

L'apport des neurosciences... à tous les niveaux !

Cours 6 : Les « fonctions supérieures »

A : L'exemple de la lecture; l'attention

B- Les analogies, les concepts et leur représentation cérébrale



L'apport des neurosciences... à tous les niveaux !

~~Cours 1:~~ A- Multidisciplinarité des sciences cognitives
B- D'où venons-nous ?

~~Cours 2:~~ En quoi le fonctionnement et l'organisation des neurones distingue le cerveau d'un ordinateur ?

~~Cours 3:~~ A- Évolution de nos **mémoires** et rôle de l'hippocampe
B- Apprendre à associer, de la liste d'épicerie aux championnats de mémoire

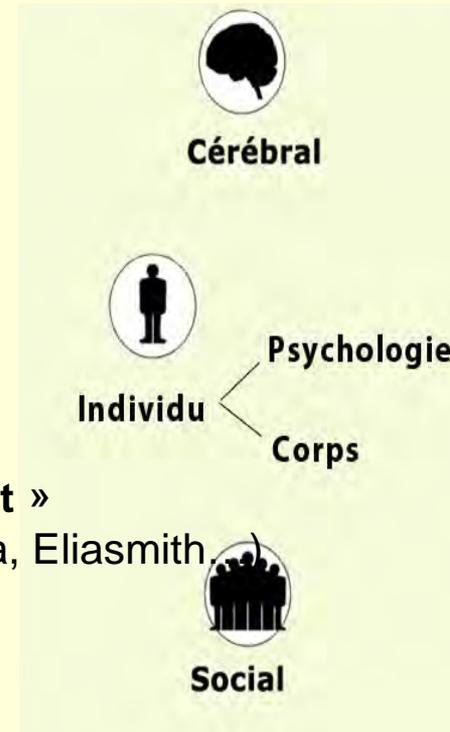
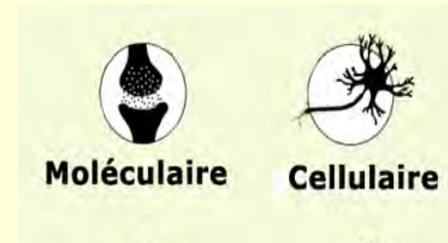
~~Cours 4:~~ A- Cartographier notre connectome à différentes échelles
B- Imagerie cérébrale et **réseaux** fonctionnels

~~Cours 5:~~ A- Des réseaux qui **oscillent** à l'échelle du cerveau entier
B- Éveil, sommeil et rêve

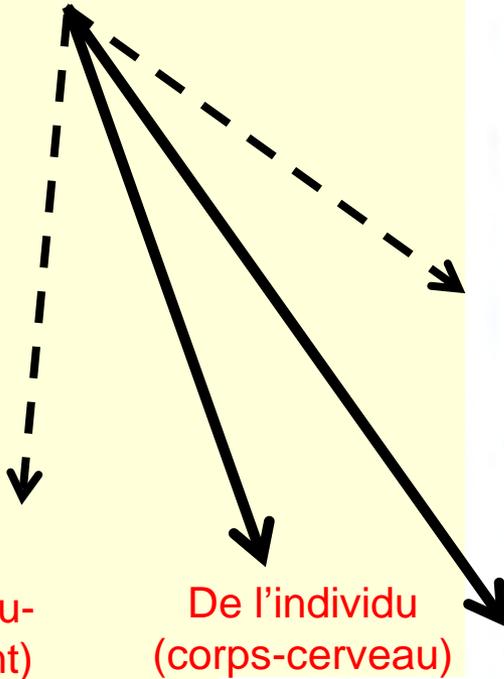
Cours 6 : A - L'exemple de la lecture; l'attention
B- Les analogies, les concepts et leur représentation cérébrale

Cours 7 : A- La cognition située dans un « **corps-cerveau-environnement** »
B- Exemples de modèles de cognition incarnée (Barsalou, Varela, Eliasmith,

Cours 8 : A- Libre arbitre et neuroscience
B- Vers une **neuropédagogie** ?

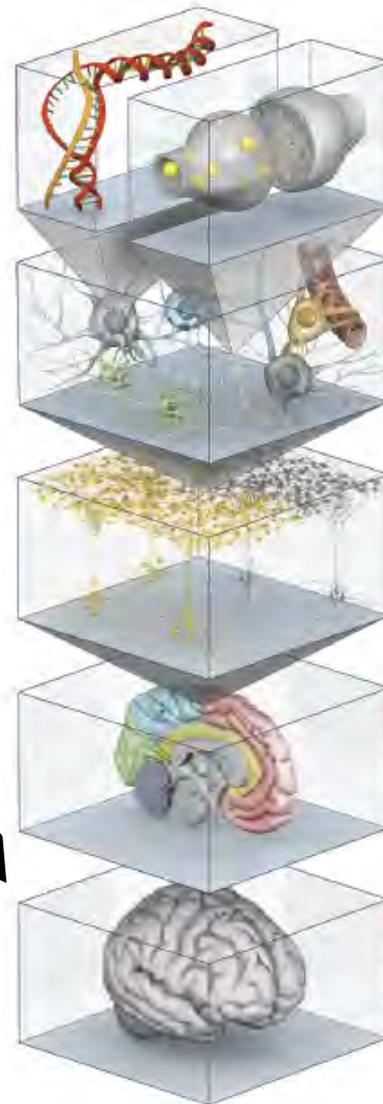
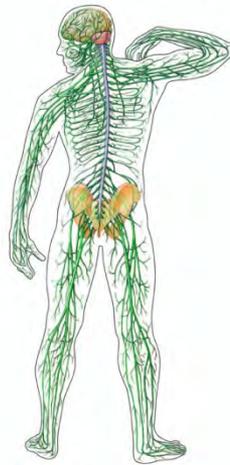


Cours 6 :



Social
(corps-cerveau-
environnement)

De l'individu
(corps-cerveau)



Molecular

A century of research, beginning with the first inspection of a brain cell under a microscope, would translate into a digital facsimile that combines component molecular parts to assemble a cell that demonstrates the essential properties of a neuron—the transmission of electrical and chemical signals.

Cellular

A brain-in-a-box simulation will have to capture every detail of neurons and nonneuronal glial cells, including the exact geometric shapes of the dendrites and axons that receive and send information.

Circuits

A model of the neural connections between different brain areas and among neighboring cells may furnish clues to the origins of complex brain diseases such as autism and schizophrenia.

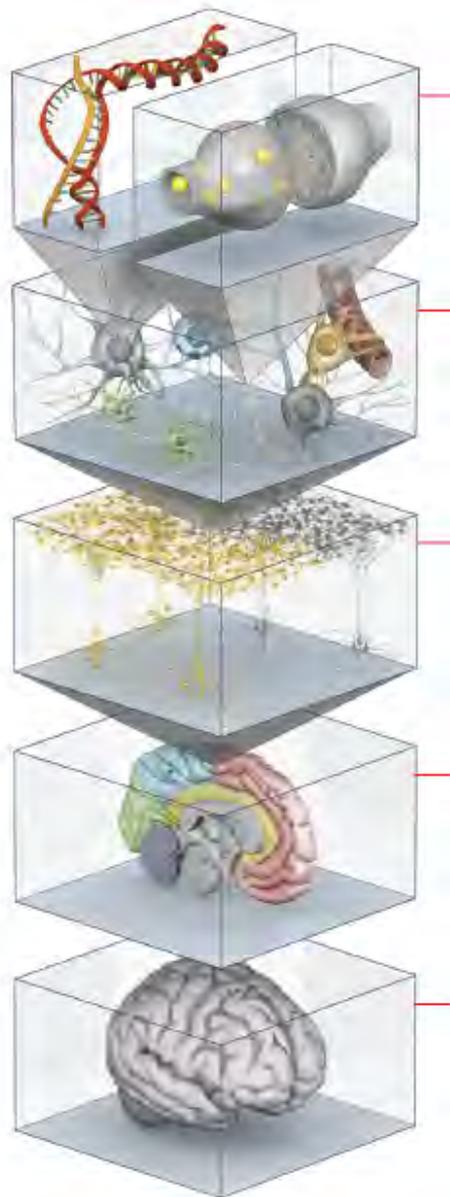
Regions

Major neural substructures—the amygdala (emotions), the hippocampus (memory), the frontal lobes (executive control)—can be inspected alone or as they interact with one another.

Whole Organ

An in silico brain might substitute for the actual organ. By removing the computer code for a “gene,” the virtual system can, for instance, mimic the effects of a mutation, as scientists do today by “knocking out” a gene in mice. The tool would avoid the lengthy breeding process and could simulate a multitude of experimental conditions.

Je vous propose pour commencer la lecture de ceci :



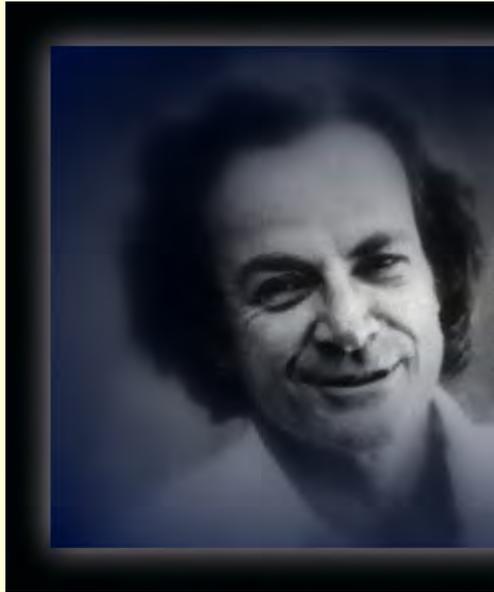
Et, en continuant, nous arrivons à des choses comme le mal, la beauté et l'espoir [...]

« Lequel des deux extrêmes est plus proche de Dieu, si je puis me permettre d'utiliser une métaphore religieuse ? La beauté et l'espoir, ou les lois fondamentales ? Je pense que la bonne démarche consiste, bien sûr, à dire que nous devons considérer l'ensemble des interconnexions structurelles des choses, et que toutes les sciences – et non seulement les sciences, mais tous les efforts de type intellectuel – sont des tentatives visant à découvrir les liaisons des hiérarchies, à relier la beauté à l'histoire, l'histoire à la psychologie humaine, la psychologie humaine au fonctionnement du cerveau, le cerveau aux influx nerveux, les influx nerveux à la chimie, et ainsi de suite, vers le haut et vers le bas, dans un sens comme dans l'autre. Mais aujourd'hui nous ne pouvons pas encore, et cela ne sert à rien de prétendre le contraire, relier exactement et totalement un extrême de cette chose à l'autre, puisque nous ne faisons que commencer à voir que cette hiérarchie relative existe.

Et je ne pense pas que l'un des extrêmes soit plus proche de Dieu que l'autre.

Je vous propose pour commencer **la lecture** de ceci :

Et j'attire votre **attention** sur l'auteur de cet extrait :



1918-1988

Prix Nobel de
physique en 1965

Et, en continuant, nous arrivons à des choses comme le mal, la beauté et l'espoir [...]

*« Lequel des deux extrêmes est plus proche de Dieu, si je puis me permettre d'utiliser **une métaphore** religieuse ? La beauté et l'espoir, ou les lois fondamentales ? Je pense que la bonne démarche consiste, bien sûr, à dire que nous devons considérer l'ensemble des interconnexions structurelles des choses, et que toutes les sciences – et non seulement les sciences, mais tous les efforts de type intellectuel – sont des tentatives visant à découvrir les liaisons des hiérarchies, à relier la beauté à l'histoire, l'histoire à la psychologie humaine, la psychologie humaine au fonctionnement du cerveau, le cerveau aux influx nerveux, les influx nerveux à la chimie, et ainsi de suite, vers le haut et vers le bas, dans un sens comme dans l'autre. Mais aujourd'hui nous ne pouvons pas encore, et cela ne sert à rien de prétendre le contraire, relier exactement et totalement un extrême de cette chose à l'autre, puisque nous ne faisons que commencer à voir que cette hiérarchie relative existe.*

Et je ne pense pas que l'un des extrêmes soit plus proche de Dieu que l'autre.

Richard Feynman

L'apport des neurosciences... à tous les niveaux !

Cours 6 : Les « fonctions supérieures »

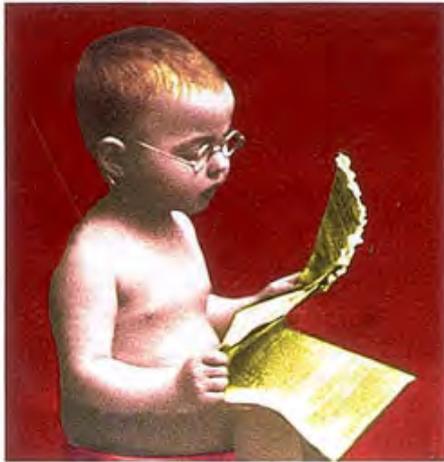
A : L'exemple de la lecture; l'attention

B- Les analogies, les concepts et leur représentation cérébrale



STANISLAS DEHAENE

LES NEURONES
DE LA LECTURE



préface de
Jean-Pierre Changeux



Plus une petite mise à jour critique
avec deux articles à la fin...

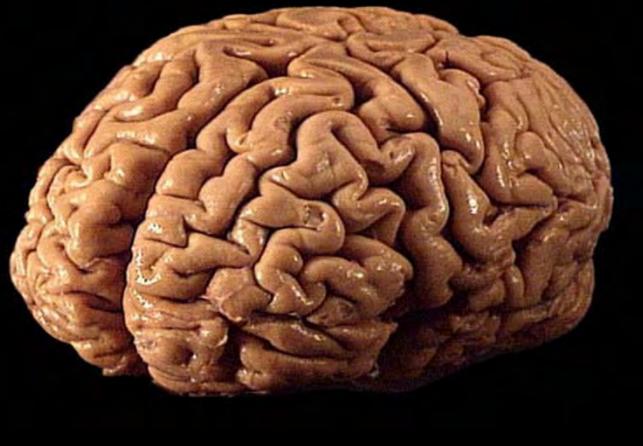
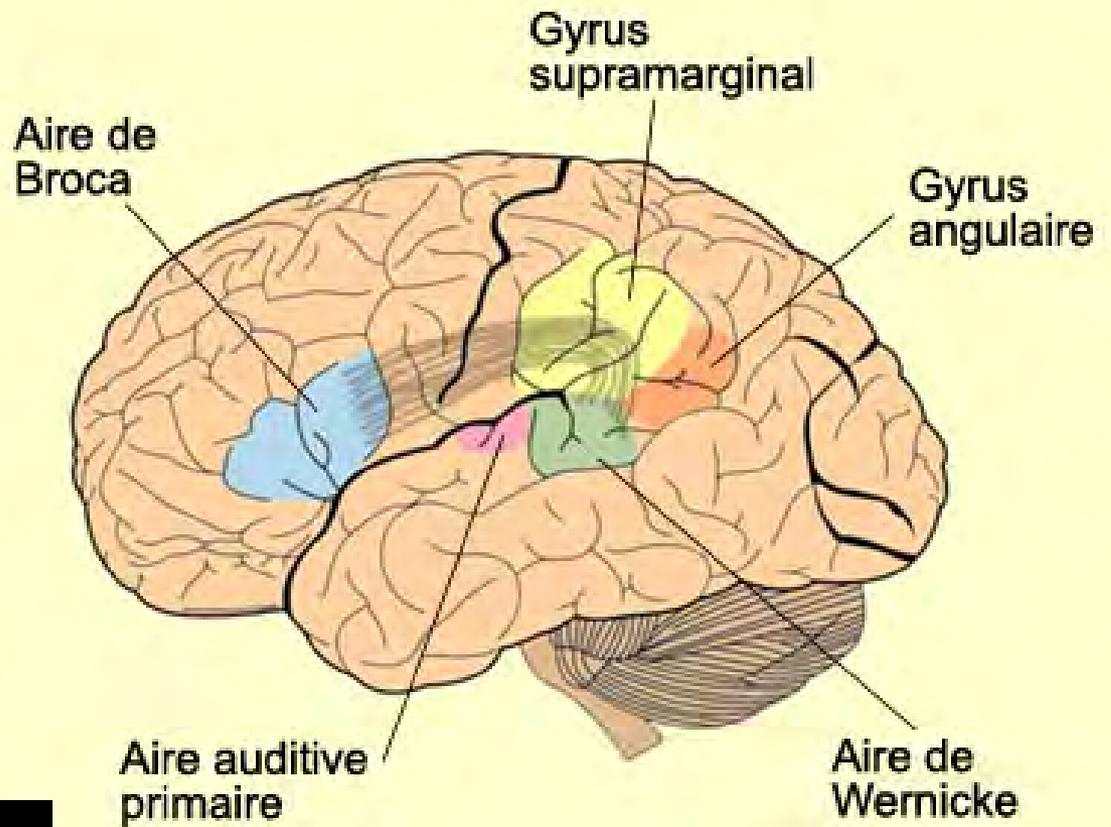
Publié en 2007

Qu'est-ce que lire pour un neurobiologiste ?



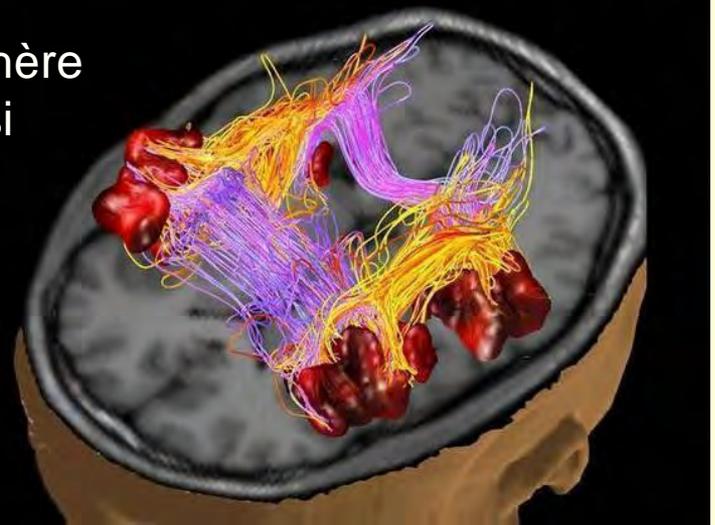
C'est rendre
accessibles les
« aires du langage »...

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



- Hémisphère
droit aussi

- réseau



Lundi, 20 mars 2017

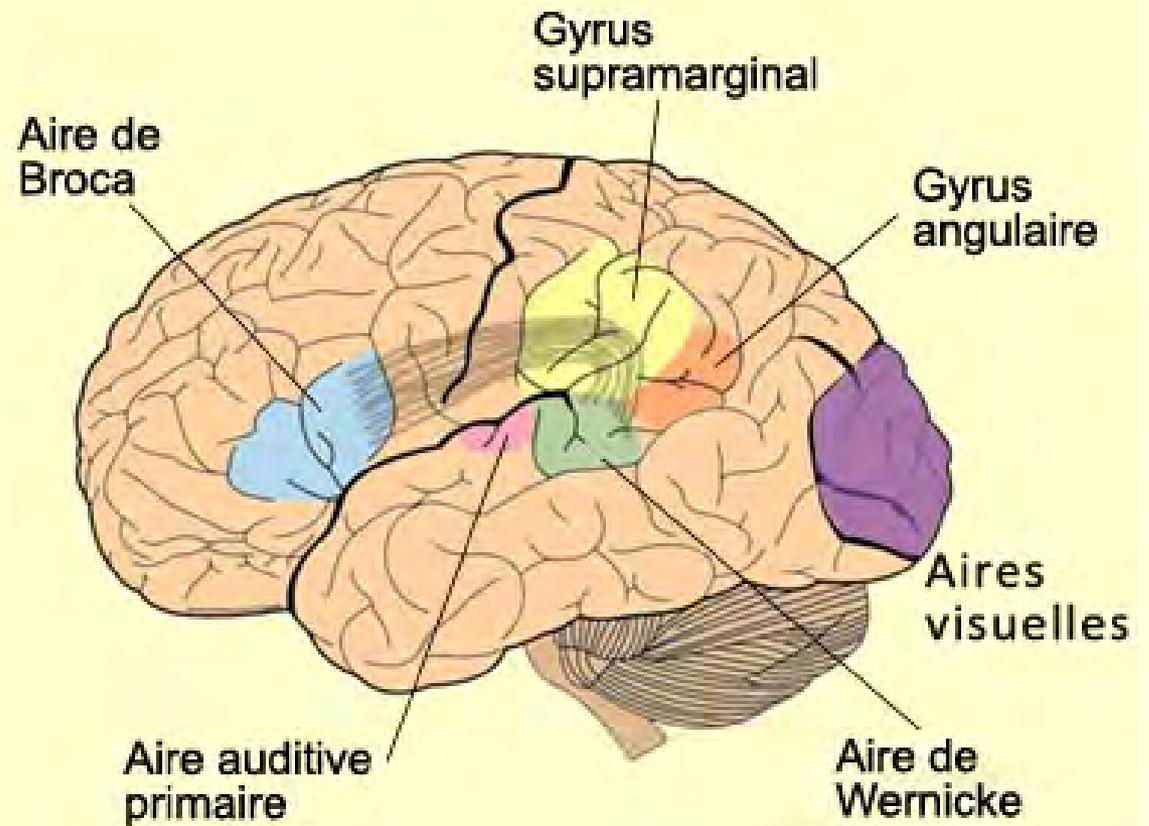
Une première carte sémantique sur le cortex humain

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



Donc lire
c'est rendre
accessibles les
aires du langage...
(« whatever
that means... »)

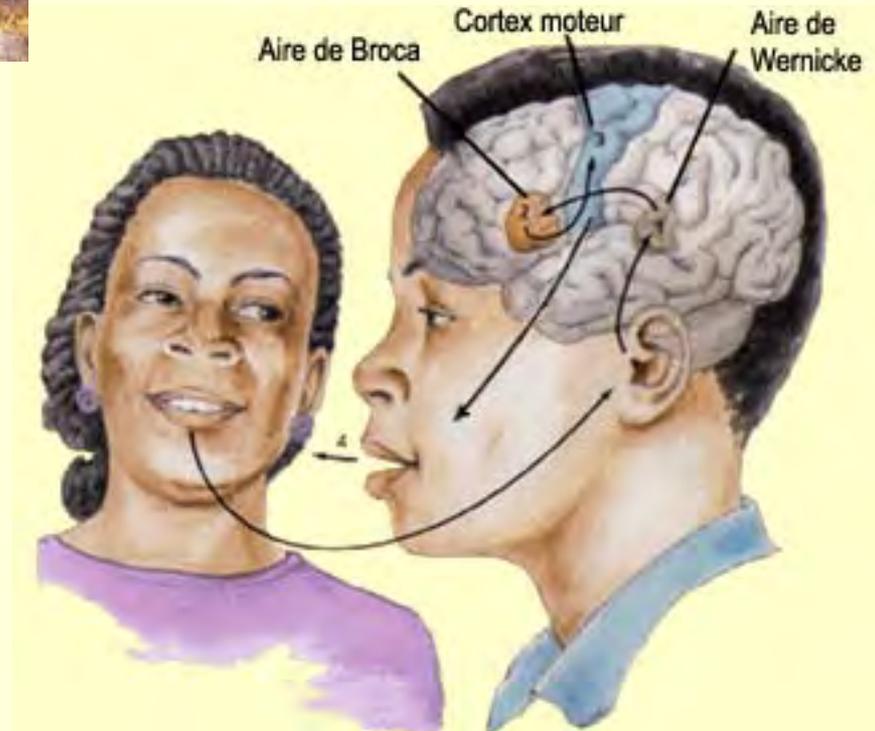
**...par les
aires visuelle !**

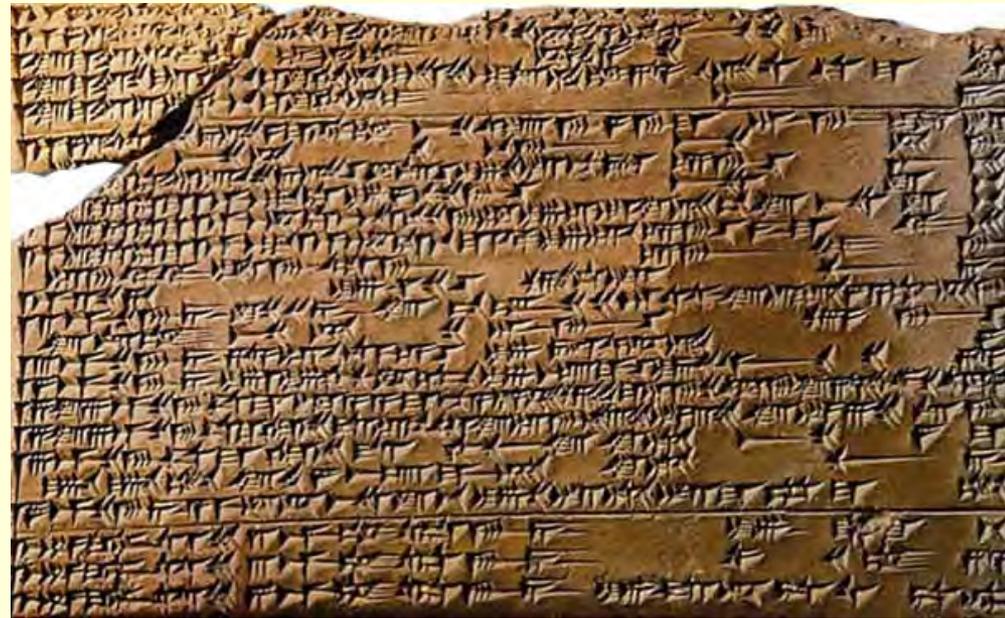




Car si des circuits cérébraux ont pu être **sélectionnés pour le langage** durant l'hominisation...

(des centaines de milliers d'années)





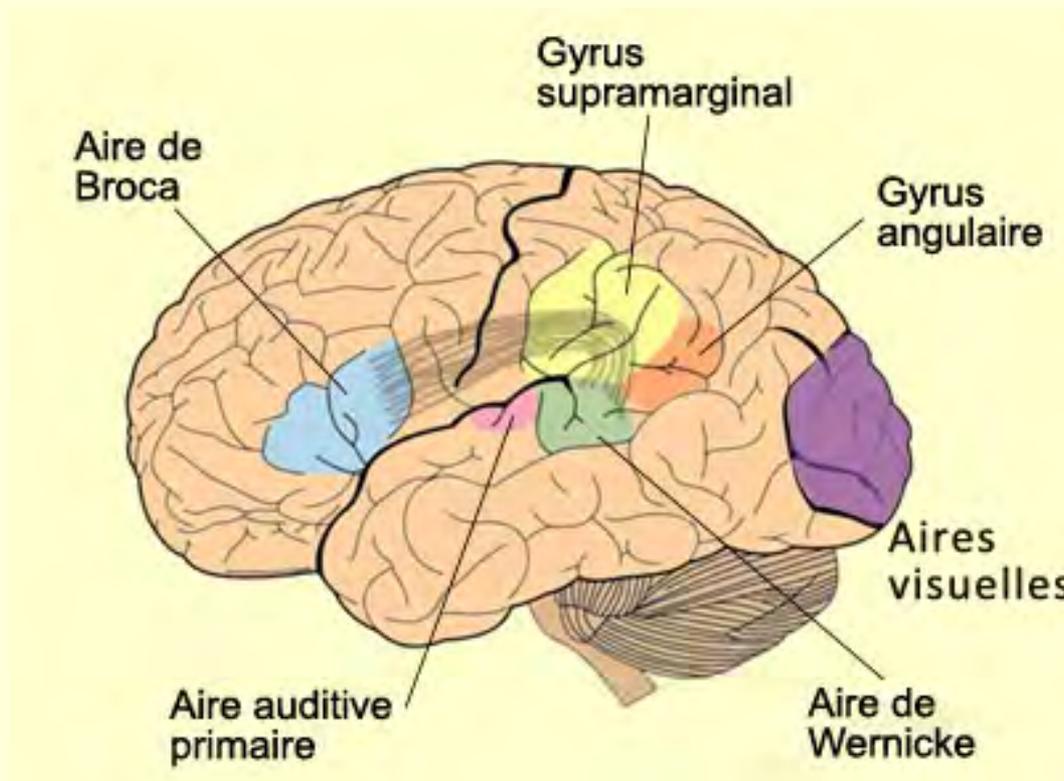
...il est difficile d'imaginer
des circuits cérébraux
sélectionnés pour l'écriture.

(quelques milliers d'années)

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

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 ?



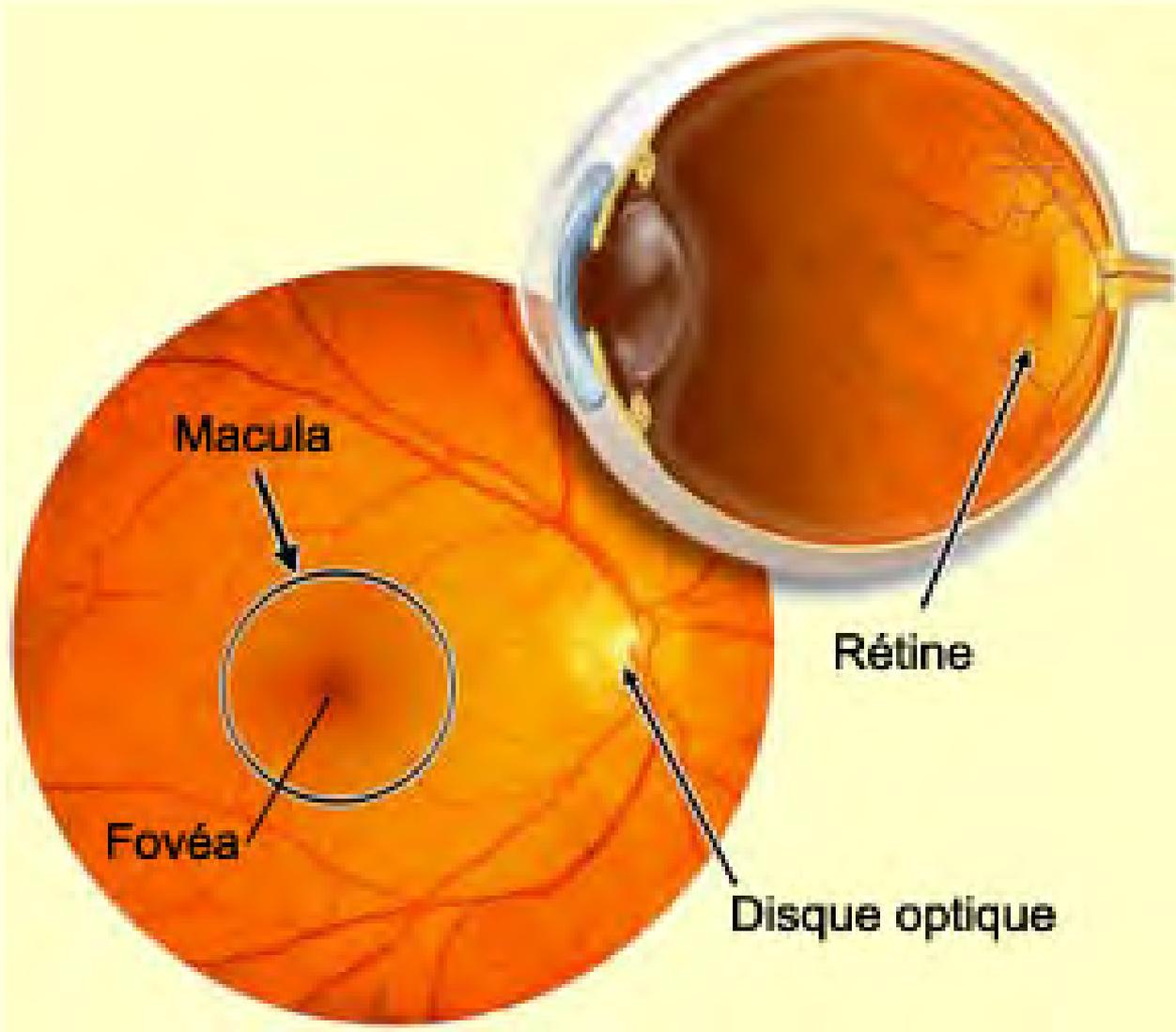
Ce que nous voyons d'une page de Proust...

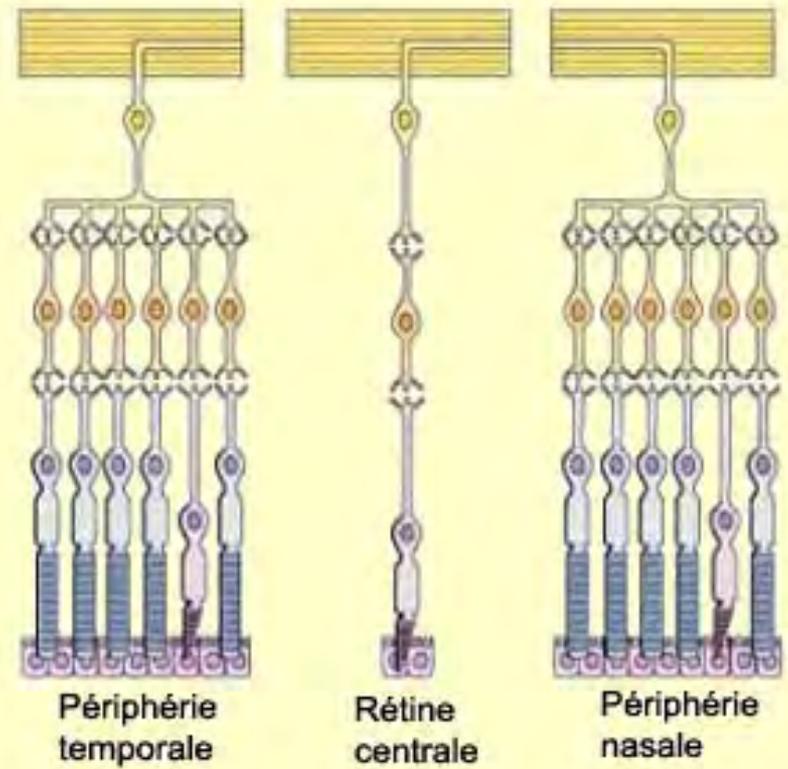
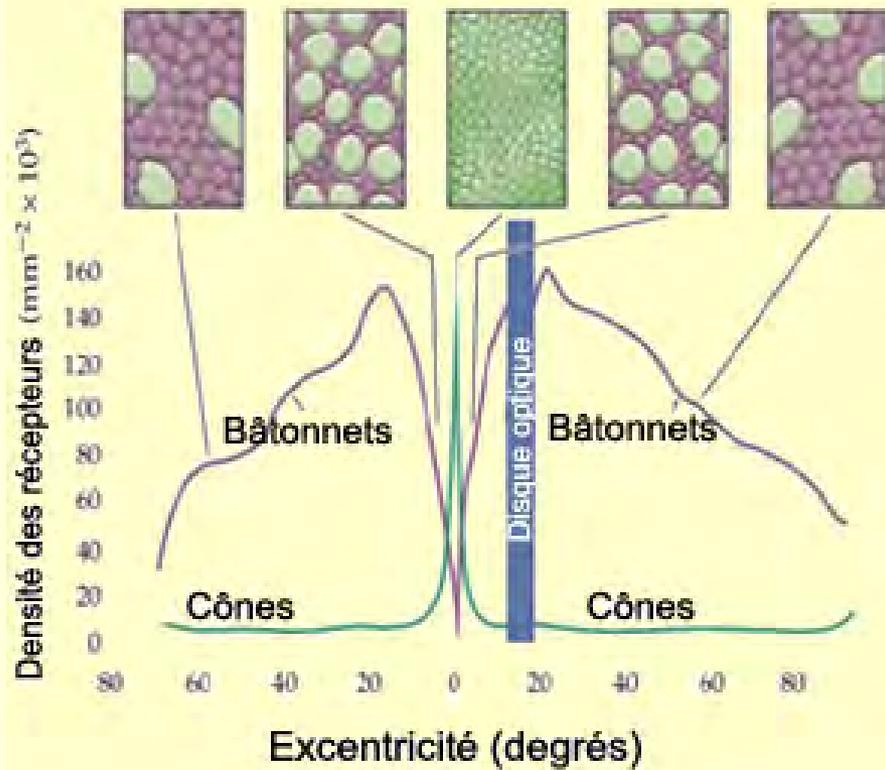
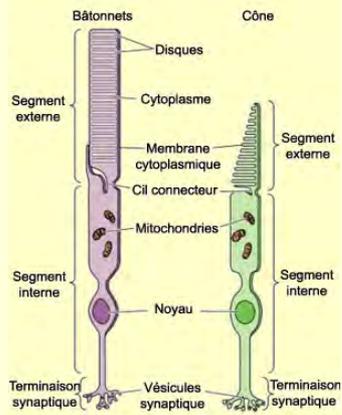
Il n'y a peut-être pas de jours de notre existence qui nous aient
apparemment vécus que ceux que nous avons cru laisser aller
par nous-mêmes passés avec un livre préféré. Tout ce qui, semblait à
nous appartenir pour les autres, et que nous écartions comme un obstacle
à un plaisir divin : le jeu pour lequel un seul instant nous nous

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

Sere, Marendaz & Héroult, Perception (2000)

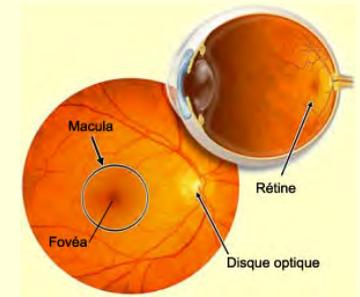
Simulation montrant la petite zone claire et précise
correspondant à la **fovea** sur la rétine.



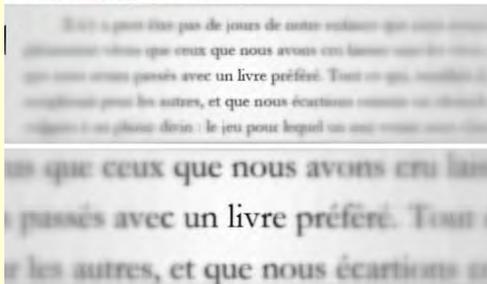


Fovea :

- 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.

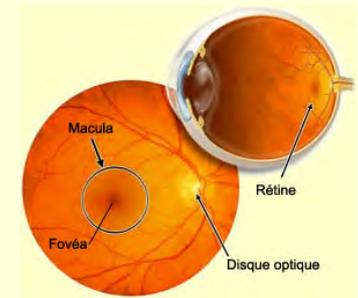


Ce que nous voyons d'une page de Proust...



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 rört mig på olika arenor inom skolans värld. Nordiska, afrikanska, syd- och östeuropeiska ungdomar gör sina röster hörda genom sång, musik, skrik, skraft 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.

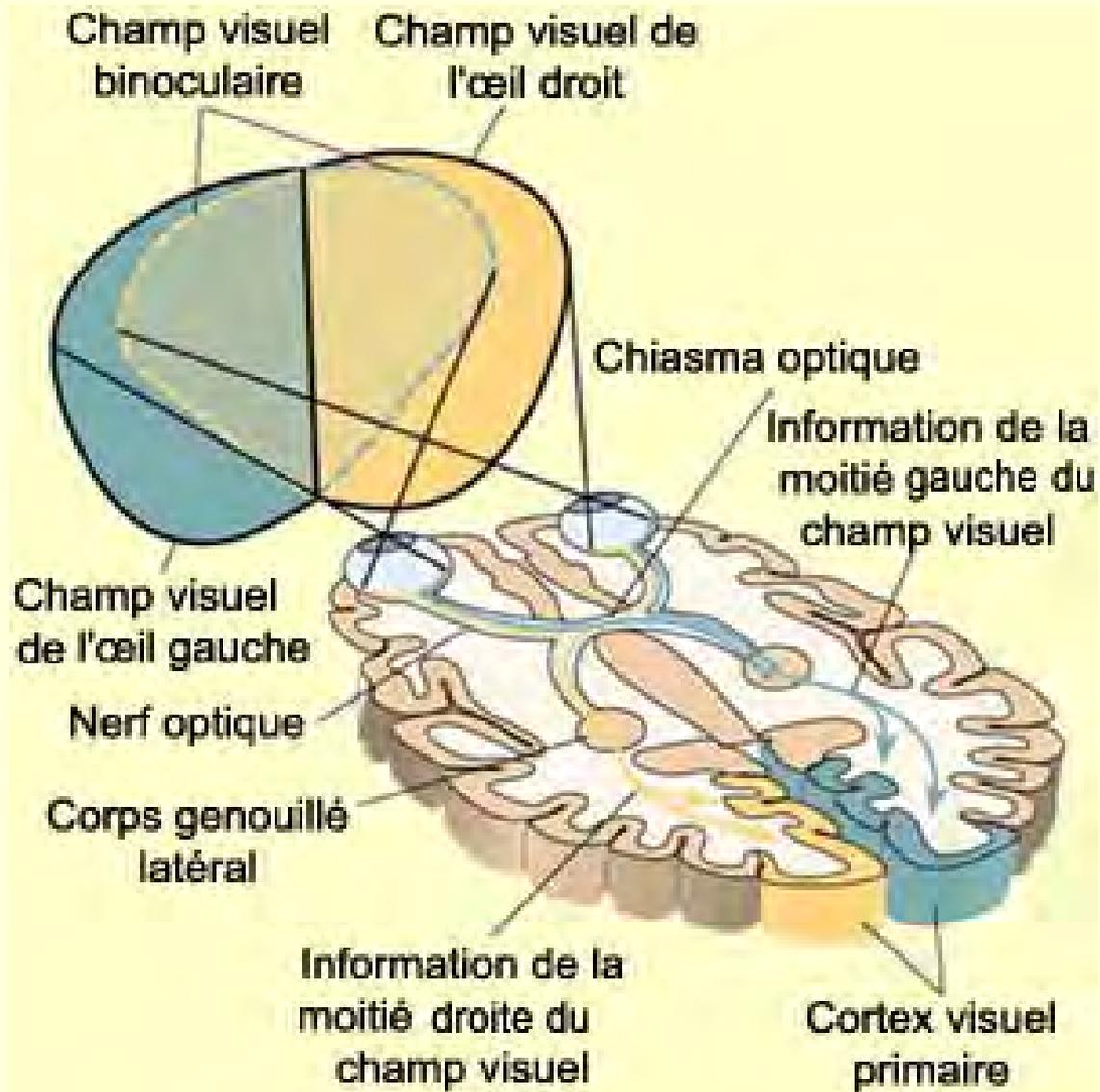
En fait, nous n'identifions vraiment que de **dix à douze lettres par saccade:**

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



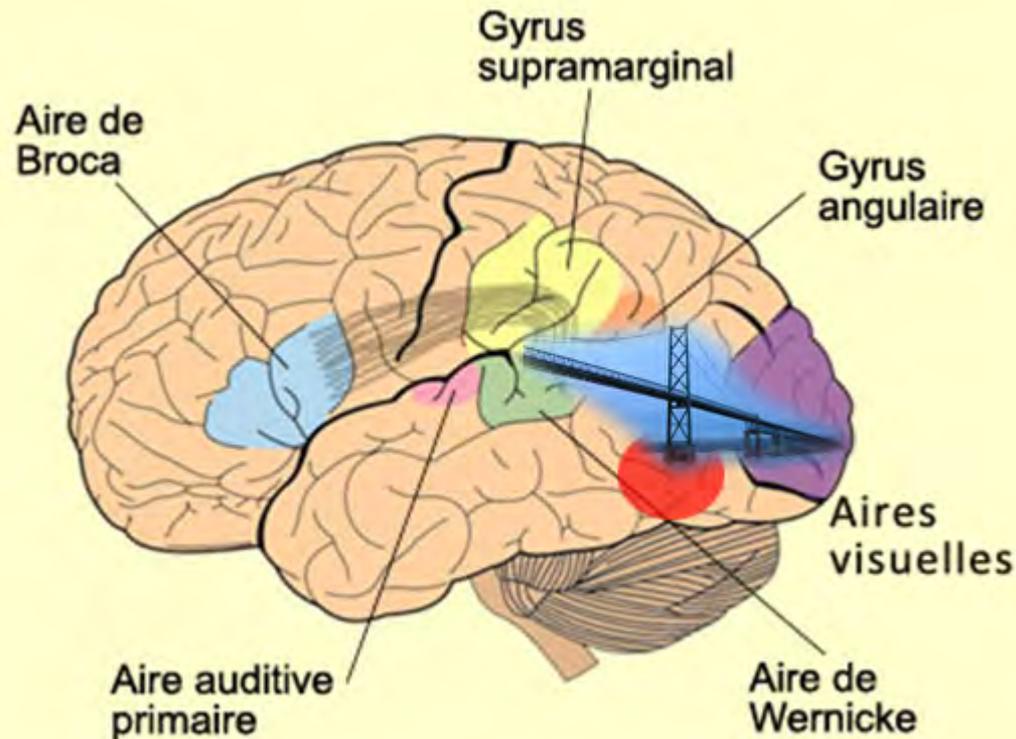
Donc... durant la lecture, comment le cerveau parvient-il à **donner accès aux aires du langage par les aires visuelles ?**

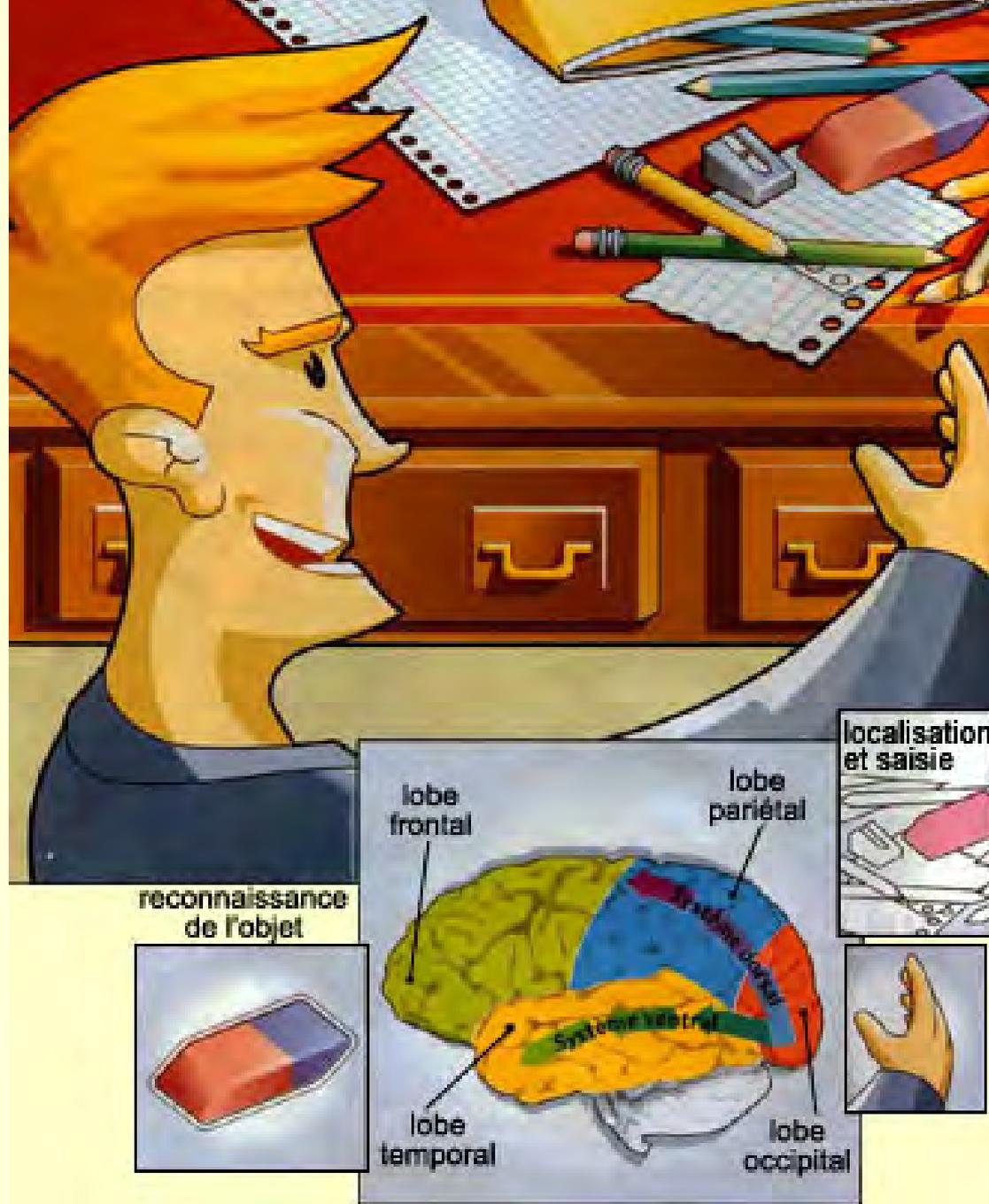
Comment fait-il le pont ?

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 ?**





Voie **ventrale** et **dorsale**.

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

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

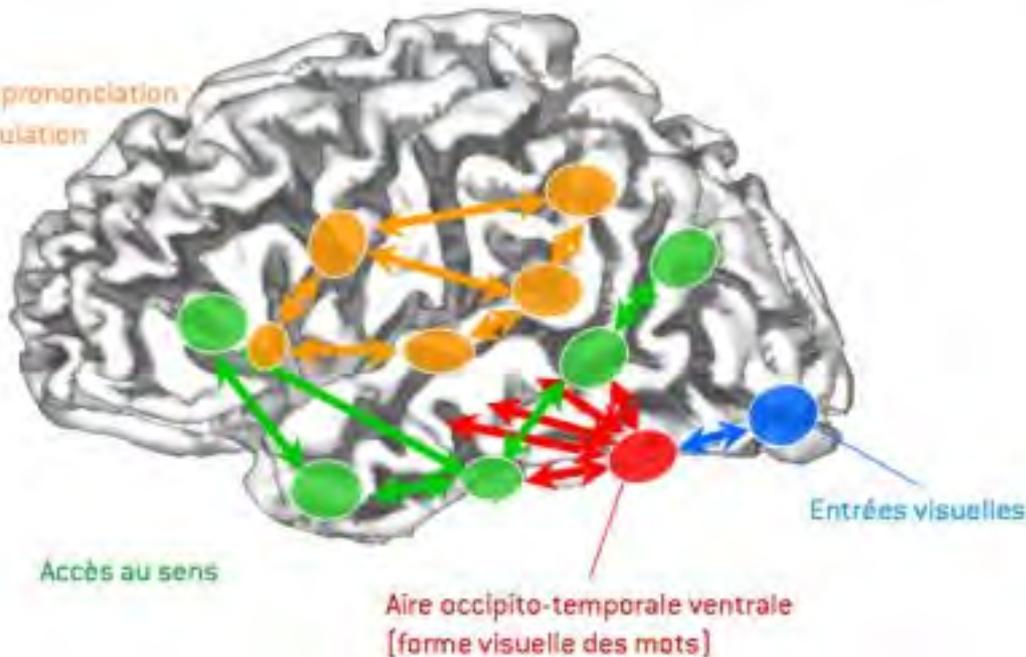
cette région clé pour la reconnaissance visuelle des mots

(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**,

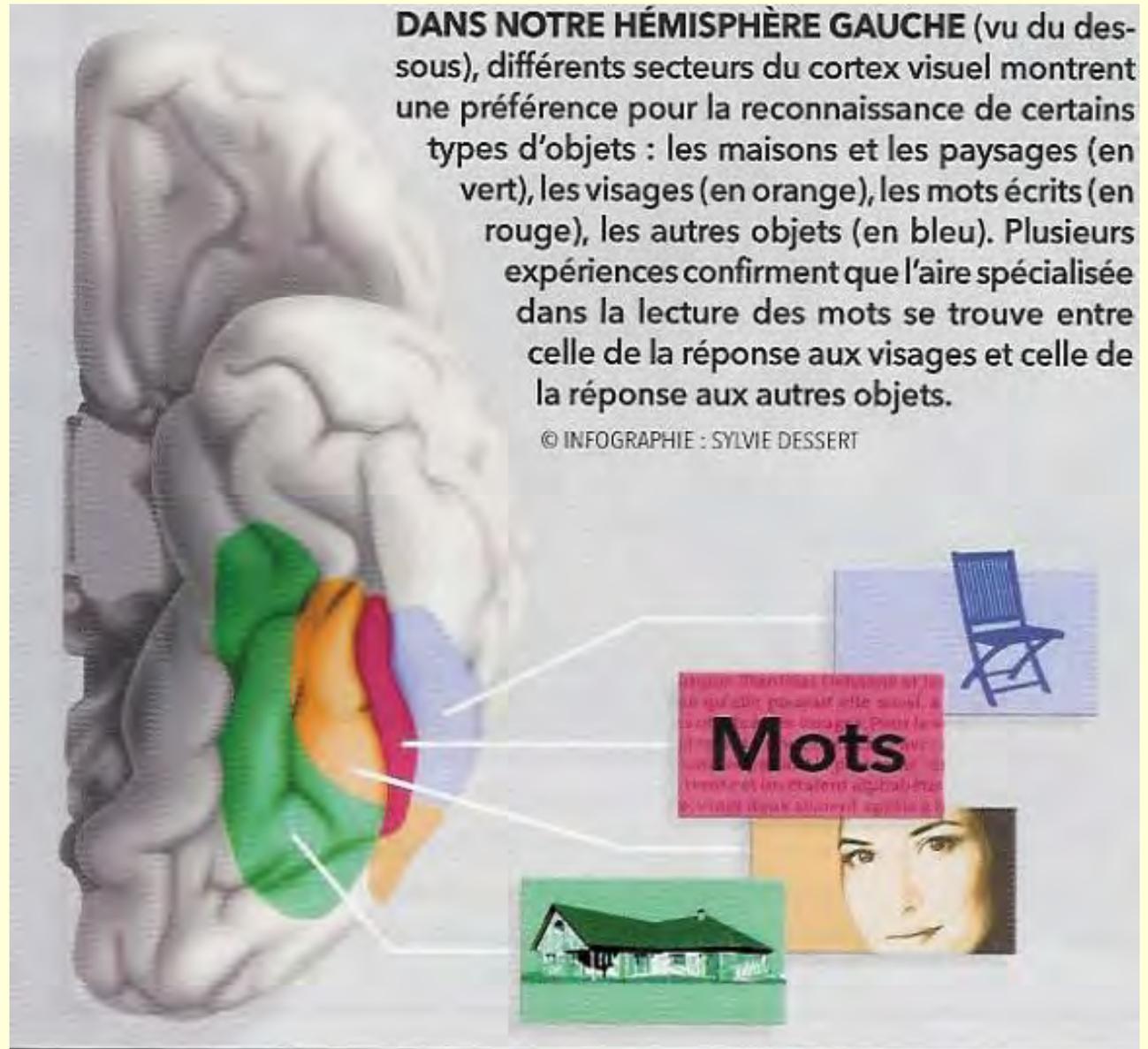
puis vers **170 ms** elle s'étend à la région **occipito-temporale gauche**.

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

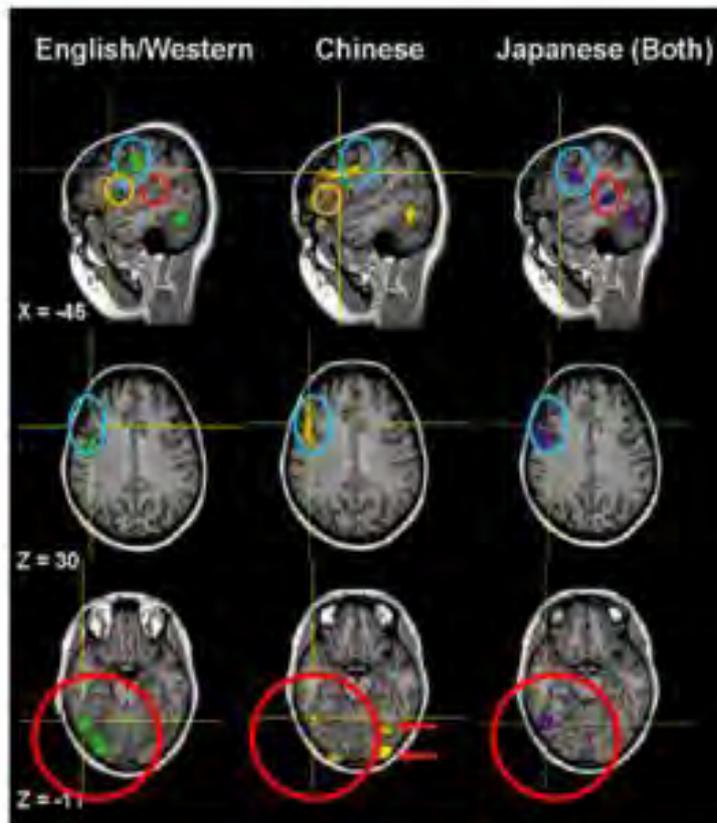
la voie ventrale de la vision dans le

cortex ventral occipito-temporal gauche.



Cette région est pratiquement **au même endroit** pour tout le monde, peu importe la langue dans laquelle vous lisez.

Universalité des réseaux de la lecture dans différents systèmes d'écriture



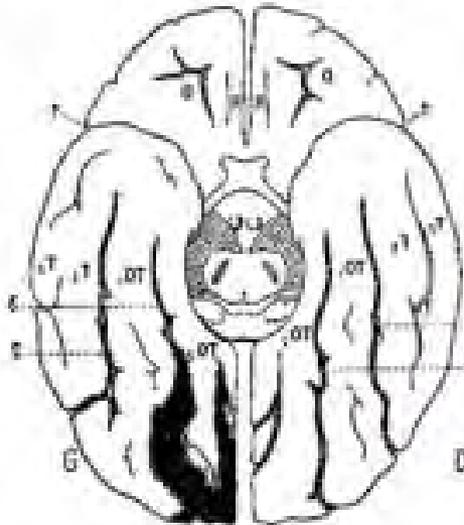
Remarquable recouvrement des activations dans la région occipito-temporale gauche [« aire de la forme visuelle des mots »]

Coordonnées proposées par Cohen et al. (2002): -42, -57, -12

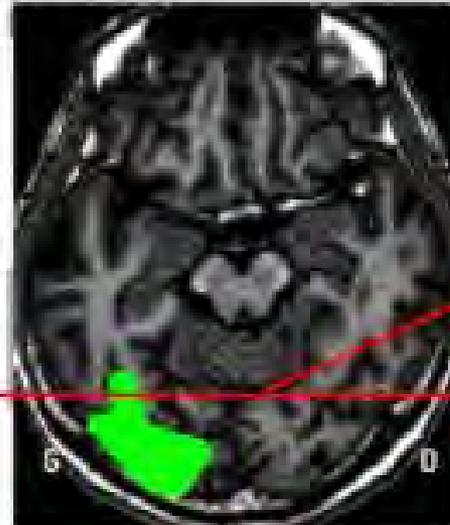
Stimuli	x	y	z
Western words	-46	-56	-13
Chinese characters	-49	-53	-10
Japanese Kana	-46	-55	-8
Japanese Kanji	-47	-58	-9
Average (SD)	-47.2 (1.3)	-55.2 (1.9)	-11.6 (3.6)

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

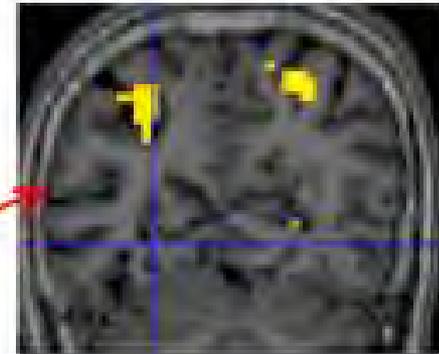
Déjerine, 1892



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 !



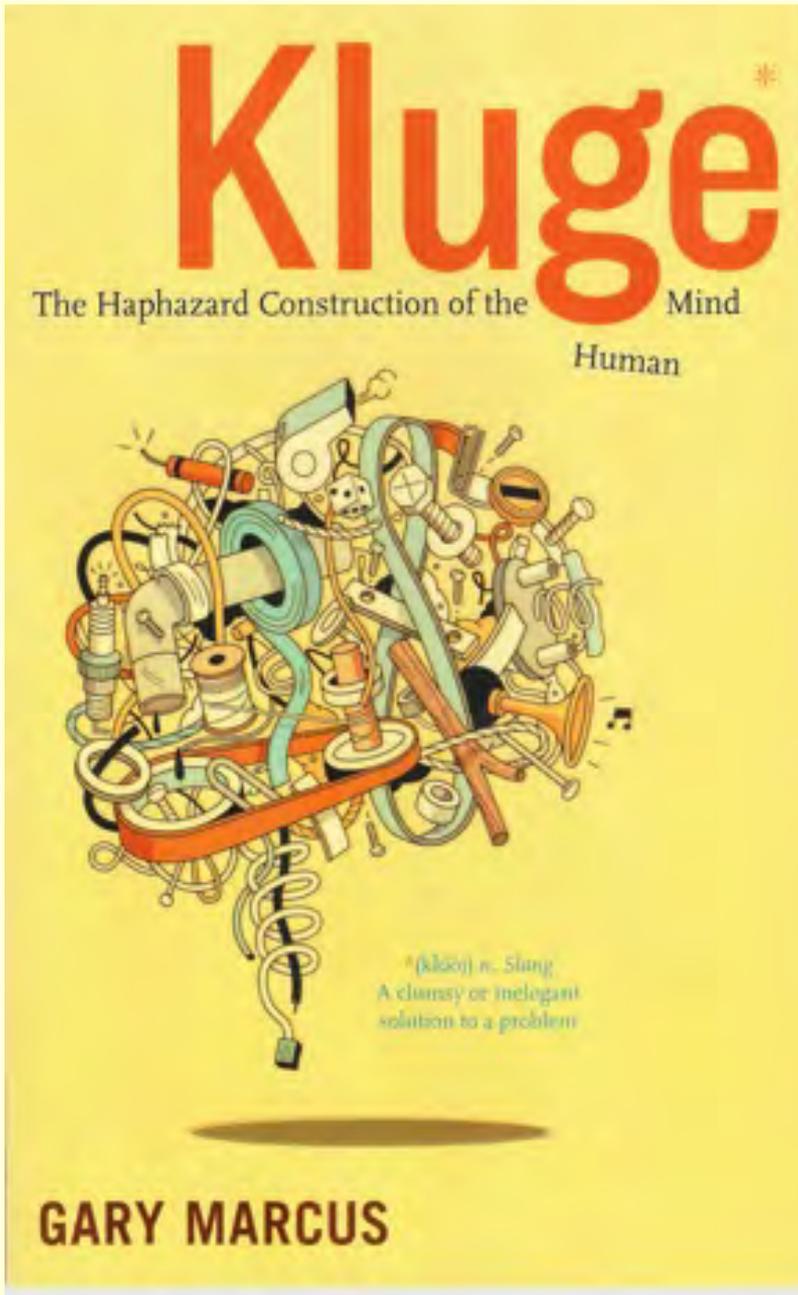
Sujet normal

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

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**.





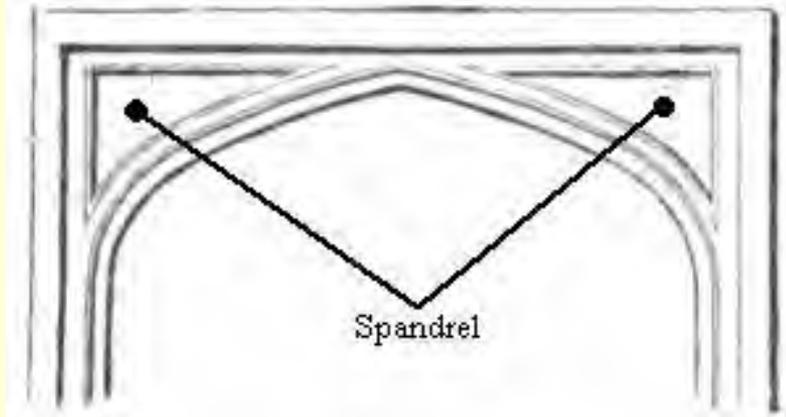
Il s'agit d'un phénomène général plus large :

le détournement de fonctions cognitives autrefois employées à d'autres fins vers une nouvelle utilisation.

Le « bricolage » de l'évolution

"L'évolution ne tire pas ses nouveautés du néant. Elle 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 récupère tout ce qui lui tombe sous la main [...]"

- François Jacob



Le « recyclage neuronal » de Dehaene s'apparente au concept d'« **exaptation** » :

une structure biologique ayant évolué en vue d'une fonction précise mais qui se trouve réutilisée ou recyclée pour une autre fonction.

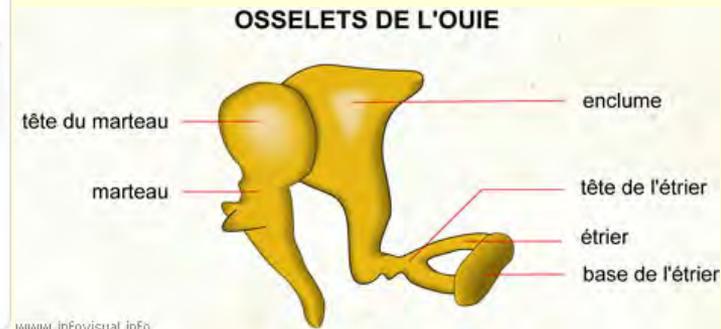
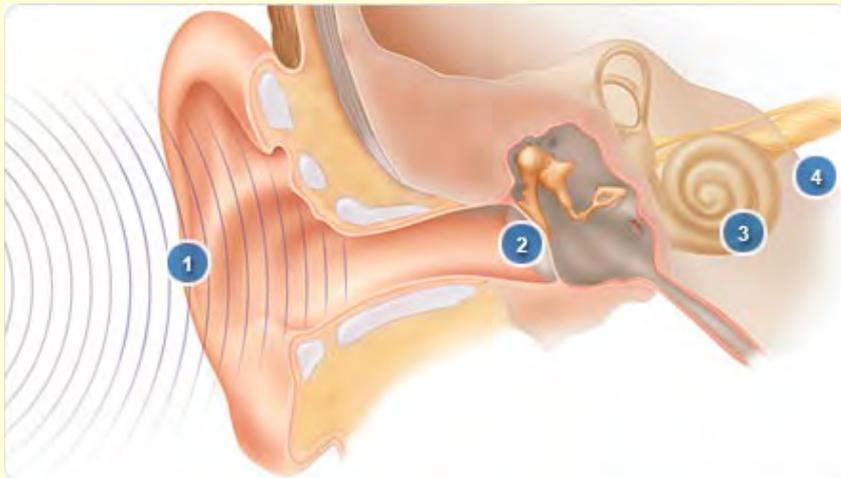
(S. Jay Gould)





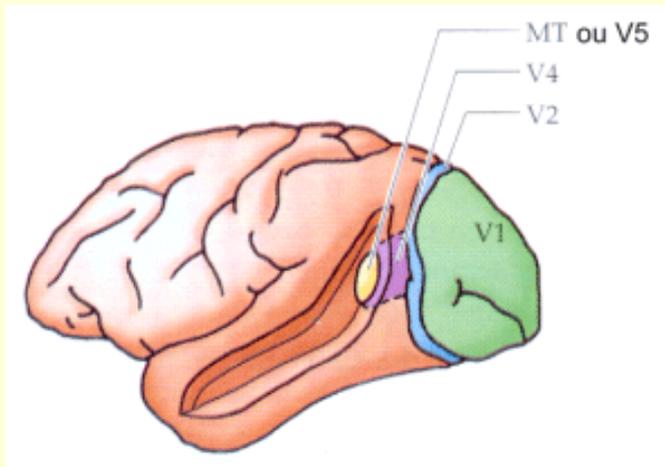
Exemple 1 : les plumes de l'oiseau, d'abord apparue pour la thermorégulation

Exemple 2 : les osselets de l'oreille interne, d'abord apparus comme des os de la mâchoire



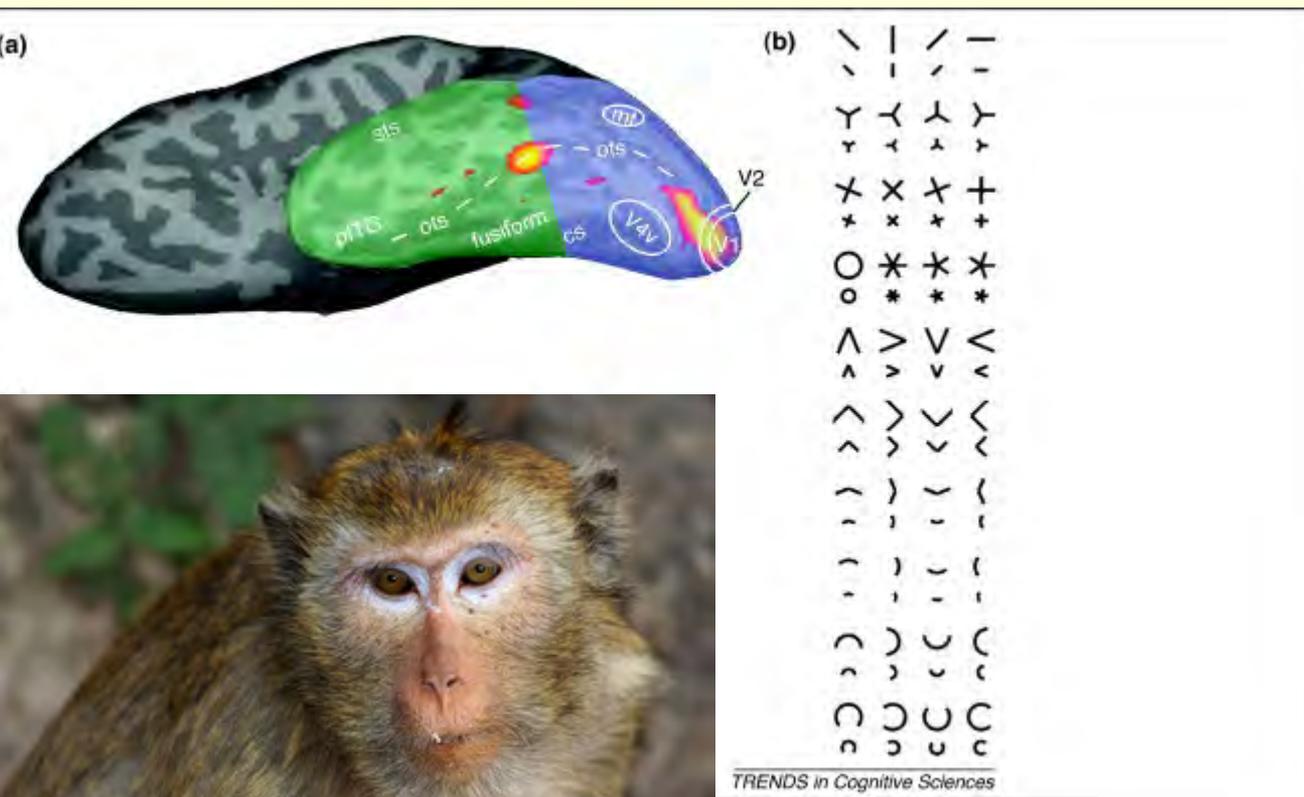
Quelques données qui appuient cette idée de « **recyclage neuronal** »
de l'**aire occipito-temporale ventrale gauche** pour la lecture :

Chez le singe macaque :



- Similitudes entre des aires visuelles, dont la **présence de l'aire occipito-temporale ventrale**
- L'enregistrement dans un neurones de cette aire montre une réponse seulement pour un objet sur 100 (une chaise, par exemple)
- Répond en fait à **certaines propriétés de ces objets**
(ex : si un neurone répond à un cube, on lui présente une forme en T et il répond autant sinon plus)

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.

Par exemple, si vous avez un objet qui en cache un autre, la jonction des arrêtes va former un T, ce qui nous aiderait à déterminer quelle forme est devant telle autre.

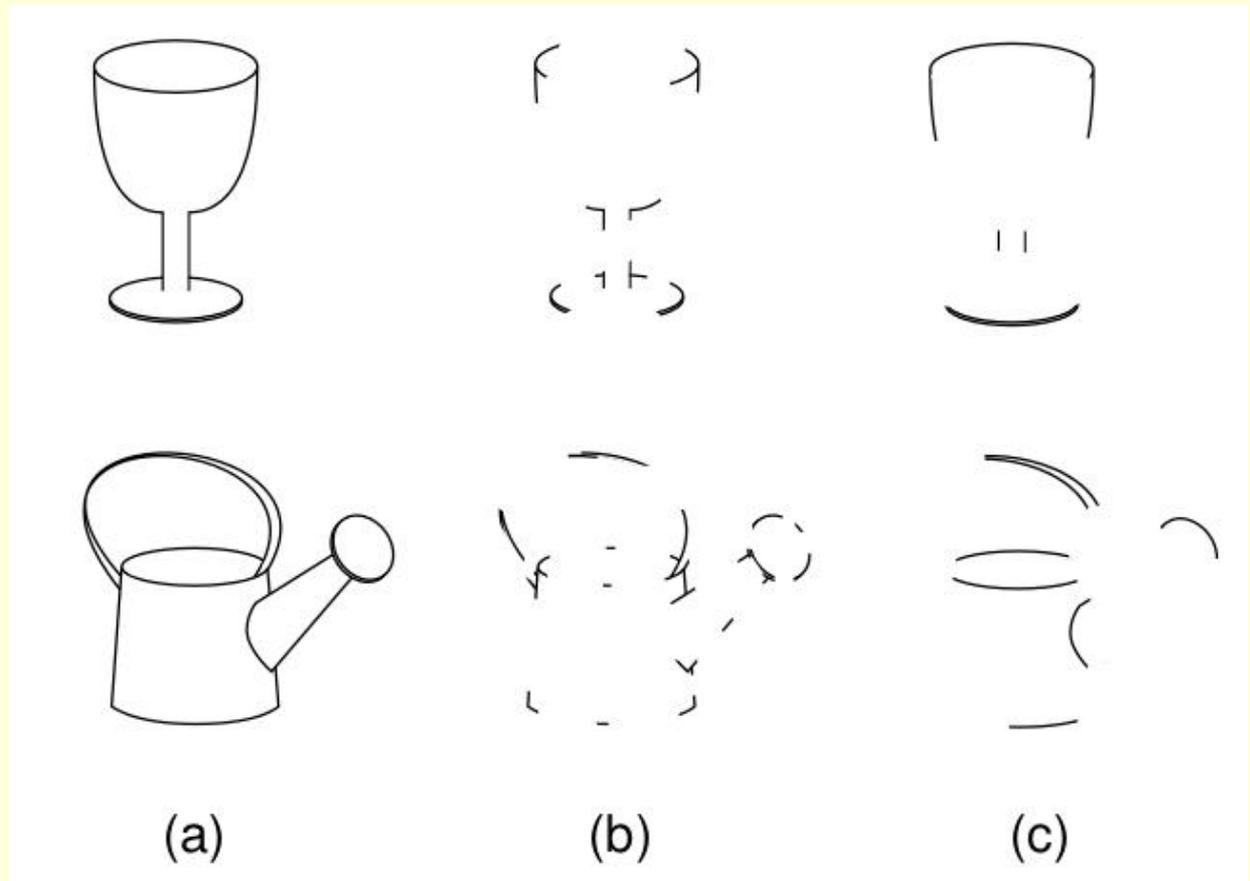


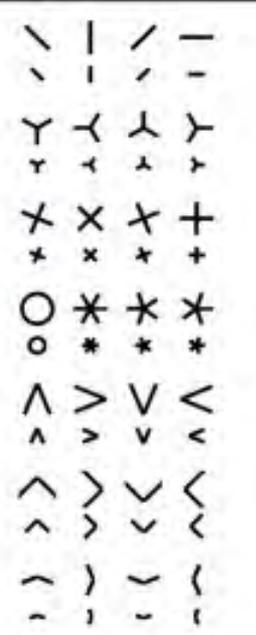
Chez l'humain aussi, ces formes sont très importante dans la reconnaissance visuelle.

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)

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 !

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...)

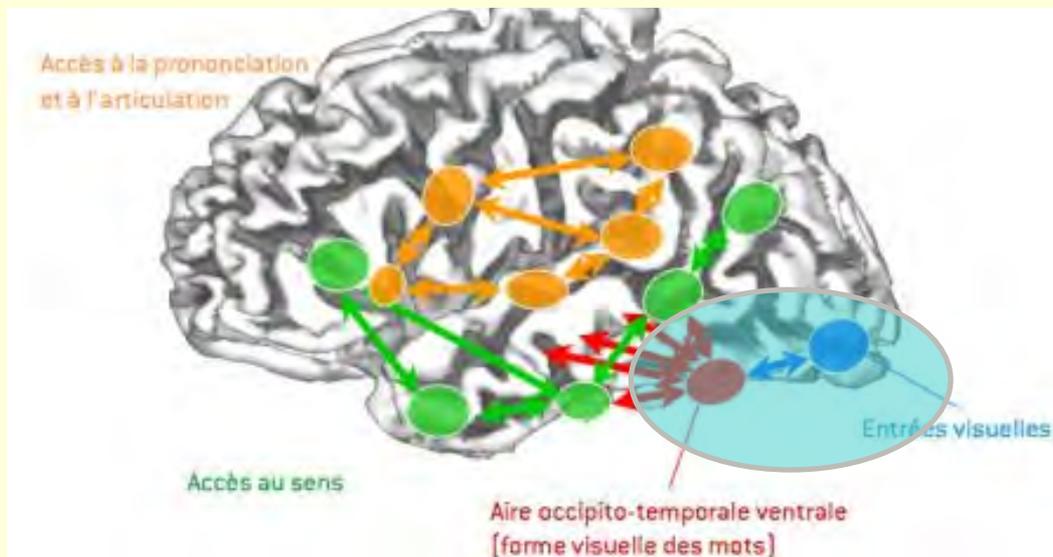
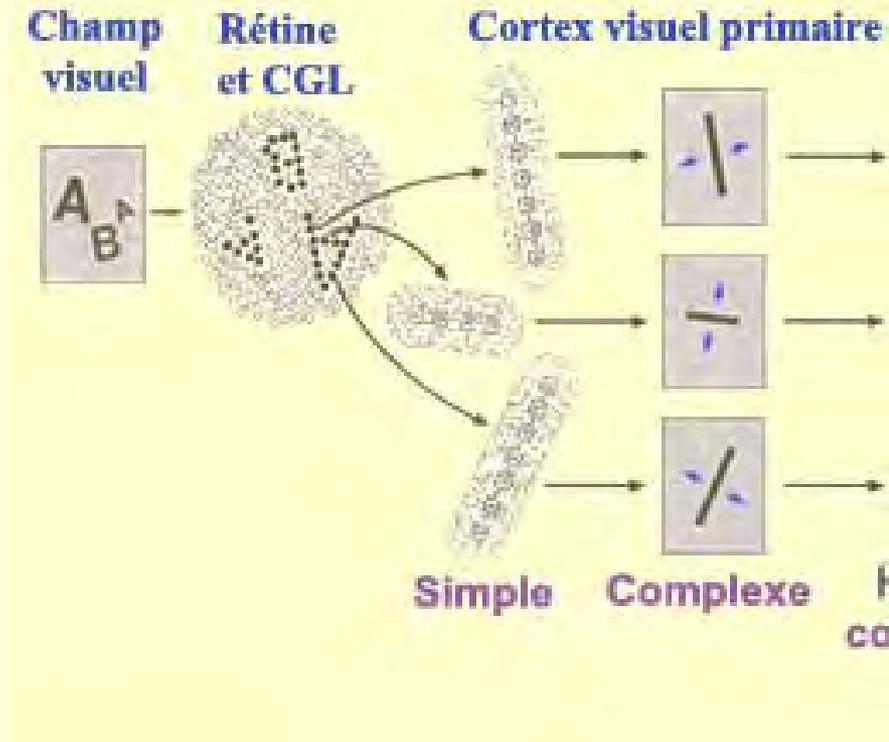
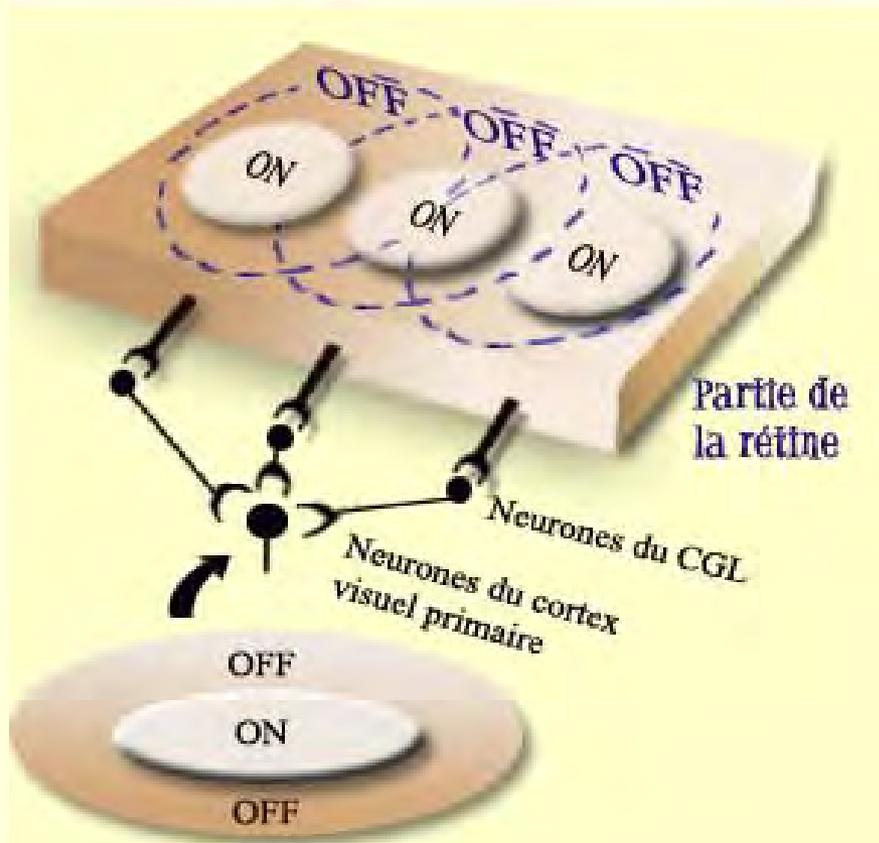
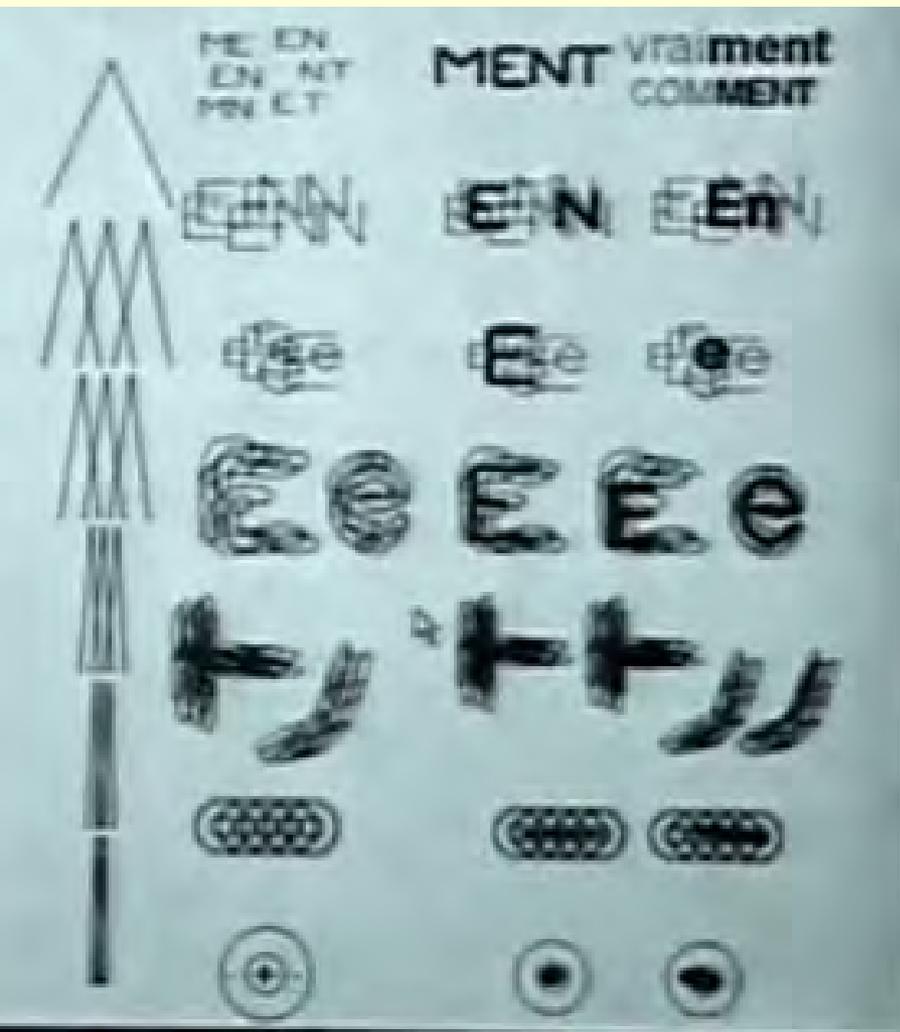


Schéma hiérarchique pour le traitement des mots lus dans les aires visuelles.



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 »

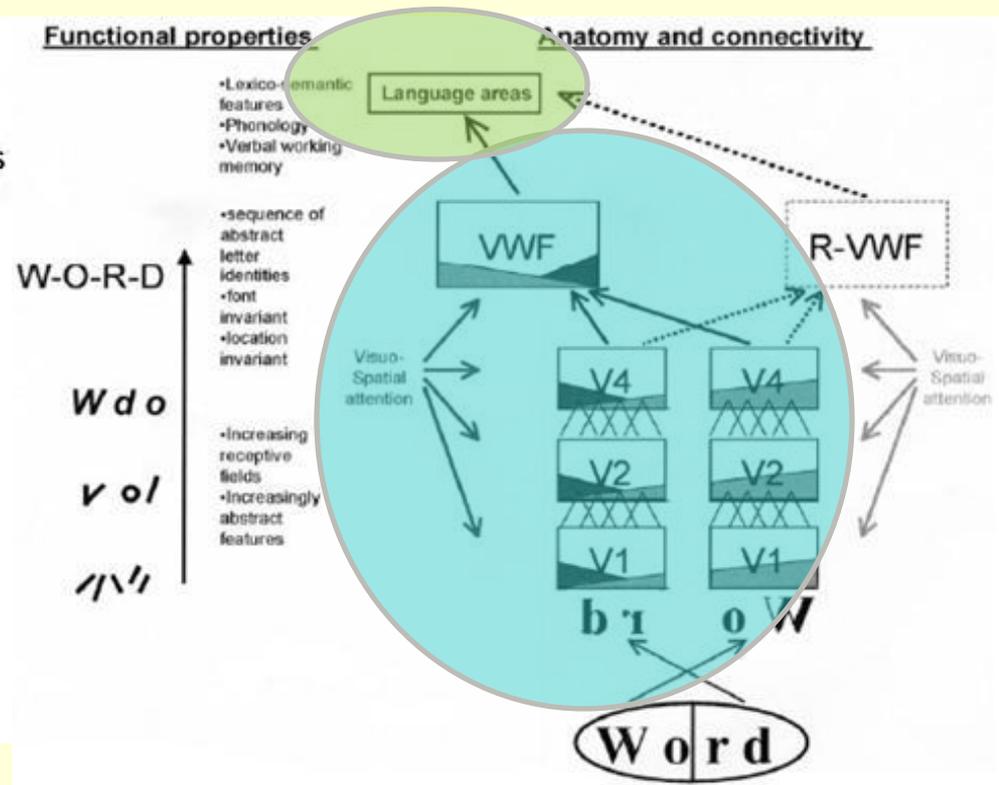
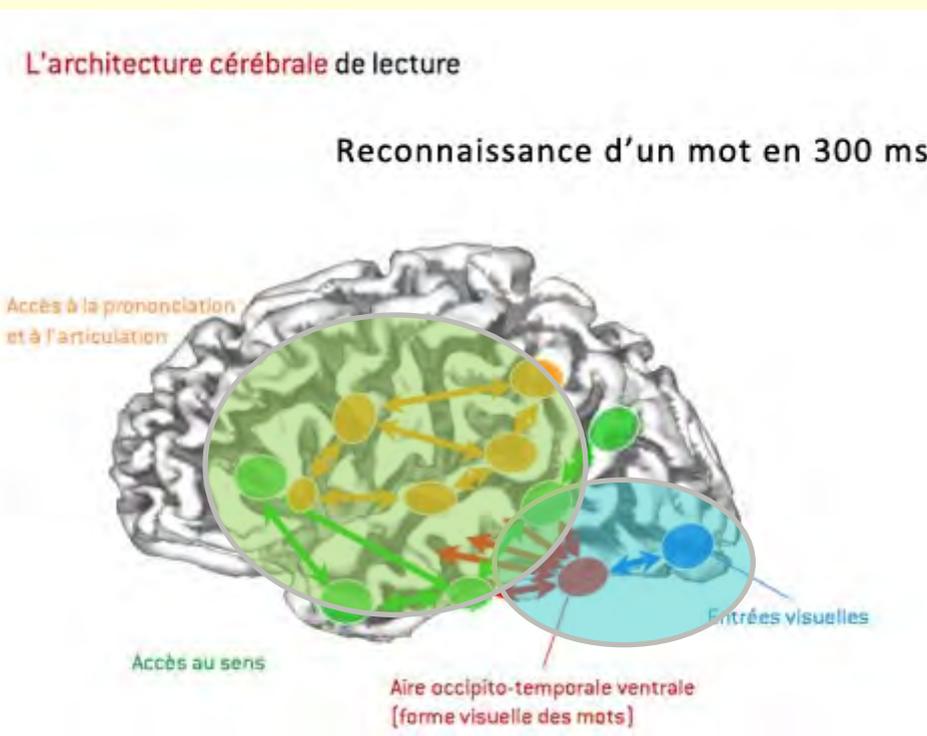
la même chose mais indépendamment de la forme (majuscule ou minuscule...),

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,

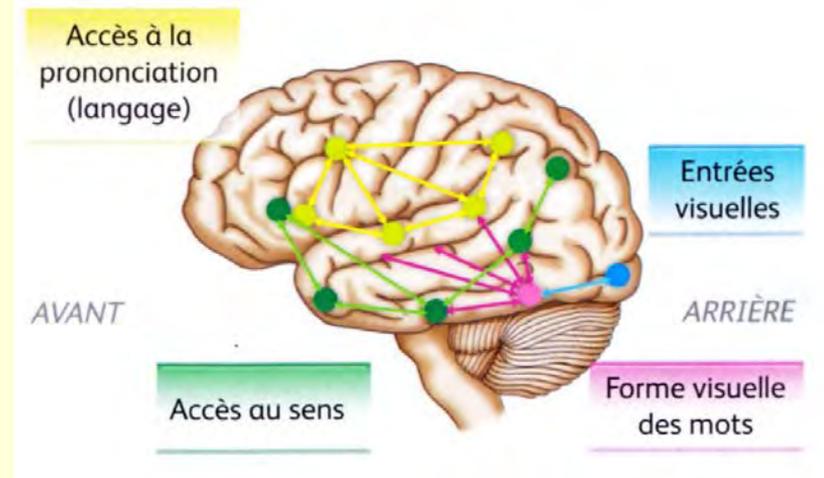
Schéma hiérarchique pour le traitement des mots lus dans les aires visuelles.



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...)

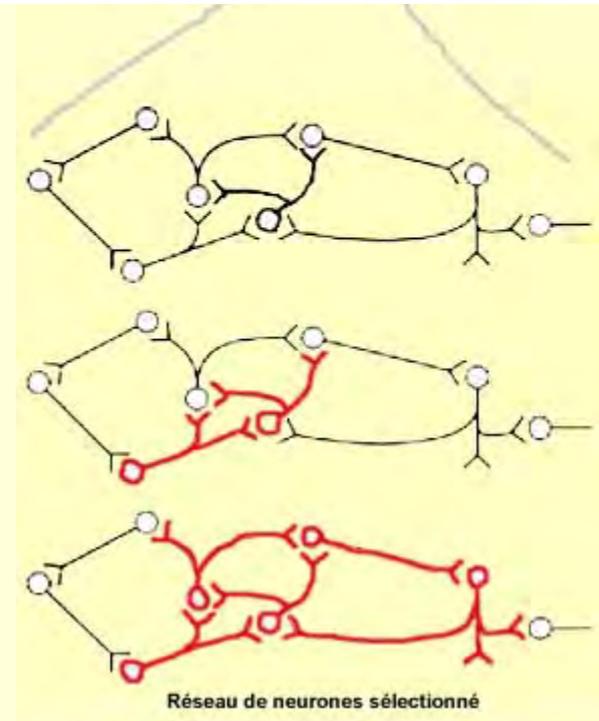
À chaque étape, ce sont donc des **assemblées de neurones** qui vont coder pour des propriétés progressivement de plus en plus abstraites qui permettent de reconnaître un mot particulier.



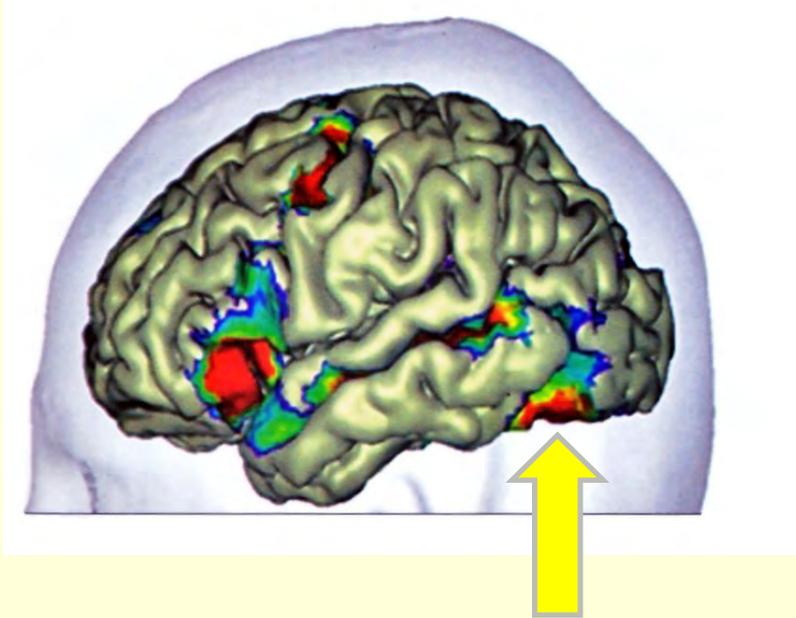
C'est un modèle théorique pour l'instant, mais il y a quand même des **données qui l'appuient**.

Par exemple :

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)



Et l'hémisphère droit ne fait pas ça, c'est canalisé vers le gauche.



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).

Autrement dit, la présence de **propriété sous-optimale**, en accord avec la fonction originale, viendrait appuyer la thèse du recyclage neuronal

et montrer que le système n'a pas été conçu par un quelconque « intelligent design » pour la lecture.

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

La symétrie gauche droite.

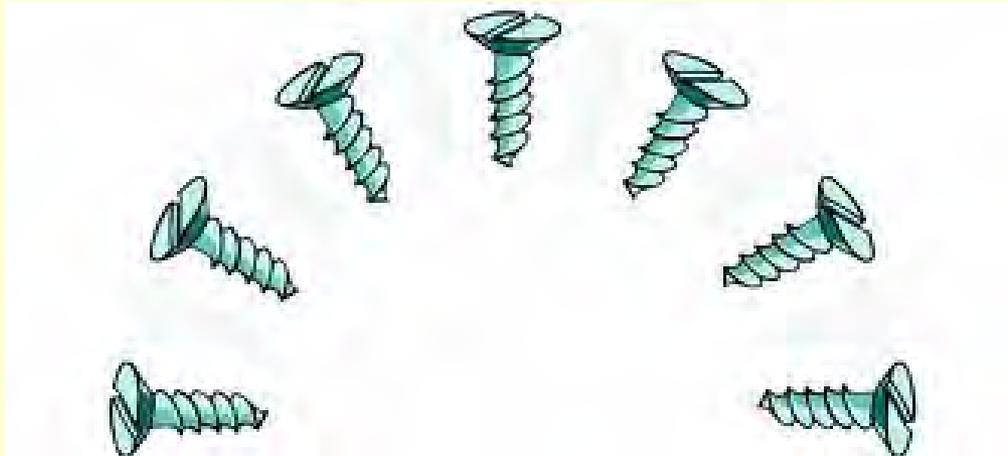


Même si des images sont « flippées » horizontalement (et donc n'offre pas du tout la même image sur la rétine), notre système visuel reconnaît immédiatement qu'il s'agit de la même image.

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 ».



L'enfant a d'ailleurs plus de facilité à écrire de droite vers la gauche (en français ou en italien) que l'adulte.

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

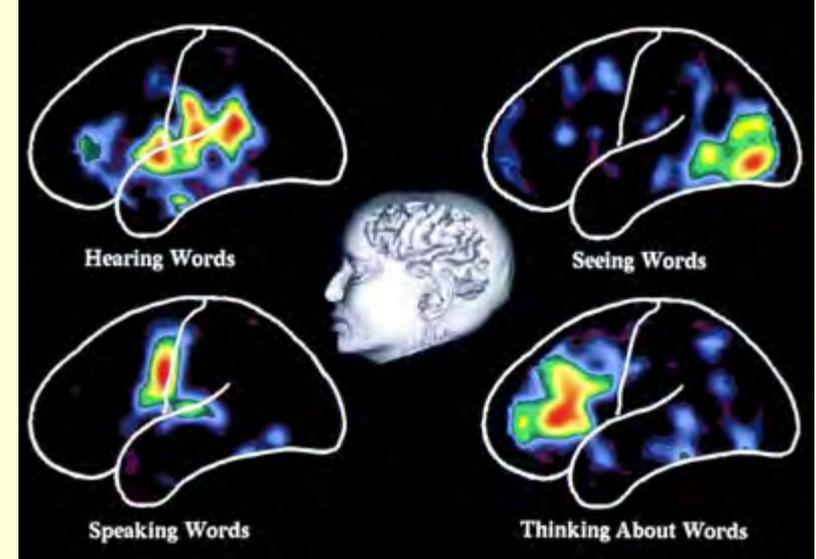
Pourquoi l'hémisphère gauche :



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.



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

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

21 jeunes **adultes** ont lu durant 9 jours une trentaine de pages du roman Pompeii, de Robert Harris, une histoire fictive enlevante basée sur l'histoire réelle de l'éruption du volcan Vésuve en l'an 79 en Italie.

Et chaque matin, ils venaient s'allonger dans un scan d'IRMf pour permettre aux scientifiques de d'identifier des d'éventuels changements dans la connectivité cérébrale (ainsi que 5 jours avant et 5 jours après ces 9 jours).

Berns et ses collègues ont alors observé une augmentation dans la connectivité des grandes voies de communication (ou « hubs », en anglais) du gyrus angulaire / supramarginal gauche et du gyrus temporal postérieur droit.

Ces zones cérébrales ayant par le passé déjà été associées à la prise de perspective d'une autre personne et à la compréhension d'une histoire, l'augmentation de leur connectivité suite à la lecture d'un roman semble être tout à fait cohérent avec ces fonctions.



Depuis **2006**, les travaux de psychologues comme Raymond A. Mar, Keith Oatley et Jordan B. Peterson 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**.

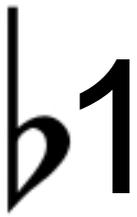
Nijhof et Willems (2015) http://www.onfiction.ca/2015/04/mental-life-and-action-in-literary.html?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+onfiction+%28OnFiction%29

Écouter une histoire active à la fois des régions cérébrales associées à la **compréhension des états mentaux d'autrui** et des régions liées à **l'action**.

Et l'activation de ces deux réseaux se fait dans des proportions variables selon les individus qui pouvaient ainsi être ordonnés sur un **continuum** entre ceux qui s'appuyaient le plus sur les états mentaux des personnages pour comprendre l'histoire, et ceux qui s'appuyaient plus sur l'action.

Et pour conclure, deux bémols





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

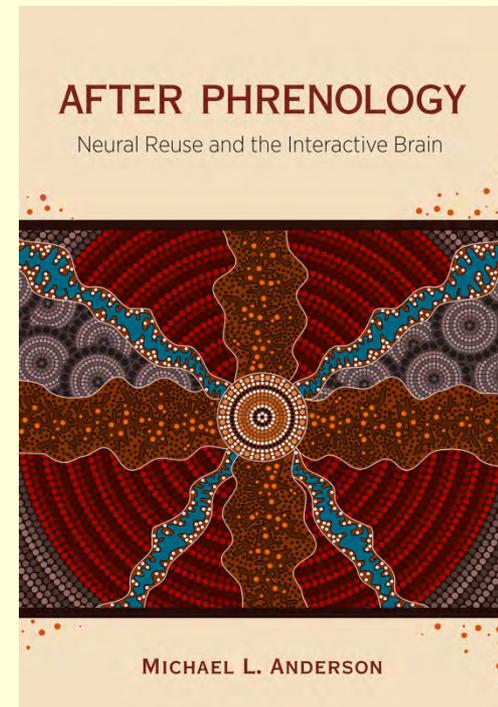
The myth of the visual word form area

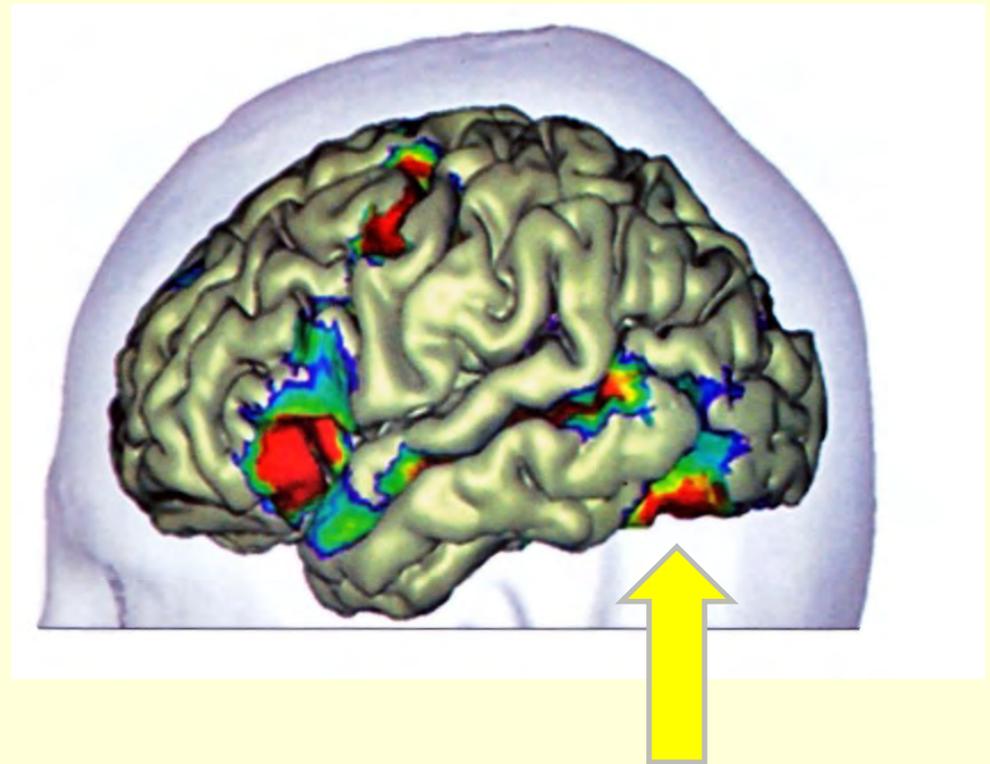
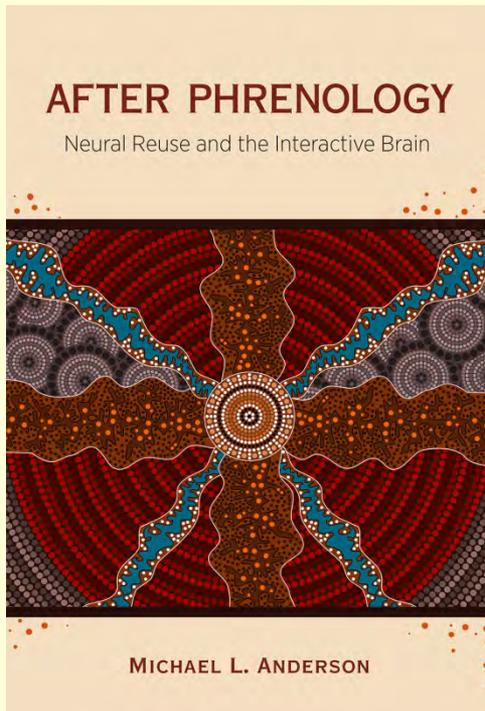
« [...] we present functional imaging data to demonstrate that **the so-called VWFA** is activated by normal subjects **during tasks that do not engage visual word form processing such as**

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

Donc, pour eux, si cette région n'a qu'**une seule fonction**, ce n'est pas celle du traitement visuel des mots...

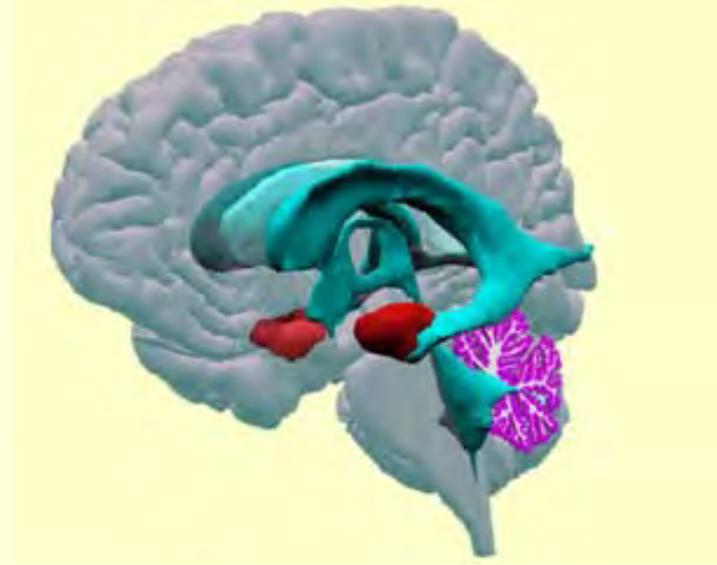
Et si cette région a **plusieurs fonctions** grâce à ses interactions avec d'autres régions corticales, alors l'identification du substrat neuronal du traitement visuel des mots nécessite l'identification de l'ensemble de ces autres régions...





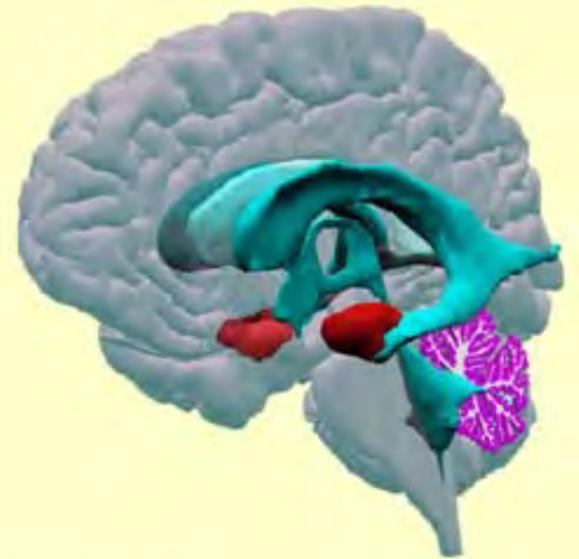
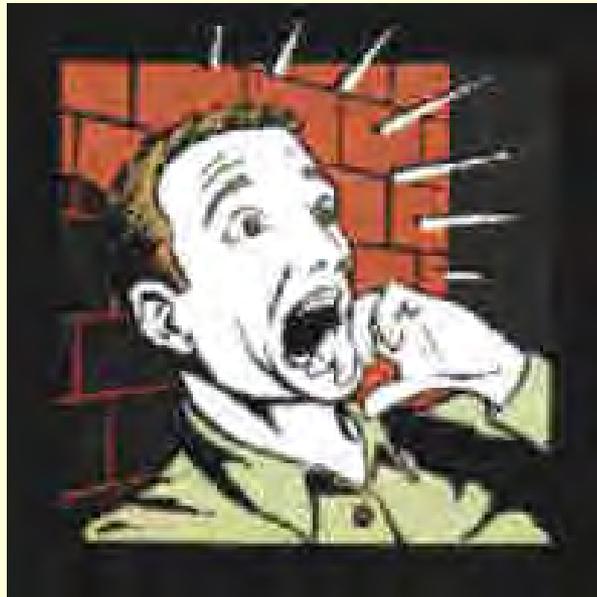
Ces réponses à diverses propriétés suggèrent pour eux que l'aire occipito-temporale ventrale gauche contribue à **plusieurs fonctions** différentes qui changent en fonction des autres régions avec lesquelles elle interagit.

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)



**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](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

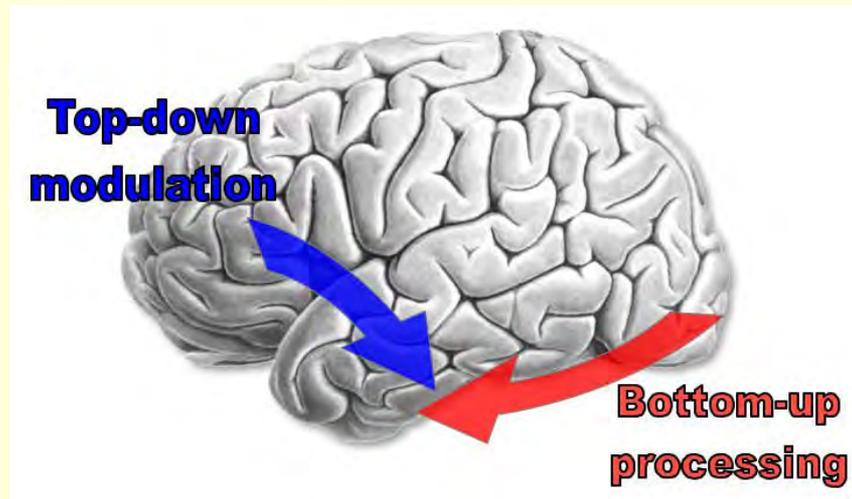
Abstract :

The ventral occipitotemporal cortex (vOT)

is involved in the perception of visually presented **objects** and **written words**.

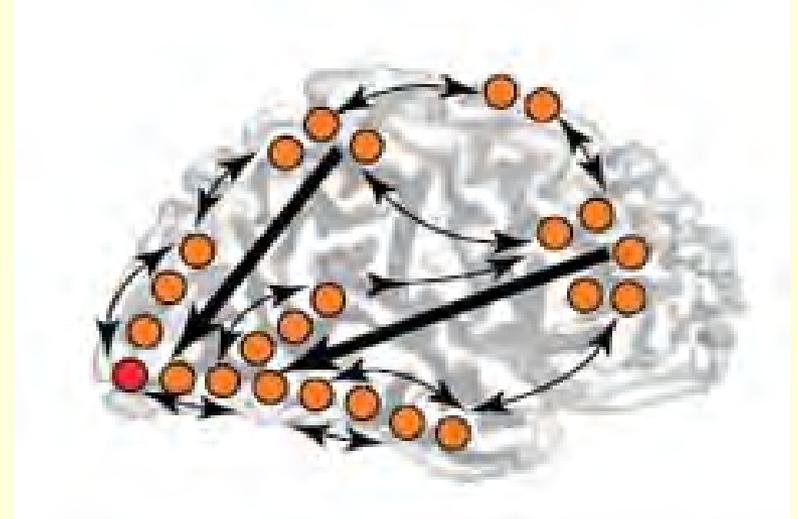
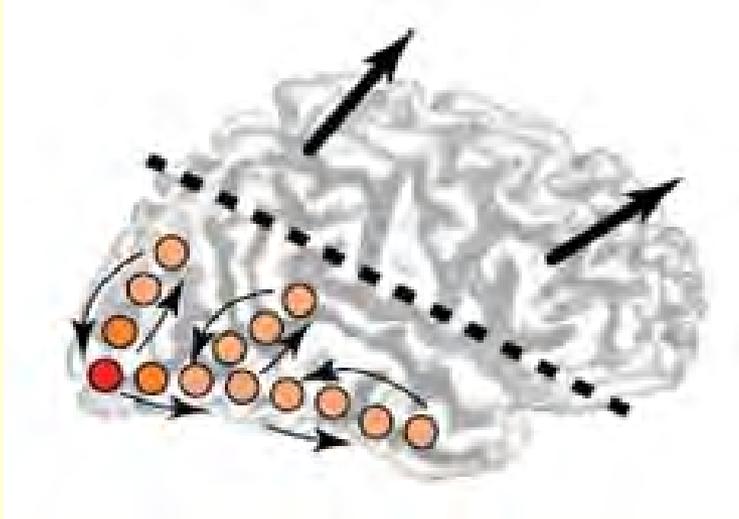
The Interactive Account of vOT function is based on the premise that perception involves the synthesis of bottom-up sensory input with top-down predictions that are generated automatically from prior experience.

[...]



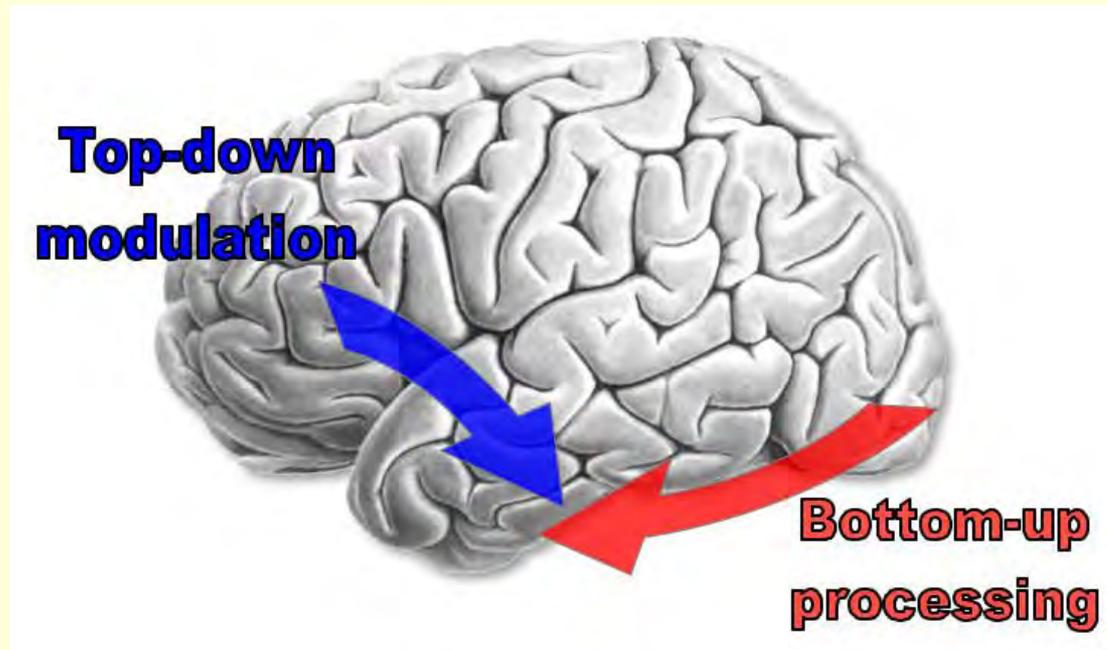
D'ailleurs, Dehaene rapporte qu'on peut aussi activer cette région occipito-temporale ventrale de manière top down en pensant à l'orthographe d'un mot.

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.

Cette opposition entre modulation « **top down** » et traitement « **bottom up** »
s'est passablement enrichie et complexifiée depuis quelques années
mais est encore utile tel quel pour comprendre les **processus attentionnels**.



Cette opposition entre modulation « **top down** » et traitement « **bottom up** »

s'est passablement enrichie et complexifiée depuis quelques années

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

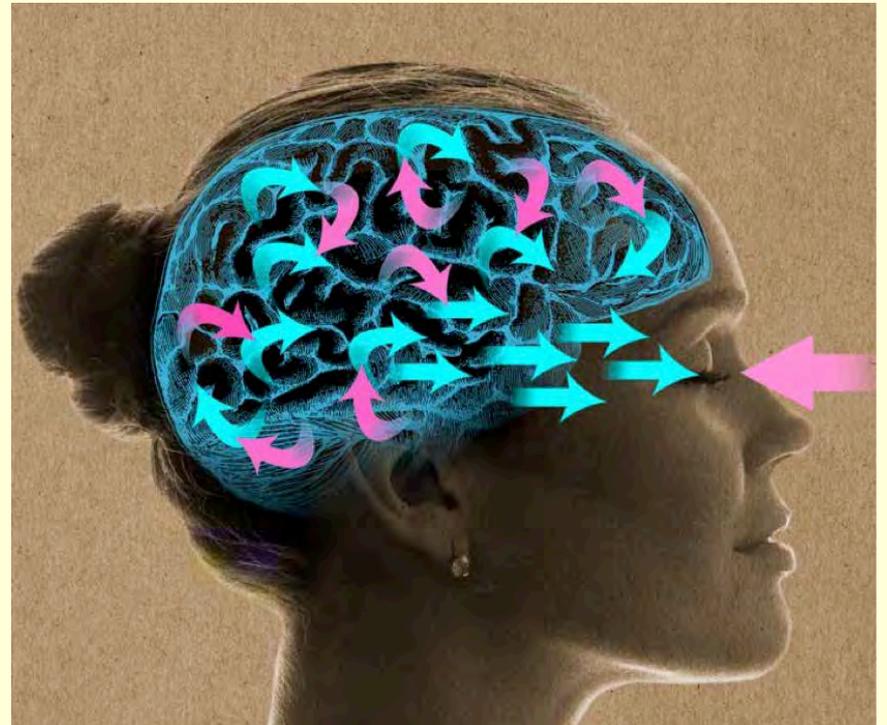


Citations per year, from 1966 to 2014, when searching for TOPIC: **(Bayesian)** AND TOPIC: **(brain)** in Web of Science.

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

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

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



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

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

- Andy Clark

An Historical View

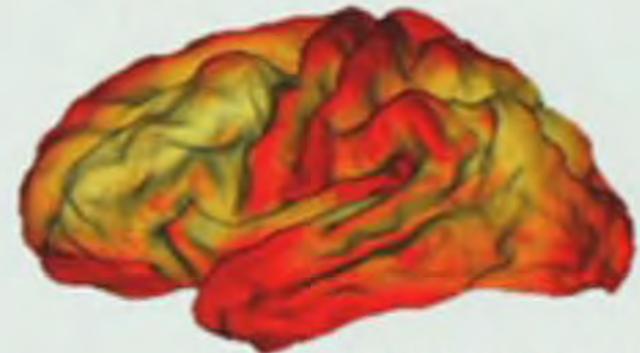
Reflexive

(Sir Charles Sherrington)



Intrinsic

(T. Graham Brown)

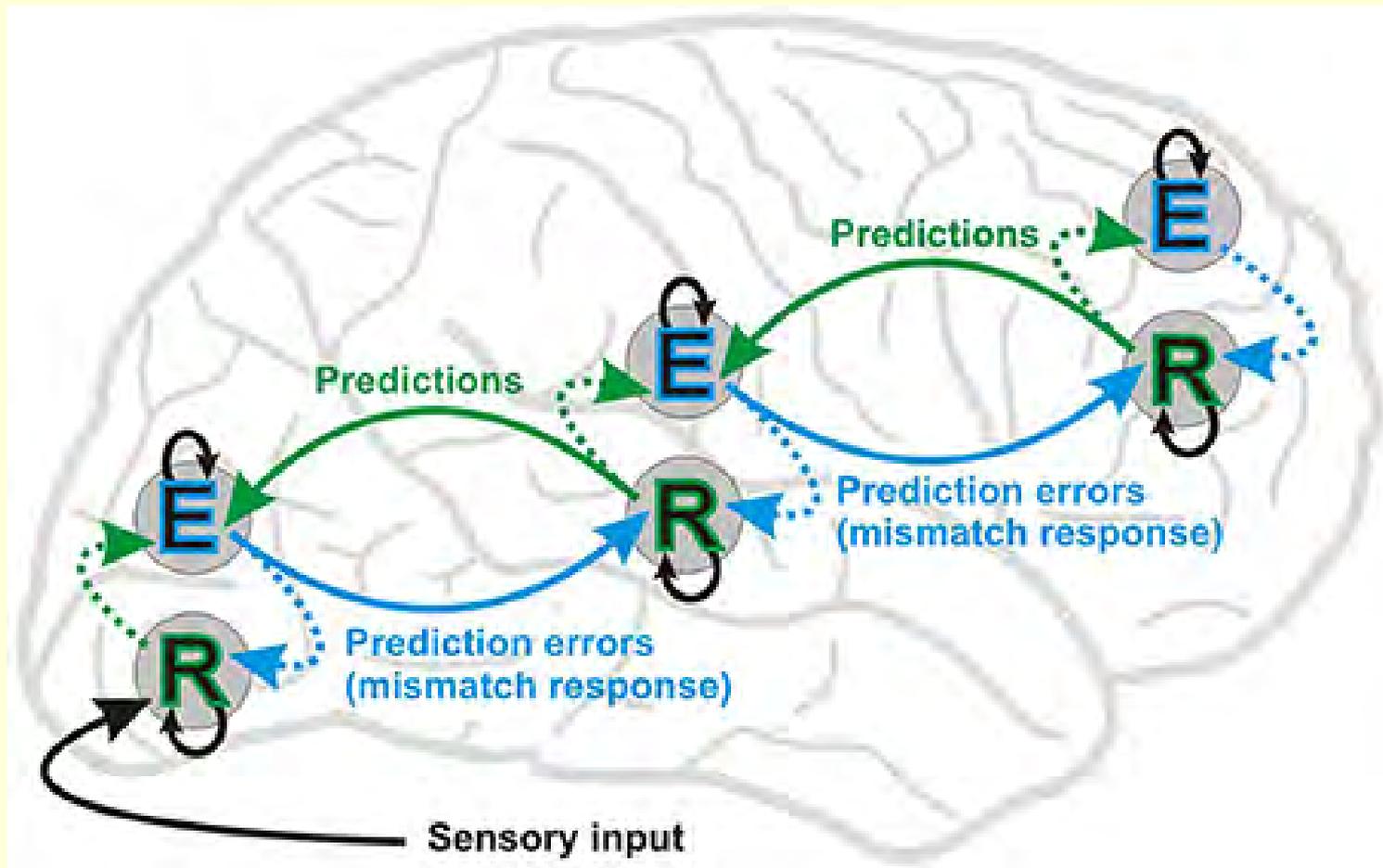


Raichle: Two Views

Le cerveau comme machine à faire des **prédictions**.

Simplified scheme of the hierarchical **predictive coding** framework

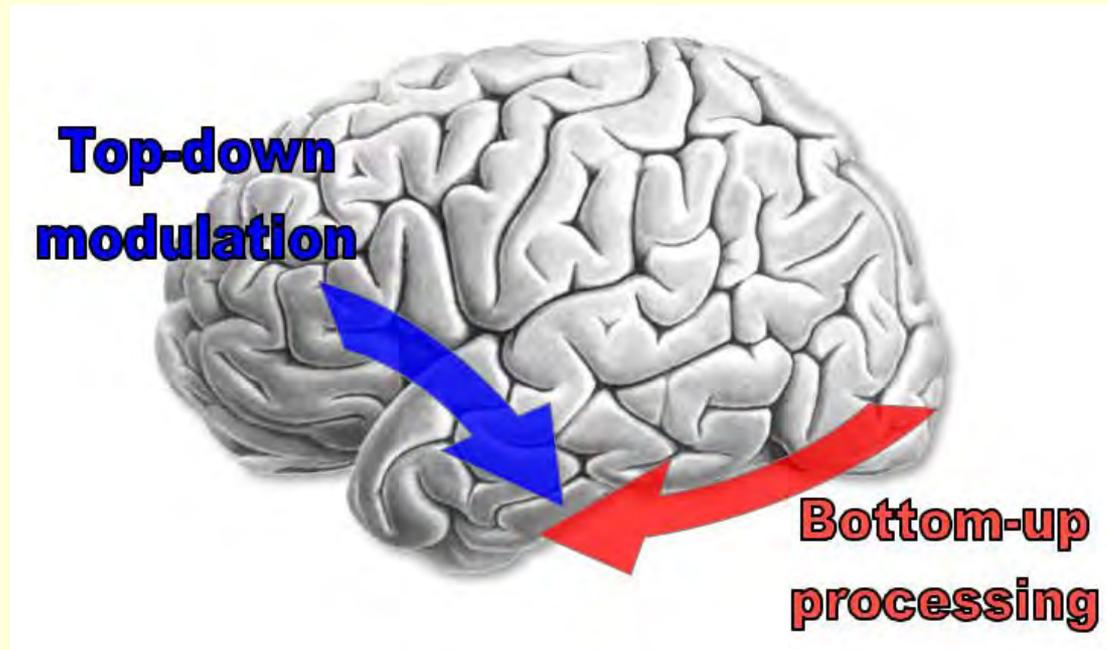
([Friston, 2005](#), [2008](#), [2010](#)). <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fnhum.2014.00666/full>



Cette opposition entre modulation « **top down** » et traitement « **bottom up** »

s'est passablement enrichie et complexifiée depuis quelques années

mais est encore utile tel quel pour comprendre les **processus attentionnels**.



L'apport des neurosciences... à tous les niveaux !

Cours 6 : Les « fonctions supérieures »

A : L'exemple de la lecture; **l'attention**

B- Les analogies, les concepts et leur représentation cérébrale





**THINK YOU
YOU CAN'T
BE FOOLED**



** You just were. Look again.*



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

- Apollo Robbins



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

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



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

Neuroscience Meets Magic - by Scientific American

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

4:00 à 9:13 (5 minutes)

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



Maîtres et esclaves de notre **attention**

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

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

Les deux visages fondamentaux de l'attention sont ainsi décrits par **Jean-Philippe Lachaux**, directeur d'un laboratoire en neurosciences cognitives à Lyon, France.

Lachaux rappelle que nous vivons dans un monde riche et chaotique que notre cerveau **ne peut pas appréhender dans sa globalité**. Il n'a donc pas le choix de **sélectionner** à tout moment certains aspects de son environnement. Mais lesquels ?

C'est que l'attention est constamment tirillée entre ce qui peut l'aider à **accomplir la tâche qu'on est en train de faire** et les nombreuses sollicitations de l'environnement qui peuvent nous en distraire.

Dans le premier cas, on parle de contrôle du « haut vers le bas » (ou « **top down** », en anglais) pour rendre l'idée que c'est l'individu qui fixe délibérément son attention sur une tâche. Il s'agit d'un formidable filtre qui nous empêche d'être distrait par d'autres stimuli que ceux qui concerne la tâche à effectuer.



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

La version « 2.0 »

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

Hahaha...

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

Clues

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

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

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

Le retour du gorille invisible

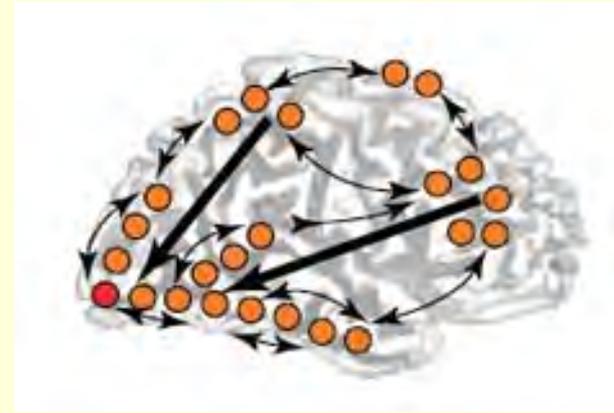
<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2012/04/09/le-retour-du-gorille-invisible-2/>

Simons, Chabris et leurs démonstrations de la **cécité attentionnelle** viennent bousculer notre conviction de percevoir toujours l'ensemble des éléments qui se trouvent dans notre champ visuel.

Simons explique que dans la vie de tous les jours, on passe notre temps à manquer des éléments présents dans notre champ de vision. Ce qui nous rend si confiants en nos sens, c'est justement que **nous n'avons pas conscience de tout ce que nous ne remarquons pas** ! On assume donc bien naïvement que l'on perçoit toujours tout.

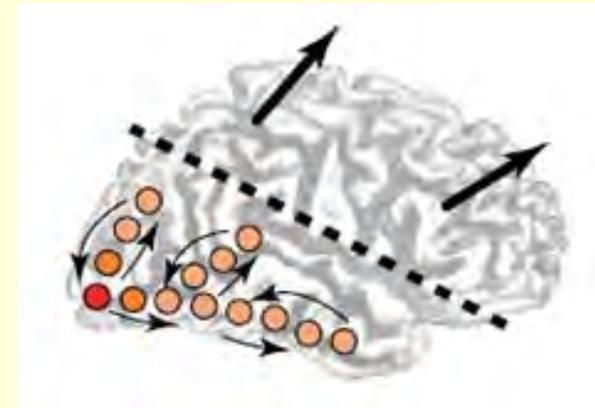


Dans le premier cas, on parle de contrôle du « haut vers le bas » (ou « **top down** », en anglais)



Dans le second cas, le stimulus en provenance de l'environnement extérieur va pour ainsi dire se frayer un chemin jusqu'à l'attention, la capter du fait de sa connotation dangereuse ou prometteuse pour l'organisme. On parle alors de mécanismes allant du « bas vers le haut » (ou « **bottom up** » en anglais).

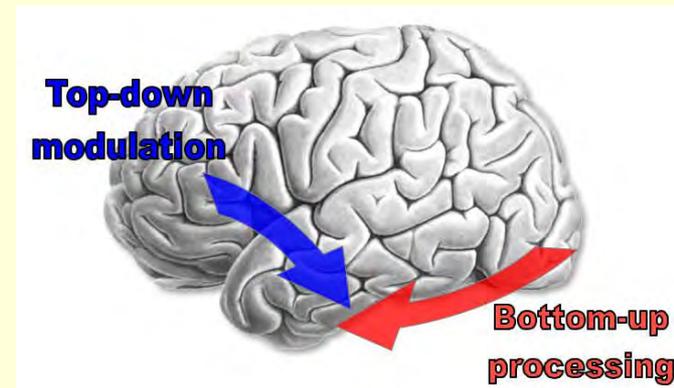
C'est le cas de la publicité qui assaille nos sens par son intensité sonore ou visuelle, de son contenu affectif, etc. Ou, de nos jours, des courriels et des statuts de nos ami.e.s des médias sociaux qui viennent à tout moment nous rappeler leur présence, même sur nos téléphones portables, donc partout et à tout moment.



Or notre système d'alarme cérébral et la recherche de nouveautés prometteuses en ressources sont deux mécanismes adaptatifs très puissants de notre cerveau qui sont branchés en permanence sur le « bottom up », autrement dit sur ce qui nous arrive par nos sens.

Et ce que Lachaux et d'autres spécialistes de l'attention montrent, c'est que nos « ressources attentionnelles » sont l'objet d'une véritable **lutte d'influence** entre des régions cérébrales privilégiant des objectifs conscients et planifiés, et d'autres régions sensibles à ce qui pourrait potentiellement nous faire du mal ou du bien dans notre environnement.

C'est donc ce **rapport de force** qui se joue en nous à chaque instant et qui détermine le déplacement ou le maintien de l'attention. Le comprendre est essentiel pour trouver comment demeurer maître de nous-mêmes quand notre attention a tendance à se focaliser là où on ne le souhaite pas.



Frederick Adams and Kenneth Aizawa

The Bounds of Cognition

Blackwell Publishing, Malden, MA, 2008, 197 pp.

Reviewed by Max Velmans,

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

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

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



Cécité au changement

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

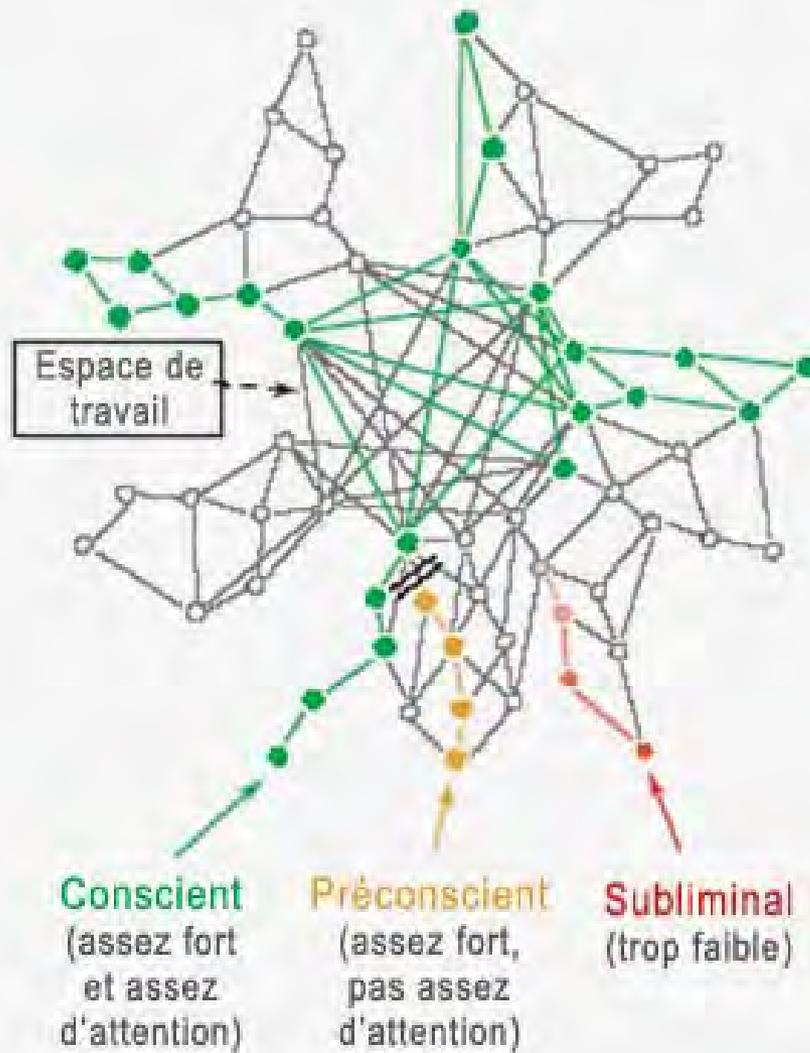
<http://www.cs.ubc.ca/~rensink/flicker/download/Dinner.mov>

On peut aussi manquer des stimuli **trop brefs** (pas perçus consciemment).

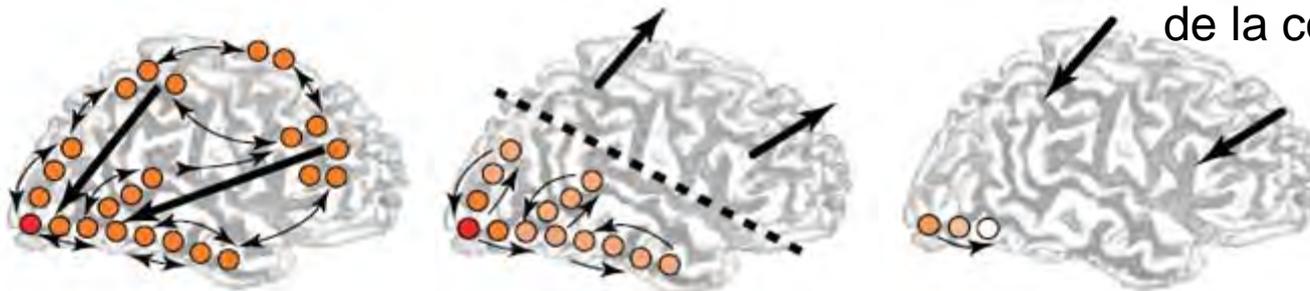
Que le mot soit perçu ou pas, les 275 premières millisecondes (ms) sont identiques : seul le **cortex visuel** est activé. Cela correspond bien au traitement modulaire bien connu du cortex visuel.

Mais par la suite, quand le mot est vu consciemment, l'activation est largement amplifiée et réverbérée d'abord à travers le **cortex frontal** (dès 275 ms), ensuite **préfrontal** (dès 300 ms), **cingulaire antérieur** (dès 430 ms) et finalement **pariétal** (dès 575 ms).

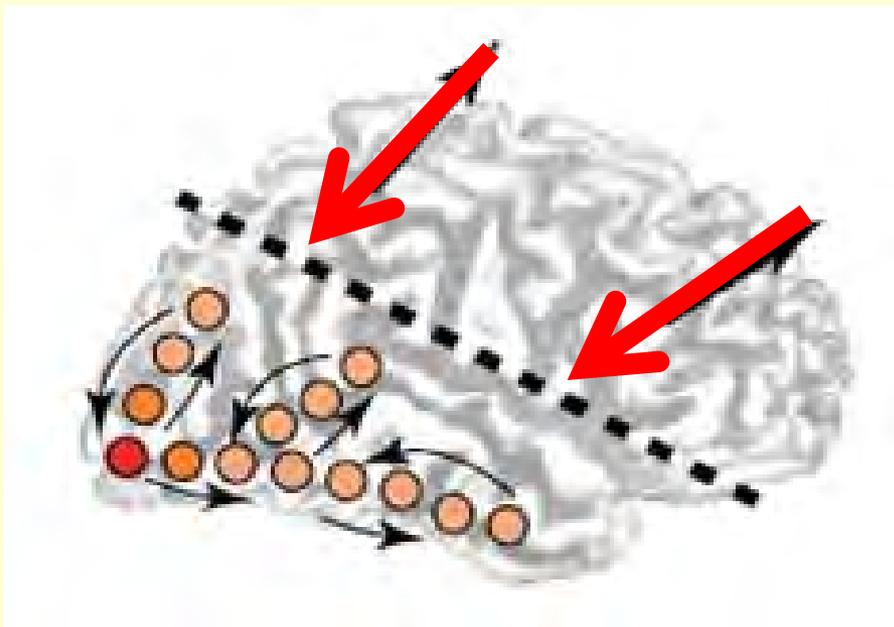
Mais lorsque le mot n'est pas vu consciemment, l'activation demeure localisée dans le **cortex visuel** et s'éteint progressivement jusqu'à ce que toute activité cesse à partir de 300 ms.



- un premier niveau de traitement **subliminal** où l'activation de bas en haut n'est pas suffisante pour déclencher un état d'activation à grande échelle dans le réseau;
- un second niveau **préconscient** qui possède suffisamment d'activation pour accéder à la conscience mais est temporairement mis en veilleuse par manque d'attention de haut en bas;
- un troisième niveau **conscient**, qui envahit l'espace de travail global lorsqu'un stimulus préconscient reçoit suffisamment d'attention pour franchir le seuil de la conscience.



Peut-on avoir accès aux processus ou aux éléments préconscients (ou inconscients) ?



Nisbett, Richard, & Wilson, Timothy. (1977).
**Telling more than we can know:
Verbal reports on mental processes.**

Psychological Review, 84, 231-259.

<http://people.virginia.edu/~tdw/nisbett&wilson.pdf>



On demande à des gens de **mémoriser des paires de mots**. Table-chaise, fenêtre-porte, pain-beurre, etc. Pour certaines personnes, il y a une paire de mot bien particulière... la paire **océan-lune**.

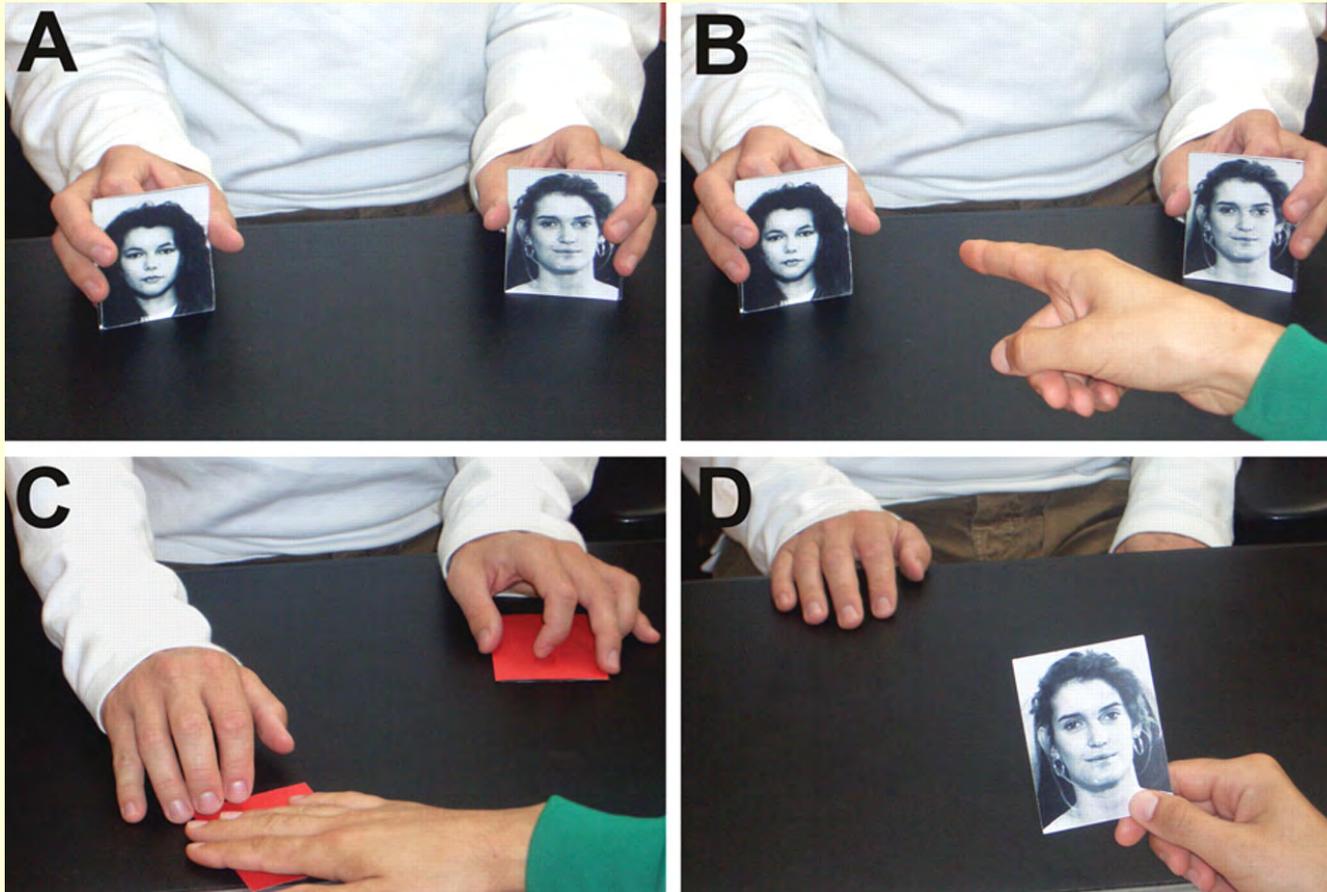
On leur demande ensuite quelle est votre marque de poudre à lessiver préférée? Les personnes du groupe qui a dû retenir la paire de mots *océan-lune* choisissent beaucoup plus **la poudre à lessiver Tide** (qui n'existe plus aujourd'hui). L'expérience se déroule en anglais, et notez qu'en anglais, Tide veut dire **marée**... phénomène physique bien connu lié à l'interaction entre la lune et l'océan.... notre paire de mots mémorisée.

On demande ensuite aux gens **pourquoi avez-vous choisi la poudre Tide**. Ils sont incapable de faire le lien avec la paire de mots et font plutôt référence au fait que la boîte est jolie et que sa couleur attire l'attention, ou au fait que leur maman utilisait cette poudre quand ils étaient petits.

Bref, nous sommes très peu capables de faire le lien entre une cause et sa conséquence dès lors qu'il s'agit d'influences subtiles, mais nous avons par contre **toujours une explication valide ou probable ou plausible à avancer**.

(cela rejoint bien d'autres expériences, celle avec les sujets à cerveau divisé (« split-brain »), entre autres...)

Failure to detect mismatches between intention and outcome in a simple decision task. Johansson, P., Hall, L., Sikström, S., & Olsson, A. (2005).



Participants failed to notice conspicuous mismatches between their intended choice and the outcome they were presented with, **while nevertheless offering introspectively derived reasons for why they chose the way they did.** We call this effect **choice blindness.** (nommée après les deux autres)

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

A gap in Nisbett and Wilson's findings?

A first-person access to our cognitive processes.

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

Conscious. Cogn. 22, 654–669.10.1016

Abstract

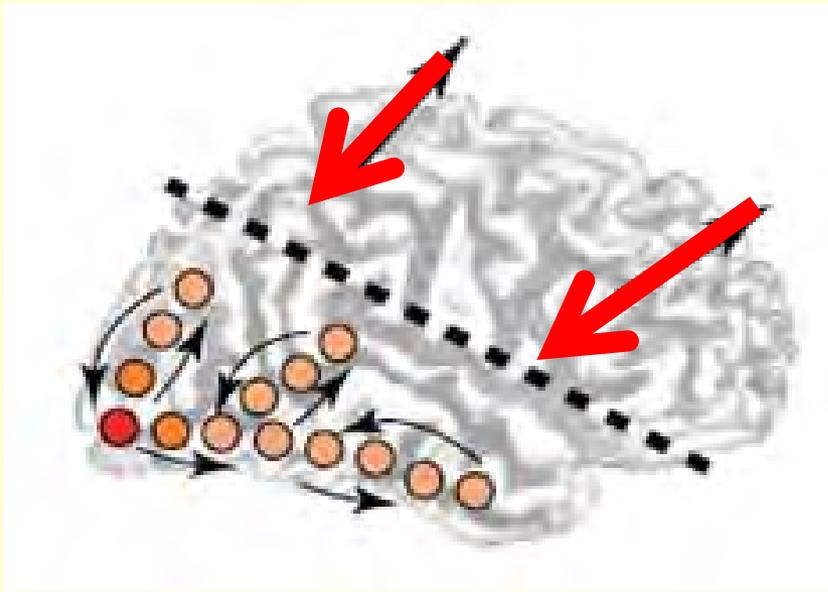
The well-known experiments of Nisbett and Wilson lead to the conclusion that we have no introspective access to our decision-making processes. Johansson et al. have recently developed an original protocol consisting in manipulating covertly the relationship between the subjects' intended choice and the outcome they were presented with: **in 79.6% of cases, they do not detect the manipulation and provide an explanation of the choice they did *not* make**, confirming the findings of Nisbett and Wilson.

We have reproduced this protocol, while introducing for some choices an expert guidance to the description of this choice. **The subjects who were assisted detected the manipulation in 80% of cases.** Our experiment confirms Nisbett and Wilson's findings that we are usually unaware of our decision processes, but goes further by showing that we can access them through specific mental acts.

Thèse de Krystèle Appourchaux (2012):

« Varela et Shear parlent ainsi de « phénomènes subpersonnels ou non conscients », qui ne sont pas ordinairement présents à la conscience, mais qui peuvent néanmoins être accessibles grâce aux méthodes que nous venons de décrire.

Ils dénoncent « le préjugé naïf selon lequel la ligne de démarcation entre ce qui est strictement subpersonnel et ce qui est conscient est fixe », puisque des techniques de conversion de l'attention et d'explicitation font reculer le seuil entre ce qui parvient à la conscience et ce qui reste de l'ordre du « pré-réfléchi ». »



Donc une
question de
degrés...

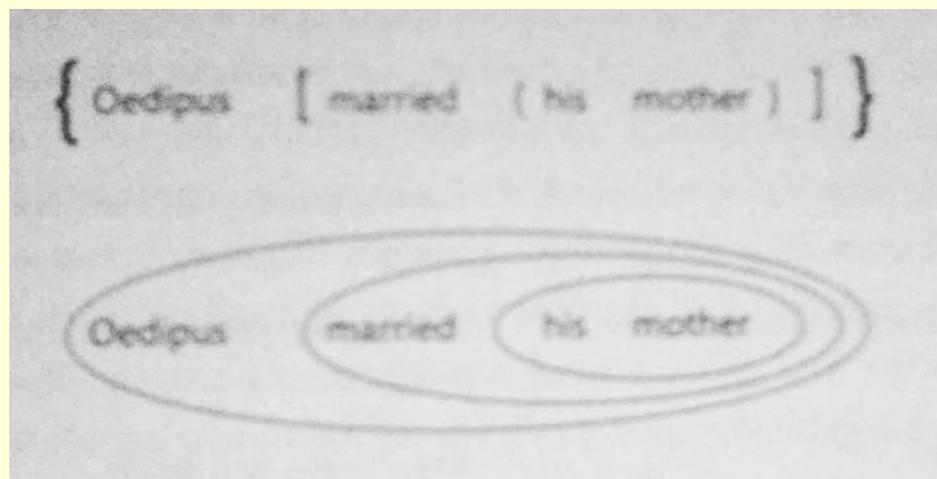
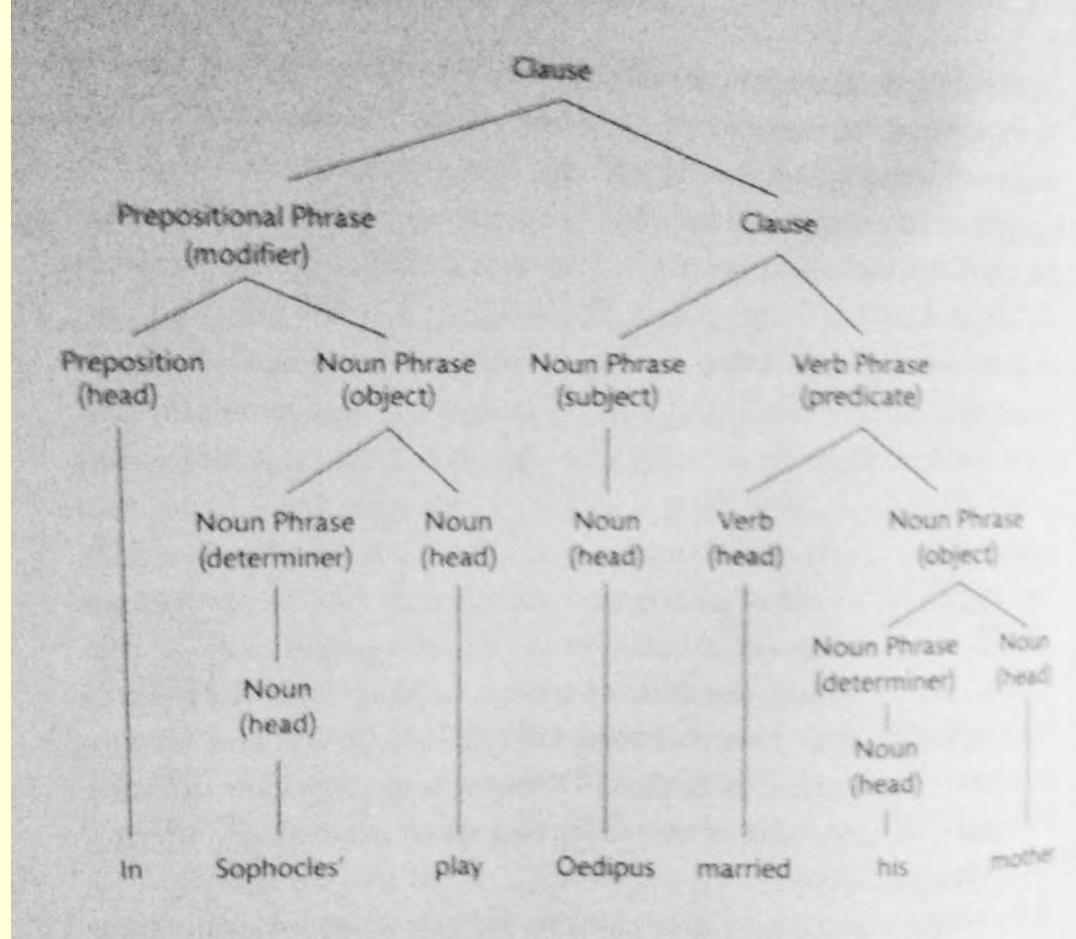
L'apport des neurosciences... à tous les niveaux !

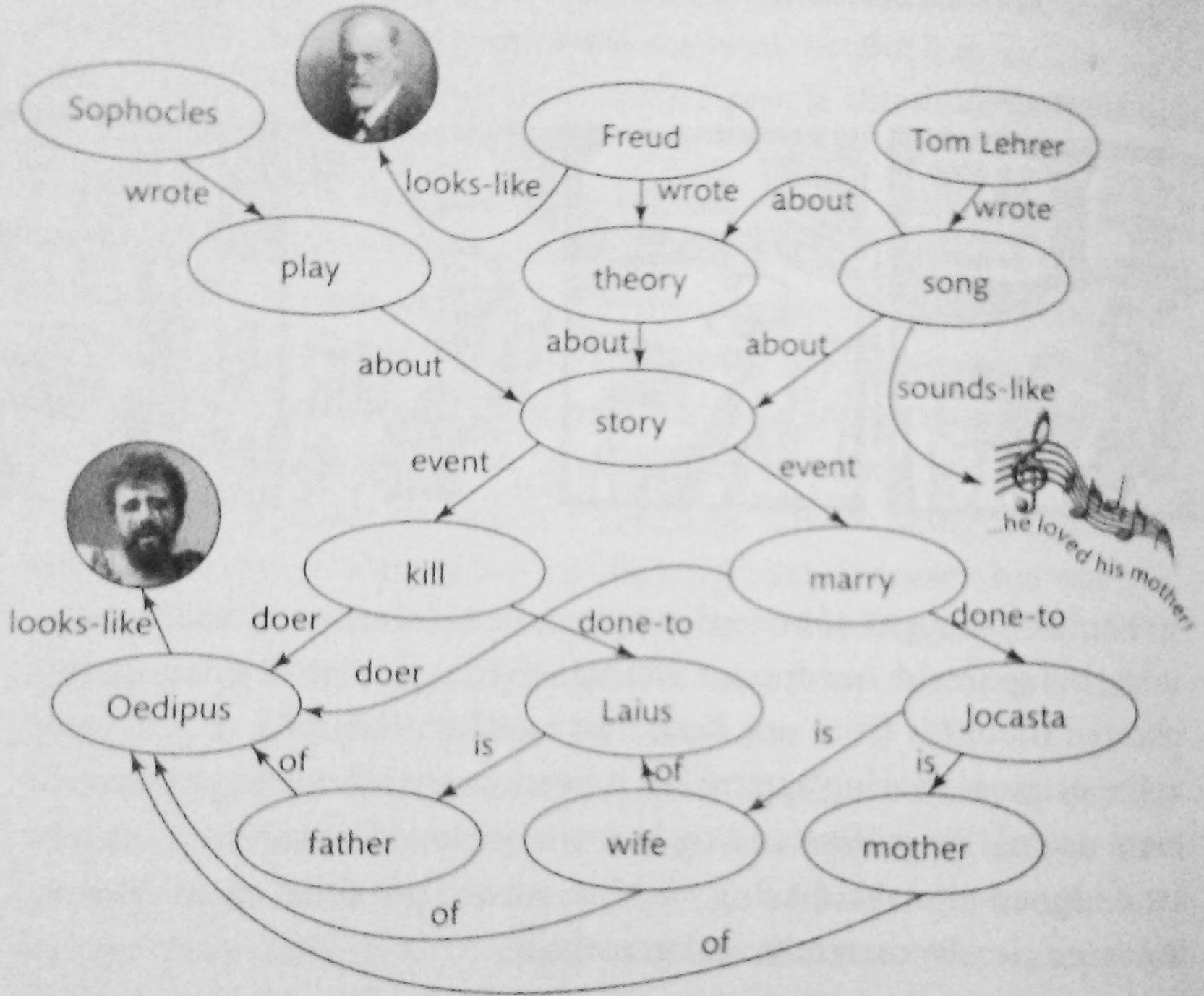
Cours 6 : Les « fonctions supérieures »

A : L'exemple de la lecture; l'attention

B- Les analogies, les concepts et leur représentation cérébrale









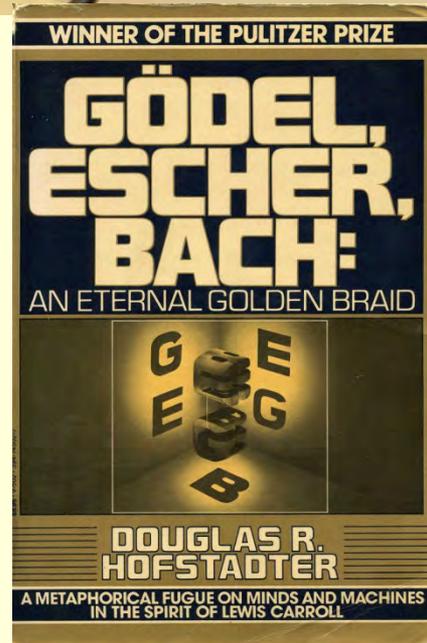
L'Analogie
Cœur de la pensée

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



2013

la pensée conceptuelle



1979

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

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



L'Analogie
Cœur de la pensée

**Douglas
Hofstadter
Emmanuel
Sander**



2013

la pensée conceptuelle



Leur thèse : « sans concepts, il n'y a pas de pensée – et sans analogie, il n'y a pas de concepts. »

Donc l'analogie = le cœur de la pensée.

C.Q.F. D. !



**Douglas
Hofstadter
Emmanuel
Sander**



2013

la pensée conceptuelle

« Dans ce livre, nous n'avons pas l'intention de parler du cerveau au niveau biologique mais de la cognition traitée **comme un phénomène psychologique.**

Nous ne tenterons pas de traiter des processus cérébraux ou neuronaux qui sous-tendent les processus psychologiques que nous décrivons, car notre but n'est pas d'expliquer la cognition à partir de son substrat biologique [...] »

p.40



notre but n'est pas d'expliquer la cognition
à partir de son substrat biologique [...] »

Mais le nôtre oui, à tout le moins un peu,
alors on va tenter d'établir quelques
ponts...

 **L'Analogie**
Cœur de la pensée

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


Odile
Jacob
sciences



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

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

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

p.28-29

Les chercheurs en sciences cognitives ont toujours eu tendance à voir l'analogie comme la mise en relation de deux connaissances hautement abstraites et éloignées.

Ou alors comme quelque chose de dangereux :

« L'esprit scientifique doit lutter sans cesse contre les images, les analogies, les métaphores. » (Gaston Bachelard)

Loin d'être un piège de l'esprit, prompt à tomber dans les faux-semblants, l'analogie pourrait être au contraire un puissant mécanisme de compréhension du monde.

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

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

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

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

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

L'analogie serait ce pont entre le présent et le passé, entre le nouveau et l'ancien, entre le connu et l'inconnu, entre l'extérieur et l'intérieur ;

c'est la faculté de voir « le même » au-delà de la différence. Sa portée est extrêmement large.

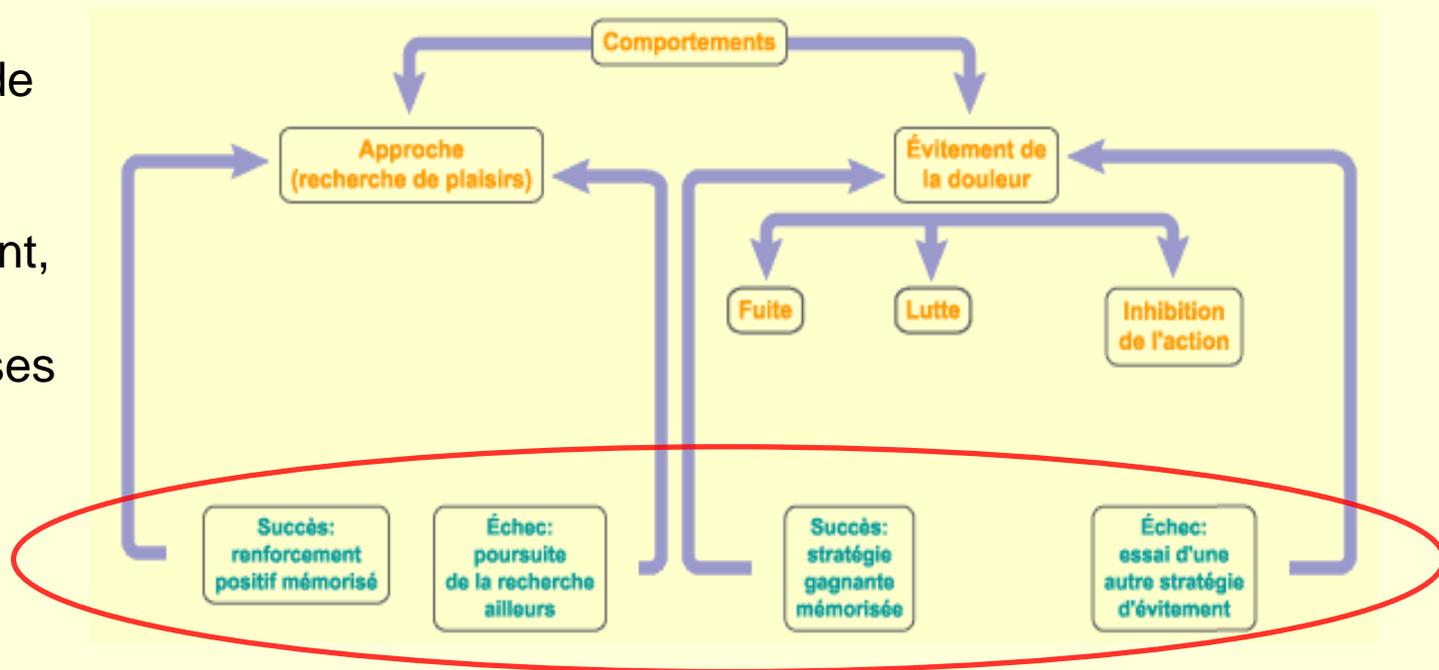
Bref, faire des analogies nous permet de penser et d'agir dans des situations inconnues.

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

« La catégorisation/analogie nous donne donc la capacité de percevoir des ressemblances et de nous fonder sur ces ressemblances pour **faire face à la nouveauté et à l'étrangeté**:

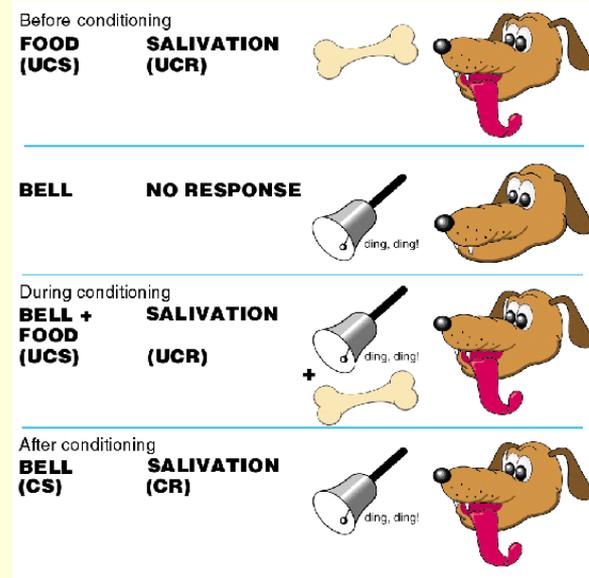
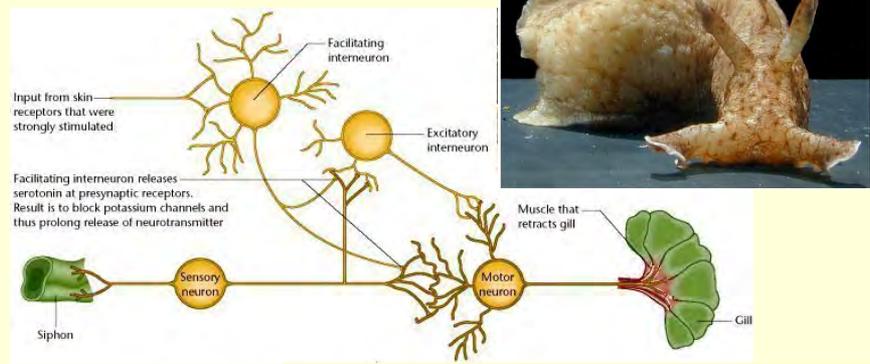
associer une situation rencontrée au présent à des situations rencontrées naguère et encodées en mémoire rend possible d'exploiter le bénéfice de nos connaissances passées pour faire face au présent.

L'analogie est la pierre angulaire de cette faculté mentale qui nous permet, au présent, de bénéficier de toutes les richesses issues de notre passé.» p.28-29

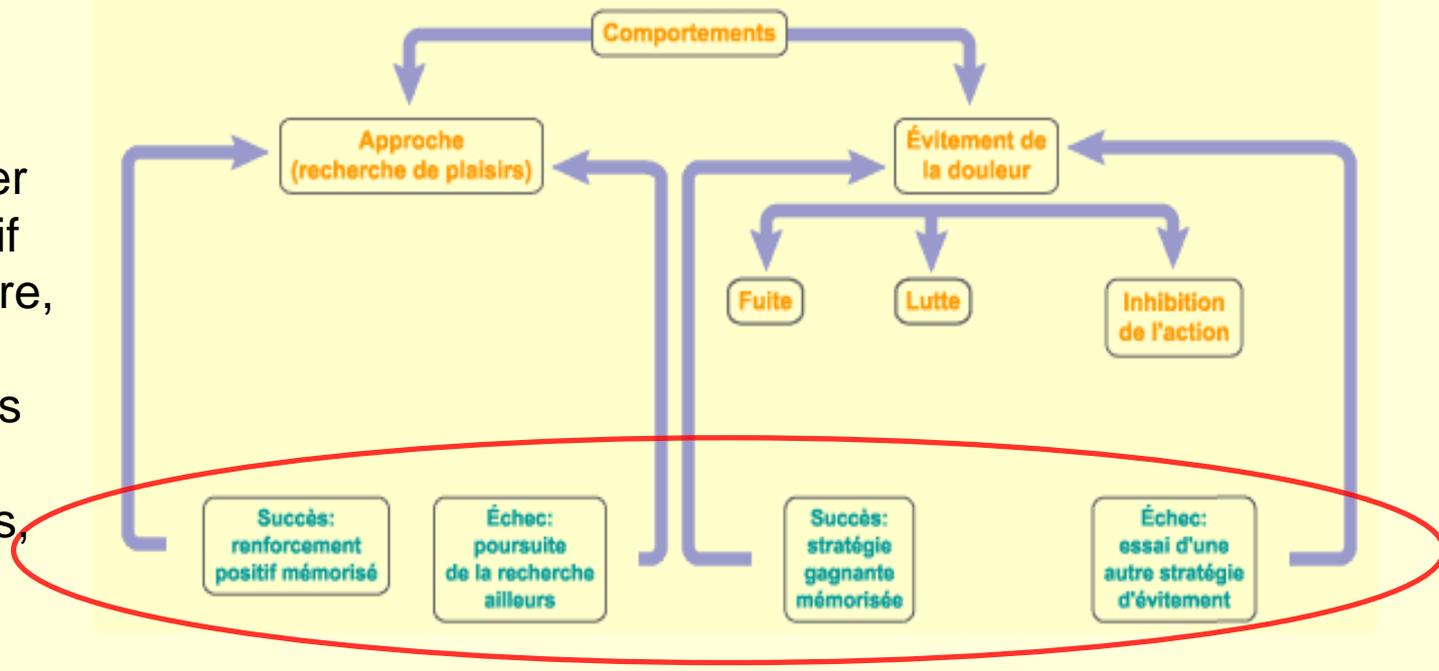


Apprentissage et mémoire

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



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



Apprentissage et mémoire

D'où viennent les concepts présent dans notre esprit ?

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

L'exemple du concept de « maman » :

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

Comment surgit un concept dans notre pensée ?

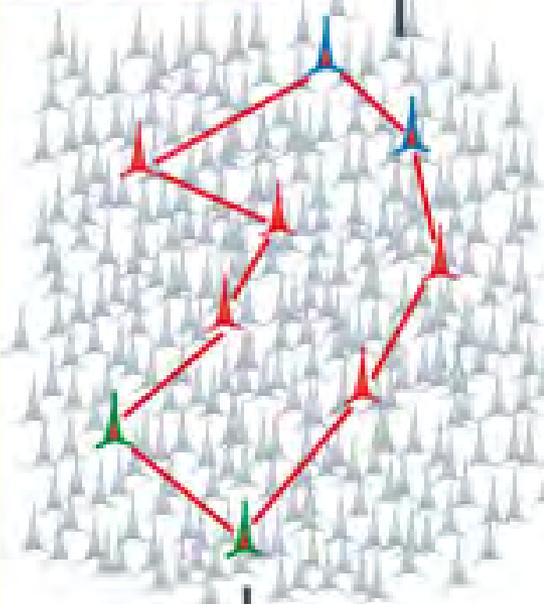
Nos concepts sont sélectivement évoqués à tout moment **par les analogies** qu'établit sans cesse notre cerveau afin d'interpréter ce qui est nouveau et inconnu dans des termes anciens et connus. » p.9

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

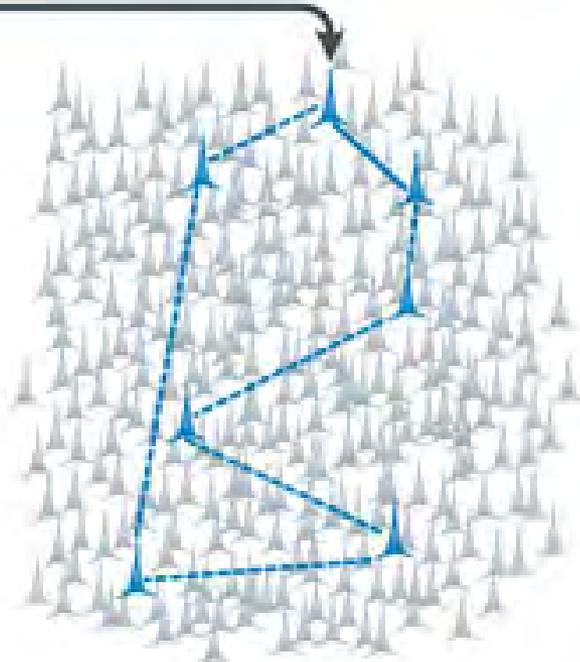
- Hélène Trocme Fabre



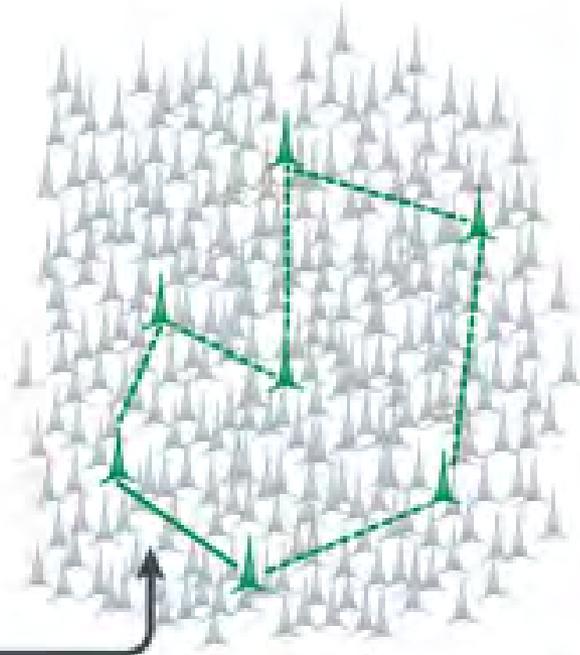
Luke Skywalker



Hofstadter et Sander insistent sur l'importance des glissements entre catégories dans les activités cognitives et ceux en particulier qui reposent sur une abstraction.



Yoda



Darth Vader

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.

Et grâce à notre perception par analogie, nous pouvons constamment trouver de nouveaux exemplaires qui rentrent dans ces catégories.

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.

C'est ça, l'analogie, dans sa forme la plus terre à terre, mais aussi la plus omniprésente et la plus indispensable.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Les auteurs mentionnent également toutes les **expressions populaires, style proverbe ou dicton**: «*On ne parle pas de corde dans la maison d'un pendu*», «*Faire d'une pierre, deux coups*», «*Chat échaudé craint l'eau froide*»... Il s'agit toujours de mettre en relation des situations similaires à travers un concept commun, un rapprochement, une similitude.

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

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

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

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

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

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

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

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

Autre exemple :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Pourtant, si nous ne possédions pas le concept de



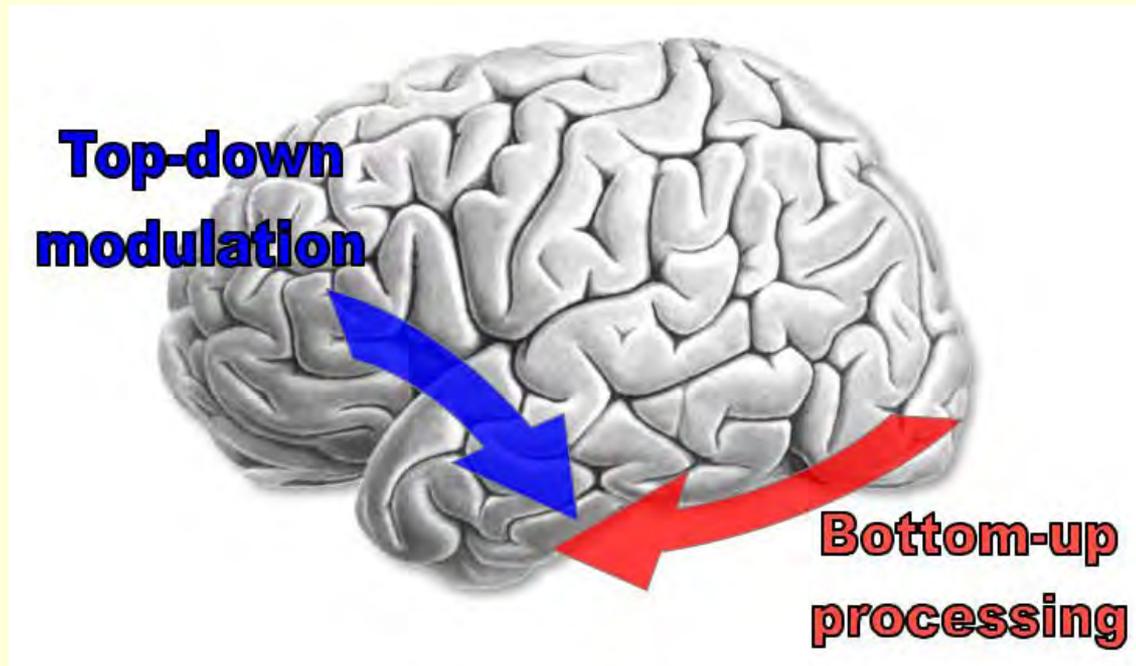
Autrement dit, nous avons besoin d'avoir déjà construit cette catégorie pour reconnaître ces objets. Même chose pour des concepts plus abstraits.

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

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

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

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



L'apport des neurosciences... à tous les niveaux !

Cours 6 : Les « fonctions supérieures »

A : L'exemple de la lecture; l'attention

B- Les analogies, les concepts et leur représentation cérébrale



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

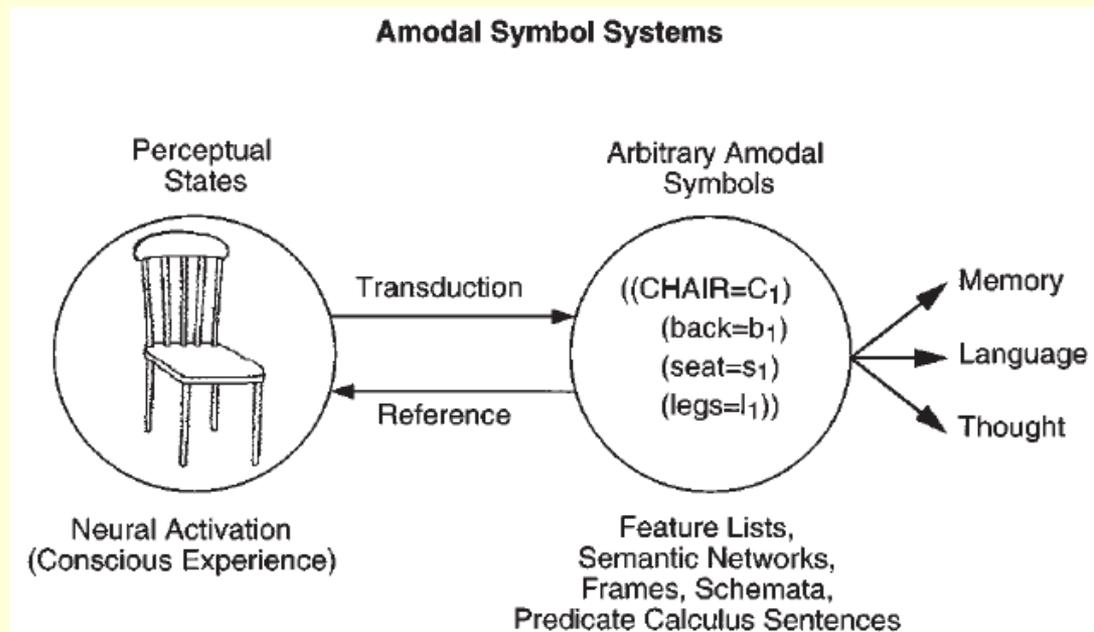
Approche classique de la “mémoire sémantique”

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

- Modulaire : module distinct pour la mémoire épisodique et pour les systèmes sensoriels spécifiques
- Amodal : représentation non perceptuelle
- Symboles arbitraires (incluant les mots)

- correspondaient au caractère symbolique du cognitivisme !

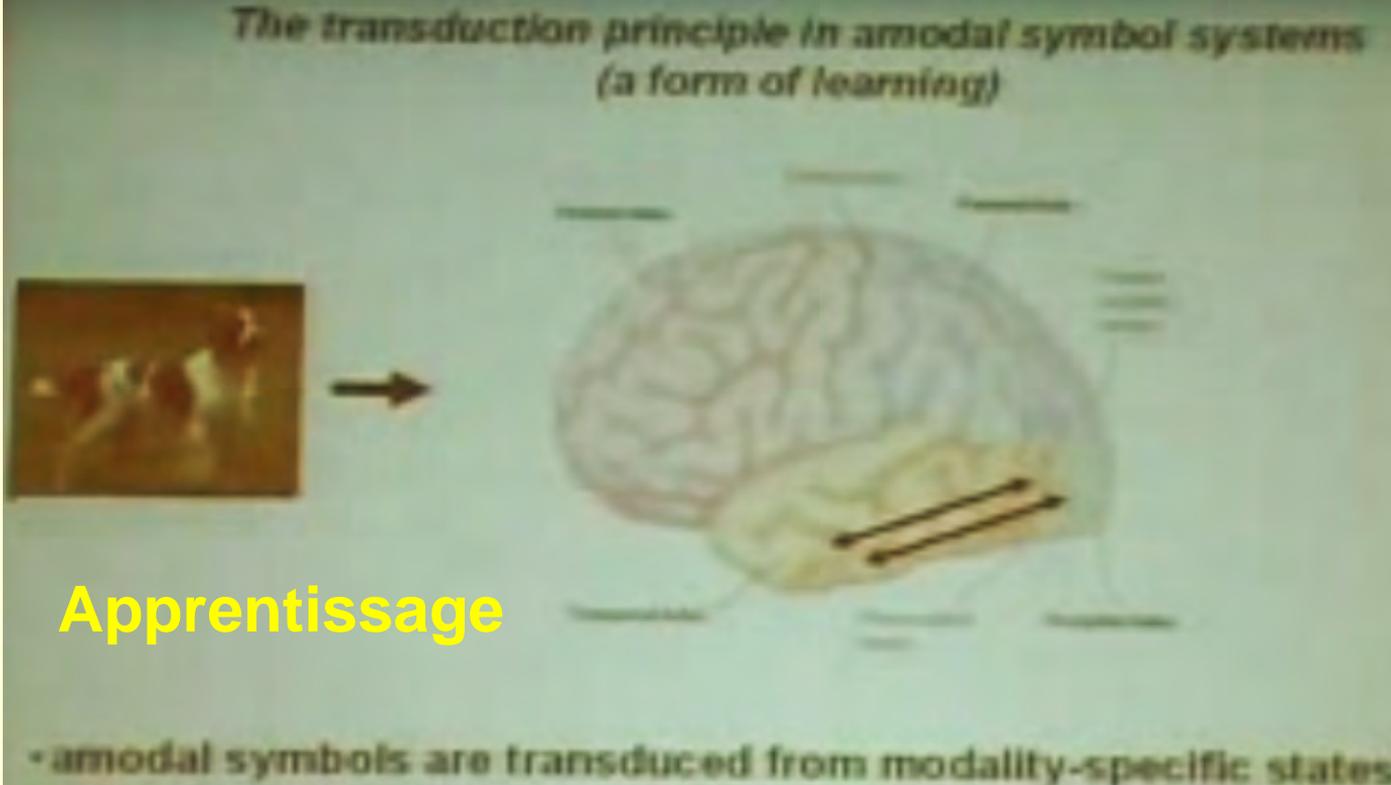
- pouvaient être implémentés facilement sur les ordinateurs en intelligence artificielle !



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

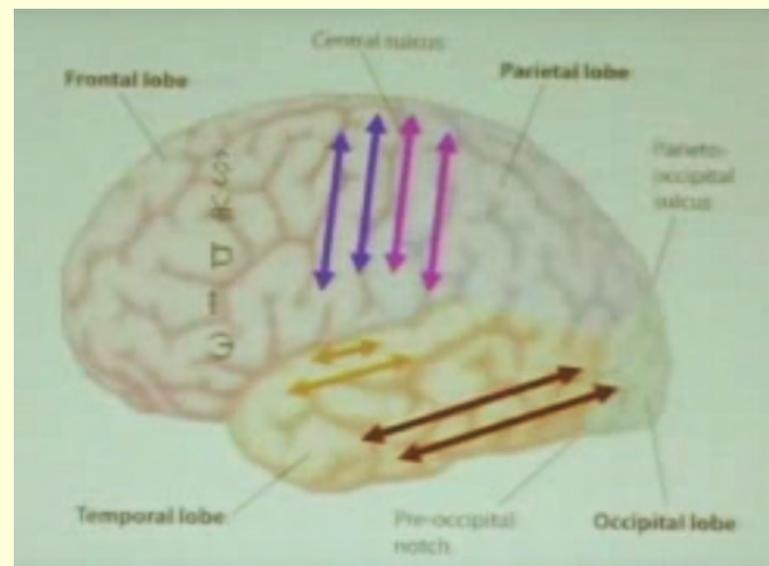
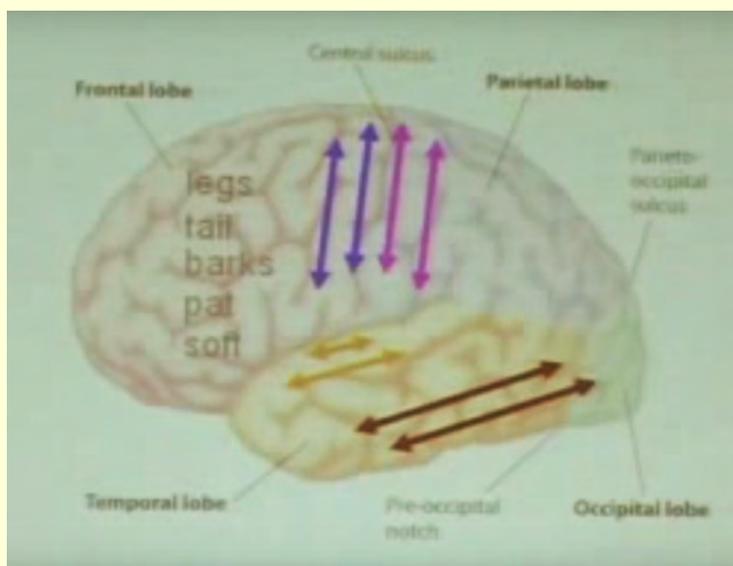
<https://www.youtube.com/watch?v=jdzl9FN0jww>

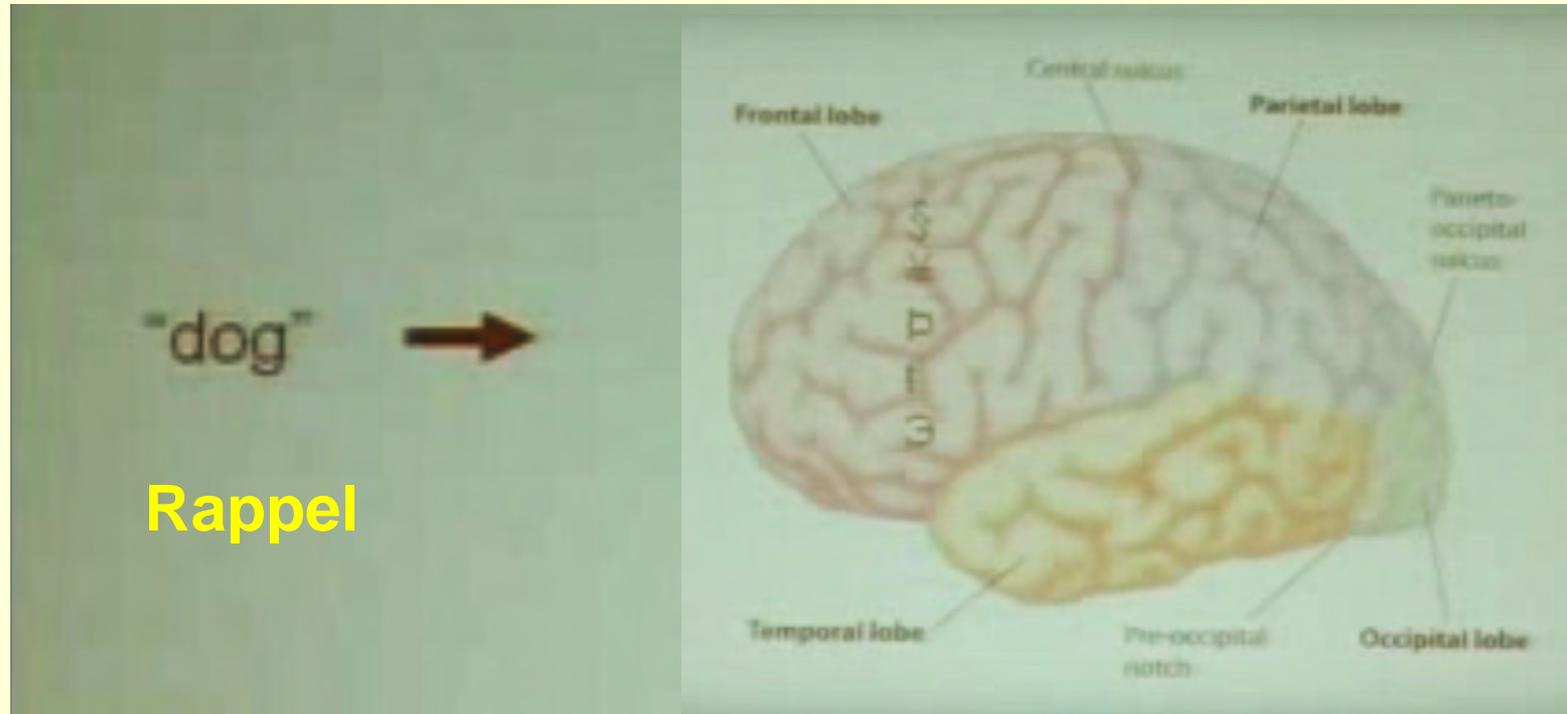
*The transduction principle in amodal symbol systems
(a form of learning)*



Apprentissage

• amodal symbols are transduced from modality-specific states





Rappel

Critique : les engrammes perceptuels font tout le travail et les symboles amodaux sont donc redondants.

D'où la question : pourquoi le système n'utiliserait-il pas directement ses représentations perceptuelles (pour représenter par exemple un chien) à la fois durant la catégorisation et le raisonnement ?

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

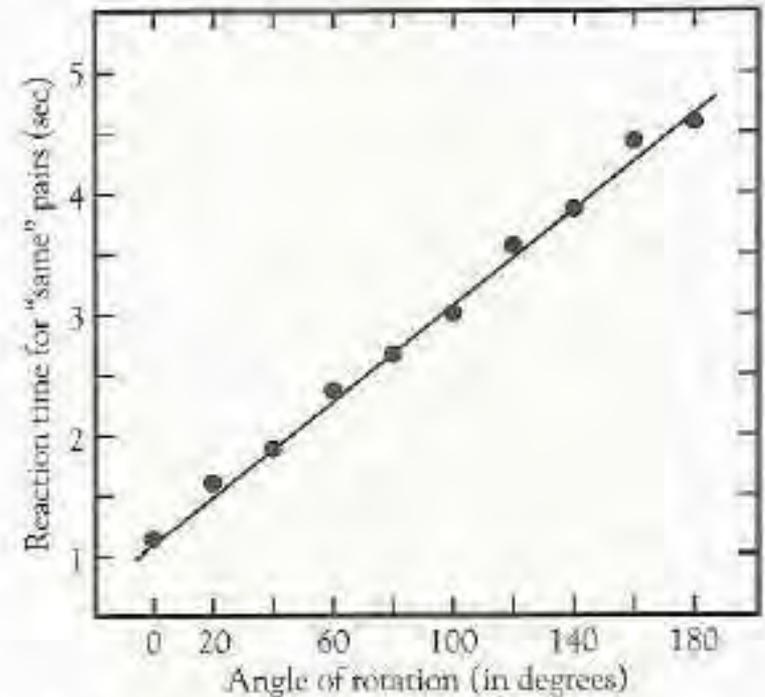
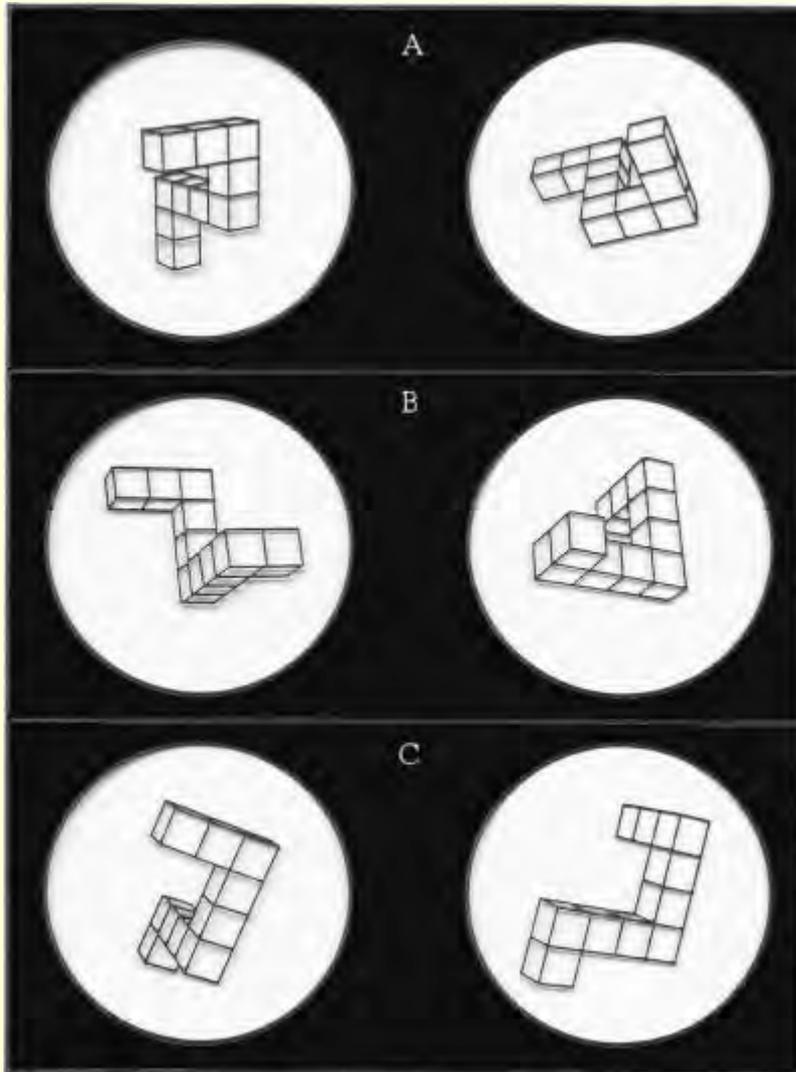


Figure 7.11 Reaction time to judge whether two patterns have the same three-dimensional shape

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

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

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

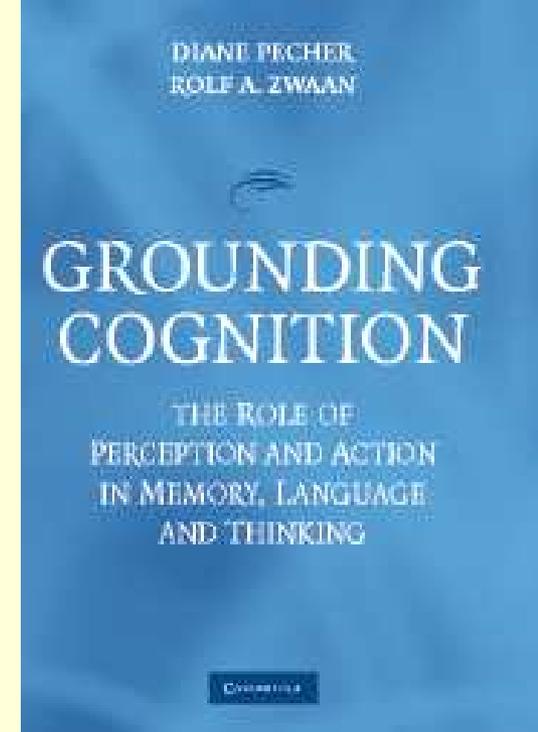
(i.e. faisant intervenir les modalités sensorielles ou motrices, pour créer nos représentations conceptuelles)

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

qui serait pour certain.es une version «**faible**» de la « cognition incarnée » (« embodied cognition »).

[où les formes les plus radicales vont remplacer les représentations par notre activité dans un monde perçu riche et complexe]

Alors qu'avec la **cognition « ancrée »**, on s'intéresse simplement à la façon dont l'environnement peut, d'une certaine façon, « rentrer spatialement » dans notre cerveau.



Grounded cognition

Barsalou, L. (2008)

www.cogsci.ucsd.edu/~ajyu/Teaching/Cogs202_sp12/Readings/barsalou08_grounded.pdf

Grounded vs. embodied cognition

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

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

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

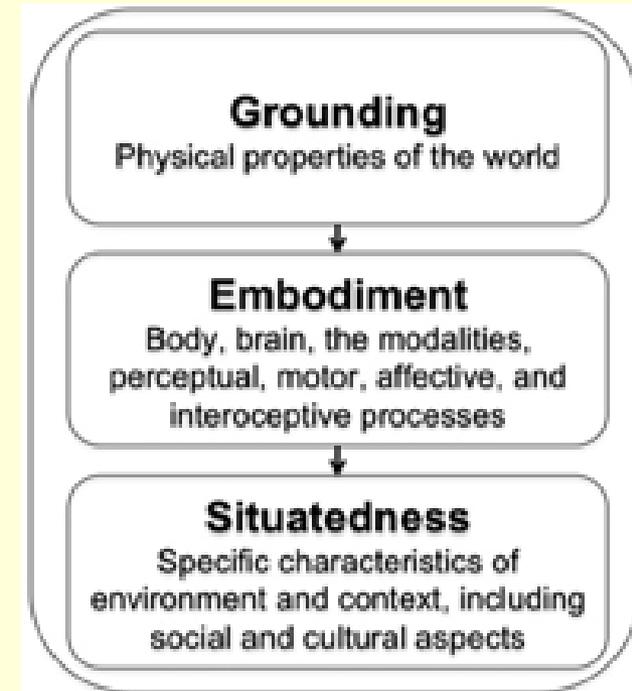
(i.e. faisant intervenir les modalités sensorielles ou motrices, pour créer nos représentations conceptuelles)

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

qui serait pour certain.es une version «**faible**» de la « cognition incarnée » (« embodied cognition »).

[où les formes les plus radicales vont remplacer les représentations par notre activité dans un monde perçu riche et complexe]

Alors qu'avec la **cognition « ancrée »**, on s'intéresse simplement à la façon dont l'environnement peut, d'une certaine façon, « rentrer spatialement » dans notre cerveau.



Beaucoup de données en neuropsychologie :

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

- Dommages aux régions visuelles augmente les probabilités de perdre la catégorie **animal** (la vision étant la modalité dominante pour se représenter les animaux)
- Dommages aux régions motrices augmente les probabilités de perdre les noms des **outils**
- Dommages aux régions impliquées dans le traitement de la **couleur** augmente les probabilités de perdre les connaissances sur les couleurs
- Etc.

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

Sur la coordination perception-action :

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

Tucker & Ellis (1998)

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

Voir un **raisin ou un marteau** déclenche la simulation d'un type de prise pertinent pour chacun des objets.

Sur le langage :

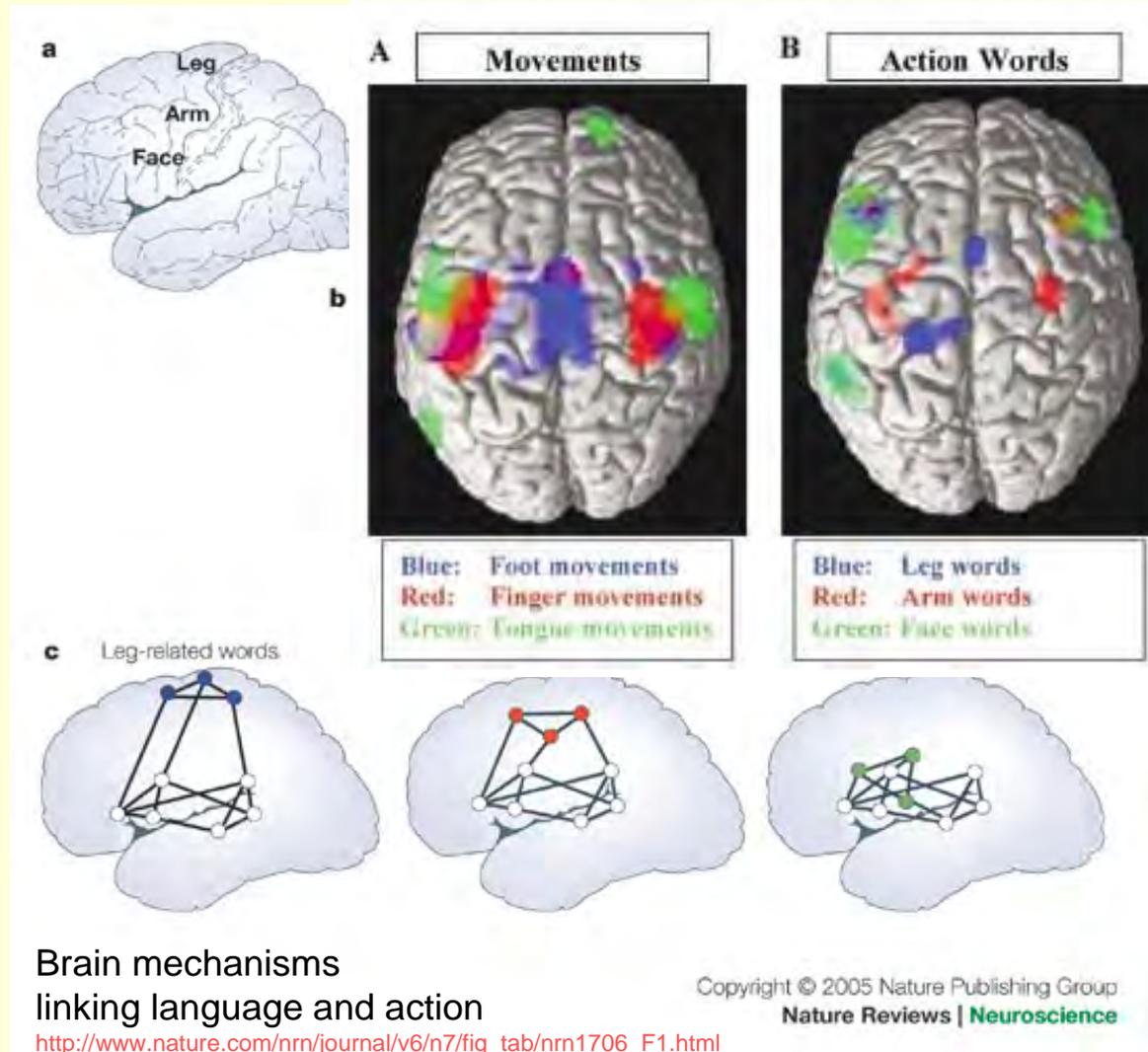
Pulvermüller (2006)

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.

Zwaan et al. (2002)

Language comprehenders mentally represent the shapes of objects.

<http://pcl.missouri.edu/jeff/sites/pcl.missouri.edu/jeff/files/Zwaan.pdf>

Les sujets devaient **lire des phrase** décrivant un objet ou un animal à un certain **endroit**.

Or dans les cas choisis, **la forme de l'objet ou de l'animal varie en fonction de l'endroit** (ex.: oiseau posé sur un branche (ailes fermées) ou dans le ciel (ailes ouvertes)).



Sauf que ces changements de forme n'étaient **pas explicité mais seulement impliqués** par l'endroit mentionné.

On leur présentait **par la suite des images d'objets ou d'animaux** dont certains étaient présentés selon la position impliquée par la phrase et d'autres dans d'autres positions, et on leur demandait simplement de **dire le plus rapidement possible si l'objets ou l'animal figurait ou non** dans les phrases qu'ils avaient lues.

Leur temps de réponse était plus rapide quand l'image correspondait à la position évoquée par la phrase lue.

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

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

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

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

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

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

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



On Wayne Rooney and Free Throws: Visualization in Sports

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

Is visualisation almost as effective as practice?

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

The Power of Vision

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

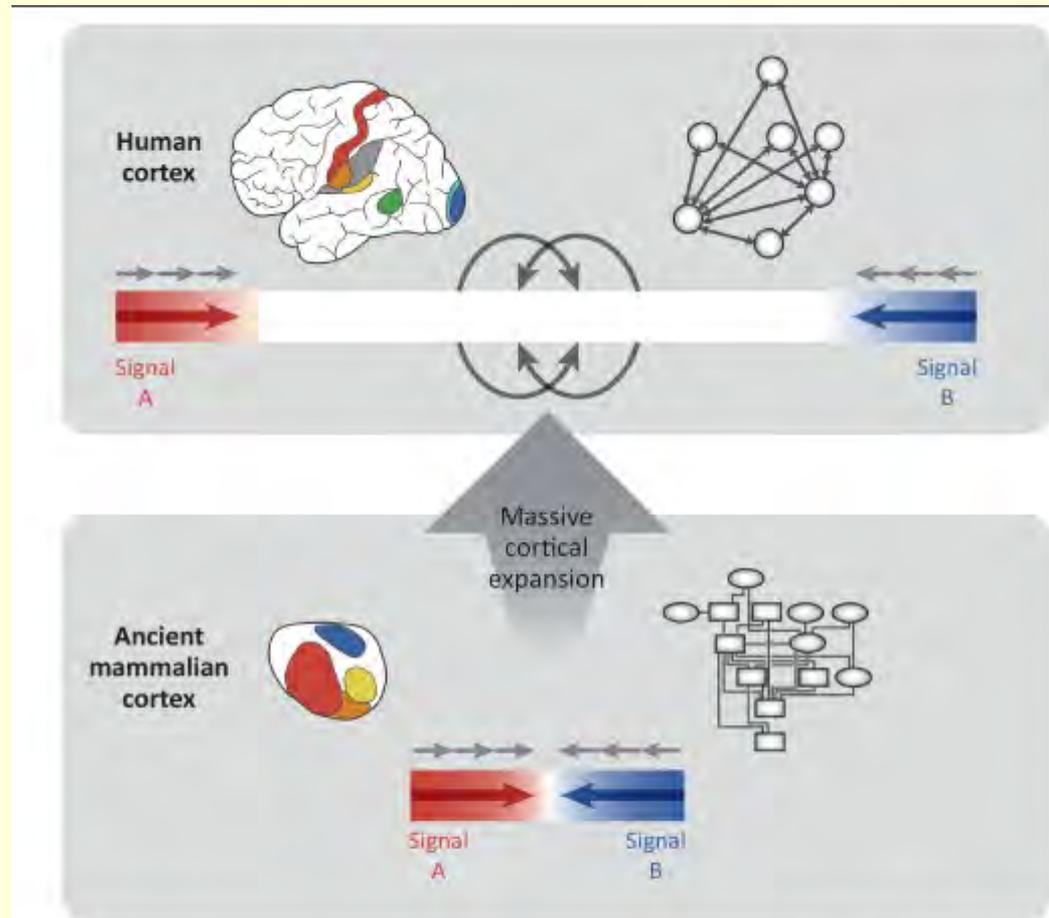
Un mot sur le “off-line”

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

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

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

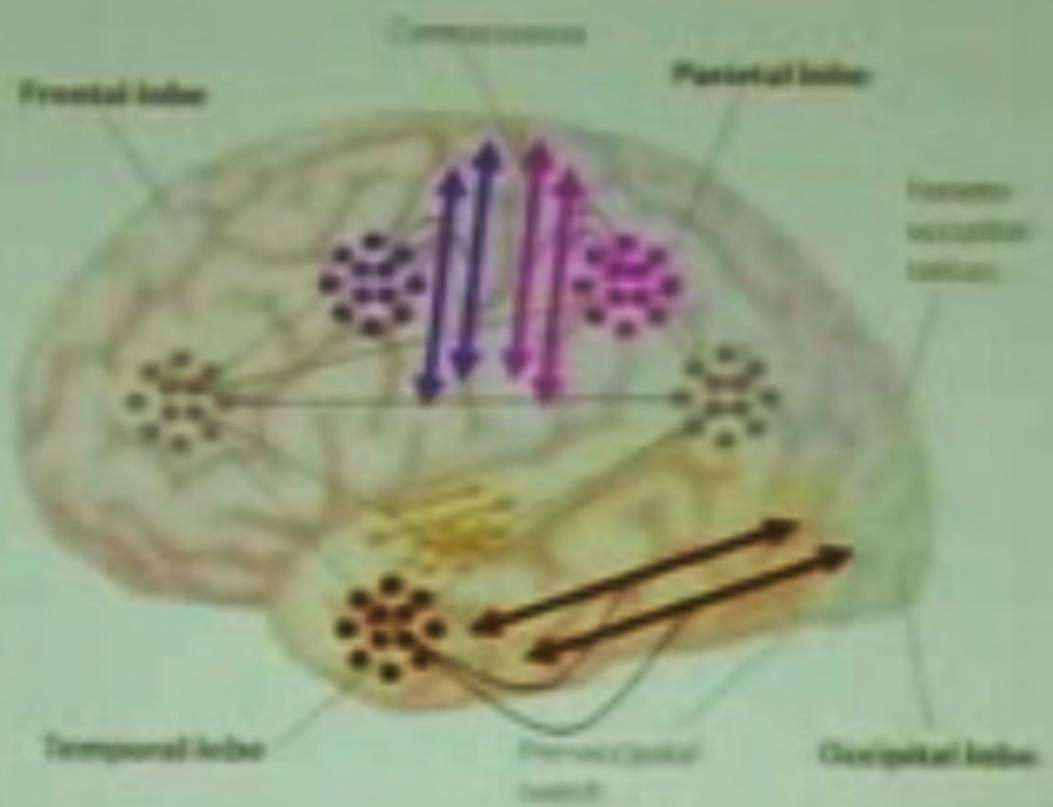
Mais ensuite, les humains ont le « offline » en plus, si l'on peut dire, ce qui leur permet de « rejouer des représentations ».

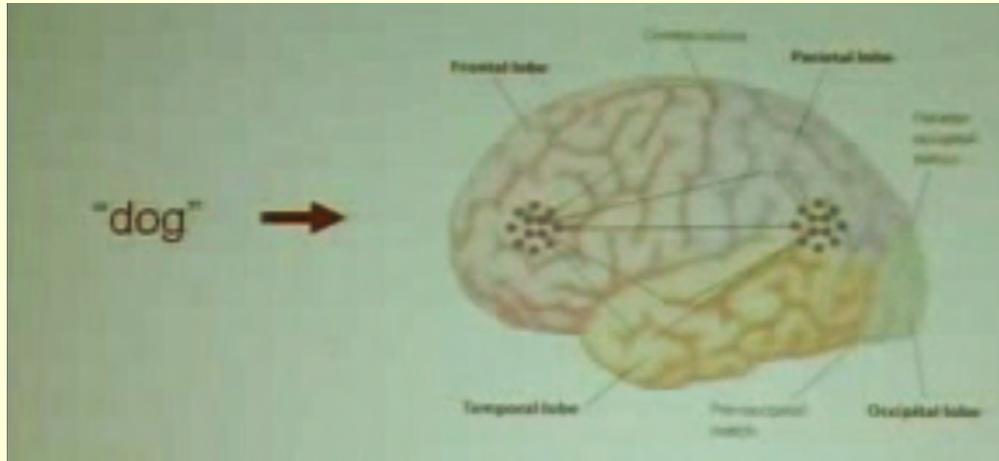




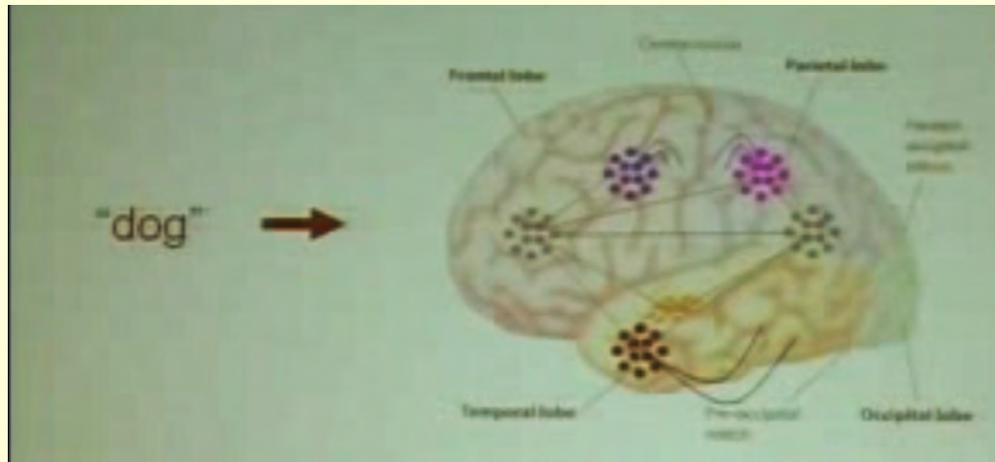
Barsalou, L.
(video
conference
uploaded on
Apr 14,
2008). *Brain's
Modality-
Specific
Systems.*

[https://www.youtu
be.com/watch?v=j
dz19FN0jww](https://www.youtube.com/watch?v=jdz19FN0jww)

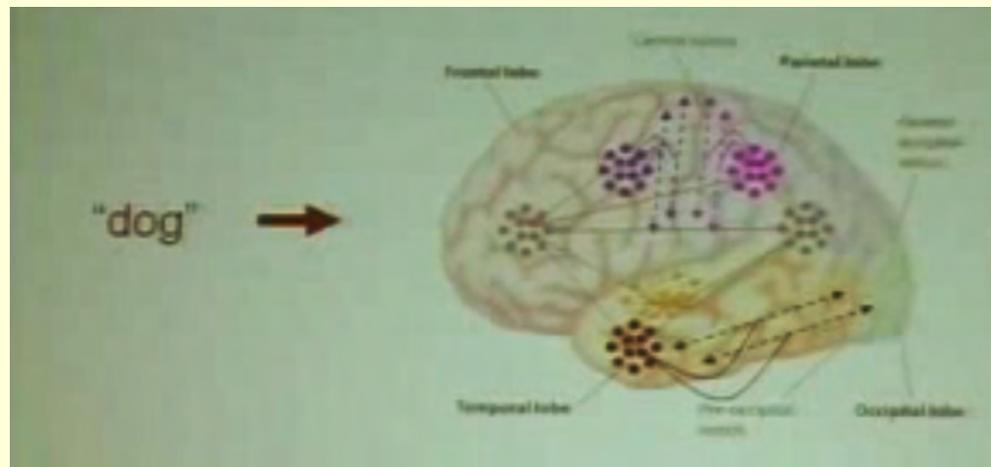




Un mot représentant un concept peut alors **réactiver un simulateur** (aires associatives multimodales)



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



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

et peuvent contenir des biais et des erreurs.

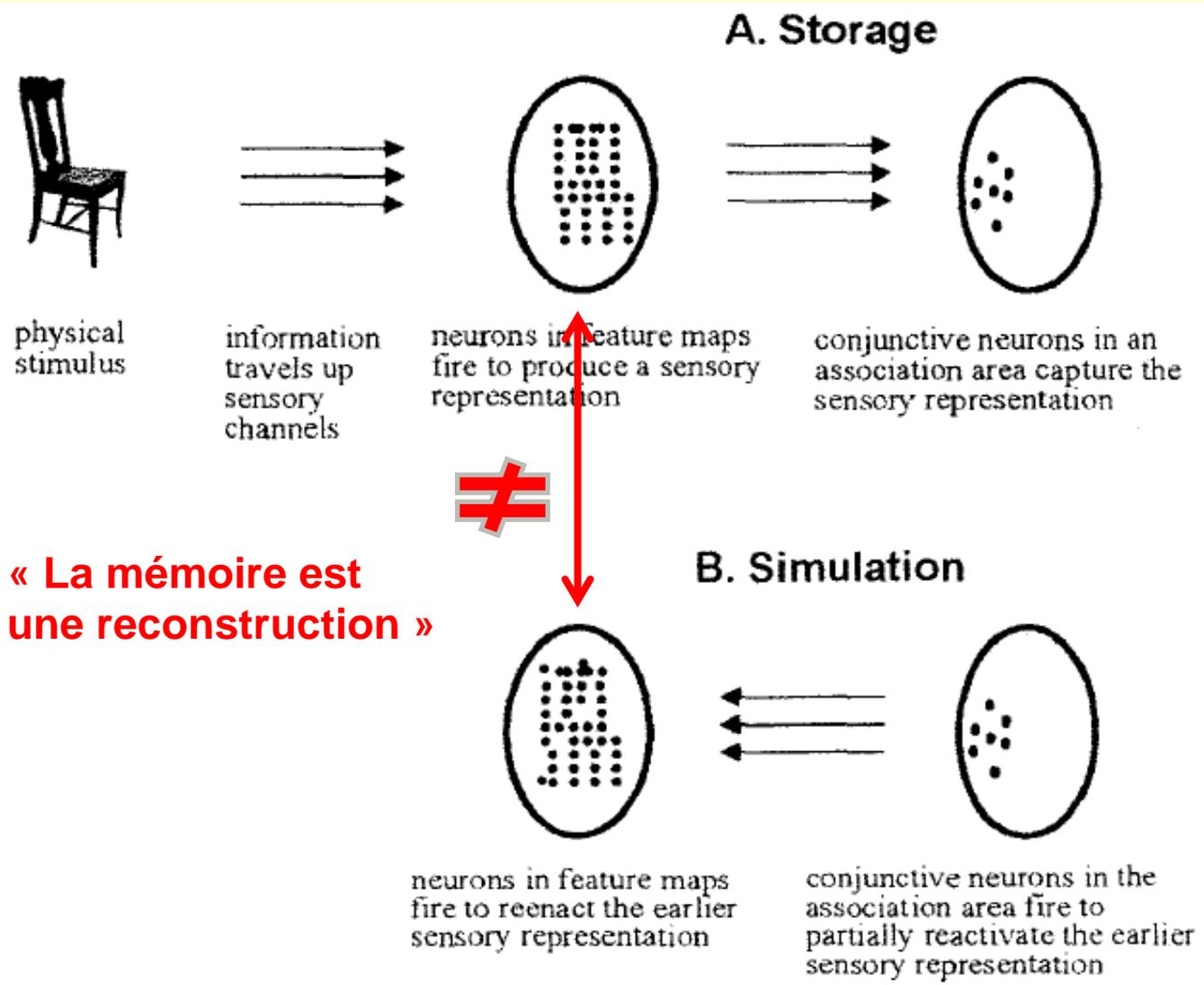
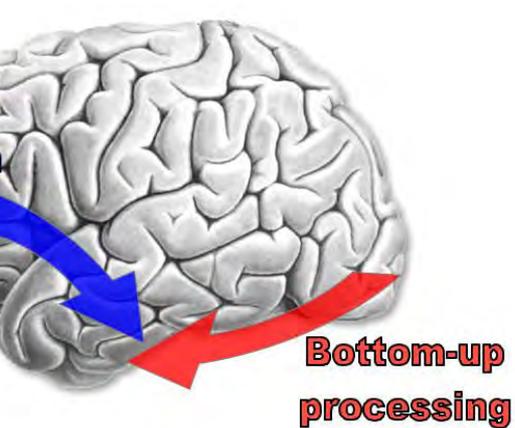


FIG. 15.1. Illustration of the storage (A) and simulation (B) of sensorimotor information in Damasio (1989) and Barsalou (1999).



physical stimulus

information travels up sensory channels

neurons in feature maps fire to produce a sensory representation

conjunctive neurons in an association area capture the sensory representation

A. Storage



B. Simulation



neurons in feature maps fire to reenact the earlier sensory representation

conjunctive neurons in association area partially react to sensory representation

Top-down modulation

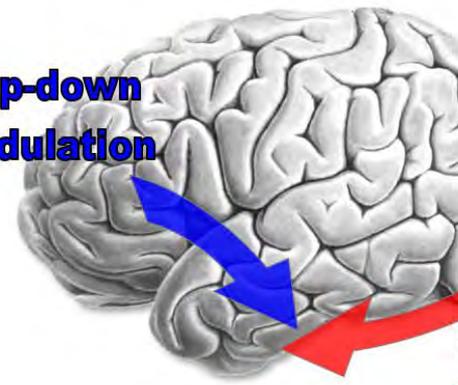
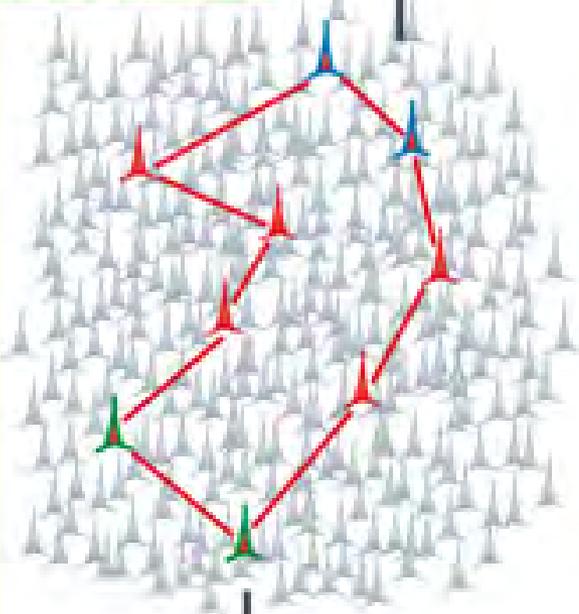


FIG. 15.1. Illustration of the storage (A) and simulation (B) of motor information in Damasio (1989) and Barsalou (1999).



Luke Skywalker



Barsalou écrit :

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

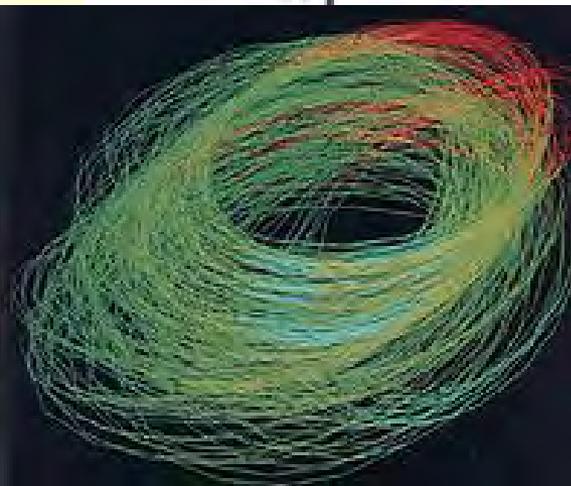
Parce qu'un symbole perceptuel correspond à une **assemblée de neurones**, ses activations subséquentes ont des propriétés dynamiques.

Sa réactivation ne sera jamais exactement identique

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

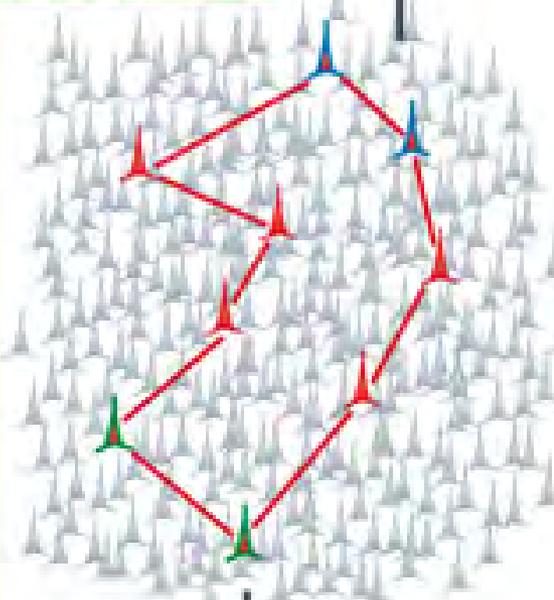
Pour ces raisons, on considère un symbole perceptuel comme un **attracteur** dans un réseau connexionniste.

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

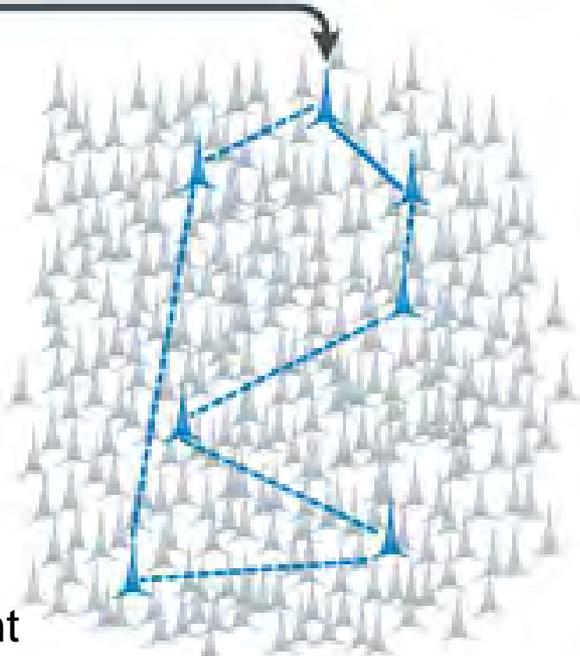




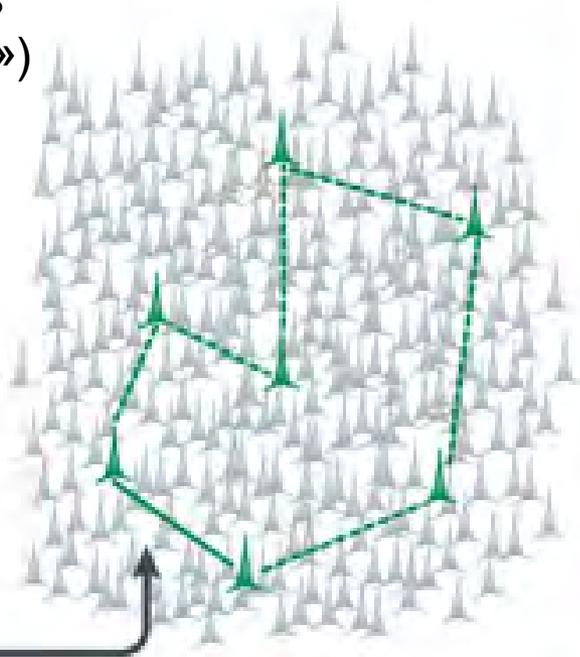
Luke Skywalker



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



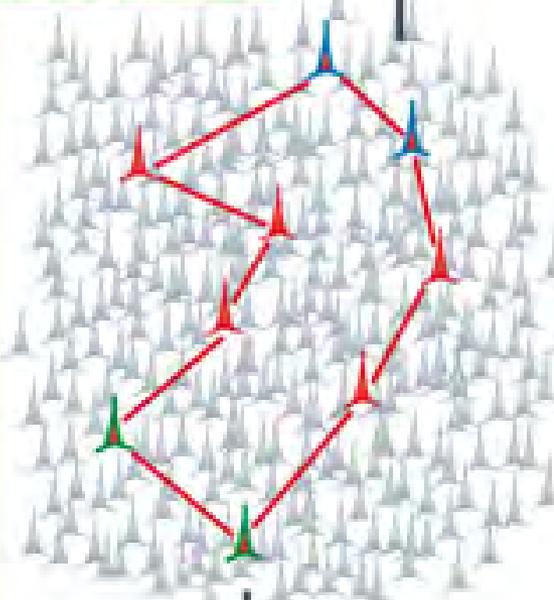
Yoda



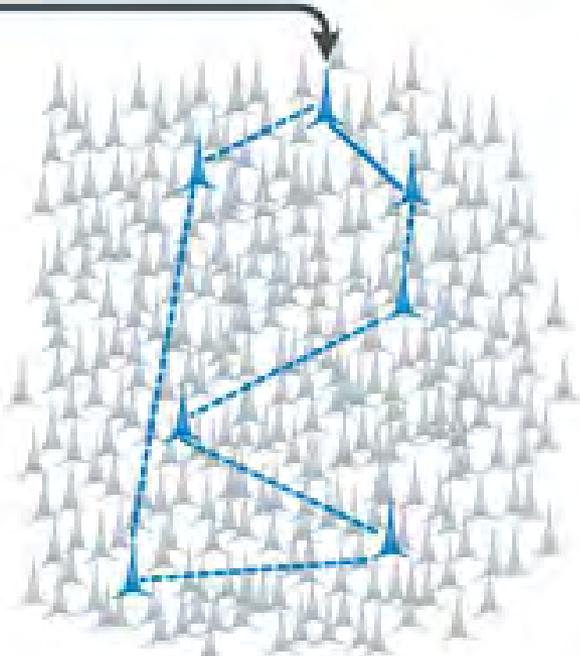
Darth Vader



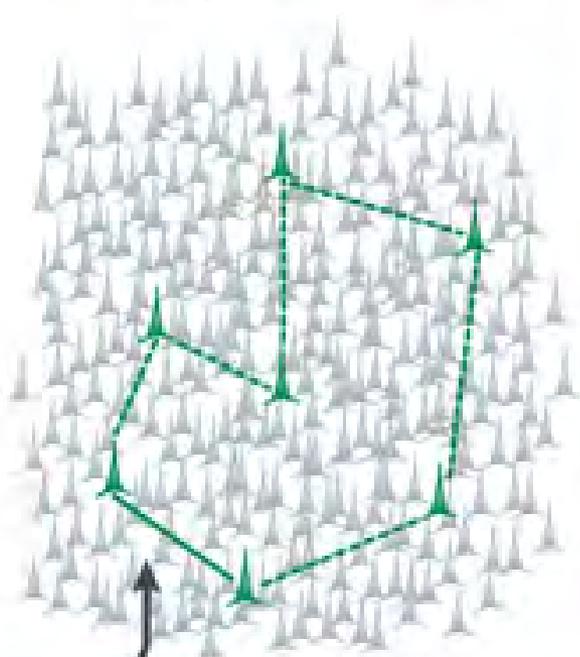
Luke Skywalker



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



Yoda



Darth Vader