

« *Les neurones de la lecture* »

UTA – Boucherville

31 octobre 2019



LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

Un site web interactif sur le cerveau et les comportements humains

- 📍 Visite guidée
- 📍 Plan du site
- 📍 Diffusion
- 📍 Présentations
- 📍 Nouveautés
- 📍 English

Principes fondamentaux



Du simple au complexe

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



Le bricolage de l'évolution

- Notre héritage évolutif

Le développement de nos facultés

- De l'embryon à la morale



Le plaisir et la douleur

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



Les détecteurs sensoriels

- La vision



Le corps en mouvement

- Produire un mouvement volontaire

Fonctions complexes



Au coeur de la mémoire

- Les traces de l'apprentissage
- Oubli et amnésie



Que d'émotions

- Peur, anxiété et angoisse



De la pensée au langage

- Communiquer avec des mots



Dormir, rêver...

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



L'émergence de la conscience

- Le sentiment d'être soi

Dysfonctions



Les troubles de l'esprit

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

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Chercher dans le blogue

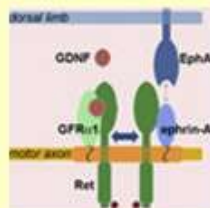
Envoyer

Catégories

- Au coeur de la mémoire
- De la pensée au langage

Lundi, 13 février 2012

Des protéines qui guident le câblage cérébral



Le cerveau humain contient des millions de fois plus de connexions entre ses neurones que les quelque 20 000 ou 25 000 gènes contenus dans l'ADN de nos cellules. Et pourtant, durant le développement de notre cerveau, les extrémités des axones de nos neurones en développement ressemblent à de véritables « têtes chercheuses » qui réussissent à trouver leur cible spécifique à travers la soupe moléculaire complexe que constitue le milieu extracellulaire.

Instituts de recherche en santé du Canada

Le cerveau à tous les niveaux est financé par l'Institut des neurosciences, de la santé mentale et des toxicomanies (INSMT), l'un des 13 instituts de recherche en santé du Canada (IRSC).

L'INSMT appuie la recherche dans différents domaines afin de réduire l'incidence des maladies du cerveau. L'INSMT fait ainsi progresser notre compréhension

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

[Retour à l'accueil](#)

Niveau d'explication

Débutant
Intermédiaire
Avancé



Niveau d'organisation

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

Thème

Le plaisir et la douleur



Sous-thème

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

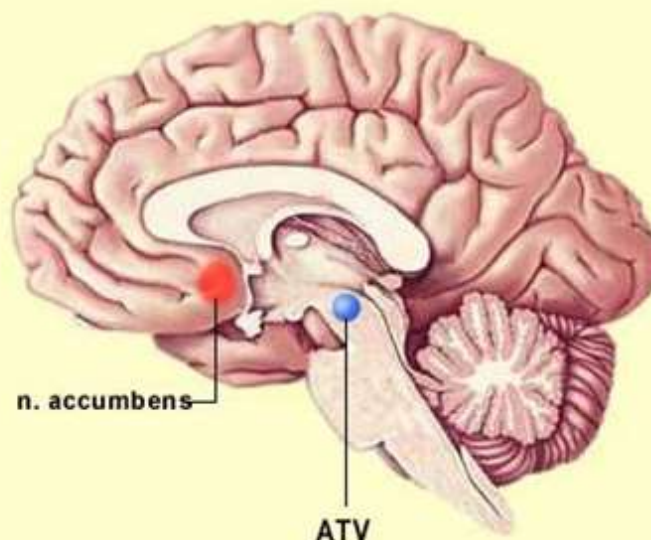


Un stimulus sensoriel qui n'apporte ni récompense ni punition est rapidement ignoré et oublié. C'est le phénomène de l'habituation qui nous fait oublier le contact de nos vêtements avec notre peau ou le tic tac de l'horloge du bureau.

LES CENTRES DU PLAISIR

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

Niveau d'explication

Débutant

Intermédiaire

Avancé

◀ ◻ ▶



LE CERVEAU À TOUTES LES NIVEAUX!

Titre: LE CERVEAU À TOUTES LES NIVEAUX!

Thème: LE CERVEAU À TOUTES LES NIVEAUX!

Module: LE CERVEAU À TOUTES LES NIVEAUX!

Objectifs:

- Comprendre le rôle du cerveau dans le corps humain.
- Identifier les différentes parties du cerveau.
- Expliquer comment le cerveau contrôle le corps.

Contenu:

Le cerveau est le centre de commande de tout le corps. Il reçoit et traite l'information de tous les sens et envoie des ordres à tous les muscles et organes.

Le cerveau est divisé en deux parties principales: le cerveau antérieur et le cerveau postérieur.

Le cerveau antérieur est responsable de la pensée, de la mémoire et de la planification.

Le cerveau postérieur est responsable du contrôle du corps et de la coordination des mouvements.

Le cerveau est composé de milliards de cellules appelées neurones. Ces neurones sont connectés entre eux et forment un réseau complexe.

Le cerveau est protégé par une coque appelée le crâne. À l'intérieur du crâne, le cerveau est entouré d'une substance appelée le liquide céphalo-rachidien.

Le cerveau est une partie essentielle de notre corps et nous devons le protéger et le maintenir en bonne santé.



LE CERVEAU À TOUTES LES NIVEAUX!

Titre: LE CERVEAU À TOUTES LES NIVEAUX!

Thème: LE CERVEAU À TOUTES LES NIVEAUX!

Module: LE CERVEAU À TOUTES LES NIVEAUX!

Objectifs:

- Comprendre le rôle du cerveau dans le corps humain.
- Identifier les différentes parties du cerveau.
- Expliquer comment le cerveau contrôle le corps.

Contenu:

Le cerveau est le centre de commande de tout le corps. Il reçoit et traite l'information de tous les sens et envoie des ordres à tous les muscles et organes.

Le cerveau est divisé en deux parties principales: le cerveau antérieur et le cerveau postérieur.


Le cerveau antérieur est responsable de la pensée, de la mémoire et de la planification.

Le cerveau postérieur est responsable du contrôle du corps et de la coordination des mouvements.

Le cerveau est composé de milliards de cellules appelées neurones. Ces neurones sont connectés entre eux et forment un réseau complexe.

Le cerveau est protégé par une coque appelée le crâne. À l'intérieur du crâne, le cerveau est entouré d'une substance appelée le liquide céphalo-rachidien.

Le cerveau est une partie essentielle de notre corps et nous devons le protéger et le maintenir en bonne santé.



LE CERVEAU À TOUTES LES NIVEAUX!

Titre: LE CERVEAU À TOUTES LES NIVEAUX!

Thème: LE CERVEAU À TOUTES LES NIVEAUX!

Module: LE CERVEAU À TOUTES LES NIVEAUX!

Objectifs:

- Comprendre le rôle du cerveau dans le corps humain.
- Identifier les différentes parties du cerveau.
- Expliquer comment le cerveau contrôle le corps.

Contenu:

Le cerveau est le centre de commande de tout le corps. Il reçoit et traite l'information de tous les sens et envoie des ordres à tous les muscles et organes.

Le cerveau est divisé en deux parties principales: le cerveau antérieur et le cerveau postérieur.

Le cerveau antérieur est responsable de la pensée, de la mémoire et de la planification.

Le cerveau postérieur est responsable du contrôle du corps et de la coordination des mouvements.

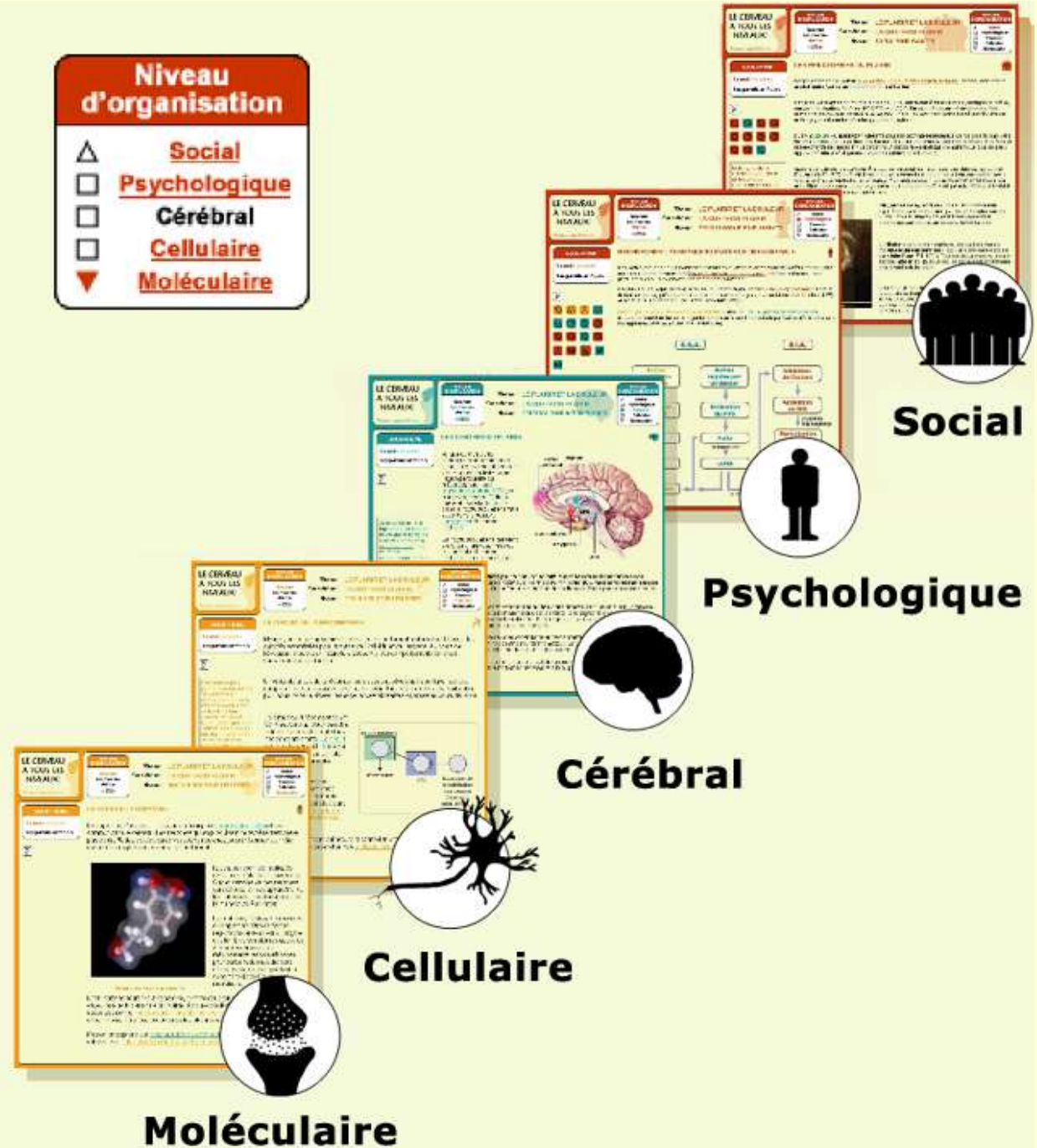
Le cerveau est composé de milliards de cellules appelées neurones. Ces neurones sont connectés entre eux et forment un réseau complexe.

Le cerveau est protégé par une coque appelée le crâne. À l'intérieur du crâne, le cerveau est entouré d'une substance appelée le liquide céphalo-rachidien.

Le cerveau est une partie essentielle de notre corps et nous devons le protéger et le maintenir en bonne santé.



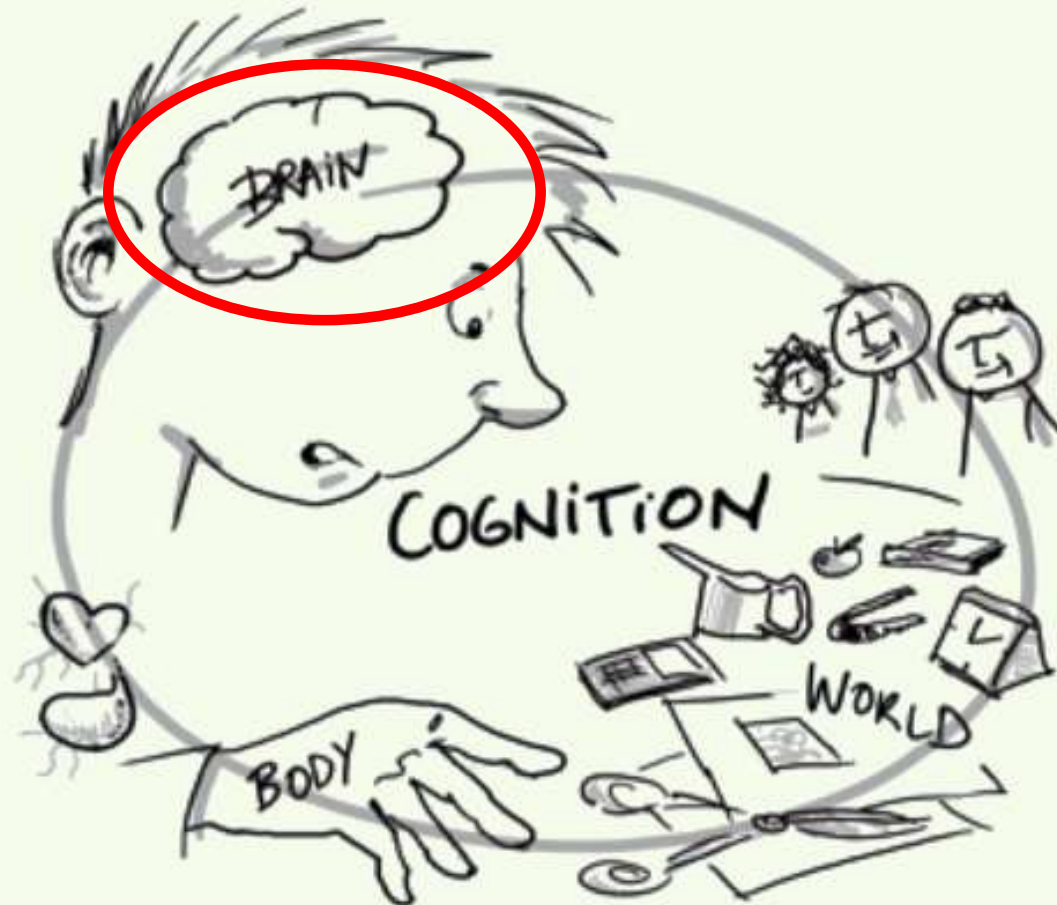
5 niveaux d'organisation

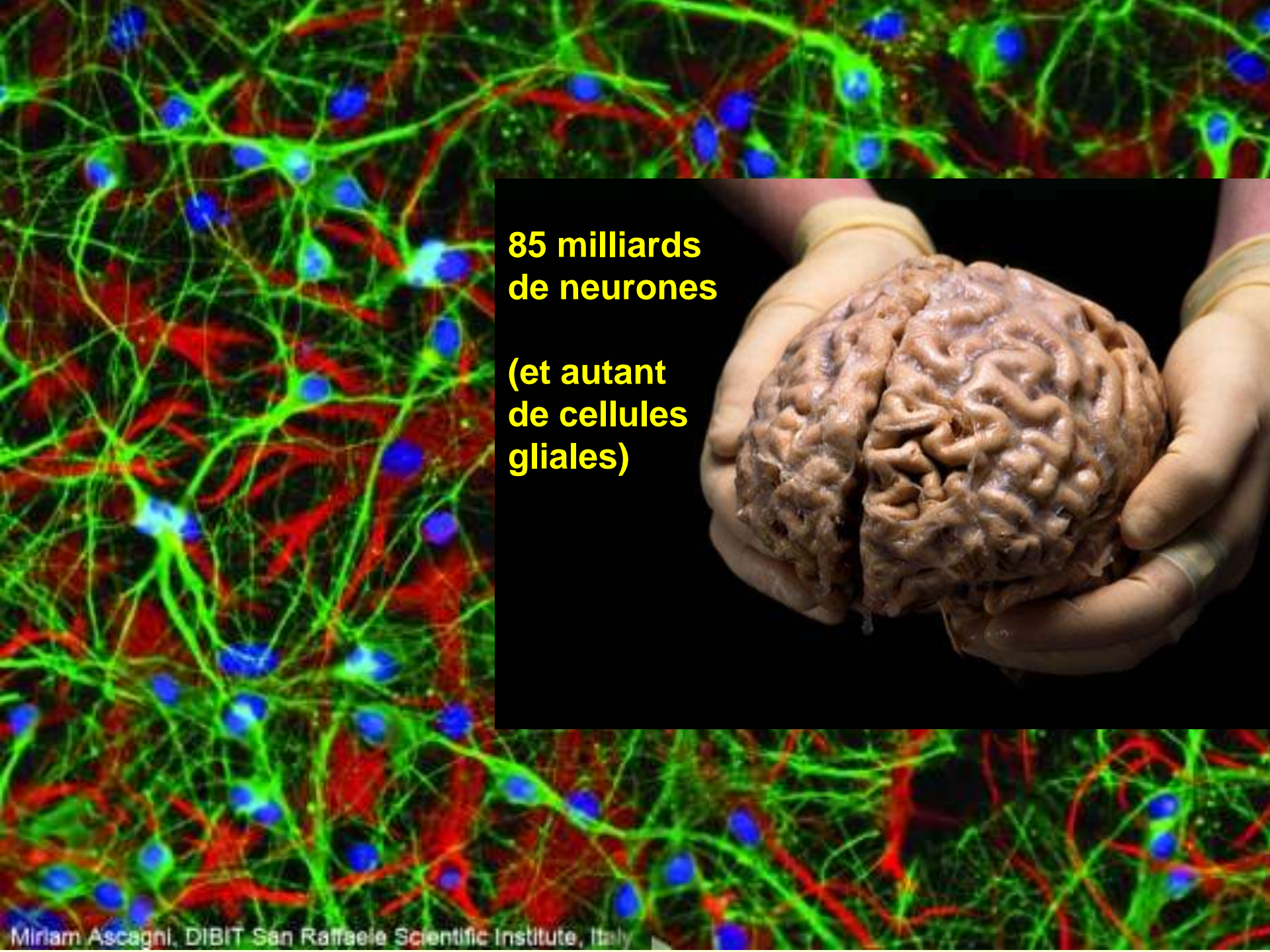


Plan

- Intro : notre « cerveau – corps – environnement »
- L'origine évolutive du langage
- Abc de la neurobiologie de la lecture
- L'hypothèse du recyclage neuronal pour la lecture
- [Pause]
- Deux bémols
- Simulation mentale et lecture
- L'analogie, cœur de la pensée

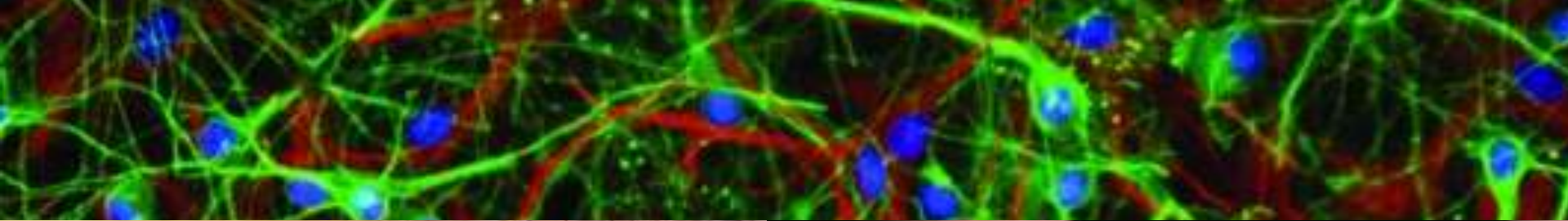
Cerveau – Corps - Environnement



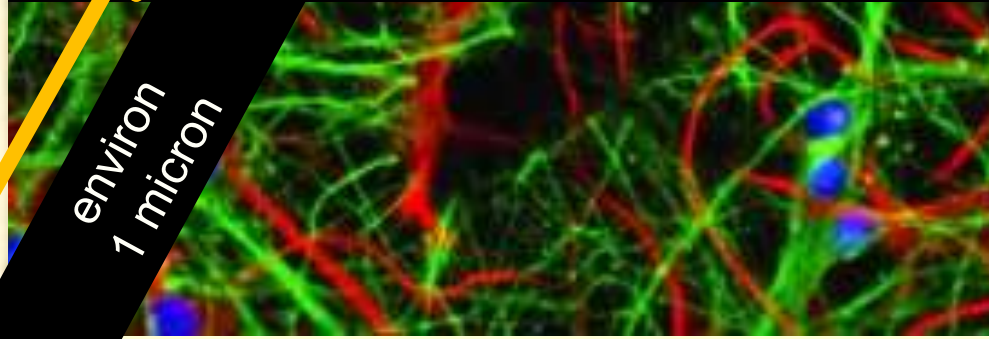
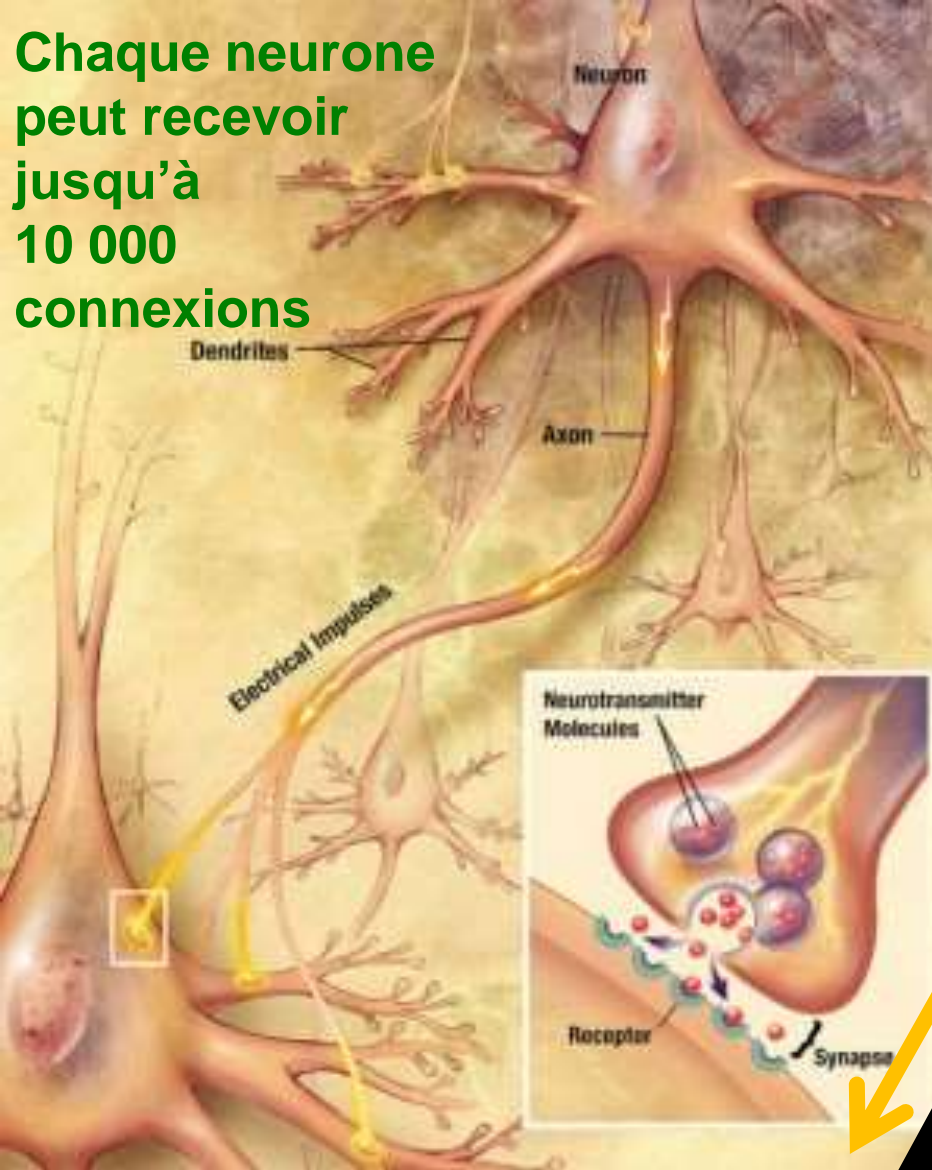


**85 milliards
de neurones**

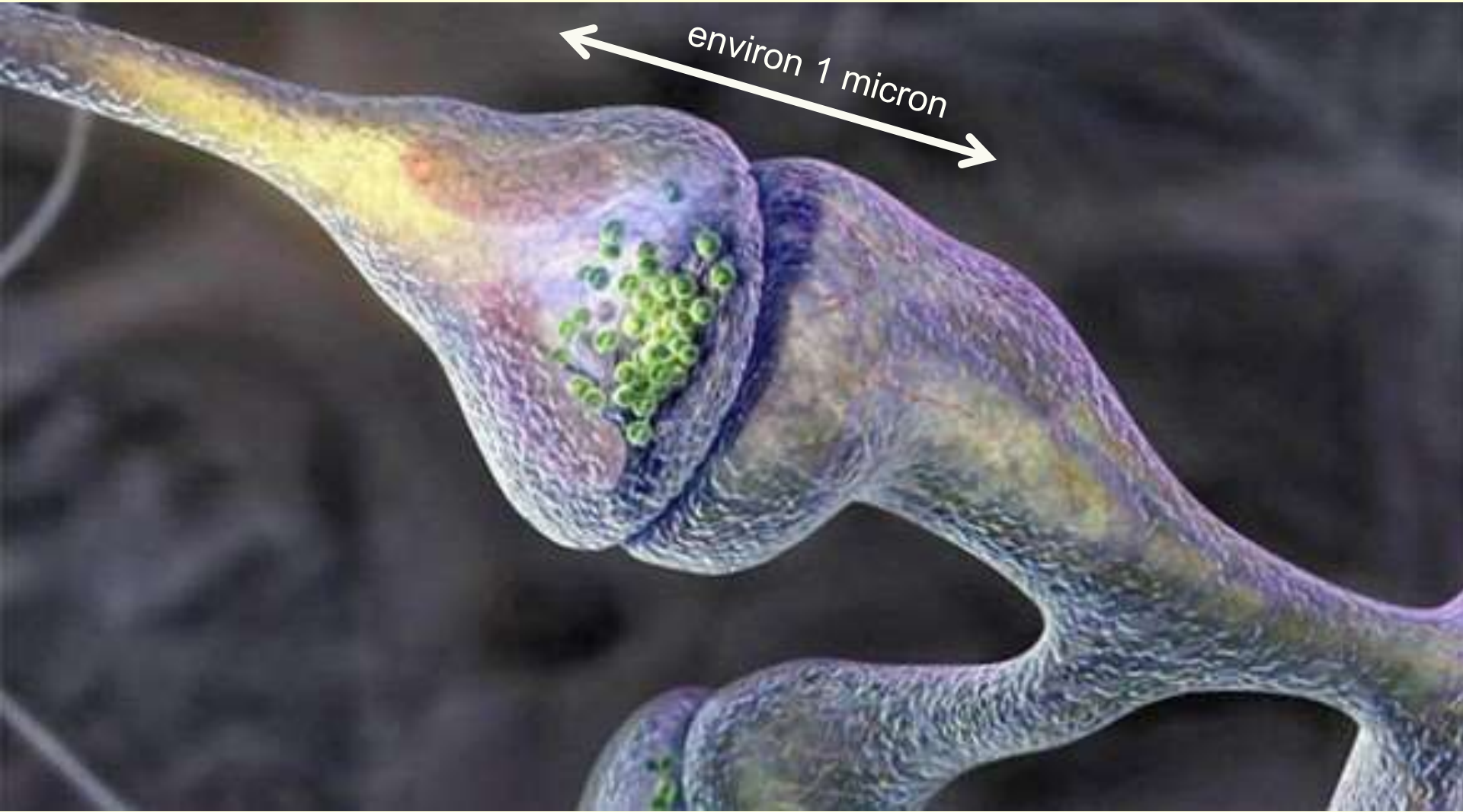
**(et autant
de cellules
gliales)**



Chaque neurone
peut recevoir
jusqu'à
10 000
connexions



environ
1 micron

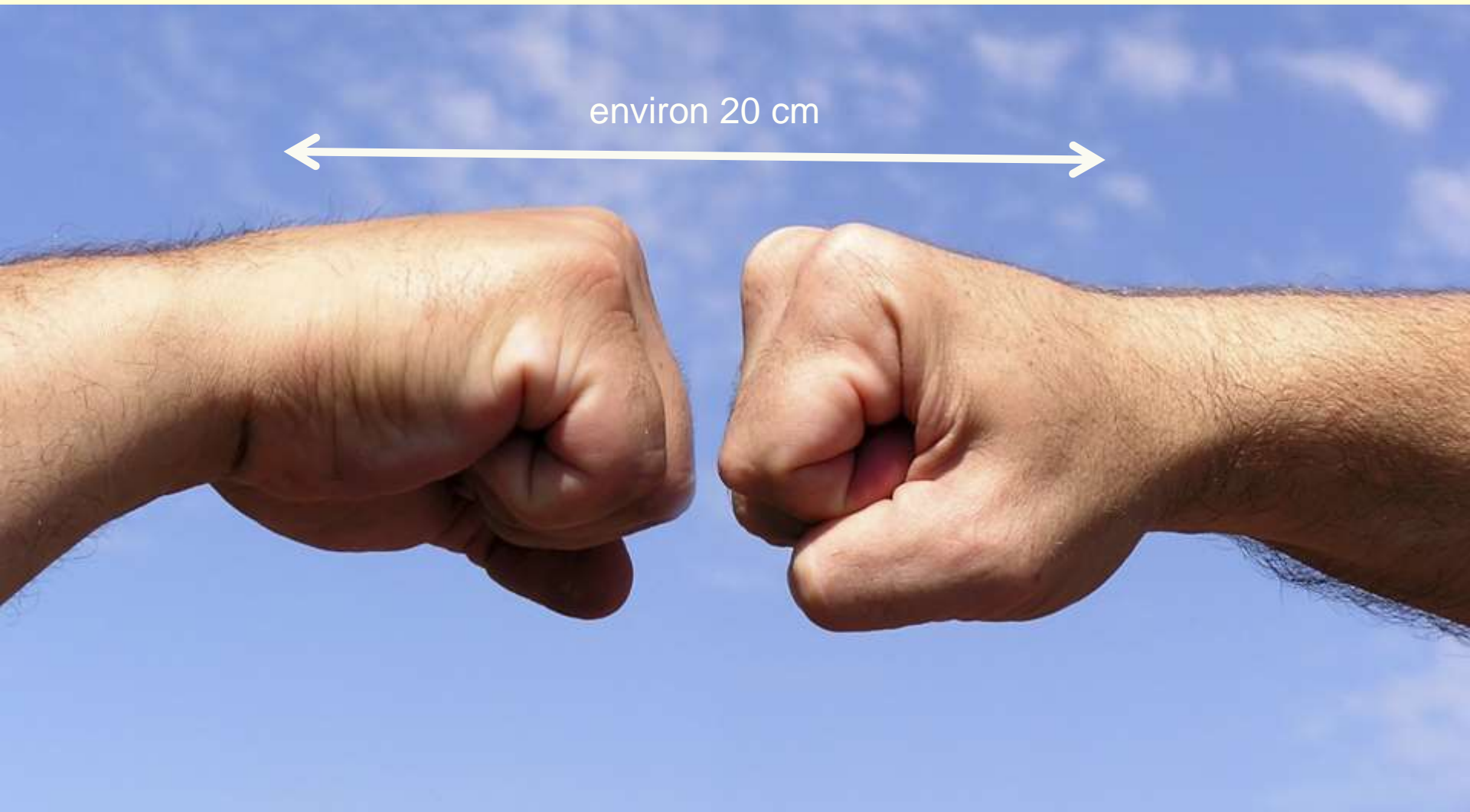


environ 1 micron

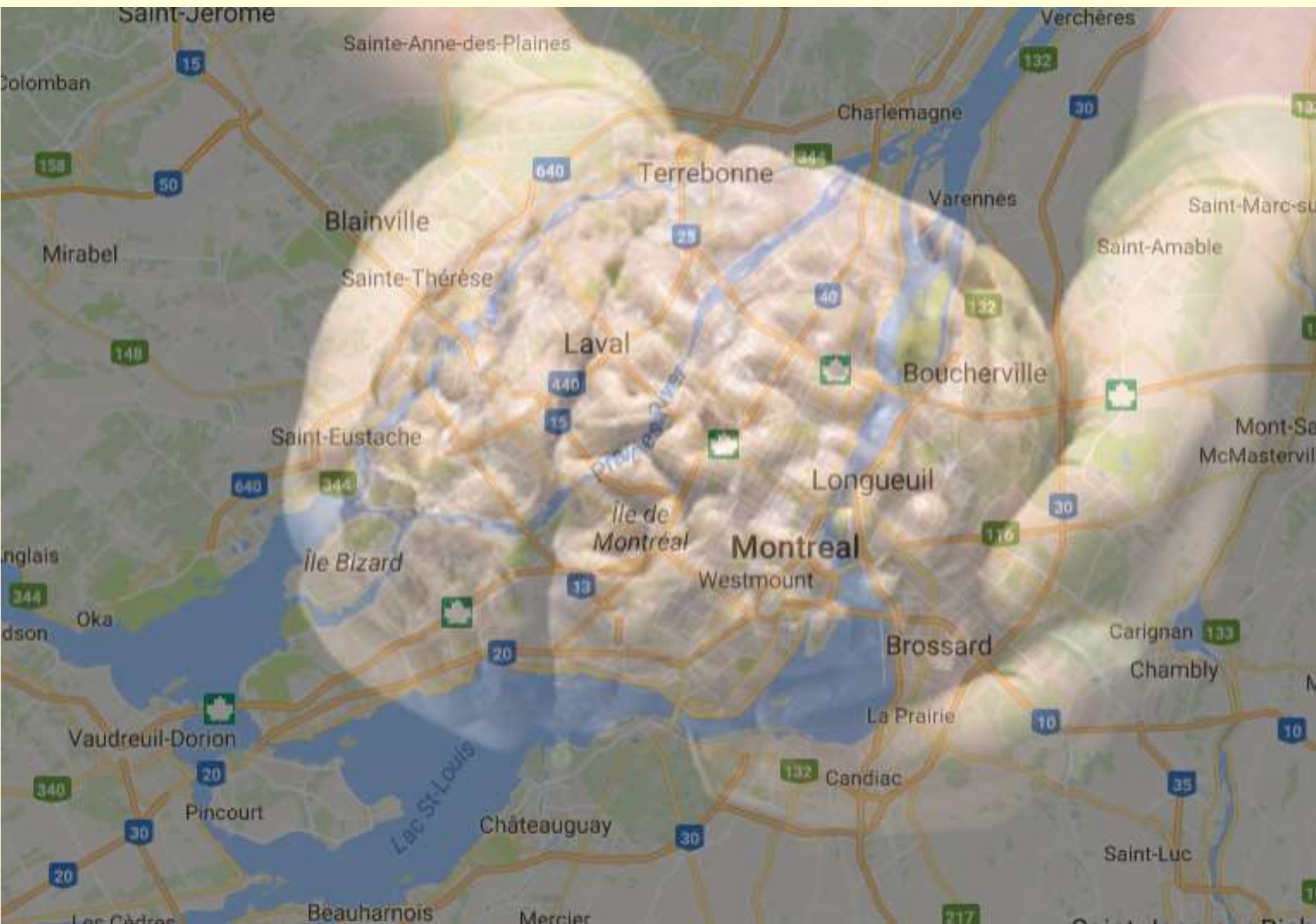


environ 20 cm

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

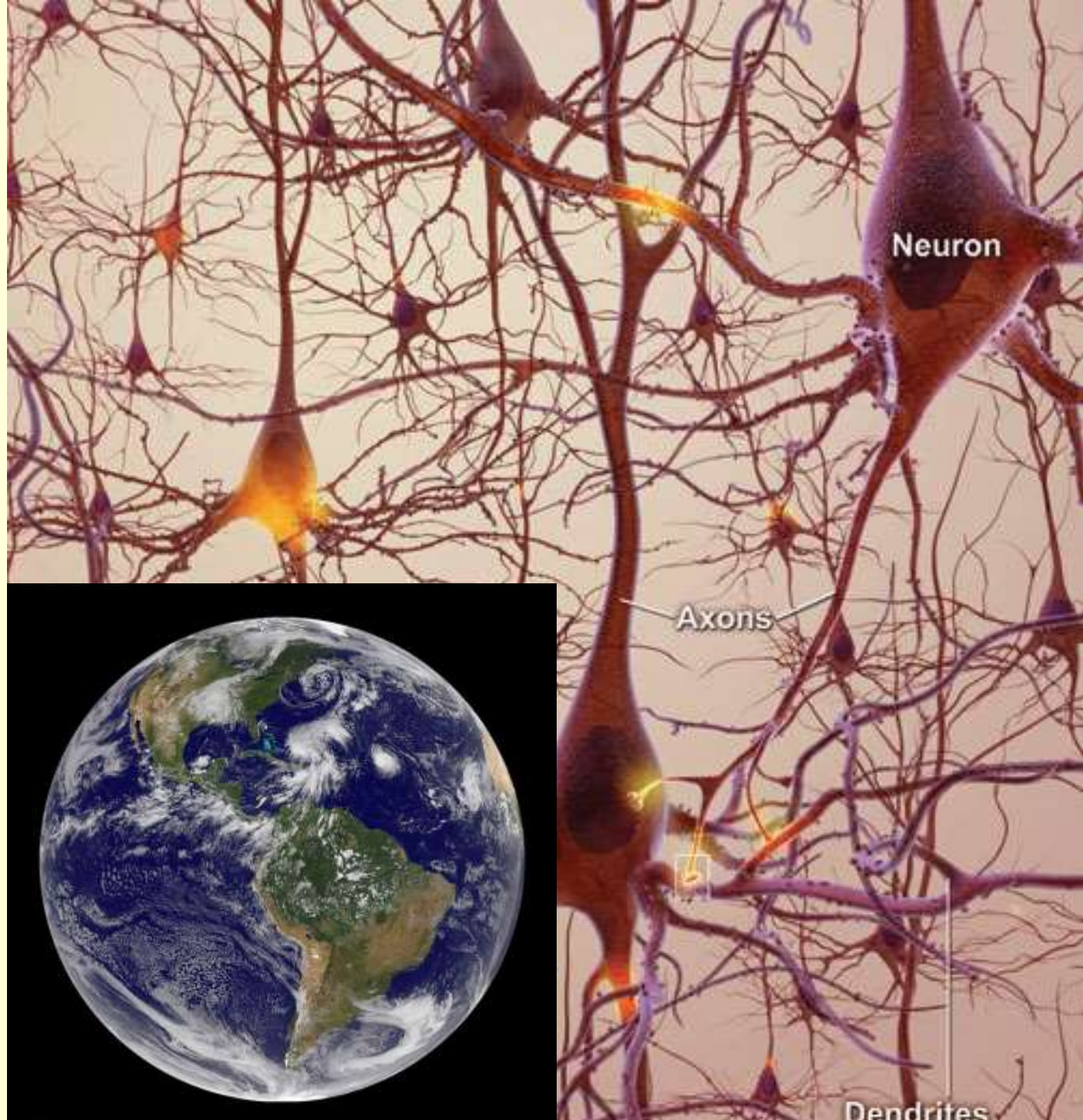


Alors : $0,2 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} / 0,000\ 001 \text{ m} = 40\ 000 \text{ m} = \mathbf{40 \text{ km}}$

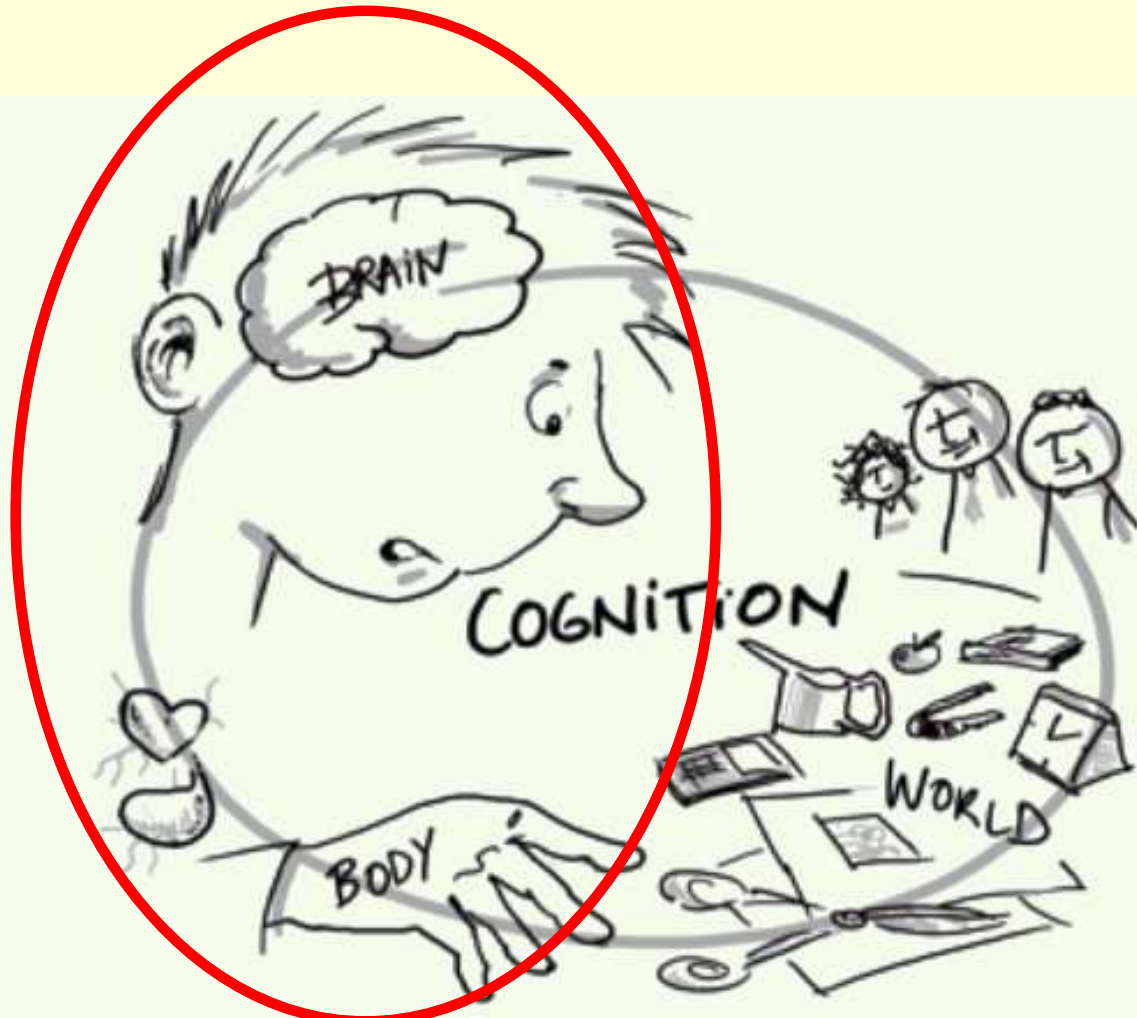


Et si on mettait
bout à bout tous
ces petits câbles,

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



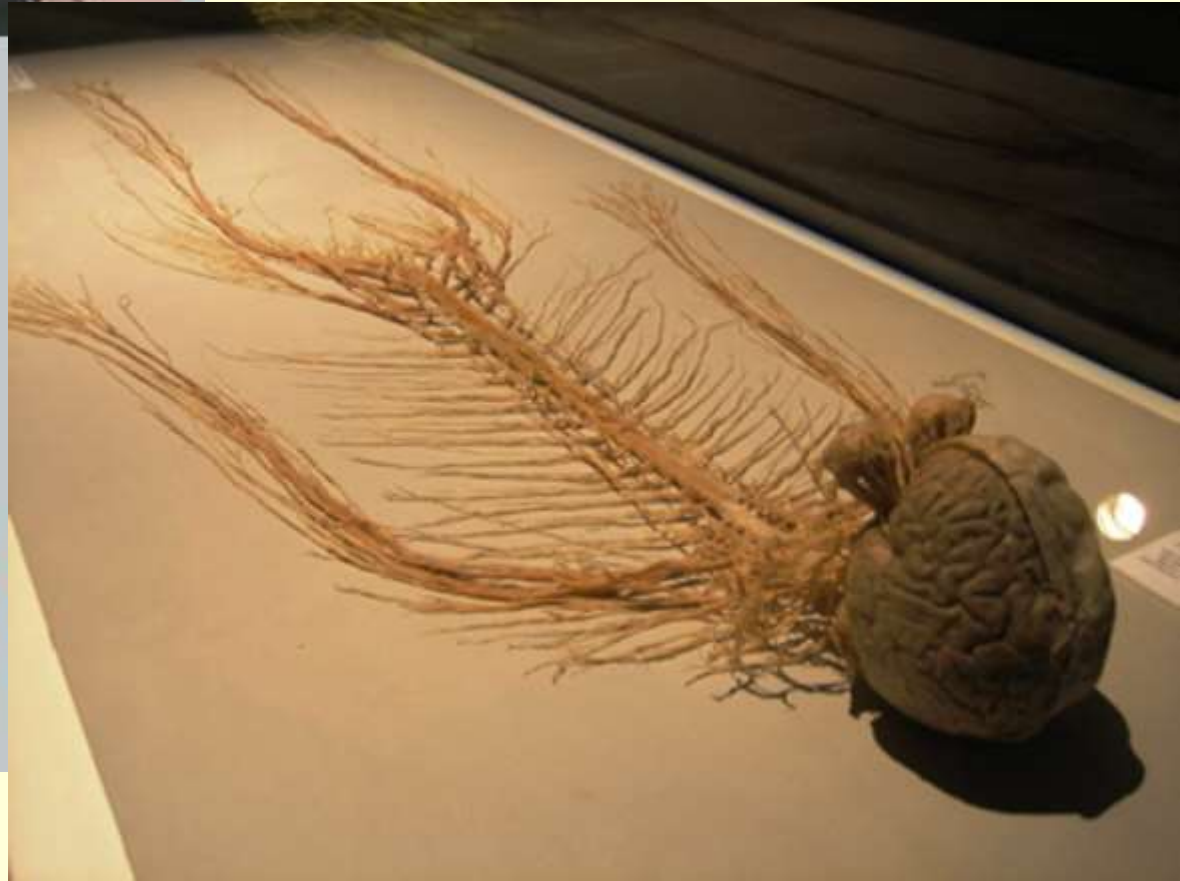
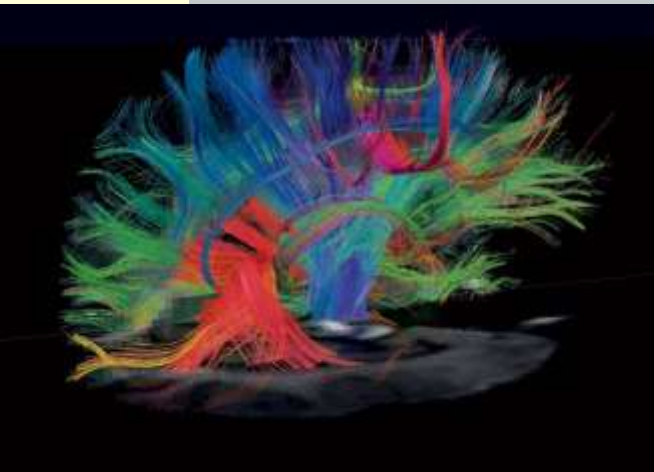
Cerveau – Corps - Environnement





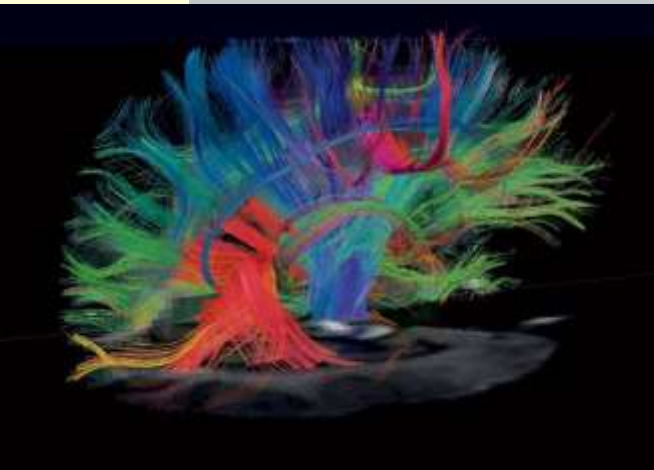
On vient de voir que le cerveau contient énormément de fils (les prolongements des neurones)...

...sans parler de tous les nerfs du système nerveux **périphérique** et des **nerfs crâniens**, car le cerveau a de tout temps évolué avec un corps !



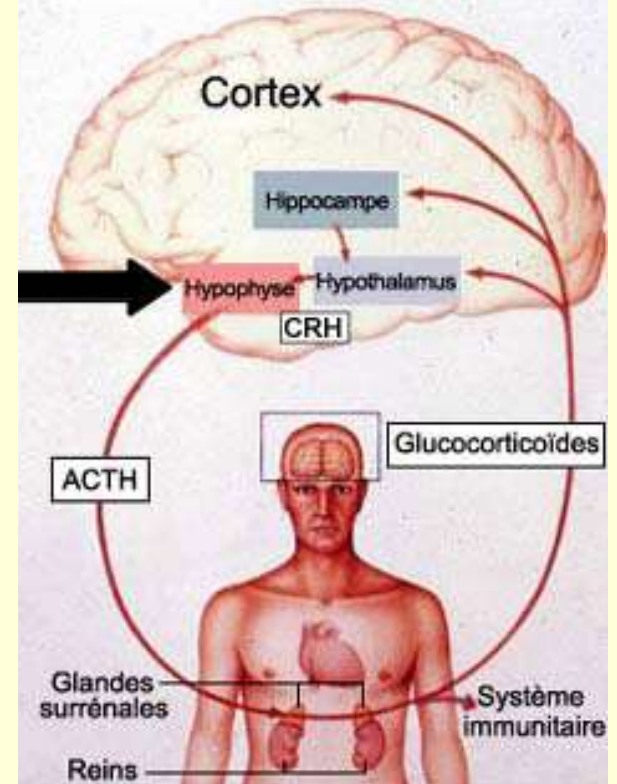


+



Il est temps
d'introduire
la soupe...

...ou les
« neuro-
hormones »



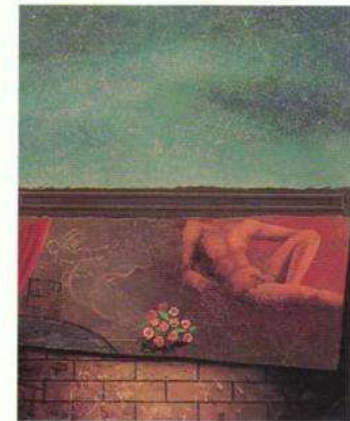


« **Je suis**
parce que je suis ému
et parce que tu le sais ! »



JEAN-DIDIER VINCENT

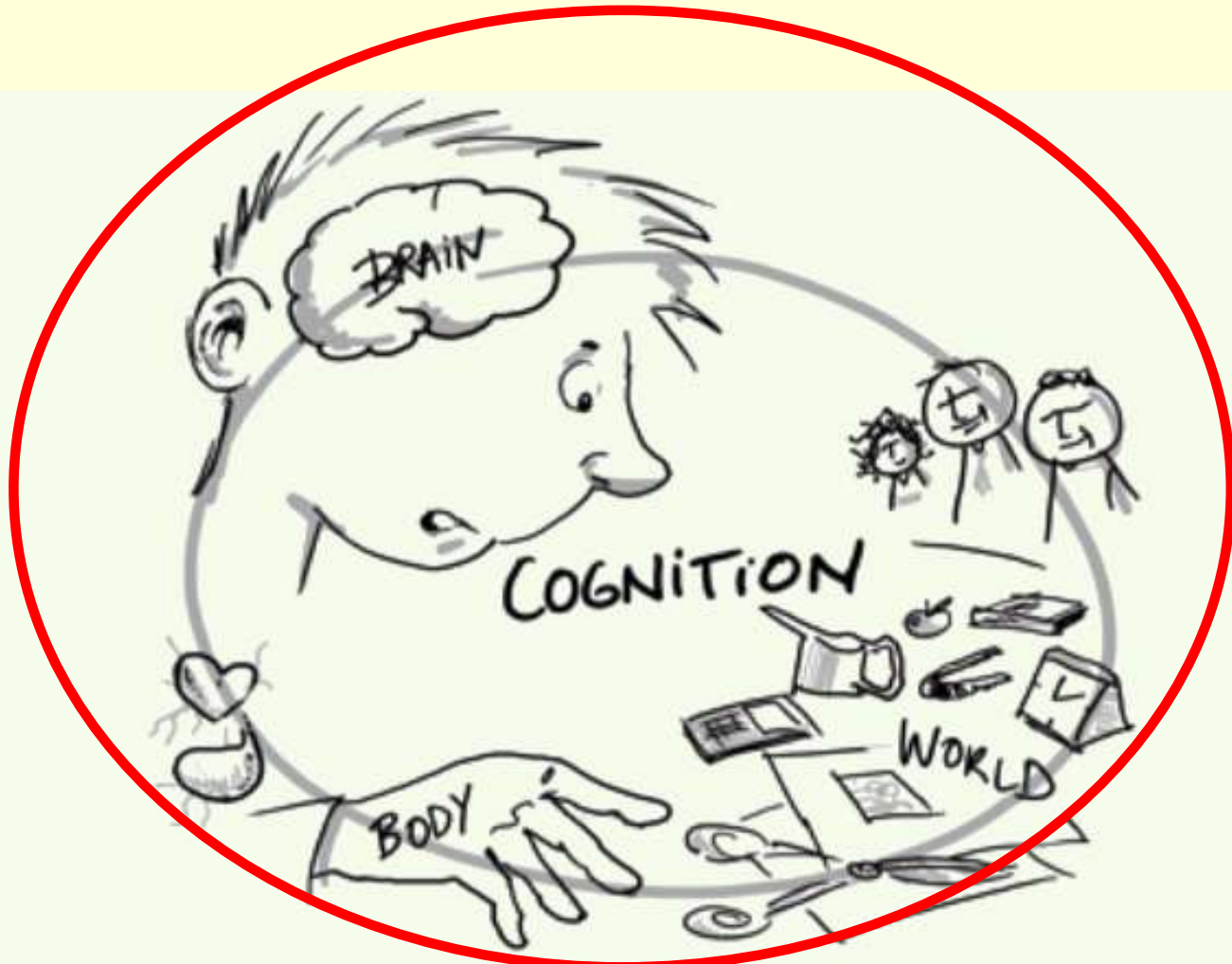
**BIOLOGIE
DES PASSIONS**



EDITIONS
ODILE JACOB
SCIENCES

(1986)

Cerveau – Corps - Environnement





L'environnement physique...





...et l'environnement humain !

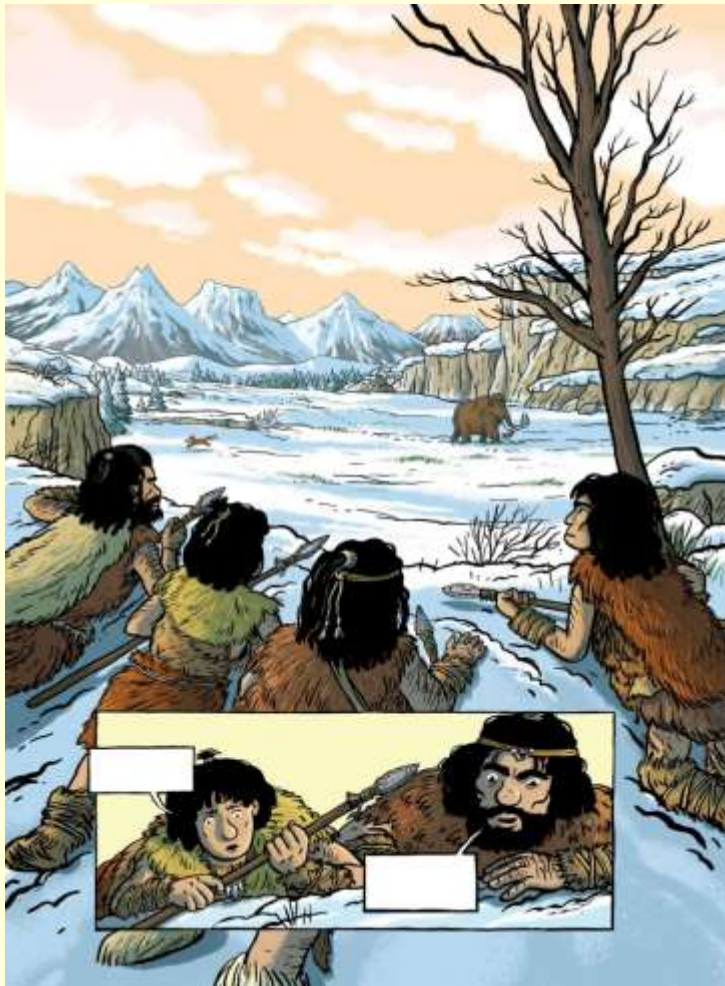


→ représentations symboliques
communes permettant de
coordonner nos actions...

...ou nos idées.

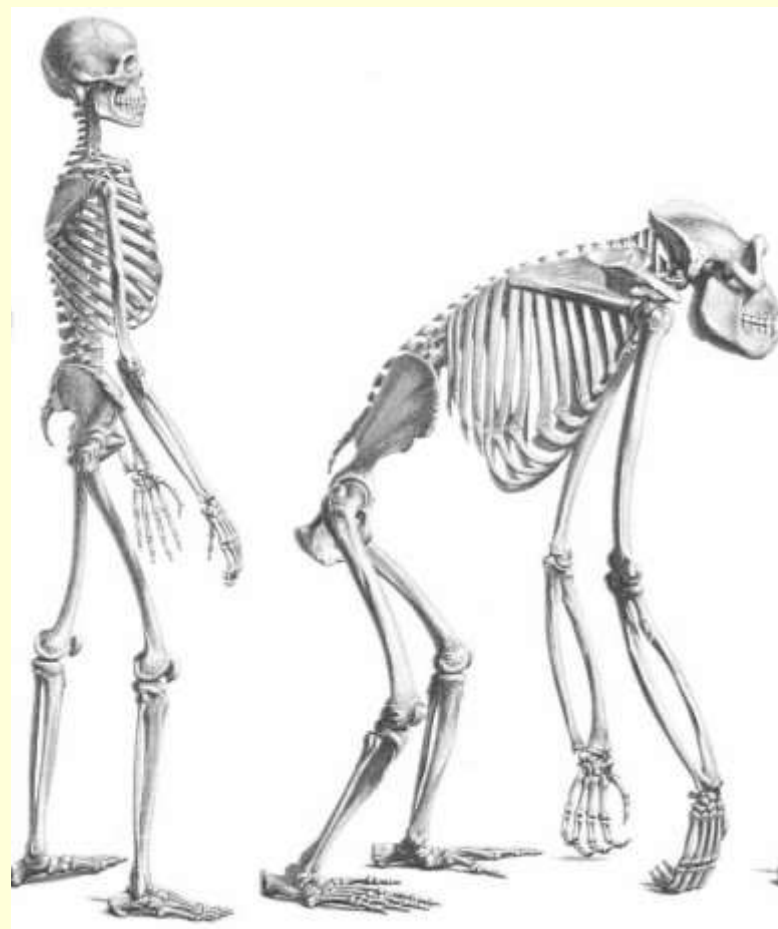
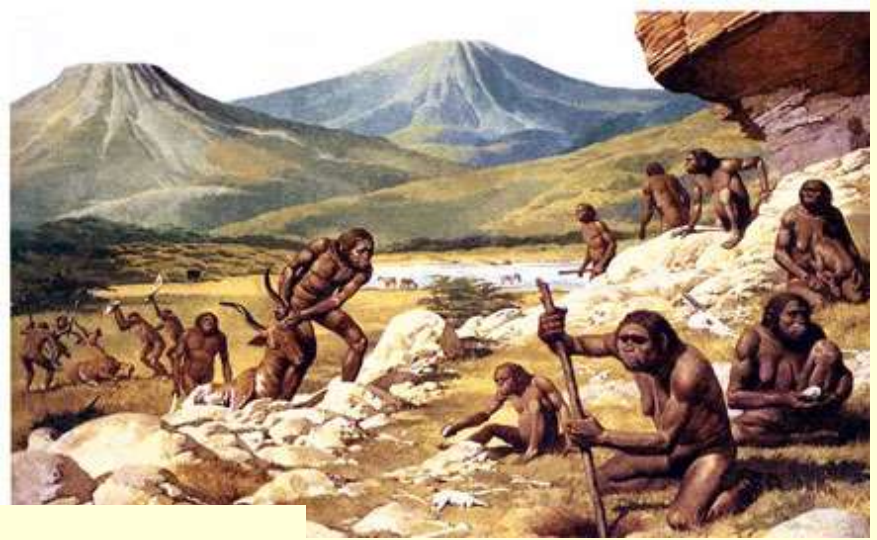
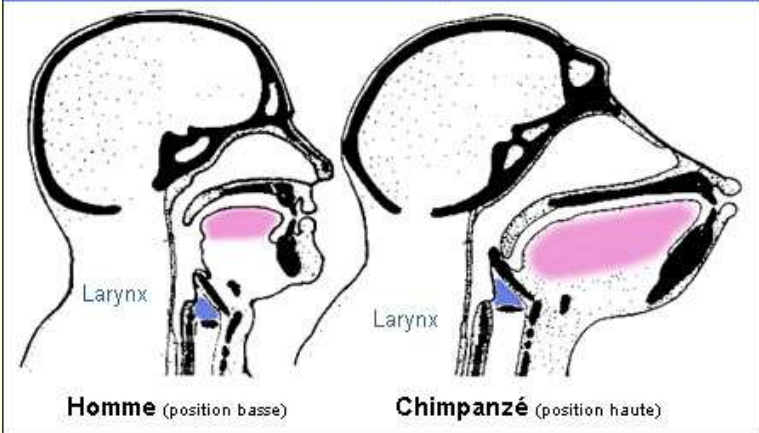


Et donc le langage !



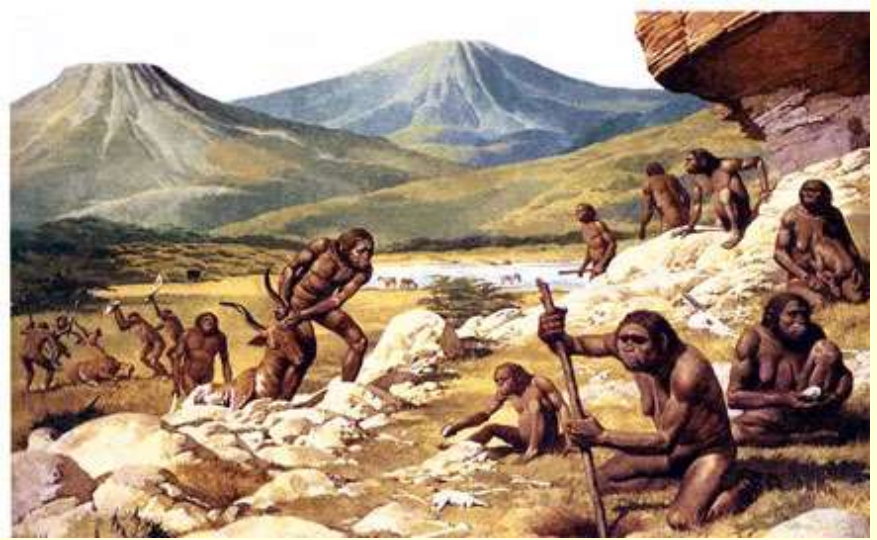
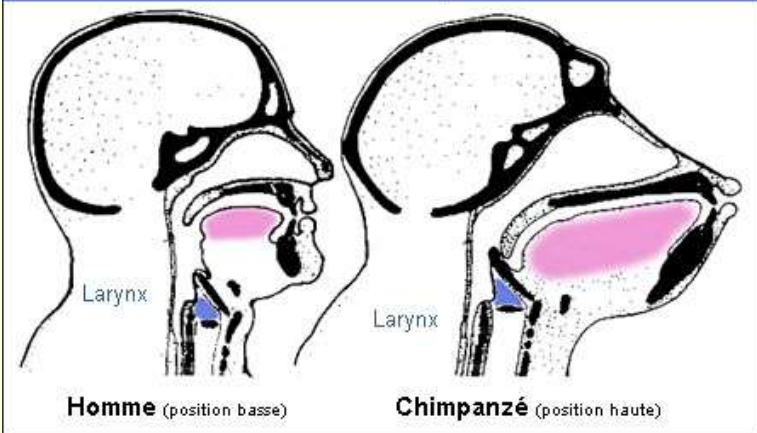
Plan

- Intro : notre « cerveau – corps – environnement »
- L'origine évolutive du langage
- Abc de la neurobiologie de la lecture
- L'hypothèse du recyclage neuronal pour la lecture
- [Pause]
- Deux bémols
- Simulation mentale et lecture
- L'analogie, cœur de la pensée



La **station verticale de la bipédie** entraîne l'effondrement du larynx, qui se retrouve dans une position inconnue chez tous les autres mammifères

avec une **caisse de résonance** au-dessus des cordes vocales surmonté d'un appareil composite (luette, palais dur et mou, langue, dents, lèvres, qui va permettre la **modulation de l'air** expiré rendre possible le « miracle » de la voix articulée.



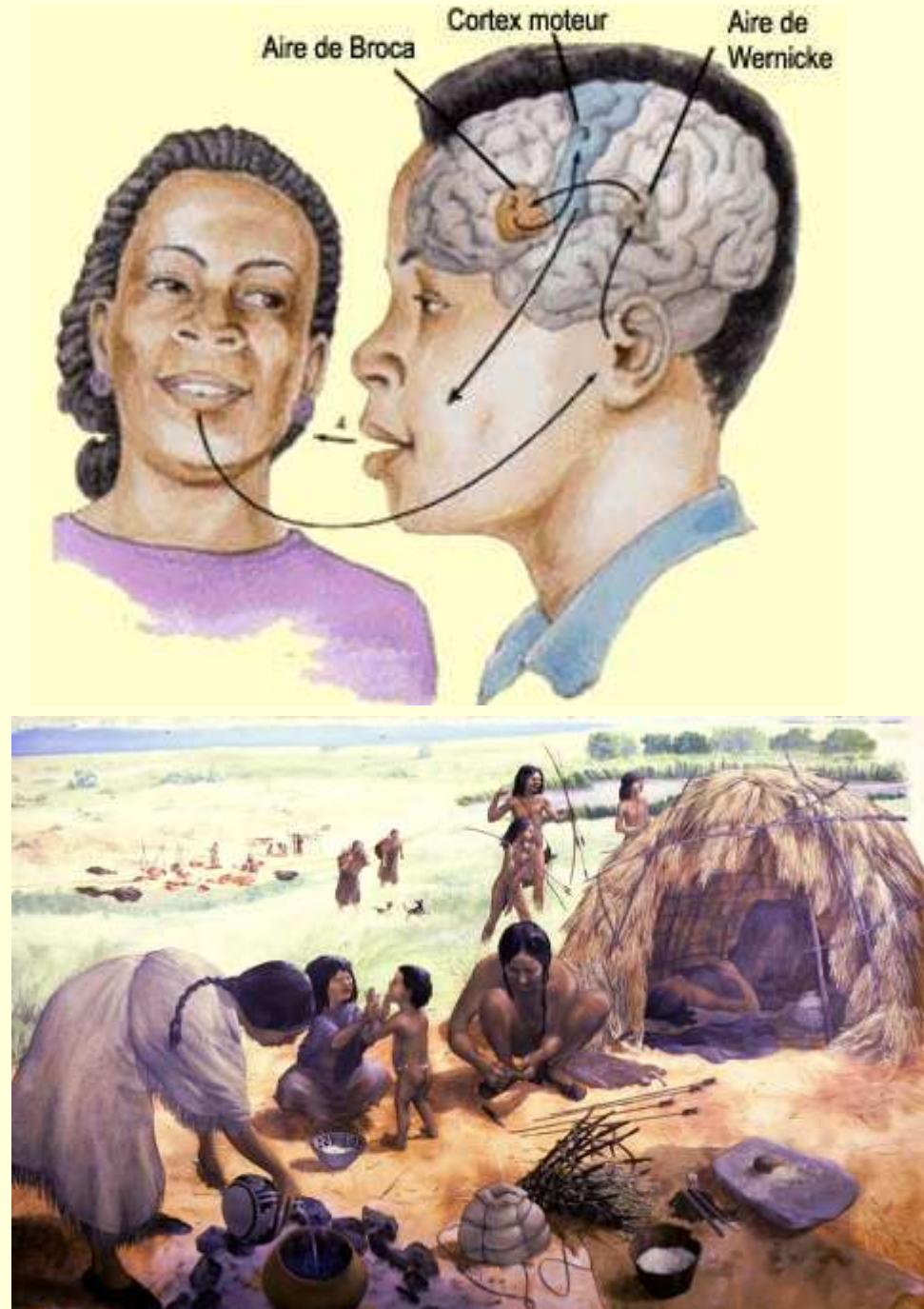
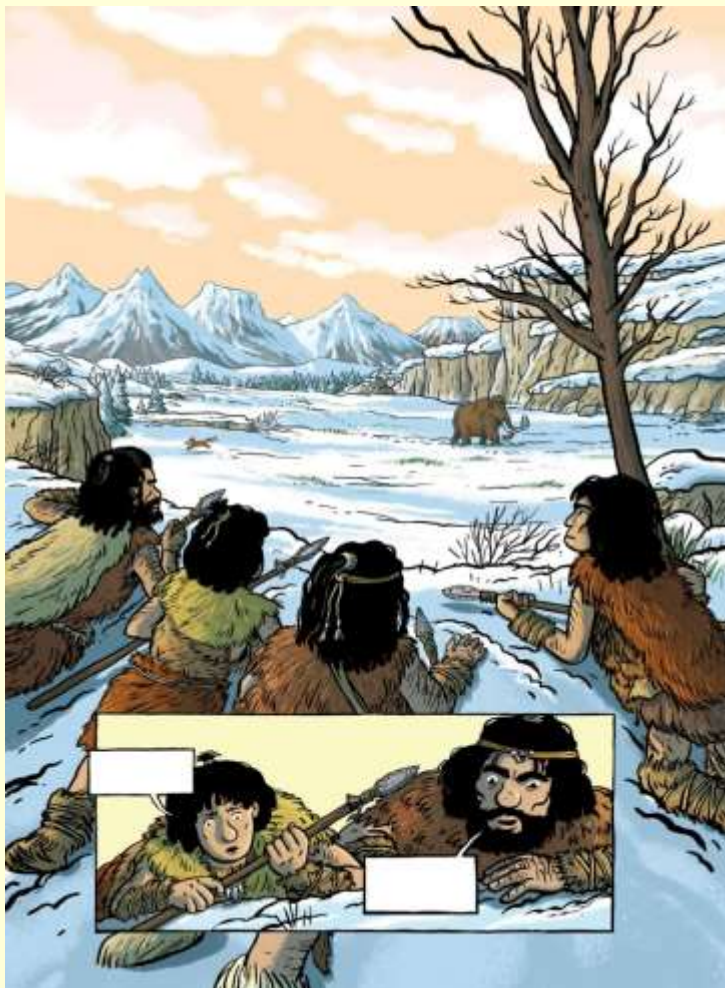
C'est l'***Homo habilis***, il y a plus de deux millions d'années, qui pourrait être le plus ancien préhumain à avoir employé un langage articulé, ce qui ne signifie pas pour autant que son langage était comparable au nôtre.

On suppose aussi la présence d'une proto-langue chez l'homme et la femme de **Néandertal** qui, au niveau actuel des connaissances, ne possédait pas de syntaxe.

Avec **Homo sapiens** apparaît l'aire de Broca sur une circonvolution frontale gauche, et celle de Wernicke sur une circonvolution temporale gauche, suivant la mutation génétique d'un ou de plusieurs gènes (FOXP2 ...), il y a cent à deux cent mille ans, donnant la capacité de passer des mots à la syntaxe.

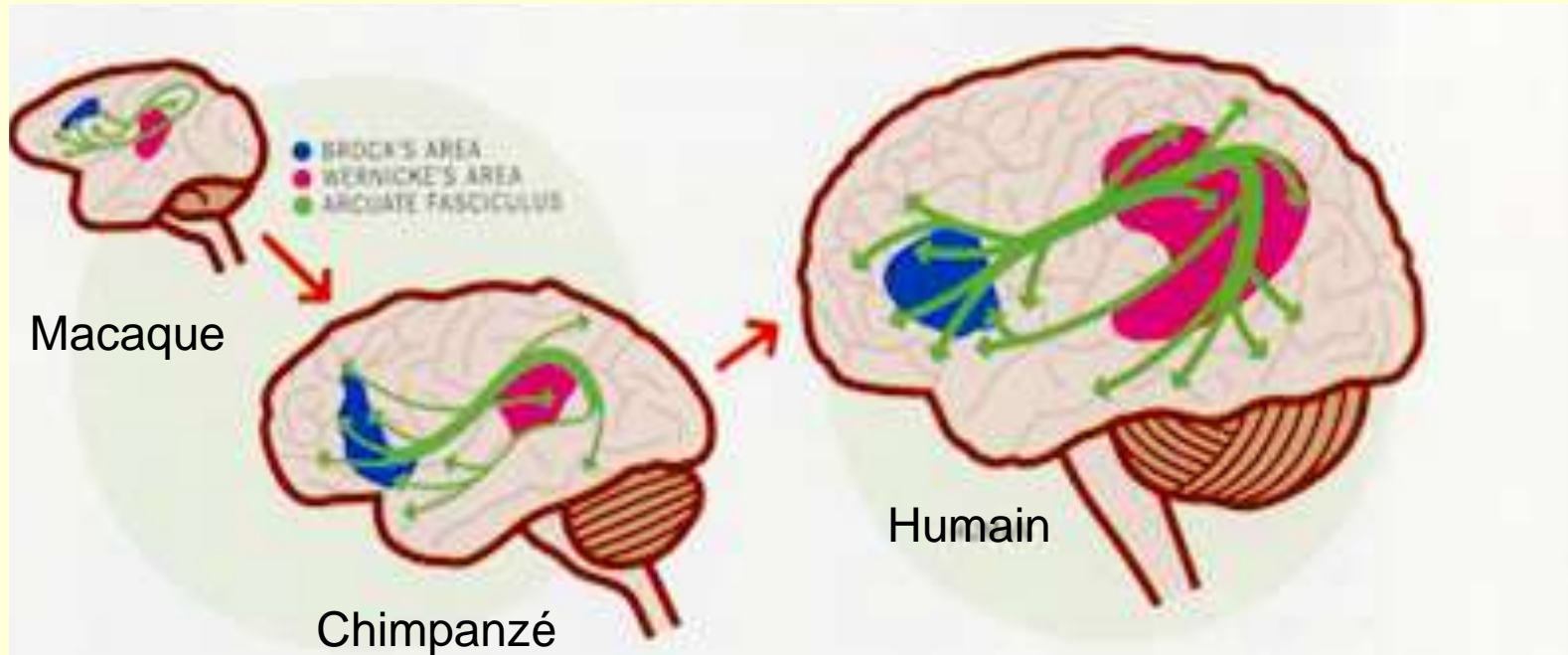
Des circuits cérébraux ont donc été **sélectionnés pour le langage** durant l'hominisation.

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



Apparition du **langage** :

Nouvelles régions ? Agrandissement d'anciennes régions ?

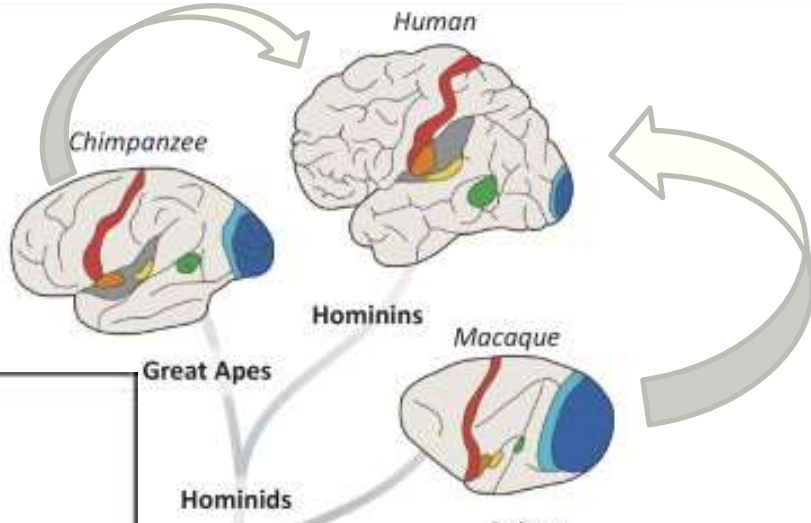


TALKING THE TALK

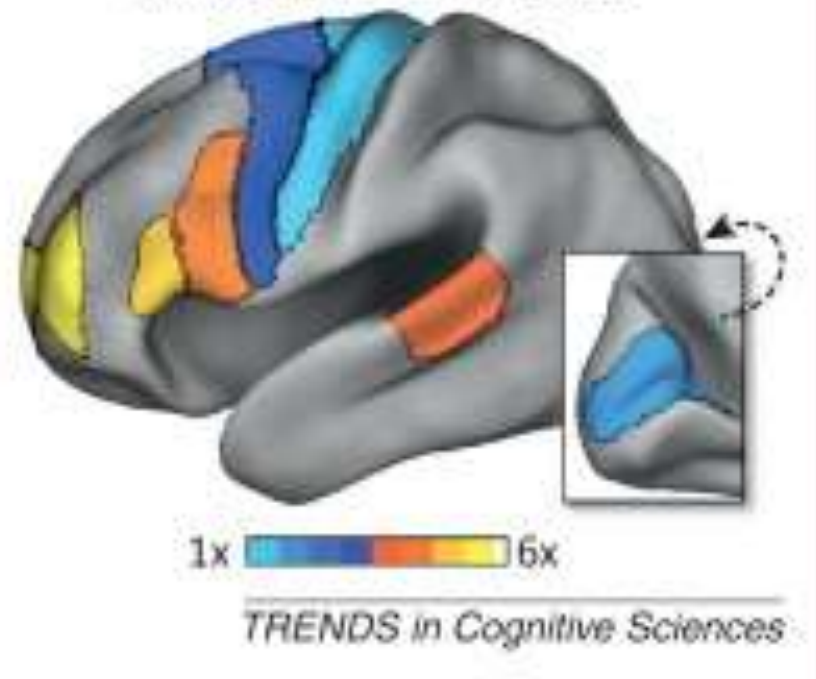
Macaques diverged from human ancestors 30 million years ago, and their brains have simple language regions. Chimps split off 7 million years ago and have better speech centers

TOP OF THE LINE

Nothing drives complex societies like language, and the key to human prolixity is the arcuate fasciculus, which weaves together the various brain regions that govern speech

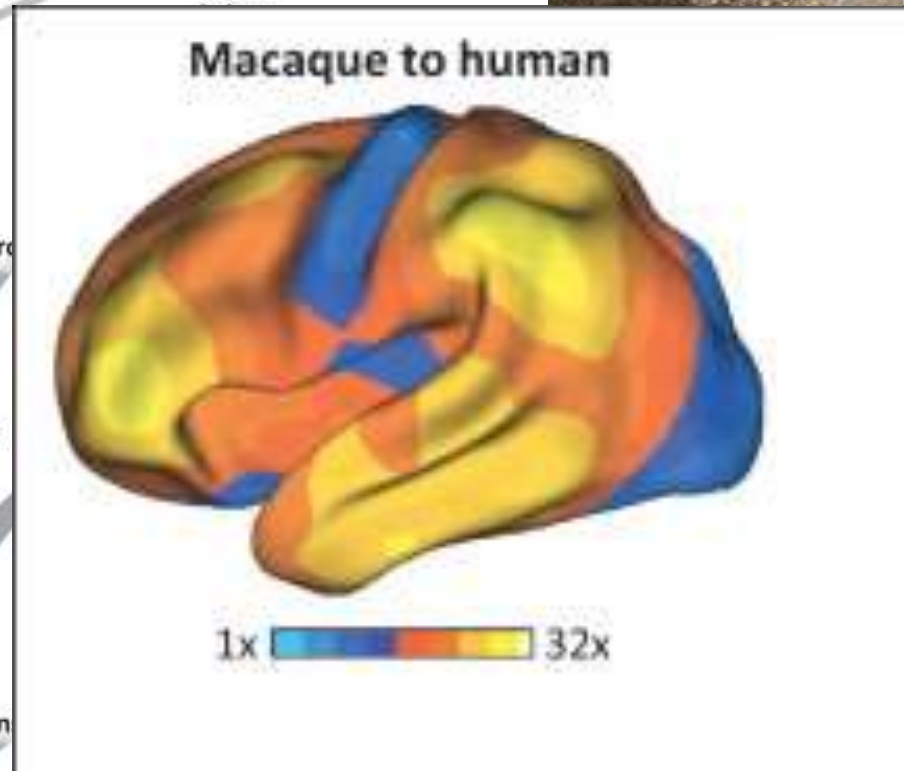


Chimpanzee to human



Ancêtre commun :
environ 6-7 millions d'années

Macaque to human

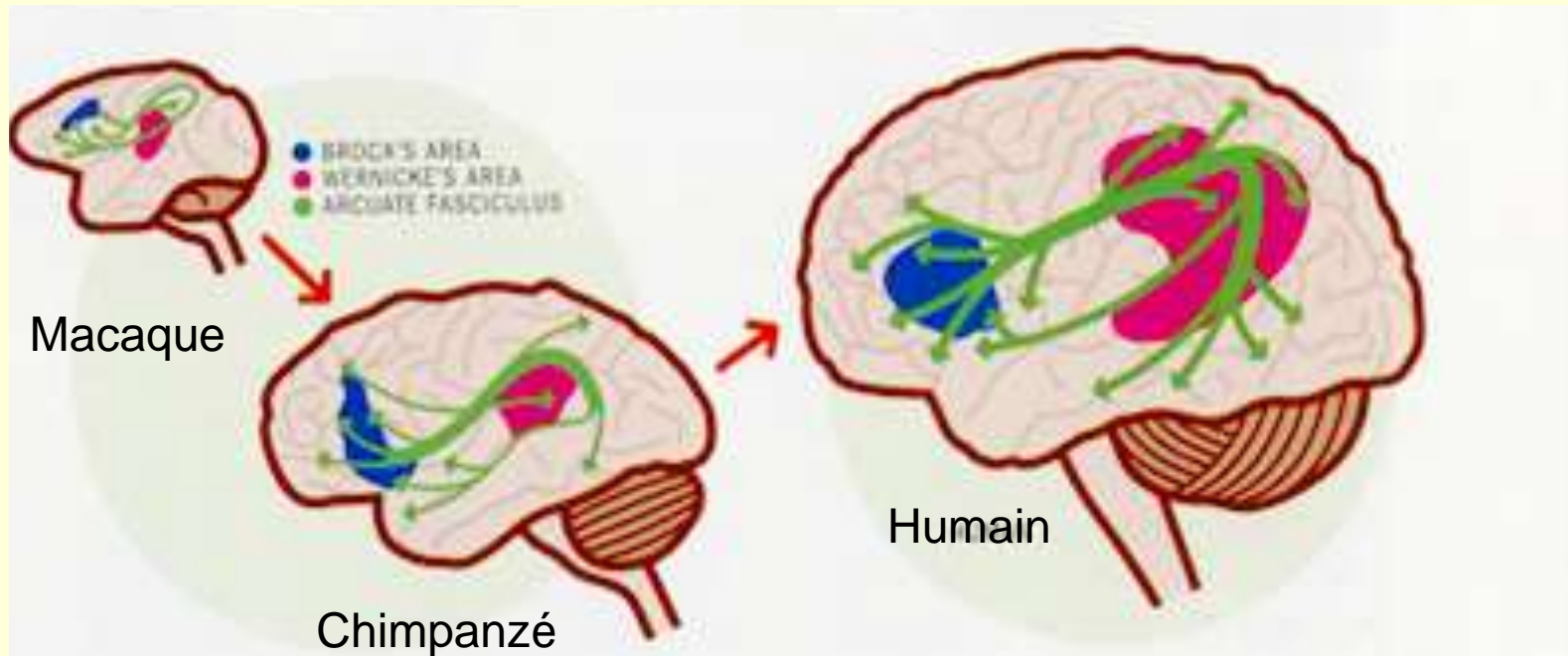


Ancêtre commun :
environ 25 millions d'années

Apparition du **langage** :

Nouvelles régions ? Agrandissement d'anciennes régions ?

Réutilisation de certaines régions ou parties de réseaux cérébraux ?



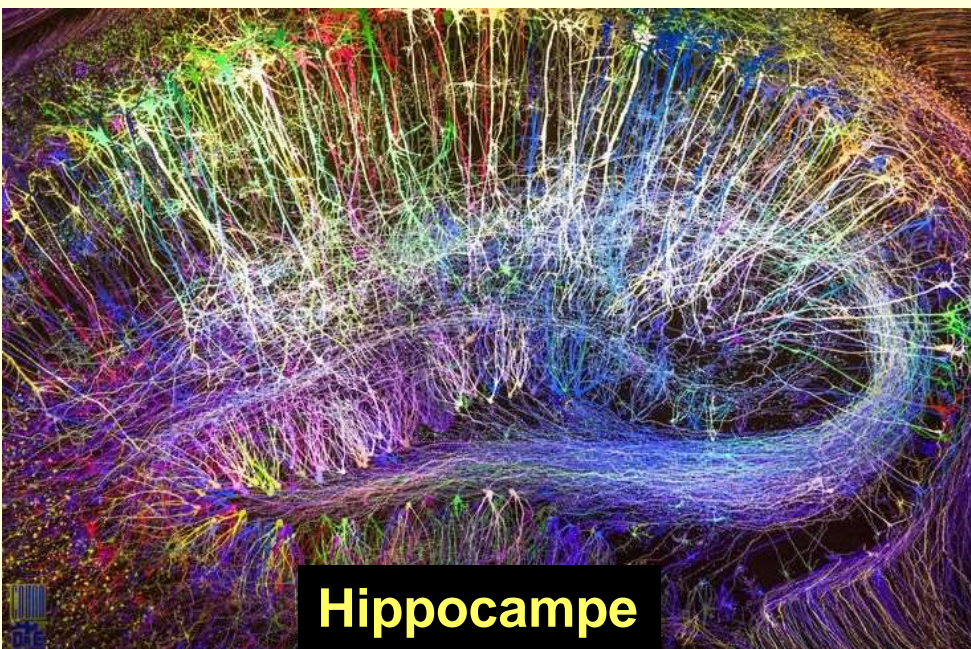
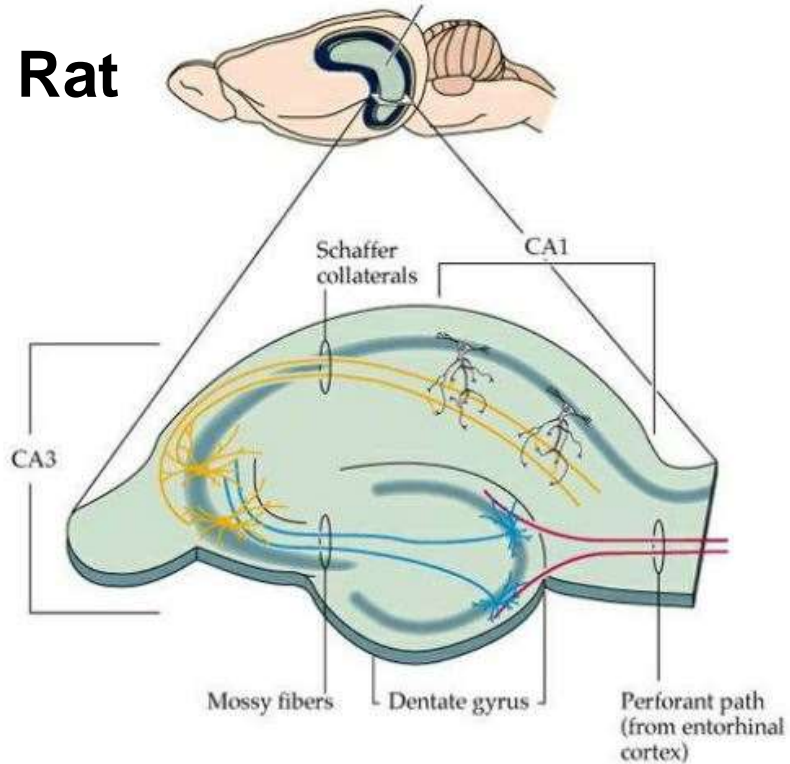
TALKING THE TALK

Macaques diverged from human ancestors 30 million years ago, and their brains have simple language regions. Chimps split off 7 million years ago and have better speech centers

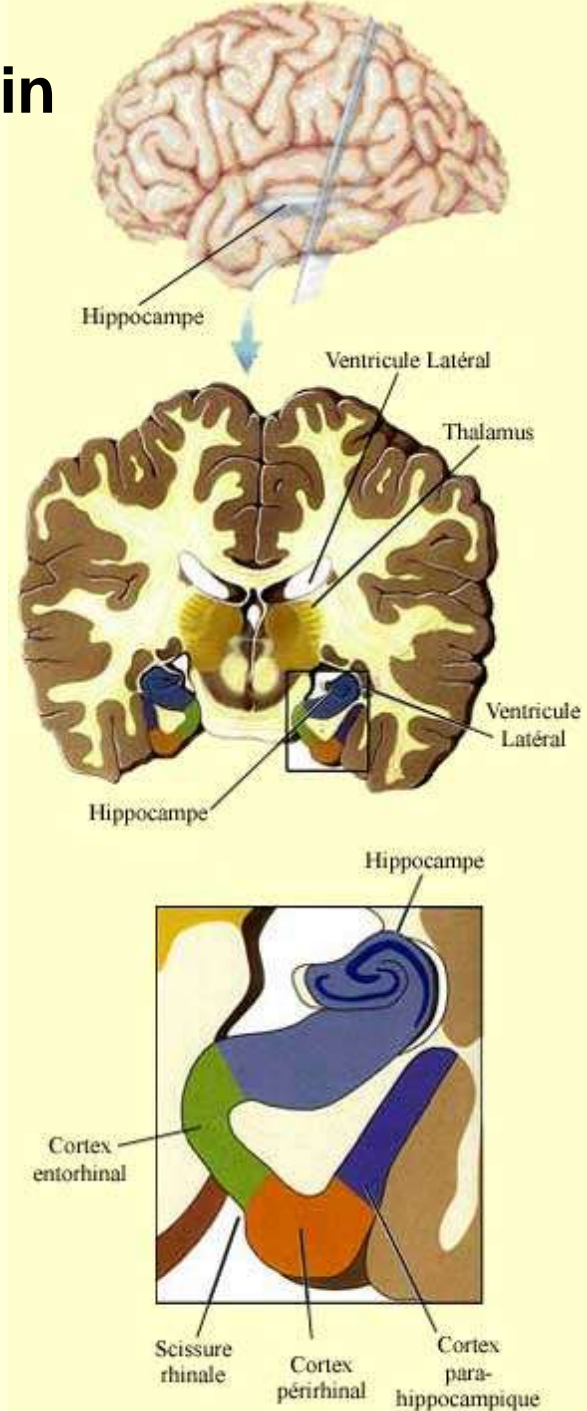
TOP OF THE LINE

Nothing drives complex societies like language, and the key to human prolixity is the arcuate fasciculus, which weaves together the various brain regions that govern speech

Rat



Humain



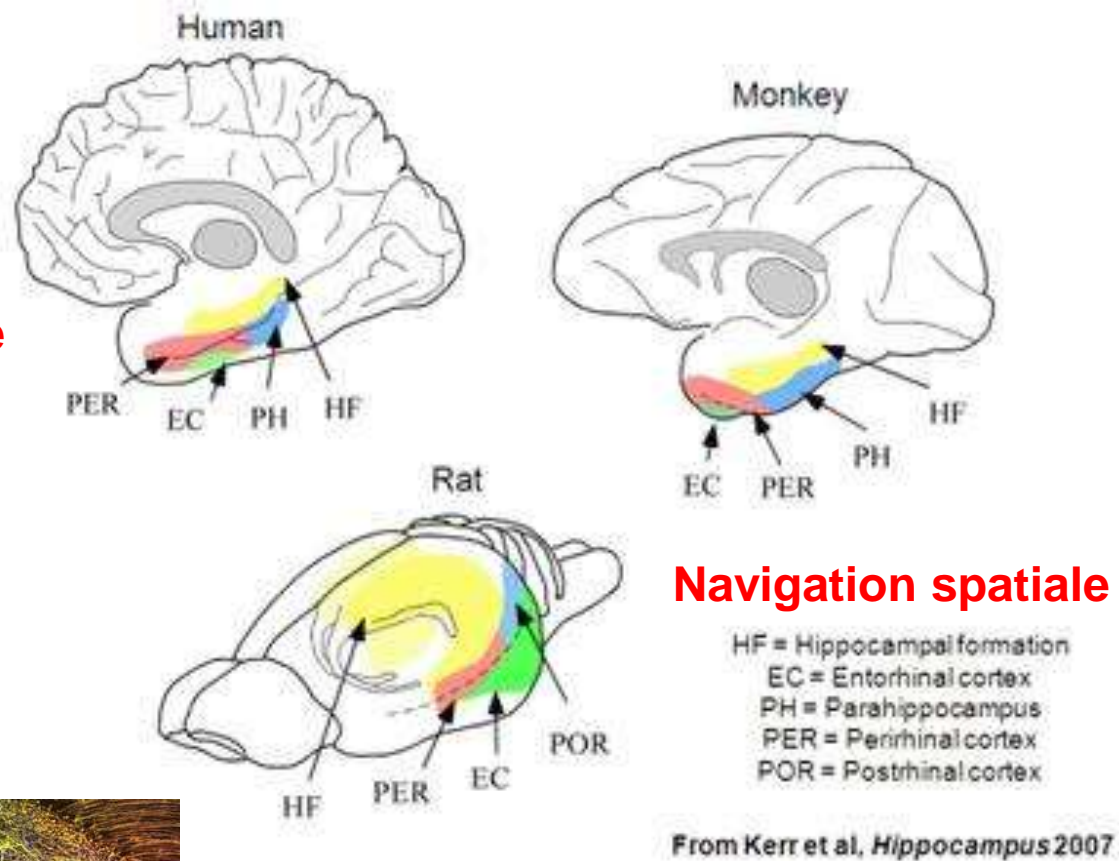
**Navigation
spatiale
+
Mémoire
déclarative**

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

György Buzsáki & Edvard I Moser

January 2013

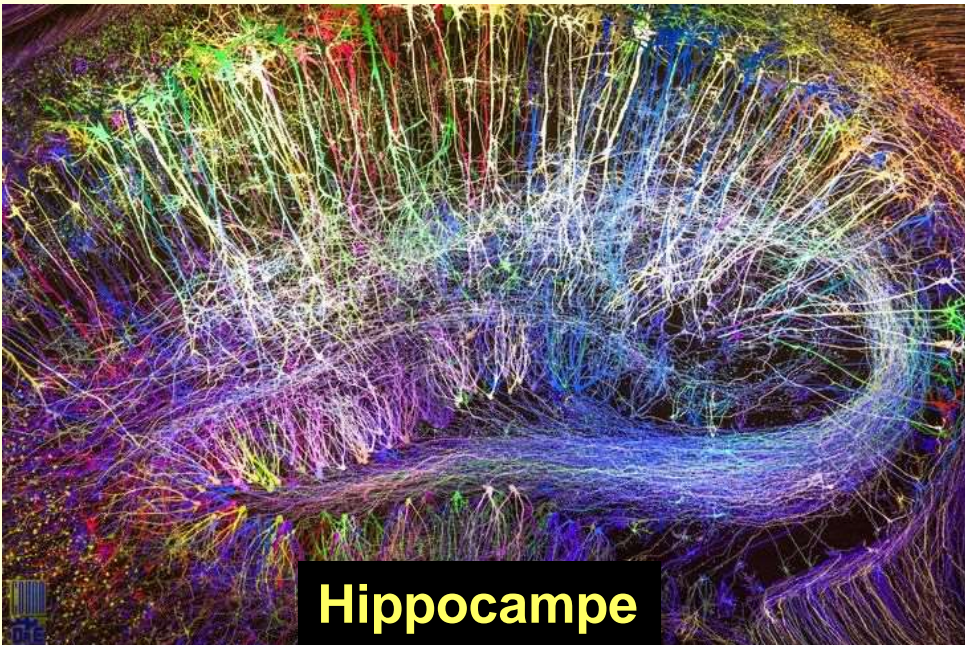
http://www.nature.com/neuro/journal/v16/n2/full/nn.3304.html?WT.ec_id=NEURO-201302



Navigation spatiale

HF = Hippocampal formation
EC = Entorhinal cortex
PH = Parahippocampus
PER = Perirhinal cortex
POR = Postrhinal cortex

From Kerr et al, *Hippocampus* 2007



Hippocampe

→ hypothèse d'une **continuité
phylogénétique** de la
navigation spatiale et de la
mémoire déclarative humaine.

Le bricolage de l'évolution



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

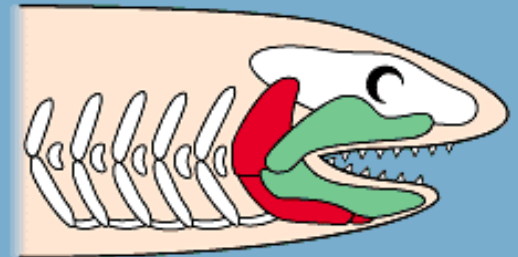
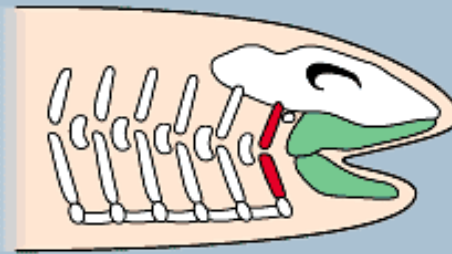
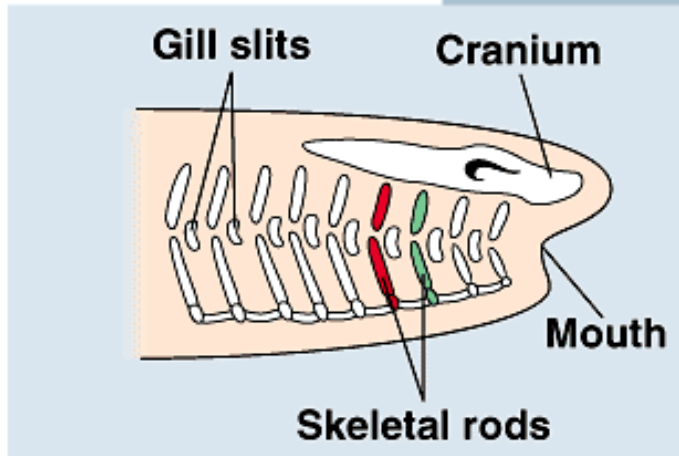
La sélection naturelle opère à la manière **non d'un ingénieur, mais d'un bricoleur**; un bricoleur qui ne sait pas encore ce qu'il va produire, mais **recupère** tout ce qui lui tombe sous la main. »

- François Jacob
(Le Jeu des possibles, 1981)



Autres exemples :

les plumes de l'oiseau,
d'abord apparue pour
la thermorégulation
et recyclées ensuite pour le vol

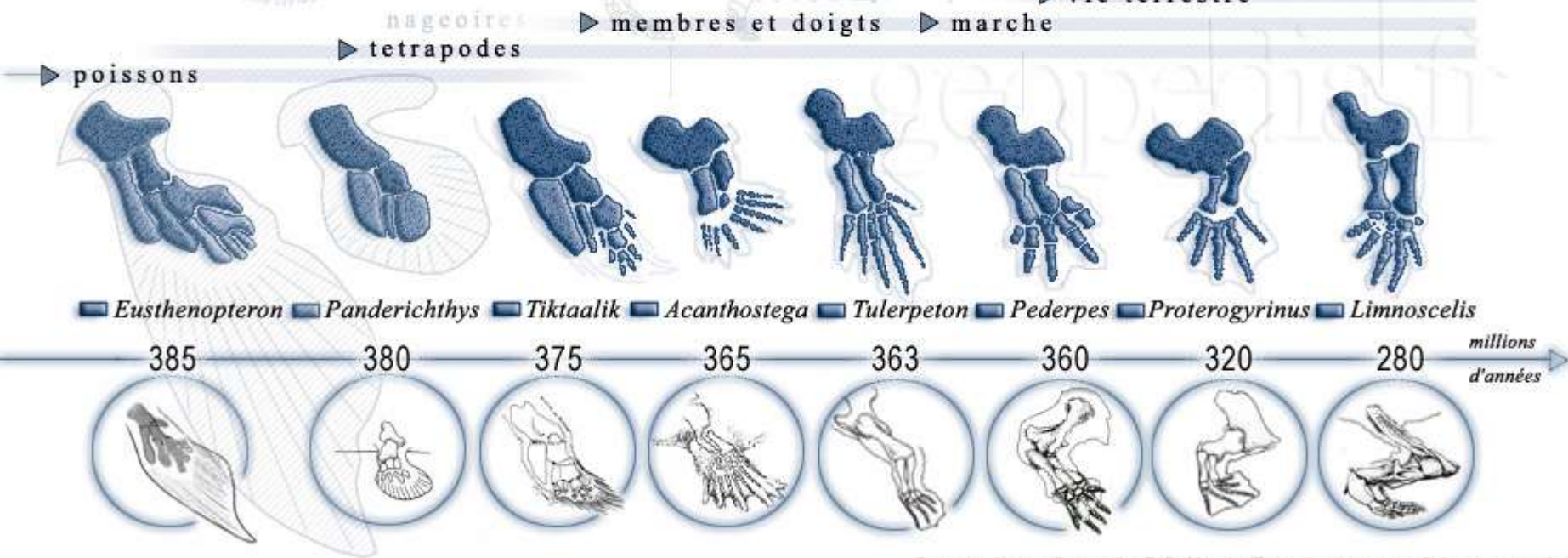


DEVONIEN

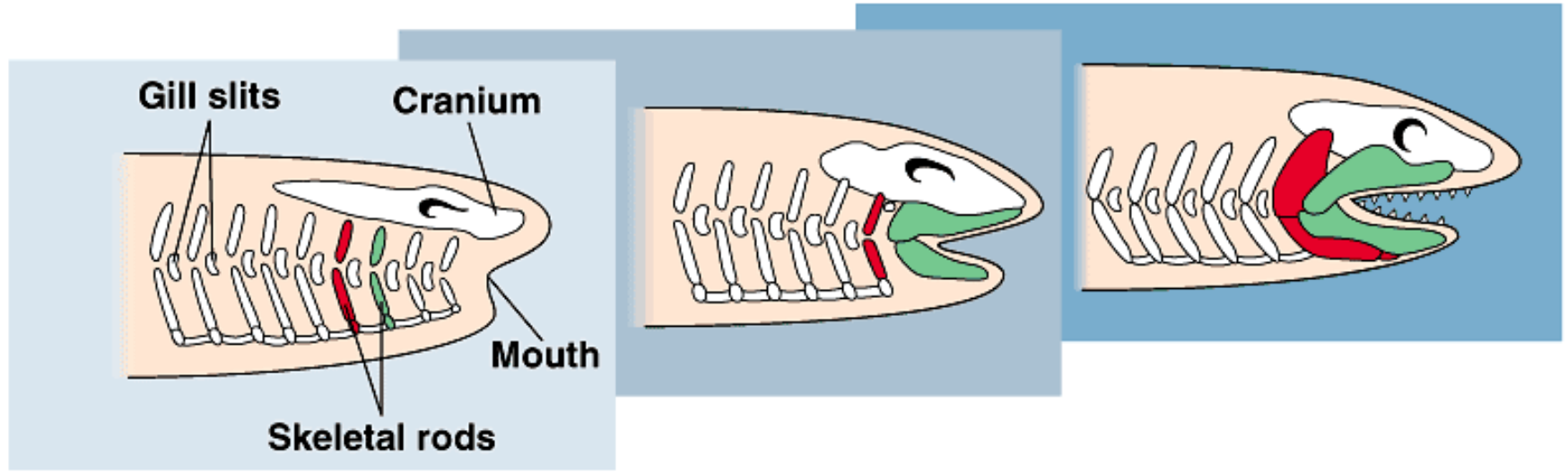
CARBONIFERE

L'évolution de la marche...

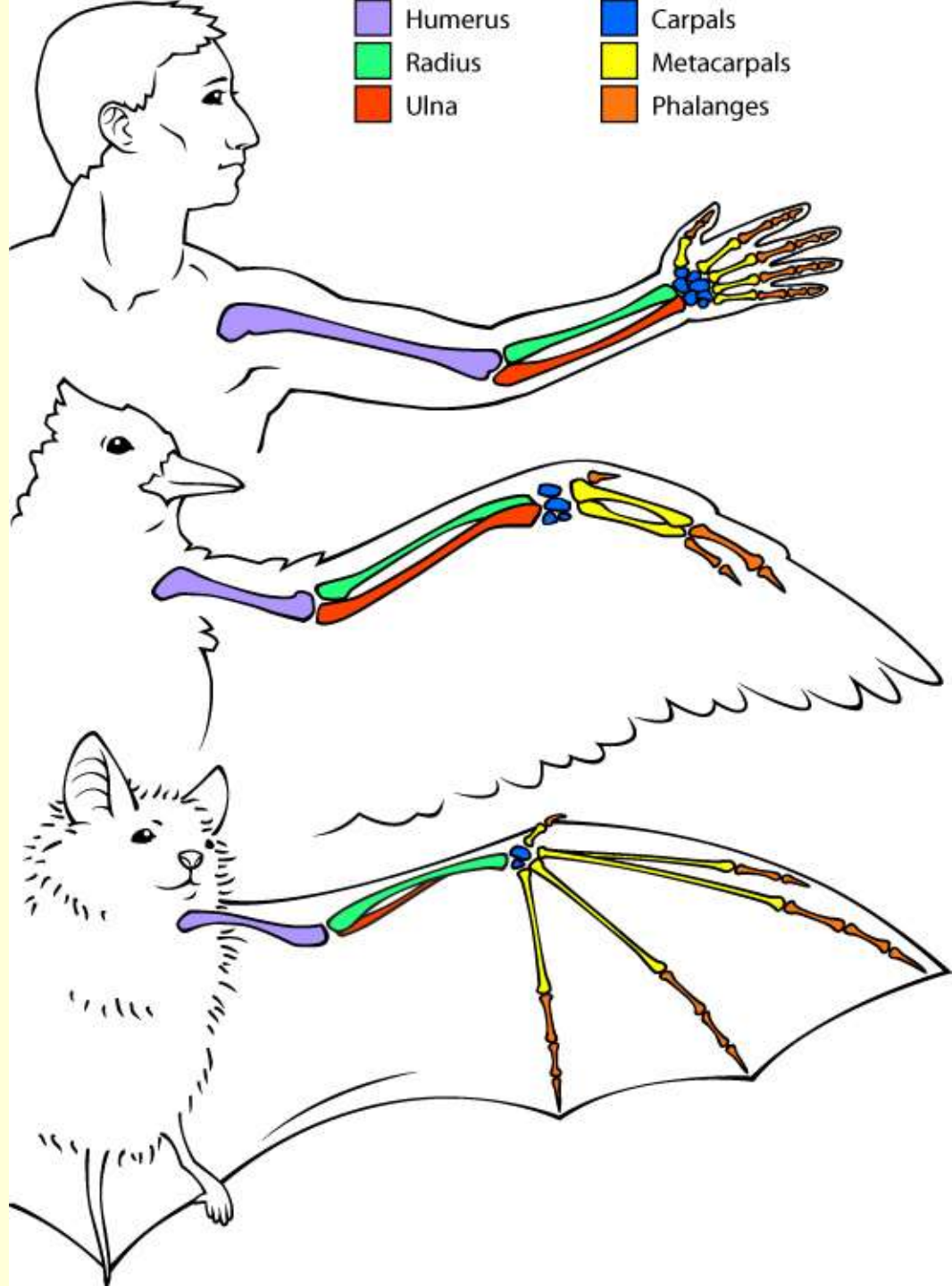
...des premiers tétrapodes aux ancêtres des reptiles.



Source: Nexus/Genedia, D.C. Murnby/Devoniantimes.com, Science magazine



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

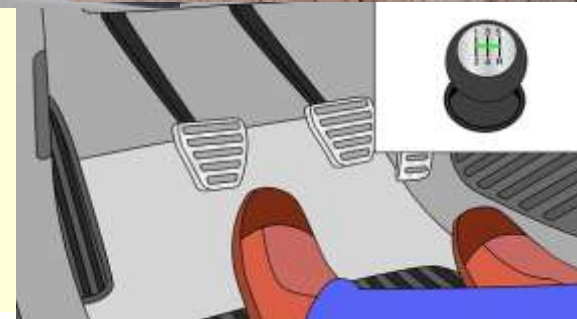


Autre exemple de recyclage neuronal :

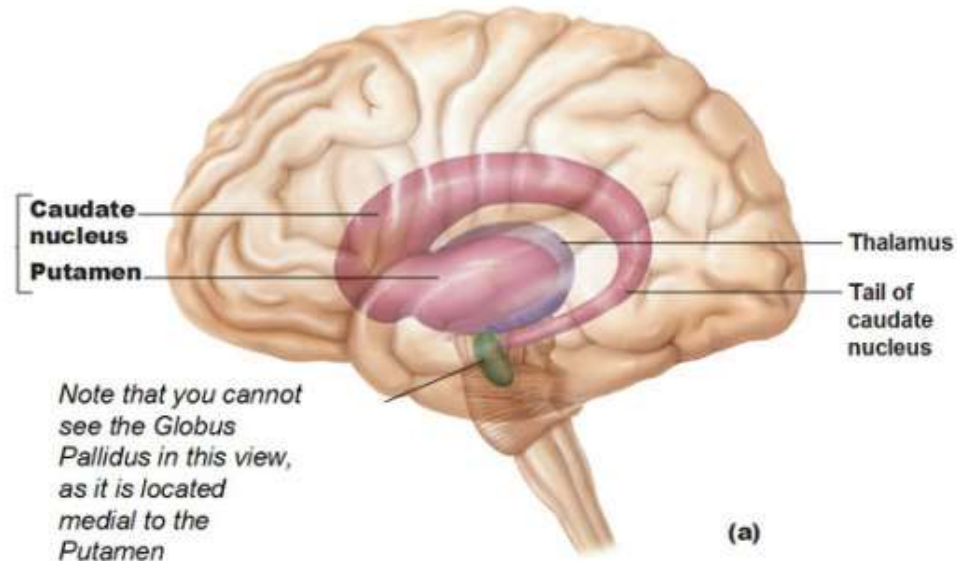


Comme la **mémoire procédurale** est impliquée dans l'apprentissage implicite par exemple de sequences ou de règles :

impliquée aussi dans l'apprentissage des **règles de grammaire**.



Basal Ganglia

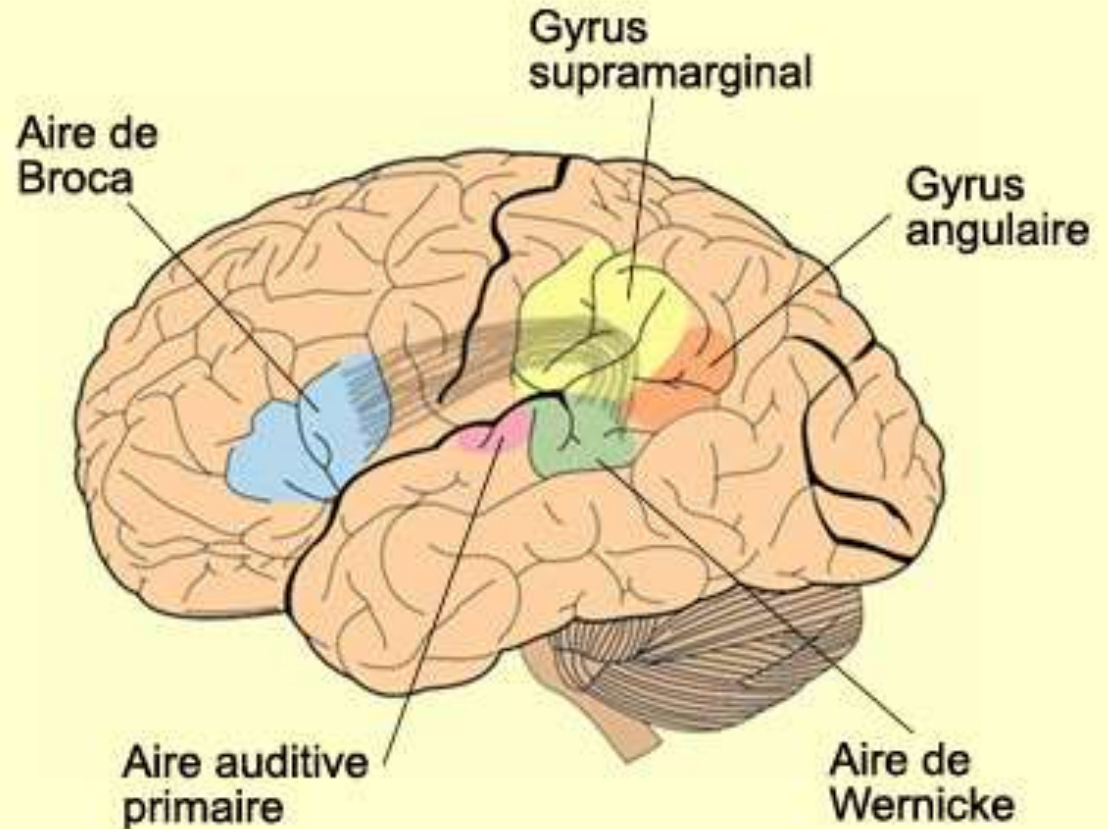


The Declarative/Procedural Model:
A Neurobiological Model of Language Learning, Knowledge, and Use

Michael T. Ullman (2016)

On a donc identifié certaines régions corticales de **l'hémisphère gauche** impliquées dans le langage.

92 à 96 % des **droitiers** ont leur hémisphère gauche spécialisé dans le langage.



Pour les **gauchers**, c'est un peu plus compliqué.

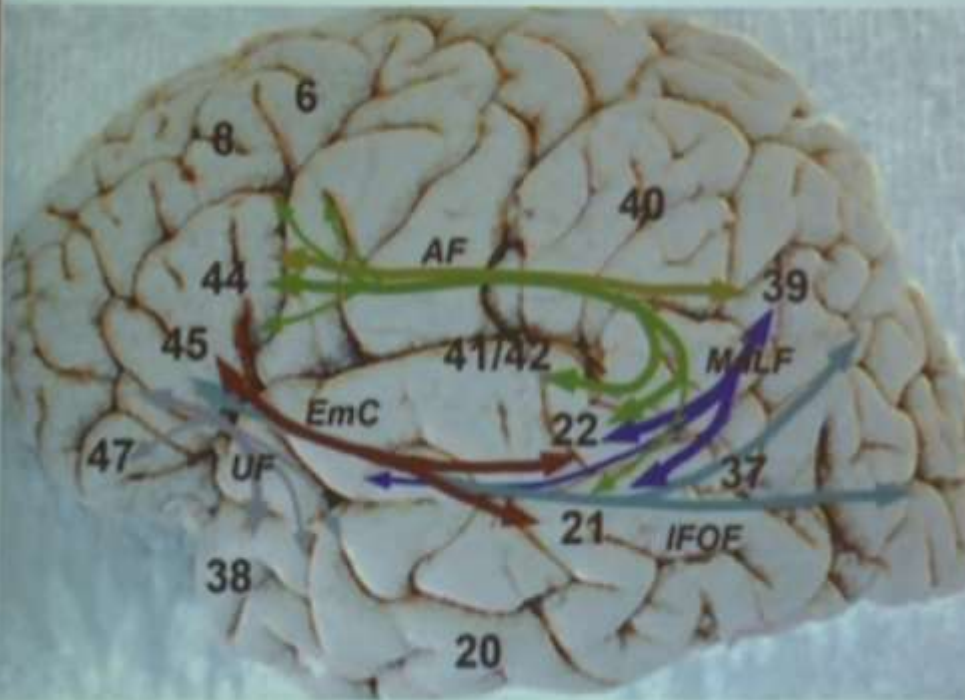
Dans certaines études, environ 70% des gauchers seraient latéralisés à gauche pour le langage, 15% à droite et 15% seraient ambilatéraux (les fonctions du langage sont réparties entre les deux hémisphères).

Dans d'autres, seulement 15% des gauchers sont latéralisés à gauche, 15% à droite et 70% sont ambilatéraux à divers degrés.

En fait, aujourd'hui on se rend compte que ces circuits sont beaucoup plus complexes les quelques aires initialement identifiés par **Broca** et **Wernicke**.

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.



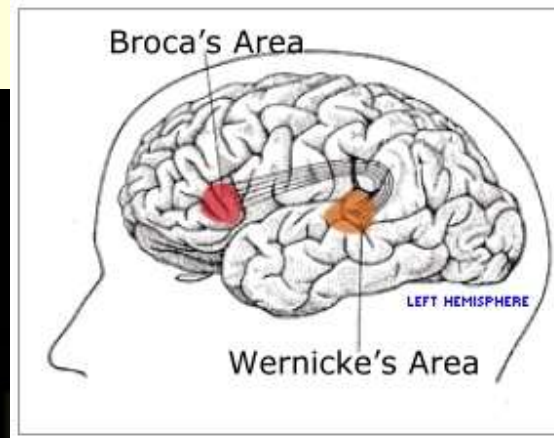
Trois principaux faisceaux de connexion fronto-temporale impliquant la « région de Broca »:

Faisceau arcué (*arcuate fasciculus*)

Capsule extrême

Faisceau unciné (*uncinate fasciculus*)

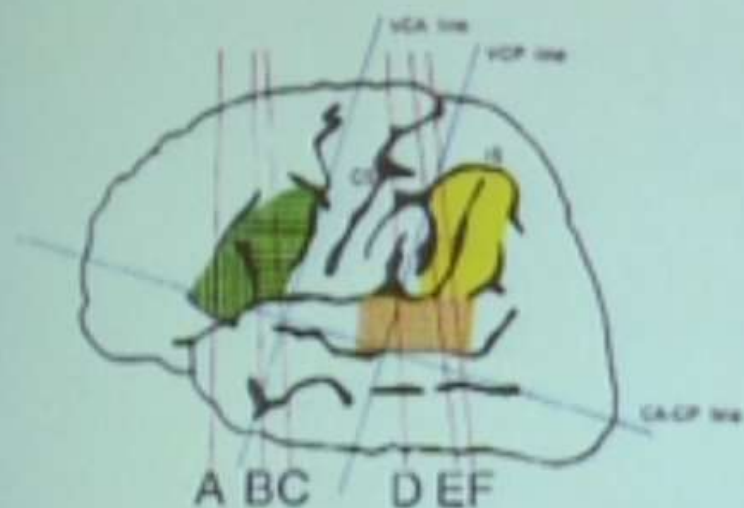
Fig. 4. Connectivity scheme of human language-related areas.



Stanislas Dehaene

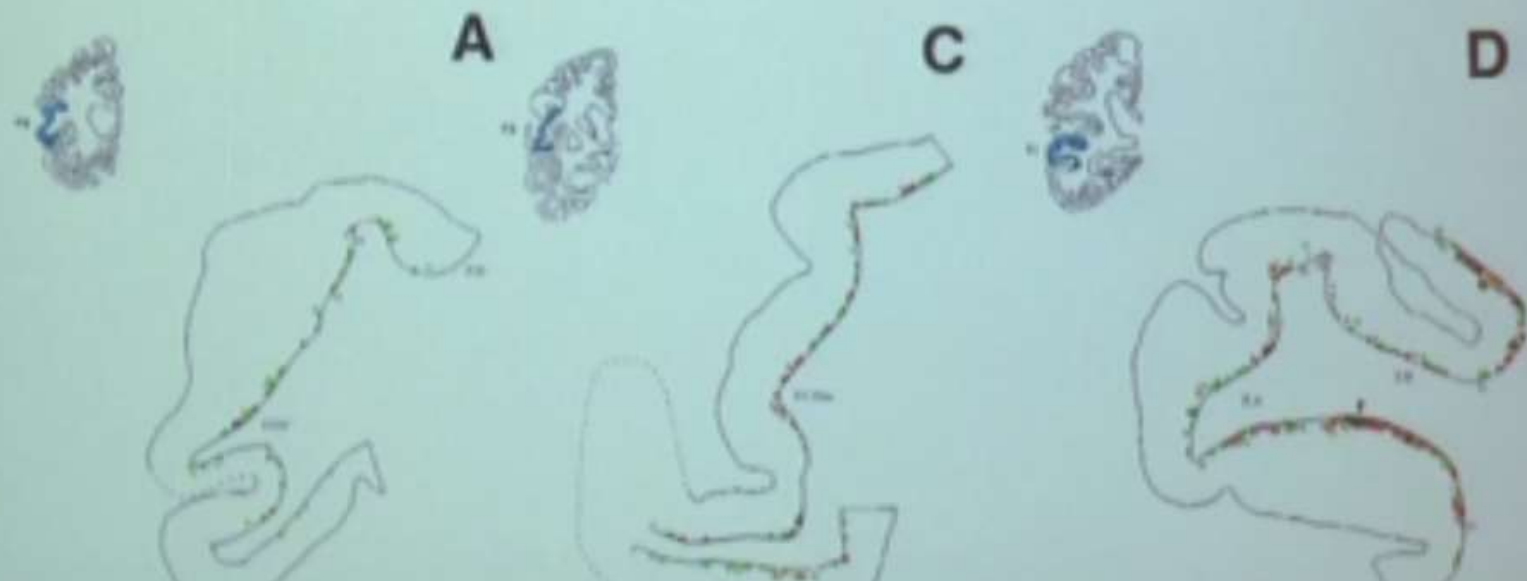
Les aires du langage reçoivent de nombreuses connexions à longue distance, y compris en provenance de l'hémisphère droit.

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

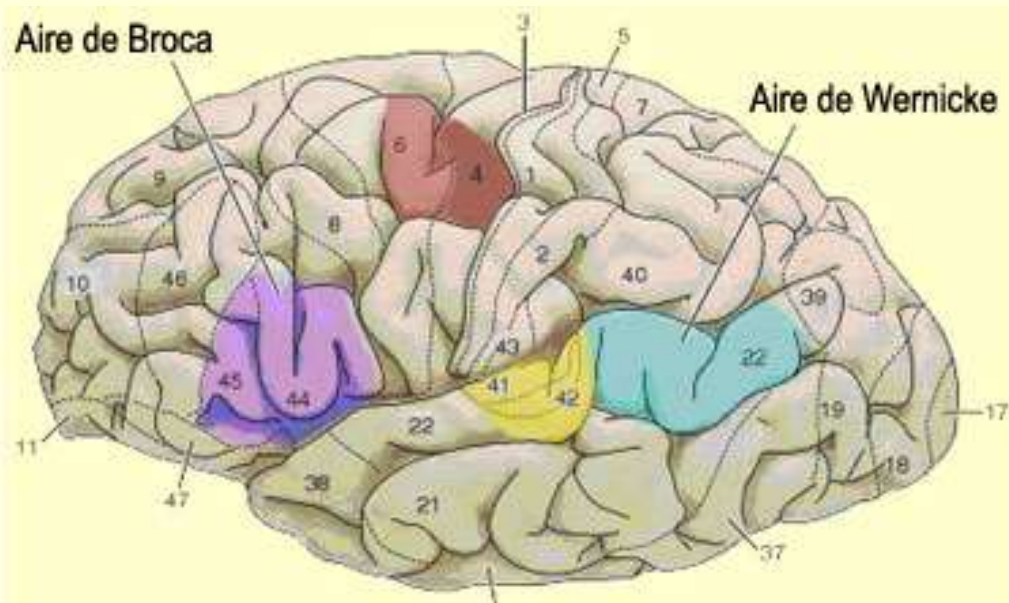


Examen post-mortem des terminaisons, supposément monosynaptiques, dans l'hémisphère gauche, en provenance d'une petite région occipito-temporale de l'hémisphère droit.

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



De plus, la notion même « d'aire du langage » doit être remise en question.



Une méta-analyse de 3 222 études d'imagerie cérébrale effectuée par Russell Poldrack en 2006 montre que l'aire de Broca, typiquement associée au langage, est plus fréquemment activée dans des tâches non langagières que dans des tâches liées au langage !

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

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

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

[Parler sans aire de Broca](#)

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



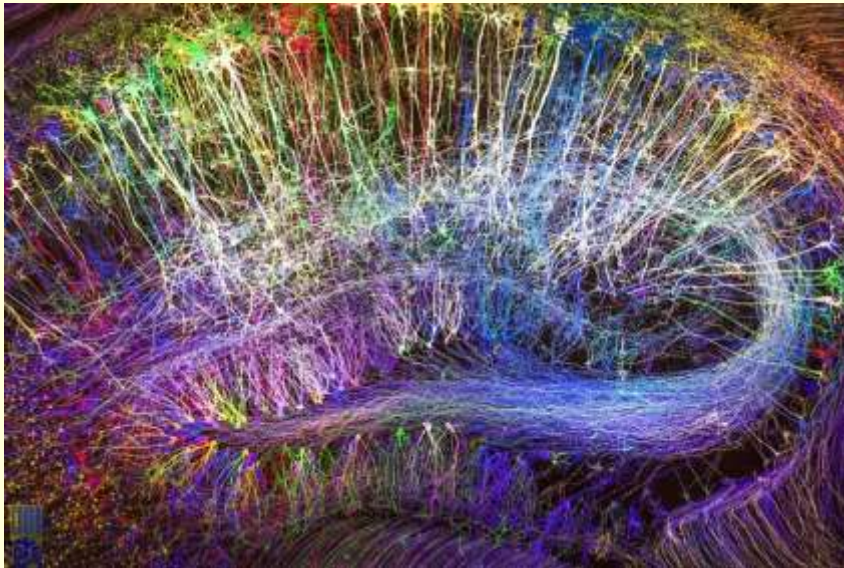
Cela dit, ce n'est pas parce qu'il y a très peu de chance de trouver des « centre de » quoi que ce soit dans le cerveau que l'on ne peut pas y trouver des structures cérébrales bien **différenciées** avec circuits neuronaux capables d'effectuer des calculs particuliers.

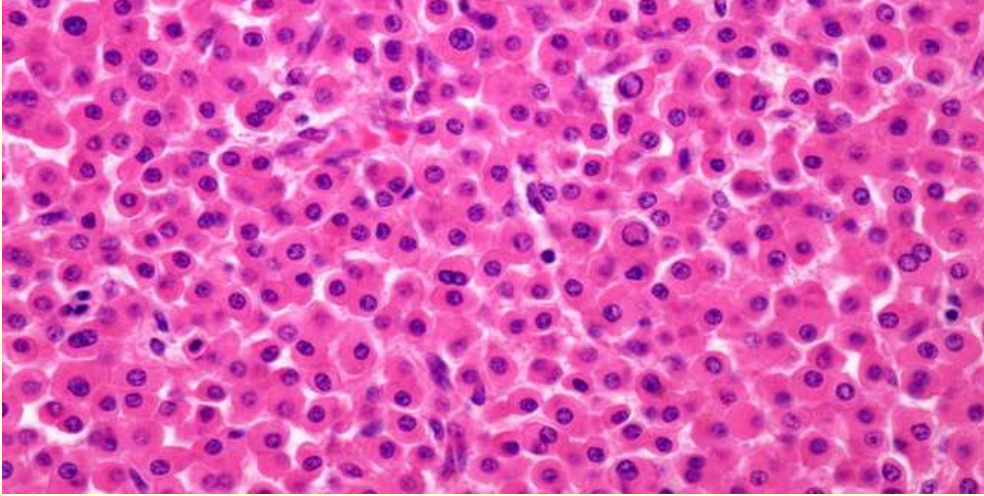
Car on trouve effectivement beaucoup de ces structures aux **capacités computationnelles particulières** mais auxquelles on ne peut accoler une étiquette fonctionnelle unique, comme les circuits de

l'hippocampe

ou du

cervelet.





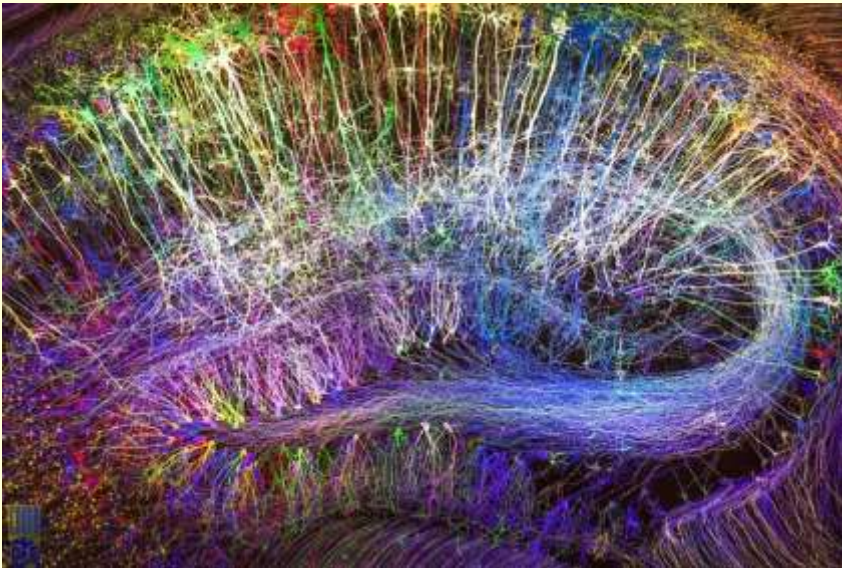
En comparaison, les cellules du foie se ressemblent toutes et sont réparties de façon homogène dans le foie.

Plutôt monotone à côté du cerveau !

l'hippocampe

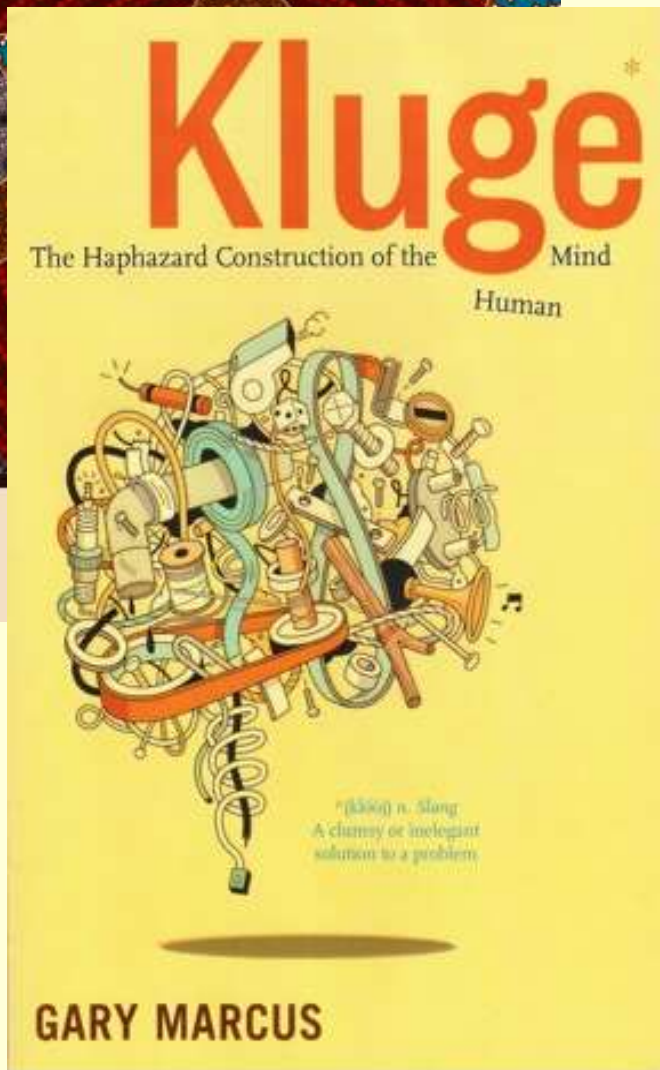
ou du

cervelet.



AFTER PHRENOLOGY

Neural Reuse and the Interactive Brain



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).

« **Recyclage neuronal** »



Plan

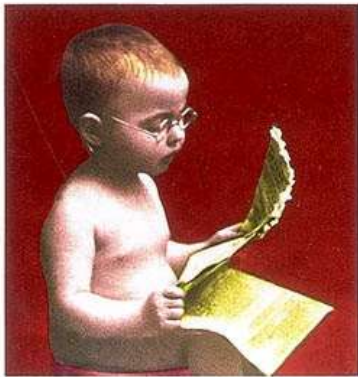
- Intro : notre « cerveau – corps – environnement »
- L'origine évolutive du langage
- **Abc de la neurobiologie de la lecture**
- L'hypothèse du recyclage neuronal pour la lecture
- [Pause]
- Deux bémols
- Simulation mentale et lecture
- L'analogie, cœur de la pensée

Qu'est-ce que lire ?



STANISLAS DEHAENE

LES NEURONES
DE LA LECTURE



préface de
Jean-Pierre Changeux



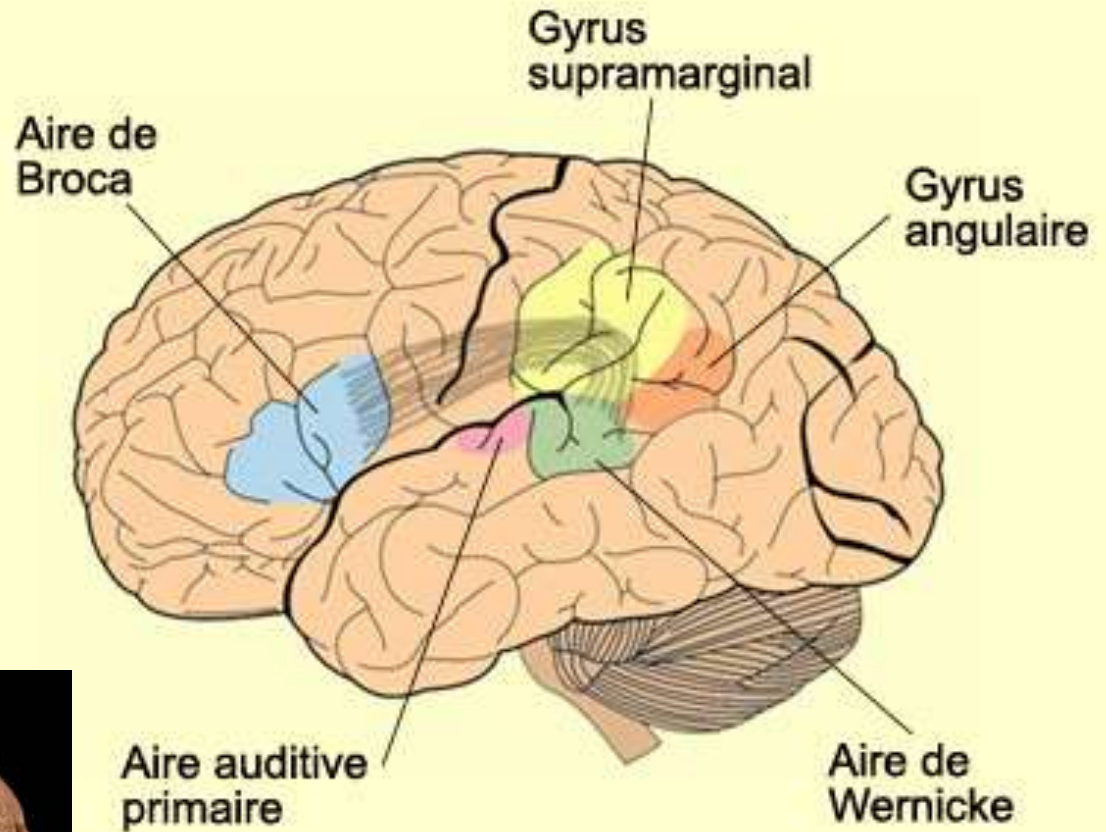
(2007)



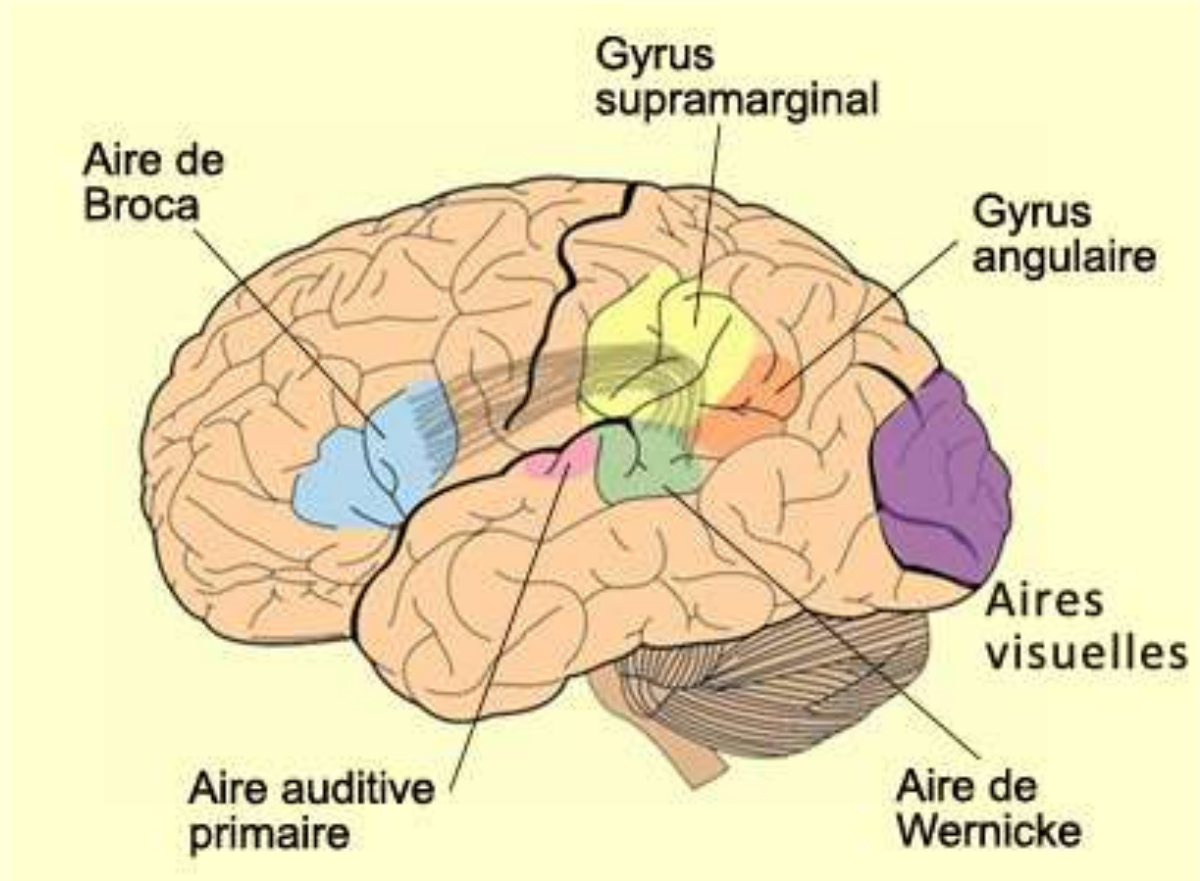
Qu'est-ce que lire pour un neurobiologiste ?

C'est rendre
accessibles les ces
régions impliquées
dans le langage...

(situées dans
l'hémisphère gauche
pour la majorité
des gens)



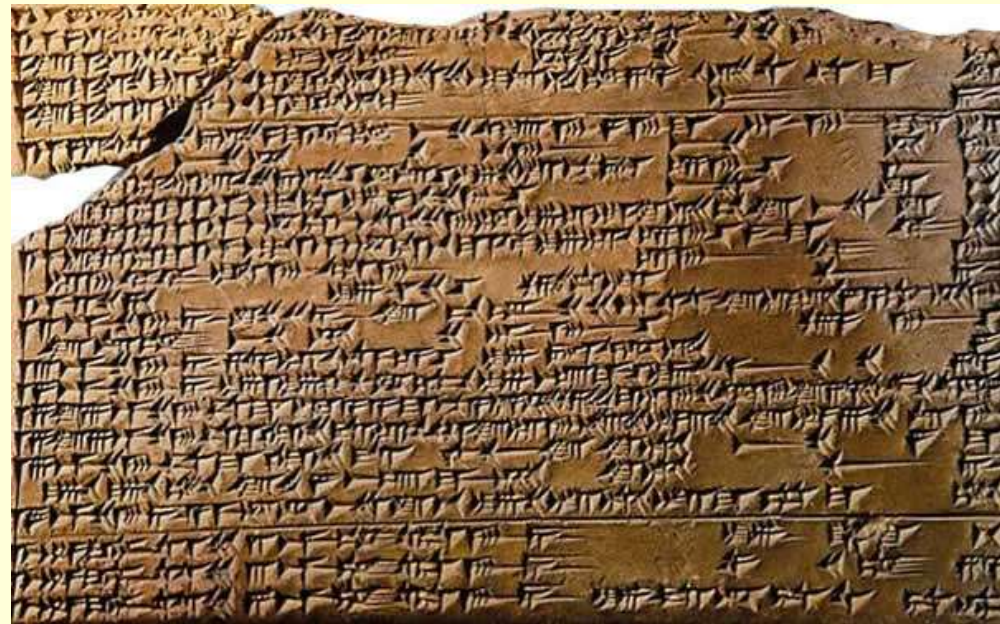
...par les
aires visuelle !





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

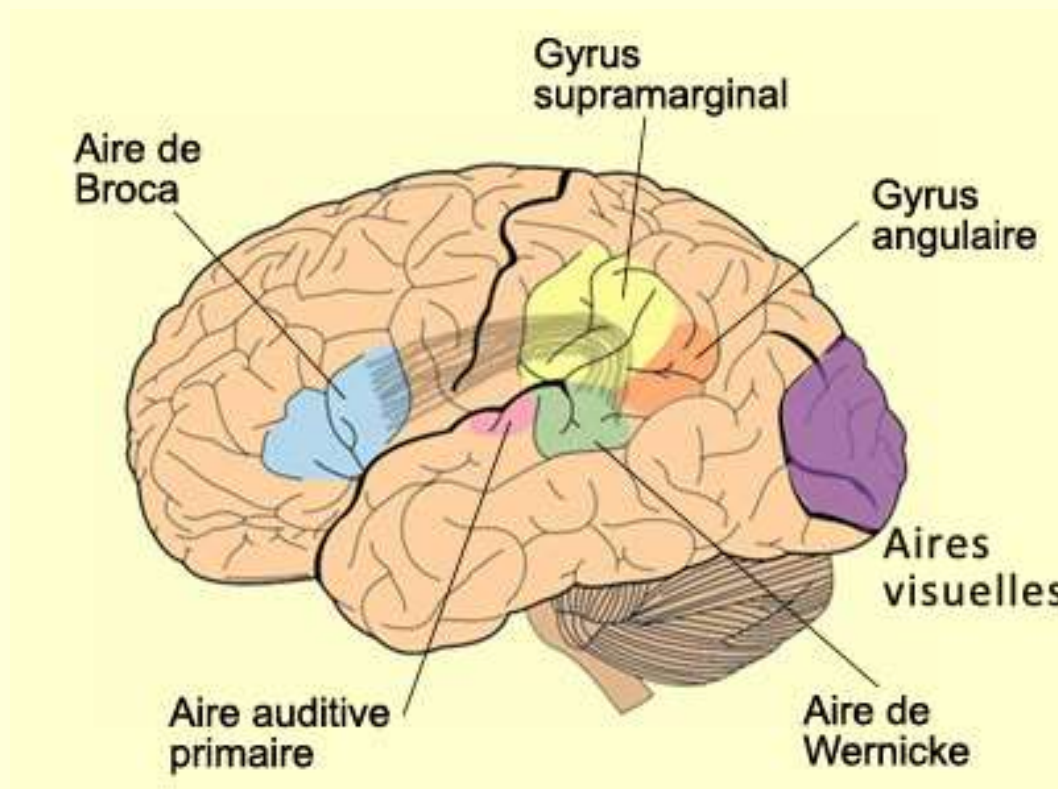
(quelques milliers d'années seulement)



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 ?



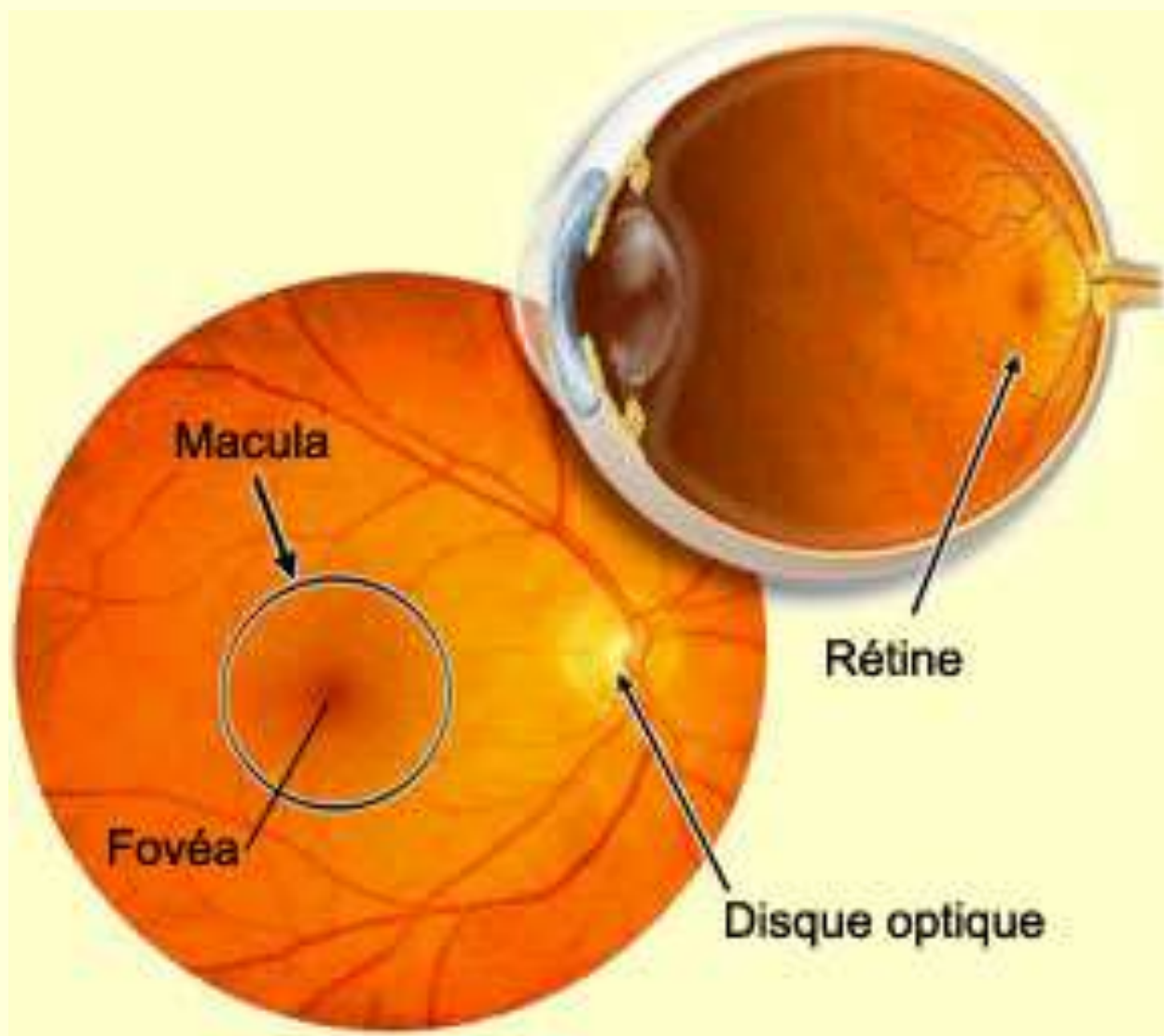
Ce que nous voyons d'une page de Proust...

Il n'y a peut-être pas de jours de notre enfance que nous avons
placés devant nous que ceux que nous avons cru laisser sans les voir,
que nous avons passés avec un livre préféré. Tout ce que, semblés à
compléter pour les autres, et que nous écartions comme un obstacle
religieux à un plaisir divin : le jeu pour lequel un seul regard nous a

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

Sere, Marendaz & Herault, Perception (2000)

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

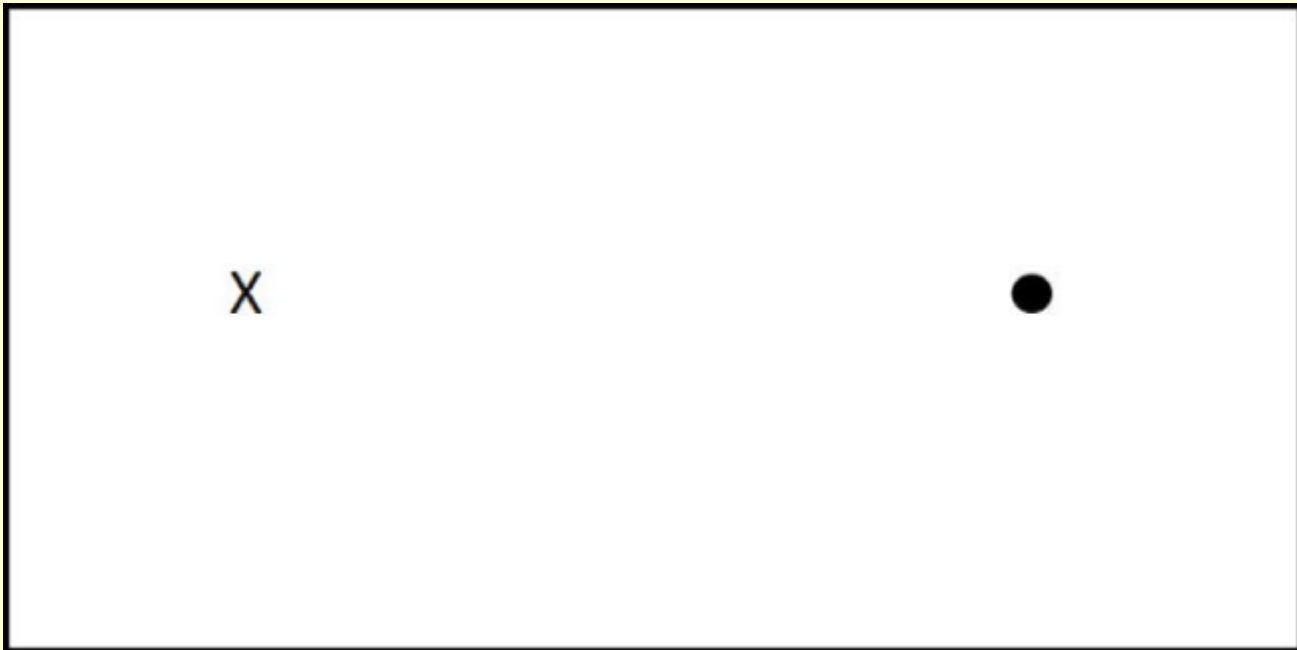


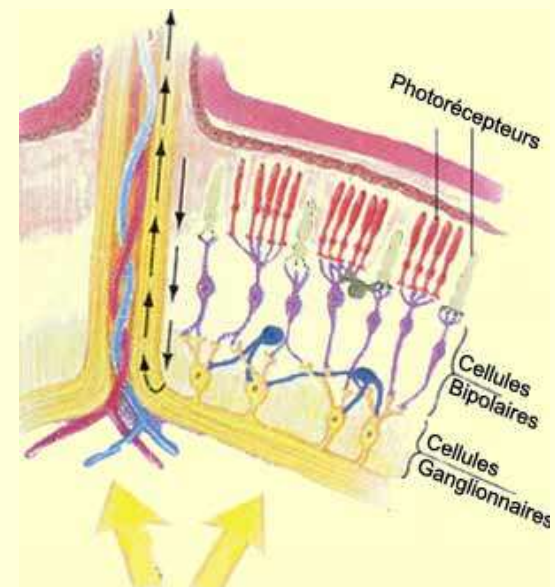
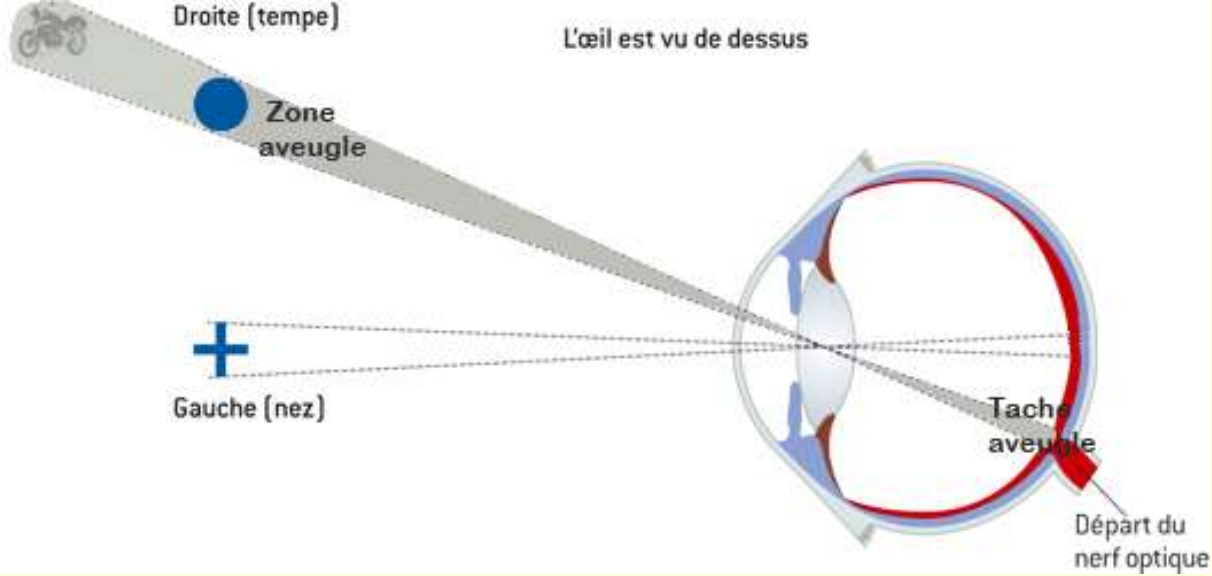
Cachez votre oeil gauche.

Fixez la croix et uniquement la croix avec l'oeil droit.

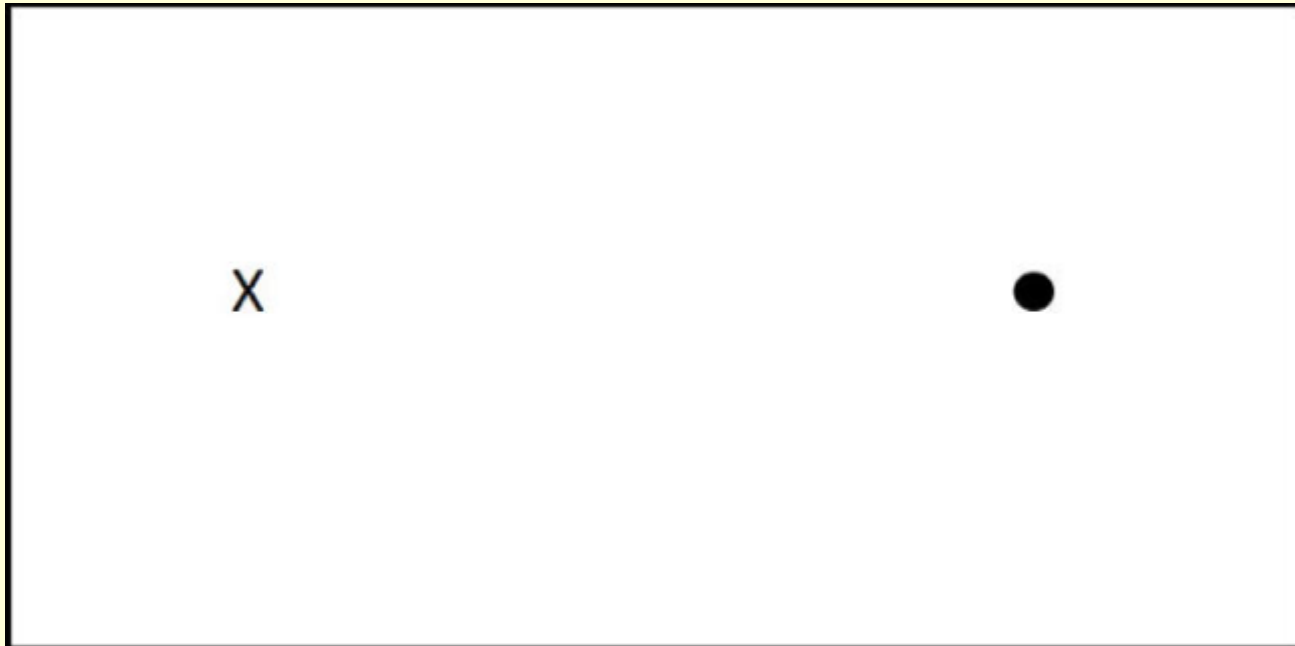
Approchez-vous à environ 30 cm de votre écran.

Lorsque le rond disparaît vous avez trouvé la **tâche aveugle**.





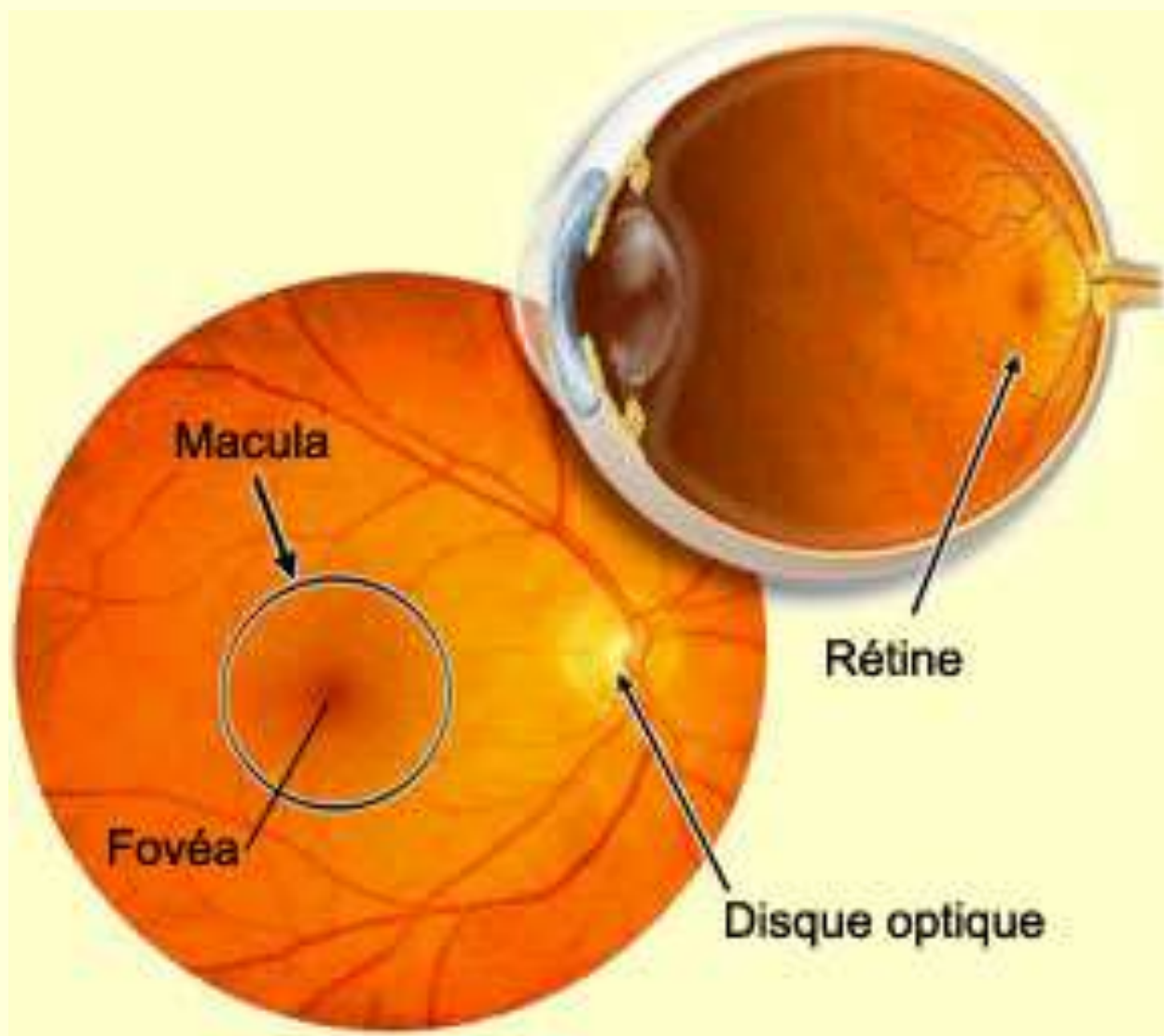
Il y a des choses que nous ne voyons pas que nous ne voyons pas !

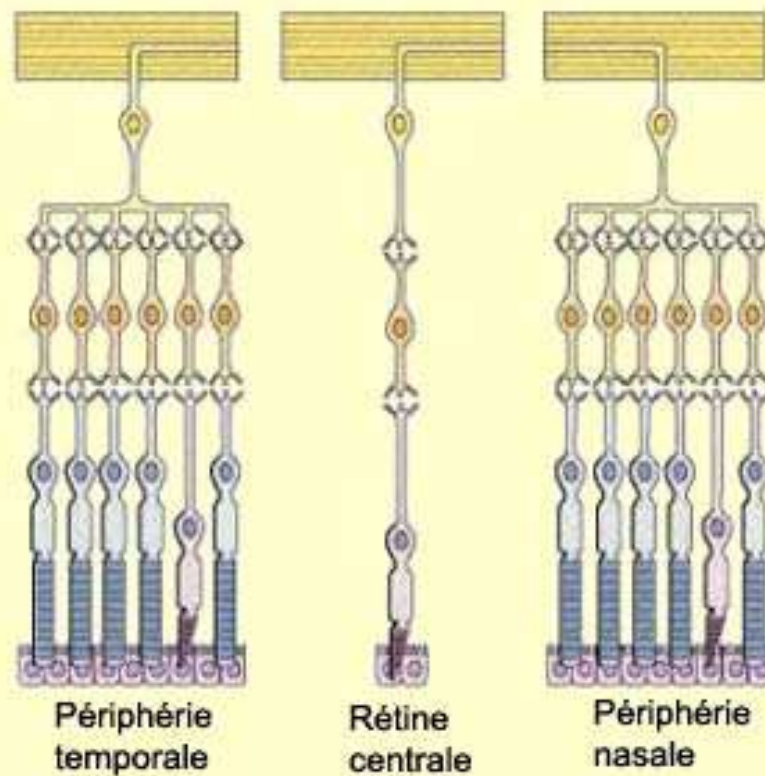
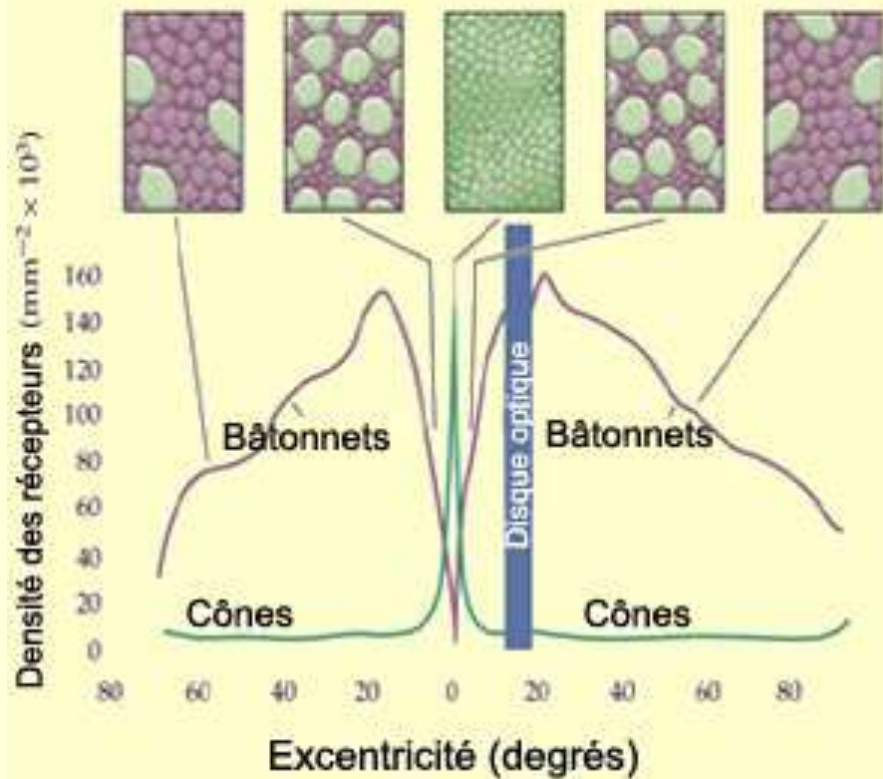
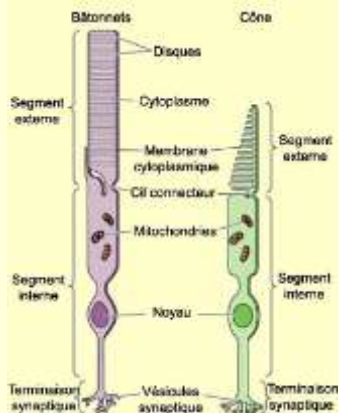


Il y a des choses que nous ne voyons pas que nous ne voyons pas !



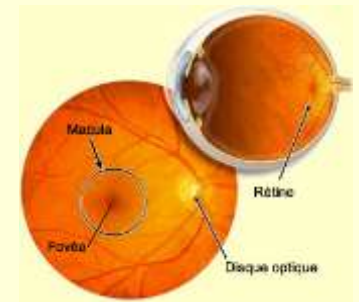
Il y a des choses que nous ne voyons pas que nous ne voyons pas !





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.

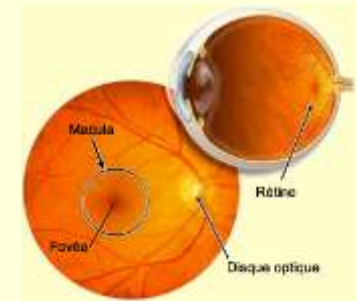


C'est pour cela que **notre regard doit se déplacer constamment quand nous lisons.**

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 hört 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.

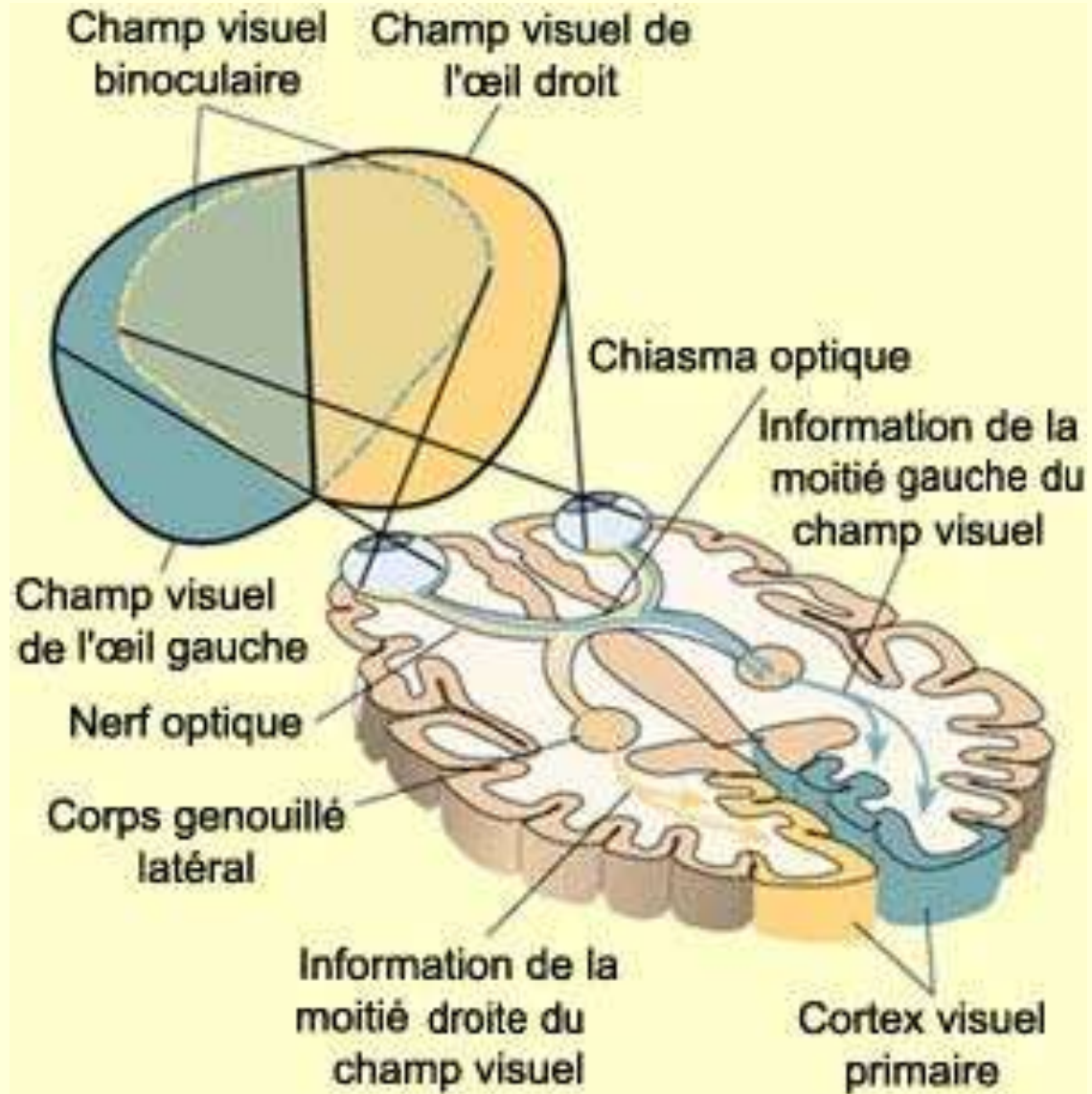
En fait, nous n'identifions vraiment que de **dix à douze lettres par saccade:**

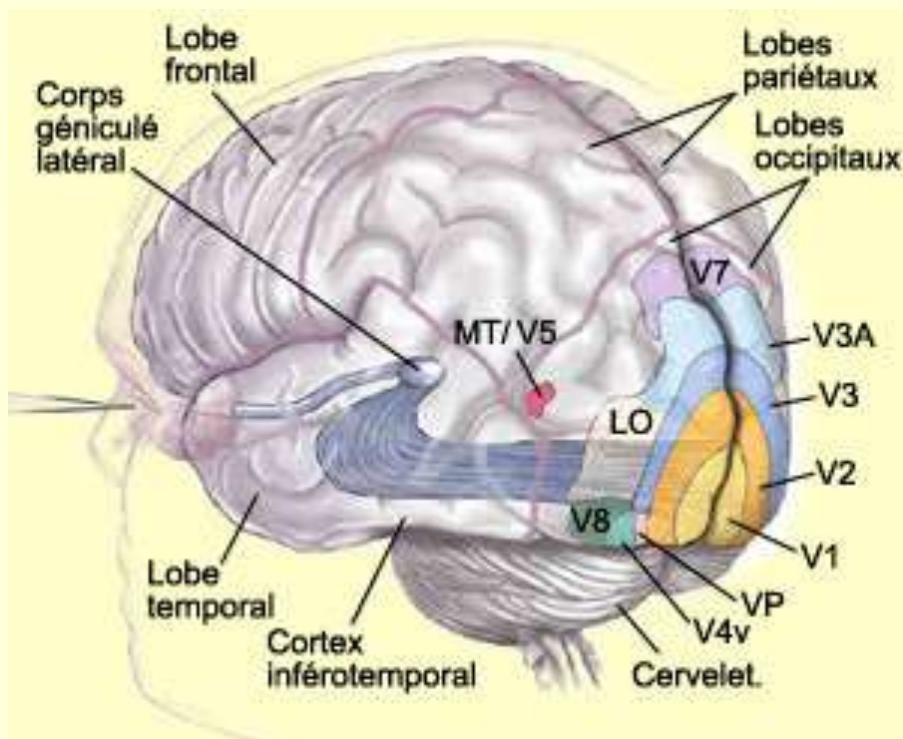
trois ou quatre lettres à gauche du centre du regard,
et sept ou huit lettres à droite.

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.

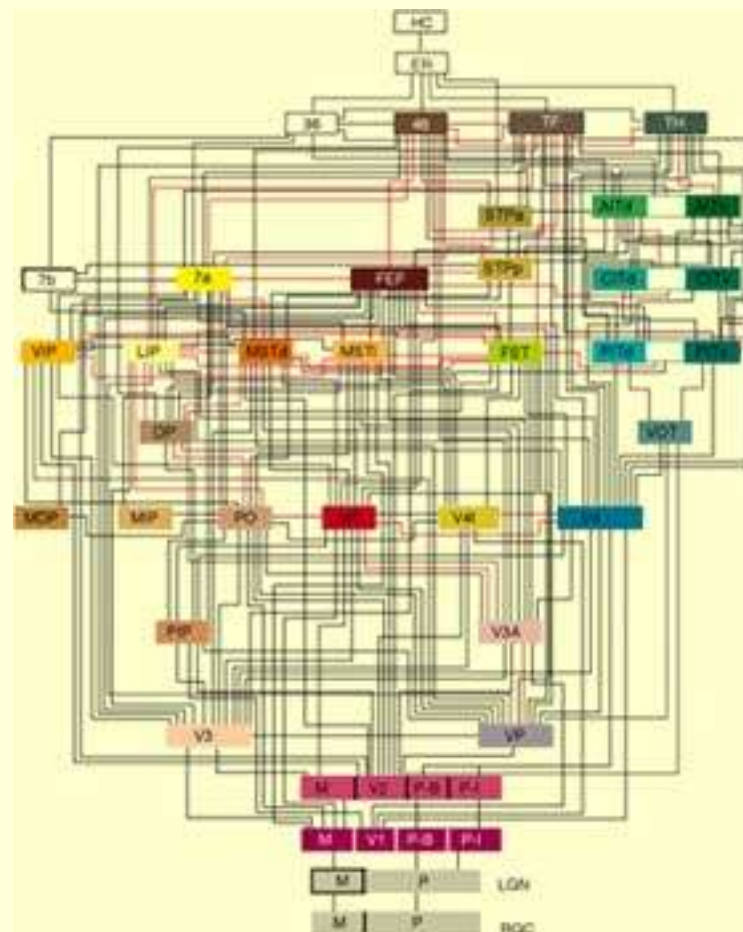
Ensuite:

De la rétine
au cortex
visuel

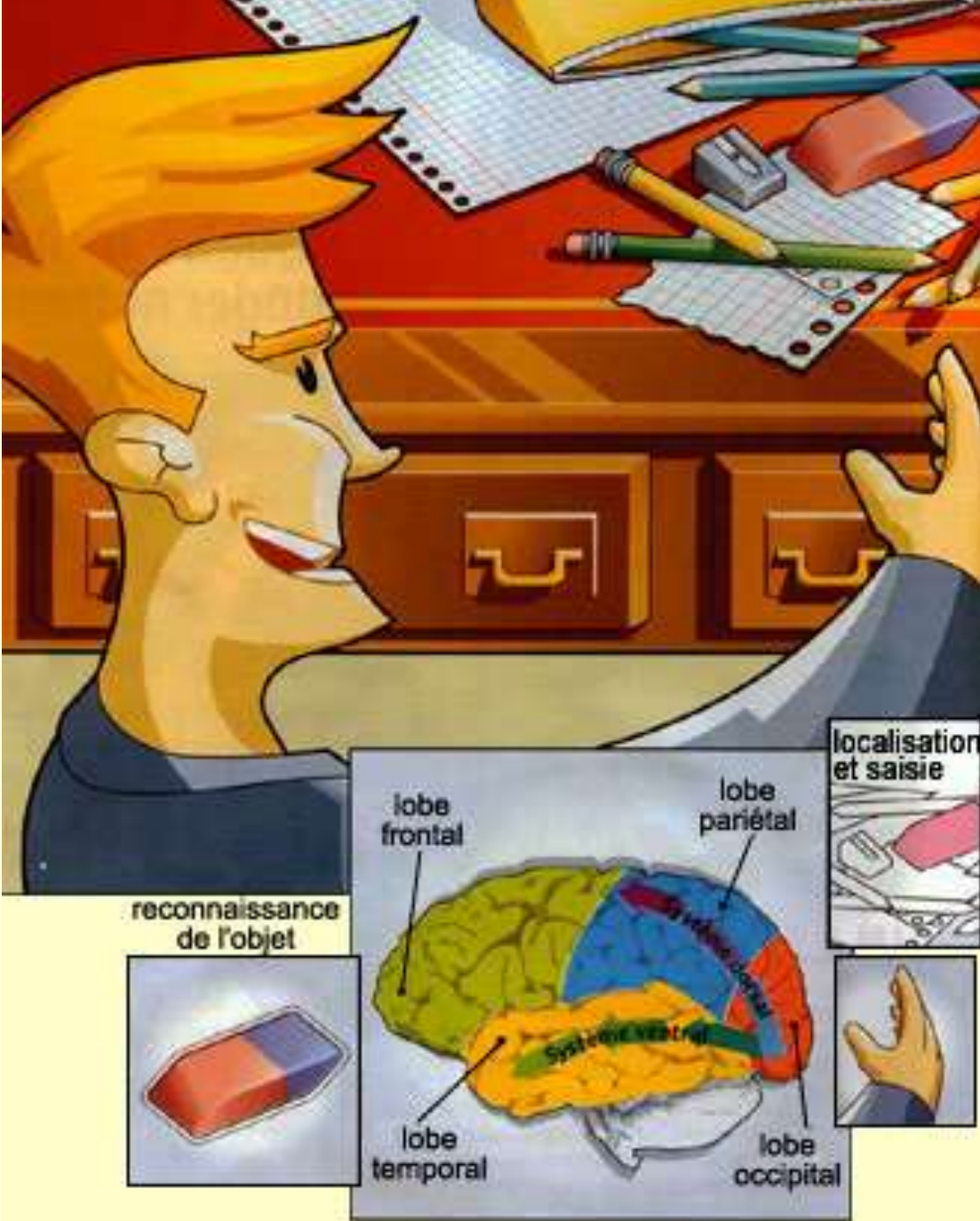




Quelques grandes aires visuelles dans le cortex occipital.



Felleman and Van Essen's Circuit Diagram of the Macaque Brain as of December 1990



Voie ventrale et dorsale.

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

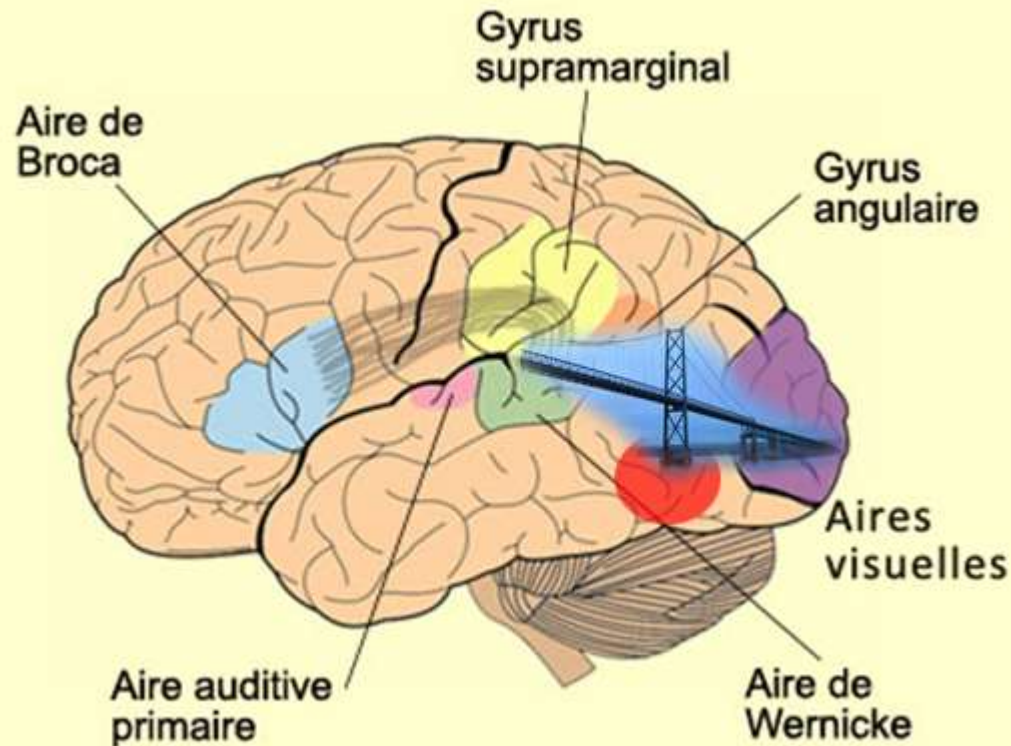
Donc... durant la lecture, comment le cerveau parvient-il à **donner accès aux aires du langage par les aires visuelles ?**

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

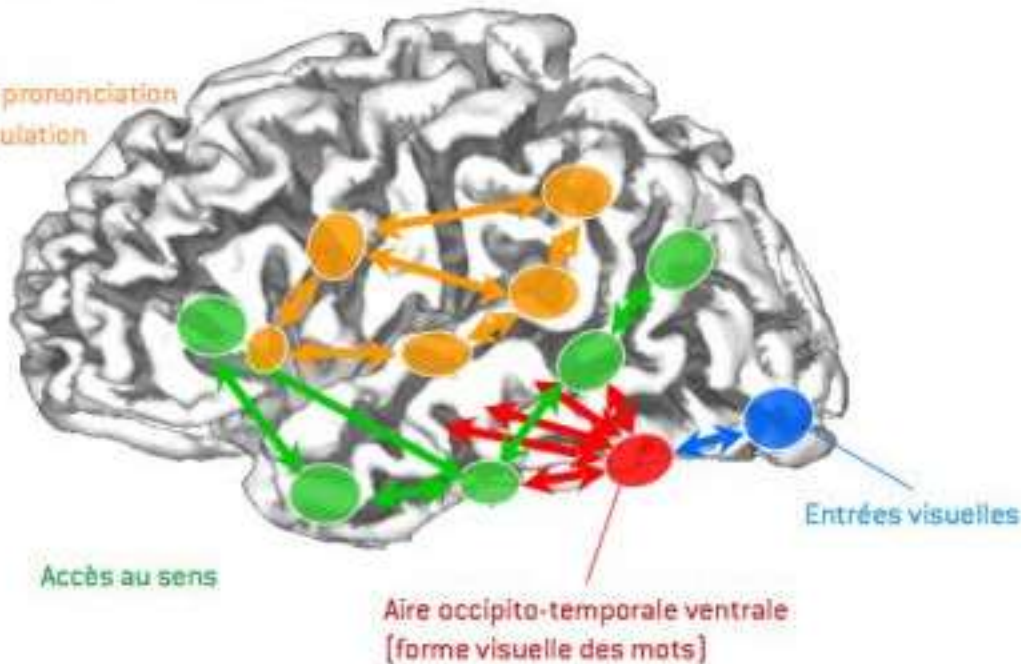
cette région clé pour la reconnaissance visuelle des mots

(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



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

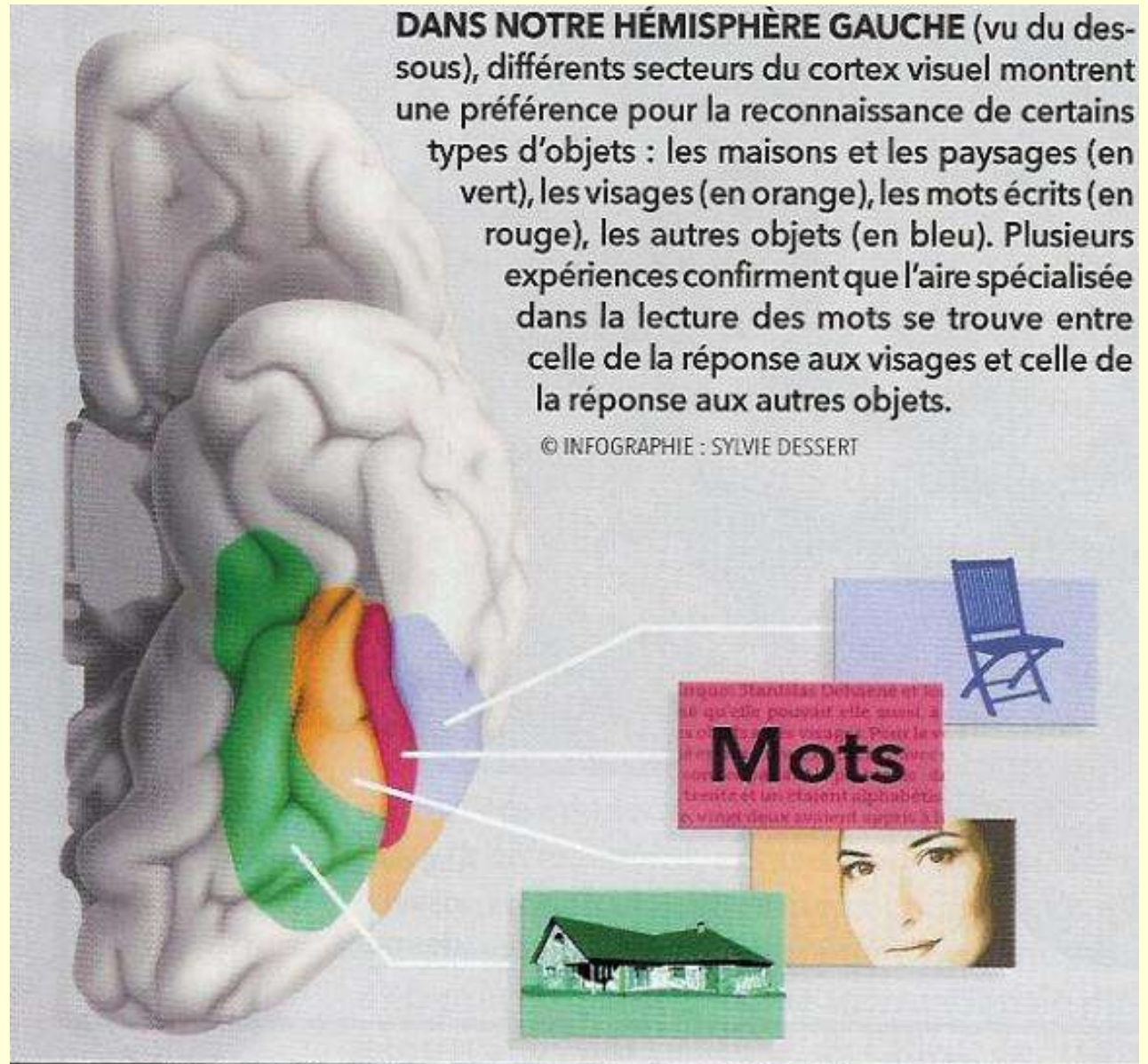
puis vers **170 ms** elle s'étend à la région **occipito-temporale gauche**.

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

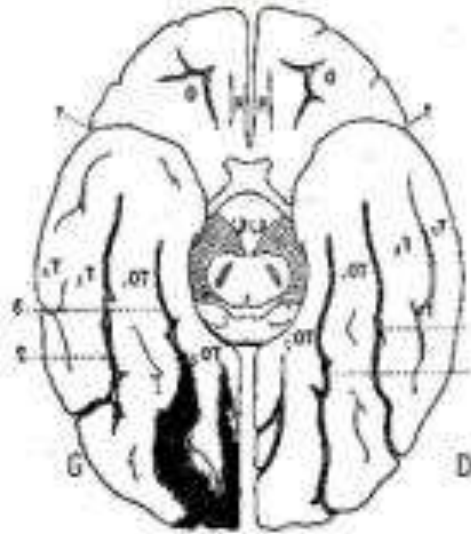
la voie ventrale de la vision dans le

cortex ventral occipito-temporal gauche.

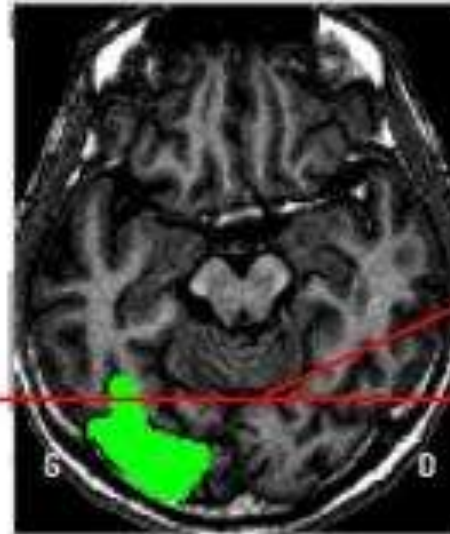


La lésion de cette région entraîne une « alexie pure »

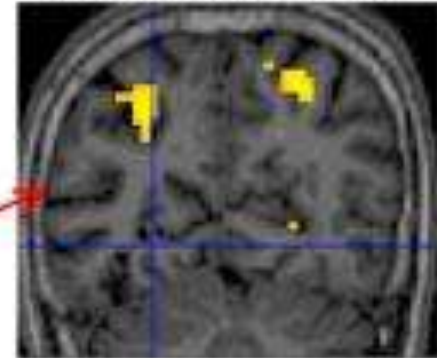
Déjerine, 1892



Cohen et al, 2002



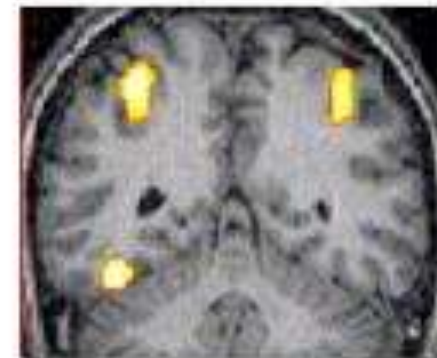
Lecture chez le patient



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

Plan

- Intro : notre « cerveau – corps – environnement »
- L'origine évolutive du langage
- Abc de la neurobiologie de la lecture
- **L'hypothèse du recyclage neuronal pour la lecture**
- [Pause]
- Deux bémols
- Simulation mentale et lecture
- L'analogie, cœur de la pensée

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

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

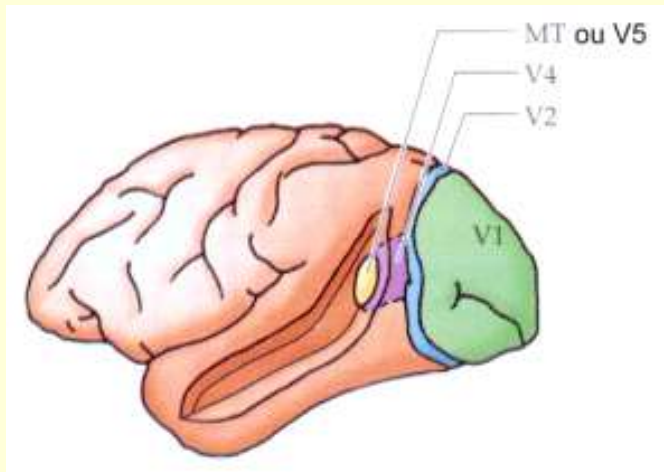
pour l'adapter à la reconnaissance des formes **des lettres des systèmes d'écriture**.



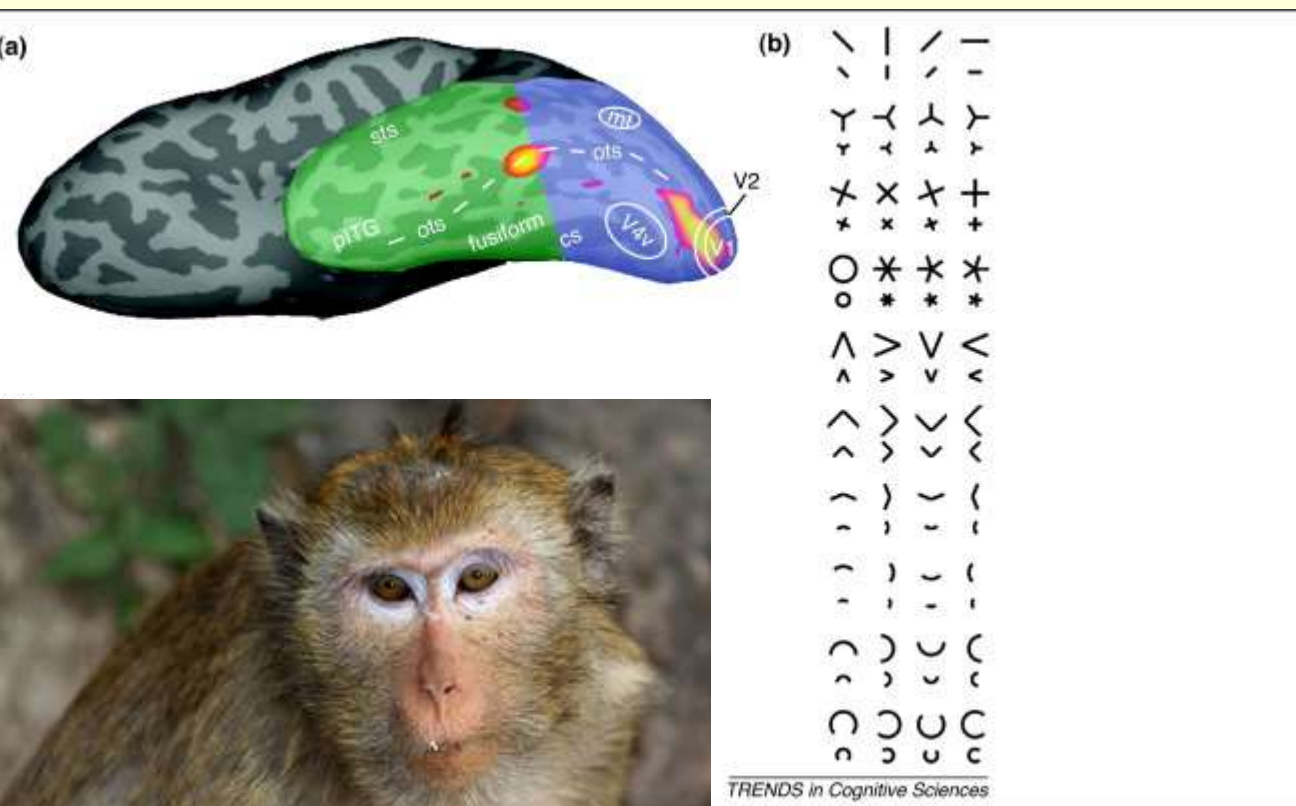
Chez le singe macaque :



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



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



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

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

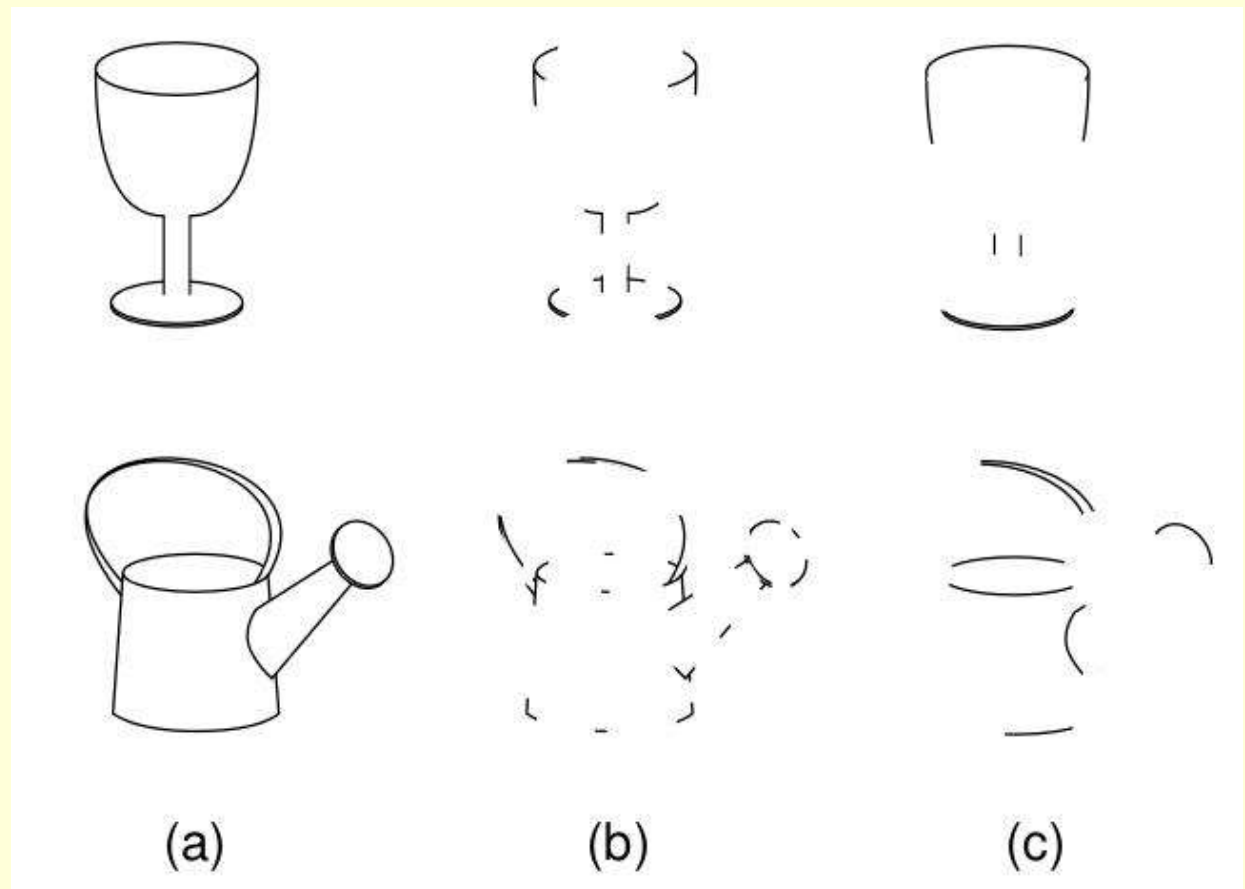


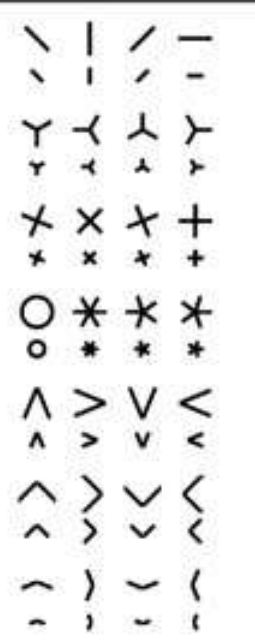
Chez l'humain aussi, ces formes sont très importante dans la reconnaissance visuelle.

Irving Biederman, **1987**.

Il est plus **facile** de reconnaître un dessin si l'on cache de longues sections des lignes du dessin (b)

que si l'on cache seulement les intersections de ces lignes (c).





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

Si cette histoire est vraie, on devrait trouver que beaucoup de ces formes se retrouvent dans toutes les écritures du monde

(i.e. qu'il y a des invariants transculturels)

؟ "دوكِ نوِي" ةد حوملا ةرفشلا يه ام
並 丫 中 夊 丰 卩 串 弗 丸 丹 主 井 义
कम्प्यूटर, मूल रूप से, नंबरों से सम्बंध रखते हैं। ये प्रत्येक
The quick brown fox jumped over the lazy dog
אבגדהוזחטיךכלםנסעףקצקרשת"וייוו"ת
กขฃคฅฉงจฉฌญฎฏฐฑฒณดตถทธนบ

Si cette histoire est vraie, on devrait trouver que beaucoup de ces formes se retrouvent dans toutes les écritures du monde

(i.e. qu'il y a des invariants transculturels)

Une étude de l'institut Caltech en Californie a pris un très grand nombre d'écritures dans le monde et a compté combien de fois on trouve des jonctions particulières (ex. L, T, X (avec leur rotation)).

Elle constate une régularité remarquable dans la distribution de ces traits pour toutes les langues ($L > T > X$).

Une régularité qu'on ne retrouve pas au hasard (gribouillage sur feuille de papier, allumettes lancées au hasard, etc).

Mais une régularité statistique qu'ils retrouvent cependant dans les images de la nature !

Il semble donc que le système visuel humain,
adapté pour bien discriminer les objets dans le monde naturel,

a contraint les possibilités d'écriture des lettres de manière universelle dans toutes les cultures, de manière à rendre ces lettres reconnaissables de manière optimale par notre cerveau lors de la lecture.

؟ "دوڪَ نوِي" ةدحوما ةرفشلا يه ام

並 丫 中 夊 丰 卩 串 弗 丸 丹 主 井 义

कम्प्यूटर, मूल रूप से, नंबरों से सम्बंध रखते हैं। ये प्रत्येक

The quick brown fox jumped over the lazy dog

אבגדהוזחטיךכלםמנסעףקצקרשקו"י"י"ו"ו"ת"ש"ק"צ"ף"ע"ס"נ"מ"ל"כ"ך"י"ט"ז"ה"ו"ה"ד"ג"ב"א

กขฃคฅฉงจฉฌญฎฏฐฑฒณดตถทธนบ

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...)

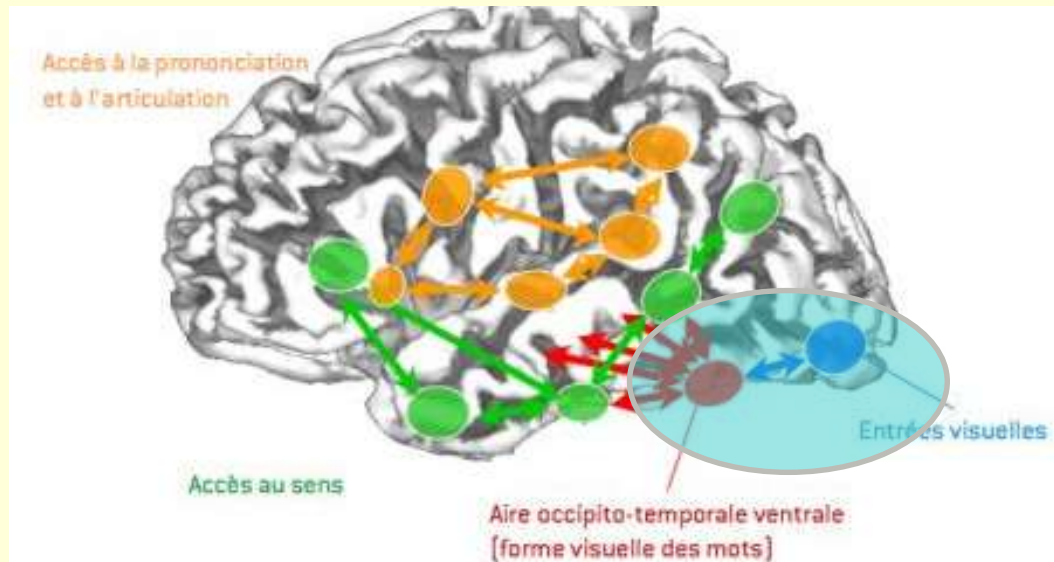
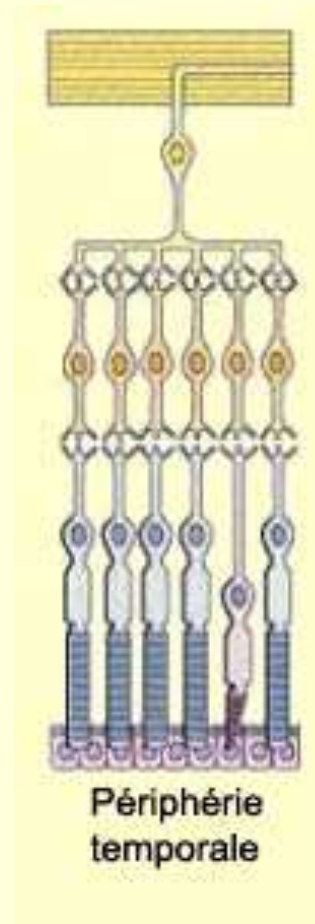
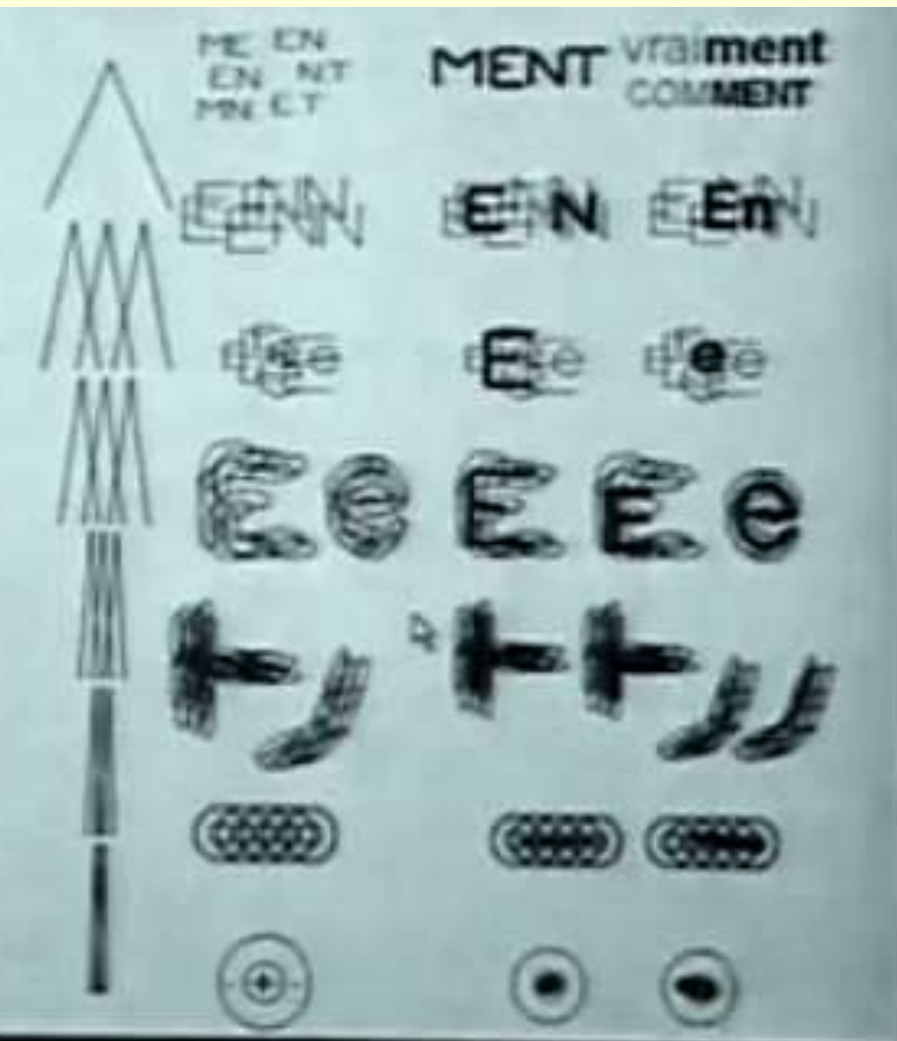


Schéma hiérarchique pour le traitement des mots lus dans les aires visuelles.



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 »

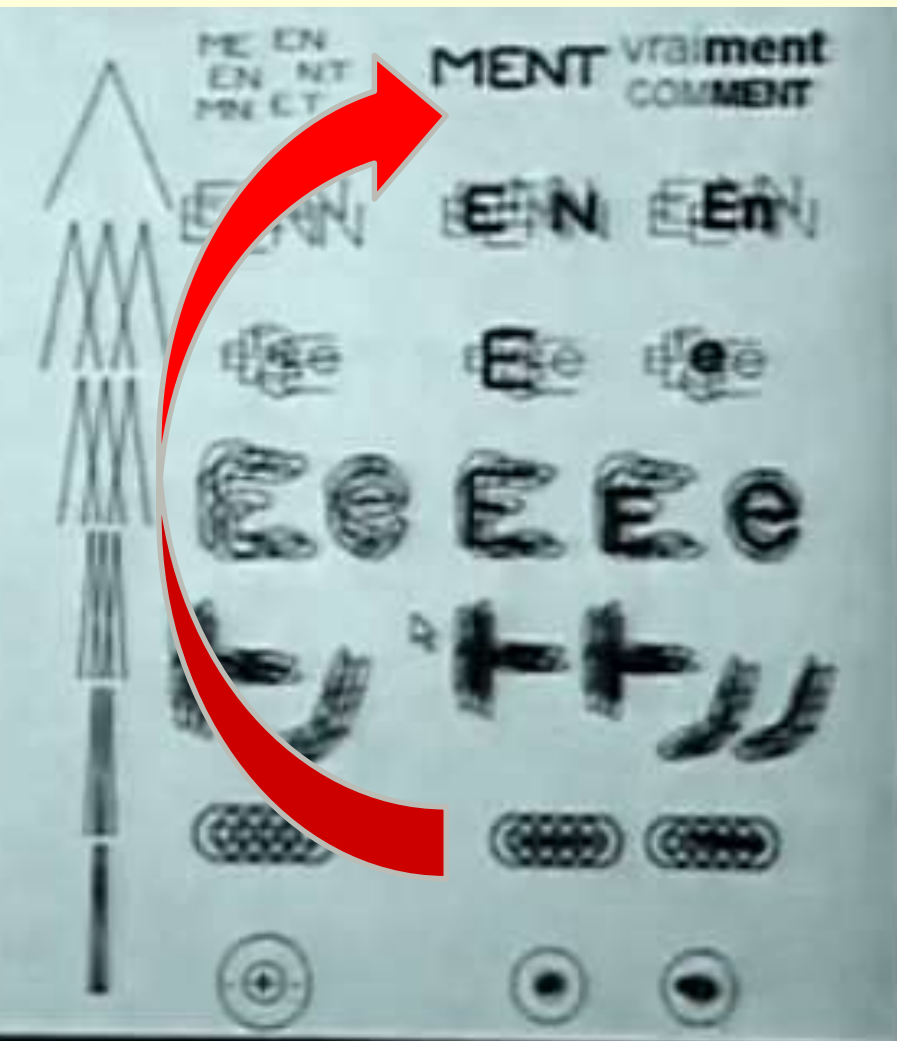
la même chose mais indépendamment de la forme (majuscule ou minuscule...),

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)

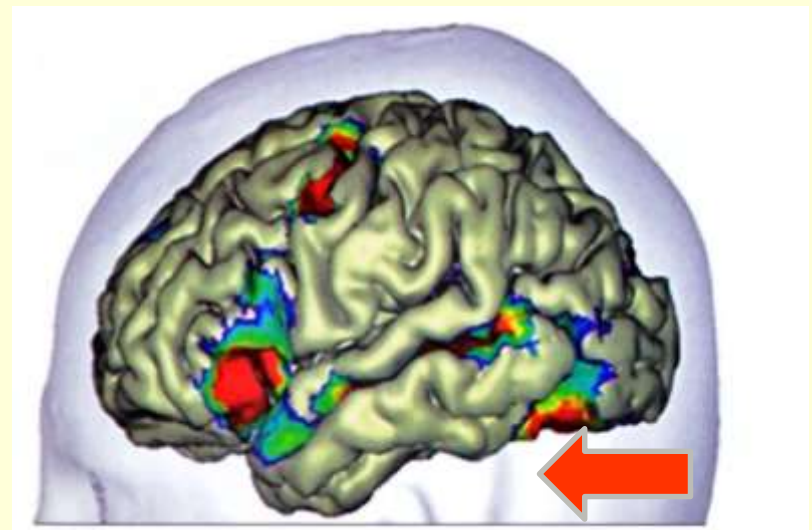
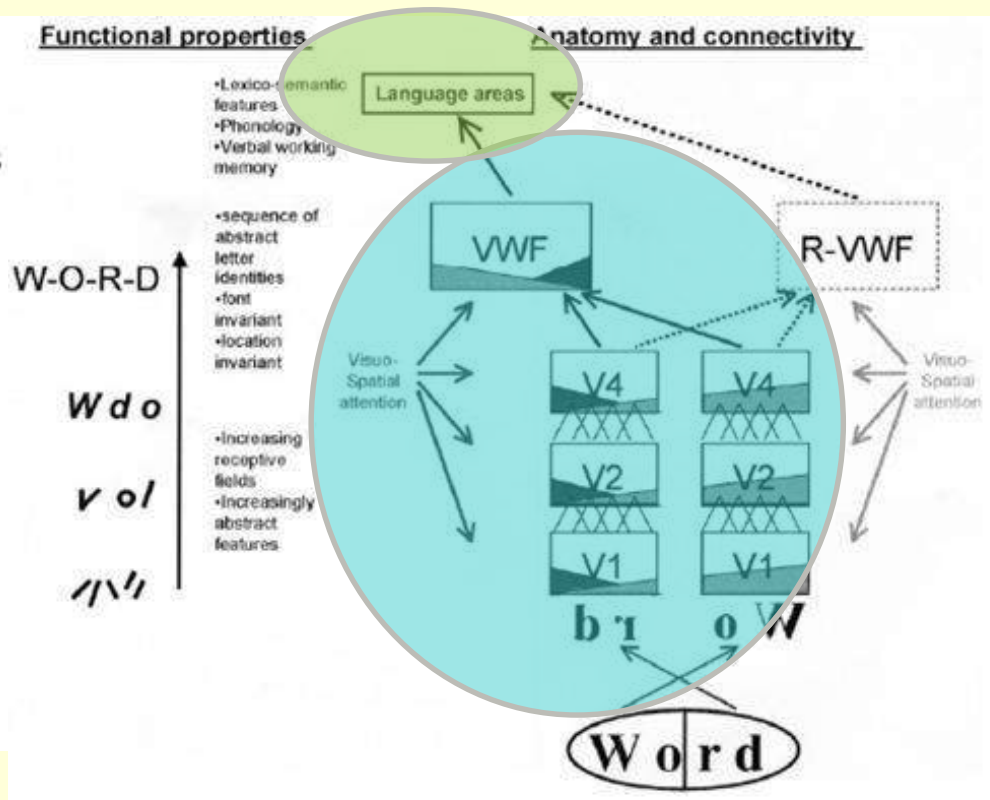
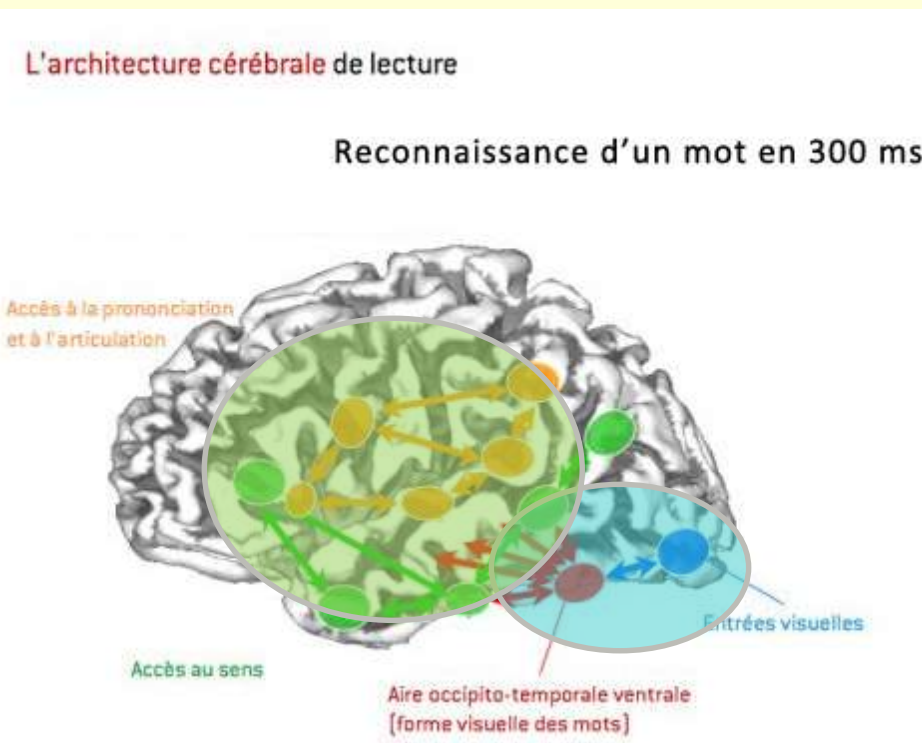
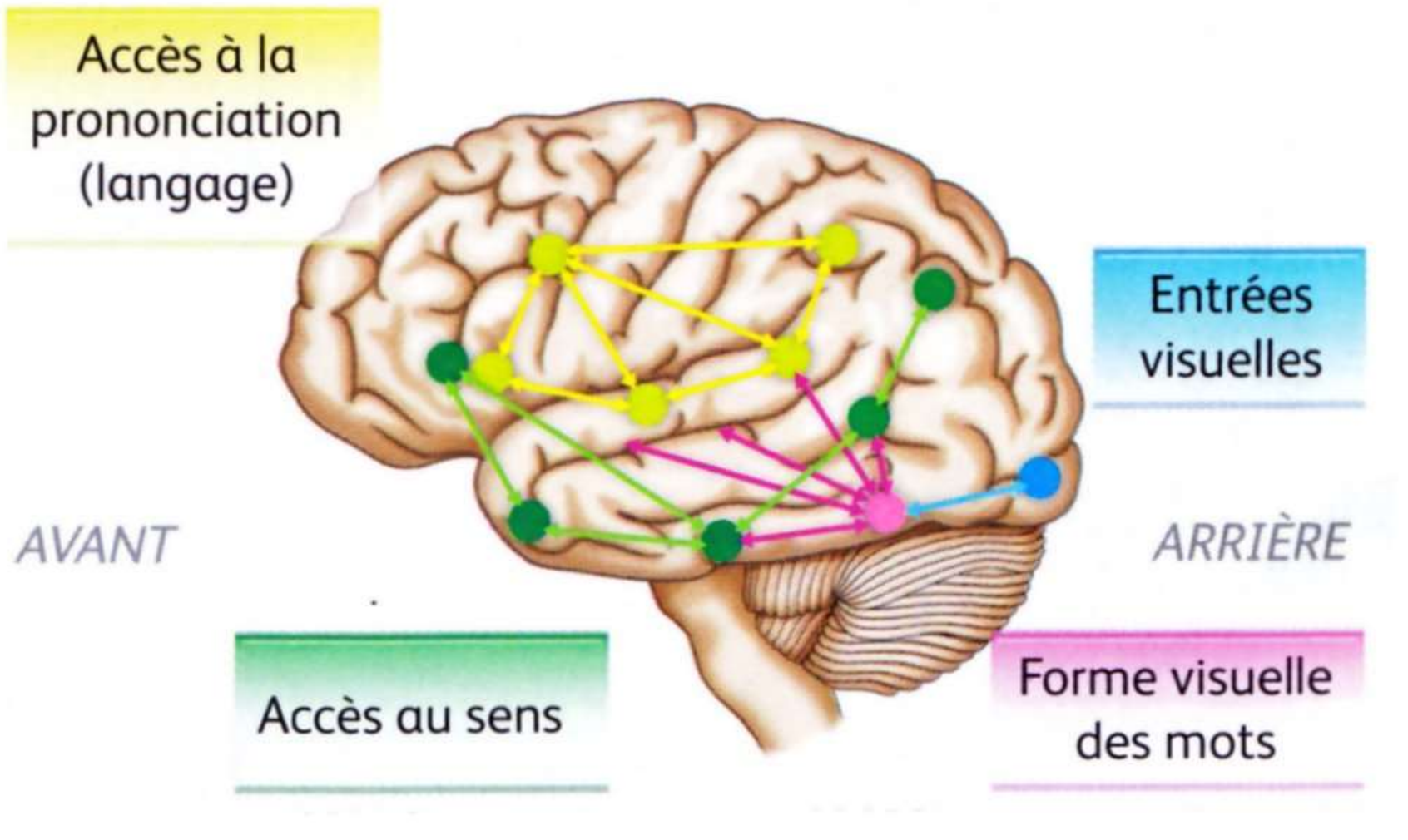


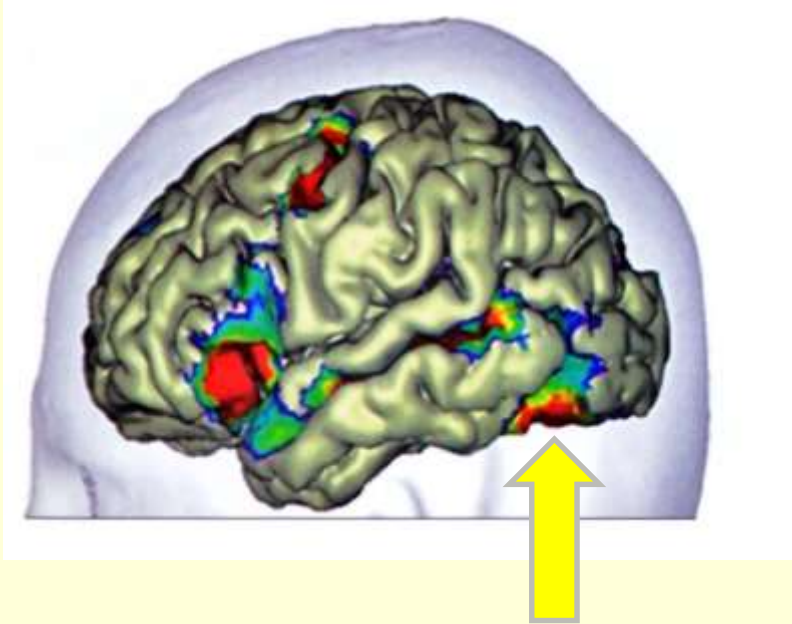
Schéma hiérarchique pour le traitement des mots lus dans les aires visuelles.



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...)



À chaque étape, ce sont donc des assemblées de neurones qui vont coder pour des propriétés progressivement de plus en plus abstraites qui permettent de reconnaître un mot particulier.



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...)



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

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

Et Dehaene pense que nos difficultés avec **la symétrie gauche droite** montre que le système **n'a pas été conçu de façon optimale** pour la lecture.

La symétrie gauche droite.



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

Probablement parce que **dans le monde naturel** on peut tourner comme ça les objets d'un bord ou de l'autre sans que cela ne change l'identité de l'objet en question, qui est par conséquent toujours reconnu comme étant le même.

Bref, cette propriété de notre système visuel **facilite la reconnaissance des objets indépendamment de leur orientation.**

Nos neurones et les neurones des singes macaques **généralisent donc spontanément en miroir.**



Si on enregistre dans un neurone qui décharge pour une forme asymétrique vers la gauche, quand on tourne la forme de 10, 20, 30 degrés etc. il y a diminution de la décharge, mais en remontant et en arrivant à 180 degrés, le neurone décharge à nouveau de façon similaire.

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



D'autres expériences ont montré que tous les enfants sont capables spontanément d'écrire en miroir vers 5-6 ans quand on leur demande d'écrire à côté d'un point placé à droite d'une page.

Et cette compétence semble se « **désapprendre** » plus tard...

Par conséquent,

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

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

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

[Ce phénomène serait présent chez tous les enfants (et pas de rapport normalement avec la dyslexie). Si l'enfant continue à lire en miroir vers 10, 11, 12 ans, là il faut peut-être commencer à s'inquiéter, mais avant c'est une propriété normale du système...]

On a donc tous les mêmes structures cérébrales impliquées,
mais selon le degré d'invariance d'une langue,
le temps d'apprentissage sera plus ou moins long.

En fin de maternelle, un enfant allemand ou italien sait lire (ce dernier en quelques mois), un français va faire 22 % d'erreur, un anglais 67% d'erreur (donc il ne sait pas lire).

Donc c'est un problème de transparence de chaque langue.
Les anglais rattrapent, mais ça prend du temps.

Plaidoyer efficace pour une réforme de l'orthographe...
(a eu lieu en Turquie au début du siècle)



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

Pourquoi l'hémisphère gauche :



Le système visuel de l'**hémisphère gauche** est meilleur pour la discrimination des petites formes locales, tandis que le droit préfère les formes globales.

Il se pourrait aussi que l'apprentissage de la lecture sélectionne les régions visuelles dont les projections vers les aires du langage (situées dans les régions temporales et frontales de l'hémisphère gauche) sont **les plus nombreuses et les plus directes**, donc les plus **rapides**, parce que du même côté (que la région occipito-temporale).

Pourquoi l'hémisphère gauche :



Fait à noter :

En cas d'ablation chirurgicale de la région occipito-temporale **gauche** durant les années d'apprentissage de la lecture, c'est la région symétrique de l'hémisphère **droit** qui **prend le relais**.

Par exemple, une enfant de 4 ans s'est fait enlever une tumeur au cerveau et avec elle l'aire occipito-temporale ventral gauche. Elle a ensuite quand même réussi à lire quasiment normalement et à 11 ans a passé un scan : **l'aire analogue mais du côté droit** s'activait lors de la lecture !

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.



Plan

- Intro : notre « cerveau – corps – environnement »
- L'origine évolutive du langage
- Abc de la neurobiologie de la lecture
- L'hypothèse du recyclage neuronal pour la lecture
- [Pause]
- Deux bémols
- Simulation mentale et lecture
- L'analogie, cœur de la pensée



Comments and Controversies

NeuroImage 19 (2003) 473– 481

The myth of the visual word form area

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

Cathy J. Price

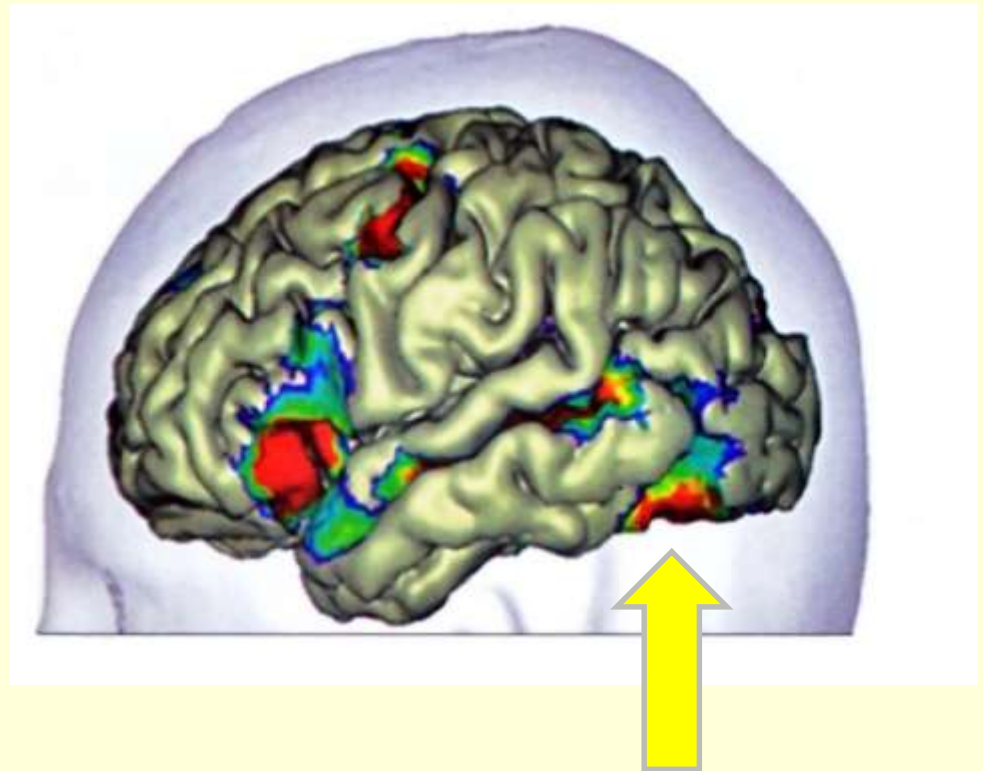
and Joseph T. Devlin

University of Oxford, Oxford, UK

The myth of the visual word form area

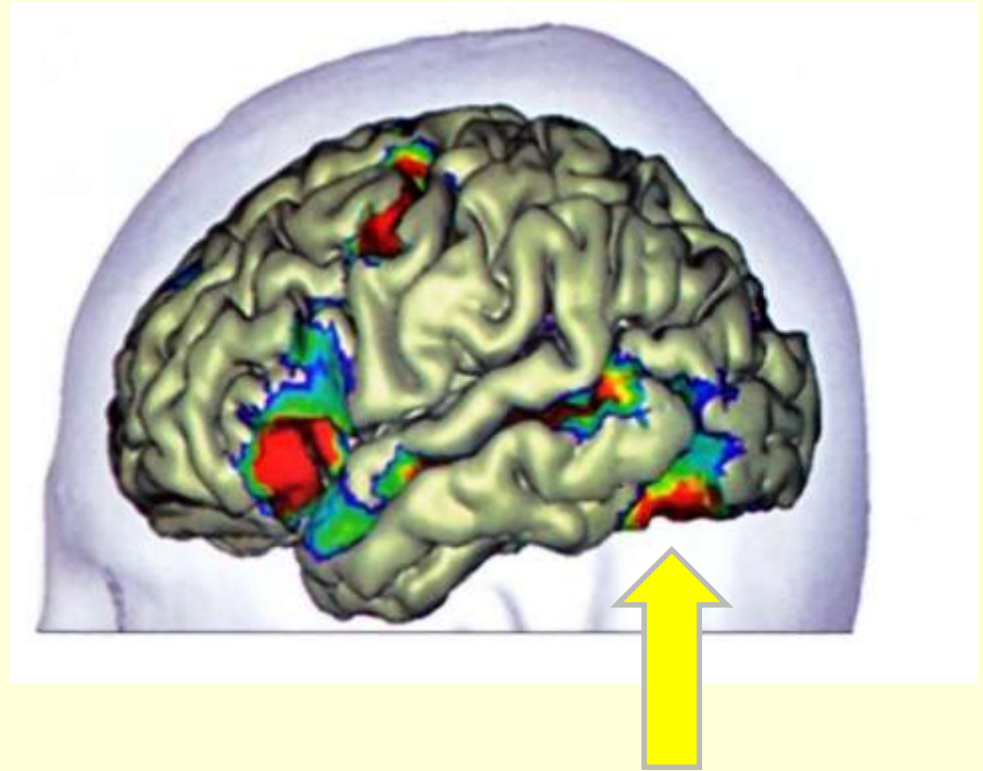
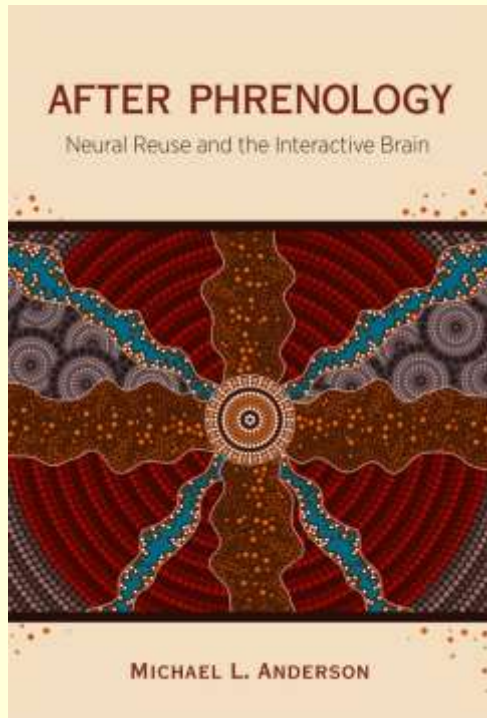
« [...] we present functional imaging data to demonstrate that the so-called **VWFA** is activated by normal subjects during **tasks that do not engage visual word form processing such as**

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



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

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



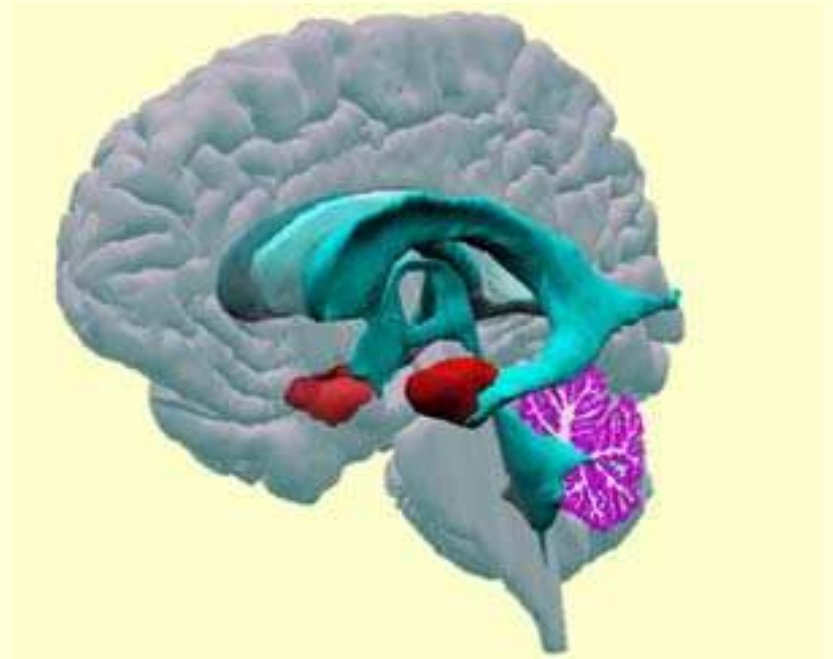
Autrement dit, le recyclage neuronal **n'empêcherait pas la fonction initiale** de l'aire occipito-temporale ventrale gauche, et **même d'autres** fonctions de reconnaissance visuelle associées.

(notion de réseau plutôt que centre)

Exemple :



Amygdale = peur ?



Exemple :



Amygdale ~~X~~ peur ?

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



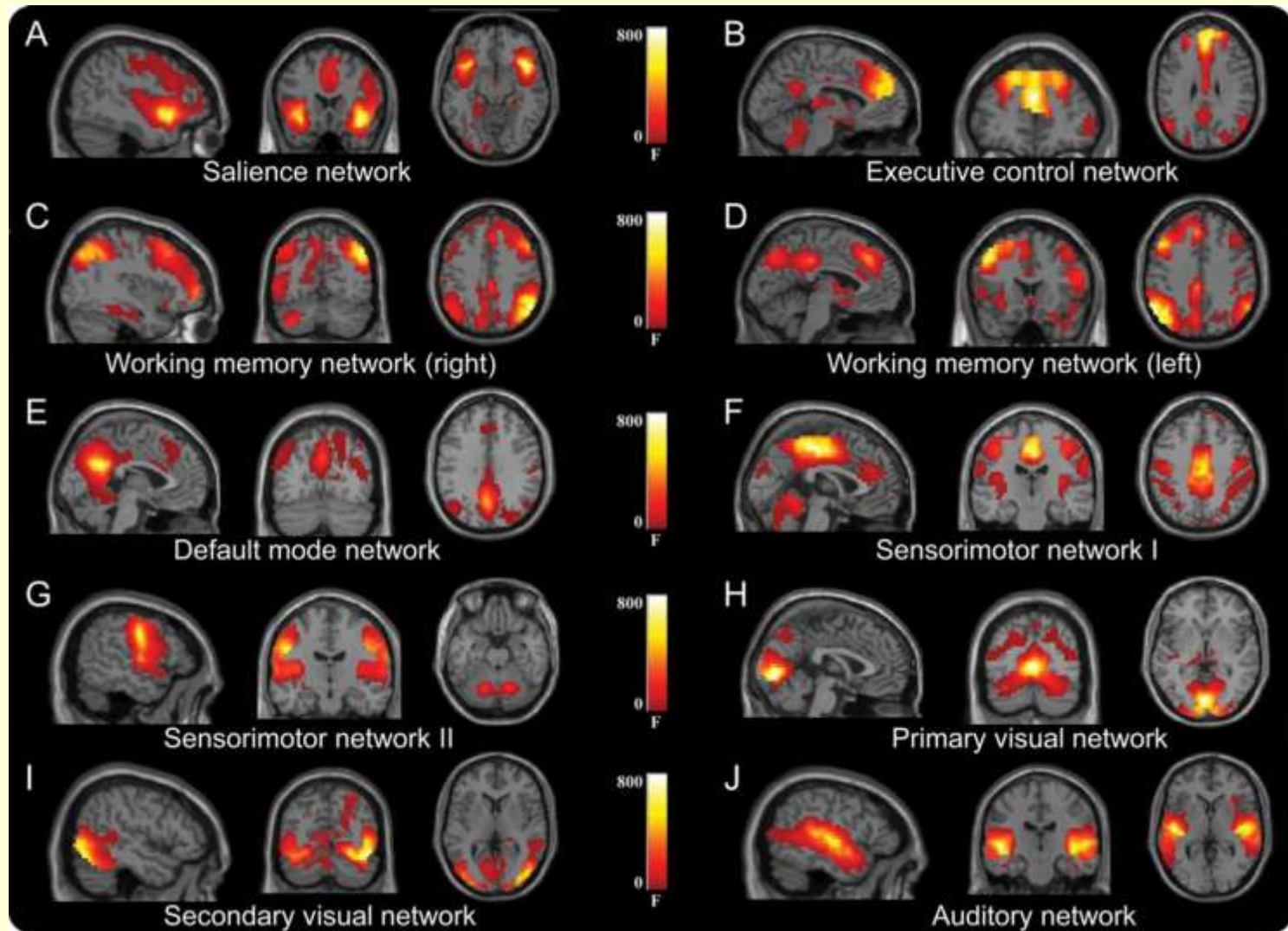
Exemple :

As an additional recommendation, a complementary summary can be generated by characterizing the (multiple) functions of specific circuits of interest which can be summarized via a **'functional diversity profile'** [37] (Figure 4C). For example, **in the case of the amygdala mentioned above, it would involve arousal, vigilance, novelty, attention, value determination, and decision making, among others.**

Amygdale = peur ?

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

Si l'amygdale peut être active dans des situations si différentes, **c'est qu'elle n'agit pas seule : s'intègre dans différents circuits cérébraux impliquant plusieurs structures.**



large. Given that every brain region is getting projections from and sending projections to a zillion other places, it is rare that an individual brain region is “the center for” anything. Instead it’s all networks where, far more often, a particular region “plays a key role in,” “helps mediate,” or “influences” a behavior. The function of a particular brain region is embedded in the context of its connections.

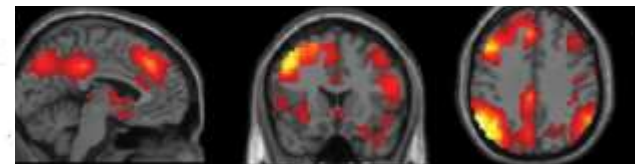


BEHAVE

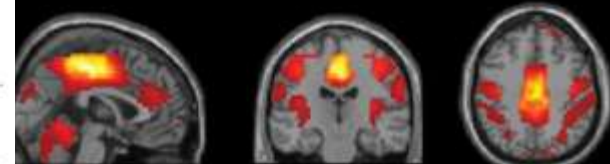
THE BIOLOGY
of HUMANS at OUR
BEST and WORST



ROBERT M.
SAPOLSKY



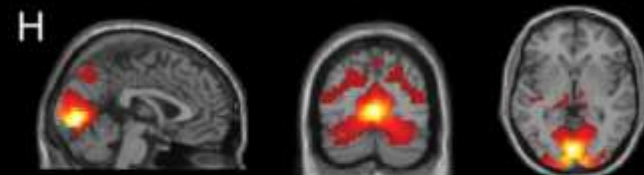
Working memory network (left)



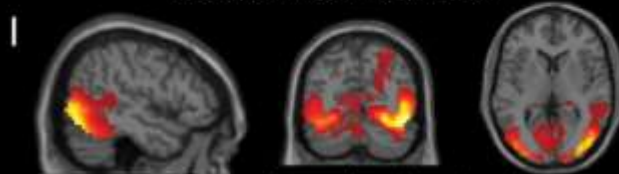
Sensorimotor network I



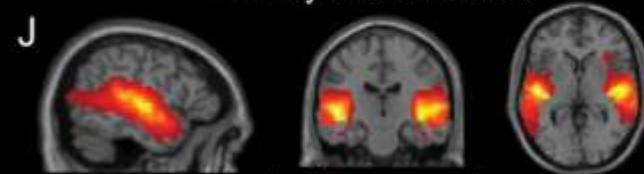
Sensorimotor network II



Primary visual network



Secondary visual network



Auditory network

**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. Price¹, ,

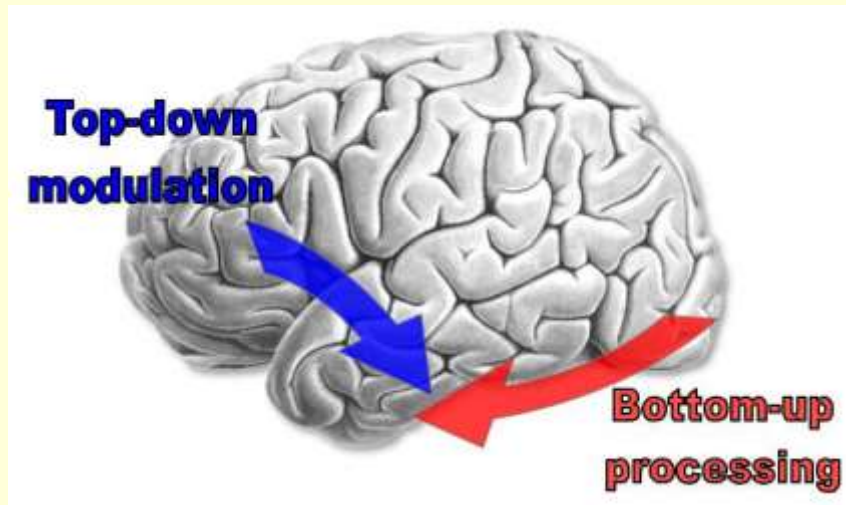
Joseph T. Devlin²

University College London,

University of London

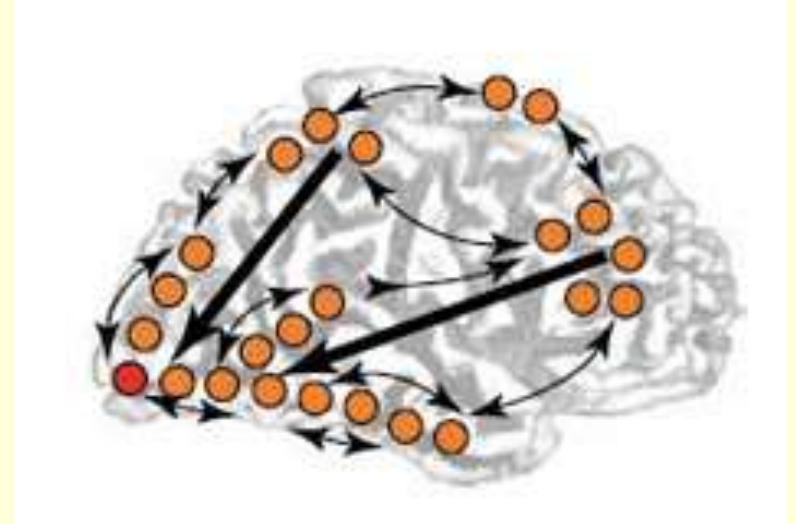
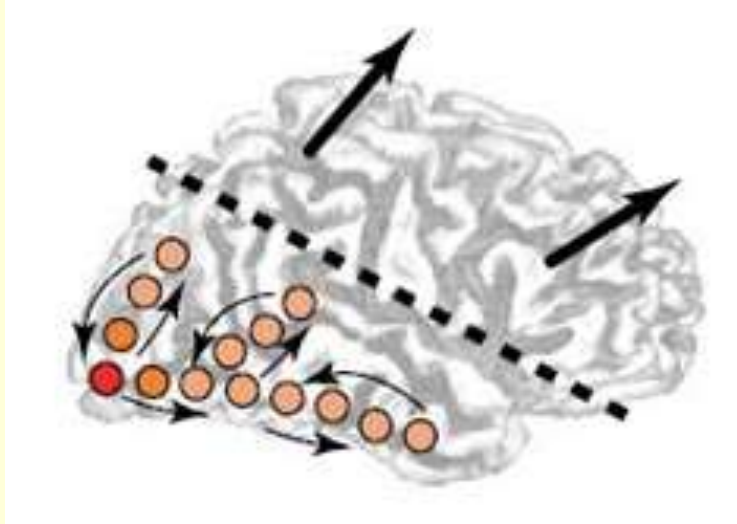
The Interactive Account of ventral occipitotemporal contributions to reading

« ...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.)



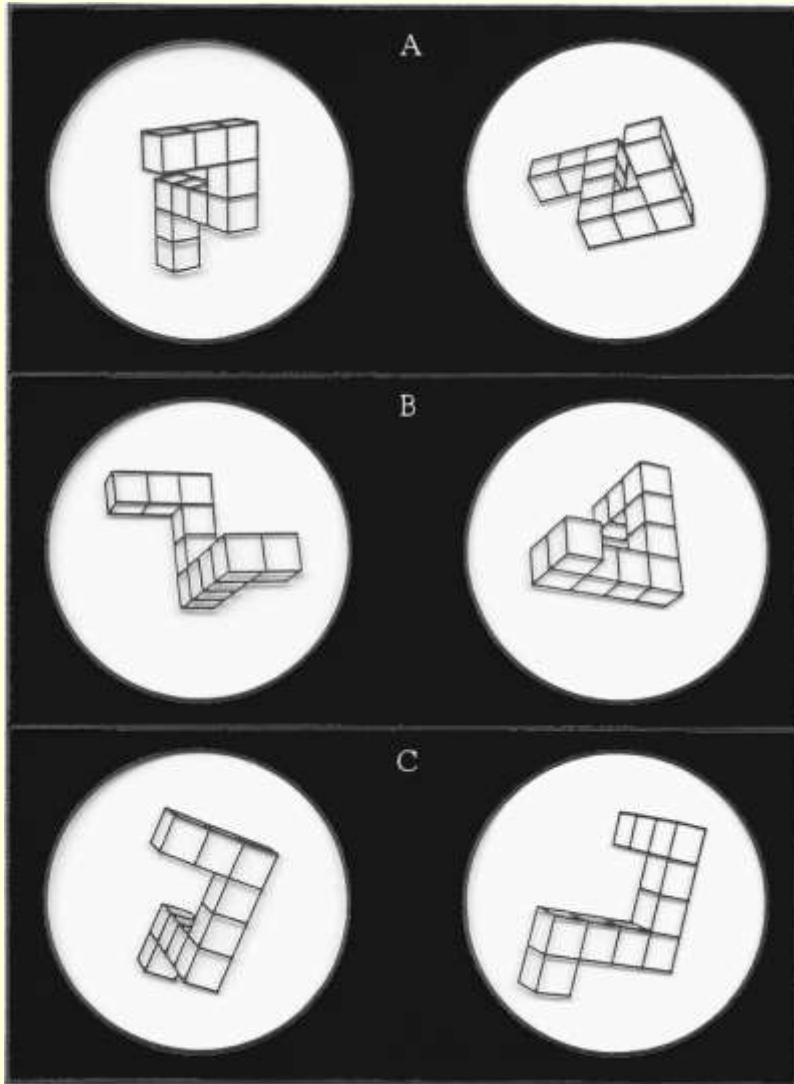
Pour eux, la spécialisation pour l'orthographe **émerge** des interactions régionales sans assumer que l'aire occipito-temporale ventrale gauche est spécifique aux propriétés orthographiques des mots.

Plan

- Intro : notre « cerveau – corps – environnement »
- L'origine évolutive du langage
- Abc de la neurobiologie de la lecture
- L'hypothèse du recyclage neuronal pour la lecture
- [Pause]
- Deux bémols
- **Simulation mentale et lecture**
- L'analogie, cœur de la pensée

On va maintenant parler de « **simulation mentale** », qui a un rapport avec la lecture.

Dès les années 1960, des expériences comme celles de la **rotation de figures dans l'espace** montrent...



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

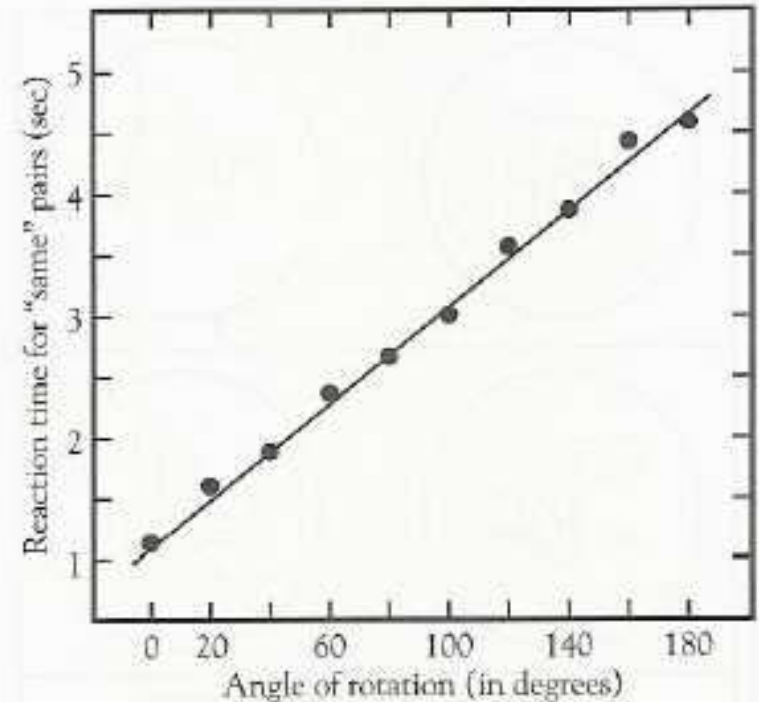
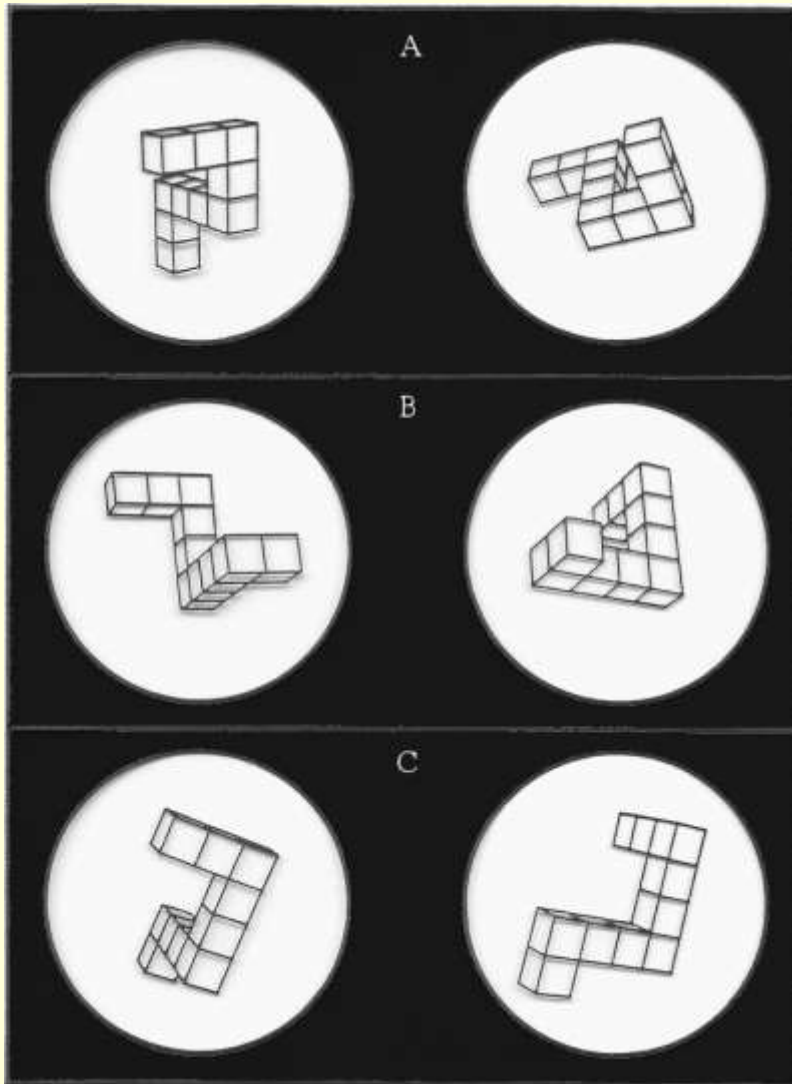
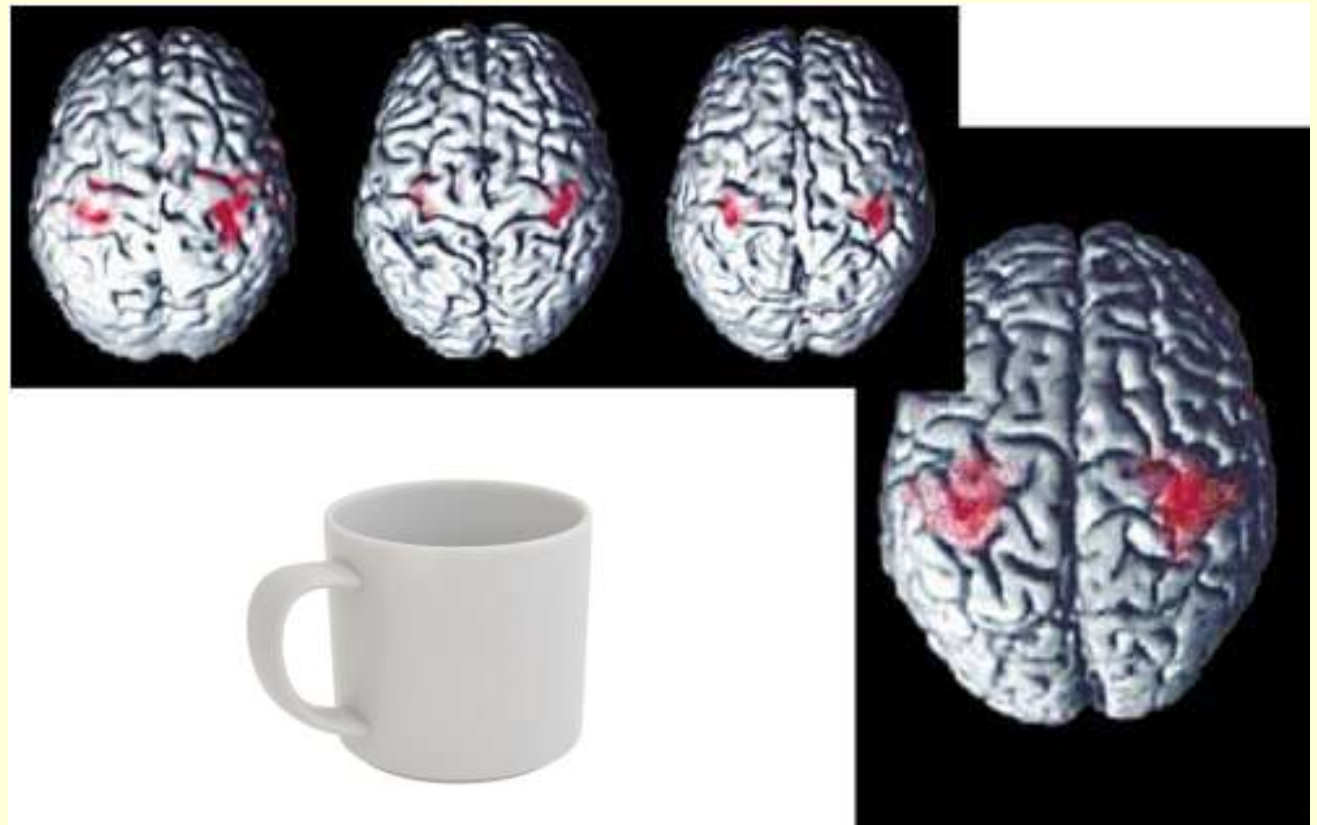


Figure 7.11 Reaction time to judge whether two patterns have the same three-dimensional shape

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

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

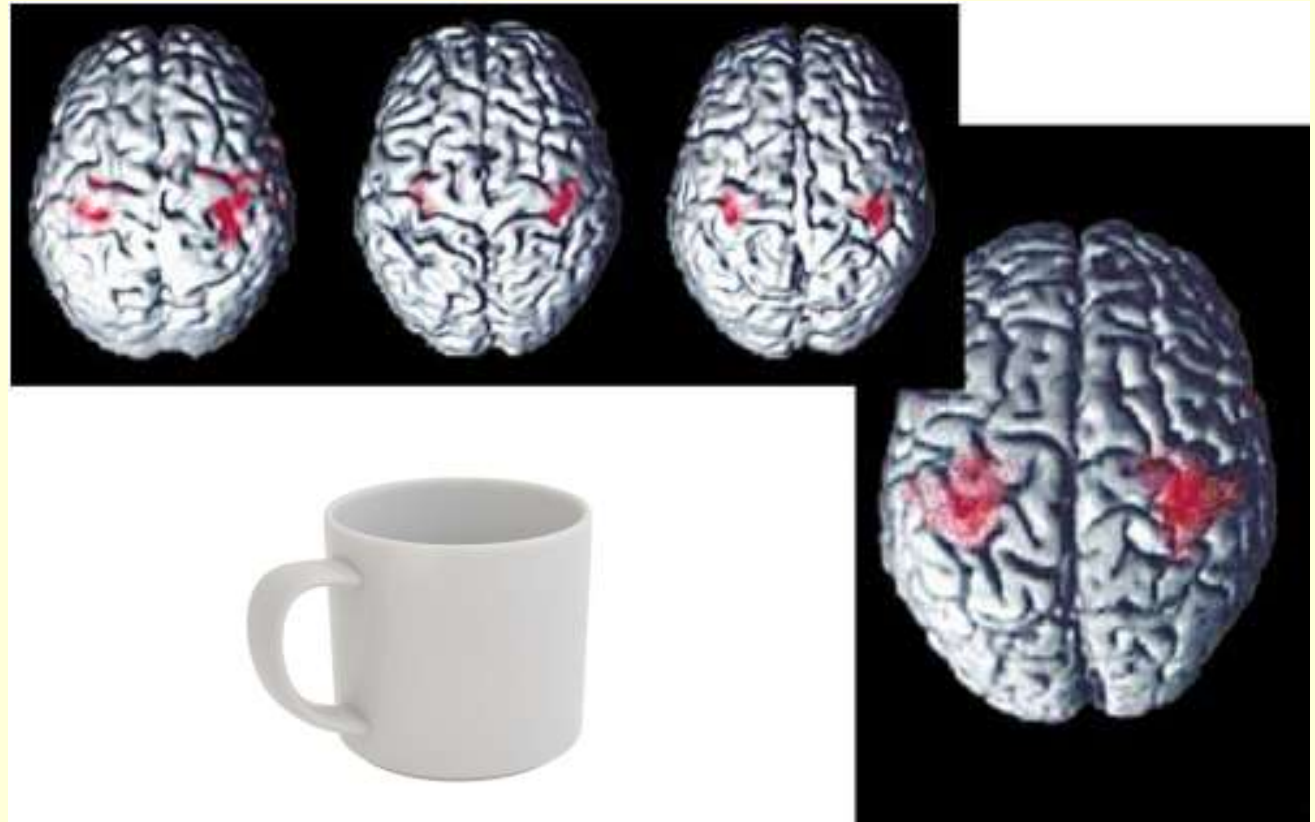
En général, percevoir des atéfacts manipulables, ou même juste voir leur nom, active des régions cérébrales **motrices** qui sont activées pendant qu'on saisit réellement l'objet avec la main ("grasping").



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.**

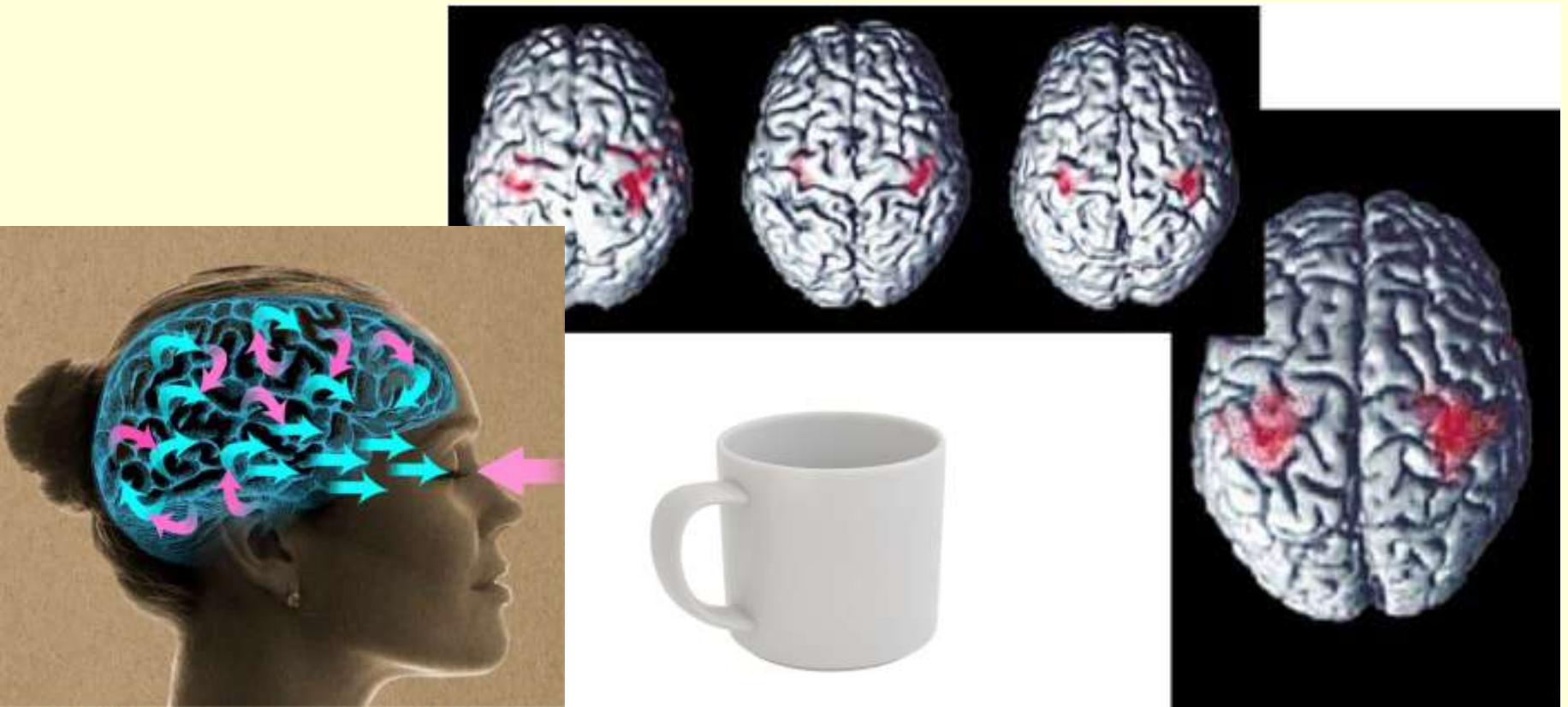
Figure : activation pour une tâche bilatérale avec les mains;

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



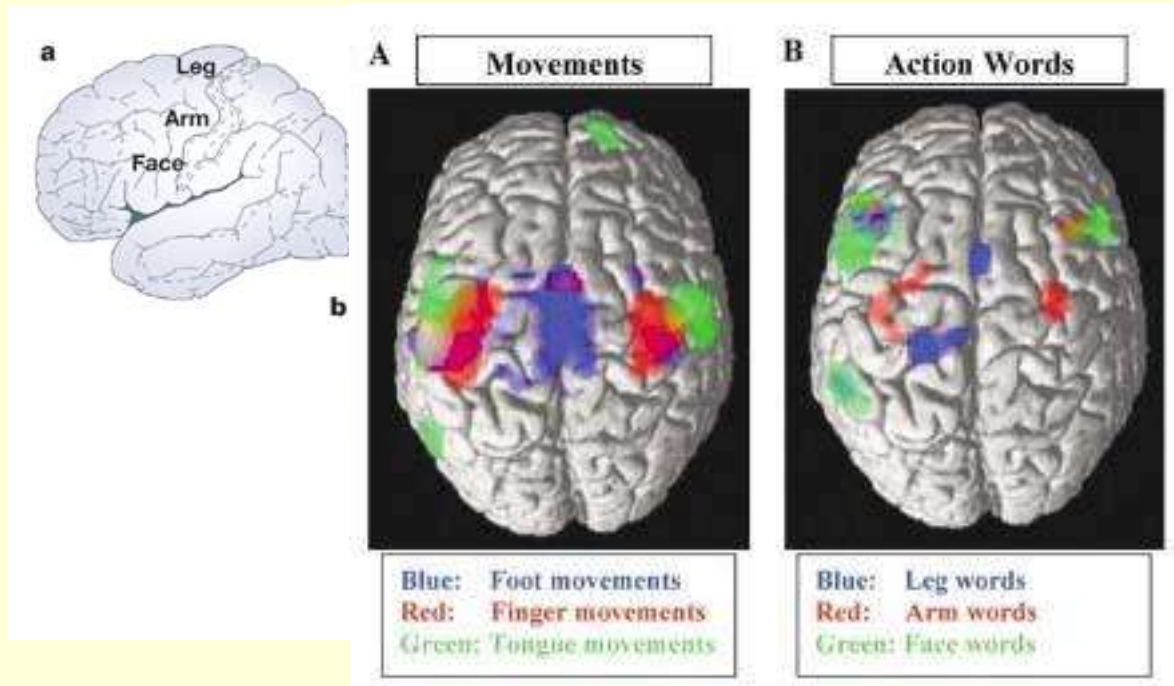
https://www.researchgate.net/figure/Display-of-bilateral-hand-task-activation-regions-on-anatomic-MR-surface-rendered_fig1_11082317

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.

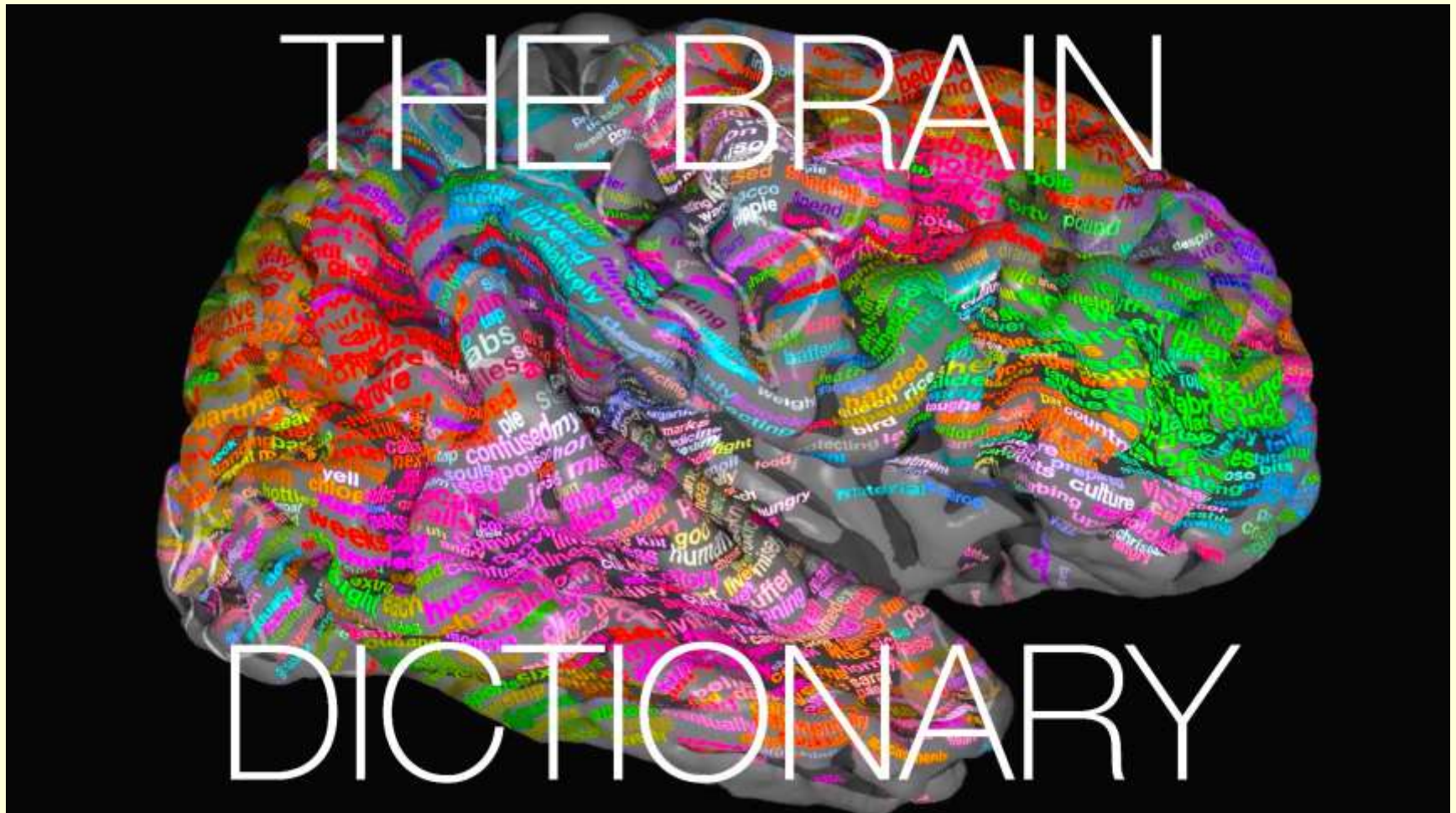
Exemple : lire ***kiss*** active la région motrice de la **bouche**;
lire ***kick*** active la région motrice de la **jambe**, etc.

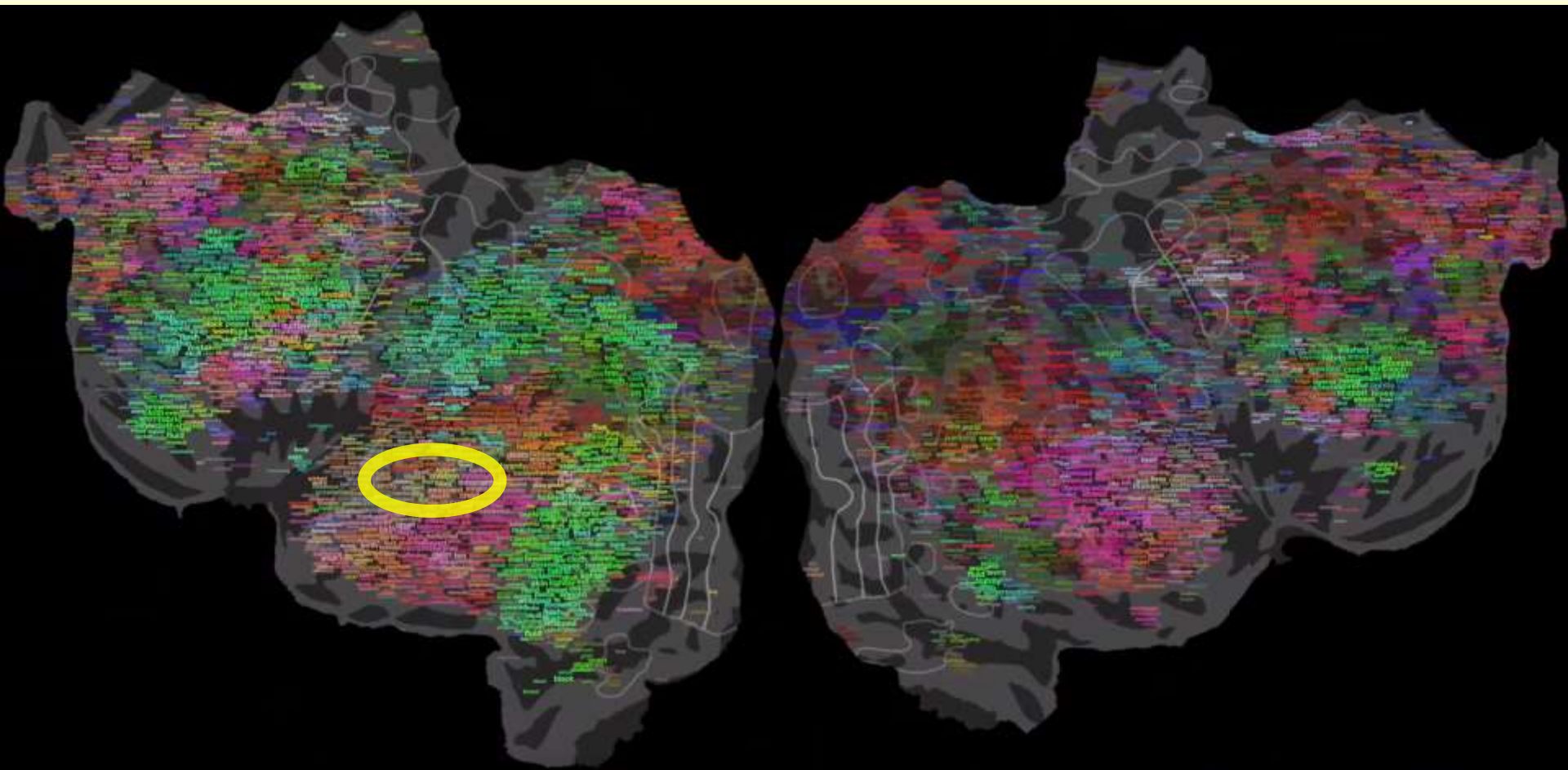
Des tâches de **rappel de verbes** activent aussi les régions cérébrales motrices impliquées dans ces actions.

Lundi, 20 mars 2017

Une première carte sémantique sur le cortex humain

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





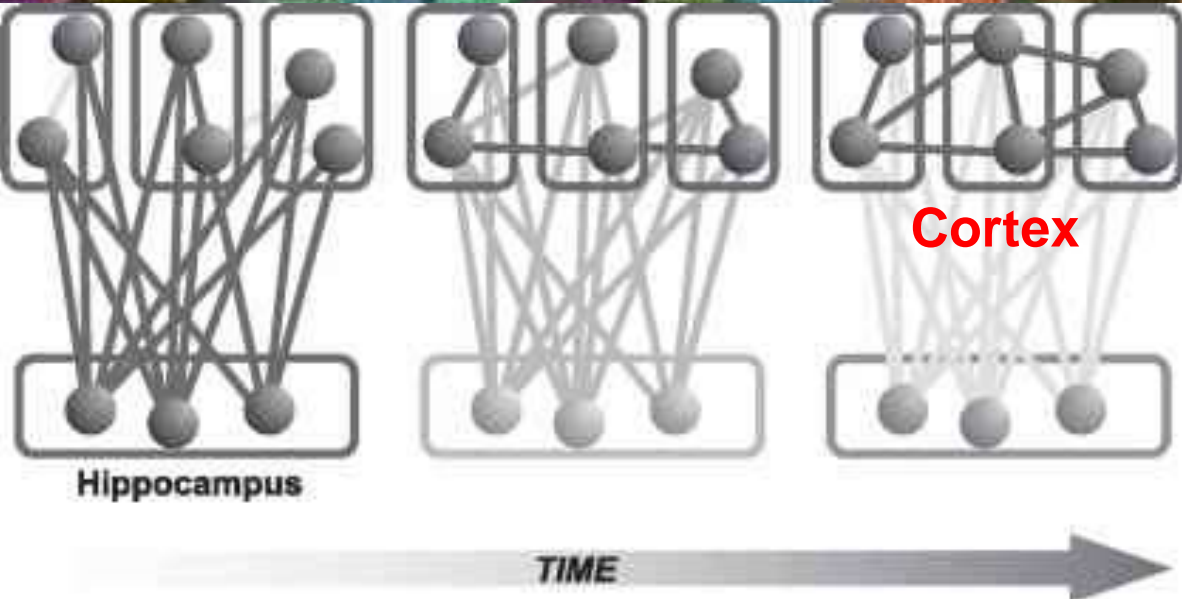
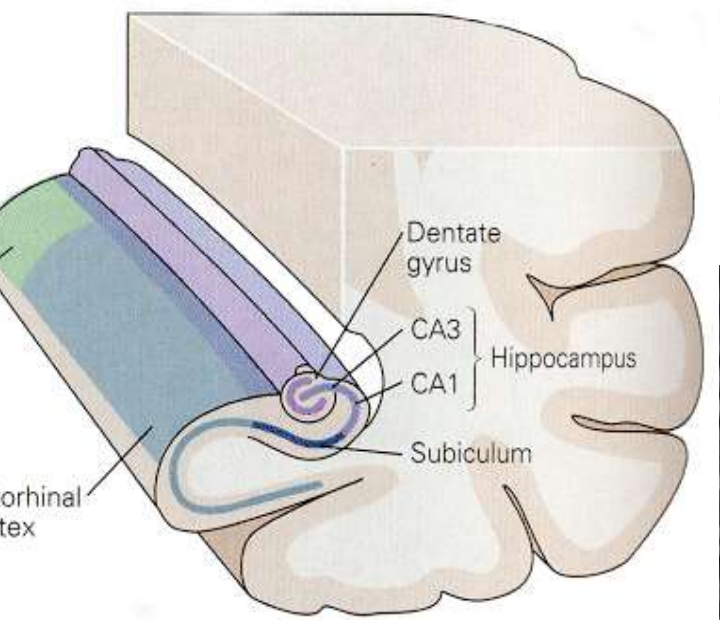




lighter black the top inch lower pounds

top top top items top six top inch

child innocent poor family lives killed innocent innocent child death story inner



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 **systemes perceptuels** sont utilisés de manière routinière dans notre compréhension du langage.

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

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

Mental life and action in literary stories

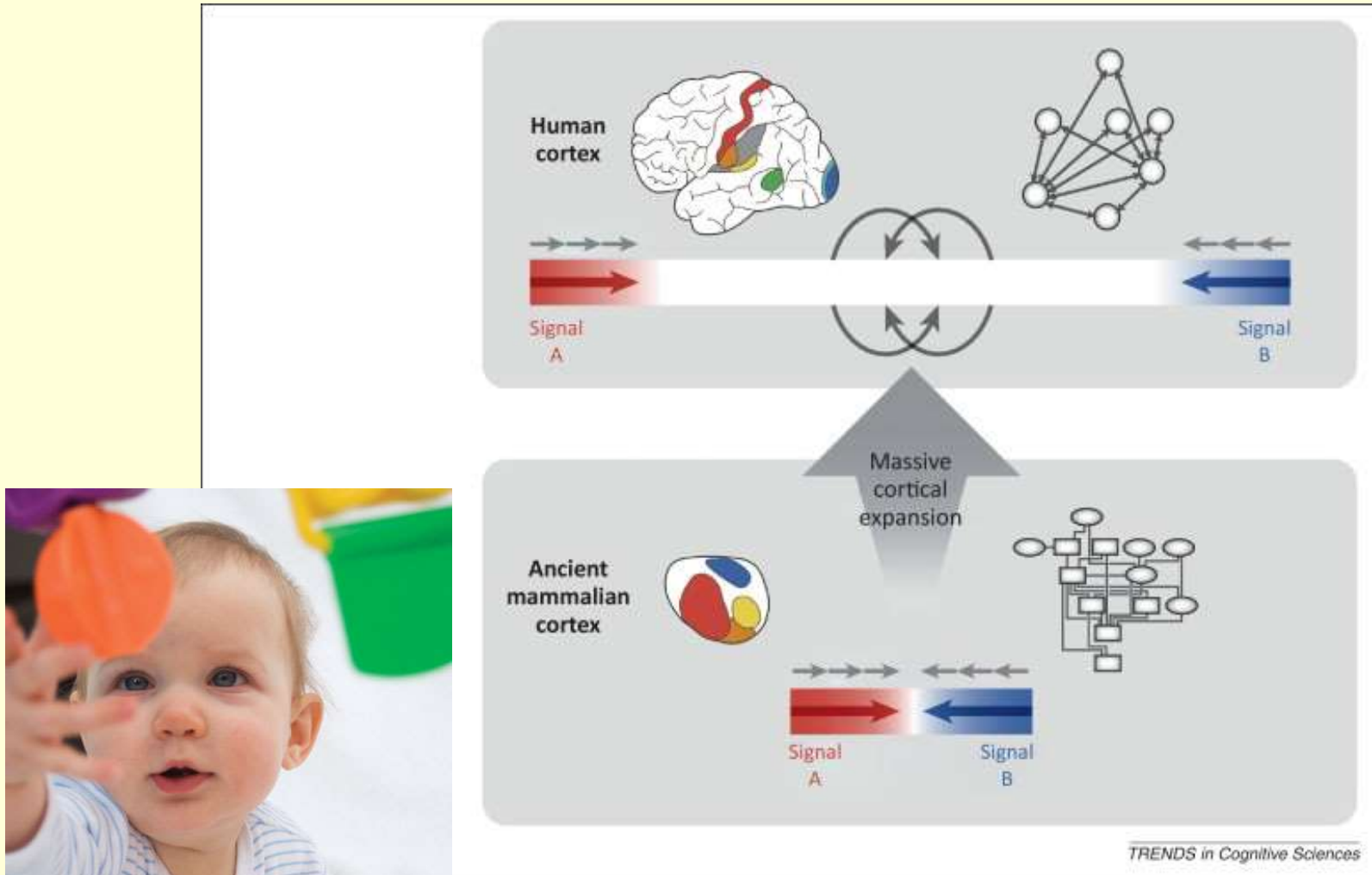
It has been found that at least **two kinds of brain networks** are involved when people read or listen to literary fiction.

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.

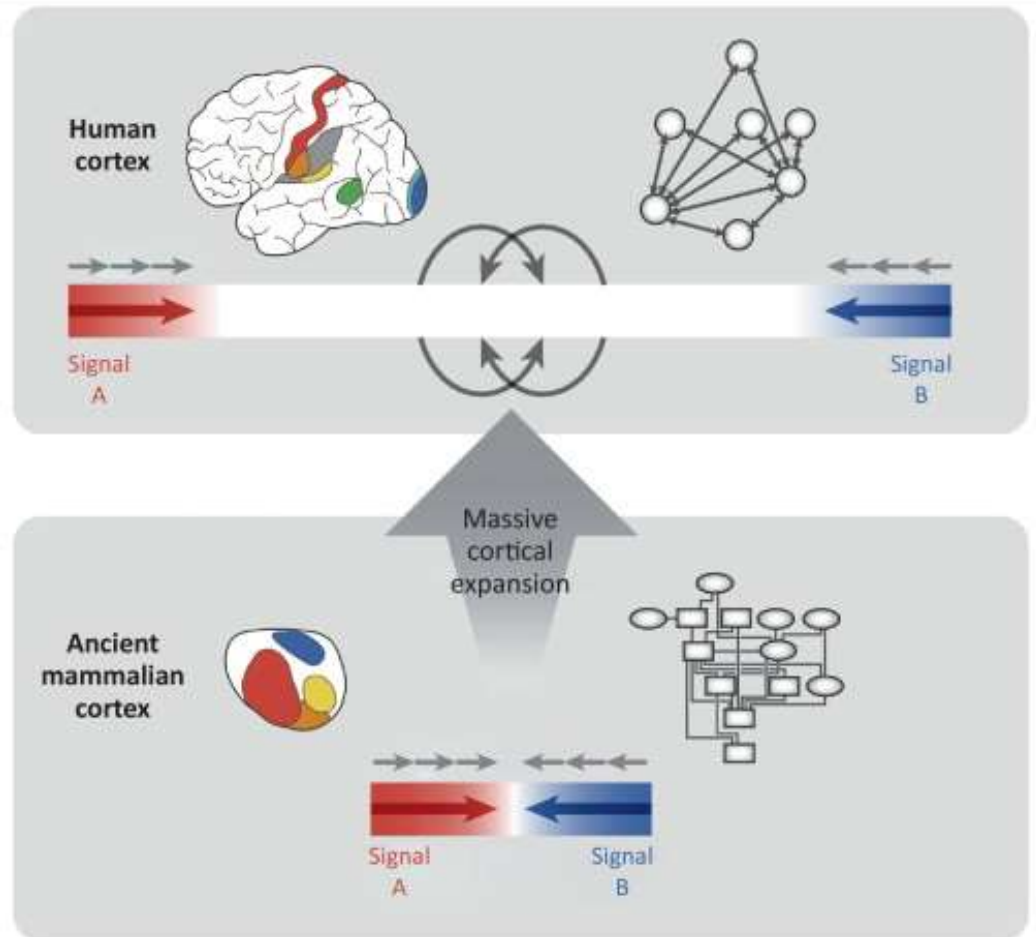
Annabel Nijhof and Roel Willems (2015) report that when people read or listen to stories there are individual differences in their preference for using one or other of these two networks, and hence for engaging in one or other of these two modes of thinking.

Rappelons que...



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

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



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

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

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

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

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

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



On Wayne Rooney and Free Throws: Visualization in Sports

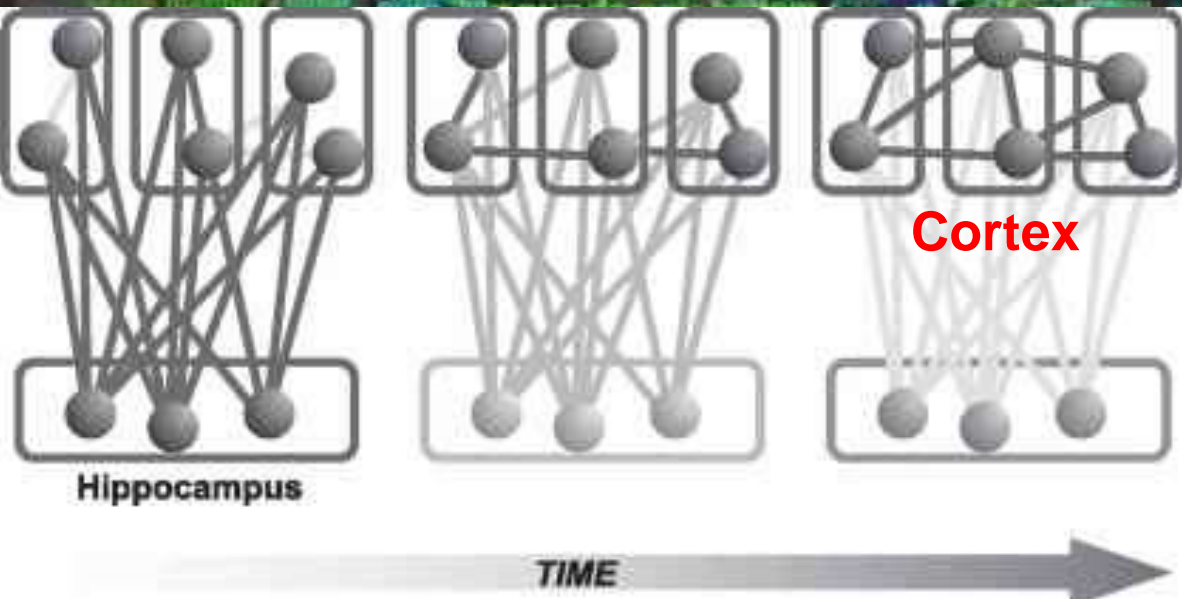
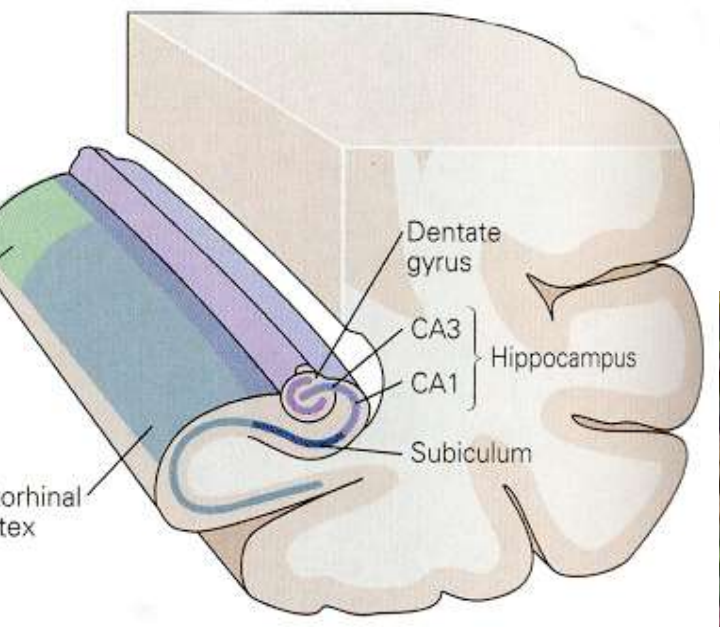
<https://goalop.wordpress.com/2012/06/13/visualize-your-sports/>

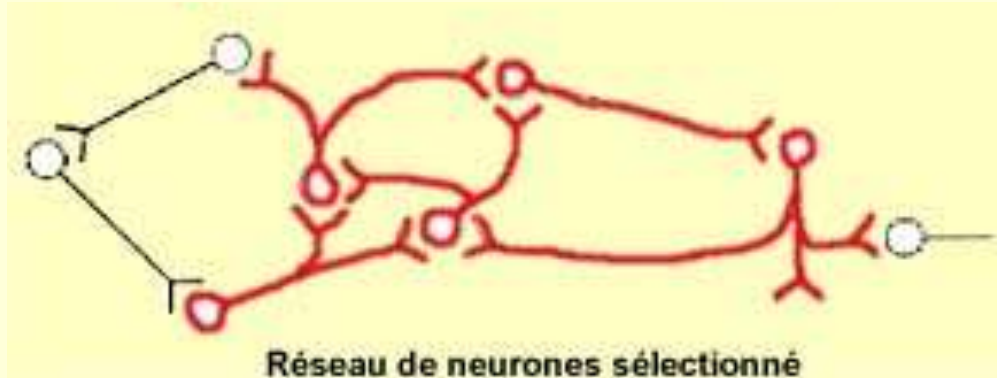
Is visualisation almost as effective as practice?

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

The Power of Vision

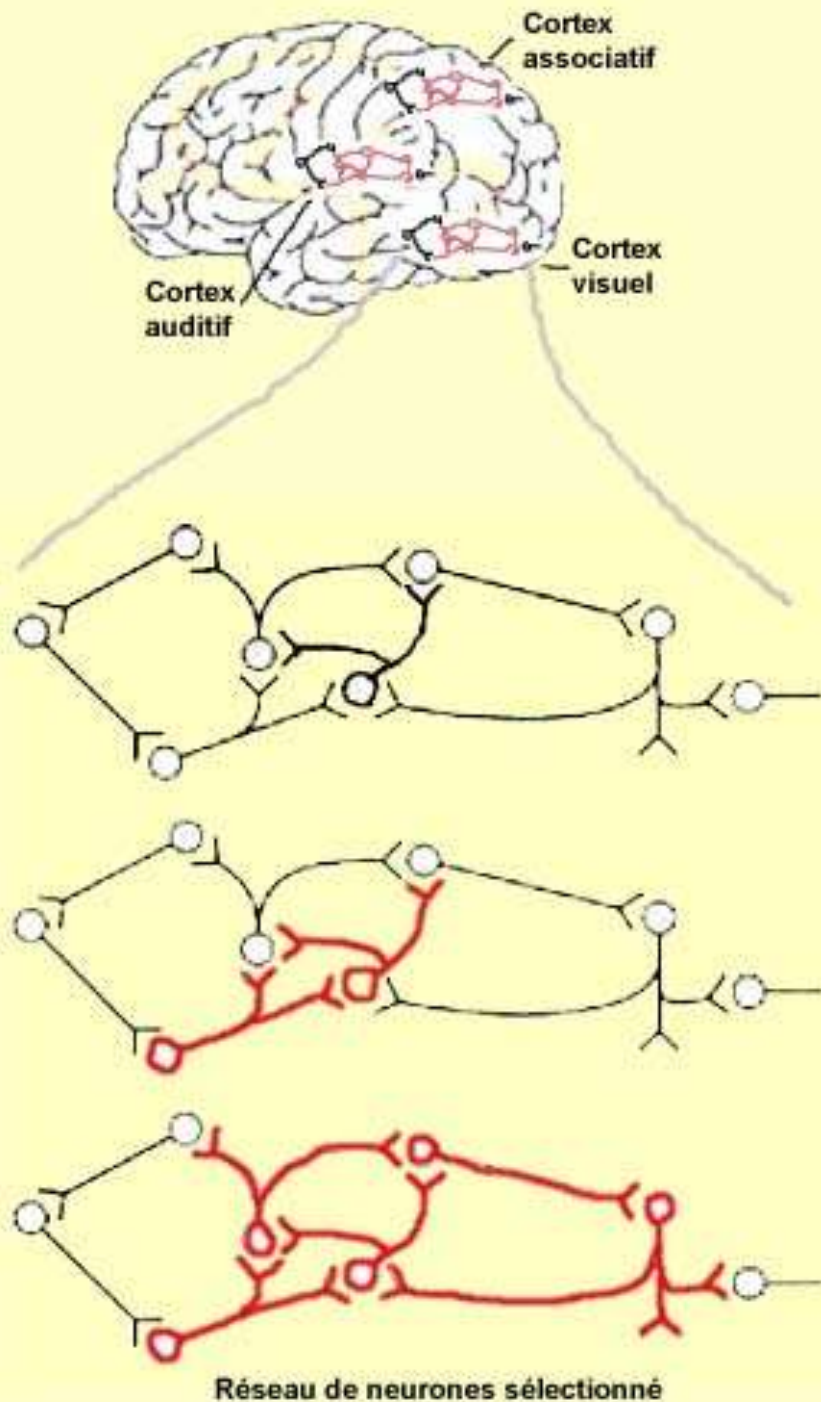
<http://www.navigatechange.net/tag/psychology/>





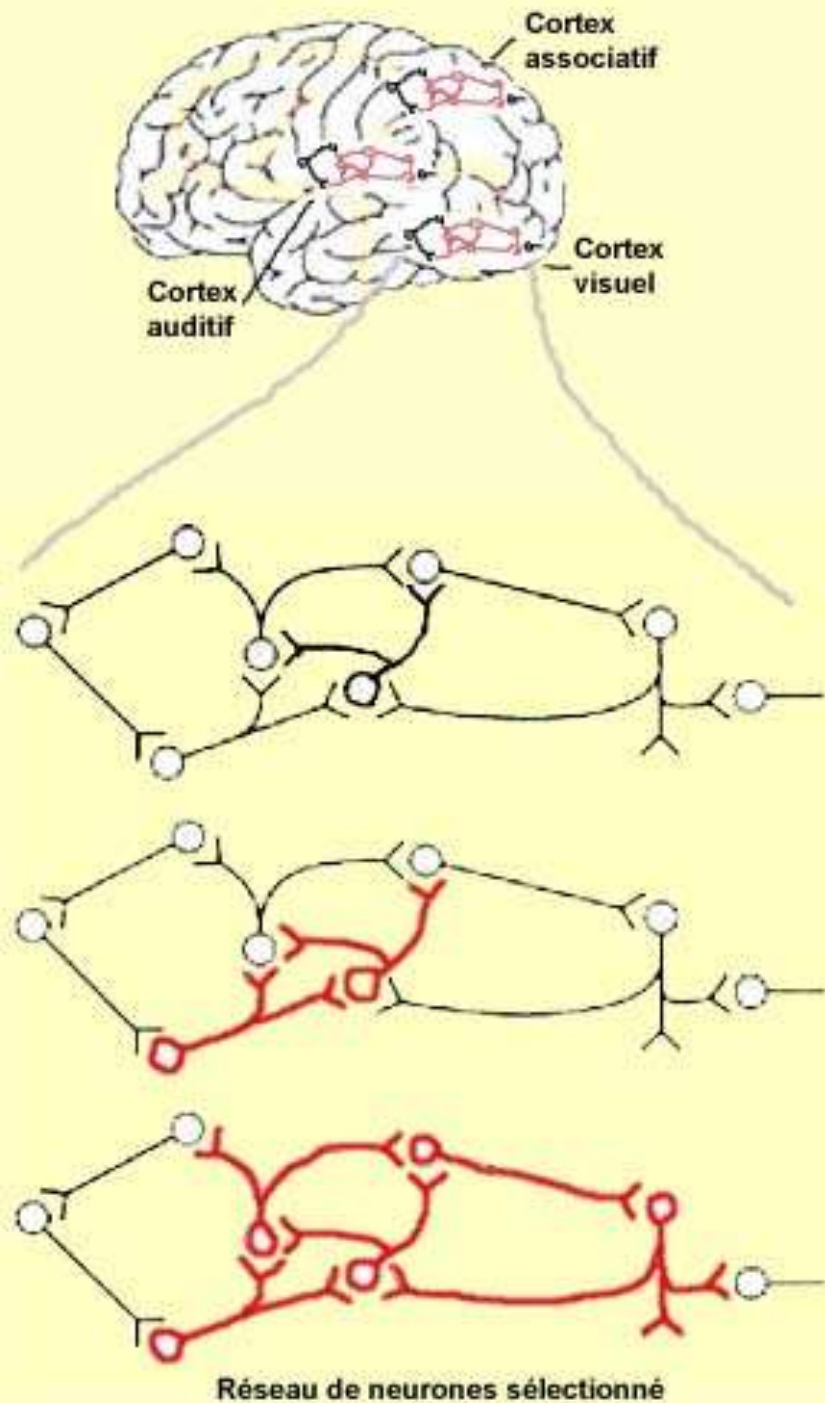
Réseau de neurones sélectionné

Étudier, s'entraîner, apprendre...



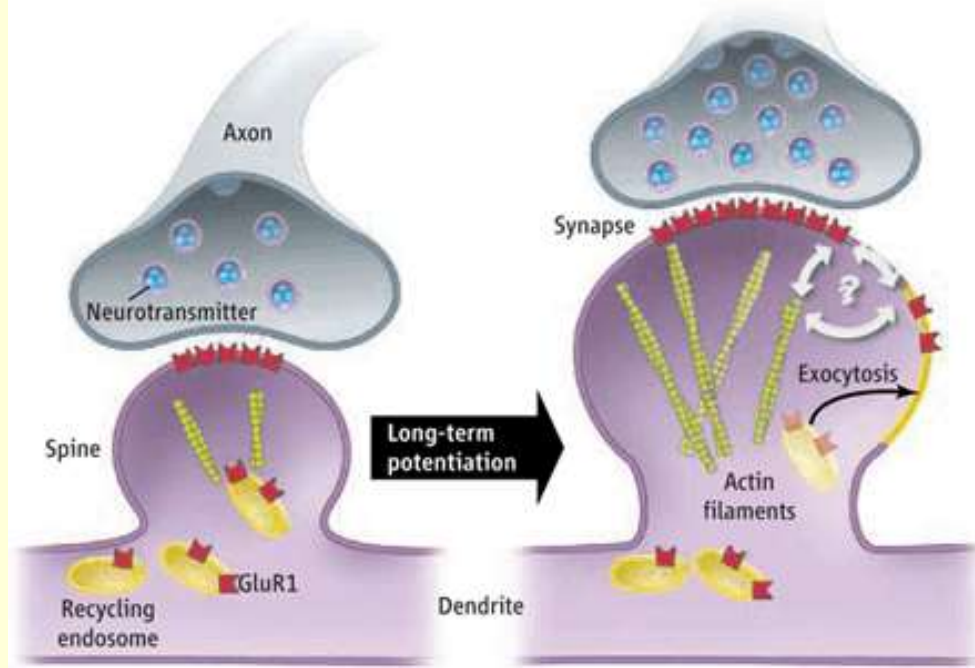
...c'est renforcer des connexions neuronales.

pour former des groupes de neurones qui vont devenir **habitués** de travailler ensemble.



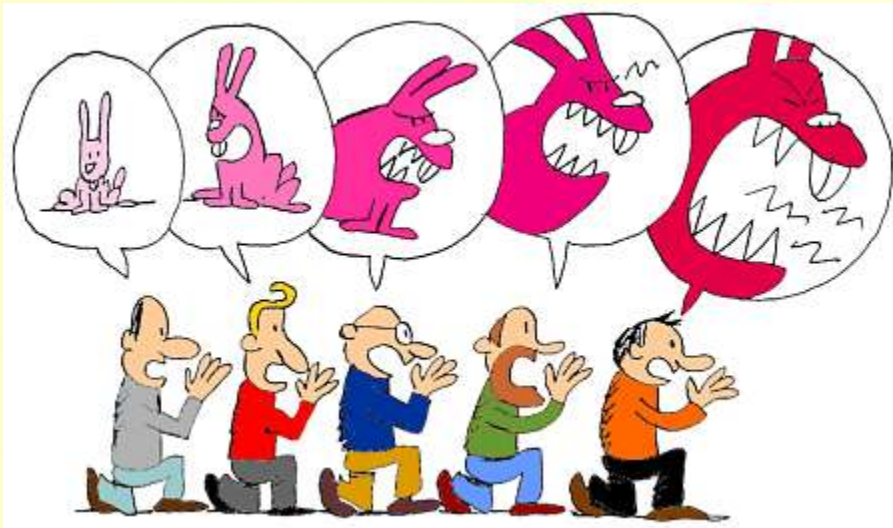
Comment ?

Grâce aux synapses qui varient leur efficacité !



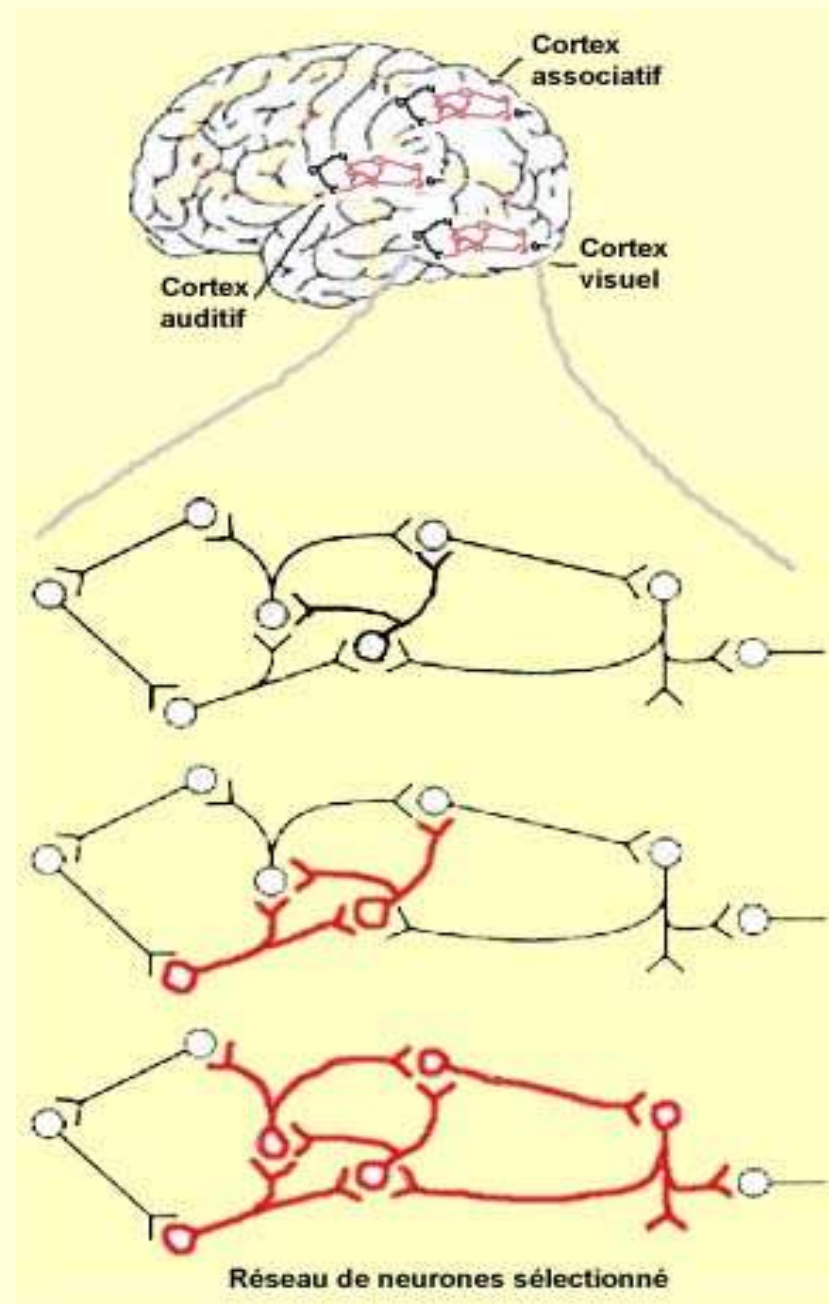
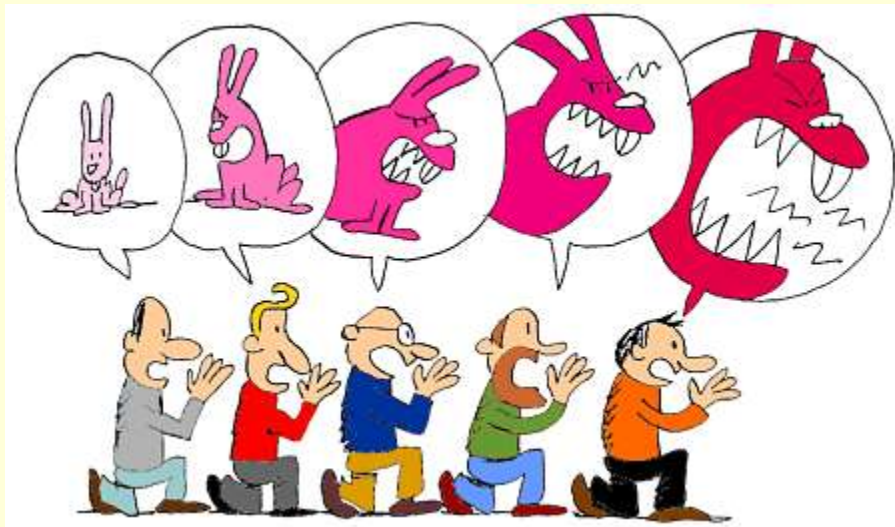
Question quiz :

Sachant cela, quelle
serait la meilleure
métaphore
pour la mémoire
humaine ?



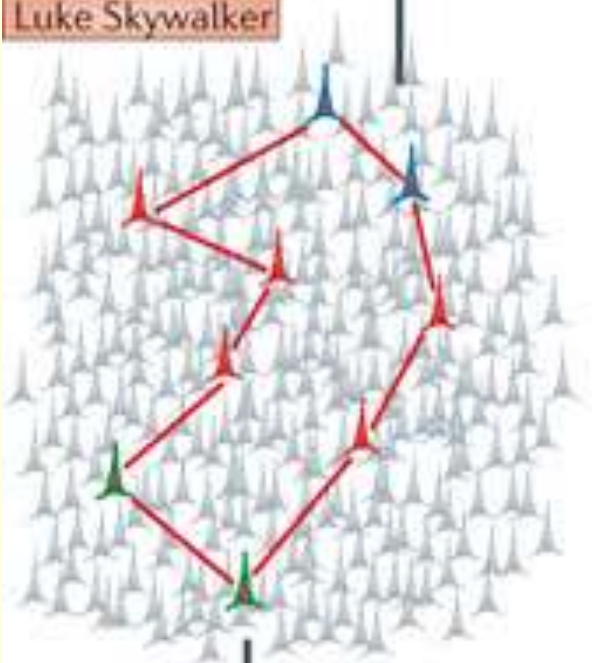
La mémoire humaine est forcément une **reconstruction**.

Notre cerveau, et donc notre **identité**, n'est donc jamais exactement la même au fil des jours...





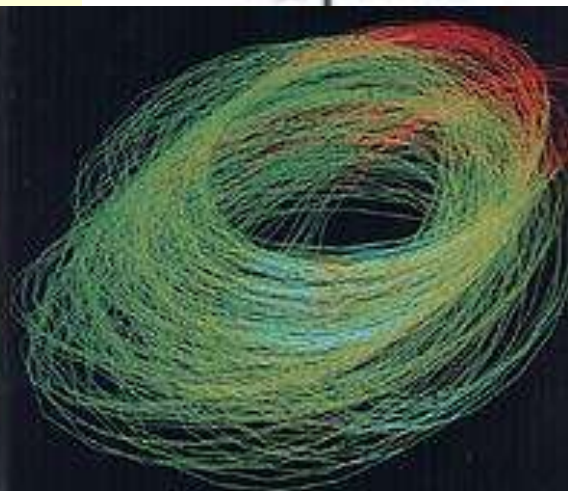
Luke Skywalker



Pour comprendre le sens d'un mot, on doit donc activer un **réseaux** de différents groupes de neurones

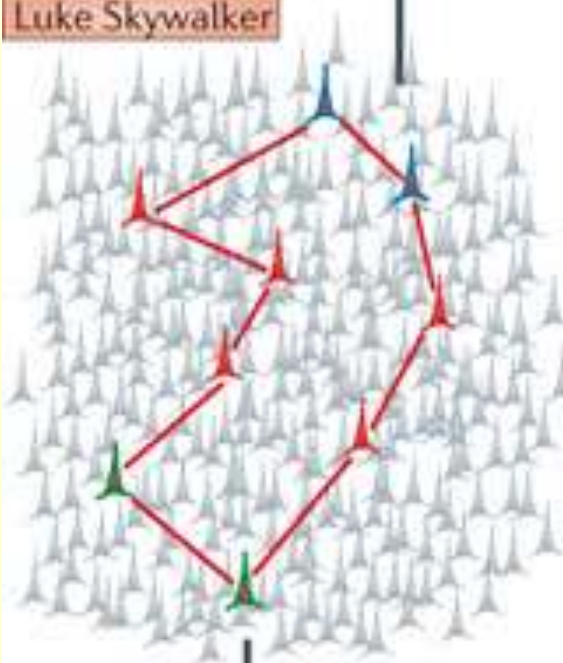
dont plusieurs se retrouvent dans des régions corticales **sensorielles** ou **motrices** qui ont un lien avec le sens du mot.

On compare souvent ces souvenirs du sens des mots (ou engrammes mnésiques) à un "**attracteur**" dans un système complexe dynamique.

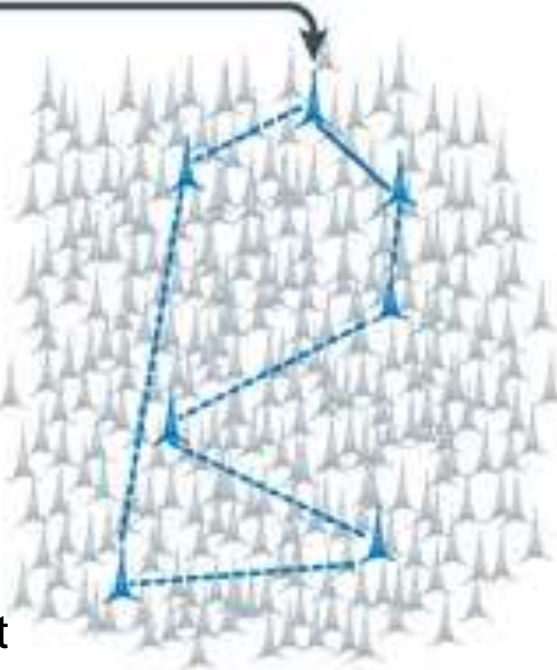




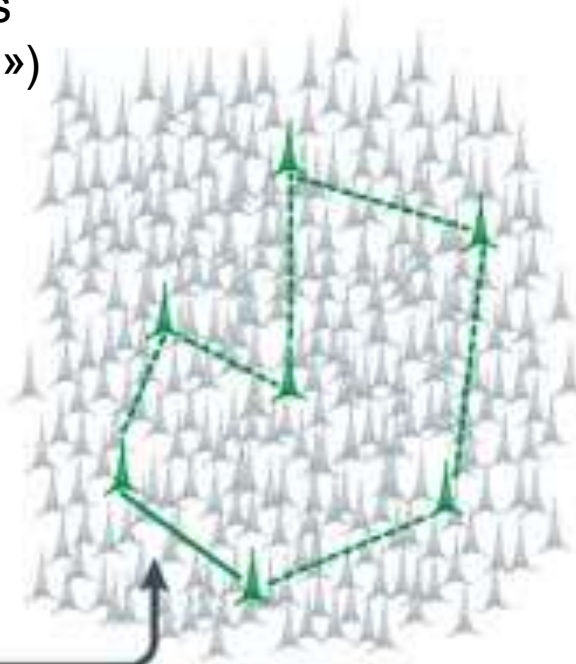
Luke Skywalker



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



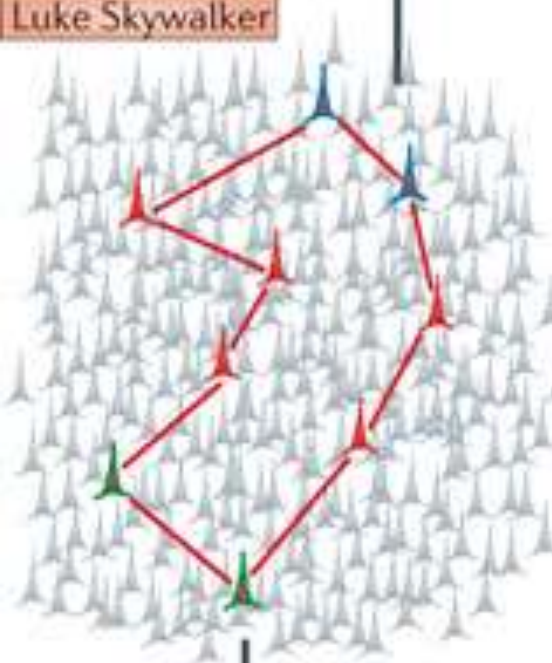
Yoda



Darth Vader



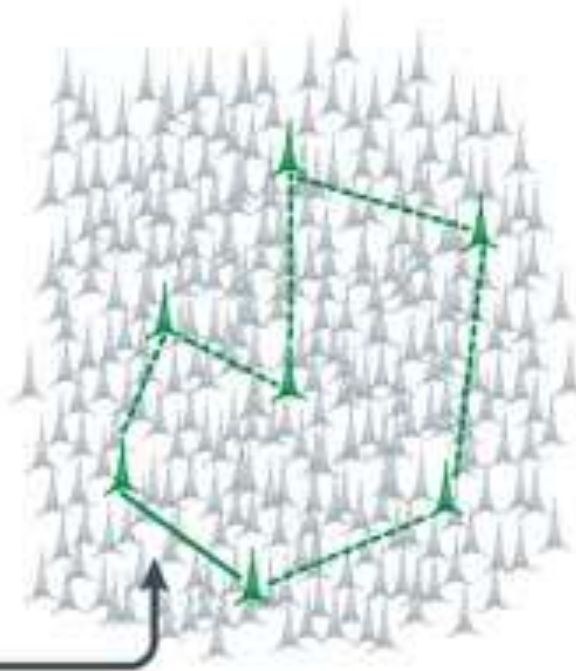
Luke Skywalker



Ce qui nous amène à parler des **glissements** et des **analogies** entre catégories dans les activités cognitives.



Yoda



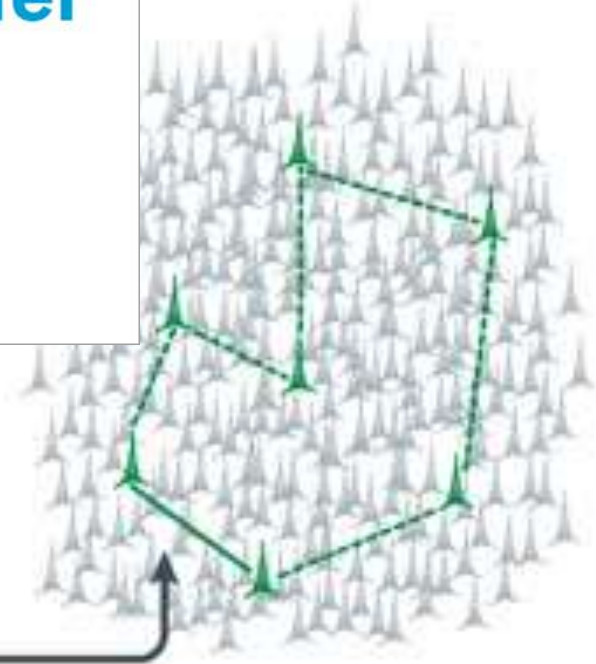
Darth Vader



Luke Skywalker



Yoda



L'Analogie
Cœur de la pensée

Douglas Hofstadter
Emmanuel Sander

Odile Jacob sciences



Darth Vader

Plan

- Intro : notre « cerveau – corps – environnement »
- L'origine évolutive du langage
- Abc de la neurobiologie de la lecture
- L'hypothèse du recyclage neuronal pour la lecture
- [Pause]
- Deux bémols
- Simulation mentale et lecture
- L'analogie, cœur de la pensée

**Douglas
Hofstadter
Emmanuel
Sander**



2013

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

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

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

Pour faire une analogie, on doit parvenir à **effacer l'accessoire, le superflu,**
et se concentrer sur l'essentiel = **généraliser !**

Cela permet d'adapter nos comportements à des **situations nouvelles.**

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

22 janvier 2019

Pourquoi l'oubli peut vous sauver la vie

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2019/01/22/7844/>



L'analogie dresse un pont entre un phénomène dans le monde **présent** et une expérience **passée** mémorisée.

Elle nous permet de penser et d'agir dans des **situations inconnues**.

Bref, elle a un caractère **prédictif**.



mai 2010

D'où viennent les concepts présent dans notre esprit ?

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

L'exemple du concept de « maman » :

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

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

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

A un moment, on passe de "maman" à "mère". Chemin faisant, on rencontre des cas plus étranges, comme la reine mère des abeilles, et le concept englobe des sens plus abstraites qualifiées communément de métaphoriques telles que « mère poule » ou « mère patrie ».

Ou encore lorsqu'on dit "la Révolution américaine est la mère de la Révolution française" ou "l'oisiveté est la mère de la philosophie".

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

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

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

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

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

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

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

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

Ainsi une **intuition**, par exemple, s'apparente moins à un raisonnement obéissant à certaines règles logiques cachées dans un arrière-plan inconscient.

Notre inconscient produit plutôt des liens et **des analogies de manière automatique.**

[des régularités ou des ressemblances statistiques ?]

Au final, il ne nous envoie pas une solution clé en main, mais nous lance sur une piste de recherche ou nous indique un résultat possible, que nous **tâchons de valider rationnellement après coup, de façon consciente.**

Une thèse essentielle du livre :

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

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

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

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

Des exemples

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

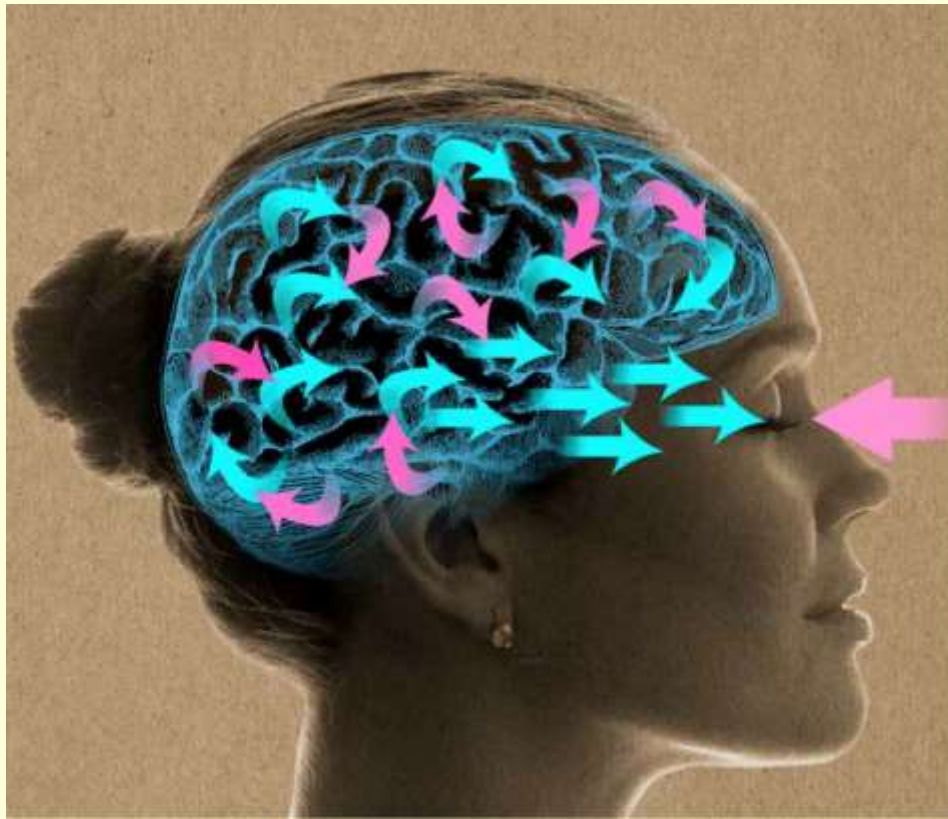
La langue a constamment recours aux analogies.

Par exemple, dans une conversation, lorsque nous commençons une phrase par: «***Moi aussi, cela m'est arrivé...***».

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

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

Le « cerveau prédictif » (« predictive processing »)

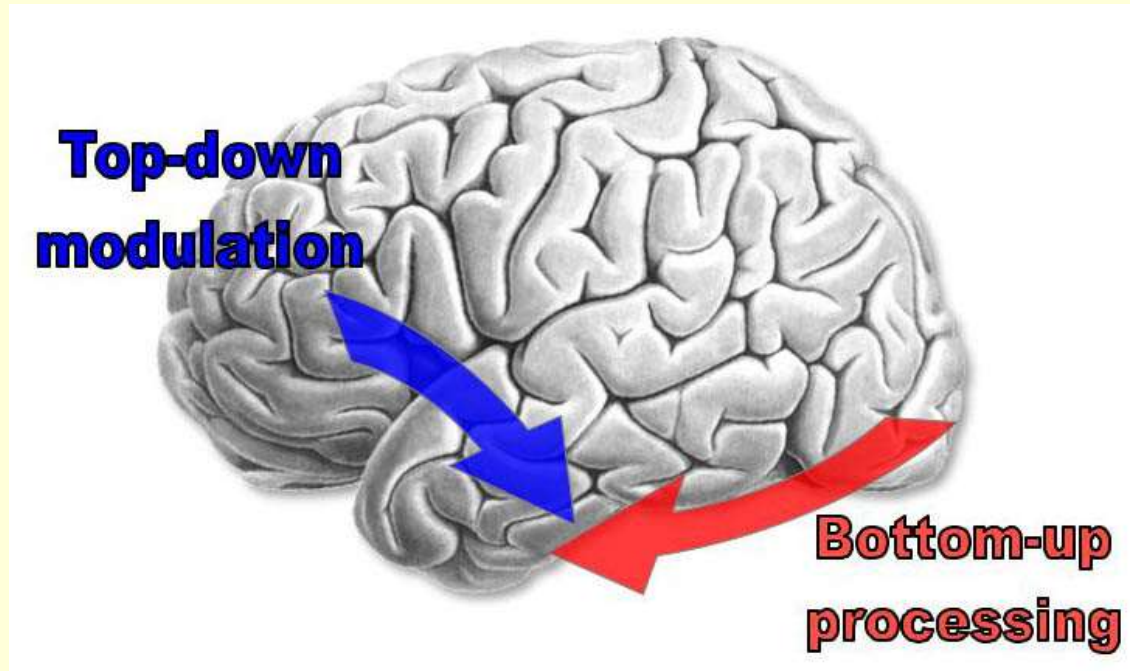


Autre point important : de plus en plus on se rend compte que **les concepts sont liés à nos perceptions, que ce sont même eux qui nous permettent de percevoir !**



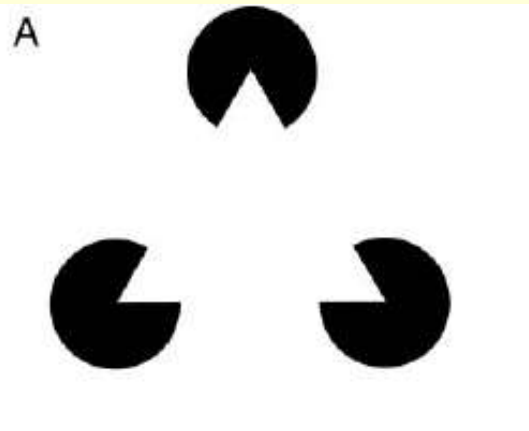
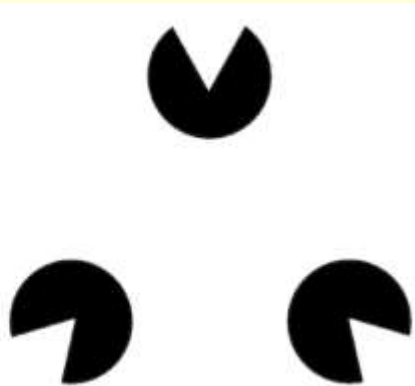
Ainsi, les concepts et les stimuli qui proviennent de nos organes sensoriels sont en interaction permanente ;

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









Caractéristiques fondamentale du cerveau :
celle de **projeter des hypothèses**
sur le monde pour mieux agir et... mieux **survivre** !

Nous sommes une **machine à faire des prédiction**
qui se base sur des **modèles internes** construits tout au
long de notre **longue** histoire !

(innée et acquise)



Merci de votre attention !