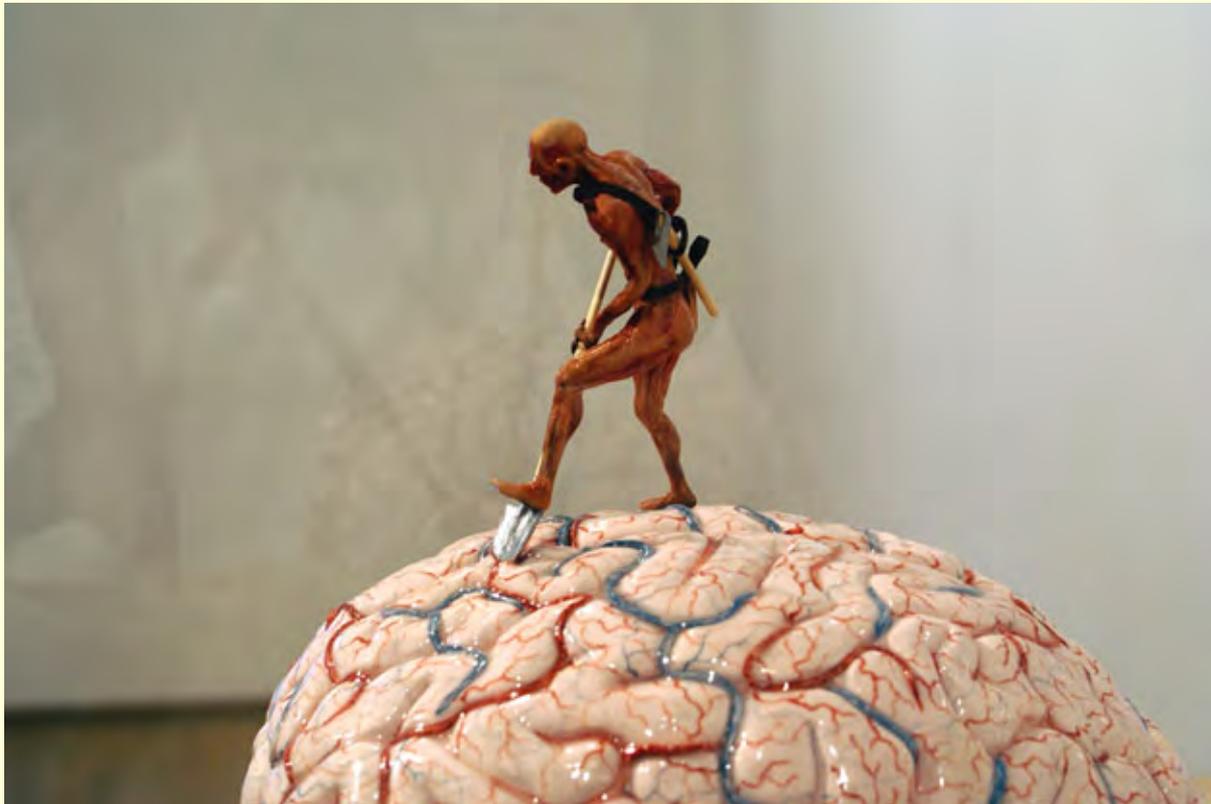


**École des profs**



**Cégep du  
Vieux Montréal**

Jeudi 19 janvier 2017



Les Power Points des quatre présentations de la journée seront mis sur la page « **L'école des profs** » accessible par la page d'accueil du *Cerveau à tous les niveaux* d'ici quelques jours.

## "L'école des profs"

Cours intensifs de perfectionnement en neurosciences cognitives

(cliquez ici pour les détails)



Fonctions supérieures, libre arbitre et éducation

Vers une cognition incarnée

Des réseaux de neurones qui oscillent de manière dynamique

D'où venons-nous et que faisons-nous ?

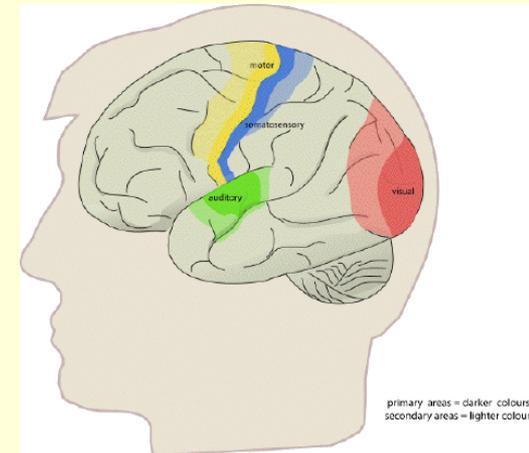
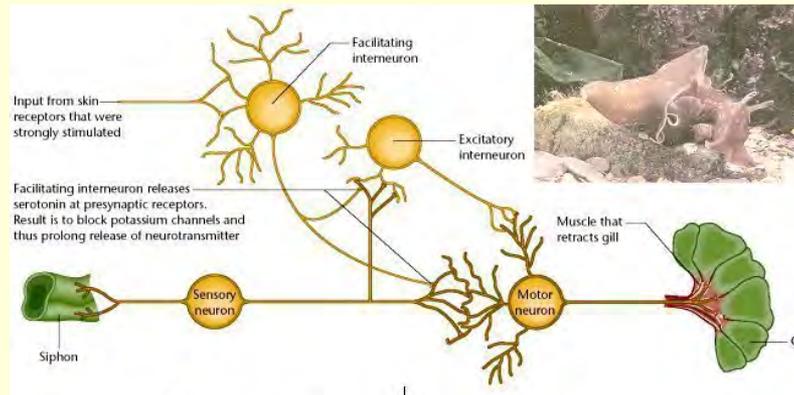
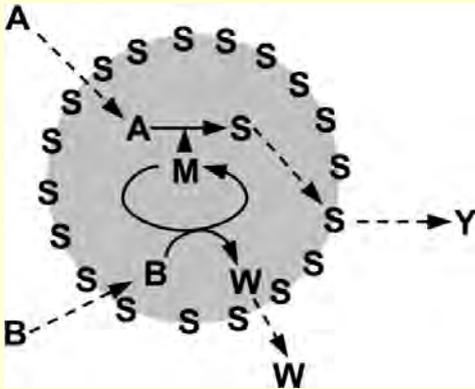
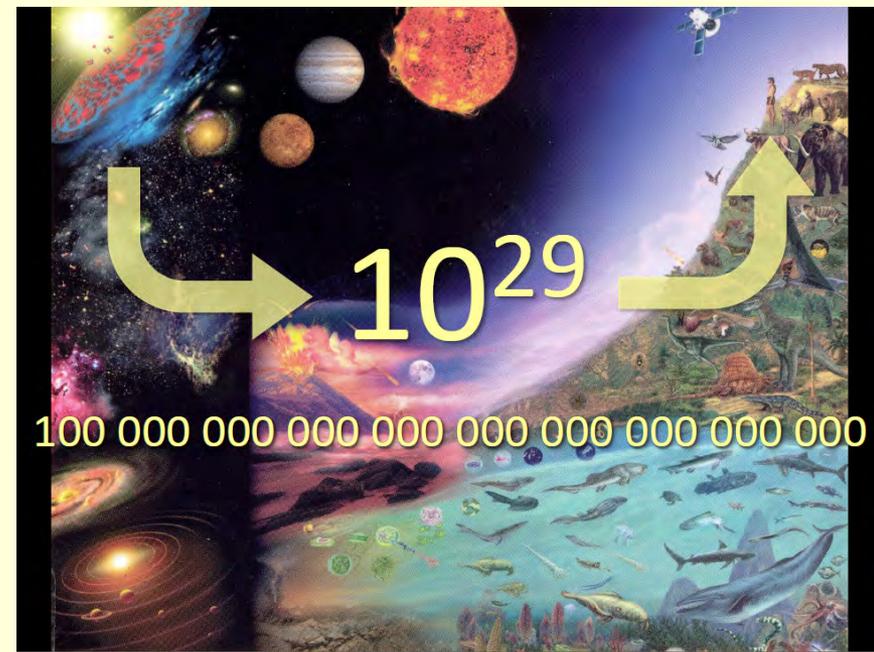
Ancienne et nouvelle grammaire de la communication neuronale

# 14 octobre 2016 : Cerveau

1<sup>ère</sup> heure : NOTRE HISTOIRE

Évolution cosmique, chimique, et biologique

Émergence des systèmes nerveux et hominisation



# 14 octobre 2016 : Cerveau

## 1<sup>ère</sup> heure : NOTRE HISTOIRE

Évolution cosmique, chimique,  
et biologique

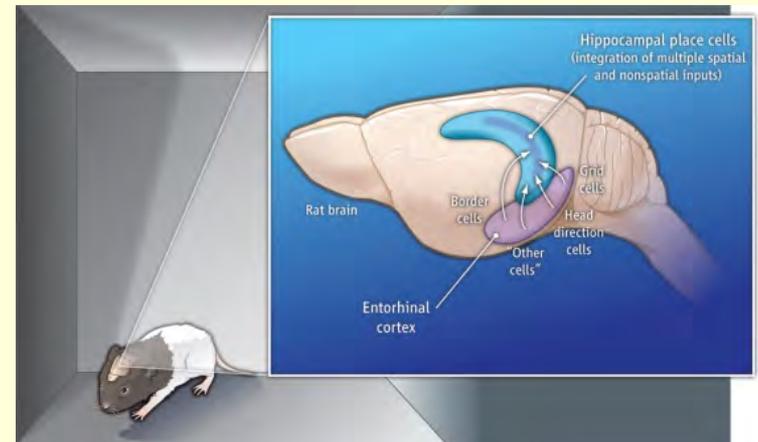
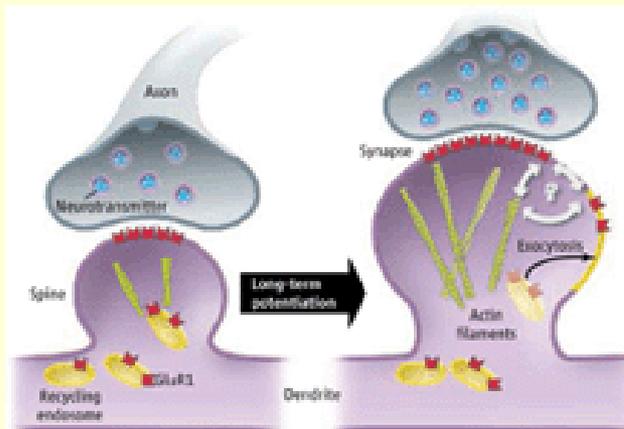
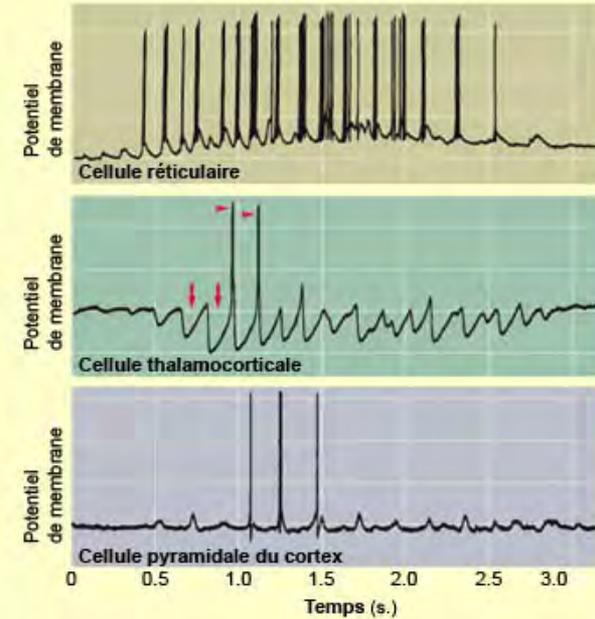
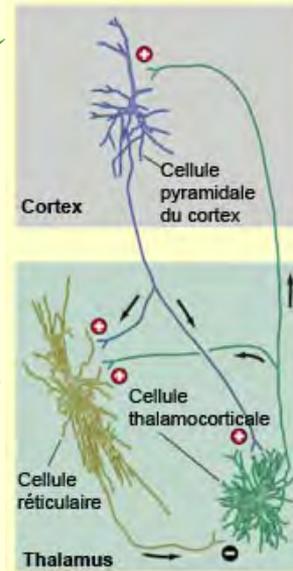
Émergence des systèmes  
nerveux et hominisation



## 2<sup>e</sup> heure : GRAMMAIRE NEURONALE

Neurones et cellules gliales

Plasticité et mémoires



# 14 octobre 2016 : Cerveau

## 1<sup>ère</sup> heure : NOTRE HISTOIRE

Évolution cosmique, chimique,  
et biologique

Émergence des systèmes  
nerveux et hominisation



## 2<sup>e</sup> heure : GRAMMAIRE NEURONALE

Neurones et cellules gliales

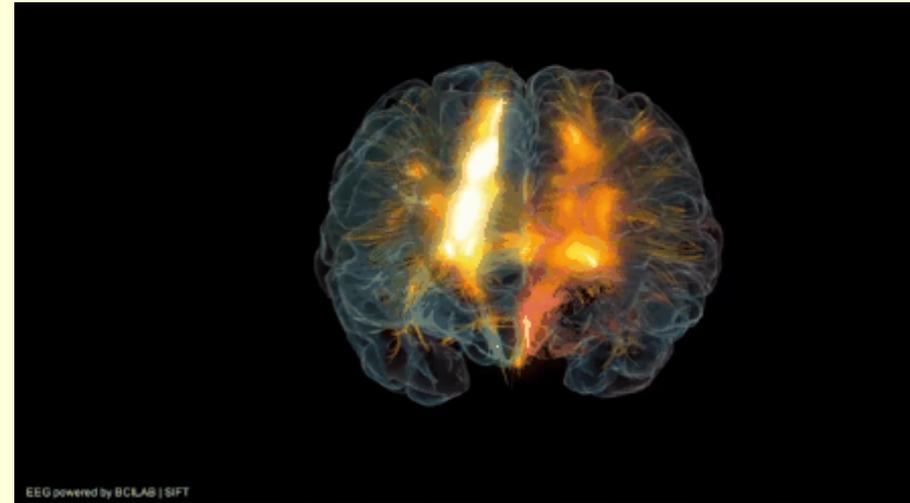
Plasticité et mémoires



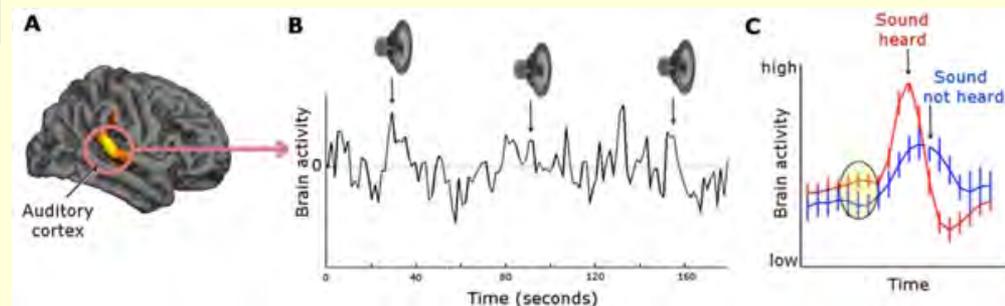
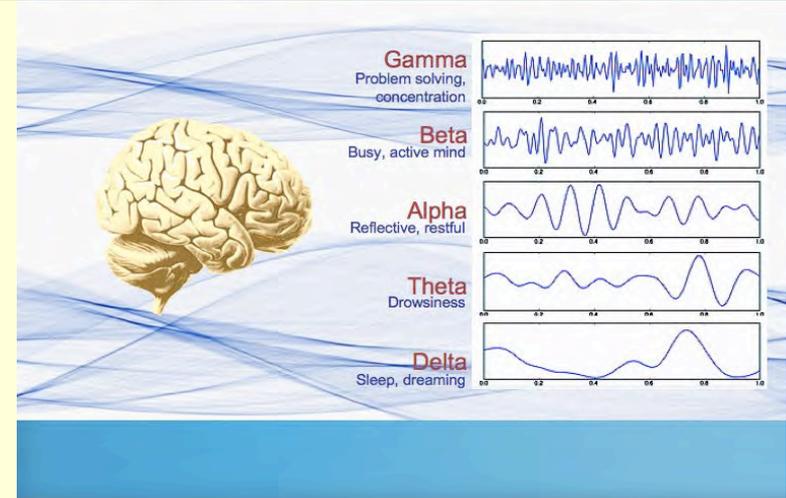
## 3<sup>e</sup> heure : CERVEAU DYNAMIQUE

Activité endogène

Oscillation et synchronisation



EEG powered by BCLAB | SFT

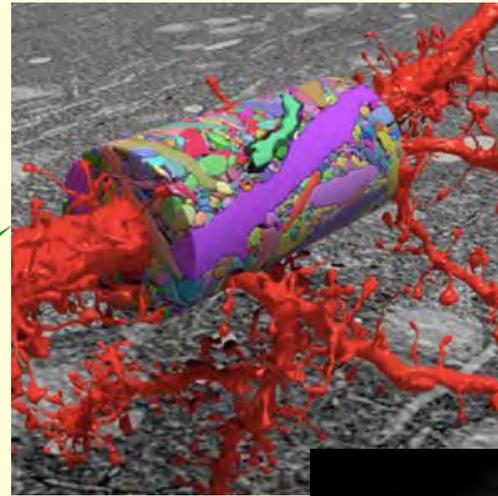


# 14 octobre 2016 : Cerveau

## 1<sup>ère</sup> heure : NOTRE HISTOIRE

Évolution cosmique, chimique,  
et biologique

Émergence des systèmes  
nerveux et hominisation



## 2<sup>e</sup> heure : GRAMMAIRE NEURONALE

Neurones et cellules gliales

Plasticité et mémoires



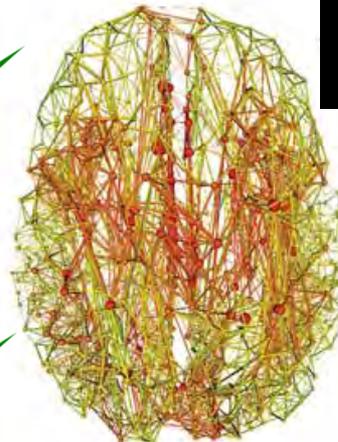
Olaf Sporns  
**Discovering the  
Connectome**



## 3<sup>e</sup> heure : CERVEAU DYNAMIQUE

Activité endogène

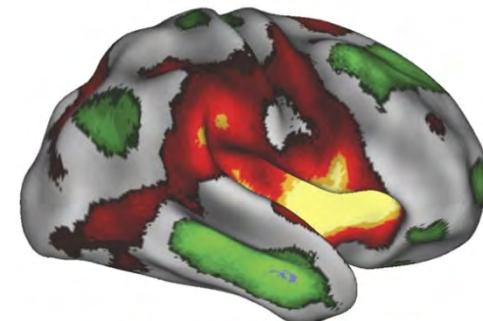
Oscillation et synchronisation



## 4<sup>e</sup> heure : CARTES CÉRÉBRALES

Connectome et réseaux

Spécialisation cérébrale ?



Default Mode Network  
Attention/Control Network

## 14 octobre 2016 : Cerveau

**1<sup>ère</sup> heure : NOTRE HISTOIRE**

Évolution cosmique, chimique,  
et biologique

Émergence des systèmes  
nerveux et hominisation



**2<sup>e</sup> heure : GRAMMAIRE  
NEURONALE**

Neurones et cellules gliales

Plasticité et mémoires



**3<sup>e</sup> heure : CERVEAU DYNAMIQUE**

Activité endogène

Oscillation et synchronisation



**4<sup>e</sup> heure : CARTES CÉRÉBRALES**

Connectome et réseaux

Spécialisation cérébrale ?



## 19 janvier 2017 : Cerveau – Corps – Environnement

**1<sup>ère</sup> heure : Comment  
l'environnement et le corps  
s'invitent dans notre cerveau**

Cognition ancrée

Incarnation sémantique

**2<sup>e</sup> heure : Le cerveau-corps :  
système nerveux, hormonal et  
immunitaire**

Stress chronique, effet placebo

**3<sup>e</sup> heure : Le cerveau-corps-  
environnement (1)**

Prises de décision et affordance

**4<sup>e</sup> heure : Le cerveau-corps-  
environnement (2)**

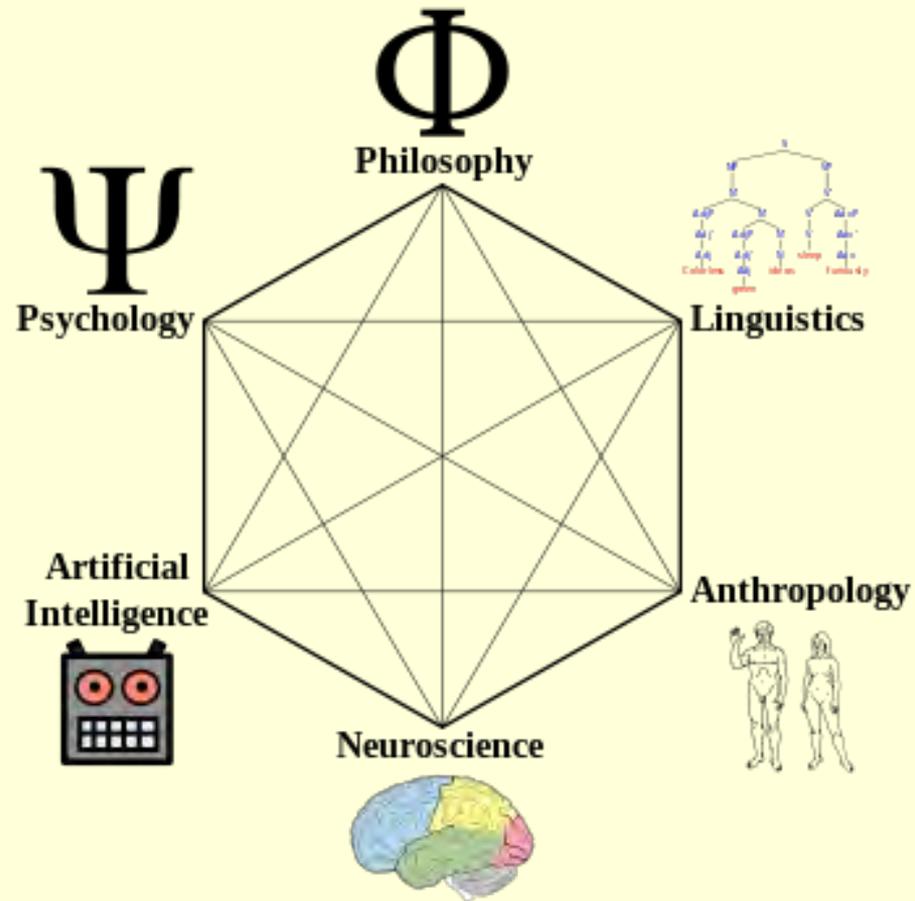
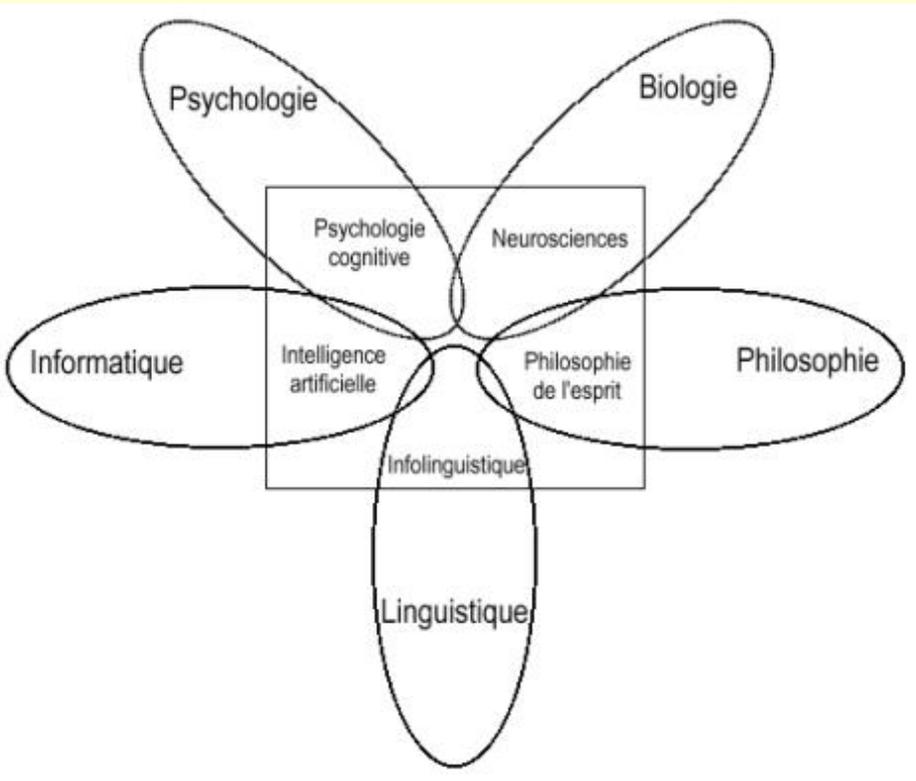
Incarnation radicale,

énaction et cognition étendue

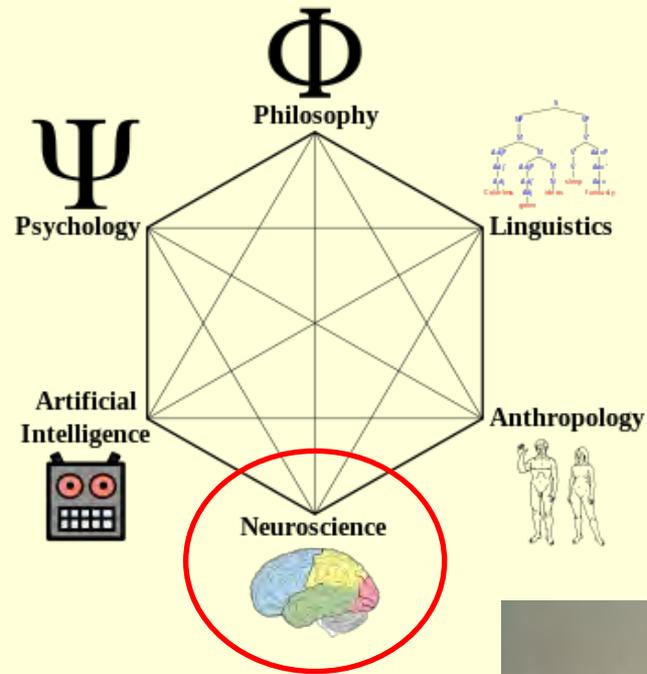
**Intro générale  
sur le thème de la journée :**

Une brève histoire des  
sciences cognitives  
au XXe siècle

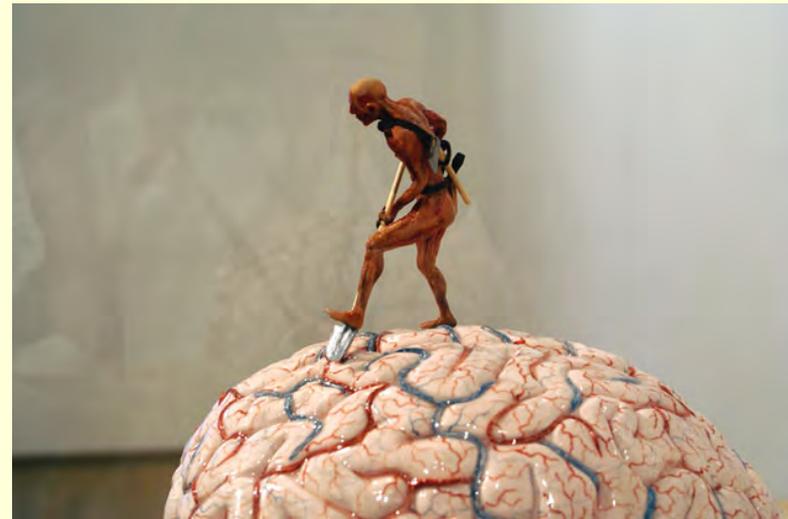
Les sciences cognitives telles qu'on les connaît aujourd'hui sont nées peu après le milieu du XXe siècle...



...lorsque différentes disciplines s'intéressent toutes à l'esprit humain (« mind ») se sont mises à **dialoguer**.

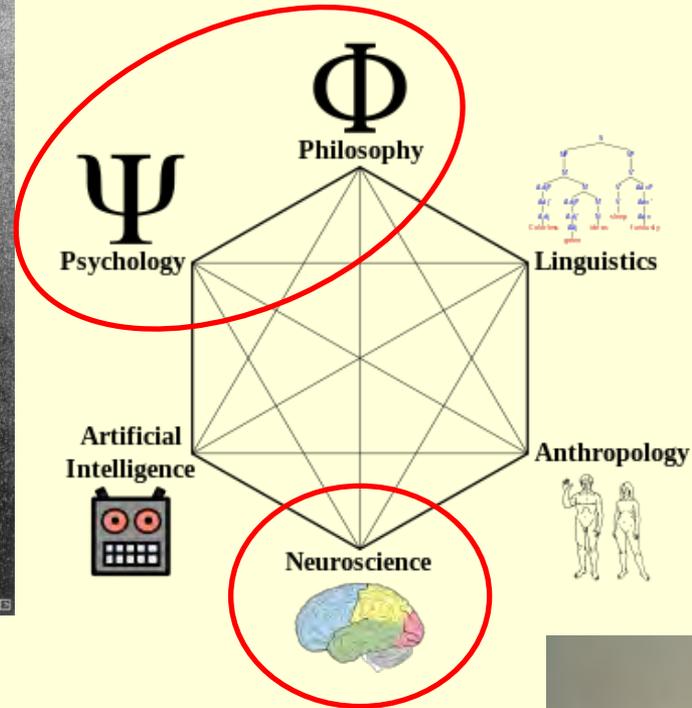


Approche « objective »  
ou à la 3<sup>e</sup> personne

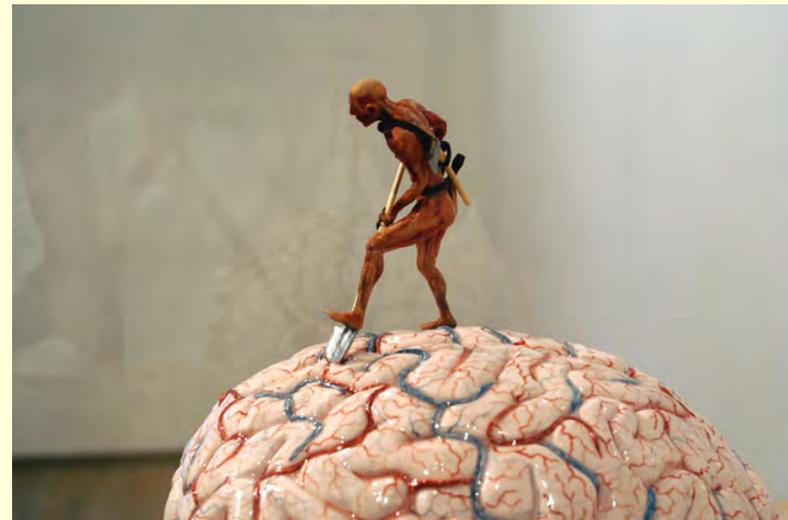




Approche « subjective »  
ou à la 1<sup>ère</sup> personne



Approche « objective »  
ou à la 3<sup>e</sup> personne



Plusieurs **grandes théories** ou « **paradigmes** » se sont succédés (et « superposés »...) depuis un siècle pour tenter d'expliquer ce rapport entre la 1<sup>ère</sup> et la 3<sup>e</sup> personne, entre pensée et cerveau...

...et ont des noms charmants (!) comme :

- Structuralisme
- Behaviorisme
- Cognitivism
- Connexionnisme
- Cognition incarnée

On va les survoler très rapidement...

XIX<sup>e</sup> et début du XX<sup>e</sup> siècle :

La tradition du **structuralisme** en psychologie

qui utilise l'introspection pour tenter de décrire les « structure » élémentaires de l'esprit humain.



Le groupe de recherche de Wilhelm Wundt en 1880.

Cette approche fut critiquée pour la difficulté de vérifier expérimentalement ces démarches introspectives qui était très variables d'un laboratoire à l'autre.

À partir des années 1920...

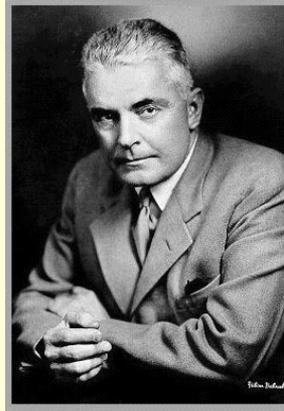
## Behaviorisme



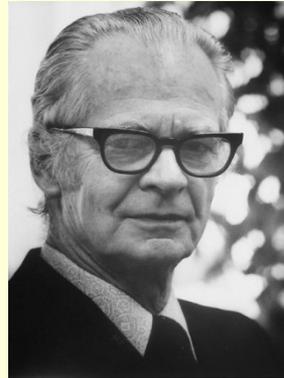
Cerveau = "boîte noire" = ce qui s'y passe est, par nature, méthodologiquement inaccessible et inobservable.

On s'intéresse donc seulement aux **stimuli** qui s'exercent sur l'organisme et les **réponses** que donne cet organisme.

Centré sur l'influence de l'environnement sur nos processus mentaux.



J. B. Watson



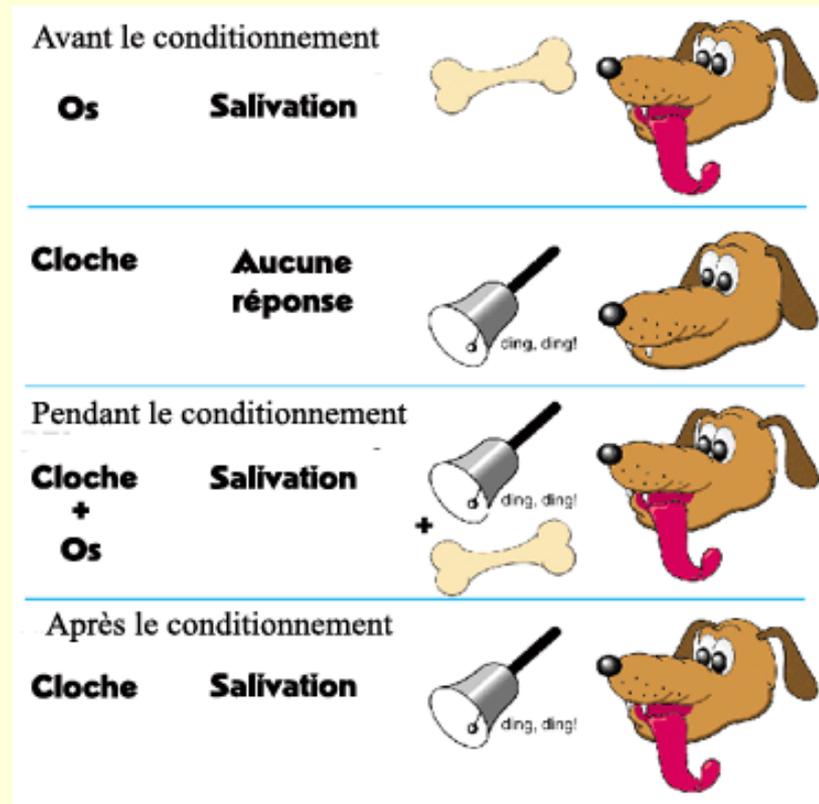
B.F. Skinner

# Conditionnement classique



Ivan Pavlov

Par conséquent, un de leur **champ de recherche favori** était **l'apprentissage associatif**.

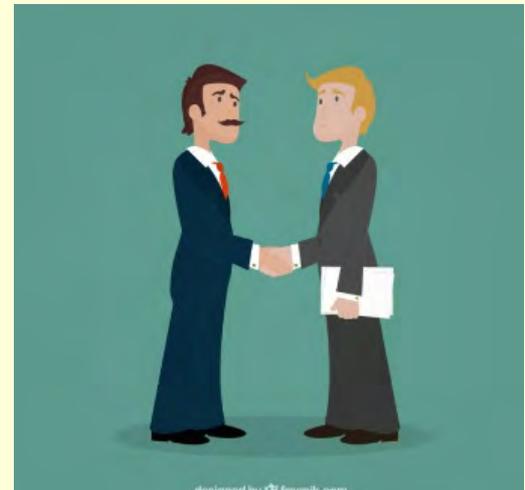


Bref, les behavioristes refusèrent toute spéculation sur des états mentaux et bannirent des sujets d'étude comme **la pensée, l'esprit, la conscience ou l'imagination**, et des constructions hypothétiques comme **les symboles, les idées ou les schémas**.

Ça fait beaucoup dans la poubelle...

D'où cette blague de ses détracteurs qui faisaient remarquer qu'un behavioriste qui en rencontre un autre n'aurait pas d'autres choix que de lui dire :

« Vous semblez aller bien aujourd'hui !  
Et moi, comment vais-je ? »...



Un peu plus tard, vers le milieu du XX<sup>e</sup> siècle se développe la **linguistique**, discipline scientifique consacré à l'une de nos capacités mentales les plus sophistiquées, **le langage**.

Une des critiques les plus sévères du béhaviorisme va venir du linguiste **Noam Chomsky** qui, en **1959**, affirme que « vouloir étendre le modèle béhavioriste de l'apprentissage à la linguistique est **sans espoir**. »

Pour lui, nos compétences linguistiques ne peuvent être expliquées sans admettre que les êtres humains possèdent un répertoire important de **structures cognitives complexes** qui président à l'usage du langage.



## Cognitivism

Domine les sciences cognitives du milieu des années 1950 aux années 1980.



Considère à nouveau l'esprit qu'il compare à un ordinateur.

Ici, la cognition c'est le traitement de l'information :

la **manipulation de symbole** à partir de règles.

## Psychological architecture for behavior



## Behaviorism



– Stop this metaphysical nonsense...

Est-ce si différent ?

(Source de cette diapo,  
et des autres qui suivent  
sur fond mauve :  
<http://www.slideshare.net/BrainMoleculeMarketing/uqam2012-cisek> )

Ce modèle repose aussi sur un postulat explicitement défendu, à savoir que **la nature du substrat physique qui permet la cognition importe peu.**

Dans le jargon des sciences cognitives, c'est la thèse fonctionnaliste dite « **de réalisation multiple** » inspirée directement de la métaphore avec l'ordinateur où le cerveau serait le « hardware » et la cognition le « software ».

## Software



Sistema  
Operativo



MS Word



Antivirus

## Hardware



Selon cette thèse, la cognition peut être étudiée **indépendamment du système nerveux** puisque ce sont les différents programmes (software) qui expliqueraient nos capacités cognitives spécifiques.

## Software



Sistema Operativo



MS Word



Antivirus

## Hardware



Donc on n'aurait pas à se soucier des détails de l'implémentation biologique de ces programmes.

(Fodor 1968b; Newell and Simon 1976; Pylyshyn 1984).

Donc à l'**opposé** des théories que l'on va présenter aujourd'hui.

Une autre notion qui dérive de ce modèle « dualiste » qui ne dit pas son nom est celle de **représentation**.

Cette notion peut prendre plusieurs sens dans les débats techniques en sciences cognitives, mais elle renvoie à l'idée **qu'avec un certain code, l'activité nerveuse représente d'une certaine façon le monde extérieur**

(dont on considère implicitement qu'il est le même pour tous, autre postulat sujet à débat...)

## L'assurance tranquille du paradigme dominant... ;-)

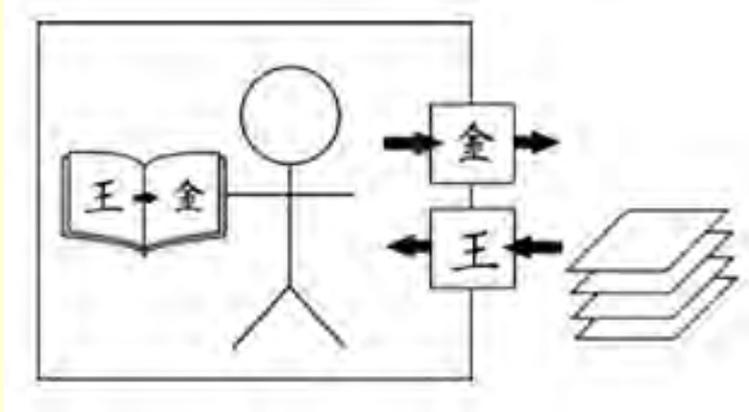
Durant l'âge d'or du cognitivisme dans les **années 1970**, les cognitivistes aimaient à dire que leur approche était "the only game in town" (Fodor 1975, 1981).



Mais éventuellement, les **problèmes** et **limites** s'accumulent...

Par exemple, à partir des **années 1980**, le philosophe **John Searle**, développe une série d'arguments pour démontrer que **l'ordinateur ne pense pas car il n'a pas accès au sens.**

**L'argument de la « chambre chinoise » :**  
une machine ne fait que manipuler des symboles abstraits,  
**sans en comprendre la signification.**



Elle peut traduire mot à mot un texte dans deux langues étrangères si elle dispose d'un dictionnaire de correspondances.

Mais ne comprenant pas le sens des mots utilisés : comment choisir entre « *weather* » ou « *time* » pour traduire le mot français « temps », si on n'a pas accès à son sens ?

→ le « **problème de l'ancrage des significations** »

## Vers le connexionnisme...

Le cognitivisme voulait aussi simuler les performances d'un expert humain adulte.

Mais comme il ne réussissait bien qu'à résoudre que des tâches plus circonscrites et locales (l'exemple du jeu d'échecs...),



## Vers le connexionnisme...

Le cognitivisme voulait aussi simuler les performances d'un expert humain adulte.

Mais comme il ne réussissait bien qu'à résoudre que des tâches plus circonscrites et locales (l'exemple du jeu d'échecs...),

une conviction s'est développée : la forme **d'intelligence** la plus fondamentale n'est peut-être pas celle de l'expert, mais bien celle d'un... **bébé** !

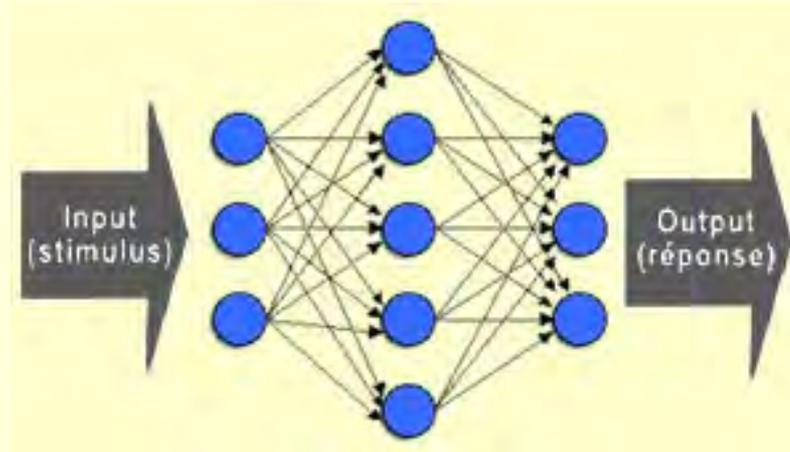
Car un bébé peut acquérir le langage et constituer des objets signifiants à partir de ce qui semble être une masse informe de stimuli.

Il fallait donc chercher plutôt à simuler l'intelligence du bébé qui apprend.



## Connexionnisme

Commence à remettre en question l'orthodoxie du cognitivisme au début des années 1980.



Il prend en compte le **cerveau** et essaie de comprendre la cognition avec des réseaux de neurones.

Plus une affaire **d'entraînement** que de programmation.

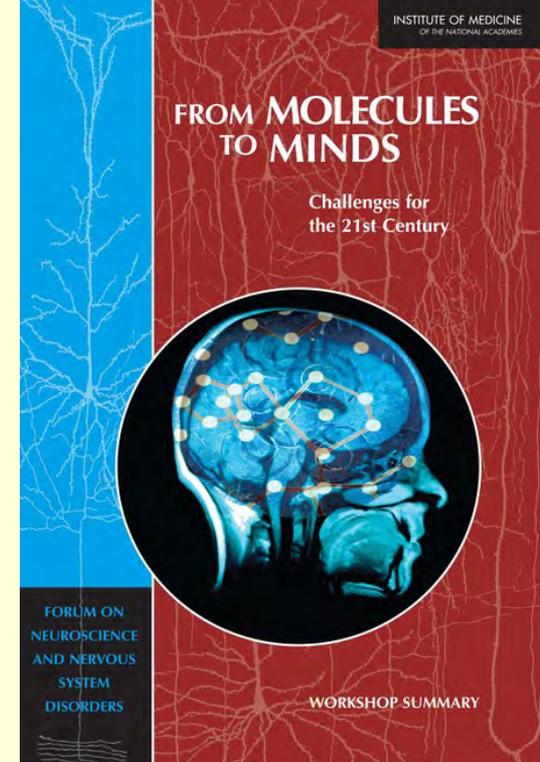
La cognition émerge d'états globaux dans un réseau de composants simples.



## La quête de plausibilité biologique

BICA Society  
Biologically Inspired  
Cognitive Architectures  
Society

<http://bicasociety.org/>

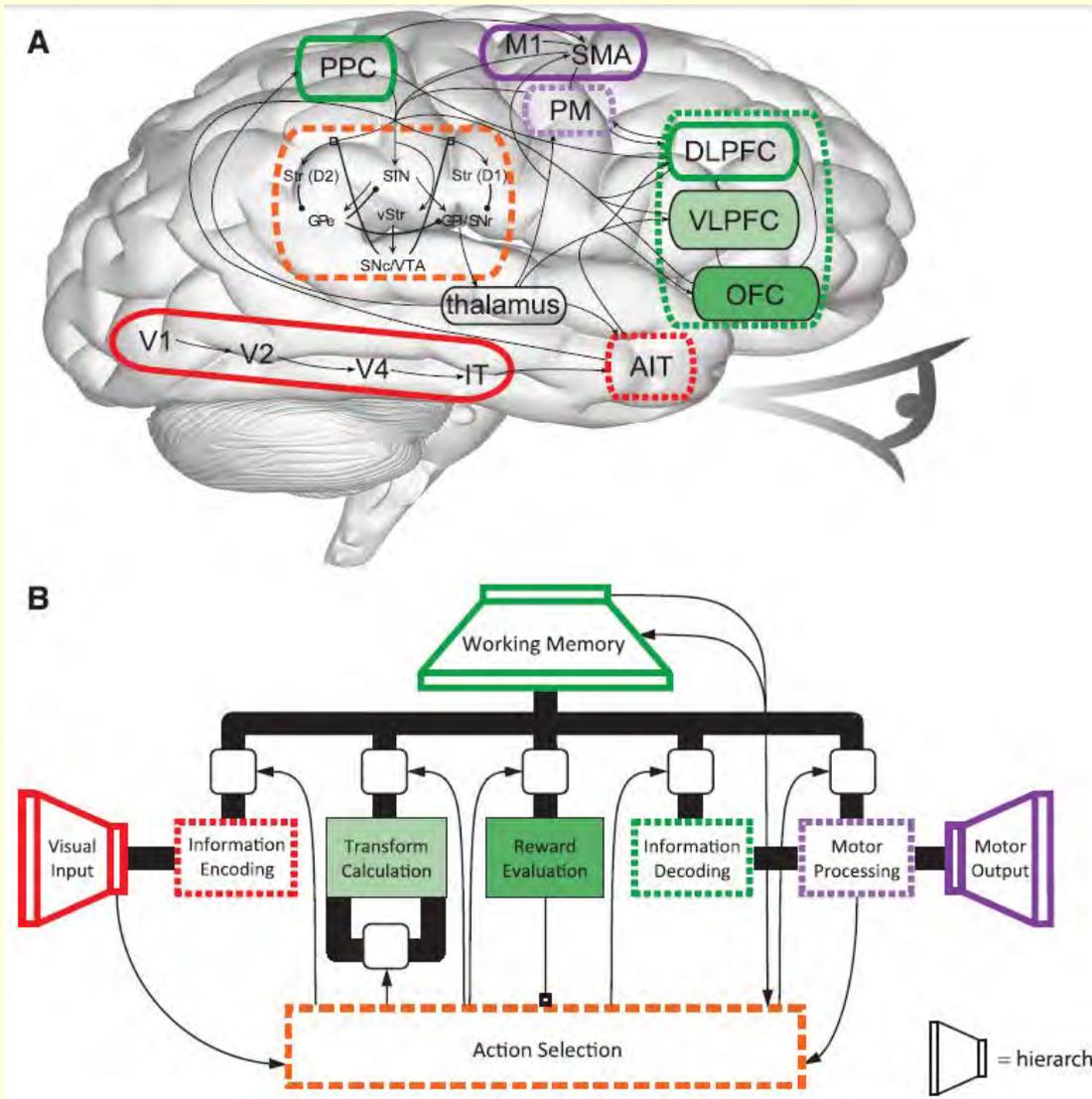
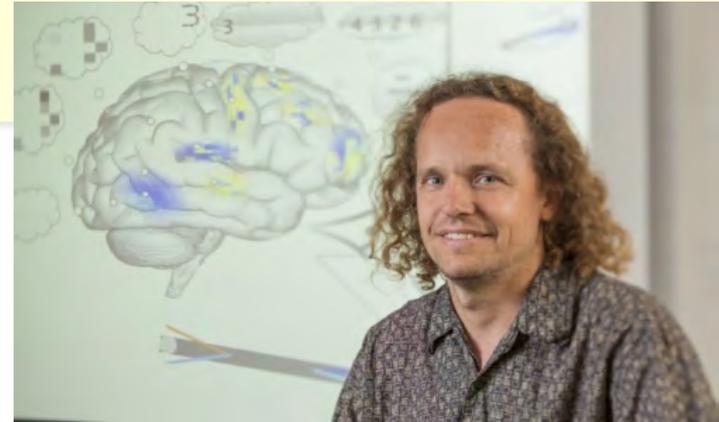


“Si vous avez une théorie sur le fonctionnement de la cognition humaine et qui prédit certains comportements, c’est bien...

Mais si votre théorie s’inspire aussi du cerveau et qu’elle peut expliquer des choses comme des patterns d’activité nerveuse, l’effet de lésions cérébrales, l’effet de certaines drogues, le type de fMRI observé, etc, alors **c’est une meilleure théorie parce qu’elle explique plus de données.**”

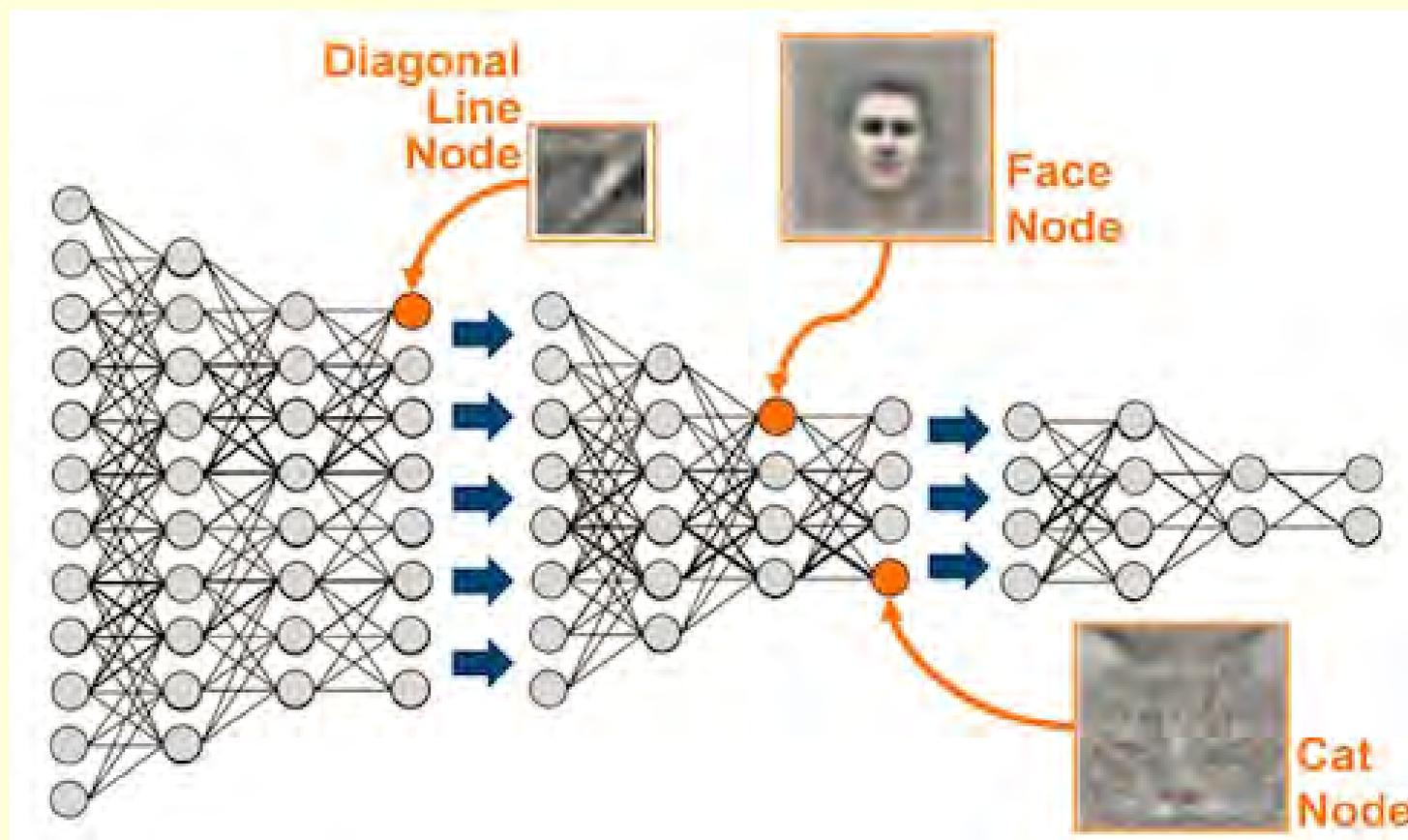
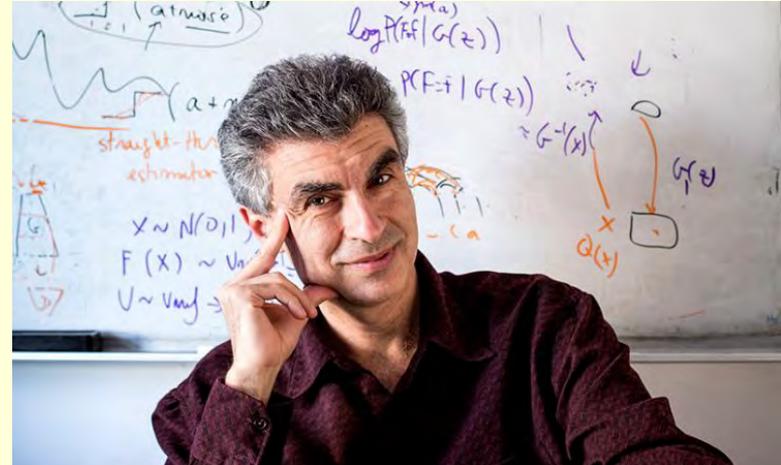
- Terrence Stewart (travaille avec Chris Eliasmith)

# Architecture anatomique et fonctionnelle de Spaun (Eliasmith et al., 2012)



# Depuis environ 2012... Deep Learning

(Joshua Bengio à Montréal)



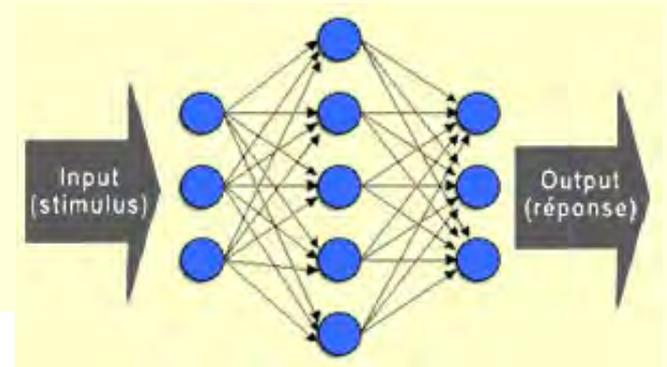
Et finalement, à partir du début des années 1990,

les **systemes dynamiques incarnés**

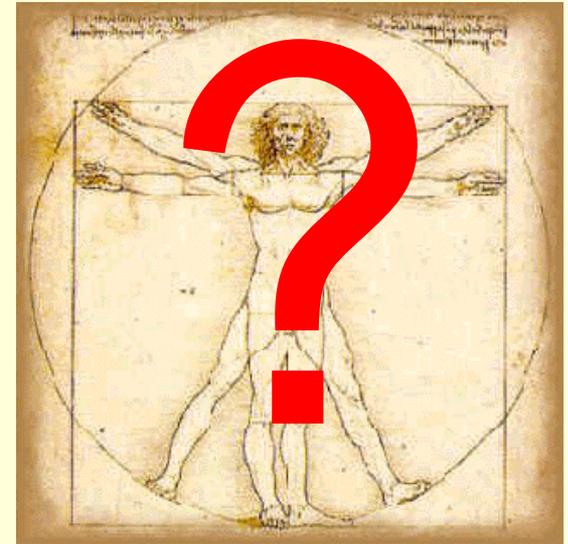
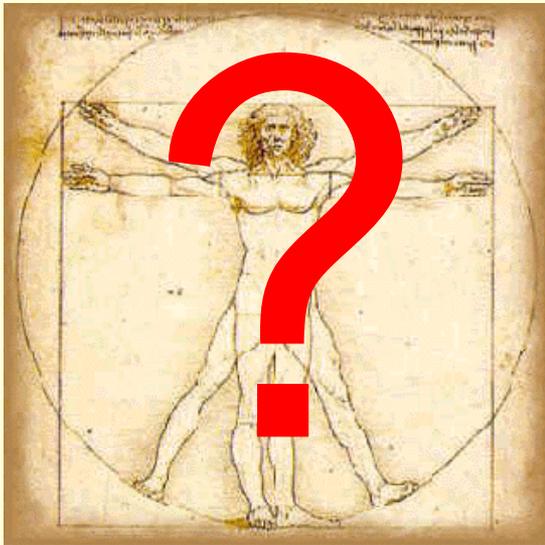
vont critiquer le cognitivisme **et** le connexionnisme

Ils vont prendre en compte non seulement le cerveau, mais le **corps** particulier d'un organisme et l'environnement dans lequel il évolue.

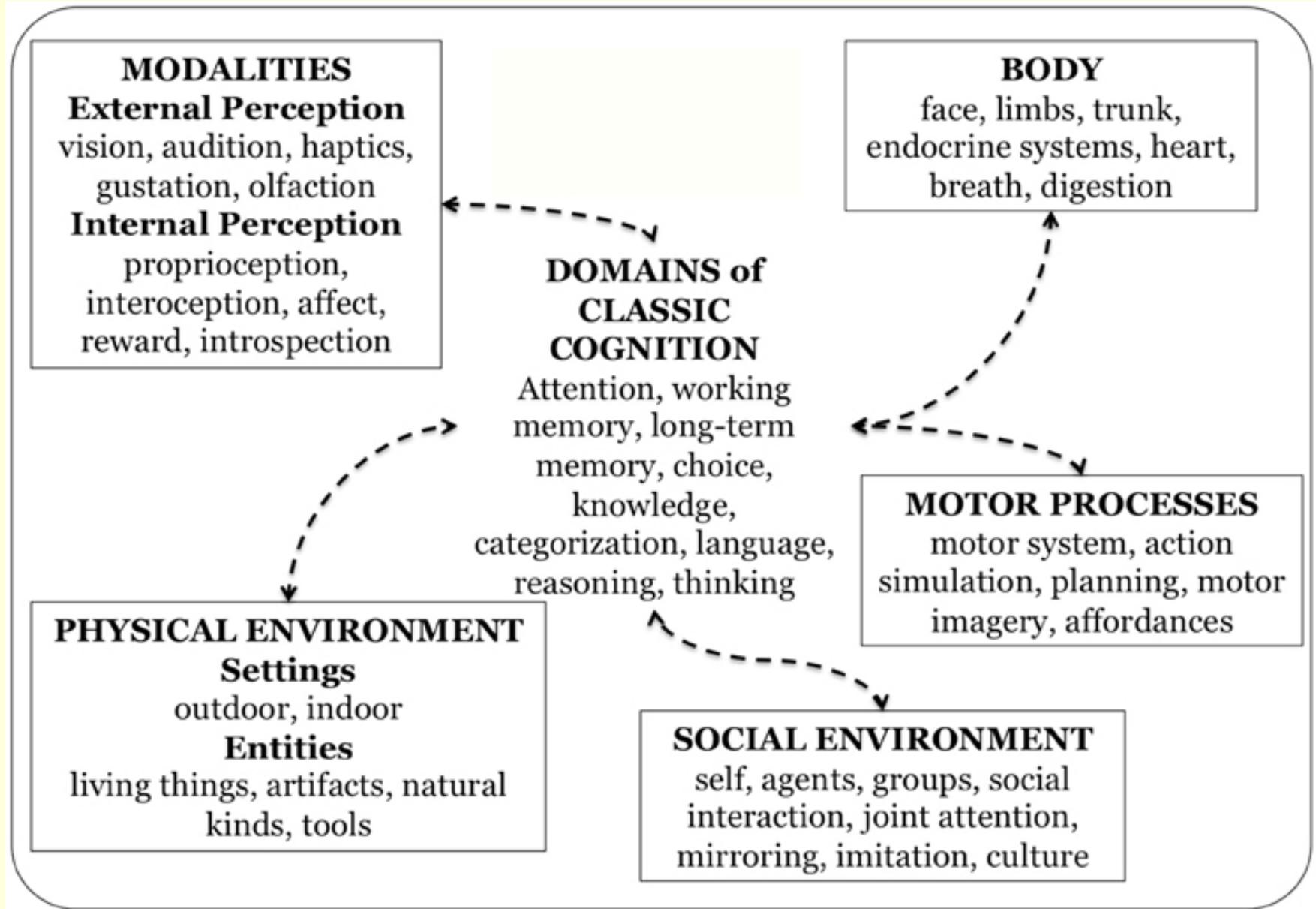




**DOMAINS of CLASSIC COGNITION**  
Attention, working memory, long-term memory, choice, knowledge, categorization, language, reasoning, thinking



# Depuis les années 1990, on a une conception plus incarnée de la cognition



Computational Grounded Cognition: a new alliance between grounded cognition and computational modeling (2013)

<http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2012.00612/full>

# Cognition incarnée et située

“Embodiment is the surprisingly radical hypothesis that **the brain is not the sole cognitive resource** we have available to us to solve problems.”

- Wilson, A., & Golonka, S. (2013).

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3569617/>



“It is a reason why it is so difficult to figure out how brains work. One needs to account for **much more than just neurons...**”

- Sergio Graziosi (2016)

<https://sergiograziosi.wordpress.com/2016/05/22/robert-epsteins-empty-essay/>

[The] the processes crucial for consciousness **cut across the brain–body–world divisions** rather than being located simply in the head.

- F. Varela et E. Thompson, 2001

“**La cognition incarnée** représente l’un des programmes de recherche les plus importants dans les sciences cognitives contemporaines.

Bien qu’il y ait une diversité d’opinion concernant la nature de cette “incarnation”, l’idée centrale est que les processus cognitifs sont **influencés par la forme du corps, par les émotions, et par les systèmes sensorimoteurs.**”



[...] la question centrale n’est plus s’il y a ou non des processus cognitifs qui sont incarnés. Des questions comme celles-ci sont plutôt à l’avant-plan :

- Jusqu’à quel point les processus cognitifs en général sont-ils incarnés ?
- Existe-t-il des processus qui sont désincarnés ?
- Parmi ceux qui sont incarnés, comment le sont-ils ?
- Existe-t-il plus d’un type d’incarnation ?
- Est-ce que l’incarnation est une question de degrés ?” [traduction libre]

- Guy Dove

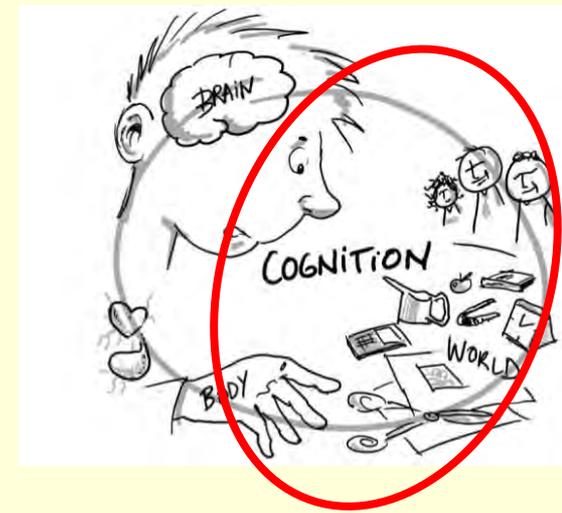
**Beyond the body? The Future of Embodied Cognition**

<http://journal.frontiersin.org/researchtopic/1851/beyond-the-body-the-future-of-embodied-cognition#overview>

→ Donc pas de consensus fort sur l’importance qu’a le corps dans les processus cognitifs.

**La cognition est aussi située**, c'est-à-dire qu'elle s'inscrit dans un environnement, ce qui implique que pendant qu'une tâche cognitive est accomplie :

- des informations perceptuelles continuent d'être intégrées et d'affecter les processus cognitifs en cours;
- des activités motrices sont exécutées et affectent des aspects de l'environnement qui sont pertinents pour la tâche.



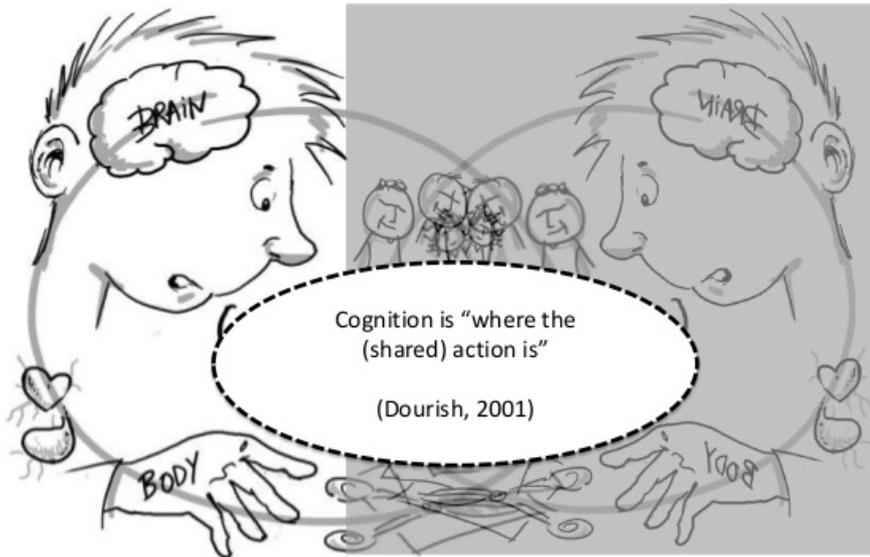
On note que certaines activités cognitives qu'on peut qualifier de « **offline** » (imaginer, planifier, se souvenir, etc.) n'entrent pas directement dans ces processus situés typiquement « **online** ».

On peut toutefois penser que le « **offline** » a émergé plus tardivement au cours de l'évolution, et qu'il s'est constitué à partir du « online »

(et la même succession serait à l'œuvre durant le développement de l'enfant).

Et dire que la cognition est située implique chez l'humain d'ajouter aussi « culturellement » **située** (avec des règles, des normes préexistantes).

### Situated Practice: making sense 'in action'



**19 janvier 2017 :**  
**Cerveau – Corps – Environnement**

**1<sup>ère</sup> heure : Comment  
l'environnement et le corps  
s'invitent dans notre cerveau**

**Cognition ancrée**

**Incarnation sémantique**

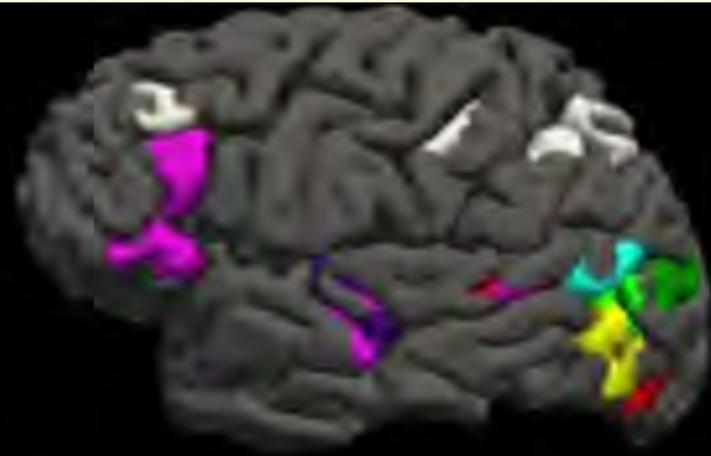
**Introduction :**

Repartons du cerveau

(et du concept de « réutilisation neuronale »)

## Spécialisation cérébrale

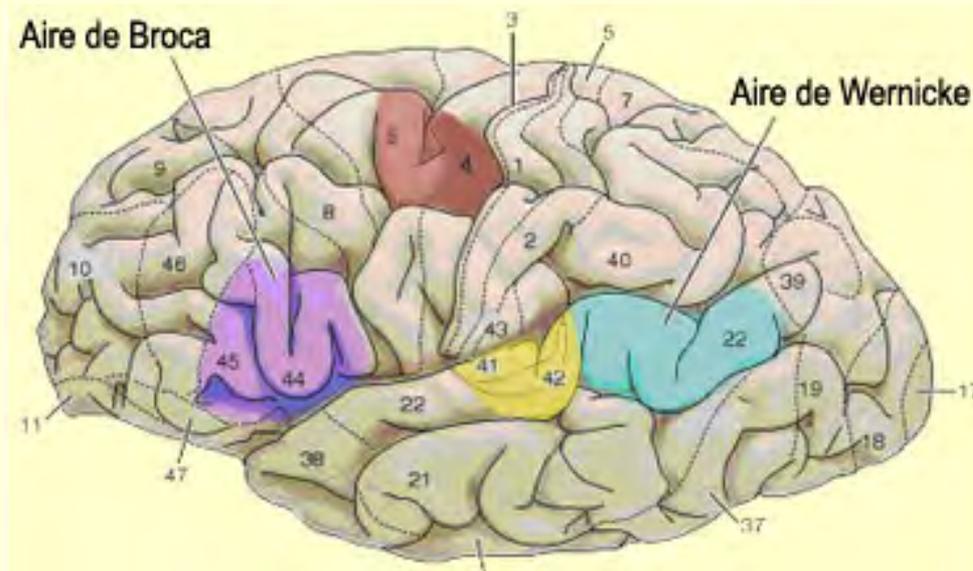
On avait vu durant la 4<sup>e</sup> heure de notre dernière rencontre que plusieurs données remettaient en question une conception très **spécialisée** des aires cérébrales héritée en grande partie de l'idée de **module spécialisé** (Fodor)...



- The human mind and brain contains a set of highly specialized components, each solving a different, specific problem.

## Spécialisation cérébrale

On avait vu durant la 4<sup>e</sup> heure de notre dernière rencontre que plusieurs données remettaient en question une conception très spécialisée des aires cérébrales héritée en grande partie de l'idée de module spécialisé (Fodor)...



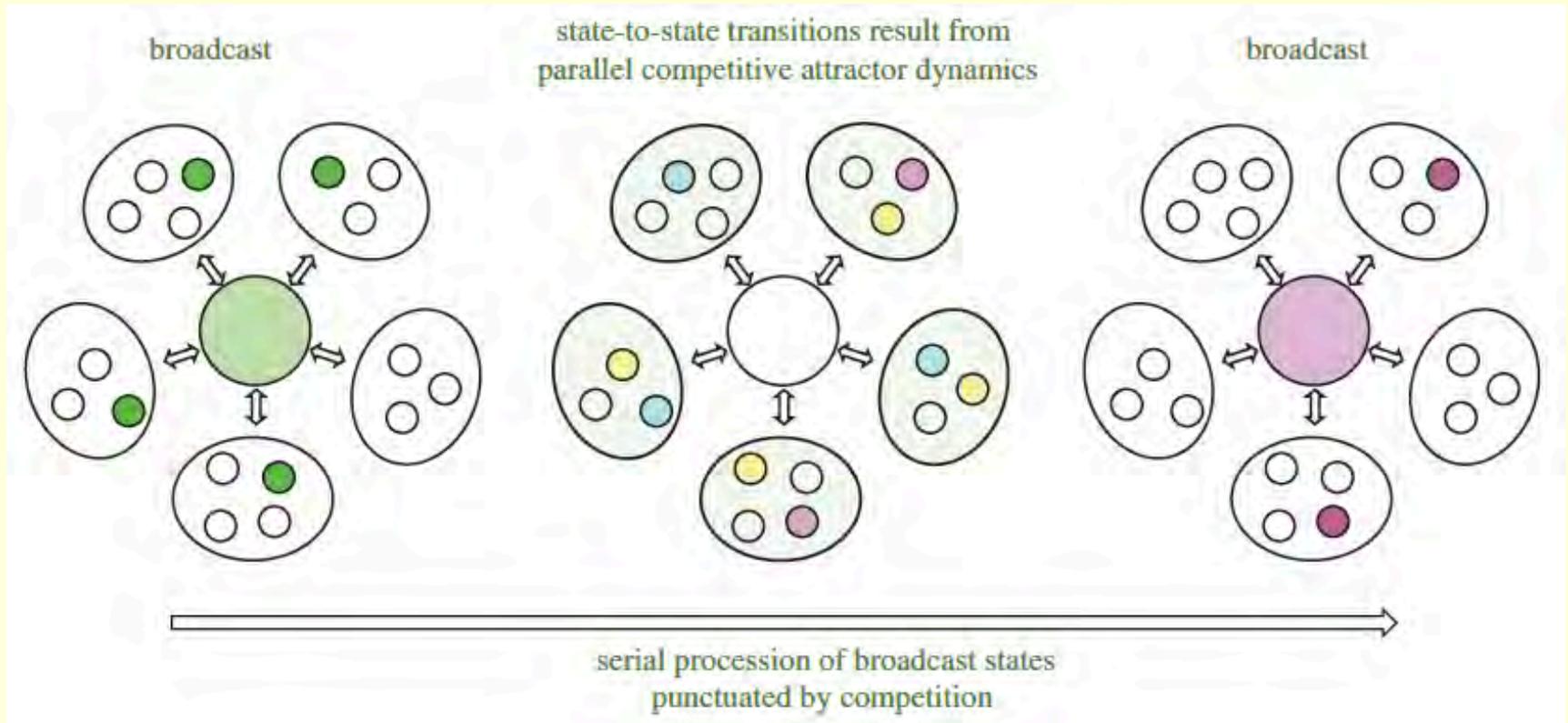
For example, Russell Poldrack (2006) estimated [...] that current **evidence for the notion that Broca's area is a “language” region is fairly weak**, in part because it was more frequently activated by **non-language** tasks than by language-related ones.

**D'où la distinction importante faite par des gens comme Michael Anderson entre spécialisation fonctionnelle (modularité de la psychologie évolutive) et différentiation fonctionnelle (réutilisation neuronale) :**

**“Different networks **share parts**, and the parts may do **different things for each of the networks in which they participate**, as a result of the constraints imposed by the network interactions (Anderson 2015).”**

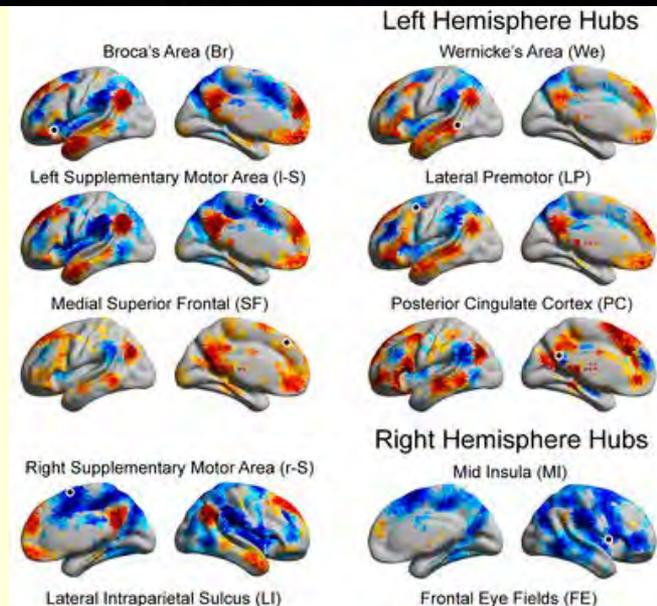
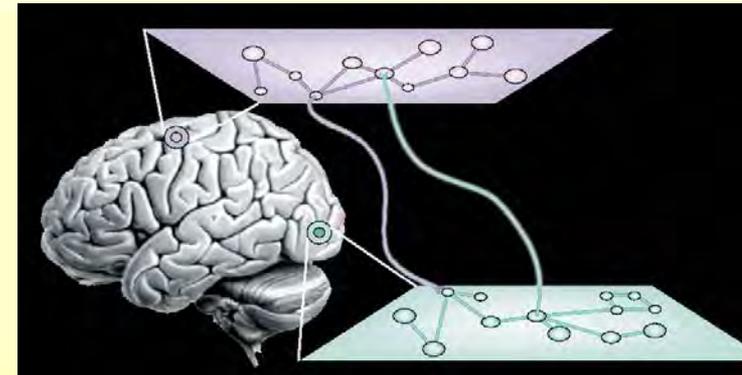
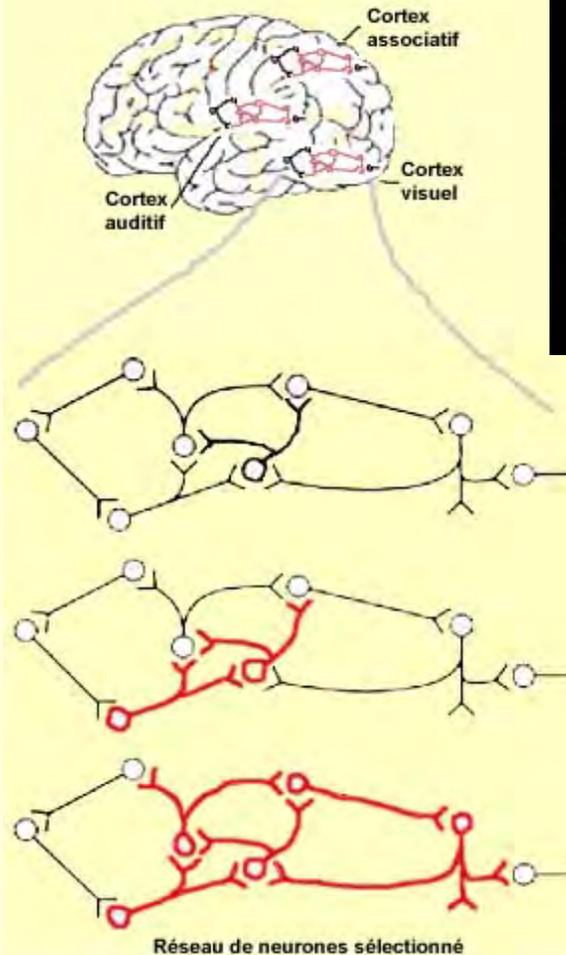
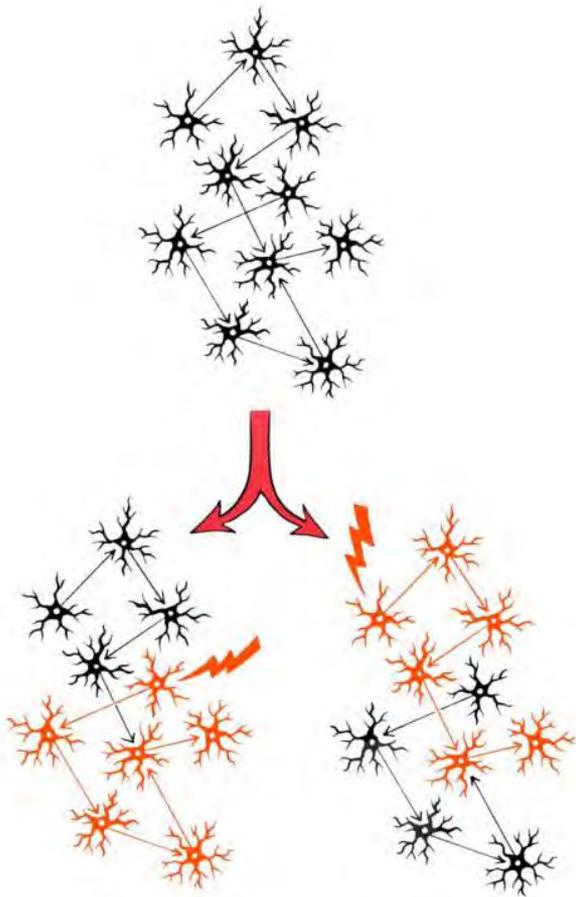
Il y aura donc formation de **coalitions transitoires** entre régions différenciées (le “**Neural search**” de M. Anderson) doit être réalisée de façon dynamique :

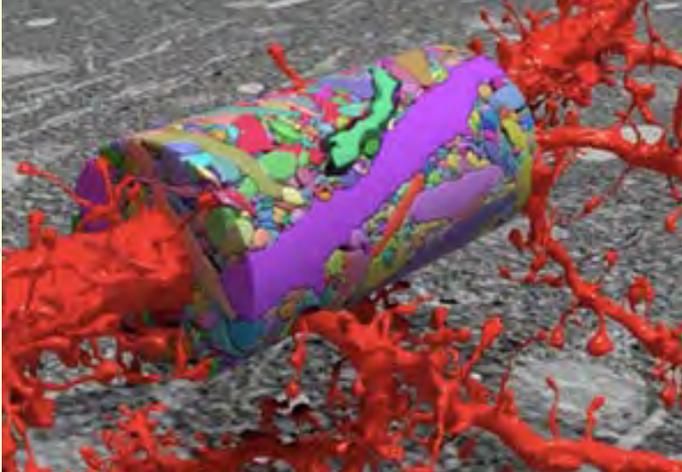
“A winning coalition will be in the ascendant **only briefly**.  
When events move on, it will be **supplanted by a successor.**”



(l'hypothèse du « **connective core** » de Murray Shanahan)

Il doit donc y avoir des mécanismes de plasticité à une échelle de temps très rapide pour permettre à ces aires différenciées de se trouver pour former de vastes **coalitions**, i.e. les réseaux cérébraux optimaux pour une tâche donnée, et ce, non seulement dans certaines structures cérébrales, mais dans des réseaux largement distribués à l'échelle du cerveau entier.

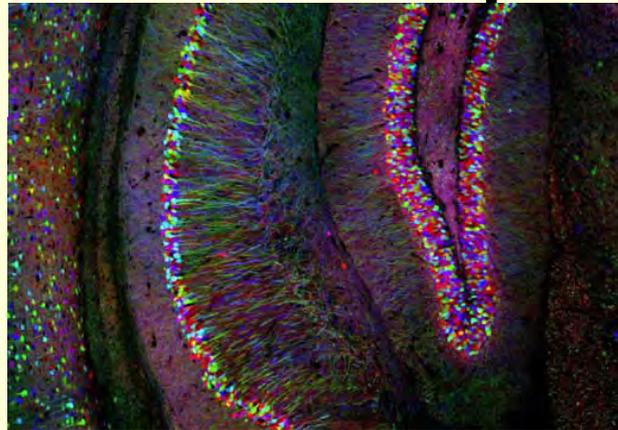




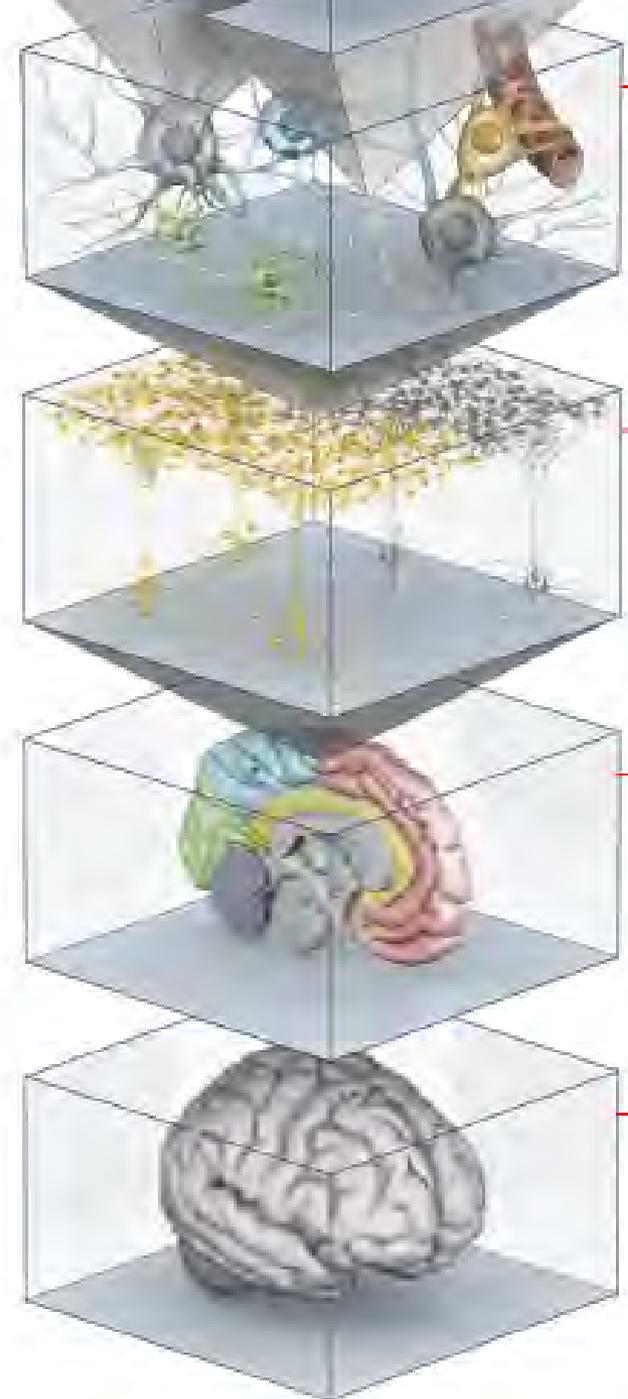
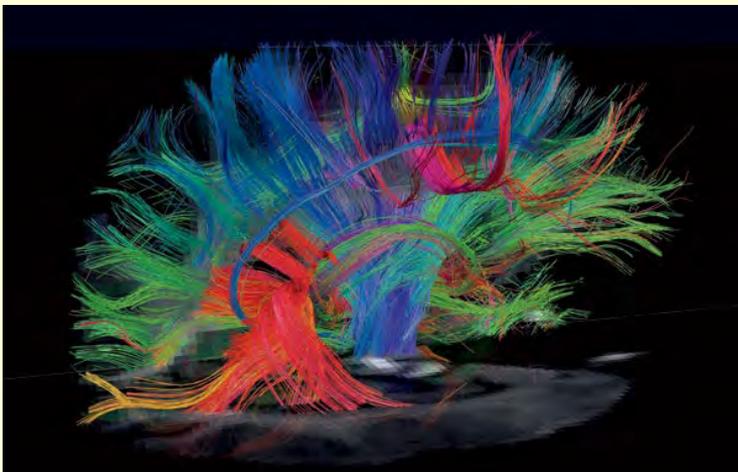
de l'échelle  
« micro »



Car il faut se  
rappeler que  
peu importe  
l'échelle que  
l'on  
considère...



à l'échelle  
« macro »





...le cerveau est anatomiquement « surconnecté » et doit trouver une façon de mettre en relation (de « synchroniser » ?) à tout moment les meilleures « assemblées de neurones » pour faire face à une situation.

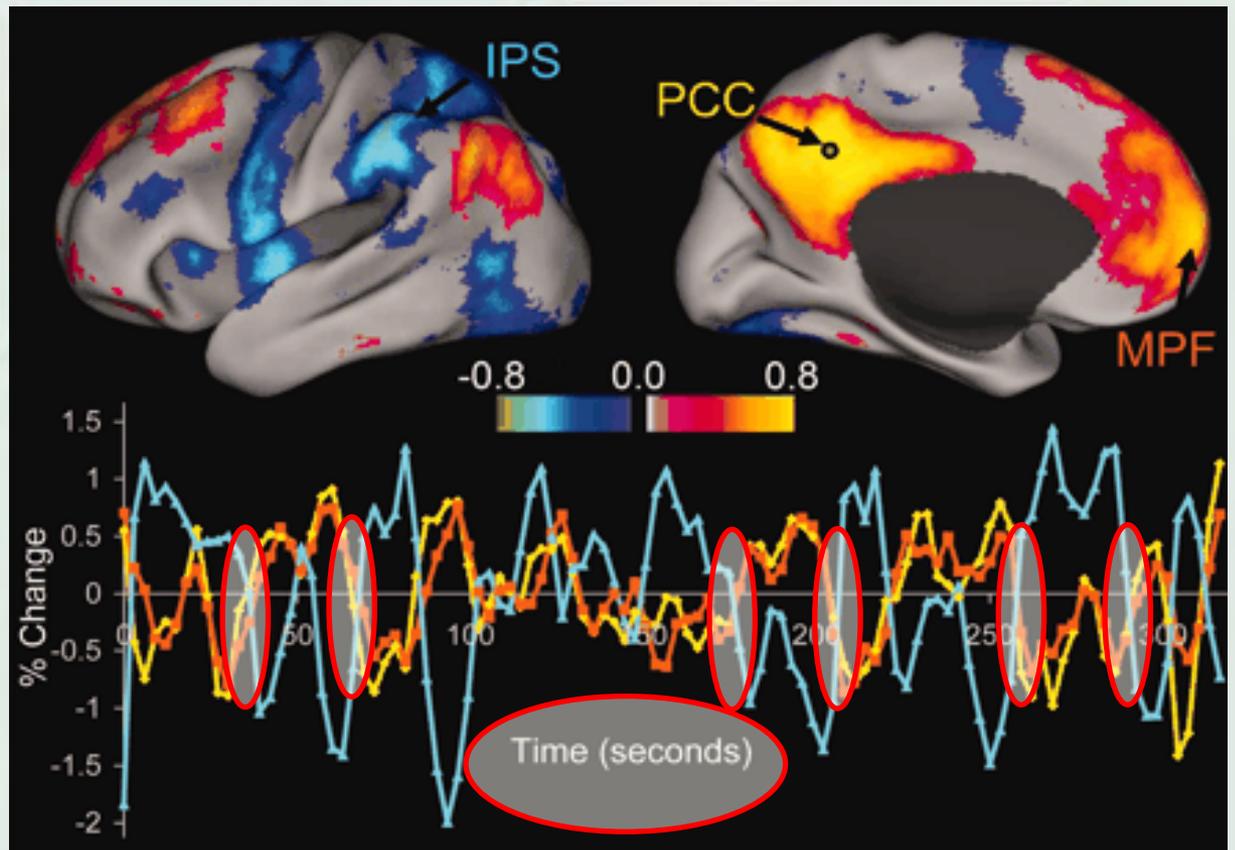




Dorsal Attention Network



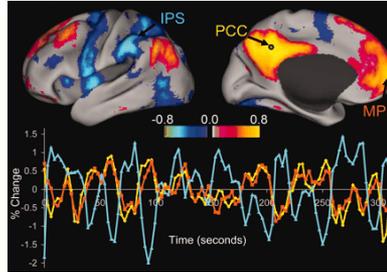
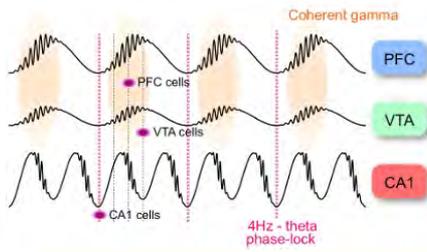
Default Mode Network



The human brain is intrinsically organized into dynamic, anticorrelated functional networks  
Fox et al (2005) PNAS  
<http://www.pnas.org/content/102/27/9673.full>

# time-scale

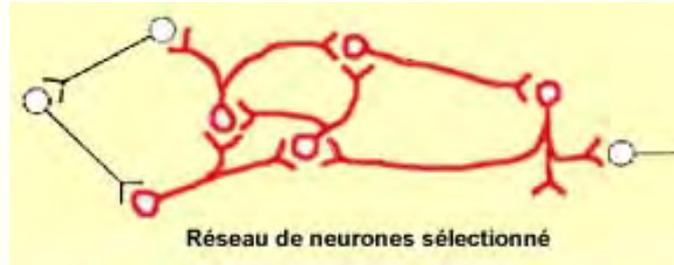
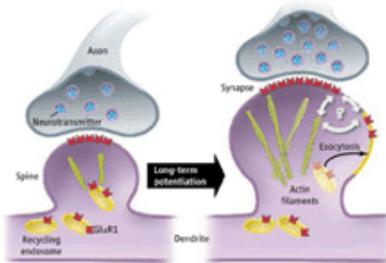
$10^{-3}$  s



# dynamiques :

Attention,  
perception,  
action

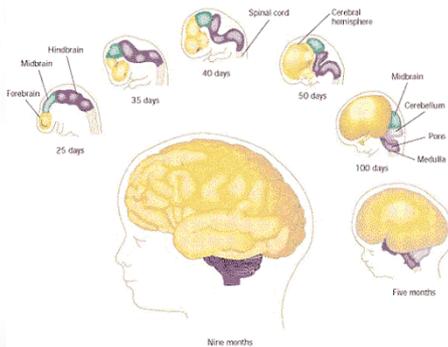
$10^{-1}$  s



Apprentissage

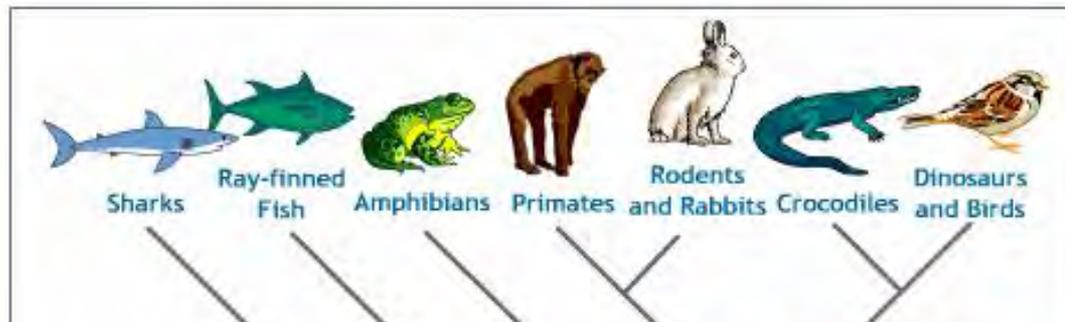
$10^1$  s

$10^0$  s



Développement

$10^{10}$  s

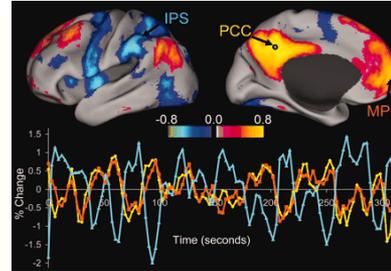
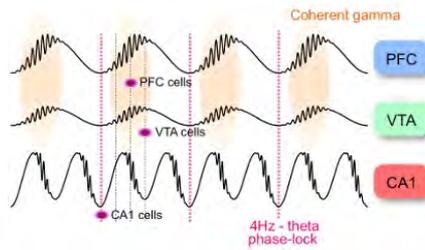


Évolution

# time-scale

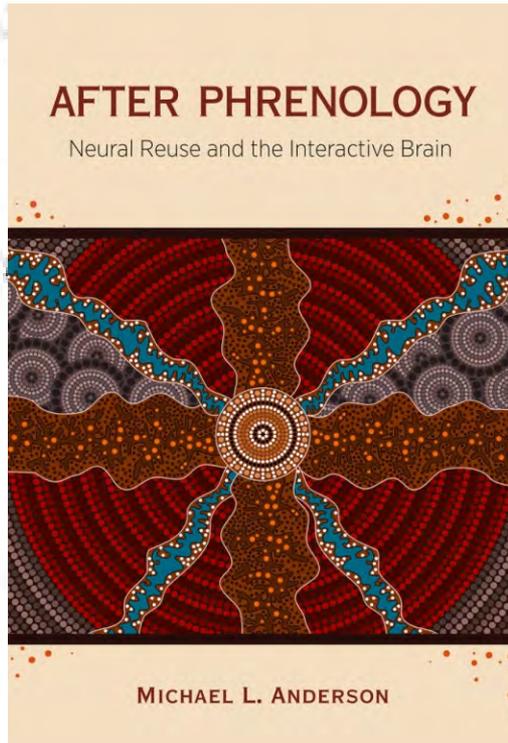
# dynamiques :

$10^{-3} s$



Attention,  
perception,  
action

$10^1 s$



(2014)

$10^0 s$

Le “neural reuse” est donc une forme de plasticité cérébrale particulière où des éléments neuronaux originellement développés pour une fonction particulière sont mis à contribution **pour d'autres fonctions.**

Des comportements variés peuvent ainsi être créés via de multiples coalitions où chaque élément neuronal est membre de plusieurs coalitions et coopère avec différents partenaires à différents moments.

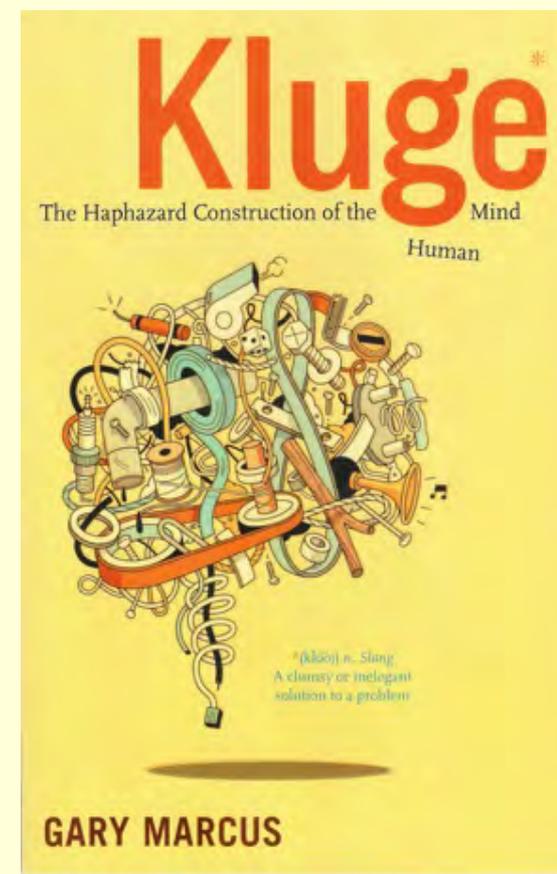
$10^{19} s$

De nombreux cadres théoriques s'inspirant de l'idée de « **réutilisation** » ou de « **recyclage** » de régions cérébrales ont été proposés :

- the “**neural exploitation**” hypothesis (Gallese & Lakoff 2005);
- the “**shared circuits model**” (Hurley 2005, 2008).
- Dehaene’s “**neuronal recycling**” theory

Plusieurs auteurs ont aussi travaillé dans cette direction :

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



2)

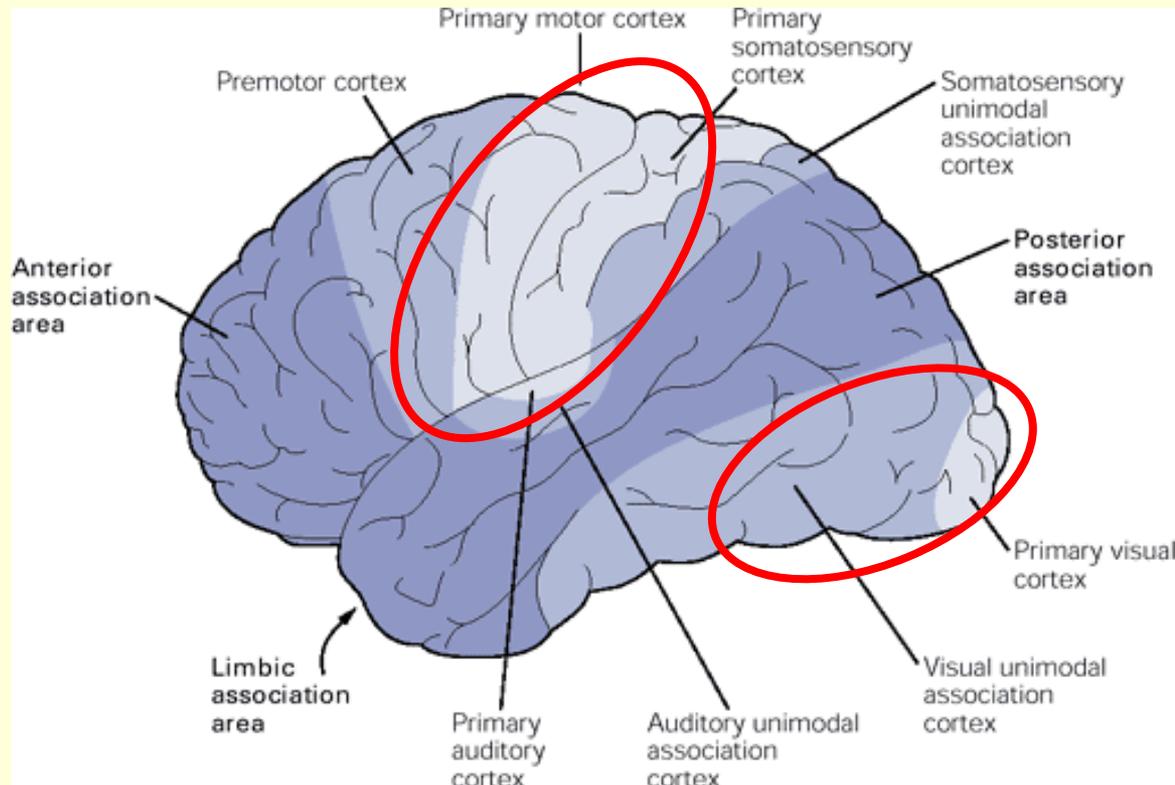
1)

“What I do think is that conceptual metaphors and modal concepts as well as other kinds of cognitively relevant **simulations** are all examples of a much larger phenomenon of **borrowed cognition**, driven largely by **neural reuse**.”

On va donc commencer par parler des **concept** ou des représentations modales qui sont :

– des **simulations** dans les régions sensori-motrices qui contribuent à nos représentations conceptuelles –

et donc **une expression particulière** du phénomène plus vaste de la réutilisation neuronale décrit la semaine dernière.



2)

1)

“What I do think is that conceptual metaphors and modal concepts as well as other kinds of cognitively relevant **simulations** are all examples of a much larger phenomenon of **borrowed cognition**, driven largely by **neural reuse**.”

On va donc commencer par parler des **concept** ou des **représentations modales** qui sont :

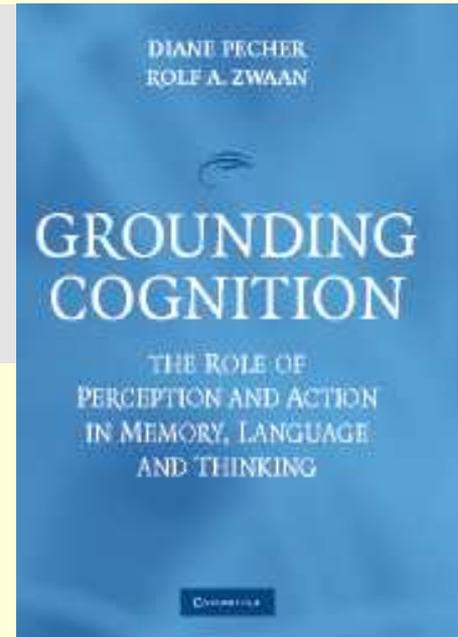
– des **simulations** dans les régions sensori-motrices qui contribuent à nos représentations conceptuelles –

et donc **une expression particulière** du phénomène plus vaste de la réutilisation neuronale décrit la semaine dernière.

1<sup>ère</sup> heure : Comment l'environnement et le corps s'invitent dans notre cerveau

**Cognition ancrée**

Incarnation sémantique



- Représentations amodales et modales; évidences en faveur des secondes
- « Online », « offline » et Imagerie mentale
- Le « Perceptual Symbol System » (PSS)

# 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, “rationnaliste”, etc.)

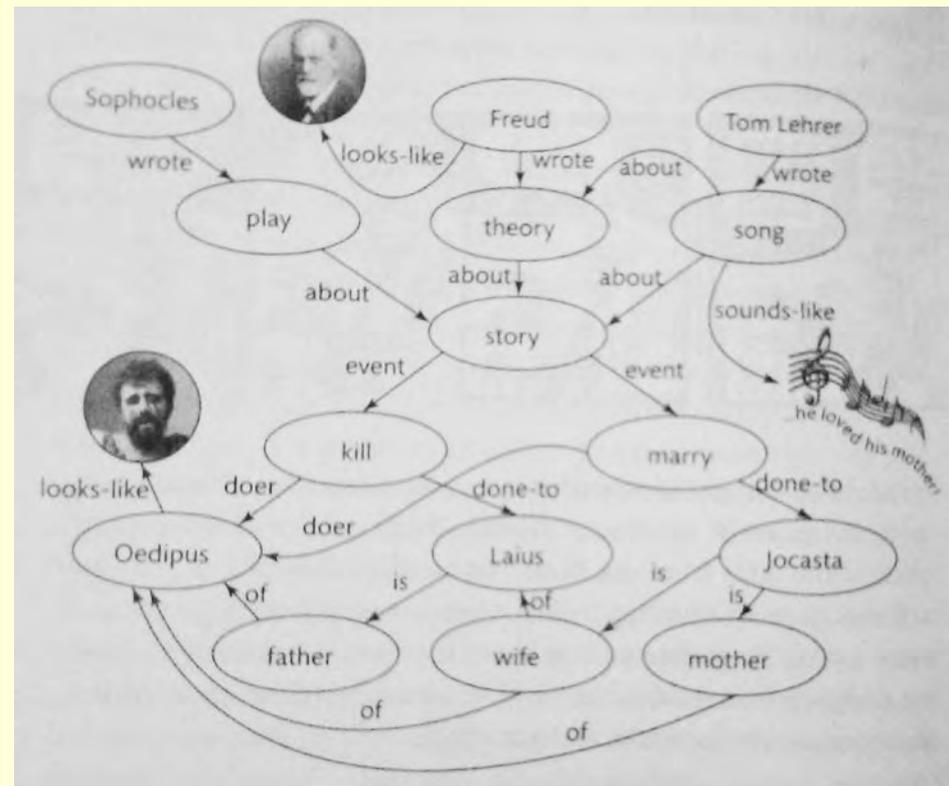
- Modulaire : module distinct pour la mémoire épisodique et pour les systèmes sensoriels spécifiques

- 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 !



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

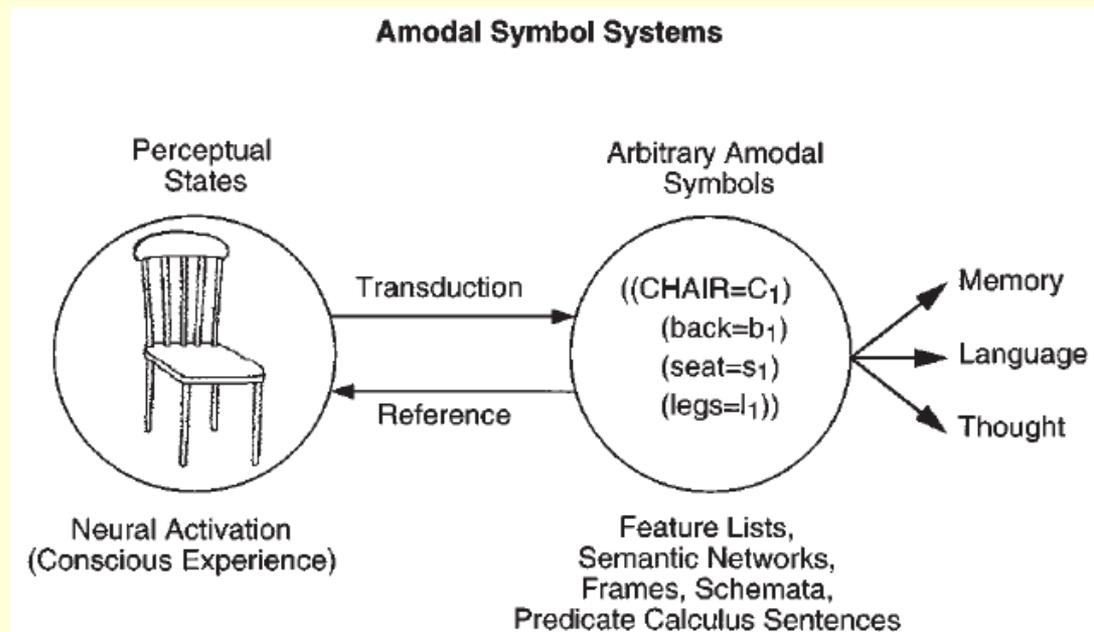
## Approche classique de la “mémoire sémantique”

(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 !



Le problème majeur avec les représentations en général,  
et les représentations conceptuelles en particulier :

**d'où leur vient leur contenu, leur sens ?**

→ Il doit forcément être connecté au monde d'une façon ou d'une autre  
car la compréhension exige une certaine relation au monde.

Problème difficile à résoudre avec les approches formelles et amodales  
(cf. « chambre chinoise »).

On tente de s'en sortir avec le “**principe de transduction**”,  
i.e. qu'il y aurait un “lien” qui se crée (avec l'apprentissage) entre le  
concept et l'information sensori-motrice.

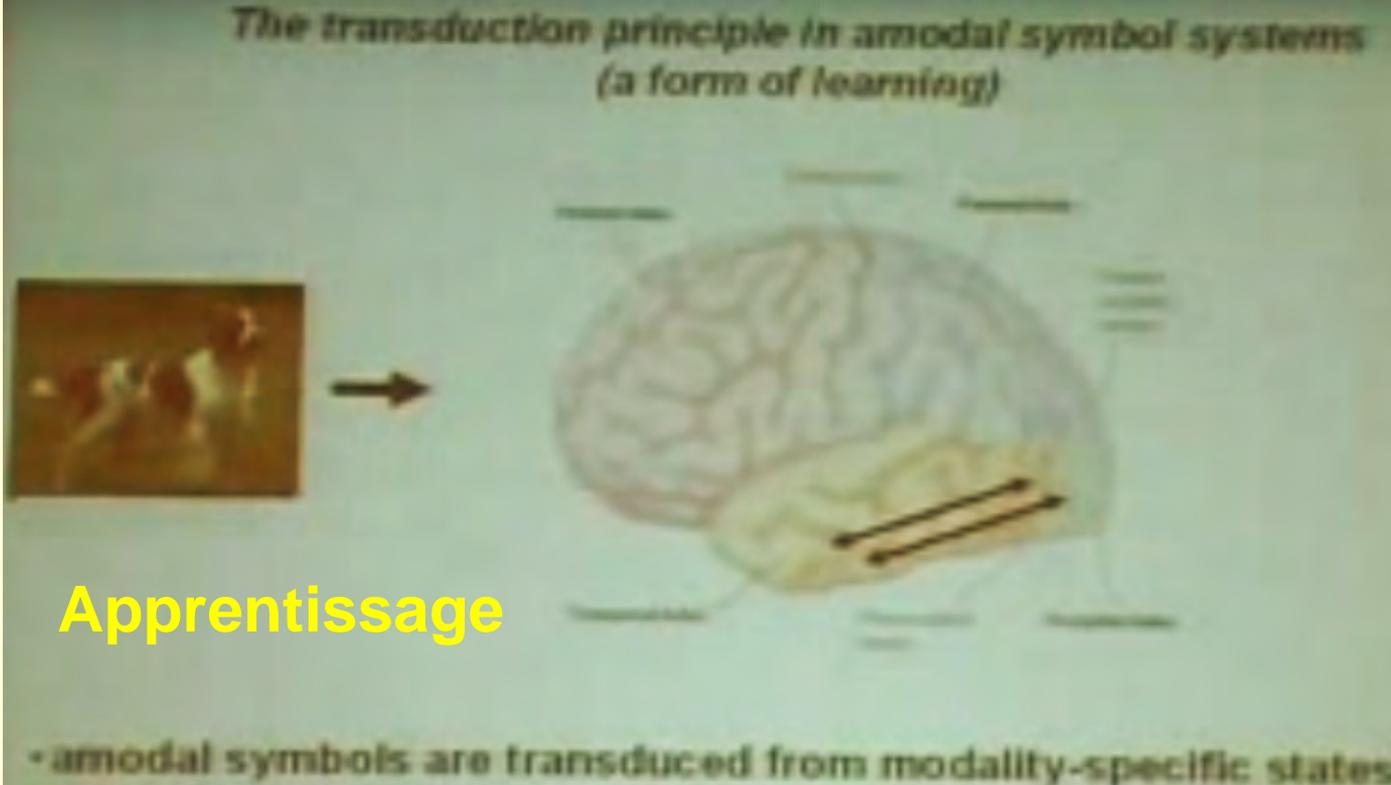
Approche aussi désignée par l'expression “**grounding by interaction**”  
(Mahon & Caramazza, 2008; see also Binder & Desai, 2011).

Ces connexions entre les concepts et les input/output sensori-moteurs  
feraient que ces concepts seraient ancrés mais pas incarnés.

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

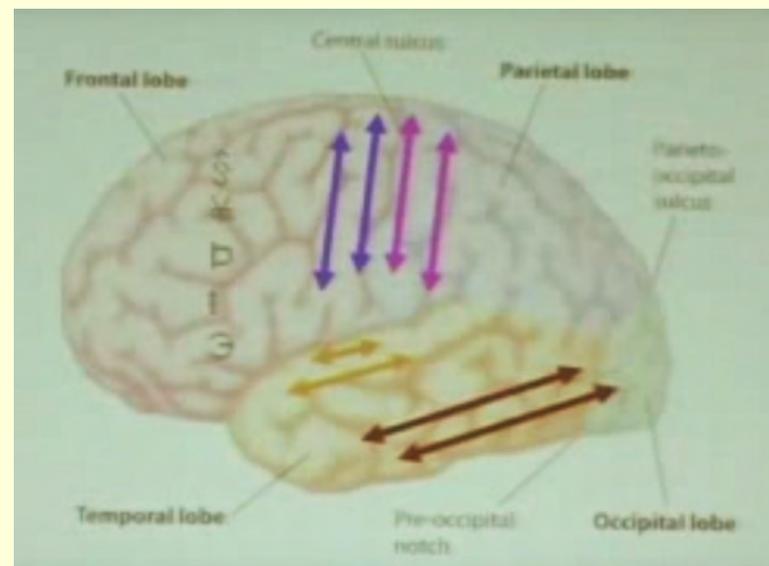
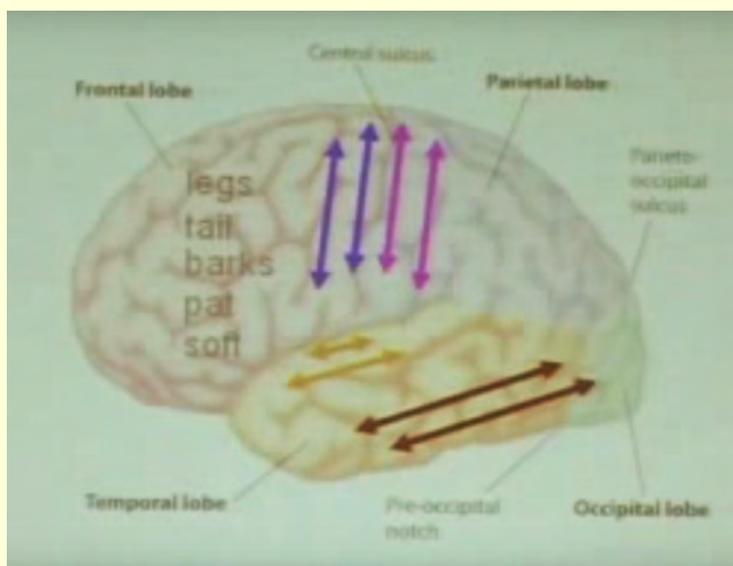
<https://www.youtube.com/watch?v=jdzl9FN0jww>

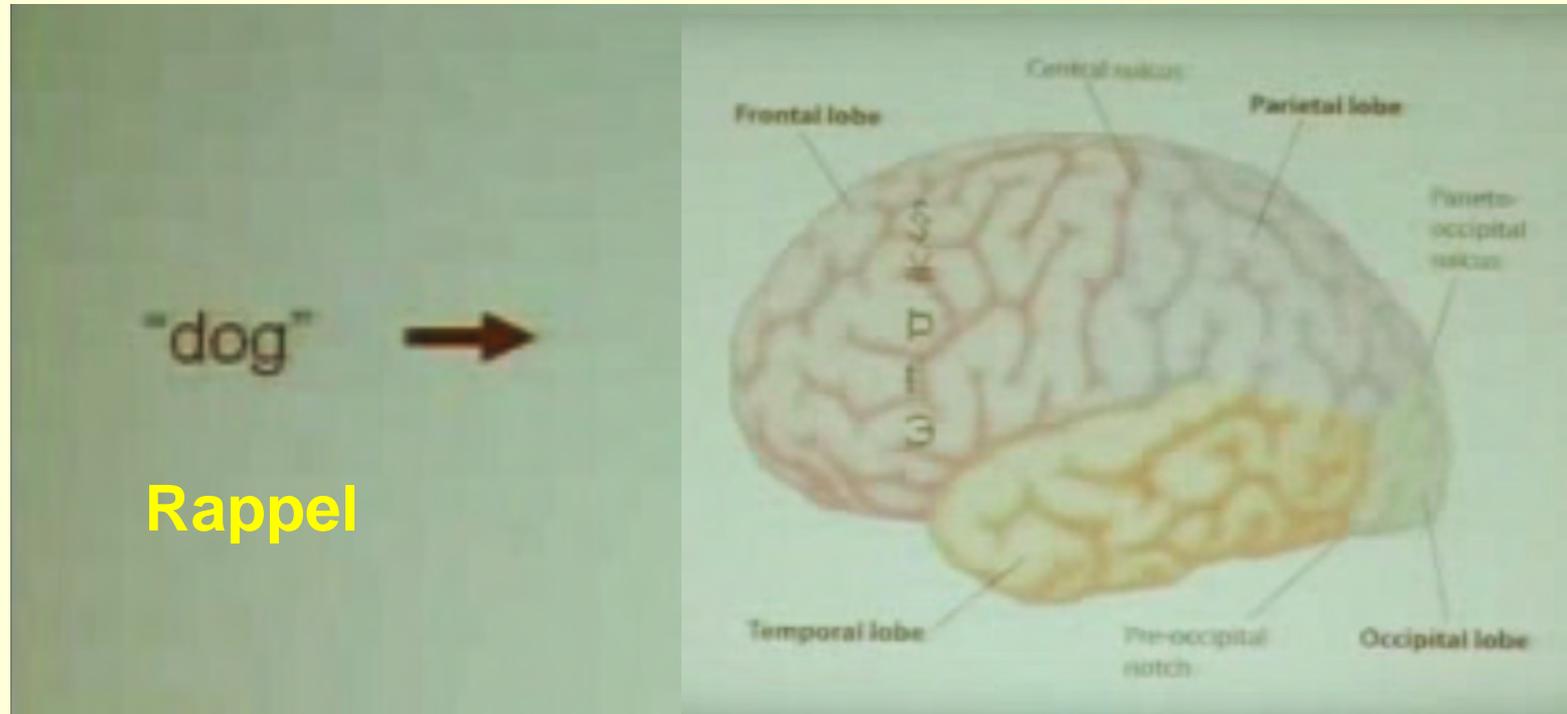
*The transduction principle in amodal symbol systems  
(a form of learning)*



**Apprentissage**

• amodal symbols are transduced from modality-specific states





**Rappel**

**Critique de cet « ancrage par interaction »** : 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 ?

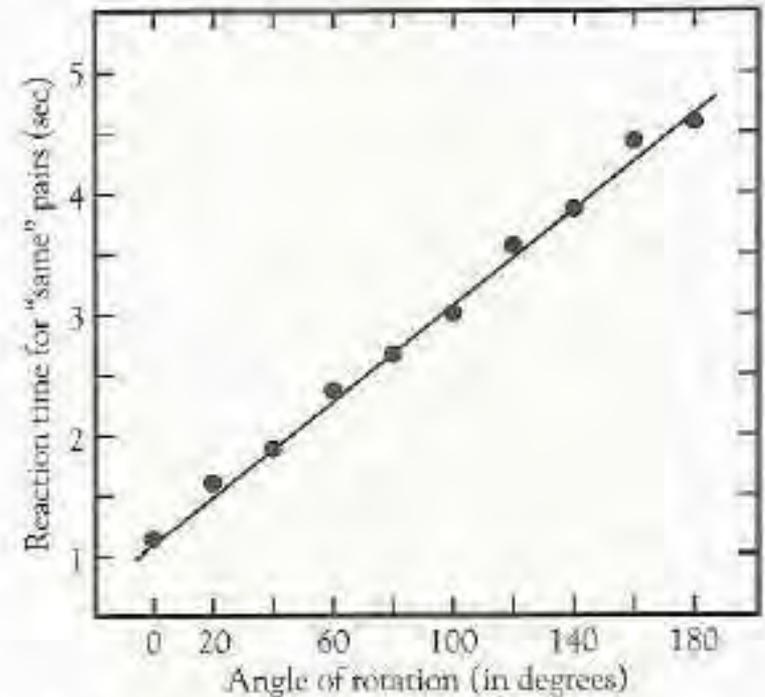
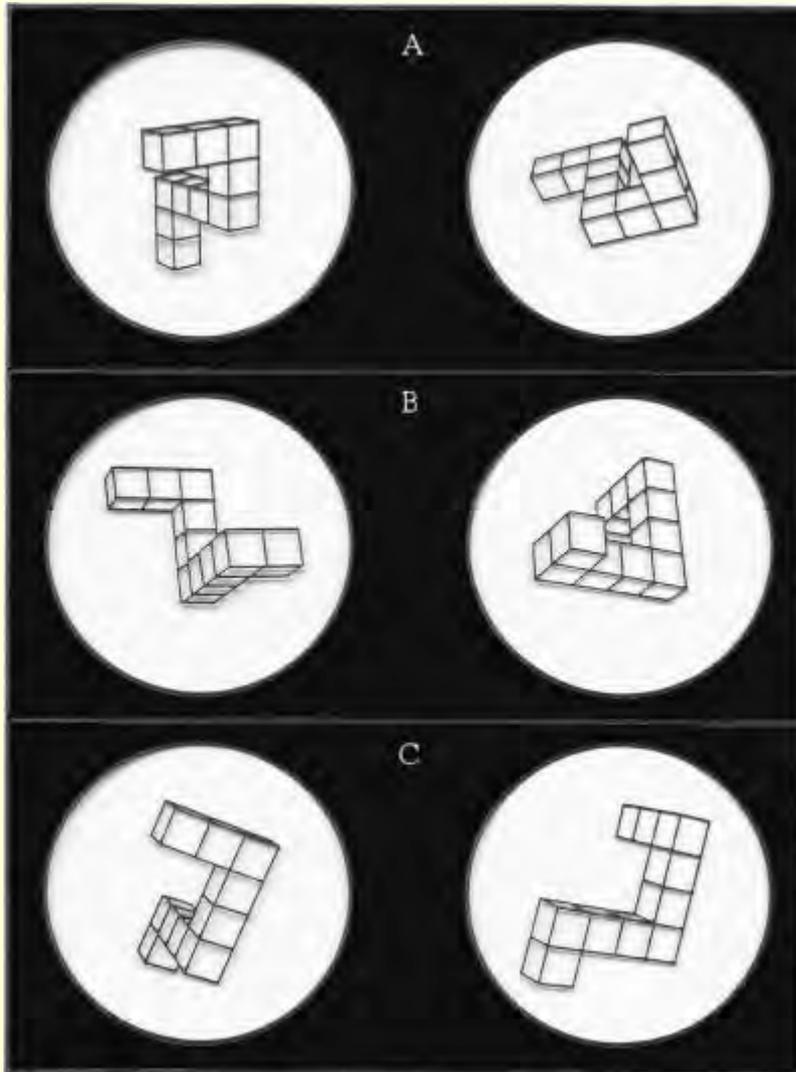
**Réponse classique** : les symboles amodaux font du travail additionnel que les représentations perceptuelles ne peuvent pas accomplir.

→ Par exemple, on disait que les approches modales ne pourraient que « capter des images » et seraient incapables de les interpréter conceptuellement.

Mais est-ce le cas ?

**Barsalou** tentera de montrer dans son article de 1999 que les représentations modales sont capables d'implémenter toutes les fonctions symboliques qui sous-tendent l'interprétation conceptuelle.

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 »

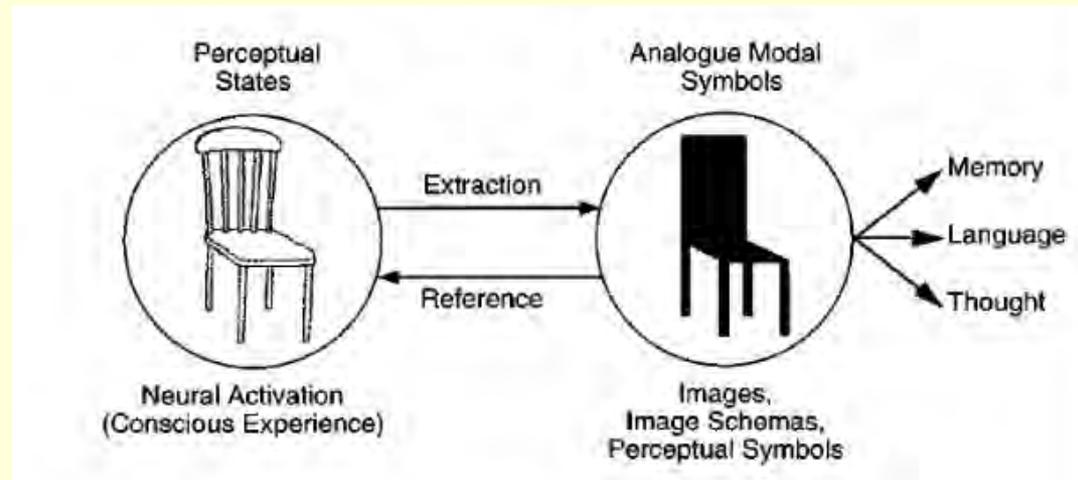
(i.e. faisant intervenir les modalités sensorielles ou motrices, pour créer nos représentations conceptuelles)

### Approche alternative

(située, dynamique, plus compatible avec *borrowed cognition & neural reuse*, "concept empiricist", etc.)

- Non modulaire : les concepts utilisent les systèmes sensori-moteurs
- Modal : ce sont des **simulations** de ces modalités sensori-motrices qui représentent les concepts (= **réutilisation** neuronale de régions cérébrales plus anciennes pour permettre de nouvelles fonctions, ici générer des concepts abstraits !)

- Symboles analogiques



Le problème de l'ancrage (le sens) des représentations conceptuelles est beaucoup plus facile à résoudre pour les **approches modales**.

On a vu quand on a parlé d'autopoïèse comment considérer la cognition comme quelque chose **d'incarné** en continuité avec la vie elle-même pouvait résoudre en grande partie cette question du "sense making" :

ce qui "fait sens" pour un organisme est ce qui permet de relier les besoins physiologiques d'un corps particulier aux ressources qui peuvent les satisfaire dans un environnement donné.

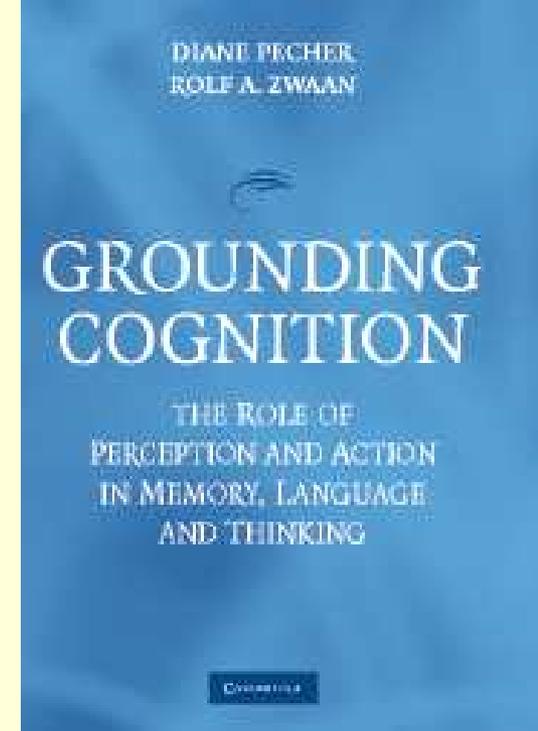
**Avec les approches modales**, les concepts "s'enracinent" dans les processus sensori-moteurs et donc dans l'environnement.

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](http://www.cogsci.ucsd.edu/~ajyu/Teaching/Cogs202_sp12/Readings/barsalou08_grounded.pdf)

## **Grounded vs. embodied cognition**

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

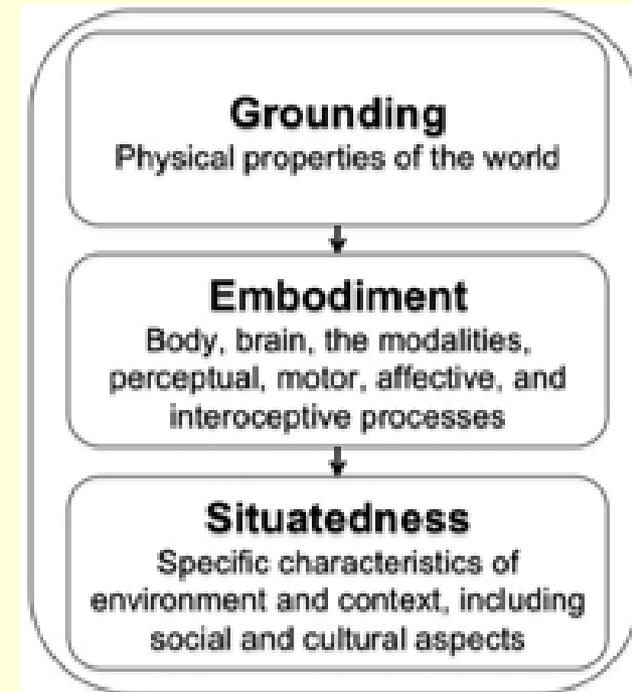
<http://psychsciencenotes.blogspot.ca/2013/07/grounded-vs-embodied-cognition.html>

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.



**Aperçu des (très) nombreuses données empiriques appuyant les conceptions « ancrées » de la cognition**

## 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 :

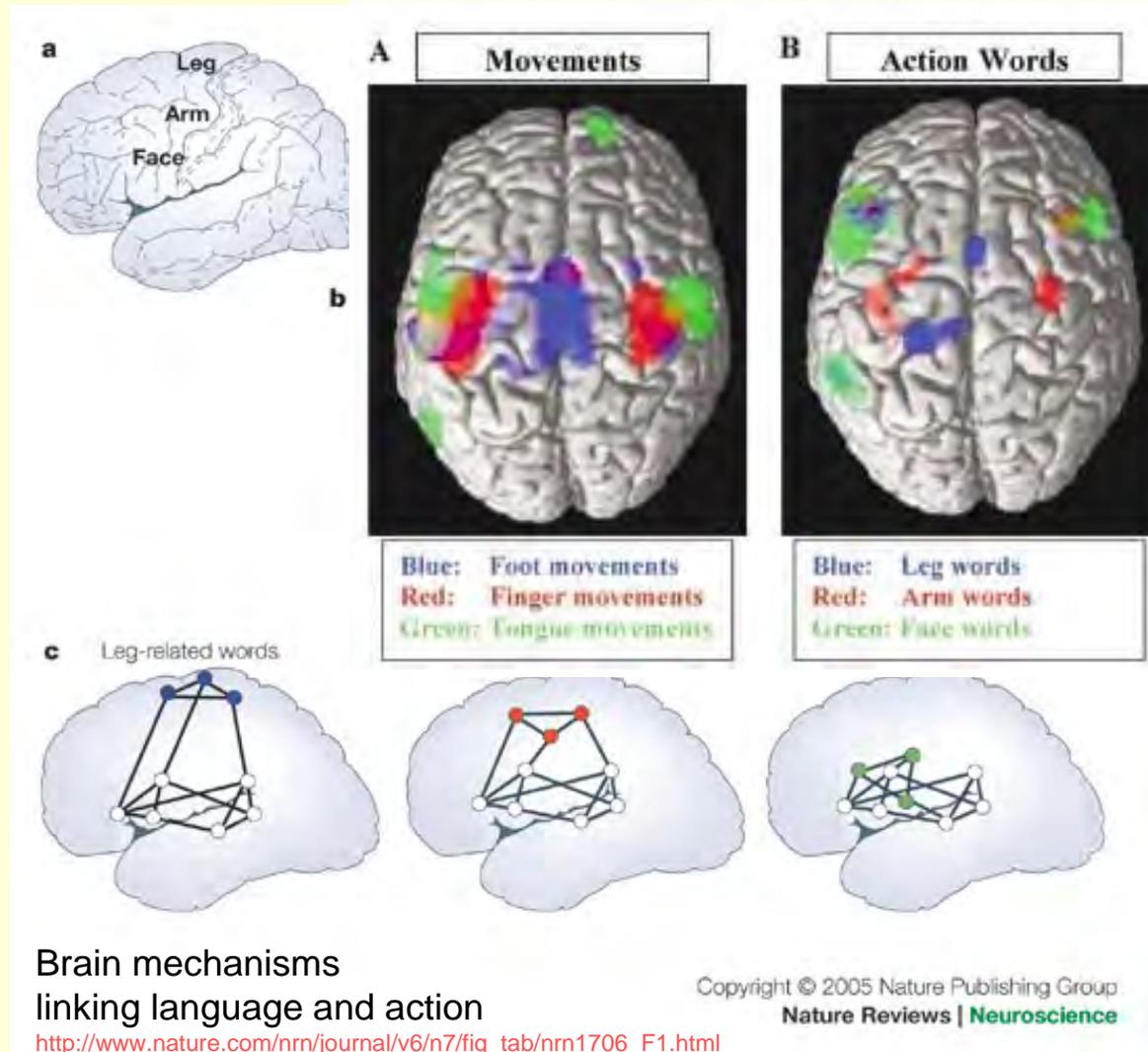
**Pulvermüller (2006)**

**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.

## **Wheeler et al. (2000)**

Lors de test de mémoire avec des mots soit **lus** ou soit **entendus**, ce sont les régions cérébrales visuelles qui s'activent lors de la tâche de rappel des mots **lus** et les aires auditives pour les mots **entendus**.

Autrement dit, le rappel d'un mot simule les opérations modales qui ont été utilisées pour son encodage.

## **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](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.

## **Glenberg, Brown, & Levin (2007)**

La manipulation d'objets peut améliorer la compréhension de la lecture chez les enfants d'âge scolaire.

## 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.

Autre approche pour mettre en évidence la contribution modale aux simulations cognitives : **interférence.**

## **Glenberg and Kaschak (2002)**

Interférence entre le langage et l'action : **“action sentence compatibility effect” (ACE)**.

Le sujet doit dire une phrase “make sense” ou pas.

Il répond en pressant un bouton en faisant un geste d'éloignement (le “oui”) ou de rapprochement (le “non”) par rapport à son corps. Dans un second test, c'est le contraire.

Les phrases des actions nécessitent elles aussi des mouvements d'éloignement ou de rapprochement du corps.

Exemple : “put a grape in your mouth”, “close the drawer” or “you gave the paper to him”.

On observe une interaction (une interférence) entre l'action que le sujet doit faire et celle qu'évoque la phrase : le temps de réponse est plus long quand l'action évoquée par la phrase va dans le sens inverse que celle que le sujet doit faire pour répondre.

Et ça marche même pour des transferts abstraits comme “he sold his house to you” (qui implique une direction sans décrire explicitement une action motrice).

Donc si la compréhension de telles phrases impliquant des mouvements n'avait rien à voir avec les régions motrices (si c'était amodal), on ne s'attendrait pas observer de l'interférence.

Or on en observe, ce qui semble indiquer qu'une **simulation** a lieu dans ces régions motrices et qu'elles contribuent à notre compréhension du langage.

## Quelques considérations sur les simulations et la « mémoire de travail »

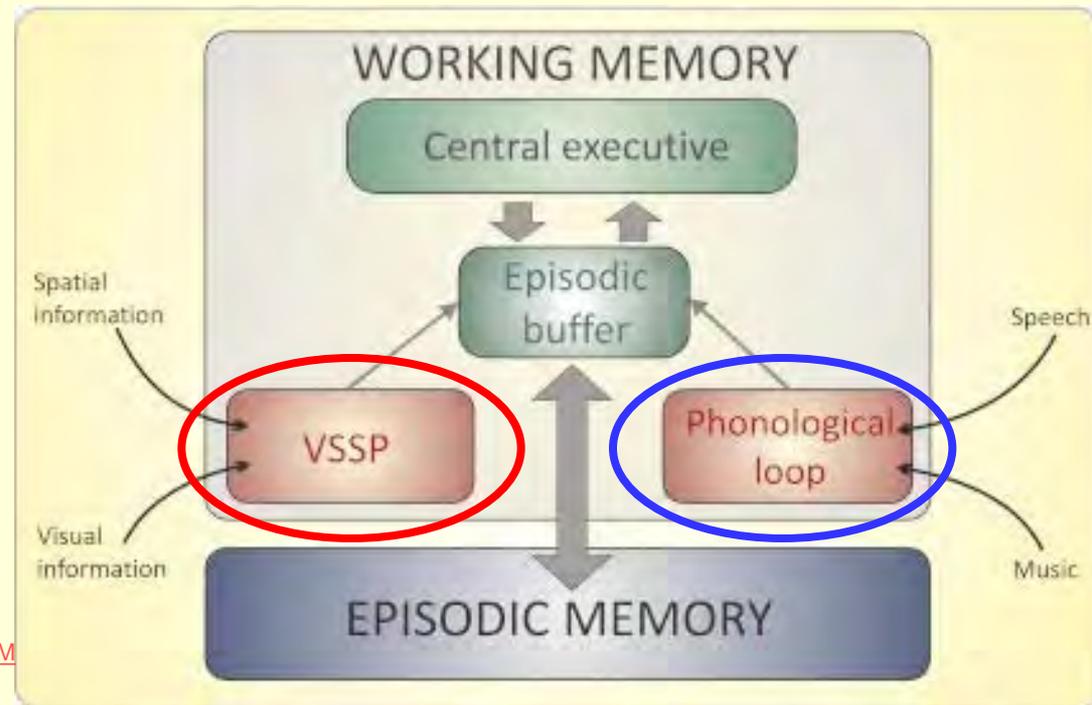
L'un des modèles les plus connus :

### **Baddeley and Hitch model of working memory**

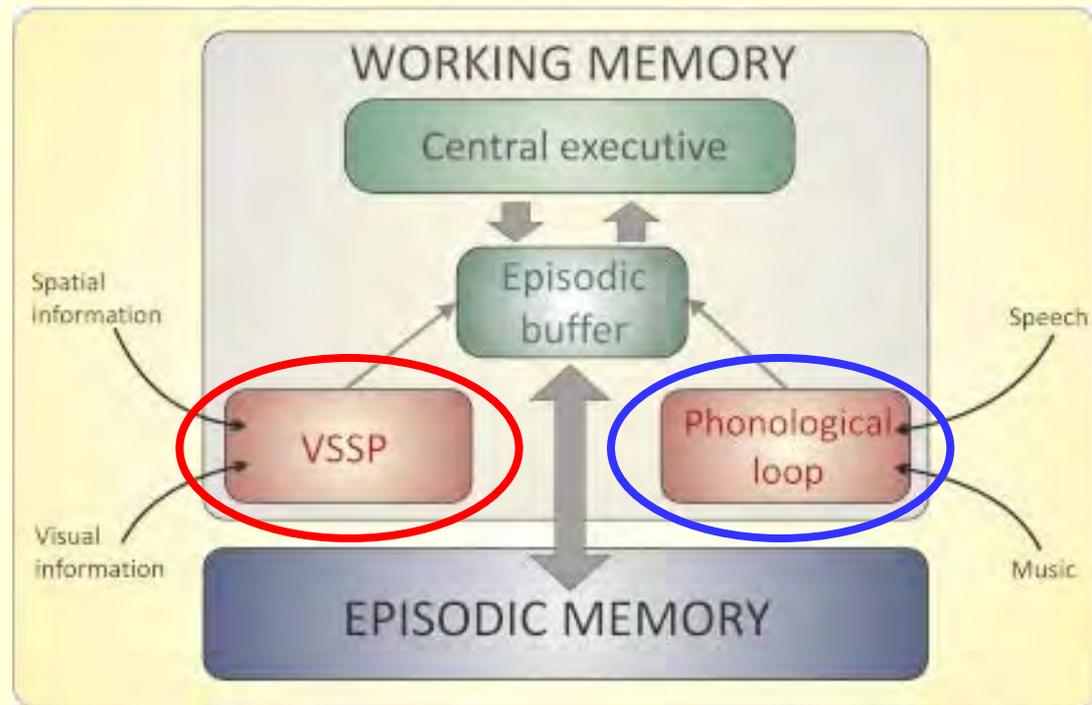
(Baddeley & Hitch 1974, Baddeley, (2000).

Le **calepin visuospatial** et la **boucle phonologique**

représentent deux cas classiques de réutilisation neuronale qui ont été beaucoup discutés.

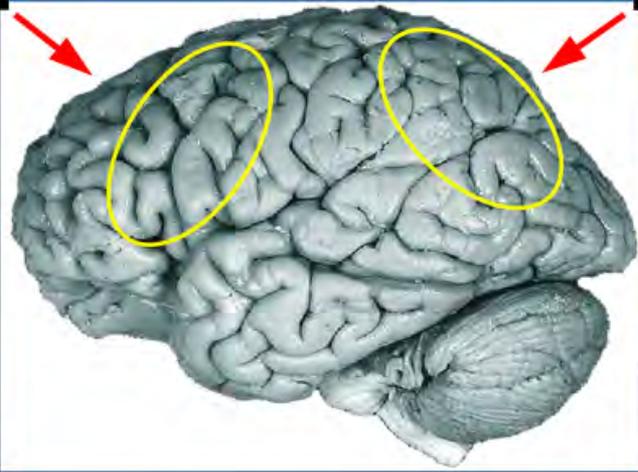


**Méfions-nous des boîtes et replaçons cela dans des réseaux cérébraux...**



Central executive

Phonological and visuo-spatial loop

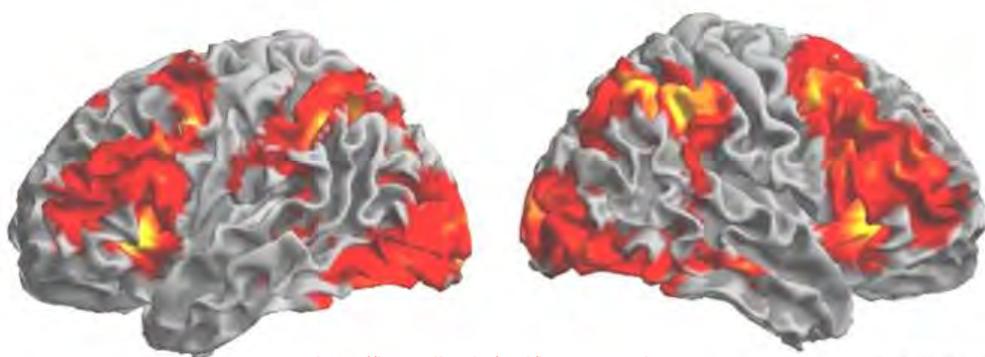


Baddeley, 1986

There is an emerging consensus that most working memory tasks recruit a **network of PFC and parietal areas**.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Working\\_memory#Localization](https://en.wikipedia.org/wiki/Working_memory#Localization)

### Functional MRI Showing Brain Regions Activated During Working Memory

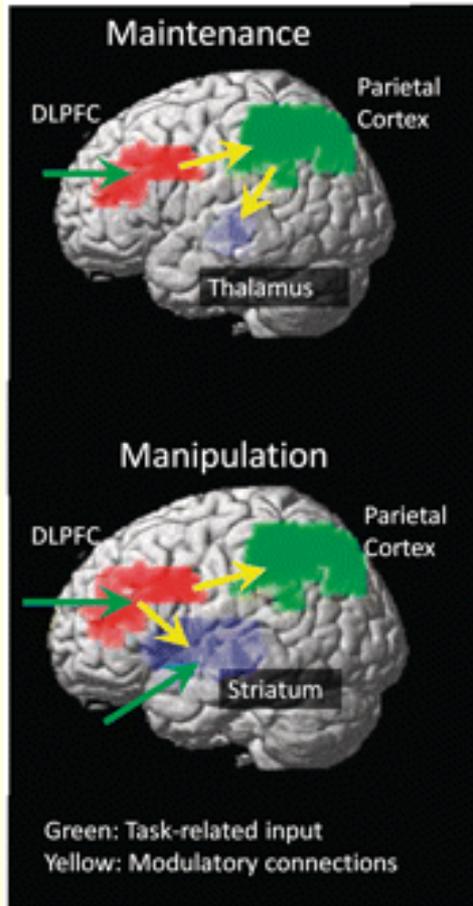


[http://hawaii.edu/mri/home\\_v6.htm](http://hawaii.edu/mri/home_v6.htm)

Linda Chang, M.D.

Dynamic causal models of working memory sub-processes.

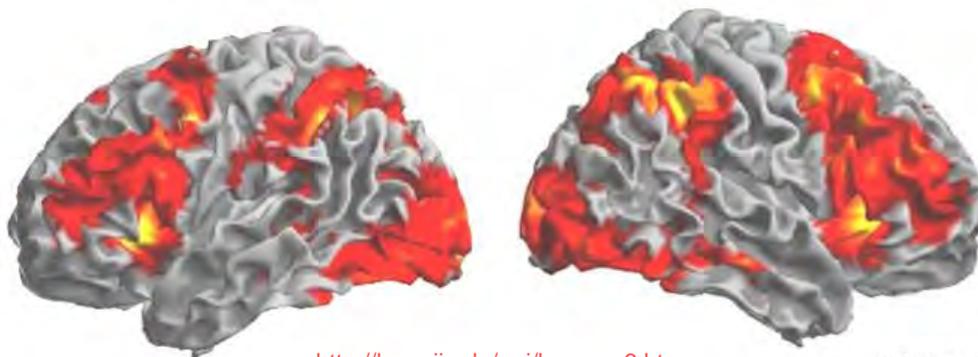
<http://brain.oxfordjournals.org/content/135/5/1436>



Les tâches et les situations impliquant la « **mémoire de travail** » sont si nombreuses et multiples qu'il semble plus probable qu'il s'agit d'un réseau de régions cérébrales qui participent par ailleurs à d'autres tâches (visuelles, phonologiques, etc.)

Et cela nous ramène à la critique des étiquettes fonctionnelles de la dernière séance ! (« aire de Broca », « aire de la reconnaissance des mots », etc.)

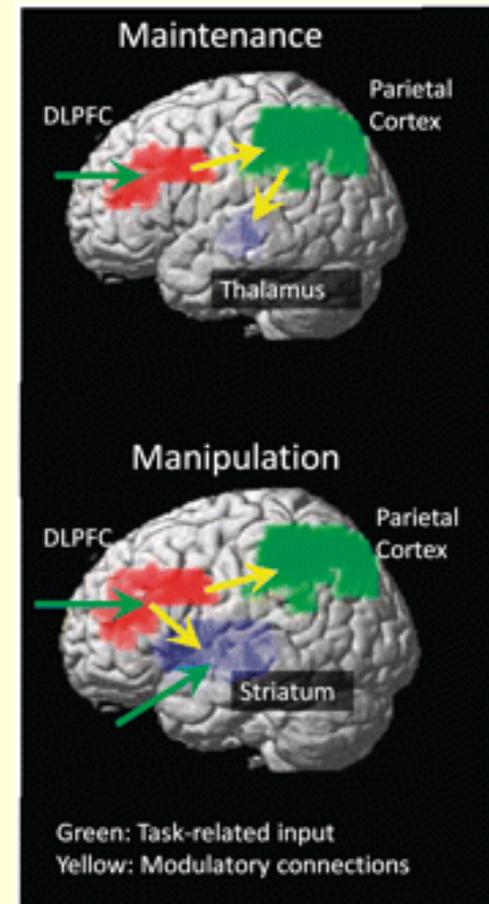
## Functional MRI Showing Brain Regions Activated During Working Memory



Linda Chang, M.D.

Dynamic causal models of working memory sub-processes.

<http://brain.oxfordjournals.org/content/135/5/1436>



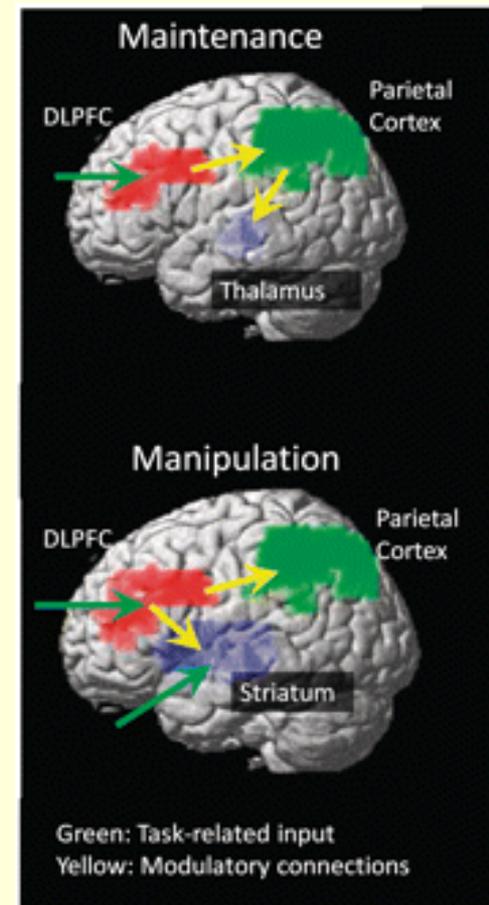
Les tâches et les situations impliquant la « **mémoire de travail** » sont si nombreuses et multiples qu'il semble plus probable qu'il s'agit d'un réseau de régions cérébrales qui participent par ailleurs à d'autres tâches (visuelles, phonologiques, etc.)

Et cela nous ramène à la critique des étiquettes fonctionnelles de la dernière séance ! (« aire de Broca », « aire de la reconnaissance des mots », etc.)

En fait, à chaque fois que l'on parle de **simulation** (ou de représentation modale d'un concept), on n'est pas loin d'évoquer directement un aspect de la mémoire de travail.

Dynamic causal models of working memory sub-processes.

<http://brain.oxfordjournals.org/content/135/5/1>  
436



Également : de nombreuses données indiquent que lorsqu'on visualise mentalement une image (simulation ou **imagerie visuelle**), cela implique forcément ce qu'on appelle la « mémoire de travail » et l'on observe une simulation des systèmes de traitement visuel.

Même chose pour l'imagerie **auditive** qui stimule les aires auditives, et l'imagerie **motrice** (qu'utilisent les athlètes) qui produit une simulation dans les systèmes moteurs.

Dans tous ces cas ces différentes régions s'activent avec d'autres régions associées à la « mémoire de travail ».

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

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

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

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

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



On Wayne Rooney and Free Throws: Visualization in Sports

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

Is visualisation almost as effective as practice?

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

The Power of Vision

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

## Un mot sur le “off-line”

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

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

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



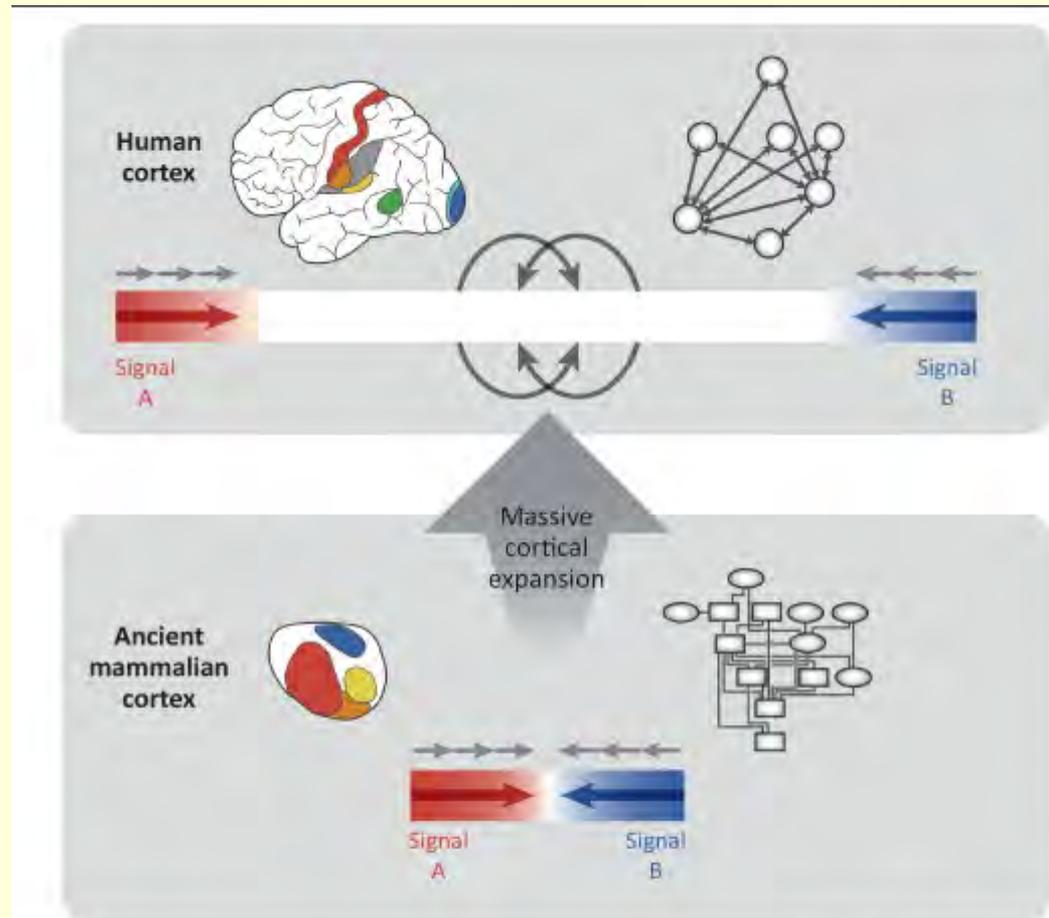
## Un mot sur le “off-line”

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

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

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

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



Si l'idée de simulation a été acceptée depuis longtemps pour la mémoire de travail, il n'en est pas de même pour la simulation en tant que processus de base **pour nos connaissances conceptuelles** (encore souvent considérée comme une proposition radicale).

Pourtant... encore ici, beaucoup de données !

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 !**

Dans son modèle du « **Perceptual Symbol System** » (PSS),

Lawrence Barsalou (1999)  
propose que toute forme de  
connaissance est **rattachée à des  
expériences perceptivo-motrices  
et émotionnelles.**

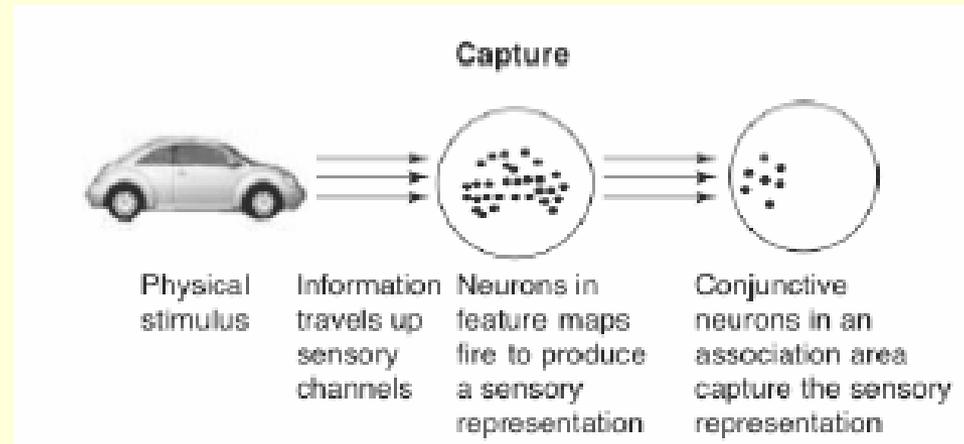
Lorsque nous sommes confrontés  
à un objet, celui-ci activerait toutes  
les aires sensorielles relatives à ce  
stimulus (face à une voiture, vont  
être activées les aires traitant la  
couleur, la forme, le bruit, etc.).



Dans son modèle du « **Perceptual Symbol System** » (PSS),

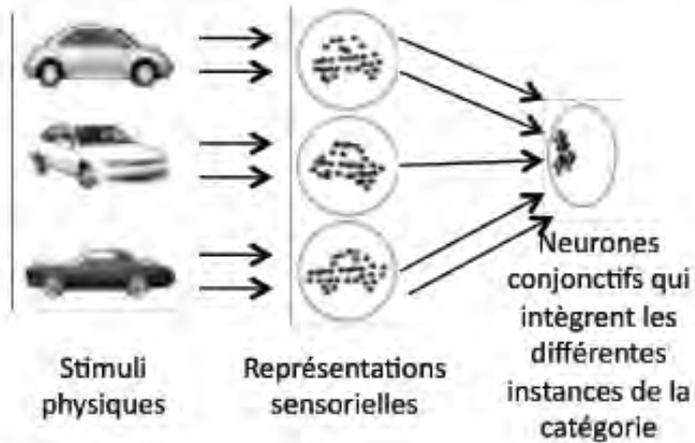
Lawrence Barsalou (**1999**) propose que toute forme de connaissance est **rattachée à des expériences perceptivo-motrices et émotionnelles**.

Lorsque nous sommes confrontés à un objet, celui-ci activerait toutes les aires sensorielles relatives à ce stimulus (face à une voiture, vont être activées les aires traitant la couleur, la forme, le bruit, etc.).



Les activations des aires sensorielles, motrices et émotionnelles vont ainsi produire dans les aires associatives des patterns d'activations particuliers.

## ENCODAGE

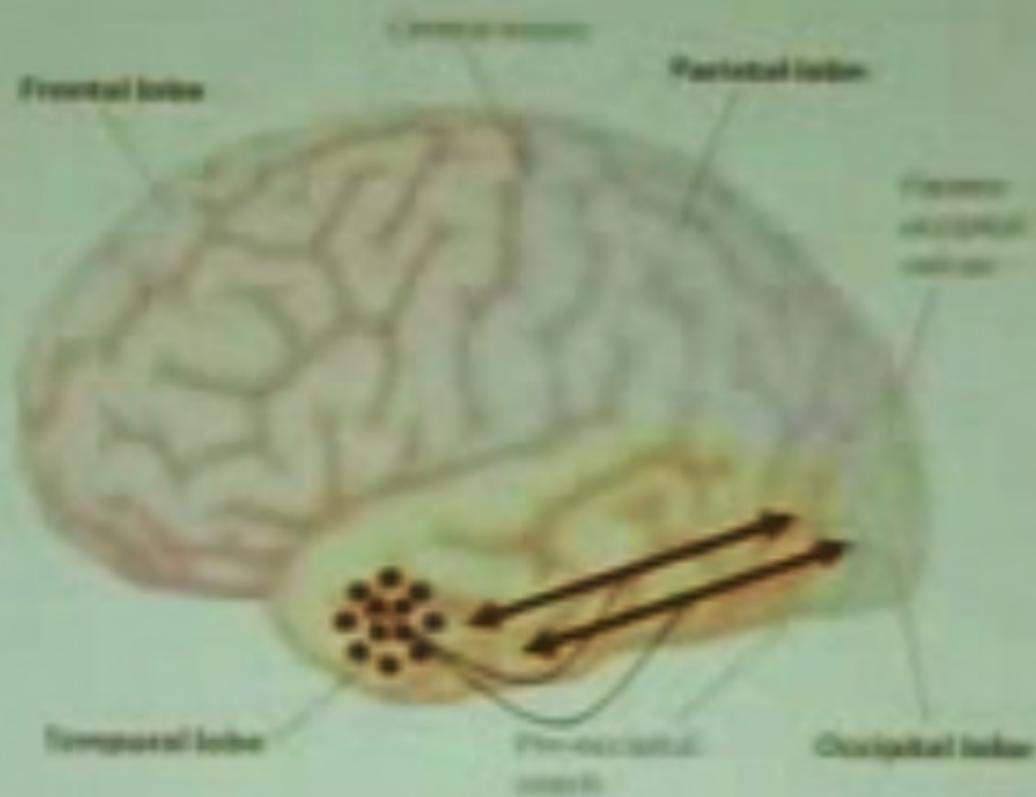


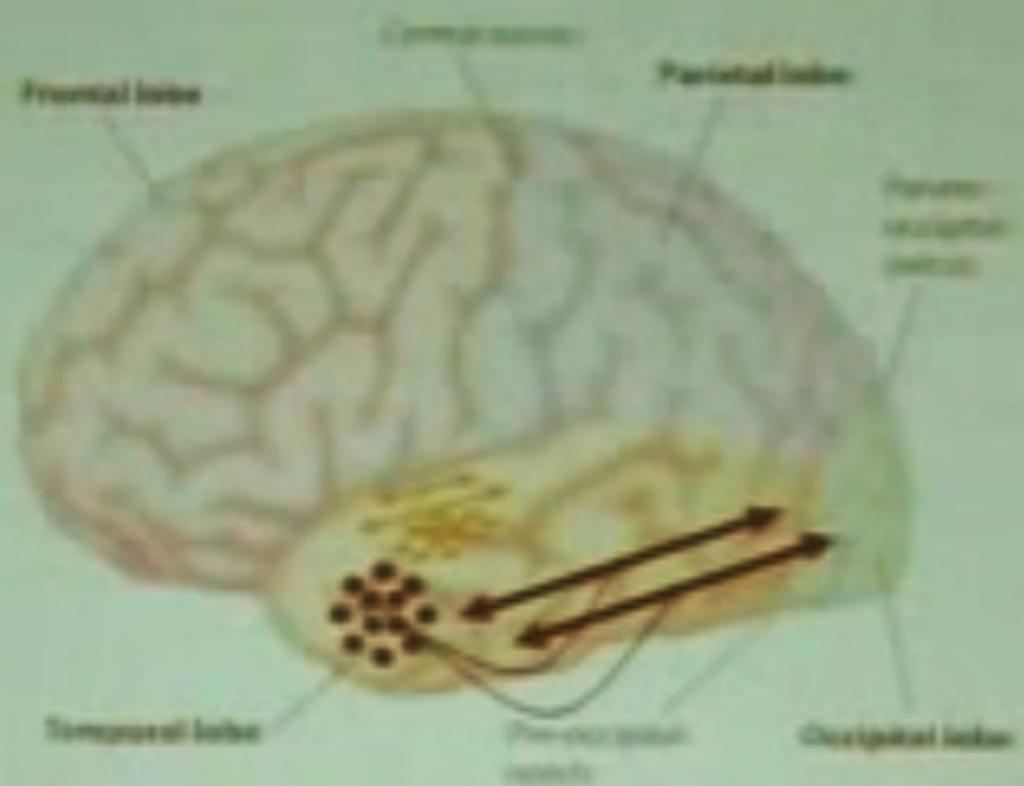
La confrontation à différents exemplaires d'une même catégorie va permettre le renforcement et la construction de ce que Barsalou appelle des « **symboles perceptifs** », c'est-à-dire des schémas résumé des principales caractéristiques perceptuelles des objets.

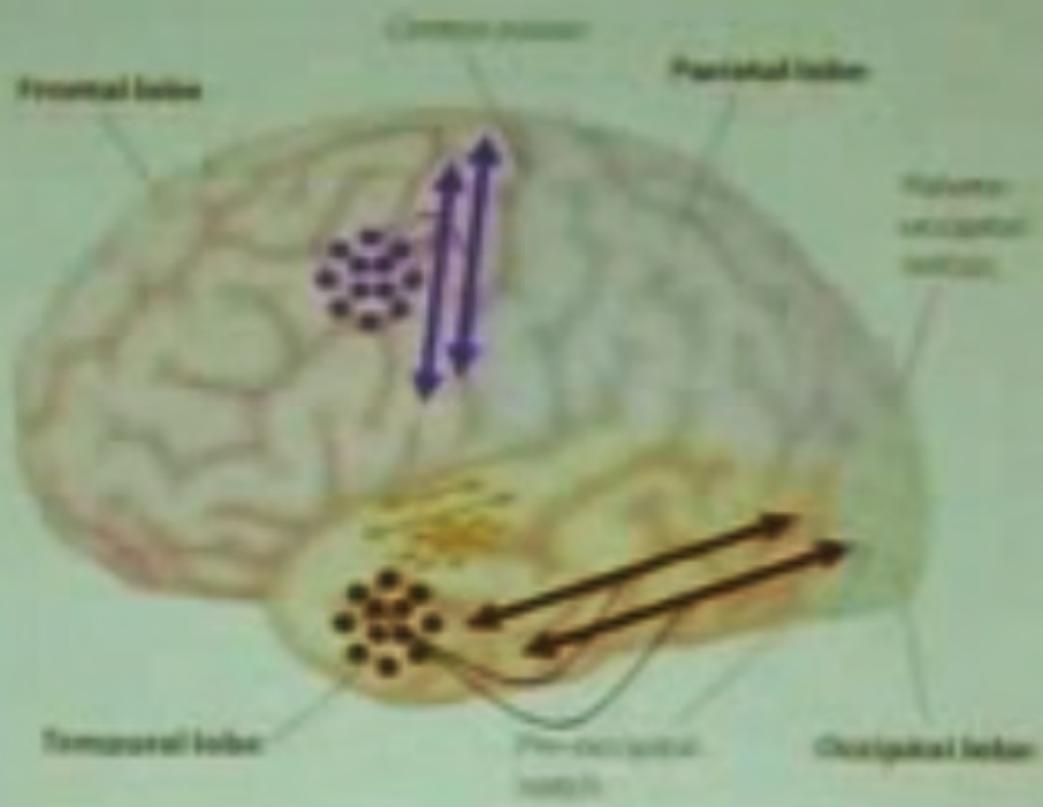


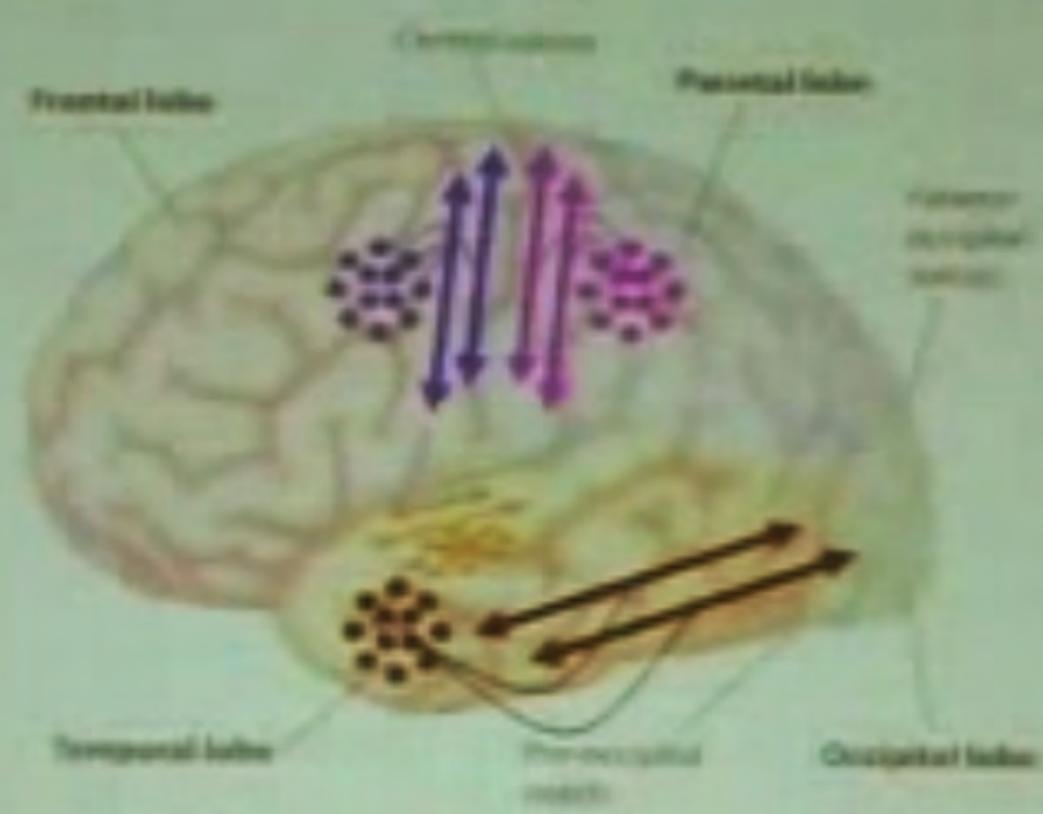
Barsalou, L.  
(video  
conference  
uploaded on  
Apr 14,  
2008). *Brain's  
Modality-  
Specific  
Systems.*

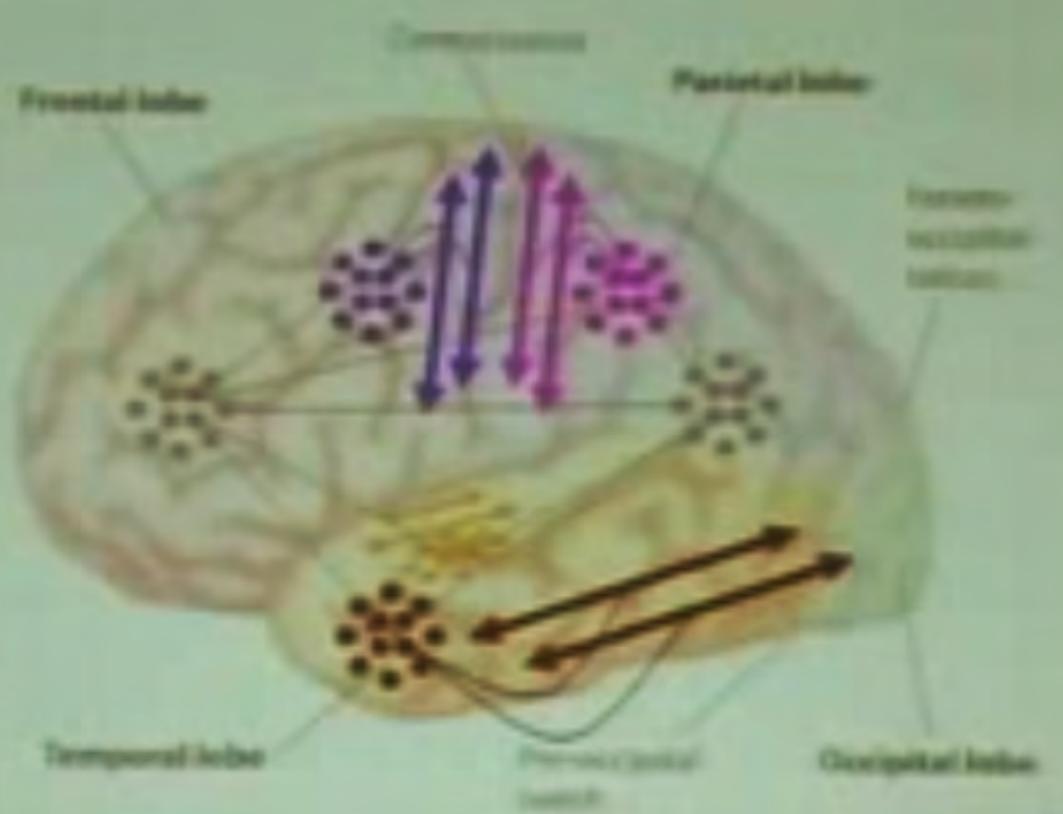
[https://www.youtu  
be.com/watch?v=j  
dz19FN0jww](https://www.youtube.com/watch?v=jdz19FN0jww)



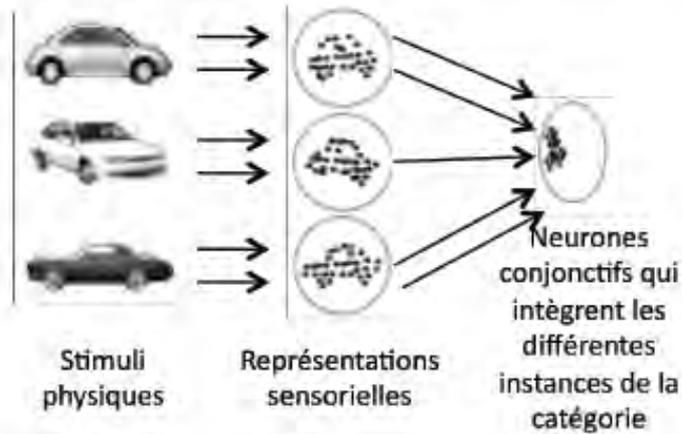
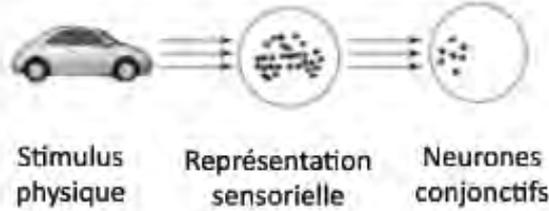




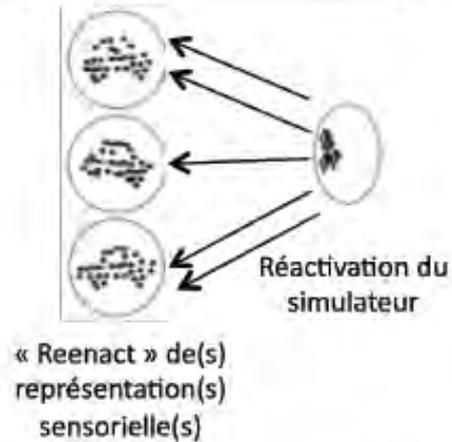
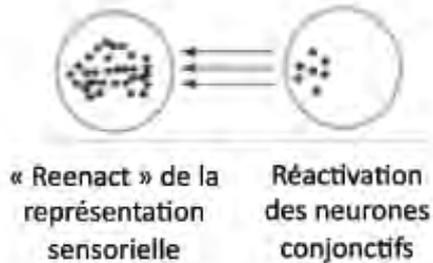




## A. ENCODAGE



## B. SIMULATION

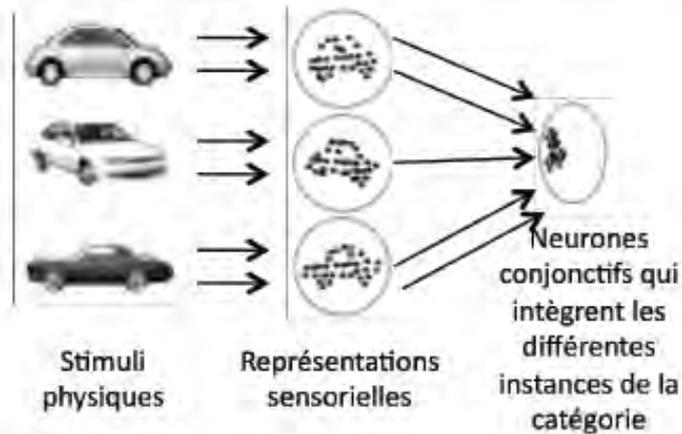
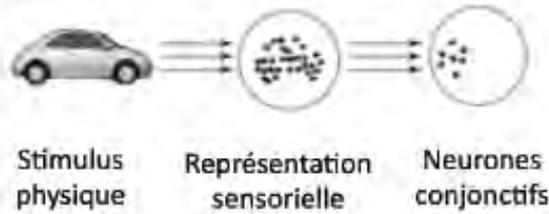


**Perceptual Symbol System**

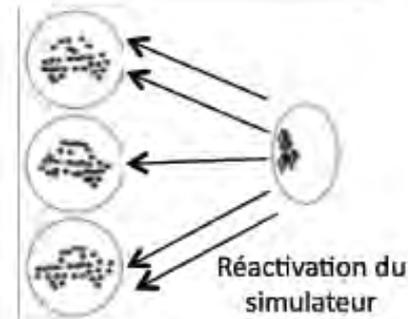
**Simulateur de concept**

Ces patterns d'activation stockés permettent ultérieurement la réactivation, la **ré-évocation de l'objet même en son absence.**

## A. ENCODAGE



## B. SIMULATION

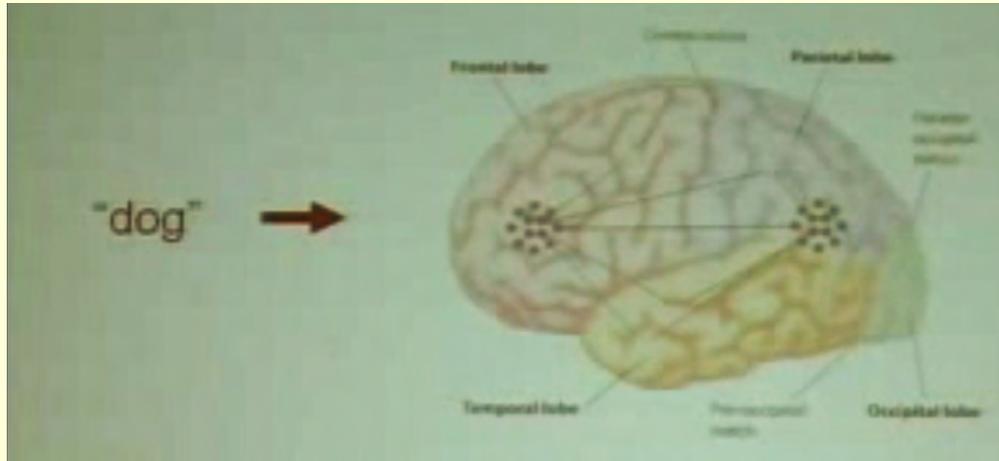


Simulateur de concept

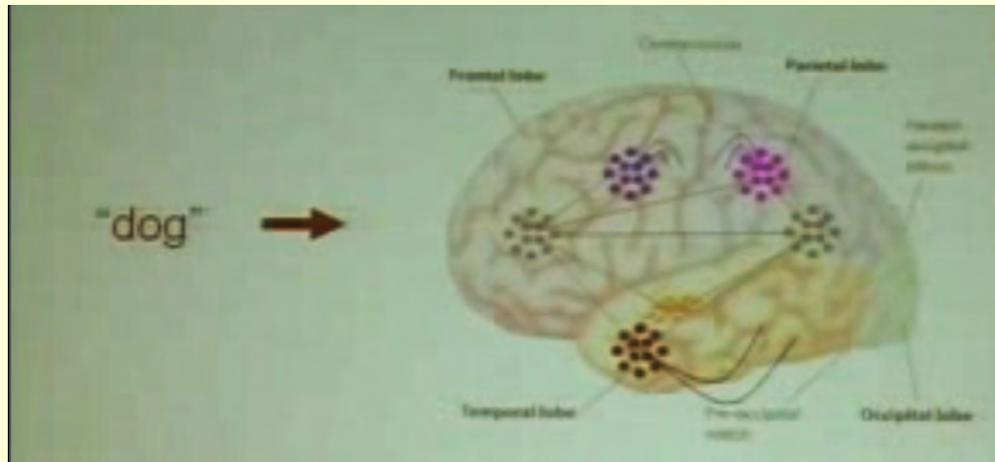
Ces simulateurs peuvent aussi déployer des aspects de la **proprioception** et de **l'introspection**;

Une fois établis et pris dans leur ensemble, ces simulateurs constitueraient un **système conceptuel** capable de représenter différents prototypes, de supporter la catégorisation, de produire des inférences catégorielles, etc.

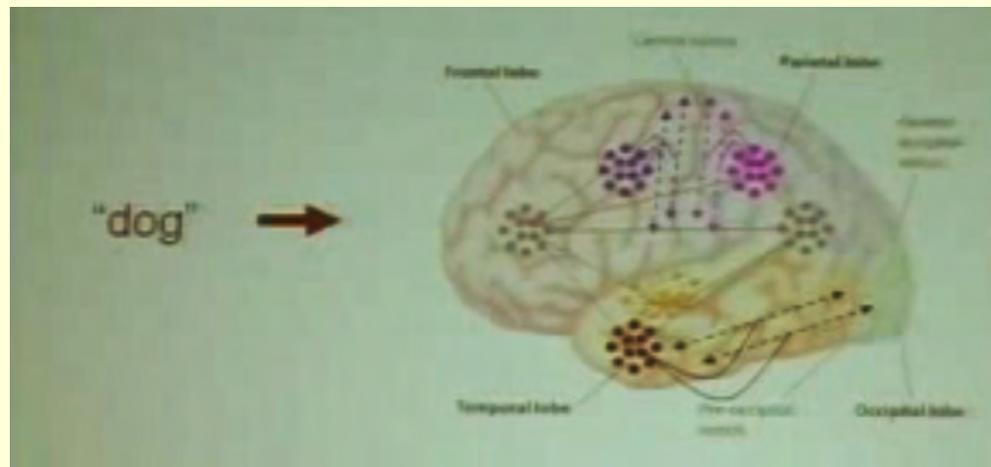
Ces patterns d'activation stockés permettent ultérieurement la réactivation, la **ré-évo**cation de l'objet même en son absence.



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.

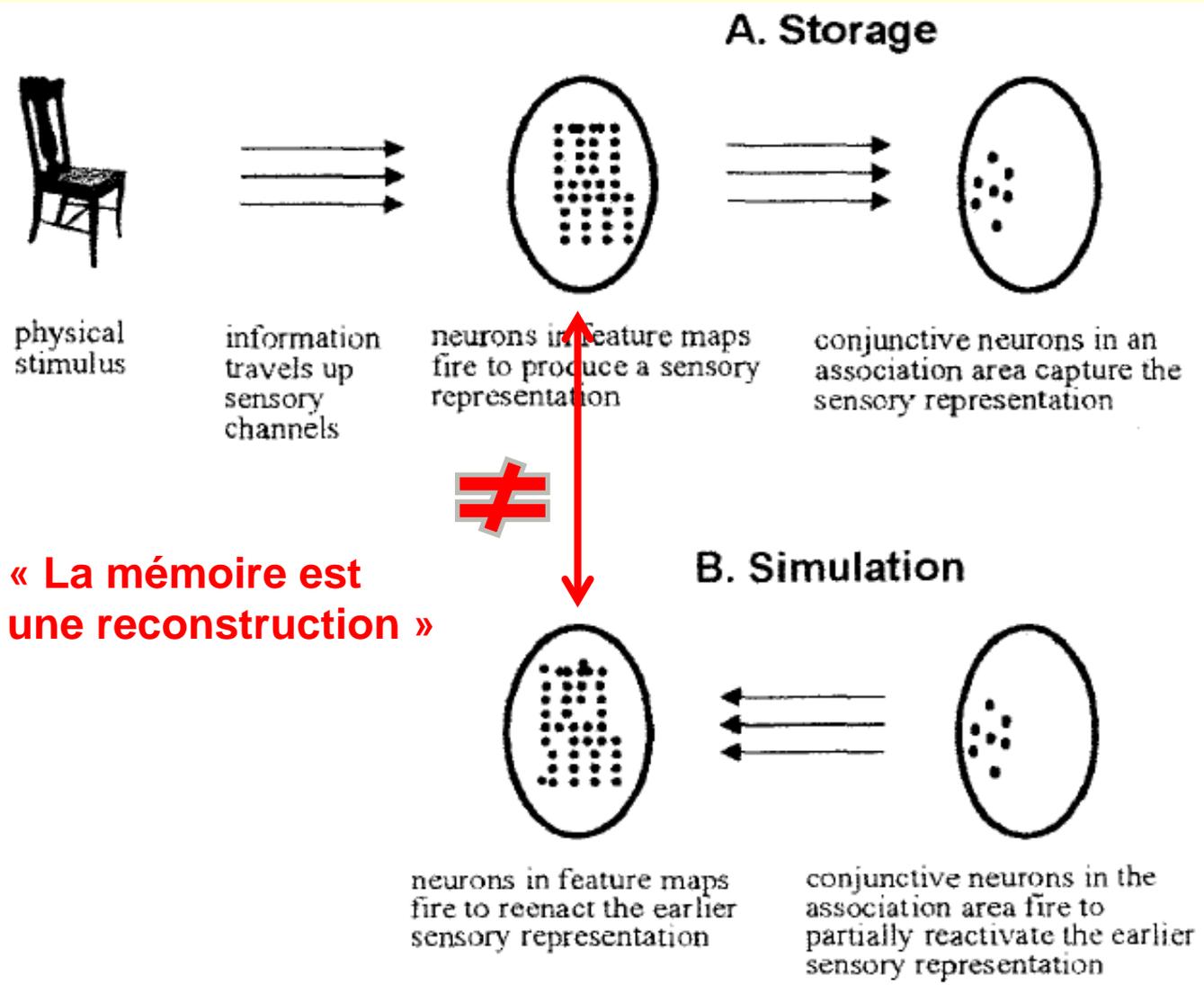
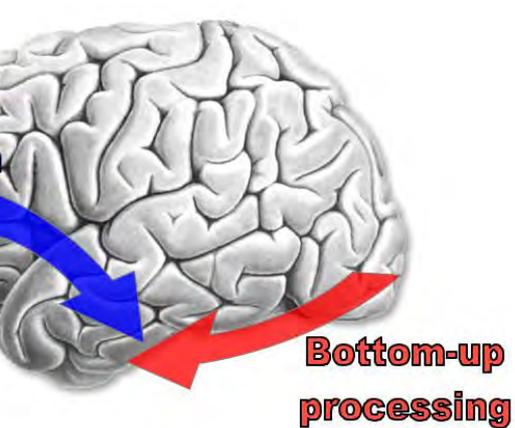


FIG. 15.1. Illustration of the storage (A) and simulation (B) of sensorimotor information in Damasio (1989) and Barsalou (1999).



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 an association area partially react to the sensory representation

**Top-down modulation**

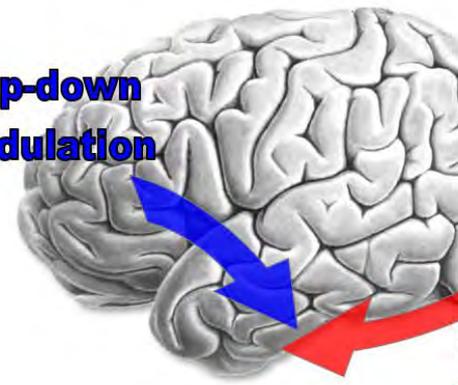
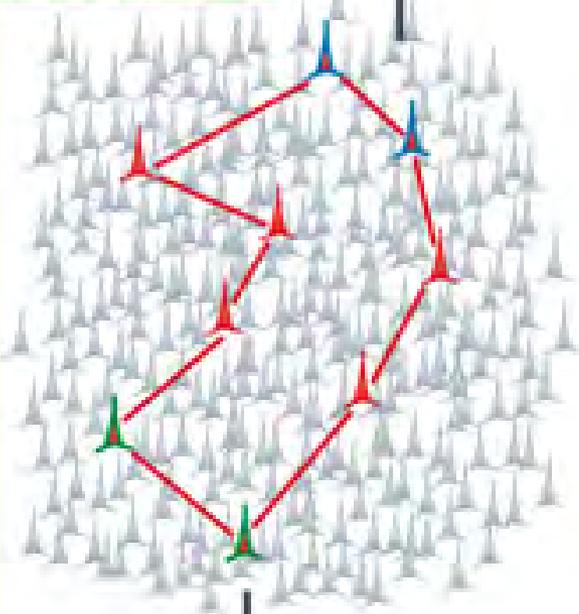


FIG. 15.1. Illustration of the storage (A) and simulation (B) of motor information in Damasio (1989) and Barsalou (1999).



Luke Skywalker



Barsalou écrit :

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

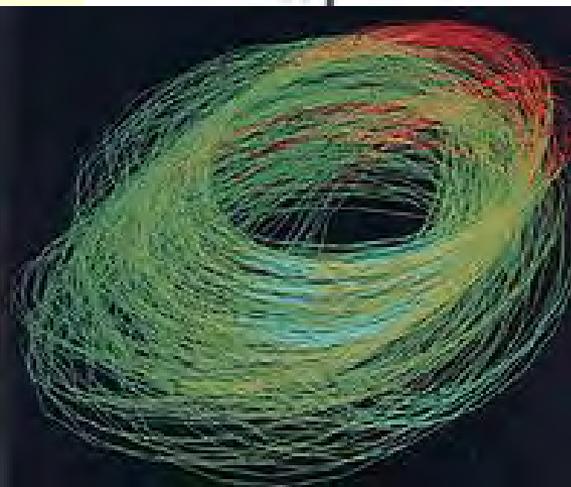
Parce qu'un symbole perceptuel correspond à une **assemblée de neurones**, ses activations subséquentes ont des propriétés dynamiques.

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.

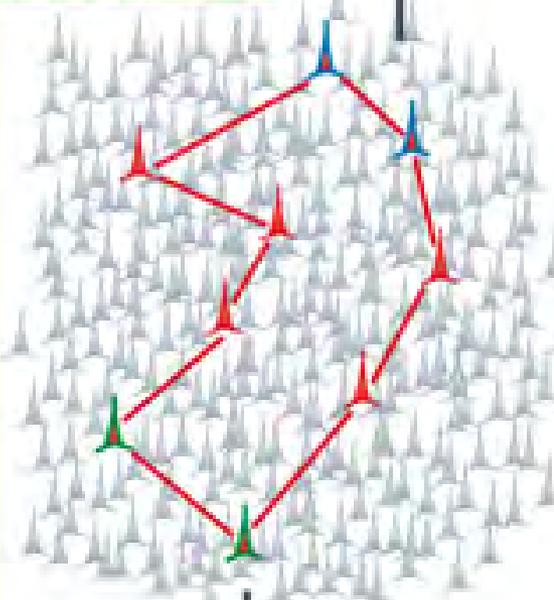
Pour ces raisons, on considère un symbole perceptuel comme un **attracteur** dans un réseau connexionniste.

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

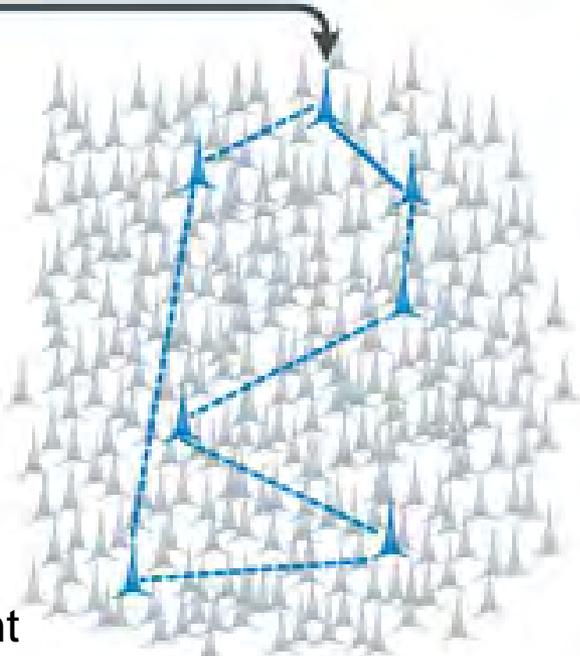




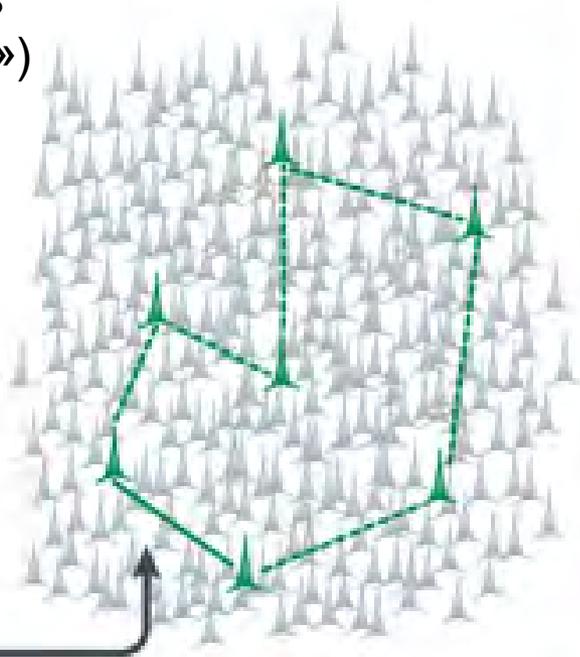
Luke Skywalker



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



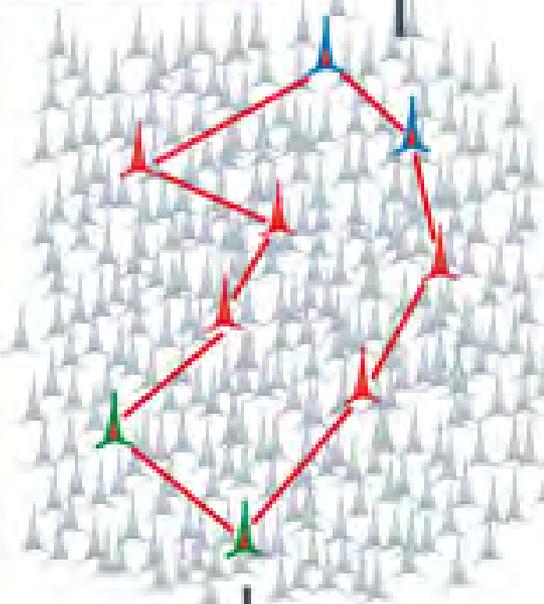
Yoda



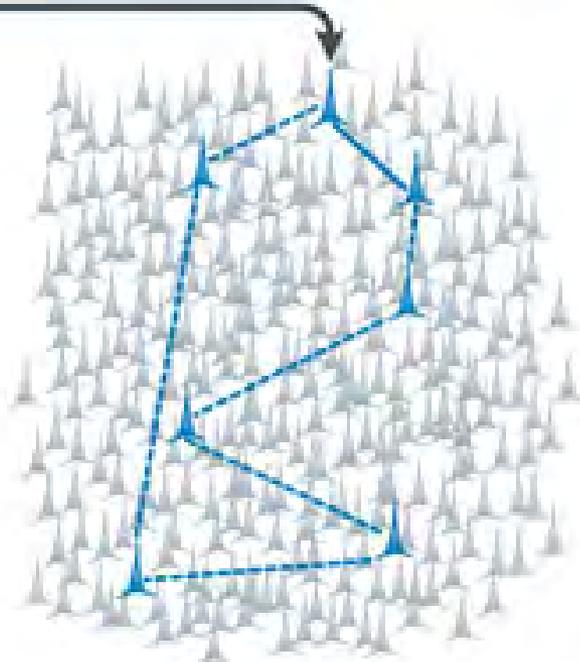
Darth Vader



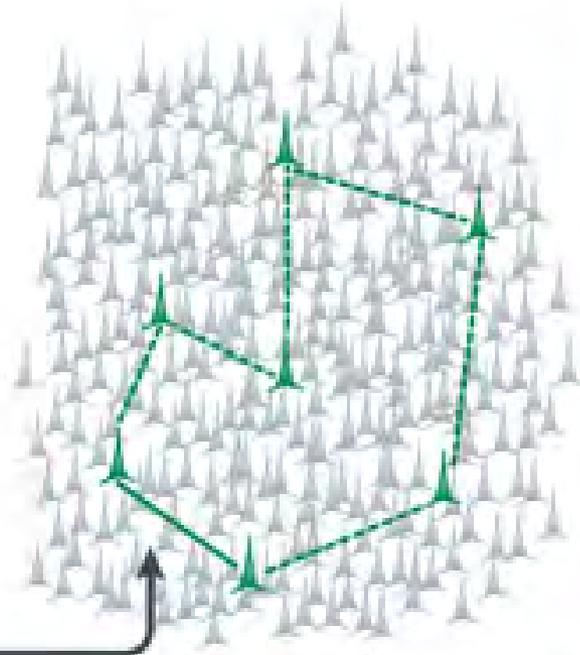
Luke Skywalker



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

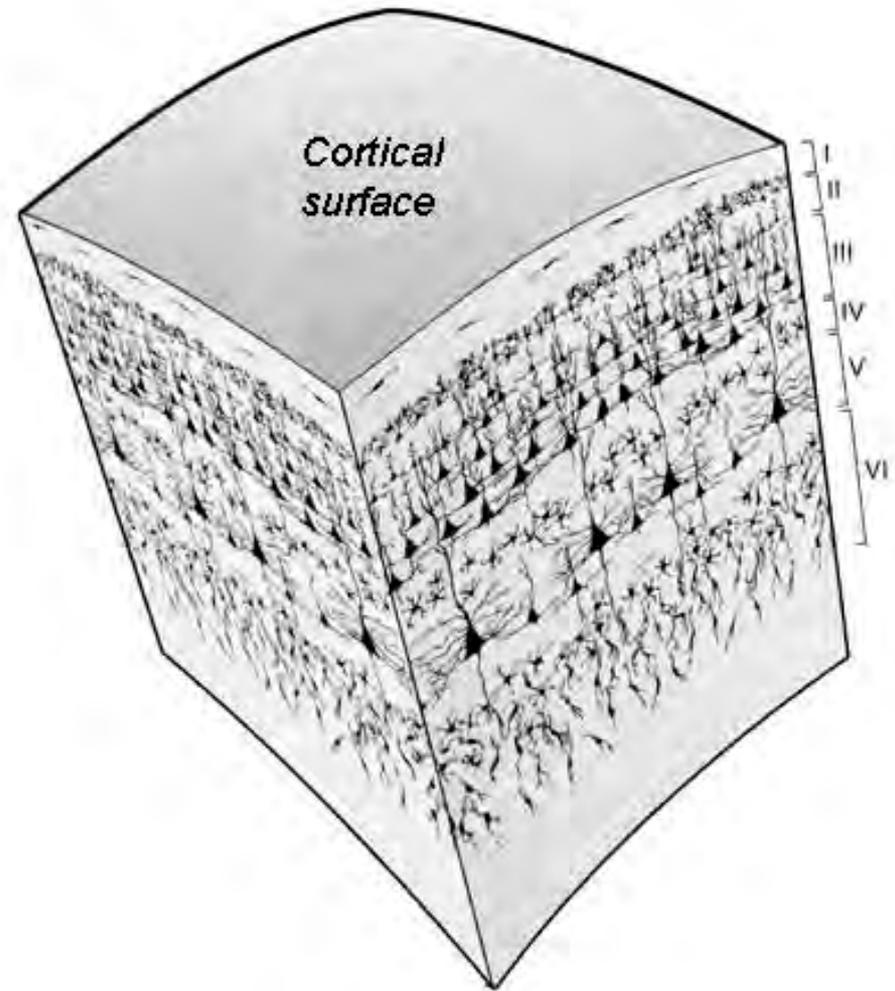


Yoda



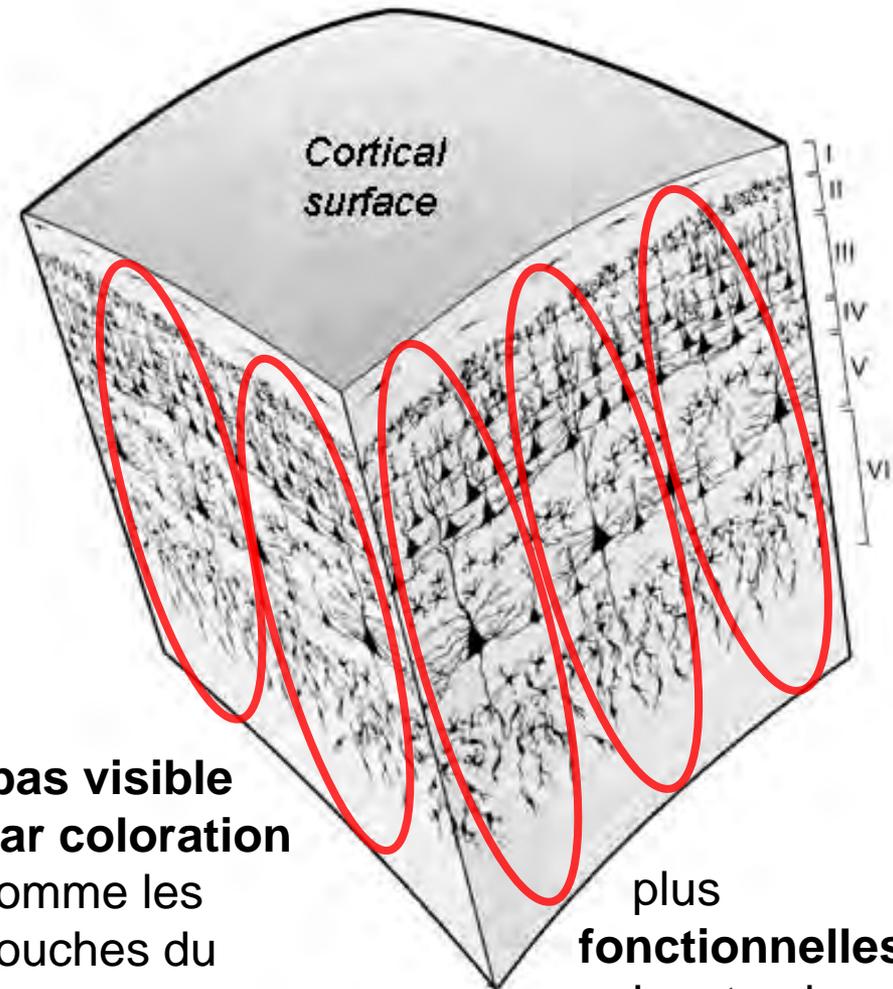
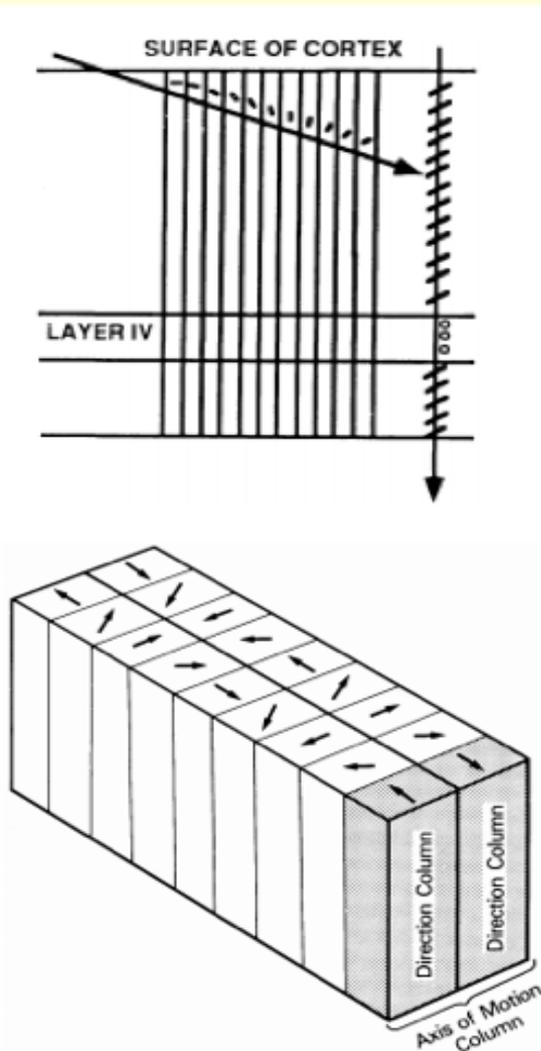
Darth Vader

En plus d'une organisation **en couches horizontales** dans le cortex...



On a aussi découvert dans la 2e moitié du XXe siècle une organisation **en colonne** !

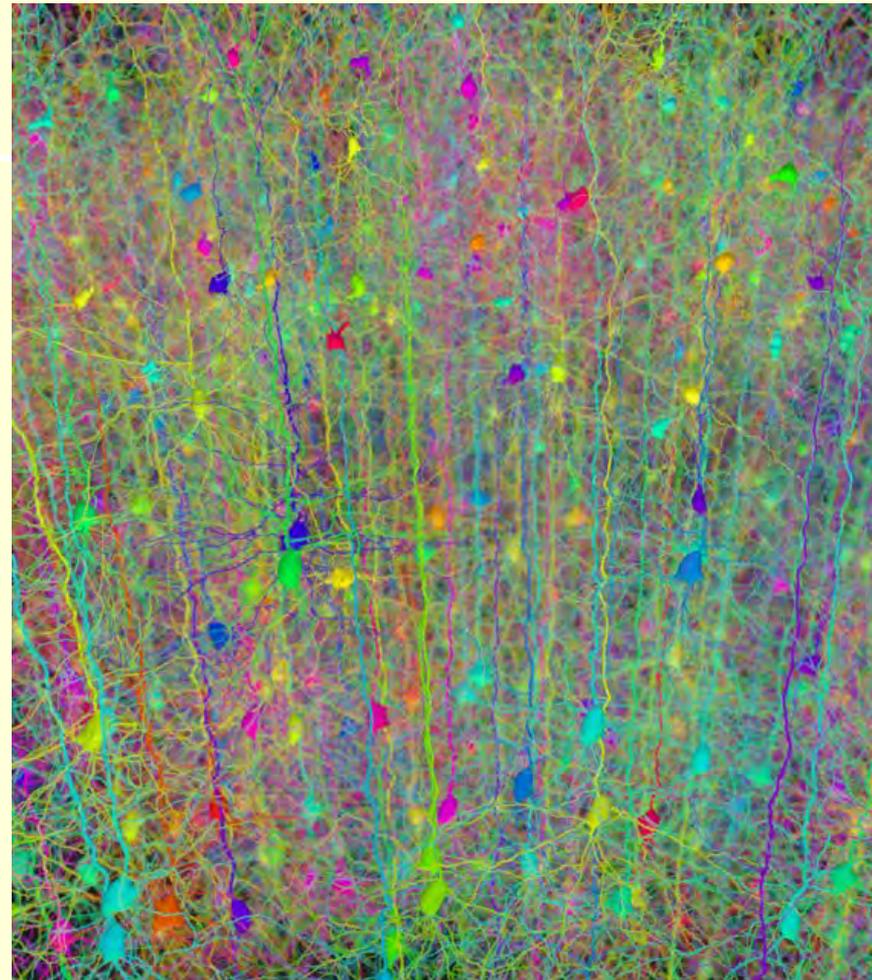
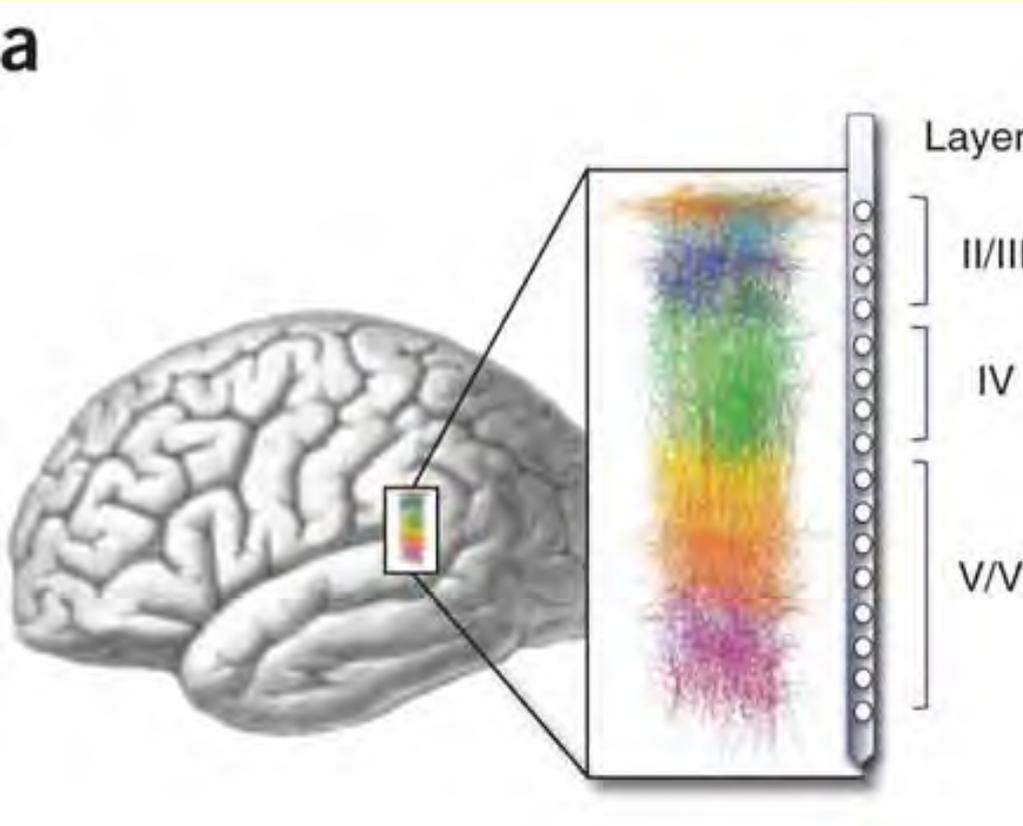
Les neurones ont des connexions préférentielles **à la verticale**.



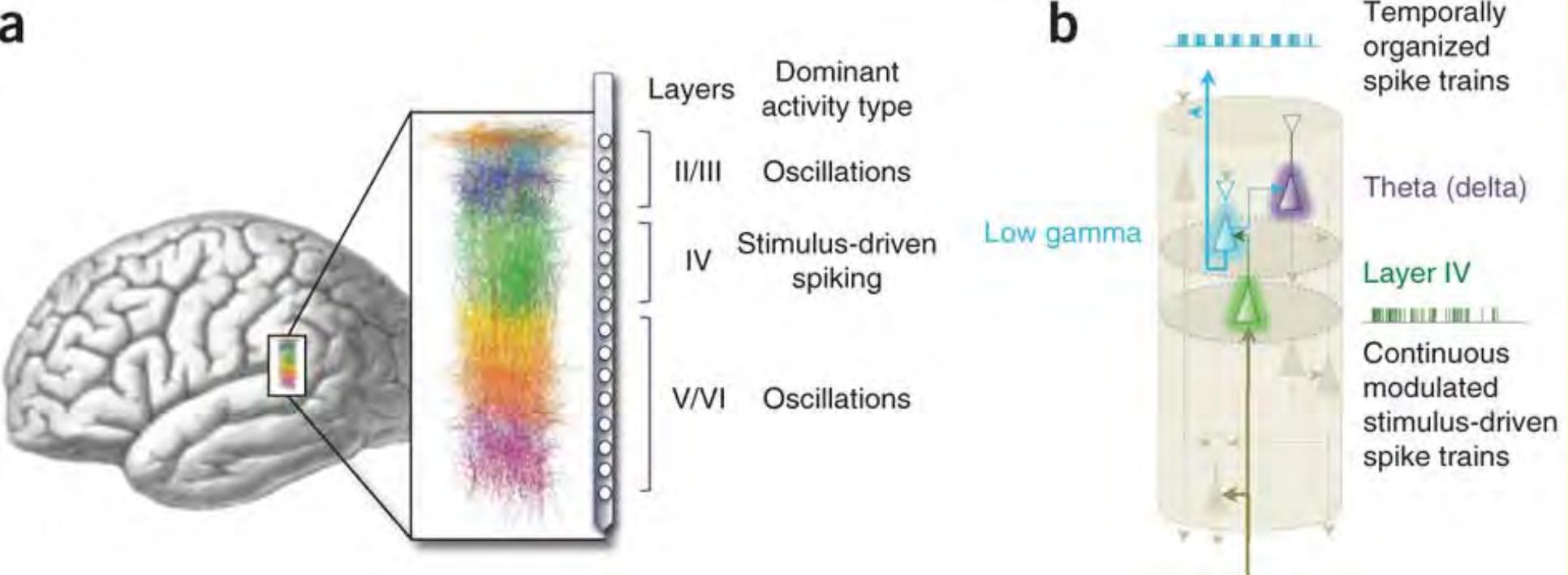
(pas visible  
par coloration  
comme les  
couches du  
cortex;

plus  
**fonctionnelles**  
qu'anatomiques)

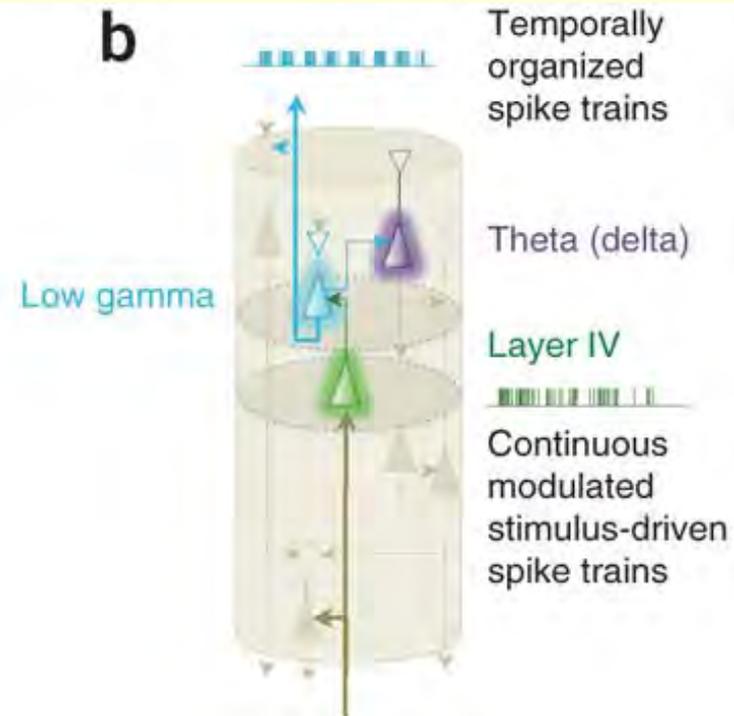
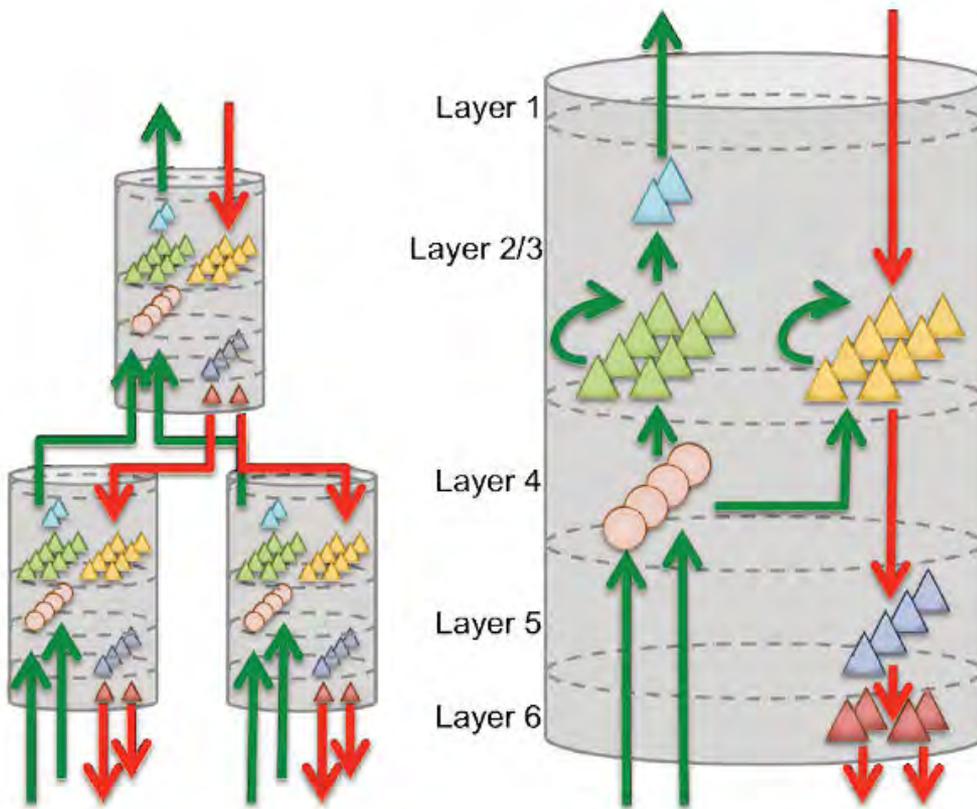
Même s'il est difficile de définir une **colonne corticale** de façon formelle, la notion demeure **attrayante** parce qu'elle suggère qu'on peut simplifier l'insurmontable complexité du câblage cérébral

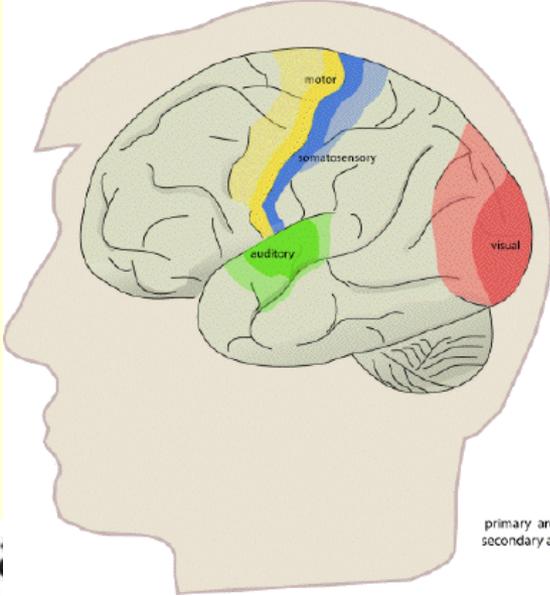


en un **arrangement de d'unités similaires** organisées en parallèle.

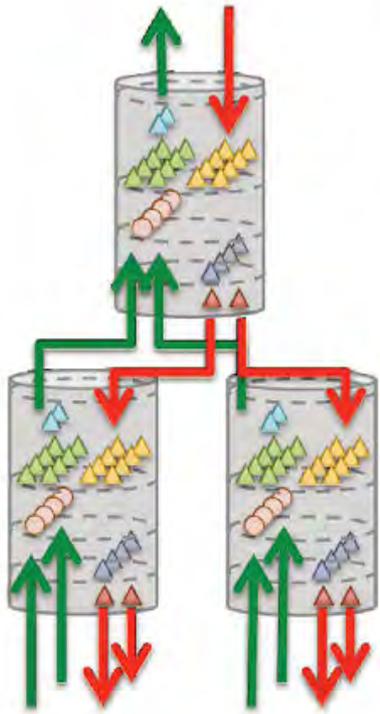
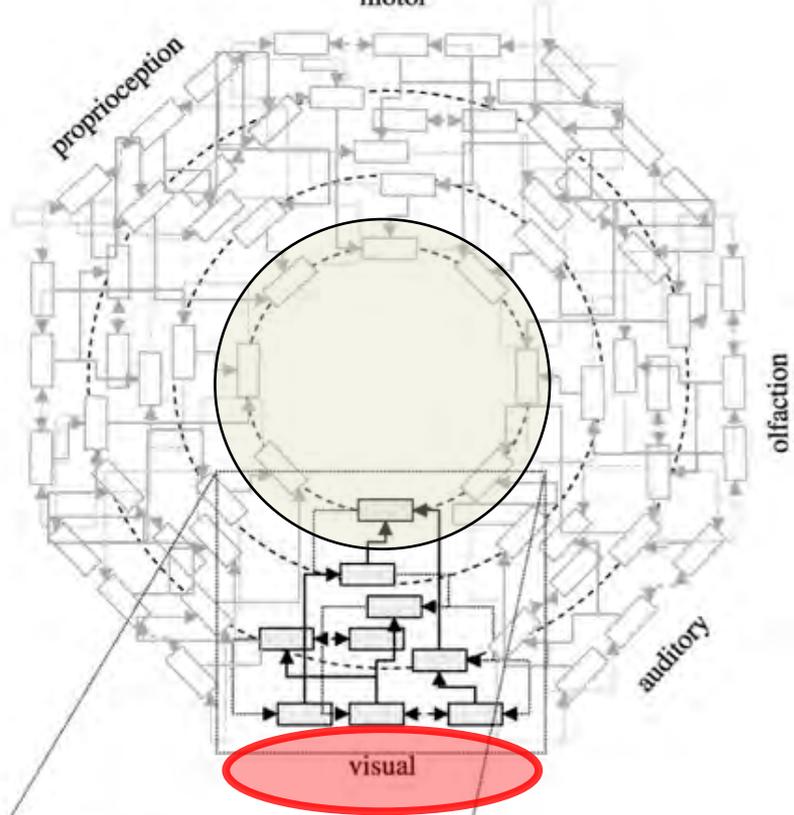


Et ces colonnes entretiennent des liens de connectivité assez précis à l'intérieur d'une colonne, comme **entre** différentes colonnes.

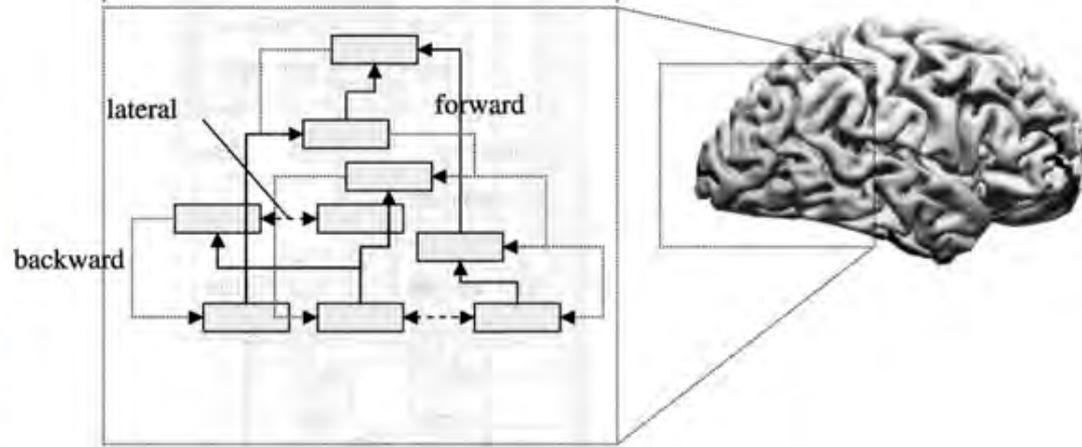


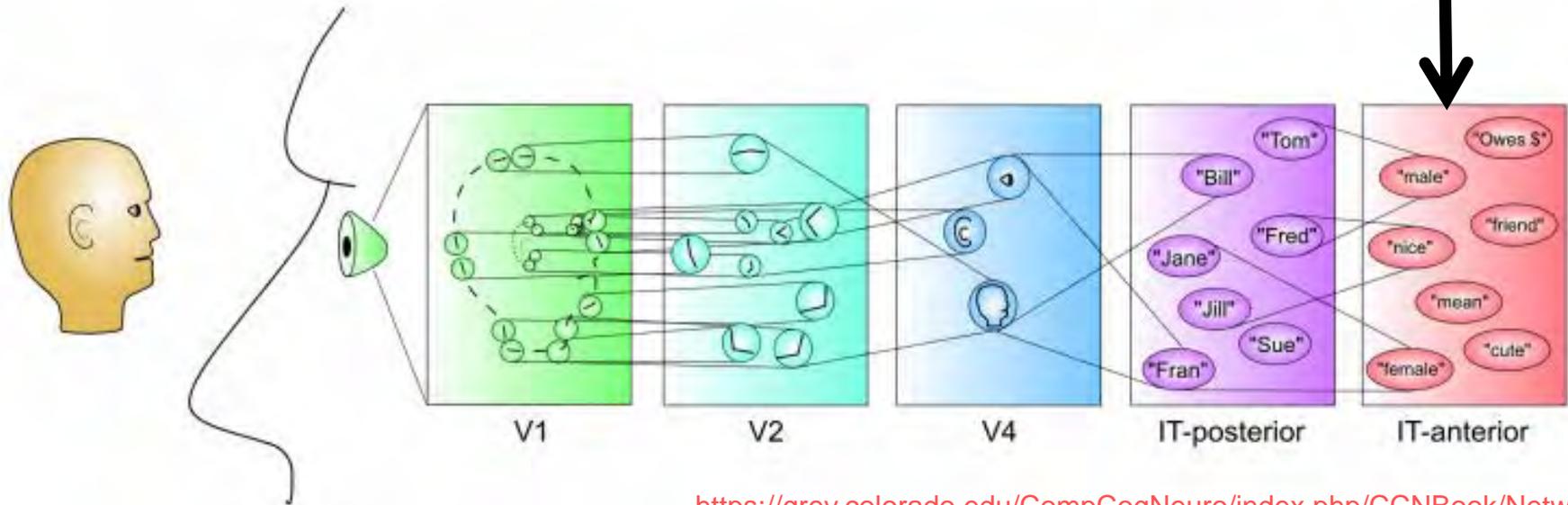
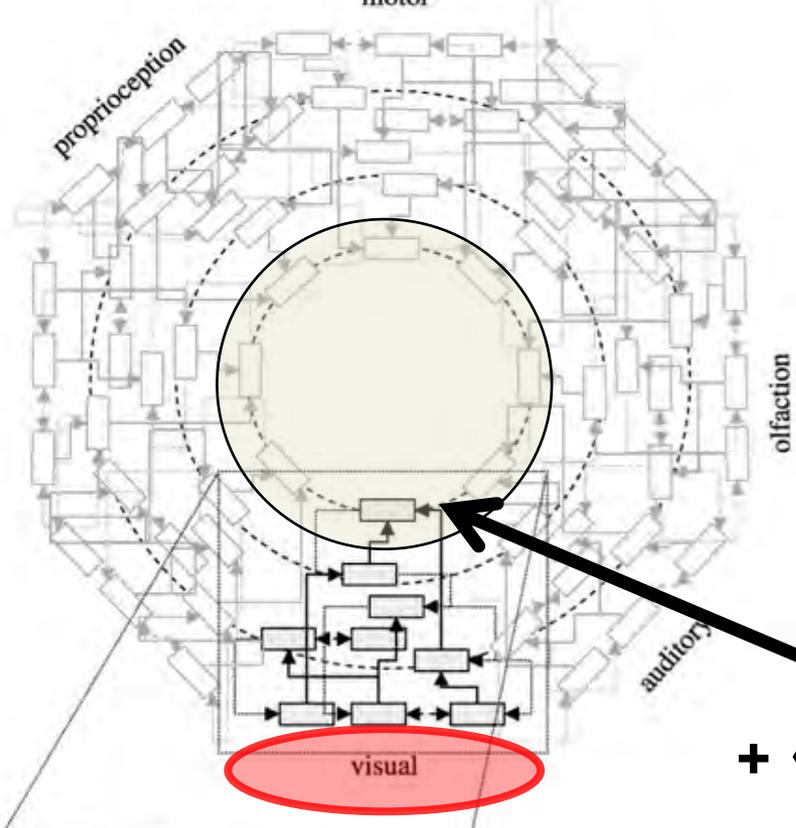
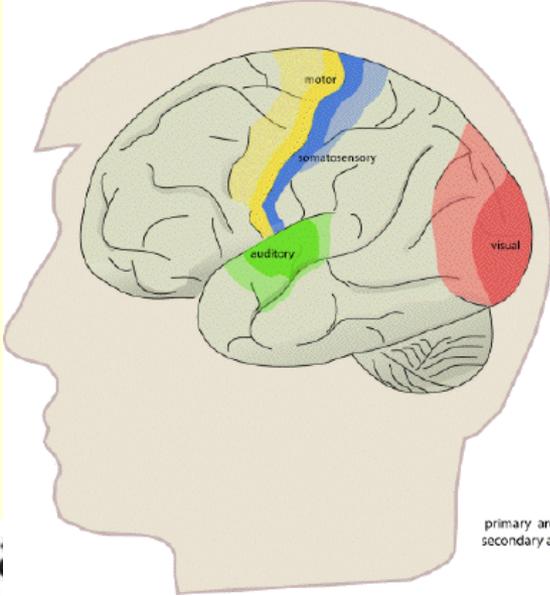


primary areas = darker colours  
secondary areas = lighter colours



processing hierarchy





# 1<sup>ère</sup> heure : Comment l'environnement et le corps s'invitent dans notre cerveau

## Cognition ancrée

### Incarnation sémantique

Non seulement les capacités perceptuelles et motrices du corps déterminent comment nous conceptualisons les choses, elles déterminent aussi **comment nous comprenons le monde et l'expliquons avec le langage.**

Par exemple, si l'on n'avait pas de mains, dirions-nous :

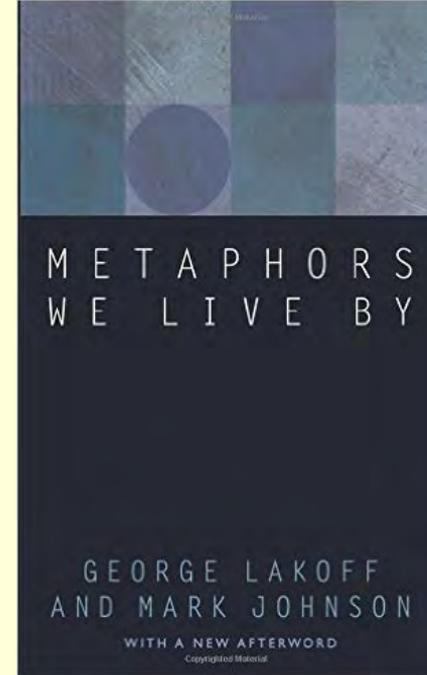
« Je saisis ce que tu veux dire »

ou encore « J'ai lancé cette idée » ?

- Accordingly, the “peculiar nature of our bodies shapes our very possibilities for conceptualization and categorization” (Lakoff and Johnson 1999, 19)
- For them, the specific mechanism that bridges embodied experience and conceptual thought is metaphor.



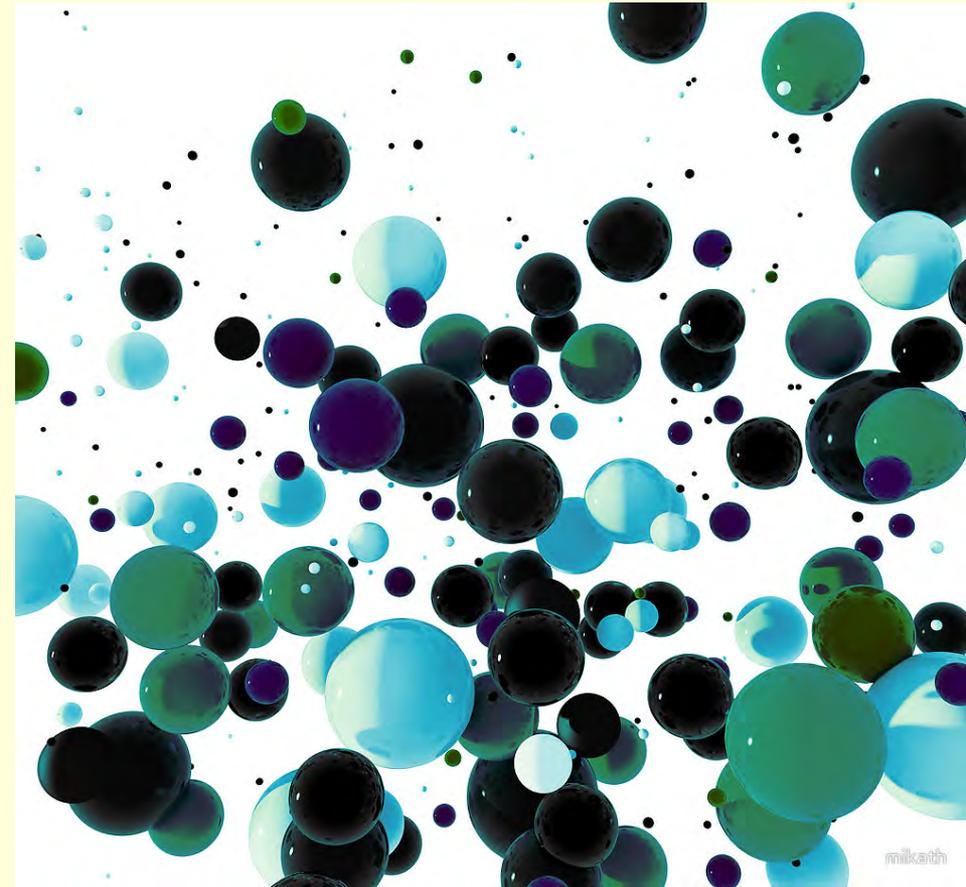
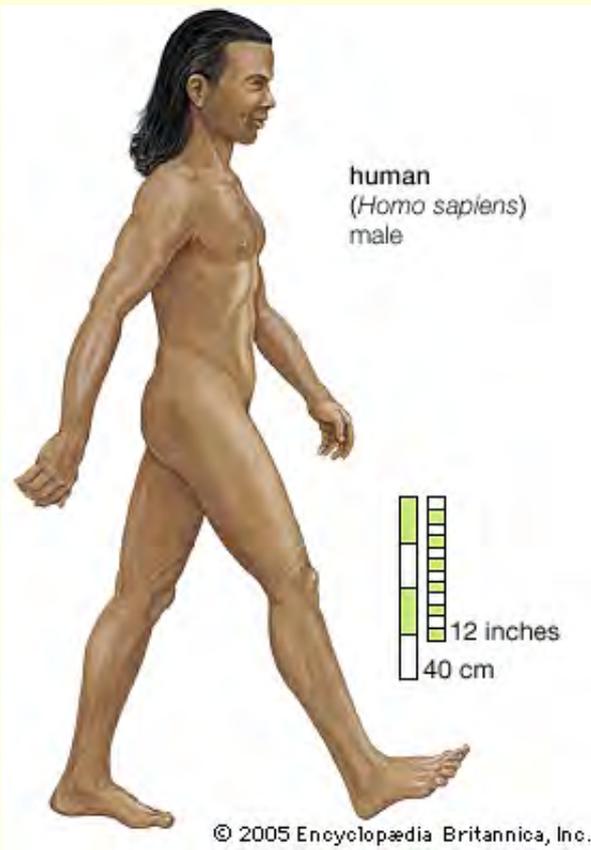
Pour Lakoff, notre cerveau est si intimement lié au corps, que **les métaphores qui en émanent sont nécessairement puisées dans ce corps** et son rapport au monde.



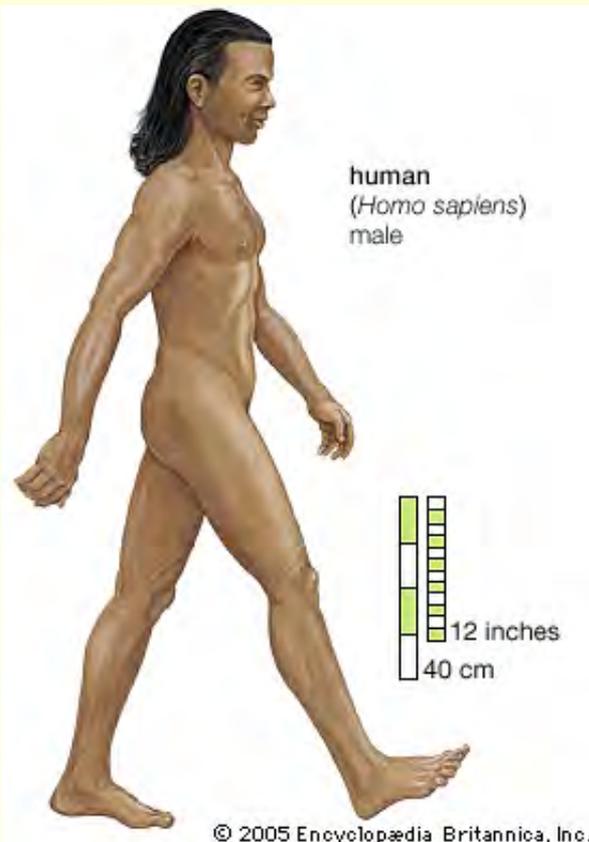
Même si ces métaphores seraient largement inconscientes et difficiles à déceler parce que souvent trop éloignées de leur origine pour être remarquées.

**Exemple** : la métaphore la plus souvent utilisée pour un débat intellectuel est, quand on y pense bien, celle du **combat** : il a gagné le débat, cette affirmation est indéfendable, il a mis en pièce tous mes arguments, cette remarque va droit au but, etc.

The concepts of *front* and *back* are body-based. They make sense only for beings with fronts and back. If all beings on this planet were uniform stationary spheres floating in some medium and perceiving equally in all directions, they would have no concepts of *front* and *back* (1999, p. 34).



The concepts of *front* and *back* are body-based. They make sense only for beings with fronts and back. If all beings on this planet were uniform stationary spheres floating in some medium and perceiving equally in all directions, they would have no concepts of *front* and *back* (1999, p. 34).



“Il y a un chat devant l’arbre.”

Cette relation spatiale n’existe pas dans l’absolue.

Elle nécessite que l’on s’imagine à la place de l’arbre

et n’existe donc qu’en vertu de notre expérience corporelle

(qui a un **devant** et un **derrière**)



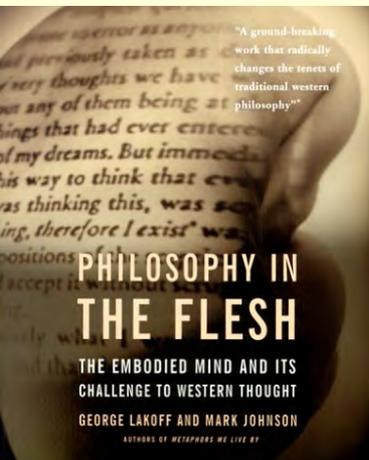
Mark Johnson a de son côté identifié des **schèmes** ou des **images** qui nous viennent **directement de l'expérience corporelle** (celle de la source, de la voie et du but, du récipient, etc).

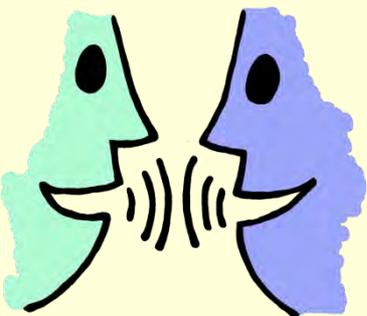


Et ces schèmes peuvent être **projetés métaphoriquement** pour structurer des domaines cognitifs entiers.

**Exemple:** l'image de l'intérieur et de l'extérieur du corps, dont la logique élémentaire est « dedans ou dehors », a des projections métaphoriques dans plusieurs aspects de nos vies :

- le champ visuel (où les choses entrent et sortent),
- nos relations personnelles (entrer ou sortir en relation),
- la logique des ensembles (qui contiennent des éléments), etc.





Si l'on acquiert le concept de **contenant** (grâce à notre corps), on acquiert aussi celui de **contenu**. D'où cet autre exemple :

la **communication**, qui est un concept abstrait qu'on se représente souvent spontanément comme le "**déversement**" d'un contenu (le message) d'un individu à un autre.



Mais attention : des analogies spontanées sont parfois trompeuses. Exemple : l'analogie naturelle des enfants du primaire qui 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 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** » pour que les élèves construisent un concept plus riche que le concept naïf.

Bref, ce processus à partir duquel on projette métaphoriquement à partir de “**métaphores primaires**” intimement liées au corps vers des métaphores de plus en plus abstraite est au coeur de **l’incarnation sémantique**.

On l’avait vu à l’oeuvre aussi chez **Hofstadter et Sanders** avec l’évolution du concept de Maman, puis maman, puis mère, puis mère patrie, etc.

Et Lakoff et Johnson insistent pour dire qu’on apprend la plupart de nos métaphores primaires automatiquement et inconsciemment dans notre prime enfance.

Ainsi, avec le concept de Maman, puis maman, etc., vient celui de la **chaleur** protectrice du corps de la mère. Et donc il se crée très tôt une association entre cette sensation de chaleur et le sentiment de **réconfort**, de **confiance**.

Devenu adulte, on parlera d’une personne “**chaleureuse**” ou d’un “ami **proche**” sans même s’apercevoir de l’origine incarnée de ces mots.

Et comme ils ont pour origine des expériences rendues possibles par le corps humain, ils tendent à se retrouver dans toutes les langues humaines.

« Limite » :

**L'incarnation sémantique** ne vise donc pas à remplacer les concepts par d'autres processus.

Elle cherche plutôt, pour démontrer sa pertinence, à montrer que **des états du corps et les métaphores conceptuelles correspondantes** peuvent s'influencer mutuellement.

Il y a donc deux voies possibles :

1) montrer que **l'utilisation de certains concepts** peut modifier certains états du corps;

2) ou alors l'inverse : **manipuler certains états du corps** et regarder si des états mentaux s'en trouvent affectés (facilités ou altérés).

1) montrer que **l'utilisation de certains concepts** peut modifier certains états du corps;

Miles et al. (2010) ont demandé à des sujets debouts de penser à des événements passés et futurs.



Pendant ce temps, en mesurant le fléchissement de leurs genoux, ils ont observé que les pensées du **futur** les faisaient s'incliner très légèrement vers **l'avant** (pour un bipède comme nous, le futur est situé en avant dans l'espace quand nous marchons).

Et l'inverse pour les pensées du **passé** : les sujets s'inclinaient très légèrement par **en arrière**.



2) ou alors l'inverse : **manipuler certains états du corps** et regarder si des états mentaux s'en trouvent affectés (facilités ou altérés).



Quand quelqu'un est assis sur un siège **dur** pendant une négociation, il adopte une **ligne plus « dure »** et accepte moins les compromis que s'il est installé dans un fauteuil confortable !

D'autres expériences semblables décrites dans ce vidéo :  
**Tom Ziemke - "Human Embodied Cognition :  
Scientific evidence & technological implications"**

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

On a même trouvé des influences **bidirectionnelles** entre expériences émotionnelles et mouvement corporel.

Casasanto and Dijkstra (2010) ont demandé à des sujets de se rappeler des souvenirs autobiographiques positifs ou négatifs pendant qu'ils déplacent des billes entre deux boîtes l'une au-dessus de l'autre (parfois vers le haut, parfois vers le bas).

Ils observent que les participants déplacent les billes plus rapidement quant la valeur affective (bonne ou mauvaise) du souvenir est de même nature que la direction du mouvement (et selon les métaphores primaires, **vers le haut = positif, et vers le bas = négatif**).

Dans une autre expérience, on donnait au sujet un indice d'amorçage neutre à partir duquel ils devaient se rappeler un souvenir autobiographique pendant qu'ils déplaçaient les billes vers le haut ou vers le bas.

Et encore une fois, ils ont trouvé que **la valeur affective du souvenir** avait tendance à être **cohérente avec le sens du mouvement**.

D'où l'idée que les expériences émotionnelles et les schémas moteurs sont **mutuellement reliés**, chacun pouvant déclencher l'autre.

Lakoff et Johnson affirment que certains de nos concepts incarnés peuvent aussi **nous aider à raisonner**, et que par conséquent la façon dont on mène nos raisonnements est aussi **incarnée**.

On a tous une conception de “l’intérieur” et de “l’extérieur”, qui correspond à une expérience incarnée de notre corps comme un **conteneur**.

Ce qui fait qu’on peut facilement déduire en regardant cette image que la tasse, qui est dans le bol, est aussi dans l’assiette.



Et l’on se servirait du même raisonnement pour comprendre des syllogismes comme le célèbre :

“Tous les Hommes sont mortels. Socrate est un Homme. Donc Socrate est mortel.”

Si la catégorie Socrate (la tasse) est contenue dans la catégorie Homme (le bol), qui elle-même est contenue dans la catégorie Mortels (l’assiette), alors Socrate (la tasse) est forcément aussi contenu dans la catégorie Mortels (l’assiette).