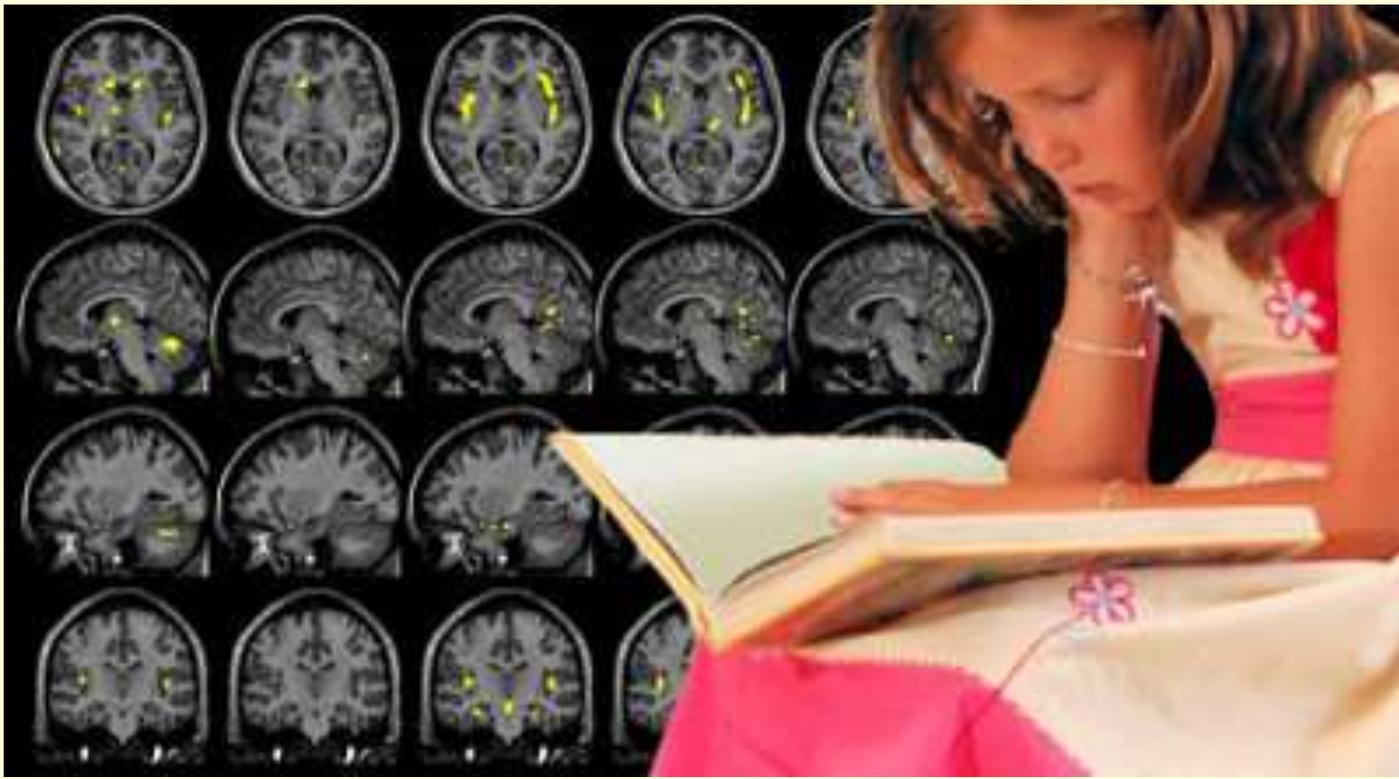


# « *Les neurones de la lecture* »

UTA – Boucherville

31 octobre 2019



# Plan de match

## 1<sup>ère</sup> heure : langage

- Intro : Tout ce qui a mené au langage
- La spécificité du langage comme moyen de communication
- L'apparition du langage chez l'humain
- Langage : instinct ou gadget culturel ?

## 2<sup>e</sup> heure : lecture et écriture

- Réseaux cérébraux du langage et recyclage neuronal
- Un exemple de réutilisation cérébrale : la lecture et l'écriture
- Simulation mentale et lecture

# LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!



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

Recherche -> site + bloque

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

## Principes fondamentaux



### Du simple au complexe

- ➔ Anatomie des niveaux d'organisation
- ➔ Fonction des niveaux d'organisation



### Le bricolage de l'évolution

- ➔ Notre héritage évolutif



### Le développement de nos facultés

- ➔ De l'embryon à la morale



### Le plaisir et la douleur

- ➔ La quête du plaisir
- ➔ Les paradis artificiels
- ➔ L'évitement de la douleur



### Les détecteurs sensoriels

- ➔ La vision



### Le corps en mouvement

- ➔ Produire un mouvement volontaire

## Fonctions complexes



### Au coeur de la mémoire

- ➔ Les traces de l'apprentissage
- ➔ Oubli et amnésie



### Que d'émotions

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



### De la pensée au langage

- ➔ Communiquer avec des mots



### Dormir, rêver...

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



### L'émergence de la conscience

- ➔ Le sentiment d'être soi

## Dysfonctions



### Les troubles de l'esprit

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

**Nouveau!** "L'école des profs"

# LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

[Retour à l'accueil](#)

## Niveau d'explication

Débutant  
Intermédiaire  
Avancé



## Niveau d'organisation

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

### Thème

#### Le plaisir et la douleur



### Sous-thème

- La quête du plaisir
- Les paradis artificiels
- L'évitement de la douleur

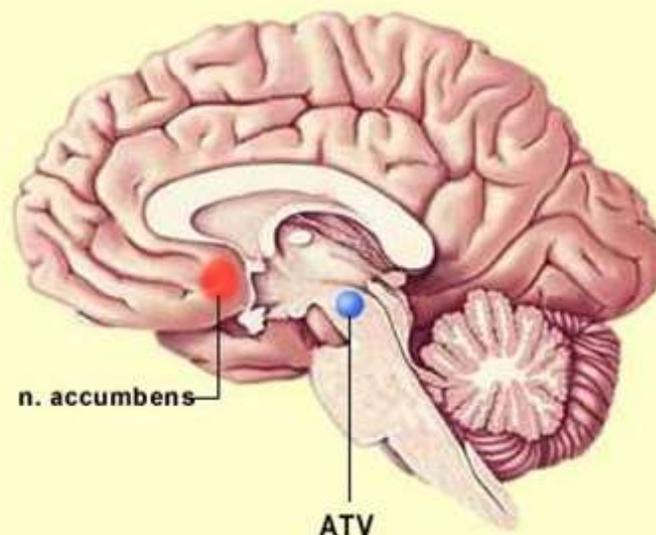


Un stimulus sensoriel qui n'apporte ni récompense ni punition est rapidement ignoré et oublié. C'est le phénomène de l'habituation qui nous fait oublier le contact de nos vêtements avec notre peau ou le tic tac de l'horloge du bureau.

## LES CENTRES DU PLAISIR

1

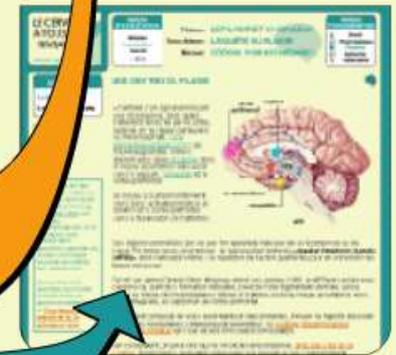
Pour qu'une espèce survive, ses individus doivent en premier lieu assurer leurs fonctions vitales comme se nourrir, réagir à l'agression et se reproduire. L'évolution a donc mis en place dans notre cerveau des régions dont le rôle est de "récompenser" l'exécution de ces fonctions vitales par une sensation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



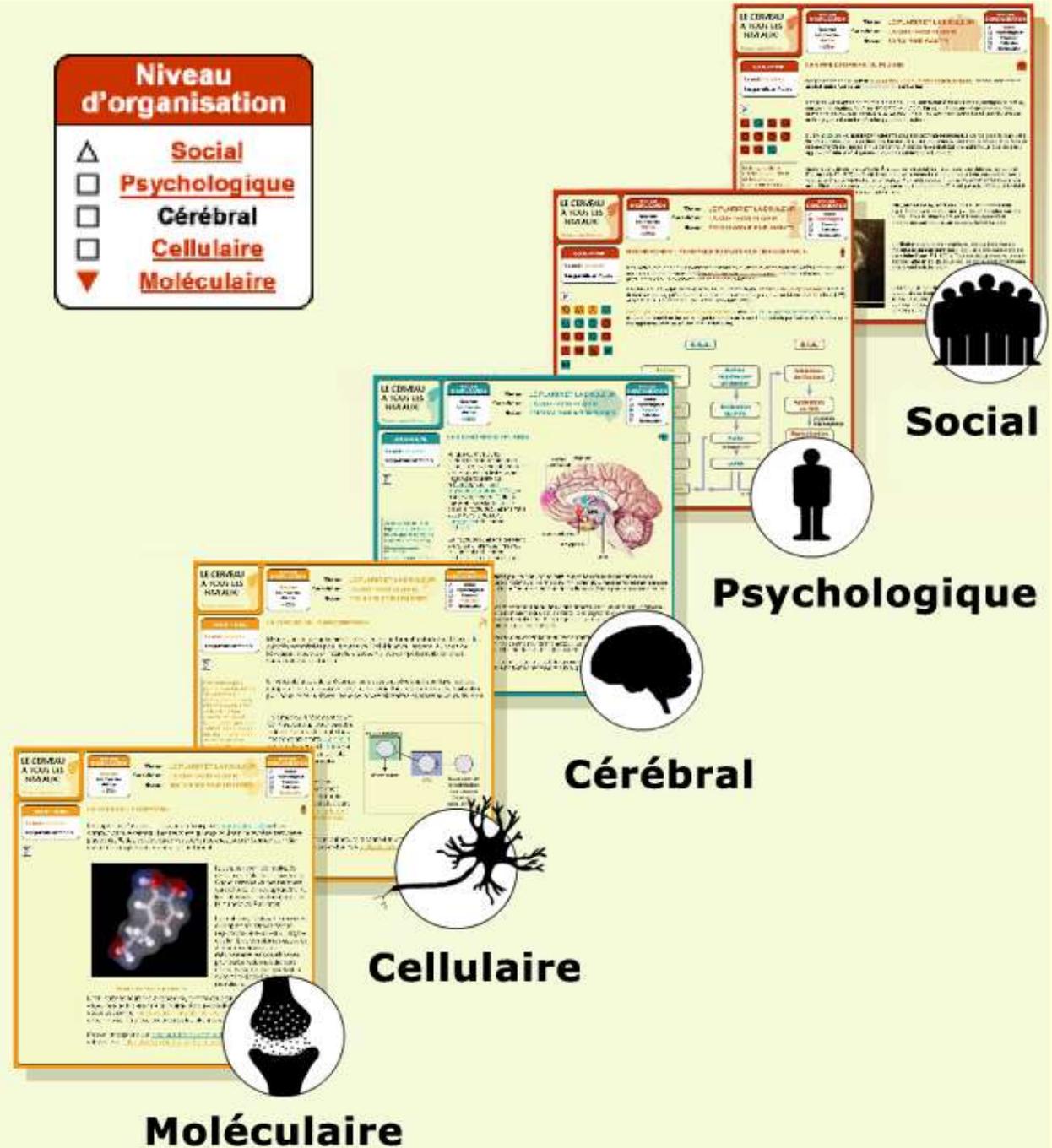
Ce sont ces régions, interconnectées entre elles, qui forment ce que l'on appelle le **circuit de la récompense**.

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

# 3 niveaux d'explication



# 5 niveaux d'organisation



# LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

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

Recherche -> site + blogue

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

## Principes fondamentaux



### Du simple au complexe

- ➔ Anatomie des niveaux d'organisation
- ➔ Fonction des niveaux d'organisation



### Le bricolage de l'évolution

- ➔ Notre héritage évolutif



### Le développement de nos facultés

- ➔ De l'embryon à la morale



### Le plaisir et la douleur

- ➔ La quête du plaisir
- ➔ Les paradis artificiels
- ➔ L'évitement de la douleur



### Les détecteurs sensoriels

- ➔ La vision



### Le corps en mouvement

- ➔ Produire un mouvement volontaire

## Fonctions complexes



### Au coeur de la mémoire

- ➔ Les traces de l'apprentissage
- ➔ Oubli et amnésie



### Que d'émotions

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



### De la pensée au langage

- ➔ Communiquer avec des mots



### Dormir, rêver...

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



### L'émergence de la conscience

- ➔ Le sentiment d'être soi

## Dysfonctions



### Les troubles de l'esprit

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

Nouveau! "L'école des profs"

## Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Accueil du site

Recherche -> blogue

Billets par catégorie



Abonnez-vous !

NOUVELLES RÉCENTES SUR LE CERVEAU

Lundi, 5 septembre 2016

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



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

## Faire un don

nous permet de continuer

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

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

## OFFRES DE PRÉSENTATIONS SUR LE CERVEAU

Cliquez ici pour une sélection de conférences que je peux présenter dans votre école.



[Dix cours gratuits sur le « cerveau-corps » avec du contenu publié sur ce blogue !](#)



# "L'école des profs"

## Cours intensifs de perfectionnement en neurosciences cognitives



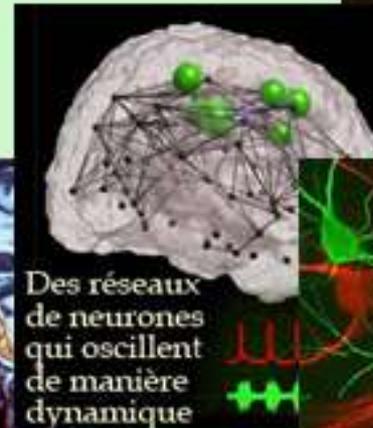
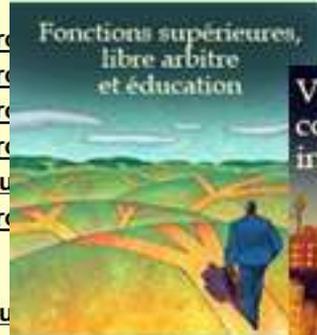
2014

[École des profs](#)  
[École des profs](#)  
[Université du](#)

(cliquez ici pour les détails)

2015

[École des profs](#)  
[École des profs](#)  
[École des profs](#)  
[École des profs](#)  
[Université du](#)  
[École des profs](#)



Des réseaux de neurones qui oscillent de manière dynamique



2016

[Université du](#)  
[École des profs](#)  
[École des profs](#)  
[École des profs](#)  
[École des profs](#)

["La cognition incarnée" - Séminaire d'introduction aux sciences cognitives : éléments et](#)  
[École des profs du cégep du Vieux Montréal \(14 octobre 2016 et 19 janvier 2017\)](#)

2017

[Université du troisième âge de Vaudreuil-Dorion \(14 février - 4 avril 2017\)](#)  
[École des profs du centre d'ostéopathie du Québec \(17 février 2017\)](#)  
[UPop Montréal : Pourquoi le cerveau a besoin du corps et de l'environnement pour penser](#)  
[École des profs du cégep Édouard-Montpetit \(6 juin 2017\)](#)  
[Université du troisième âge de St-Bruno et Longueuil \(18 septembre - 13 novembre 2017\)](#)

2018

Recherche -> blogue

**Billets par catégorie**



Abonnez-vous !

**NOUVELLES  
RÉCENTES  
SUR LE CERVEAU**



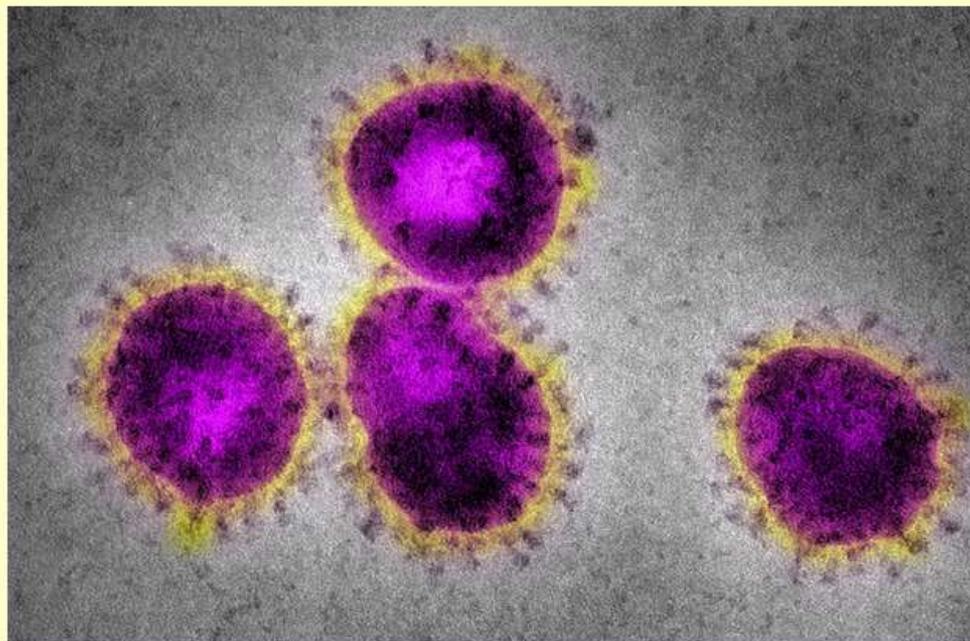
Deric Bownds'  
Mindblog



Music can be infectious  
like a virus - the same  
mathematical model  
works for both

lundi, 16 mars 2020

## Ces très petits êtres qui bouleversent nos vies



lundi, 16 mars 2020

## Ces très petits êtres qui bouleversent nos vies

Recherche -> blogue

Billets par catégorie



Abonnez-vous !

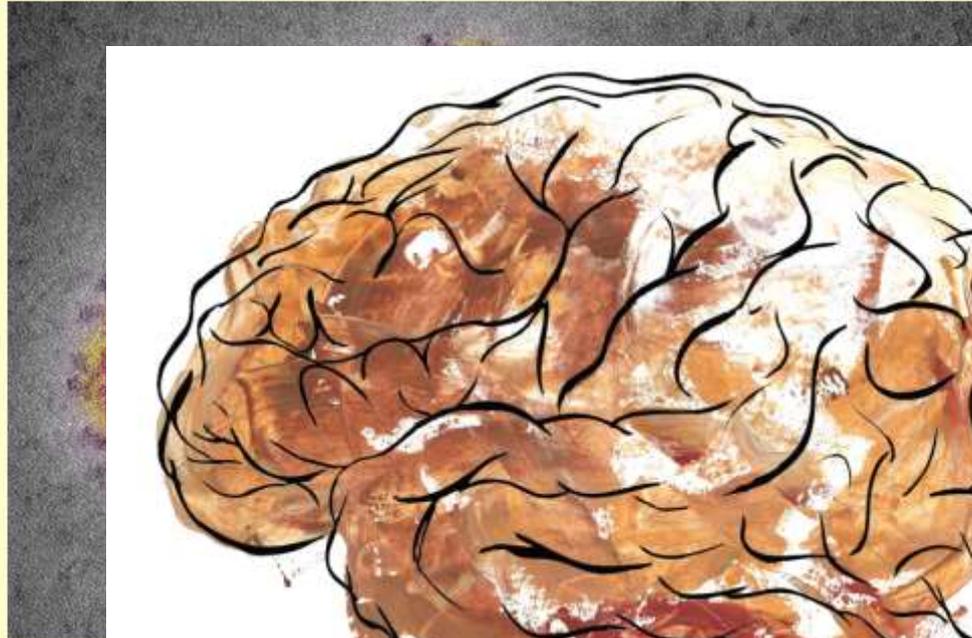
NOUVELLES  
RÉCENTES  
SUR LE CERVEAU



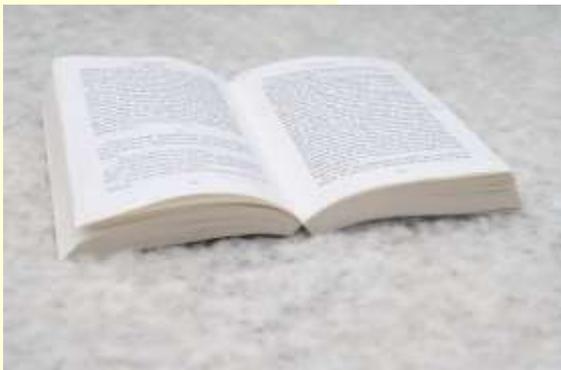
Deric Bownds'  
Mindblog



Music can be infectious  
like a virus - the same  
mathematical model  
works for both

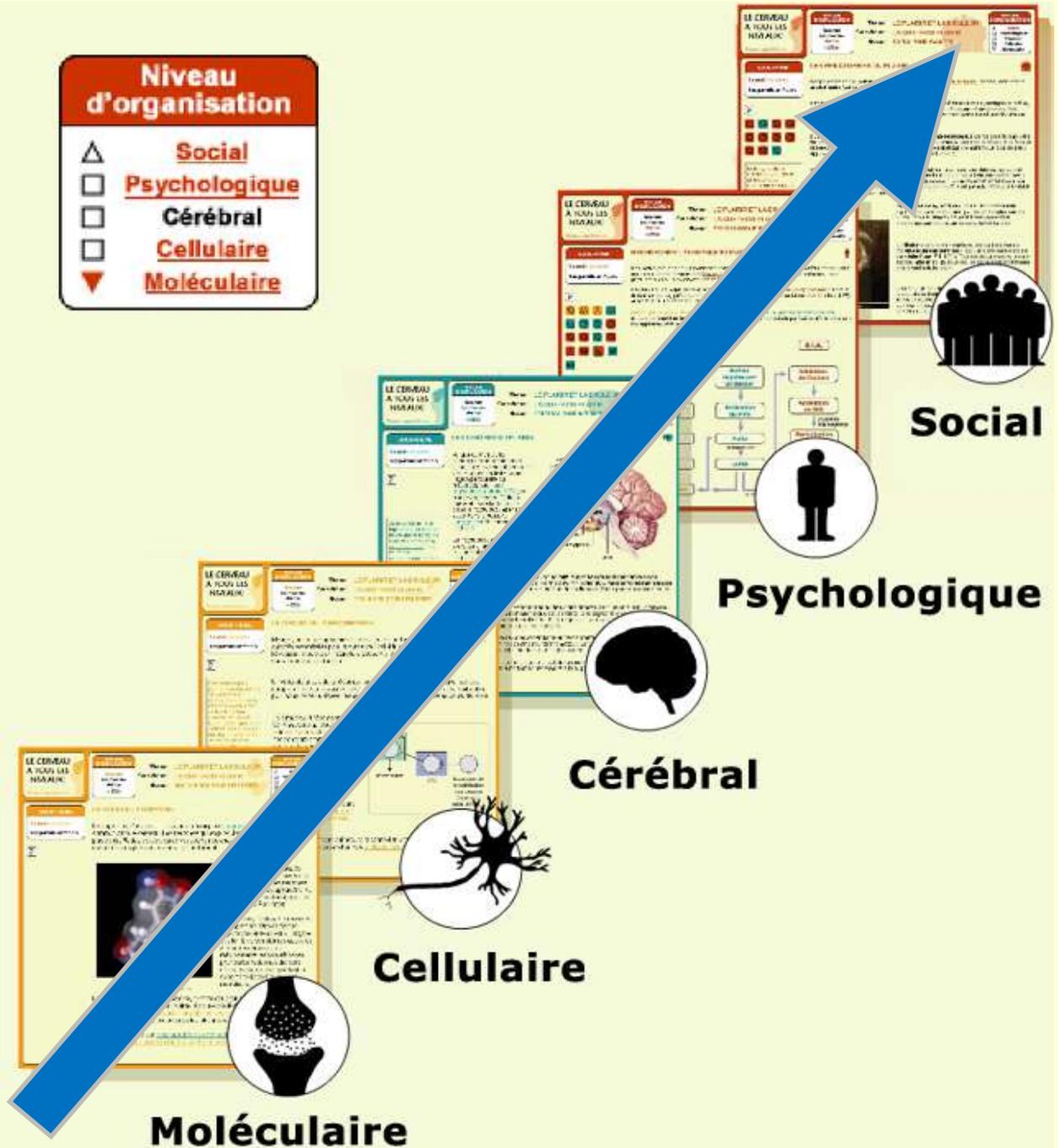


Dessin :  
Rémy Guenin



# Votre cerveau à tous les niveaux

# 5 niveaux d'organisation



Séance 10 : « **Moi** »  
conscient versus  
motivations  
inconscientes :  
notre espèce a-t-elle  
de l'avenir ?

Séance 1 :  
Le « **connais-toi  
toi-même** » de  
Socrate à l'heure  
des sciences  
cognitives

Séance 2 :  
De la « **poussière  
d'étoile** »  
à la vie : ces  
bizarreries qui  
font qu'on est ici  
aujourd'hui

Séance 3:  
L'humain  
découvre la  
grammaire de  
base de son  
système nerveux

Séance 9 :  
Le langage :  
une propriété  
émergente de la  
vie sociale chez  
les humains



The central poster features a dark blue background. At the top left is a small square image of a brain with colored regions. At the top right is the UPOP logo. The main title is 'Notre cerveau à tous les niveaux' in white. Below it, the text reads '10 séances pour 10 ans d'UPop !' and 'Automne 2019 - Hiver 2020'. Further down, it says 'Les mercredis aux deux semaines, 19h' and 'Café Les Oubliettes, dès le 16 octobre'.

Séance 4 :  
Des circuits de  
millions de  
neurones :  
plaisir, douleur,  
apprentissage,  
mémoire

Séance 8 :  
Cerveau et corps  
ne font qu'un :  
origine et  
fonction  
des émotions

Séance 7 :  
Tout ce qui  
précède permet  
de simuler le  
monde pour  
décider quoi faire

Séance 6 :  
Les rythmes  
cérébraux :  
se synchroniser  
pour mieux  
régner

Séance 5 :  
Cartographier des  
réseaux de milliards  
de neurones  
à l'échelle du  
cerveau entier

# Plan de match

## 1<sup>ère</sup> heure : langage

- **Intro : Tout ce qui a mené au langage**
- La spécificité du langage comme moyen de communication
- L'apparition du langage chez l'humain
- Langage : instinct ou gadget culturel ?

## 2<sup>e</sup> heure : lecture et écriture

- Réseaux cérébraux du langage et recyclage neuronal
- Un exemple de réutilisation cérébrale : la lecture et l'écriture
- Simulation mentale et lecture

Séance 10 : « **Moi** »  
conscient versus  
motivations  
inconscientes :  
notre espèce a-t-elle  
de l'avenir ?

Séance 1 :  
Le « **connais-toi  
toi-même** » de  
Socrate à l'heure  
des sciences  
cognitives

Séance 2 :  
De la « **poussière  
d'étoile** »  
à la vie : ces  
bizarreries qui  
font qu'on est ici  
aujourd'hui

Séance 3 :  
L'humain  
découvre la  
grammaire de  
base de son  
système nerveux

Séance 9 :  
Le langage :  
une propriété  
émergente de la  
vie sociale chez  
les humains

# Intro : Tout ce qui a mené au langage

(20 heures en 20 minutes !)

Séance 4 :  
Des circuits de  
millions de  
neurones :  
plaisir, douleur,  
apprentissage,  
mémoire

Séance 8 :  
Cerveau et corps  
ne font qu'un :  
origine et  
fonction  
des émotions

Séance 7 :  
Tout ce qui  
précède permet  
de simuler le  
monde pour  
décider quoi faire

Séance 6 :  
Les rythmes  
cérébraux :  
se synchroniser  
pour mieux  
régner

Séance 5 :  
Cartographier des  
réseaux de milliards  
de neurones  
à l'échelle du  
cerveau entier

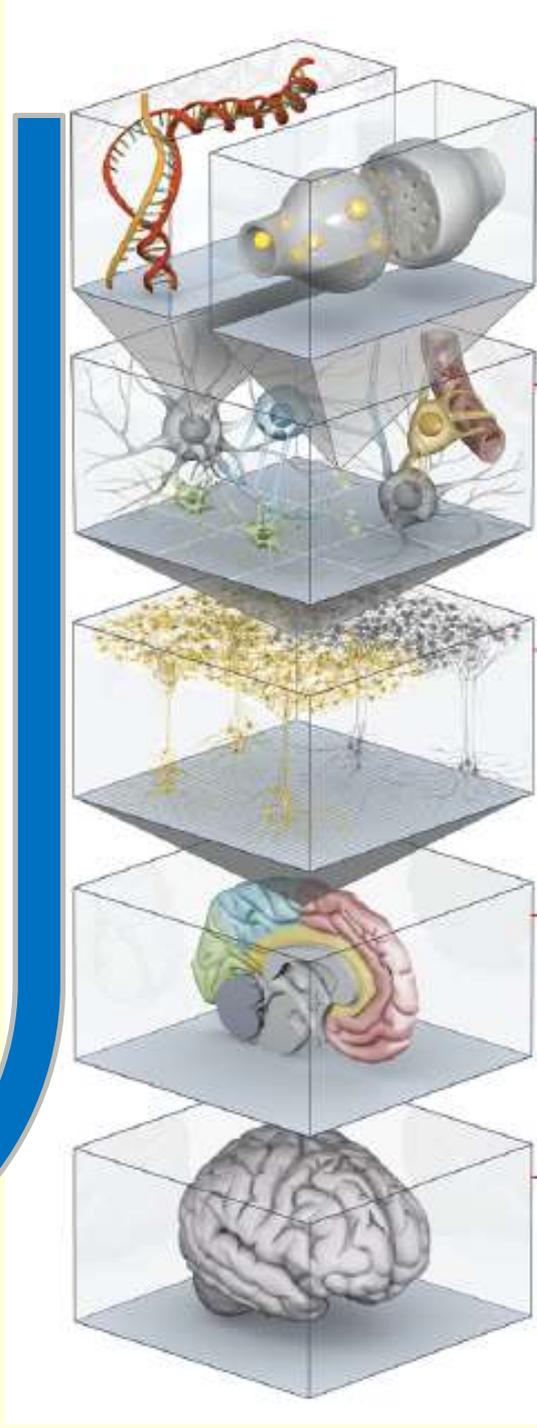
On était parti du problème de la conscience subjective.

Séance 1 :  
Le « connais-toi toi-même » de Socrate à l'heure des sciences cognitives

Et on avait vu que c'est grâce à tous ces **niveaux** qu'elle allait pouvoir **émerger**.

Et que pour les comprendre, il fallait remonter dans le temps...

Où veut-il en venir exactement ?





Parce que vouloir comprendre le langage





Parce que vouloir comprendre le **langage**  
et le **cerveau humain** qui le produit...



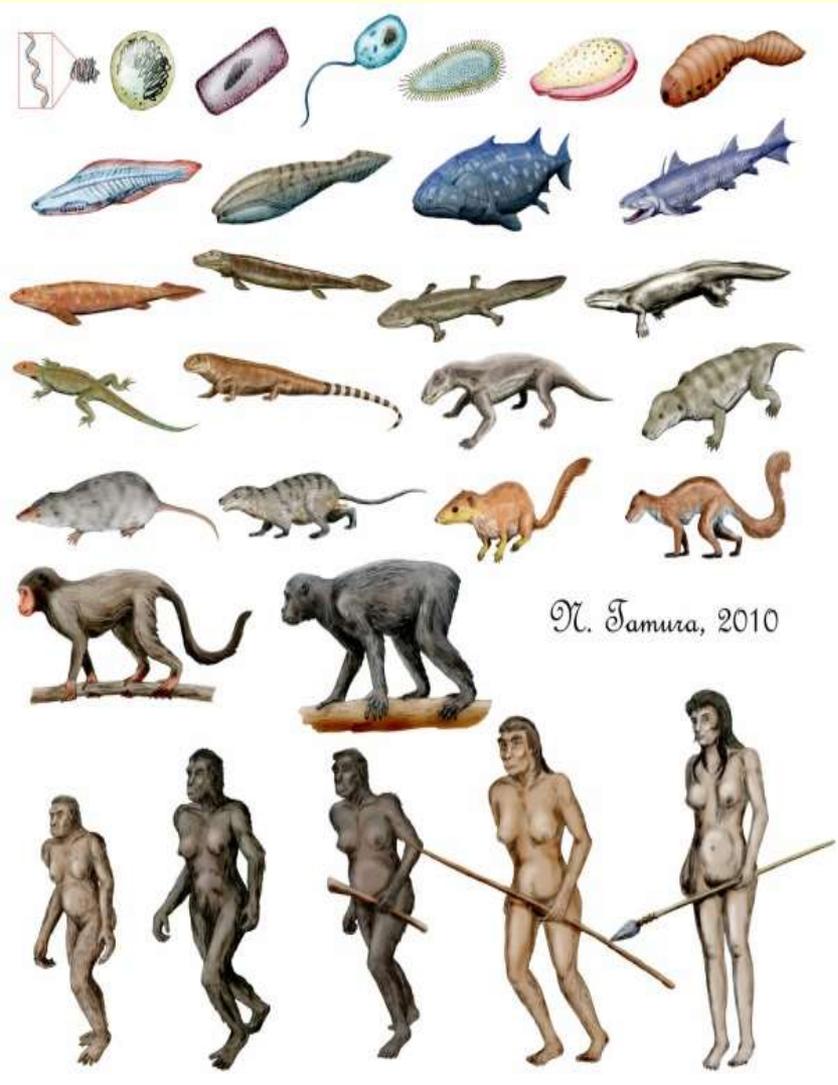


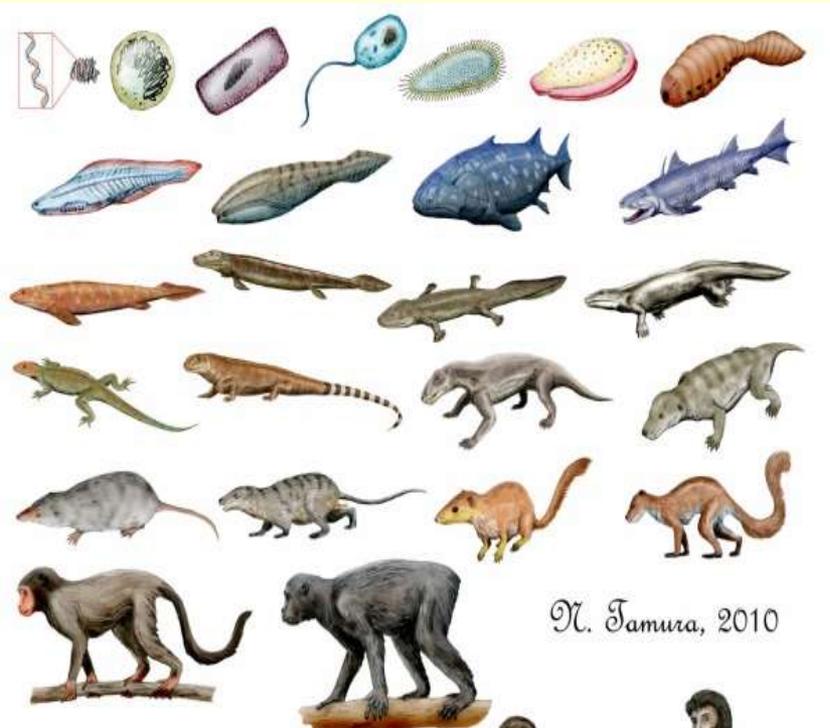




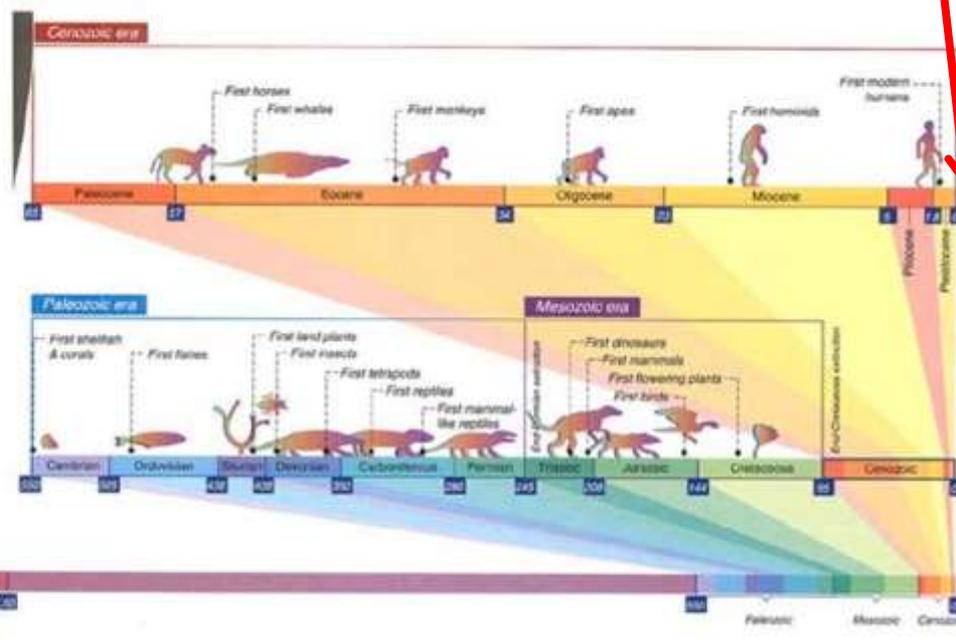
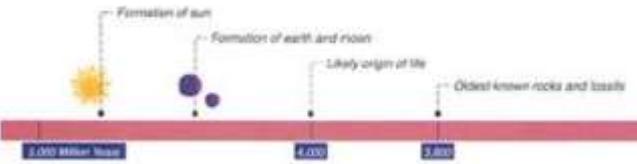
« Rien en biologie n'a de sens, si ce n'est à la lumière de l'évolution »

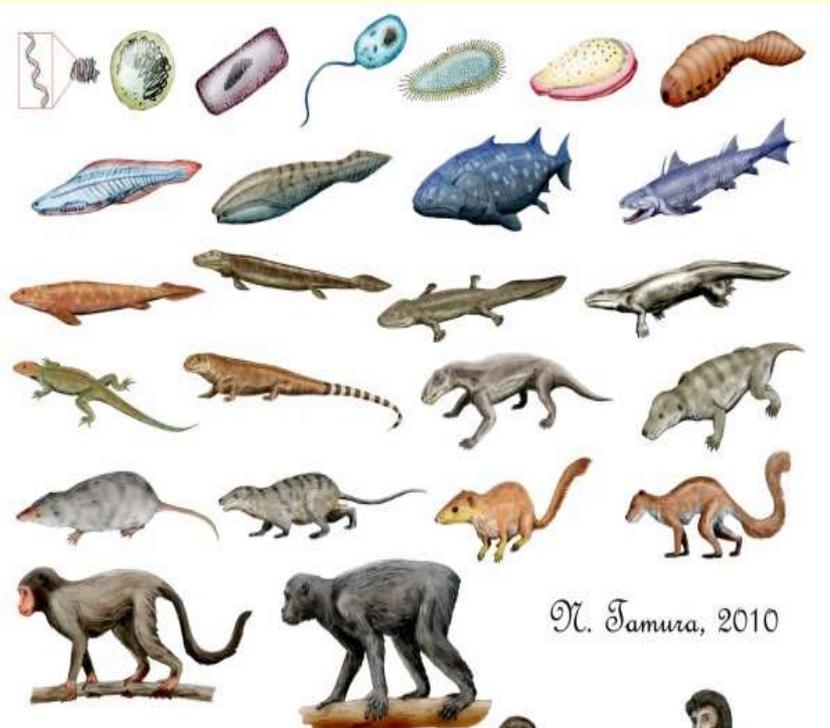
- Theodosius Dobzhansky  
(1900-1975)



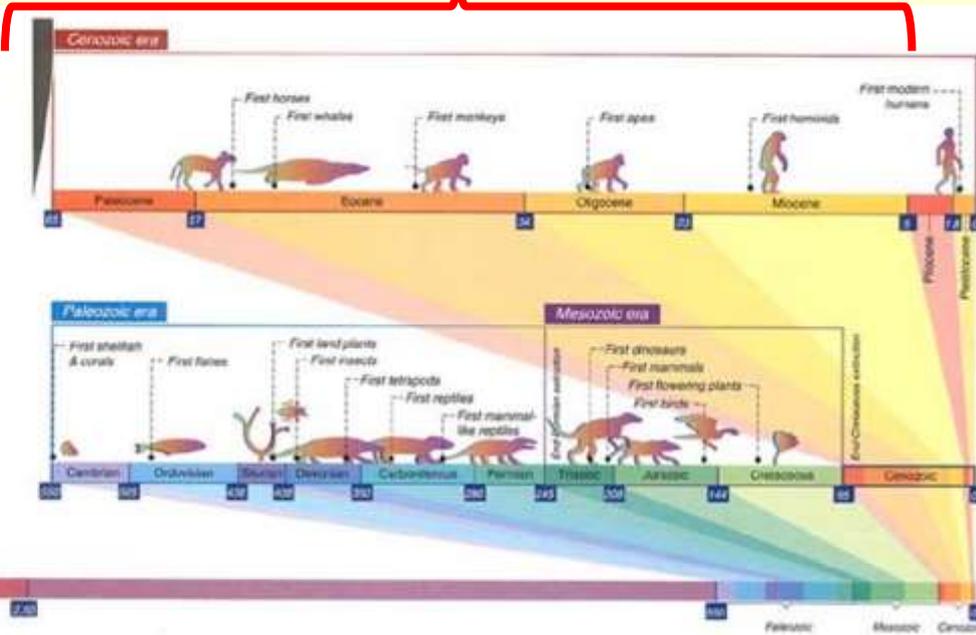
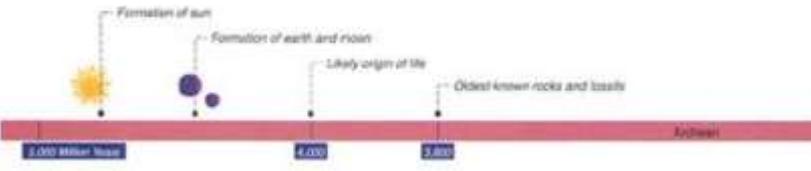
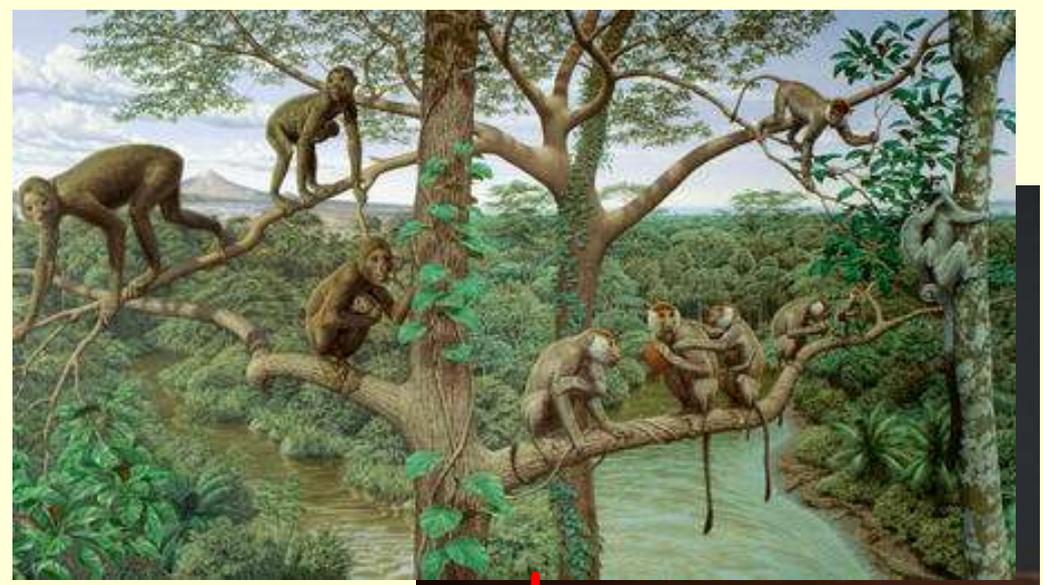


N. Tamura, 2010





N. Tamura, 2010



Séance 2 :

De la « poussière  
d'étoile »

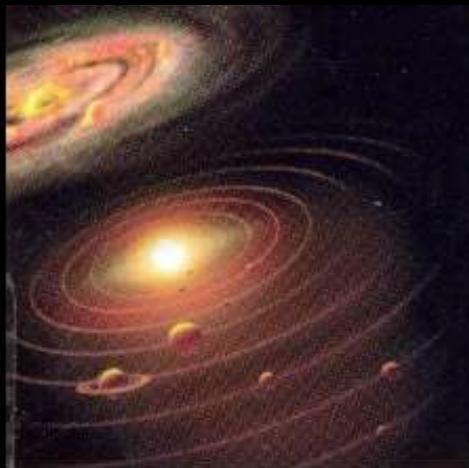
à la vie : ces  
bizarreries qui  
font qu'on est ici  
aujourd'hui



**Évolution cosmique,**

**chimique**

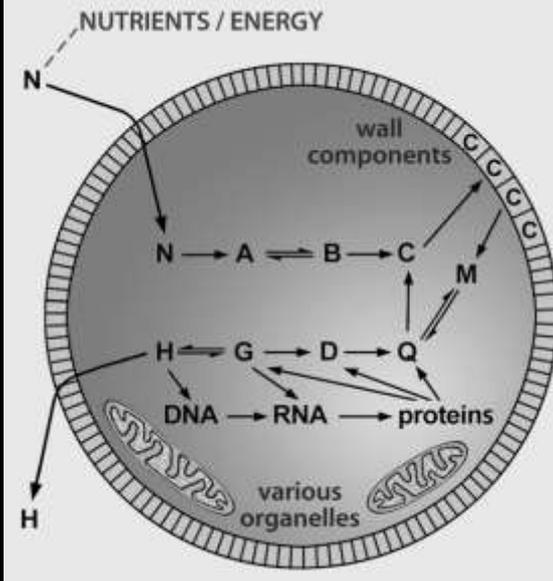
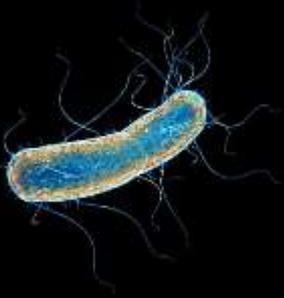
**et biologique**



Les êtres vivants sont des système autopoïétique :

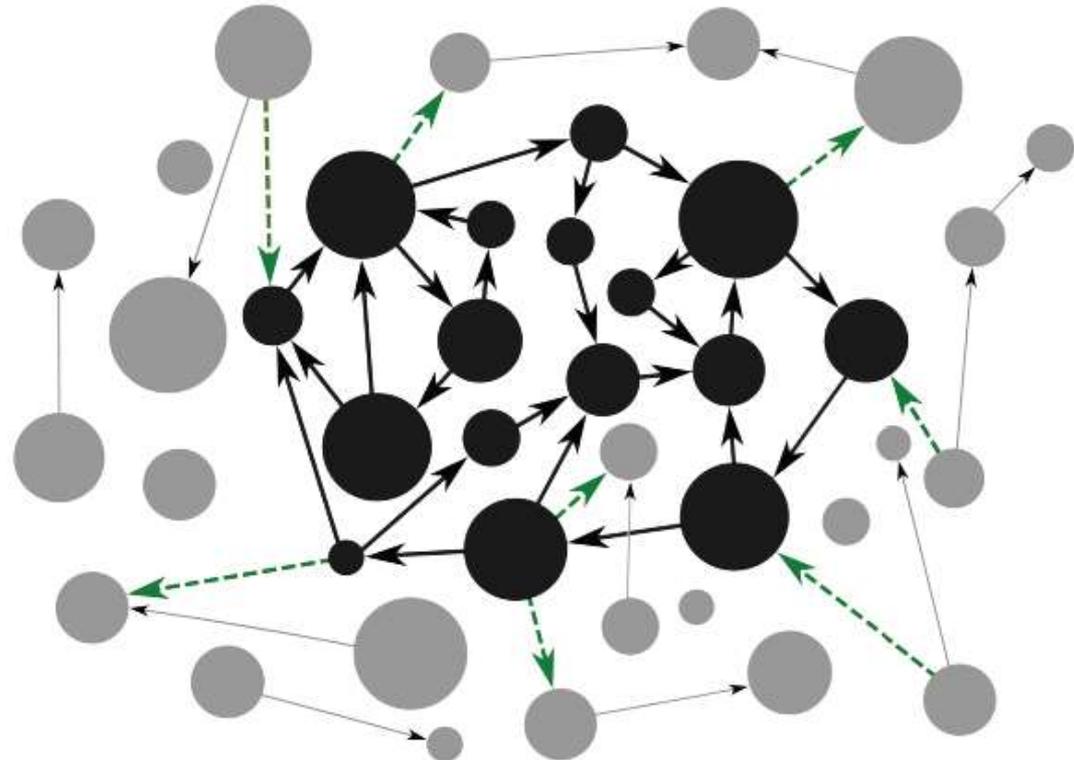
un **réseau complexe d'éléments** qui régénèrent constamment le réseau qui les a produits

et « donne sens » à son environnement.



Séance 2 :

**De la « poussière d'étoile » à la vie : ces bizarreries qui font qu'on est ici aujourd'hui**







Séance 1  
Le « cor  
toi-mêm  
Socrate  
des scie  
cognitiv

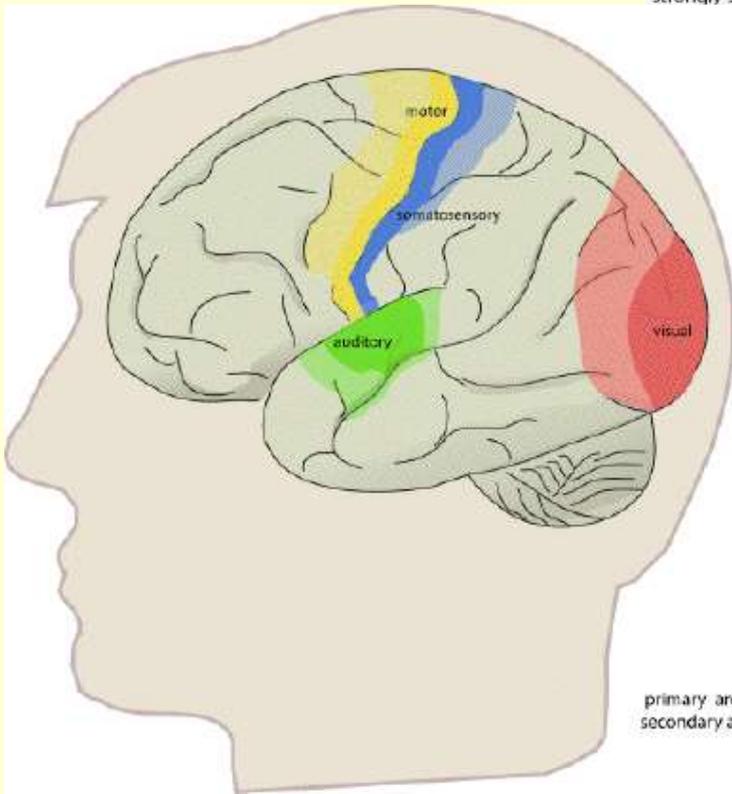


Séance 2 :  
De la « poussière  
d'étoile » à la vie



Séance 3:  
L'humain  
découvre la  
grammaire de  
base de son  
système nerveux

Input from skin—  
receptors that were  
strongly stimulated



primary areas = darker colours  
secondary areas = lighter colours



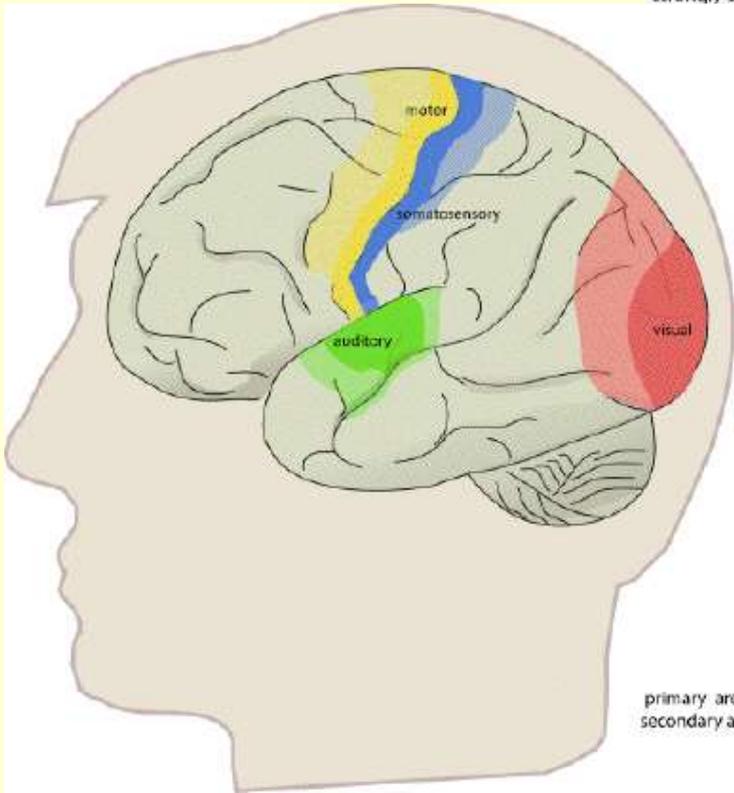
Séance 1  
Le « cor  
toi-mên  
Socrate  
des scie  
cognitiv



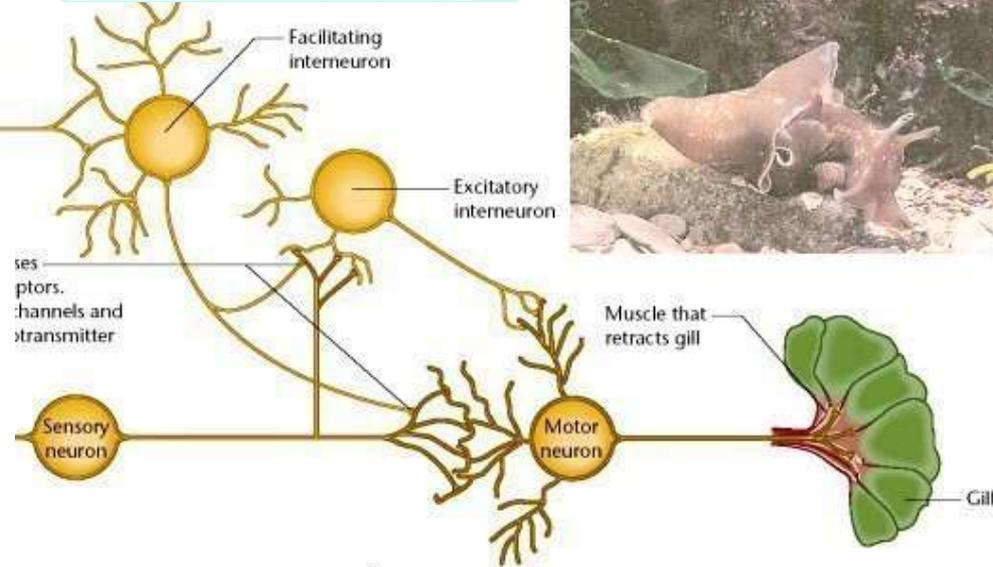
Séance 2 :  
De la « poussière  
d'étoile » à la vie

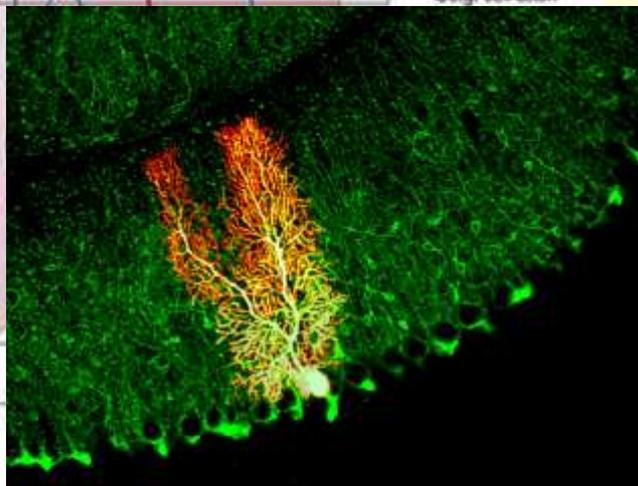
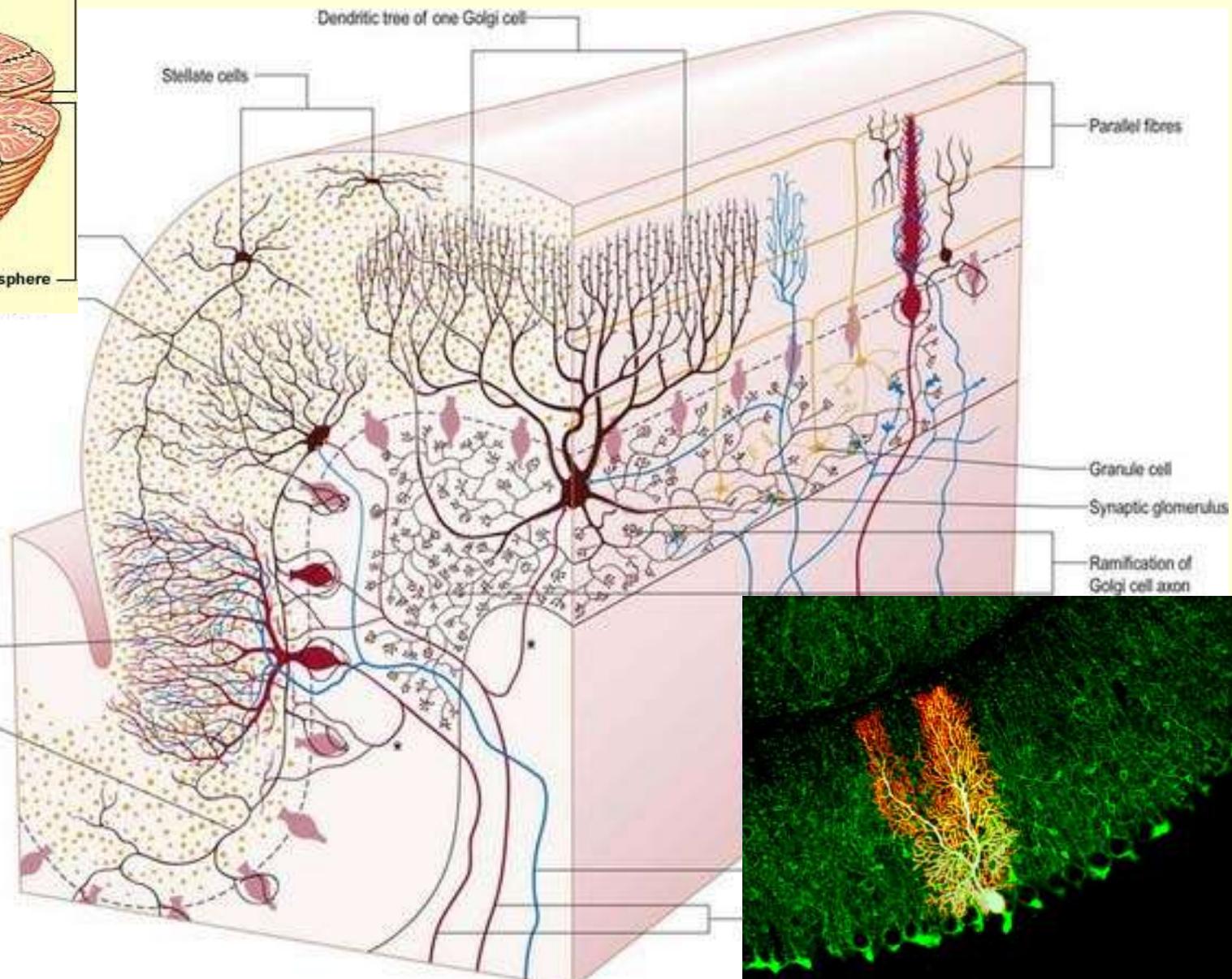
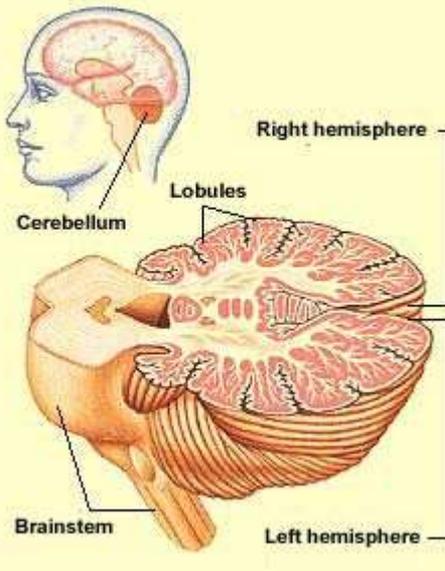


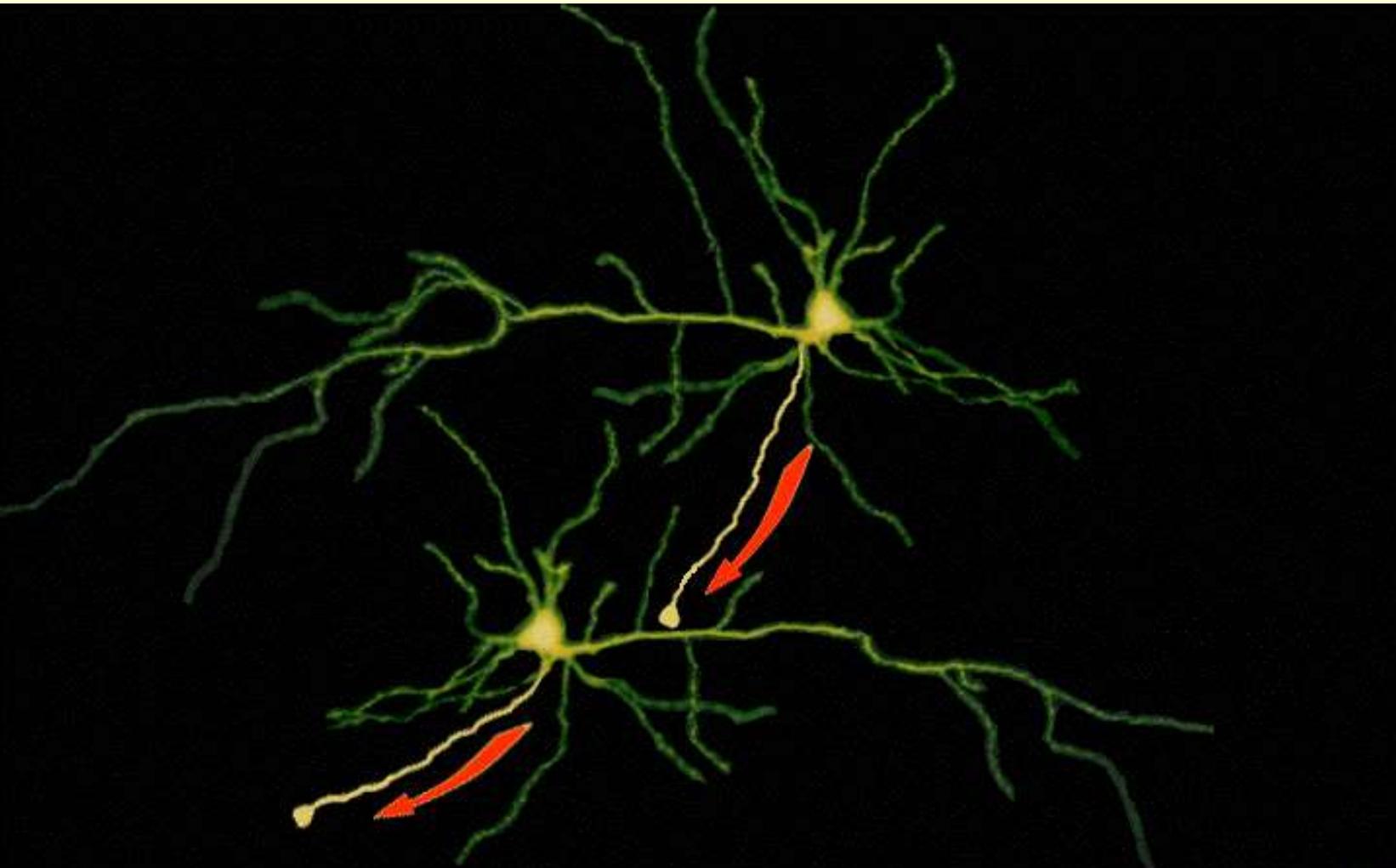
Séance 3:  
L'humain  
découvre la  
grammaire de  
base de son  
système nerveux



Input from skin  
receptors that were  
strongly stimulated



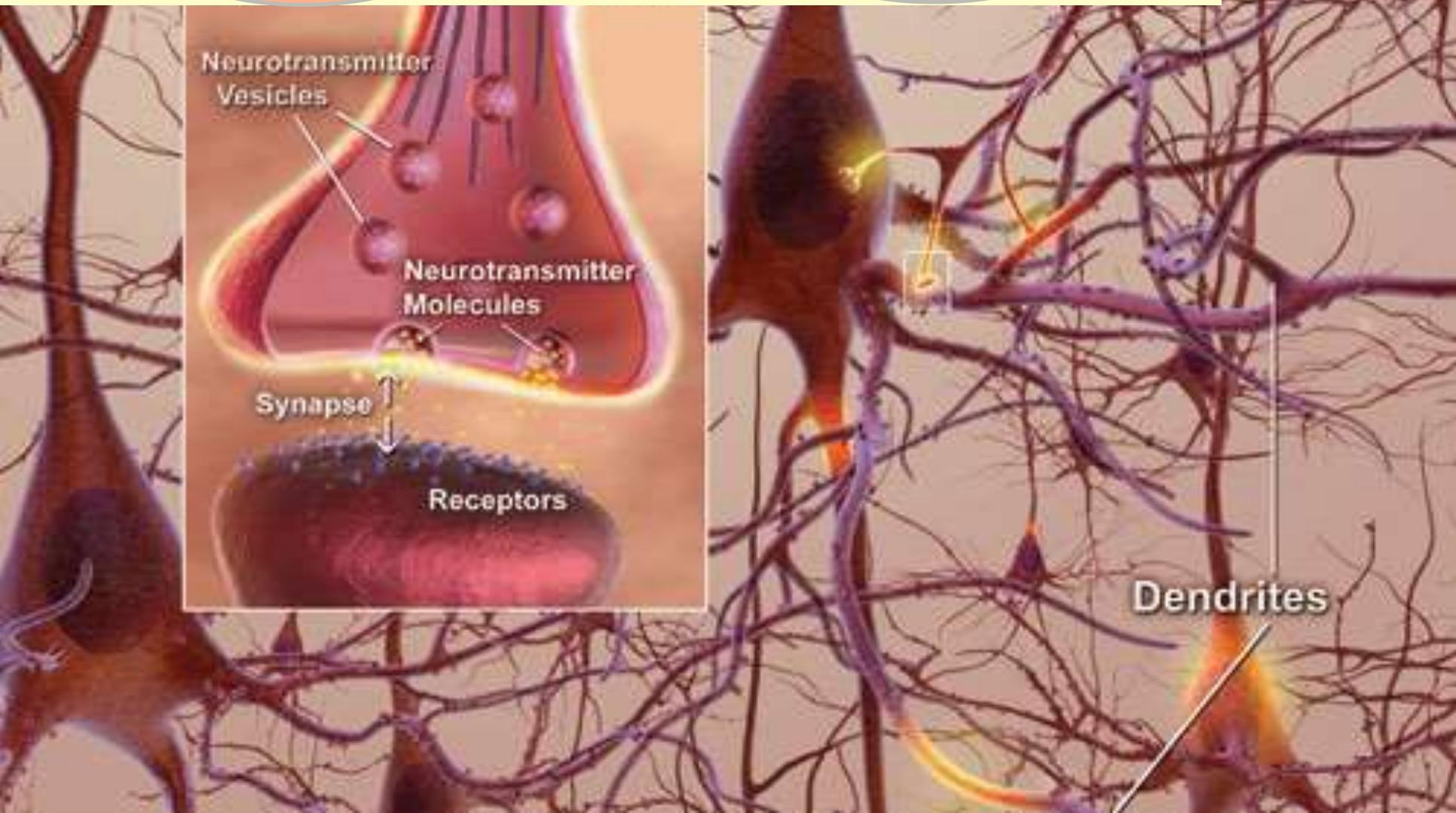
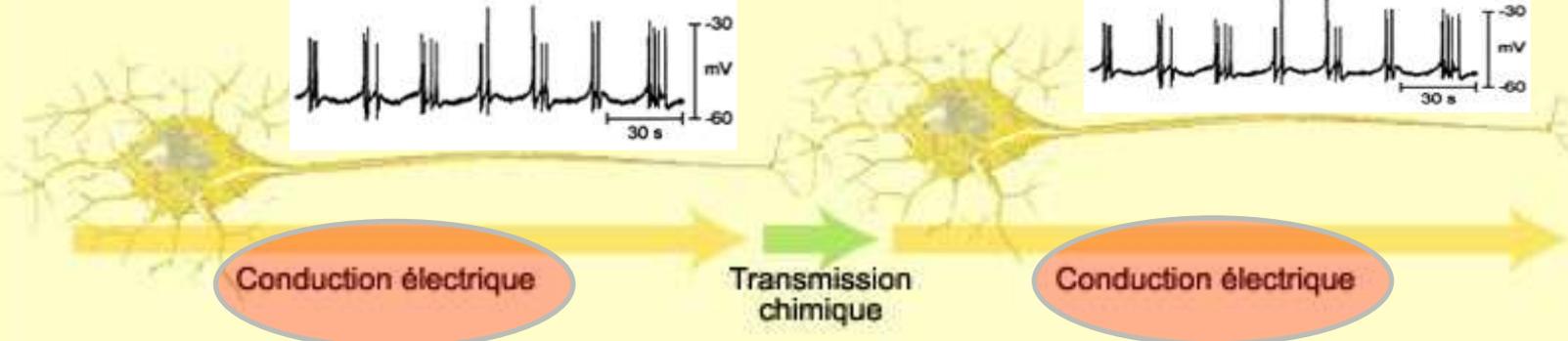


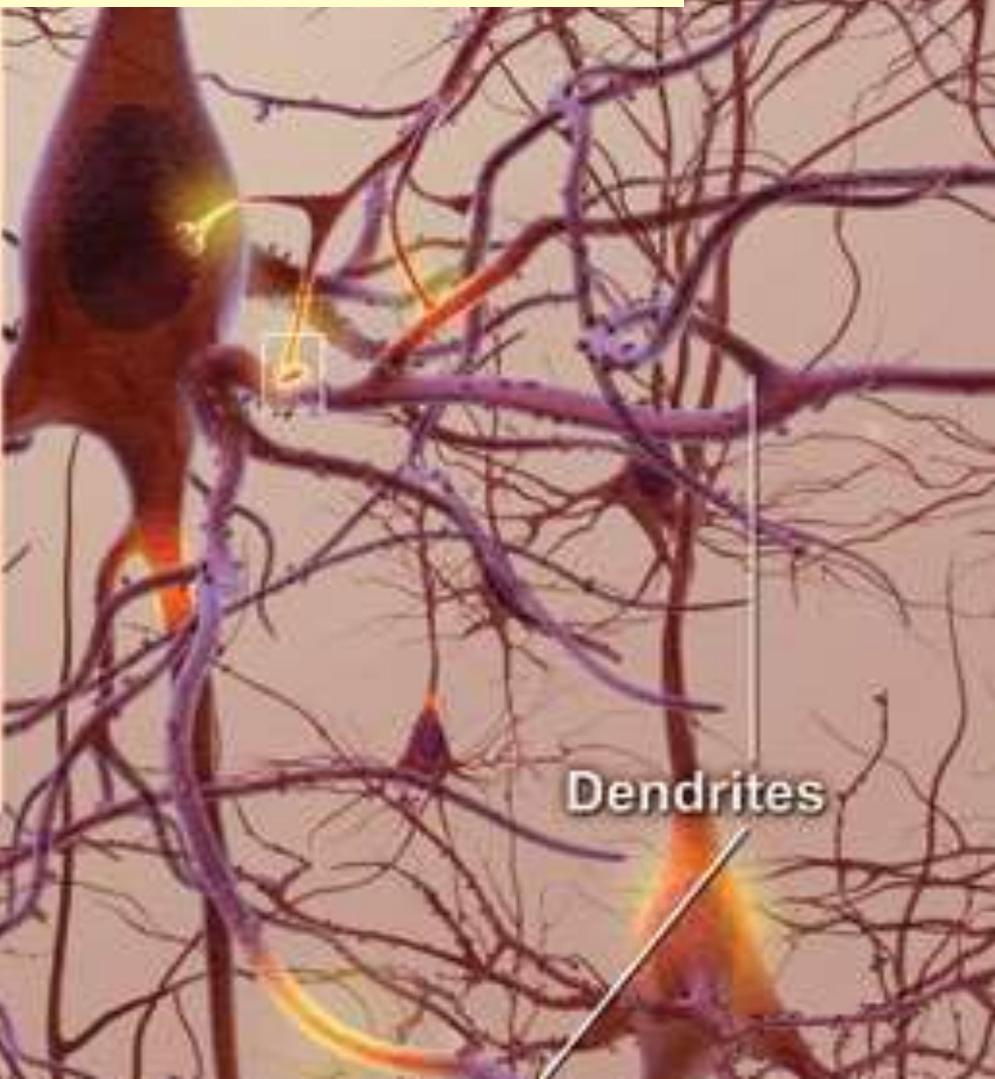
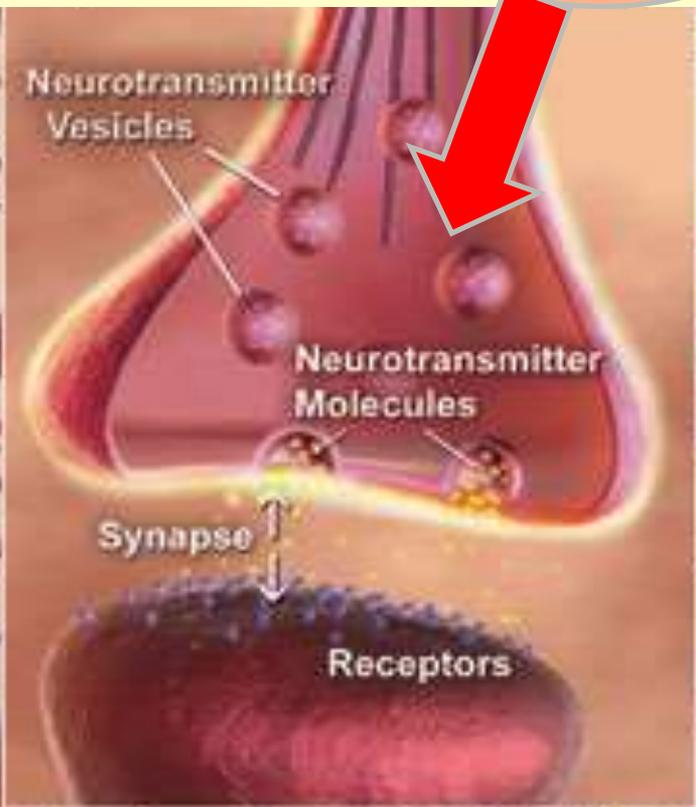
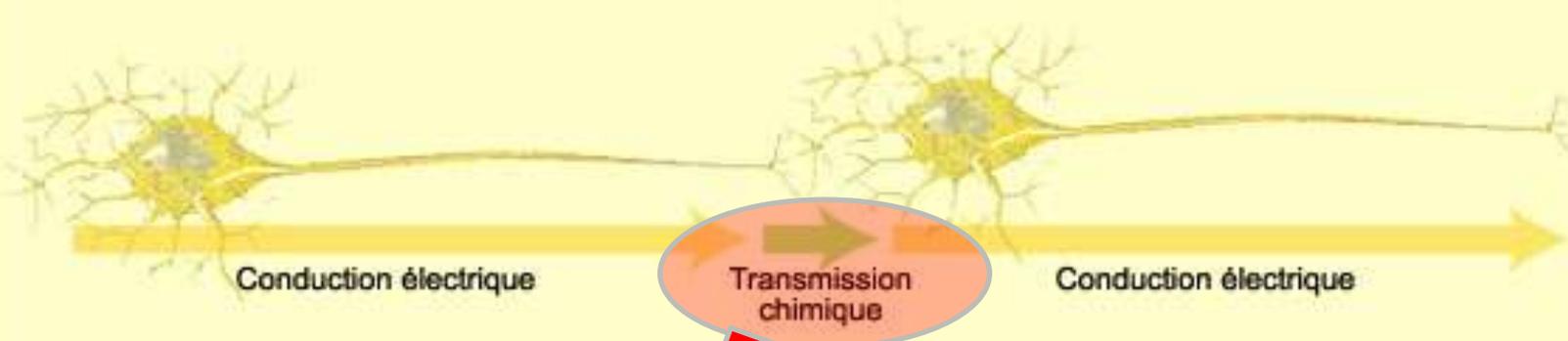


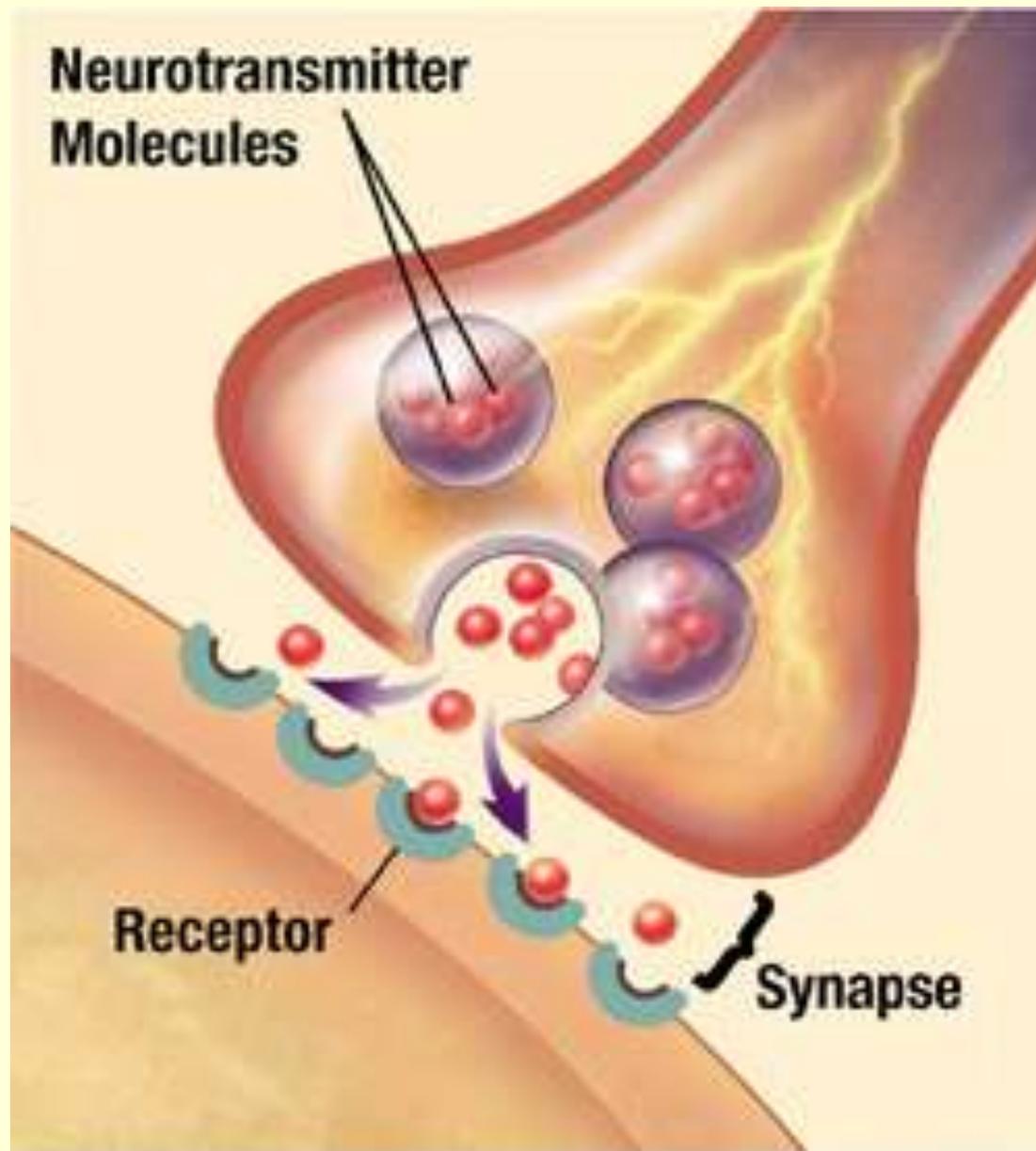
Dharmendra  
S. Modha  
et al.,

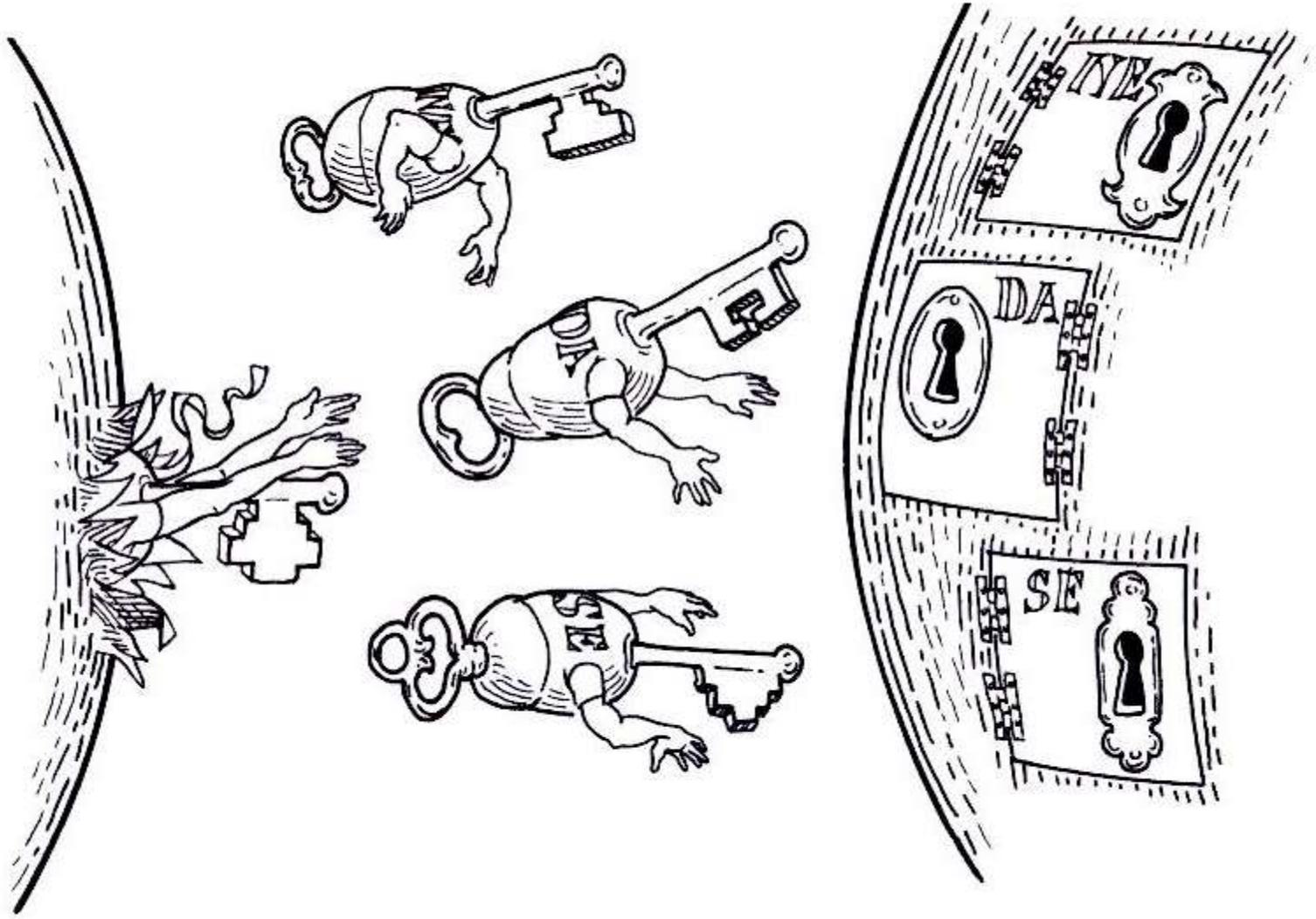
<http://m.cacm.acm.org/magazines/2011/8/114944-cognitive-computing/fulltext>

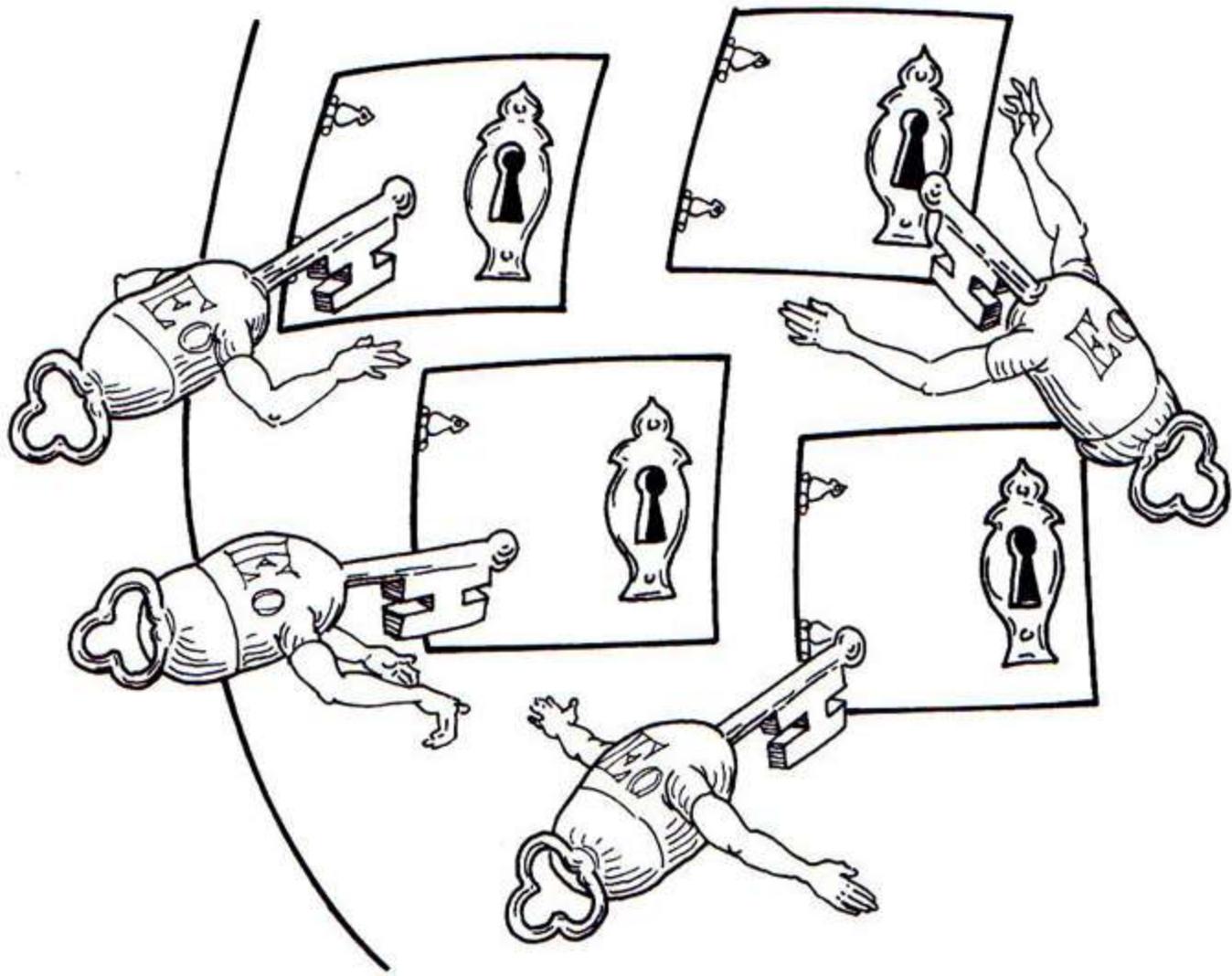


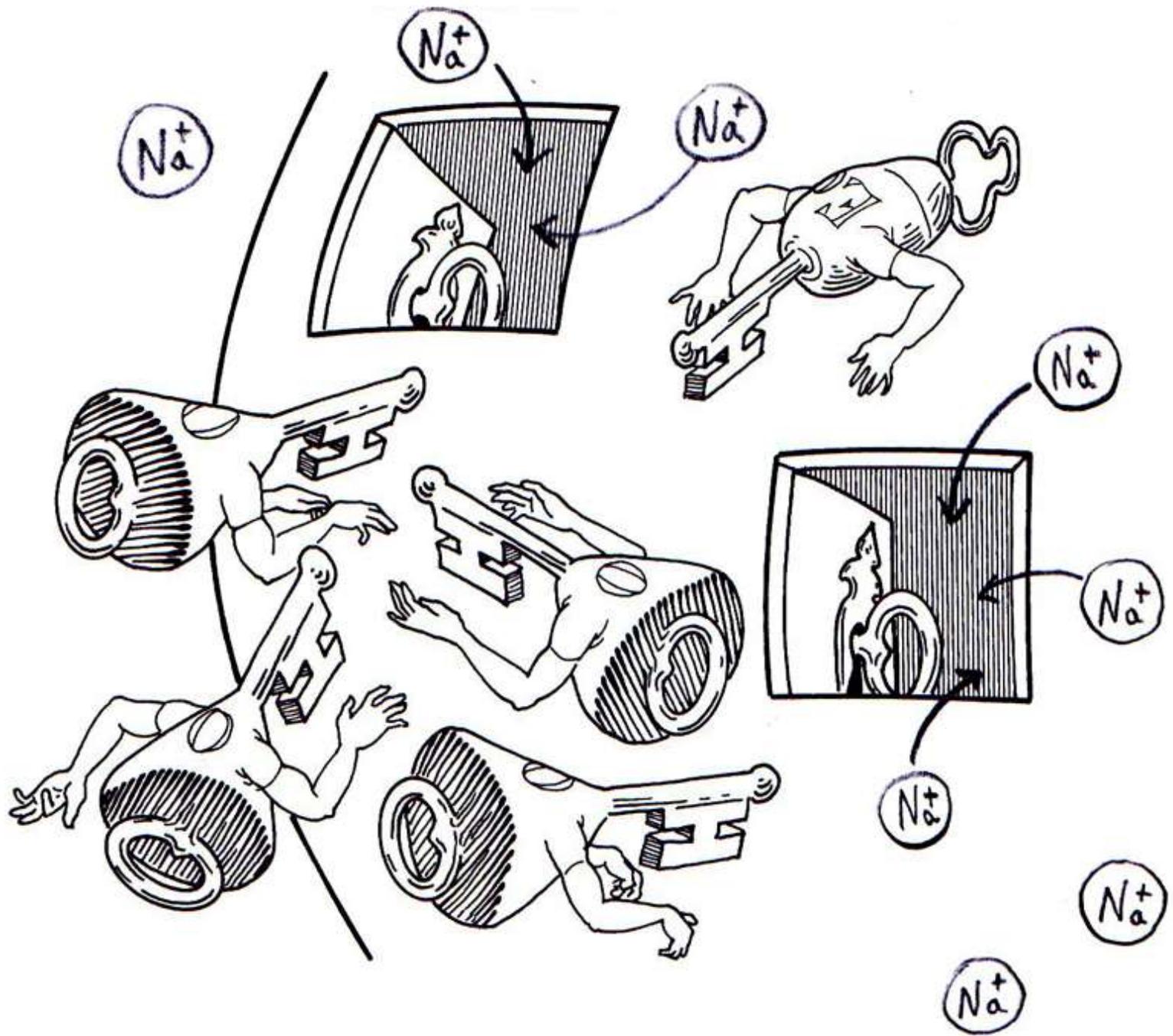


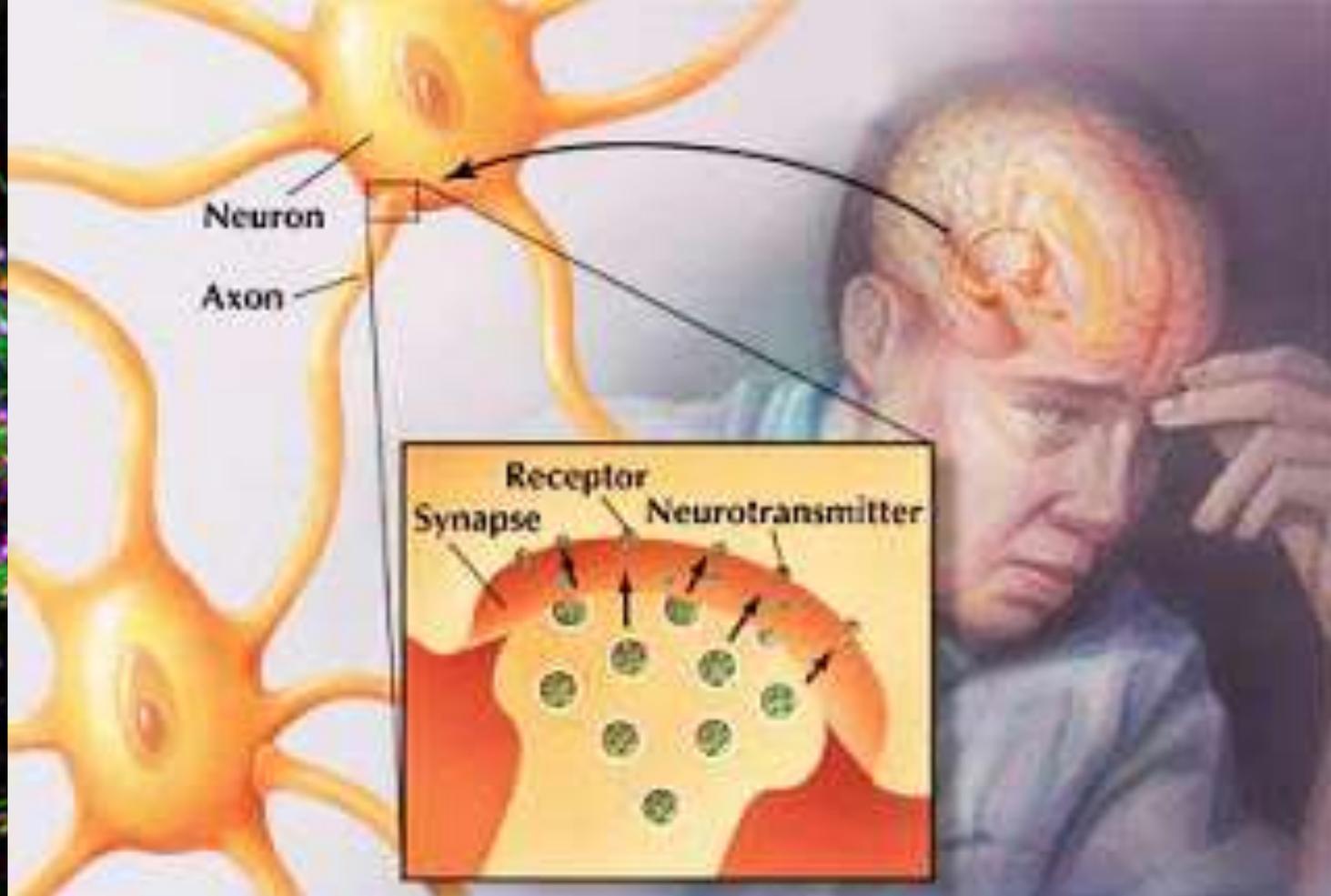




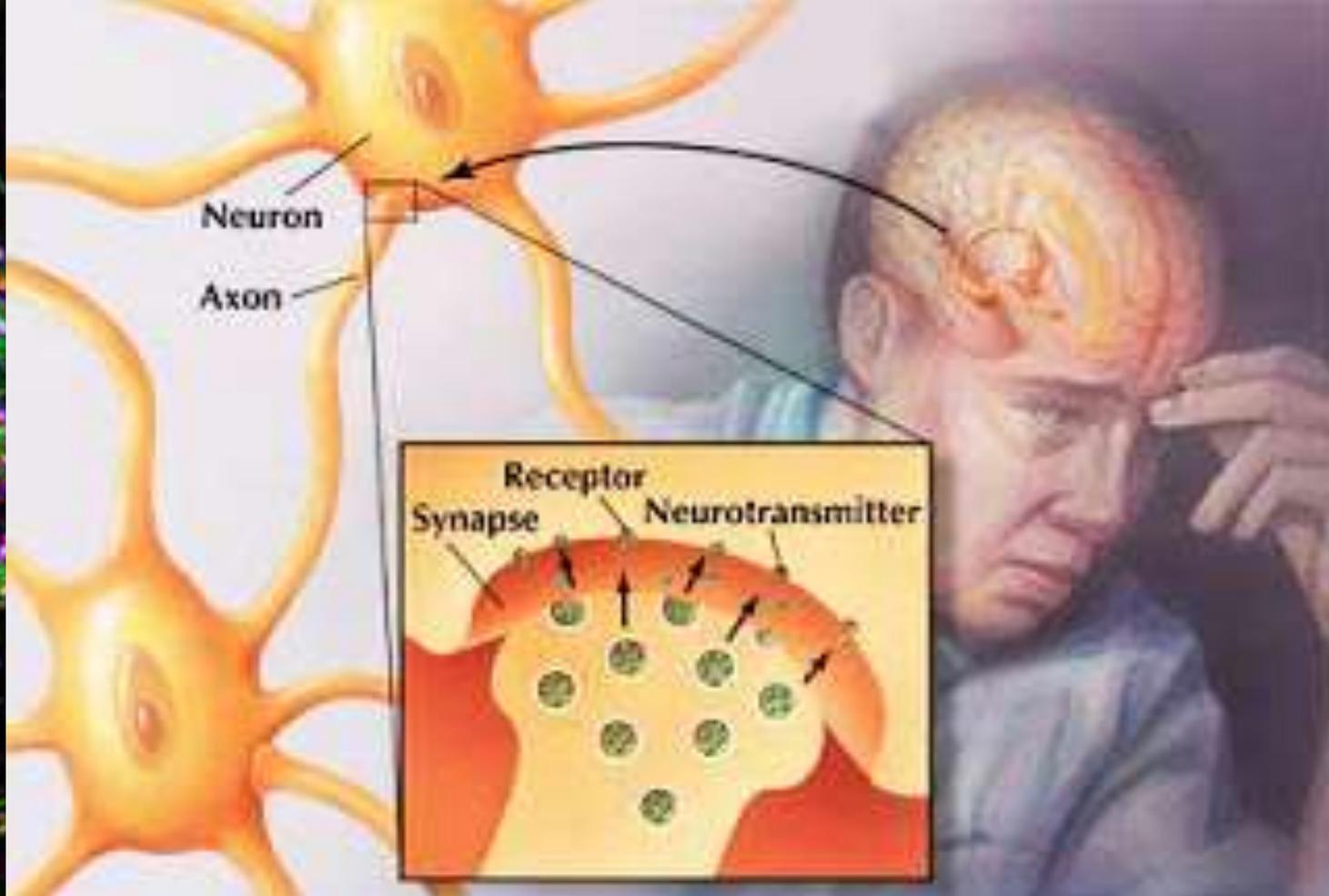




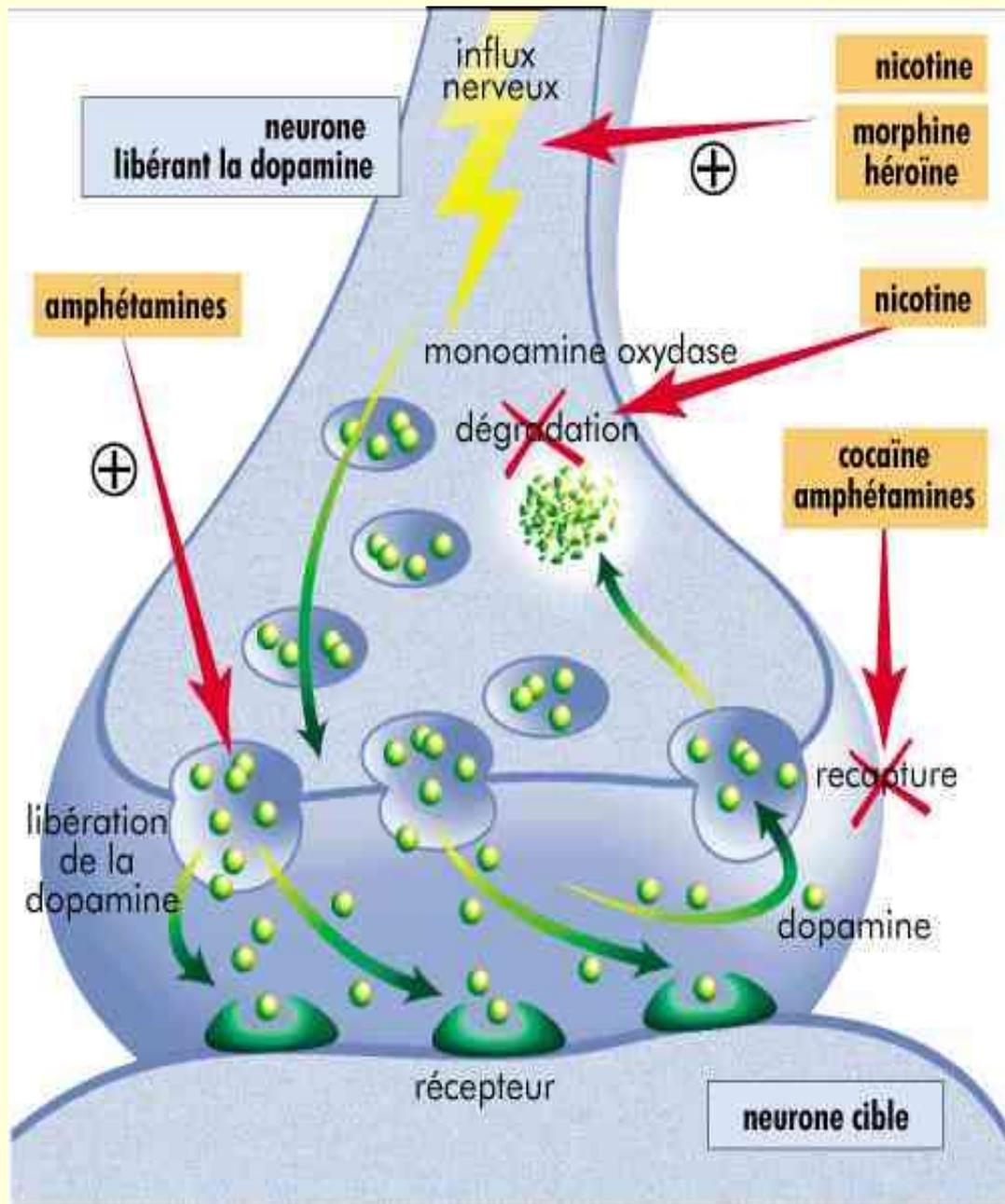




C'est la plasticité de cette synapse, le fait qu'elle peut varier son efficacité, qui est derrière la majorité de nos processus **d'apprentissage** et de **mémoire**.

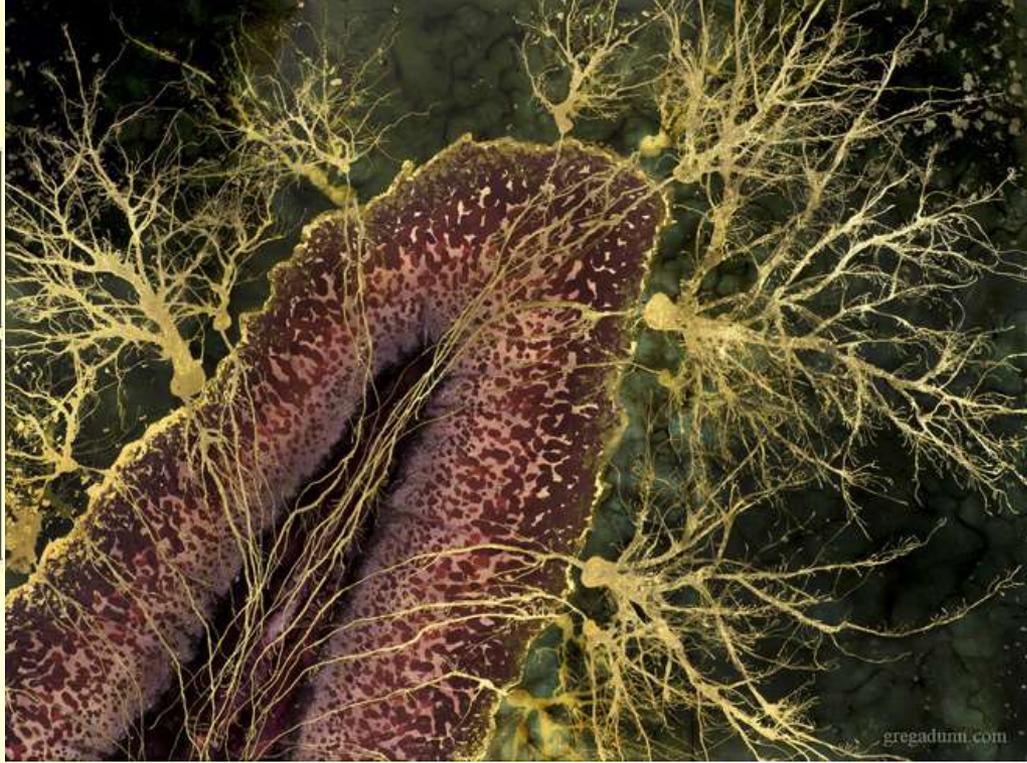
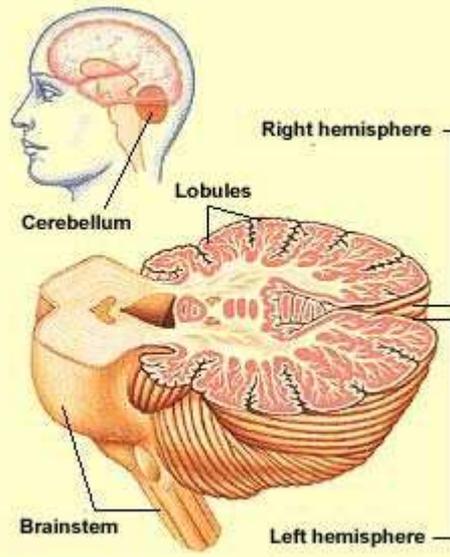


C'est aussi à la synapse  
qu'agissent la grande majorité  
des **médicaments** et  
des **drogues**





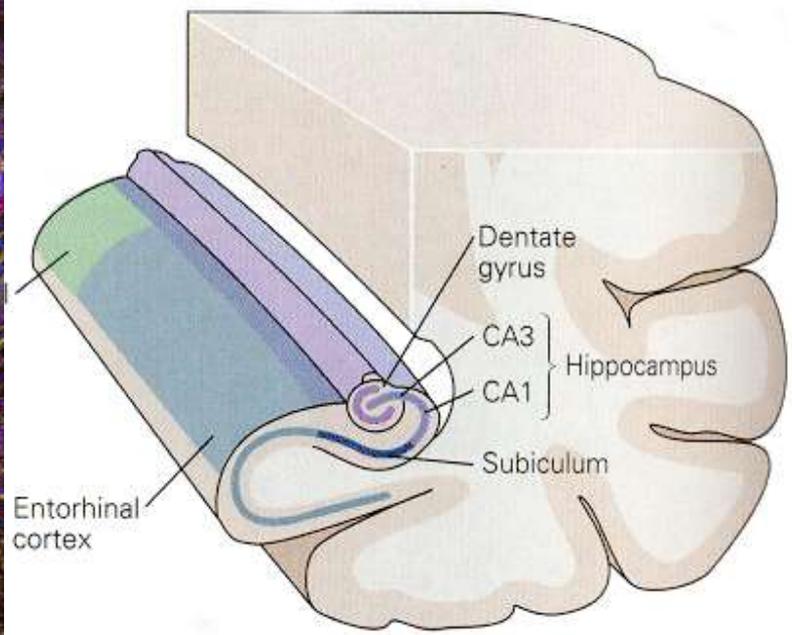
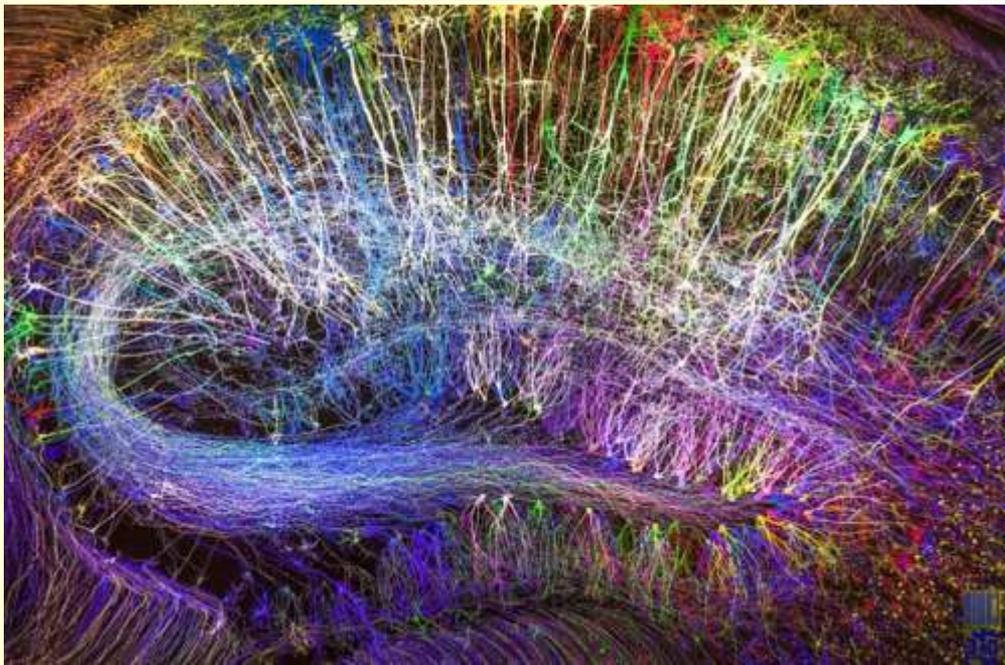




Séance 3 :  
L'humain découvre  
la grammaire  
à la base de  
son système nerveux



Séance 4 :  
Des circuits de  
millions  
de neurones :



Séance 1 :  
Le « cor  
toi-mêm  
Socrate  
des scie  
cognitiv



Séance 2 :  
De la « poussière  
d'étoile » à la vie



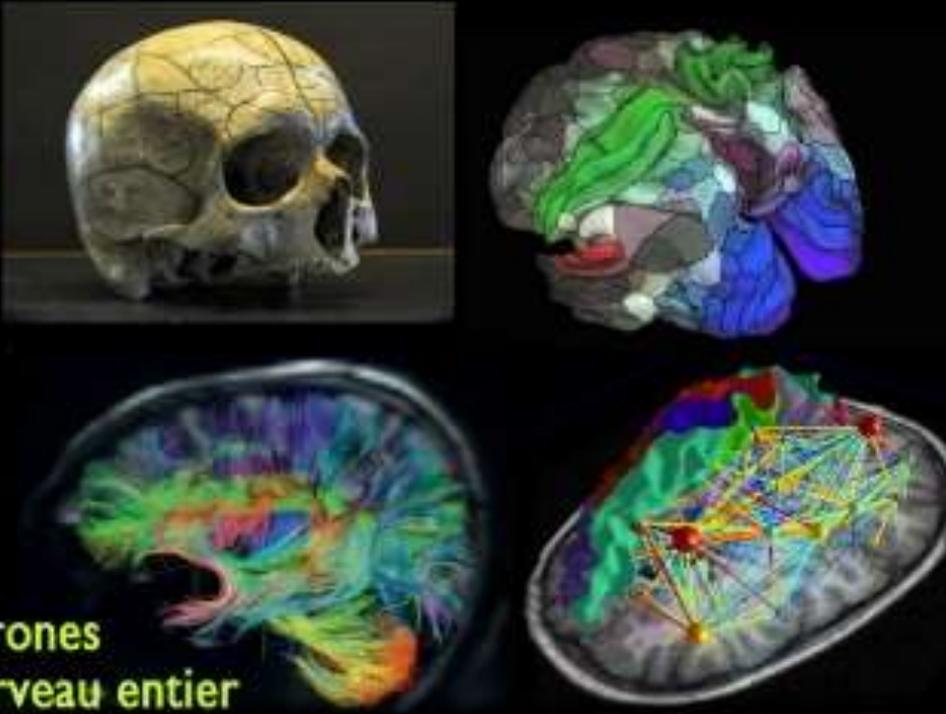
Séance 3 :  
L'humai  
découv  
gramma  
base de  
système nerveux



Séance 4 :  
Des circuits de  
millions



Séance 5 :  
Cartographe  
des réseaux de  
milliards de neurones  
à l'échelle du cerveau entier

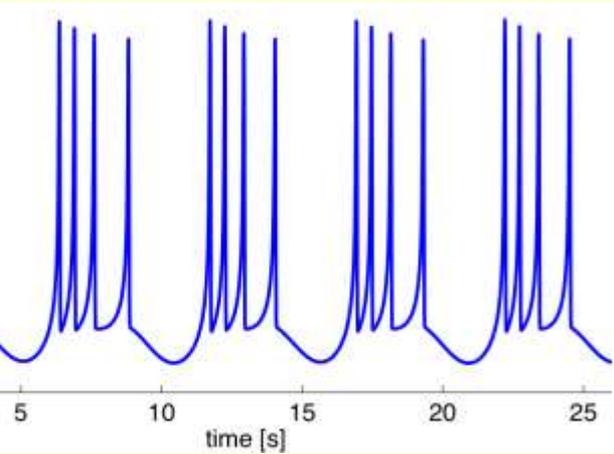


Séance 5 :  
Cartographe  
des réseaux de milliard  
de neurones  
à l'échelle du  
cerveau entier



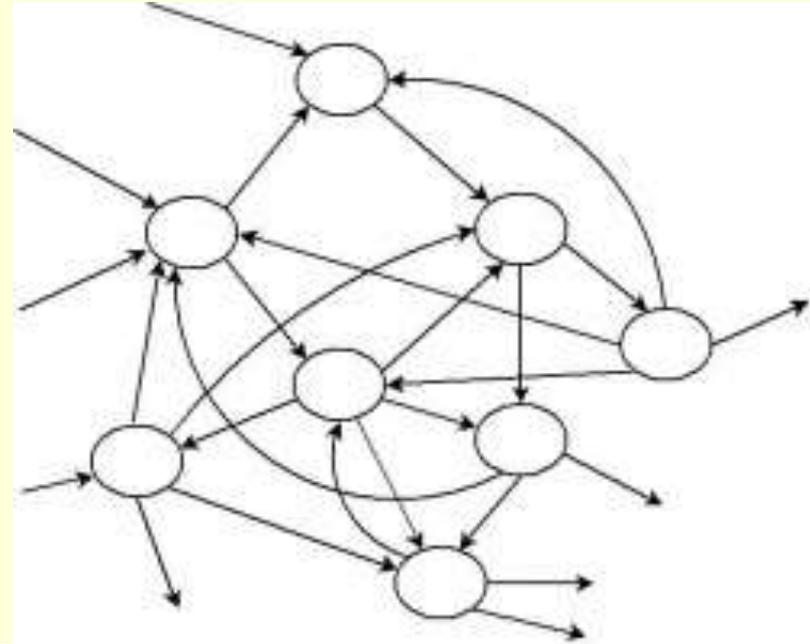


Des neurones manifestent une activité spontanée

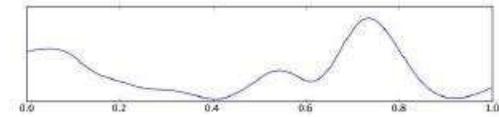


dans un système avec une multitude de **boucles** excita-trices / inhibitrices

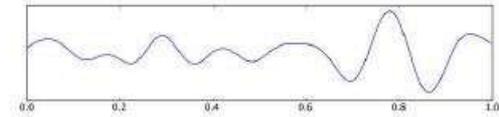
propices à la formation de **rythmes**



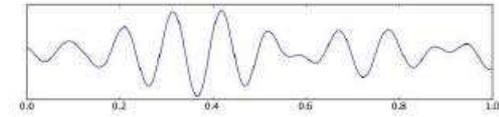
Delta Rhythm ( $\delta$ )



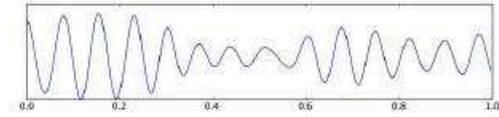
Theta Rhythm ( $\theta$ )



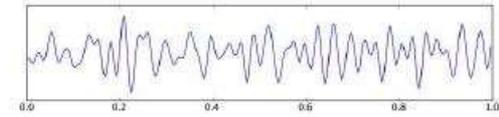
Alpha Rhythm ( $\alpha$ )



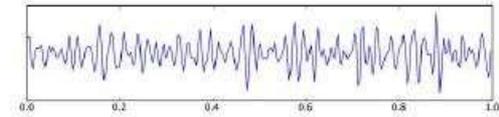
Mu Rhythm ( $\mu$ )



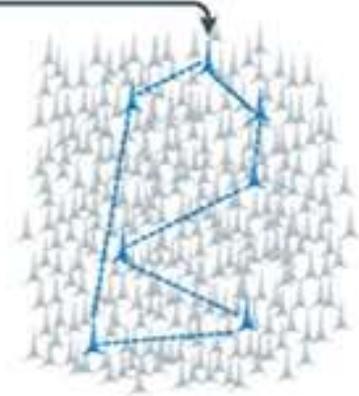
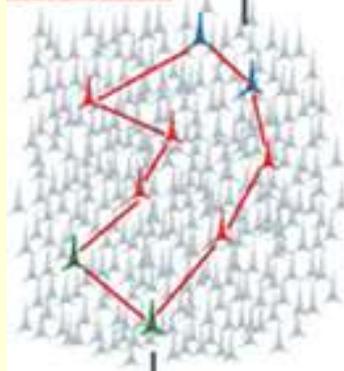
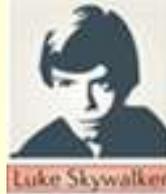
Beta Rhythm ( $\beta$ )



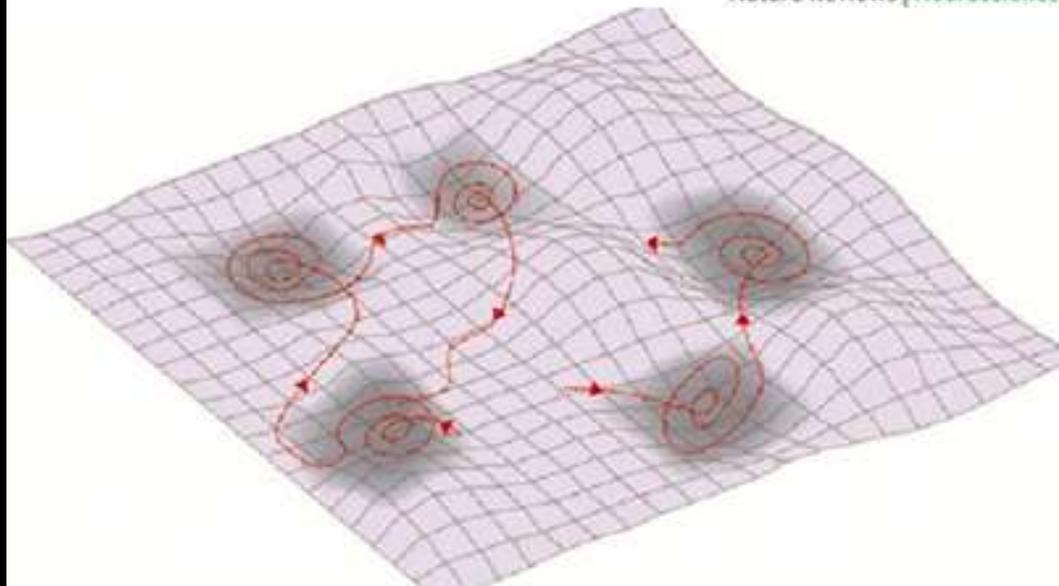
Gamma Rhythm ( $\gamma$ )



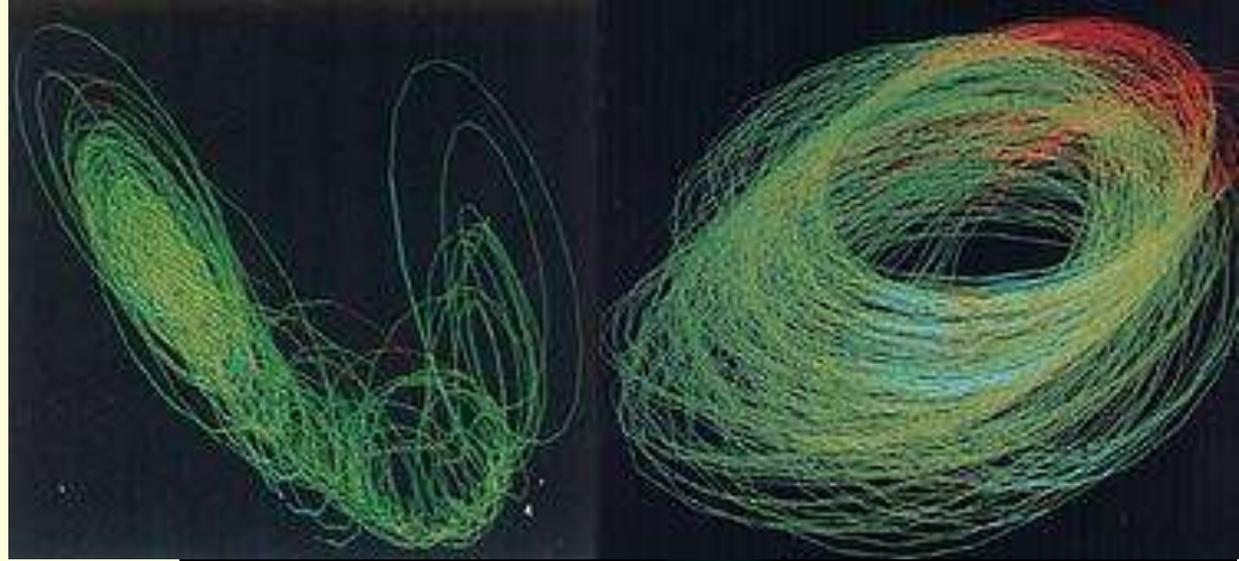
Un système possédant d'innombrables **attracteurs ponctuels** où pouvait se concentrer l'activité nerveuse



Nature Reviews | Neuroscience

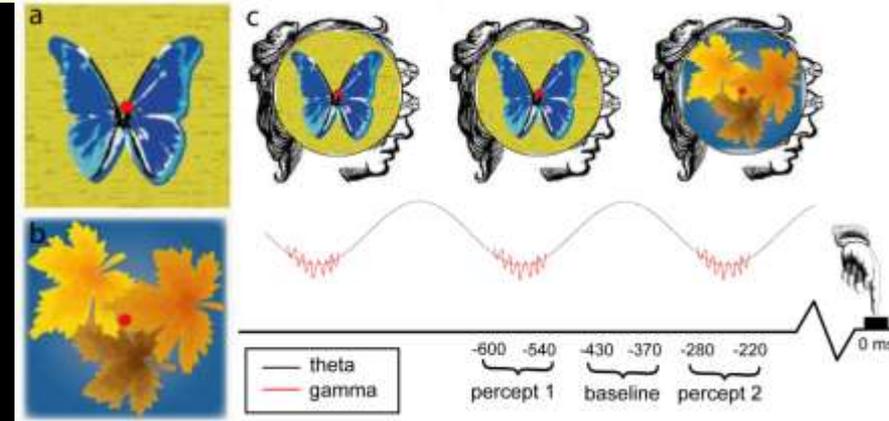
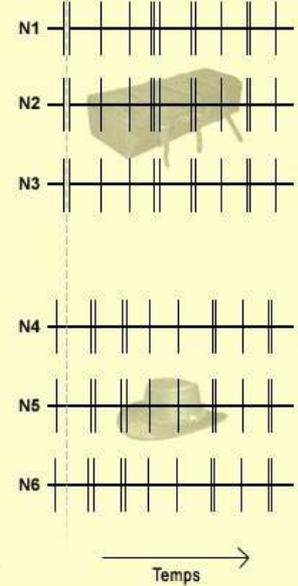
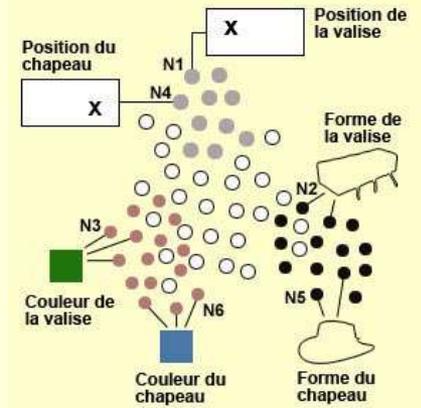


ainsi que des **attracteurs étranges** entre lesquels cette activité pouvait basculer



Et l'on avait évoqué quelques rôles fonctionnels de ces oscillations

- **lier** différentes propriétés d'un même objet ("binding problem")
- **contrôler** le flux d'information
- **créer des fenêtres temporelles** favorisant certains apprentissages ou perceptions.



Neurons that fire together  
wire together

Neurons out of sync  
fail to link

Séance 1 :  
Le « cor  
toi-mêm  
Socrate  
des scie  
cognitiv



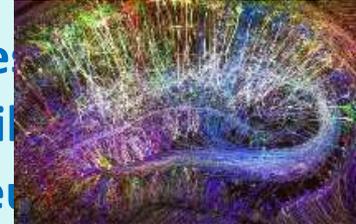
Séance 2 :  
De la « poussière  
d'étoile » à la vie



Séance 3 :  
L'humai  
découv  
gramma  
base de  
système nerveux

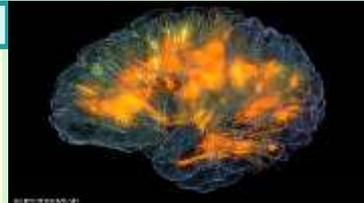


Séance 4 :  
De  
mil  
ne  
plaisir, douleur,  
apprentissage,  
mémoire



Séance 7 :  
Tout ce qui  
précède permet  
de simuler le  
monde pour  
décider quoi faire

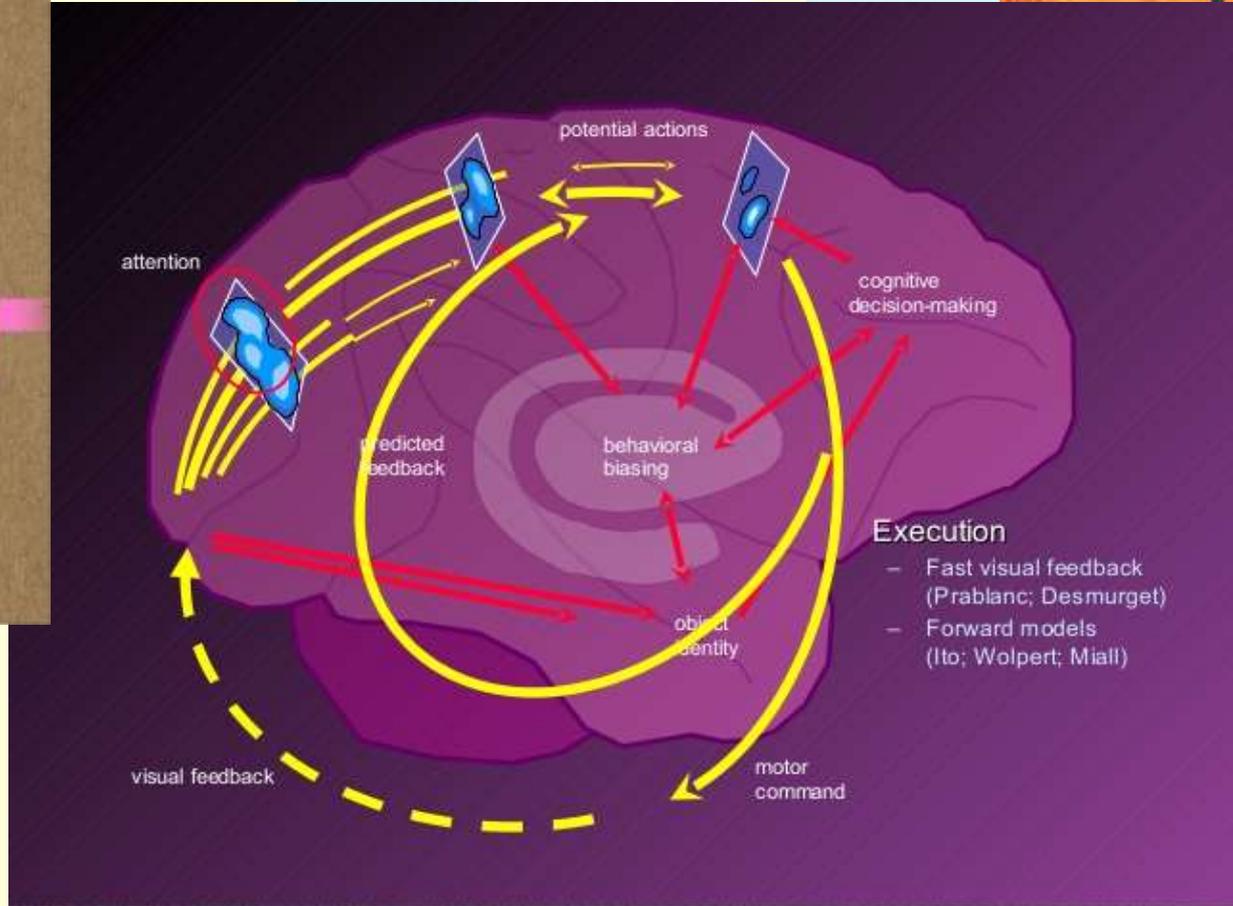
Séance 6 :  
Les rythmes  
cérébraux :



Séance 5 :  
cerveau entier



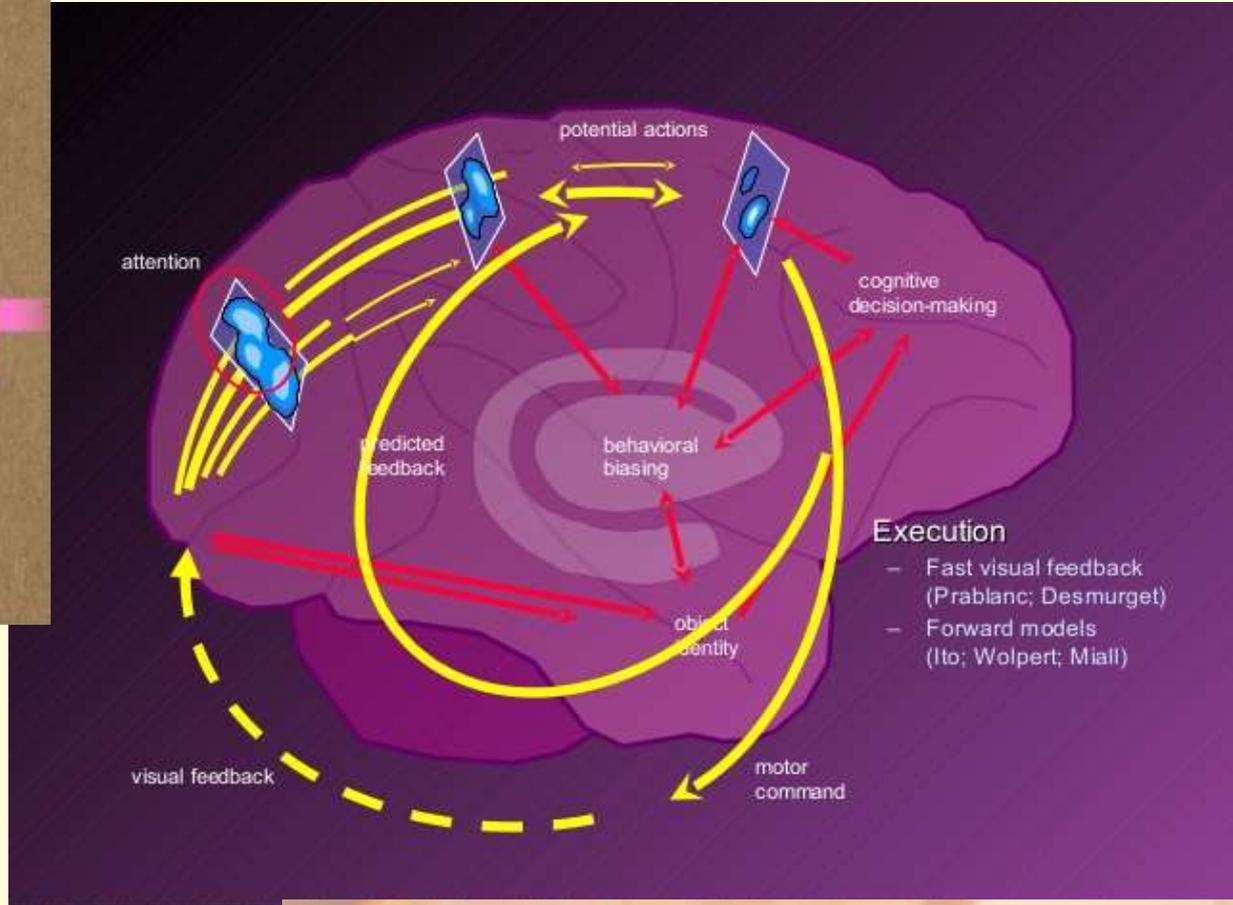
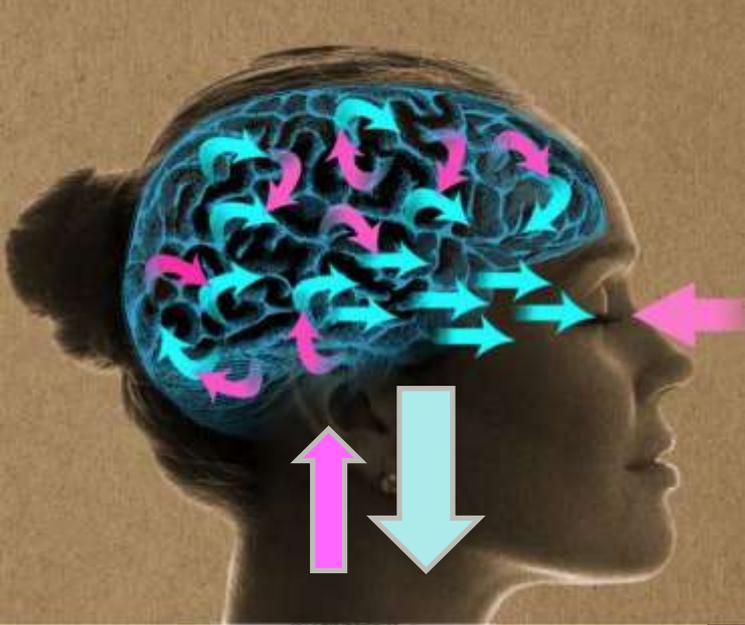
Séance 5 :  
Cartographie  
des réseaux de  
milliards de neurones  
à l'échelle du cerveau entier



Séance 7 :

**Tout ce qui précède permet de simuler le monde pour décider quoi faire**

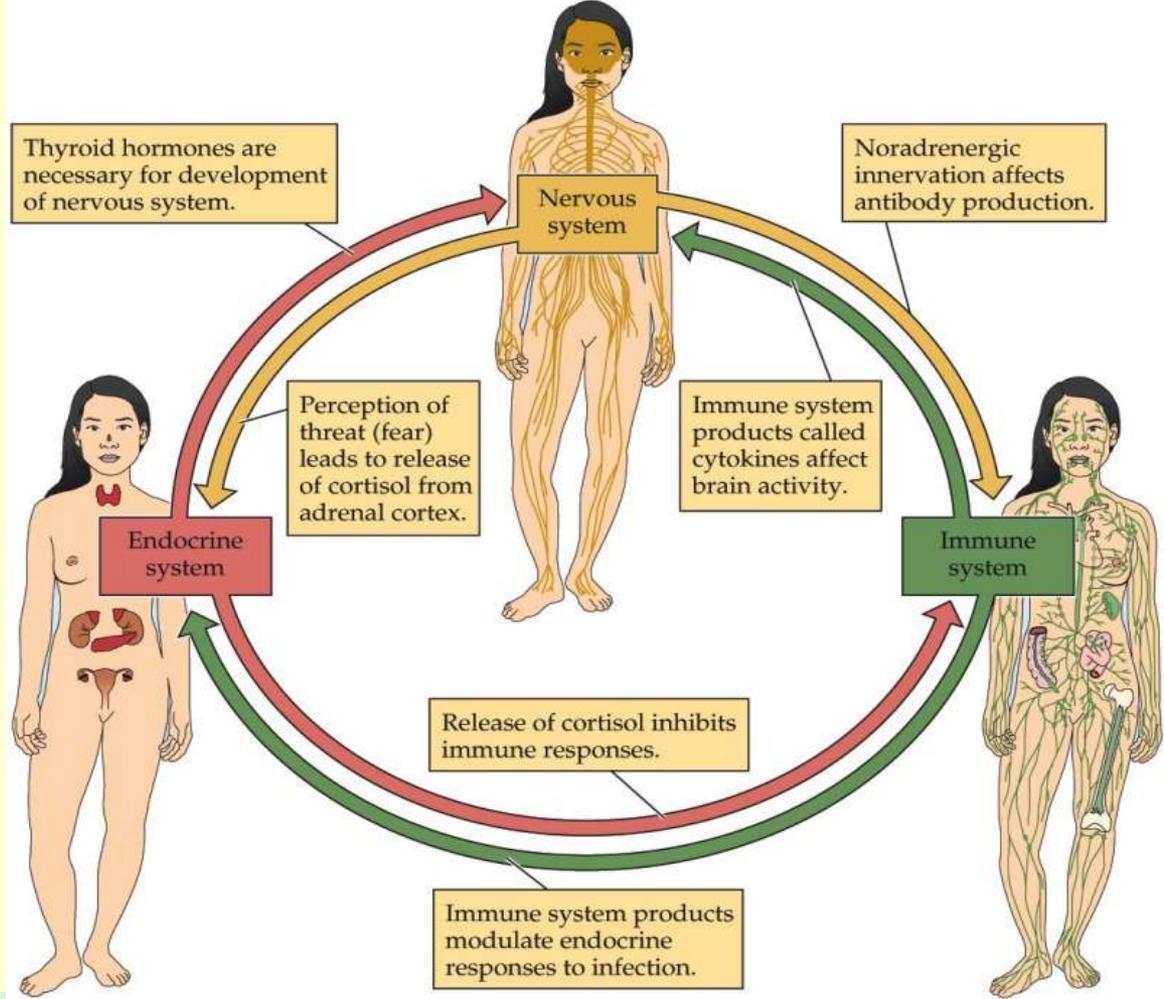
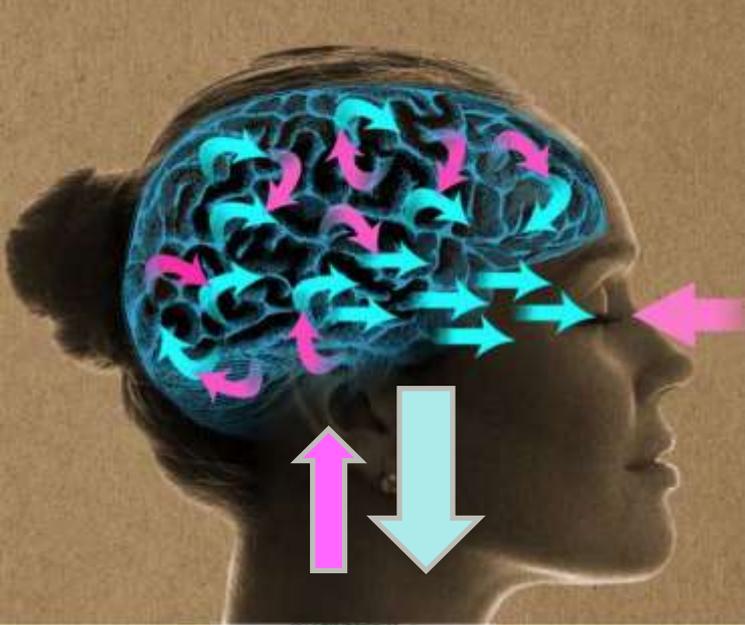




Séance 8 :  
**Cerveau et corps  
 ne font qu'un :  
 origine et  
 fonction  
 des émotions**

Séance 7 :  
**Tout ce qui  
 précède permet  
 de simuler le  
 monde pour  
 décider quoi faire**





Séance 8 :  
**Cerveau et corps  
 ne font qu'un :  
 origine et  
 fonction  
 des émotions**

Séance 7 :  
**Tout ce qui  
 précède permet  
 de simuler le  
 monde pour  
 décider quoi faire**



Séance 3 :

L'humain découvre la grammaire de la base de données du système nerveux



Séance 4 :

Des milliards de neurones ressentent le plaisir, la douleur, l'apprentissage, la mémoire



Séance 5 :

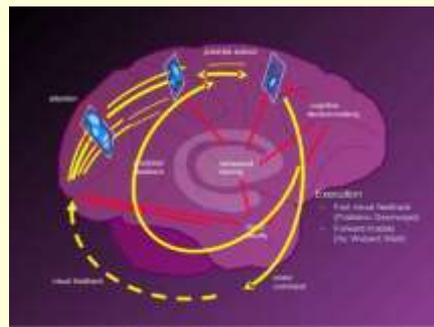


Séance 5 : Cartographie des réseaux de milliards de neurones à l'échelle du cerveau entier

cerveau entier

Séance 6 :

Les rythmes cérébraux : se synchroniser pour mieux régner



de simuler le monde pour décider quoi faire



Séance 9 :

Le langage : une propriété émergente de la vie sociale chez les humains



Séance 8 :

Cerveau et ne font que l'origine et la fonction des émotions



# Plan de match

## 1<sup>ère</sup> heure : langage

- Intro : Tout ce qui a mené au langage
- **La spécificité du langage comme moyen de communication**
- L'apparition du langage chez l'humain
- Langage : instinct ou gadget culturel ?

## 2<sup>e</sup> heure : lecture et écriture

- Réseaux cérébraux du langage et recyclage neuronal
- Un exemple de réutilisation cérébrale : la lecture et l'écriture
- Simulation mentale et lecture

**Parler**, c'est être capable de produire des **sons** reconnus par un autre être humain, comme **porteurs de sens** selon des **conventions** établies.



Cela a l'air simple dit comme ça, et effectivement il n'y a rien de plus simple et de plus naturel pour un humain que de parler.

Mais il s'agit en fait d'un véritable « **miracle** » tellement l'enchaînement des phénomènes qui le rendent possible sont complexes.

Et ce « miracle du langage » est le propre de l'espèce humaine : on ne connaît pas de société sans langage, ni de véritable langage aussi articulé chez d'autres espèces.

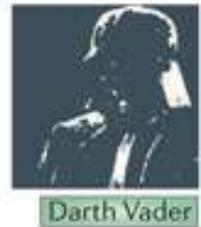
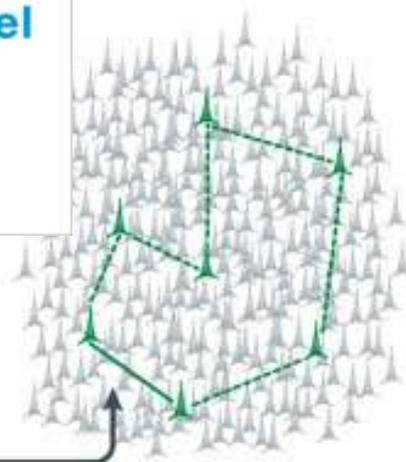
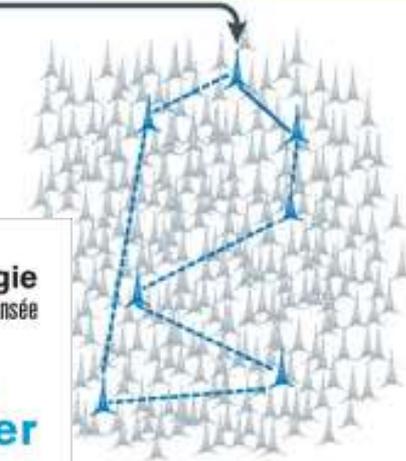
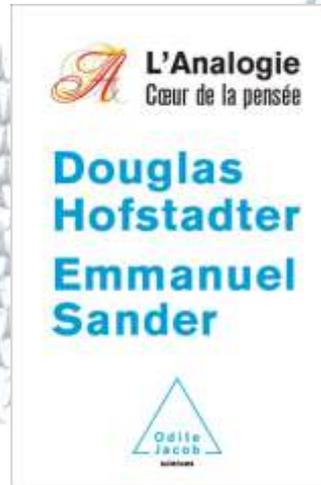
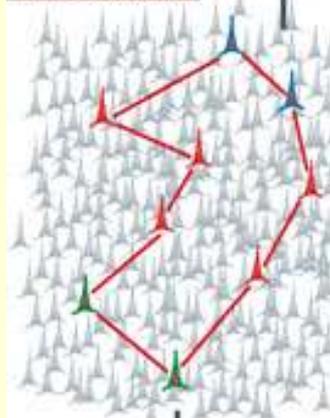
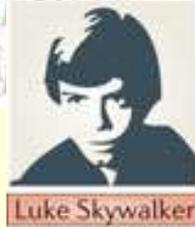
Comment ça se passe ?



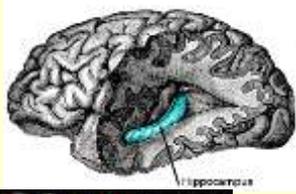
Ça commence par une idée, une image mentale, bref quelque chose qui entre dans notre champ de conscience et que l'on veut communiquer.



Ça commence par une idée, une image mentale, bref quelque chose qui entre dans notre champ de conscience et que l'on veut communiquer.



- assemblée de neurones sélectionnée
- attracteur dans un réseau connexionniste
- effets de contexte (« embrasement » d'assemblées de neurones)
- glissements et analogies entre catégories



Les morphèmes ont donc une **forme** (arbitraire selon les langues) et un **sens** (ou si vous voulez un **signifiant** et un **signifié**)

Il faut ensuite trouver les bons mots pour le dire (lexique, sémantique)



Et ce signifié peut être **concret** (telle chose) ou plus **abstrait** (la liberté, l'amour, l'infini, etc.)

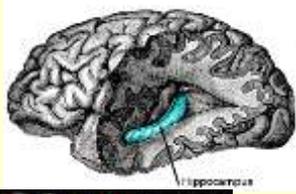
Le **lexique**, c'est l'ensemble des mots d'une langue, son **vocabulaire**

Un **mot** est le plus petit élément du langage avec un contenu sémantique.

Cette unité minimale de signification, on l'appelle aussi **morphème** en linguistique.

Exemple, dans "maisonnette" il y a deux morphèmes : " maison " et " -ette " qui est le suffixe de diminutif qui donne le sens de petitesse ici.





Les phonèmes n'ont toutefois qu'un signifiant (pas de signifié, ne désignent rien).



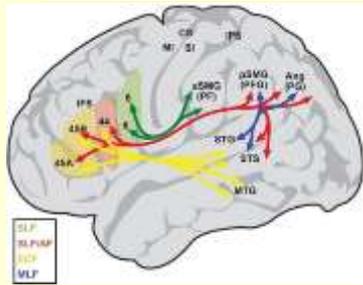
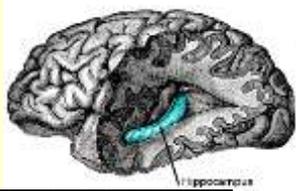
Donc en combinant phonèmes et morphèmes on peut construire autant de mots que l'on veut (la "double articulation" du langage).

On distingue aussi les **phonèmes** :

éléments sonores élémentaires dans la prononciation d'une langue.

Les phonèmes s'enchaînent en un ordre donné pour former des morphèmes.

Exemple : les 2 phonèmes du mot « chat » sont notés \ʃa\



Puis ordonner ces mots dans une forme grammaticalement correcte pour véhiculer l'idée désirée

Autrement dit, faire des **phrases**, grâce à la **syntaxe** qui indique comment utiliser différentes catégories de mots.

Cette combinaison de mots entre eux, selon des **règles de grammaire** propres à chaque langue, permet d'exprimer encore plus de choses avec une grande créativité au niveau du sens (la « productivité » du langage).

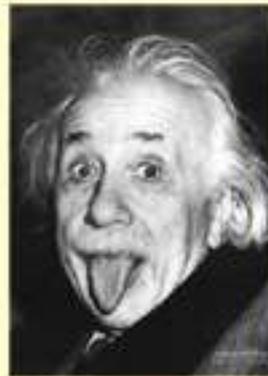
Phonème /i/

Morphème /tir/

Unité syntaxique il tire

Énoncé (phrase) Il tire la langue.

Image mentale (sémantique)



Ces règles syntaxiques amènent plus de précision et de clarté dans les énoncés car **l'ordre des mots** dans une phrase a une importance capitale.

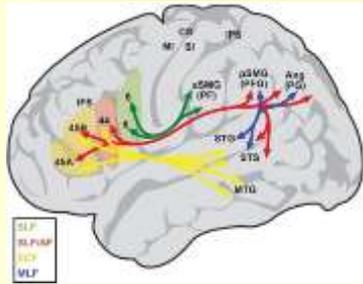
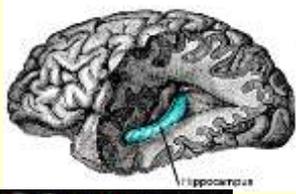
« L'homme mange l'alligator » et « L'alligator mange l'homme » ont des sens bien différent...

« Un chien mord un passant » ce n'est pas une nouvelle, mais « Un passant mord un chien », c'en est une !

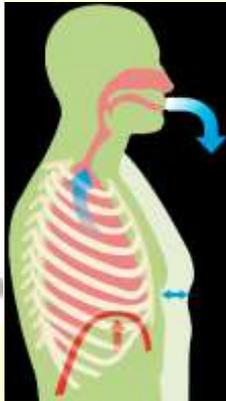
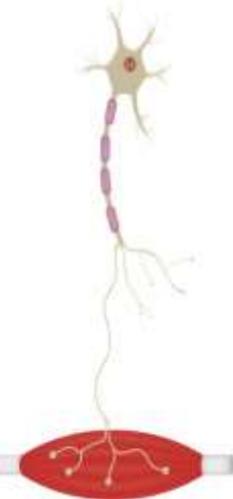
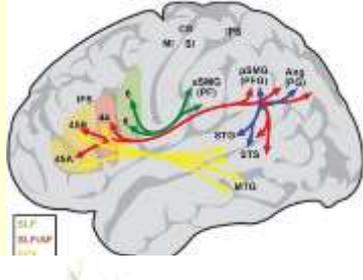
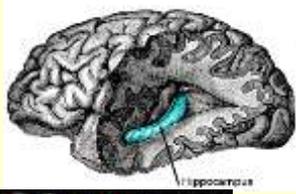
La **punctuation** acquière aussi une fonction importante :

« Venez manger, les enfants » ne signifie pas la même chose que  
« Venez manger les enfants ».

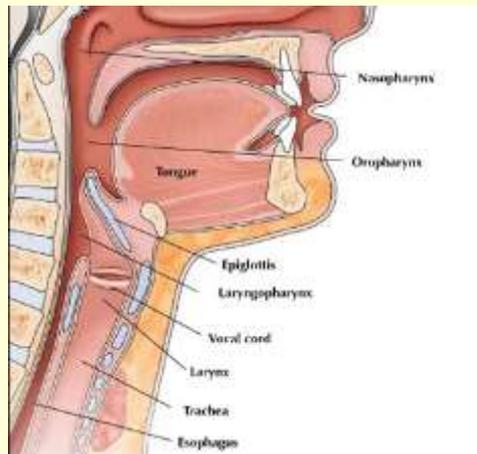
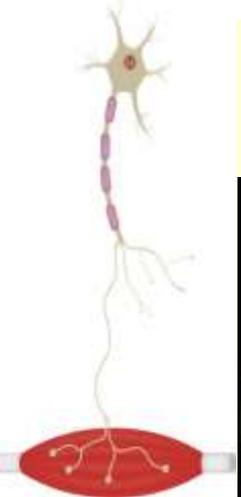
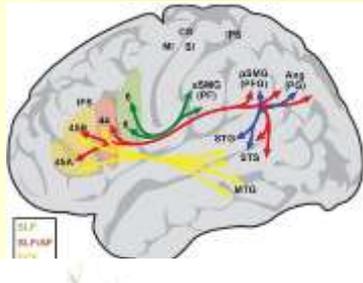
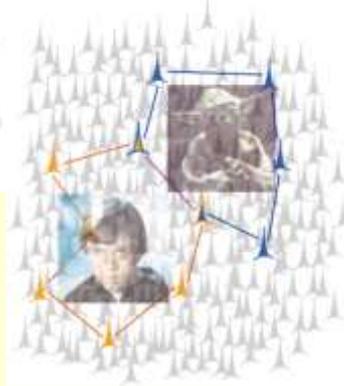
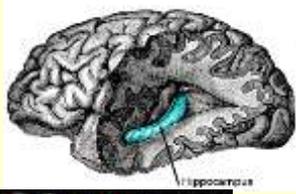
Ni « Passe-moi le livre épais » que « Passe-moi le livre, épais. »



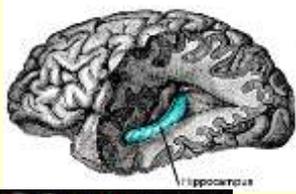
Quand on sait ce qu'on veut dire...



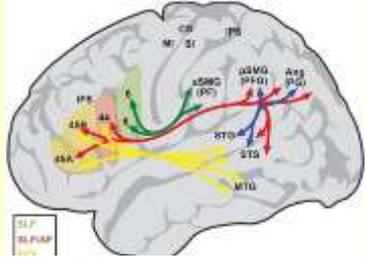
Envoyer les commandes motrices appropriées aux muscles, d'abord du diaphragme...



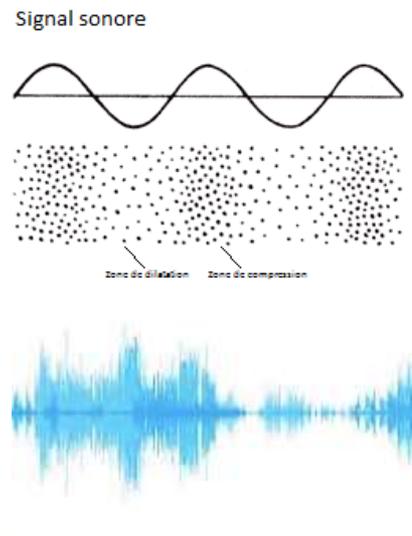
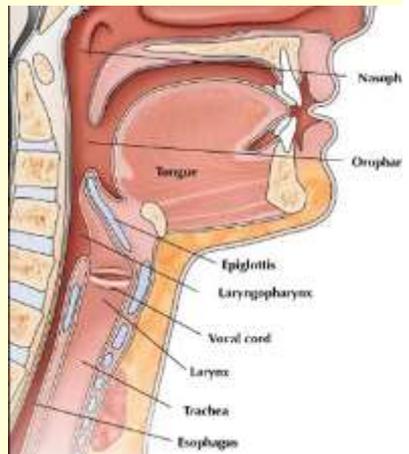
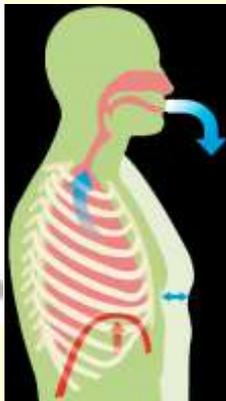
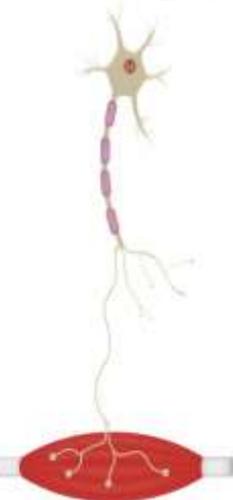
... puis à l'appareil phonatoire (cordes vocales, langue, mâchoire, lèvres, etc.)



Production concrète des paroles : cordes vocales vibrent dans le larynx; l'air vibrant traverse ensuite diverses cavités nasales et buccales dont la forme peut varier (ce qui amplifie ou diminue certaines harmoniques)



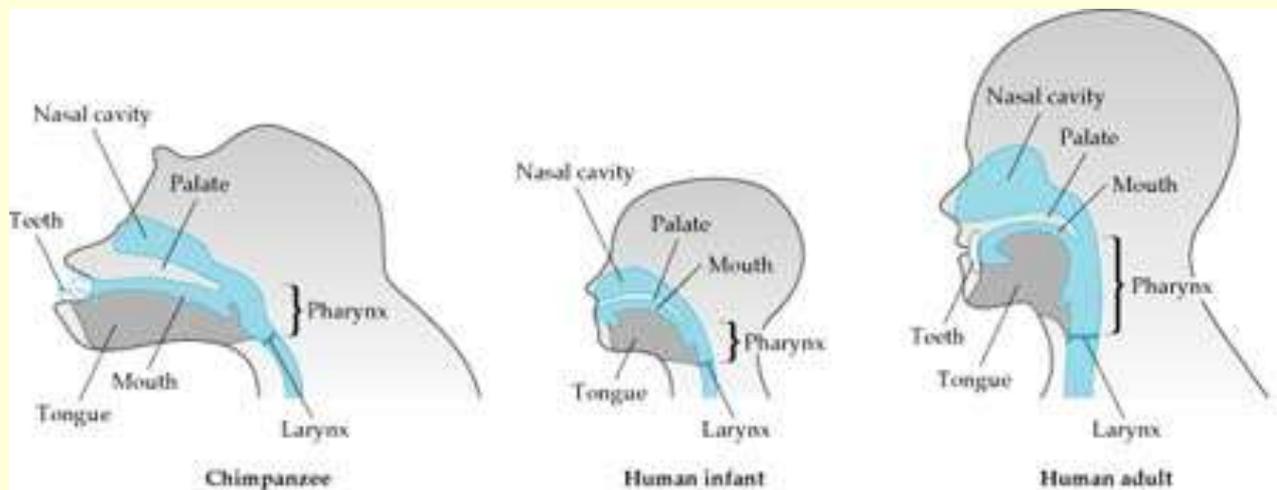
- avancer ou reculer la langue : é ou è
- monter ou descendre la langue : é ou a
- bloquer ou restreindre le passage de l'air permet de former des consonnes



→ Descente de notre larynx au cours de l'évolution amène des risques de s'étouffer en mangeant mais aurait été un compromis pour produire plus de sons pour le langage. **Mais...**

Vers la fin des années 1960, Philip Lieberman constate que le larynx de l'être humain adulte est situé plus bas que celui des singes dans le conduit vocal et formule sa **théorie de la descente du larynx** pour expliquer pourquoi l'humain peut parler et pas le singe.

Autrement dit, c'est cette particularité du larynx humain qui nous permettrait de produire les voyelles i/a/ou qui sont présentes dans toutes les langues du monde.



Théorie appuyée par le fait que chez les bébés de quelques mois (encore incapables de parler), le larynx n'est pas encore descendu.

Et comme à l'époque ce qu'on savait de l'homme de Neandertal permettait de croire qu'il avait aussi un larynx pas descendu, on en avait conclu que lui non plus ne pouvait pas parler, et que donc le langage n'avait pu apparaître que chez Homo sapiens il y a quelque 300 000 ans.

Mais on a depuis pu prouver que :

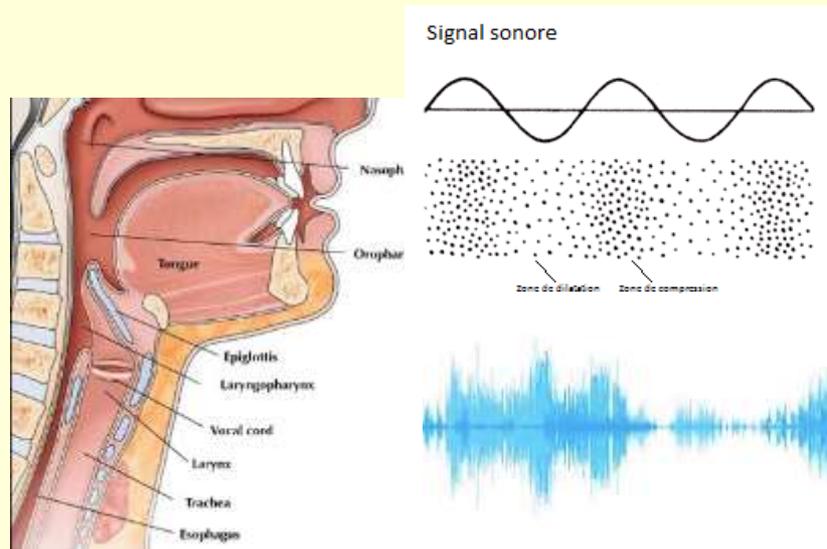
- l'analyse précise des os du cou de Néandertal a montré que son larynx avait une position comparable à celui d'Homo sapiens
- un enfant d'un an est capable de produire ces fameuses voyelles même si son larynx n'était pas encore à la « bonne place »
- l'observation de babouins dans un laboratoire marseillais à l'aide de nouvelles techniques de traitement du signal sonore a permis de constater qu'ils produisaient bel et bien des sons similaires aux voyelles.

Par conséquent : il y a 27 millions d'années, au moment où la branche *Homo* s'est différenciée des babouins et les macaques, il est très probable que cet ancêtre commun produisaient les mêmes vocalisations que les babouins d'aujourd'hui, et que c'est donc dès ce moment que le conduit vocal a pu être utilisé pour autre chose que pour respirer ou déglutir.

Et donc la parole n'est pas qu'une question de tuyau [comme le croyait Lieberman], mais plutôt une question de cerveau parce que coordonner tous les mouvements de l'appareil phonatoire pour parler, c'est de la cognition.

Revenons aux sons produits par quelqu'un qui parle...

Le signal sonore :  
compression et  
dilatation de l'air



Seulement certains sons ou séquences de sons font partie du **registre phonologique** d'une langue.

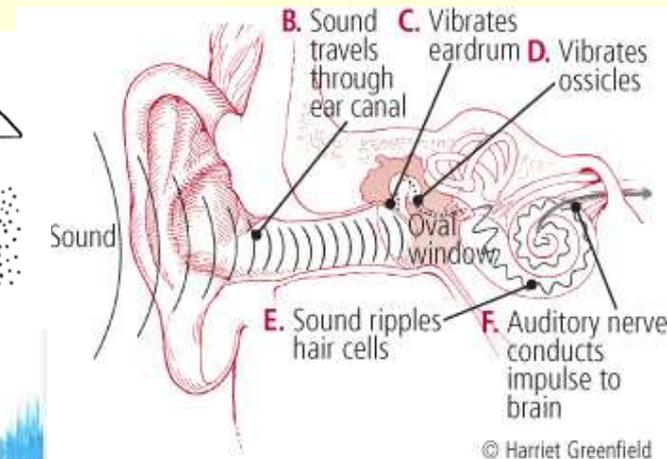
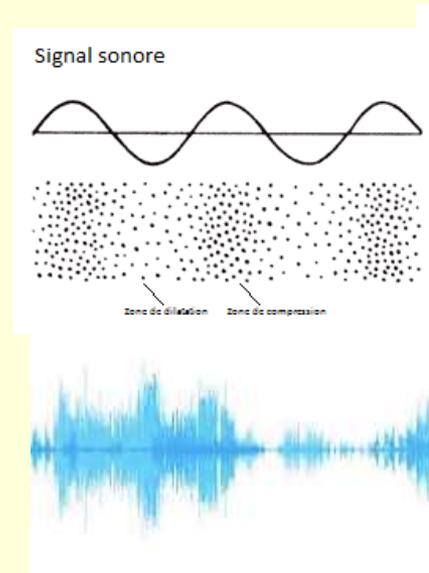
Par exemple, le système phonologique du français possède 36 phonèmes : 16 voyelles, 17 consonnes et 3 semi-voyelles (plus des variantes de prononciation pour certains phonèmes)

La prononciation peut aussi être différente selon les mots.

Par exemple, en Anglais : le même suffixe « ed » a 3 prononciations possible : (walked (t), jogged (d), patted (ed)).

Avoir un accent dans une seconde langue, c'est transposer les règles phonologiques de notre première langue dans la seconde !

Et quand on porte attention à la phonologie, qu'on la manipule et qu'on joue avec, on appelle ça de la poésie !



Compréhension du langage :

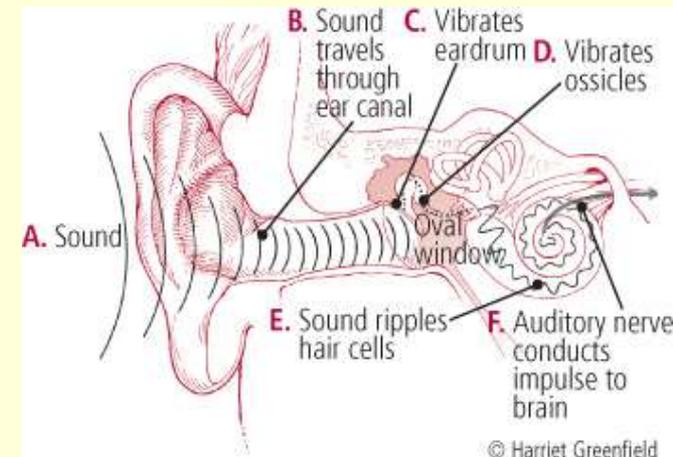
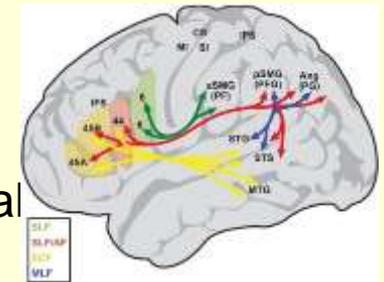
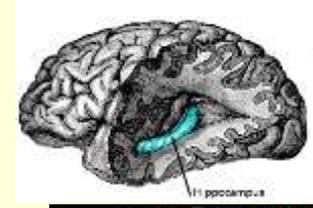
Une personne qui parle dans sa langue n'isole pas les mots entre des silences (comme les espaces qui séparent les mots écrits)

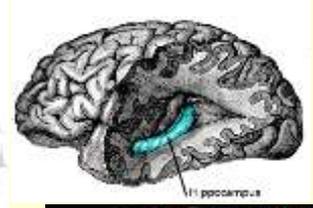
Suffit d'écouter une langue étrangère : difficile d'en isoler les éléments constitutifs.

Et pourtant, dans notre langue, on reconnaît les mots individuels à travers cette suite de sons continus grâce à notre lexique mental (ce qui n'est pas le cas pour une langue inconnue)

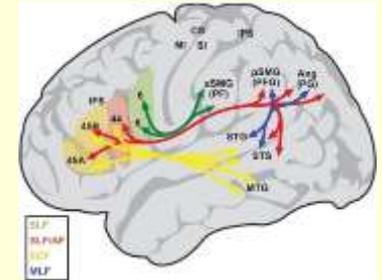
« I scream, you scream,  
they scream, we all scream  
for ice cream! »

Donc inconsciemment on **projette** une signification probable sur la phrase.



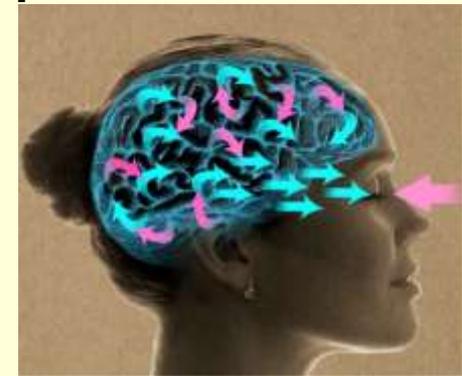


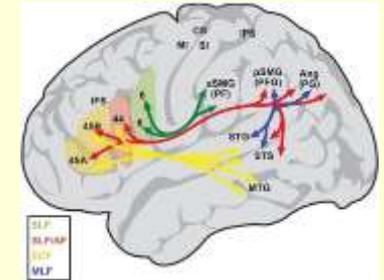
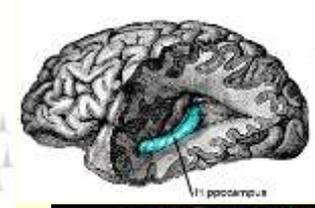
Il faut ensuite intégrer tous les aspects du langage liés au contexte : la « **pragmatique** ».



Plus de la moitié des phrases que l'on prononce ne désigneraient pas littéralement ce qu'on veut dire (ironie, second degré, métaphores, etc.).

Ces actes de langage indirects sont reliés aux **intentions** des locuteurs, intentions que l'on essaie encore une fois constamment de « **prédire** ».





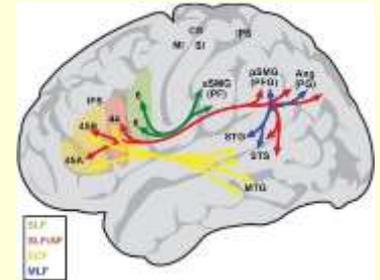
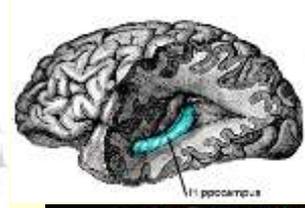
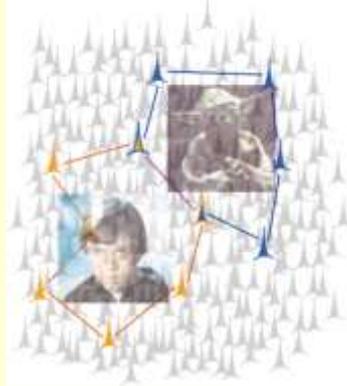
Il faut ensuite intégrer tous les aspects du langage liés au contexte : la « **pragmatique** ».

Plus de la moitié des phrases que l'on prononce ne désigneraient pas littéralement ce qu'on veut dire (ironie, second degré, métaphores, etc.).

Ces actes de langage indirects sont reliés aux **intentions** des locuteurs, intentions que l'on essaie encore une fois constamment de « **prédire** ».

D'où le **principe de coopération** au coeur de la communication parlée : les interlocuteurs cherchent à faire avancer la conversation efficacement.

La phrase « Si tu pouvais me passer le bol de guacamole, ce serait super... » n'est pas qu'un simple souhait car elle amène le comportement désiré.



Enfin, la compréhension d'un message parlé va dépendre de la **prosodie** (ou intonation) et du **langage non verbal** (expressions faciales, mouvement du corps, des mains, etc.)

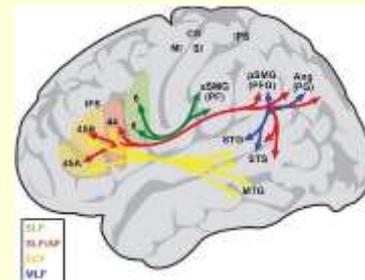
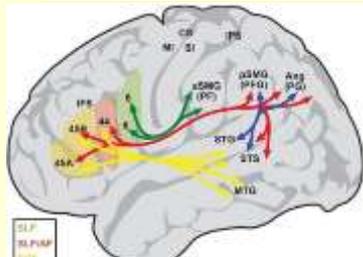
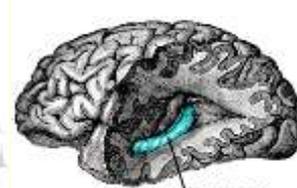
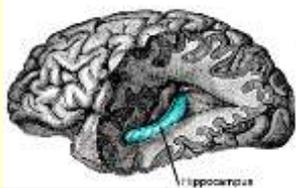


C'est pourquoi une phrase entendue au téléphone sera moins riche de sens que la même phrase dite par quelqu'un qui est devant nous.

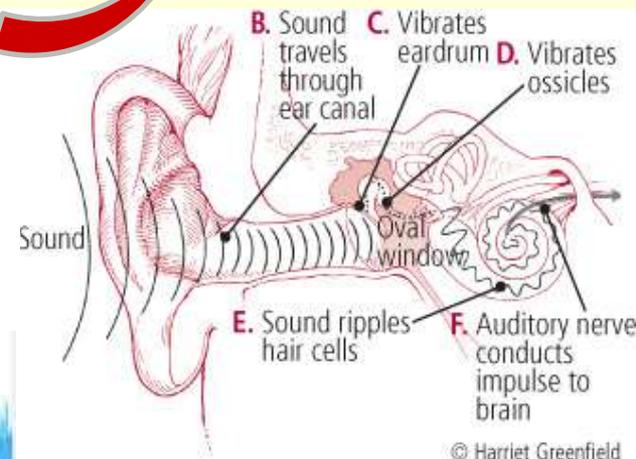
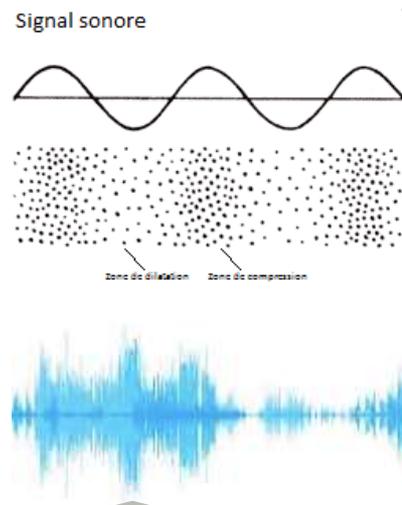
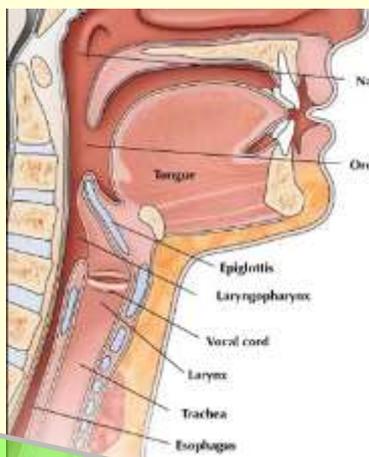
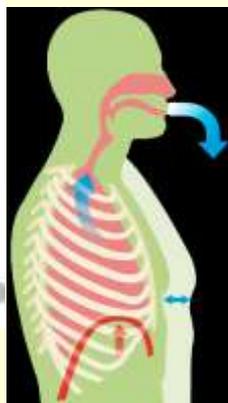
Et pourquoi la même phrase écrite aura encore moins de sens possible que celle entendue au téléphone. → D'où les nombreux «smiley» des communications électroniques qui tentent de réintroduire la dimension prosodique du langage.

C'est aussi cet aspect non verbal de la communication que nous avons tenté de retrouver durant le confinement avec nos nombreuses réunions virtuelles...

# Niveau linguistique



Chacune de ces étapes constituent des champs de recherche en soi que l'on n'a pu qu'évoquer ici...



# Niveau physiologique

# Niveau acoustique

# Niveau physiologique

# Plan de match

## 1<sup>ère</sup> heure : langage

- Intro : Tout ce qui a mené au langage
- La spécificité du langage comme moyen de communication
- **L'apparition du langage chez l'humain**
- Langage : instinct ou gadget culturel ?

## 2<sup>e</sup> heure : lecture et écriture

- Réseaux cérébraux du langage et recyclage neuronal
- Un exemple de réutilisation cérébrale : la lecture et l'écriture
- Simulation mentale et lecture

Comme la parole est par essence quelque chose d'évanescent, on ne dispose que **d'indices indirects** de son émergence, d'où les nombreuses hypothèses qui ont été formulées sur l'origine du langage (vocales, gestuelles ou issues de la complexité du monde social).



### **Théories vocales** de l'origine du langage :

La descente du larynx, couplée à une augmentation du volume cérébral, aurait conduit au contrôle volontaire des productions vocales.

Selon les théories, celles-ci pourraient venir :

- du développement des onomatopées, c'est-à-dire de l'imitation des bruits de notre environnement.
- des cris de joie, de douleur, et d'autres exclamations involontaires.
- des cris d'alerte des primates pour informer de la présence d'un prédateur, d'aliments toxiques ou comestibles, etc.



Certaines espèces de singes semblent disposer de systèmes de communication vocale, notamment à travers les cris d'alerte des singes vervets (Cheney, Seyfarth, **1990**), distinguant trois types de prédateurs, l'aigle qui vient du ciel, le léopard qui accourt et le serpent caché dans le sol.

[http://www.gipsa-lab.grenoble-inp.fr/~jean-luc.schwartz/fichiers\\_public\\_JLS/fichiers\\_pdf/Boe\\_et\\_al\\_texte\\_final.pdf](http://www.gipsa-lab.grenoble-inp.fr/~jean-luc.schwartz/fichiers_public_JLS/fichiers_pdf/Boe_et_al_texte_final.pdf)



## Face aux drones, des singes verts inventent un nouveau cri d'alarme

16 juin **2019**

« ...Devant ce nouvel intrus aérien, les singes ont immédiatement couru se mettre à l'abri, tout en sonnant l'alarme. « *Notre analyse acoustique a montré que cette alerte au drone **diffère clairement** des cris poussés devant les léopards et les serpents*, indique la chercheuse. [...]



[https://www.lemonde.fr/sciences/article/2019/06/16/face-aux-drones-des-singes-verts-inventent-un-nouveau-cri-d-alarme\\_5477002\\_1650684.html](https://www.lemonde.fr/sciences/article/2019/06/16/face-aux-drones-des-singes-verts-inventent-un-nouveau-cri-d-alarme_5477002_1650684.html)

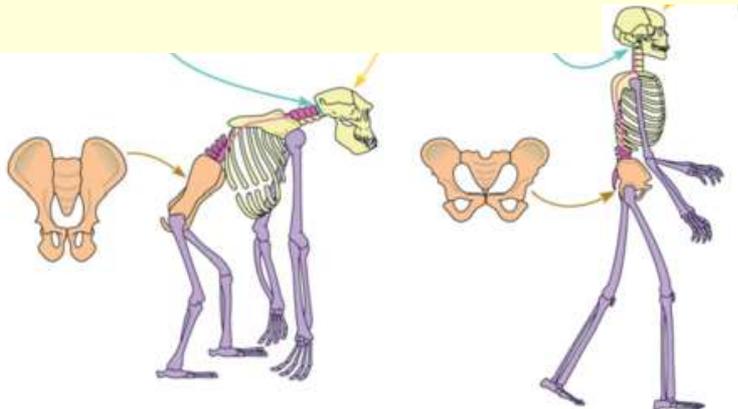
## **Théories gestuelle** de l'origine du langage :

Postule que la première conséquence du passage à la **bipédie** aurait été de rendre les membres antérieurs utilisables pour la communication gestuelle

(et ce n'est que dans un second temps que le langage vocal se serait à son tour développé)



Le site de **Laetoli** : empreintes de pas d'hominiés bipèdes dans de la cendre volcanique durcie il y a **3,66 millions d'années**.





Les travaux sur la **langue des signes** des personnes sourdes ont montré que :

- elle était aussi sophistiquée du point de vue grammatical que le langage oral.
- elle solliciterait les mêmes régions cérébrales de l'hémisphère gauche que les langues parlées, en particulier l'aire de Broca qui est située très proche des aires motrices des bras et de la main.

La théorie gestuelle de l'origine du langage expliquerait aussi la capacité des chimpanzés à apprendre les rudiments du langage des signes comparé à leur absence de compétence pour le langage verbal.

La transition vers le langage parlé se serait ensuite fait progressivement jusqu'à il y a environ 50 000 ans, période où la parole aurait pris radicalement le dessus, libérant ainsi définitivement les mains pour permettre l'explosion technologique et artistique de cette époque.



## Théories basées sur la **complexité de l'organisation sociale et politique** des humains :

Chez les primates non humains, l'épouillage mutuel a une fonction de **cohésion sociale**, consolidant les hiérarchies et favorisant la réconciliation après les conflits.

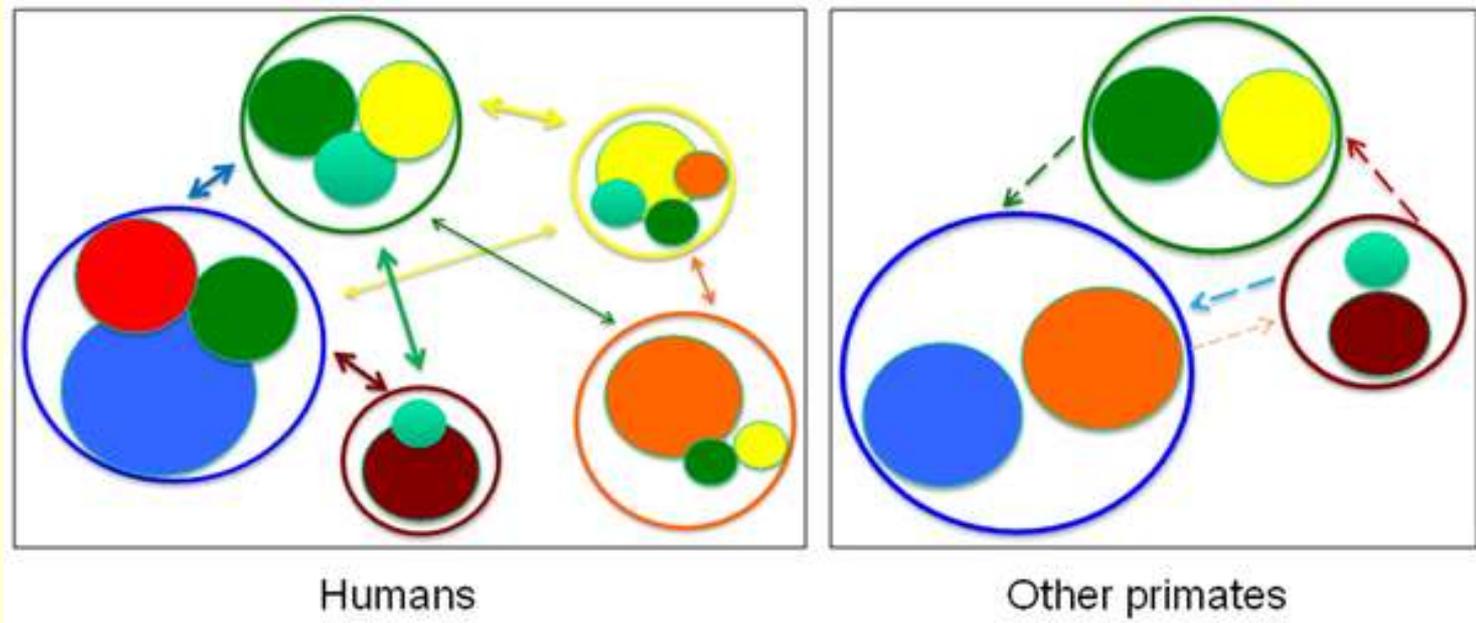
À mesure que le nombre d'individus dans les groupes augmentait durant l'hominisation, le langage serait simplement devenu plus efficace que l'épouillage pour maintenir cette cohésion dans le groupe.

Par exemple : la théorie du « gossip » de Robin Dunbar

- la majorité de nos échanges verbaux sont consacrés à prendre des nouvelles de notre interlocuteur ou d'une tierce personne
- la fonction première du langage aurait donc pu être l'échange d'information sur l'environnement social de l'individu : qui est fiable, qui a fait des alliances avec qui, bref le potinage habituel...



Théories basées sur la **complexité**  
**de l'organisation sociale et politique** des humains :



Cette organisation sociale complexe (comparé à nos cousins primates les plus proches) **aurait aussi pu avoir un effet direct** sur le développement du langage.

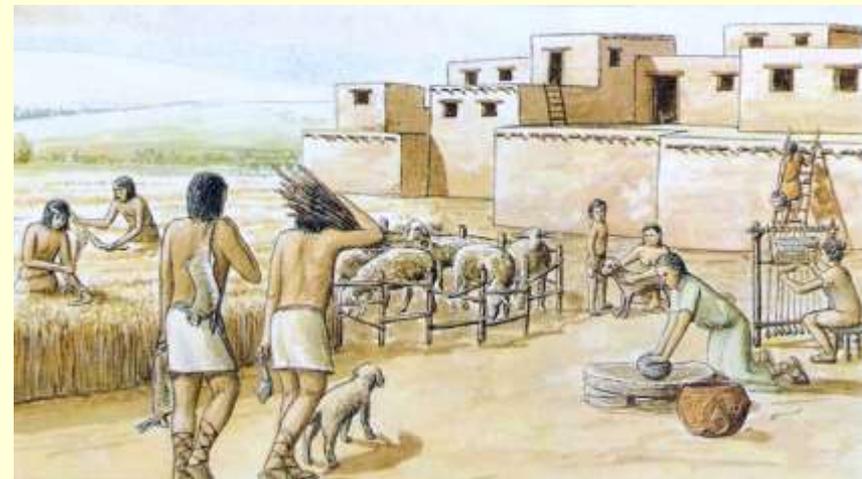
Par exemple, pour **convaincre** un congénère de former une coalition ou de la véracité de quelque chose qui ne se passe pas sous nos yeux.

Aussi :

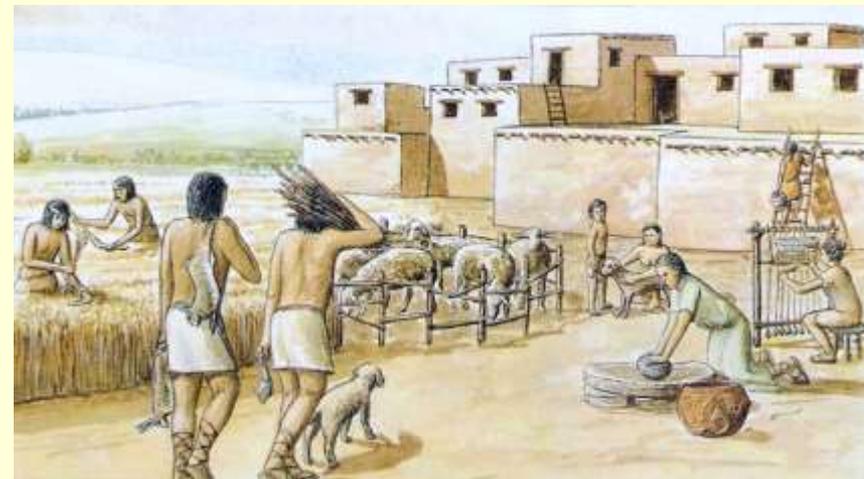
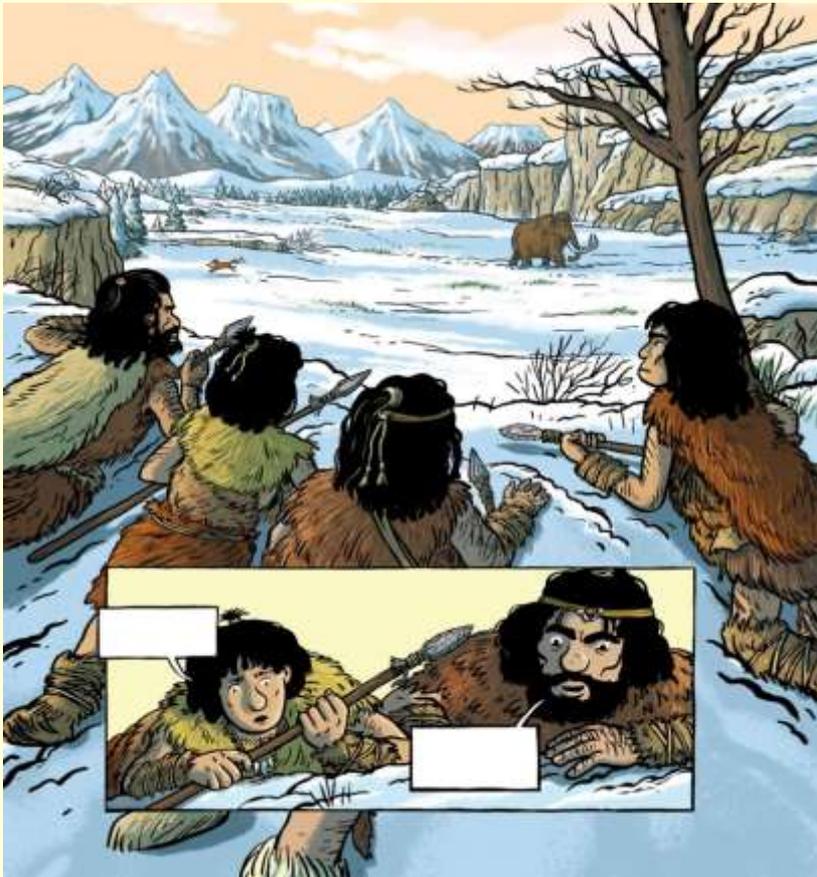
À partir d'un certain d'un certain niveau d'organisation sociale :  
nécessité de **formuler des lois pour gérer les crises** découlant de la complexité croissante du psychisme des membres d'un groupe social.



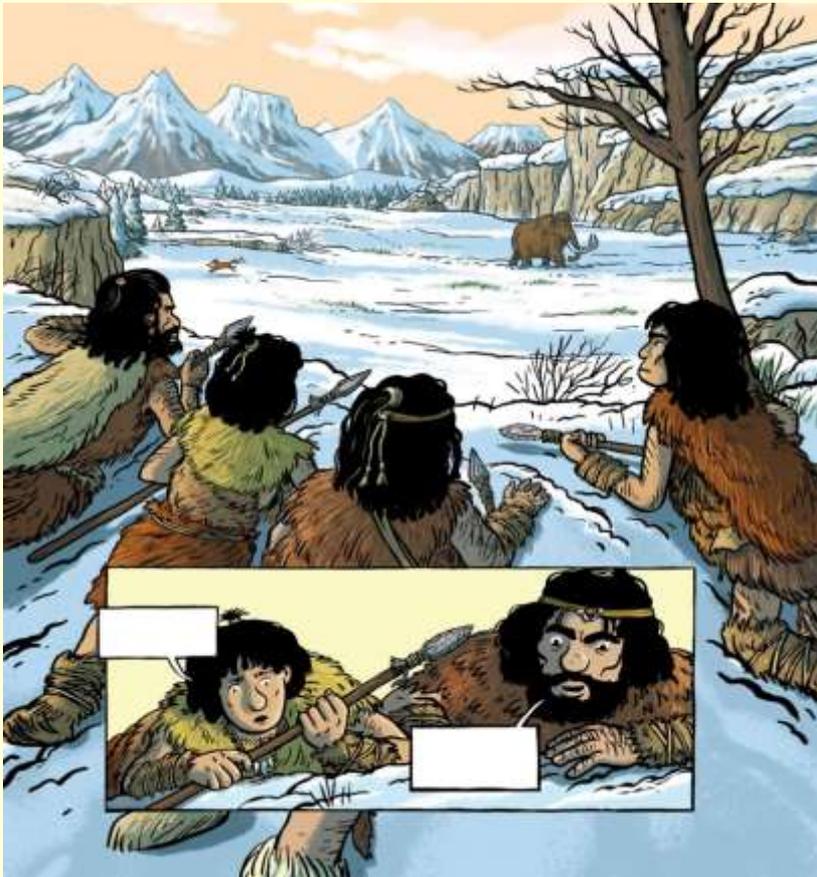
Par exemple : les mythes que l'on retrouve dans toutes les sociétés humaines, du type « ça s'est passé, ça pourrait se reproduire, il ne faut pas que ça se reproduise » qui auraient pu favoriser l'émergence de la **richesse narrative** propre à notre espèce.



→ Mais peu importe son origine,  
une chose évidente que va apporter  
une faculté cognitive complexe  
comme le **langage**,  
c'est qu'elle va nous aider à  
**coordonner nos actions**

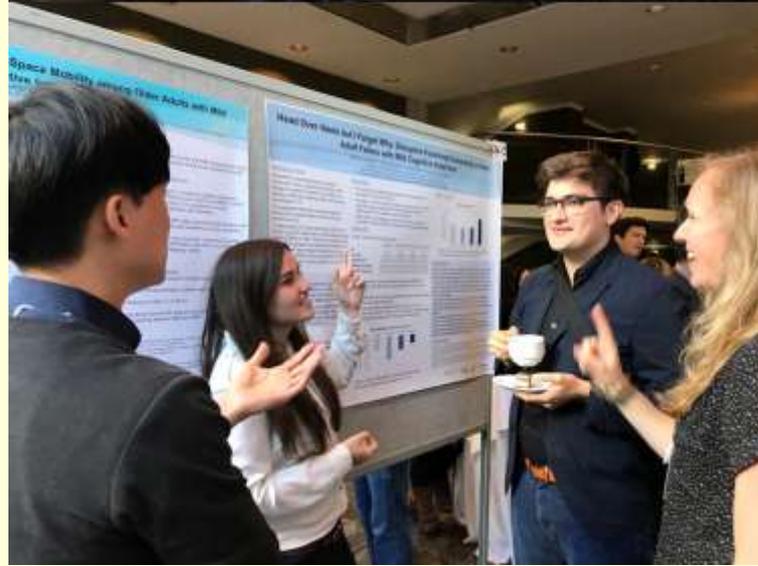


→ Mais peu importe son origine,  
une chose évidente que va apporter  
une faculté cognitive complexe  
comme le **langage**,  
c'est qu'elle va nous aider à  
**coordonner nos actions**



...et plus tard **nos idées** !

Et c'est à partir de là, de cette place centrale qu'allait prendre le langage chez notre espèce,  
que les humains vont pouvoir devenir des **observateurs** (à la 3<sup>e</sup> personne)  
et éventuellement ... **faire de la science !**

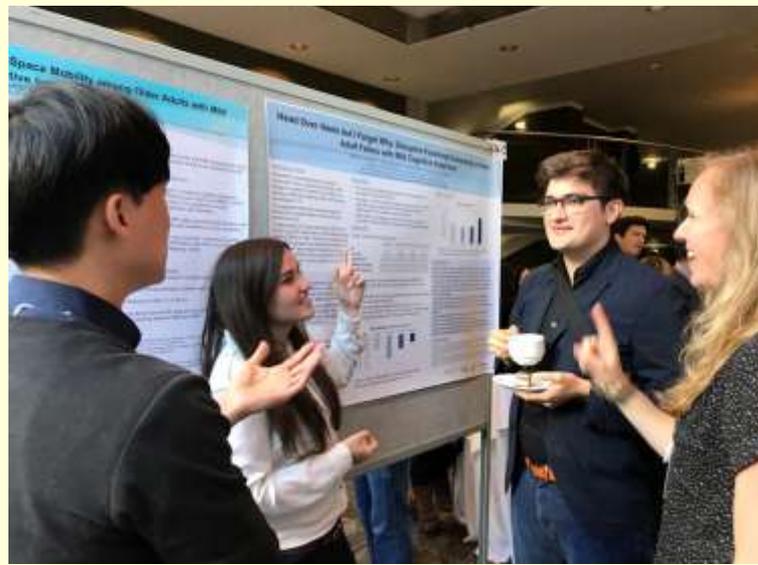


Et c'est à partir de là, de cette place centrale qu'allait prendre le langage chez notre espèce,

que les humains vont pouvoir devenir des **observateurs** (à la 3<sup>e</sup> personne) et éventuellement ... **faire de la science !**

« **Comme nous existons dans le langage,** les domaines de discours que nous générons deviennent une partie de notre domaine d'existence et constituent **une partie de l'environnement** dans lequel nous conservons notre identité »

- Maturana & Varela,  
L'arbre de la connaissance



# Plan de match

## 1<sup>ère</sup> heure : langage

- Intro : Tout ce qui a mené au langage
- La spécificité du langage comme moyen de communication
- L'apparition du langage chez l'humain
- **Langage : instinct ou gadget culturel ?**

## 2<sup>e</sup> heure : lecture et écriture

- Réseaux cérébraux du langage et recyclage neuronal
- Un exemple de réutilisation cérébrale : la lecture et l'écriture
- Simulation mentale et lecture

Comment expliquer qu'on soit la seule espèce à parler ?

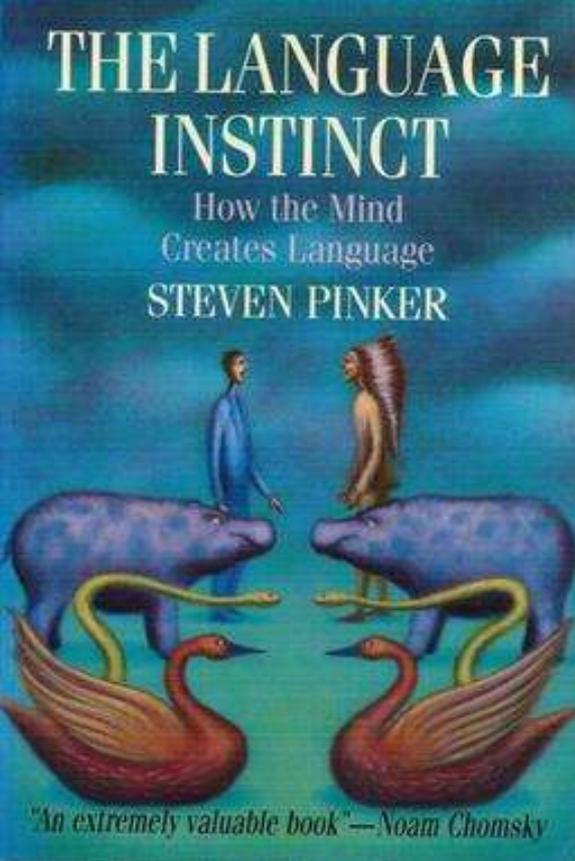
On sait maintenant que les bébés humains ne sont pas des « pages blanches » quand ils viennent au monde. Mais cela veut-il dire pour autant qu'on a un instinct inné pour la parole ?



On s'entend pour dire que les petits humains naissent avec ce qu'on appelle en anglais « an innate **toolkit for learning** » (une boîte à outil pour apprendre) qui comprend quelques hypothèses de base sur le fonctionnement du monde à partir desquelles il va pouvoir construire ses savoirs.

En fait, les débats portent surtout sur la richesse de cette « boîte à outil ».

Pour certains, elle contient des connaissances **très spécifiques** sur le langage (une « grammaire universelle » innée).



**1994**

« Humans are born with an innate capacity for language. »

Pinker compare le langage à d'autres adaptations du monde animal telles que les toiles d'araignées et les barrages de castor. Pour lui, les trois sont des « **instincts** ».

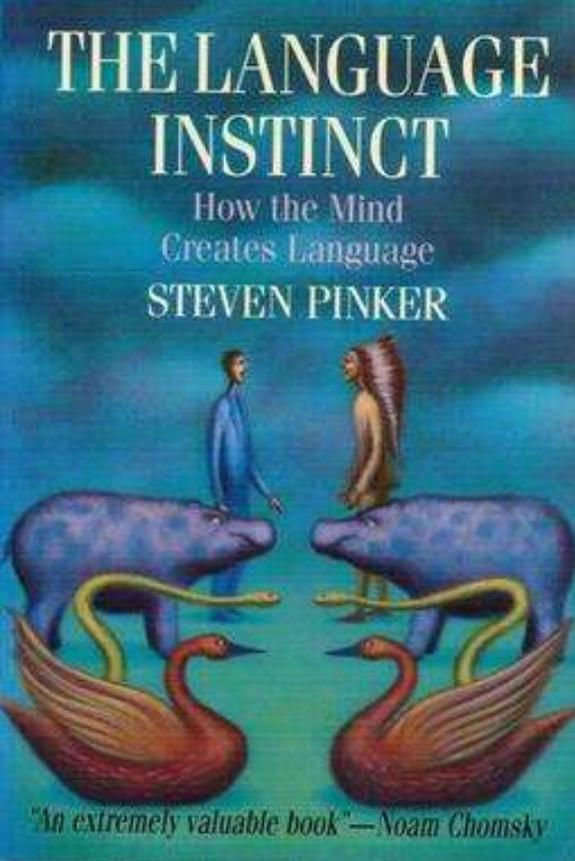
Le langage ne serait donc **pas d'une invention humaine** comme la maîtrise du métal ou l'écriture car certaines cultures ne possèdent pas ces technologies, mais toutes possèdent le langage.

Le langage serait un « **module spécialisé** » des facultés cognitives humaines. Et pas quelque chose de simplement issu de notre « intelligence générale ».

**Steven Pinker: Linguistics as a Window to Understanding the Brain | Big Think**

[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=883&v=Q-B\\_ONJIEcE&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?time_continue=883&v=Q-B_ONJIEcE&feature=emb_logo)

[https://en.wikipedia.org/wiki/The\\_Language\\_Instinct](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Language_Instinct)



Partage l'idée de Noam Chomsky que les humains semblent posséder une « **grammaire universelle** »

capable de reconnaître et de générer les règles de n'importe quelle langue à laquelle un enfant est exposé (différent des règles de grammaire d'une langue particulière).

Chomsky : « Children are **pre(or hard)-wired** with a language acquisition device. »

**1994**

...En fait, les débats portent surtout sur la richesse de cette « boîte à outil ».

Pour certains, elle contient des connaissances **très spécifiques** sur le langage (une « grammaire universelle » innée).

Pour d'autres, nous n'avons que des facultés **générales** semblables à celles de nos cousins les grands singes. Mais avec de petites différences qui vont nous permettre d'aller beaucoup plus loin grâce à notre grande faculté d'apprendre des autres.

**For decades, the idea of a language instinct has dominated linguistics. It is simple, powerful and completely wrong**

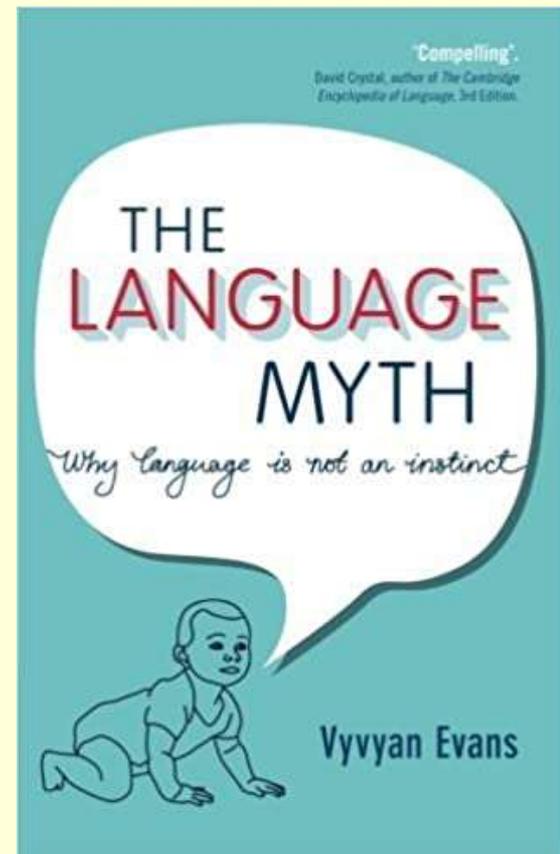
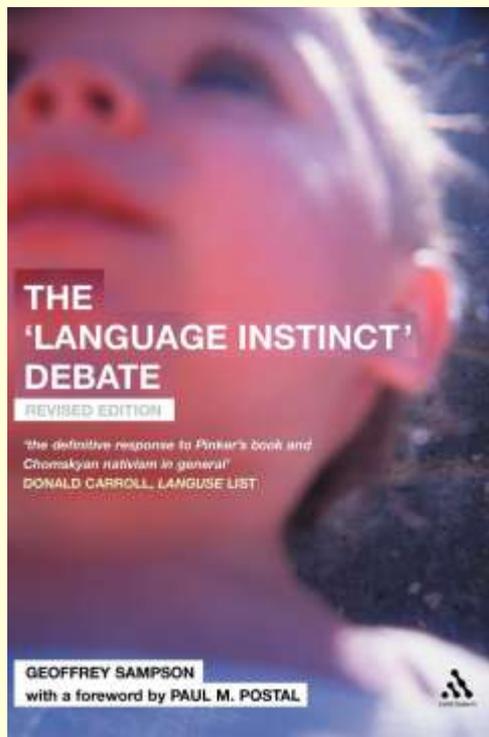
<https://aeon.co/essays/the-evidence-is-in-there-is-no-language-instinct>

Vyvyan Evans

“...the volumes's primary objective is to **challenge the view that there is an innate component** specifically responsible for the human linguistic capacity.

[https://www.researchgate.net/publication/248671143\\_THE\\_'LANGUAGE\\_INSTINCT'\\_DEBATE\\_REVISED\\_EDITION](https://www.researchgate.net/publication/248671143_THE_'LANGUAGE_INSTINCT'_DEBATE_REVISED_EDITION)

**2005**



**2014**

**Is Language an Instinct? And other myths.**  
Posted Dec 19, 2014

<https://www.psychologytoday.com/us/blog/language-in-the-mind/201412/is-language-instinct>

Exemples de critiques / mythes :

→ Plus on étudie de langues (sur les 6000 qui existent dans le monde), plus leur diversité devient apparente et une grammaire qui serait universelle de moins en moins probable.

→ Des études détaillées de l'acquisition du langage chez l'enfant ont montré qu'ils utilisent d'abord des bouts d'expressions qu'ils entendent souvent.

Par la suite ils apprennent des patterns, et plus tard finissent par généraliser à des règles de grammaire.

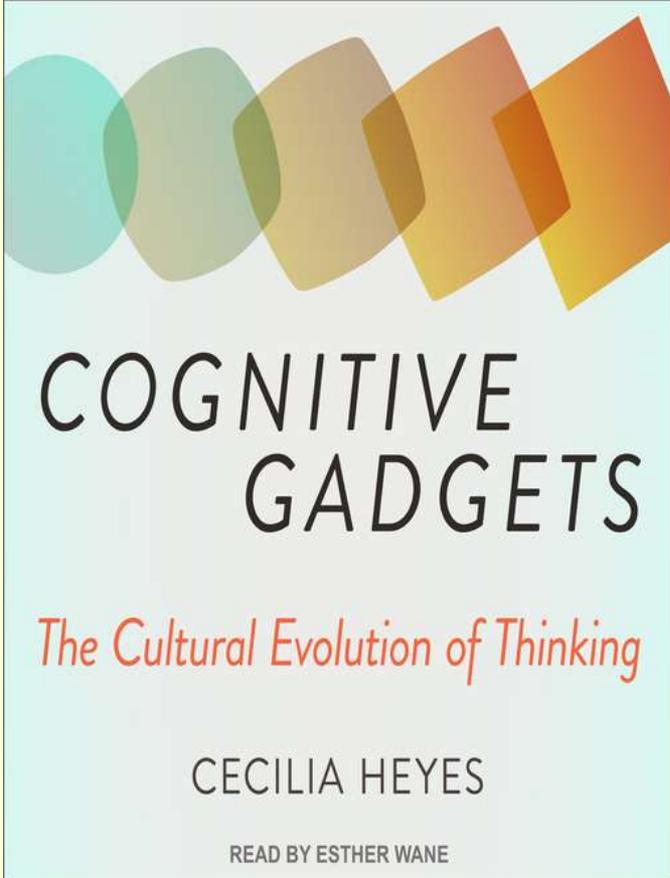
Appuie une idée de la grammaire qui émerge davantage d'un usage répété que d'un instinct...

→ Les enfants ont des capacités d'apprentissage beaucoup plus sophistiquées que ce que Chomsky avait décrit.

Par exemple, des capacités de reconnaissance d'intention des autres peut-être dès l'âge de neuf mois.

→ « **Specific Language Impairment** », appelé ainsi parce que l'on croyait qu'il s'agissait d'un problème d'apprentissage spécifique au langage, appuyant donc l'idée qu'il y avait quelque chose d'isolé relatif au langage et susceptible de mal fonctionner.

Mais on s'est aperçu récemment que des enfants qui avaient reçu ce diagnostic avaient **aussi des problèmes avec l'apprentissage de séquences en général** (les phrases n'étant qu'un type possible de séquences constituées de mots)



Des gens comme Cecilia Heyes en viennent ainsi à proposer qu'il n'est pas nécessaire de postuler des capacités instinctives fournies par les gènes pour apprendre à parler.

Pour elle, l'environnement de l'enfant, c'est-à-dire essentiellement **les autres êtres humains** qui l'entourent, lui apportent suffisamment d'information pour qu'il apprenne sa langue maternelle.

Un seul exemple...

"Cognitive Gadgets" with Cecilia Heyes

BS 168

February 28, 2020

<https://brainsciencepodcast.com/bsp/2020/168-heyas>

Les bébés naissants ont un **biais attentionnel pour les visages**.

Si vous mettez deux points noirs au-dessus d'un point noir sur un fond blanc, un bébé va les suivre du regard plus longtemps qu'un point noir au-dessus de deux points noirs, parce que la première configuration évoque un visage.

Pour des gens comme Heyes, s'il y a un instinct impliqué dans le langage, ce pourrait être quelque chose d'aussi basic que ce genre de biais attentionnel.

Un autre exemple de ces réactions instinctives serait le « **joint attention** », notre prédisposition à porter attention à l'endroit où se porte l'attention d'un autre être humain.



Des biais attentionnels comme ceux-là ne sous-entendent aucun processus cognitif complexe (comme une grammaire universelle).

Ce sont des **comportements innés très simples** qui nous permettent de capter énormément d'information en provenance des autres.

Mais le fait de les avoir a d'énorme conséquence dans notre espèce avec un **milieu socioculturel si riche**.

Plusieurs estiment maintenant que ce n'est **pas l'angle de la syntaxe** qui doit être adopté pour essayer de comprendre le langage mais bien la perspective évolutive et les structures biologiques qui en sont issues.

Pour Philip Lieberman par exemple, le langage n'est pas un instinct encodé dans les réseaux corticaux d'un "organe du langage" mais bien une compétence apprise qui s'appuie sur un système fonctionnel ("functional language system" en anglais) **distribué dans de nombreuses structures corticales et sous-corticales.**

Avec l'idée d'un instinct du langage, on pouvait espérer trouver une ou quelques régions dont l'activité auraient pu correspondre à une caractéristique unique au langage.

Mais s'il s'agit d'une fonction prise en charge par des mécanismes d'apprentissage plus généraux, où est alors traité le langage dans le cerveau ?

La réponse courte serait : **un peu partout...**

# Plan de match

## 1<sup>ère</sup> heure : langage

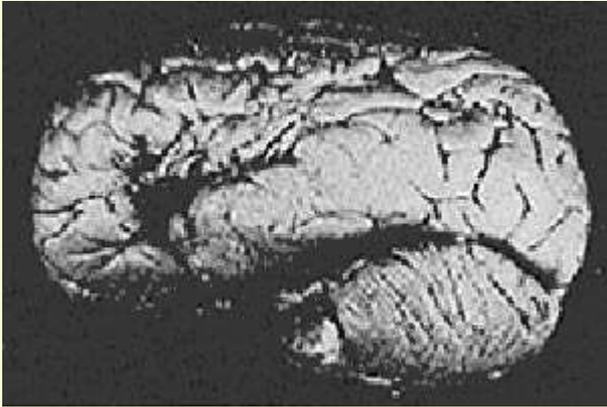
- Intro : Tout ce qui a mené au langage
- La spécificité du langage comme moyen de communication
- L'apparition du langage chez l'humain
- Langage : instinct ou gadget culturel ?

## 2<sup>e</sup> heure : lecture et écriture

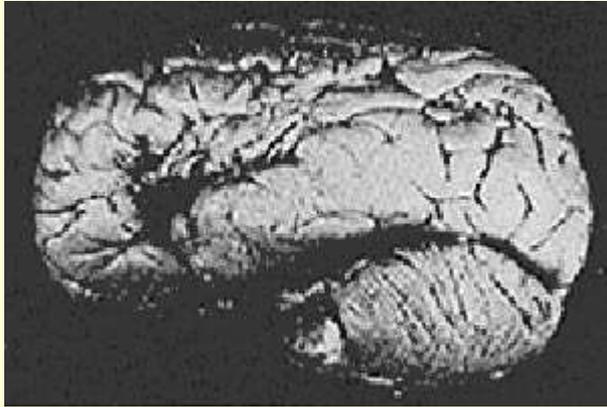
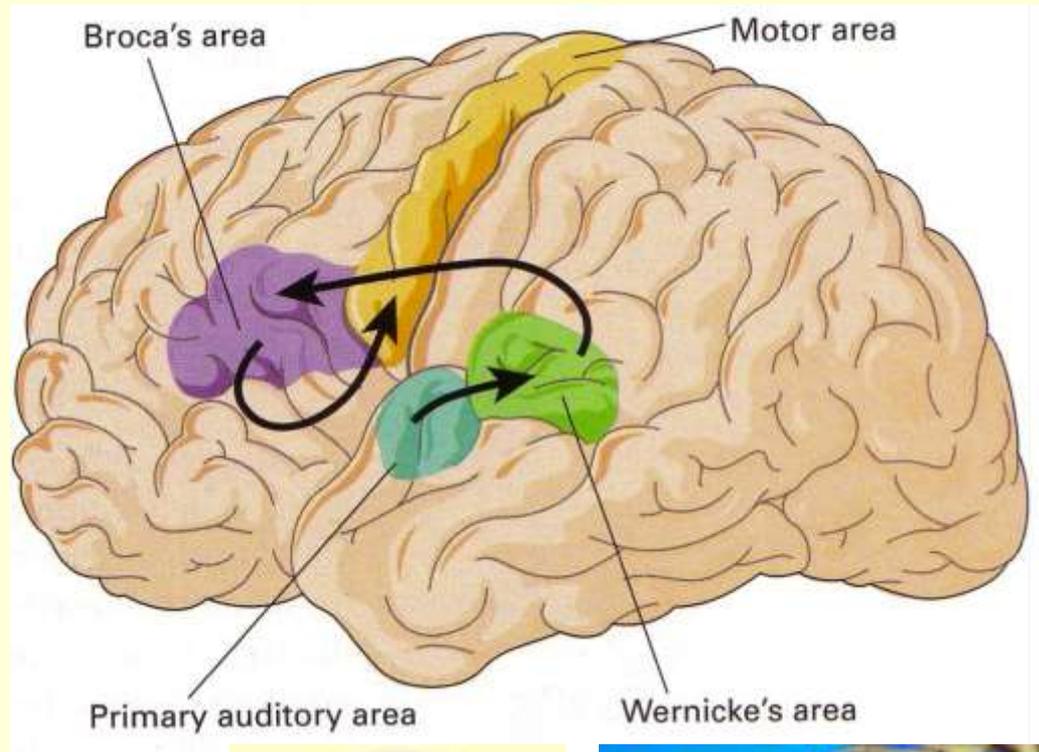
- **Réseaux cérébraux du langage et recyclage neuronal**
- Un exemple de réutilisation cérébrale : la lecture et l'écriture
- Simulation mentale et lecture



Revenons d'abord un peu en arrière...



# Une première compréhension très schématique du langage.



On sait encore relativement **peu de choses**  
**sur les corrélats neuronaux du langage.**

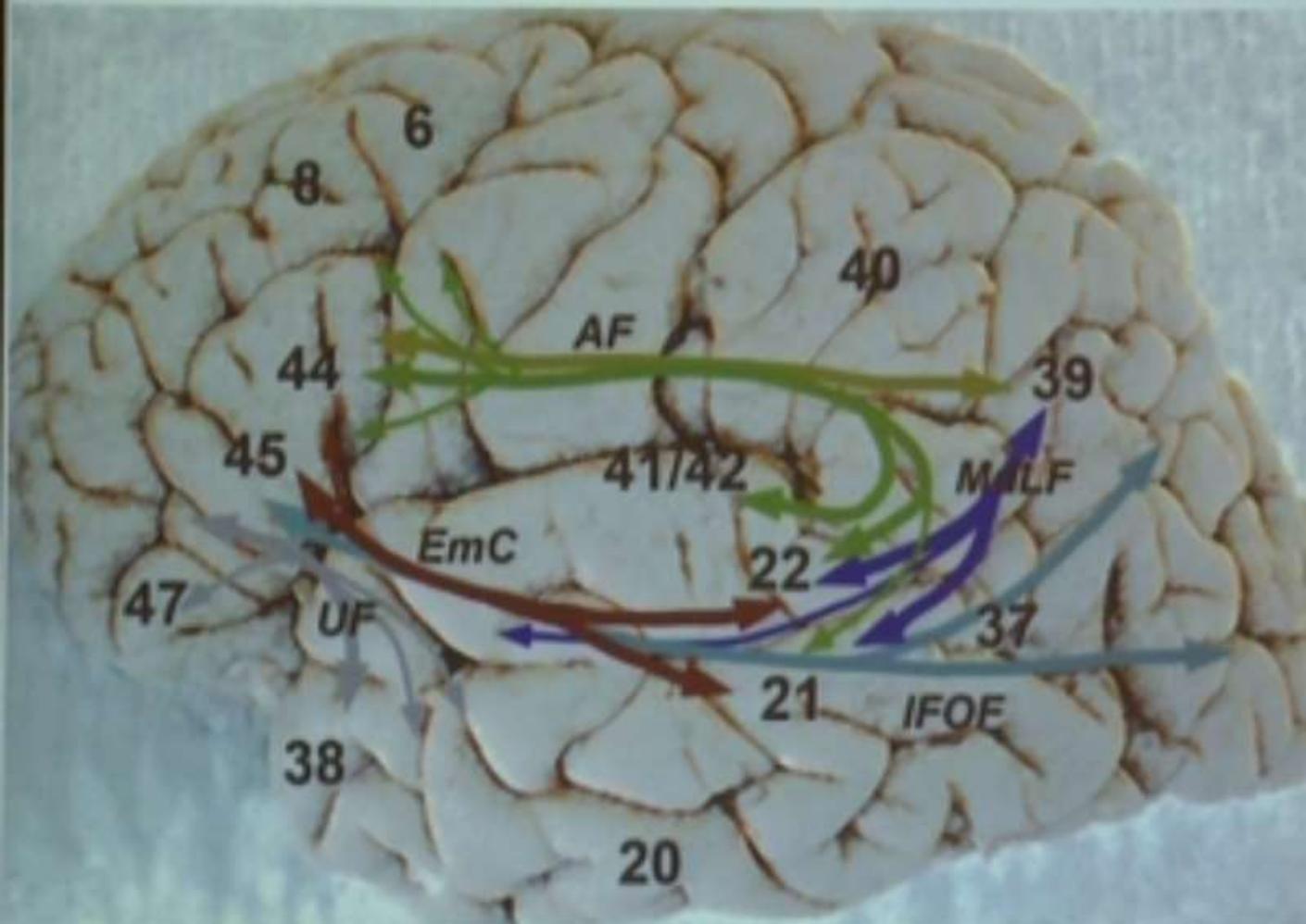
Raisons :

- Approche « isolationniste » (module...)
- Absence de modèle animal
- Pas d'évidences d'une seule région qui serait **spécifique** au langage

Cela ne veut pas dire que l'on ne connaît pas de **réseaux cérébraux**  
dont l'activité est associée à divers aspects du langage.

# 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.



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

Faisceau arqué (*arcuate fasciculus*)

Capsule extrême

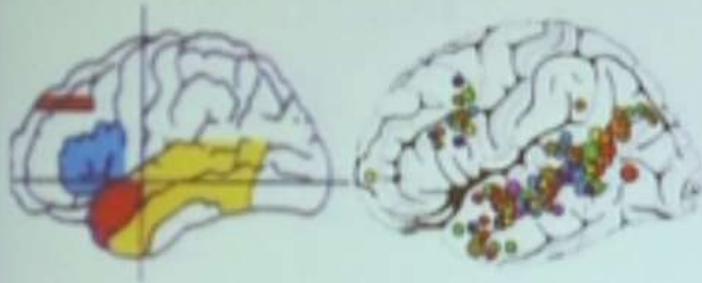
Faisceau unciné (*uncinate fasciculus*)

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

Crédit :  
Stanislas  
Dehaene

## Conclusions

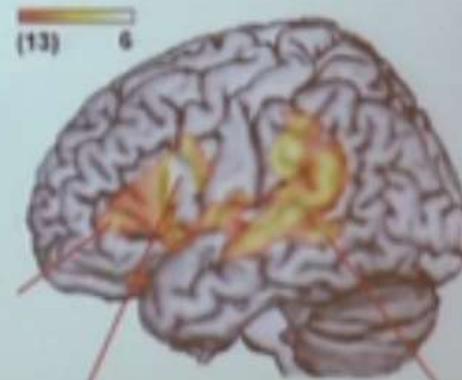
L'écoute ou la lecture de la langue maternelle active un réseau reproductible d'aires cérébrales, latéralisé à l'hémisphère gauche.



Un sous-ensemble de ces régions

s'active spécifiquement lors de la manipulation des arbres syntaxiques

semble indispensable à la compréhension des phrases où la syntaxe joue un rôle central.



## Conclusions

Le « noyau » des aires du langage vérifie plusieurs critères de « modularité » (Fodor, 1983):

- Architecture neurale fixe et reproductible d'un individu à l'autre.
- Développement rapide et propre à l'espèce humaine (propriétés du *language acquisition device* postulé par Chomsky)
- Spécificité pour le domaine des opérations linguistiques, pas d'activation en réponse à des opérations symboliques dans le domaine mathématique
- Traitement automatique, même en l'absence de conscience (« encapsulation », inaccessibilité à la conscience)



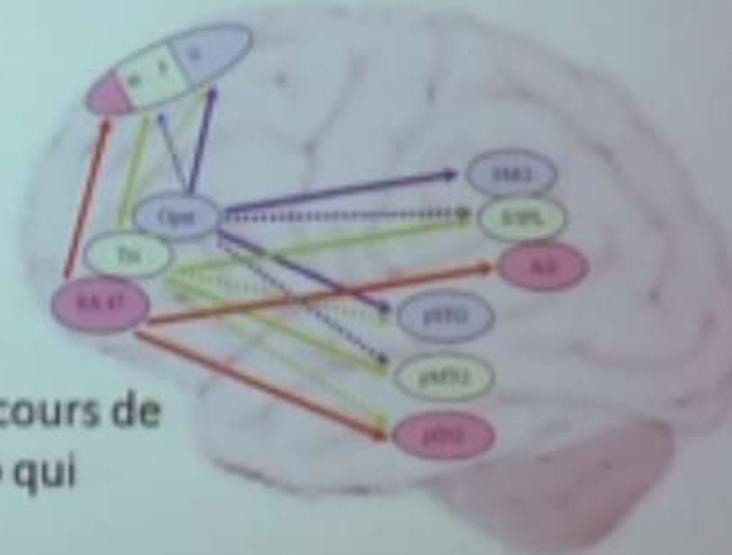
Dehaene parle ici d'un « **noyau** » des aires du langage...

...et là d'un « **cœur** » de régions spécialisées dans les opérations syntaxiques.

- Sur le plan fonctionnel:
- Il existe un « cœur » de régions spécialisées dans les opérations syntaxiques (IFG oper/tri + région tempore supérieure postérieure)



- Ce « cœur syntaxique » est entouré d'autres régions impliquées dans le traitement phonologique ou sémantique.
- Hypothèse plausible et intéressante: tous ces réseaux (auquel s'ajoute un réseau mathématique dorsal) pourraient avoir changé simultanément au cours de l'évolution, et acquis une capacité d'« unification » qui permet la formation d'arbres enchâssés.

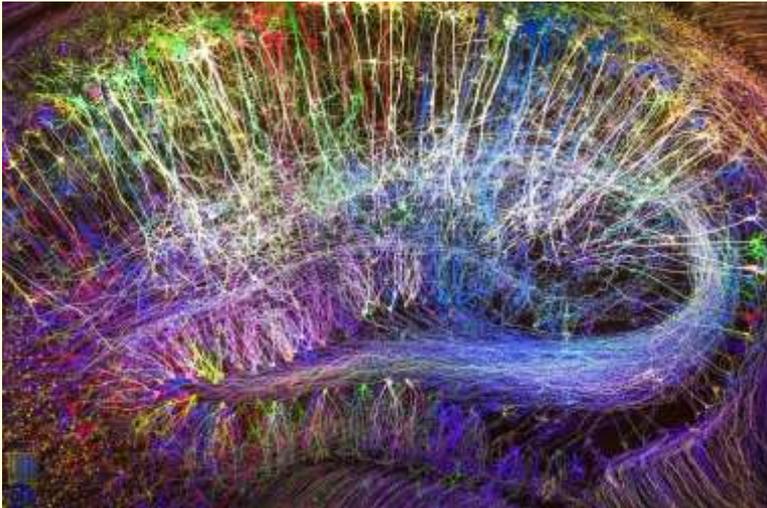


Bien qu'il y ait dans le cerveau des structures cérébrales bien **différenciées** avec circuits neuronaux aux **capacités computationnelles particulières** comme :

**l'hippocampe**

ou

**le cervelet.**

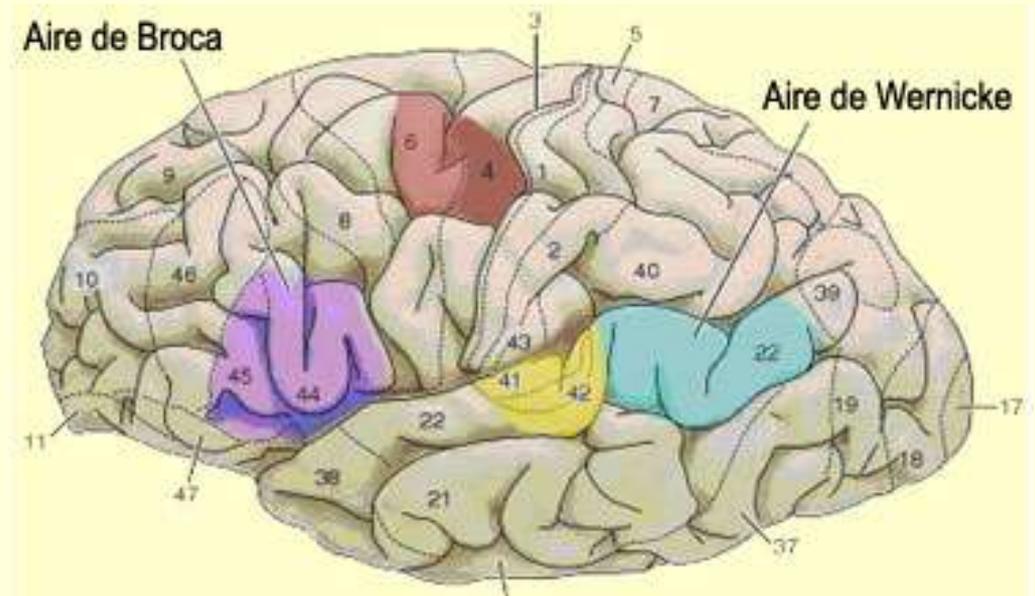


Il est très difficile de trouver des « centre de » quoi que ce soit dans le cerveau et l'on ne peut pratiquement jamais accoler une étiquette fonctionnelle unique à une région cérébrale.

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.

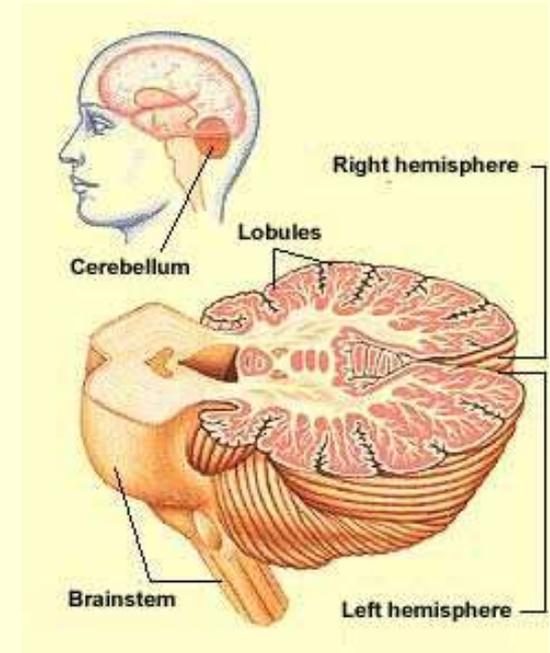
L'**aire de Broca**, typiquement associée au langage, s'activait effectivement lors d'une tâche langagière.

Mais elle était **plus fréquemment** activée dans des tâches **non langagières** que dans des tâches reliées au langage !



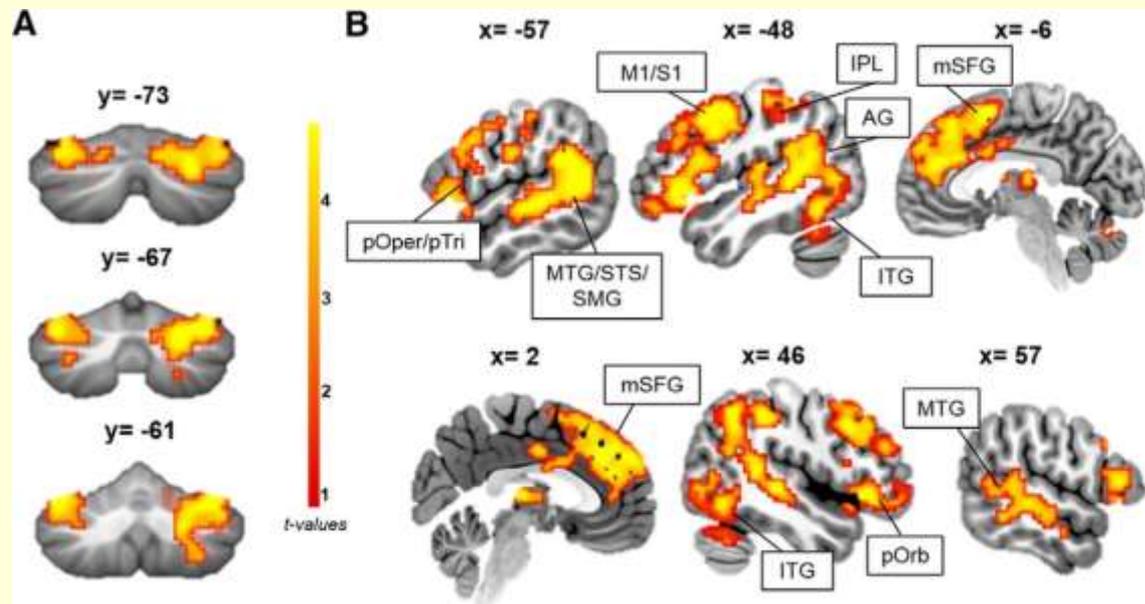
L'aire de Broca a probablement déjà rempli certaines fonctions sensorimotrices qui se sont par la suite avérées utiles pour l'émergence du langage (et **ces fonctions premières sont conservées !**).

À l'opposé, vous avez une structure comme le **cervelet**, dont la fonction première était associée au contrôle et à la coordination motrice



**B, Cerebellar activation during sentence processing is concurrent with [...] activation in the reading and language network.**

<https://www.jneurosci.org/content/37/6/1604/tab-figures-data>



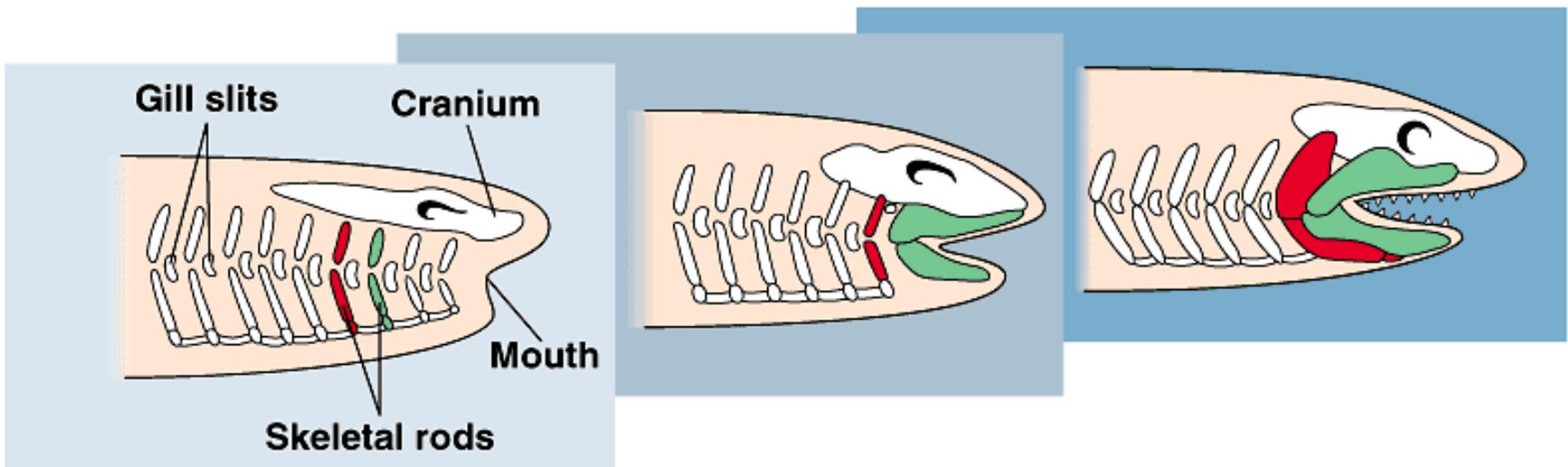
Amène l'idée générale de **recyclage neuronal**,  
une approche évolutive qui est maintenant au cœur  
de nombreux travaux.



« L'évolution travaille sur ce qui existe déjà. [...]

La sélection naturelle opère à la manière **non d'un ingénieur, mais d'un bricoleur**; un bricoleur qui ne sait pas encore ce qu'il va produire, mais **recupère** tout ce qui lui tombe sous la main. »

- François Jacob  
(Le Jeu des possibles, 1981)



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

DEVONNIEN

CARBONIFERE

***L'évolution de la marche...***

*...des premiers tétrapodes aux ancêtres des reptiles.*

nageoires

▶ membres et doigts

▶ marche

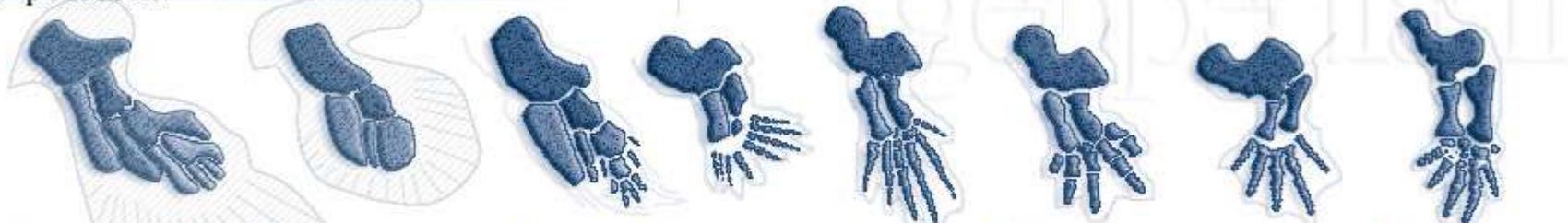
▶ vie terrestre

▶ amphibiens

▶ reptiles

▶ poissons

▶ tétrapodes



■ *Eusthenopteron* ■ *Panderichthys* ■ *Tiktaalik* ■ *Acanthostega* ■ *Tulerpeton* ■ *Pederpes* ■ *Proterogyrinus* ■ *Limnoscelis*

385

380

375

365

363

360

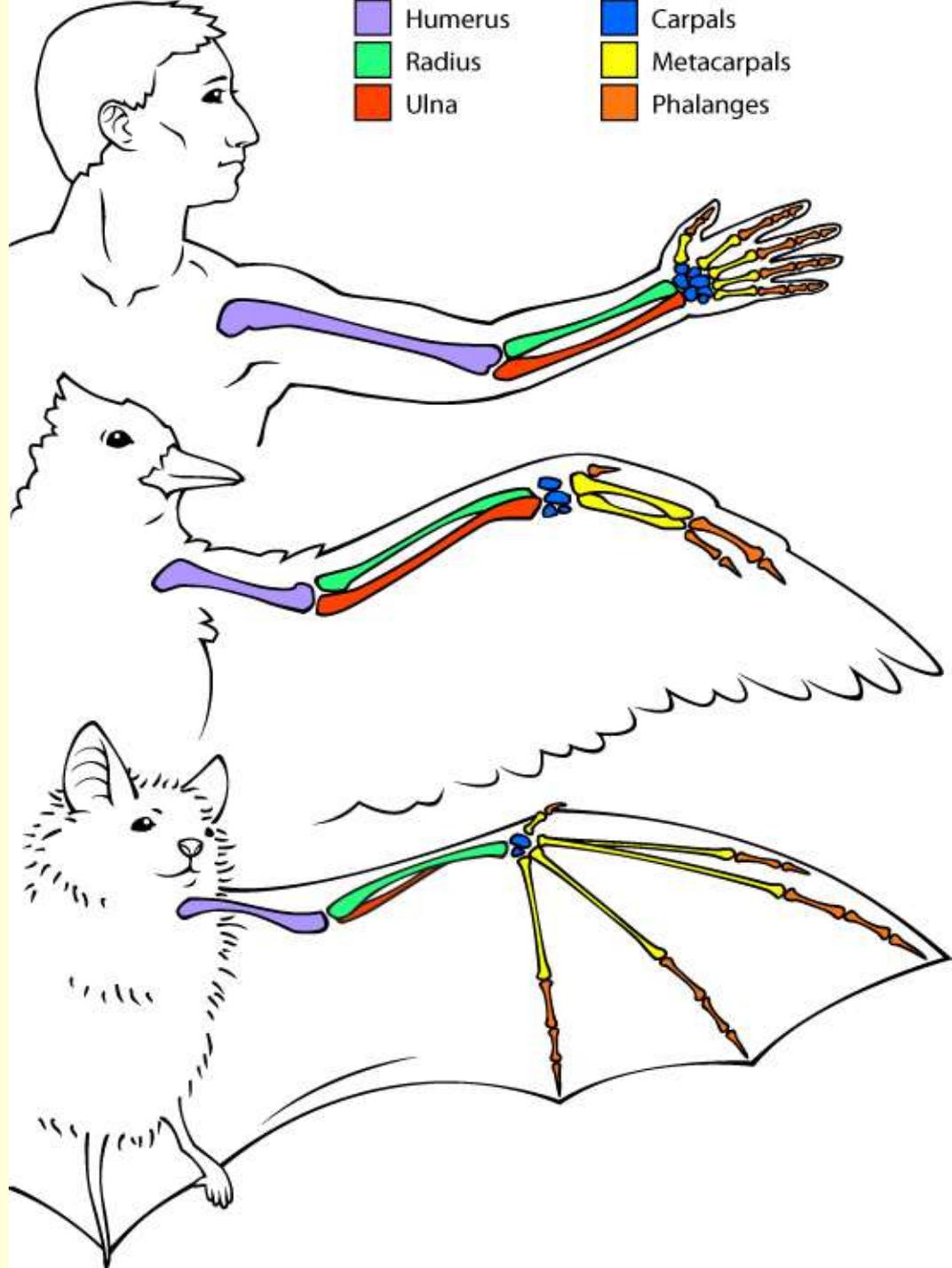
320

280

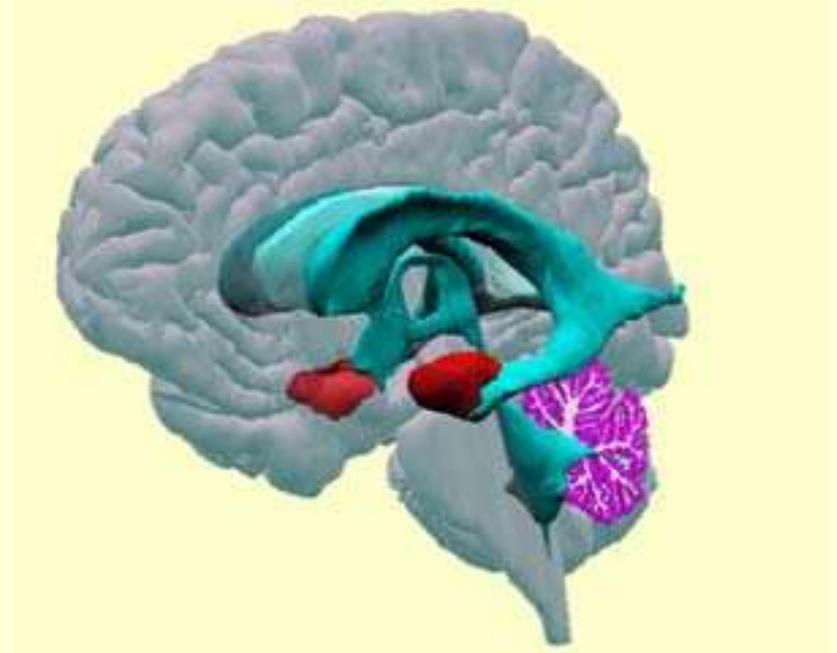
millions d'années



- Humerus
- Radius
- Ulna
- Carpals
- Metacarpals
- Phalanges



Même chose pour les structures cérébrales...



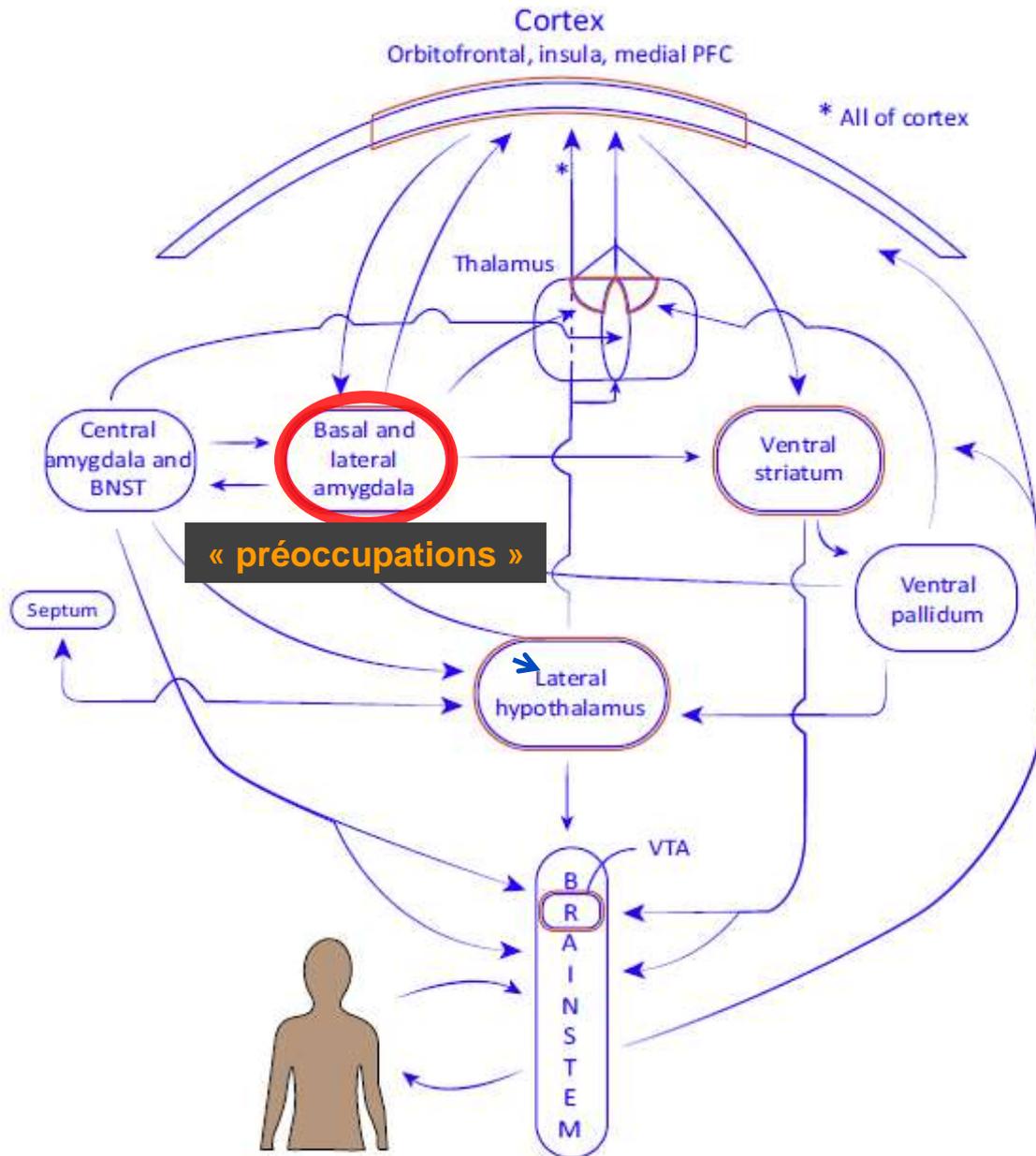
**Amygdale = peur ?**



Amygdale ~~X~~ peur ?

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





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

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

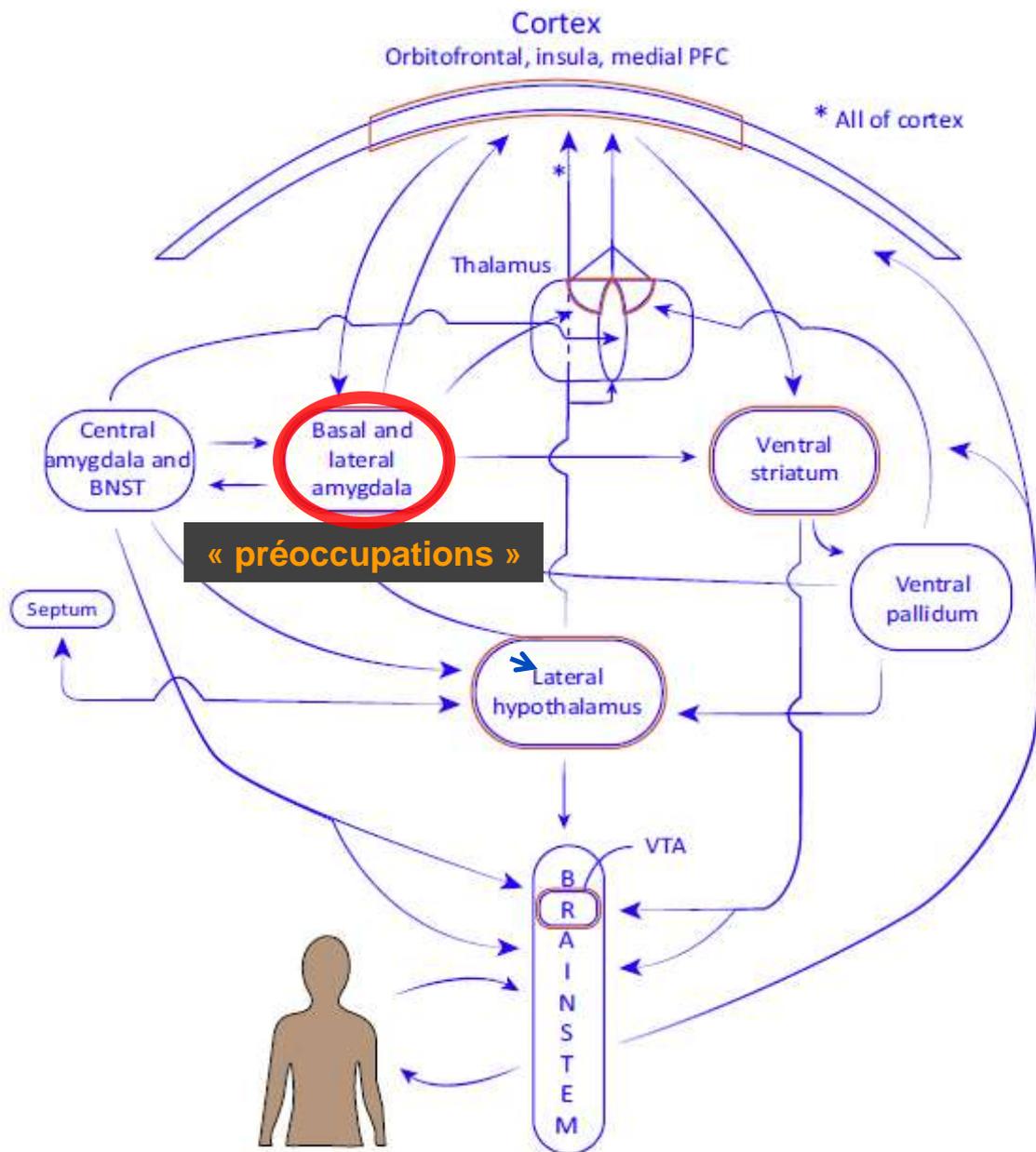
ici dans un réseau relié aux **émotions.**

### **A Network Model of the Emotional Brain**

Luiz Pessoa

Trends Cogn Sci. **2017** May; 21(5): 357–371

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5534266/>



a 'functional diversity profile'

For example, in the case of the **amygdala** mentioned above, it would involve **arousal, vigilance, novelty, attention, value determination, and decision making, among others.**

**A Network Model of the Emotional Brain**

Luiz Pessoa

Trends Cogn Sci. 2017 May; 21(5): 357–371

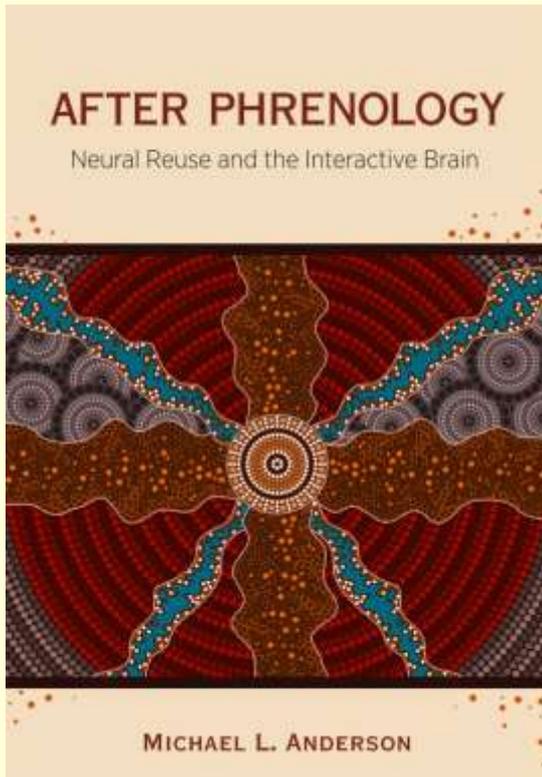
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5534266/>



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

Lundi, 9 mars 2015

## La « réutilisation neuronale » pour enfin sortir de la phrénologie ?



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

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

avec une approche alternative  
fondée sur ce qu'il appelle  
la « **réutilisation neuronale** »

(« neural reuse », en anglais,  
un cas de recyclage neuronal).

Lundi, 7 novembre 2016

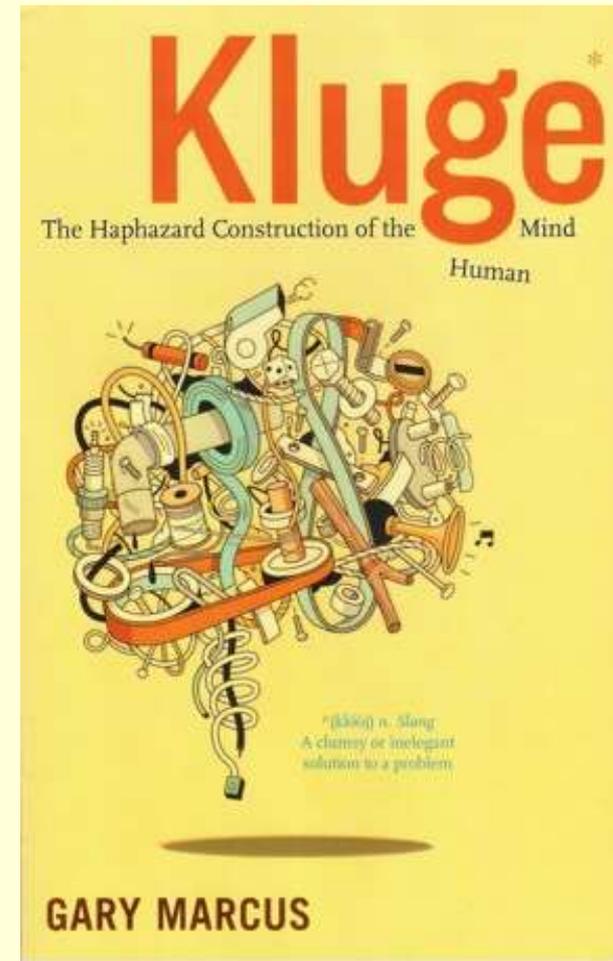
## **Le débat sur la spécialisation fonctionnelle du cerveau (ou comment sortir de la phrénologie)**

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2016/11/07/5985/>

**the “ neural exploitation ” hypothesis**  
(Gallese 2008; Gallese & Lakoff 2005);

**the “ shared circuits model ”** (Hurley 2005, 2008).

Plusieurs autres ont des approches similaires, notamment Morten Christiansen and Nick Chater (2008), Luiz Pessoa (2008), **Gary Marcus** (2004, 2008), Steven Scher (2004), William Bechtel (2003), Dan Lloyd (2000), and Stephen Kosslyn (1999; Kosslyn & Koenig 1995).



**Et Stanislas Dehaene**  
avec son hypothèse de

**recyclage neuronal**

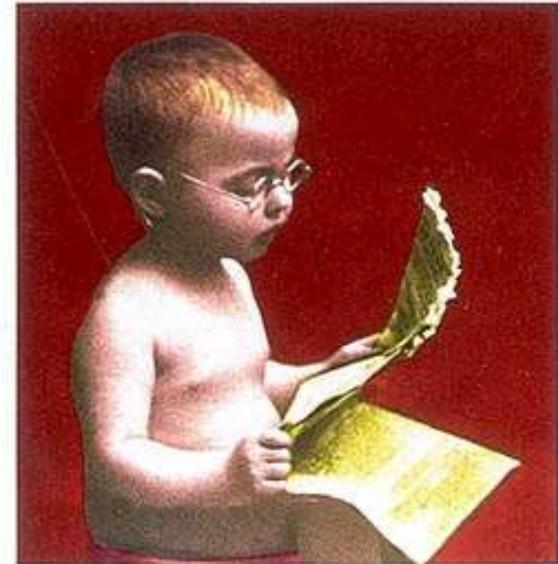
(Dehaene 2005;  
Dehaene & Cohen 2007)

**Pour plus d'infos, voir au :**

[http://lecerveau.mcgill.ca/flash/pop/pop\\_pres/Conference%20UTA%20Boucherville%20-%2031%20octobre%202019%20Neurones%20de%20la%20lecture%20-%20pour%20pdf.pdf](http://lecerveau.mcgill.ca/flash/pop/pop_pres/Conference%20UTA%20Boucherville%20-%2031%20octobre%202019%20Neurones%20de%20la%20lecture%20-%20pour%20pdf.pdf)

STANISLAS DEHAENE

LES NEURONES  
DE LA LECTURE



préface de  
Jean-Pierre Changeux



2007

# Plan de match

## 1<sup>ère</sup> heure : langage

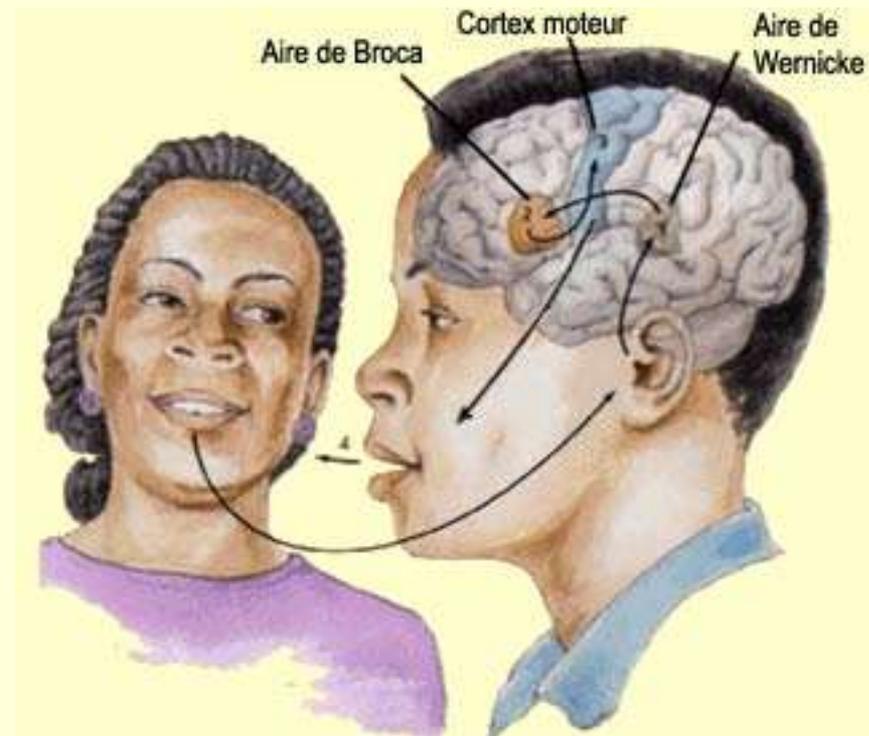
- Intro : Tout ce qui a mené au langage
- La spécificité du langage comme moyen de communication
- L'apparition du langage chez l'humain
- Langage : instinct ou gadget culturel ?

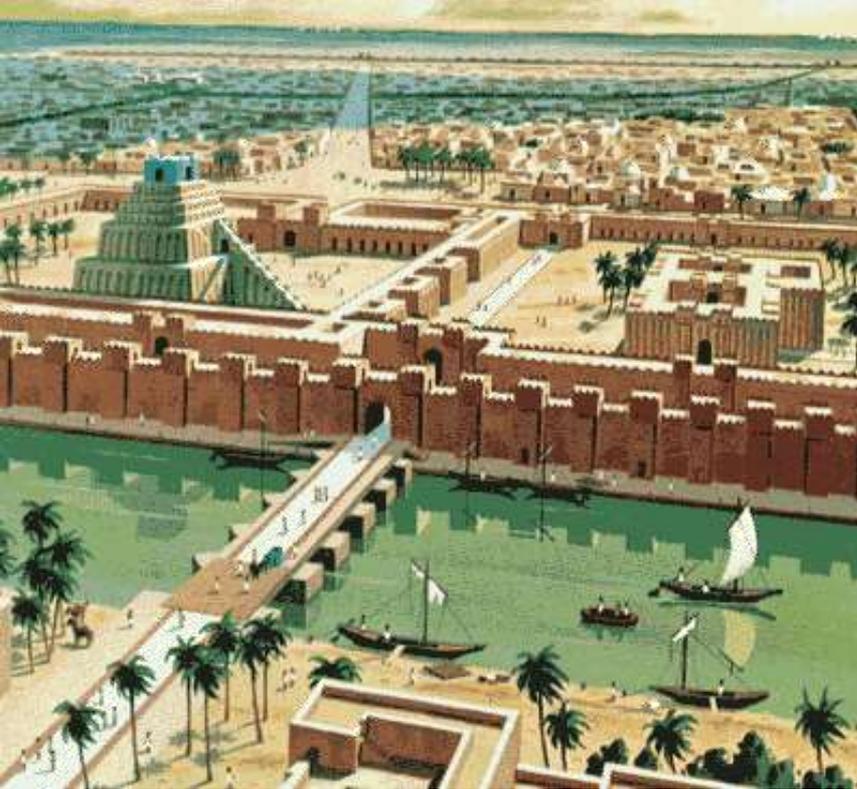
## 2<sup>e</sup> heure : lecture et écriture

- Réseaux cérébraux du langage et recyclage neuronal
- **Un exemple de réutilisation cérébrale : la lecture et l'écriture**
- Simulation mentale et lecture

Des circuits cérébraux ont été **sélectionnés pour le langage oral** durant l'hominisation.

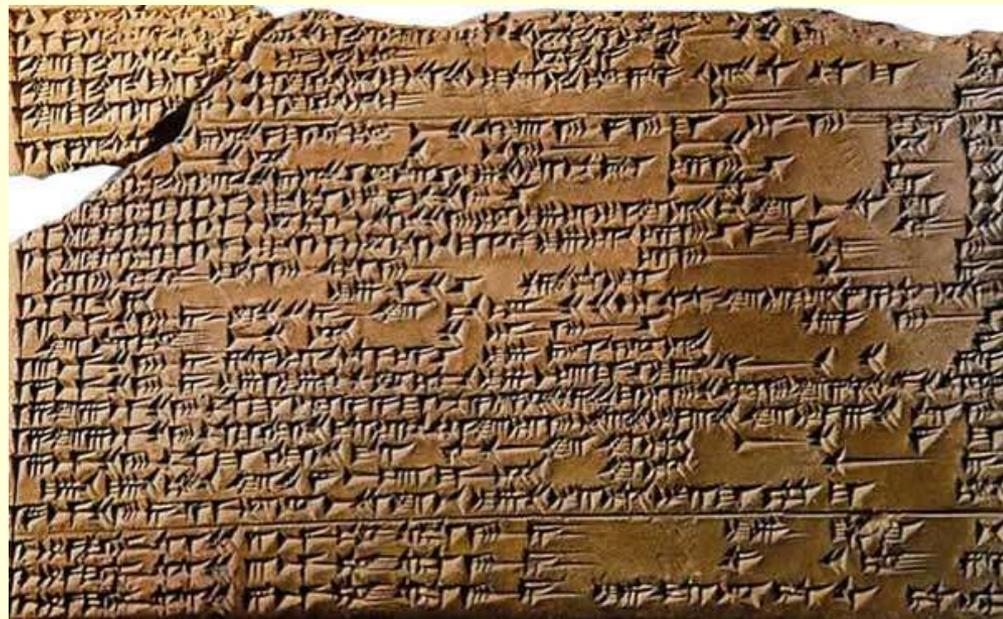
(donc durant des centaines de milliers d'années, voire quelques millions)





Contrairement au langage oral, il est difficile d'imaginer des circuits cérébraux **sélectionnés pour l'écriture.**

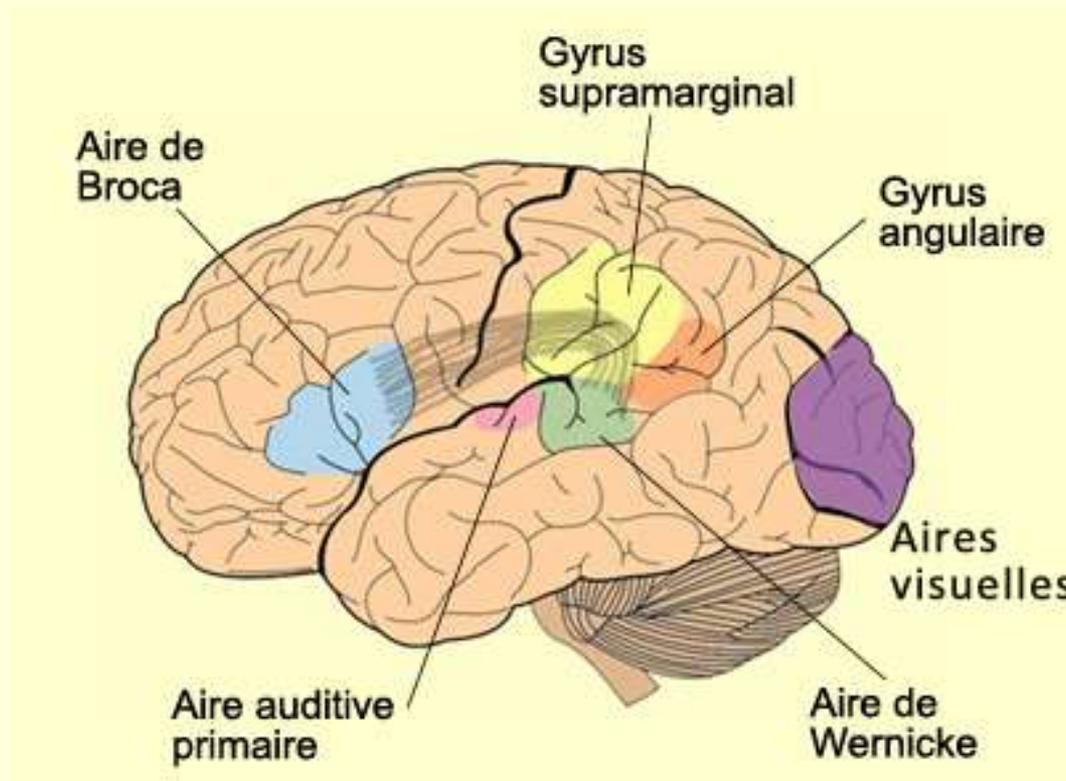
(quelques milliers d'années seulement)



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

Comment alors expliquer que le cerveau humain arrive à lire ?

**Comment parvient-il à donner accès aux aires du langage par les aires visuelles ?**



Pour répondre à cette question, on va devoir avant répondre à une autre question :

**Quelles sont les premières étapes de la lecture dans les voies cérébrales visuelles ?**



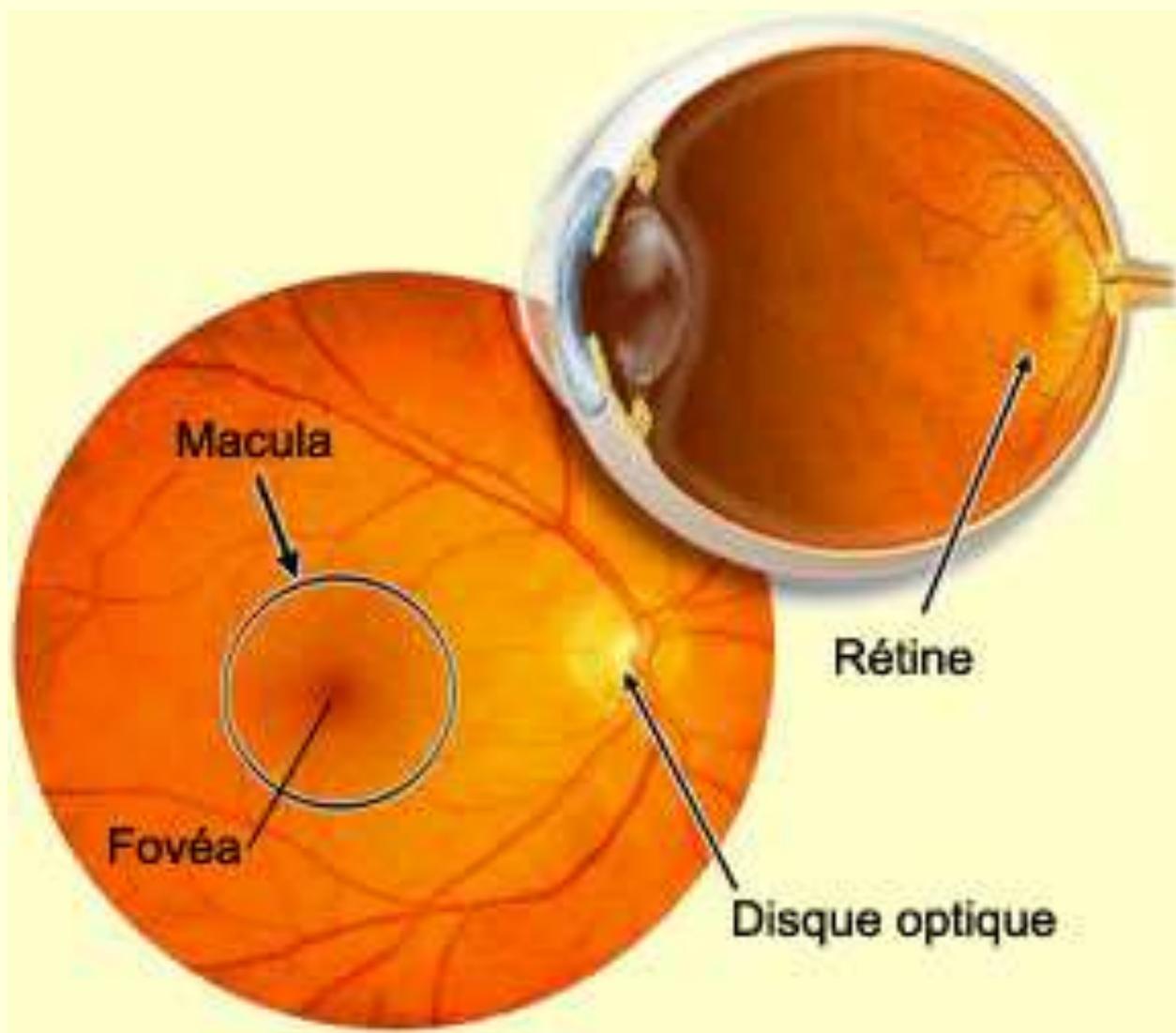
## Ce que nous voyons d'une page de Proust...

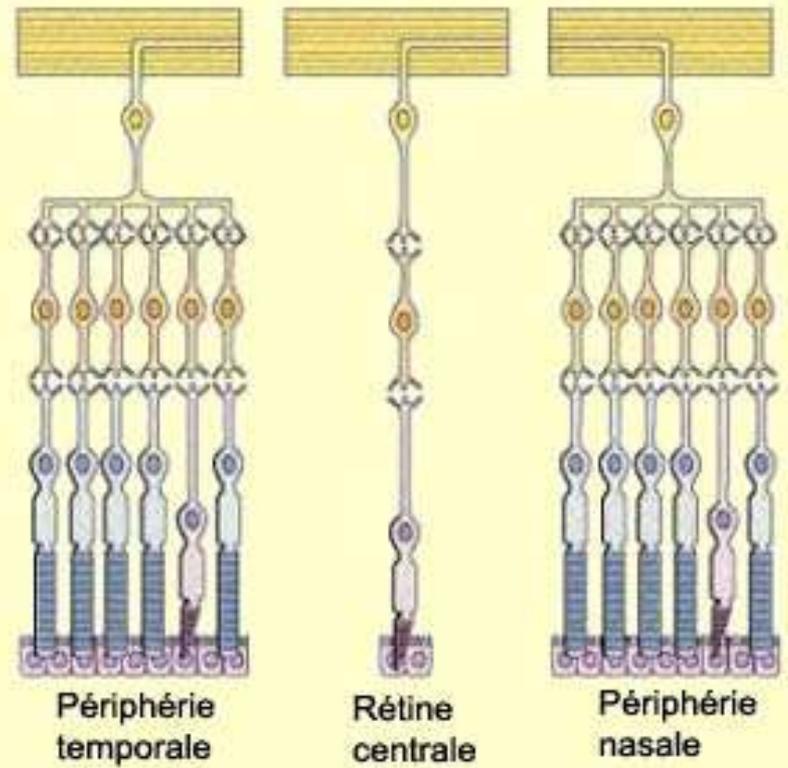
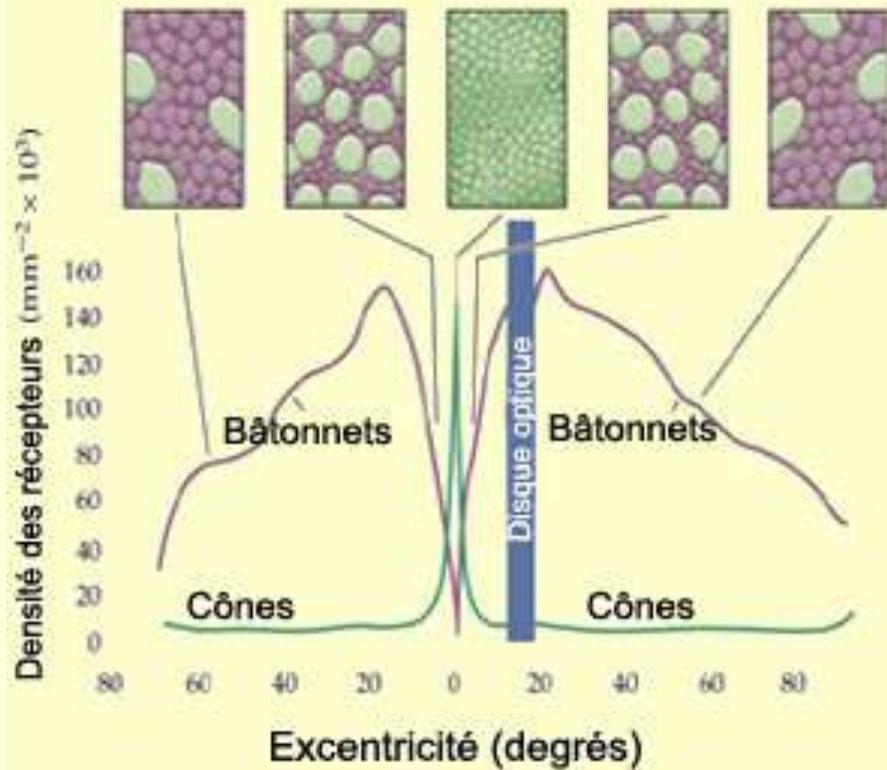
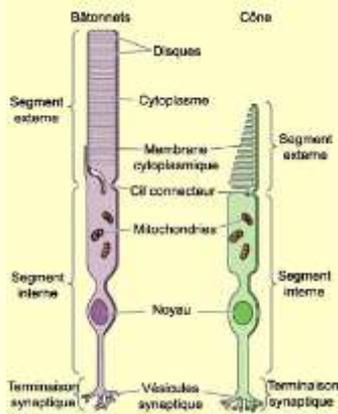
Il n'y a peut-être pas de jours de notre enfance que nous avons plus volontiers vécus que ceux que nous avons cru laisser sans les vivre, que nous avons passés avec un livre préféré. Tout ce que, semblés à nous-mêmes pour les autres, et que nous écartions comme un obstacle, nous avions à ce plaisir divin : le jeu pour lequel un seul instant nous avions

us que ceux que nous avons cru laiss  
e passés avec un livre préféré. Tout e  
r les autres, et que nous écartions et

*Sere, Marendaz & Herault, Perception (2000)*

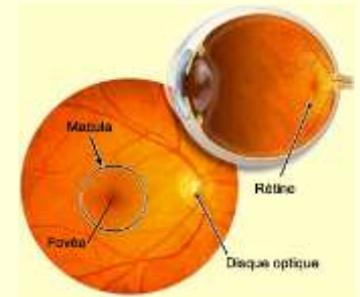
Simulation montrant la petite zone claire et précise correspondant à la **fovea** sur la rétine.





## Fovea :

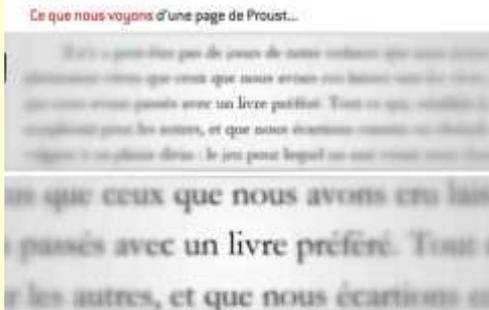
- occupe environ **15 degrés** du champ visuel;
- est la seule à capter les lettres avec suffisamment de précision pour permettre de les reconnaître.
- si cette région rétinienne est détruite, la lecture est impossible.

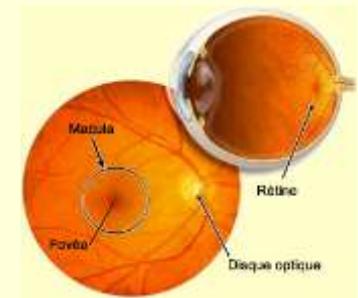


C'est pour cela que **notre regard doit se déplacer constamment quand nous lisons.**

**Car on ne parvient à voir à la fois qu'un ou quelques mots.**

On peut sauter les petits mots (déterminants) quand on est un bon lecteur mais pratiquement tous les mots à contenu doivent être fixés.





## DANS, KÖN OCH JAGPROJEKT

På jakt efter ungdomars kroppsspråk och den "synkretiska dansen", en sammansmältning av olika kulturers dans, har jag i mitt fältarbete under hösten trott mig på olika arenor inom skolans värld. Nordiska, afrikanska, syd- och östeuropeiska ungdomar gör sina röster hörda genom sång, musik, skrik, skraff och gestaltar känslor och uttryck med hjälp av kroppsspråk och dans.

Den individuella estetiken framträder i kläder, frisyrer och symboliska tecken som förstärker ungdomarnas "jagprojekt" där också den egna stilen i kroppsrörelserna spelar en betydande roll i identitetsprövningen. Upphållsrummet fungerar som offentlig arena där ungdomarna spelar upp sina performanceliknande kroppsspråk.

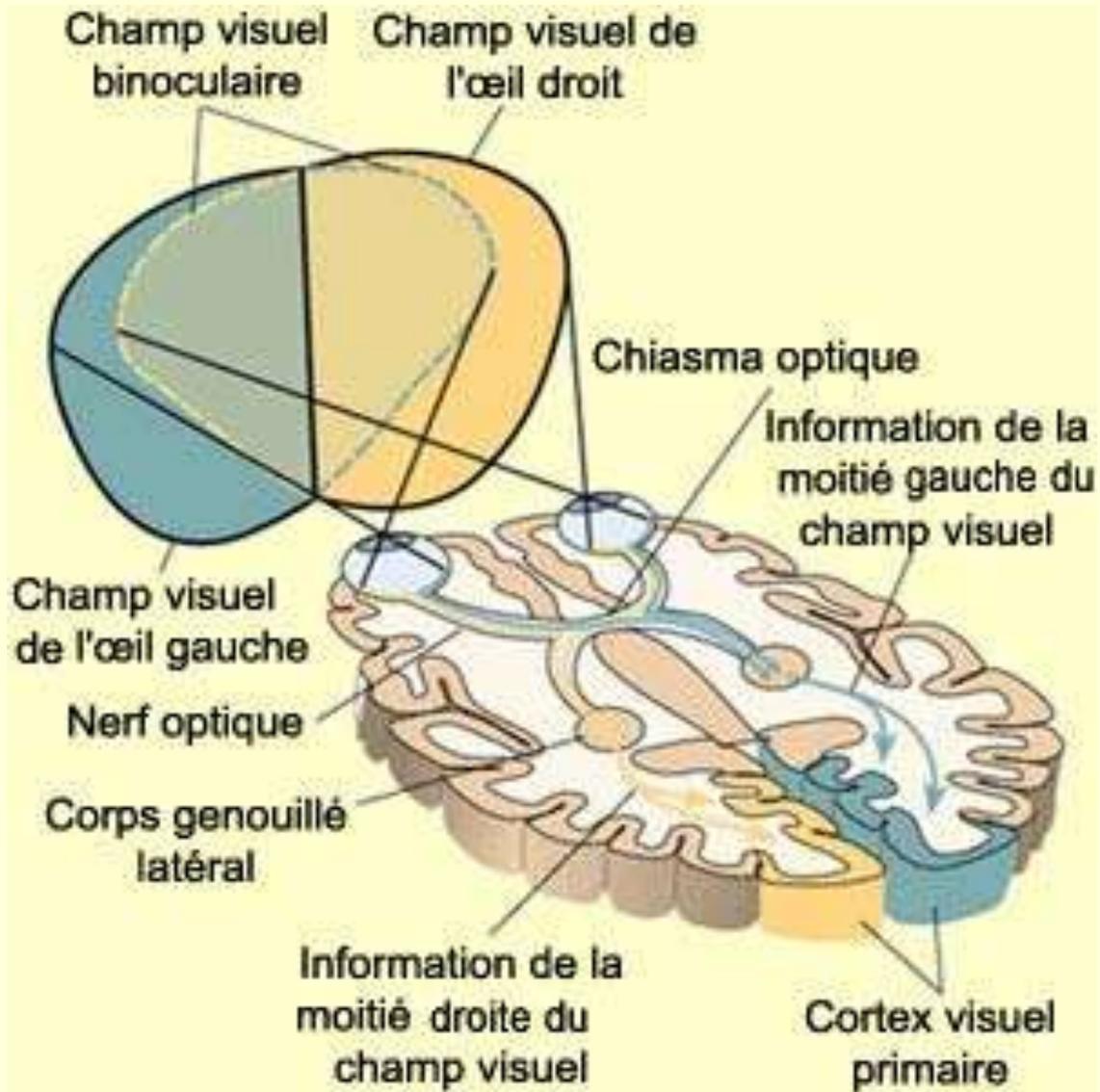
En fait, nous n'identifions vraiment que de **dix à douze lettres par saccade:**

trois ou quatre lettres à gauche du centre du regard,  
et sept ou huit lettres à droite.

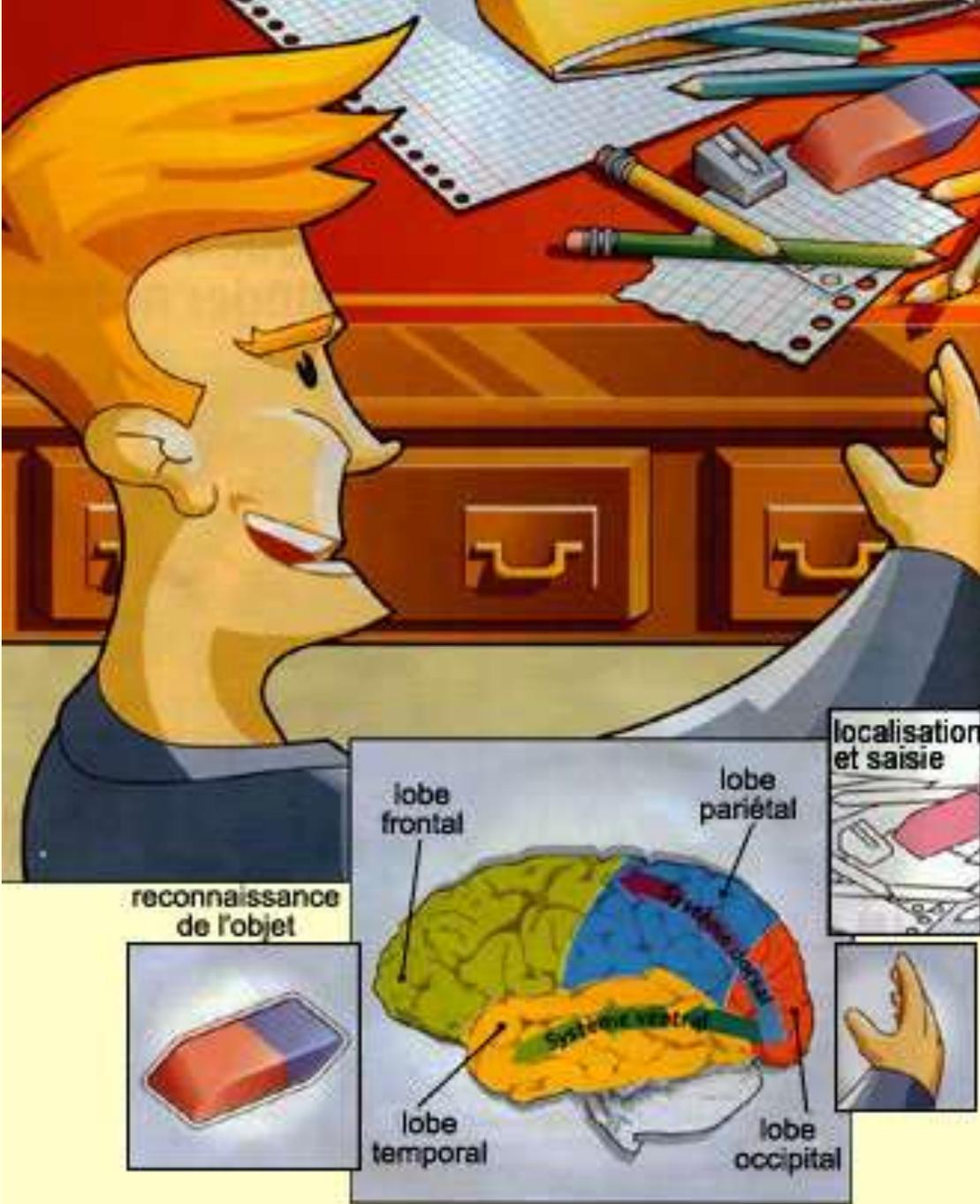
Au-delà de cette zone, nous ne sommes plus sensibles à l'identité des lettres, mais seulement à la présence des espaces qui délimitent le mot suivant.

**Ensuite:**

De la rétine  
au cortex  
visuel







Voie ventrale et dorsale.

C'est dans la voie ventrale qu'il y aura activation pour la reconnaissance des mots.

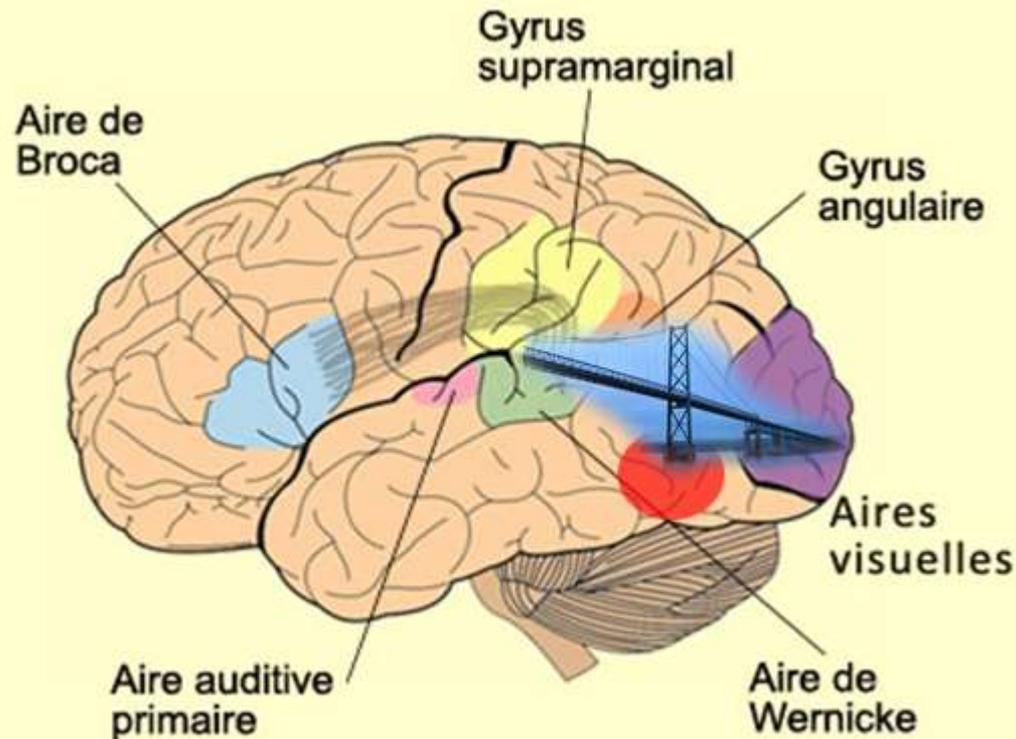
Donc... durant la lecture, comment le cerveau parvient-il à **donner accès aux aires du langage par les aires visuelles ?**

Comment fait-il le pont ?

Selon Dehaene et ses collègues :

grâce à une région **spécialisée pour la lecture.**

Mais comment peut-on avoir une région spécialisée pour une chose **pour laquelle nous n'avons pas évolué ?**



Avant de tenter de répondre à cette question, quelques informations sur

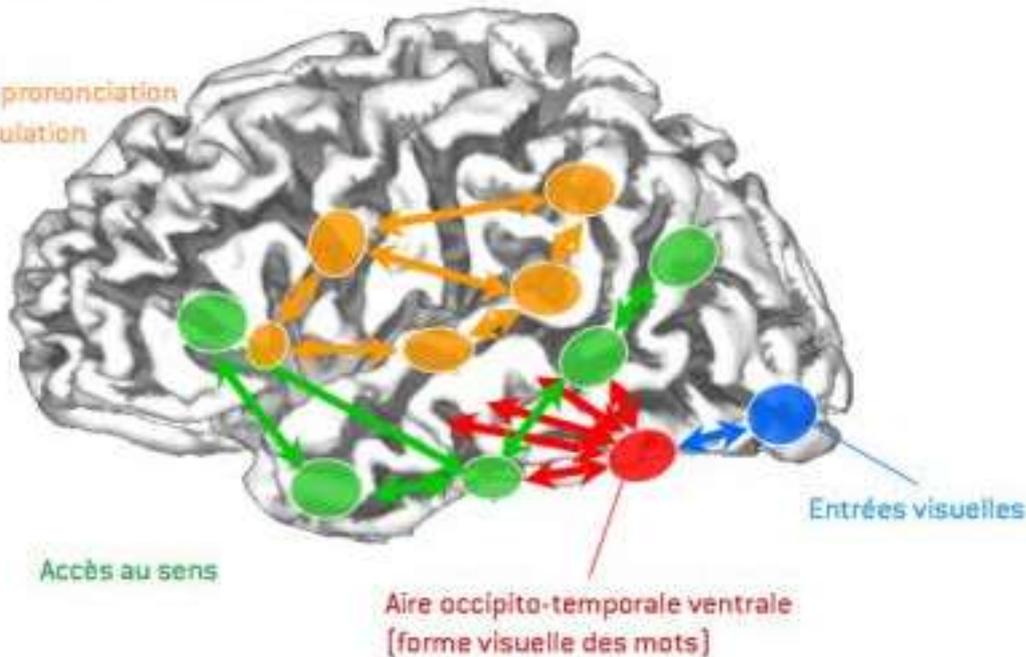
## cette région clé pour la reconnaissance visuelle des mots

(qui va ensuite permettre à d'autres réseaux d'en extraire le sens, d'en produire la prononciation, etc.)

### L'architecture cérébrale de lecture

Reconnaissance d'un mot en 300 ms

Accès à la prononciation  
et à l'articulation



Accès au sens

Aire occipito-temporale ventrale  
[forme visuelle des mots]

Entrées visuelles

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

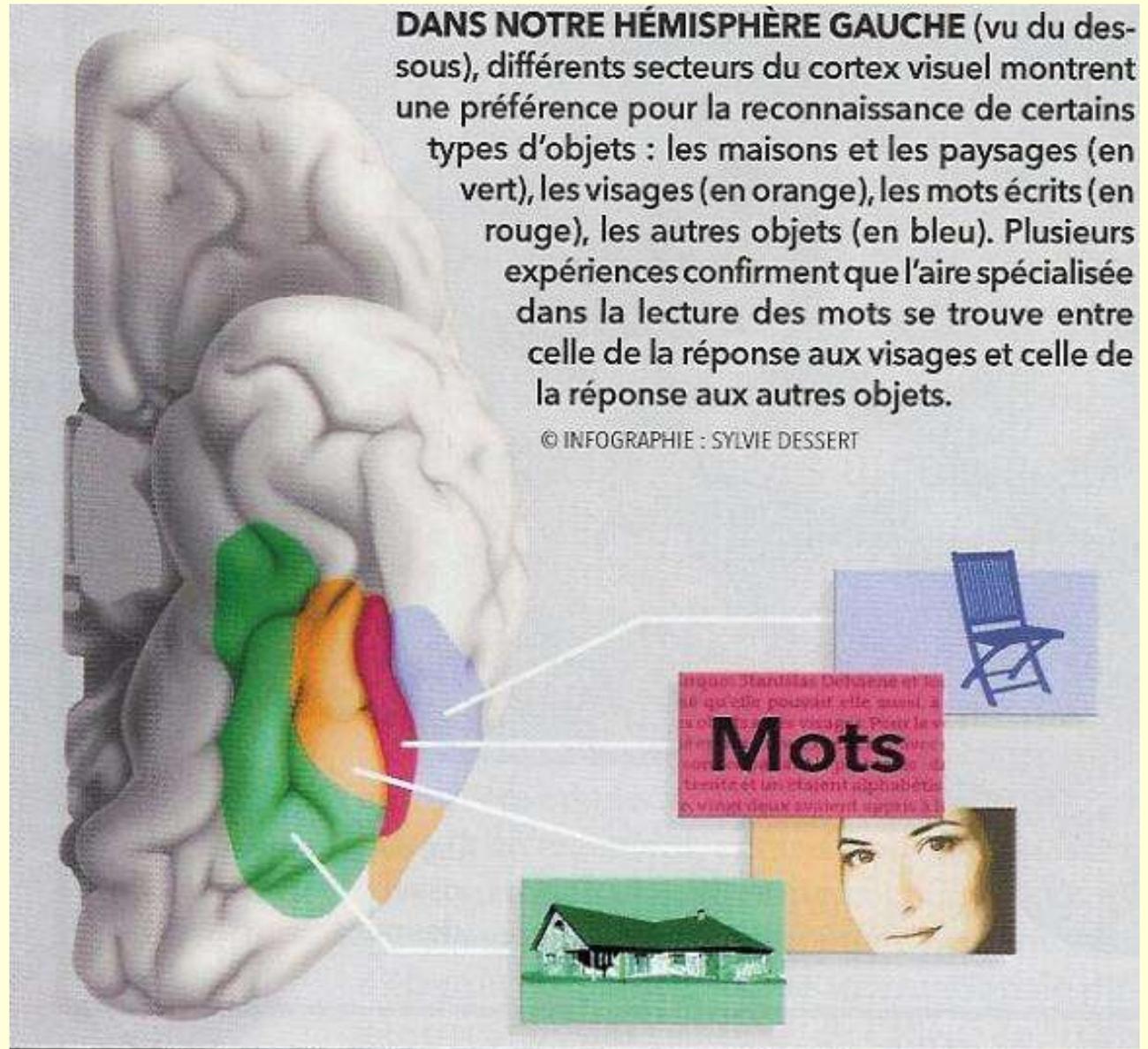
puis vers **170 ms** elle s'étend à la région **occipito-temporale gauche**.

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

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

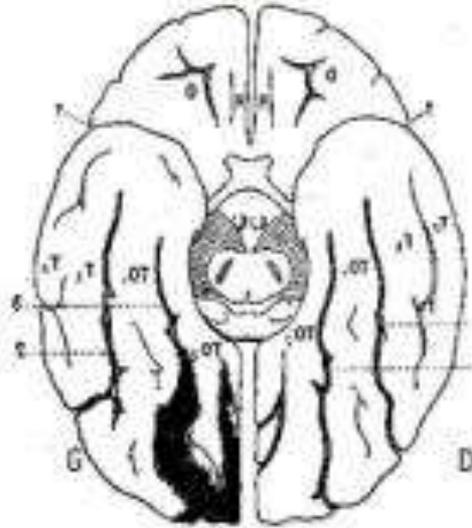
la voie ventrale de la vision dans le

**cortex ventral occipito-temporal gauche.**

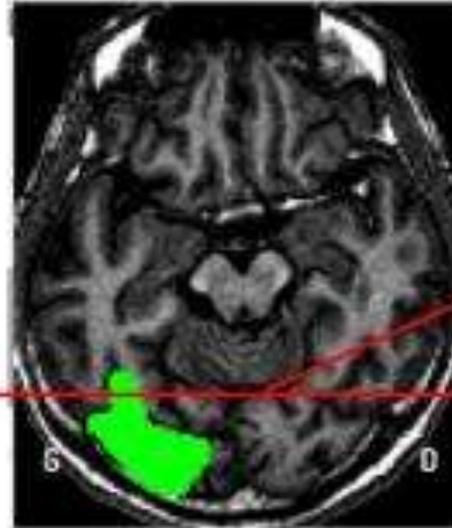


La lésion de cette région entraîne une « alexie pure »

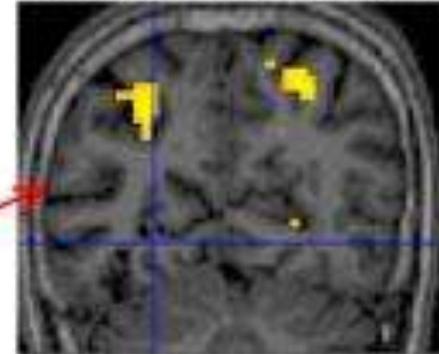
Déjerine, 1892



Cohen et al, 2002



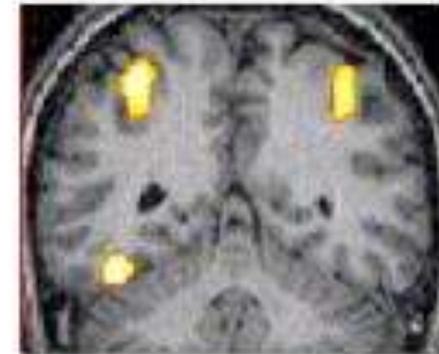
Lecture chez le patient



**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**,

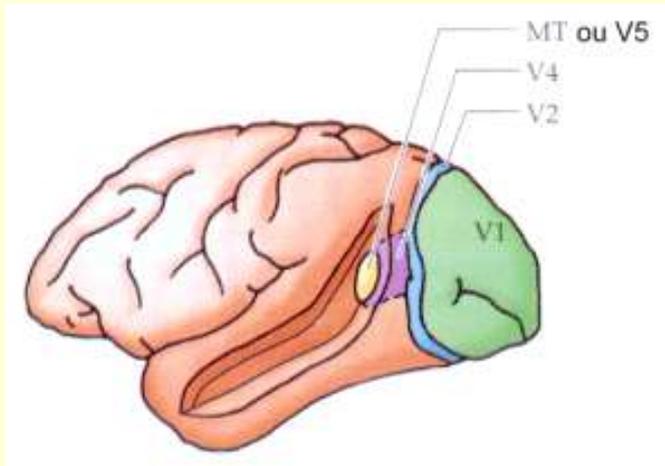
pour l'adapter à la reconnaissance des formes **des lettres des systèmes d'écriture**.



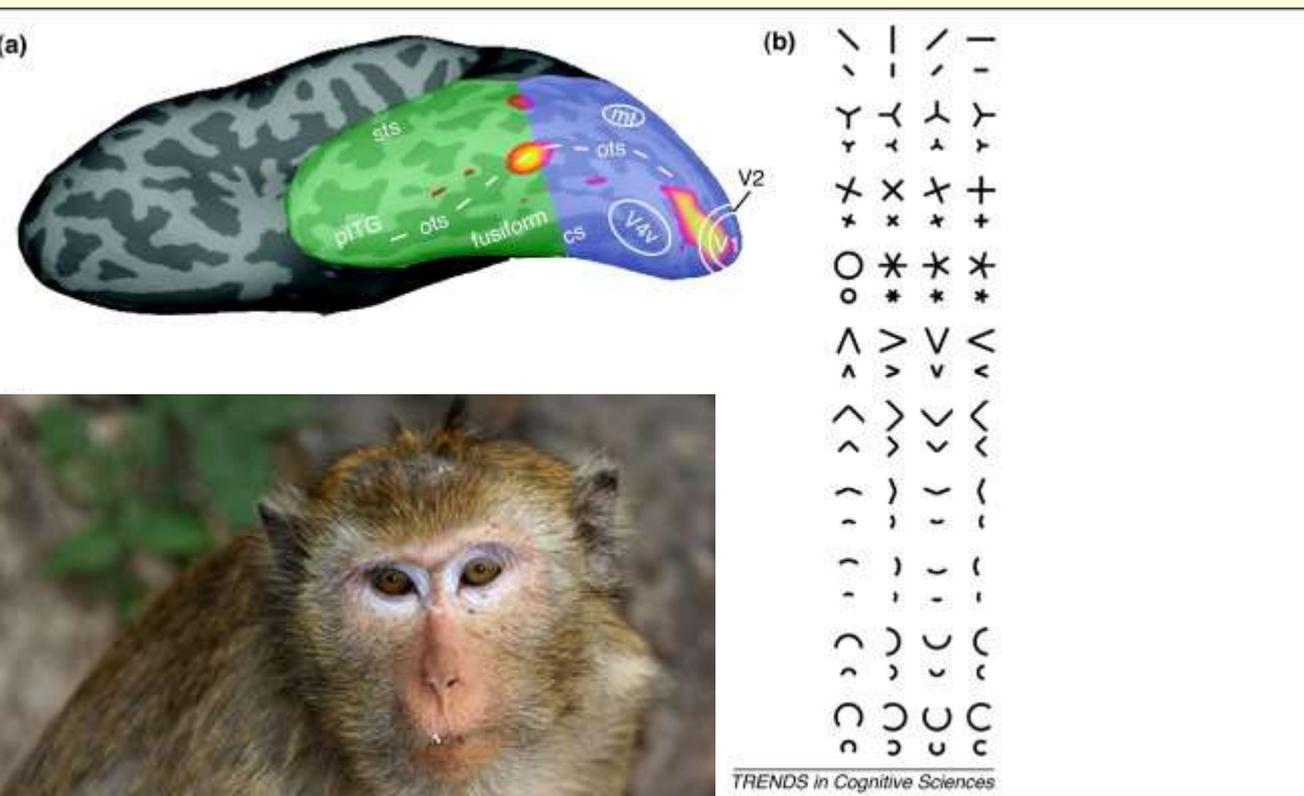
Chez le singe macaque :



- 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.

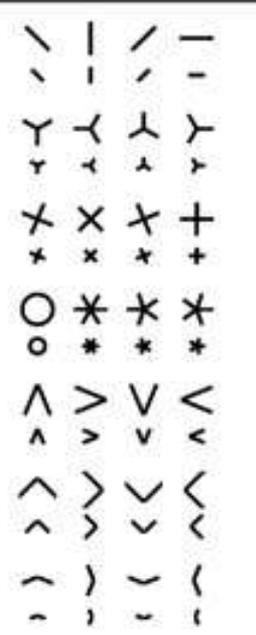


Or, plusieurs de ces formes simples ressemblent à nos lettres, pourrait être des lettres...



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.





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

Autre exemple de recyclage neuronal dans le domaine du langage :

## **Language is learned in brain circuits that predate humans**

January 29, **2018**, Georgetown University Medical Center

[https://medicalxpress.com/news/2018-01-language-brain-circuits-predicate-humans.html?utm\\_content=buffer07863&utm\\_medium=social&utm\\_source=facebook.com&utm\\_campaign=buffer](https://medicalxpress.com/news/2018-01-language-brain-circuits-predicate-humans.html?utm_content=buffer07863&utm_medium=social&utm_source=facebook.com&utm_campaign=buffer)

"Our conclusion that **language is learned in such ancient general-purpose systems** contrasts with the long-standing theory that language depends on innately-specified language modules found only in humans," says the study's senior investigator, **Michael T. Ullman**,

### **The Declarative/Procedural Model:**

A Neurobiological Model of Language Learning,  
Knowledge, and Use

Michael T. Ullman (**2016**)

En résumé :

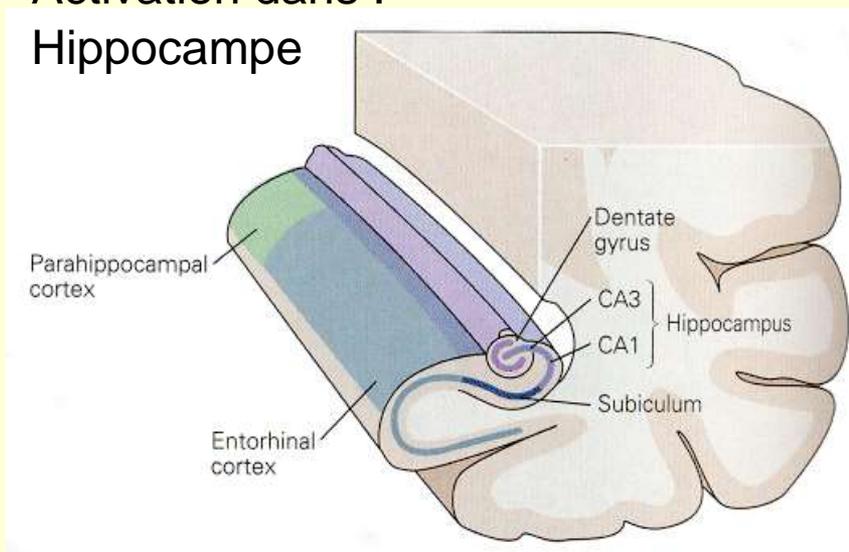
Une langue devant être **apprise**, les deux systèmes de mémoire les plus importants en terme d'étendu des tâches et de fonctions qui leur sont associées (la mémoire **déclarative** et **procédurale**) devraient être mis à contribution

Et c'est ce que l'on observe. Pour le dire comme Ullman : ces deux systèmes de mémoire anciens ont été **co-optés pour le langage**.

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

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

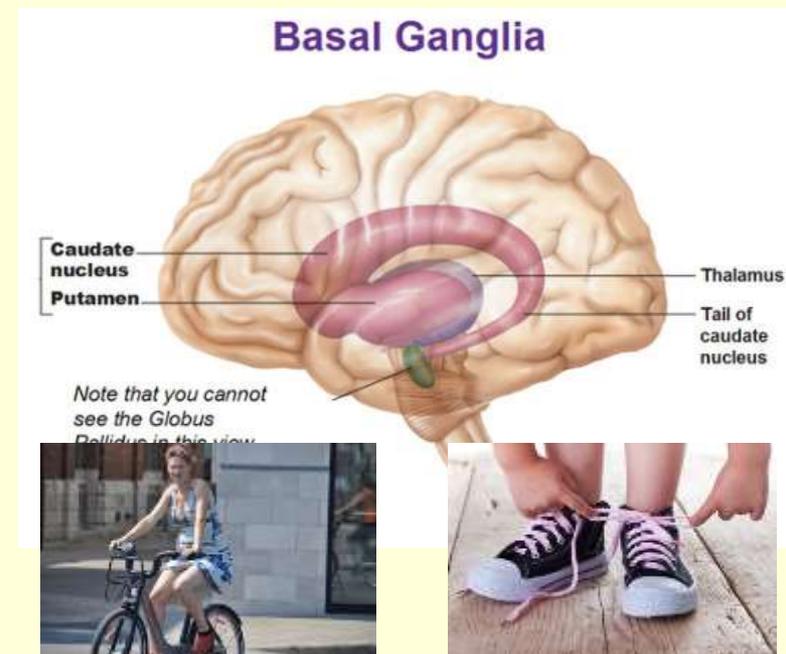
Activation dans :  
Hippocampe



- **la grammaire** : règles, hiérarchies

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

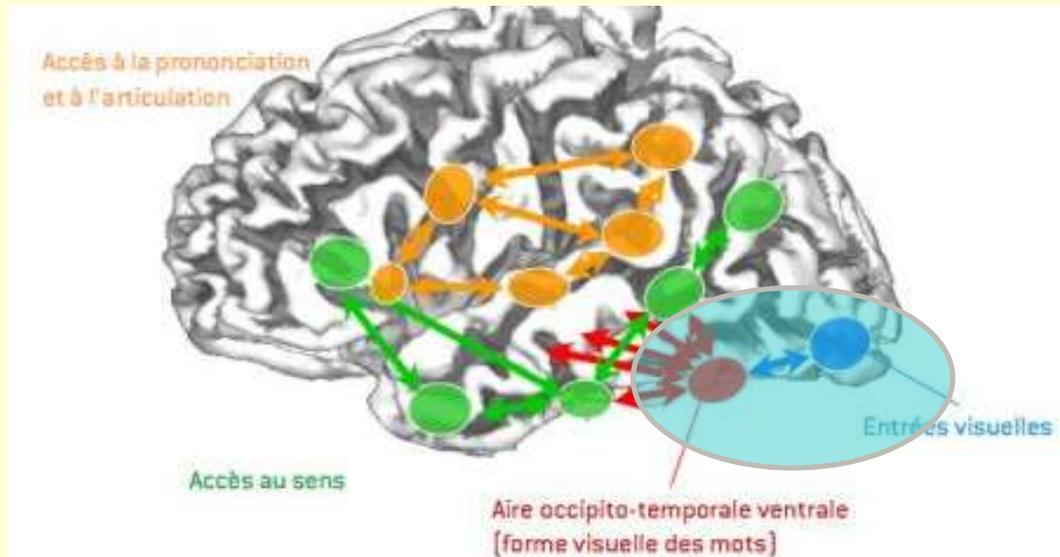
Activation dans :



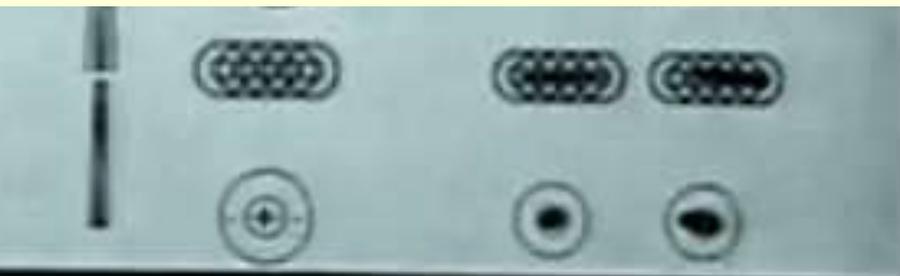
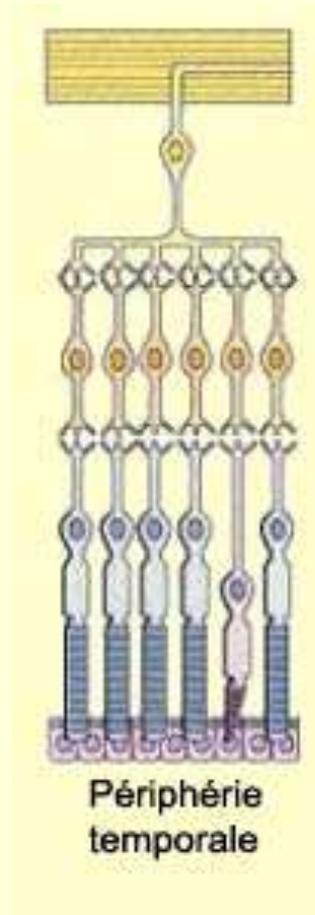
Comment cette aire visuelle occipito-temporale ventrale va-t-elle « coder » ou « représenter » les chaînes de caractères que sont les **mots**, et pas seulement des formes ou des lettres ?

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...)

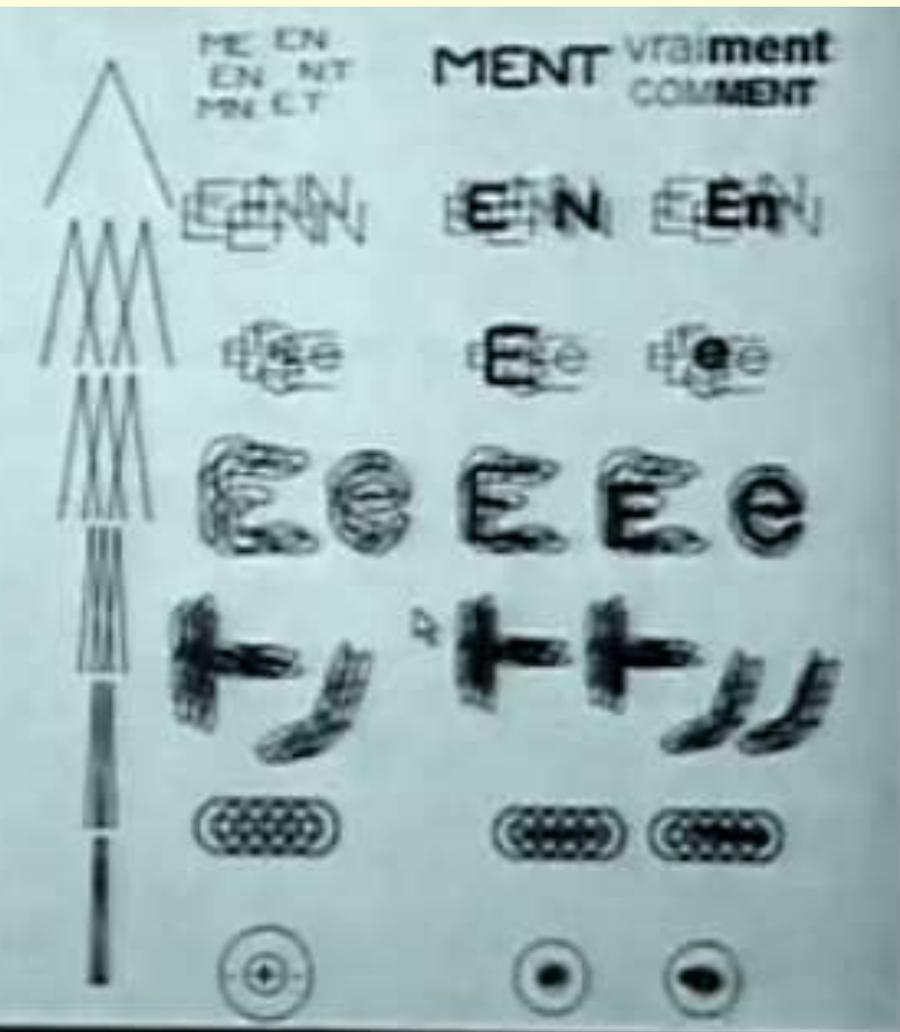


# Schéma hiérarchique pour le traitement des mots lus dans les aires visuelles.



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

# 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 »

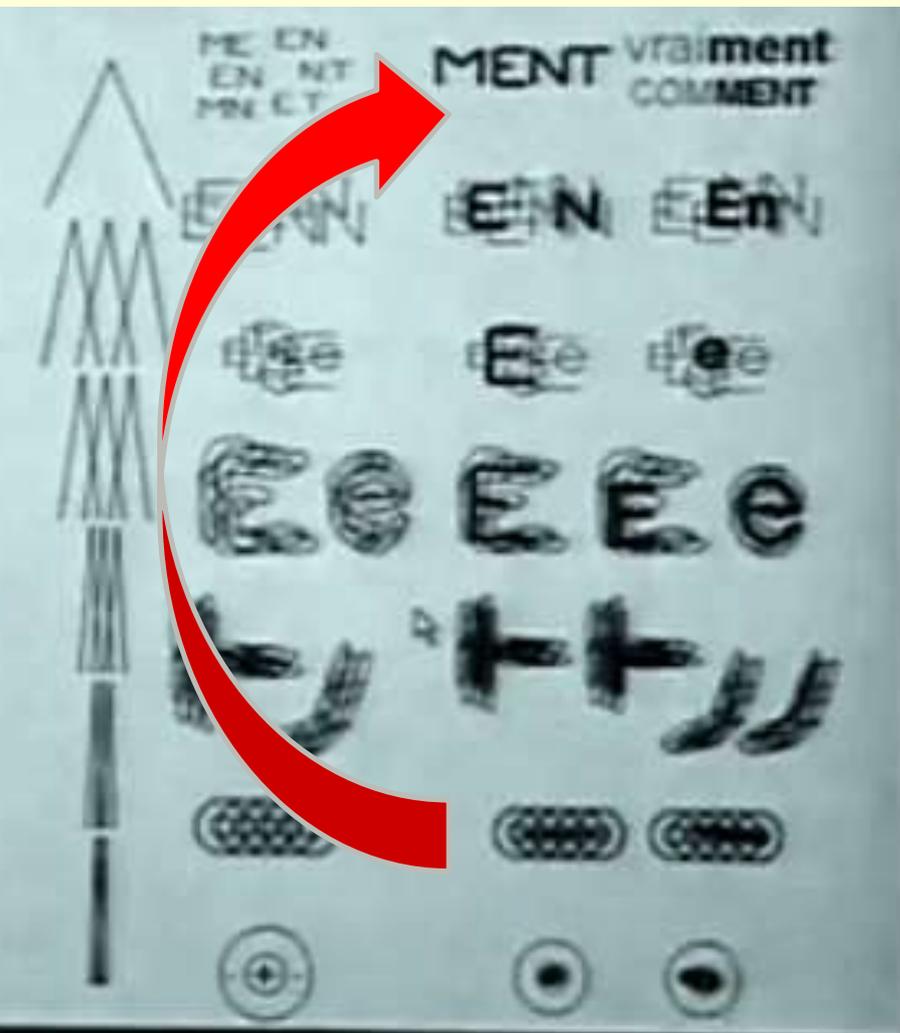
la même chose mais indépendamment de la forme (majuscule ou minuscule...),

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

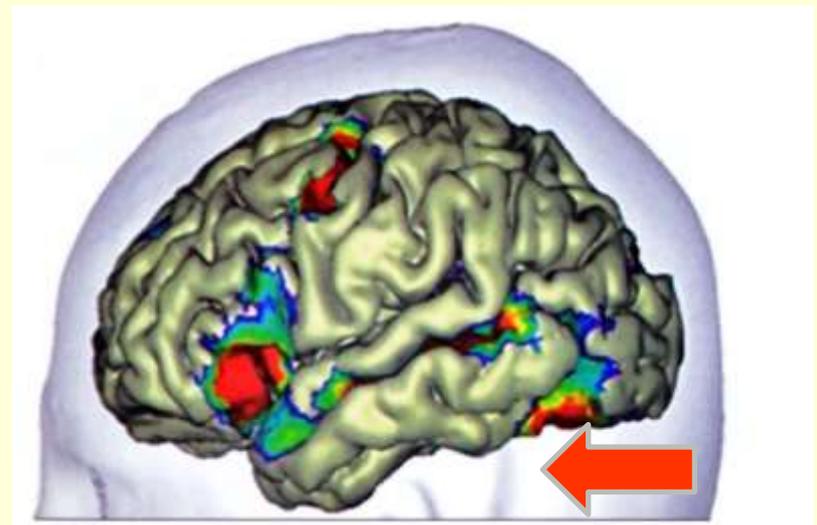
des c. de ces c. des intersections de traits,

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

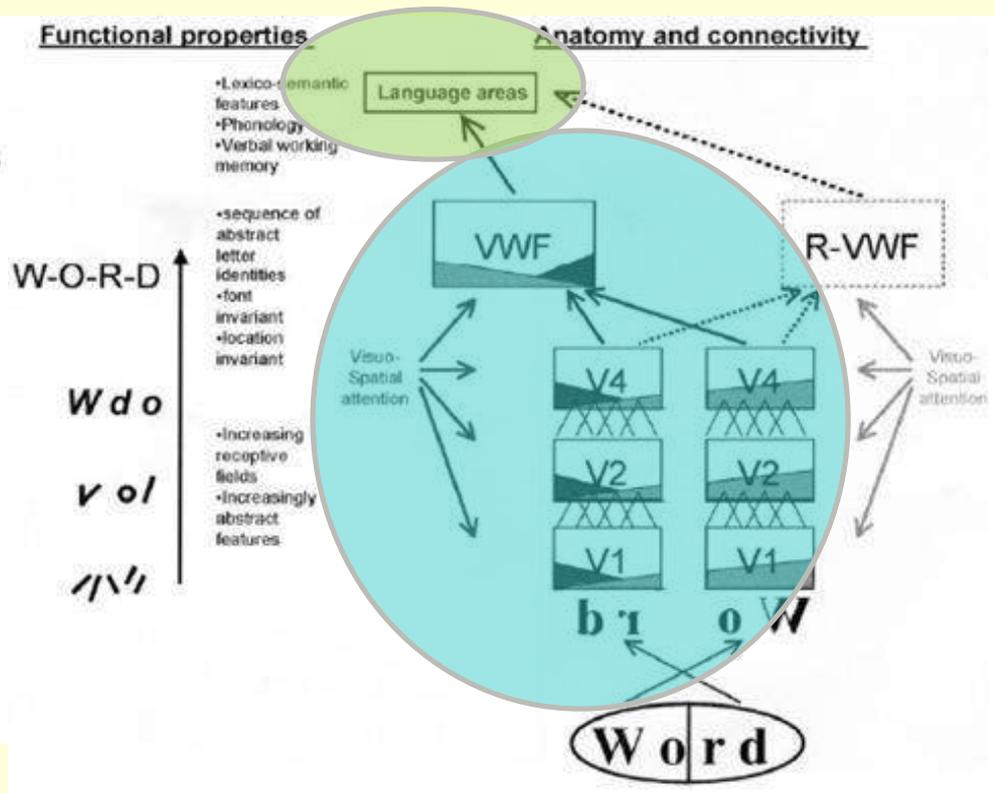
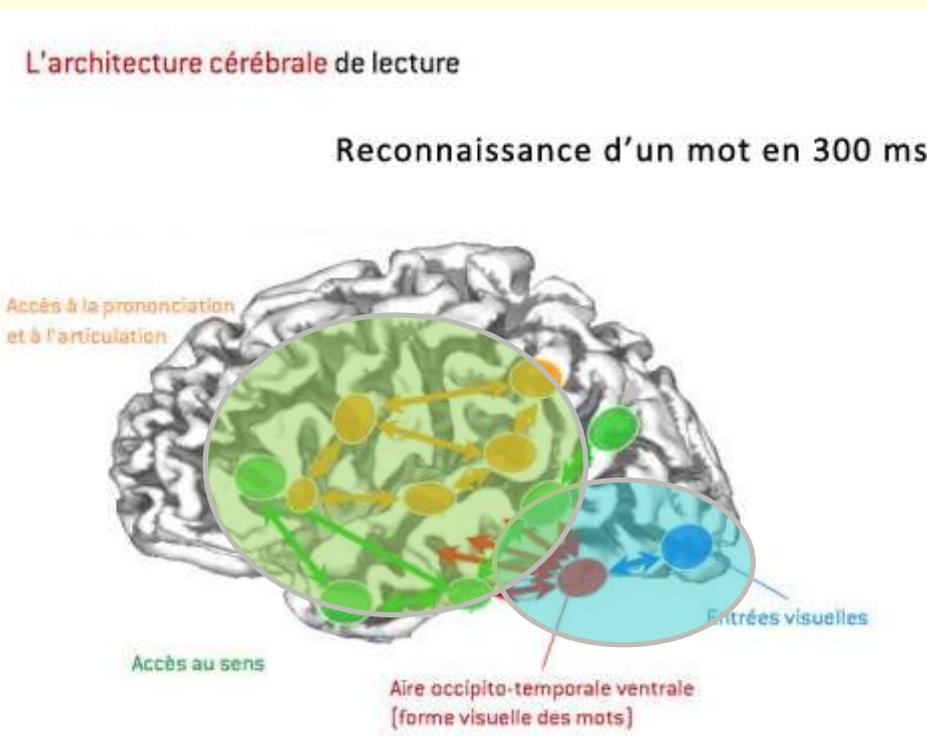
# Schéma hiérarchique pour le traitement des mots lus dans les aires visuelles.



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)

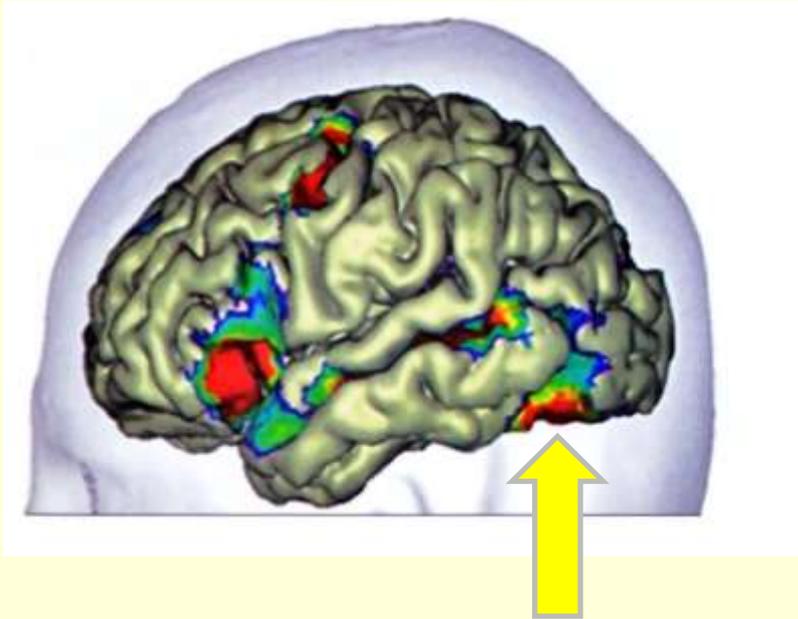


# Schéma hiérarchique pour le traitement des mots lus dans les aires visuelles.



Et toute cette pyramide va être sujette à un **apprentissage** important pour encoder entre autre les régularités statistiques d'occurrence des lettres d'une langue particulière

(ex. « en » en français, « ough » en anglais...)



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 cérébrale durant l'apprentissage de la lecture :

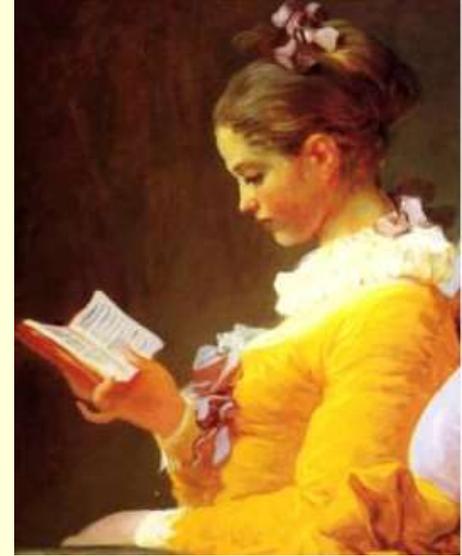
- L'activation est **de plus en plus forte** et focalisée dans la région occipito-temporale ventrale gauche à mesure que l'enfant apprend à lire des mots.
- le degré d'activation de cette zone est étroitement corrélé avec les scores de lecture.
- une gradation d'activation reflète le niveau de lecture entre illettrés, lettrés ayant appris à lire adulte, et lecteur normal ayant appris enfant.
- **tout le réseau du langage** remonte son niveau d'activation lors de la présentation de mots écrits à mesure qu'une personne apprend à lire

# En résumé :

La lecture est un phénomène extrêmement contraint par notre cerveau, par sa longue histoire évolutive qui a « bricolé » ses différentes régions spécialisées.

Des contraintes toutefois couplées à une grande plasticité quand on apprend à lire car le cerveau se trouve encore dans une période d'élimination synaptique importante.

Et donc on « **recâble** » avec les mots de notre langue maternelle (dont l'alphabet a été « adapté » aux capacités particulières de nos aires visuelles), ces régions du cerveau qui sont alors prêtes à s'y ajuster plus finement grâce à cette plasticité.





# 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

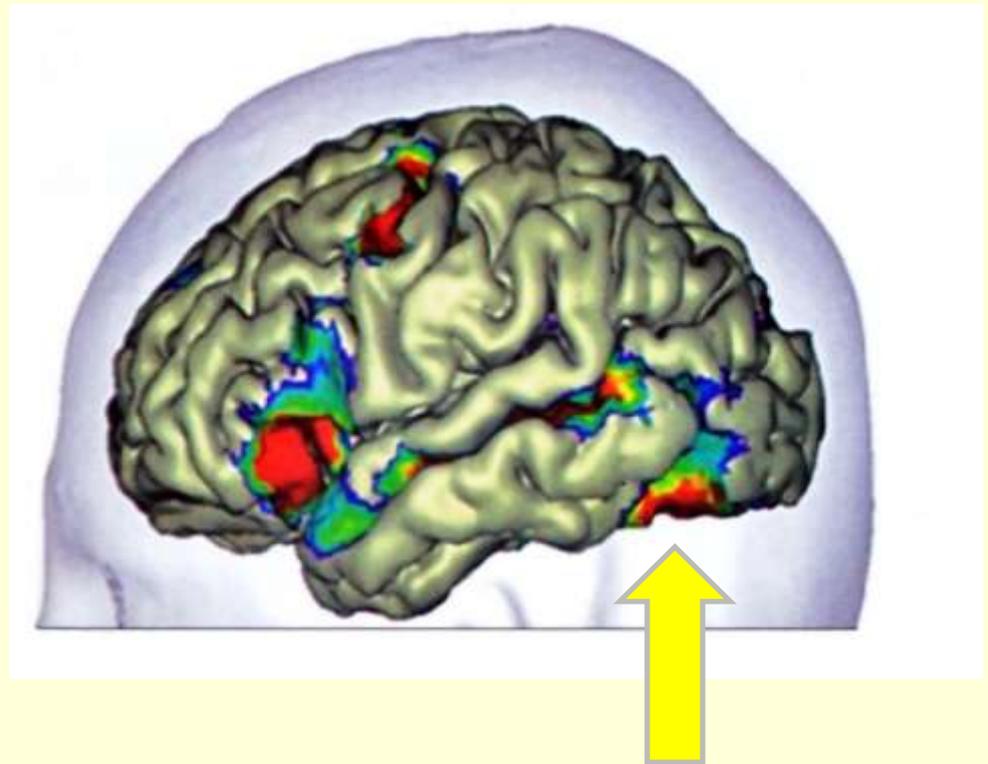
and Joseph T. Devlin

University of Oxford, Oxford, UK

# The myth of the visual word form area

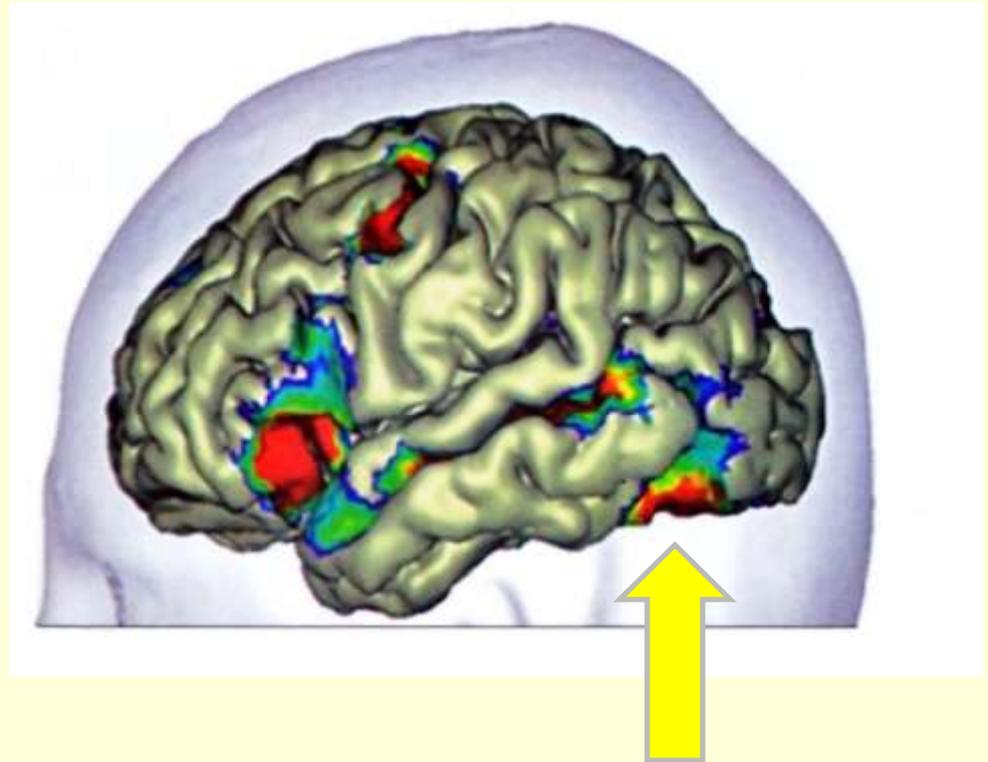
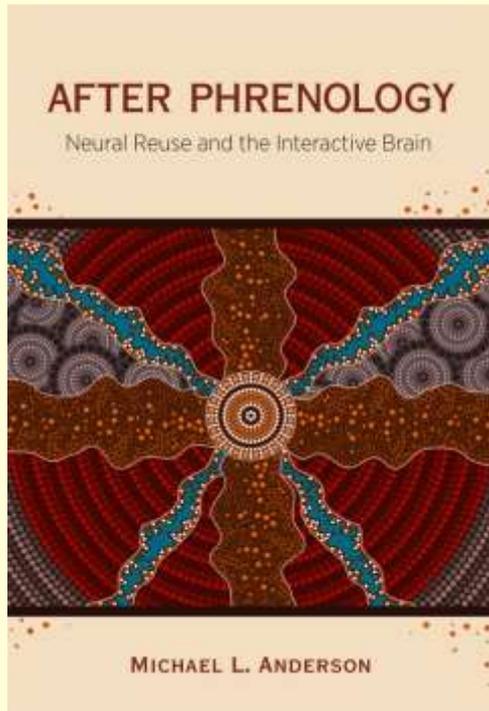
« [...] we present functional imaging data to demonstrate that the so-called **VWFA** is activated by normal subjects during **tasks that do not engage visual word form processing such as**

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)

Exemple :



Amygdale = peur ?

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



# **The Interactive Account of ventral occipitotemporal contributions to reading**

Volume 15, Issue 6, June 2011, Pages 246–253

<http://www.psychologie.uzh.ch/fachrichtungen/angpsy/life-fall-academy-2013/>

Price11 TiCS reading interactive.pdf

Cathy J. Price<sup>1</sup> ,

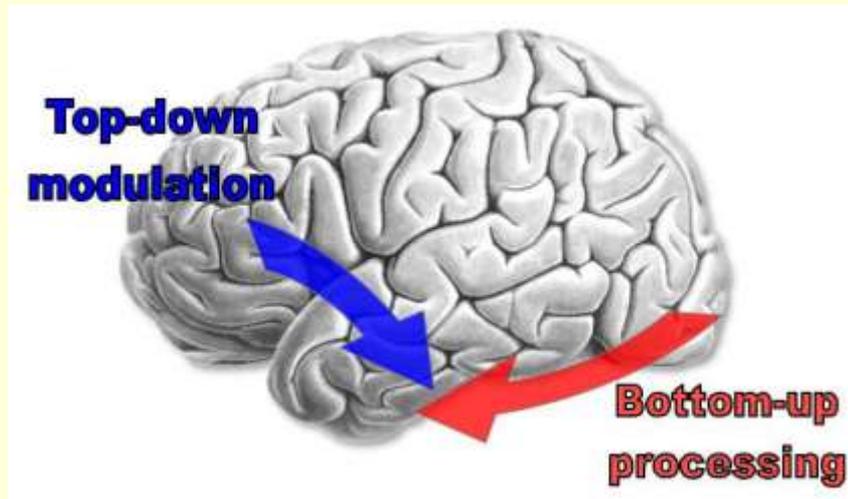
Joseph T. Devlin<sup>2</sup>

University College London,

University of London

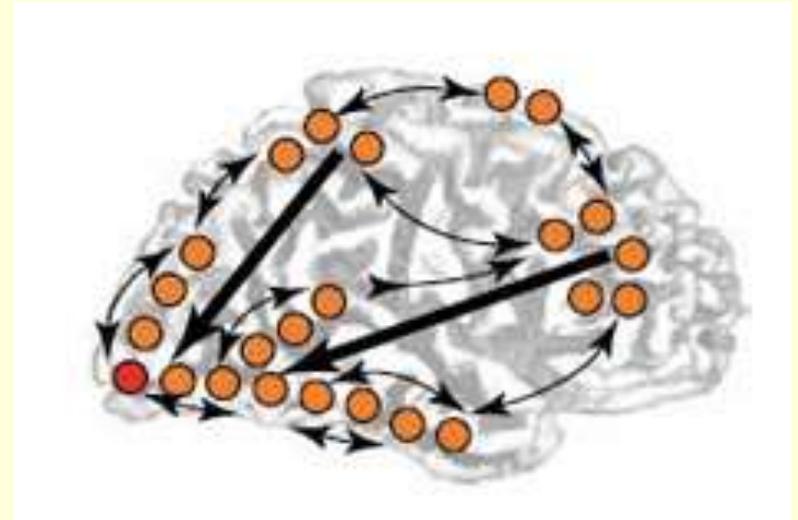
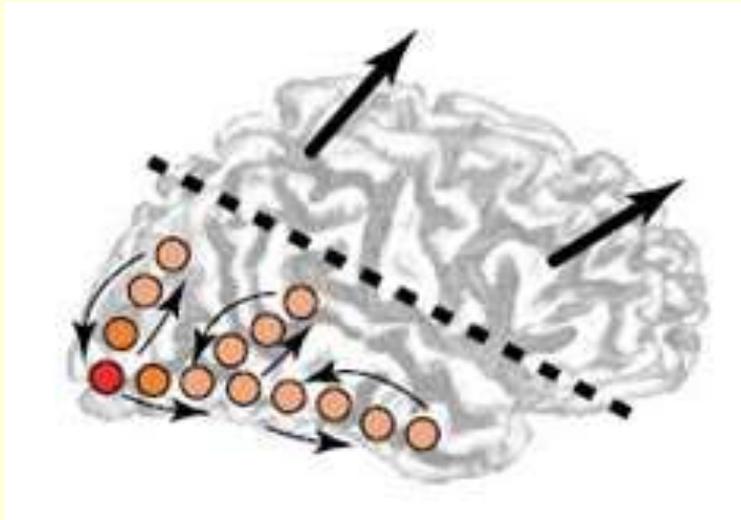
# The Interactive Account of ventral occipitotemporal contributions to reading

« ...is based on the premise that perception involves the **synthesis** of **bottom-up sensory input** with **top-down predictions** that are generated automatically from prior experience.”



D'ailleurs, Dehaene rapporte qu'on peut aussi activer cette région occipito-temporale ventrale de manière top down **en pensant** à l'orthographe d'un mot.

Ils proposent que l'aire occipito-temporale ventrale gauche **intègre** les caractéristiques visuospatiales des **inputs sensoriel** avec les **associations de niveau supérieur** (comme les sons des mots, leur signification, leur prononciation, etc.)



Pour eux, la spécialisation pour l'orthographe **émerge** des interactions régionales sans assumer que l'aire occipito-temporale ventrale gauche est spécifique aux propriétés orthographiques des mots.

# Plan de match

## 1<sup>ère</sup> heure : langage

- Intro : Tout ce qui a mené au langage
- La spécificité du langage comme moyen de communication
- L'apparition du langage chez l'humain
- Langage : instinct ou gadget culturel ?

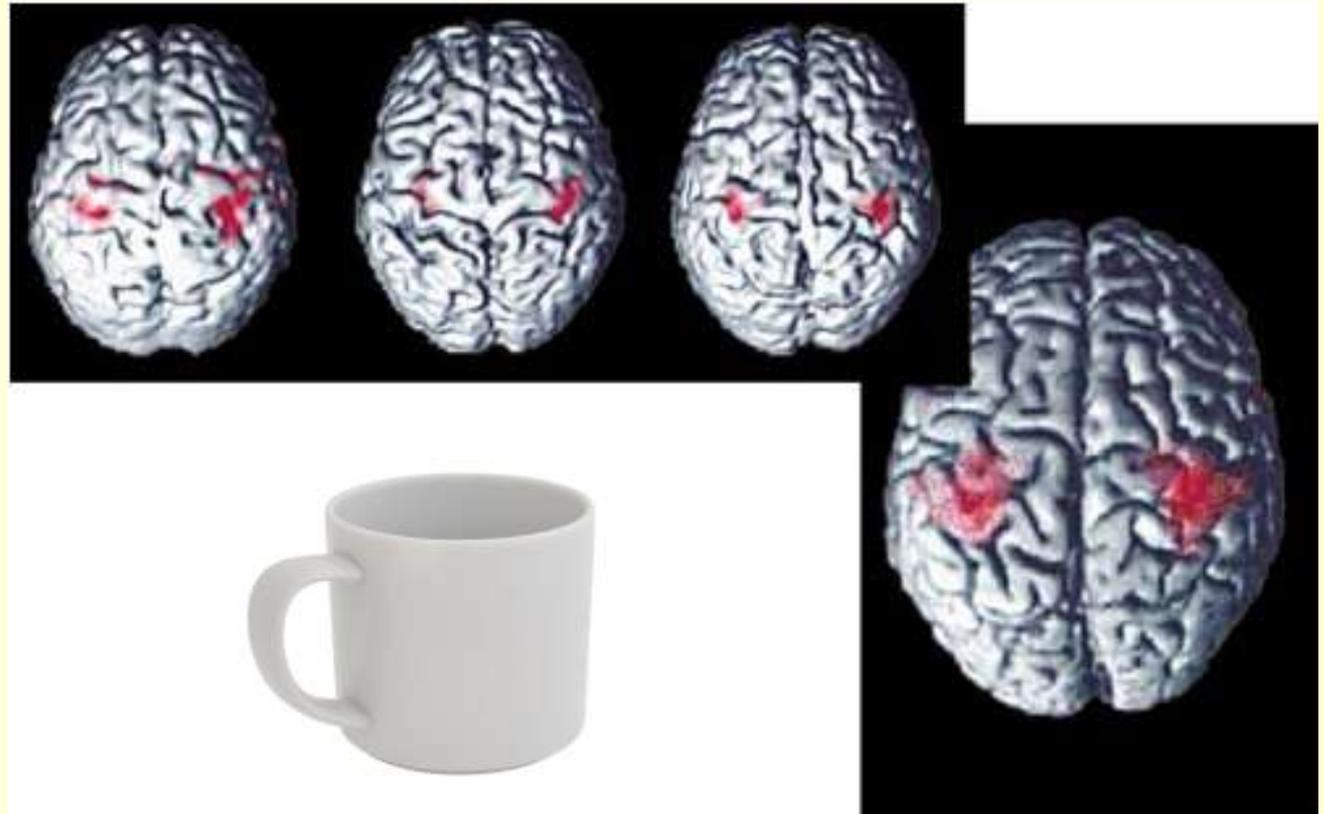
## 2<sup>e</sup> heure : lecture et écriture

- Réseaux cérébraux du langage et recyclage neuronal
- Un exemple de réutilisation cérébrale : la lecture et l'écriture
- **Simulation mentale et lecture**

On sait par exemple depuis une vingtaine d'années (Tucker & Ellis (1998)), qu'en présence d'une tasse, **sans que l'on fasse le moindre mouvement, il va y avoir une augmentation de l'activité nerveuse dans les régions du cortex moteur correspondants à l'action de prendre la tasse avec la main.**

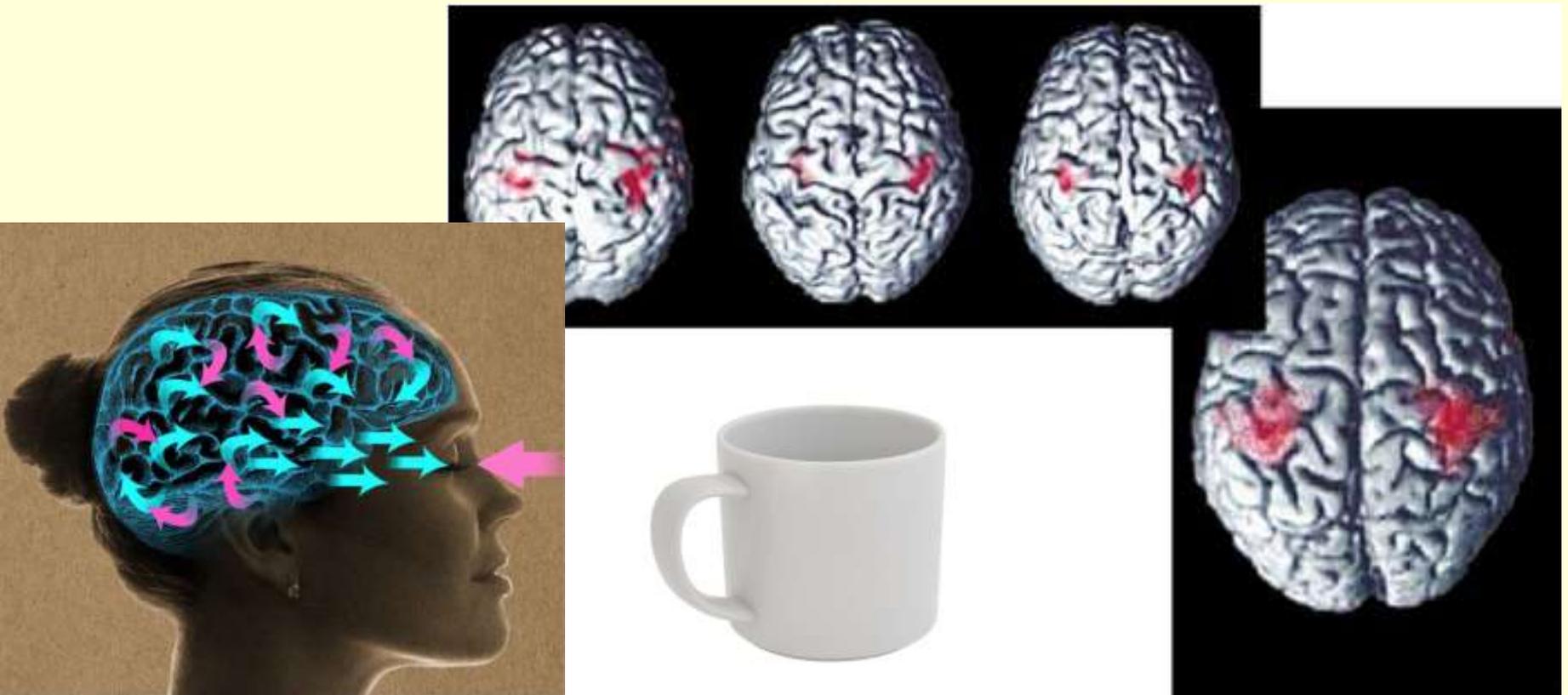
**Figure** : activation pour une tâche bilatérale avec les mains;

**en haut à gauche** pour 3 sujets différents;  
**à droite** pour la sommation des trois sujets



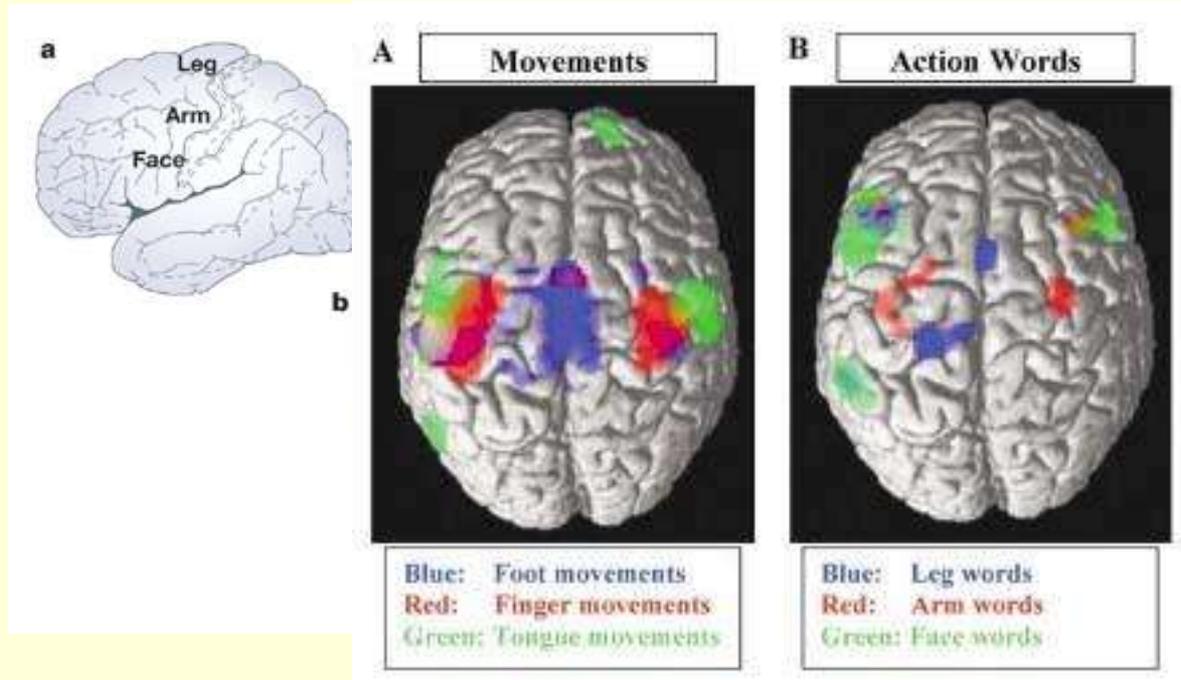
[https://www.researchgate.net/figure/Display-of-bilateral-hand-task-activation-regions-on-anatomic-MR-surface-rendered\\_fig1\\_11082317](https://www.researchgate.net/figure/Display-of-bilateral-hand-task-activation-regions-on-anatomic-MR-surface-rendered_fig1_11082317)

On sait par exemple depuis une vingtaine d'années (Tucker & Ellis (1998)), qu'en présence d'une tasse, **sans que l'on fasse le moindre mouvement, il va y avoir une augmentation de l'activité nerveuse dans les régions du cortex moteur correspondants à l'action de prendre la tasse avec la main.**



Parce que nos **modèles internes** se souviennent de ce qu'on peut faire avec une tasse (concept « d'affordance »), ils **simulent** déjà l'action possible avec cette tasse (saisir l'anse avec la main) avant même que nous bougions.

## Lecture de mots



**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.

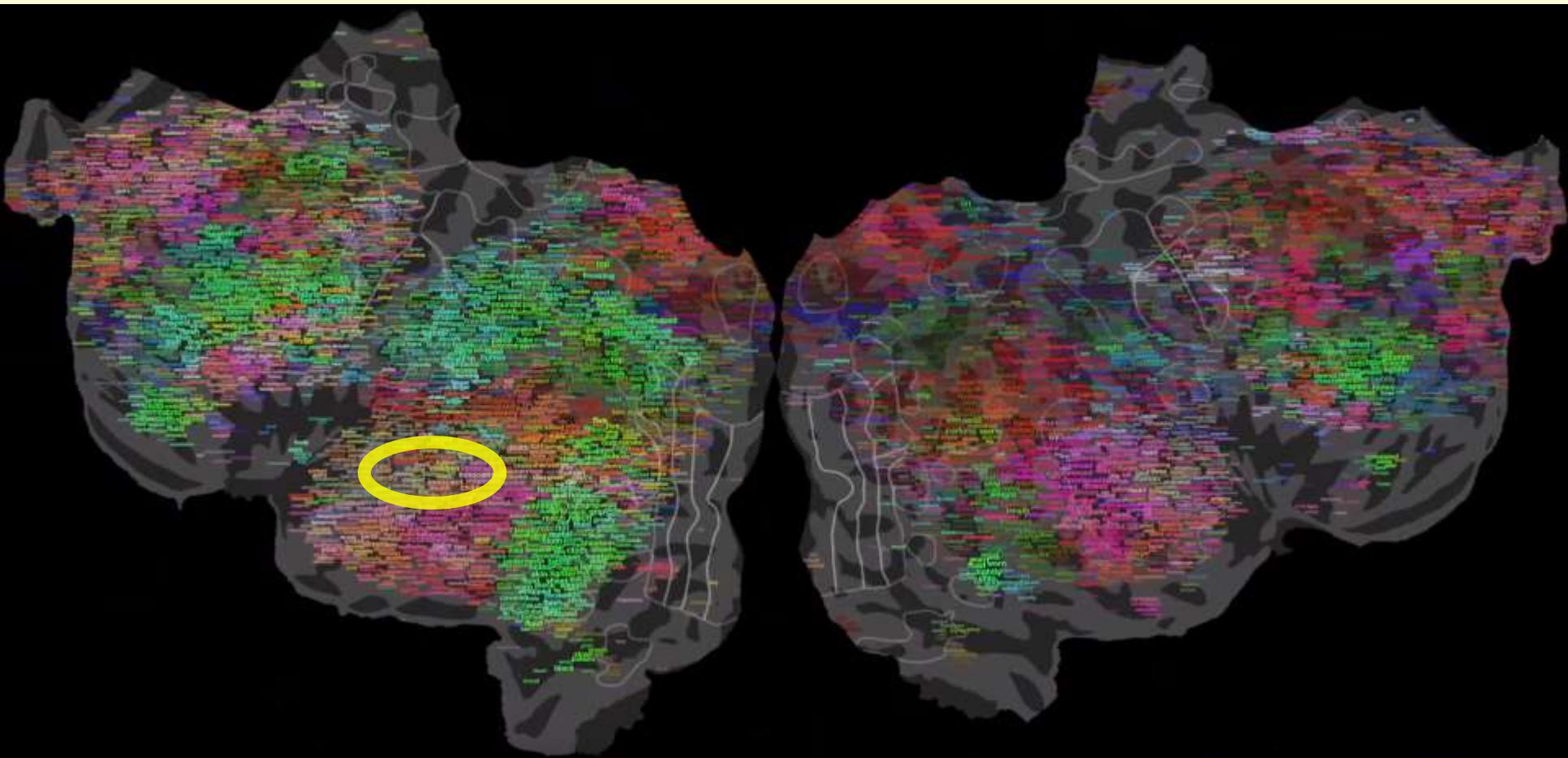
Des tâches de **rappel de verbes** activent aussi les régions cérébrales motrices impliquées dans ces actions.

Lundi, 20 mars 2017

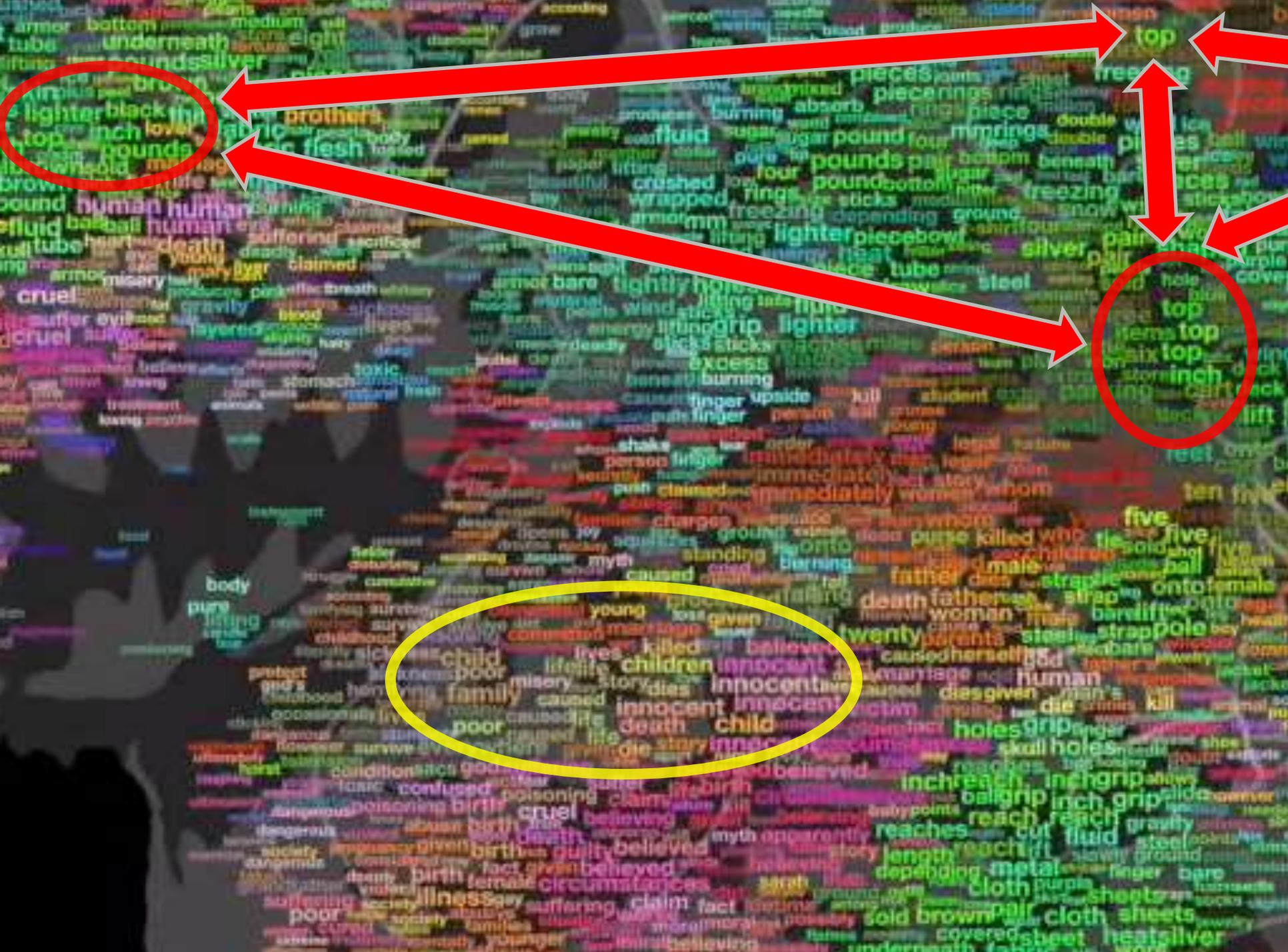
## Une première carte sémantique sur le cortex humain

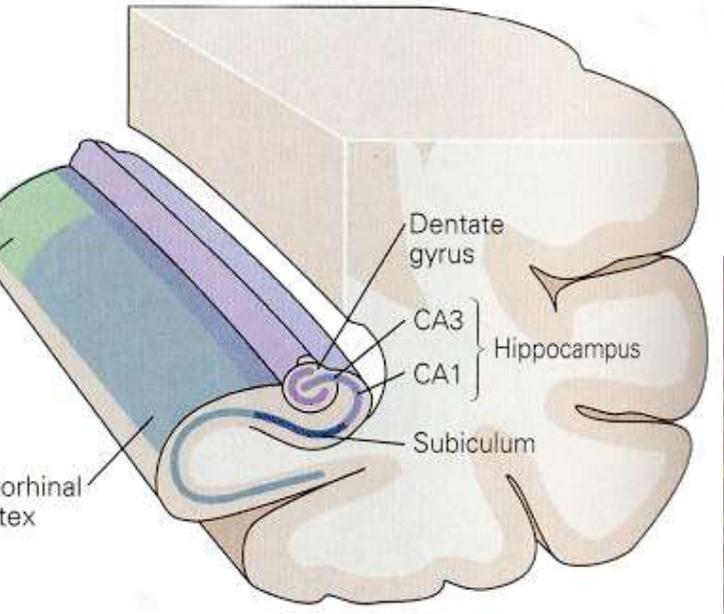
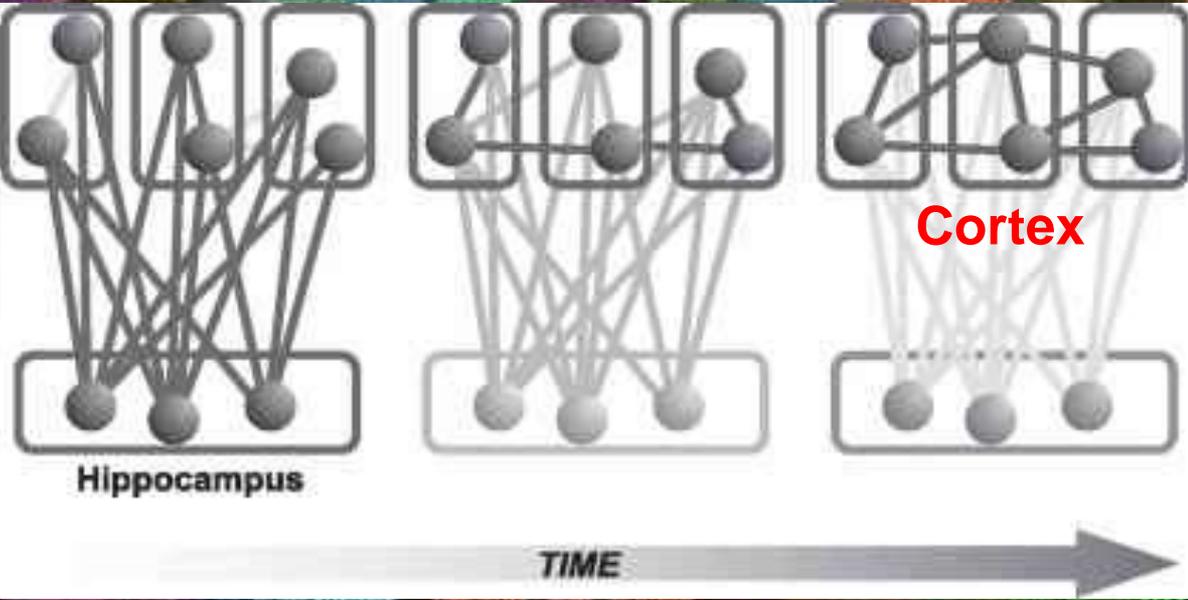
<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2017/03/20/6369/>











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

Mardi, 12 mars 2019

**La trace de nos apprentissages observée dans l'hippocampe et le cortex**

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2019/03/12/7936/>



Ces résultats supportent donc l'hypothèse que les  **systèmes 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.

**L'exemple de la lecture** est un cas particulier intéressant de ce phénomène.

Depuis 2006, les travaux de psychologues comme Raymond A. Mar ont montré que les **lecteurs et lectrices de fiction** semblent être **meilleur.es** pour comprendre les autres, éprouver de l'empathie pour eux et voir le monde selon leur perspective.

En 2010, Mar a observé le même phénomène chez les enfants d'âge préscolaire: plus on leur lisait d'histoires, meilleure était leur capacité de se mettre dans la peau des autres.

## La lecture d'un roman augmente la connectivité de régions cérébrales

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2013/12/30/3213/>

En 2013, Gregory S. Berns et ses collègues ont demandé à une vingtaine de personnes de venir lire un roman durant neuf jours dans un scanner pendant que les scientifiques observaient leur connectivité cérébrale.

Au fil des séances, ils ont constaté une **augmentation de connectivité** entre des zones cérébrales qui avaient, par le passé, déjà été associées à **la prise de perspective d'une autre personne** et à la compréhension d'une histoire

(le gyrus angulaire supramarginal gauche et le gyrus temporal postérieur droit).

Monday, April 20, **2015** [http://www.onfiction.ca/2015/04/mental-life-and-action-in-literary.html?utm\\_source=feedburner&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=Feed%3A+onfiction+%28OnFiction%29](http://www.onfiction.ca/2015/04/mental-life-and-action-in-literary.html?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+onfiction+%28OnFiction%29)

## Mental life and action in literary stories

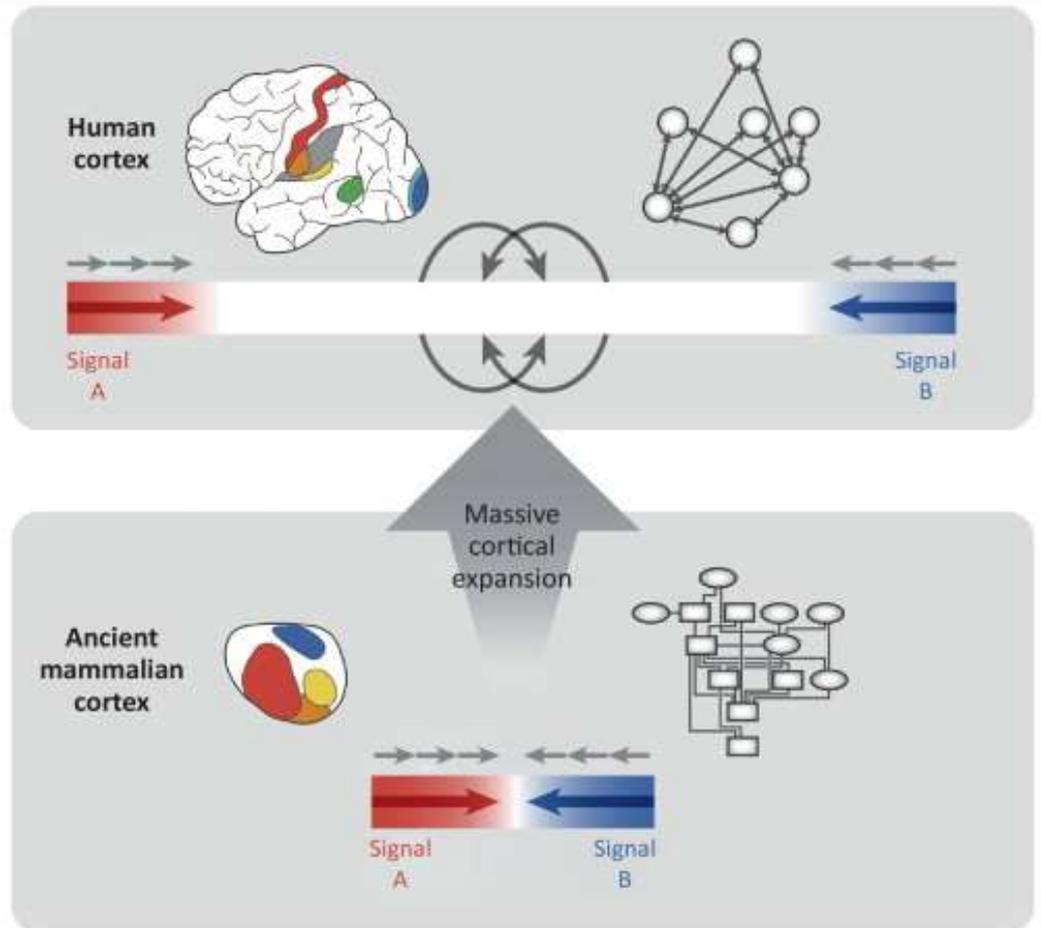
It has been found that at least **two kinds of brain networks** are involved when people read or listen to literary fiction.

One network, which includes the anterior medial prefrontal cortex and the right temporo-parietal junction is called the **mentalizing network**. It is concerned with understanding other people, that is to say with theory-of-mind.

Another area, which includes the **motor cortex**, is concerned with action.

Annabel Nijhof and Roel Willems (2015) report that when people read or listen to stories there are individual differences in their preference for using one or other of these two networks, and hence for engaging in one or other of these two modes of thinking.

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



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

## 6 bienfaits santé de la lecture

<https://www.santemagazine.fr/psycho-sexo/psycho/5-bienfaits-sante-de-la-lecture-198803>

Lire est excellent pour la santé, mentale, émotionnelle...

La lecture aiderait même à être bon en maths, selon une dernière étude. Au même titre qu'une alimentation saine ou que la pratique d'une activité physique, la lecture contribuerait ainsi à vivre plus longtemps. Voici les principaux bienfaits démontrés de la lecture. Autant de bonnes raisons d'ouvrir un livre chaque jour !

### Sommaire

- [La maîtrise de la lecture aiderait à être bon en maths](#)
- [La lecture est antistress](#)
- [Lire pour vivre plus longtemps](#)
- [Lire développe la sensibilité et l'empathie](#)
- [En vidéo : Les bienfaits cachés de la lecture](#)
- [Lire pour être heureux](#)

**Merci de votre attention !**