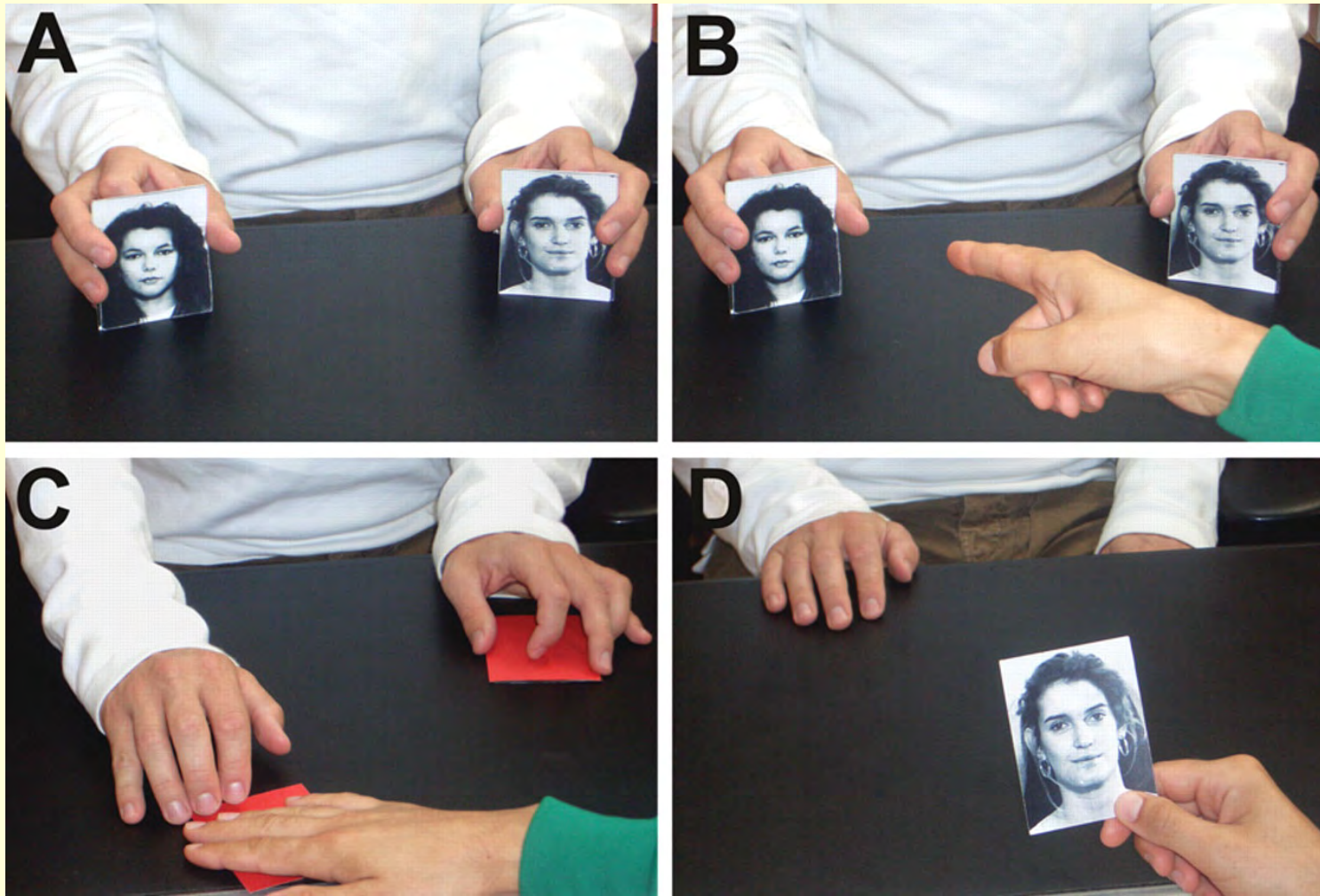
On lui demandait « c'est quoi alors ? » (doute). Et là il y avait une ouverture pour intégrer une nouvelle conception...

Un exemple dans un autre domaine qui n'est pas dénué d'intérêt ici...

Failure to detect mismatches between intention and outcome in a simple decision task.

<http://philpapers.org/archive/JOHFTD.pdf>

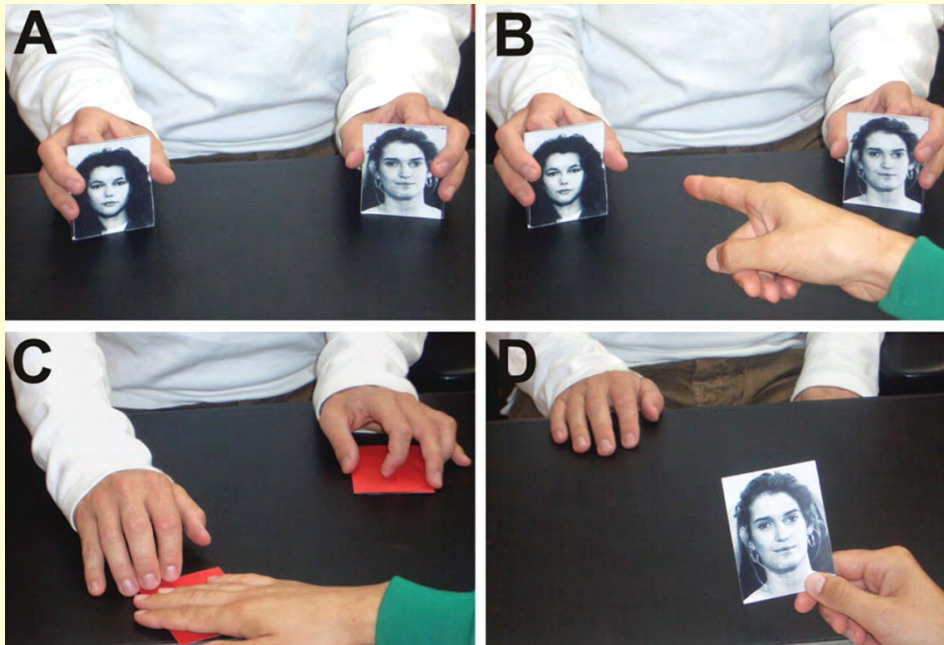
Johansson, P., Hall, L., Sikström, S., & Olsson, A. (2005).
Science (New York, N.Y.), 310 (5745), 116 –9.



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

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

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



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

80% des sujets ainsi assistés détectaient la manipulation !

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

→ **Créer de tel moments de doute** pourrait peut-être aider les étudiant.es à éviter d'aller trop vite vers des automatismes de pensée.

→ Peut-être aussi leur enseigner **explicitement** à reconnaître des situations typiques où il risque de tomber dans un **piège**...

Exemple :

Quand l'enfant doit dire si **un tiers** est plus petit ou plus grand que **un demi**, il pense naturellement que deux est plus petit que trois, et donc que un demi doit être plus petit que un tiers.

Il faut lui faire verbaliser que pour les fractions, c'est l'inverse :
quand on coupe une pizza, plus il y a de parts, plus elles sont petites. . .

Plan :

Intro (environ 15 min.)

Les sciences cognitives axées sur l'enseignement des sciences et des mathématiques au collégial (environ 1h30 min.)

- La plasticité et l'engramme mnésique (mémoire comme reconstruction)
- Les facteurs qui influencent l'apprentissage et la mémoire :
 - l'attention
 - la mémoire de travail
 - le contexte (& émotionnel)
 - reconsolidation (sommeil et espacement des apprentissages)
 - tests de rappel et élaboration conceptuelle (une controverse)
 - la mémoire associative et les trucs mnémotechniques
 - l'inhibition cognitive (entre automatisme et algorithmes)
 - le changement conceptuel en science et en maths
- **Conclusion : le cerveau prédictif (ou de l'importance de l'erreur et du doute)**

- L'étude du changement conceptuel doit être abordée comme l'étude du processus de construction des nouvelles conceptions, où l'incertitude permet de passer de l'insatisfaction à la recherche de nouvelles intuitions.



Notre monde physique et celui de nos modèles pour l'expliquer sont remplis **d'incertitude**.



« Predictive processing » (« the Bayesian Brain »)

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Minimisation de l'énergie libre et codage prédictif
(anticiper l'environnement pour agir plus efficacement)

décembre 2016

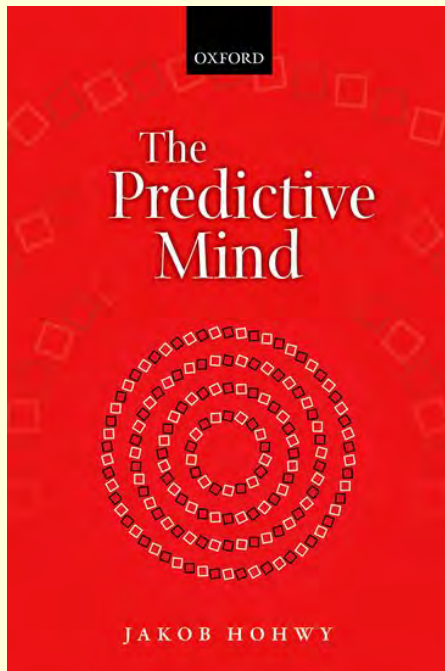
<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2016/12/12/6120/>

L'erreur forge le cerveau

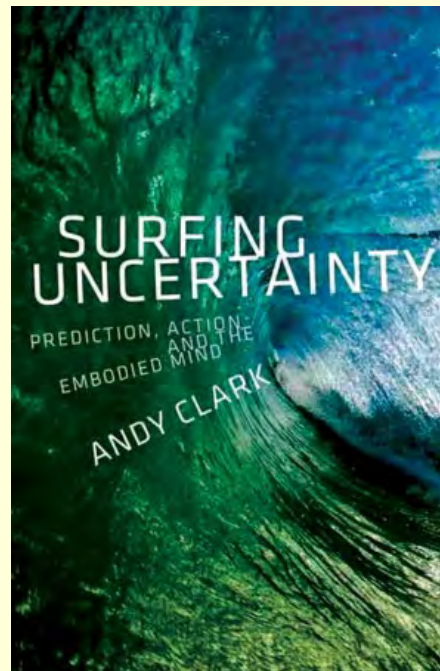
Cerveau&Psycho

avril 2017

http://www.cerveauetpsycho.fr/ewb_pages/a/article-l-erreur-forge-le-cerveau-38272.php



2014



2015



Karl Friston

« Predictive processing » (« the Bayesian Brain »)

Le cerveau serait fondamentalement une machine à prédiction à partir de **modèles internes** construits par son **expérience préalable**.
(innée et acquise)

Le cerveau contient, dès la naissance, un algorithme d'apprentissage statistique très sophistiqué (S. Dehaene).

Son cerveau dispose d'emblée d'un **jeu d'hypothèses** hiérarchiques (**hérité de sa longue histoire évolutive**) qu'il projette sur le monde extérieur, et dont certaines sont très abstraites

(ex: le monde est constitué d'objets rigides: principe de causalité (Spelke))

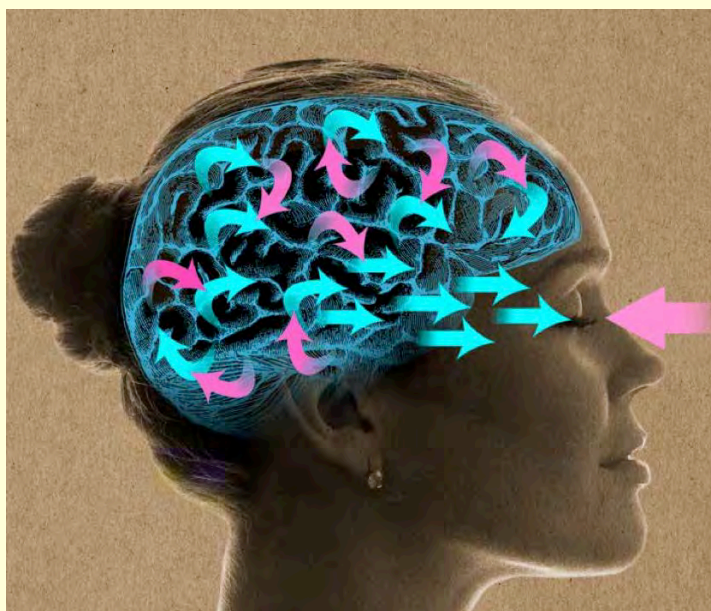
Mais très vite, l'enfant sélectionne aussi des hypothèses ou schémas mentaux en fonction de leur plausibilité **au vu des expériences qu'il fait** ou des entrées qu'il reçoit.

Bref, pour employer une expression anglaise,
on n'apprend pas grand-chose « from scratch »...

Dans ce paradigme du “cerveau prédictif”, le cerveau n’est plus vu comme un simple organe de “traitement de l’information” qui attendrait passivement ses inputs, mais comme une machine pro-active qui **tente constamment d’anticiper la forme des signaux sensoriels** qui lui parviennent.

Autrement dit, c’est un organe **statistique générant constamment des hypothèses** (ou des attentes...)

qui sont testées par rapport aux évidences fournies par les sens.



[5 diapos ont été omises avant celle-ci pour cause de droits restreints]

Cela économise de la “bande passante”, exactement comme les **techniques de compression** d'image (JPEG) ou de son (MP3) nous permettent de diminuer le poids de ces fichiers.



Finalement, ce qui « monte » est ce qui est « **surprenant** ».



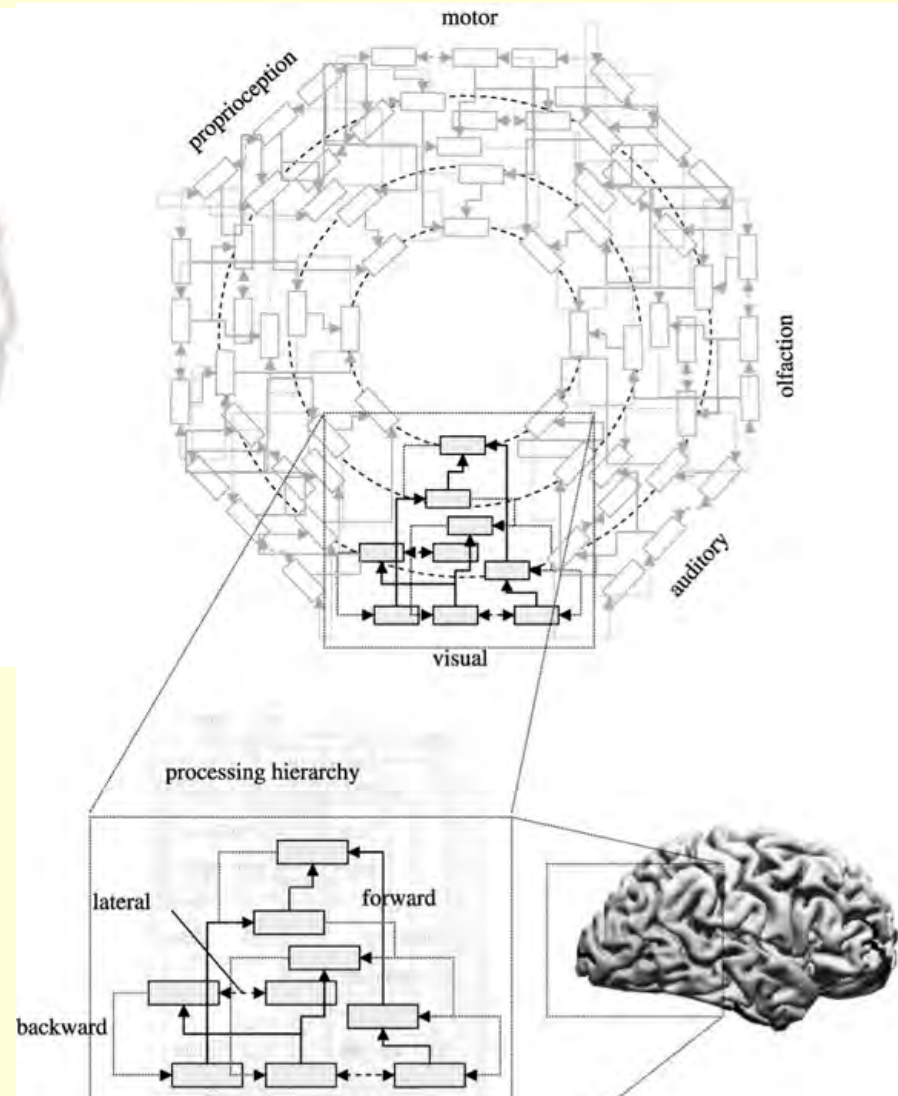
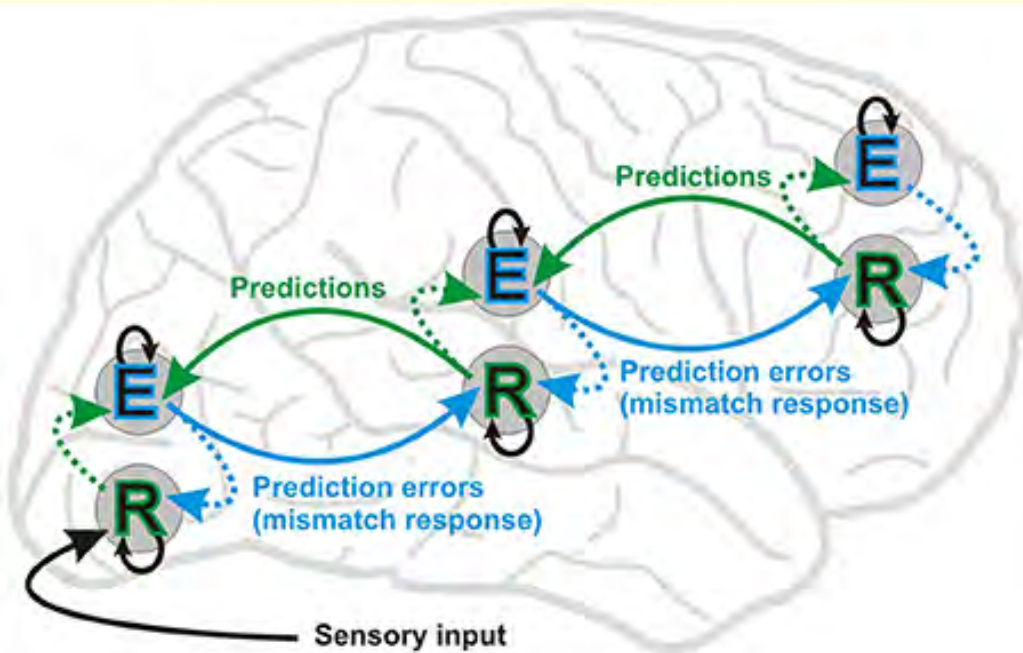
Animation



Background

Et dans les cerveaux humains
(en particulier le cortex), il y a une architecture
neuronale **compatible avec ces principes** :

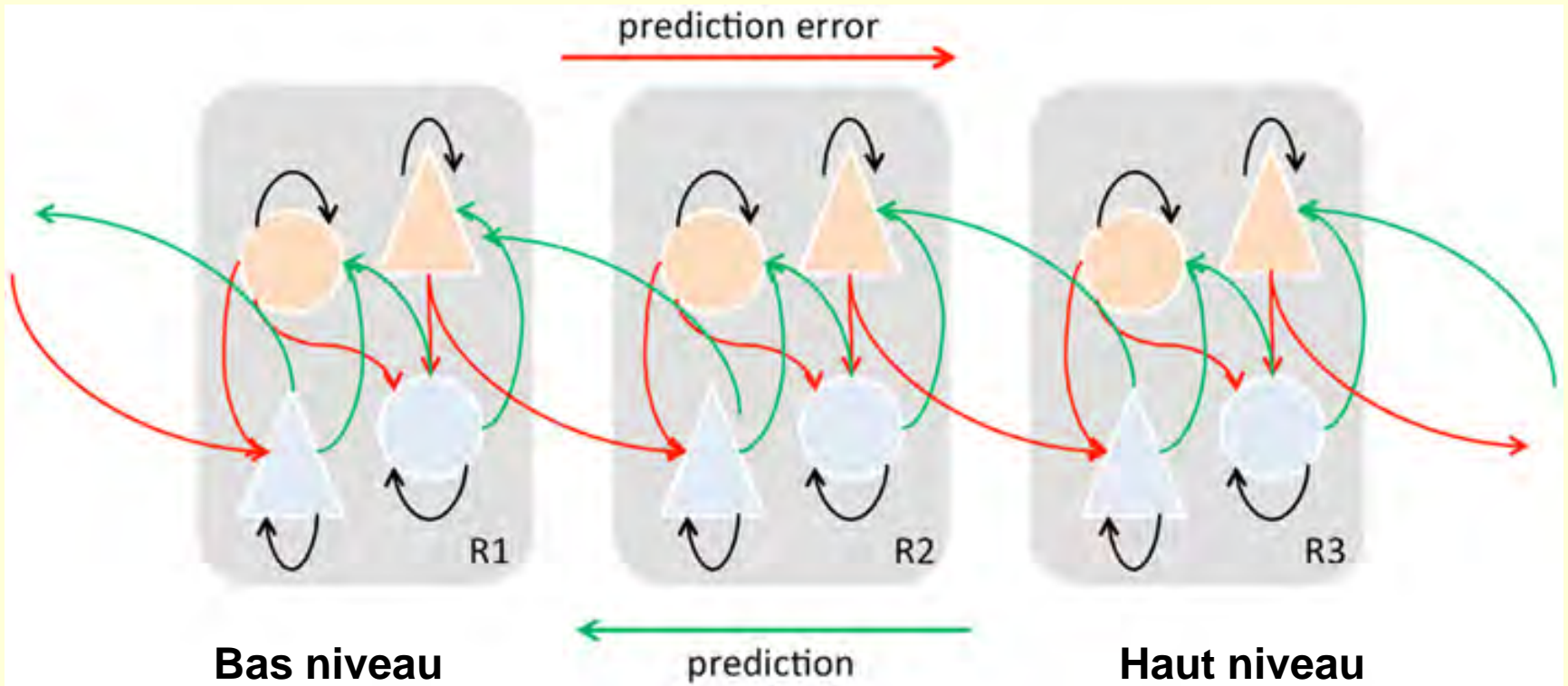
une architecture aux **multiples
niveaux** où chaque niveau essaie
de prédire l'état du niveau en-
dessous de lui.



Simplified scheme of the hierarchical predictive coding
framework ([Friston, 2005, 2008, 2010](#)).

<http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fnhum.2014.00666/full>

L'idée que des **motifs simples** dans un corps-cerveau dynamique pourraient permettre l'émergence de comportements complexes est donc aussi fondamentale dans cette nouvelle approche.



Predictive coding and how the dynamical Bayesian brain achieves specialization and integration

December 24, 2015

<http://neuroconscience.com/2015/12/24/predictive-coding-and-how-the-dynamical-bayesian-brain-achieves-specialization-and-integration/>

<http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2011.00395/full>

[brain-achieves-specialization-and-integration/](http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2011.00395/full)

[10 diapos ont été omises avant celle-ci
pour cause de droits restreints]

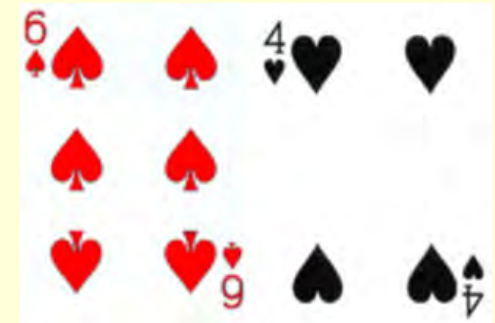
Autrement dit, on peut **minimiser l'erreur de prédiction**
soit en changeant le modèle par rapport au monde (**plasticité**)
ou soit en changeant le monde par rapport à nos modèles (**action**).

L'expérience célèbre de J.S. Bruner et Leo Postman publiée en 1949 sous le titre "**On the Perception of Incongruity: A Paradigm**"

montre à quel point on est disposé à voir le réel à travers les catégories qu'on a déjà intériorisées.

Des cartes à jouer ont été présentées **très brièvement** à des sujets qui devaient les identifier.

Mais certaines cartes **anormales** avaient été glissées dans le jeu !



Avec des **temps de présentation très brefs**, les sujets les ont identifié comme faisant partie de catégories déjà connues, prenant par exemple le quatre de cœur noir pour un quatre de pique noir.

(des temps d'exposition **plus long** les faisaient toutefois **douter...**)

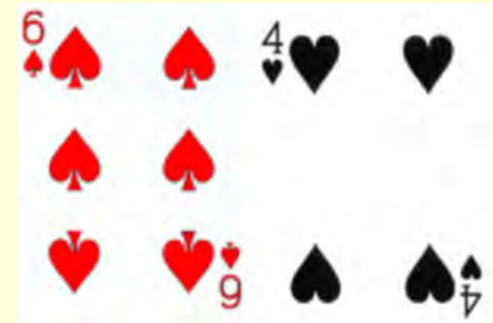
C'est comme si leurs catégories ou leurs « modèles internes » (ou encore leur « expérience préalable ») leur indiquait **qu'il ne pouvait exister que quatre types de cartes à jouer** et qu'ils se convainquaient que ce qu'ils avait vu devait donc rentrer absolument dans l'une de ces 4 catégories.

L'expérience célèbre de J.S. Bruner et Leo Postman publiée en 1949 sous le titre "**On the Perception of Incongruity: A Paradigm**"

montre à quel point on est disposé à voir le réel à travers les catégories qu'on a déjà intériorisées.

Des cartes à jouer ont été présentées **très brièvement** à des sujets qui devaient les identifier.

Mais certaines cartes **anormales** avaient été glissées dans le jeu !



Avec des **temps de présentation très brefs**, les sujets les ont identifié comme faisant partie de catégories déjà connues, prenant par exemple le quatre de cœur noir pour un quatre de pique noir.

(des temps d'exposition **plus long** les faisaient toutefois **douter...**)

C'est comme si leurs catégories ou leurs « **modèles internes** » (ou encore leur « **expérience préalable** ») leur indiquait **qu'il ne pouvait exister que quatre types de cartes à jouer** et qu'ils se convainquaient que ce qu'ils avait vu devait donc rentrer absolument dans l'une de ces 4 catégories.

– L'étude du changement conceptuel doit être abordée comme l'étude du processus de construction des nouvelles conceptions, où l'incertitude permet de passer de l'insatisfaction à la recherche de nouvelles intuitions.

On lui demandait « c'est quoi alors ? » (**doute**).
Et là il y avait une ouverture pour intégrer une nouvelle conception...

Autrement dit, en termes de « **cerveau prédictif** » :

Une erreur de prédiction importante est constatée
devant l'incapacité à expliquer un phénomène.

Cela amène le sujet à vouloir **changer son modèle a priori**
(son « prior prediction », i.e. sa préconception spontanée erronée)

Et il est alors plus réceptif à une explication scientifique davantage basée sur des faits, des observations, etc. (i.e.: des « erreurs de prédiction » par rapport à son ancien modèle)

Si l'on revient aux grands principes de l'apprentissage,

il y en a un qu'on énonce souvent comme le « **retour d'information** »
(le corrigé d'un test, par exemple)

Encore ici, on peut traduire ça aisément en terme de « predictive processing » :

Car dans ce cadre, l'apprentissage se déclenche lorsqu'un **signal d'erreur** montre qu'une prédiction n'est pas parfaite (pas d'apprentissage si tout est parfaitement prévisible).

Le **signal d'erreur** peut venir d'une correction explicite (de l'enseignant, par exemple) ou de la détection endogène (par le cerveau lui-même) d'un **décalage entre prédiction (probabiliste) et observation (surprise)**.

Ainsi, des signaux d'erreur se propagent en permanence dans le cerveau sans que nous en ayons nécessairement conscience, et **ajustent sans cesse nos modèles mentaux**.

Conséquence pour l'éducation :

L'erreur et l'incertitude sont normales – elles sont même **indispensables**.

Ces erreurs n'impliquent **ni sanctions ni punitions**

(qui ne font qu'augmenter la peur, le stress et le sentiment d'impuissance).

Un signal d'erreur (ou la correction d'un test...) est d'autant plus efficace **que le feed-back est immédiat**, lorsque l'élève peut comprendre tout de suite son erreur.

Mieux vaut donc multiplier les **évaluations courtes corrigées immédiatement** que d'attendre une semaine avant de remettre les copies corrigées (je sais, c'est pas toujours évident... ;-)

Autres éléments de conclusion :

Il faut tendre vers un enseignement structuré, cohérent et dans un environnement **enrichi** (cf. l'expérience des rats dans un environnement enrichi).

Donc **exigeant**, mais tout en étant **accueillant, généreux, et tolérant à l'erreur**.

Dehaene ne croit pas en « LA » méthode d'enseignement, mais **une multitude structurée...**

Ces principes sont compatibles avec une **grande liberté pédagogique** (enseignant comme expérimentateur)

Et ne pas oublier, comme le montre Houdé, que les **connaissances antérieures** fondent nos connaissances actuelles et **demeurent sous-jacentes** (ne sont pas dépassées complètement comme disait Piaget...)

Merci de votre... attention !