

Plan du cours

- ~~Cours 1:~~ A- Vue d'ensemble et multidisciplinarité des sciences cognitives
B- Du Big Bang aux primates (- 13,7 milliards d'années à - 65 millions d'années)
- ~~Cours 2:~~ A- Des primates aux sociétés humaines (de - 65 millions d'années à 1900)
B- De la théorie du neurone au piège du « cerveau-ordinateur » (1900-1980)
- ~~Cours 3:~~ A- Évolution de nos mémoires et rôle de l'hippocampe
B- Apprendre à associer, de la liste d'épicerie aux championnats de mémoire
- ~~Cours 4:~~ A- Cartographie anatomique du cerveau d'hier à aujourd'hui
B- Imagerie cérébrale fonctionnelle : voir nos réseaux cérébraux s'activer
- ~~Cours 5:~~ A- Des réseaux qui oscillent à l'échelle du cerveau entier
B- Éveil, sommeil et rêve
- ~~Cours 6:~~ A- « Cerveau – Corps » : la cognition incarnée (1990 et +)
(liens système nerveux, hormonal et immunitaire)
B- « Cerveau – Corps – Environnement » (cognition située et prise de décision)
- ~~Cours 7:~~ A - Les « fonctions supérieures » : inhibition, attention, langage et lecture
B- Représentation cérébrale des concepts et les analogies au cœur de notre pensée
- ~~Cours 8:~~ A- Quelques grandes questions à la lumière des sciences cognitives modernes
B- Vers où aller maintenant : plaidoyer pour une pédagogie qui tient compte de tout ça!

Cours 7 :

A –Les « fonctions supérieures » :
inhibition, attention, langage et lecture

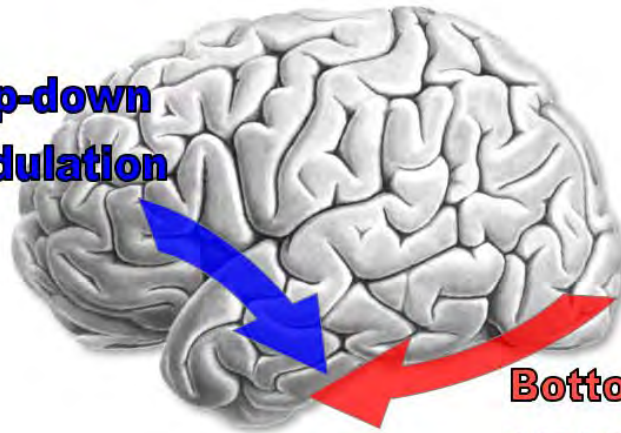
B- Représentation cérébrale des concepts
et les analogies au cœur de notre pensée



Avant d'entrer dans la description des processus plutôt « top down » qui vont nous intéresser aujourd'hui, un rappel du cours #4 sur différents **réseaux cérébraux** qu'on peut associer à ces phénomènes...



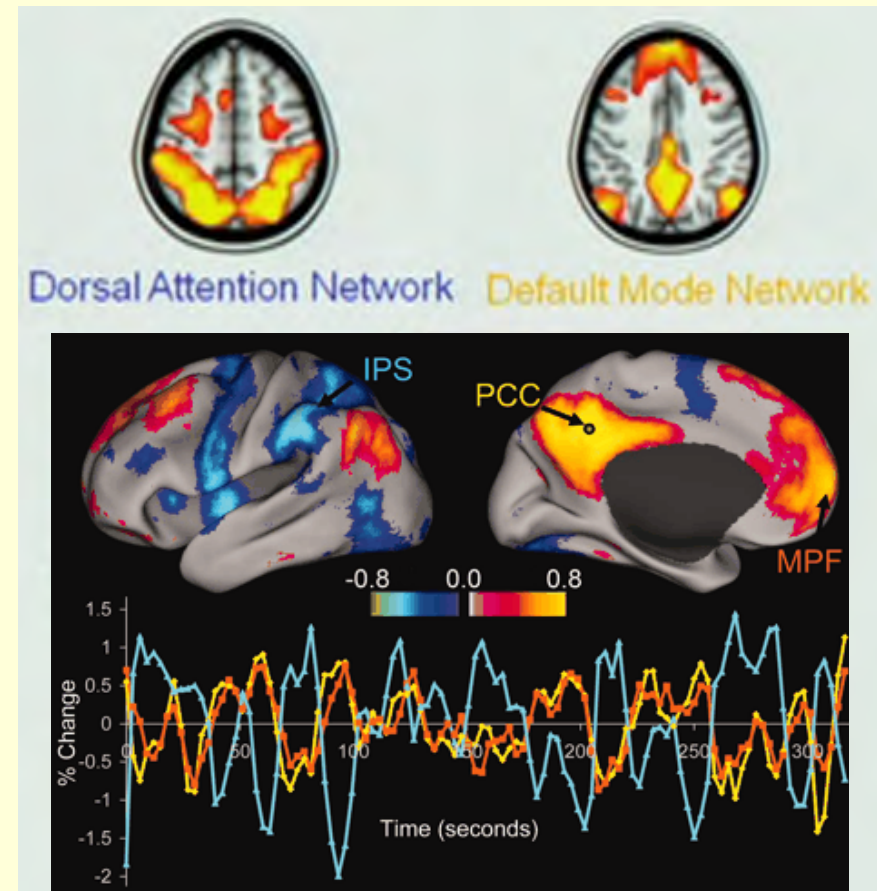
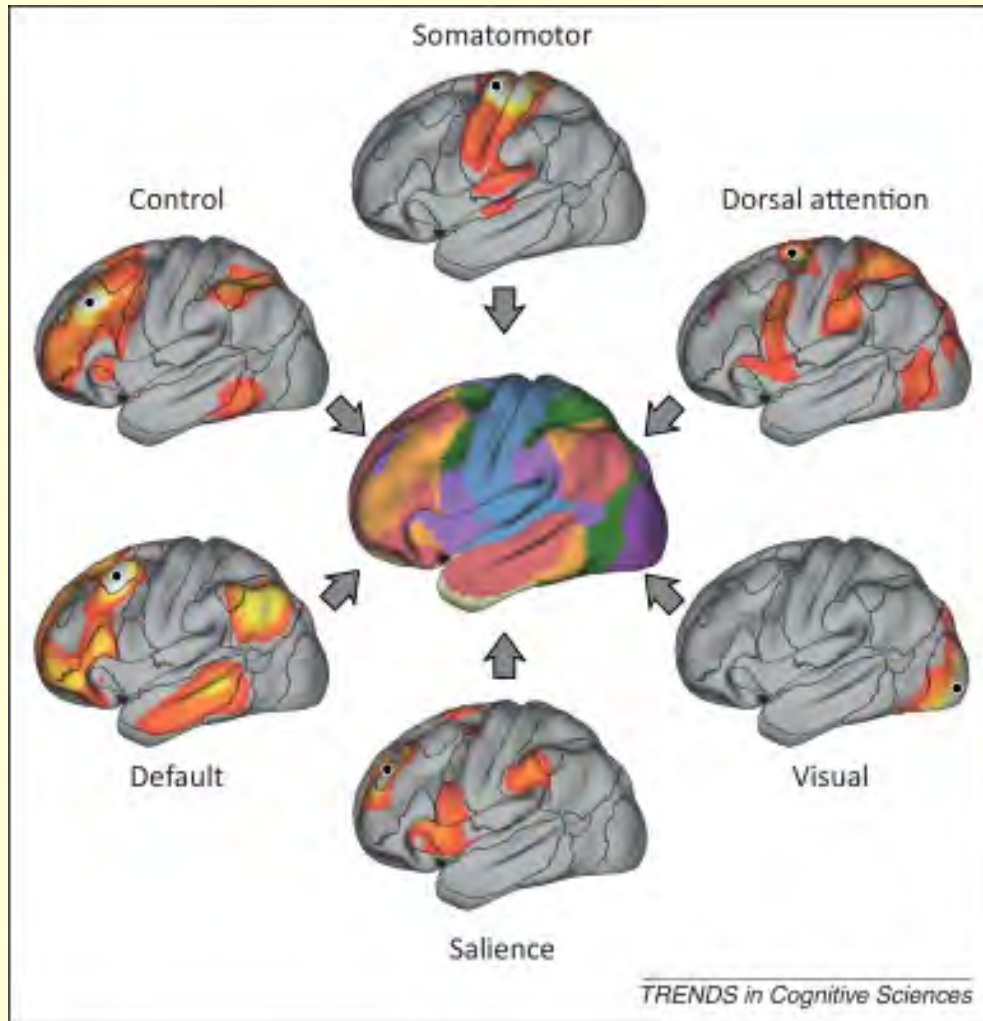
**Top-down
modulation**



**Bottom-up
processing**

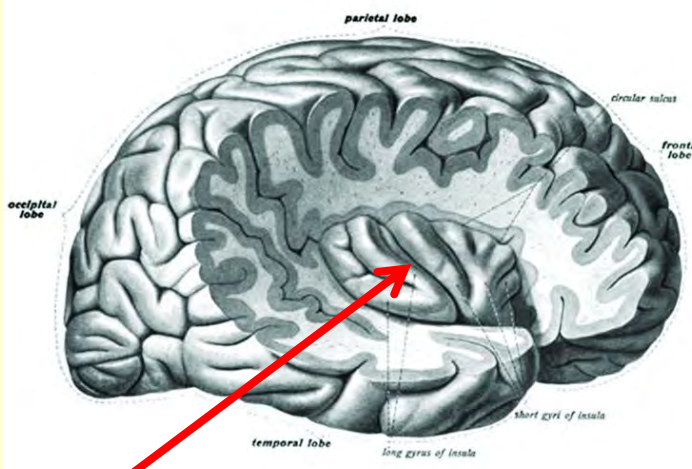


Avant d'entrer dans la description des processus plutôt « top down » qui vont nous intéresser aujourd'hui, un rappel du cours #4 sur différents **réseaux cérébraux** qu'on peut associer à ces phénomènes...



The evolution of distributed association networks in the human brain, Randy L. Buckner & Fenna M. Krienen, Trends in Cognitive Sciences, Vol. 17, Issue 12, 648-665, [13 November 2013](#)

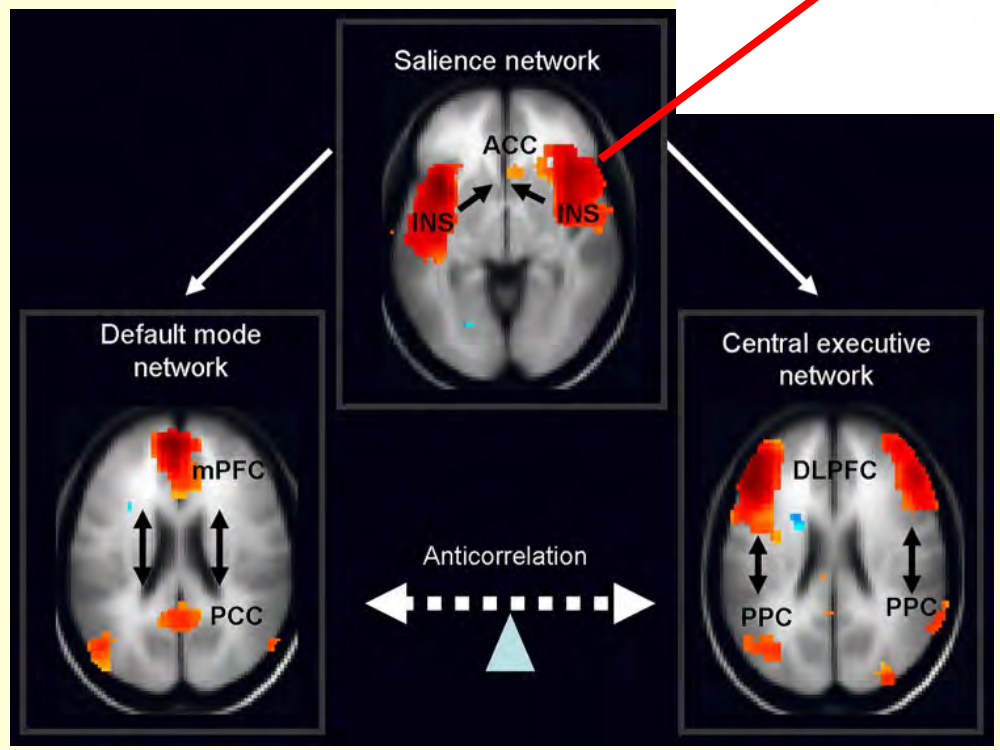
A

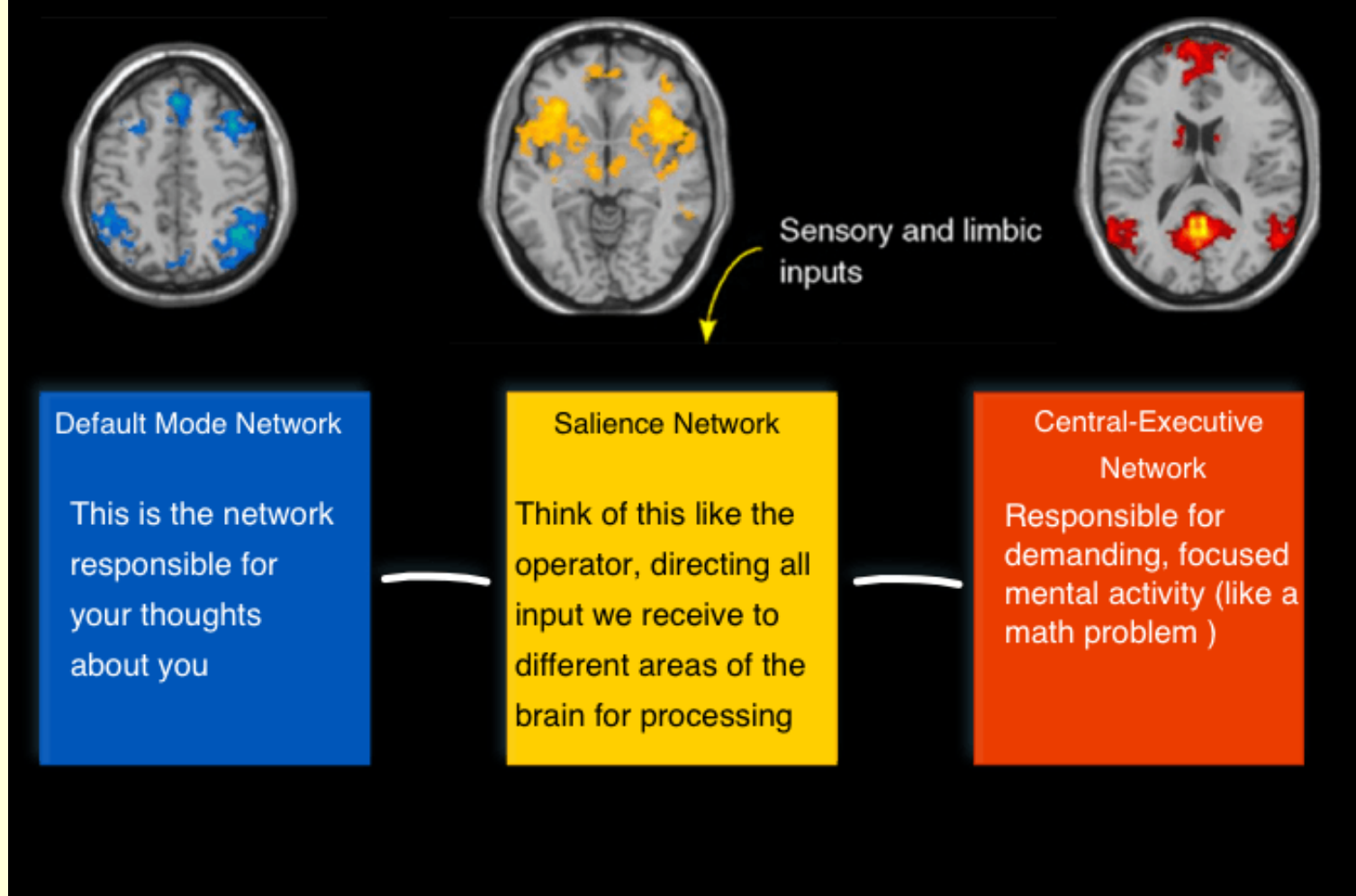


B



Insula
(or insular cortex)





→ Actif quand on ne performe aucune tâche; l'esprit « vagabonde », on pense aux autres...

→ Permet de « **switcher** » entre le mode par défaut et le CEN

→ Permet à votre cerveau conscient de penser et de maintenir son attention sur une tâche prioritaire

Saliency, switching, attention and control: a network model of insula function

Brain Struct Funct. 2010 Jun

Vinod Menon and Lucina Q. Uddin

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2899886/>

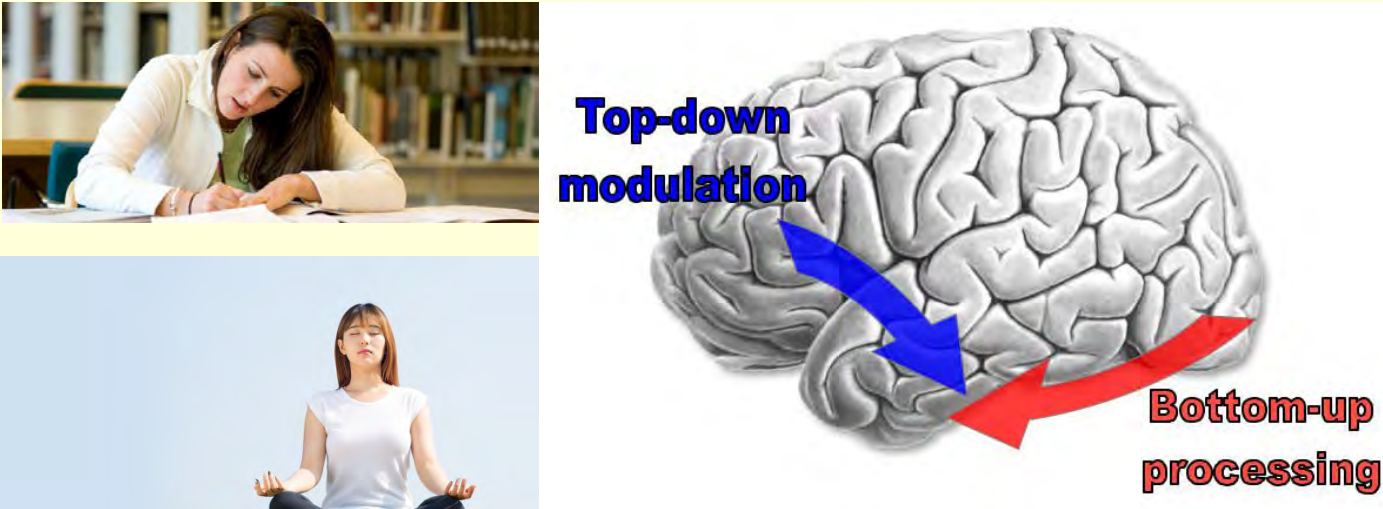
Abstract

The insula is a brain structure implicated in disparate cognitive, affective, and regulatory functions, including interoceptive awareness, emotional responses, and empathic processes. While classically considered a limbic region, recent evidence from network analysis suggests a critical role for the insula, particularly the anterior division, in high-level cognitive control and attentional processes. The crucial insight and view we present here is of the anterior insula as an integral hub in mediating dynamic interactions between other large-scale brain networks involved in externally oriented attention and internally oriented or self-related cognition. The model we present postulates that the insula is sensitive to salient events, and that its core function is to mark such events for additional processing and initiate appropriate control signals. The anterior insula and the anterior cingulate cortex form a “salience network” that functions to segregate the most relevant among internal and extrapersonal stimuli in order to guide behavior. Within the framework of our network model, the disparate functions ascribed to the insula can be conceptualized by a few basic mechanisms:

- (1) bottom–up detection of salient events,
- (2) switching between other large-scale networks to facilitate access to attention and working memory resources when a salient event is detected,
- (3) interaction of the anterior and posterior insula to modulate autonomic reactivity to salient stimuli, and
- (4) strong functional coupling with the anterior cingulate cortex that facilitates rapid access to the motor system.

In this manner, **with the insula as its integral hub, the salience network assists target brain regions in the generation of appropriate behavioral responses to salient stimuli.**

Les « fonctions exécutives » 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.

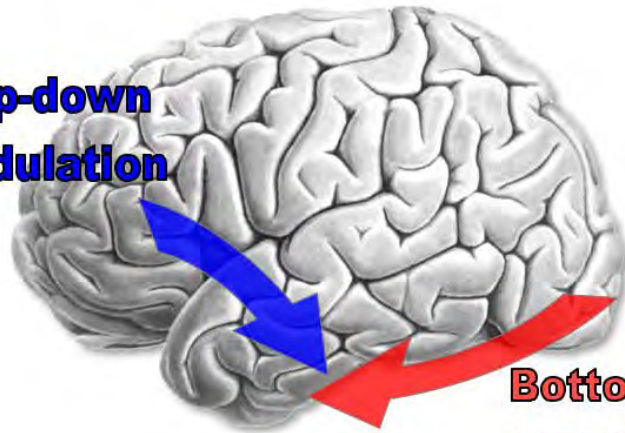
On a l'habitude d'y inclure des processus généraux comme :

- 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**



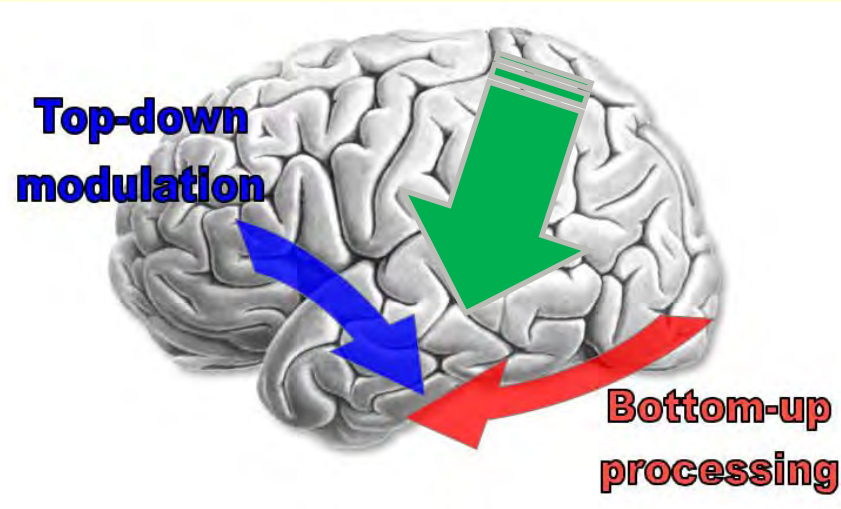
**Bottom-up
processing**

(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”

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

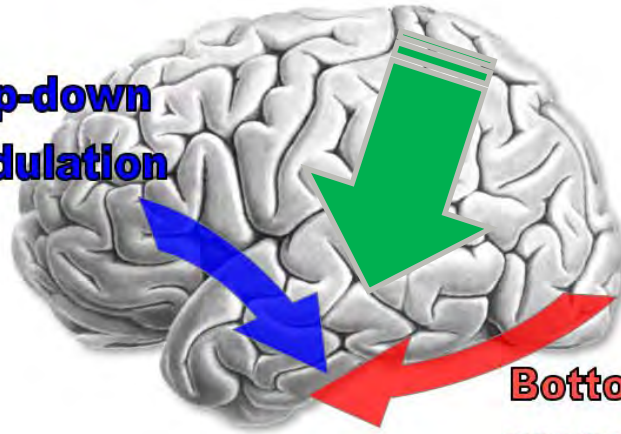


Quand on parle de flexibilité cognitive, de penser "outside the box" =

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



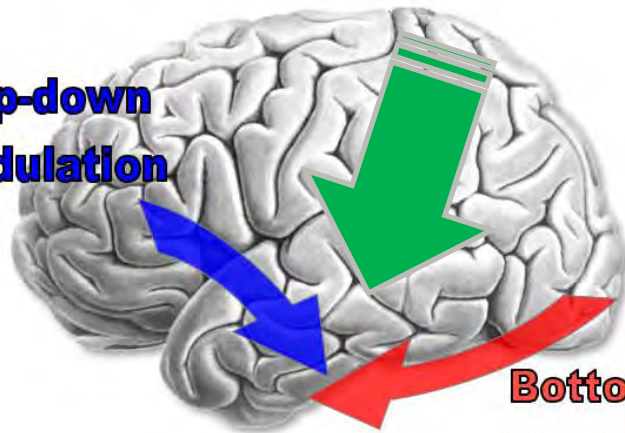
Top-down modulation



Bottom-up processing



**Top-down
modulation**

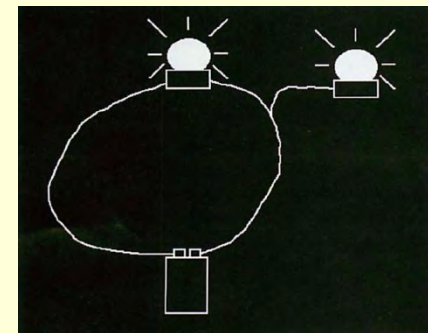


**Bottom-up
processing**

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



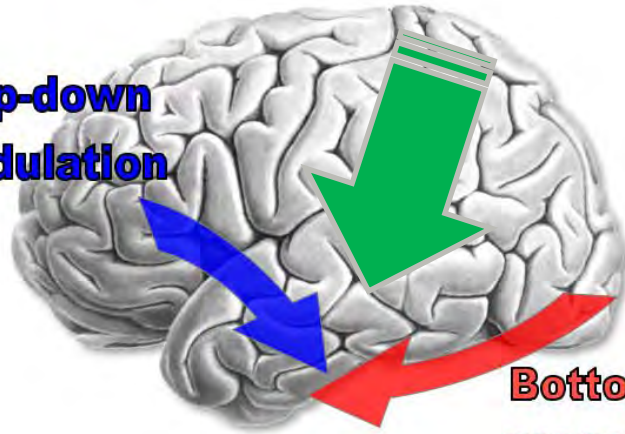
innées....



ou acquises....

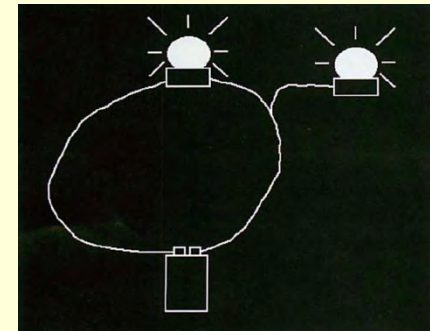


**Top-down
modulation**



**Bottom-up
processing**

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



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

Exemple

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

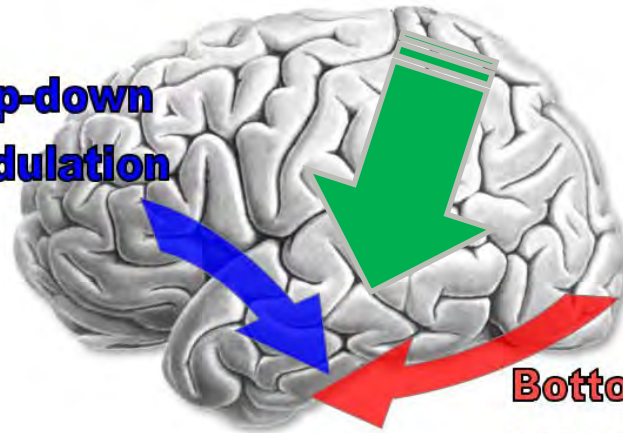
Leur cerveau applique l'automatisme « les = pluriel = s ».

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

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

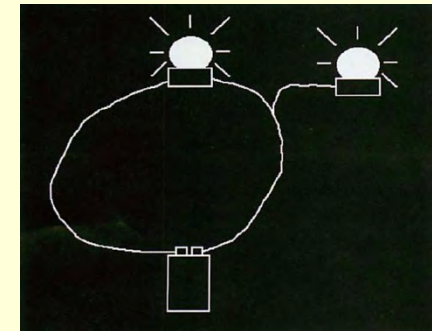


**Top-down
modulation**



**Bottom-up
processing**

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



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

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

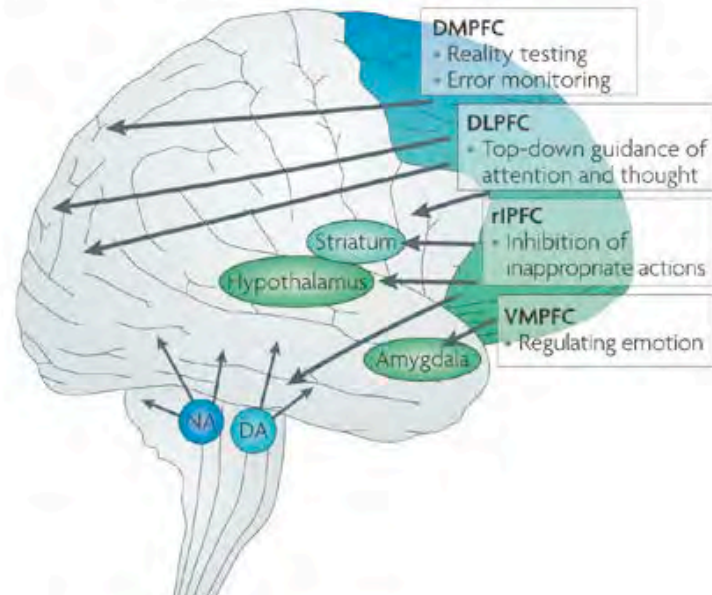
Le contrôle inhibiteur



Le test du Chamallow

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

a Prefrontal regulation during alert, non-stress conditions





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)

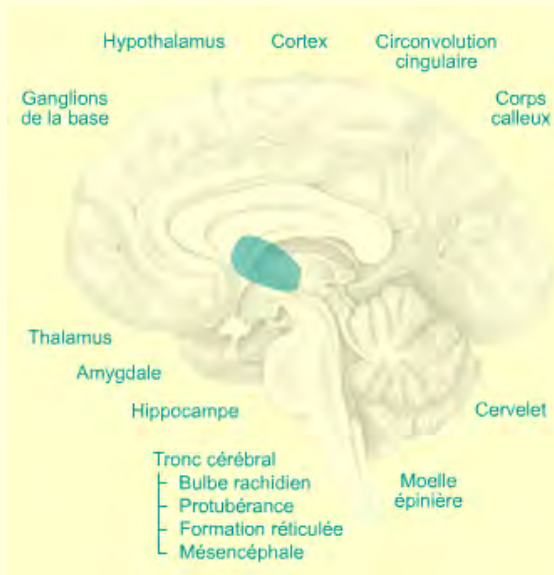
En gros, c'est l'idée que cohabitent dans notre cerveau **deux** grands types de processus cognitifs :

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/>

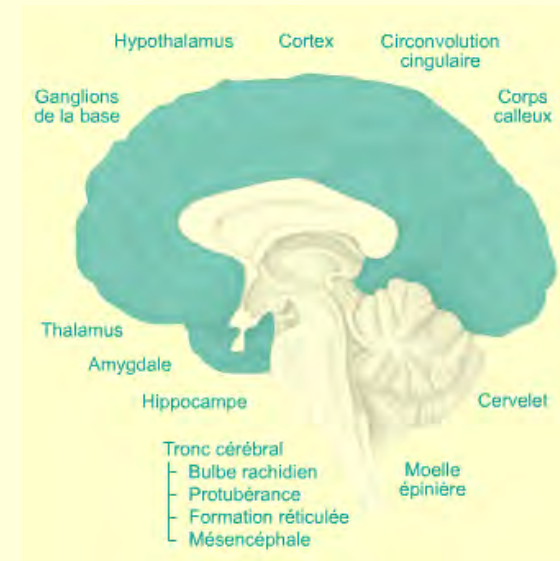
un premier type **rapide, automatique et inconscient;**

qui aurait des origines évolutives les plus **anciennes**



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

qui 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**

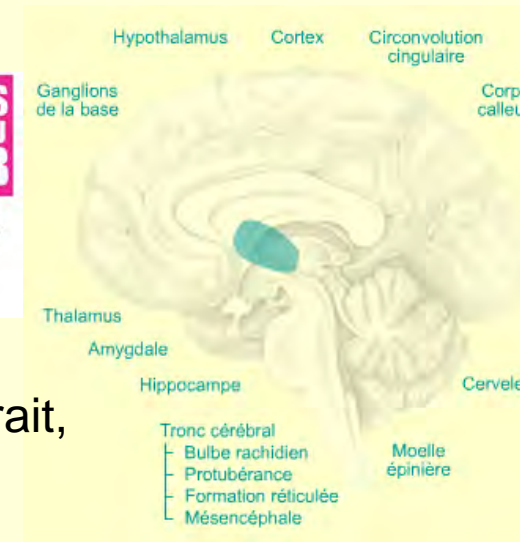
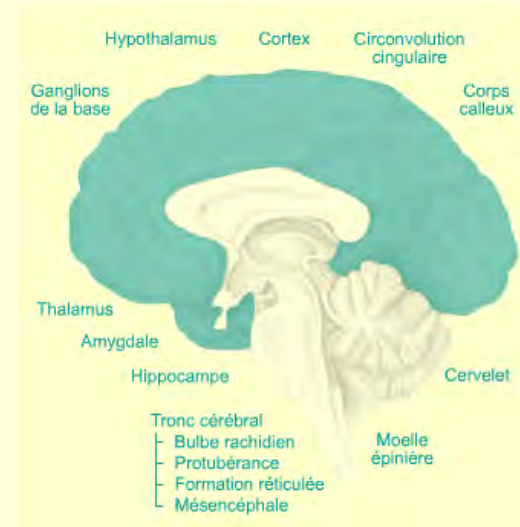
À l'opposé, la pensée dite « algorithmique » est logique, rationnelle, et elle procède par déductions, inférences et comparaisons.

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.



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.

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. »

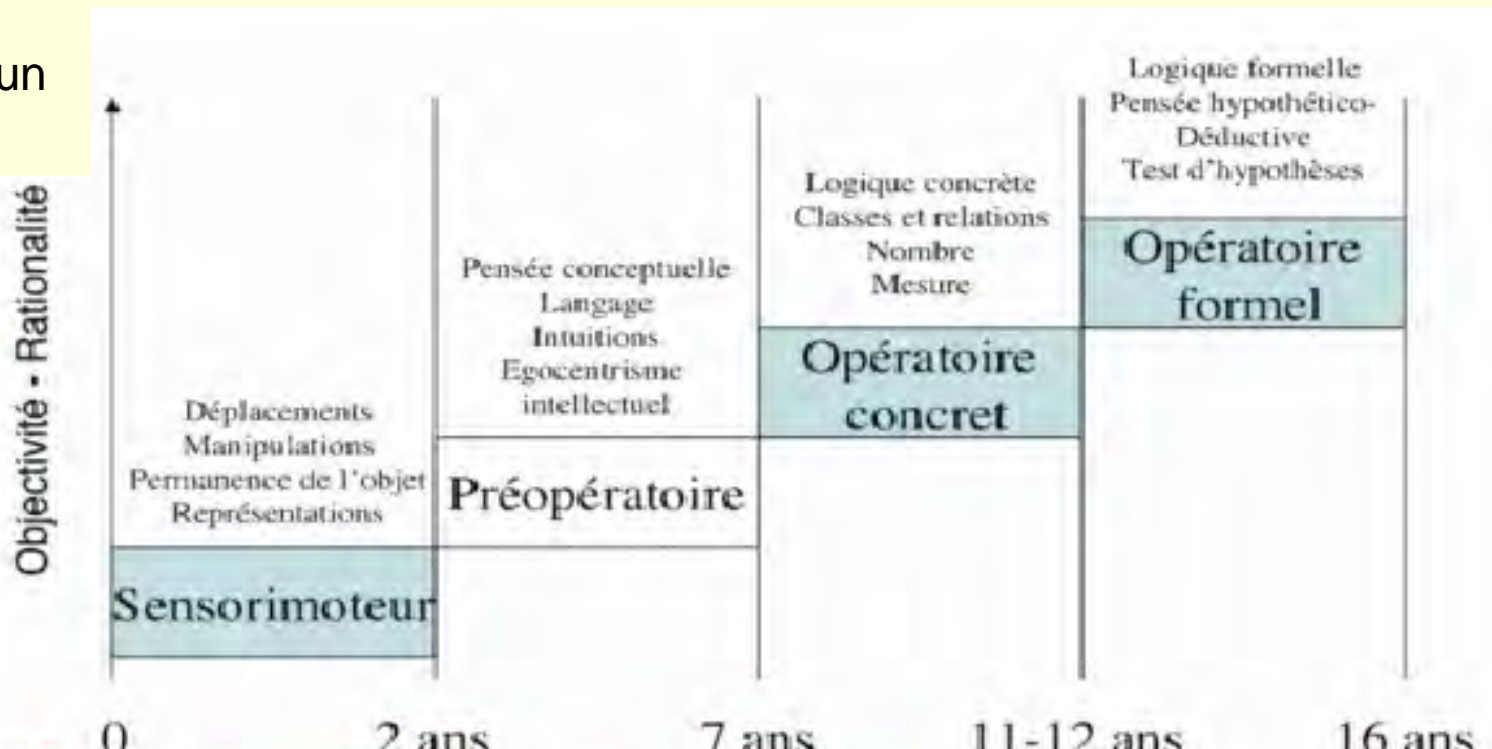
<http://www.larecherche.fr/savoirs/dossier/olivier-houde-se-developper-c-est-apprendre-a-inhiber-01-07-2005-74569>



« 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. »

Stades du développement de l'enfant selon Piaget

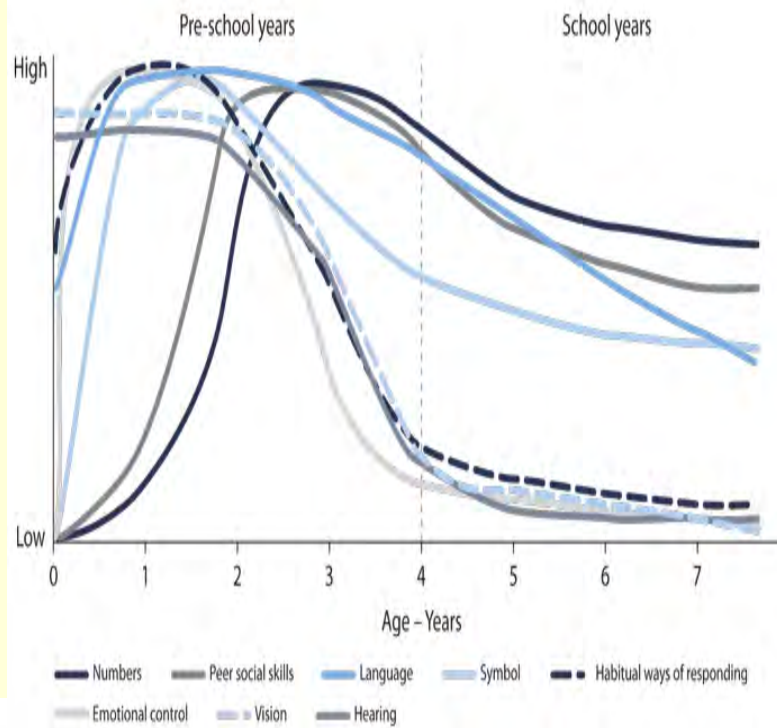
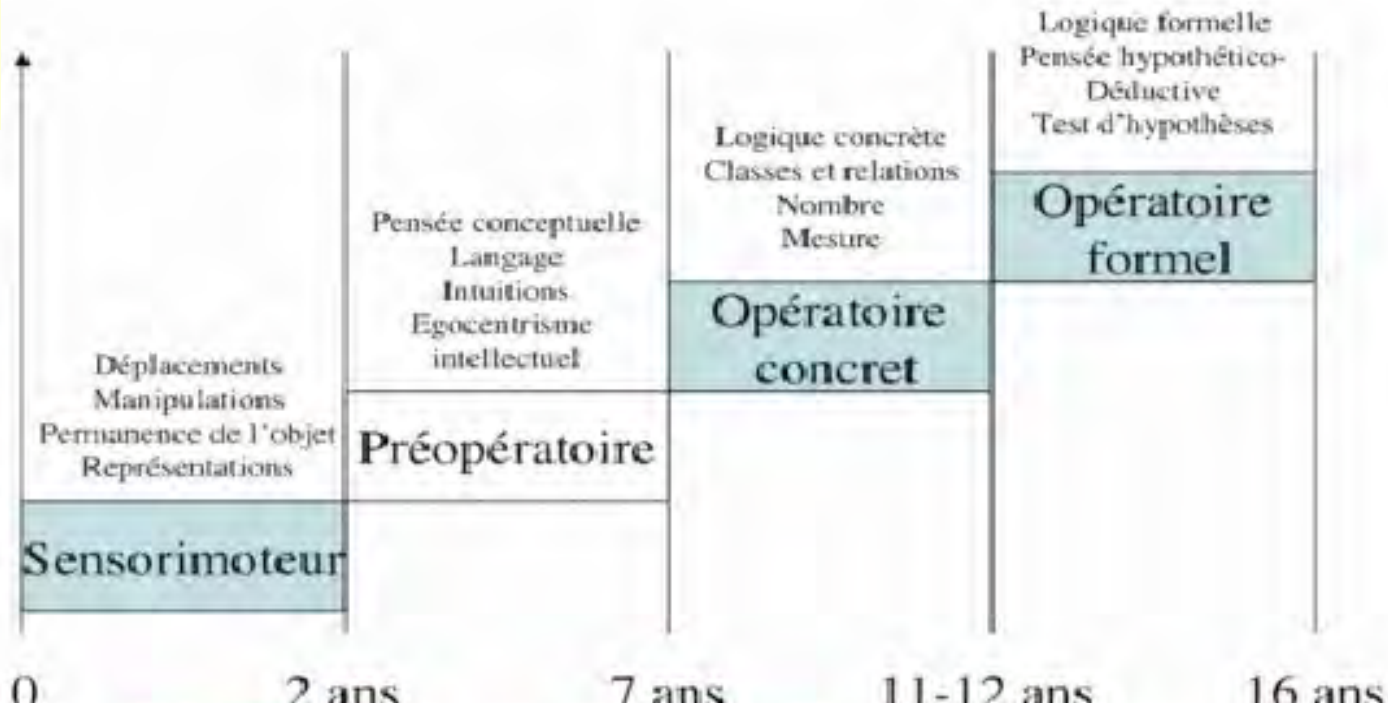


« En revanche, je ne suis pas d'accord avec son « **modèle de l'escalier** » :

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

Stades du développement de l'enfant selon Piaget

Objectivité - Rationalité

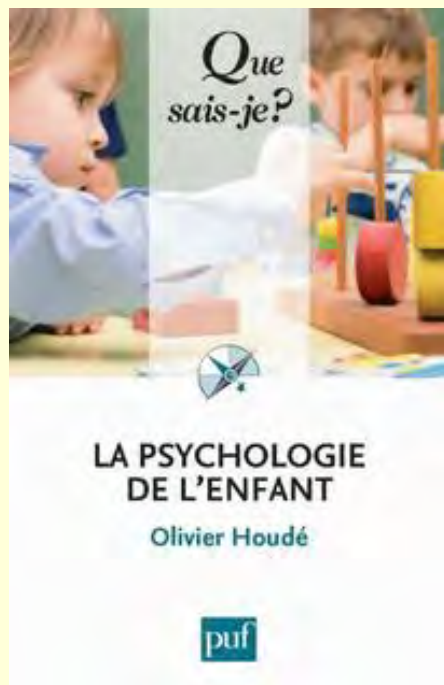


« Il y a encore des étapes qui surviennent avant d'autres,

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

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

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.

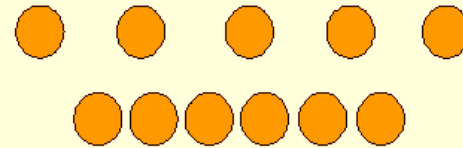
Pour le prouver, **Piaget plaçait l'enfant face à deux rangées composées du même nombre de jetons plus ou moins écartés. Jusqu'à l'âge de 6-7 ans l'enfant se trompe** : il déclare que la rangée la plus longue contient plus de jetons.

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 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...**

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=0ahUKEwjlvKDnqp_UAhVp6oMKHdE-AMIQFggwMAI&url=http%3A%2F%2Fwww.library.armstrong.edu%2Feres%2Fdocs%2Feres%2FSPSYC3050-1_ROBERTS%2FSPSYC3050_Large_Number_Addition.pdf&usq=AFQjCNFKefB12cR-dpljwudrohZrcNKBFw

→ 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.

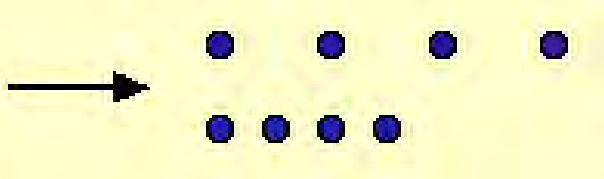
Au niveau cérébral, il semble que le **cortex préfrontal** soit fortement impliqué dans ce processus de **contrôle et d'inhibition**.

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





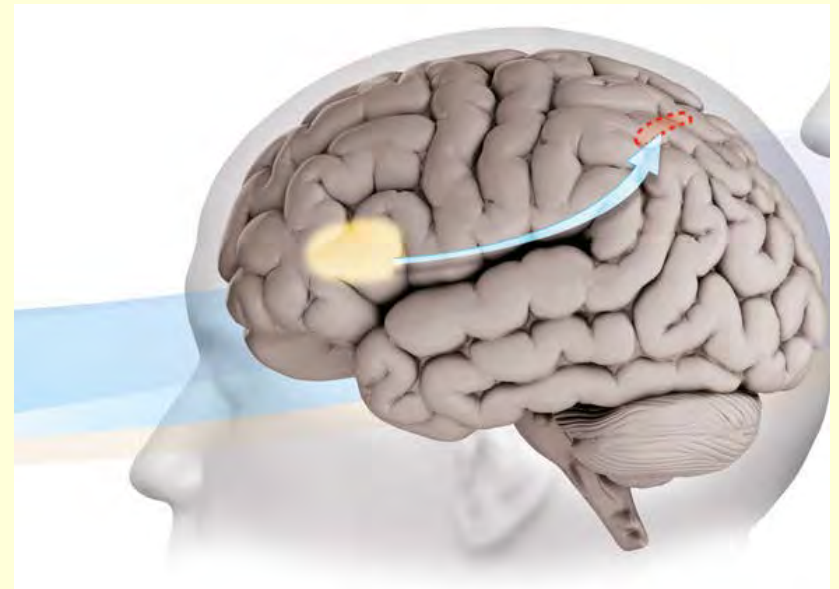
Ce que l'équipe de Houdé a mis en évidence, c'est que vers l'âge de 6-7 ans, ou avec l'aide d'un parent avant, **l'enfant parvient à mettre entre parenthèses sa croyance spontanée** pour examiner la situation au moyen de ses outils logiques.



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

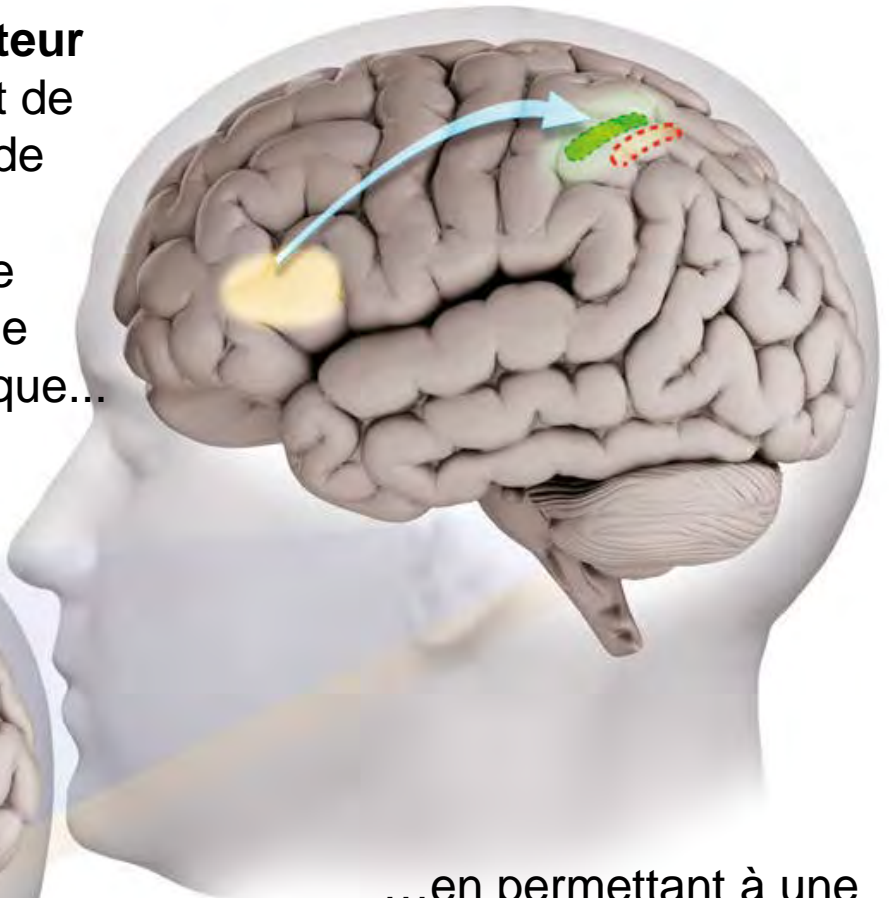
Or on sait que les neurones de cette régions projettent leur axone vers d'autres zones du cerveau impliquées dans ces automatismes de pensée

(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

Systeme heuristique

Pensée «automatique»
et intuitive

Fiabilité  Rapidité 



1

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

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

Systeme d'inhibition

Interrompt le système heuristique pour activer celui des algorithmes

→ *Fonction d'arbitrage*

3

Systeme algorithmique

Pensée réfléchie
«logico-mathématique»

Fiabilité  Rapidité 

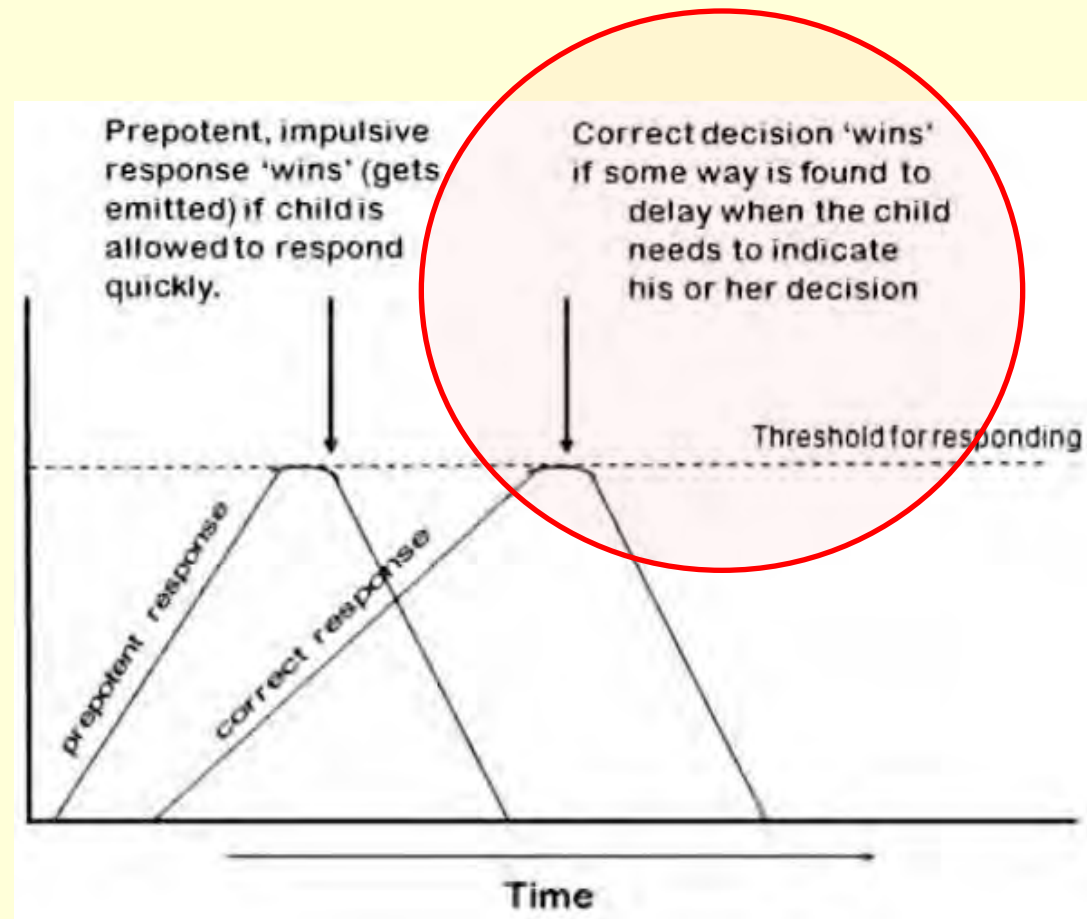


2

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

→ 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...**



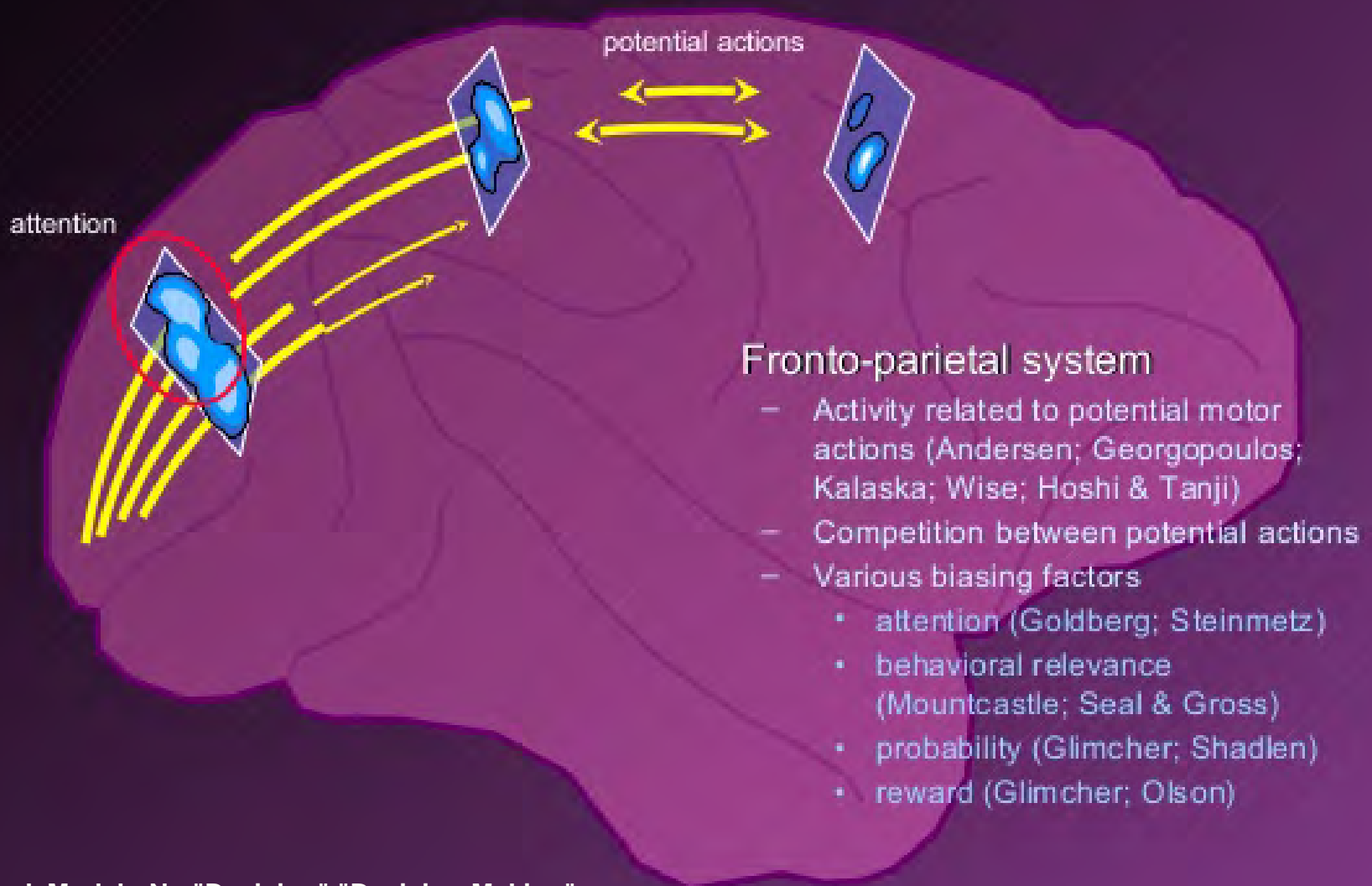
Passive-dissipation model showing how delay can improve performance on inhibitory tasks (from Simpson et al. 2011).

Lundi, 2 novembre 2015

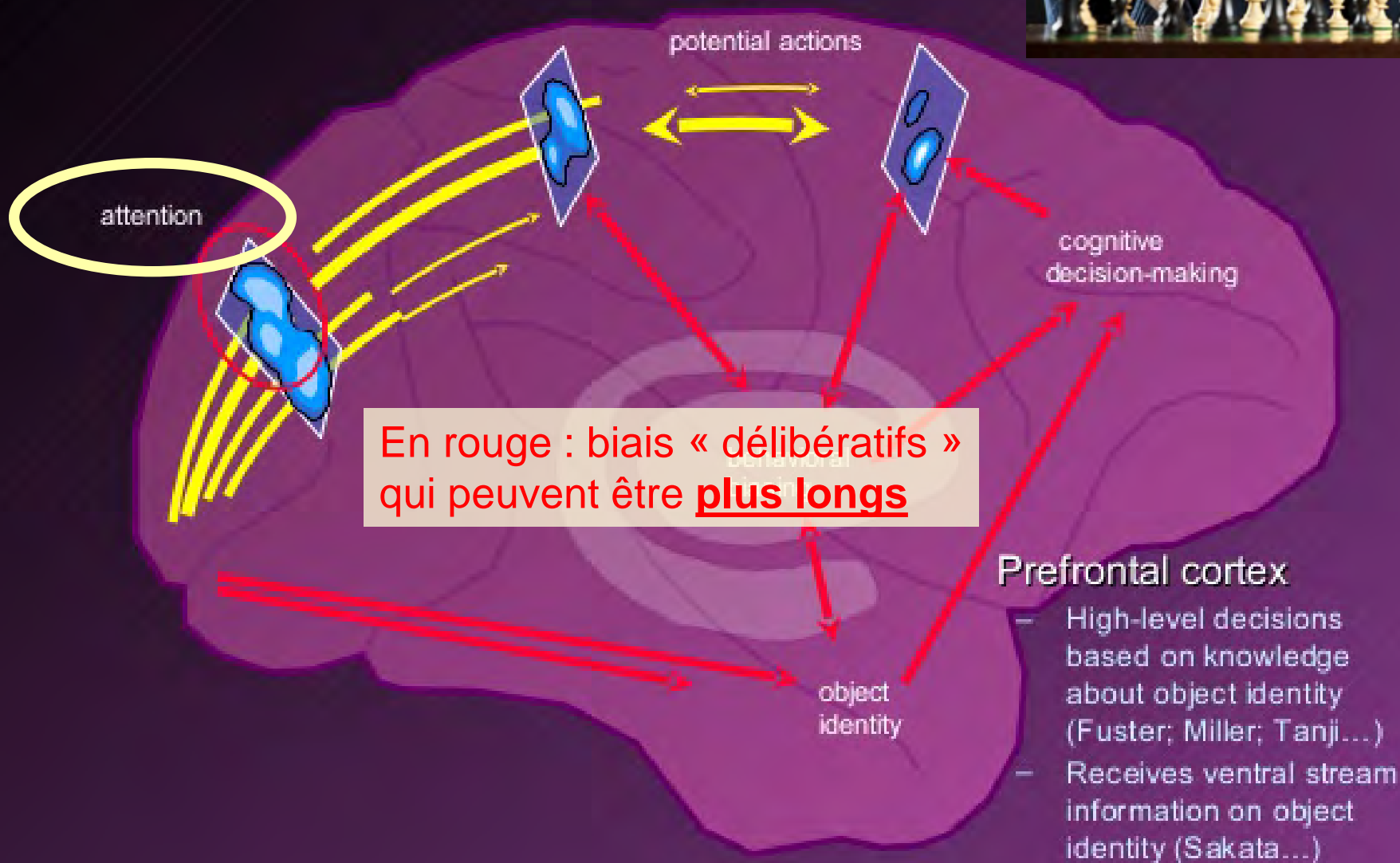
L'inhibition préfrontale à la rescousse de l'esprit critique

www.blog-lecerveau.org/blog/2015/11/02/linhibition-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.**

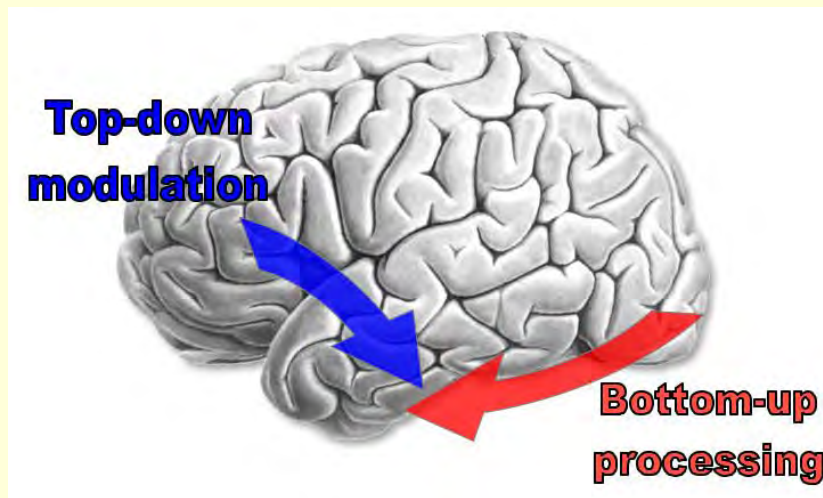


Cours 7 :

A –Les « fonctions supérieures » :
inhibition, **attention**, langage et lecture

B- Représentation cérébrale des concepts
et les analogies au cœur de notre pensée

L'une des fonctions de **l'attention** est de permettre la **sélection** d'une information particulière parmi d'autres.



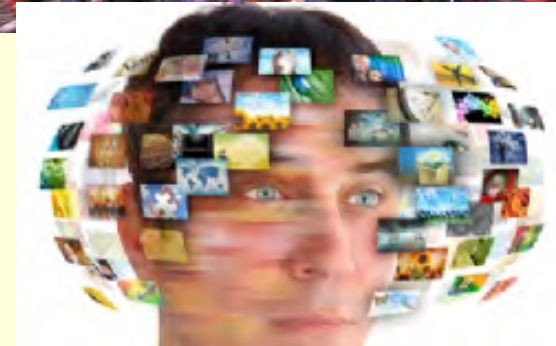
Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Maîtres et esclaves de notre attention

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

Jean-Philippe 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 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>



copyright (c) 1999 Daniel J. Simons. All rights reserved.

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.





Cécité au changement

http://www.gocognitive.net/sites/default/files/change_blindness.v.0.93_0.swf

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

Frederick Adams and Kenneth Aizawa

The Bounds of Cognition

2008 Reviewed by Max Velmans,

http://www.imprint.co.uk/pdf/16_1%20books.pdf

“Studies of **inattention blindness** such as Simons & Chabris (1999), for example, suggest that we do not see what we do not attend to even when we are directing our gaze at it.

Equally surprising, studies of **change blindness** such as Simons & Levin (1998) demonstrate that we do not notice major changes in what we are gazing at unless fast transitions capture our attention, or we happen to be focusing our attention on the precise features that change.

Taken together, such findings provide persuasive demonstrations that **what we notice about the perceived world is less complete and detailed than we usually think.**

The findings also challenge a commonly held view within psychology about how perception works, namely that we have a detailed and complete inner representation of the external world [...] »

Autres limites de l'attention :

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

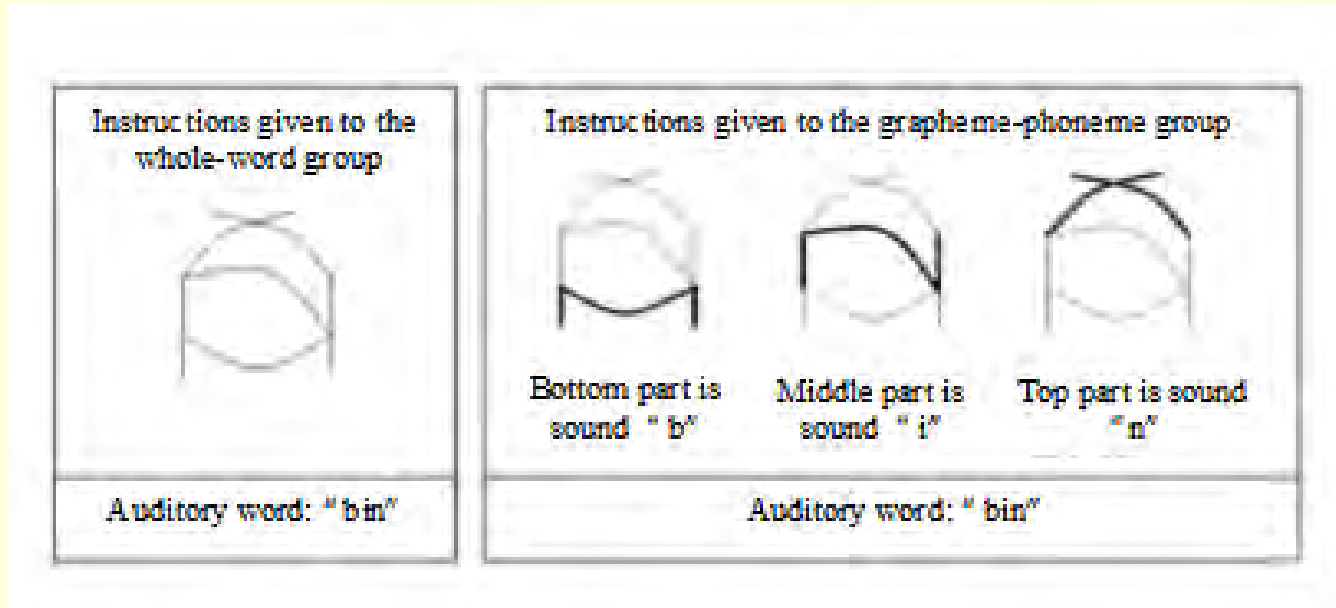
« **multitasking** » → on peut apprendre à alterner rapidement entre **deux** tâches (mais si on introduit une 3^e tâches, les performances chutent...)

Le mythe du cerveau multitâche

Émilie Auvrouin (2010)

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

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



→ Ce qui va nous amener à parler du **langage** et de la **lecture...**

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.

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>

Cours 7 :

A –Les « fonctions supérieures » :
inhibition, attention, langage et lecture

B- Représentation cérébrale des concepts
et les analogies au cœur de notre pensée



En 1861, le neurochirurgien français Paul Broca examine le cerveau d'un de ses patients qui vient de décéder.

Ce patient ne pouvait prononcer d'autres syllabes que «tan», bien qu'il comprenait ce qu'on lui disait.

Sans être atteint d'aucun trouble moteur de la langue ou de la bouche qui aurait pu affecter son langage, ce patient ne pouvait produire aucune phrase complète ni exprimer ses idées par écrit.

En faisant l'autopsie de son cerveau, Broca a trouvé une lésion importante dans le **cortex frontal inférieur gauche**.

Par la suite, Broca a étudié huit patients aux déficits semblables qui tous avaient une lésion dans l'hémisphère frontal gauche. Cela l'amène à déclarer son célèbre « Nous parlons avec l'hémisphère gauche »

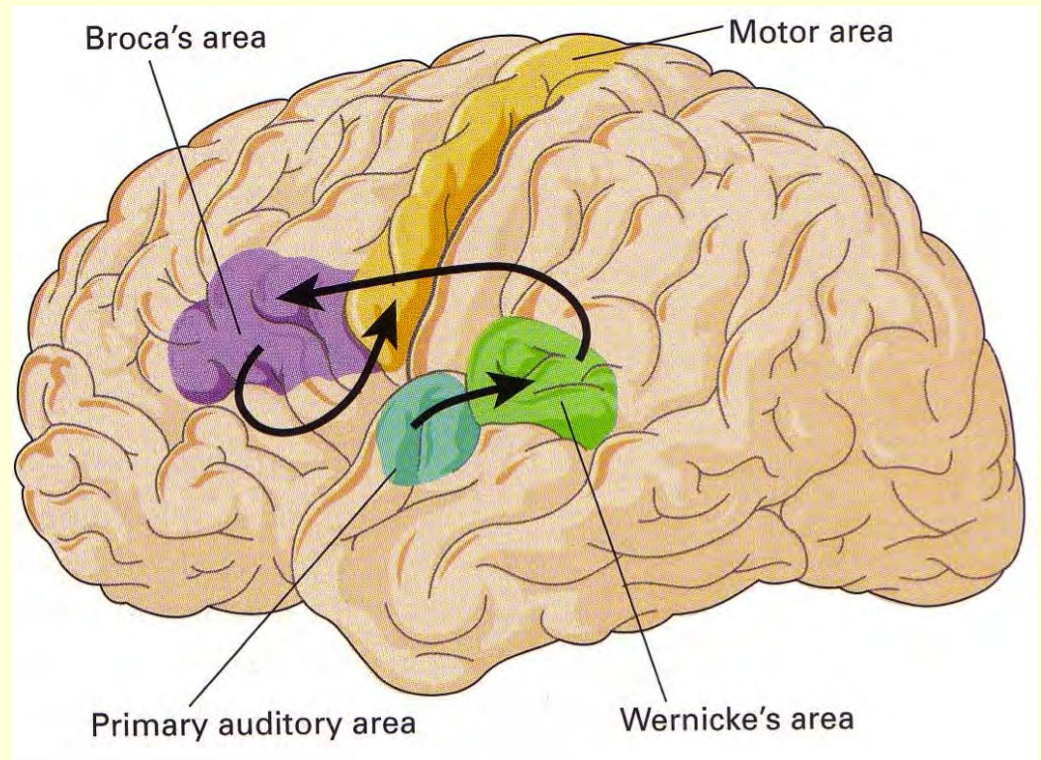


Des lésions au lobe temporal amènent pour leur part des

« **Aphasie de Wernicke** » : déficit de compréhension auditive, ne se rendent pas compte que le jargon qu'ils produisent n'a pas de sens, etc...

(l'organisation syntaxique est préservée souvent, donc dissociation...)

Mène à une première compréhension très schématique...



Connectivité fronto-temporale des aires du langage

Axer, H., Klingner, C. M., & Prescher, A. (2013). Fiber anatomy of dorsal and ventral language streams. *Brain and Language*, 127(2), 192–204.

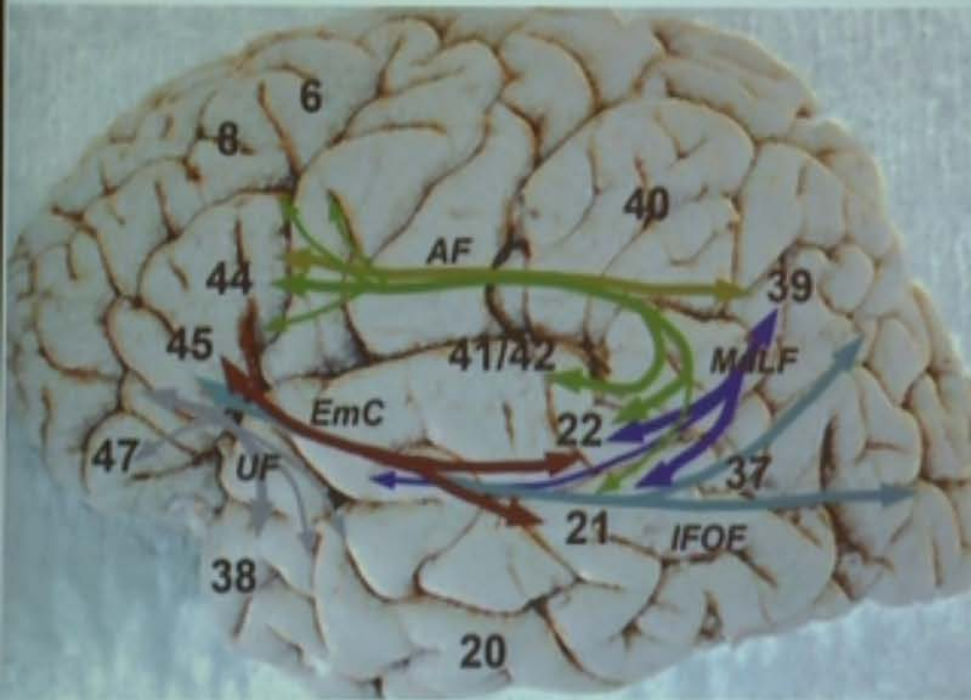


Fig. 4. Connectivity scheme of human language-related areas.

Trois principaux faisceaux de connexion fronto-temporale impliquant la « région de Broca »:

Faisceau arqué (*arcuate fasciculus*)

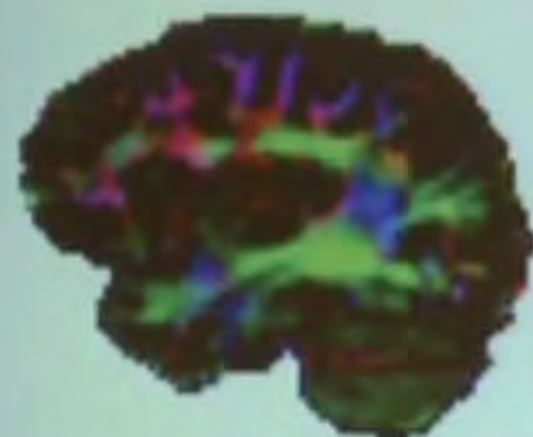
Capsule extrême

Faisceau unciné (*uncinate fasciculus*)

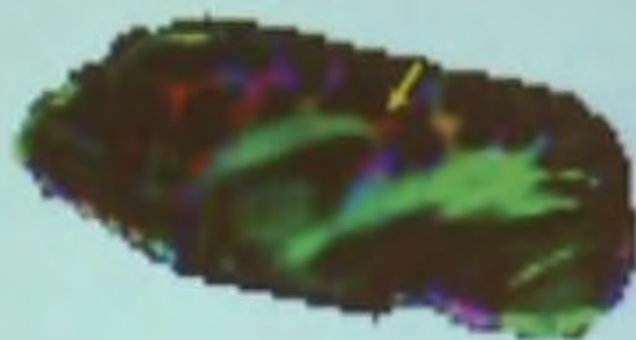


La projection du faisceau arqué en direction du lobe temporal est particulièrement développée chez l'homme.

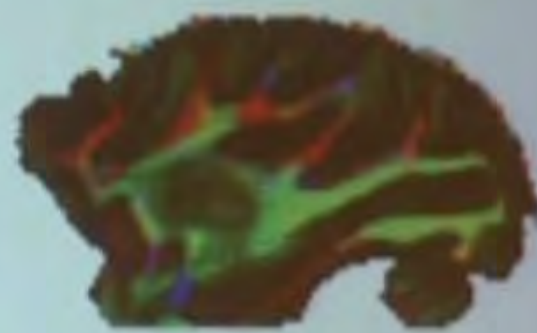
Rilling, J. K., Glasser, M. F., Preuss, T. M., Ma, X., Zhao, T., Hu, X., & Behrens, T. E. (2008). The evolution of the arcuate fasciculus revealed with comparative DTI. *Nat Neurosci*, 11(4), 426-8.



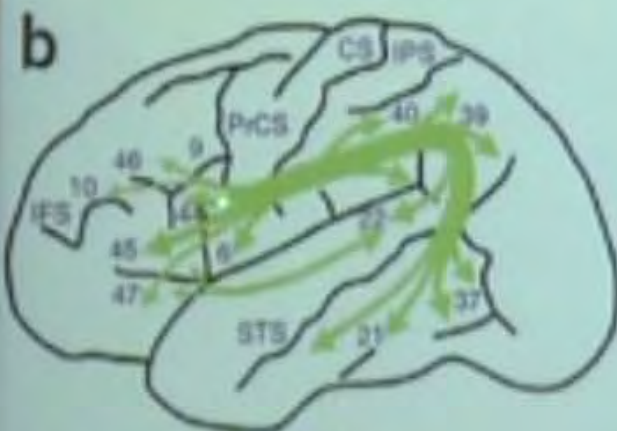
Human



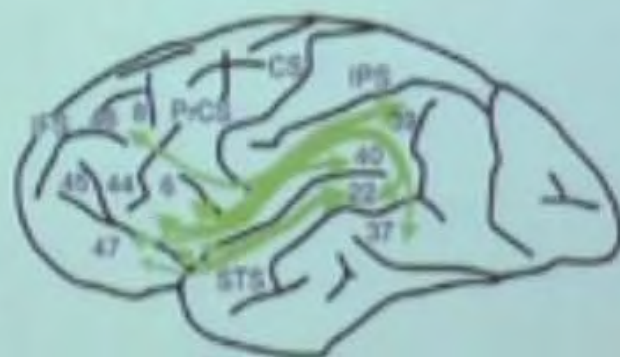
Chimpanzee



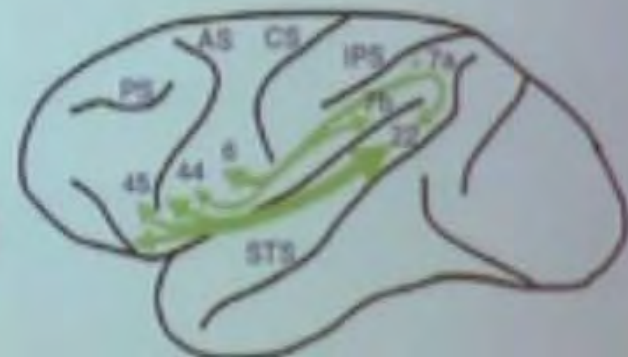
Macaque



Human



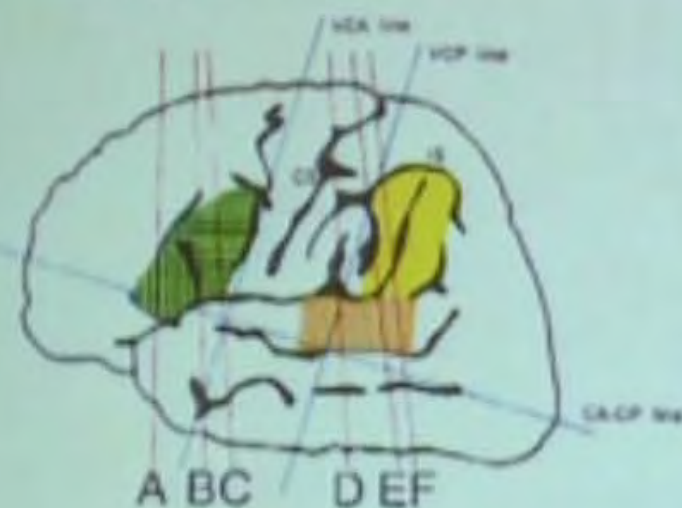
Chimpanzee



Macaque

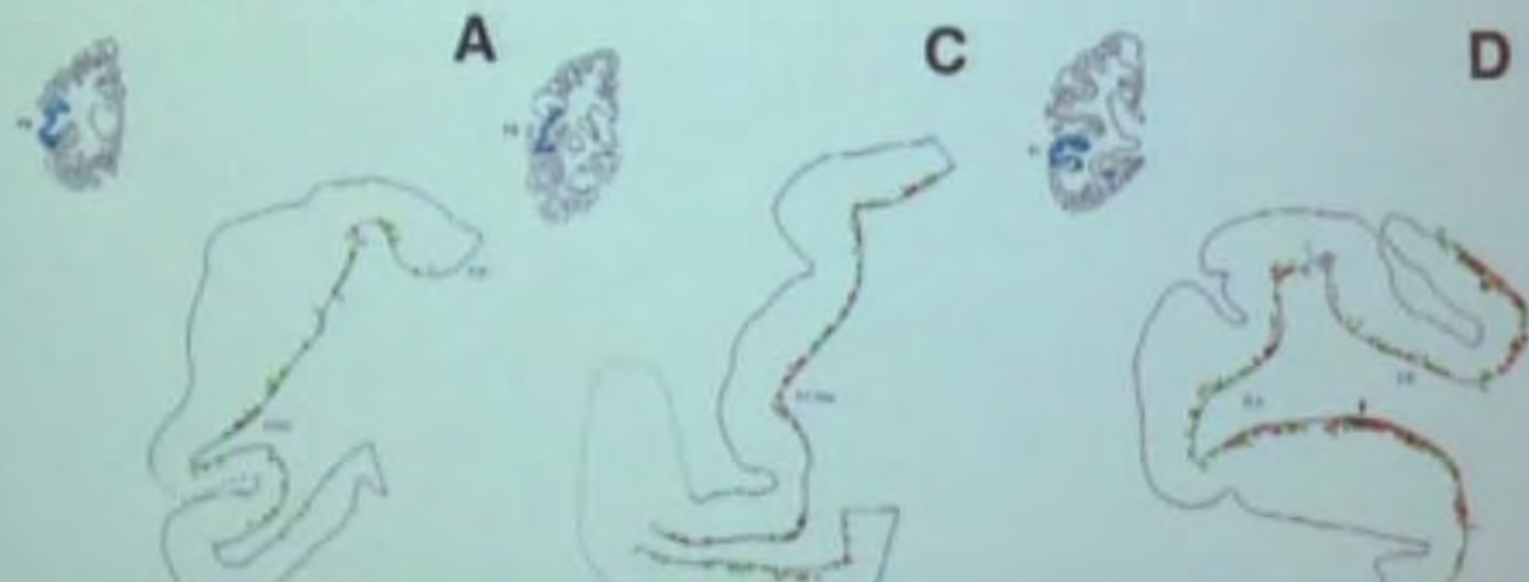
Les aires du langage reçoivent de nombreuses connexions à longue distance, y compris en provenance de l'hémisphère droit.

Di Virgilio, G., & Clarke, S. (1997). Direct interhemispheric visual input to human speech areas. *Hum Brain Mapp*, 5, 347-354.

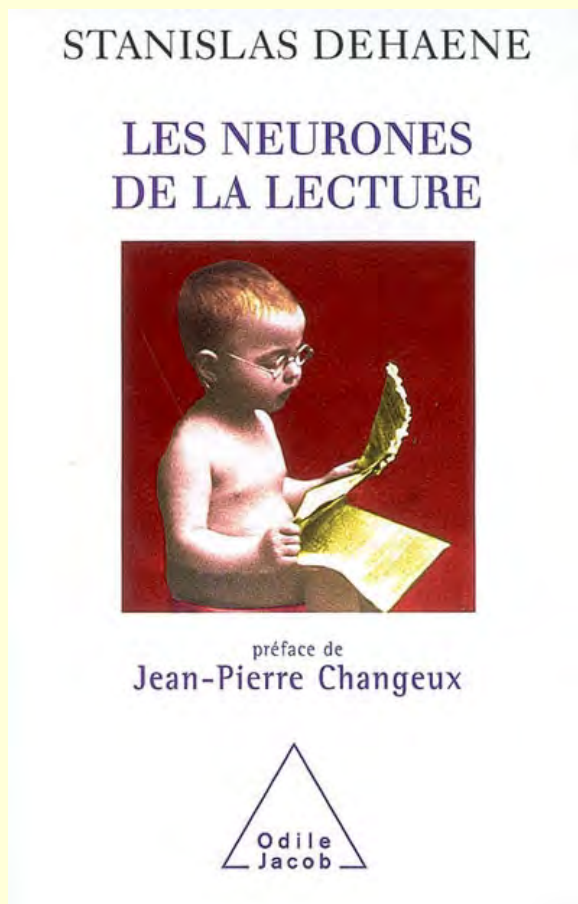


Examen post-mortem des terminaisons, supposément monosynaptiques, dans l'hémisphère gauche, en provenance d'une petite région occipito-temporale de l'hémisphère droit.

Grande concentration de connexions vers les aires du langage: régions « de Broca » et « de Wernicke »



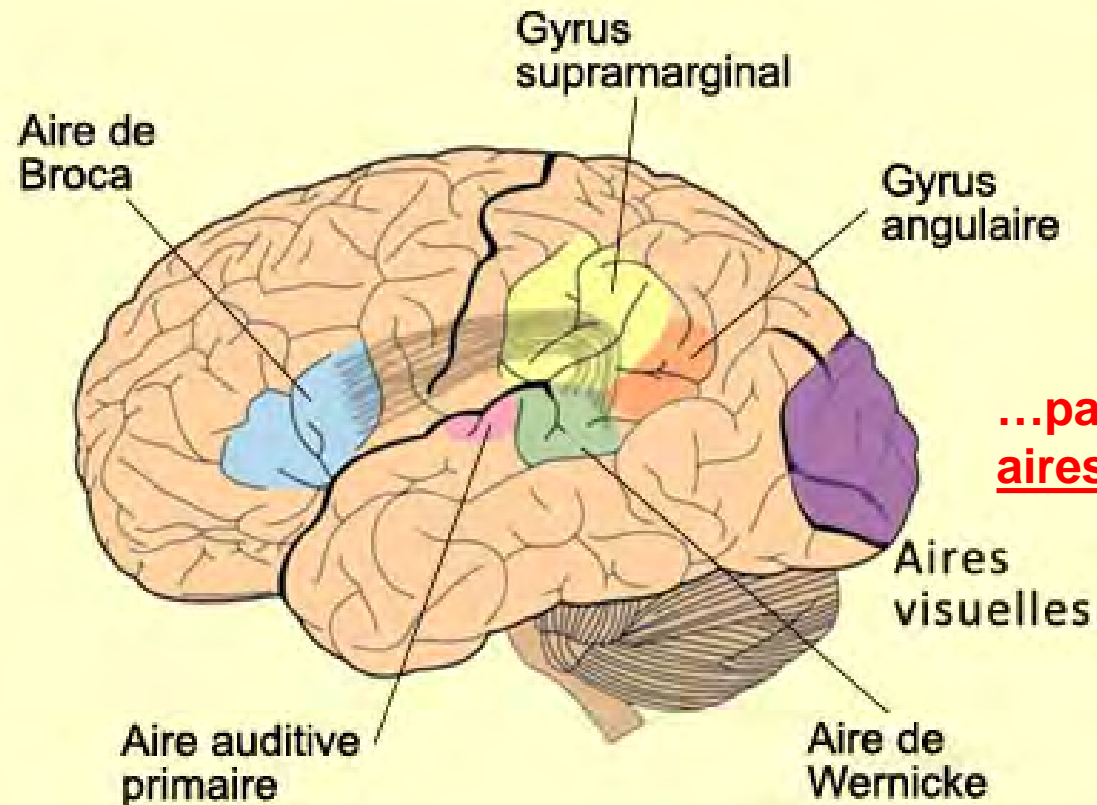
Qu'est-ce que lire pour un neurobiologiste ?



(2007)

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

(« whatever
that means... »)

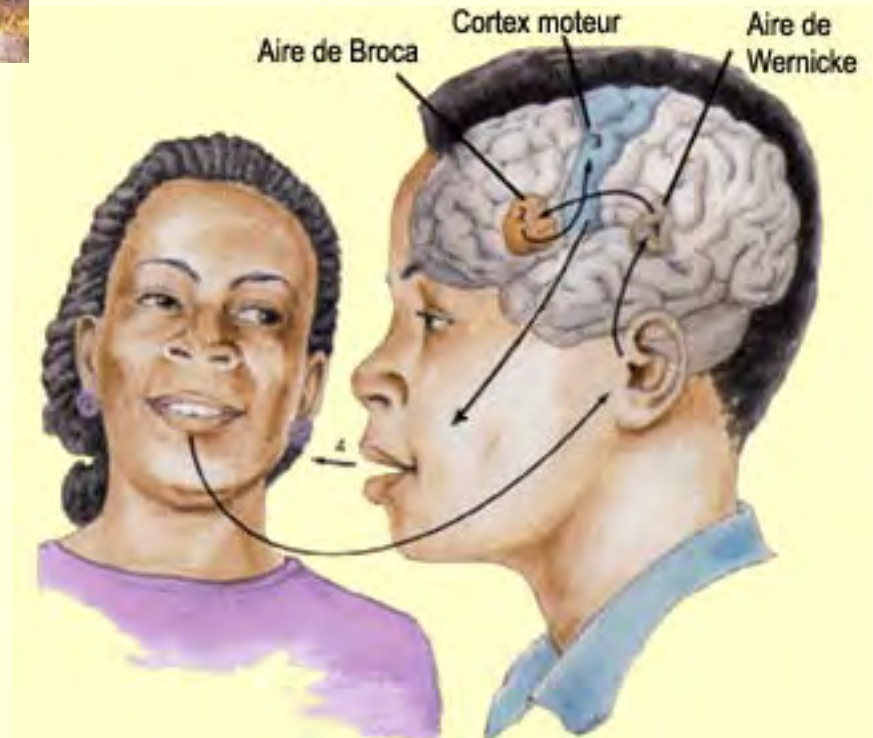


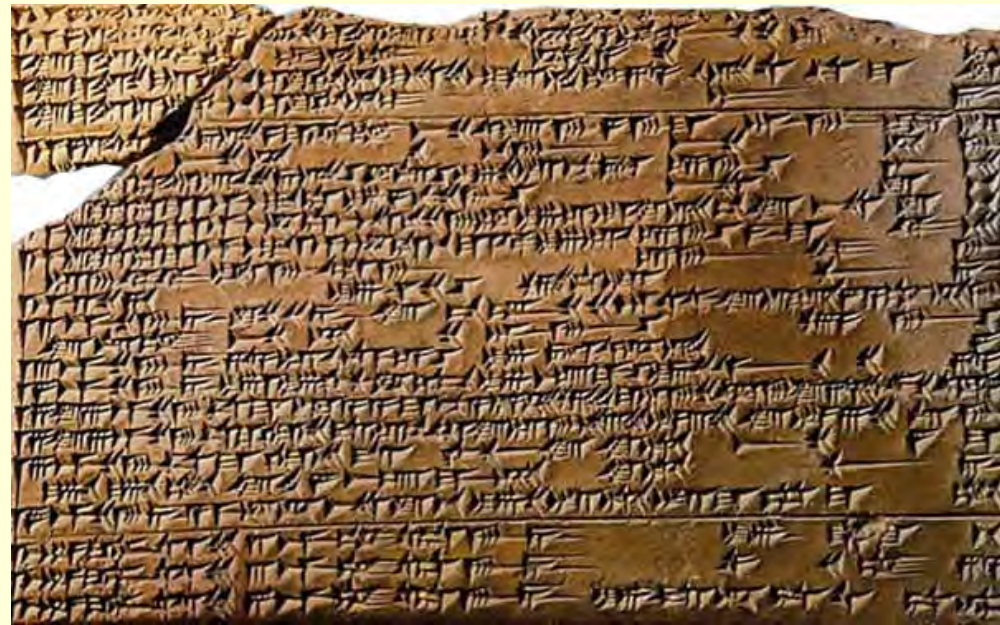
**...par les
aires visuelle !**



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

(des centaines de milliers d'années)



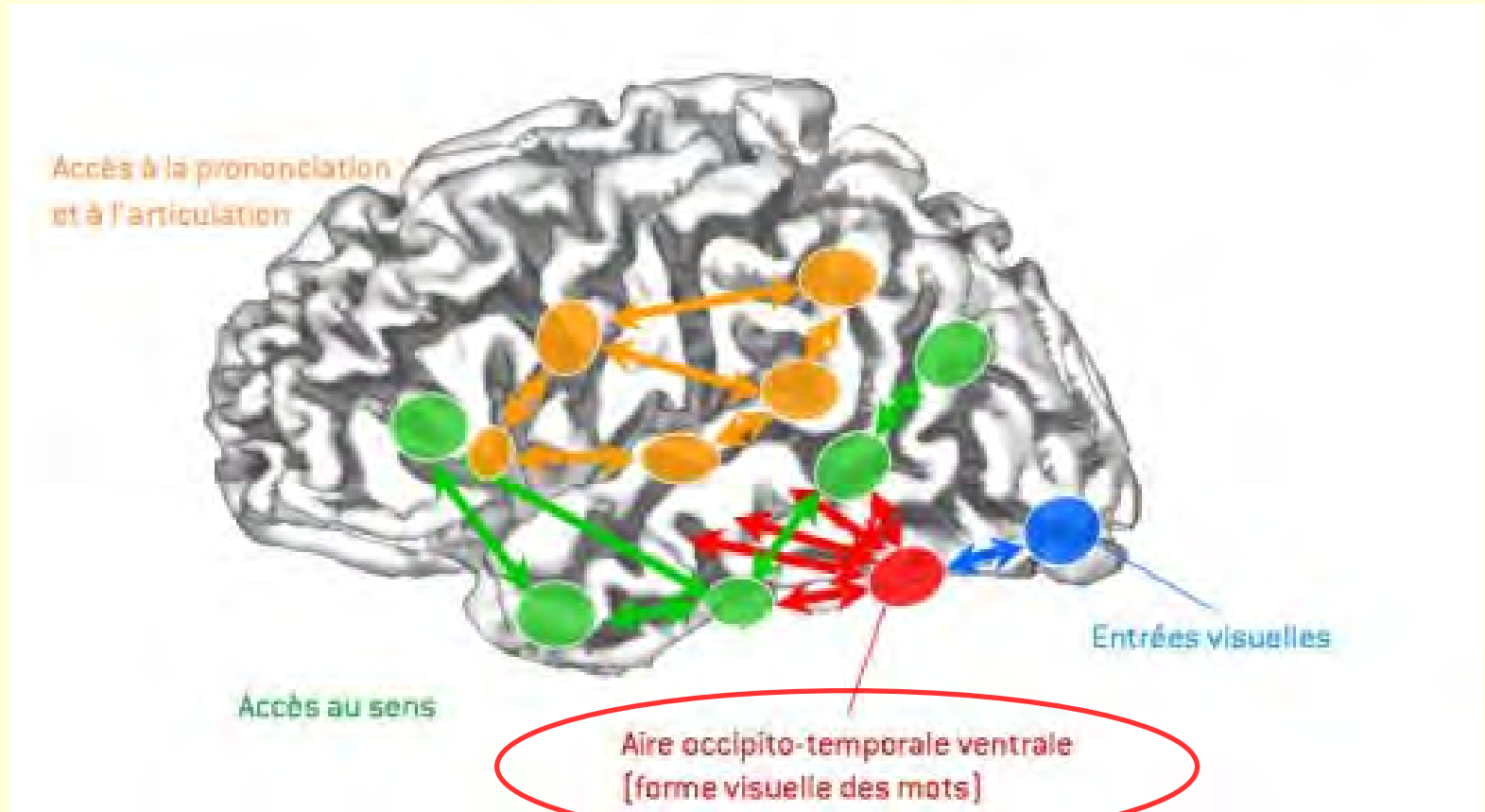


...il est difficile d'imaginer
des circuits cérébraux
sélectionnés pour l'écriture.

(quelques milliers d'années)

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

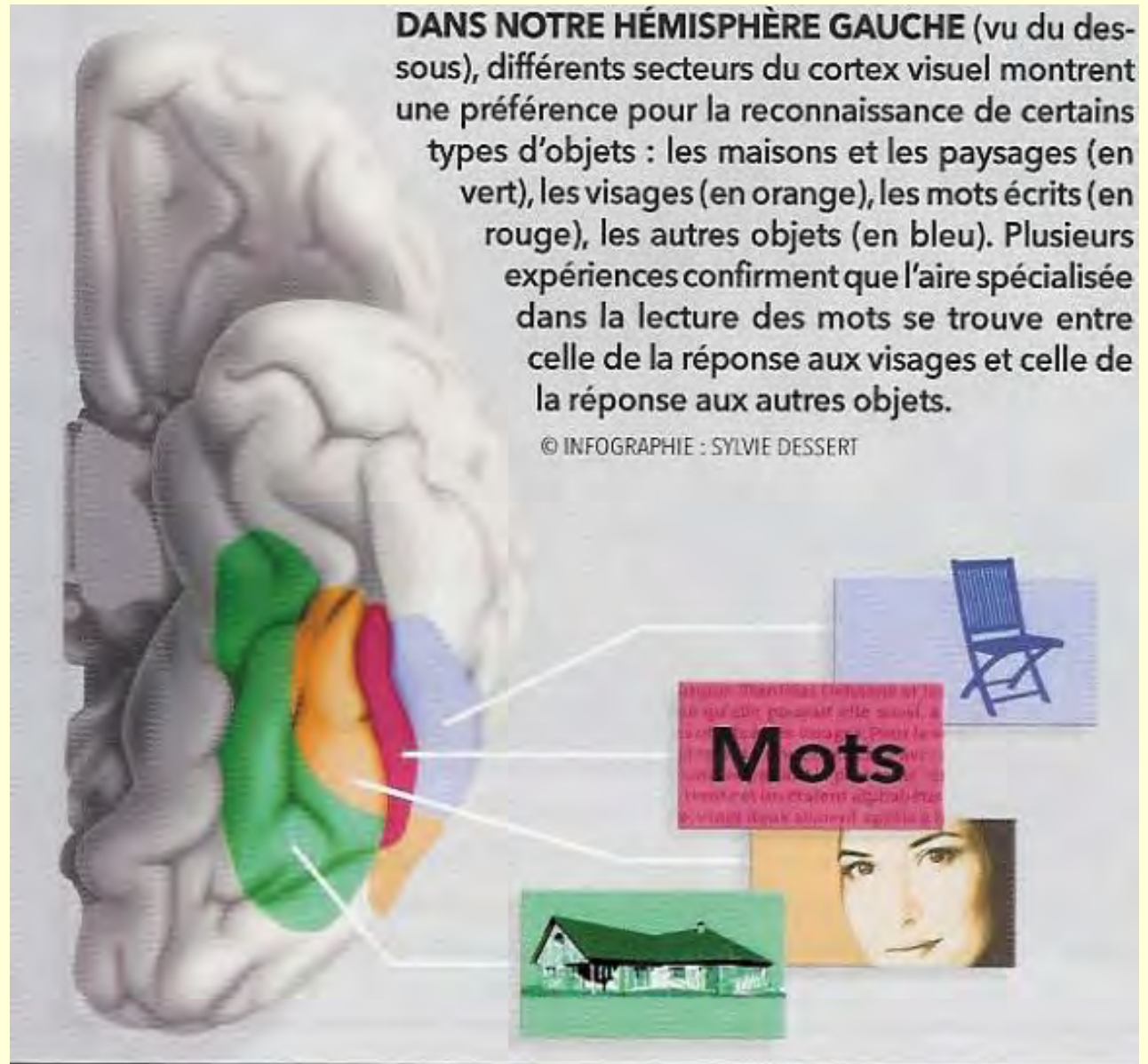
Et pourtant il y a une région, l'aire **occipito-temporale ventrale gauche**, qui s'active systématiquement lorsqu'une personne lit.



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

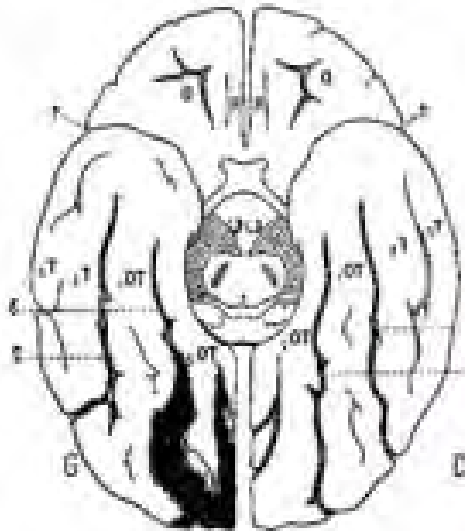
la voie ventrale de la vision dans le

cortex ventral occipito-temporal gauche.

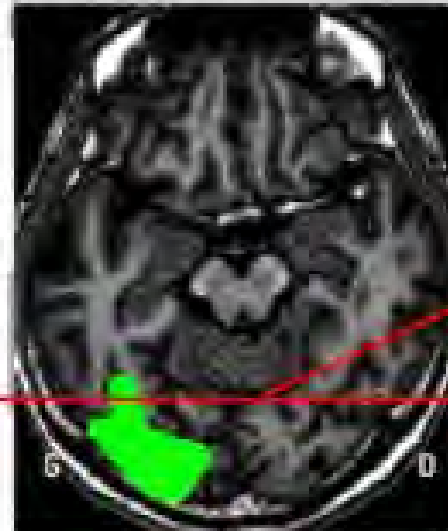


La lésion de cette région entraîne une « alexie pure »

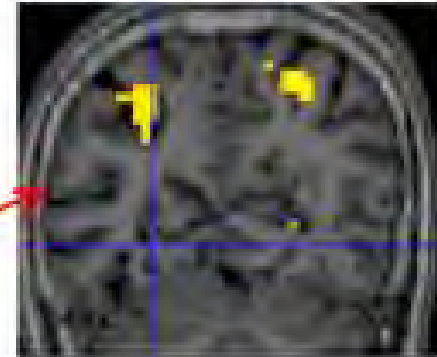
Déjerine, 1892



Cohen et al, 2002



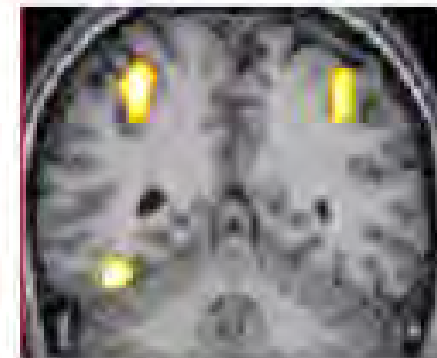
Lecture chez le patient



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 !



Sujet normal

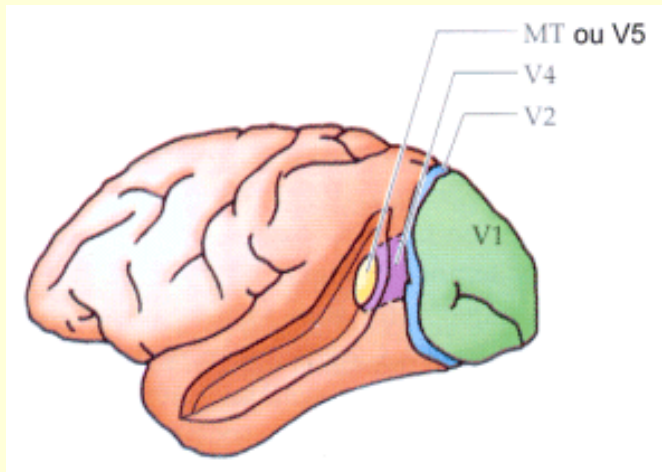
Mais comment peut-on avoir une région qui semble extrêmement sensible pour une chose **pour laquelle nous n'avons pas eu le temps d'évoluer ?**

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**.

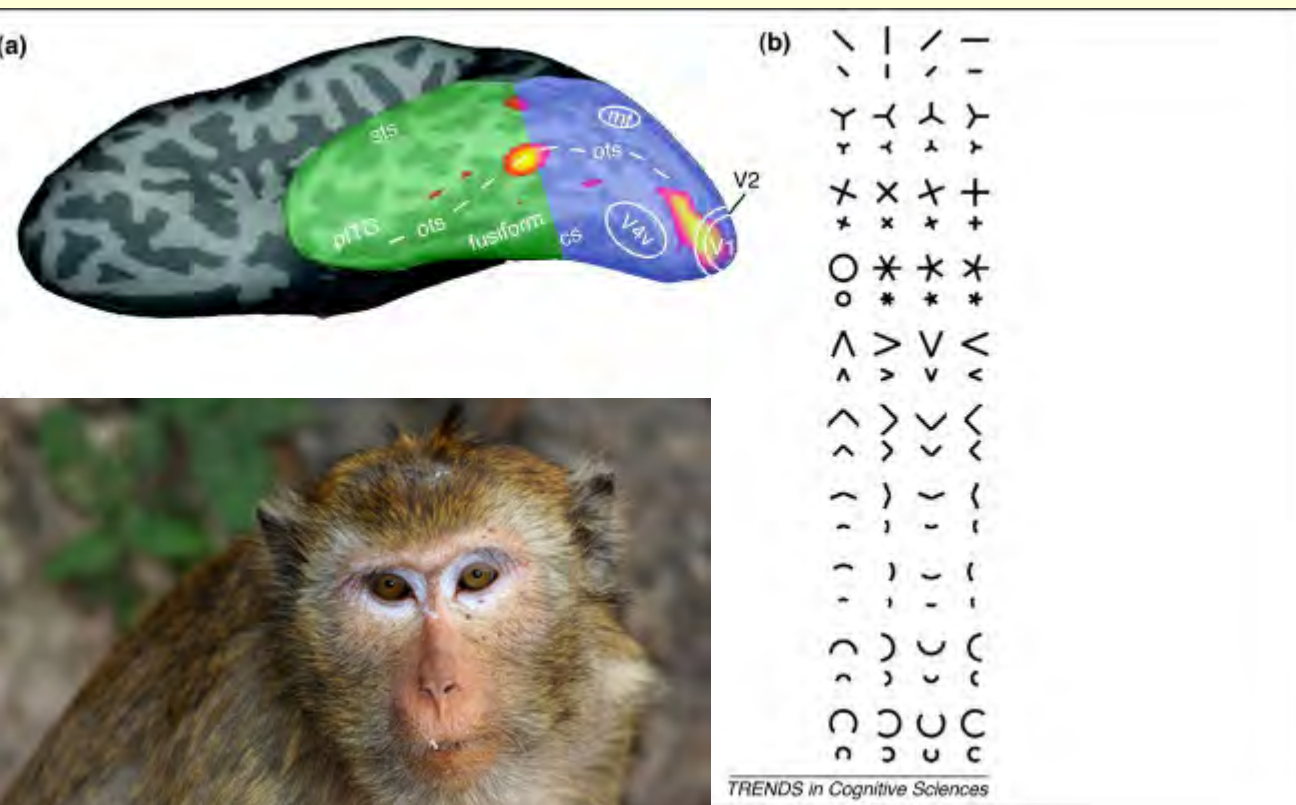


Chez le singe macaque :



- 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.

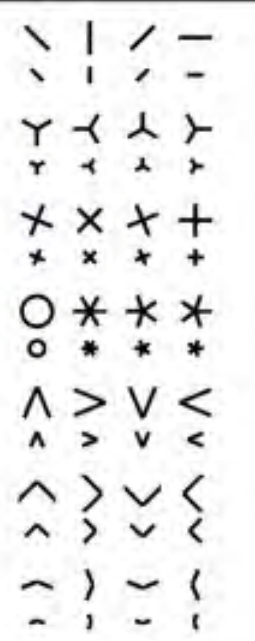
Or, plusieurs de ces formes simples ressemblent à nos lettres, pourrait être des lettres...



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**.

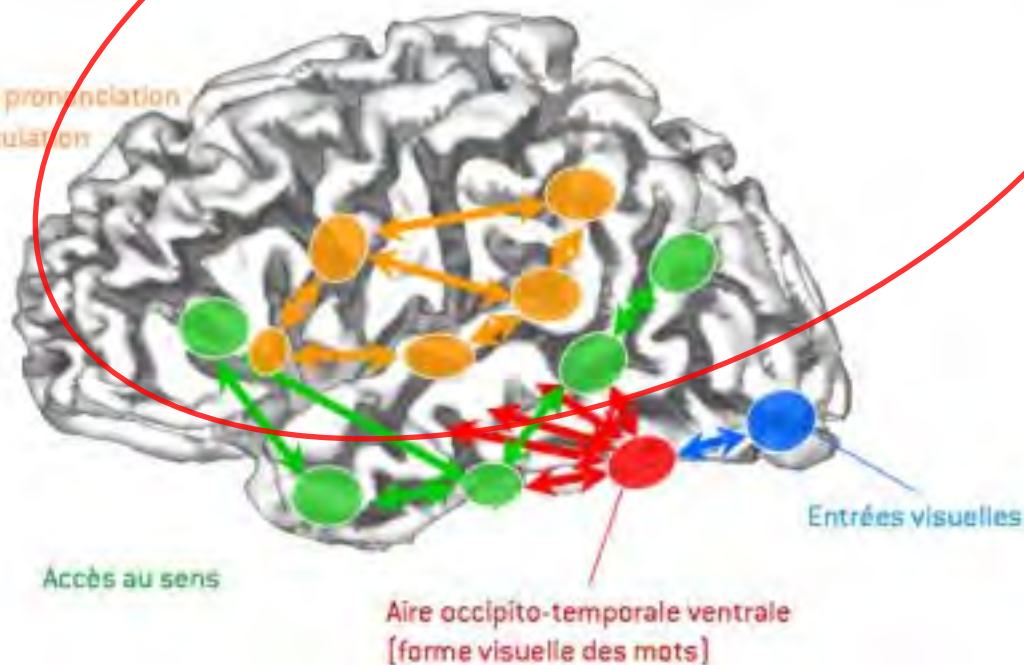
Le **recyclage neuronal** est donc rendu possible par des systèmes d'écriture qui prennent parti de notre facilité à détecter ces formes particulières fréquentes dans la nature.

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

L'architecture cérébrale de lecture

Reconnaissance d'un mot en 300 ms

Accès à la prononciation
et à l'articulation



Durant la lecture,
l'activation débute
dans le pôle **occipital**,
vers 100 ms,

puis **vers 170 ms**
elle s'étend à la région
occipito-temporale
gauche.

Ensuite : explosion
d'activité dans de
multiples régions
temporales et
frontales partagées
avec l'audition des
mots.

Comment cette aire visuelle occipito-temporale ventrale va-t-elle « coder » ou « représenter » les chaînes de caractères que sont les **mots**, et pas seulement des formes ou des lettres ?

Dehaene propose le schéma hiérarchique suivant pour le **traitement des mots lus dans les aires visuelles**

(il s'agit d'un domaine moins connu, plus spéculatif...)

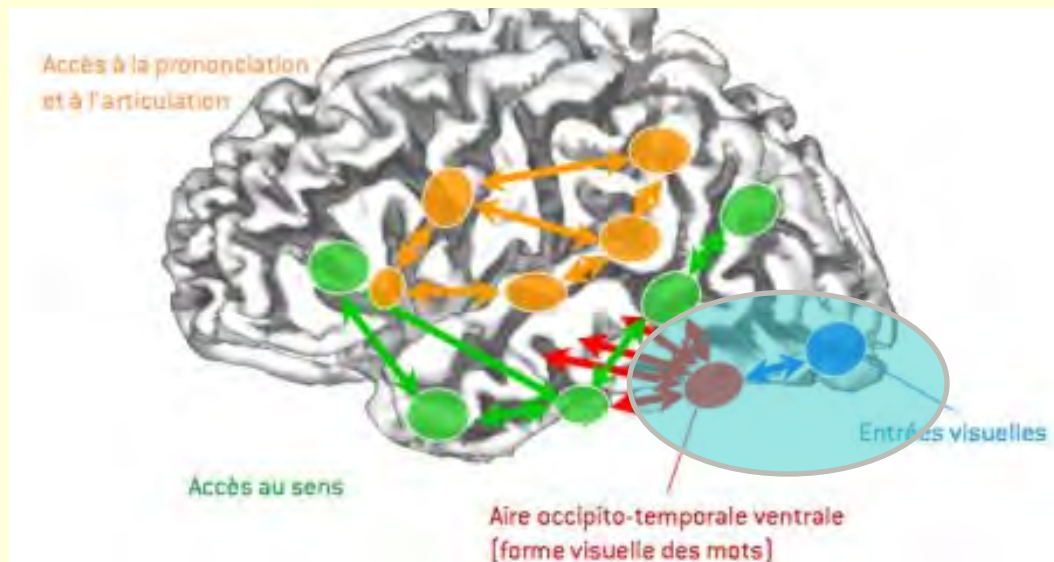


Schéma hiérarchique pour le traitement des mots lus dans les aires visuelles.



et au plus haut niveau, on va être capable de reconnaître des mots.

les c. d'une lettre avec les c. d'une autre lettre des « bigrammes »

la même chose mais indépendamment de la forme (majuscule ou minuscule...),

des c. de ces c. de ces c. des formes élémentaires de lettre e;

des c. de ces c. des intersections de traits,

Des combinaisons (c.) de neurones vont permettre de reconnaître des traits,

Schéma hiérarchique pour le traitement des mots lus dans les aires visuelles.



En IRMf, si on présente des stimuli des plus élémentaires vers les mots, ce qu'on observe c'est une activation progressive **de l'arrière vers l'avant !** (de manière cumulative)

Dr. Quiroga: So, you can also predict what the person is looking at, but the way you predict it is very different. **In visual cortex, what you have is neurons firing to faces;** let's call it the 'face area.' Now, what happens is, if you show, like, 20 different faces, **these types of neurons will tend to fire to all the faces** — or to big number of these faces, maybe to 10.

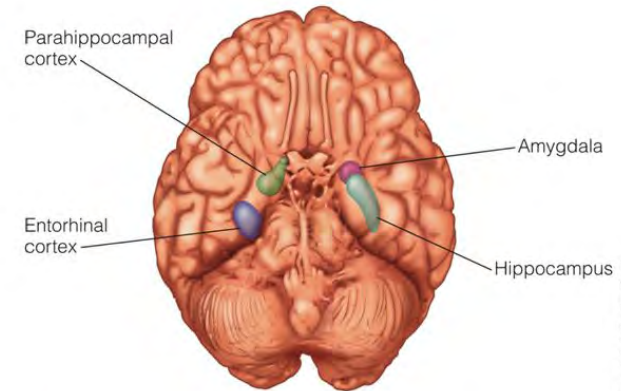
[...] But the trick is that the neurons fires in a slightly different way to different faces. Now, **if you put many neurons together, now you can start seeing some pattern,** because you say, 'Well, if this one fires very high, but this other one fires very low, and this other one doesn't fire at all, well, then it's the first face.'

Now, in my case, [...] When I go to my recordings in humans in the **hippocampus,** it's completely different. I have one neuron, and **I only need to see one neuron,** and I can tell you for a fact that the patient right now is seeing Jennifer Aniston.



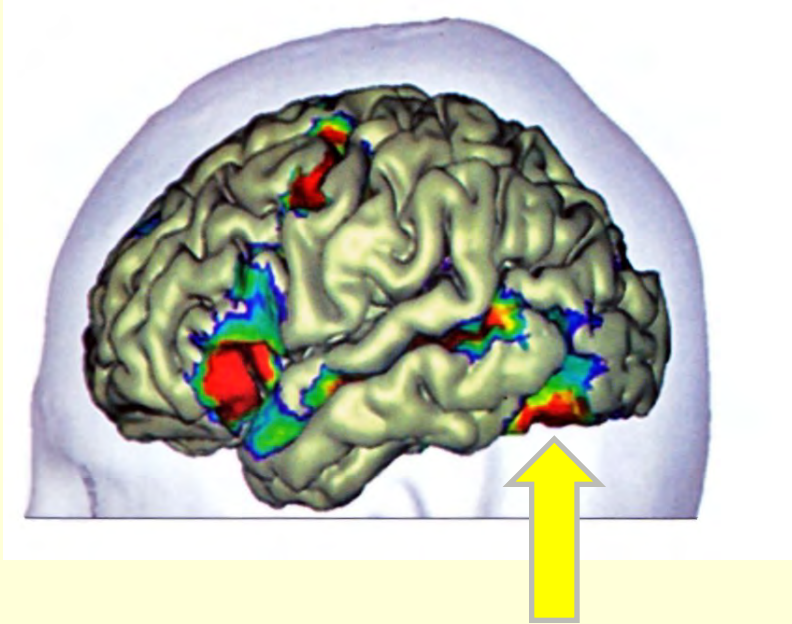
52 BRAIN FACTS KNOWING NEURONS

04 Chapter



(a)





La région occipito-temporale ventrale gauche **répond avec plus d'intensité** :

- aux lettres de l'alphabet de votre langue maternelle qu'aux autres alphabets;
- pour un mot de votre langue que pour une chaîne de caractères appareillés qui sonne comme un mot, aurait pu être un mot, mais n'en est pas un. (ex.: « taxi » versus « taksy »)
- pour des chaînes de caractères inexistantes, à mesure que la probabilité d'apparition augmente pour une langue donnée (ex : en anglais, « ohuc », « ouch », « ough »)

(Cela expliquerait peut-être le sentiment qu'on a d'avoir fait une faute en regardant un mot, sans tout de suite savoir trop laquelle...)



Autres indices qui confirment le rôle crucial de cette région cérébral durant **l'apprentissage** de la lecture :

- L'activation est **de plus en plus forte** et focalisée dans la région occipito-temporale ventrale gauche à mesure que l'enfant apprend à lire des mots.
- le degré d'activation de cette zone est étroitement corrélé avec les scores de lecture.



Comments and Controversies

NeuroImage 19 (2003) 473– 481

The myth of the visual word form area

http://nwpsych.rutgers.edu/~jose/courses/578_mem_learn/2012/readings/Price_Devlin_2003.pdf

Cathy J. Price

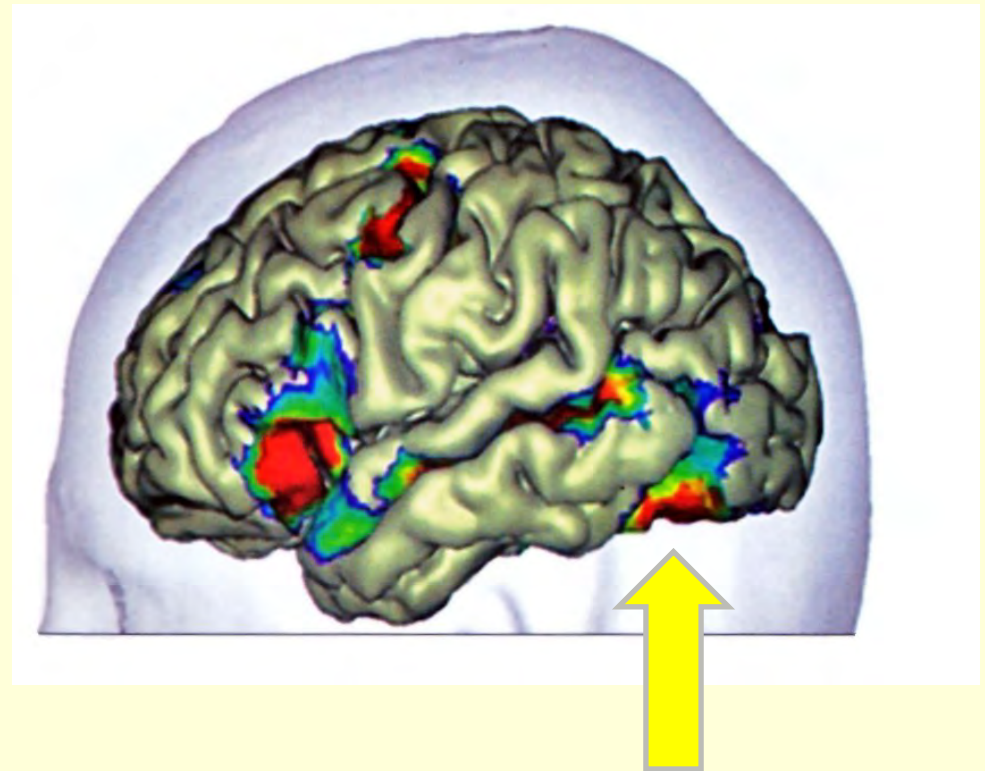
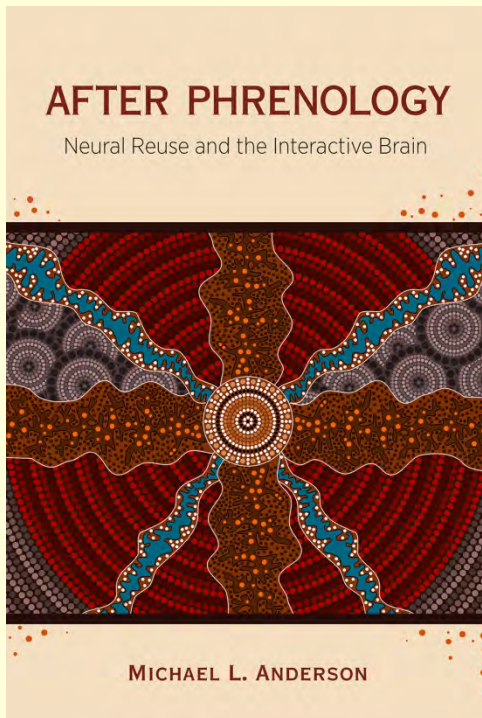
and Joseph T. Devlin

University of Oxford, Oxford, UK

The myth of the visual word form area

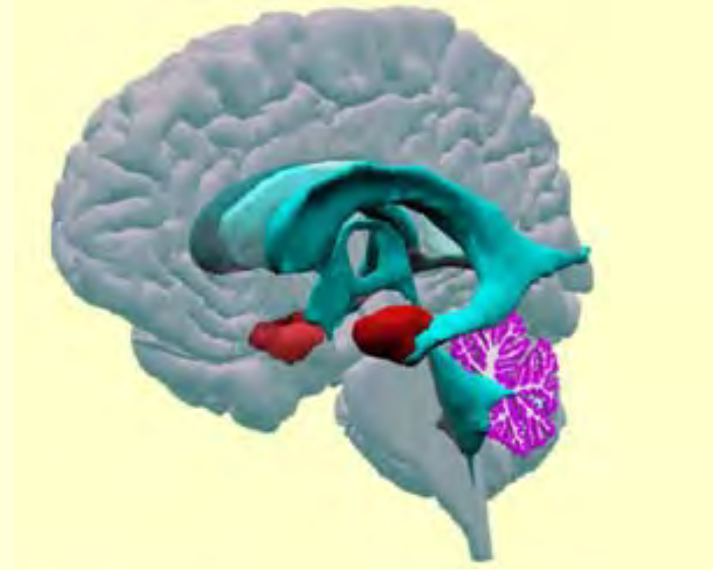
« [...] we present functional imaging data to demonstrate that the so-called **VWFA** is activated by normal subjects during **tasks that do not engage visual word form processing** such as

naming colors, naming pictures, reading Braille, repeating auditory words, and making manual action responses to pictures of meaningless objects. “



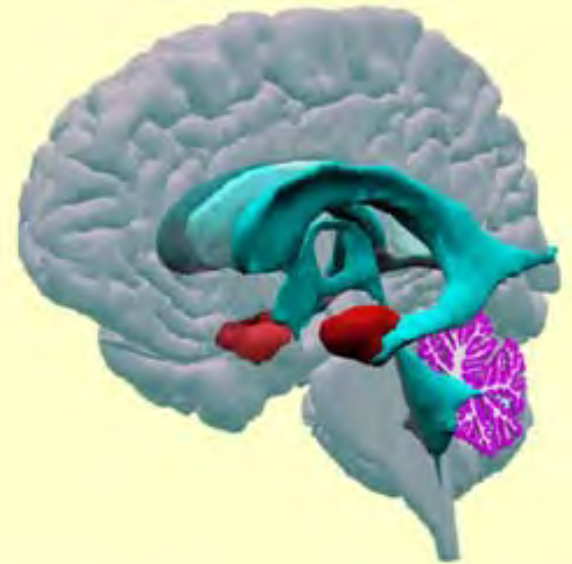
Ces réponses à diverses propriétés suggèrent pour eux que l'aire occipito-temporale ventrale gauche contribue à **plusieurs fonctions** différentes qui changent en fonction des autres régions avec lesquelles elle interagit.

Dans ce contexte, **il est difficile de trouver une étiquette fonctionnelle** qui expliquerait toutes les réponses de l'aire occipito-temporale ventrale gauche.



Autrement dit, le recyclage neuronal n'empêcherait pas **la fonction initiale** de l'aire occipito-temporale ventrale gauche, et même d'autres fonctions de reconnaissance visuelle associées.

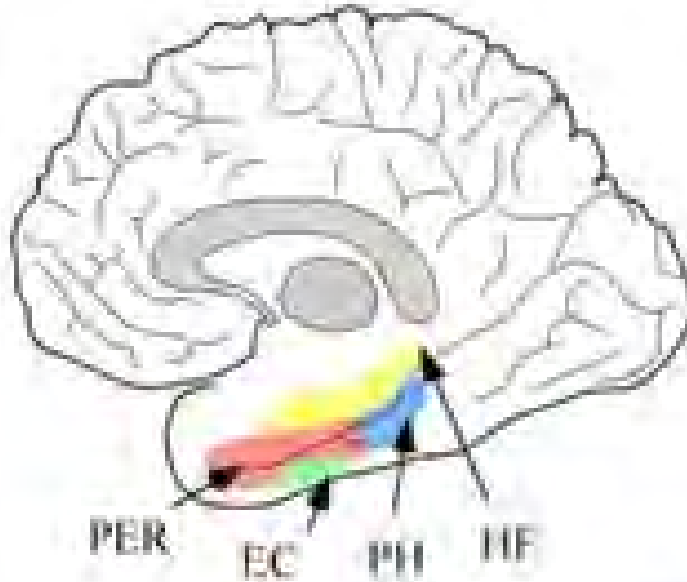
(notion de réseau plutôt que centre)



Le bricolage
de l'évolution



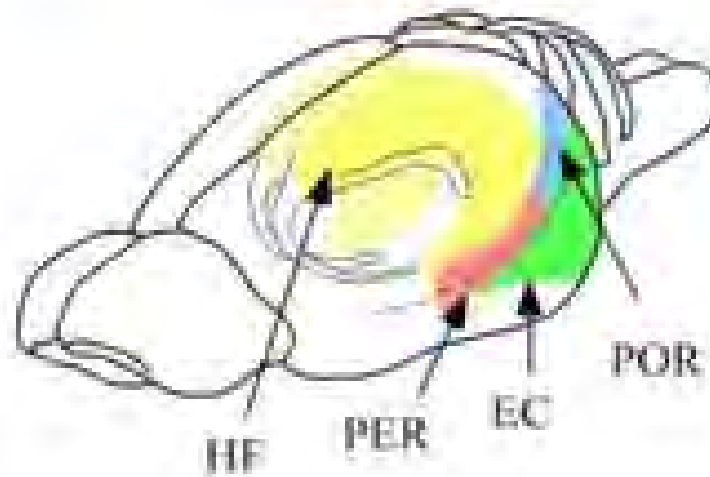
Human



Autre exemple :

Mémoire spatiale
et
Mémoire déclarative

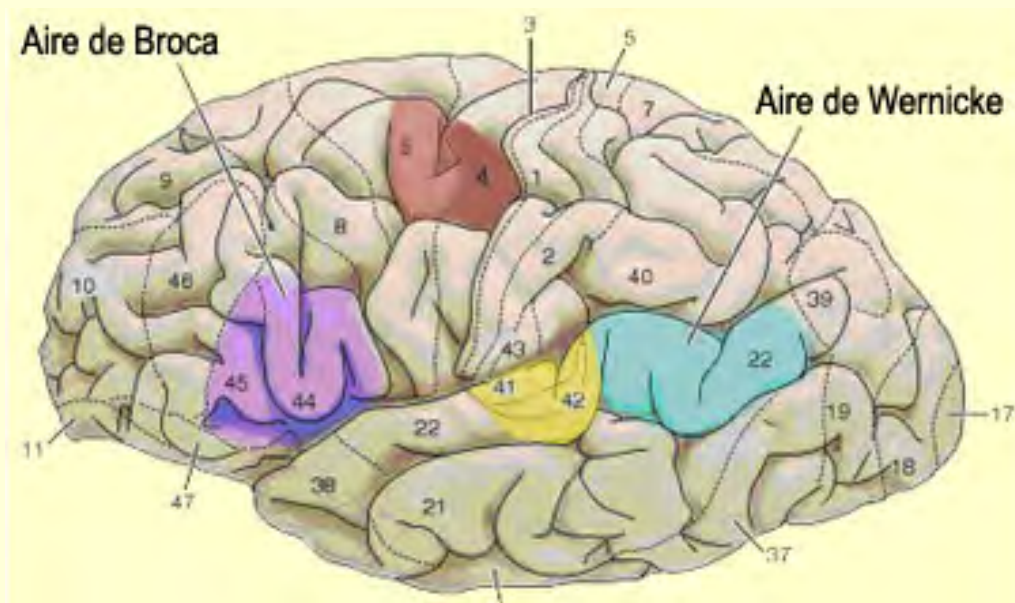
Rat



Mémoire spatiale

Puisqu'on s'intéresse au langage, rappelons que...

Pour illustrer comment il semble y avoir, en réalité, très peu de régions cérébrales dédiées à une fonction cognitive unique, prenons une méta-analyse de 3 222 études d'imagerie cérébrale effectuée par Russell Poldrack en 2006.



Cette étude démontre que l'aire de Broca, typiquement associée au langage, est plus fréquemment activée dans des tâches **non langagières** que dans des tâches liées au langage !

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](#)

Ce qu'on appelle la **linguistique cognitive** :

approche qui considère le langage comme quelque chose de très intégré avec toutes nos autres fonctions cognitives.

Elle s'appuie sur cette idée de **recyclage / récupération**.

Mémoire à long terme

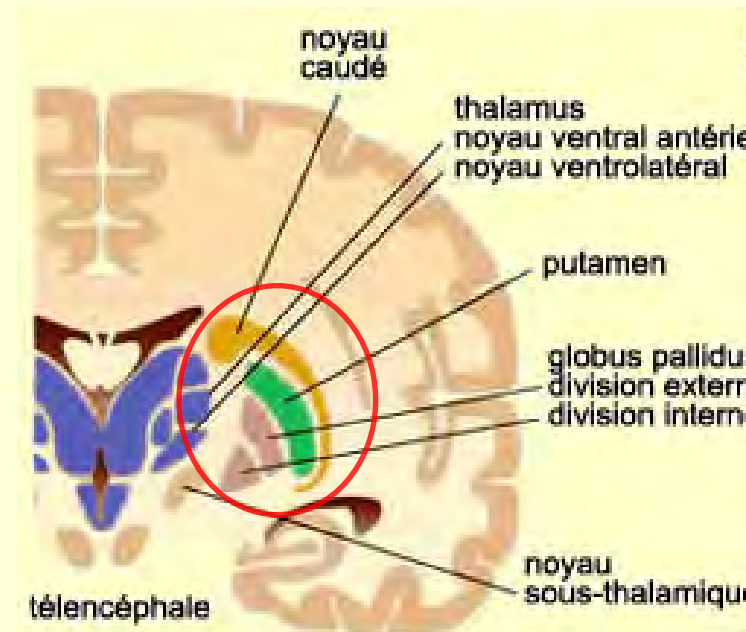
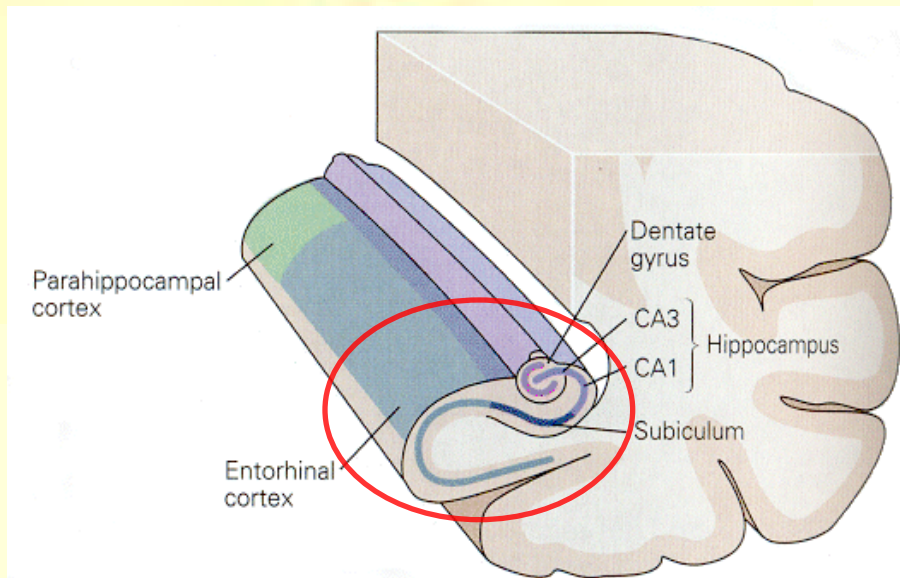
Explicite (Déclarative)

Implicite (Non-déclarative)

Épisodique
(événements
biographiques)

Sémantique
(mots, idées,
concepts)

Procédurale
(habiletés)



Pour le **langage**, l'une des théories le plus discutées :

The Declarative/Procedural Model:

A Neurobiological Model of Language Learning, Knowledge, and Use

Michael T. Ullman (2016)

https://www.google.ca/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj_DK8KvSAhUh_4MKHZdSBG4QFggcMAA&url=https%3A%2F%2Fbrainlang.georgetown.edu%2Fsites%2Fbrainlang%2Ffiles%2Fdocuments%2Fullman_bookchapter_16_1.pdf&usg=AFQjCNEFg1WC_il6gNGtanEa4Dk2B5yHAA

→ Ullman propose que ces systèmes de mémoire sont **réutilisés ou recyclés** pour l'apprentissage du **langage**.

Rappel de base sur le langage :

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

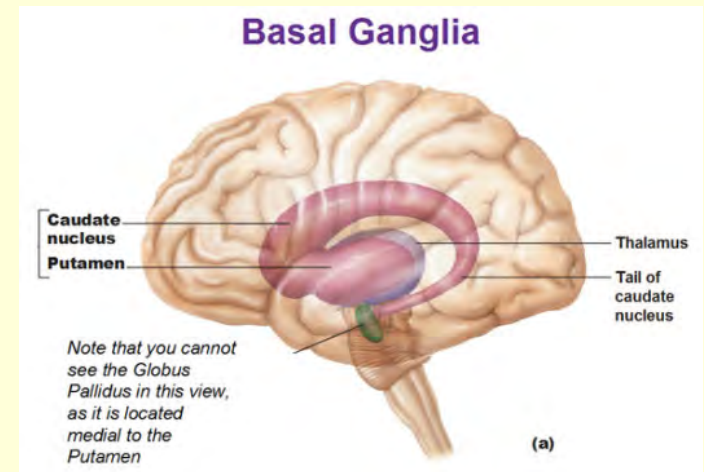
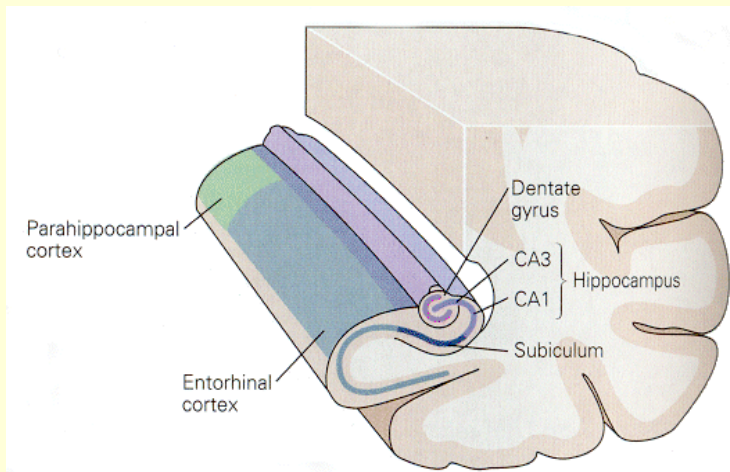
On sait que l'apprentissage du **lexique** met en œuvre la **mémoire déclarative** qui est impliquée dans l'apprentissage d'items et d'événements arbitraires en général.

Et l'on sait que la **mémoire déclarative** implique l'**hippocampe** en lien avec le néocortex.

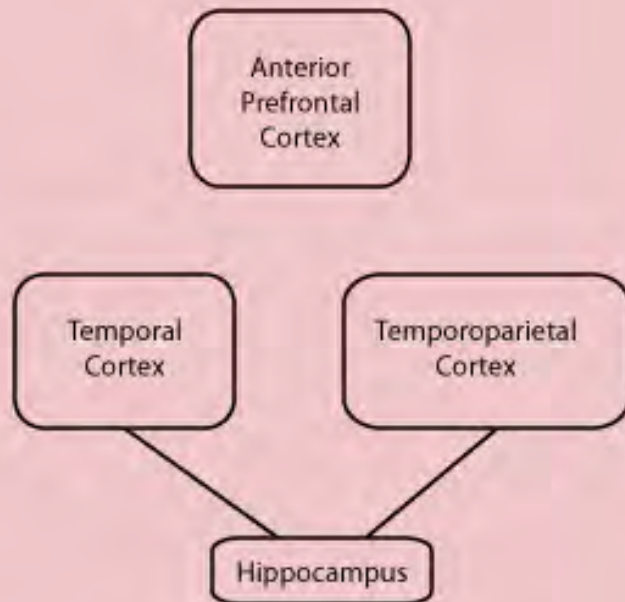
- **Grammaire** : règles, hiérarchies

Et l'on découvre que l'apprentissage de la **grammaire** met à profit la **mémoire procédurale** qui est impliquée dans l'apprentissage implicite par exemple de séquences, de règles ou de catégories.

Et la **mémoire procédurale** implique les **noyaux gris centraux.**

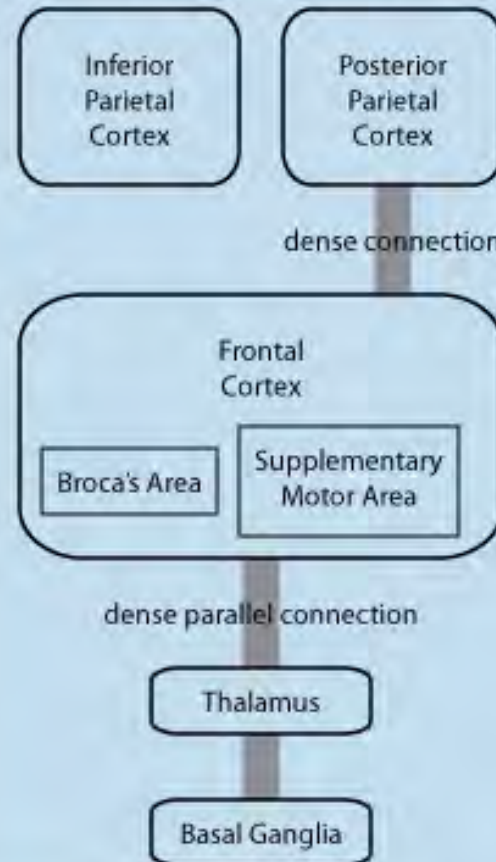


Declarative Memory System (Mental Lexicon)

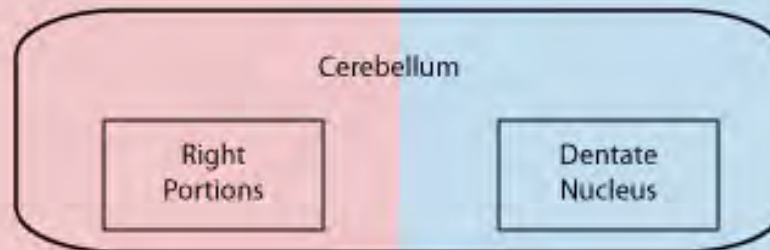


items arbitraires,
« quoi » ?

Procedural Memory System (Mental Grammar)



règles, habiletés,
« comment » ?

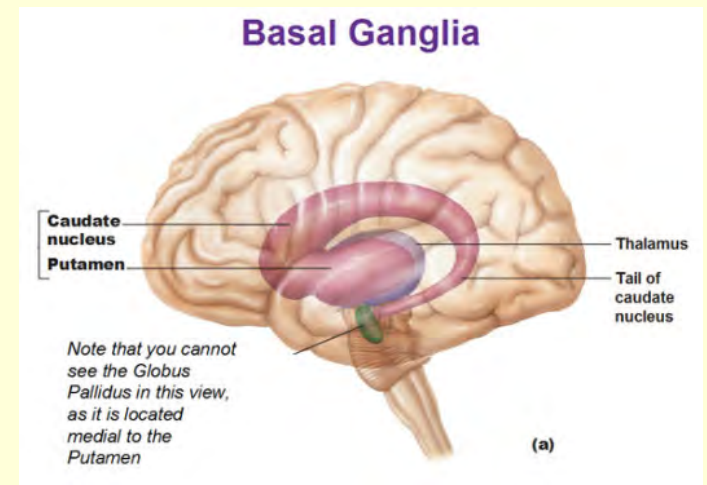
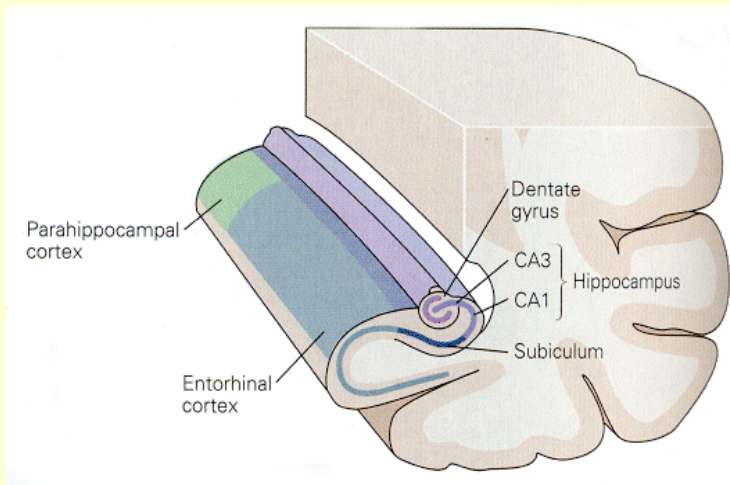


Et les deux systèmes fonctionnerait en parallèle...

La mémoire **déclarative** pourrait acquérir l'information **en premier** grâce à ses capacités d'acquisition rapide.
(on peut retenir un nouveau mot après une seule occurrence)

Le système **procédural** pourrait en même temps faire un apprentissage analogue graduel, qui pourra éventuellement être traité rapidement et **automatiquement**.

C'est ce qui semble se passer pour la grammaire **qui devient avec le temps grandement automatisée**.



Conséquence sur l'apprentissage d'une langue maternelle versus langue seconde:

Plus il y a d'attention apportée à des instructions **explicites** (par exemple dans les cours de **langue seconde**), plus l'apprentissage linguistique sera dépendant du système déclaratif.

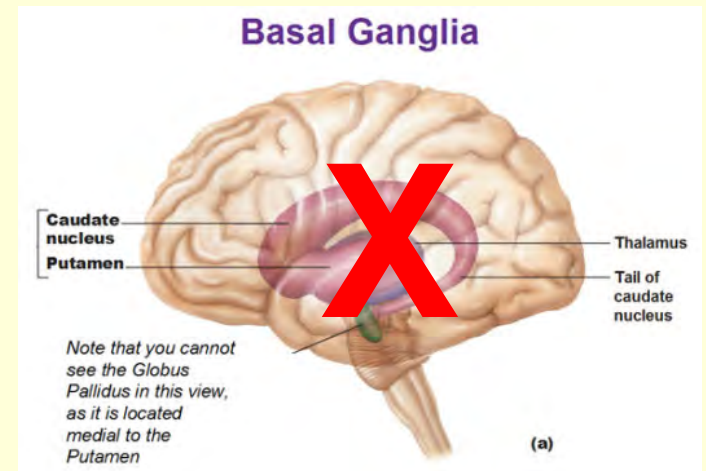
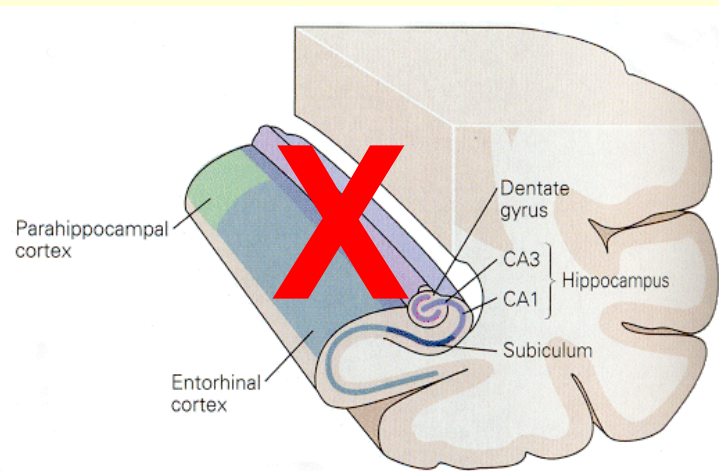
Et **moins** il y en aura, **ou plus les règles seront complexes**, plus ce sera la mémoire procédurale qui entrera en jeu

(comme dans les cours d'immersion linguistique, ce qui amènera un traitement plus similaire à une **langue maternelle**).

Des patients Alzheimer avec **lésions qui s'étendent à tout le lobe temporal** ont plus de difficulté avec la grammaire de langue seconde qu'avec la grammaire de langue **maternelle**.

Et au contraire, des patients avec des **lésions aux circuits des noyaux gris centraux et cortex frontal** (suite à ACV ou maladie de Parkinson) ont des problèmes de grammaire plus grands dans leur langue **maternelle** que dans leur langue **seconde**.

(Hyltenstam & Stroud, 1989; Johari et al., 2013; Zanini, Tavano, & Fabbro, 2010).



Mais toute la mémoire déclarative ne se ramène pas qu'à l'hippocampe !

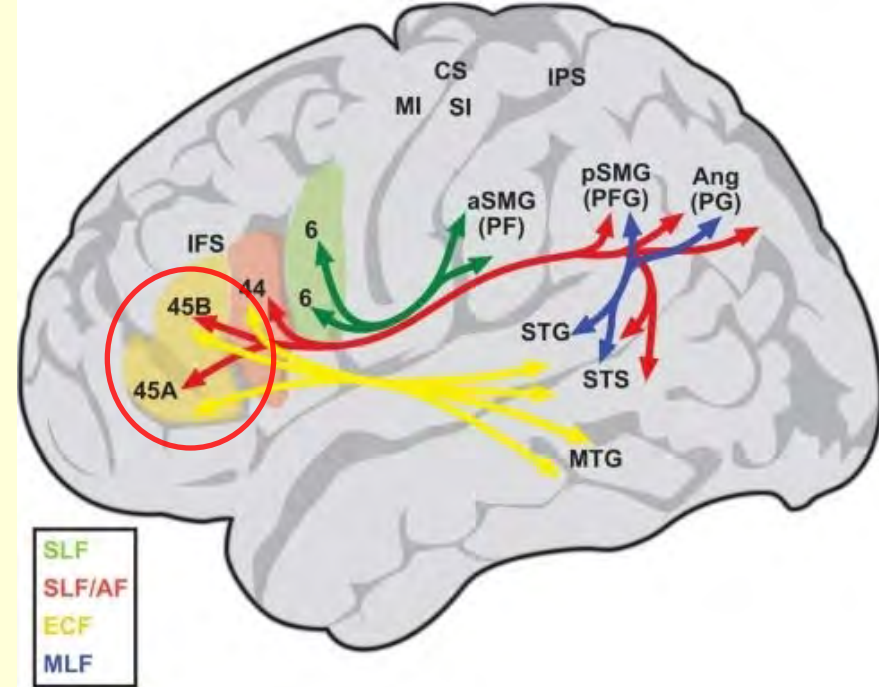
Il y a d'autres structures impliquées, dont **certaines régions du cortex** (on en avait parlé avec le patient H.M.)

Aire 45 de Brodmann – Pars triangularis
(cortex préfrontal)

- partie triangulaire du gyrus frontal inférieur avec l'aire 44, elle forme l'aire de Broca

- est active par exemple lors de **décision sémantique** (déterminer si un mot représente une entité abstraite ou concrète) ou dans **des tâches de production** (générer un verbe associé à un substantif).
- certaines études suggèrent qu'elle permettrait de traiter et récupérer la **signification d'une information en mémoire de travail**
- Pour d'autres, l'aire 45 contribuerait aussi à **choisir une représentation pertinente** d'un **ensemble de représentations** en situation de compétition mentale.

[un endroit où pourrait se gagner les compétitions neuronales...]

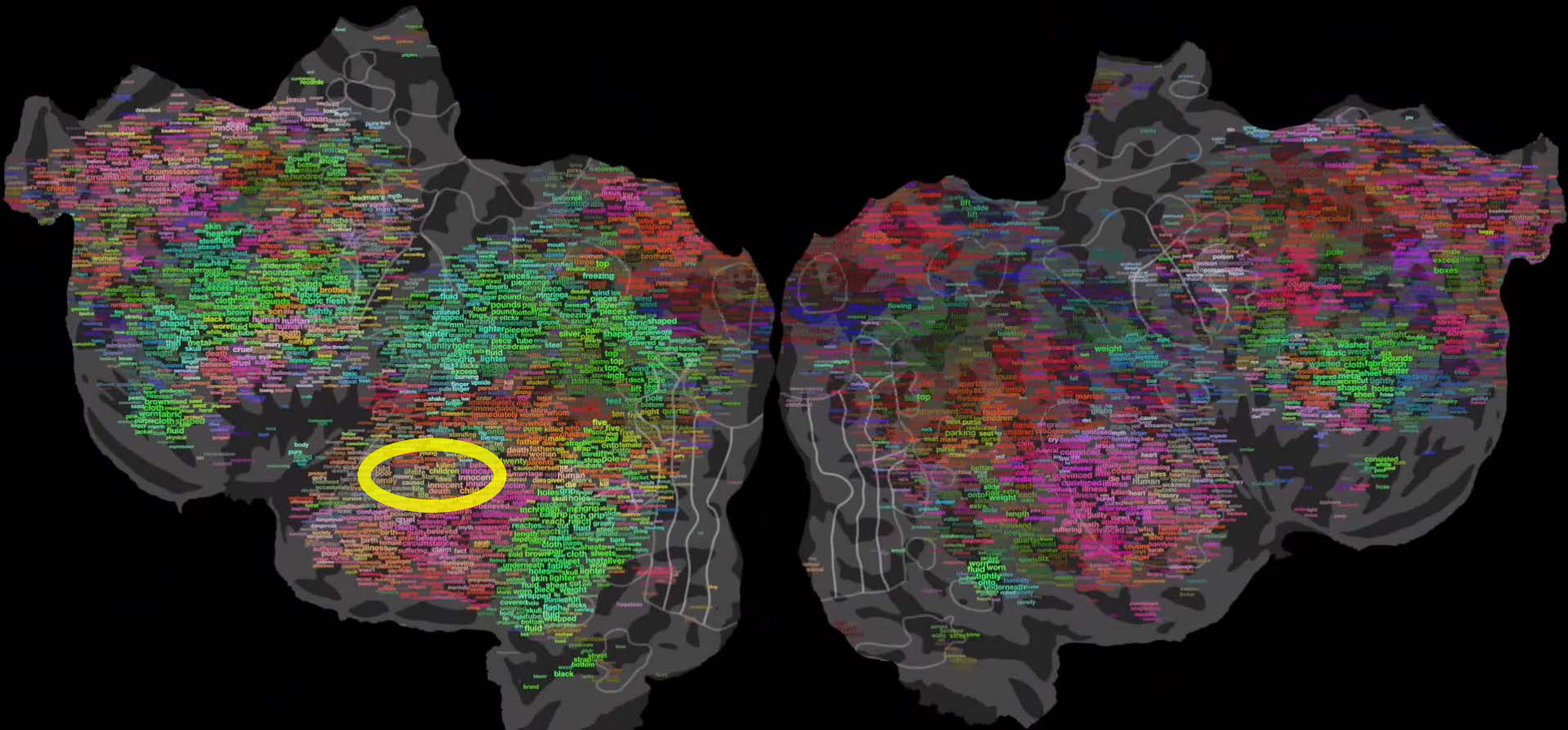


Lundi, 20 mars 2017

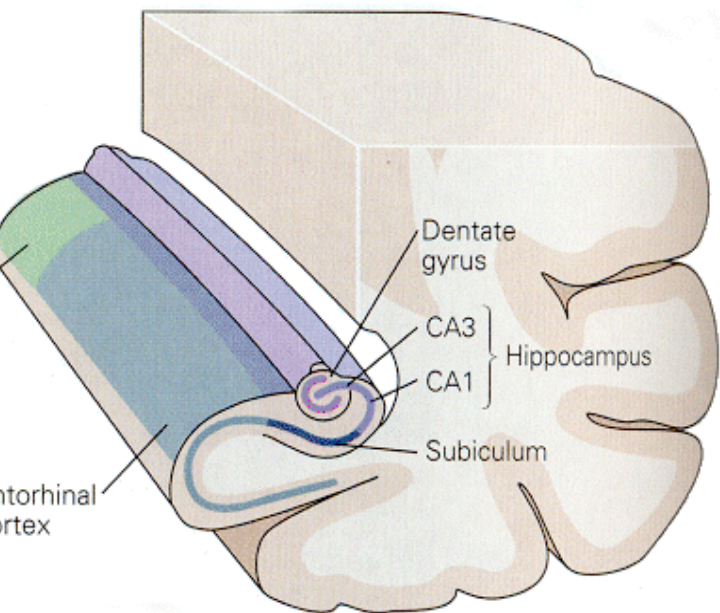
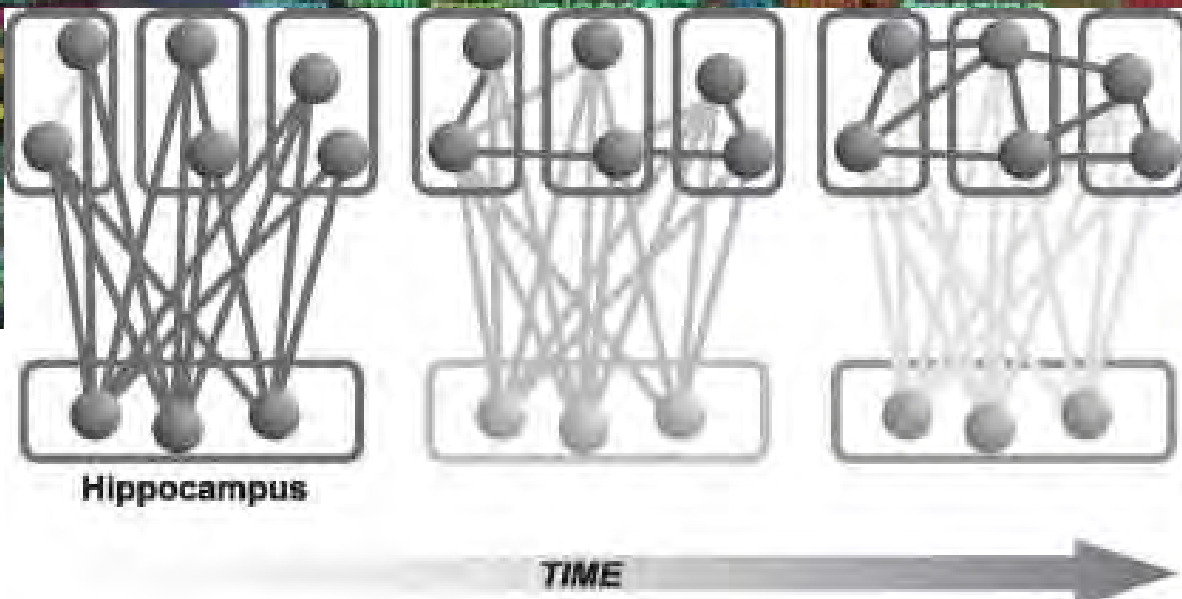
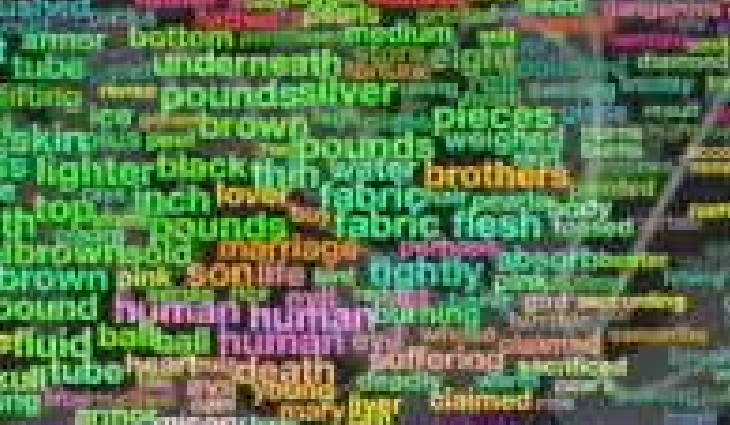
Une première carte sémantique sur le cortex humain

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2017/03/20/6369/>

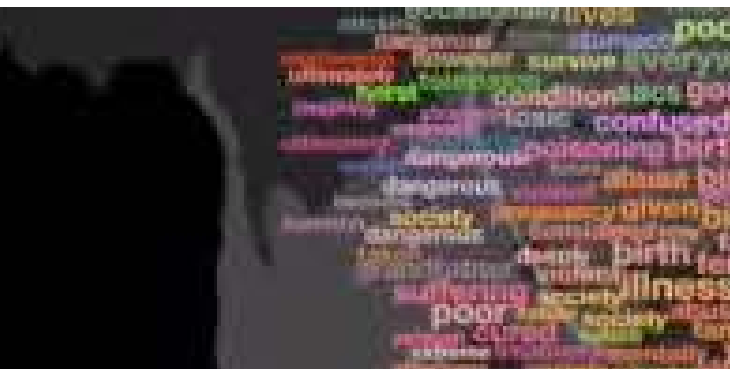
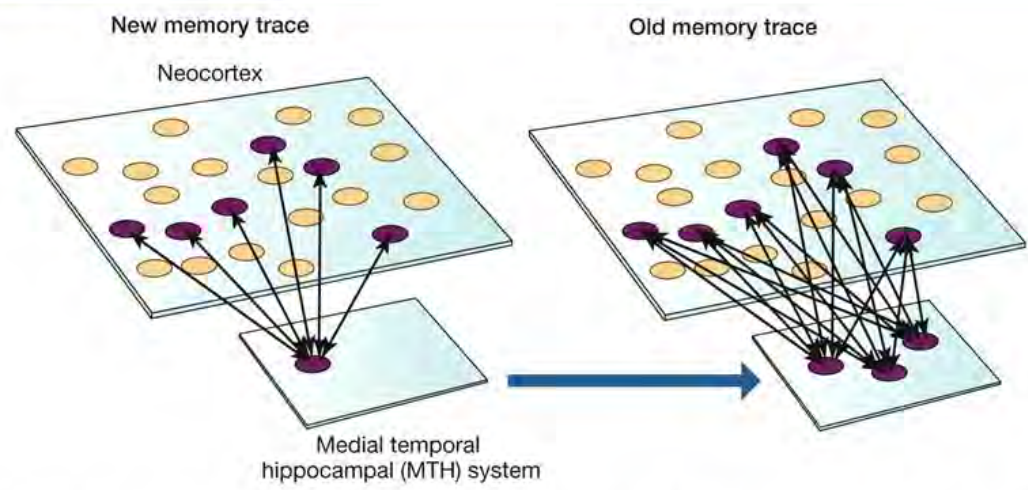




young
child
lives
innocent
murder
death
child



Multiple Trace Theory



Cours 7 :

A –Les « fonctions supérieures » :
inhibition, attention, langage et lecture

B- Représentation cérébrale des concepts
et les analogies au cœur de notre pensée

Comment le cerveau humain traite-t-il les concepts, les symboles, les connaissances sémantiques ?

Depuis les années '60 et jusqu'à la fin du XXe siècle :

→ on se représente les concepts sémantiques par des
représentation arbitraires abstraites

Barsalou, L.
(video
conference
uploaded on
Apr 14,
2008). *Brain's
Modality-
Specific
Systems.*

<https://www.youtube.com/watch?v=dzI9FN0jww>

*The transduction principle in amodal symbol systems
(a form of learning)*



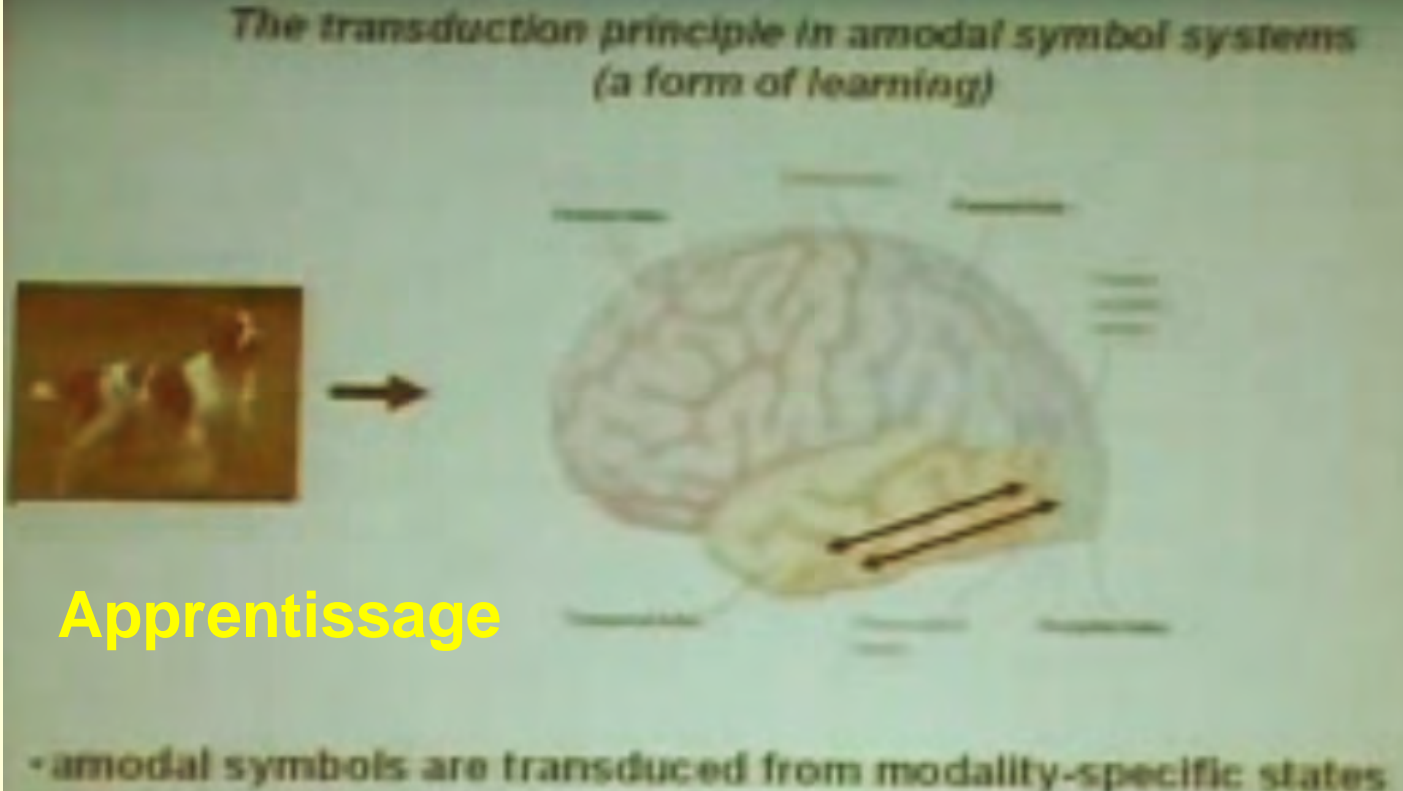
Apprentissage

• amodal symbols are transduced from modality-specific states

Barsalou, L.
(video
conference
uploaded on
Apr 14,
2008). *Brain's
Modality-
Specific
Systems.*

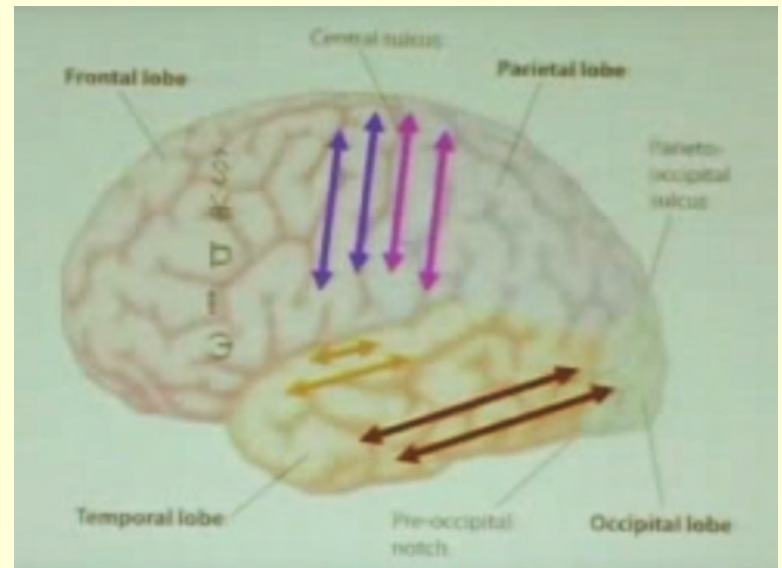
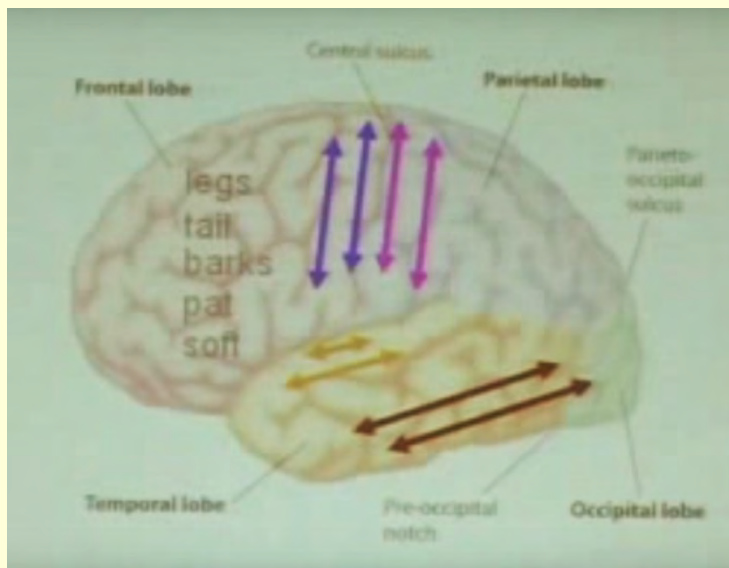
<https://www.youtube.com/watch?v=jdzl9FN0jww>

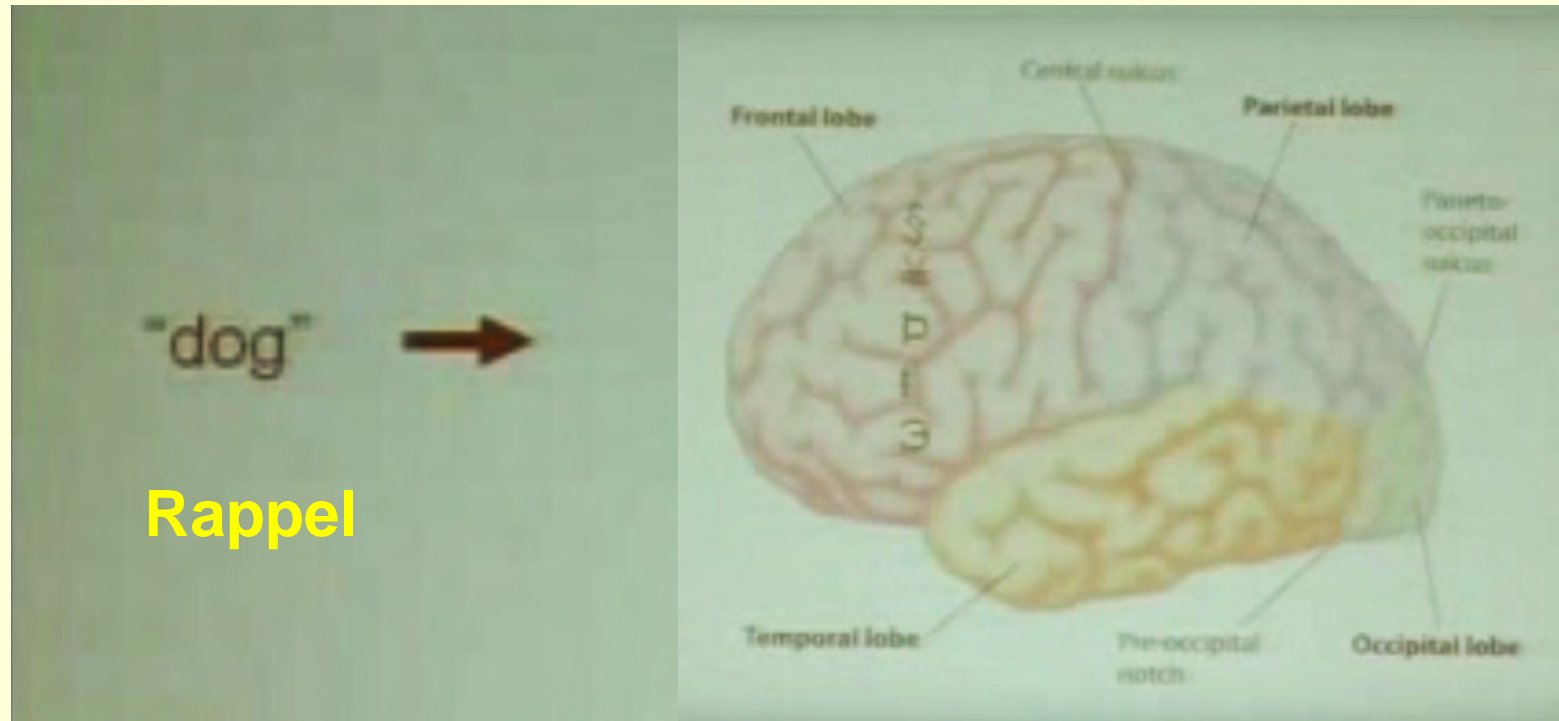
*The transduction principle in amodal symbol systems
(a form of learning)*



Apprentissage

• amodal symbols are transduced from modality-specific states





Mais pourquoi le système n'utiliserait-il pas directement ses représentations perceptuelles (pour représenter par exemple un chien)

à la fois durant la catégorisation (l'apprentissage)
et le rappel (et/ou le raisonnement) ?

le temps de réponse est corrélé avec le nombre de degrés d'écart entre les figures

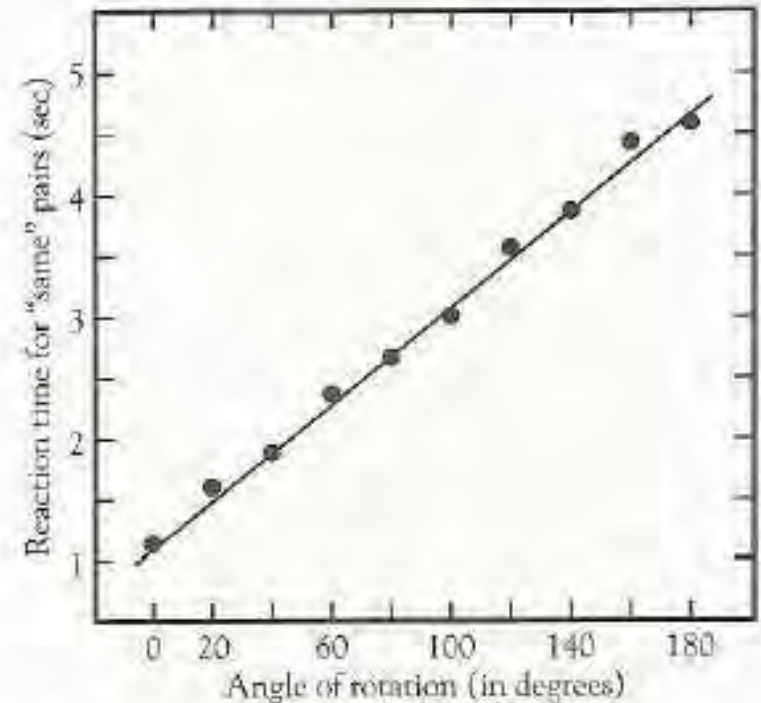
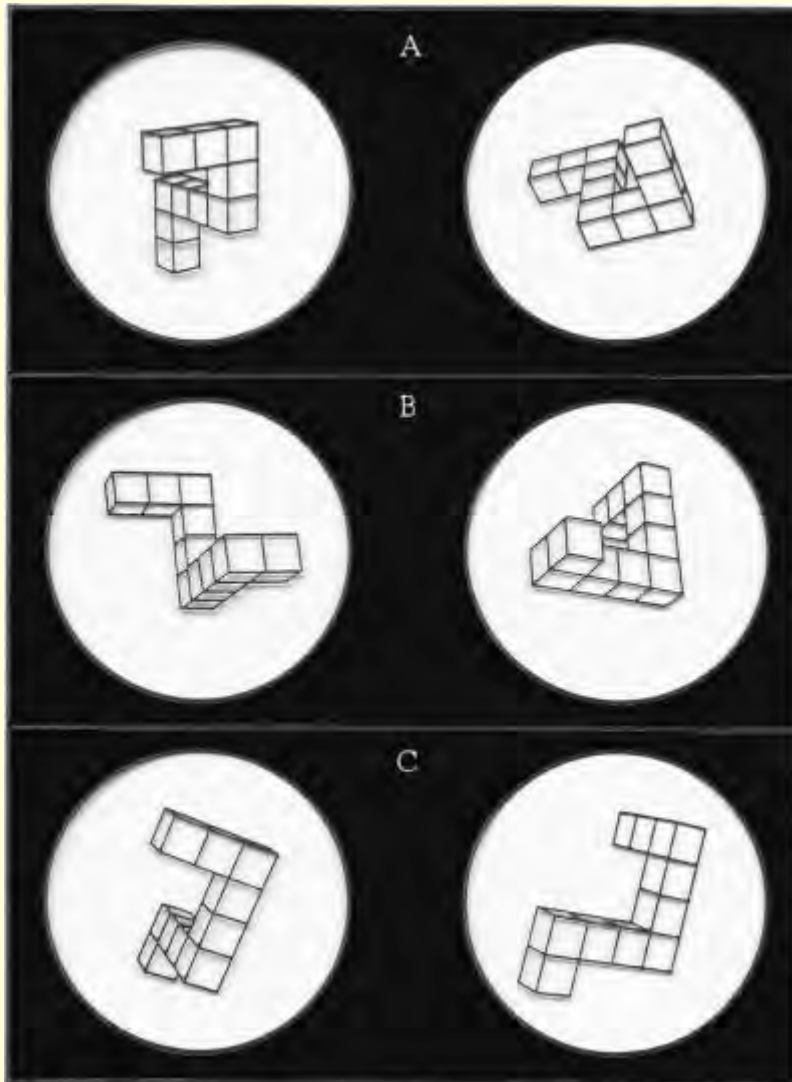


Figure 7.11 Reaction time to judge whether two patterns have the same three-dimensional shape

Mental Rotation of Three-Dimensional Objects
Roger N. Shepard and Jacqueline Metzler
Science, Vol. 171, No. 3972 (1971)

<http://www.jstor.org/stable/1731476>

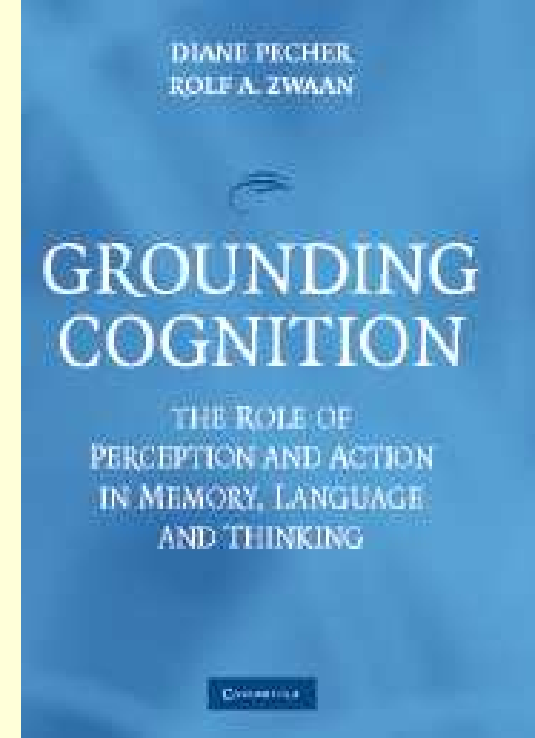
D'où la proposition d'une approche « modale »

(i.e. faisant intervenir les modalités sensorielles ou motrices, pour créer nos représentations conceptuelles)

D'où la proposition d'une approche « modale »

(i.e. faisant intervenir les modalités sensorielles ou motrices, pour créer nos représentations conceptuelles)

C'est l'idée générale de « **cognition ancrée** »
(« grounded cognition »)



Grounded cognition

Barsalou, L. (2008)

www.cogsci.ucsd.edu/~ajyu/Teaching/Cogs202_sp12/Readings/barsalou08-grounded.pdf

Grounded vs. embodied cognition

Wilson, A.D. and Golonka, S. (2013).

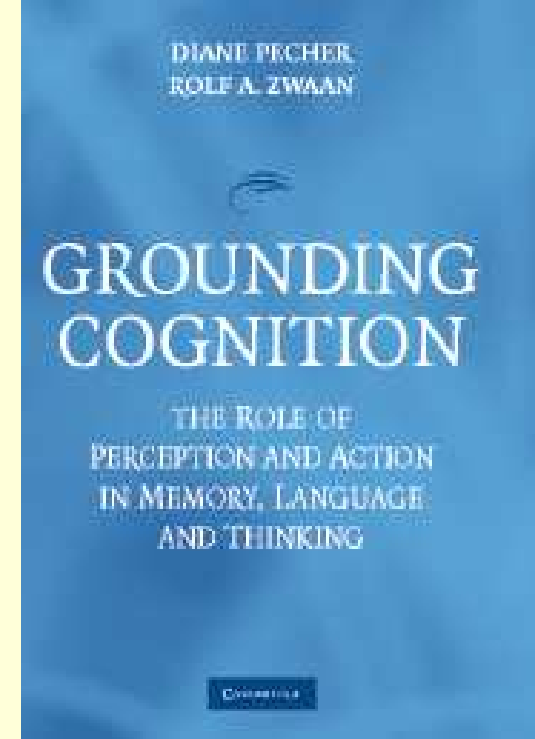
<http://psychsciencenotes.blogspot.ca/2013/07/grounded-vs-embodied-cognition.html>

D'où la proposition d'une approche « modale »

(i.e. faisant intervenir les modalités sensorielles ou motrices, pour créer nos représentations conceptuelles)

C'est l'idée générale de « **cognition ancrée** »
(« grounded cognition »)

qui s'intéresse finalement à la façon dont
l'environnement peut, d'une certaine manière,
« rentrer spatialement » dans notre cerveau.



Grounded cognition

Barsalou, L. (2008)

www.cogsci.ucsd.edu/~ajyu/Teaching/Cogs202_sp12/Readings/barsalou08-grounded.pdf

Grounded vs. embodied cognition

Wilson, A.D. and Golonka, S. (2013).

<http://psychsciencenotes.blogspot.ca/2013/07/grounded-vs-embodied-cognition.html>

En général, percevoir des atéfacts manipulables, ou même juste voir leur nom, active des régions cérébrales **motrices** qui sont activées pendant qu'on saisit réellement l'objet avec la main ("grasping").

Tucker & Ellis (1998)

La simple perception de **l'anse d'une tasse** active la simulation de systèmes moteurs correspondants à l'action de prendre la tasse (**affordances** !)

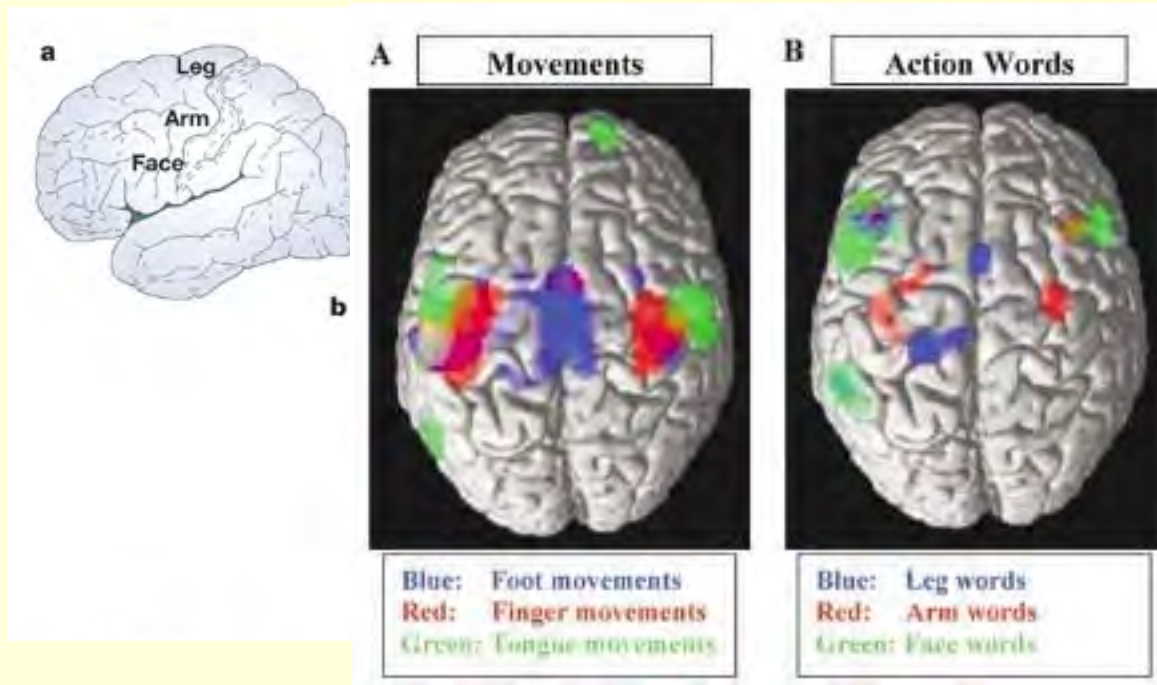
Pulvermüller (2006)
Hauk et al. (2004)

Lire des mots d'action
comme *kick*, *kiss*, *pick*
produit une activation du
système moteur
qui est organisée de
manière somatotopique.

Exemple : lire *kiss* active la
région motrice de la bouche;

lire *kick* active la région
motrice de la jambe, etc.

Lecture de mots

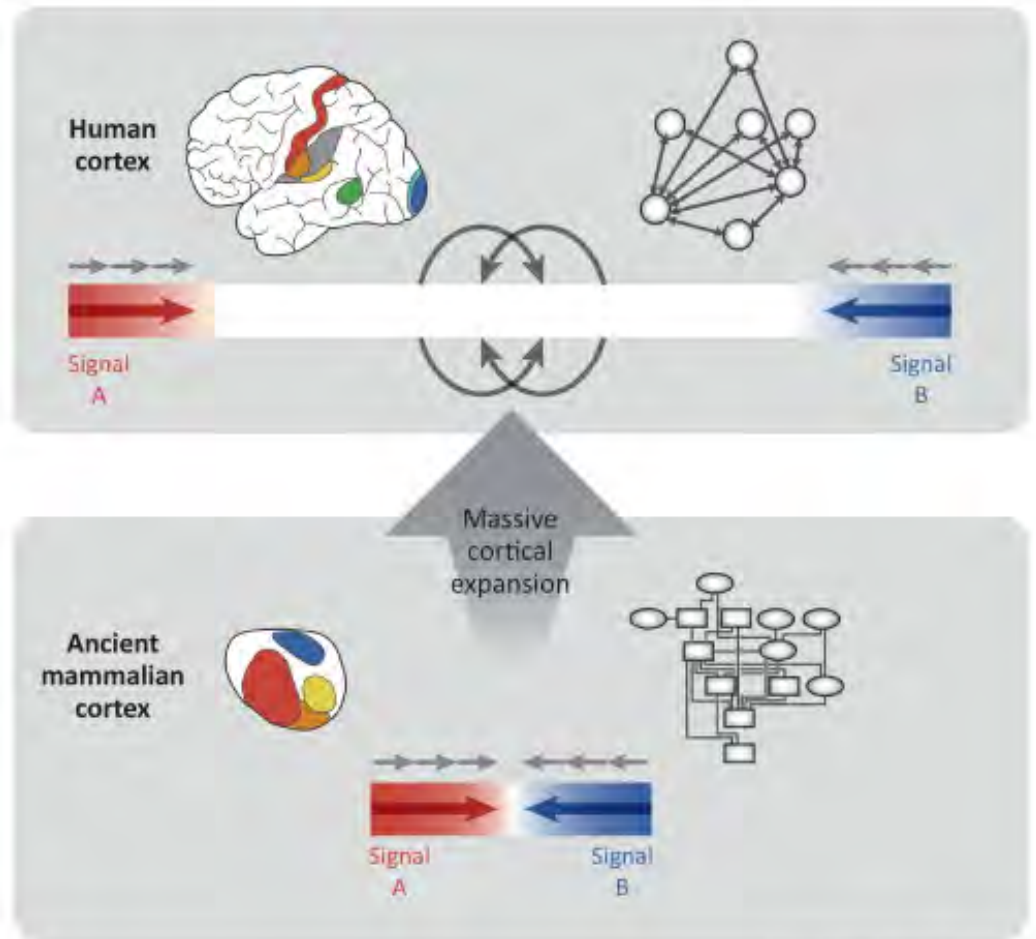


Des tâches de **rappel de verbes** activent aussi les régions cérébrales motrices impliquées dans ces actions.

Ces résultats supportent donc l'hypothèse que les **systemes perceptuels** sont utilisés de manière routinière dans notre compréhension du langage.

Il semble que des **simulations** ont lieu dans nos régions cérébrales sensorielles et motrices et qu'elles contribuent à notre compréhension du langage.

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



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

La visualisation, ou imagerie mentale (un exemple “off-line”)

L'une des études les plus citées dans le domaine est celle publiée par le psychologue australien **Alan Richardson** dans Research Quarterly.

Richardson forme 3 groupes au hasard et les fait tirer 100 fois au panier de basketball pour évaluer leur performance. Ensuite, il demande à un groupe de pratiquer ses lancers 20 minutes par jour. Au second de ne rien faire du tout. Et au troisième de visualiser des lancers réussis pendant 20 minutes par jour.

Trois semaines plus tard chaque groupe est évalué à nouveau. Le premier, celui qui a pratiqué, s'est amélioré de 24%. Le second, celui qui n'a rien fait, ne s'est pas amélioré du tout. Mais le troisième, **celui qui a seulement fait de la visualisation, s'est amélioré de 23% !**

Preuve que la simple activation des réseaux sensori-moteurs en « offline » avait amélioré leur connectivité !



On Wayne Rooney and Free Throws: Visualization in Sports

<https://goalop.wordpress.com/2012/06/13/visualize-your-sports/>

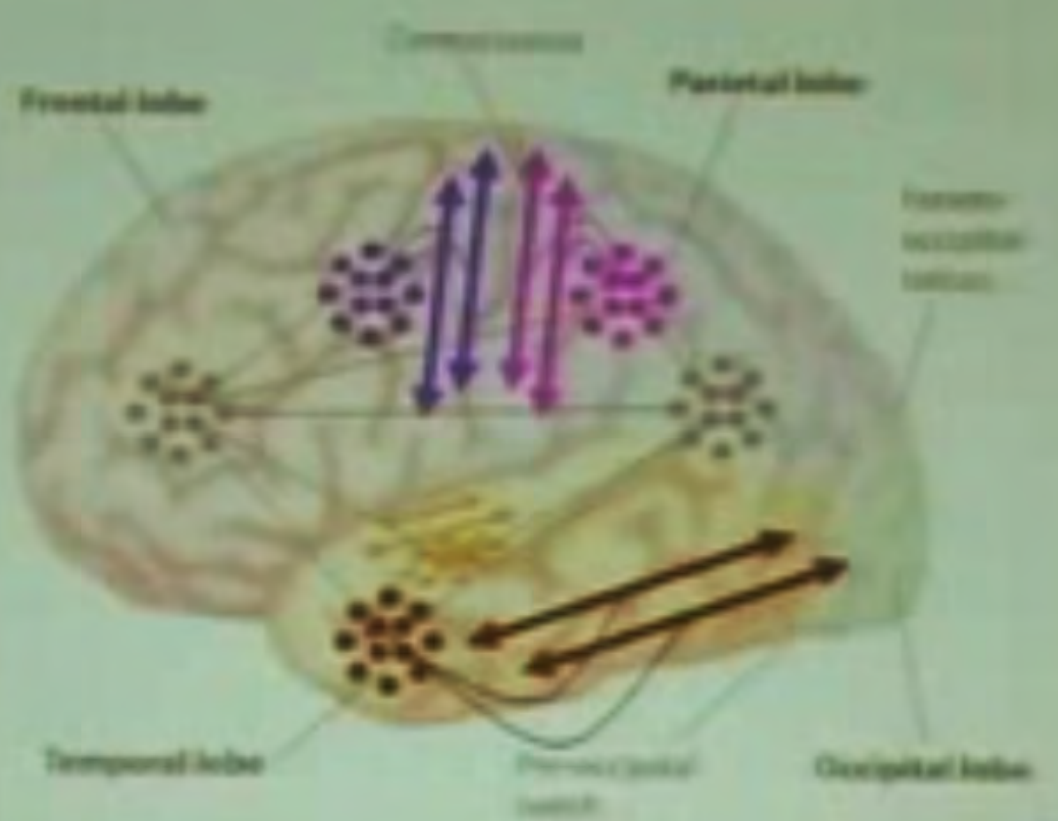
Is visualisation almost as effective as practice?

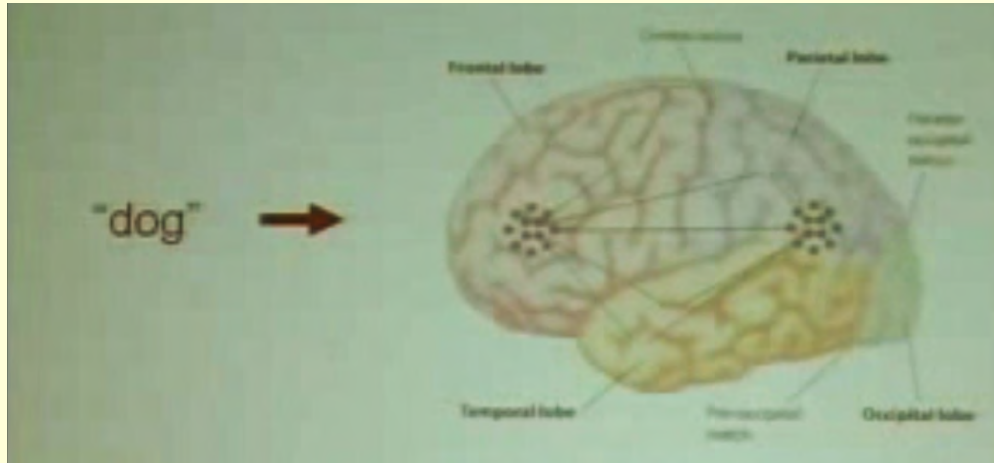
<http://skeptics.stackexchange.com/questions/8531/is-visualisation-almost-as-effective-as-practice>

The Power of Vision

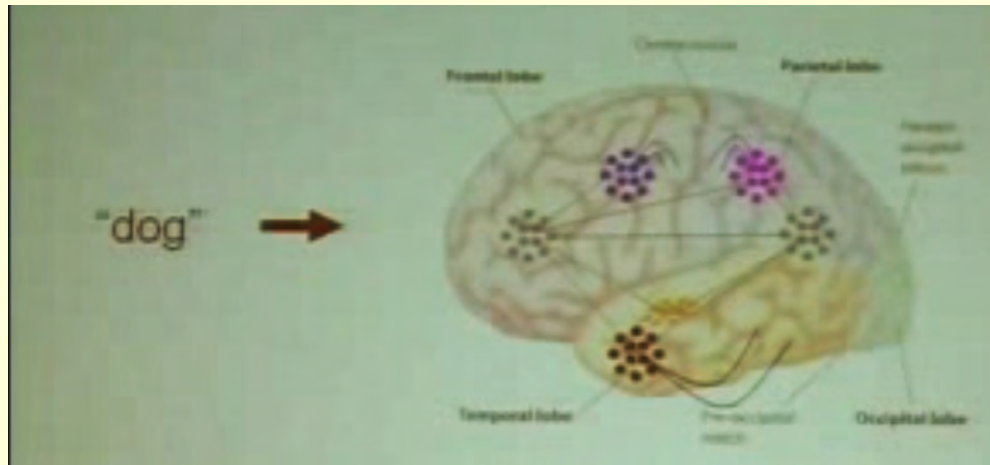
<http://www.navigatechange.net/tag/psychology/>



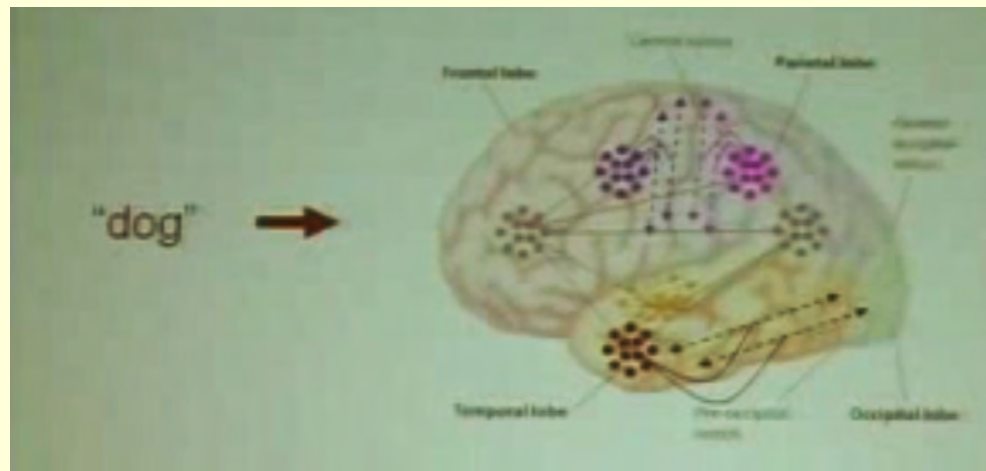




Un mot représentant un concept peut alors **réactiver un simulateur** (aires associatives multimodales)

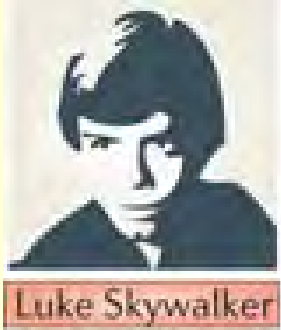


qui "**réactive**" à son tour des simulations d'états perceptuels, moteurs, mais aussi introspectifs (aires associatives unimodales).



Et ces simulations seront associées à des **recréations partielles** (dans les aires sensorielles) de l'expérience acquise

et peuvent contenir des biais et des erreurs.



Barsalou écrit :

« Une fois qu'un symbole perceptuel est emmagasiné, il ne fonctionne pas de manière rigide comme un symbole discret.

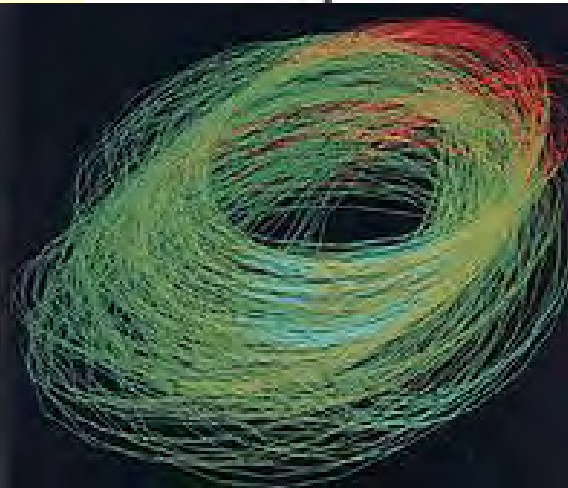
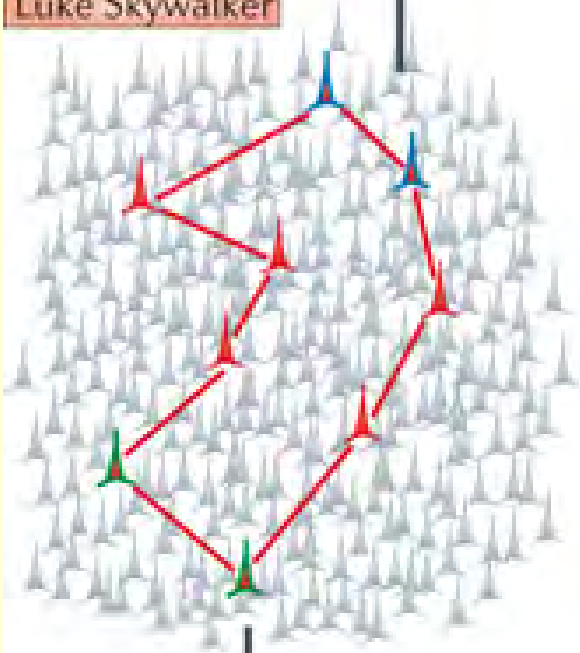
Parce qu'un symbole perceptuel correspond à une **assemblée de neurones**, ses activations subséquentes ont des propriétés dynamiques.

Sa réactivation ne sera jamais exactement identique

et le stockage additionnel d'autres symboles perceptuels dans la même région peut modifier les connexions dans le pattern original et rendre sa réactivation différente.

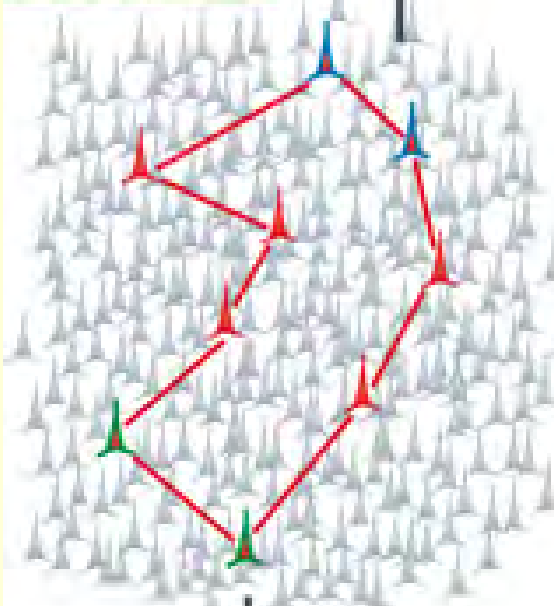
Pour ces raisons, on considère un symbole perceptuel comme un **attracteur** dans un réseau connexionniste.

Quand le réseau change avec le temps, l'attracteur change aussi. Et quand le contexte varie, l'activation de l'attracteur covarie.”

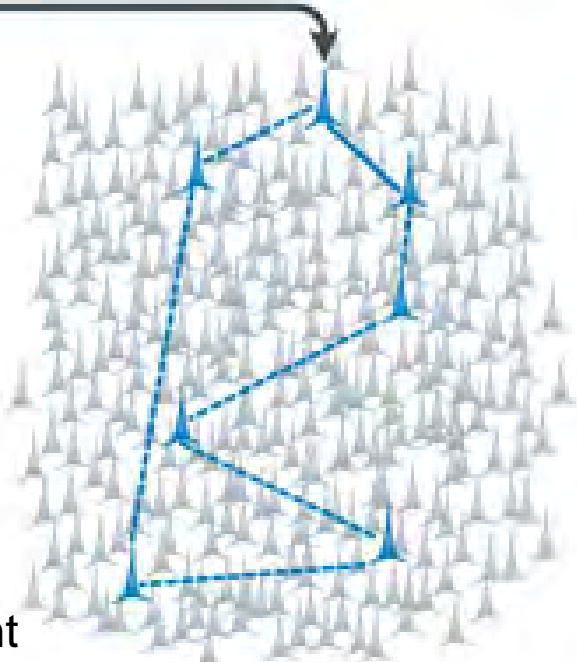




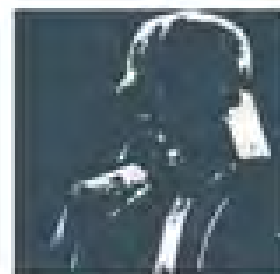
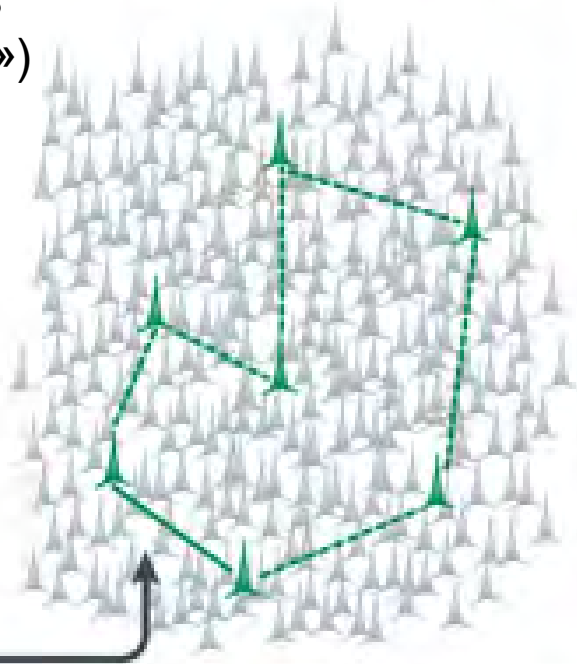
Luke Skywalker



Des formes d'activation semblables rendent aussi possible des effets de contexte (embrasement d'assemblées de neurones »)



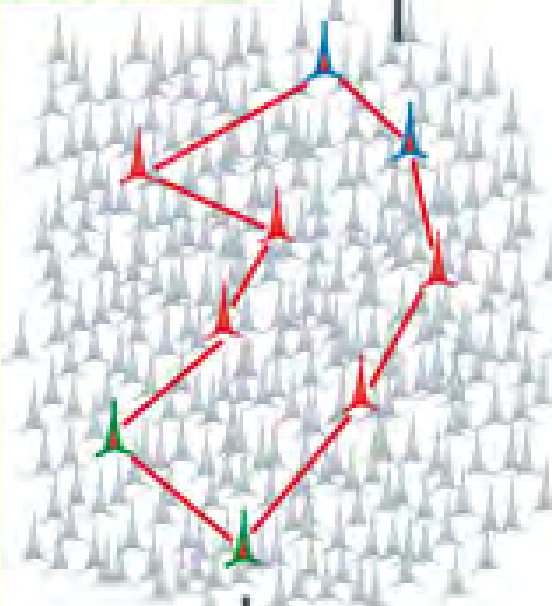
Yoda



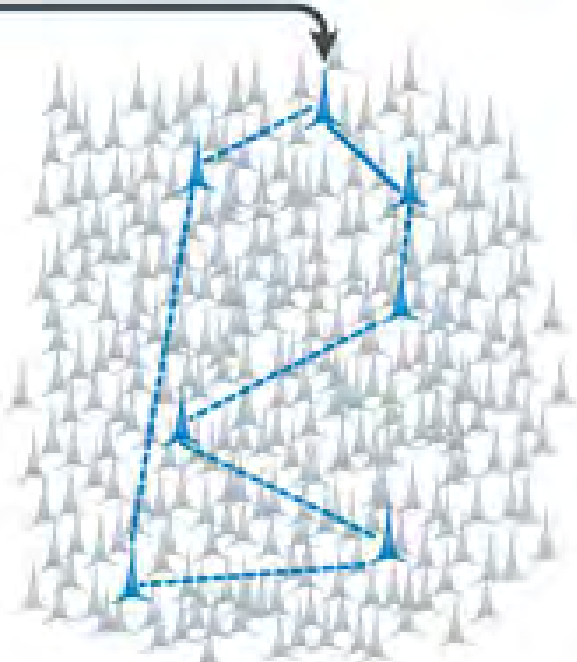
Darth Vader



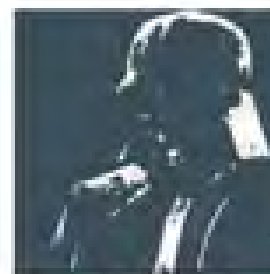
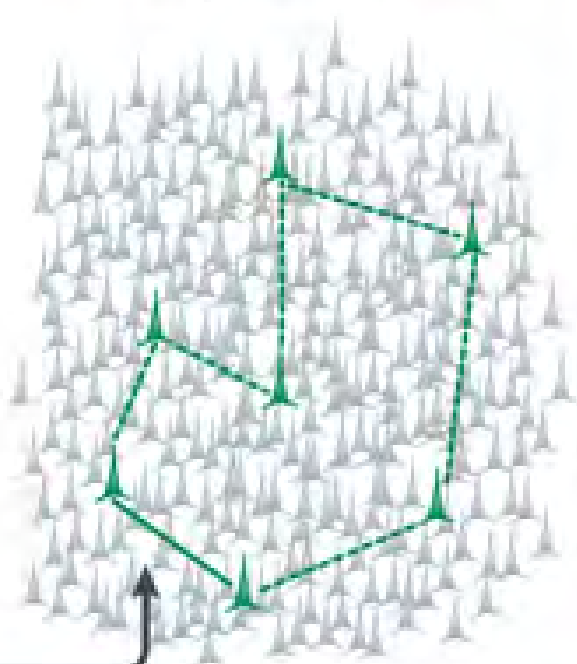
Luke Skywalker



Ce qui nous amène à Hofstadter et Sander et à l'importance des **glissements** et des **analogies** entre catégories dans les activités cognitives.



Yoda



Darth Vader



Luke Skywalker

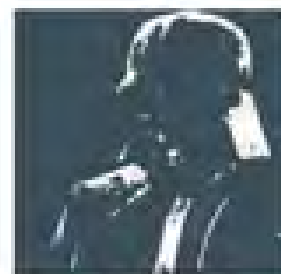
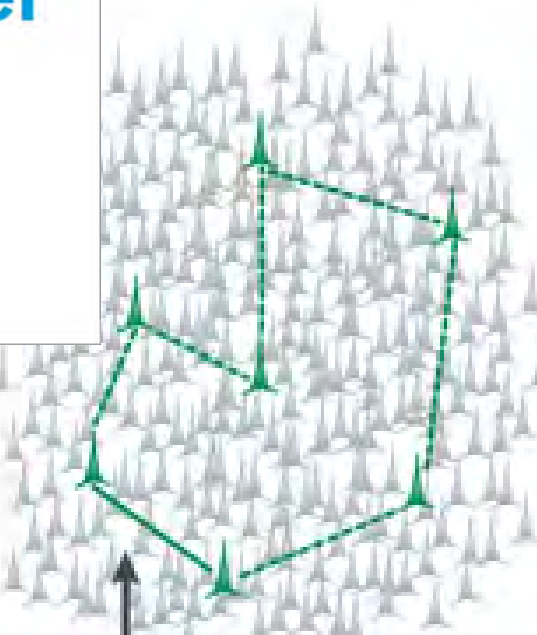
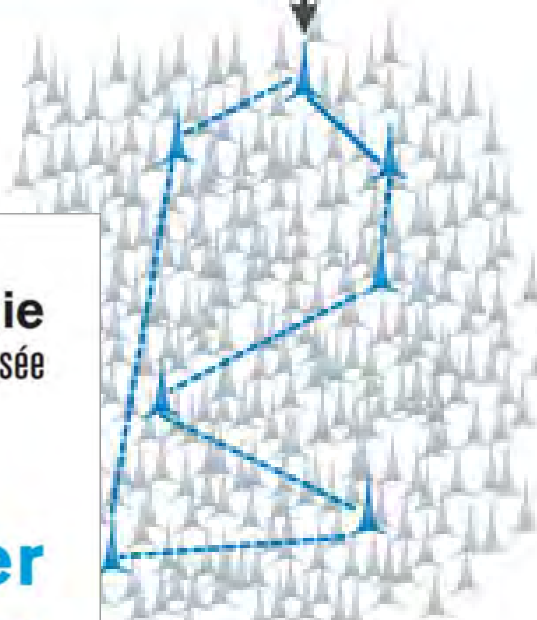
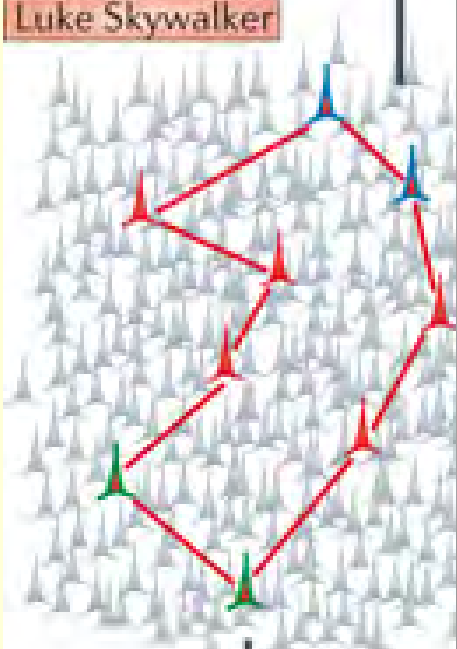


Yoda



L'Analogie
Cœur de la pensée

**Douglas
Hofstadter
Emmanuel
Sander**

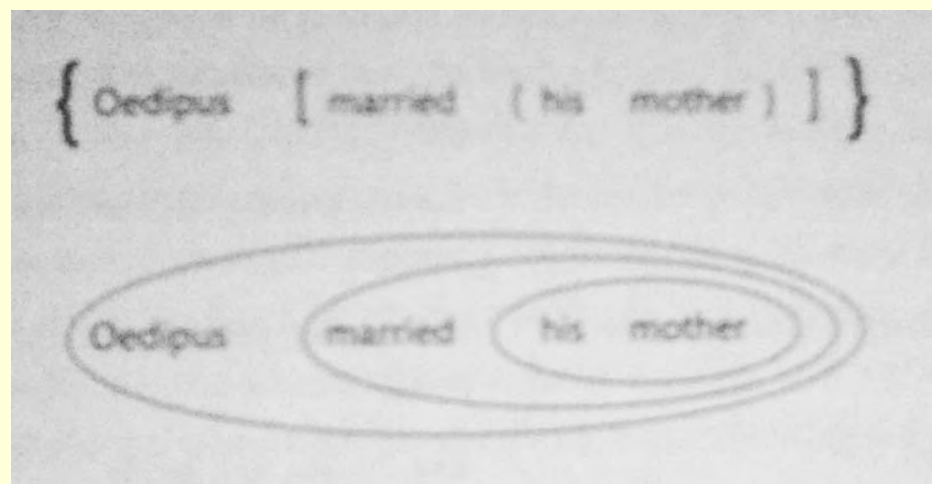
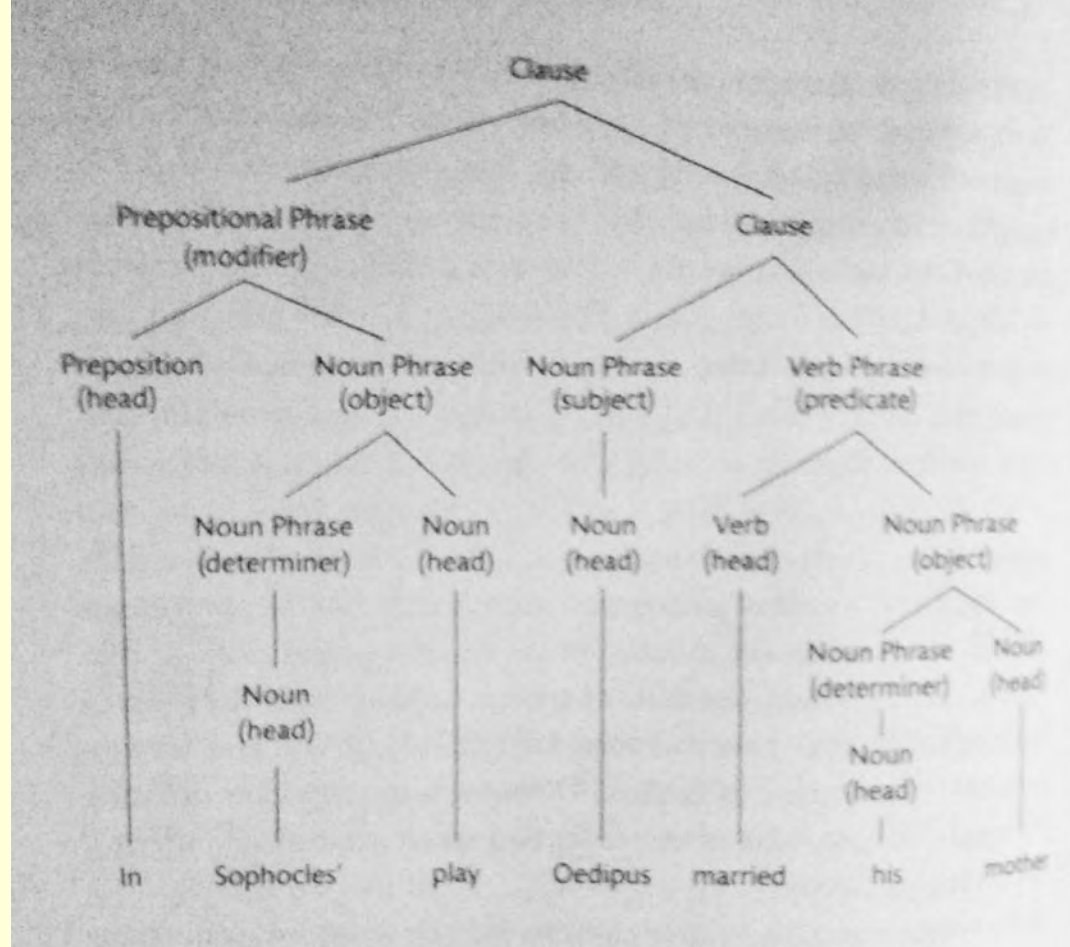


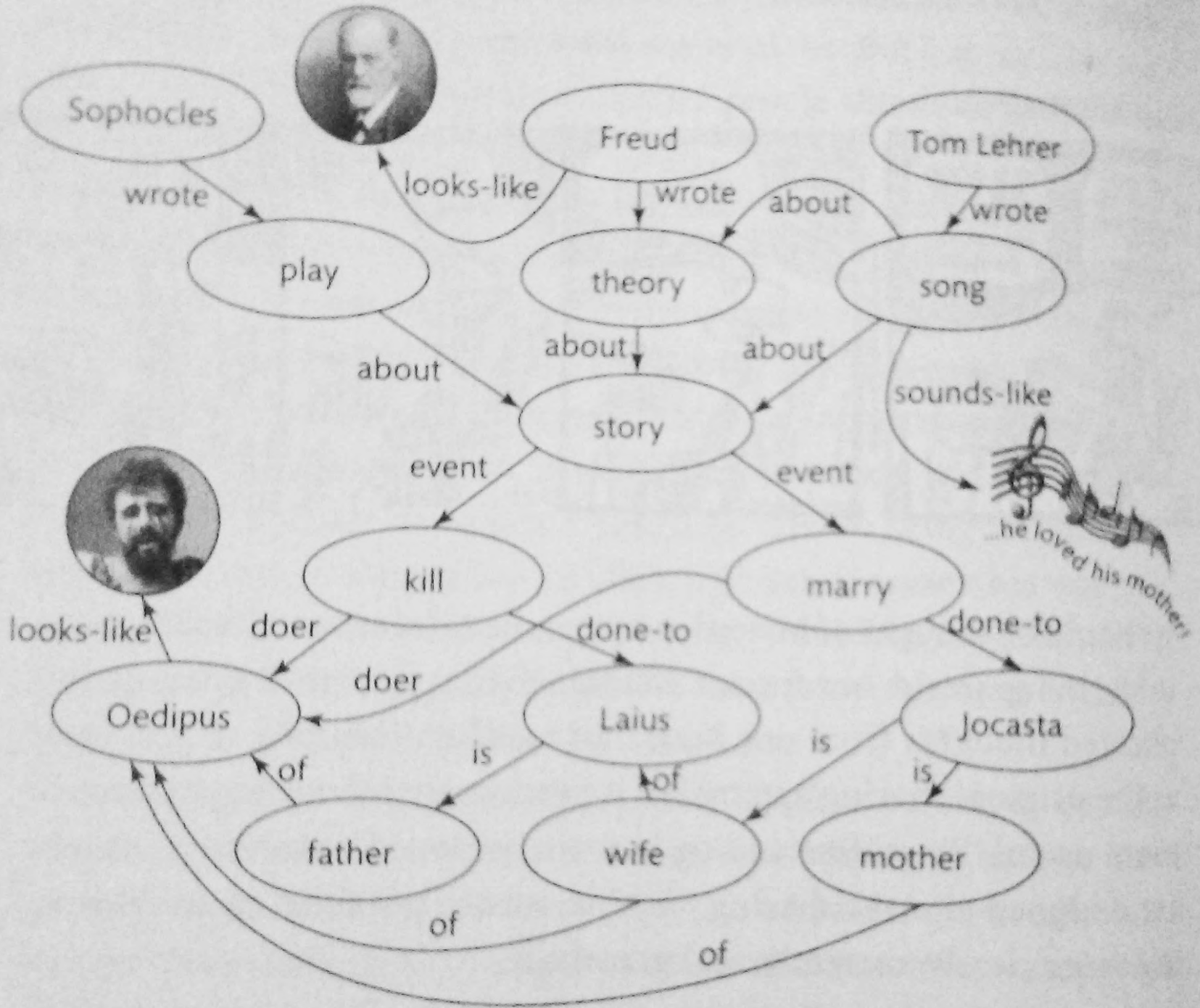
Darth Vader

Cours 7 :

A –Les « fonctions supérieures » :
inhibition, attention, langage et lecture

B- Représentation cérébrale des concepts
et les analogies au cœur de notre pensée







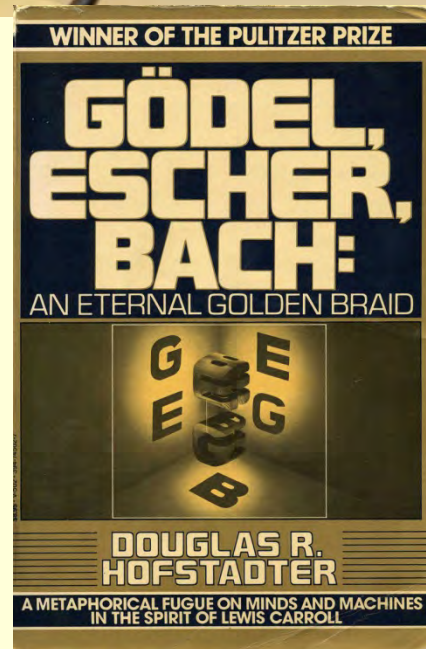
L'Analogie
Cœur de la pensée

**Douglas
Hofstadter**
**Emmanuel
Sander**



2013


la pensée conceptuelle




1979

Double Book Review:
The Emperor's New
Mind and Godel,
Escher, Bach: An
Eternal Golden Braid
January 13, **2016**

<http://knowingneurons.com/2016/01/13/double-book-review/>

 **L'Analogie**
Cœur de la pensée

**Douglas
Hofstadter**
**Emmanuel
Sander**


Odile
Jacob
sciences



« Nous affirmons que **la cognition** est constituée d'un flux ininterrompu de catégorisations

et qu'aux racines de la pensée se situe non pas la classification, qui place des objets dans des cases mentales rigides,

mais la catégorisation/analogie, dont dépend la remarquable fluidité de la pensée humaine. »

p.28-29

Faire une analogie, c'est établir une comparaison entre des phénomènes dans lesquels on perçoit tout à coup une ressemblance cachée.

L'articulation de mon coude ressemble à celle de mon genou, qui ressemble au « coude » d'un tuyau, ou au virage sur une route.

Manger et lire ont quelque chose en commun : dans un cas on nourrit son corps, dans l'autre on se nourrit l'esprit. Je peux donc « dévorer des livres » ou parler de « nourritures spirituelles ».

L'analogie fut longtemps tenue comme un simple procédé littéraire ou un mode de raisonnement particulier. Pour Hofstadter et Sander, elle est carrément **« au cœur de la pensée »**, en ce sens que le cerveau utilise des analogies pour penser à tout bout de champ.

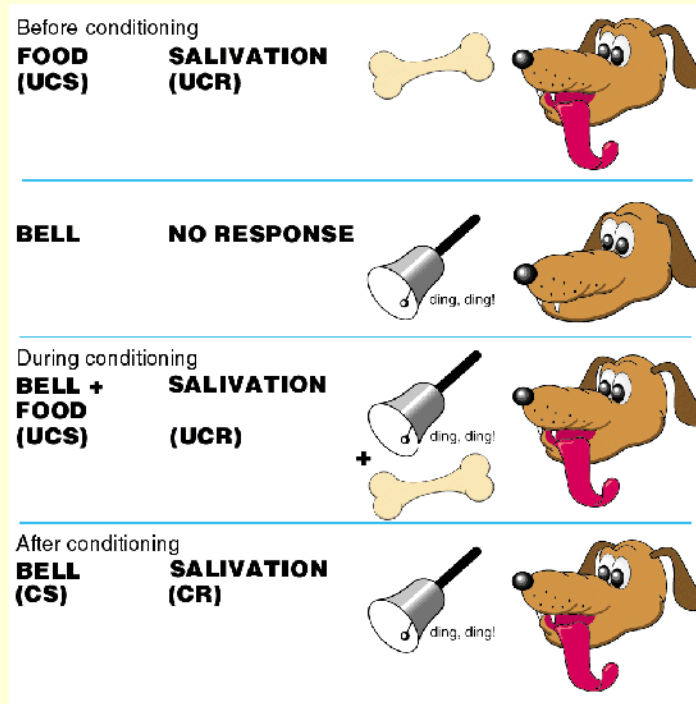
Pour Hofstadter et Sander, l'analogie dresse un pont entre un phénomène **extérieur** et des structures mentales **préalablement construites**, entre le monde et moi.

L'analogie serait ce **pont entre le présent et le passé.**

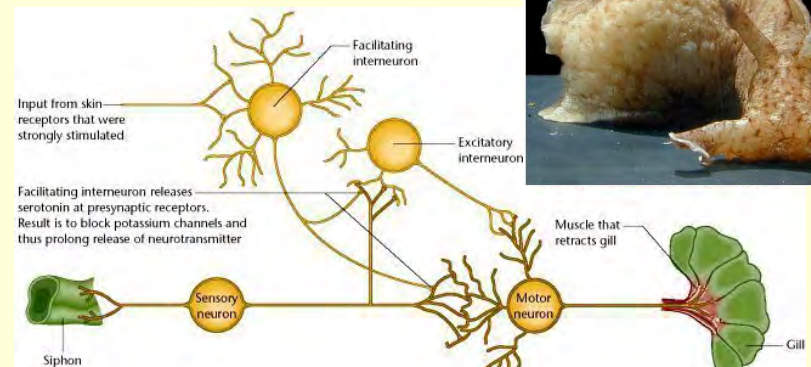
Bref, faire des analogies nous permet de penser et d'agir dans des **situations inconnues.**

Elles ont un caractère prédictif de comportement pour les situations futures.

On peut ainsi remonter au caractère associatif aussi de notre mémoire, aux apprentissages associatifs, comme les conditionnements classiques et opérants, des phénomènes phylogénétiquement très anciens...



Cette idée de mettre une chose présente en relation avec une autre, souvent passée, a une valeur adaptative indéniable.



D'où viennent les concepts présent dans notre esprit ?

Ils doivent leur existence à une immense suite d'analogies élaborées inconsciemment au fil du temps.

L'exemple du concept de « maman » :

Le nourrisson repère des régularités de son environnement : lorsqu'il est en détresse, une « entité » qui possède certaines caractéristiques plus ou moins stables de forme, de taille, de couleur... vient le nourrir, le changer, l'apaiser. Cette succession de régularités donne naissance au **concept de maman.**

En grandissant, l'enfant s'aperçoit que d'autres enfants sont entourés d'autres adultes qui se comportent envers eux *grosso modo* comme sa propre maman se comporte envers lui.

C'est une analogie entre lui-même et un autre enfant, entre une autre grande personne et sa Maman, entre une forme de relation protectrice et une autre. "Maman" perd alors sa majuscule pour devenir "maman".

A un moment, on passe de "maman" à "mère". Chemin faisant, on rencontre des cas plus étranges, comme la reine mère des abeilles, et le concept englobe des sens plus abstraites qualifiées communément de métaphoriques telles que « mère poule » ou « mère patrie ». Ou encore lorsqu'on dit "la Révolution américaine est la mère de la Révolution française" ou "l'oisiveté est la mère de la philosophie".

Par analogies successives leur concept de maman va donc évoluer jusqu'à prendre une forme culturellement partagée.

Nos catégories mentales sont ainsi enrichies par extension tout au long de notre vie. Les concepts ne cessent donc jamais d'évoluer et il y a un potentiel de raffinement à peu près infini pour chaque concept.

Grâce à l'analogie, on finit par reconnaître une chaise, même si elle s'écarte du stéréotype classique.

Par exemple, si vous êtes féru de design de meubles, vous aurez un concept de chaise beaucoup plus développé, raffiné et inclusif que votre voisin.



Un exemple de raffinement conceptuel : le vocabulaire des jeunes enfants.

Une fillette de 2 ans disait ainsi « **déshabiller la banane** ». Il n'est pas tout à fait aberrant d'utiliser le concept de « déshabiller » pour un fruit, mais un concept plus fin existe dans notre culture, celui d'« éplucher ».

Sa catégorie « déshabiller » est moins spécifique que celle des adultes et s'applique à des contextes plus variés.

Une analogie comme celle-ci fonctionne par **proximité sémantique**.

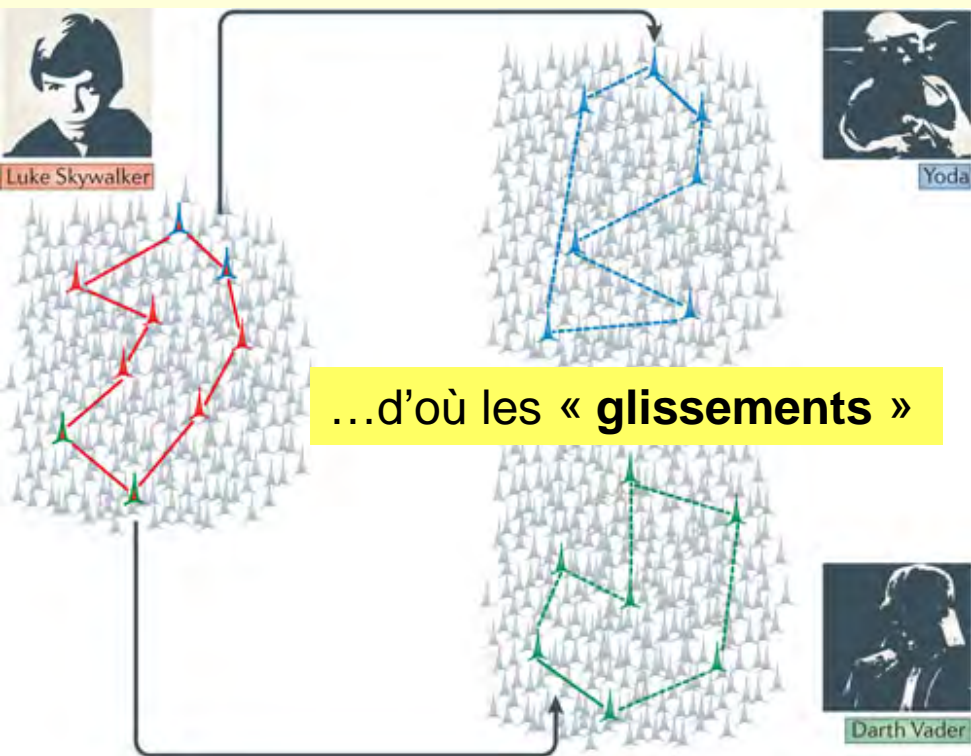
La fillette a repéré que ce que l'on fait à la banane est analogue à ce que l'on fait à l'être humain.

En s'exprimant ainsi, l'enfant sera corrigé par un adulte et elle affinera son concept de « déshabiller ».

Et il en est de même pour un enfant qui dit « J'ai cassé le livre » ou encore « Maman, tu peux recoller mon bouton ? »

Comment surgit un concept dans notre pensée ?

Nos concepts sont sélectivement évoqués à tout moment **par les analogies** qu'établit sans cesse notre cerveau afin d'interpréter ce qui est nouveau et inconnu dans des termes anciens et connus. » p.9



Notre mémoire est
« associative »...



Une thèse essentielle du livre :

nous désignons nos catégories mentales par des **mots**,
i.e. des concepts verbalement étiquetés, comme chien, chat, joie,
résignation, contradiction, etc.

Mais aussi par des **mots composés**, **des locutions figées**,
des **maximes**, des **proverbes**, des **fables** et même des **expériences
personnelles** qui peuvent prendre plusieurs phrases à décrire
et qui nous sont arrivées qu'une seule fois !

Ces derniers sont des concepts sans étiquettes verbales,
comme « la fois où je me suis retrouvé grelottant dehors parce que la
porte s'était claquée tout d'un coup ».

De tels concepts, quel que soit leur niveau de concrétude ou
d'abstraction, sont mobilisés à chaque instant,
le plus souvent **sans que nous en ayons conscience.**

Des exemples

(mais pas autant qu'il n'y en a dans leur bouquin !)

D'abord on peut percevoir des analogies entre objets **sans avoir recours au langage** (les bricoleurs qui vont utiliser une pierre ou un bout de bois comme marteau le savent bien).

Un exemple concret : **la douche...**

Quand vous passez quelques jours chez un ami, vous découvrez toujours une douche avec des particularités différentes, des imprévus. Mais on se débrouille grâce à ses expériences antérieures.

Si nous n'avions pas cette faculté de **rapprocher chaque situation** dans laquelle nous nous trouvons **d'une myriade d'autres situations analogues** déjà vécues, nous serions continuellement perdus dans ce monde, incapables de la moindre action, de la moindre pensée.

Les technologies numériques sont la rupture la plus radicale avec le siècle dernier, mais des mots comme "bureau", "corbeille", "copier-coller" ont été utilisés pour décrire des phénomènes analogues à ceux que les gens connaissaient.

Inversement, les technologies numériques, dans lesquelles nous baignons, sont en train de devenir elles-mêmes sources d'analogies pour comprendre plus clairement le monde matériel.

Ainsi, on entendra dire "J'ai le cerveau qui bogue" ou "Je me suis fait scanner par ma future belle-mère"...

Hofstadter et Sander considèrent aussi **les concepts comme des « attracteurs »** parce qu'ils essaient de capter dans leur environnement ce qui est suffisamment proche pour être intégré à eux.

Un exemple : en France, le ministre du Budget, Jérôme Cahuzac a reconnu avoir placé une grosse somme d'argent sur un compte en Suisse.

Lorsqu'il a démissionné, très vite on a vu apparaître en cherchant sur Google la catégorie des « Cahuzac ». Des journaux titraient par exemple « Sommes-nous tous des Cahuzac ? » Ils sont partis d'un événement singulier qu'ils ont généralisé.

Même dans une langue commune, « ***les concepts restent flous*** », notent les auteurs. Ainsi, lors de la conférence qu'ils ont donnée au Collège de France le 27 février 2013, ils ont posé à la salle la question suivante: «***Est-ce qu'un chapeau est un vêtement?***». Résultat : environ 50% de oui et 50% de non...

Autre exemple : qu'est-ce qu'un sandwich ?...

Les auteurs mentionnent également toutes les **expressions populaires, style proverbe ou dicton**: «*On ne parle pas de corde dans la maison d'un pendu*», «*Faire d'une pierre, deux coups*», «*Chat échaudé craint l'eau froide*»...

Il s'agit toujours de **mettre en relation des situations similaires** à travers un concept commun, un rapprochement, une similitude.

Des **catégories non lexicalisées**, souvent très personnelles :

L'anecdote sur les indices mathématiques qui déçoivent Hofstadter, et l'analogie qu'il fait plusieurs décennies plus tard quand sa fille est déçue que le deuxième bouton sur l'aspirateur ne fait pas de bruit.

La langue a constamment recours aux analogies. Les auteurs notent ainsi les expressions du langage ordinaire qui les révèlent très explicitement. Par exemple, dans une conversation, lorsque nous commençons une phrase par: **«Moi aussi, cela m'est arrivé...»**.

Souvent, la situation citée est fort éloignée de l'original. Mais, pour celui qui fait la comparaison, elle rentre dans la même catégorie car il y voit **une similarité profonde au-delà des dissemblances apparentes**.

C'est ainsi que fonctionne le cerveau : il se demande en permanence **dans quelle mesure ce que nous avons vécu** de singulier est susceptible de s'appliquer à notre compréhension du monde.

Le « cerveau prédictif » (« predictive processing »)



En ce sens, Hofstadter et Sander défendent l'idée que **la découverte scientifique** emprunte très souvent les chemins de **l'analogie**.

C'est par analogie que Galilée a conçu que **le concept de lune** ne s'appliquait pas uniquement au satellite de la Terre comme on le pensait alors : il valait de manière analogue pour d'autres objets qu'il avait observés autour de **Jupiter**.

Une telle analogie constituait une avancée scientifique gigantesque, car l'idée de « pluraliser » le concept de lune était bien au-delà de l'imagination de qui que ce soit à l'époque.

Autre exemple :

L'onde qui se répand dans l'eau quand on jette un caillou a servi, par analogie, à forger **la théorie physique du son** qui se propage par ondes dans l'air.

Puis Huyghens a proposé la première théorie ondulatoire de la lumière **par analogie avec l'onde sonore...**

Comprendre les analogies qui engendrent les concepts dans l'enseignement, et en particulier **l'enseignement des sciences**, est très important.

Autrement dit, **des analogies spontanées sont parfois trompeuses.**

Par exemple, une analogie naturelle de ces enfants du primaire consiste à penser que « soustraire », c'est forcément « retirer ». D'où ce type de problème: « J'ai 12 billes, j'en perds 3 à la récréation. Combien m'en reste-il ? »

Une méthode d'enseignement qui n'utiliserait que ce type de problème risquerait de renforcer la connaissance naïve de l'élève et passerait à côté d'une partie du concept de soustraction. Car soustraire c'est aussi « **calculer un écart** ». Ce qui correspond à des problèmes du type : « J'ai 3 billes. J'en gagne à la récréation et maintenant j'en ai 12. Combien en ai-je gagné ? »

Il faut donc favoriser la construction de l'équivalence entre « soustraire en enlevant » et « soustraire en comptant l'écart qu'il y a » pour que les élèves construisent **un concept plus riche que le concept naïf.**

Autrement dit, les enfants sont loin d'être des pages blanches lorsqu'ils entrent à l'école. Ils ont déjà en eux beaucoup de concepts.

Cela pourrait expliquer par exemple la difficulté que pose une opération en apparence simple: **la division**.

*«Le sens strict est "séparer en parties" et l'analogie est celle du **partage**. Mais alors comment expliquer que le résultat final peut-être plus grand que la valeur de départ?» (dans le cas d'une division par une fraction, par exemple; $4 / 0,5 = 8$).*

Il s'agit là **des «analogies naïves» qu'il faut dépasser** si l'on veut progresser dans un domaine.

(autre exemple d'«*analogies naïves*» : le cerveau est comme un ordinateur !)

Autre point important : de plus en plus on se rend compte que **les concepts sont liés à nos perceptions, que ce sont même eux qui nous permettent de percevoir !**

Cela va à l'encontre de l'idée la plus commune qui veut que la perception d'un objet, par exemple, commence par une observation objective de ce dernier dans laquelle aucune connaissance n'intervient, suivie d'une pensée conceptualisée.

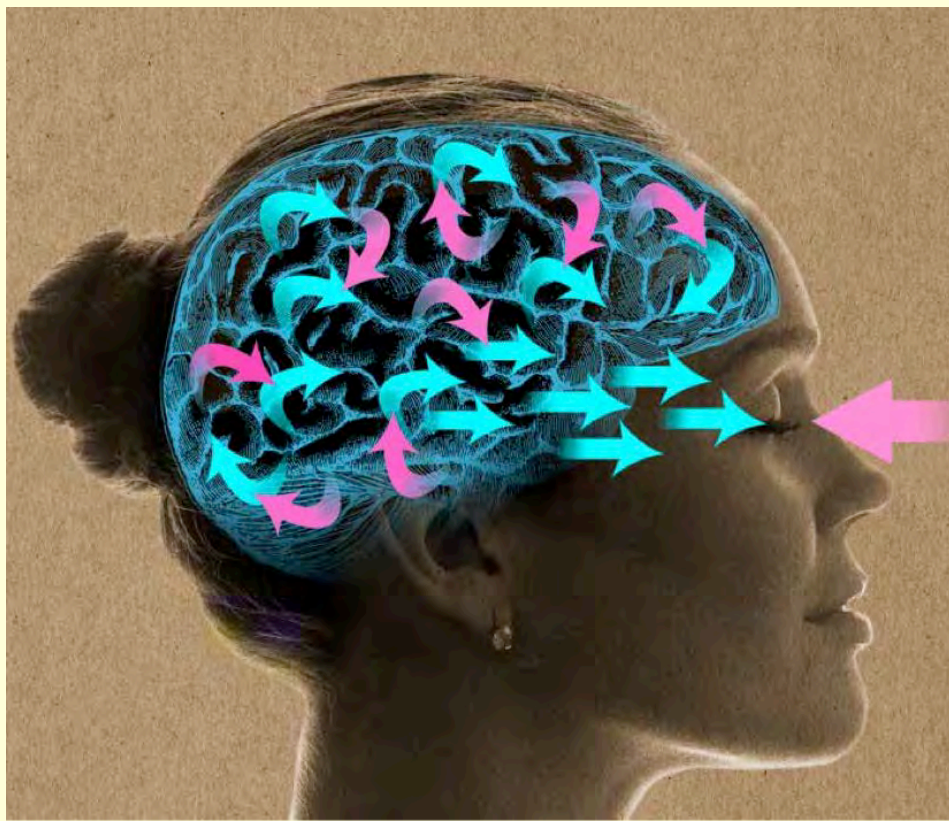
Comme si percevoir consistait à « activer » dans notre cerveau un état objectif du monde selon un découpage de l'environnement indépendant de l'observateur.

Pourtant, si nous ne possédions pas le concept de



Autrement dit, nous avons besoin d'avoir déjà construit cette catégorie pour reconnaître ces objets. Même chose pour des concepts plus abstraits.

Le « cerveau prédictif » (« predictive processing »)



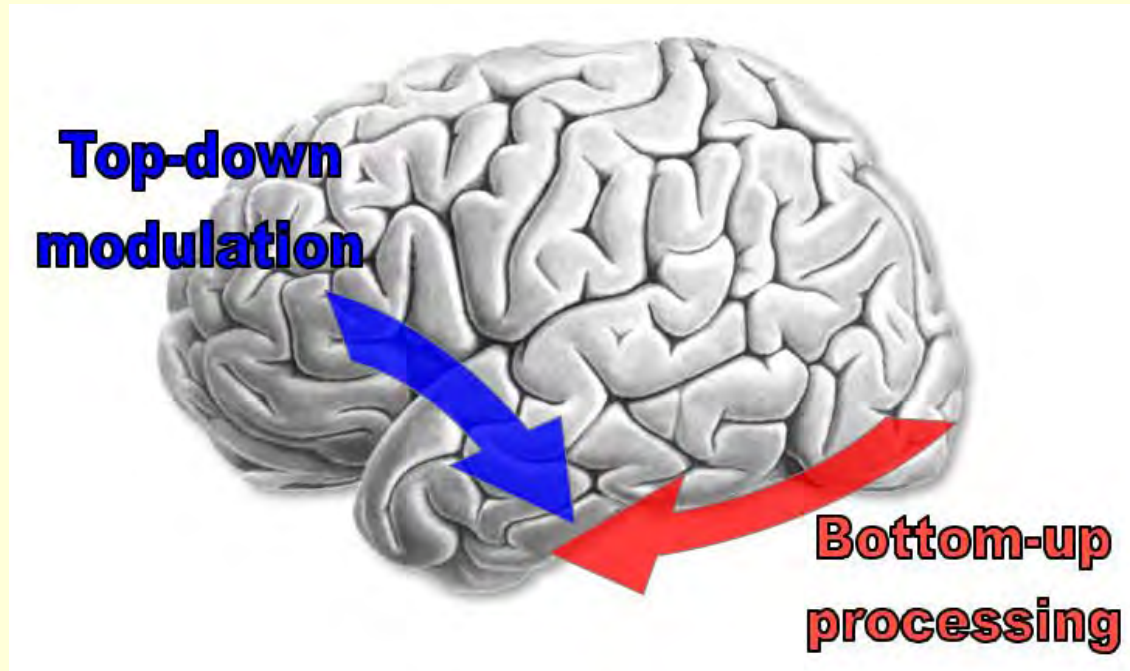
Autrement dit, nous avons besoin d'avoir déjà construit cette catégorie pour reconnaître ces objets. Même chose pour des concepts plus abstraits.

Par exemple, nous sommes à un dîner, et il reste un seul mets sur la table que personne n'ose prendre. Si tout le monde perçoit cette situation, c'est parce que **nous possédons tous le concept, pourtant non lexicalisé en français, du « dernier morceau dans l'assiette »**, qui ne tient pas compte de la nature de l'aliment. Ce n'est pas simplement un signal visuel.

On peut difficilement imaginer un algorithme de reconnaissance des formes qui sache repérer « **le dernier** » **en dépit de la forme qu'il revêt** : la dernière olive dans une coupelle, la dernière tranche de rôti dans un plat, la dernière part de purée, le fond de la bouteille de vin... sont tous visuellement très différents. Mais les humains dans certaines cultures les reconnaissent (et les ont parfois même lexicalisé: « **morceau de la honte**, en italien ou espagnol...)

Ainsi, les concepts et les stimuli qui proviennent de nos organes sensoriels sont en interaction permanente ;

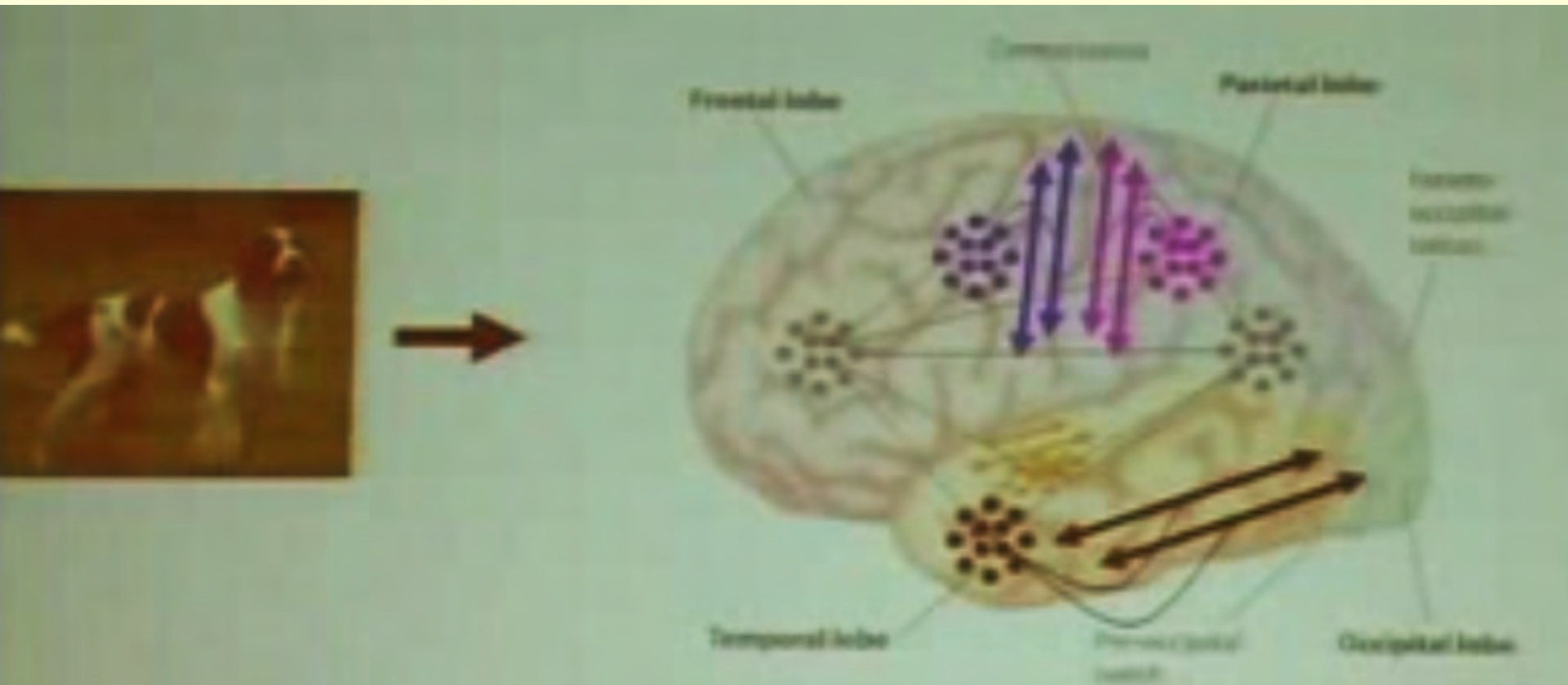
il n'existe pas de frontière étanche entre percevoir et concevoir.



Ainsi, **les concepts et les stimuli** qui proviennent de nos organes sensoriels sont **en interaction permanente** ;

il n'existe pas de frontière étanche entre **percevoir** et **concevoir**.

Évoquer un **concept** active d'ailleurs souvent **plusieurs** zones sensorielles et motrices.



Le cerveau comme une **machine à faire des prédictions** :
(« predictive processing »)

Le cerveau serait fondamentalement une **machine à prédiction** qui projette ses modèles internes sur le monde (de façon « top down »)

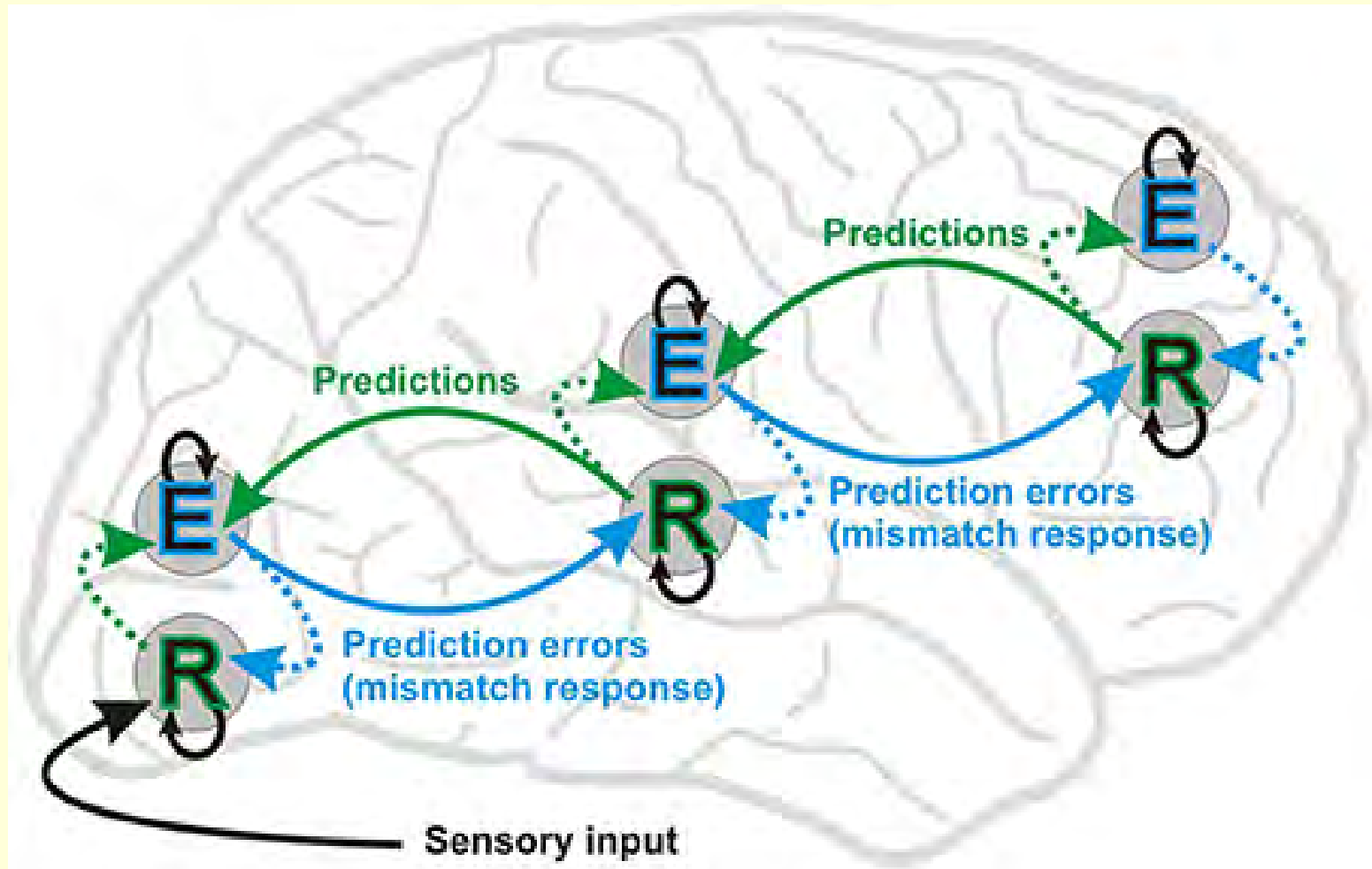
et qui, surtout, utilise les *erreurs* de ses *prédictions* (recueillies de façon « bottom up ») pour modifier ses comportements et/ou ses modèles internes du monde.

Et tout cela se passe inconsciemment la plupart du temps...



Des **prédictions** et des **correction d'erreurs** qui se font à de **multiples niveaux**.

([Friston, 2005, 2008, 2010](http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fnhum.2014.00666/full)). <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fnhum.2014.00666/full>



Brains like that are not cognitive couch-potatoes, passively awaiting the next waves of sensory stimulation.

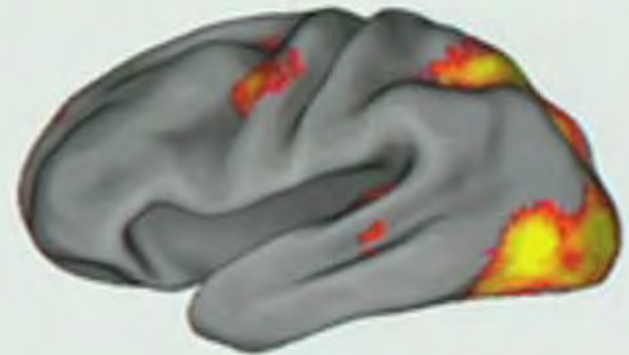
Instead, they are *pro-active prediction engines* constantly trying to anticipate the shape of the incoming sensory signal.

- Andy Clark

An Historical View

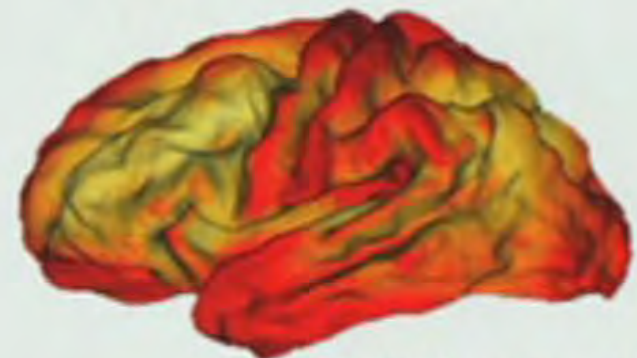
Reflexive

(Sir Charles Sherrington)



Intrinsic

(T. Graham Brown)

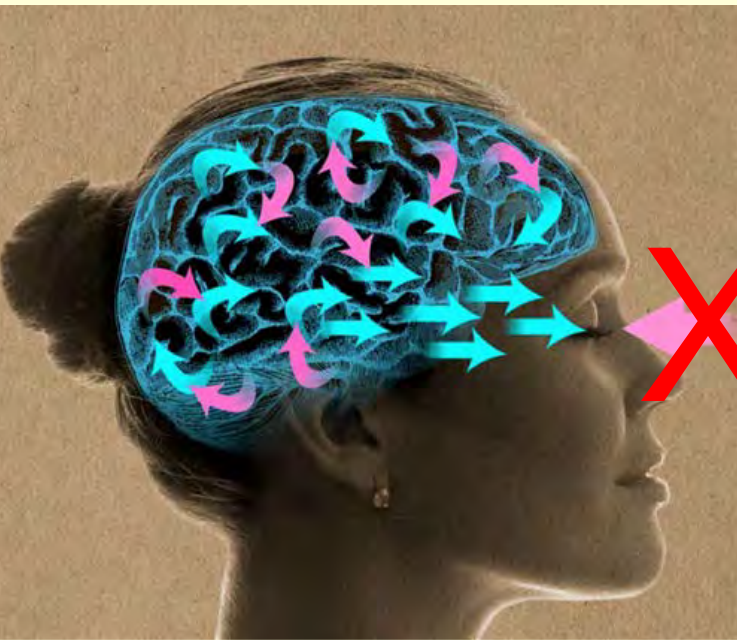


Raichle: Two Views

Lundi, 12 décembre 2016

« La cognition incarnée », séance 14 :

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



L'imagination trouve aussi une explication naturelle dans cette façon de voir les choses.

Si l'on néglige l'apport du « bottom up » sensoriel,

on libère, d'une certaine façon, les modèles génératifs « top down » qui peuvent ainsi, libérés des contraintes du réel, s'en donner à cœur joie dans les scénarios fictifs !

Ou **rêver** au sens propre (car durant notre sommeil paradoxal, on est vraiment coupé des inputs sensoriels).

Enfin, la **perception** et la **compréhension**, vues sous l'angle du « predictive processing », peuvent sembler des phénomènes très proches, écrit Andy Clark.

Car dans cette optique percevoir le monde, c'est déployer un savoir non seulement sur la façon dont le signal sensoriel devrait se présenter à nous, mais aussi sur la façon dont il va probablement changer et évoluer au fil du temps.

Les créatures qui déploient cette stratégie, lorsqu'elles voient des herbes bouger, s'attendent déjà non seulement à voir une proie apparaître, mais à ressentir les sensations de leurs propres muscles se préparant à l'action.

Or un animal qui a ce genre d'emprise sur son monde est déjà profondément impliqué dans la compréhension de ce monde.

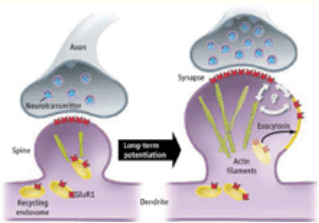
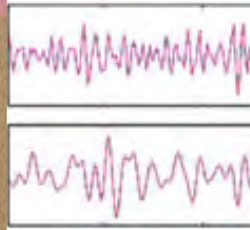


Comme le dit encore Andy Clark : « Peut-être que nous, les humains, et beaucoup d'autres organismes, déployons une stratégie fondamentale, économique et axée sur des prédictions qui s'enracinent dans nos architectures neuronales, et qui permet de **percevoir**, de **comprendre** et **d'imaginer** grâce à cet unique « package deal » »...



Perception et action

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



10^{11} s

10^4 s

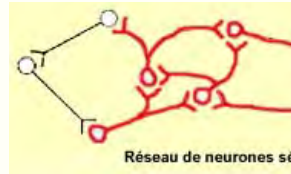
10^6 s

10^{13} s



L'apprentissage

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



Développement
du système nerveux
(incluant des mécanismes
épigénétiques)



Évolution biologique

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