

## Cours 7 :

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

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



# 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- Le développement du système nerveux et sa cartographie anatomique (1980 et +)  
B- Imagerie cérébrale fonctionnelle : voir nos réseaux cérébraux s'activer
- ~~Cours 4:~~ A- Évolution de nos mémoires et rôle de l'hippocampe  
B- Apprendre à associer, de la liste d'épicerie aux championnats de mémoire
- ~~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!

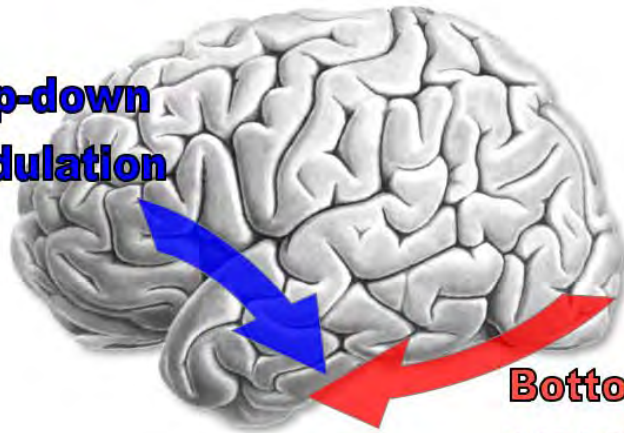
## Cours 7 :

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

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



**Top-down  
modulation**



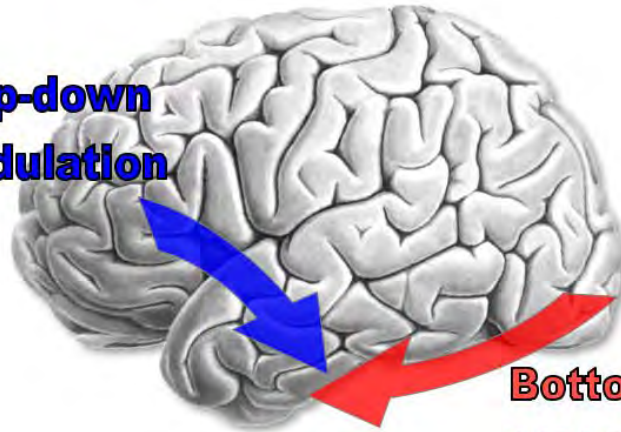
**Bottom-up  
processing**



Les « fonctions exécutives » sont une famille de processus typiquement « **top down** ».



**Top-down  
modulation**



**Bottom-up  
processing**

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 :

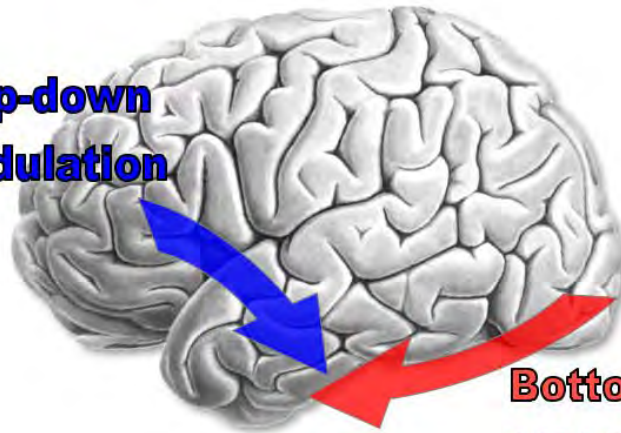
- la mémoire de travail
- le contrôle inhibiteur
- la flexibilité cognitive

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**



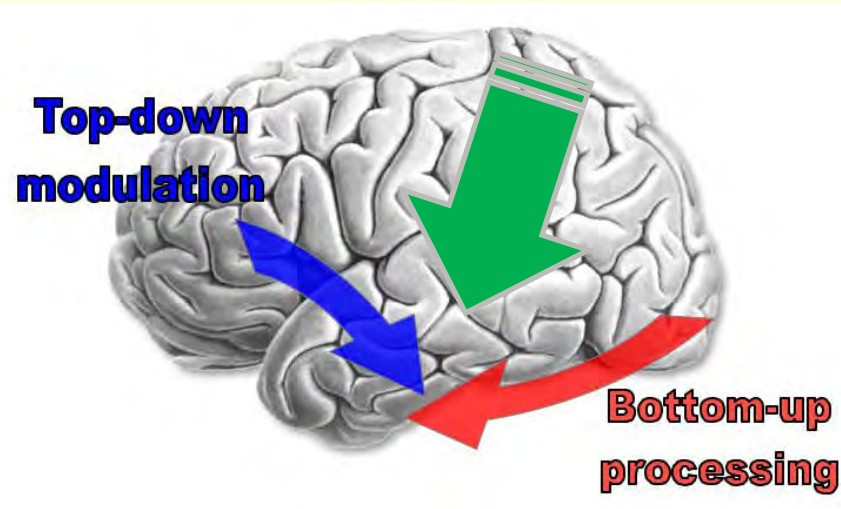
**Bottom-up  
processing**

(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**.

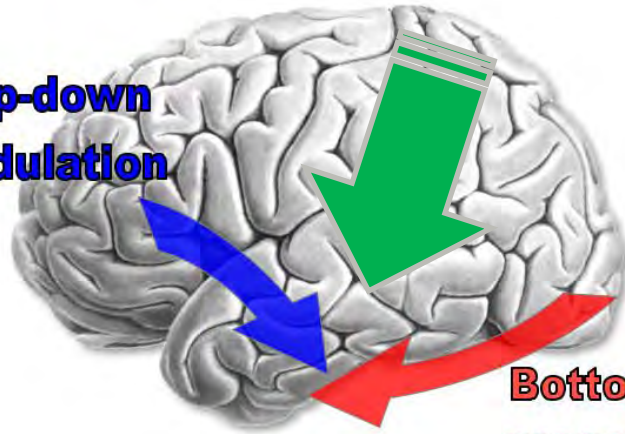


Quand on parle de flexibilité cognitive, de penser "outside the box" =

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



**Top-down modulation**

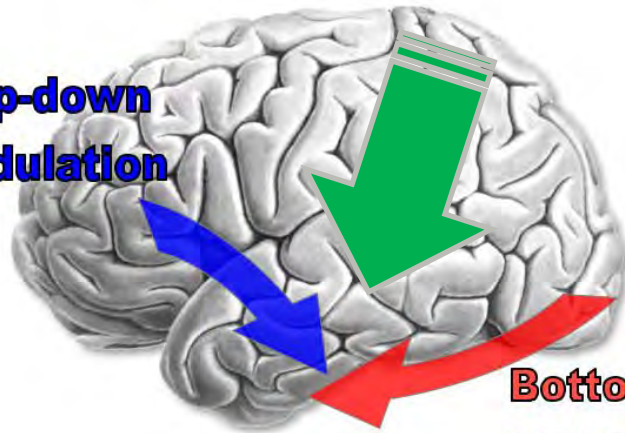


**Bottom-up processing**





**Top-down  
modulation**

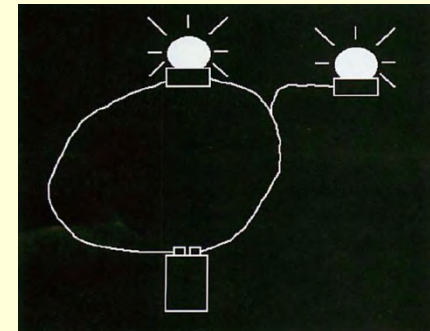


**Bottom-up  
processing**

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



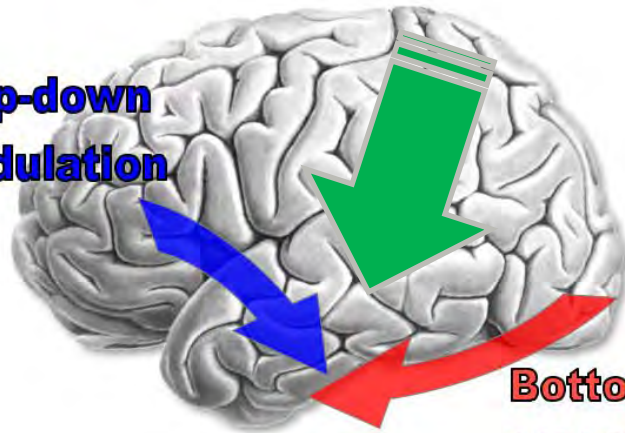
innées....



ou acquises....

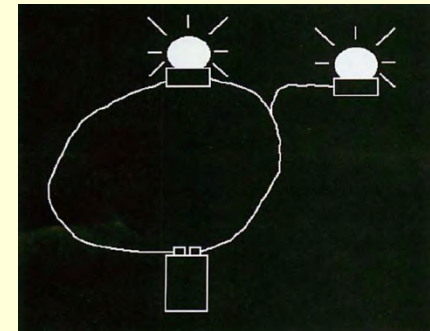


**Top-down  
modulation**



**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.

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

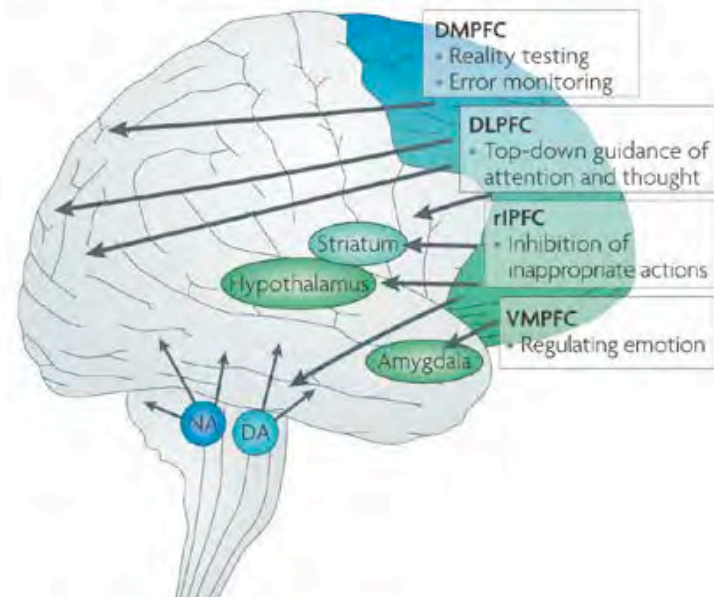
# Le contrôle inhibiteur



## 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 :

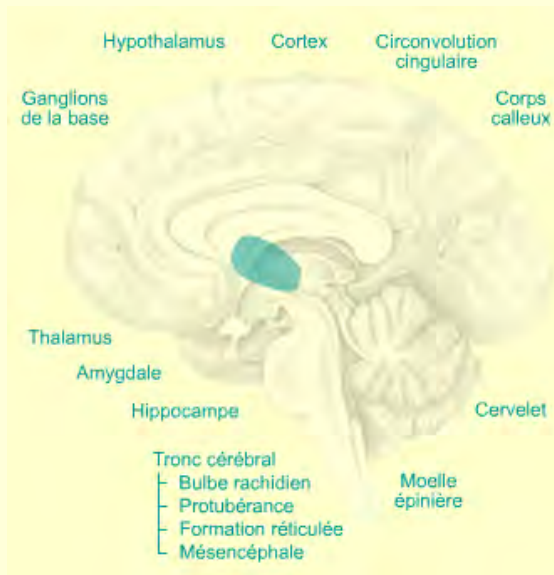
**Le BLOGUE** du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

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/>

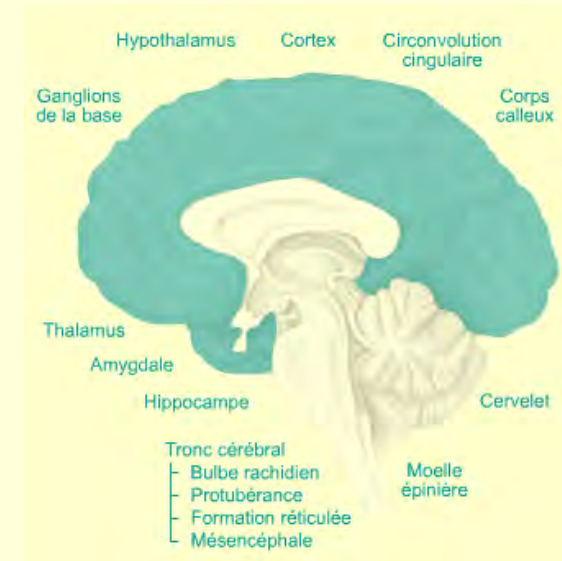
un premier type **rapide, automatique et inconscient;**

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.

## 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 ».

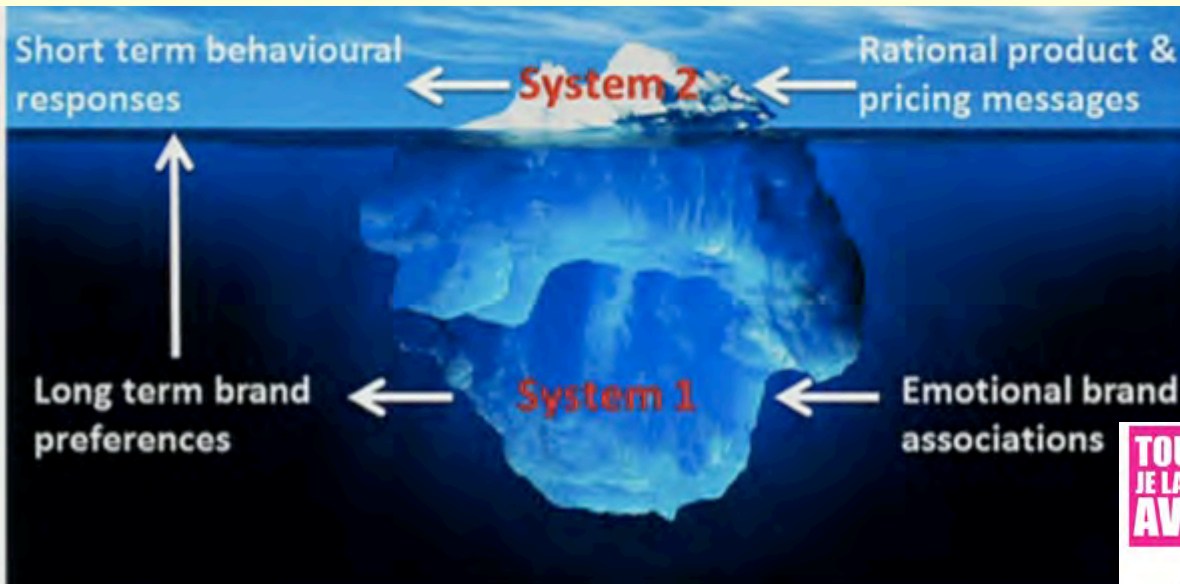
Leur cerveau applique l'automatisme « les = pluriel = s ».

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

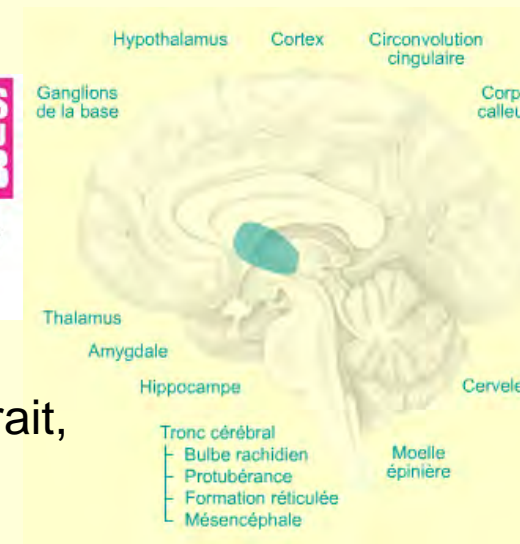
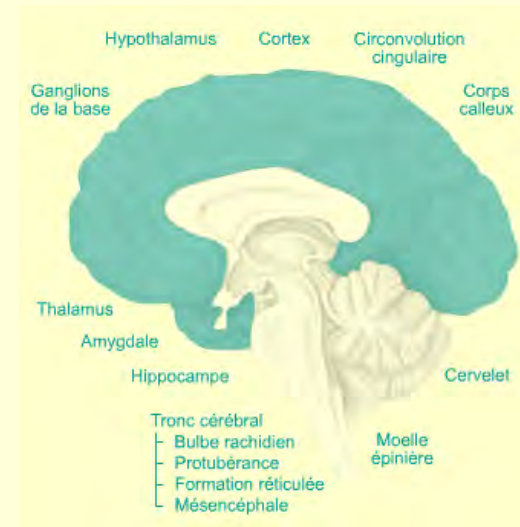
[Science et Vie Hors série #278, Mars **2017**, p.30]



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](http://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>

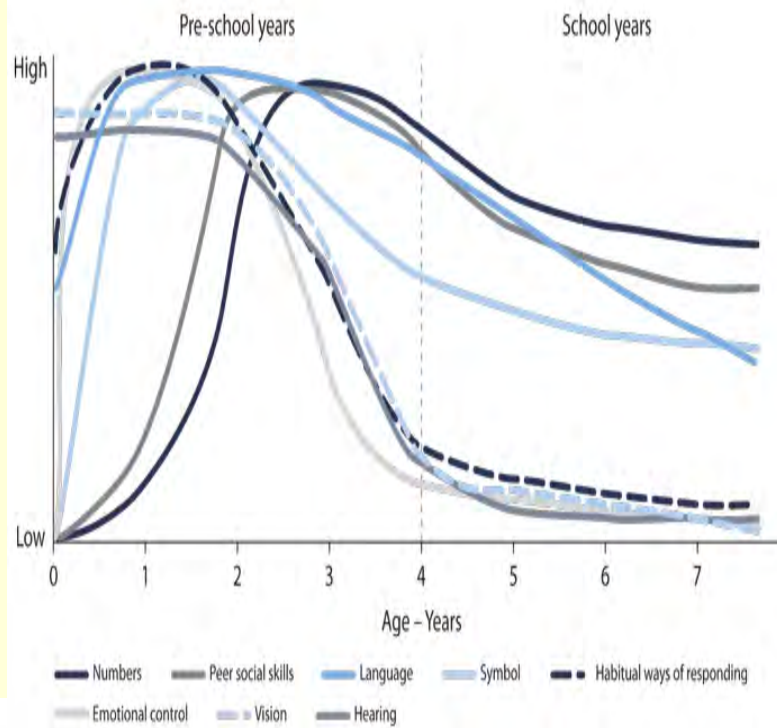
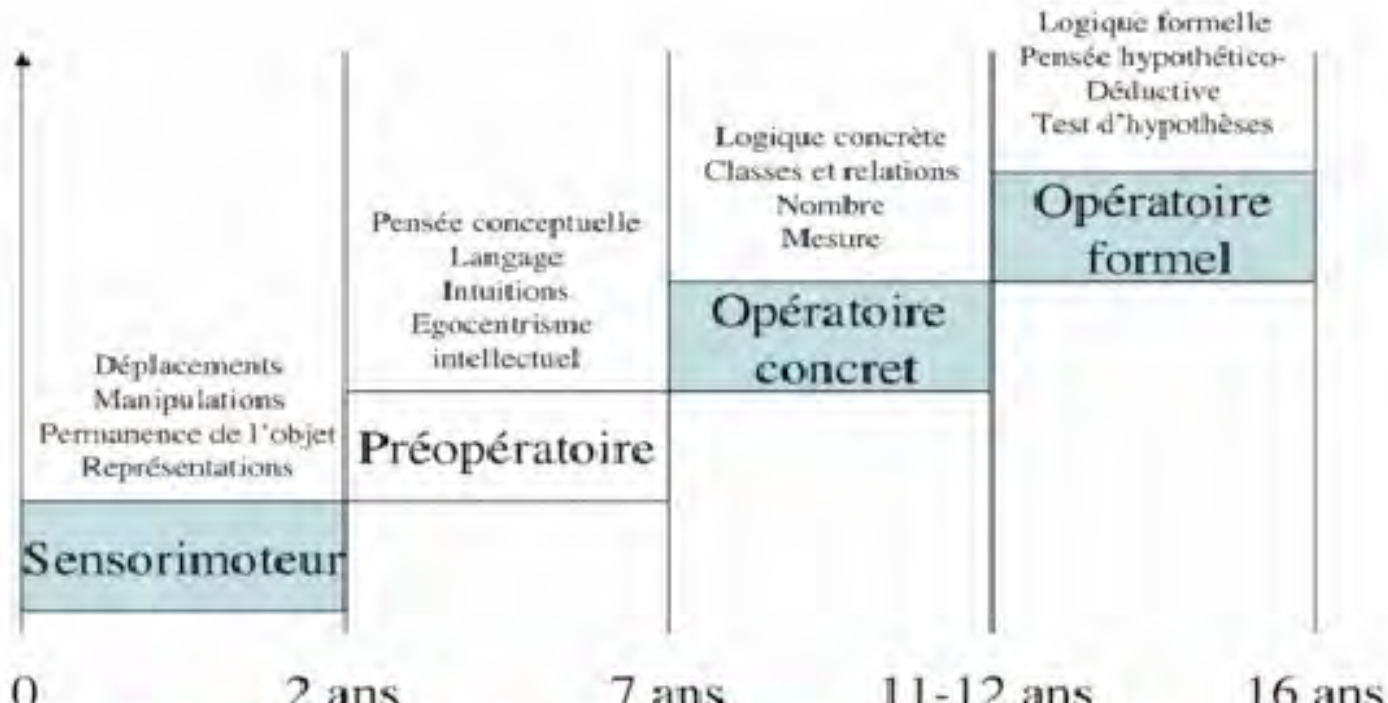


« En revanche, je ne suis pas d'accord avec son « **modèle de l'escalier** » :

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**

Objectivité - Rationalité

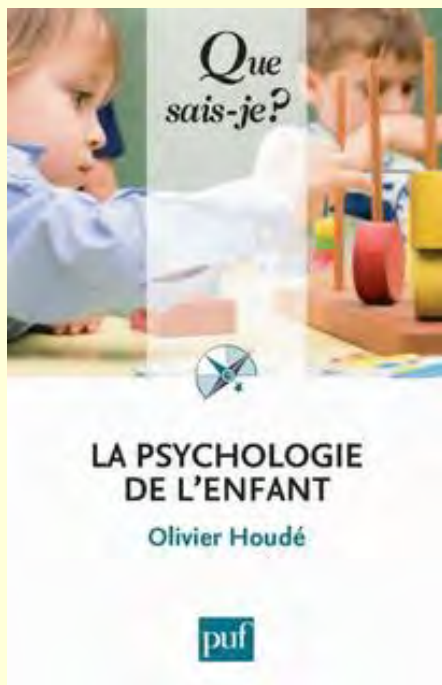


« Il y a encore des étapes qui surviennent avant d'autres,

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.

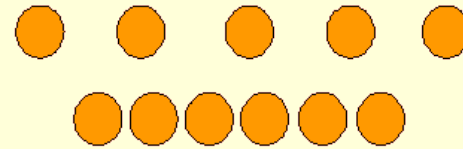
Selon Piaget, cela signifie que l'enfant d'école maternelle n'a pas encore acquis la notion de nombre.



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 Substraction 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%2FPSYC3050-1\\_ROBERTS%2FPSYC3050\\_Large\\_Number\\_Addition.pdf&usq=AFQjCNFKefB12cR-dpljwudrohZrcNKBFw](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%2FPSYC3050-1_ROBERTS%2FPSYC3050_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.

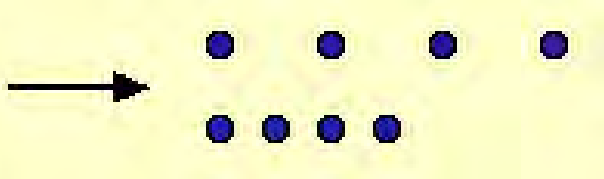
Au niveau cérébral, il semble que le **cortex préfrontal** soit fortement impliqué dans ce processus de **contrôle et d'inhibition**.

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





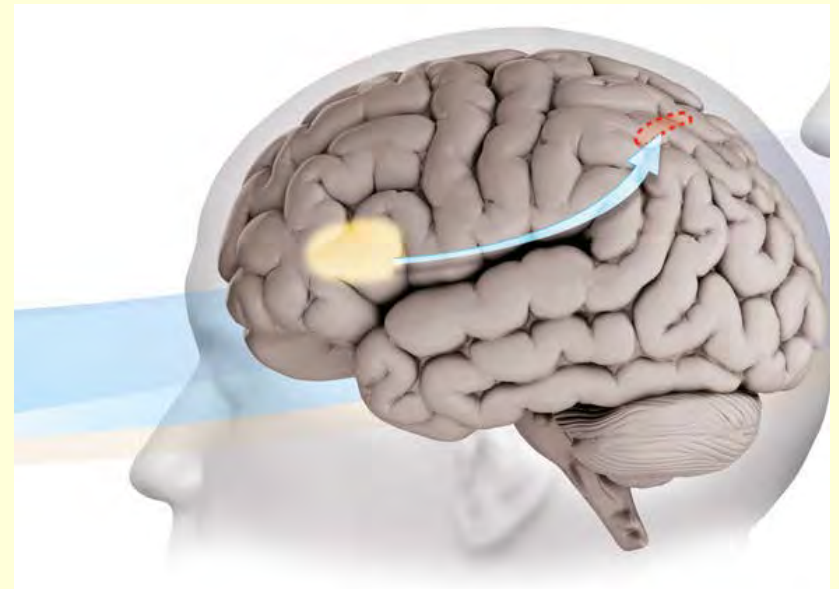
Ce que l'équipe de Houdé a mis en évidence, c'est que vers l'âge de 6-7 ans, ou avec l'aide d'un parent avant, **l'enfant parvient à mettre entre parenthèses sa croyance spontanée** pour examiner la situation au moyen de ses outils logiques.



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

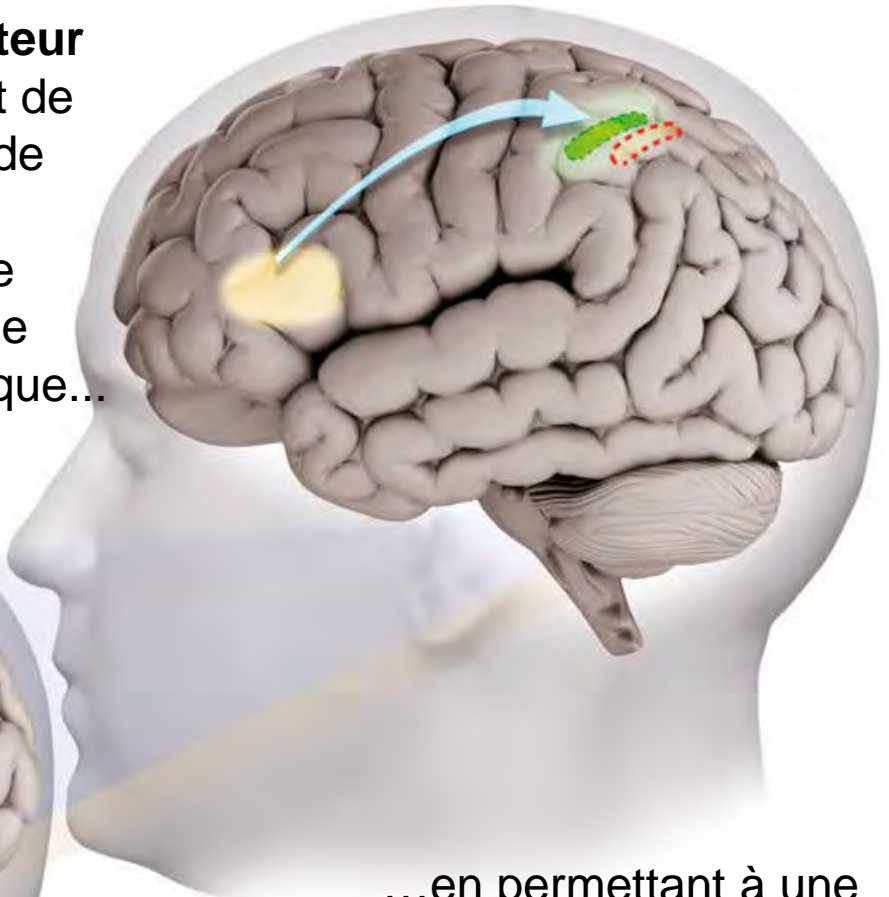
Or on sait que les neurones de cette régions projettent leur axone vers d'autres zones du cerveau impliquées dans ces automatismes de pensée

(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

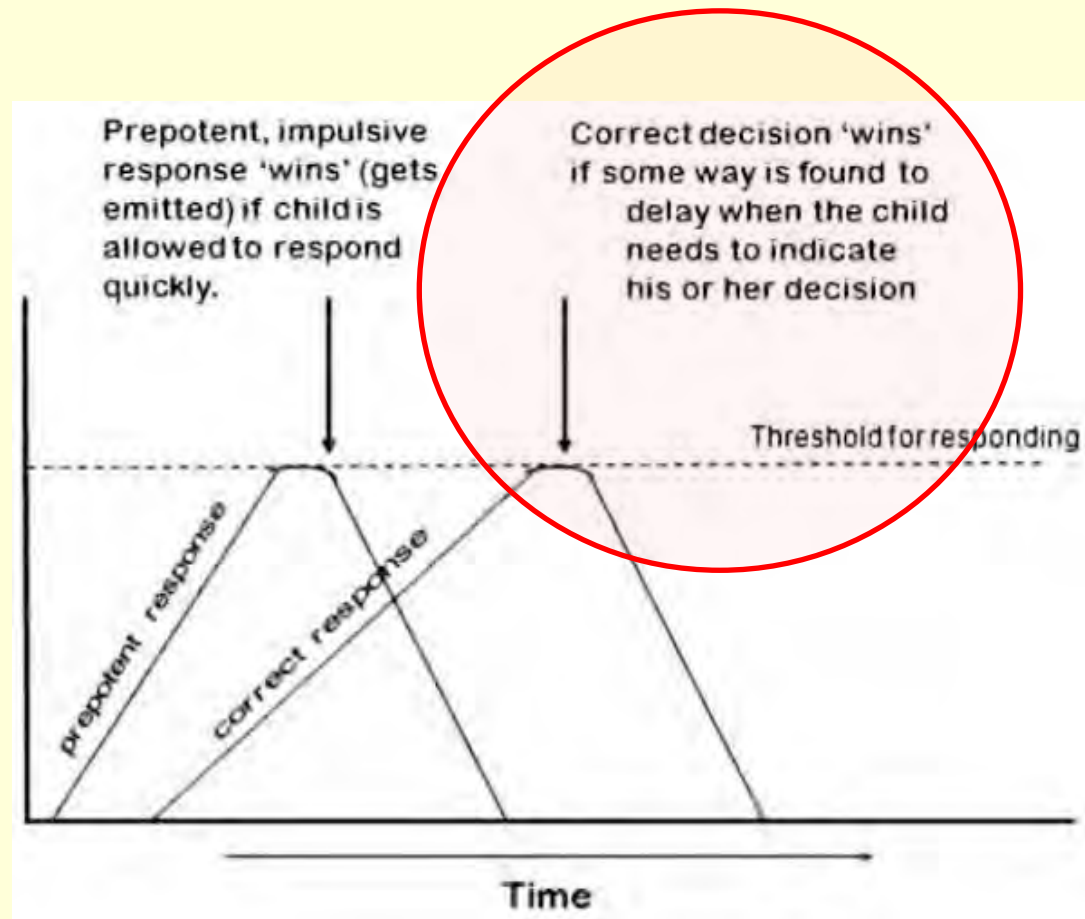


2

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).

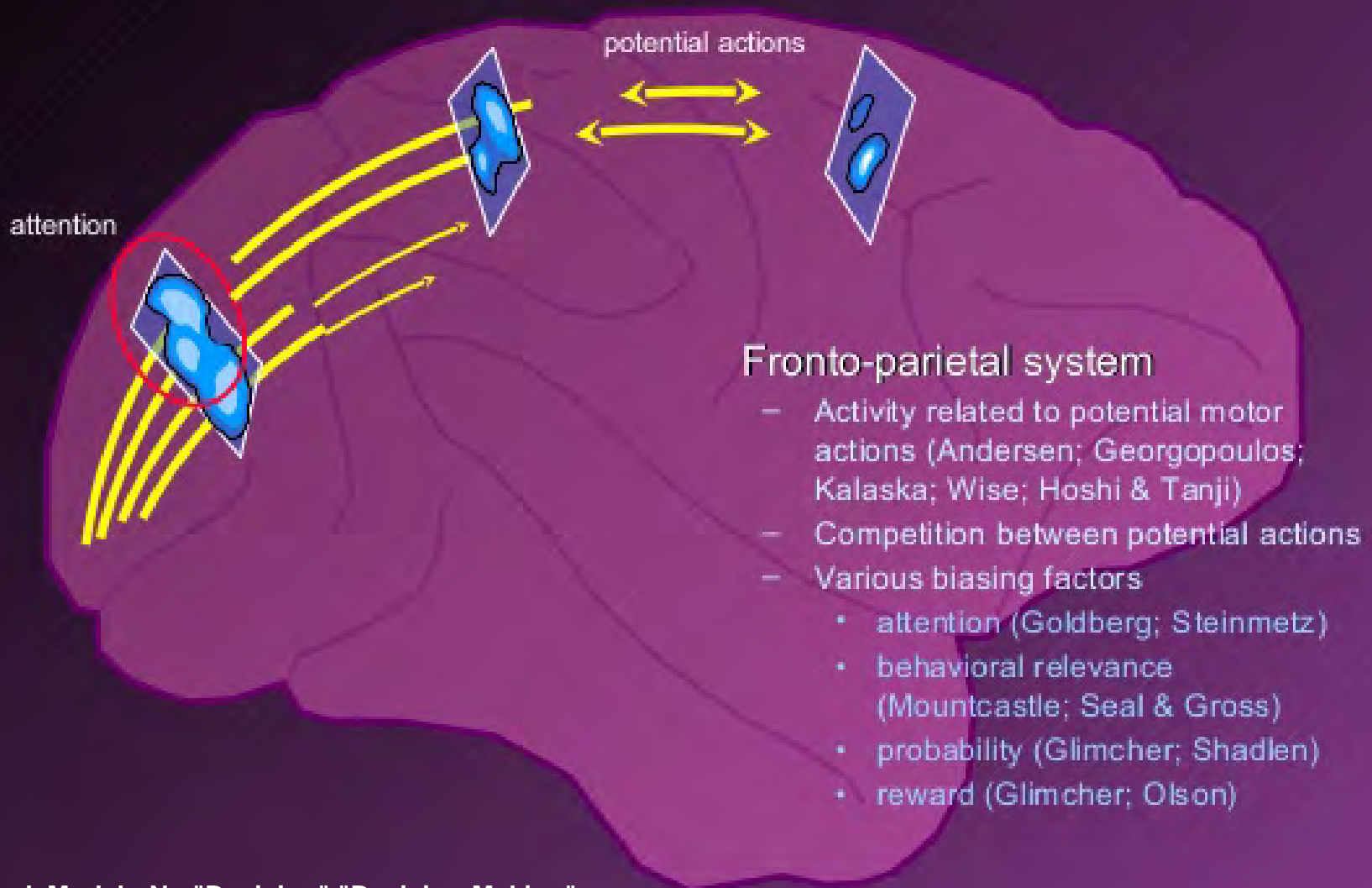
Lundi, 2 novembre 2015

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

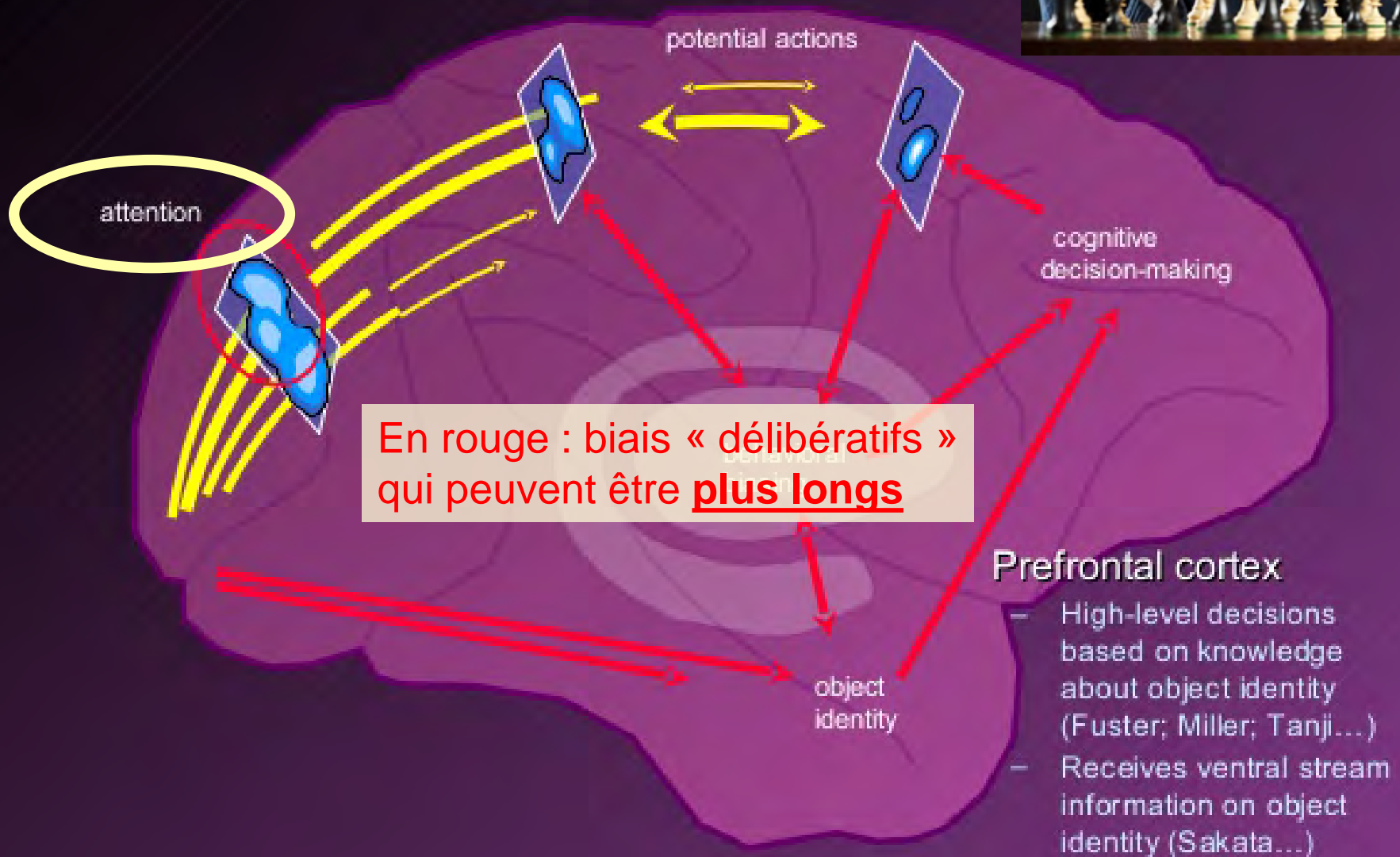
[www.blog-lecerveau.org/blog/2015/11/02/linhibition-prefrontale-a-la-rescousse-de-lesprit-critique/](http://www.blog-lecerveau.org/blog/2015/11/02/linhibition-prefrontale-a-la-rescousse-de-lesprit-critique/)



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.**

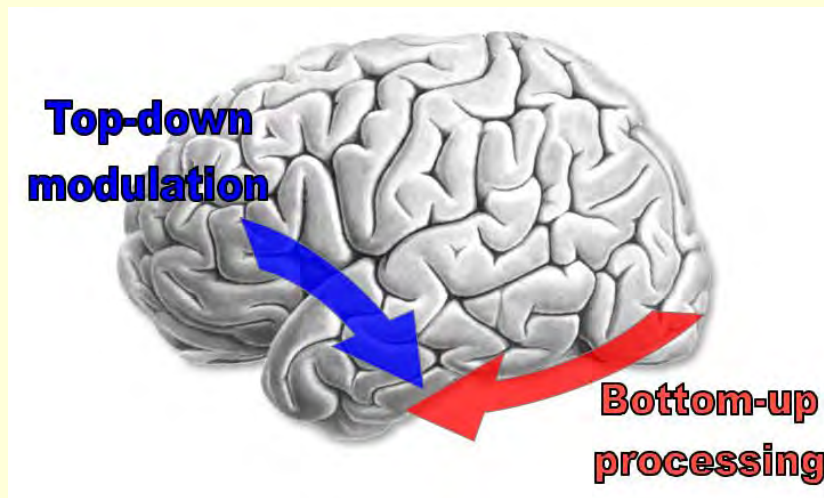


## Cours 7 :

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.



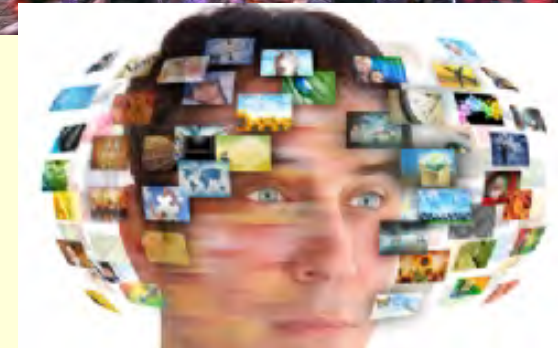
**Le BLOGUE** du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

## 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](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](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.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](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...)

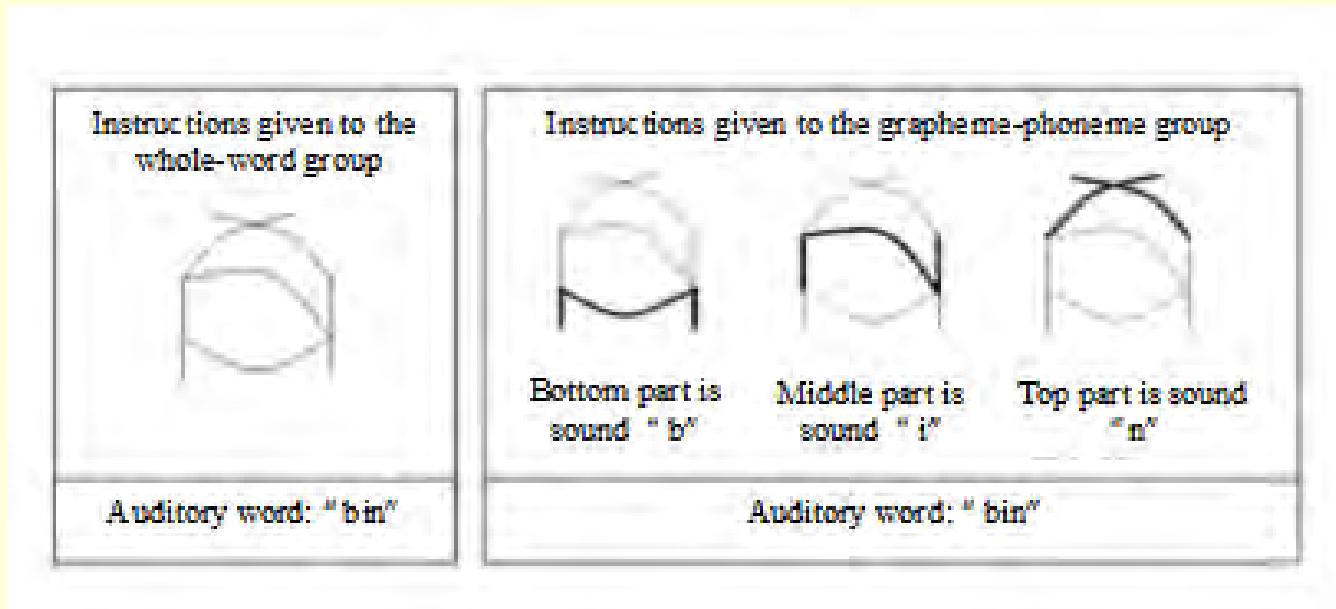
« **multitasking** » → on peut apprendre à alterner rapidement entre **deux** tâches (mais si on introduit une 3<sup>e</sup> tâches, les performances chutent...)

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

Émilie Auvrouin (2010)

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

## 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 »



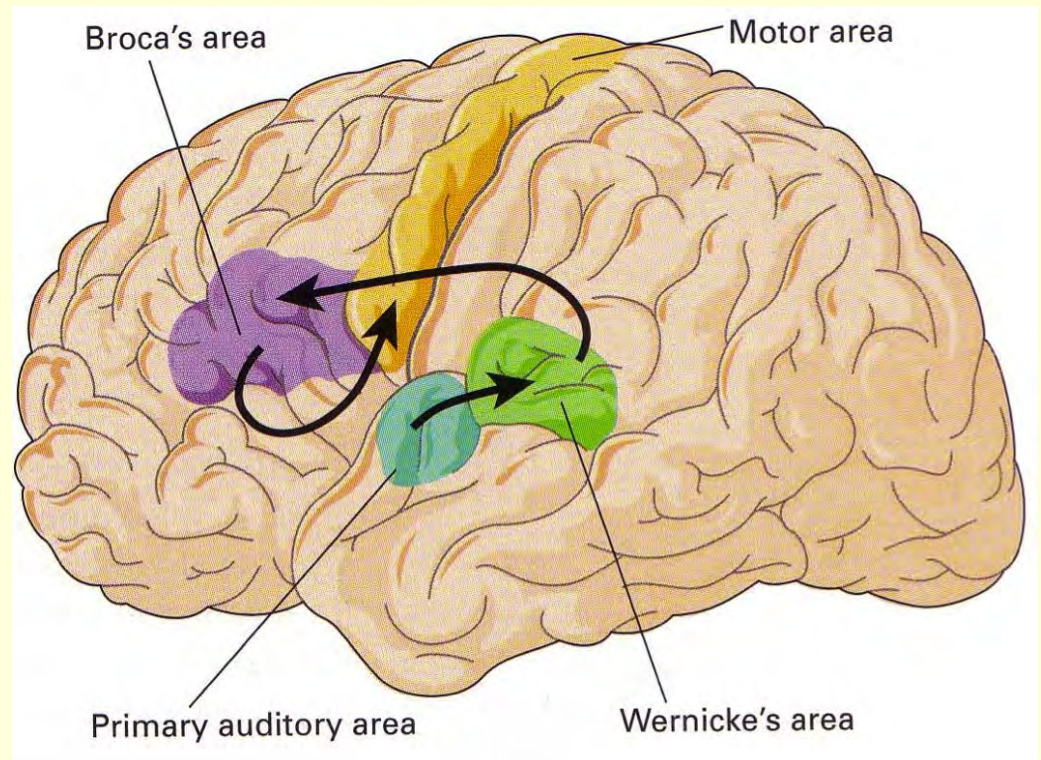


**Des lésions au lobe temporal** amènent pour leur part des

« **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.

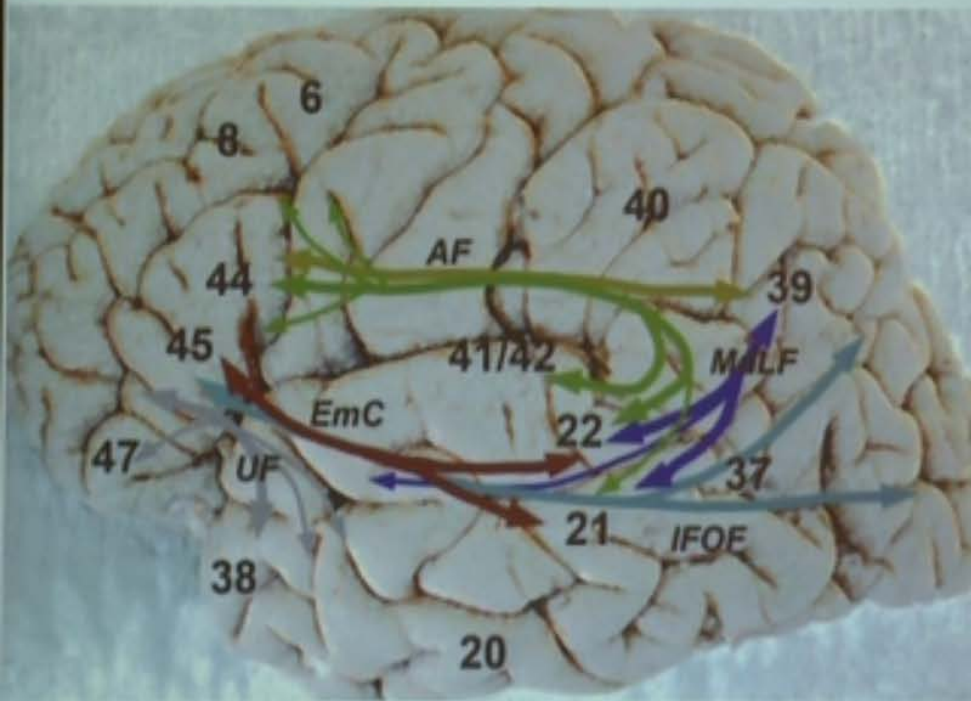


Fig. 4. Connectivity scheme of human language-related areas.

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

Faisceau arqué (*arcuate fasciculus*)

Capsule extrême

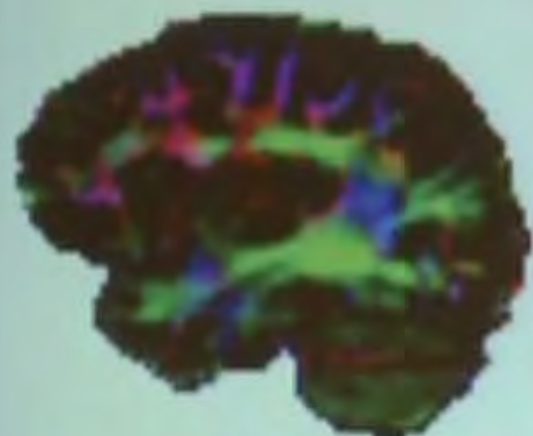
Faisceau unciné (*uncinate fasciculus*)



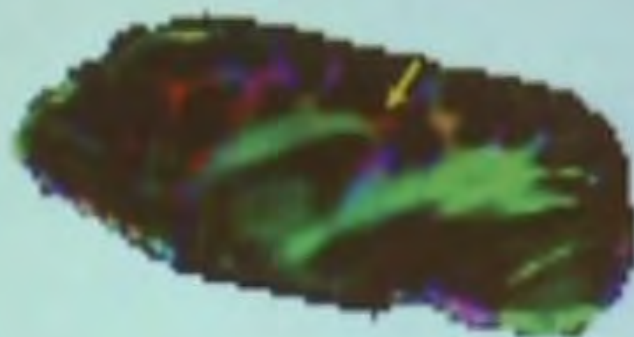


## La projection du faisceau arqué en direction du lobe temporal est particulièrement développée chez l'homme.

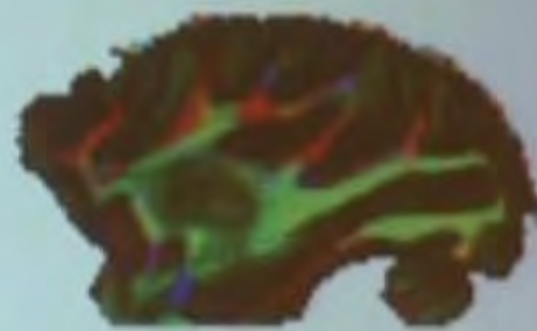
Rilling, J. K., Glasser, M. F., Preuss, T. M., Ma, X., Zhao, T., Hu, X., & Behrens, T. E. (2008). The evolution of the arcuate fasciculus revealed with comparative DTI. *Nat Neurosci*, 11(4), 426-8.



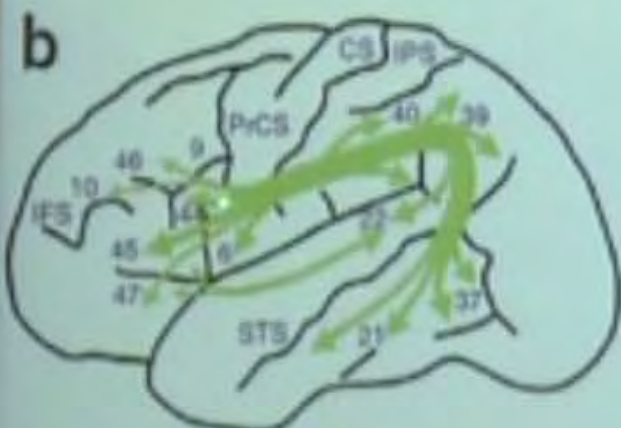
Human



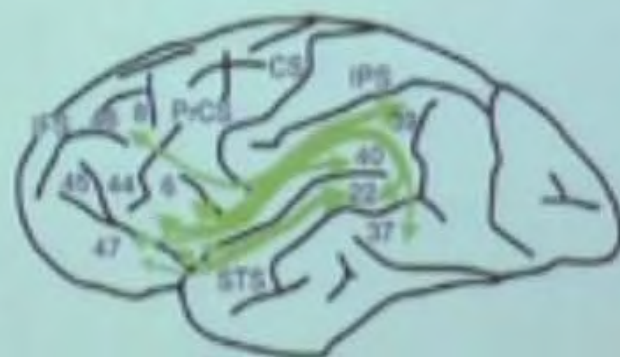
Chimpanzee



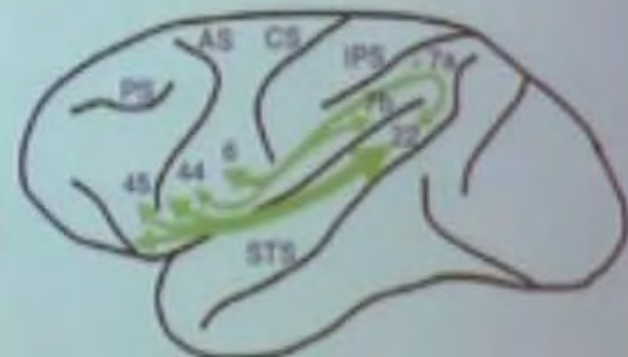
Macaque



Human



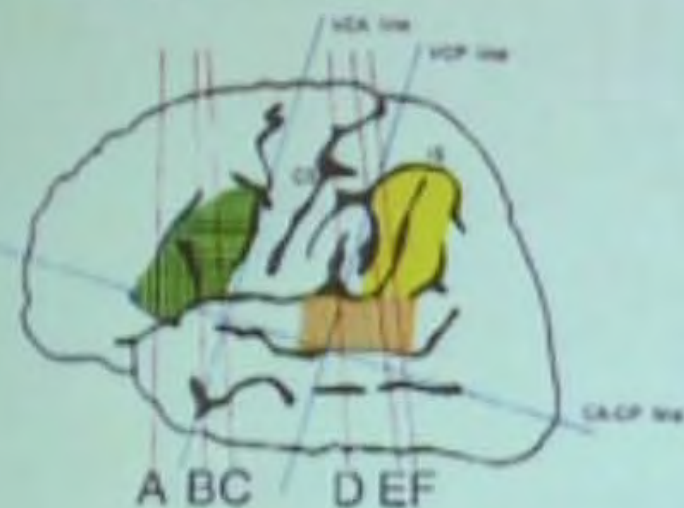
Chimpanzee



Macaque

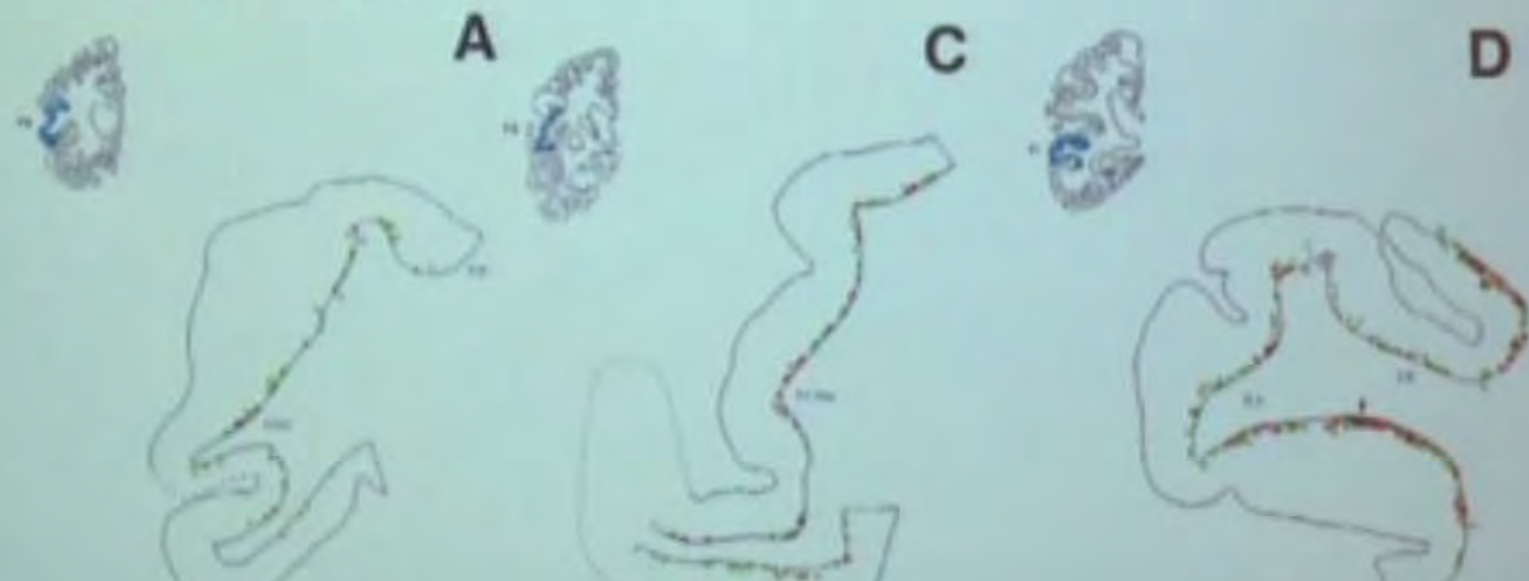
## Les aires du langage reçoivent de nombreuses connexions à longue distance, y compris en provenance de l'hémisphère droit.

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 ?

STANISLAS DEHAENE

### LES NEURONES DE LA LECTURE



préface de  
Jean-Pierre Changeux

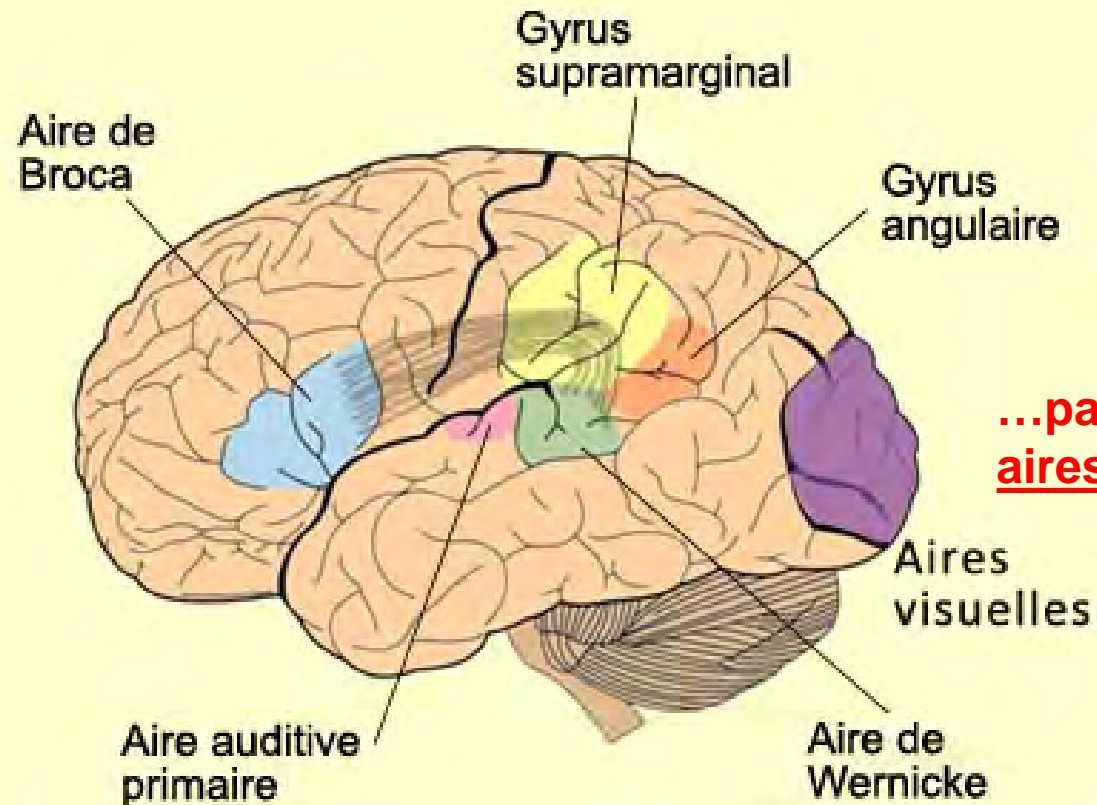


(2007)



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

(« whatever  
that means... »)

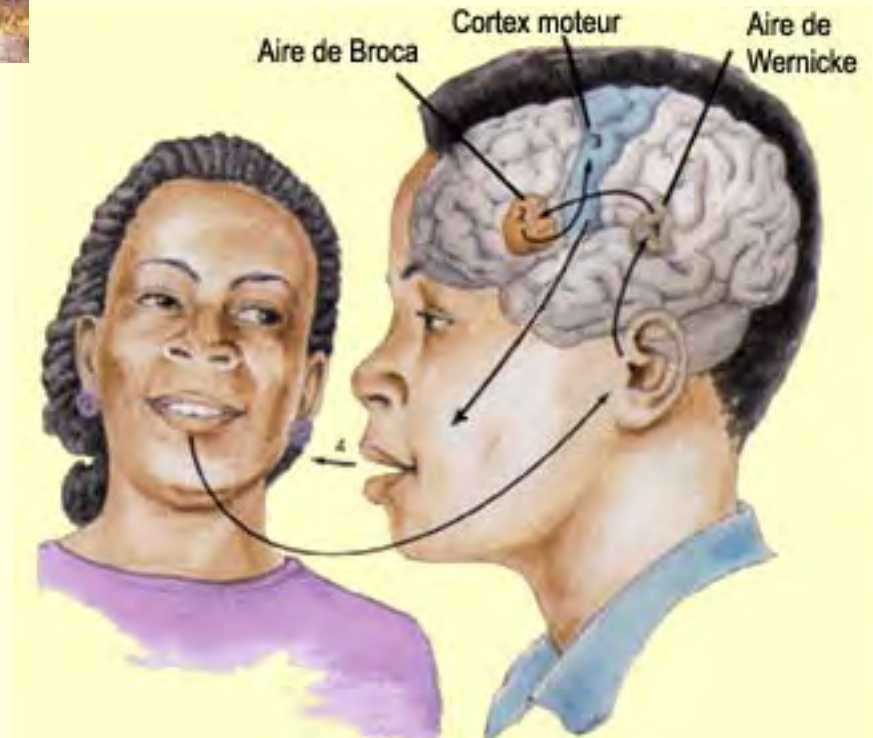


**...par les  
aires visuelle !**

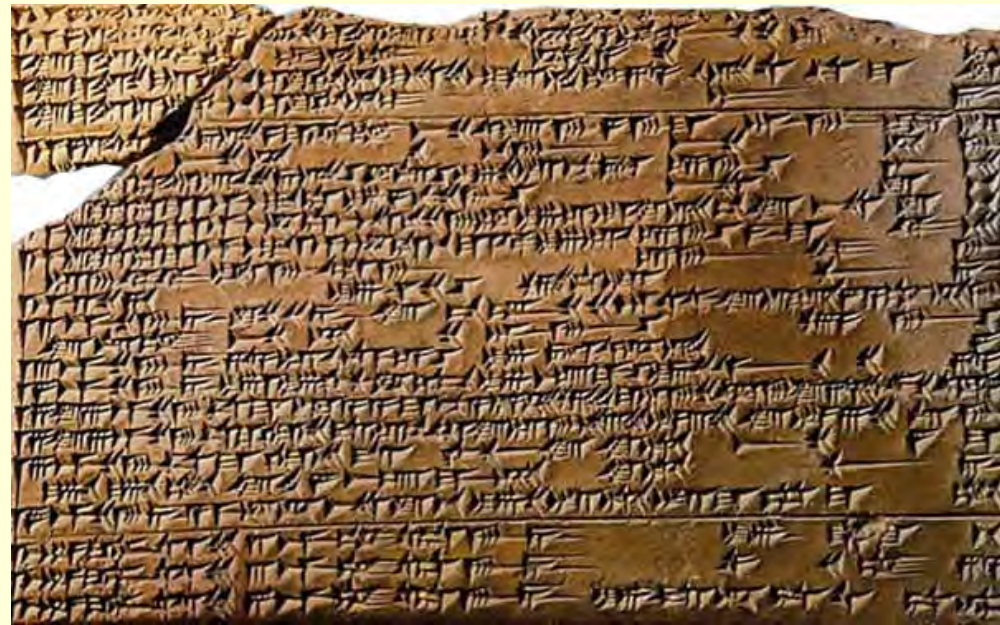


Car si des circuits cérébraux ont pu être **sélectionnés pour le langage oral** durant l'hominisation...

(des centaines de milliers d'années)





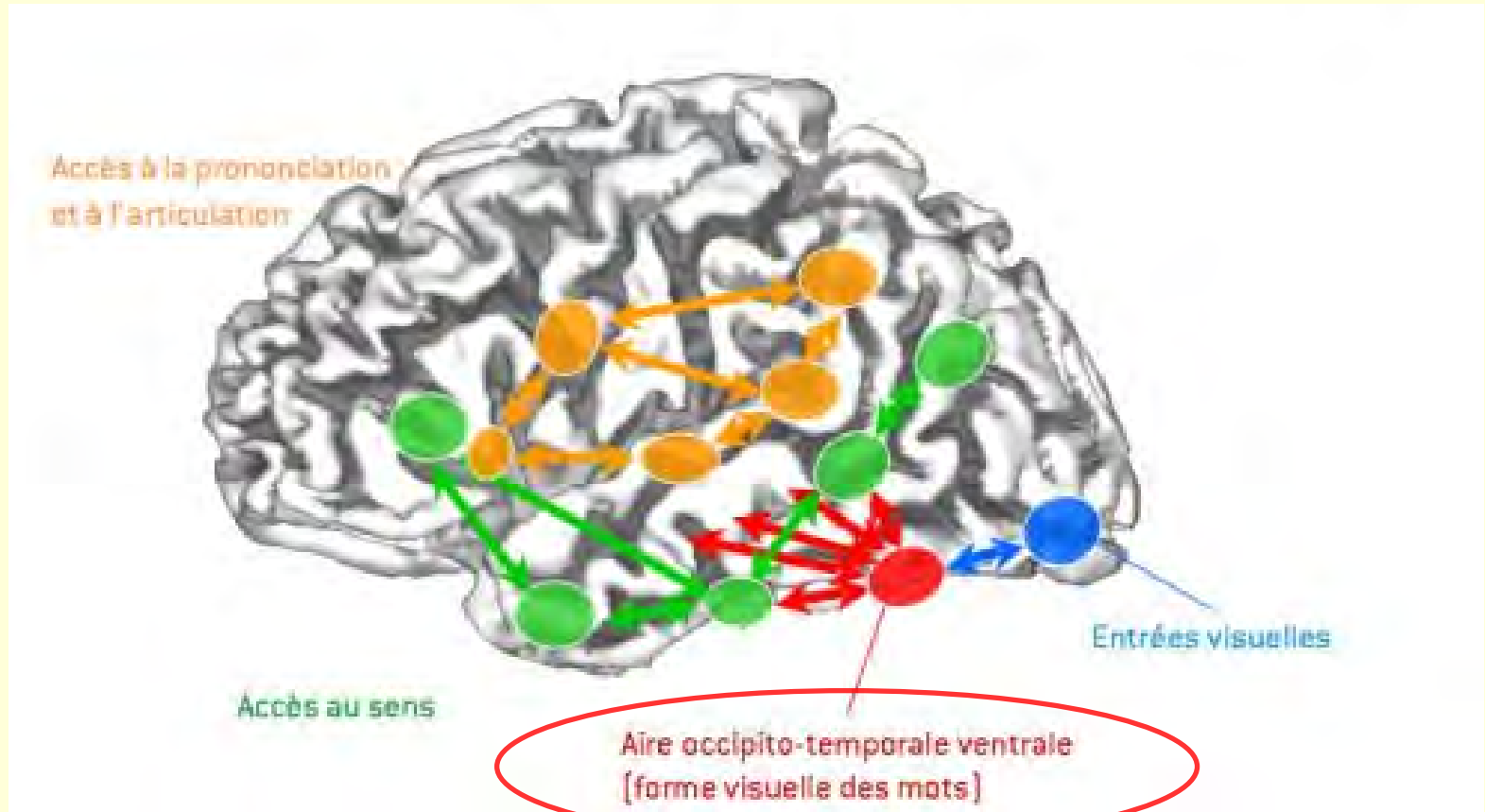


...il est difficile d'imaginer  
des circuits cérébraux  
**sélectionnés pour l'écriture.**

(quelques milliers d'années)

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

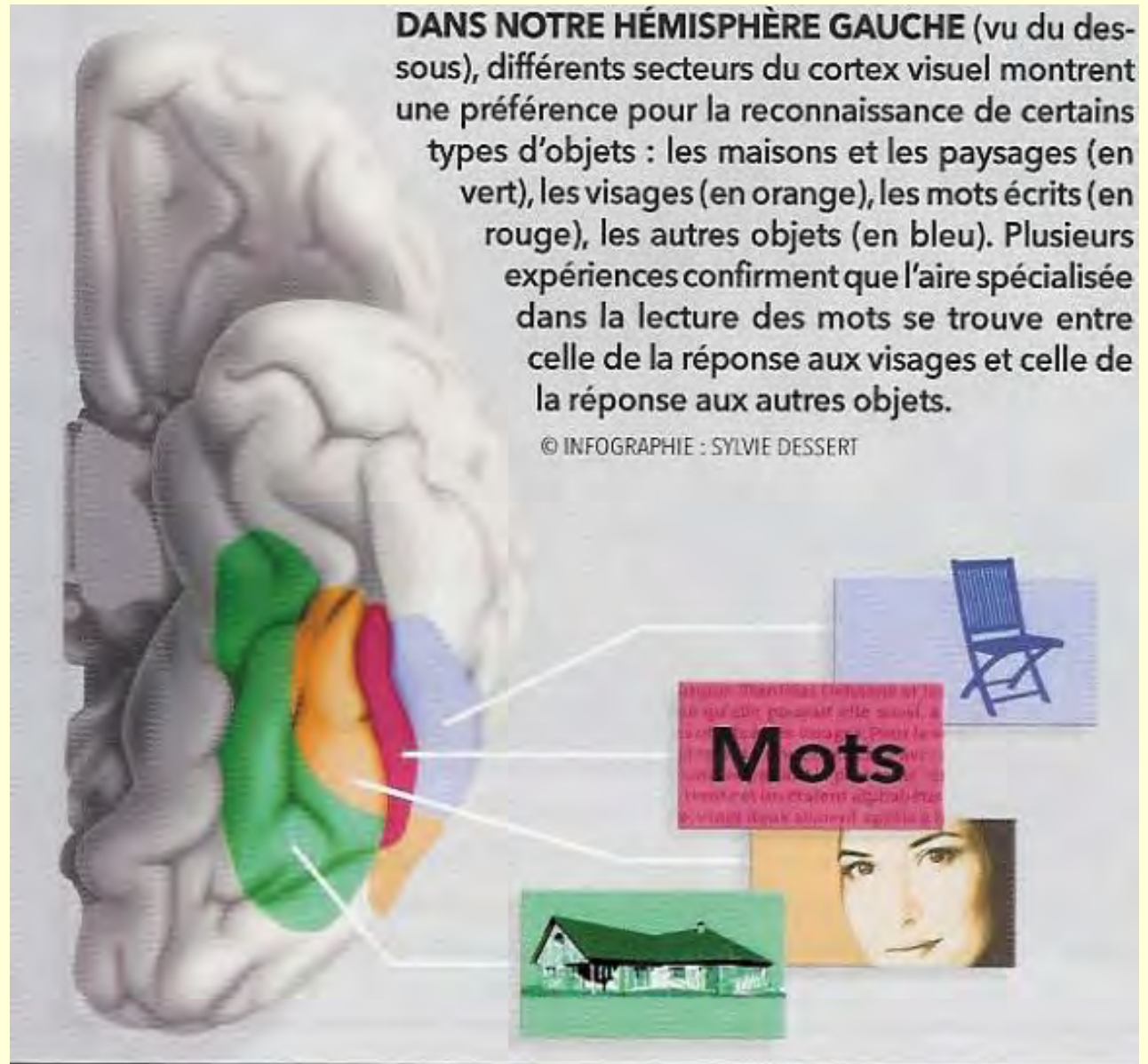
Et pourtant il y a une région, l'aire **occipito-temporale ventrale gauche**, qui s'active systématiquement lorsqu'une personne lit.



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

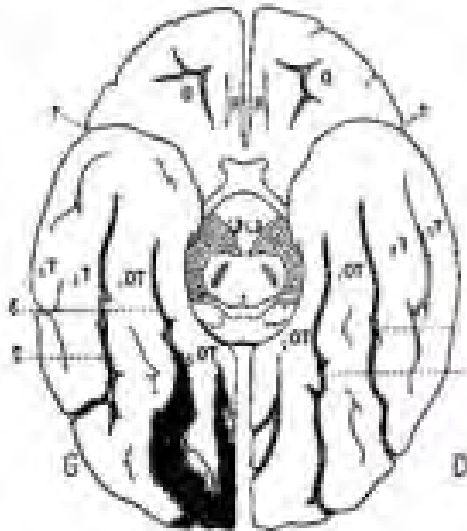
**cortex ventral occipito-temporal gauche.**



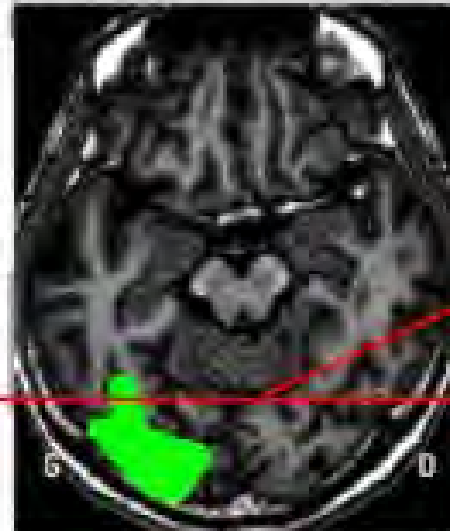


La lésion de cette région entraîne une « **alexie pure** »

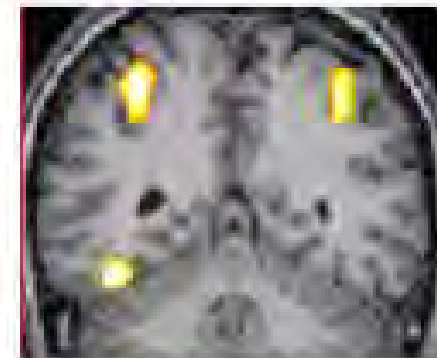
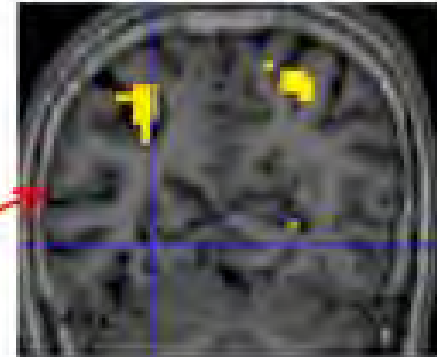
Déjerine, 1892



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**,

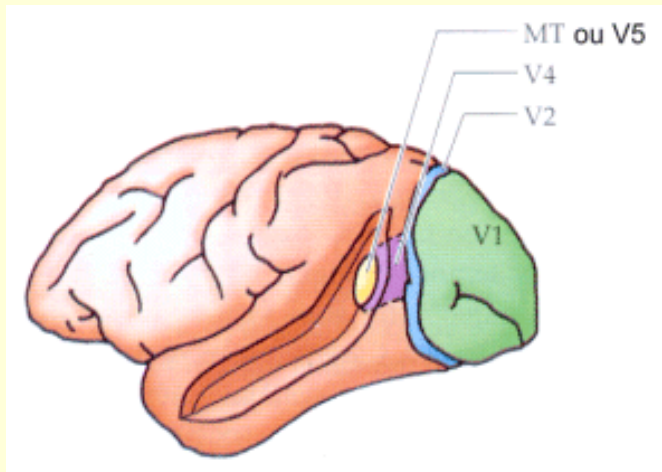
pour l'adapter à la reconnaissance des formes **des lettres des systèmes d'écriture**.



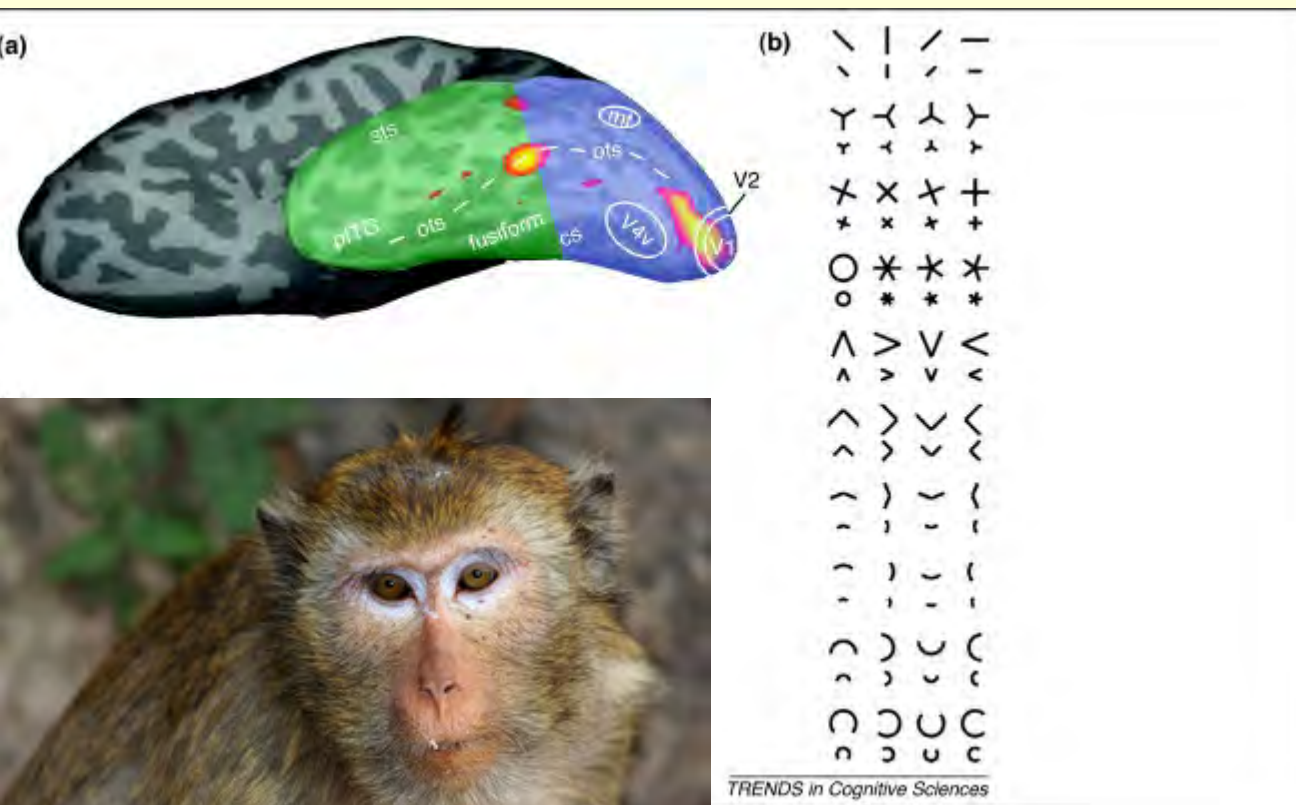
Chez le singe macaque :



- 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...

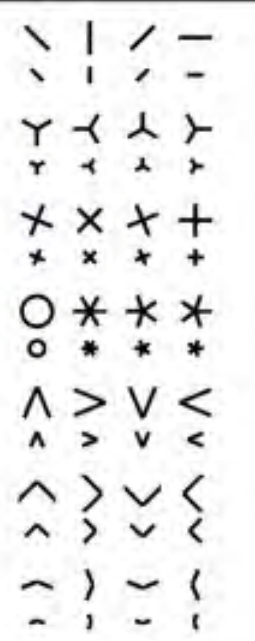


Il y a donc déjà, dans le cerveau du singe, des neurones répondant à un véritable alphabet de ces formes simples qui l'aident à percevoir les objets multiformes présents dans la nature.

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**.

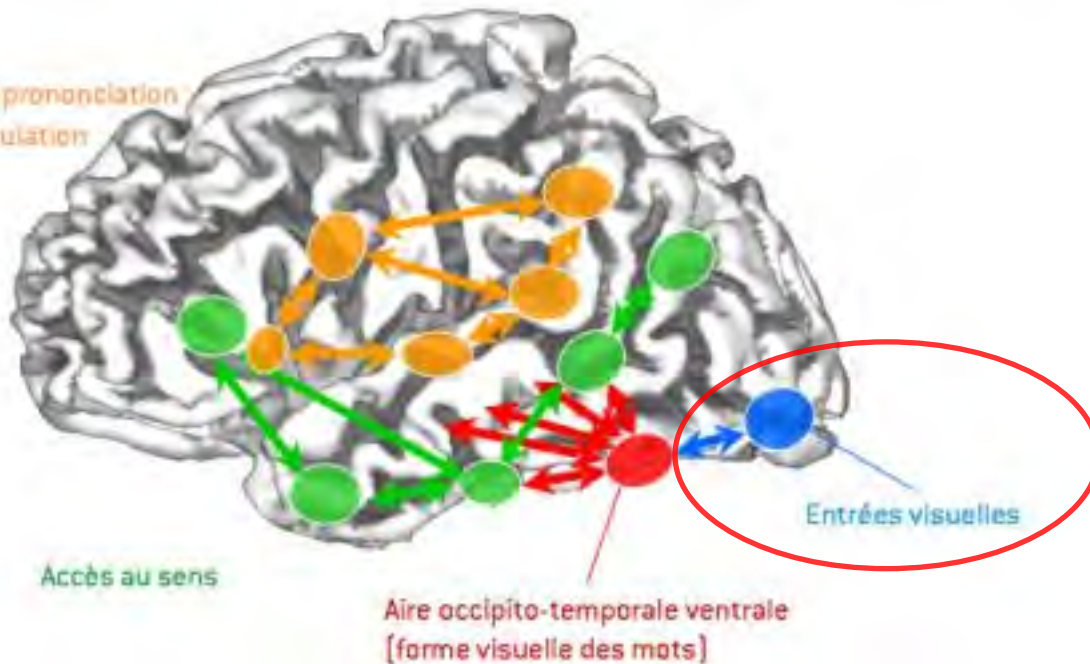
Le **recyclage neuronal** est donc rendu possible par des systèmes d'écriture qui prennent parti de notre facilité à détecter ces formes particulières fréquentes dans la nature.

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

## L'architecture cérébrale de lecture

Reconnaissance d'un mot en 300 ms

Accès à la prononciation  
et à l'articulation

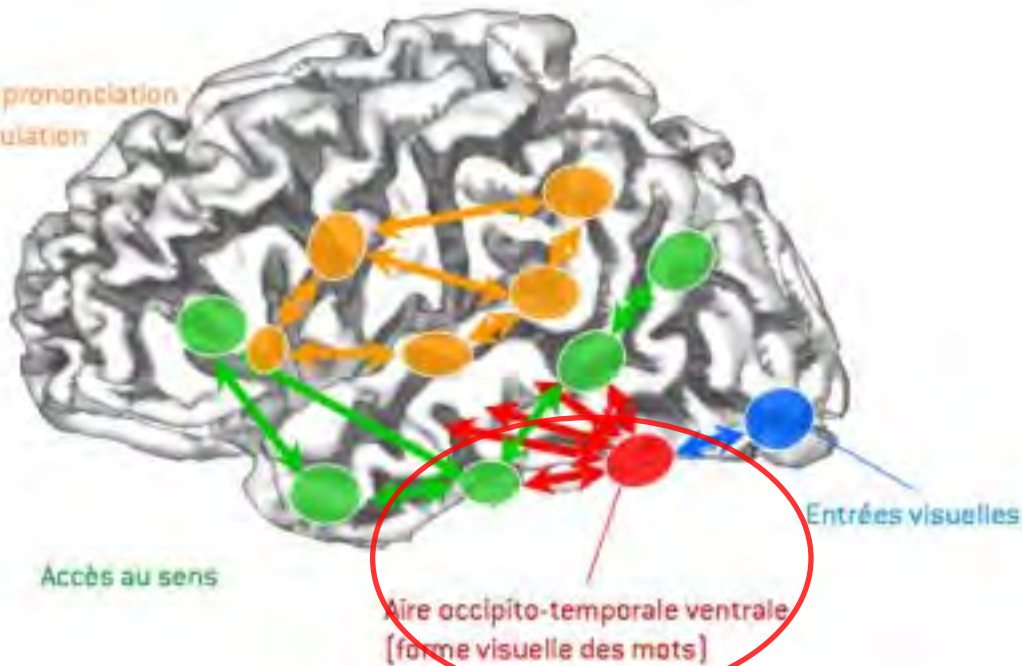


Durant la lecture,  
l'activation débute  
dans le pôle **occipital**,  
**vers 100 ms**,

## L'architecture cérébrale de lecture

Reconnaissance d'un mot en 300 ms

Accès à la prononciation  
et à l'articulation



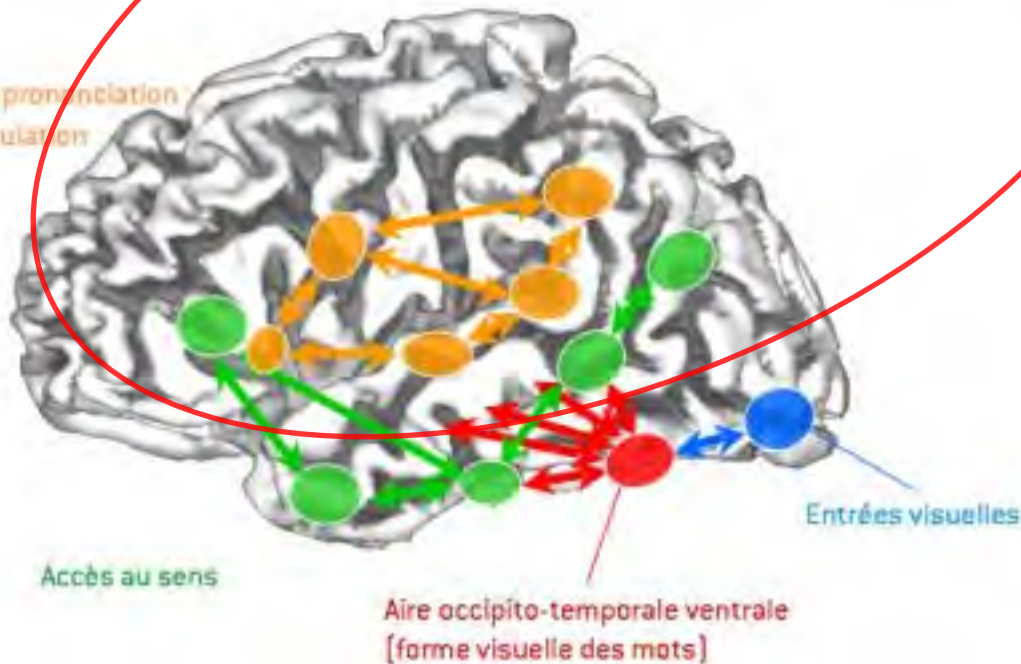
Durant la lecture,  
l'activation débute  
dans le pôle **occipital**,  
**vers 100 ms**,

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

## 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**,

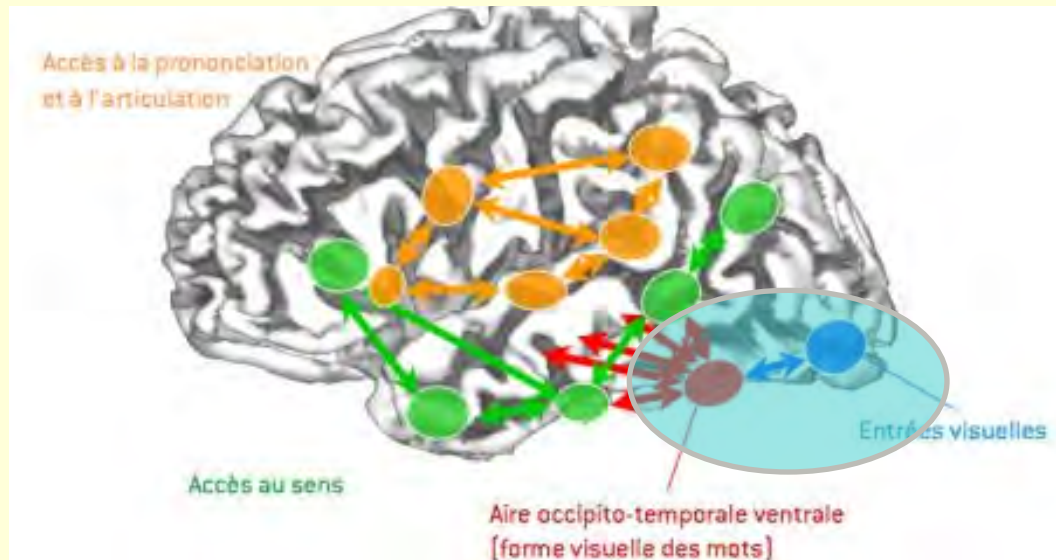
puis **vers 170 ms**  
elle s'étend à la région  
**occipito-temporale**  
**gauche**.

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 »

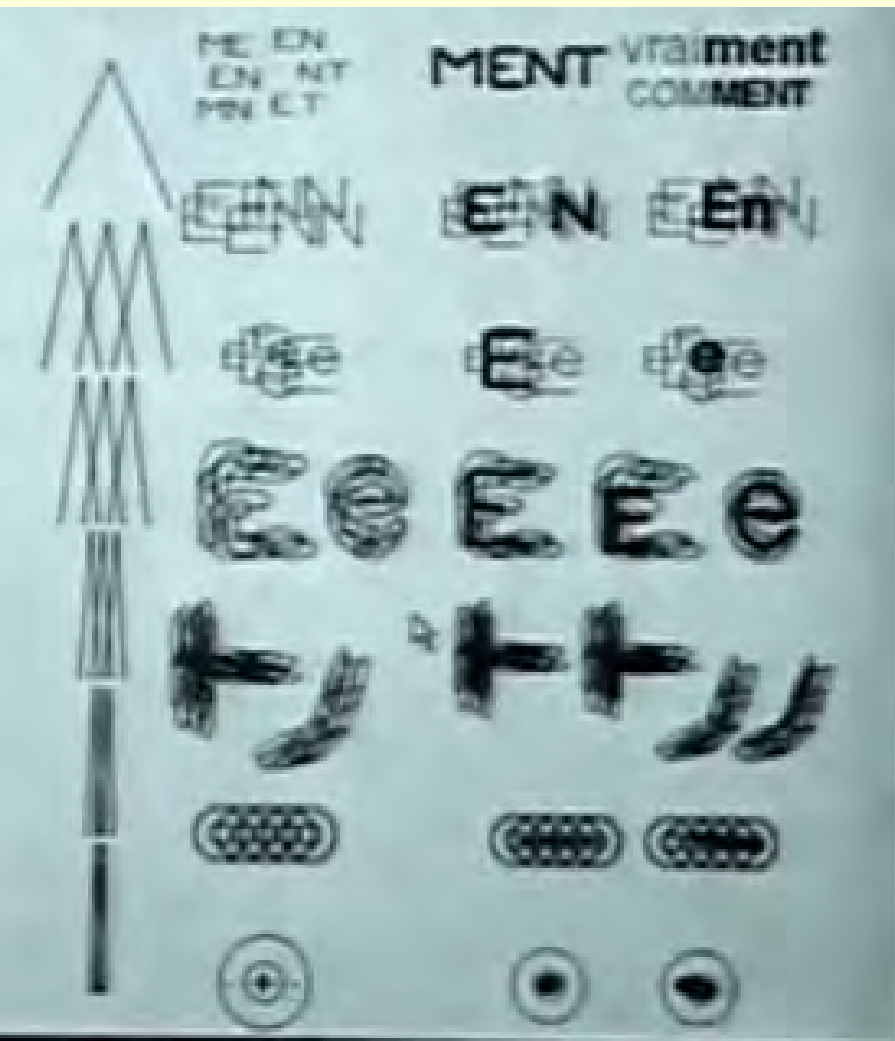
la même chose mais indépendamment de la forme (majuscule ou minuscule...),

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

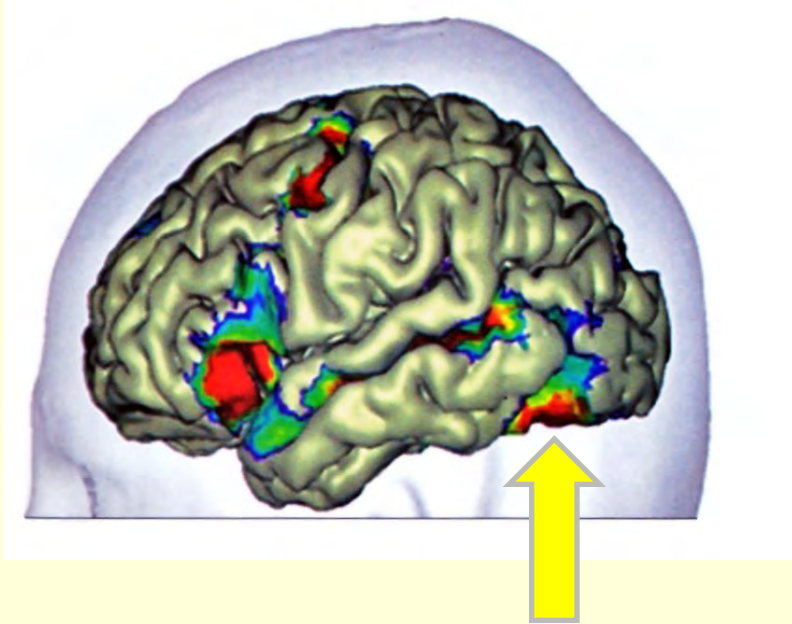
des c. de ces c. des intersections de traits,

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)



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

Cathy J. Price

and Joseph T. Devlin

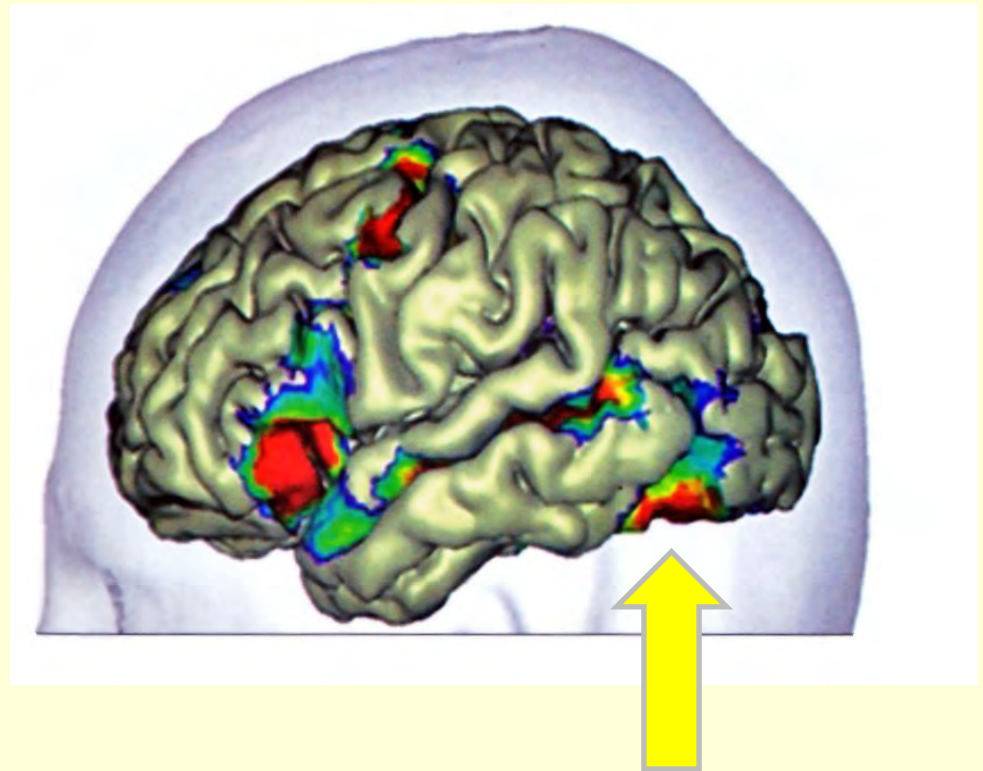
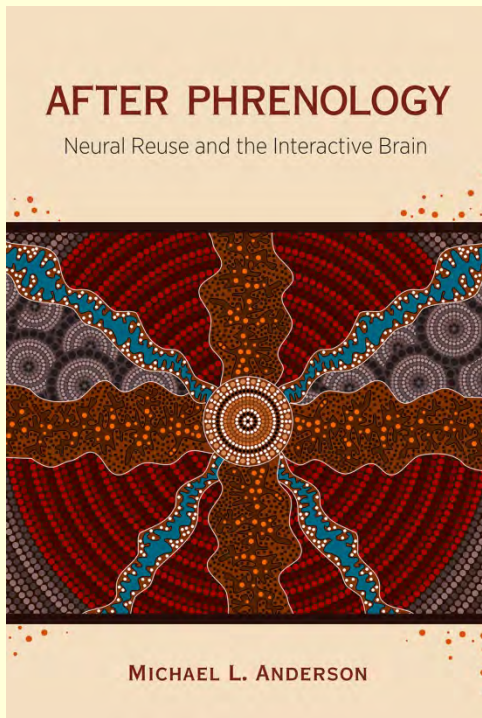
University of Oxford, Oxford, UK



# The myth of the visual word form area

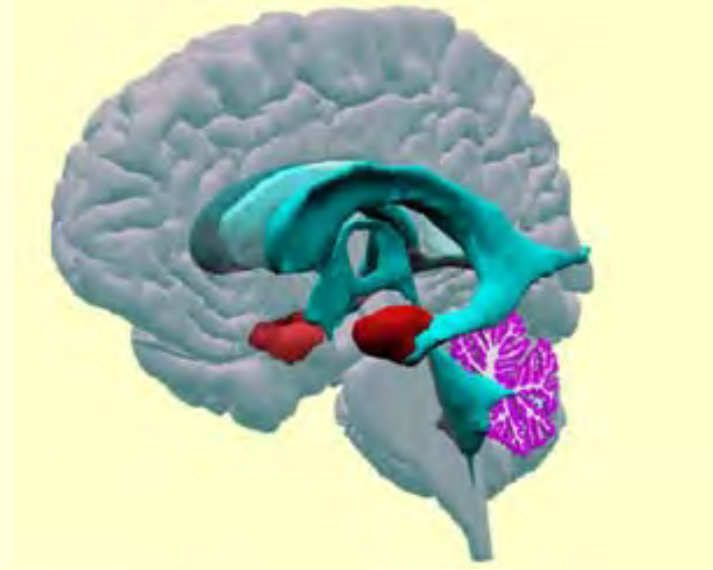
« [...] we present functional imaging data to demonstrate that the so-called **VWFA** is activated by normal subjects during **tasks that do not engage visual word form processing such as**

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



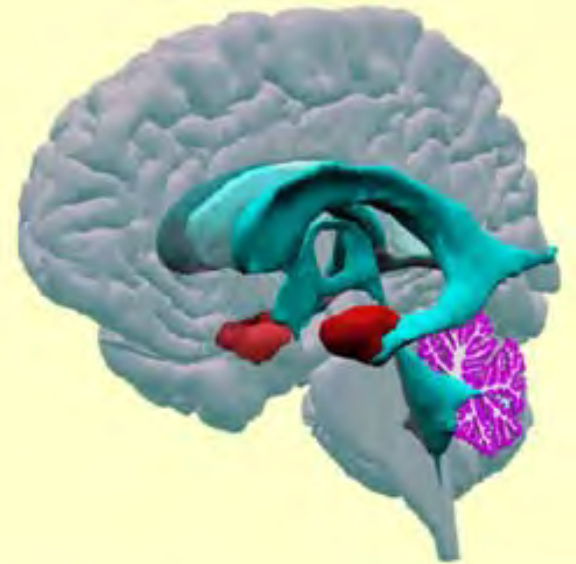
Ces réponses à diverses propriétés suggèrent pour eux que l'aire occipito-temporale ventrale gauche contribue à **plusieurs fonctions** différentes qui changent en fonction des autres régions avec lesquelles elle interagit.

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

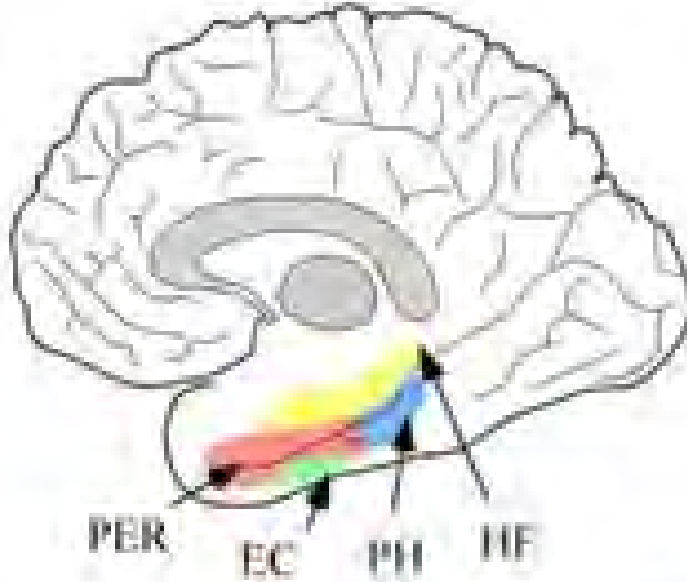


Autrement dit, le recyclage neuronal n'empêcherait pas **la fonction initiale** de l'aire occipito-temporale ventrale gauche, et même d'autres fonctions de reconnaissance visuelle associées.

(notion de réseau plutôt que centre)



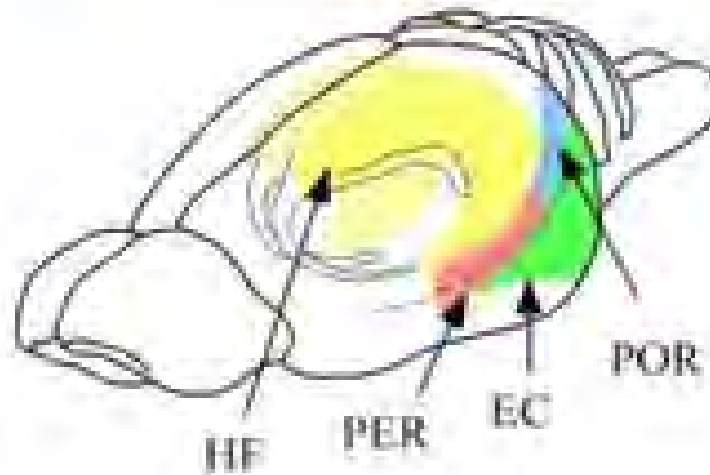
Human



Autre exemple :

Mémoire spatiale  
et  
Mémoire déclarative

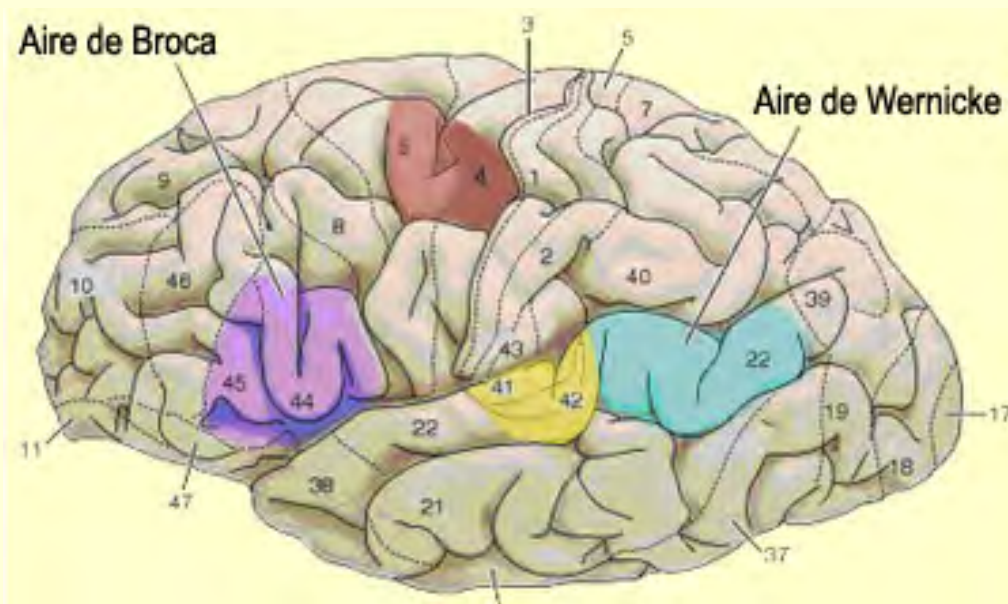
Rat



Mémoire spatiale



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 !

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](#)

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

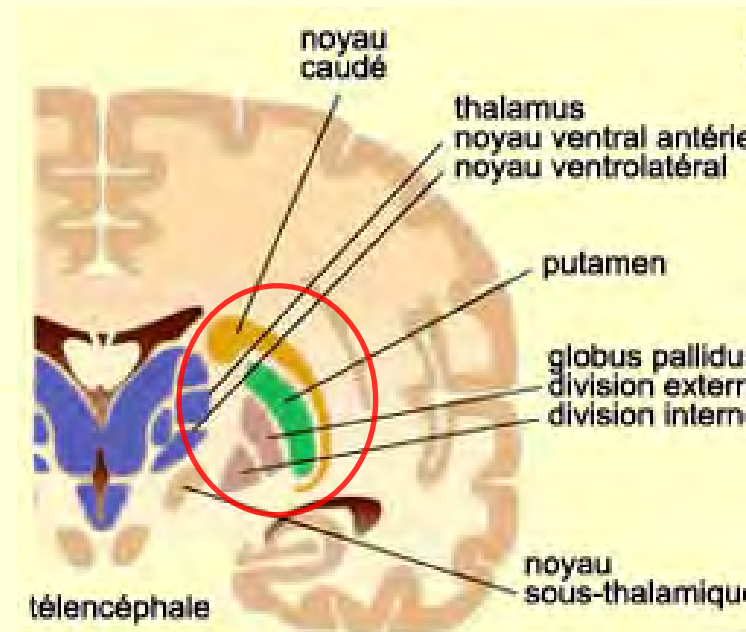
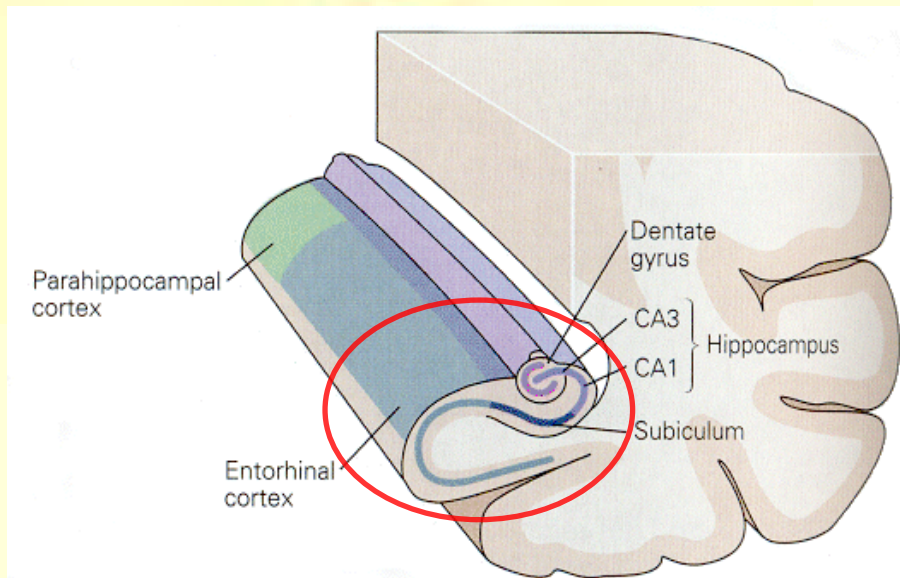
Explicite (Déclarative)

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](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

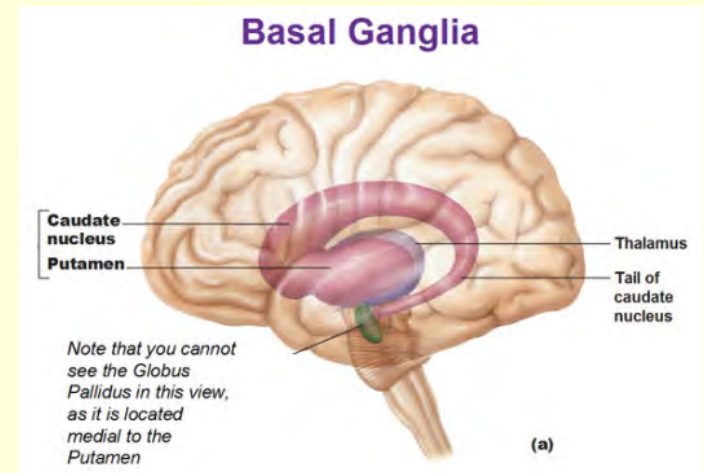
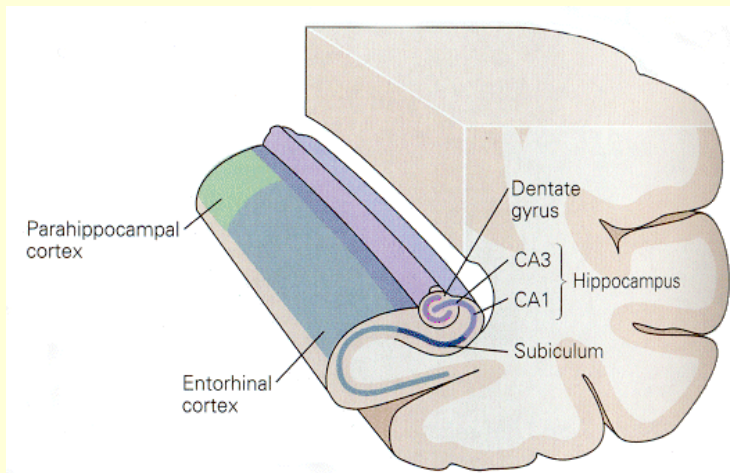
Comme la **mémoire déclarative** est impliquée dans l'apprentissage d'items et d'événements arbitraires en général, elle pourrait fort possiblement être utilisée dans l'apprentissage du **lexique**.

**La mémoire déclarative implique l'hippocampe** pour céder ensuite la place à un rôle prépondérant du néocortex.

- **Grammaire** : règles, hiérarchies

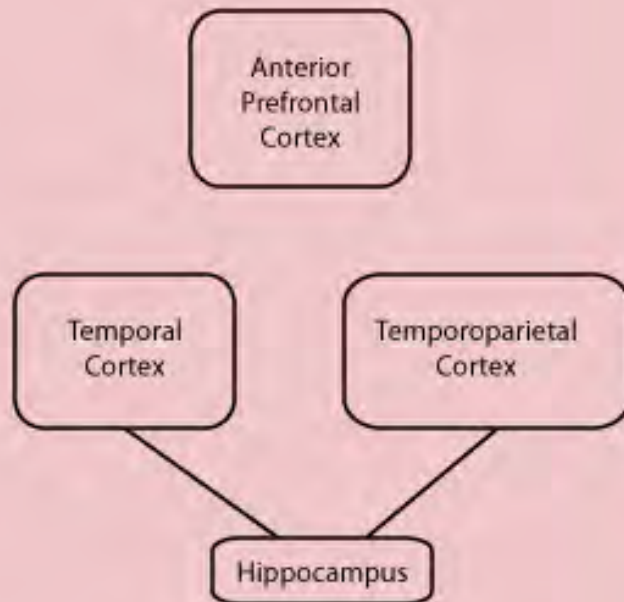
Comme la **mémoire procédurale** est impliquée dans l'apprentissage implicite par exemple de séquences, de règles ou de catégories, elle pourrait être mise à profit pour l'apprentissage de la **grammaire**.

**La mémoire procédurale implique les noyaux gris centraux.**



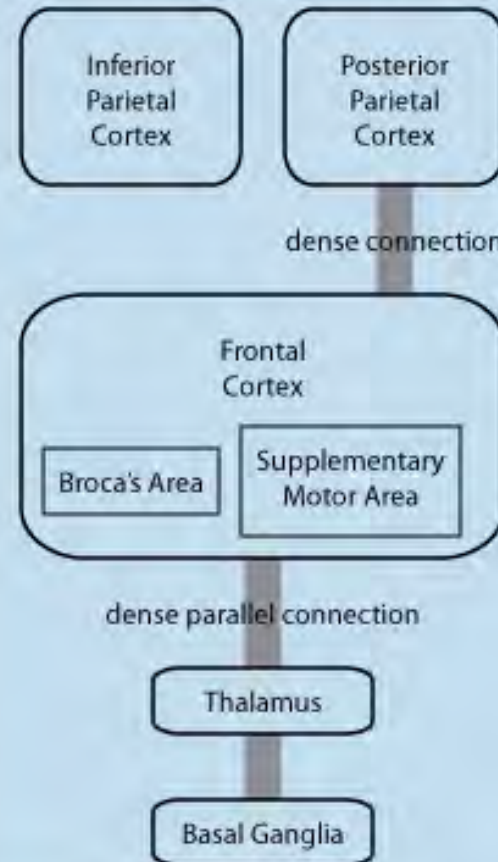


## *Declarative Memory System (Mental Lexicon)*

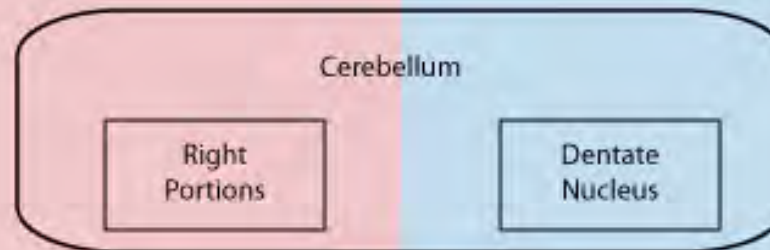


items arbitraires,  
« quoi » ?

## *Procedural Memory System (Mental Grammar)*



règles, habiletés,  
« comment » ?

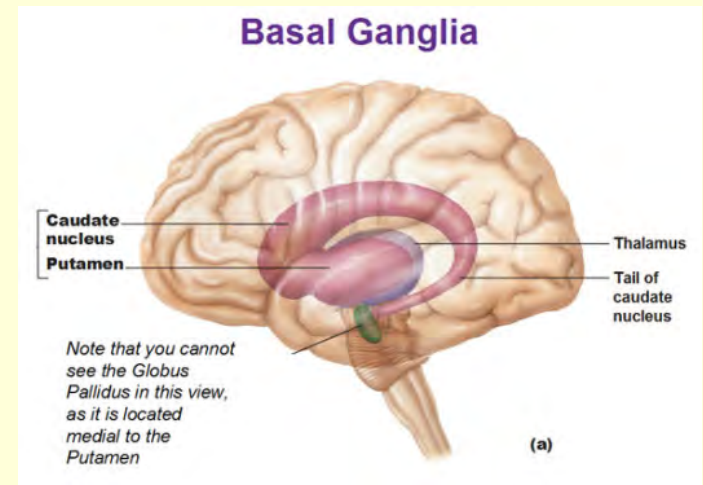
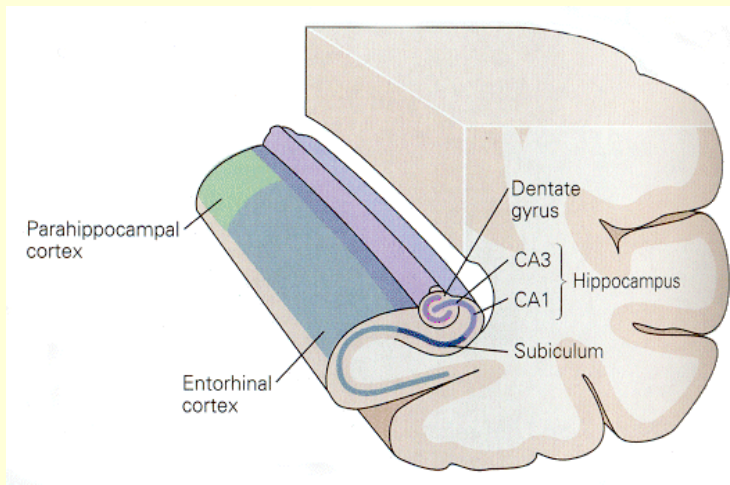


**Certaines données de l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) vont en ce sens :**

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.

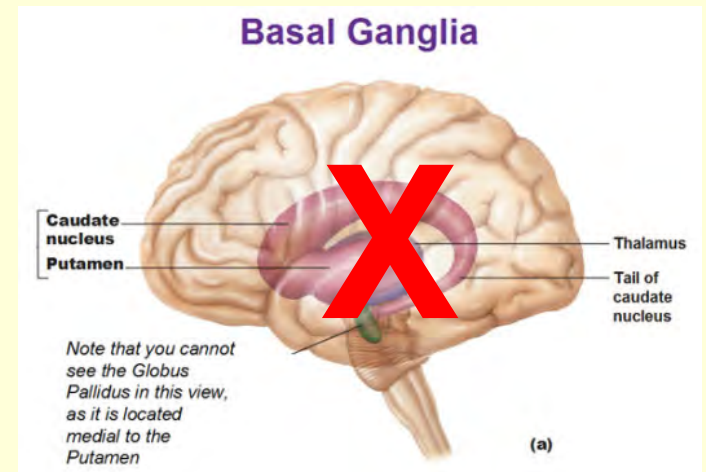
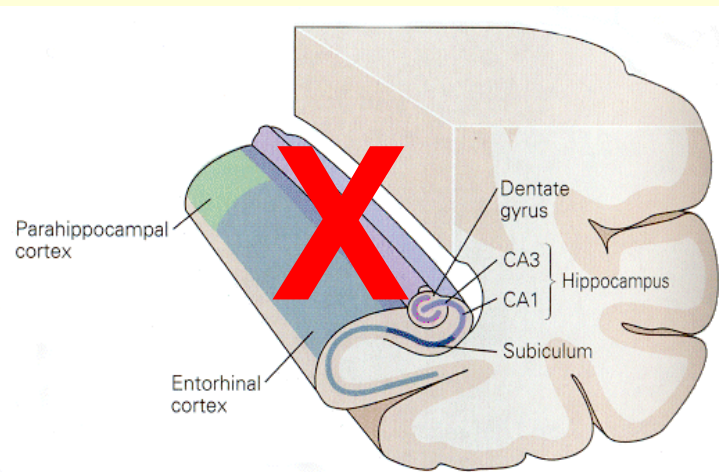
Et **moins** il y en aura, **ou plus les règles seront complexes**, plus ce sera la mémoire procédurale qui entrera en jeu

(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).





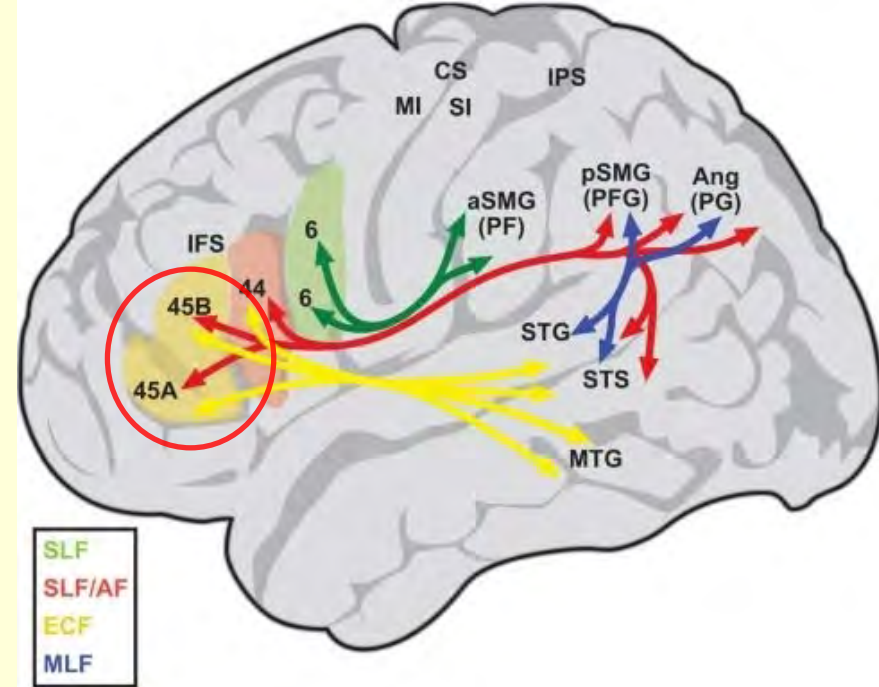
**Mais toute la mémoire déclarative ne se ramène pas qu'à l'hippocampe !**

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.



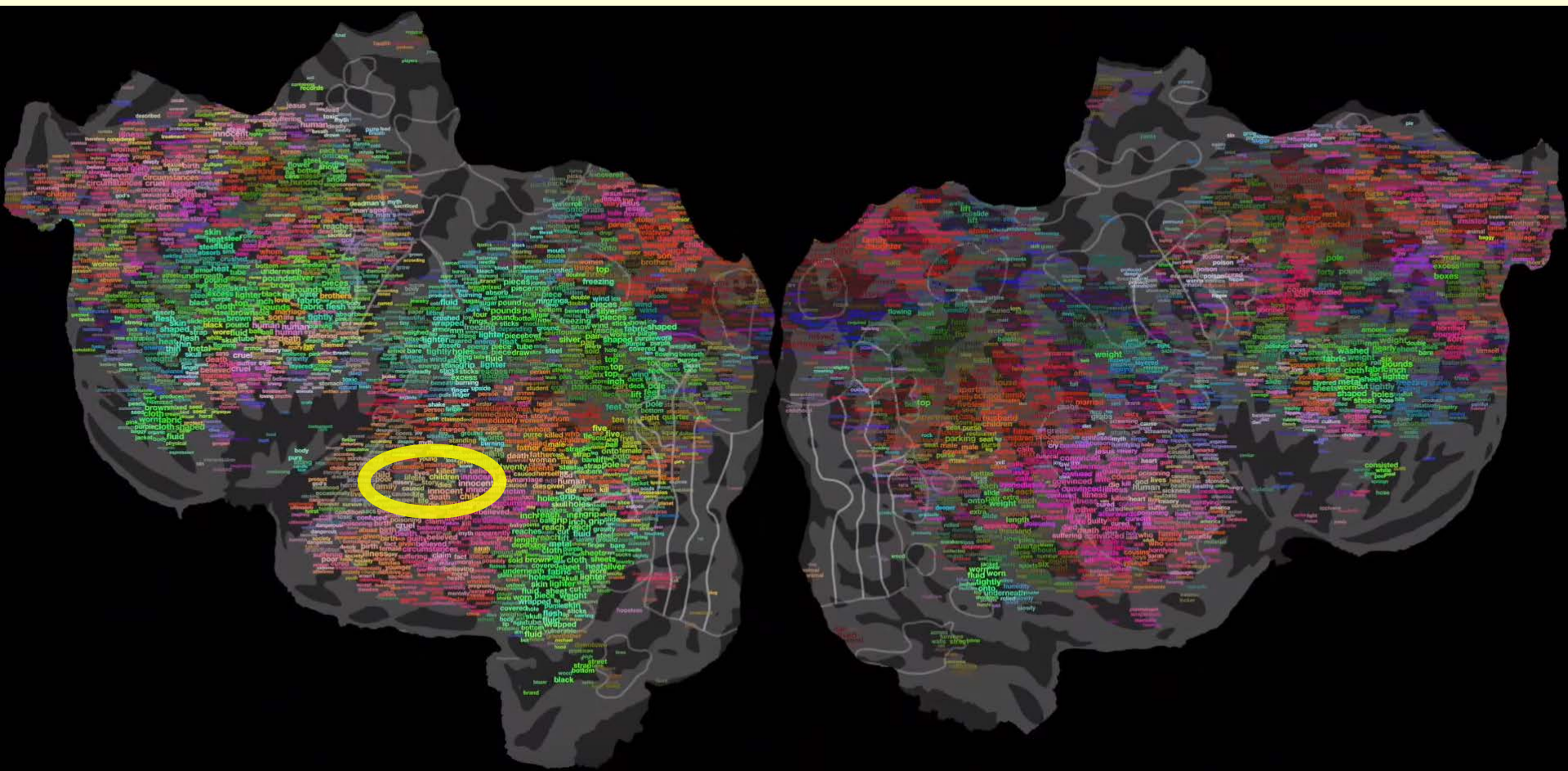
Lundi, 20 mars 2017

## Une première carte sémantique sur le cortex humain

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











top

top



## Cours 7 :

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

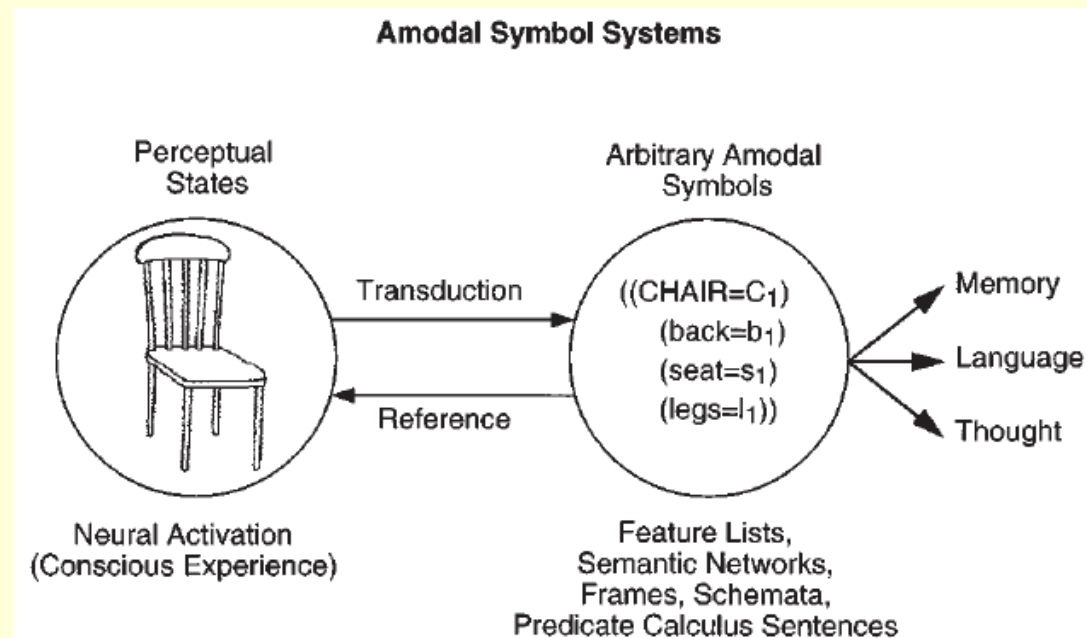
**B- Représentation cérébrale des concepts**  
et les analogies au cœur de notre pensée

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

## Approche classique de la “mémoire sémantique”

(depuis les années '60, Fodor, symboles abstraits, “rationaliste”, etc.)

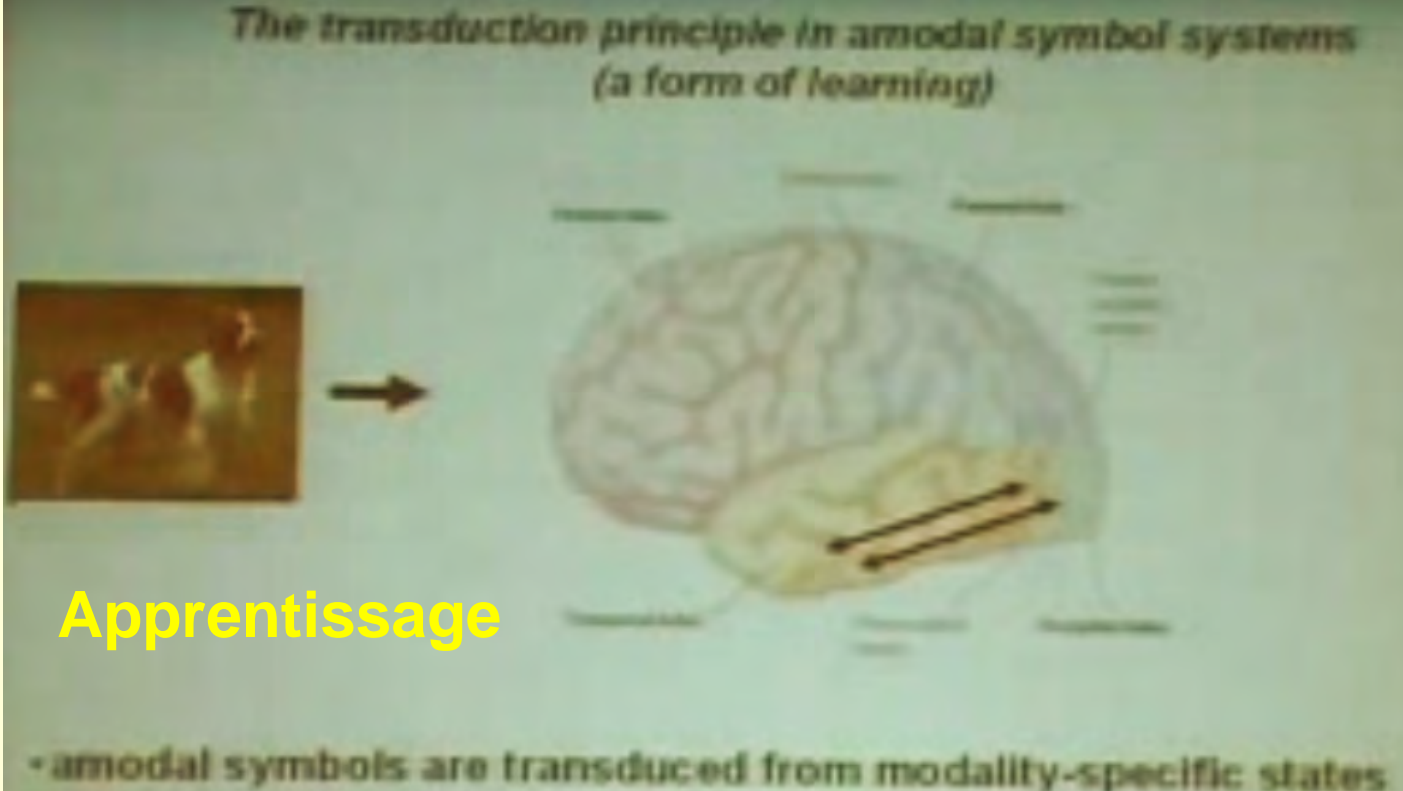
- Amodal : représentation non perceptuelle
- Symobles arbitraires (incluant les mots)



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

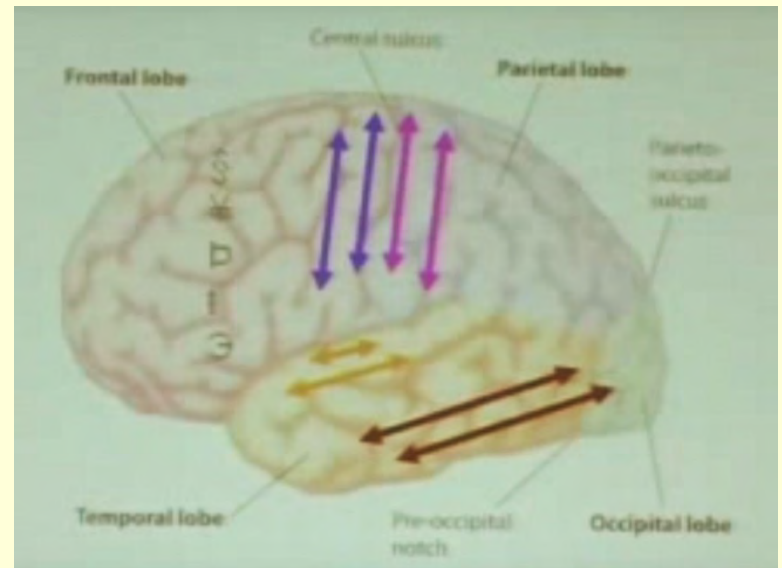
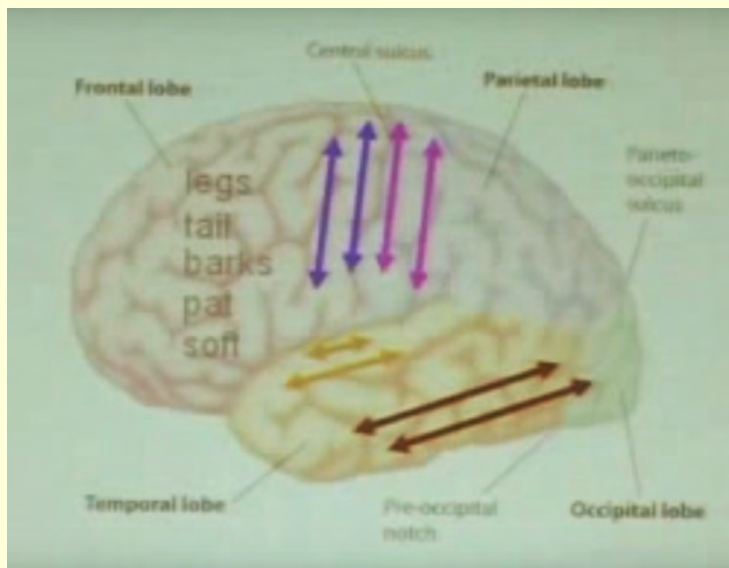
<https://www.youtube.com/watch?v=jdzl9FN0jww>

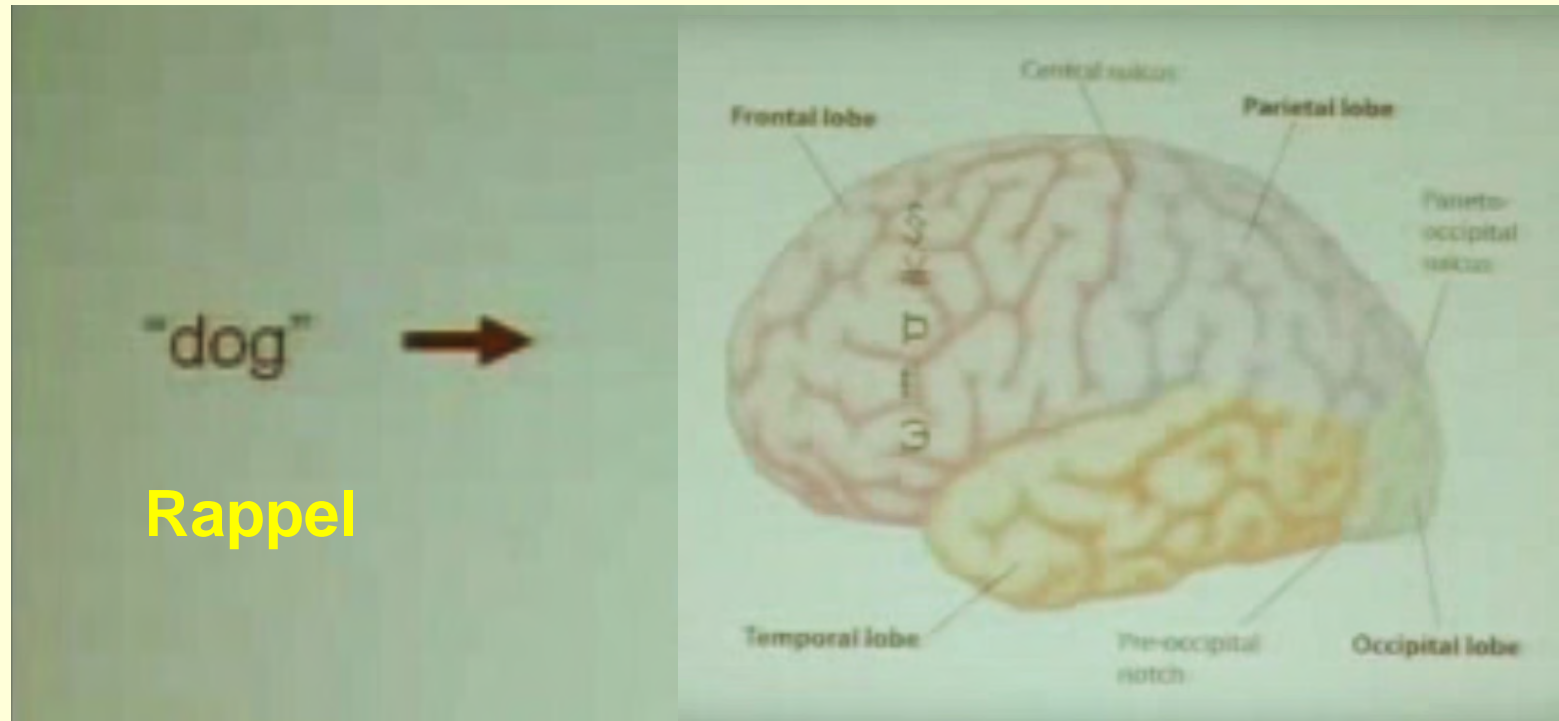
*The transduction principle in amodal symbol systems  
(a form of learning)*



**Apprentissage**

• amodal symbols are transduced from modality-specific states

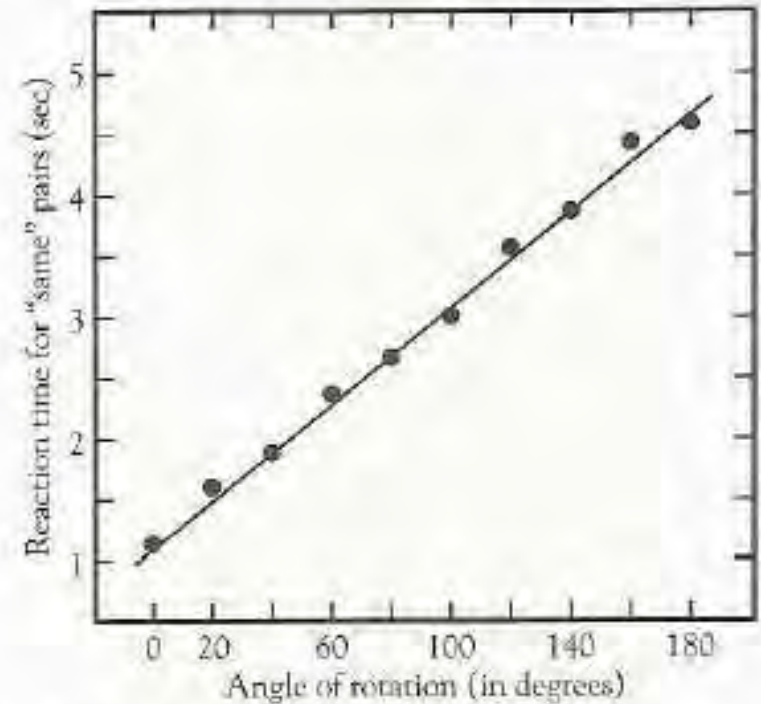
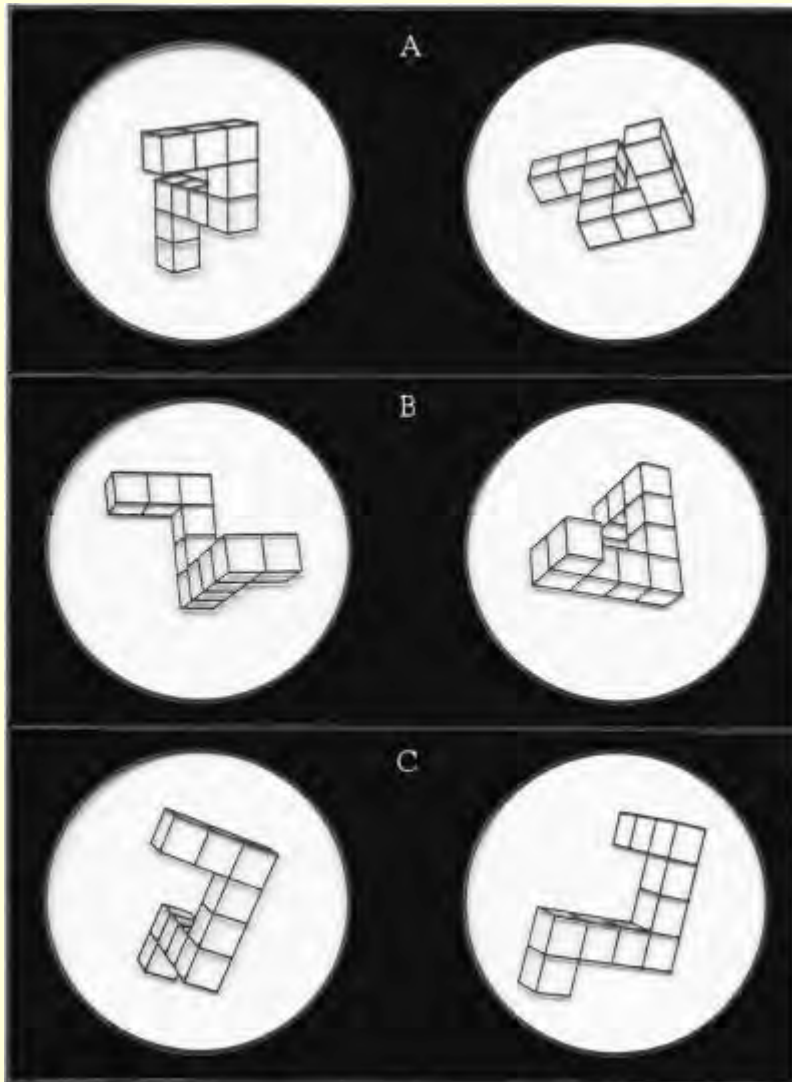




Mais pourquoi le système n'utiliserait-il pas directement ses représentations perceptuelles (pour représenter par exemple un chien)

**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>

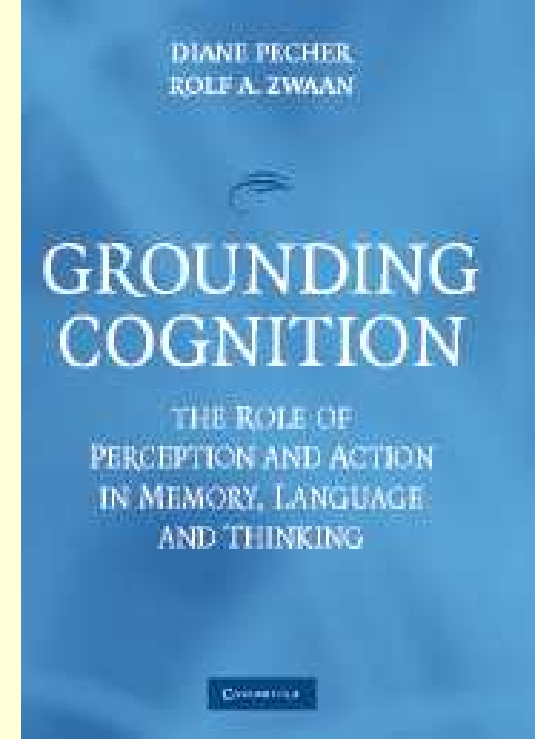


## D'où la proposition d'une approche « modale »

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

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](http://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>

## Beaucoup de données en neuropsychologie :

subir une lésion dans une modalité sensorielle particulière augmente les probabilités de perdre l'accès à des **catégories lexicales** qui lui sont reliées :

- Dommages aux régions visuelles augmente les probabilités de perdre la catégorie **animal** (la vision étant la modalité dominante pour se représenter les animaux)
- Dommages aux régions motrices augmente les probabilités de perdre les noms des **outils**

## Et la même chose « en positif » dans les études d'imagerie !

Sur la coordination perception-action :

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)**

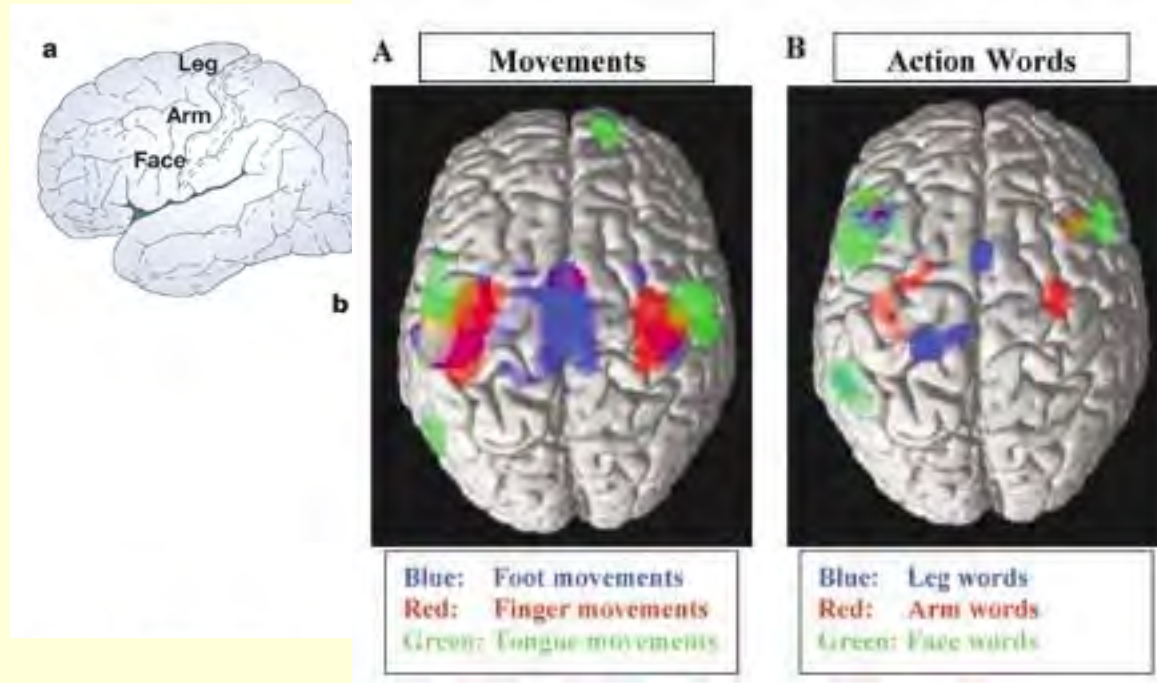
La simple perception de **l'anse d'une tasse** active la simulation de systèmes moteurs correspondants à l'action de prendre la tasse (affordances !)

**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.



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.



## 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 sur le “off-line”

Une fois qu'on a appris quelque chose avec le « sensori-moteur », on peut y repenser plus tard quand l'objet n'est plus là.

Autrement dit, ce qu'on appelle le « online » peut mener au « offline ».

Évolutivement et d'un point de vue développemental, c'est évidemment d'abord le « online » qui vient en premier, nous permettant d'interagir en temps réelle avec le monde qui nous entoure.



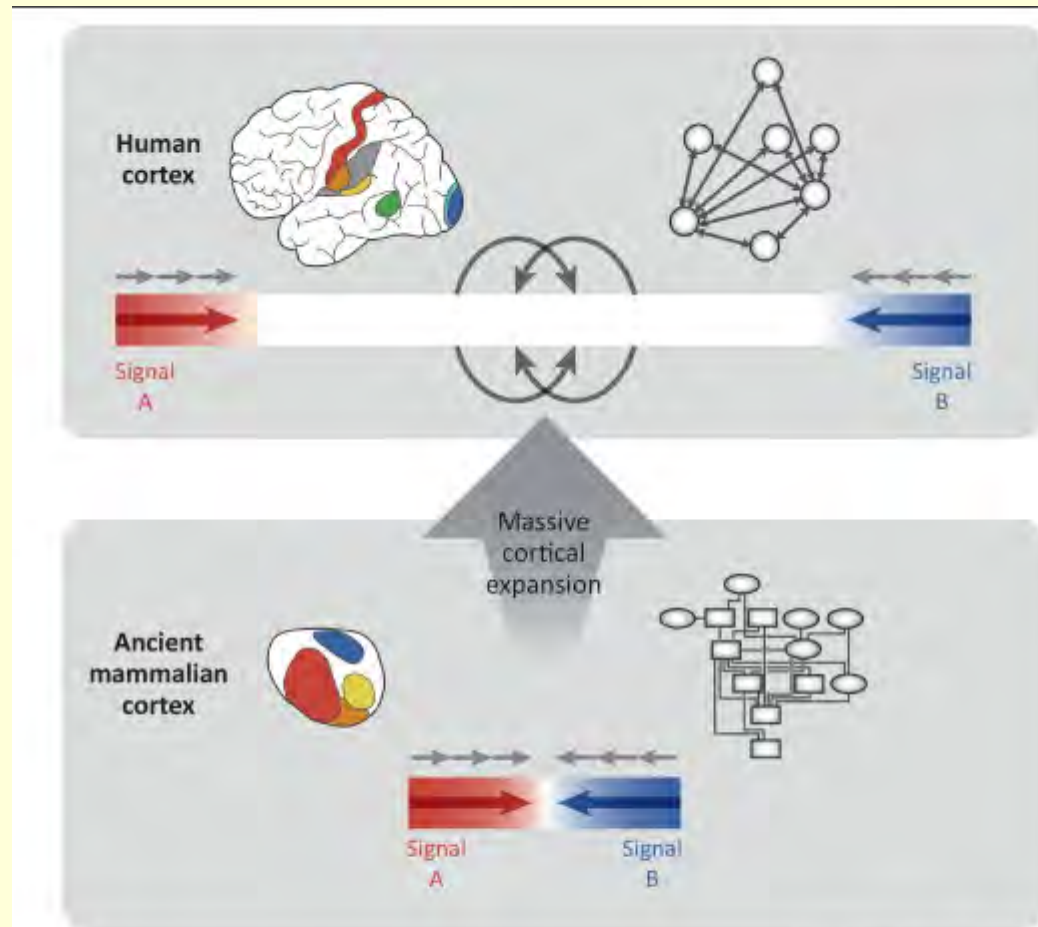
## Un mot sur le “off-line”

Une fois qu'on a appris quelque chose avec le « sensori-moteur », on peut y repenser plus tard quand l'objet n'est plus là.

Autrement dit, ce qu'on appelle le « online » peut mener au « offline ».

Évolutivement et d'un point de vue développemental, c'est évidemment d'abord le « online » qui vient en premier, nous permettant d'interagir en temps réel avec le monde qui nous entoure.

Mais ensuite, les humains ont le « offline » en plus, si l'on peut dire, ce qui leur permet de « rejouer des représentations ».



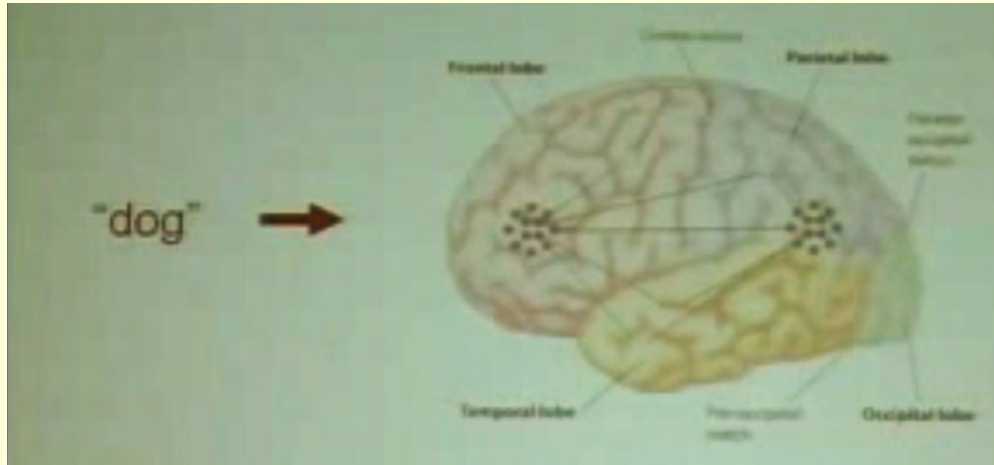


Barsalou, L.  
(video  
conference  
uploaded on  
Apr 14,  
2008). *Brain's  
Modality-  
Specific  
Systems.*

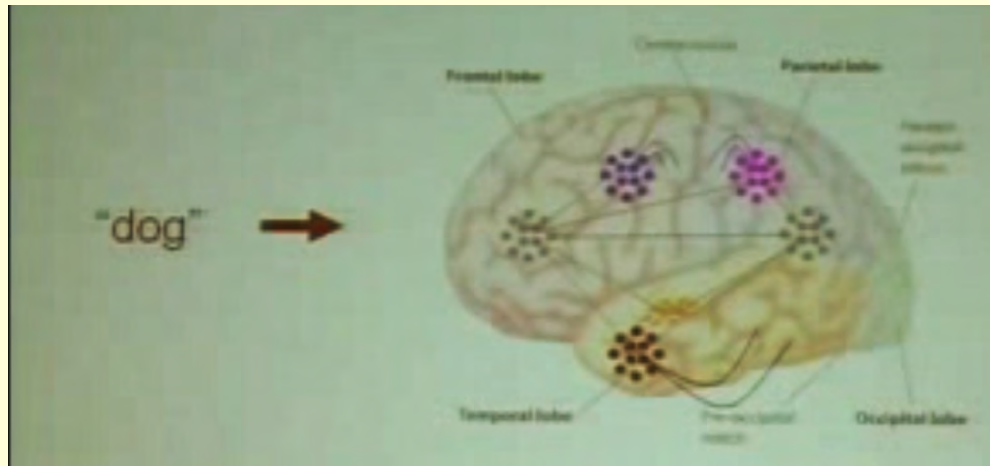
[https://www.youtu  
be.com/watch?v=j  
dzl9FN0jww](https://www.youtube.com/watch?v=jdzl9FN0jww)



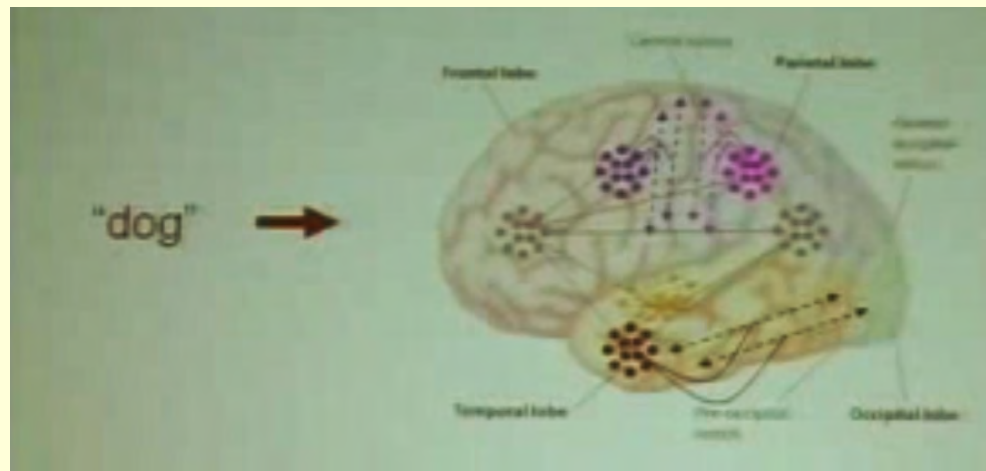




Un mot représentant un concept peut alors **réactiver un simulateur** (aires associatives multimodales)



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

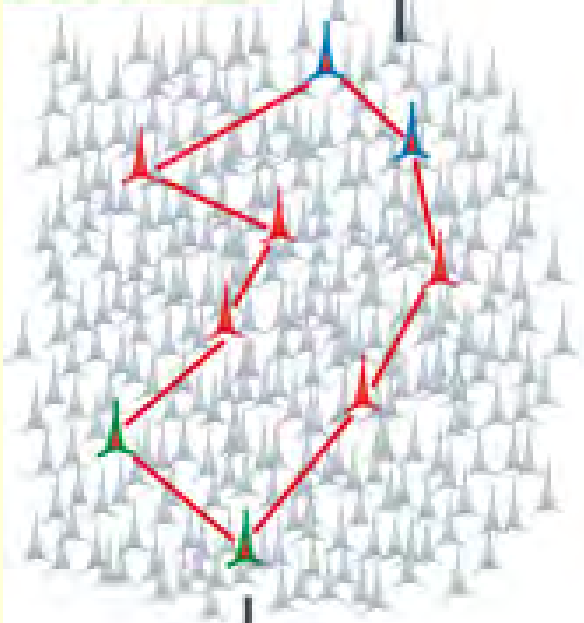


Et ces simulations seront associées à des **recréations partielles** (dans les aires sensorielles) de l'expérience acquise

et peuvent contenir des biais et des erreurs.



Luke Skywalker



Barsalou écrit :

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

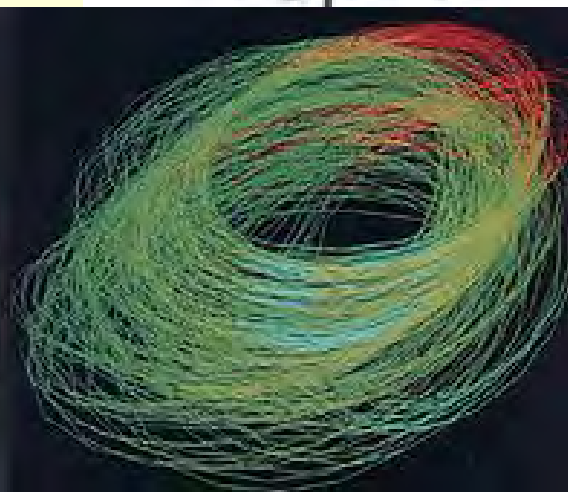
Parce qu'un symbole perceptuel correspond à une **assemblée de neurones**, ses activations subséquentes ont des propriétés dynamiques.

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.

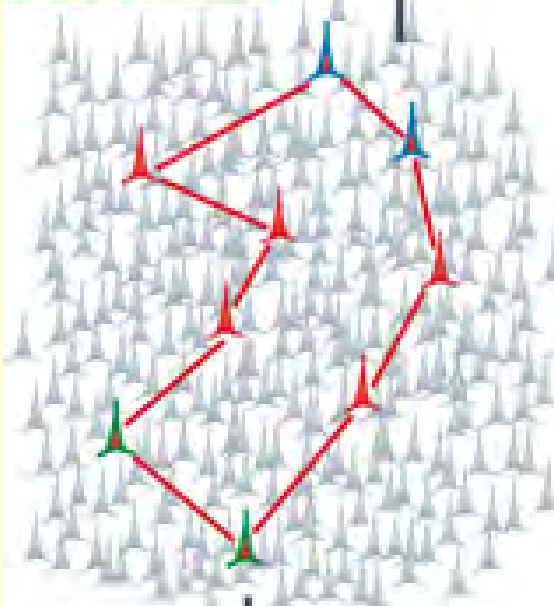
Pour ces raisons, on considère un symbole perceptuel comme un **attracteur** dans un réseau connexionniste.

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

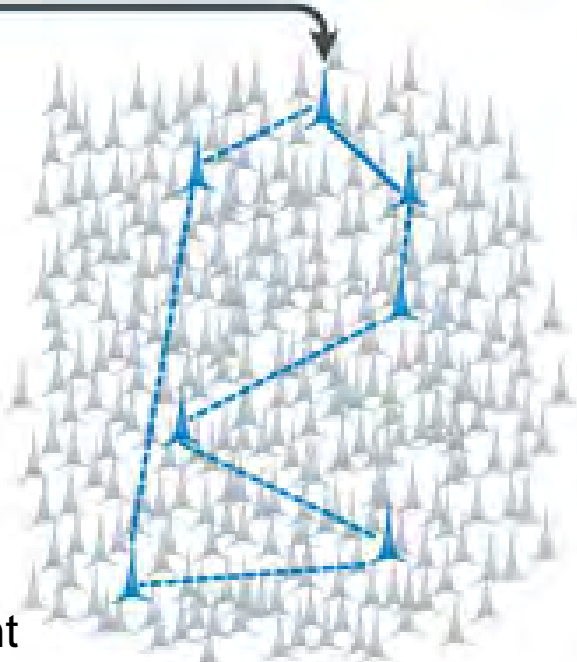




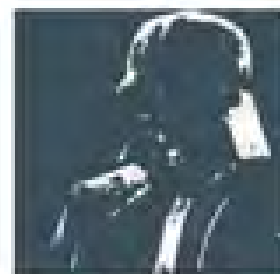
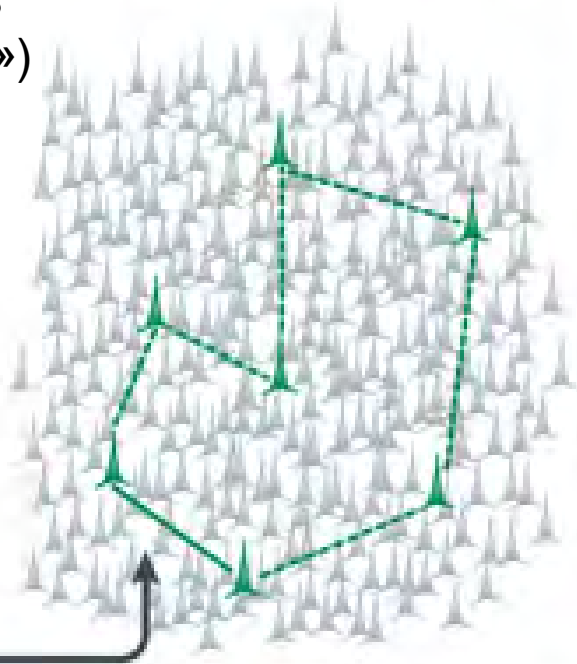
Luke Skywalker



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



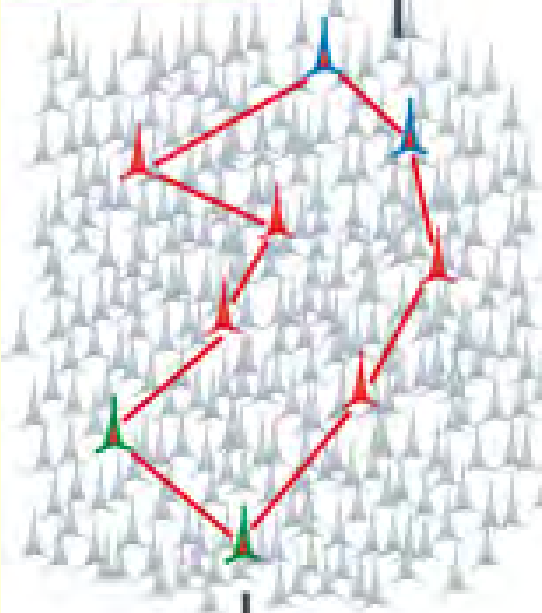
Yoda



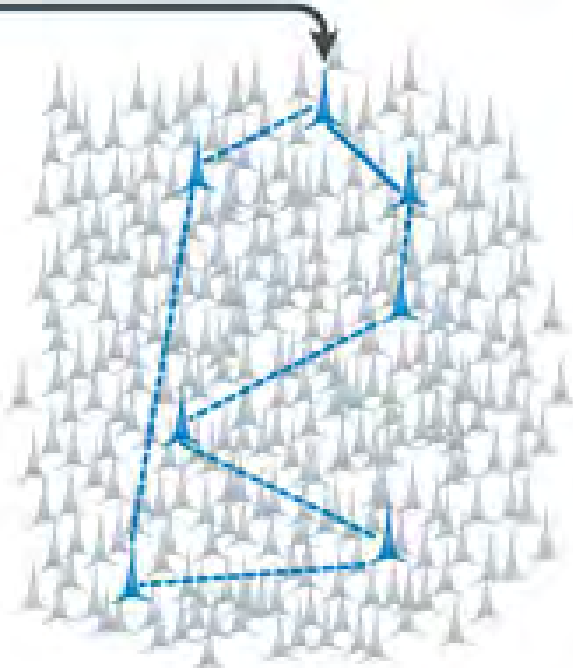
Darth Vader



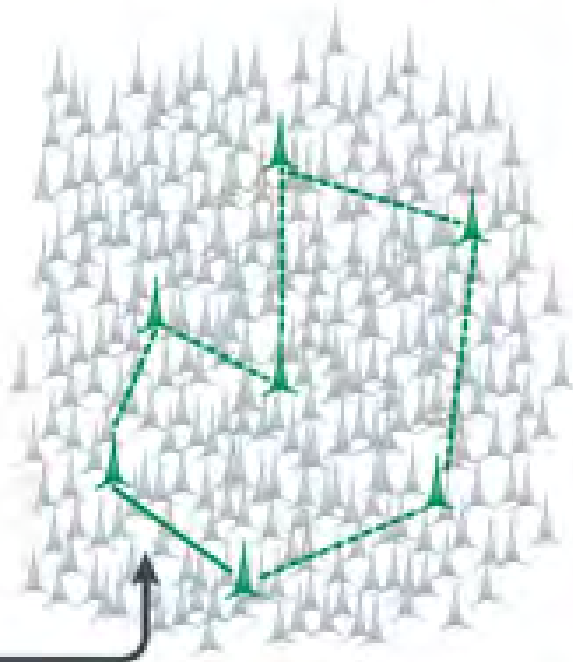
Luke Skywalker



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



Yoda



Darth Vader



Luke Skywalker

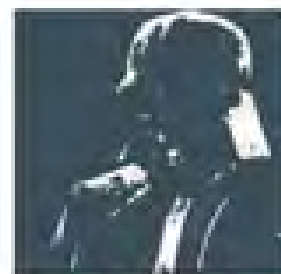
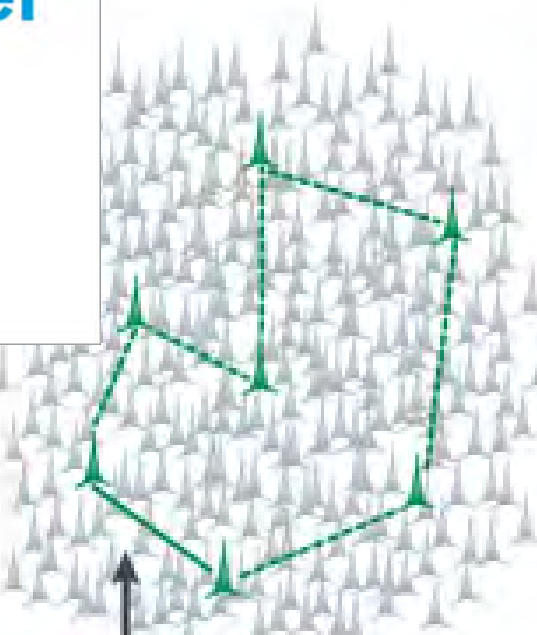
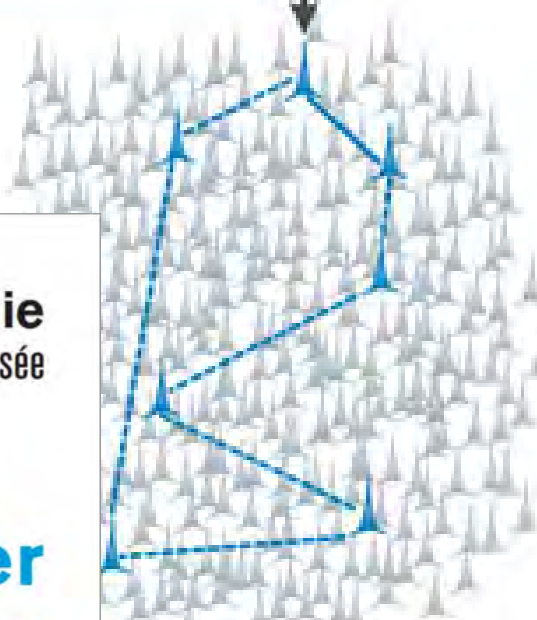
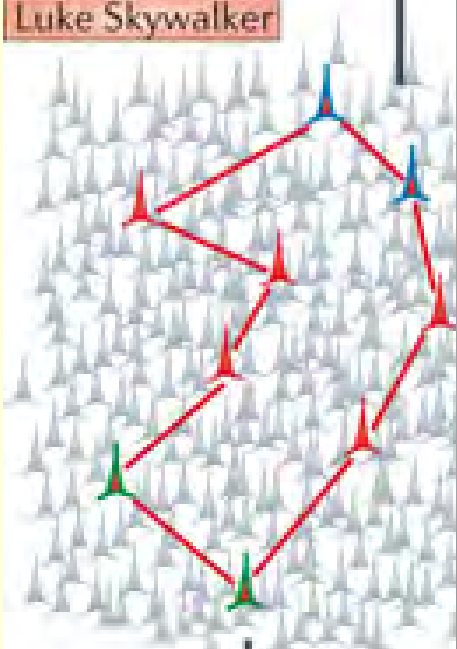


Yoda



L'Analogie  
Cœur de la pensée

Douglas  
Hofstadter  
Emmanuel  
Sander



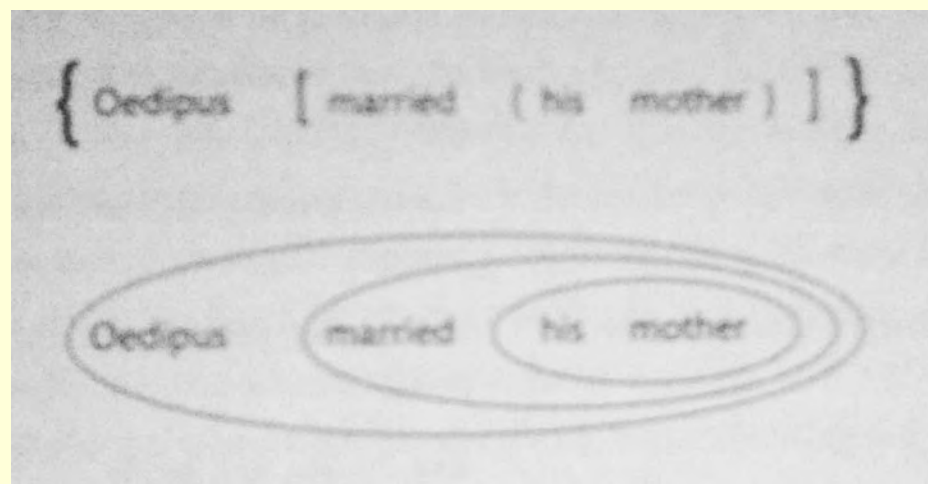
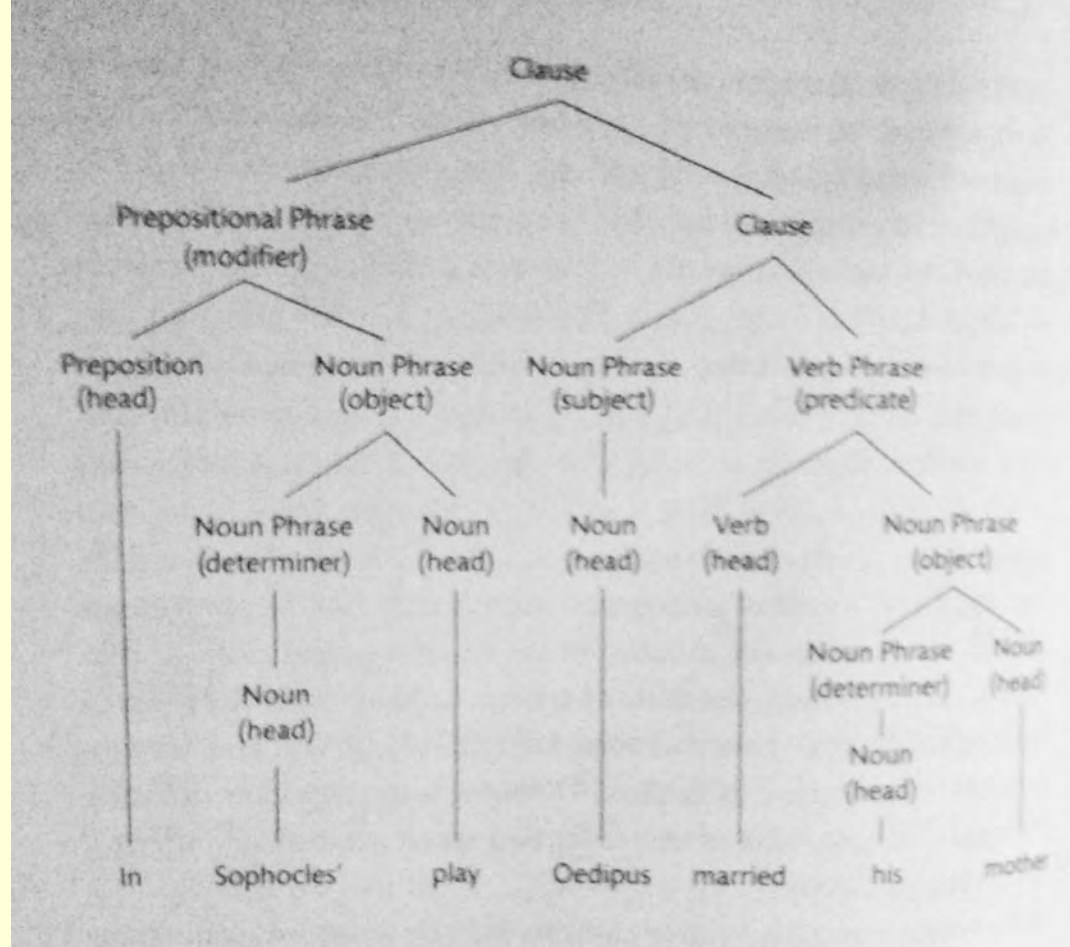
Darth Vader

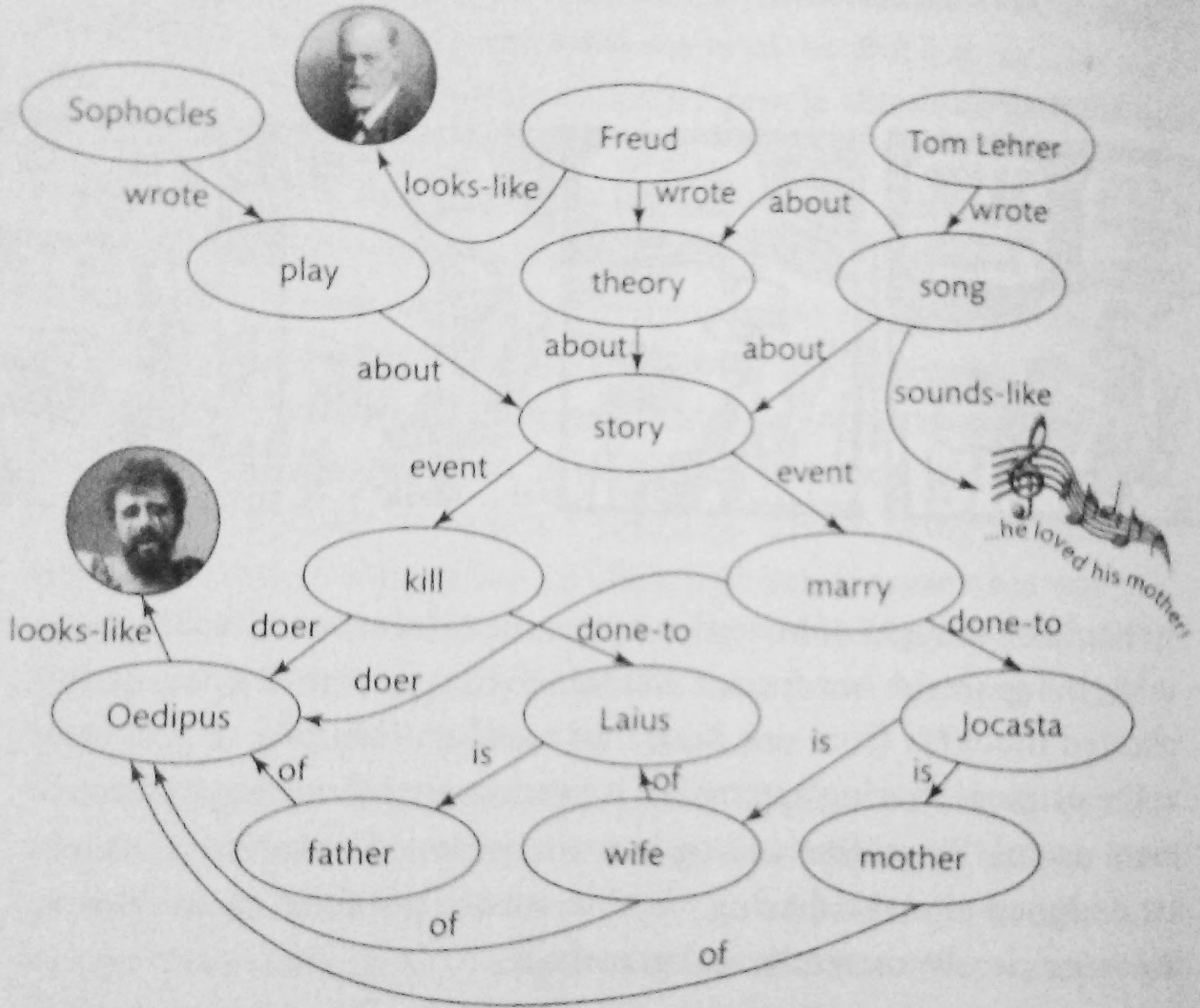


## Cours 7 :

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

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







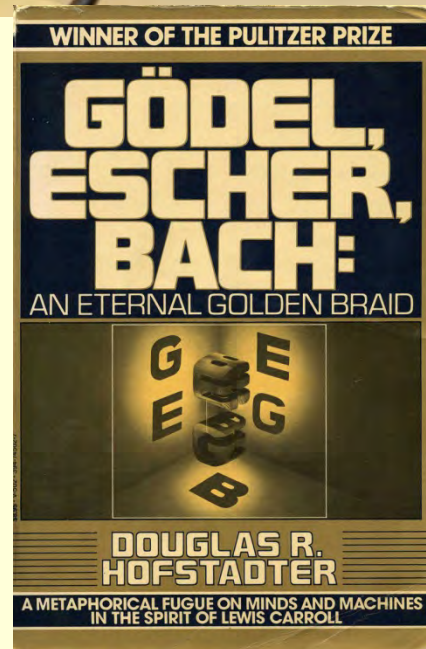
**L'Analogie**  
Cœur de la pensée

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



2013

la pensée conceptuelle




1979


**Double Book Review:  
The Emperor's New  
Mind and Gödel,  
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.

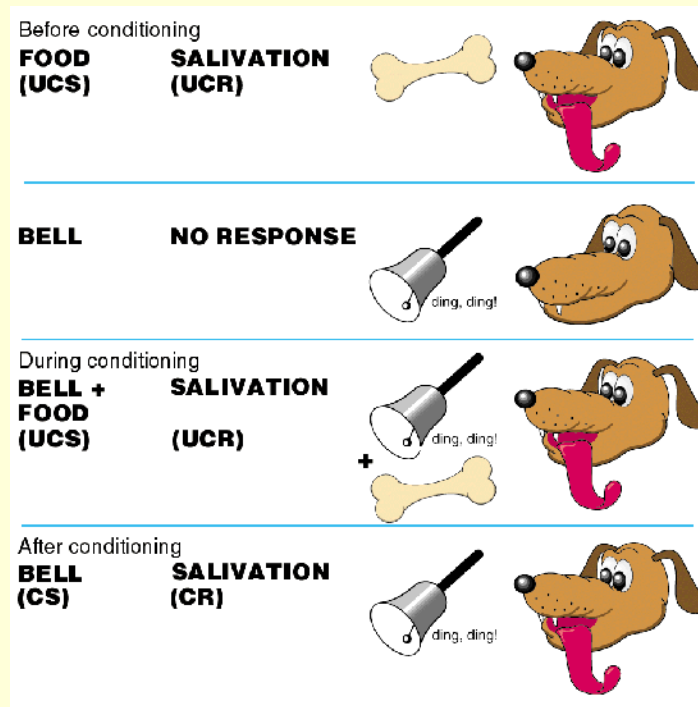
Pour Hofstadter et Sander, l'analogie dresse un pont entre un phénomène **extérieur** et des structures mentales **préalablement construites**, entre le monde et moi.

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

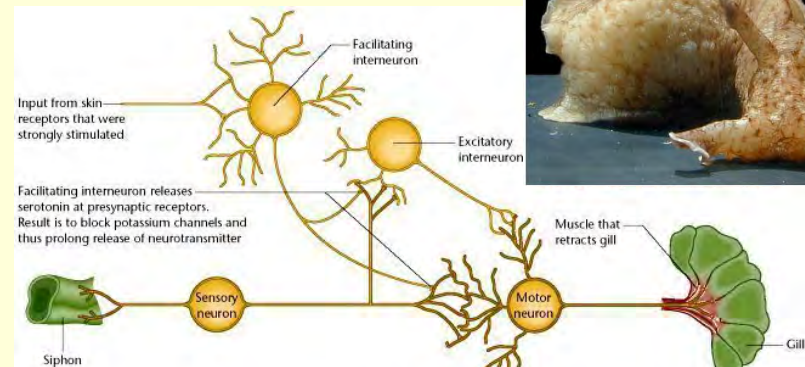
Bref, faire des analogies nous permet de penser et d'agir dans des **situations inconnues.**

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.

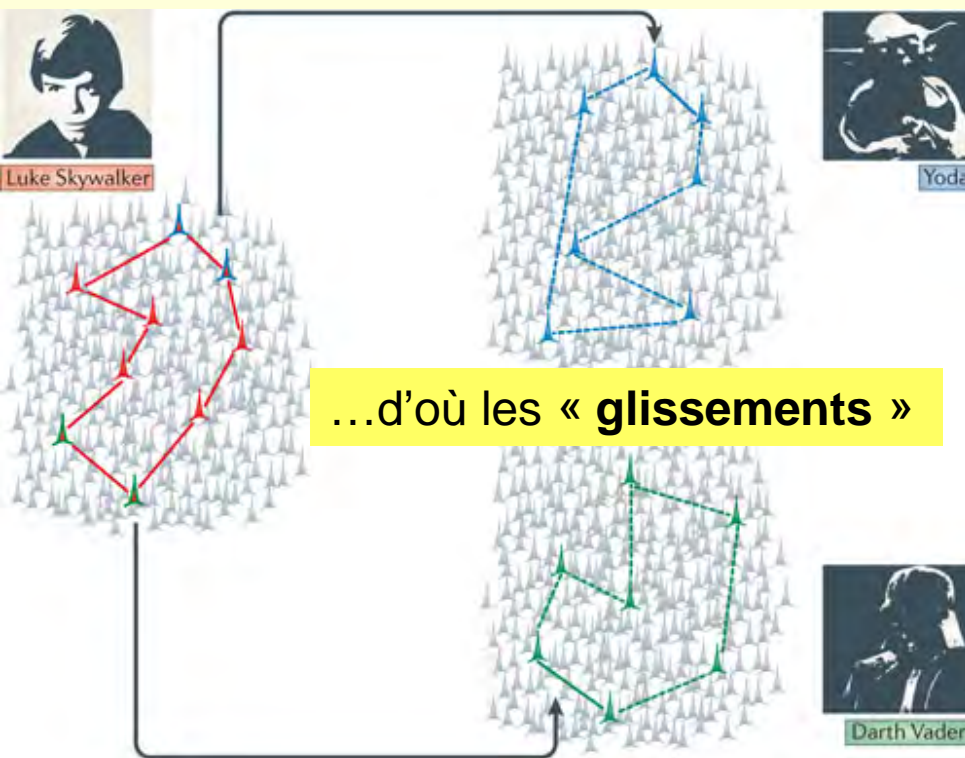
Une analogie comme celle-ci fonctionne par **proximité sémantique**. La fillette a repéré que ce que l'on fait à la banane est analogue à ce que l'on fait à l'être humain.

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.

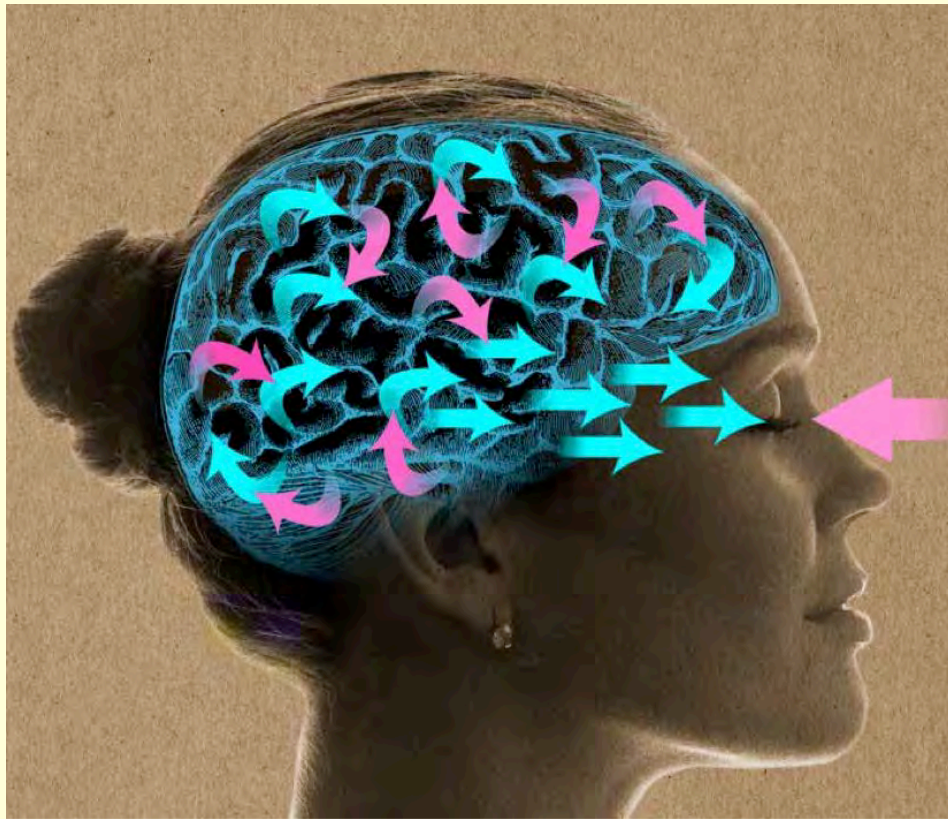


La langue a constamment recours aux analogies. Les auteurs notent ainsi les expressions du langage ordinaire qui les révèlent très explicitement. Par exemple, dans une conversation, lorsque nous commençons une phrase par: **«Moi aussi, cela m'est arrivé...»**.

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 ») **[cours #8]**



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.

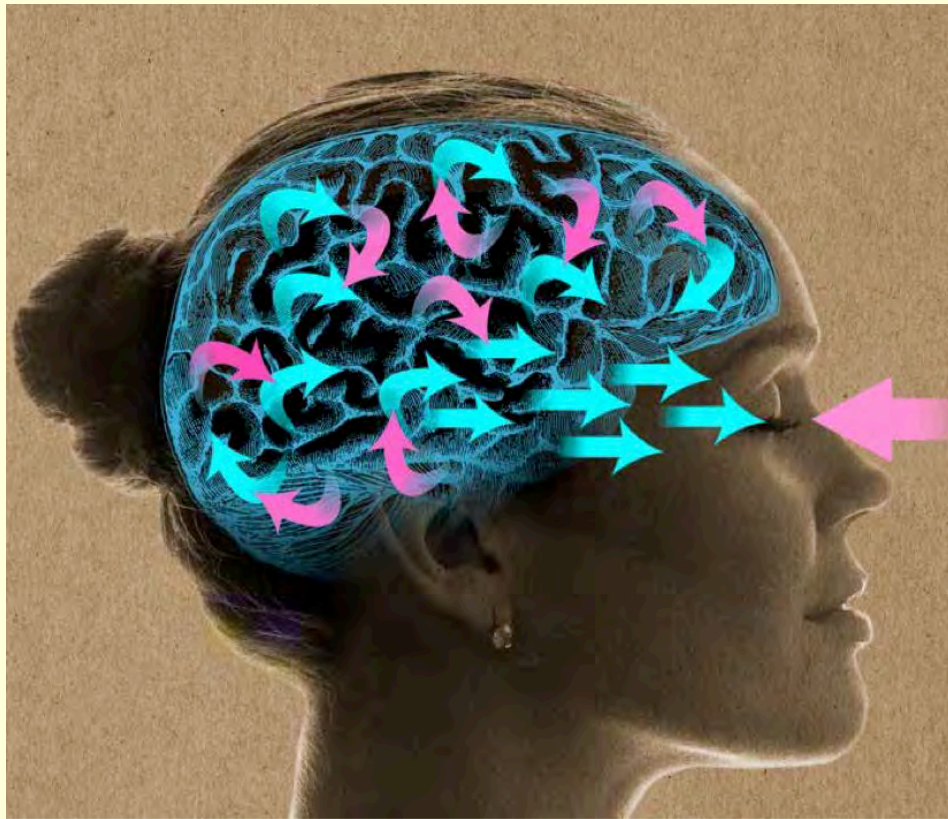
Comme si percevoir consistait à « activer » dans notre cerveau un état objectif du monde selon un découpage de l'environnement indépendant de l'observateur.

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 ») **[cours #8]**



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

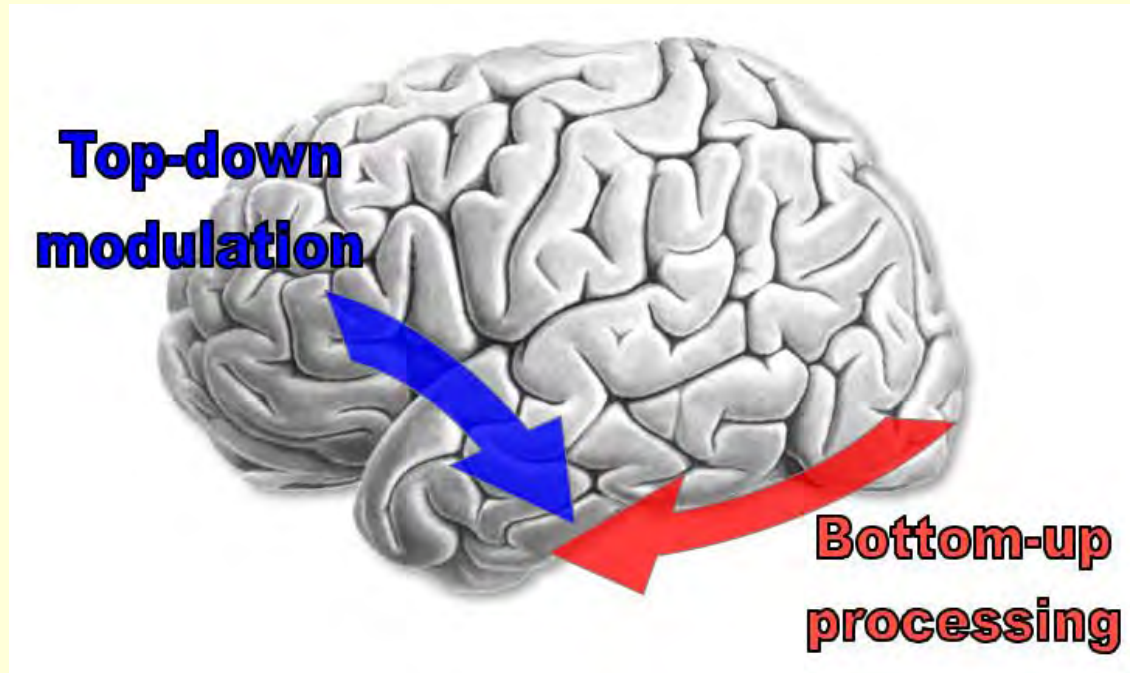
Par exemple, nous sommes à un dîner, et il reste un seul mets sur la table que personne n'ose prendre. Si tout le monde perçoit cette situation, c'est parce que **nous possédons tous le concept, pourtant non lexicalisé en français, du « dernier morceau dans l'assiette »**, qui ne tient pas compte de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

