

UTA – St-Jean – Cours 6 (6 novembre 2014)

La cognition située dans un « corps-cerveau-environnement »



Au menu aujourd'hui :

1^{ère} heure :

Cerveau câblé et cerveau hormonal

Complémentarité du système nerveux, hormonal et immunitaire
Quand le corps a ses raisons qui influencent la raison...

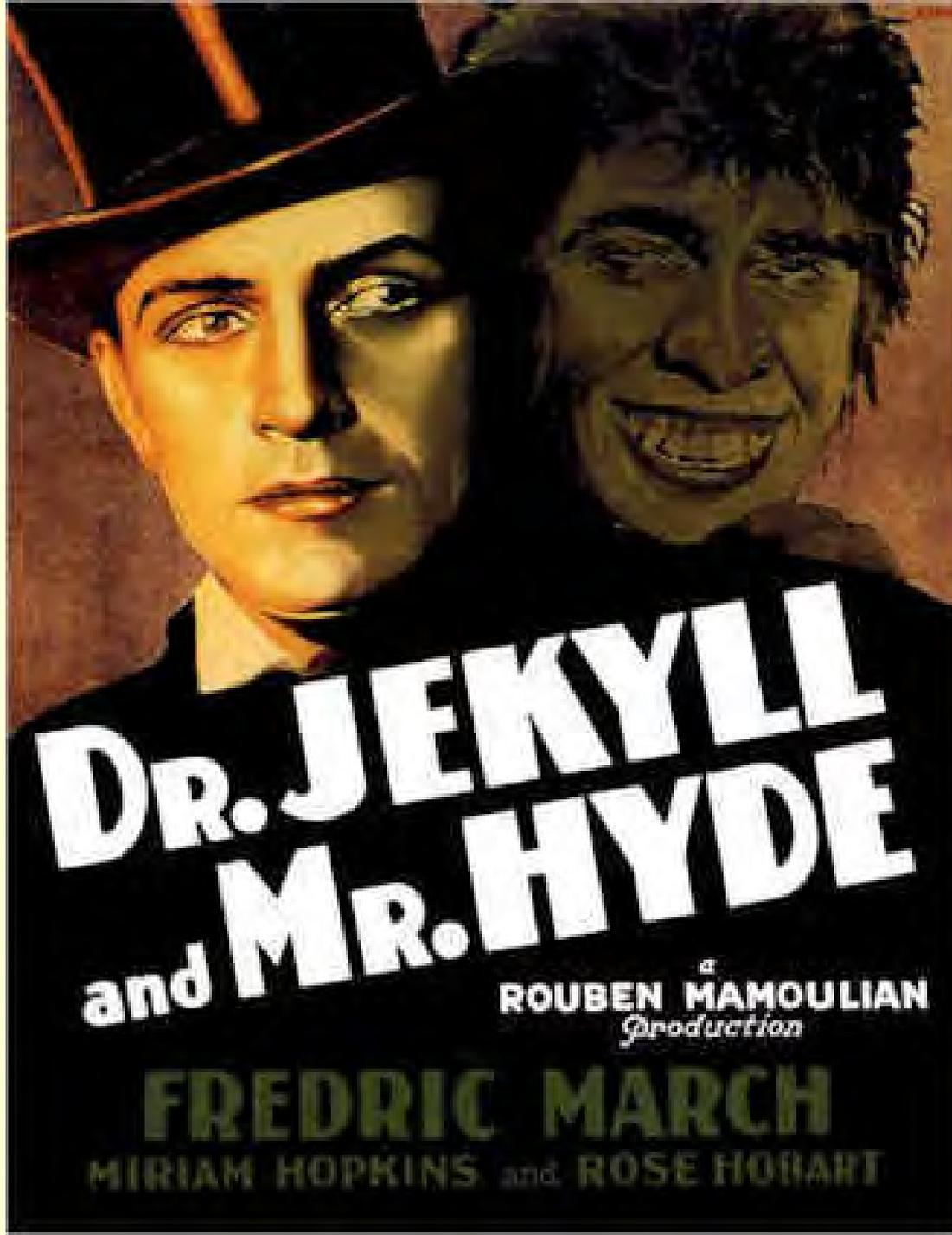
2^e heure :

Modèles, hypothèses et théories scientifiques

Trois grands paradigmes pour comprendre le cerveau au XX^e siècle

Un exemple de cognition incarnée : l'énaction

Épilogue : un modèle de fonctionnement du cerveau récent (Science, 2012)

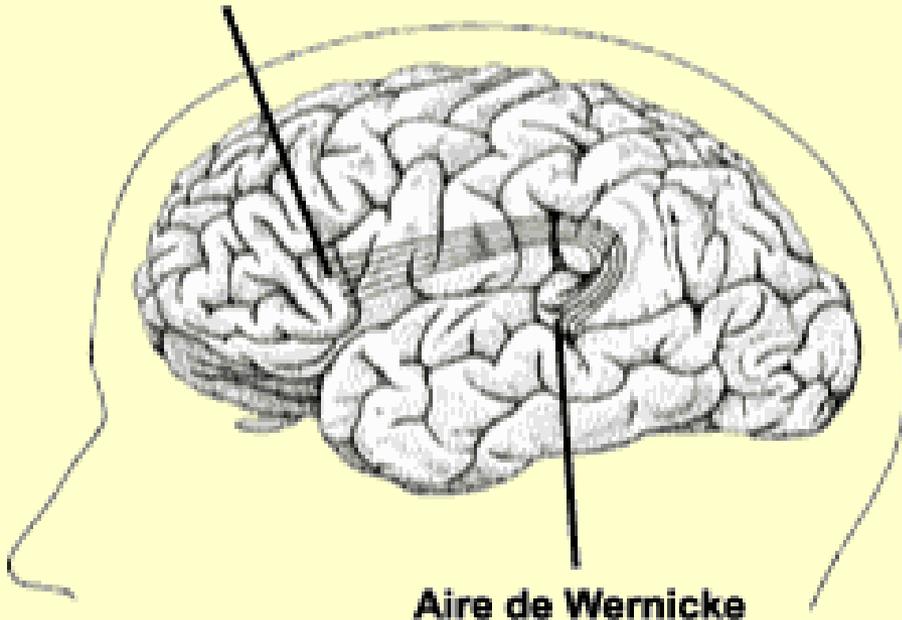


“cerveau câblé”

“cerveau hormonal”

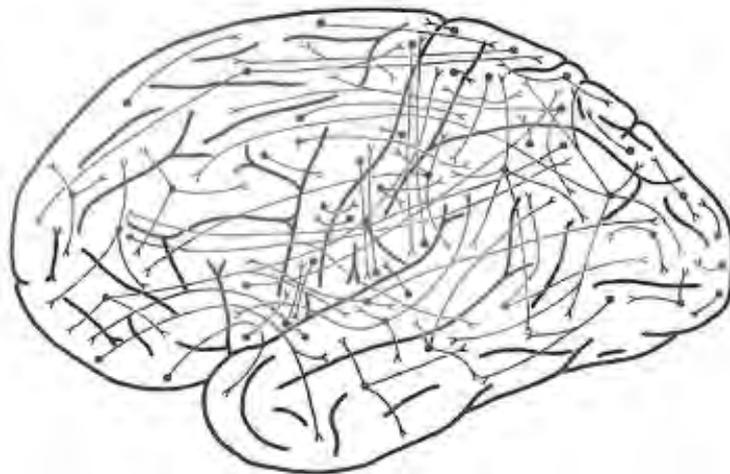
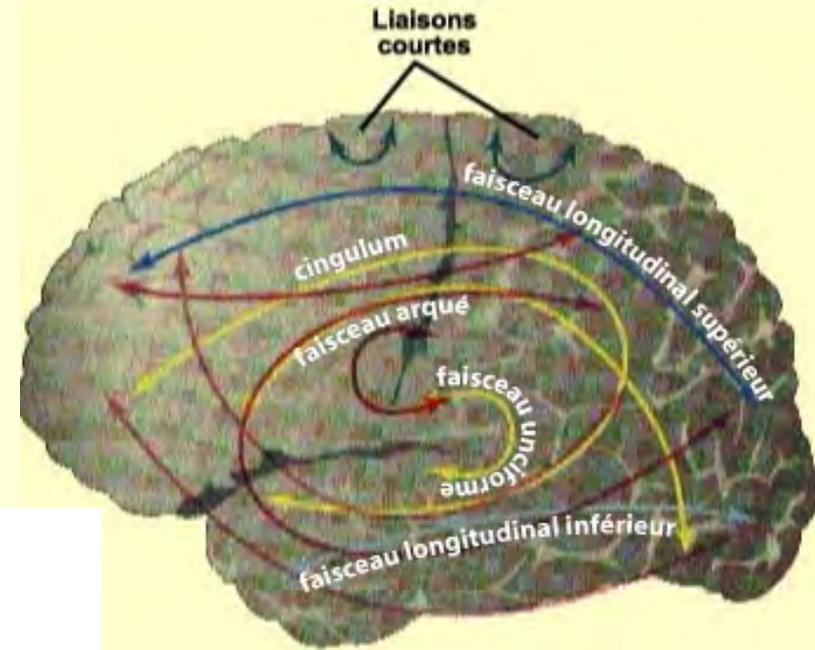
Neurones versus Hormones

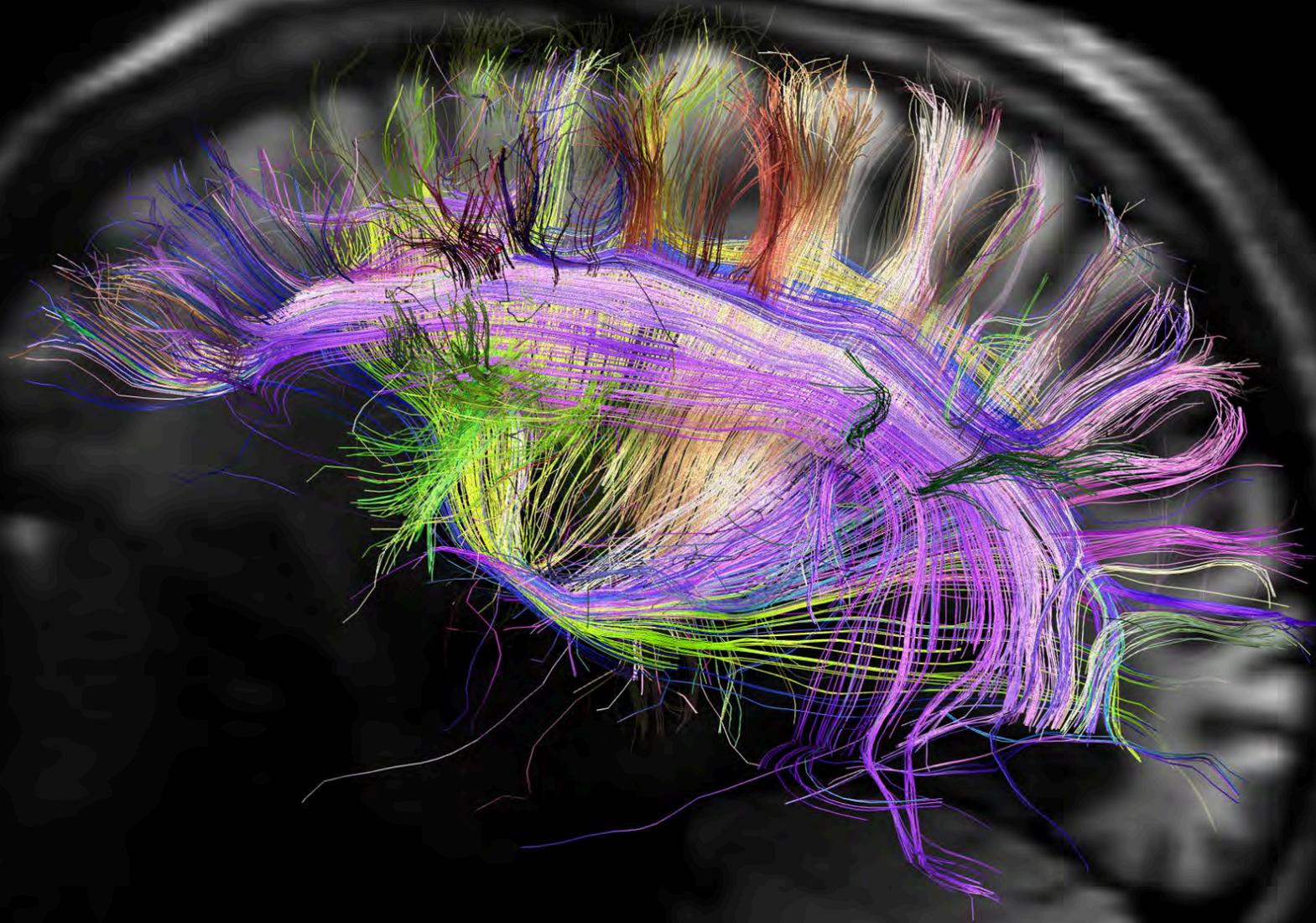
Aire de Broca

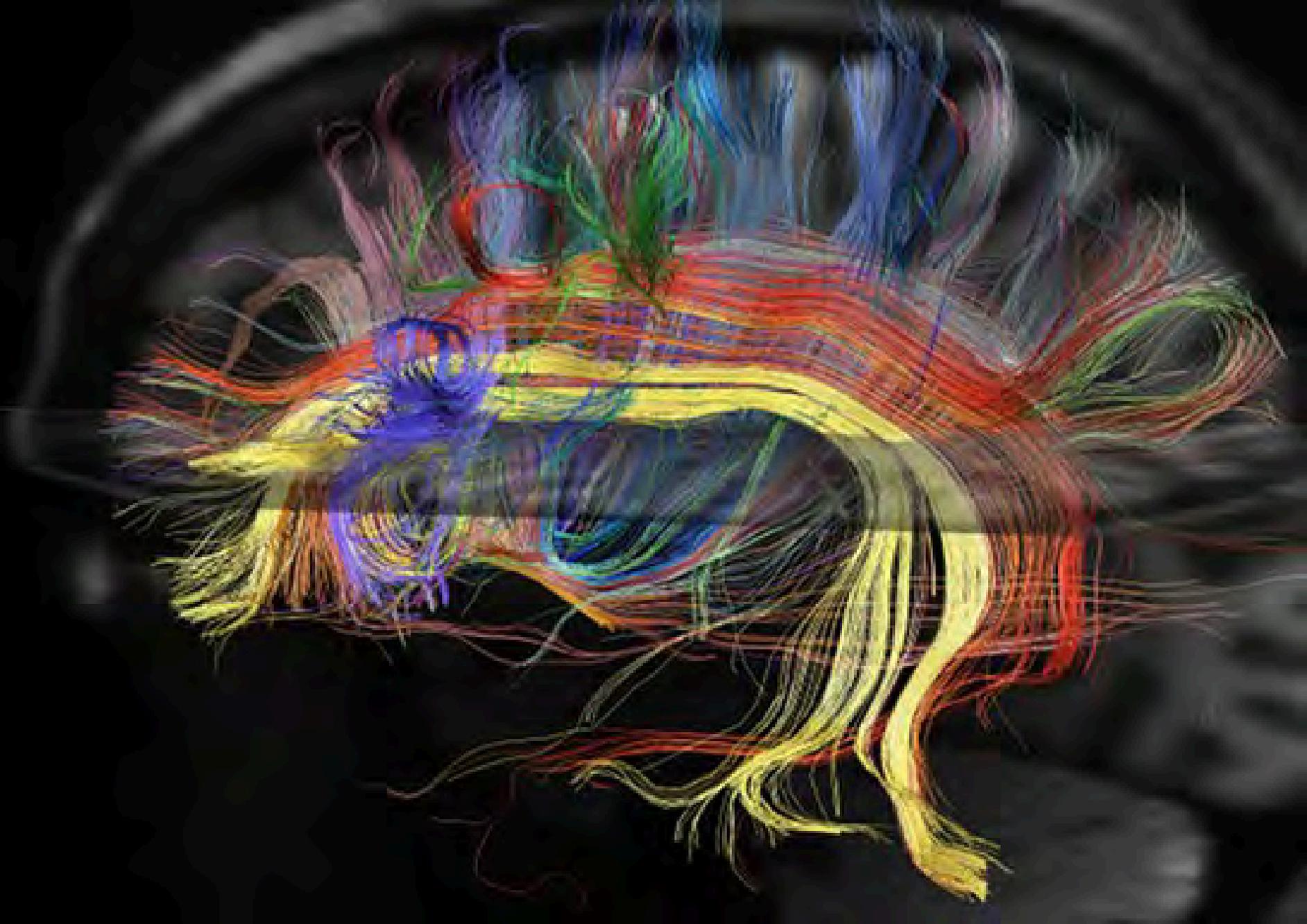


Aire de Wernicke

“cerveau câblé”

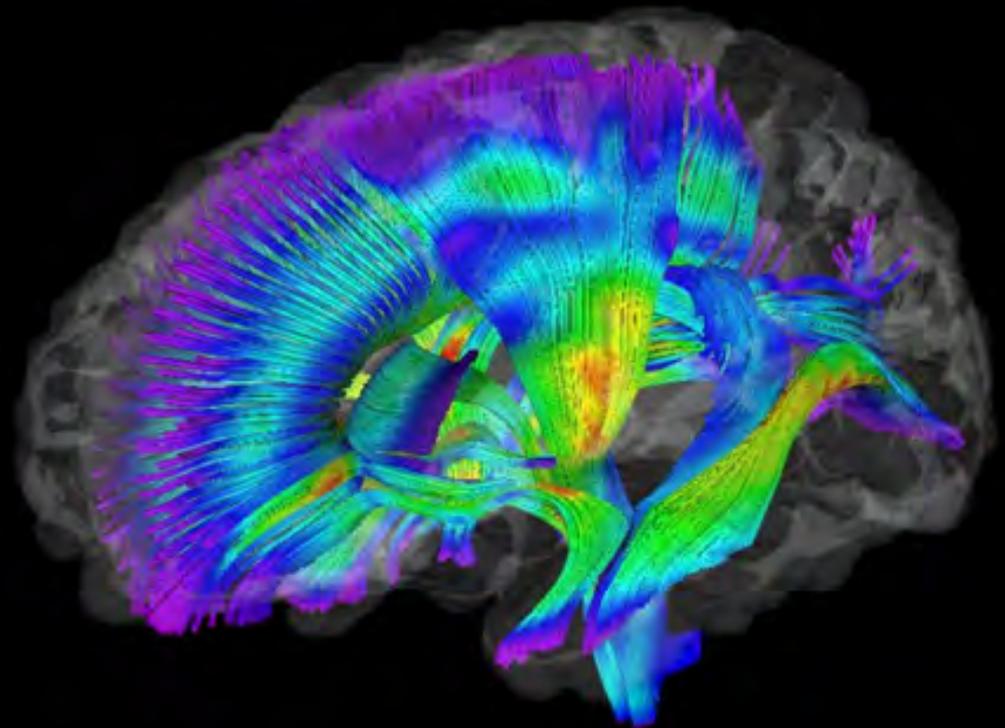






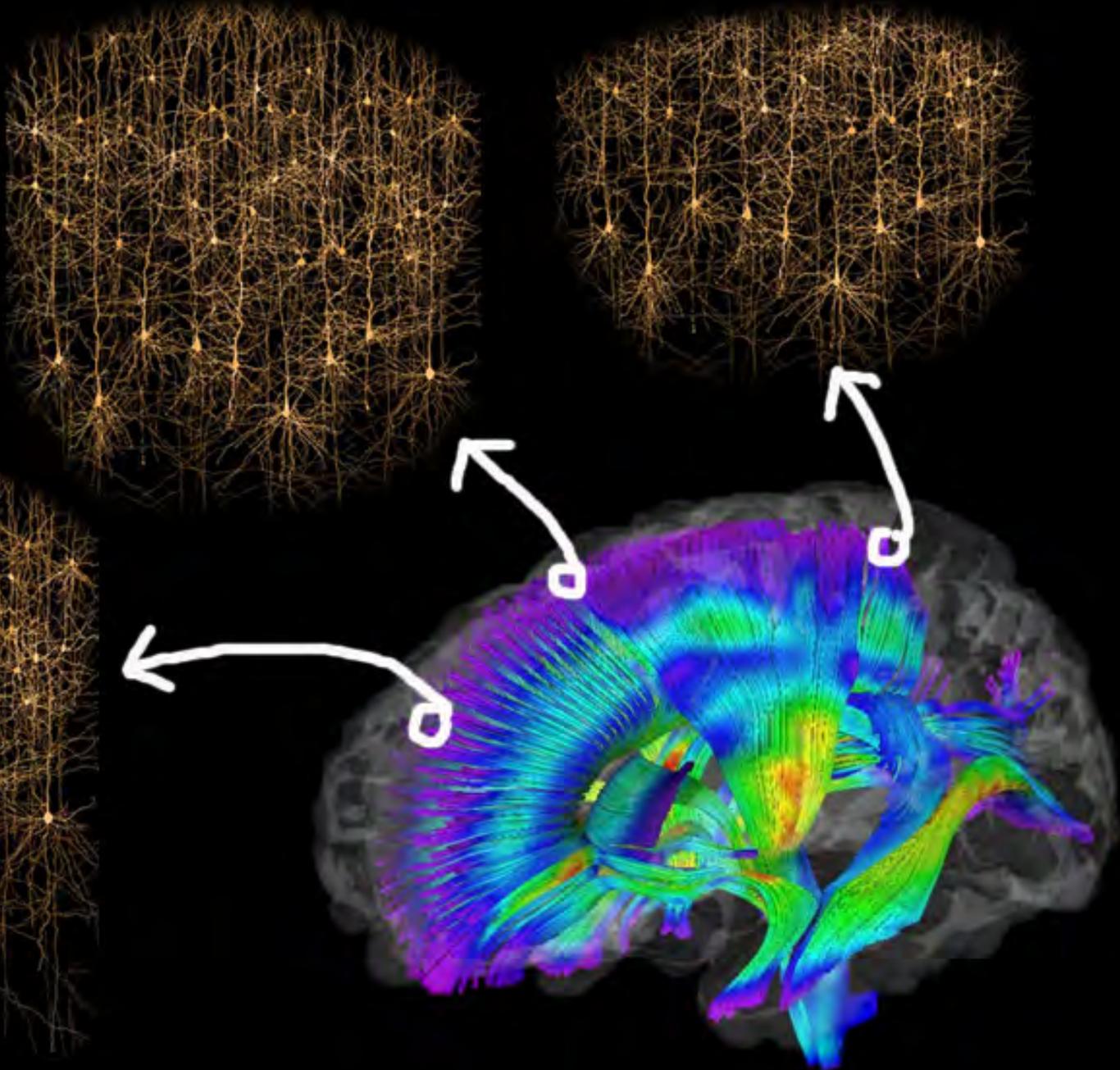
Courtesy of VJ Wedeen and LL Wald, Martinos Center, Harvard Medical School, Human Connectome Project

« Grandes
autoroutes...



« Grandes
autoroutes...

...et petites
rues locales.



Cerveau « câblé », mais câblé...

rigide

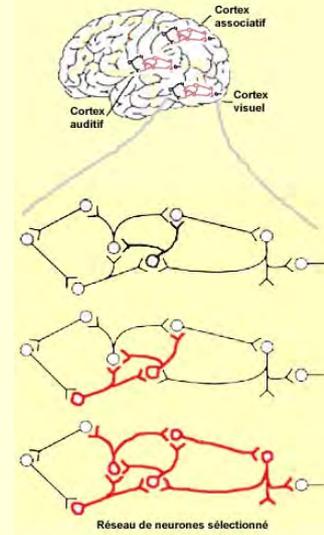
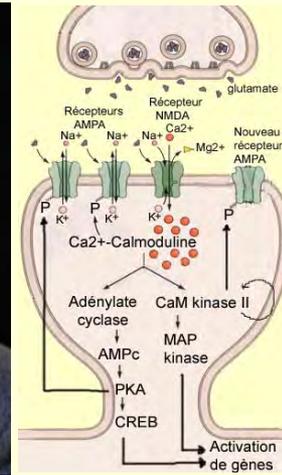
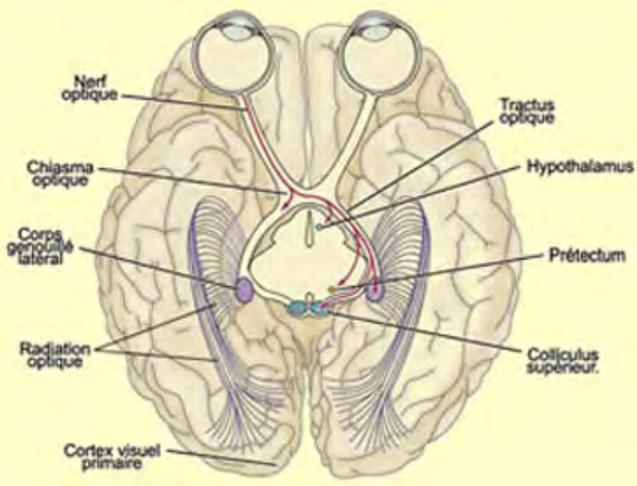
ou

souple

Cerveau « câblé », mais câblé...

rigide **et** souple

Jean-Pierre Changeux



« une grande part de l'organisation du cerveau est innée : les axones venant de la rétine vont toujours au corps genouillé latéral, etc... »

Début du XX^e siècle

« ...mais des processus de plasticité génèrent de la variabilité à plusieurs niveaux (molécule, réseaux neurones) »

Le vieux débat « nature / culture »

100%

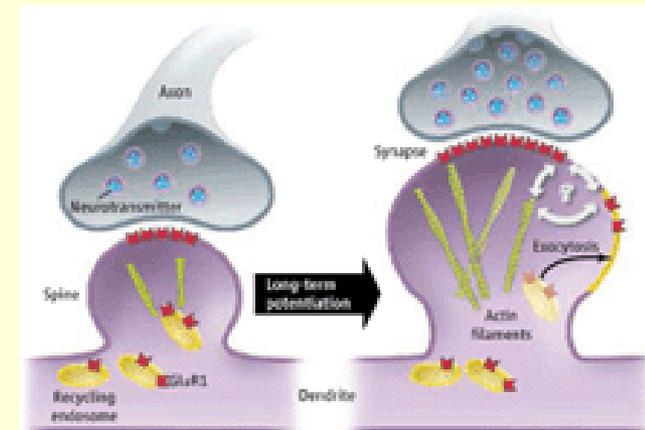
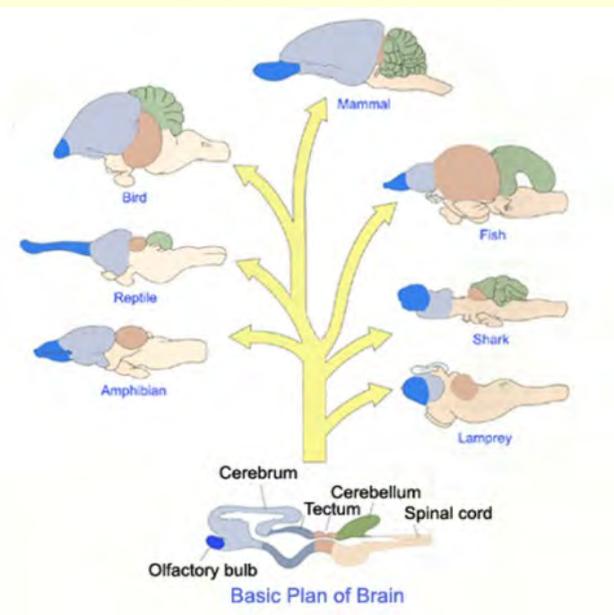
Inné

Mémoire de l'espèce
résultat de
Évolution des espèces

100%

Acquis

Mémoire de l'individu
résultat de
Développement de l'individu

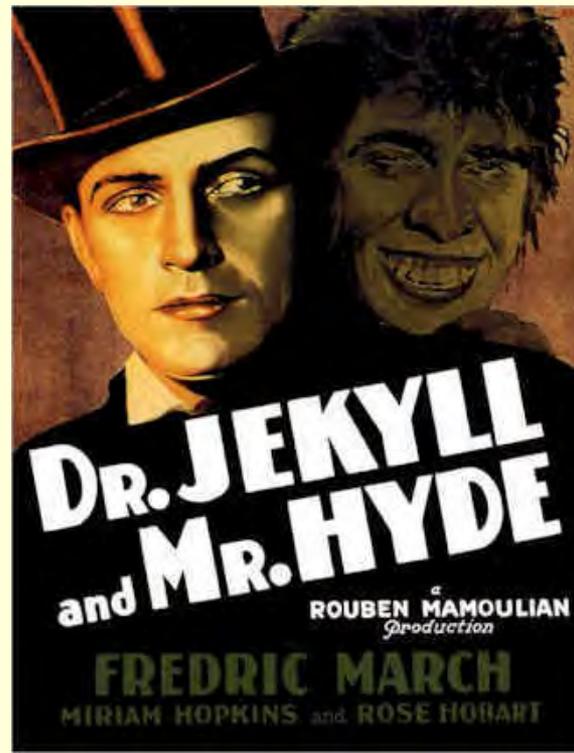


et « Biologie des passions »,
de Jean-Didier Vincent,
publié 3 ans plus tard
en 1986.

“cerveau
câblé”

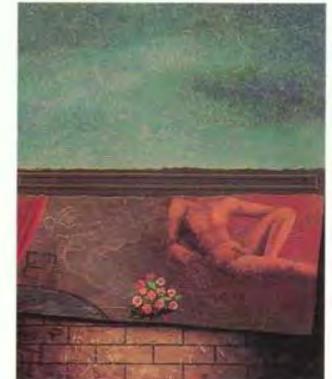


“cerveau
hormonal”



JEAN-DIDIER VINCENT

BIOLOGIE
DES PASSIONS



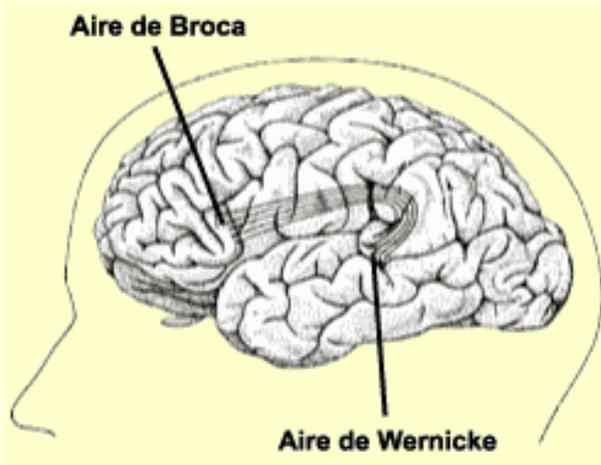
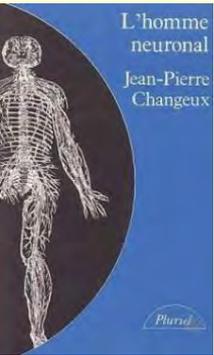
EDITIONS
ODILE JACOB
SCIENCES



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

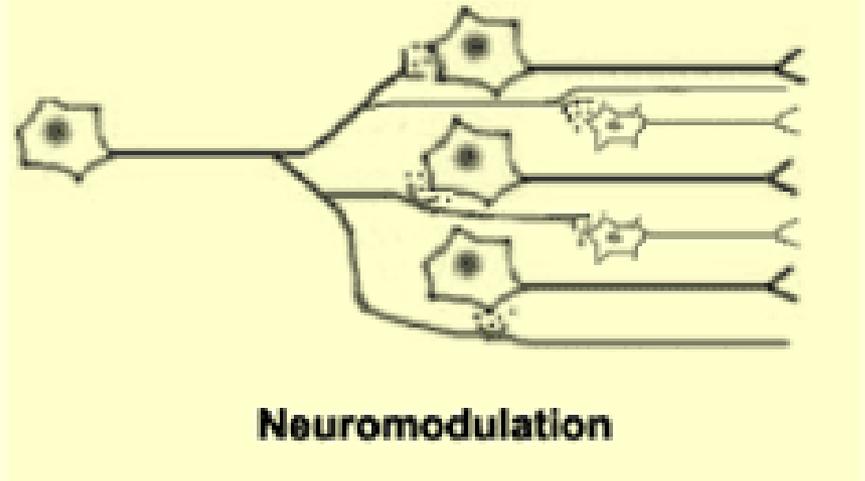
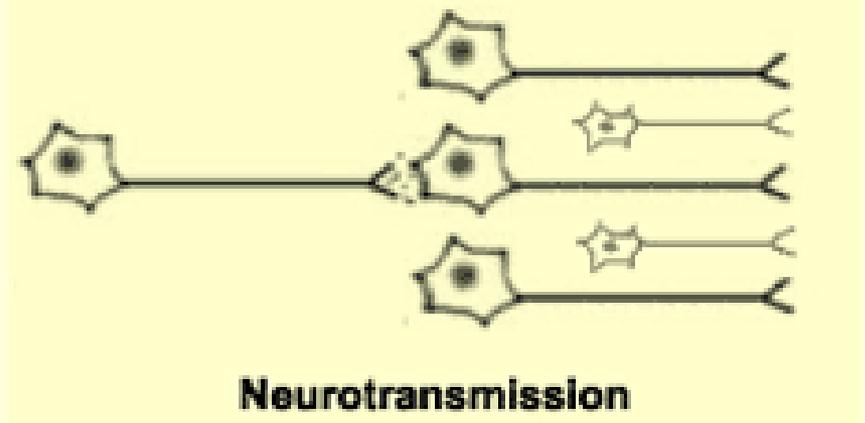
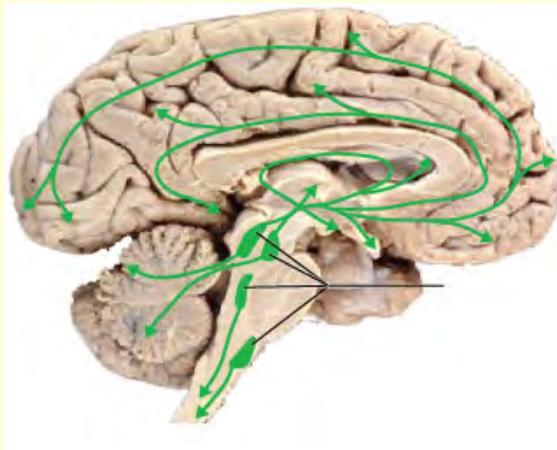
- Jean-Didier Vincent, *Biologie des passions* (1986)



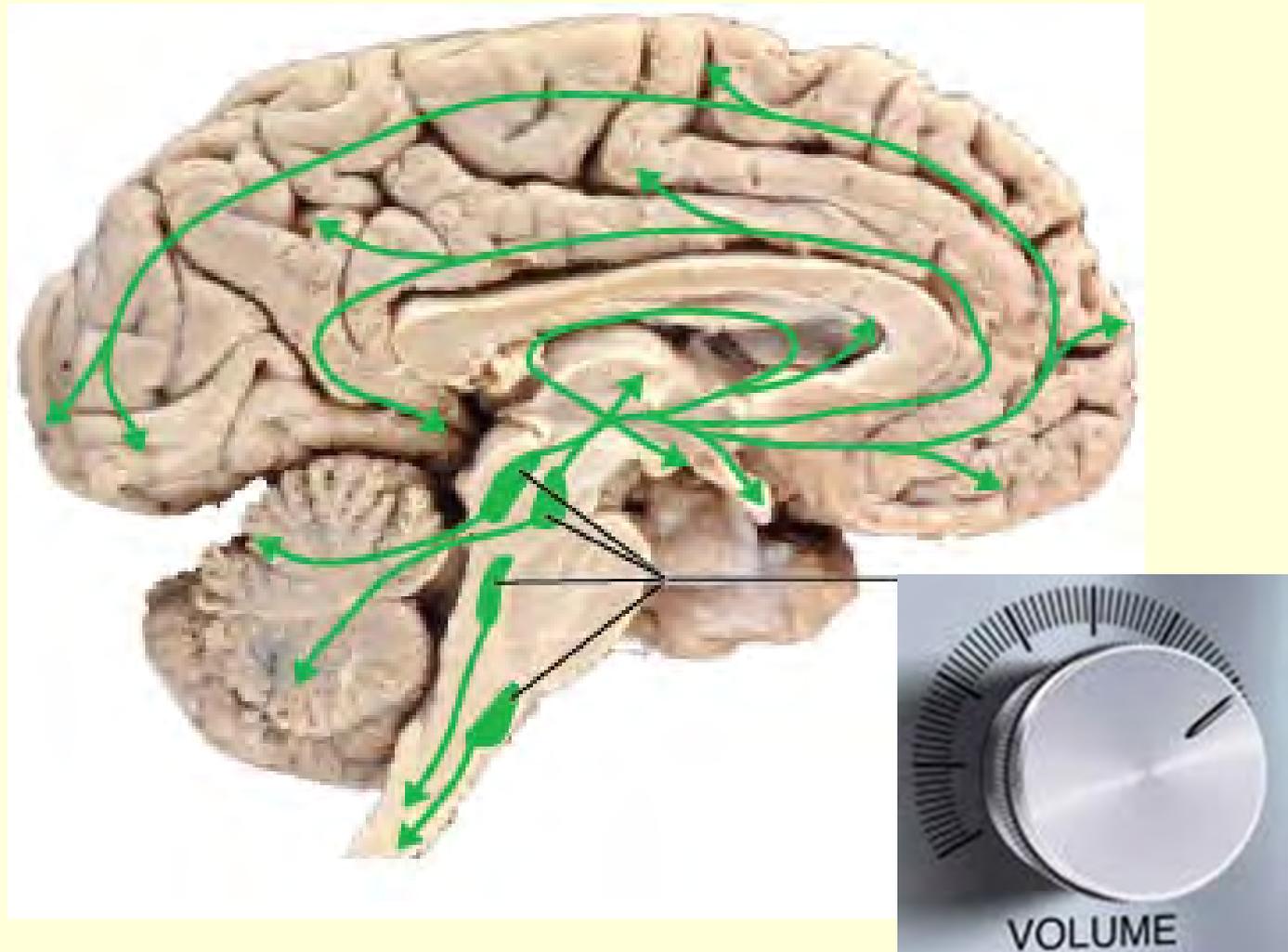


JEAN-DIDIER VINCENT

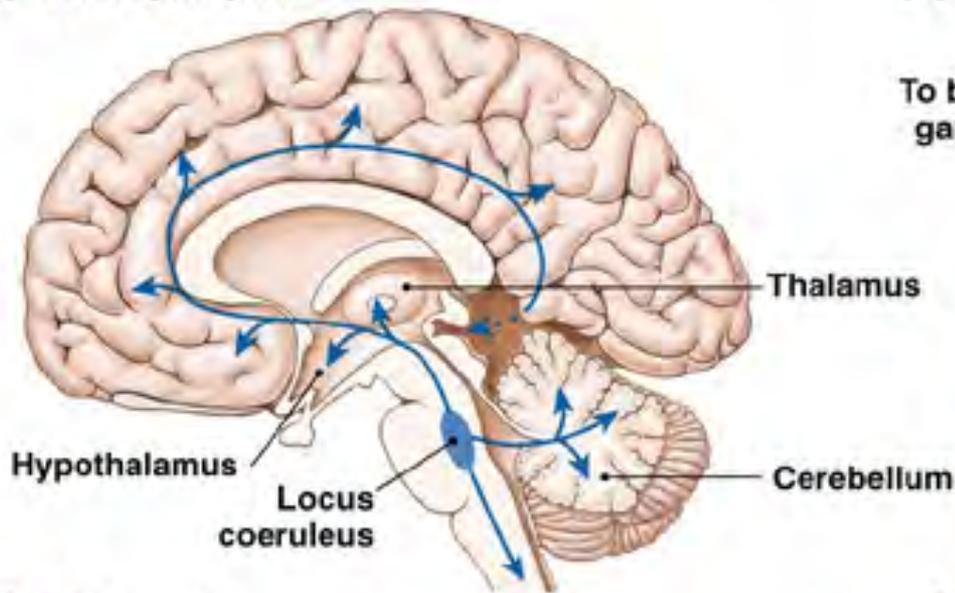
BIOLOGIE
DES PASSIONS



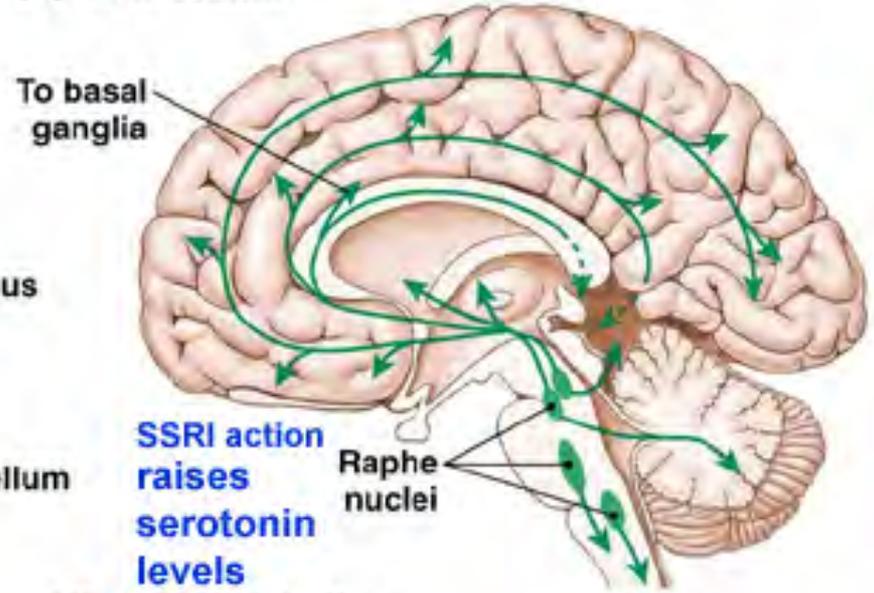
“cerveau hormonal”



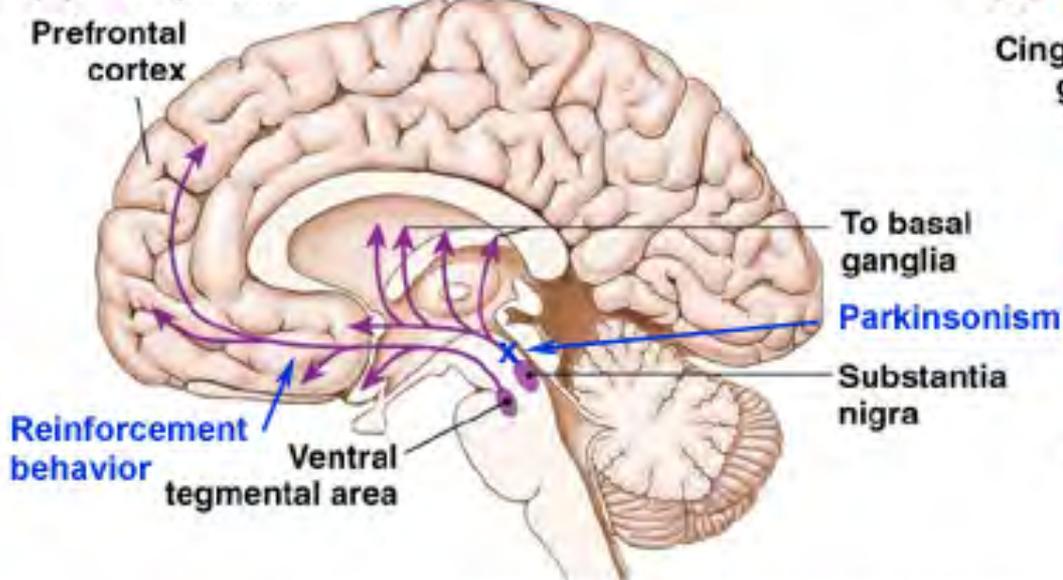
(a) ● Norepinephrine



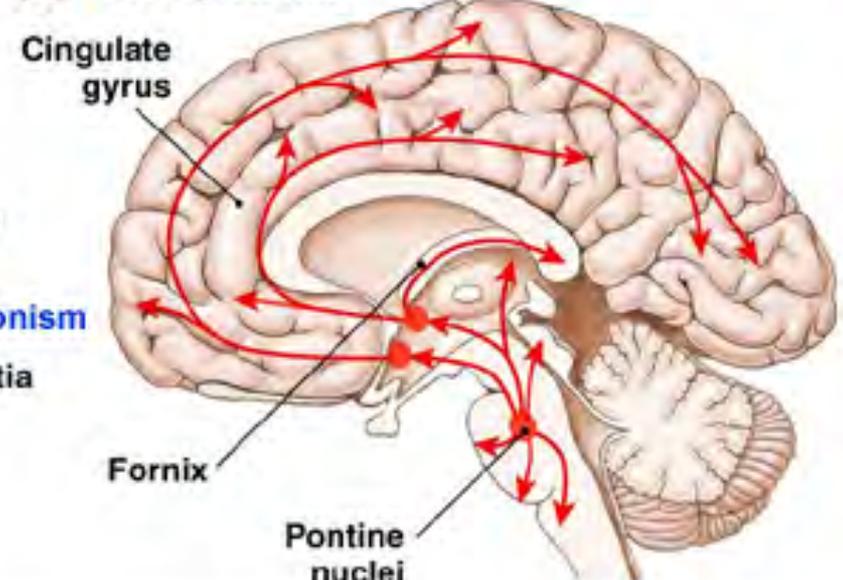
(b) ● Serotonin



(c) ● Dopamine



(d) ● Acetylcholine



Neuromodulation

(site de H. Markram au <http://markram-lab.epfl.ch/cms/lang/en/pid/88189>)

*“**This neuromodulation** is associated with diverse cognitive states, such as **arousal, sleep and reward.**”*

Oscillations** of neural networks in the brain have long been associated with different brain states, **and neuromodulators seem to play a critical role in the induction and modulation of these oscillations”



ÉVEIL

I

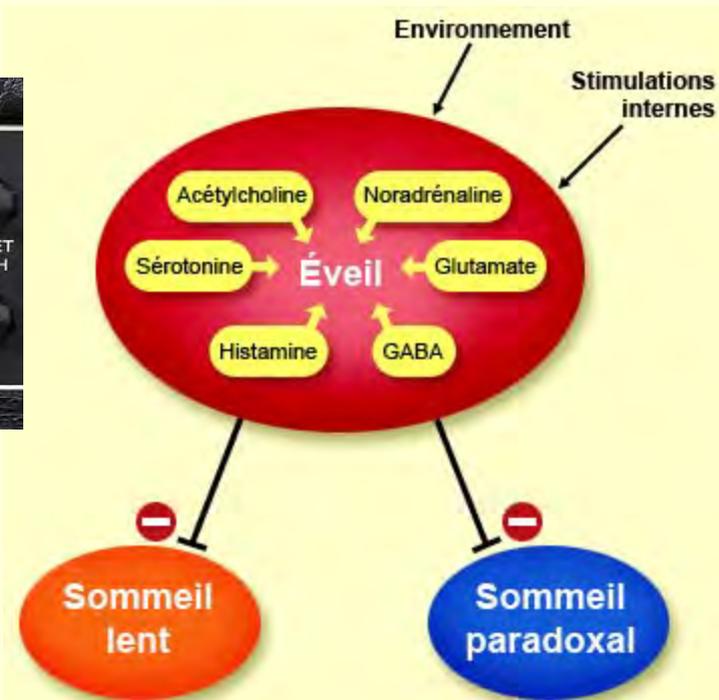
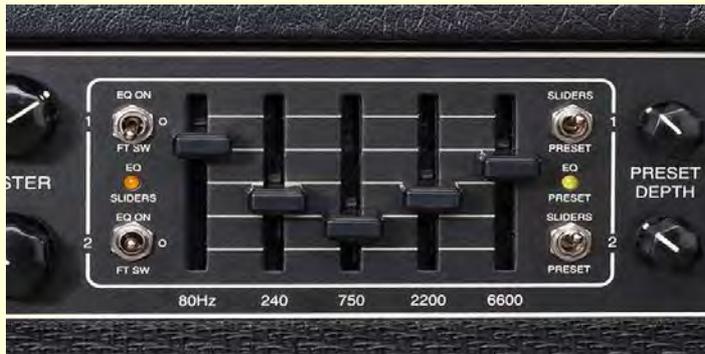
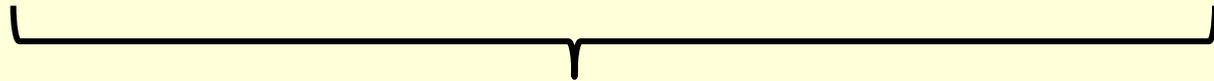
II

III

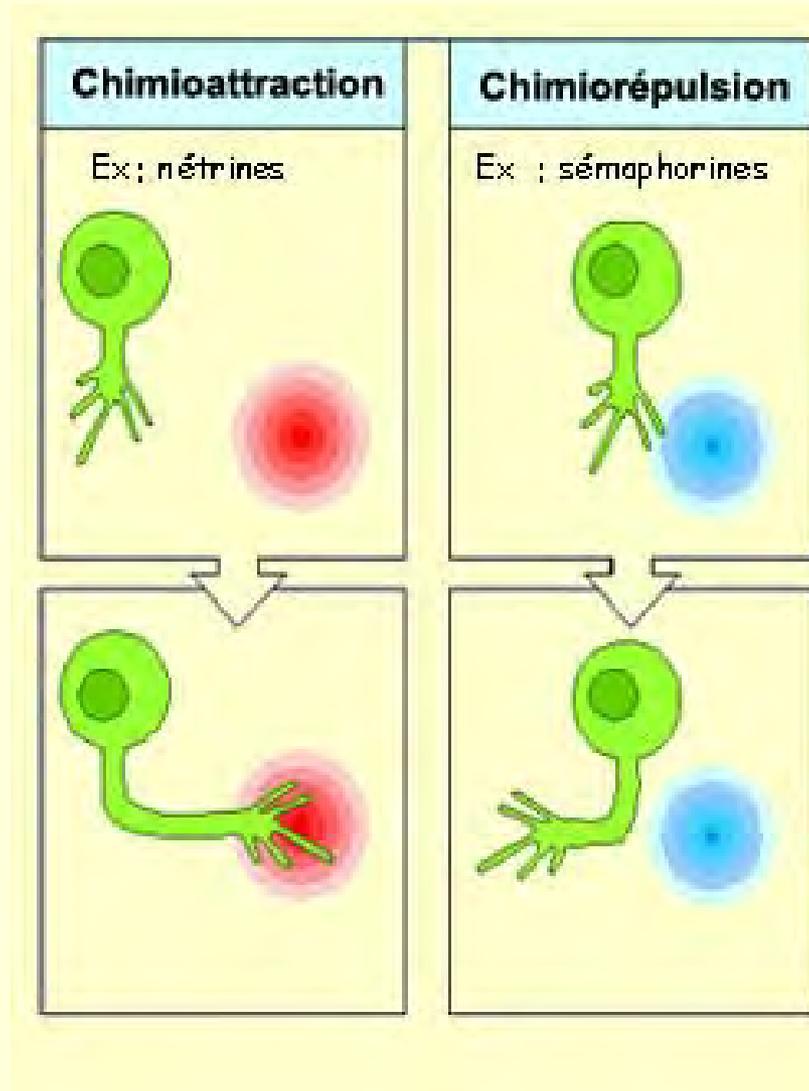
IV

REM

RÊVE



Dans une perspective **développementale**...





+



Au menu aujourd'hui :

1^{ère} heure :

Cerveau câblé et cerveau hormonal

Complémentarité du système nerveux, hormonal et immunitaire

Quand le corps a ses raisons qui influencent la raison...

2^e heure :

Modèles, hypothèses et théories scientifiques

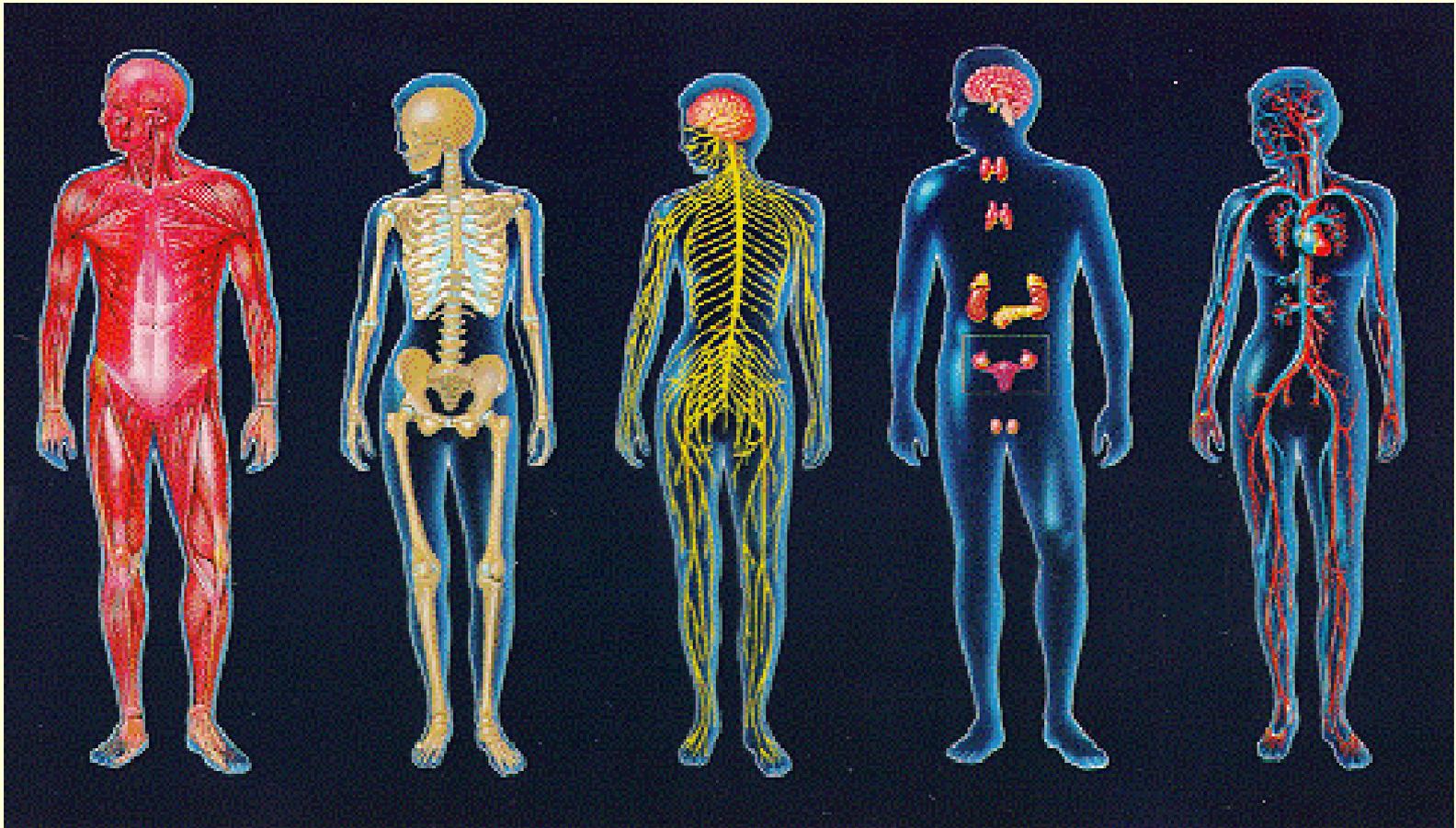
Trois grands paradigmes pour comprendre le cerveau au XX^e siècle

Un exemple de cognition incarnée : l'énaction

Épilogue : un modèle de fonctionnement du cerveau récent (Science, 2012)

L'interaction entre des molécules
et nos circuits de neurones
ne se limite pas seulement
au cerveau, mais se retrouve
dans tout le corps.

Différents grands systèmes de l'organisme...



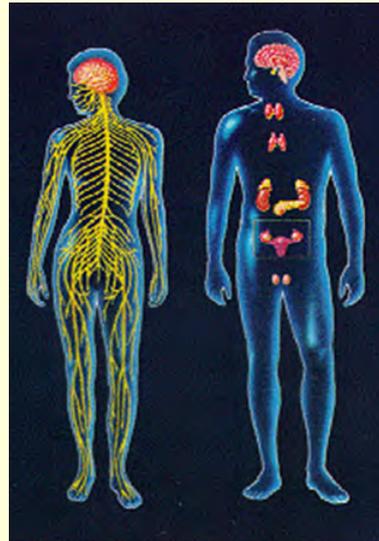
Musculo-squelettique

Nerveux

Endocrinien

Circulatoire

« La seule raison d'être d'un être vivant, c'est **d'être**,
c'est-à-dire de **maintenir sa structure.** » - Henri Laborit



Nerveux **Endocrinien**

Ces deux grands systèmes vont **collaborent**
constamment pour maintenir cette structure chez les
animaux.

Système **nerveux**

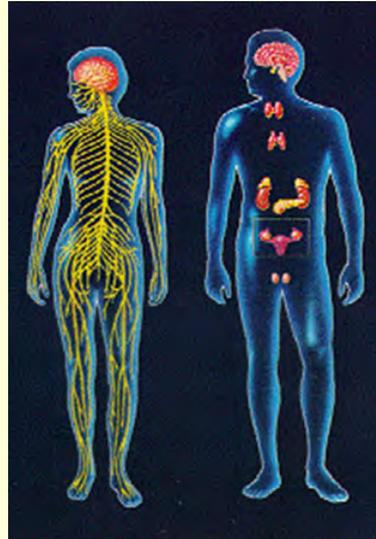
=

autonomie motrice

pour trouver leurs ressources
dans l'environnement

Donc boucles sensori-motrices

Donc **comportements**



Système **endocrinien**

=

Équilibre métabolique

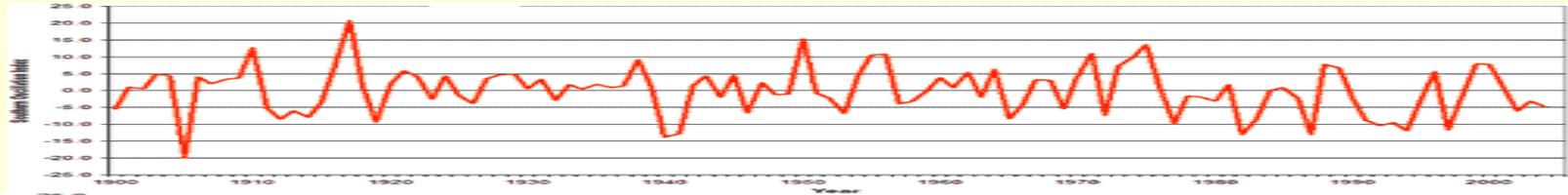
de l'environnement
interne

Donc boucles de rétroaction
biochimiques

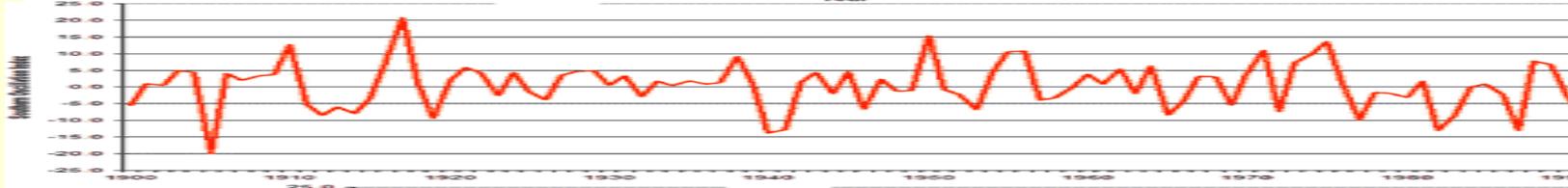
Donc **régulations
hormonales**

Nos besoins fondamentaux subissent des fluctuations qui s'éloignent parfois de la valeur optimale...

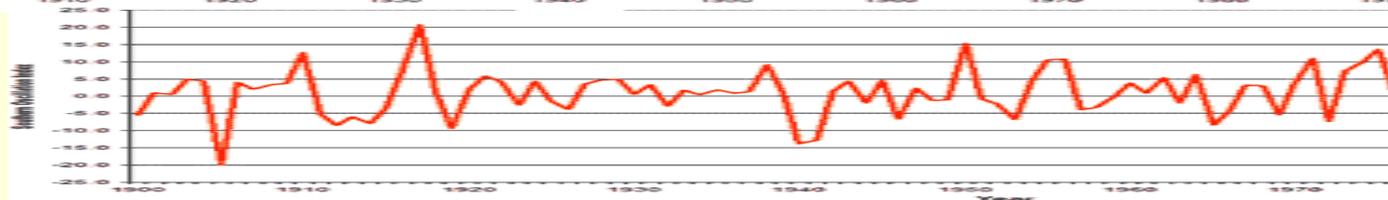
FAIM



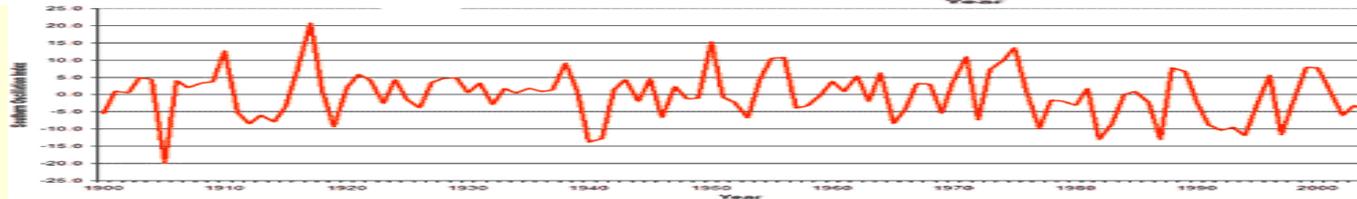
SOIF



TEMPÉRATURE



REPRODUCTION



...vers laquelle l'organisme va tendre à revenir toujours par 2 moyens :



**Par une réponse
comportementale
(système nerveux)**

**Par une réponse
métabolique
(système endocrinien)**

FAIM

Manger

Mobiliser ses réserves
(lipides, etc...)

SOIF

Boire

Diminuer l'élimination d'eau
(réabsorption par les reins,
etc....)

TEMPÉRATURE

Se met à l'abri
Hérissé ses poils

Augmente la production de
chaleur par ses cellules

REPRODUCTION

Comportements de
séduction
Accouplement

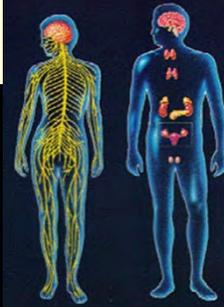
Maturation des cellules
sexuelles

SOINS ENFANTS

Comportements maternels

Production de lait

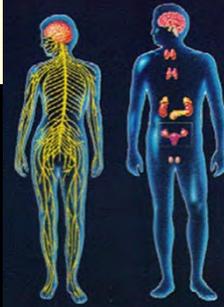
**Par une réponse
comportementale
(système nerveux)**



**Par une réponse
métabolique
(système endocrinien)**

**Les 2 systèmes travaillent donc toujours ensemble
et en parallèle pour assurer « l'homéostasie ».**

Par une réponse
comportementale
(système nerveux)



Par une réponse
métabolique
(système endocrinien)

JEAN-DIDIER VINCENT

BIOLOGIE
DES PASSIONS



« *Lorsqu'on pénètre le détail des mécanismes chimiques, on s'aperçoit que ce sont souvent les **mêmes substances** qui interviennent dans les mécanismes de la réponse comportementale et dans ceux de la réponse métabolique.* »

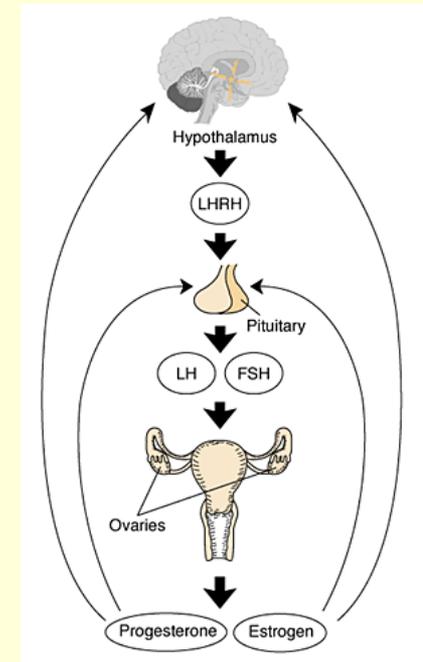
Autrement dit, **la même molécule** agit tantôt dans le sang sous la forme d'une hormone, tantôt dans le cerveau en tant que neurotransmetteur ou neuromodulateur.

3 exemples :

1) la **LHRH** : - hormone de libération : sécrétée par des **neurones de l'hypothalamus** dans le système porte hypothalamo-hypophysaire =

cellules glandulaires de l'hypophyse antérieure augmentent leur libération de LH et de FSH =

influence sur les glandes sexuelles : ovaires et testicules (ex.: déclenche la puberté).

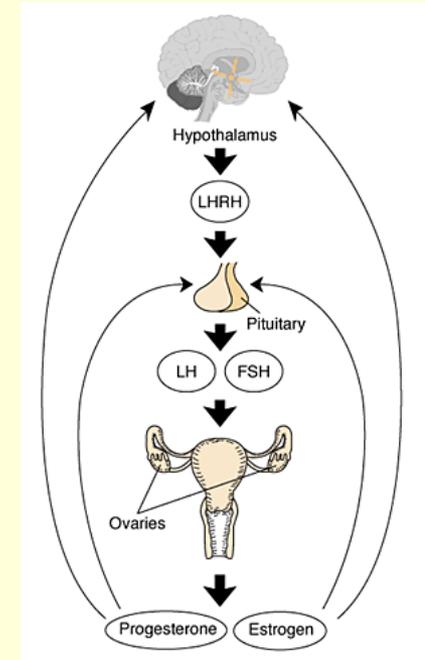


3 exemples :

1) la **LHRH** : - hormone de libération : sécrétée par des **neurones de l'hypothalamus** dans le système porte hypothalamo-hypophysaire =

cellules glandulaires de l'hypophyse antérieure augmentent leur libération de LH et de FSH =

influence sur les glandes sexuelles : ovaires et testicules (ex.: déclenche la puberté).



- injectée dans l'hypothalamus =

(donc présence de récepteur et agit comme neurotransmetteur dans un circuit de neurones impliqué dans la copulation)



3 exemples :

- 2) l'angiotensine :
- provoque par **voie sanguine** la contraction des vaisseaux
 - est présent également dans le **cerveau**, comme neurotransmetteur où elle déclenche le comportement de boisson, intervient dans la régulation nerveuse de la pression artérielle et commande la libération de l'hormone antidiurétique.
- 3) l'insuline :
- sécrétée comme **hormone** par le pancréas
 - participe dans le **cerveau** comme neurotransmetteur aux mécanismes du comportement alimentaire.

Neuroestradiol in the Hypothalamus Contributes to the Regulation of Gonadotropin Releasing Hormone Release.

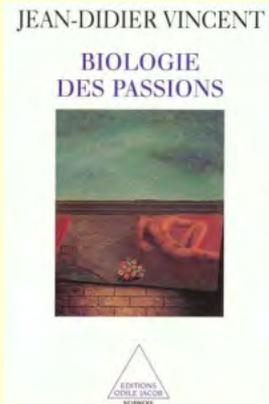
Journal of Neuroscience, **2013**.

<http://bit.ly/18amGF3>

“The estrogens are synthesized in the ovaries and help to regulate reproduction, as well as affecting body weight, learning, and memory.

In a new study published in the Journal of Neuroscience, researchers at the University of Wisconsin-Madison found that **the brains of rhesus macaques can also synthesize and release estrogens,** which researchers previously thought was limited to the ovaries.”

Ce qui n'est pas étonnant dans une perspective **évolutive**...



« *Les substances chargées de la communication sont présentes dans l'être vivant avant même que ne soient différenciés les [grands systèmes].*

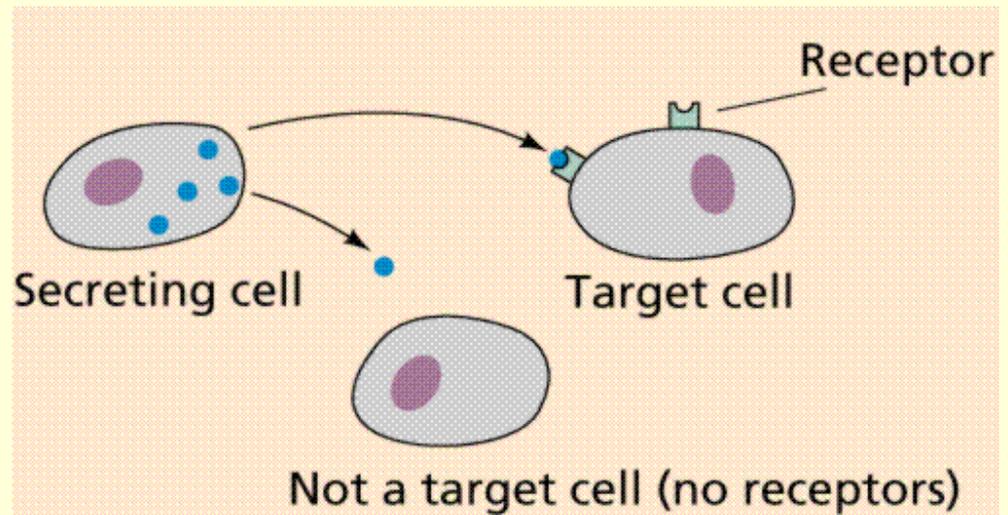
*Hormones et neurotransmetteurs **devancent** l'apparition des systèmes endocrines et nerveux. » (p.105)*



Ce qui n'est pas étonnant dans une perspective **évolutive**...

« Les substances chargées de la communication sont présentes dans l'être vivant avant même que ne soient différenciés les [grands systèmes].

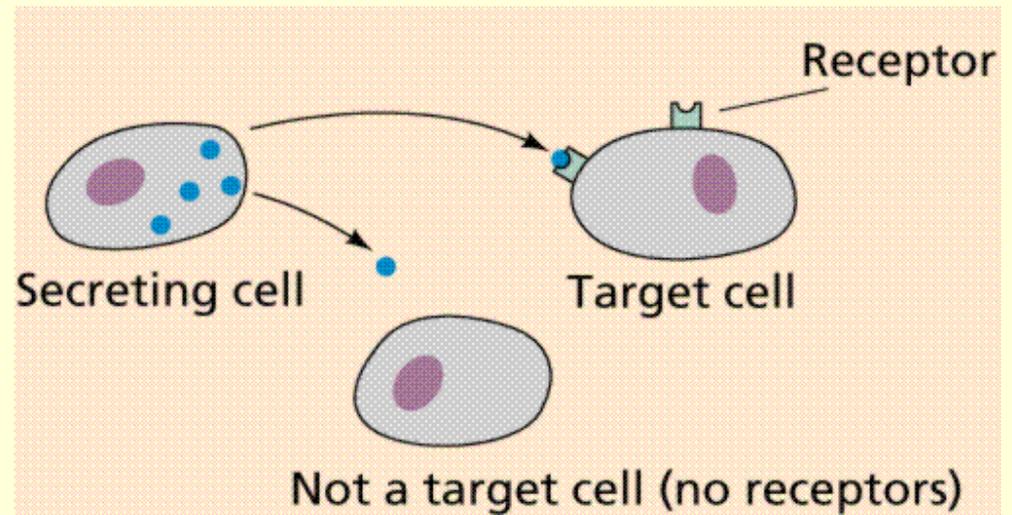
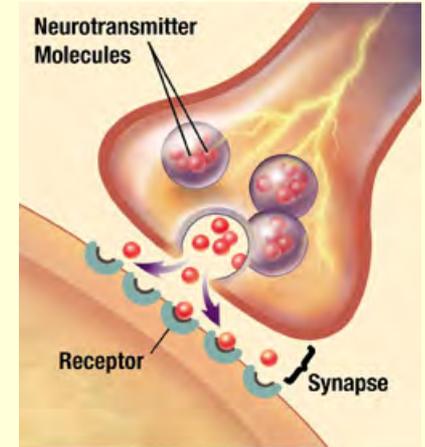
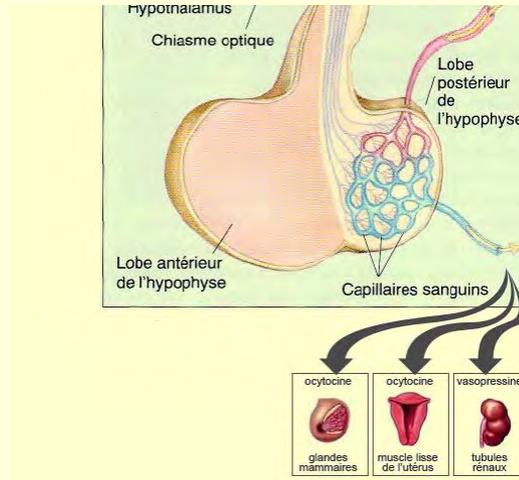
Hormones et neurotransmetteurs **devancent** l'apparition des systèmes endocrines et nerveux. » (p.105)



« Les mêmes substances sont à la fois hormones

et neurotransmetteurs

selon une confusion
des rôles qui nous est
maintenant familière. »



Pendant longtemps :

Cerveau

neurotransmetteurs

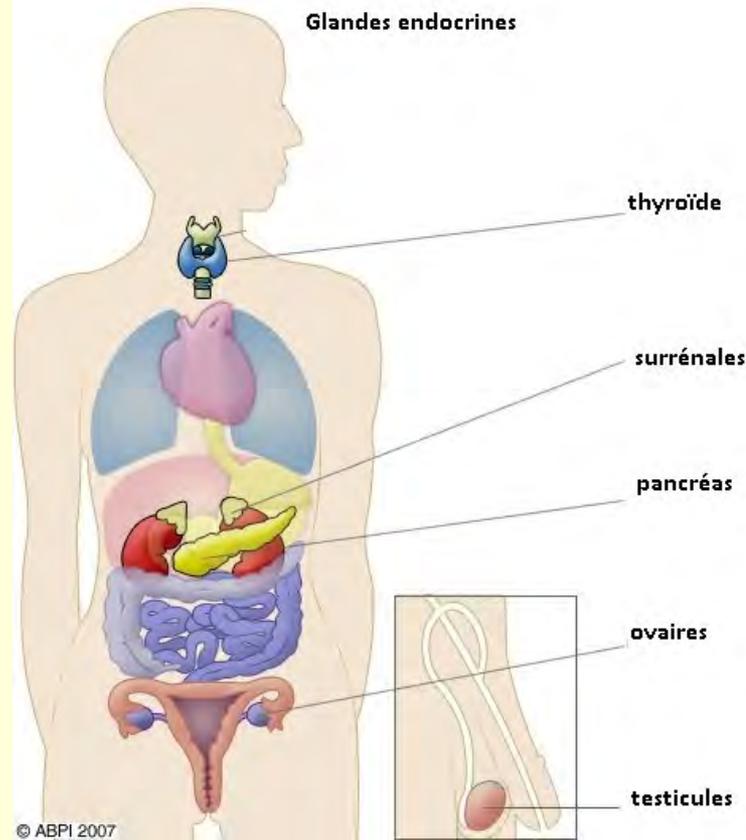


Corps

hormones



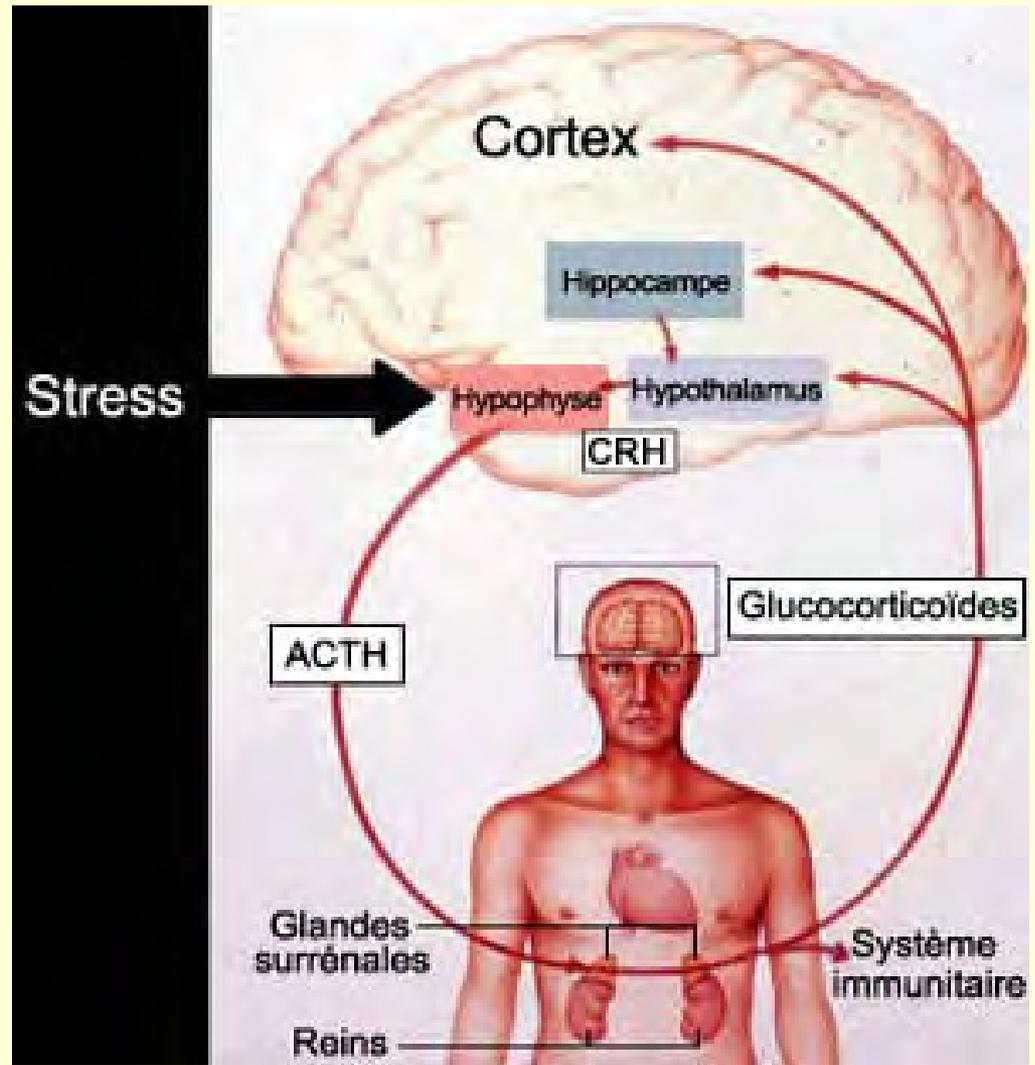
Glandes endocrines



La Neuroendocrinologie

s'est développée durant les années 1970 :

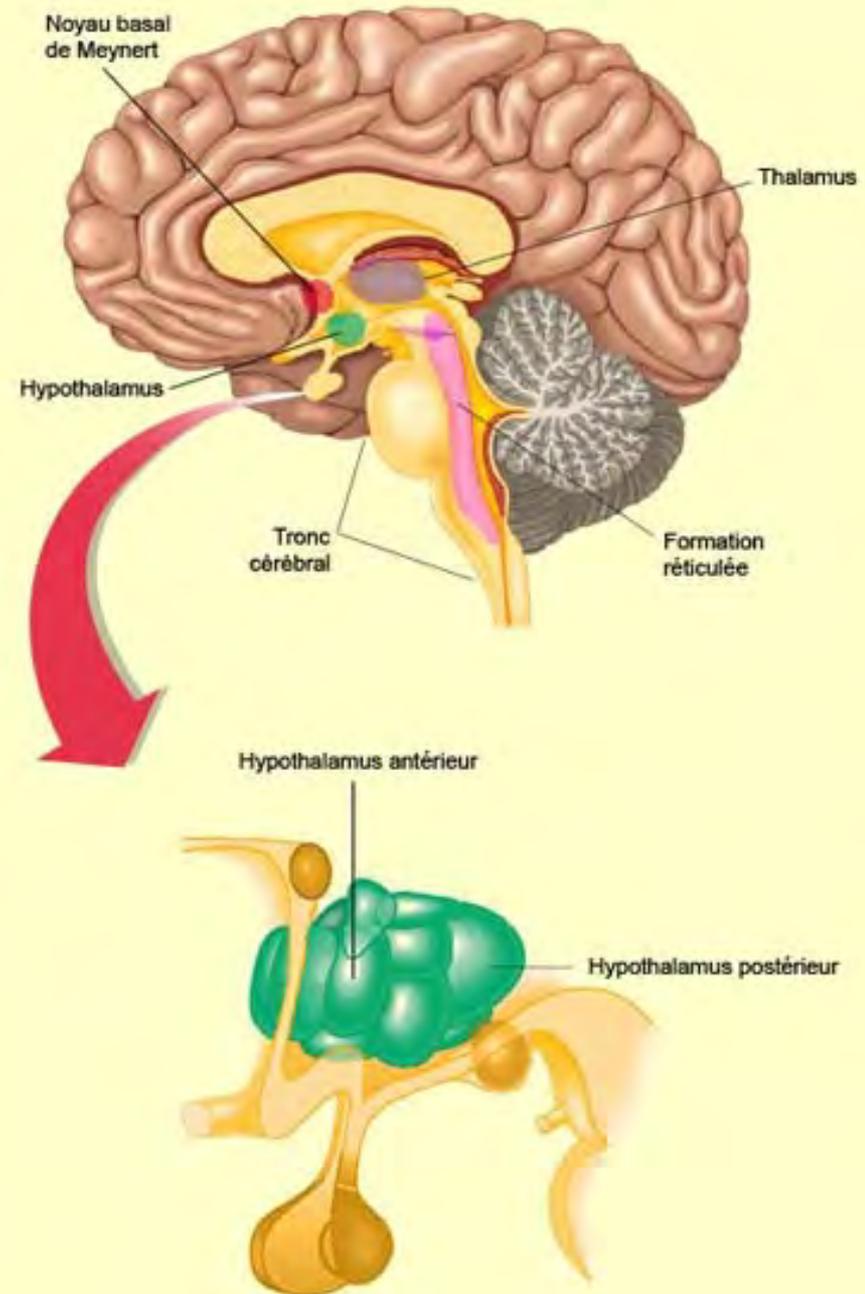
- se situe à l'intersection de deux grandes disciplines, la neurobiologie et l'endocrinologie.
- étudie les interactions entre le système nerveux et le système endocrinien
- et aussi la capacité qu'a le système nerveux à produire des hormones (ou « neurohormones »)





Jean-Didier Vincent a contribué à l'essor de la **neuroendocrinologie**

au début des années 1970 avec la caractérisation des osmorécepteurs dans **l'hypothalamus**.





Osmorecepteurs =

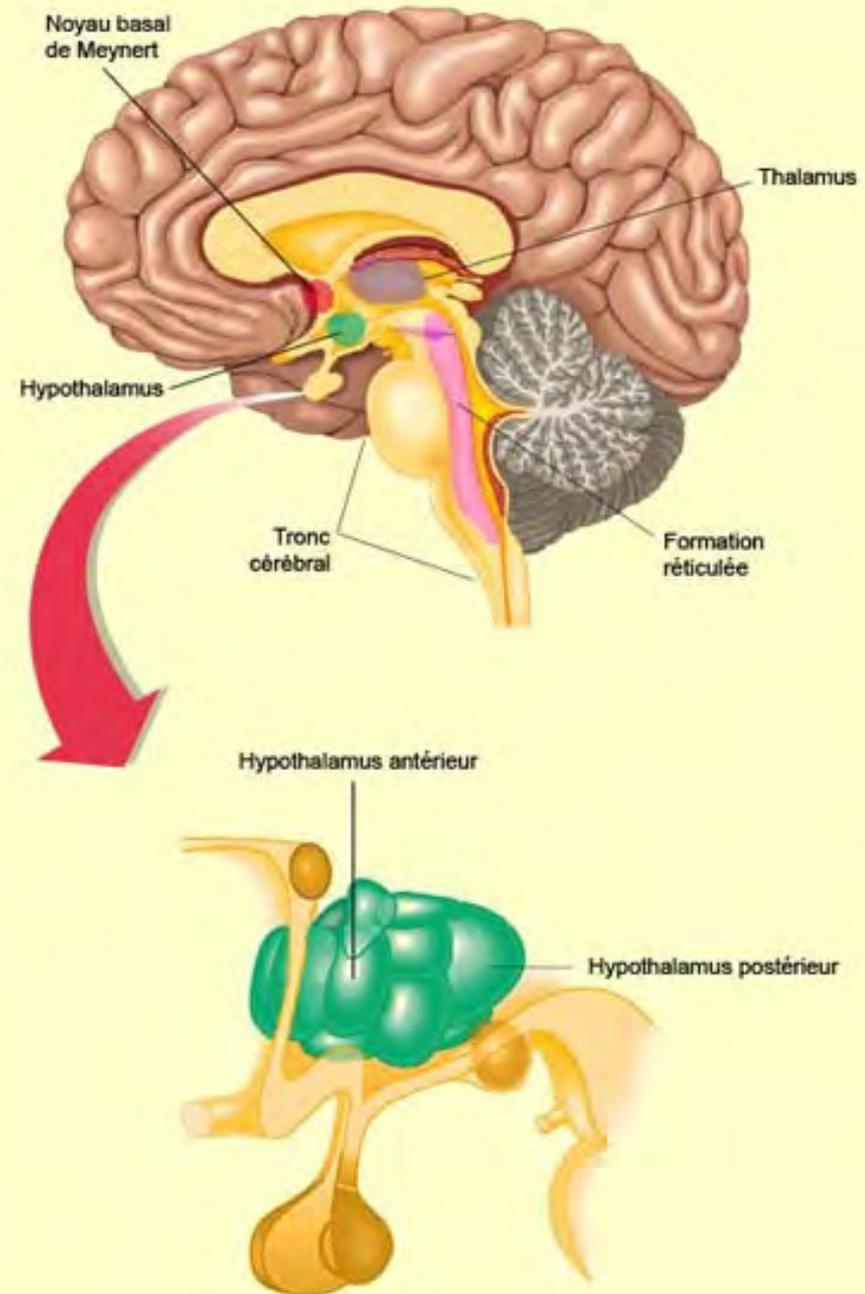
des neurones de l'hypothalamus

sensibles à la concentration osmotique du plasma

dont les axones sécrètent de la **vasopressine**

directement dans la circulation sanguine.

Et cette vasopressine, sécrétée par des neurones, va agir comme une **hormone** sur des organes du corps comme les reins ou les vaisseaux sanguins.

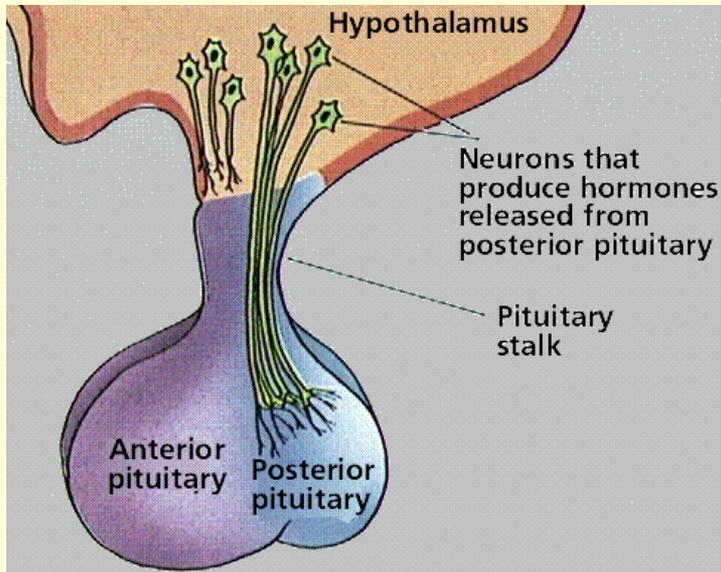


Ce qui m'amène naturellement à vous présenter

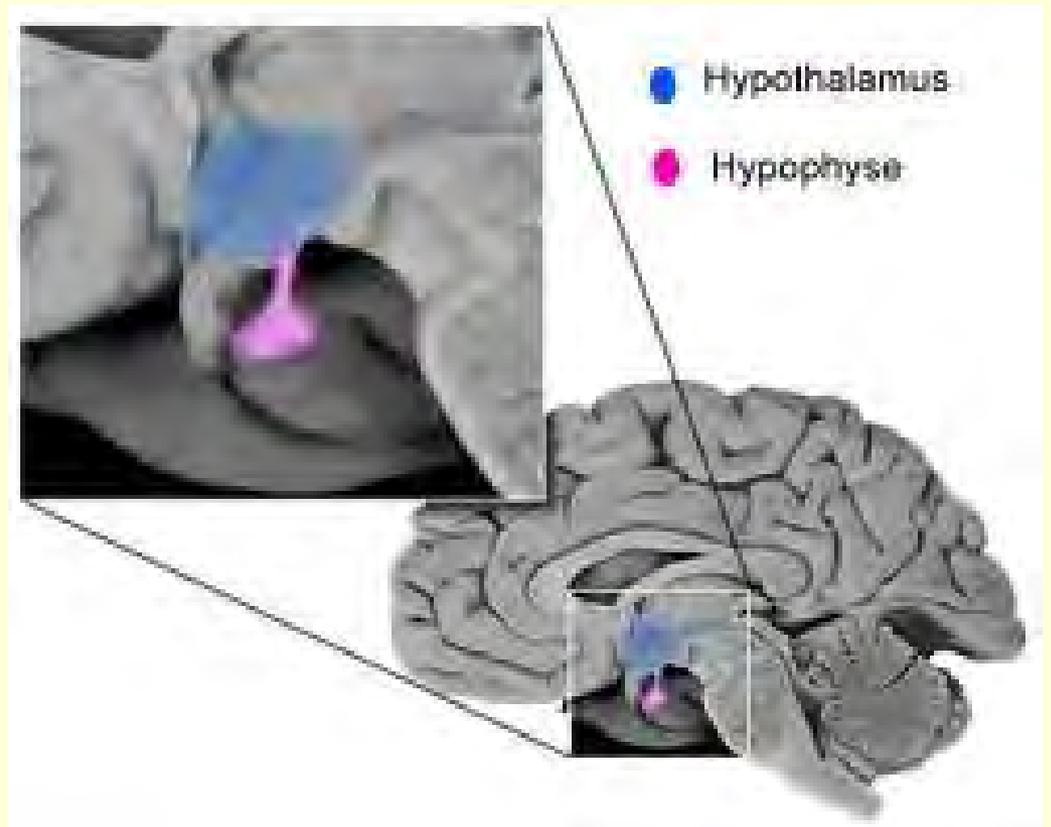
la grande complice de l'hypothalamus,
la « glande maîtresse » de l'organisme,

celle par qui le cerveau va pouvoir influencer l'activité de nombreuses glandes distribuées dans le corps tout entier,

et j'ai nommé :

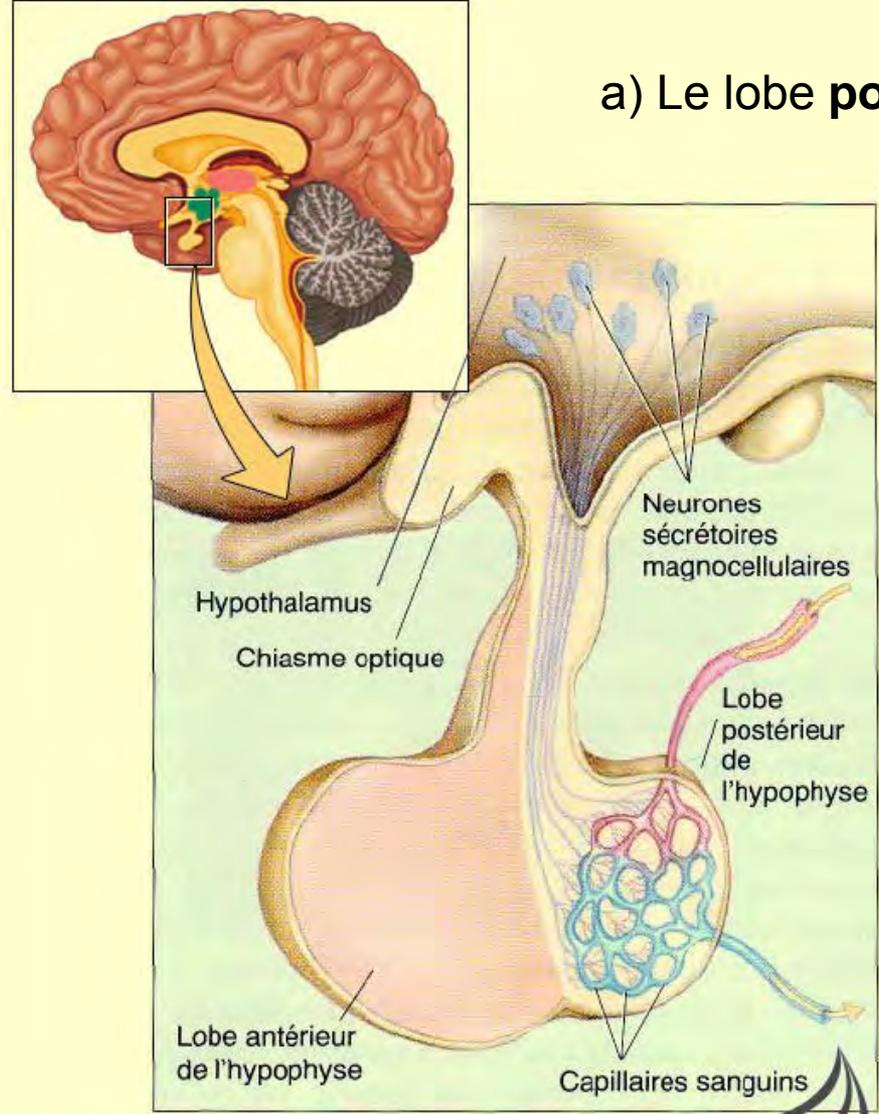


l'hypophyse



L'hypophyse et ses 2 lobes

a) Le lobe postérieur



par où diffusent la vasopressine et ocytocine

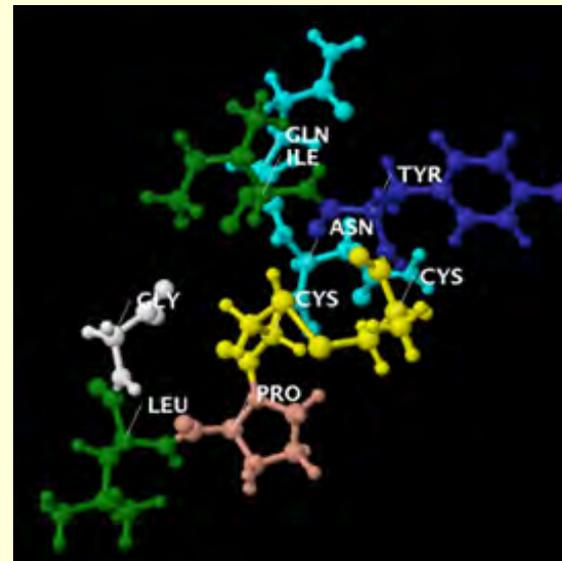




L'ocytocine,

parfois appelée « l'hormone du lien »,
est décrite au :

http://lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d_04/d_04_m/d_04_m_des/d_04_m_des.html

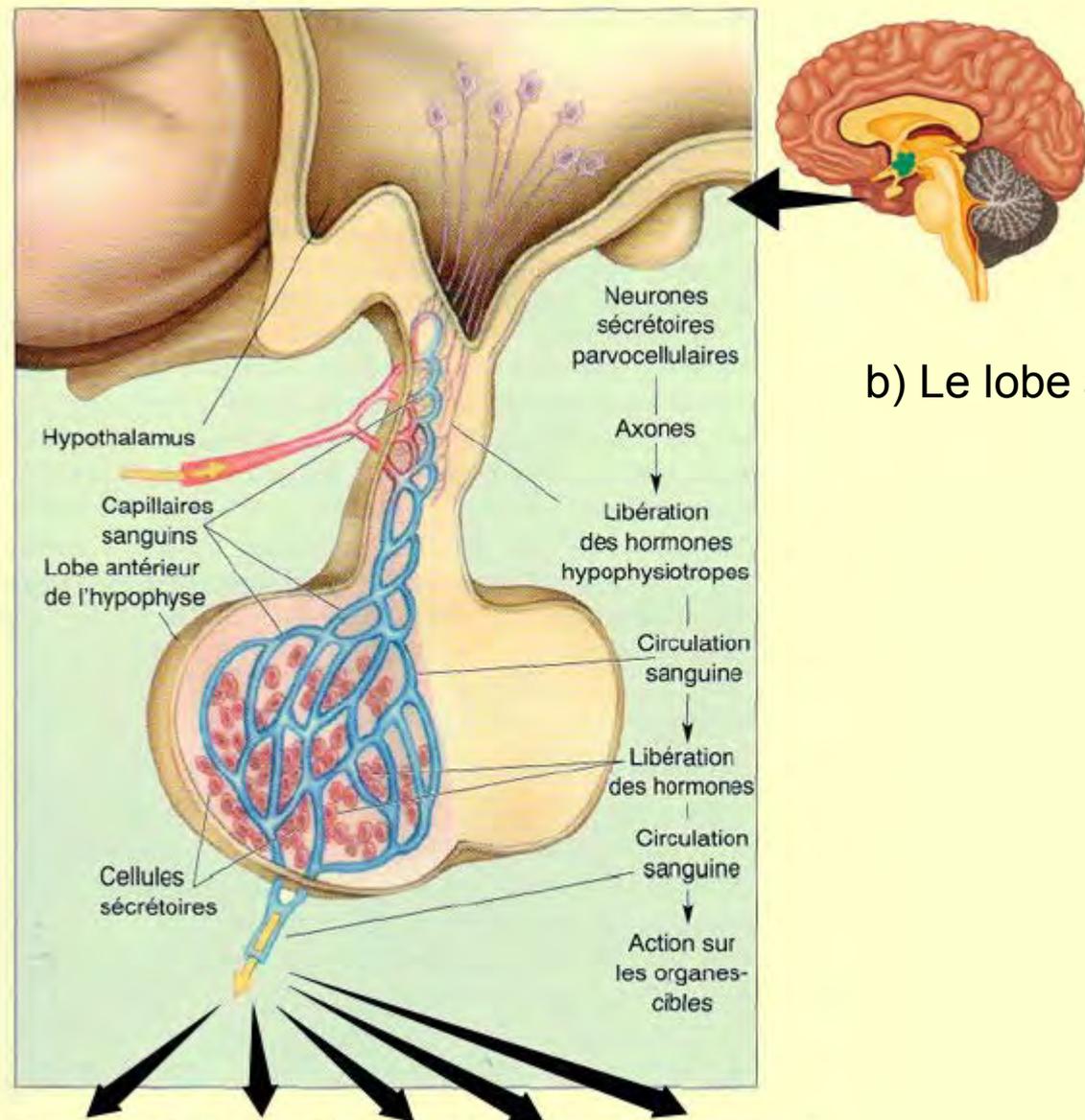


Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

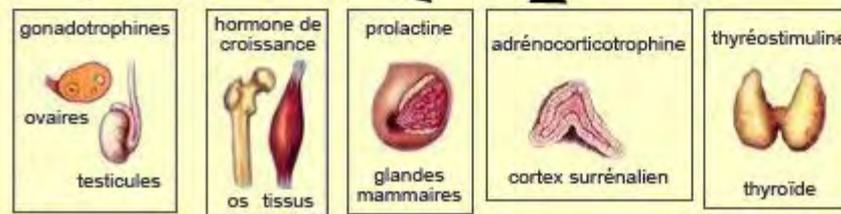
Oxytocine et autres engouements : rien n'est simple

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2013/02/11/ocytocine-et-autres-engouements-rien-nest-simple/>

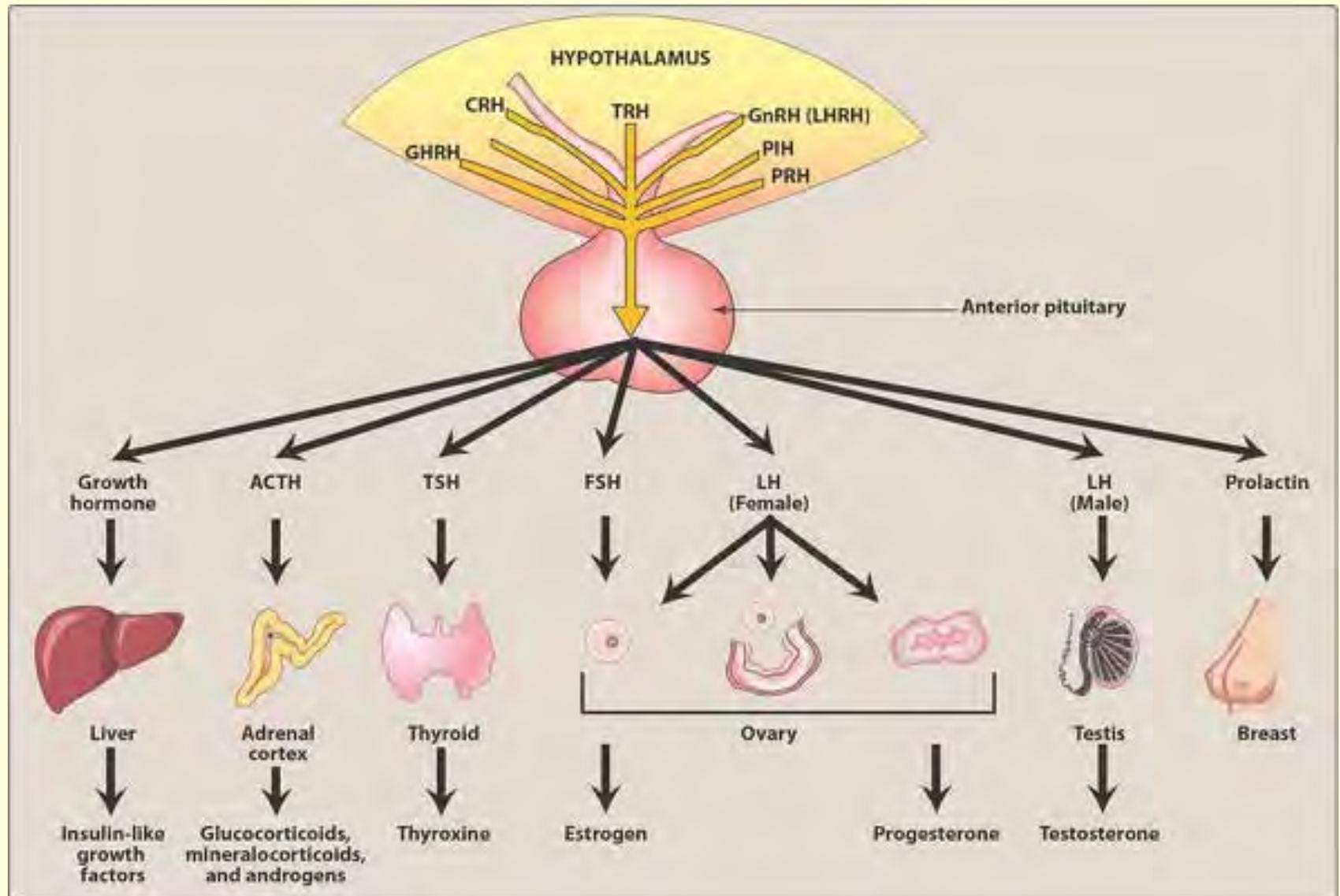
L'hypophyse et ses 2 lobes

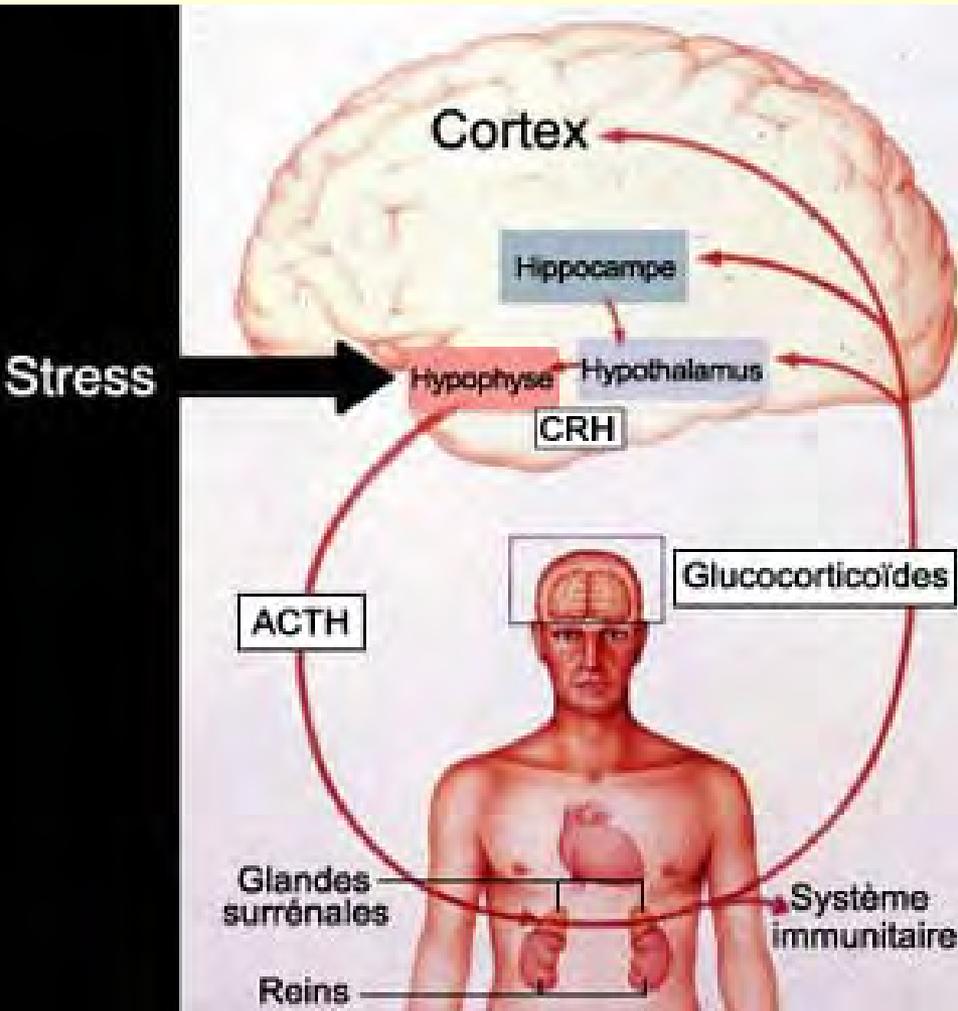


b) Le lobe antérieur



qui sécrète de nombreuses hormones :





S.A.A.

S.I.A.

Action gratifiante possible

Activation du MFB

Désir

Action

Satisfaction

Action requise par un danger

Activation du PVS

Fuite

si impossible

Lutte

Inhibition de l'action

Activation du SIA

si persiste trop longtemps

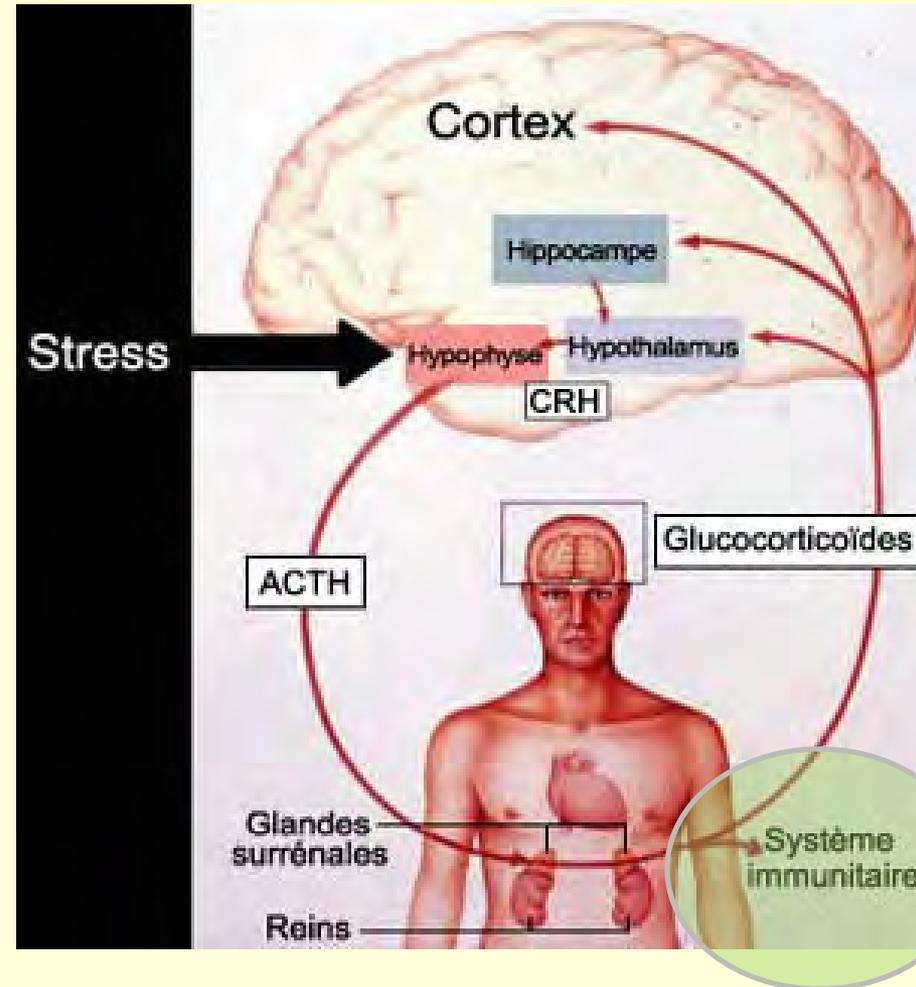
Perturbation néfaste pour l'organisme

si impossible

Neuro-psycho-immunologie

Certaines hormones, comme les glucocorticoïdes, qui demeurent à un taux élevé durant une longue période dans le sang, vont **affaiblir le système immunitaire** et même affecter le cerveau.

D'où les **maladies dites « de civilisation »** que l'on peut associer à l'inhibition de l'action (maladies cardio-vasculaire, ulcère d'estomac, etc)



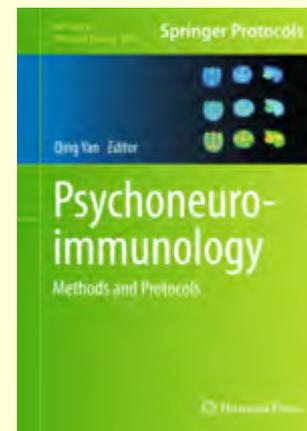
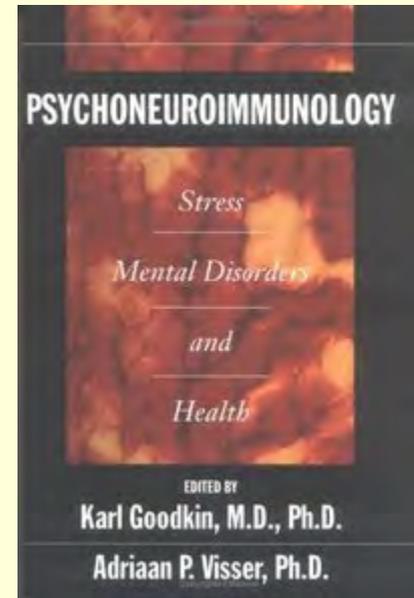
Le cerveau et le système immunitaire entretiennent des liens réciproques que tente de comprendre la

psycho-neuro-immunologie,

une discipline qui s'est développée à partir des travaux de Robert Ader à partir du milieu des années 1970.

Celui-ci a réussi à conditionner des rats en associant la prise d'un liquide sucré à une substance immunosuppressive, de sorte que **l'eau sucrée seule parvenait ensuite à diminuer les défenses immunitaires de l'animal.**

C'était la première évidence scientifique que le système nerveux peut influencer le système immunitaire.



The image is a promotional graphic for a conference. It features a stylized human figure in a golden-yellow color on the left, with a white outline. To the right is a black and white photograph of a resort landscape with a winding path and a pond. The text 'Frontiers in Psychoneuroimmunology: Emotions, the Immune System and Performance' is written in white and yellow. Below this, the dates 'September 17-19, 2009' are listed, along with details for a pre-conference on September 17 and a main conference from September 18-19. The location is 'Saddlebrook Resort Tampa, FL'. Logos for 'USF HEALTH' and 'Springer Protocols' are also present.

Saddlebrook Resort
Tampa, FL

USF
HEALTH

Depuis, de nombreuses expériences sont venues confirmer que le cerveau et le système immunitaire communiquent constamment entre eux. Et ils le font en partie grâce à deux voies principales : l'axe hypothalamo-hypophysio-surrénalien et le système nerveux sympathique, comme l'avaient déjà pressenti des précurseurs de la discipline comme Hans Selye ou Henri Laborit.

En effet, on a maintes fois confirmé qu'un **stress chronique sévère** entraîne une baisse des fonctions immunitaires qui ouvre alors la porte à plusieurs pathologies, incluant les maladies cardiovasculaires et la dépression.

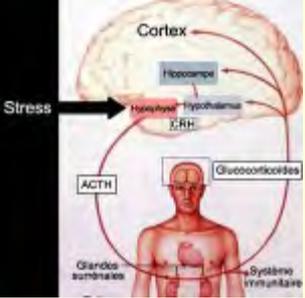
Sans compter les **cellules pré-cancéreuses ou les virus** constamment présents dans notre organisme qui sont éliminés de manière routinière par un système immunitaire en santé, mais qui peuvent prospérer quand celui-ci est déprimé.

Ce qui ne veut pas dire, pour caricaturer un peu, qu'on peut guérir un cancer avec un sourire. Mais peut-être peut-on en prévenir certains en évitant d'affaiblir son système immunitaire.

Des recherches ont par exemple montré que certaines protéines agissant comme messagers extra-cellulaires dans le système immunitaire ont été identifiées dans le cerveau et joueraient un rôle de **neuromodulation** dans plusieurs régions cérébrales, dont l'hippocampe.

C'est le cas des **cytokines**, des molécules impliqués dans l'inflammation (comme les interleukines IL-1, IL-6 et TNFalpha). Des données montrent en effet que ces **cytokines réduiraient la potentialisation à long terme (PLT)**.

Un lien causal entre certaines infections bactériennes ou virales et des fonctions cognitives devient ainsi envisageable.



Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Liens intimes entre système nerveux et immunitaire

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2013/09/09/2929/>

Deux autres exemples :

1)

Une étude publiée en octobre **2009**, montrait comment une **situation sociale perçue comme menaçante** par notre cerveau pouvait mettre en branle des processus inflammatoires passablement néfastes pour l'organisme. Faire un discours ou un test de mathématiques devant un public qui vous évalue peut ainsi stimuler la production de certaines **cytokines, des molécules pro-inflammatoires**.

Or **plus un individu avait du mal à gérer le stress dû à l'évaluation par le public, plus sa production de cytokines augmentait.**

2)

Une étude publiée en juillet **2013** met en évidence un phénomène similaire qui peut affecter une personne souffrant de solitude.

Ce que cette seconde étude vient confirmer, c'est comment, **chez les personnes seules, un stress aigu peut favoriser beaucoup plus cette cascade biochimique inflammatoire** que chez une personne bien entourée socialement.

Si l'on connaît bien les effets néfastes sur la santé d'un état mental comme le stress chronique, **ce n'est pas la seule situation où nos pensées peuvent avoir des conséquences sur notre corps.**

L'effet placebo en est un autre. Mais contrairement au stress, les pensées ont ici un effet bénéfique sur le corps.

C'est ce comprimé inerte (souvent une simple pilule de sucre) que l'on nomme placebo et que l'on donne pour « plaire » au patient, pour lui **donner l'impression** qu'il reçoit lui aussi un véritable médicament lors des essais cliniques pour tester un médicament.

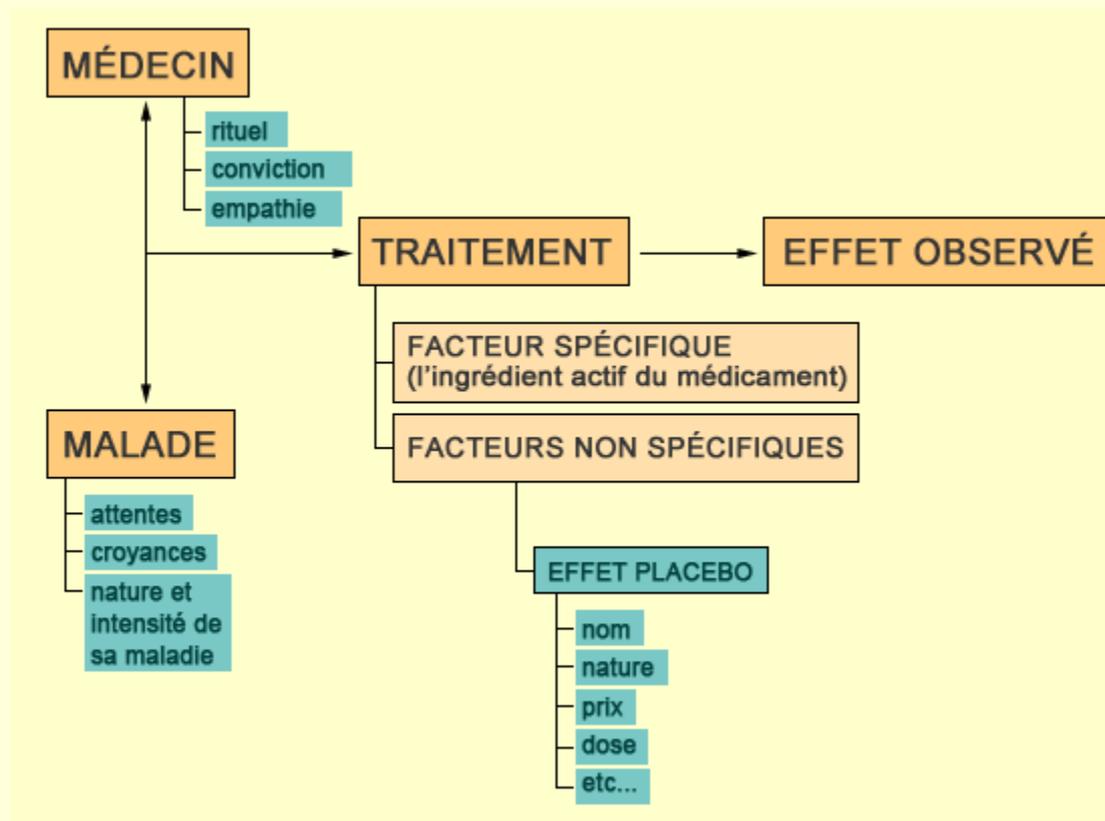
On observe alors très souvent que les patients qui croyaient avoir pris le médicament, mais n'avaient eu que du sucre, vont mieux !
Cet étrange effet est particulièrement efficace pour atténuer la douleur.

L'effet placebo se fonde donc sur une tromperie, mais une tromperie qui démontre justement le pouvoir de la pensée de la personne trompée sur son propre corps. Tromperie, ou plutôt, **auto-tromperie**, car tout part de la conviction du patient que le traitement qui lui est administré sera efficace.

Parmi tous les facteurs influençant l'effet placebo, **la relation de confiance** qui s'établit avec le thérapeute est l'un des facteurs le favorisant le plus.

Les études sur l'effet placebo mettent en effet de plus en plus en évidence des cascades de réactions biochimiques impliquant par exemple la **sécrétion d'endorphines** capables d'atténuer la douleur.

D'autres guérisons associées à l'effet placebo pourraient venir d'un impact positif plus général des attentes favorisant l'efficacité du système immunitaire.



Au menu aujourd'hui :

1^{ère} heure :

Cerveau câblé et cerveau hormonal

Complémentarité du système nerveux, hormonal et immunitaire

Quand le corps a ses raisons qui influencent la raison...

2^e heure :

Modèles, hypothèses et théories scientifiques

Trois grands paradigmes pour comprendre le cerveau au XX^e siècle

Un exemple de cognition incarnée : l'énaction

Épilogue : un modèle de fonctionnement du cerveau récent (Science, 2012)

“Quand je pense à mon cerveau,
quels sont les 3 premiers mots qui me viennent à l’esprit ?”

chair, matière, instinct, émotion

complexe, imagination

stress, douleur

neurone

mémoire, souvenir

neurotransmetteur,
hypothalamus

cervelet, lobe

pensée, réflexion, raison

intelligence

esprit, idée

connaissance, savoir

hémisphère

logique, ordinateur, contrôle

surprenant, étrange, mystère, question

ANTONIO R. DAMASIO

L'ERREUR DE DESCARTES

LA RAISON DES ÉMOTIONS

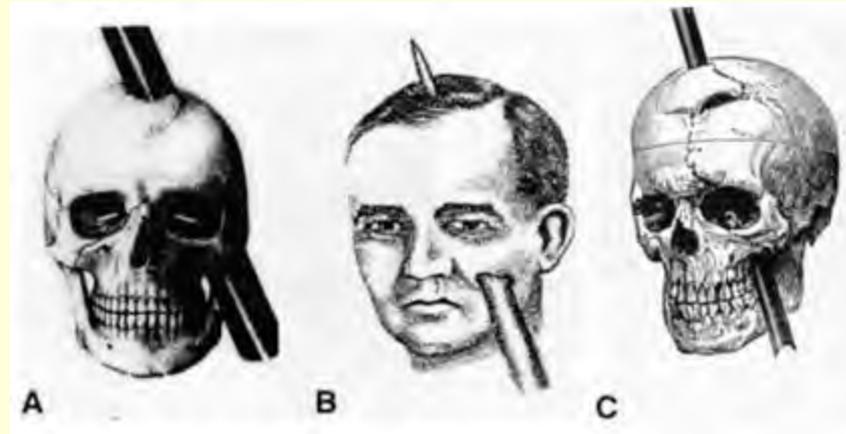
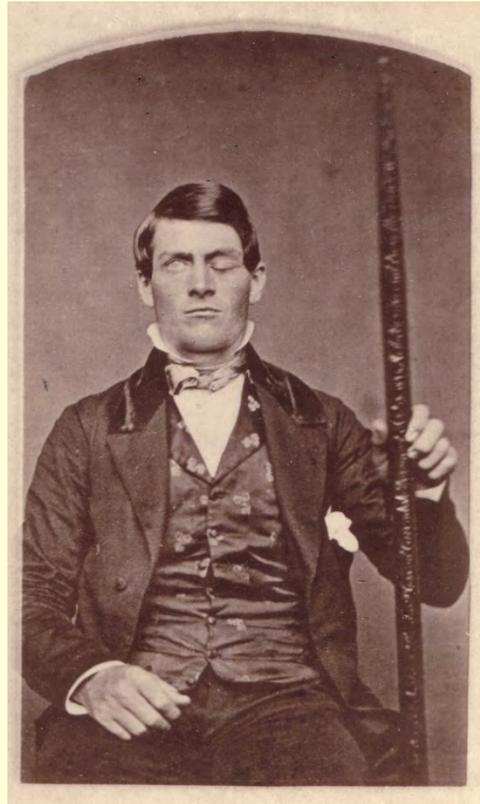


NOUVELLE ÉDITION



Le 13 septembre 1848, un ouvrier américain des chemins de fer, **Phineas Gage**, eut le crâne traversé par une barre de fer suite à une explosion. Contre toute attente, Gage se remit de son accident, mais son comportement changeât radicalement.

Source: Joan M.K. Tycko



"His personality and his ability to function in society were severely compromised. Gage provided the first clues that there are systems in the human brain dedicated to the personal and social dimensions of reasoning."

Review of Antonio Damasio's "Descartes Error"

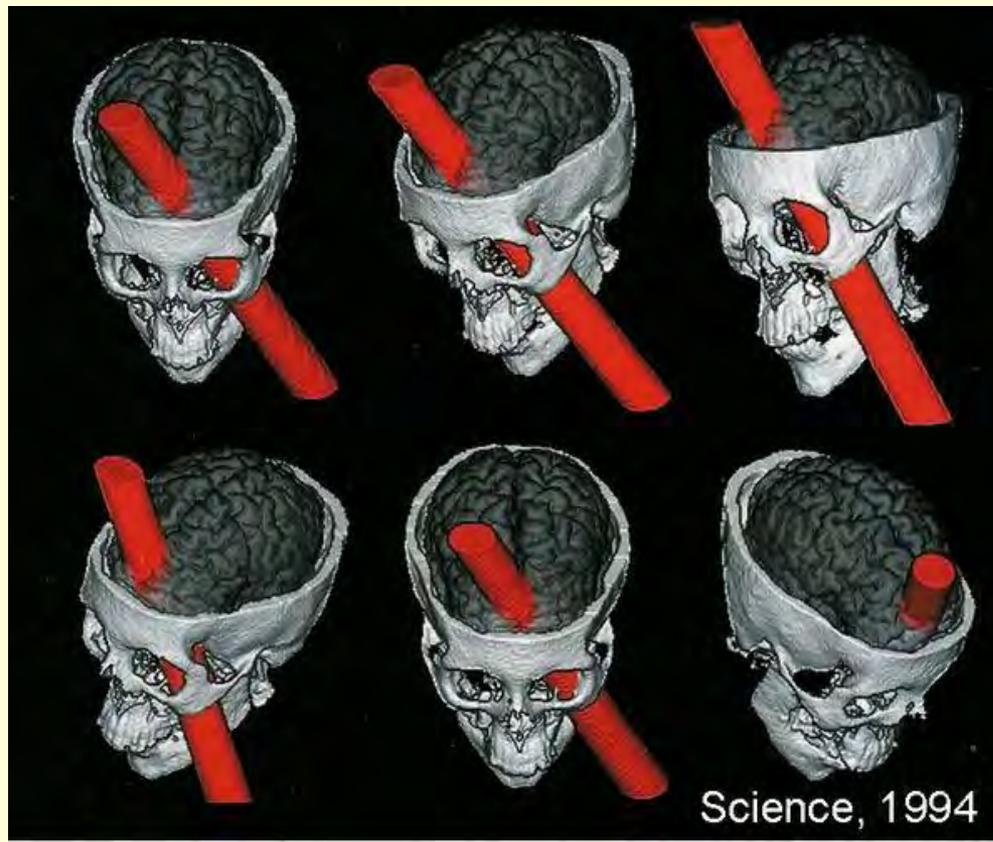
<http://www.metanexus.net/book-review/review-antonio-damasios-descartes-error>

L'étude de ses lésions par Hanna et Antonio Damasio et leur collègues permet de mieux comprendre les fonctions du lobe frontal.

Science. 1994 May 20;264(5162):1102-5.

The return of Phineas Gage: clues about the brain from the skull of a famous patient.

Damasio H¹, Grabowski T, Frank R, Galaburda AM, Damasio AR.



Les points centraux des thèses de Damasio résument bien la conception incarnée de la cognition :

L'émotion joue un rôle fondamental dans la « raison ».

L'esprit humain et le reste du corps constituent un tout indissociable, intégré mutuellement par des régulations biochimiques et de circuits de neurones.

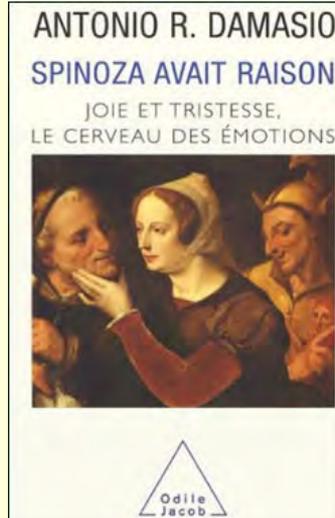
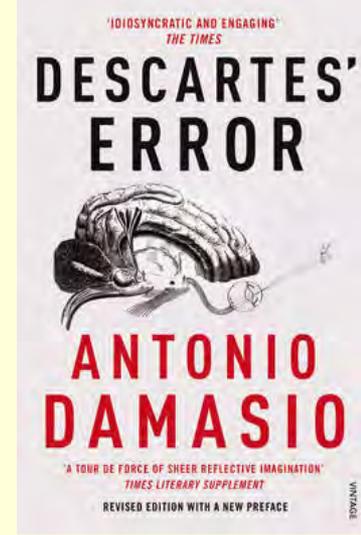
L'organisme interagit avec l'environnement comme un ensemble: l'interaction n'est ni du corps seul, ni du cerveau seul.

Les opérations physiologiques derrière ce que nous appelons l'esprit proviennent d'un ensemble structurel et fonctionnel global plutôt que du seul cerveau.

Les phénomènes mentaux ne peuvent être pleinement compris que dans le contexte d'un organisme en interaction avec son environnement.

Review of Antonio Damasio's "Descartes Error"

<http://www.metanexus.net/book-review/review-antonio-damasios-descartes-error>





Vous vous rappelez une situation où vous avez été exclu d'un groupe ?
Vous évalueriez la température de la pièce dans laquelle vous vous trouvez environ 5 degrés Celsius plus froide que ceux qui se souviennent d'un moment où ils ont été acceptés socialement.



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>

“Quand je pense à mon cerveau,
quels sont les 3 premiers mots qui me viennent à l’esprit ?”

chair, matière, instinct, émotion

complexe, imagination

stress, douleur

neurone

mémoire, souvenir

neurotransmetteur,

cervelet, lobe

hypothalamus

pensée, réflexion, raison

intelligence

esprit, idée

connaissance, savoir

hémisphère

logique, ordinateur, contrôle

surprenant, étrange, mystère, question

Quand je passe à un niveau,

quels sont les 3 premiers mots qui me viennent à l'esprit ?”

chair, matière, instinct, émotion

complexe d'imagination

neurone

stress, douleur

mémoire, souvenir

cervelet, lobe

neurotransmetteur

hypothalamus

pensée, réflexion, raison

intelligence

esprit, idée

connaissance, savoir

hémisphère

logique, ordinateur, contrôle

surprenant, étrange, mystère, question

Donc ce n'est pas seulement le cerveau qui envoie ses ordres aux muscles.

L'information circule clairement dans l'autre sens aussi : le corps influence les décisions que prend le cerveau à tout moment.

Et même les **émotions** qu'on peut décoder ou ressentir.

Ainsi, bloquer les expressions faciales nous fait ressentir de la même façon les vrais et les faux sourires alors qu'on les distingue normalement.

Blocking Mimicry Makes True and False Smiles Look the Same

Magdalena Rychlowska et al. Published: March 26, **2014**

<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0090876>

Ou encore, paralyser les muscles du plissement du front avec du Botox diminue les symptômes de la dépression !

Don't Worry, Get Botox

<http://www.nytimes.com/2014/03/23/opinion/sunday/dont-worry-get-botox.html>

Ou encore :

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Quand notre posture influence notre cerveau

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2014/04/28/quand-notre-posture-influence-notre-cerveau/>



Que ce soit chez les chats, les loups ou les grands singes, lorsqu'un animal affirme sa dominance sur un congénère, il le fait en adoptant **une posture qui le fait paraître plus gros.**

Et les grands primates humains que nous sommes ne font pas autre chose.

Ainsi, mettre nos mains sur nos hanches ou lever les bras au ciel après une victoire sont des postures universelles de **dominance**. À l'opposé, une position du corps recroquevillée est un signe aussi certain de **soumission** chez tous les humains.

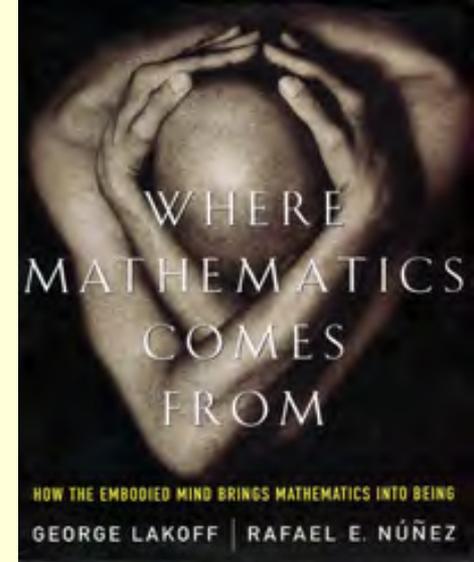
Amy Cuddy et son équipe ont donc simplement demandé à des sujets de mimer ces postures pendant deux minutes et ont ensuite regardé si certains niveaux d'hormones avaient changé. Lesquelles ? Celle que l'on sait le plus associées à la dominance dans le monde animal, soit la **testostérone**, alors élevée, et le **cortisol**, alors bas.

Or les dosages avant / après la prise de posture dominante par les sujets reflétait exactement cela : hausse du taux de testostérone et baisse de celui de cortisol ! Même chose au niveau comportemental : **la prise de risque**, bien connue pour sa corrélation positive avec le niveau de confiance, augmentait également.

Quant aux sujets qui avaient adopté une posture de **soumission** avant les tests, ils ont, pour leur part, montré exactement les fluctuations **inverses**.



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.

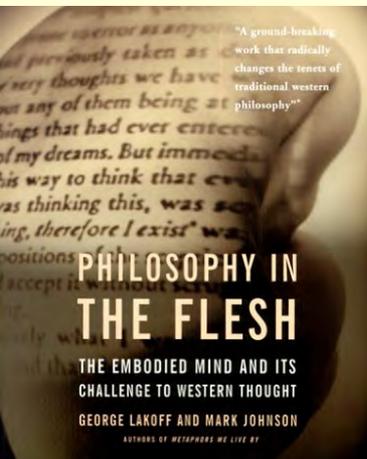
Mark Johnson a de son côté identifié des **schèmes ou d'images** qui nous viennent **directement de l'expérience corporelle** (celle de la source, de la voie et du but, du récipient, etc).



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.

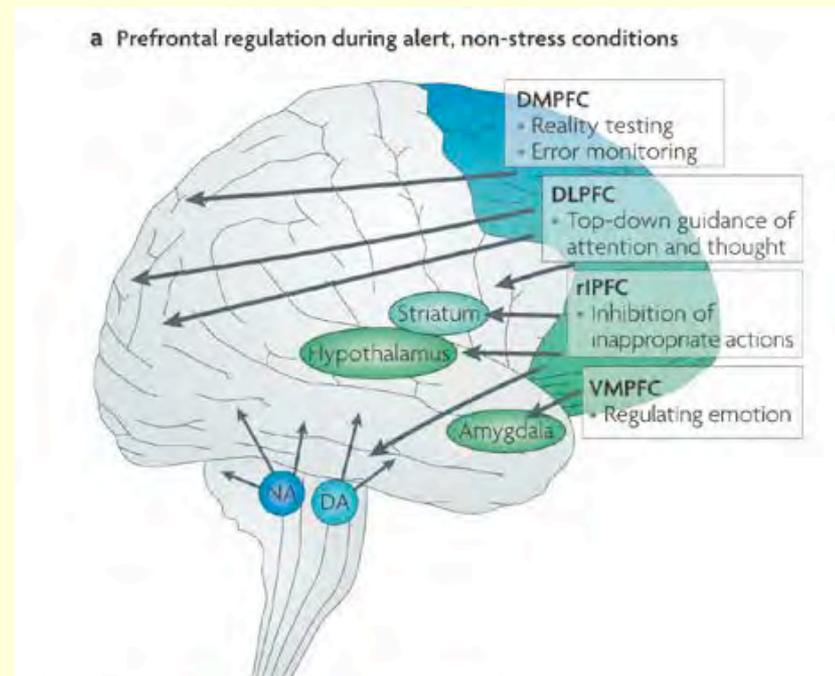
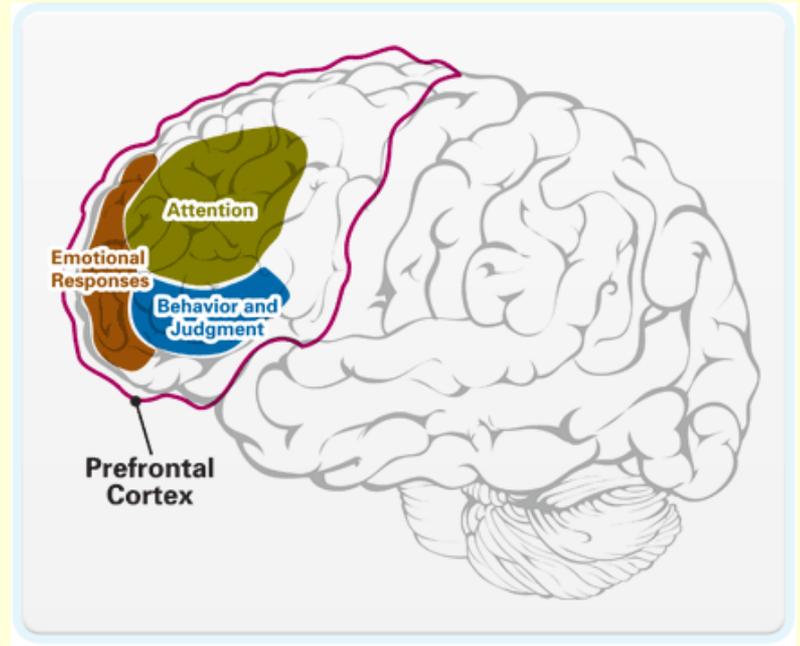


Autre exemple : nos déplacements dans l'environnement font que les choses grossissent dans notre champ de vision et cela engendre des métaphores; ex. : ce prof est au début de sa carrière...

Serait-il possible que des substances aussi simples que le **glucose** influence la cognition ?

On sait que des taux sanguins de glucose bas nuisent au bon fonctionnement cérébral, en particulier aux aptitudes au **jugement rationnel, associées à l'activité du cortex préfrontal.**

C'est ainsi que des juges qui ont faim en viennent par exemple à **laisser des gens en prison** parce que leur faculté de juger est rendu sous-optimale par leur manque de glucose...



Extraneous factors in judicial decisions

Shai Danziger, Jonathan Levav, and Liora Avnaim-Pesso

Edited* by Daniel Kahneman, Princeton University, Princeton, NJ,
and approved February 25, **2011** (received for review December 8, **2010**)

http://recanati-bs.tau.ac.il/Eng/Uploads/dbsAttachedFiles/RP_190_Danziger.pdf

«Nous avons testé la boutade qui veut que **la justice est "ce que le juge a mangé pour le petit déjeuner"** dans les décisions de libération conditionnelle faites par des juges expérimentés. [...]

Nos résultats montrent que le pourcentage de décisions favorables diminue progressivement à partir de $\approx 65\%$ à près de zéro au sein de chaque séance de décision et remonte brutalement à $\approx 65\%$ après une pause repas.

Nos résultats suggèrent que les décisions judiciaires peuvent être influencés par des variables externes qui ne devraient idéalement n'avoir aucune incidence sur les décisions de justice. »

Au menu aujourd'hui :

1^{ère} heure :

Cerveau câblé et cerveau hormonal

Complémentarité du système nerveux, hormonal et immunitaire

Quand le corps a ses raisons qui influencent la raison...

2^e heure :

Modèles, hypothèses et théories scientifiques

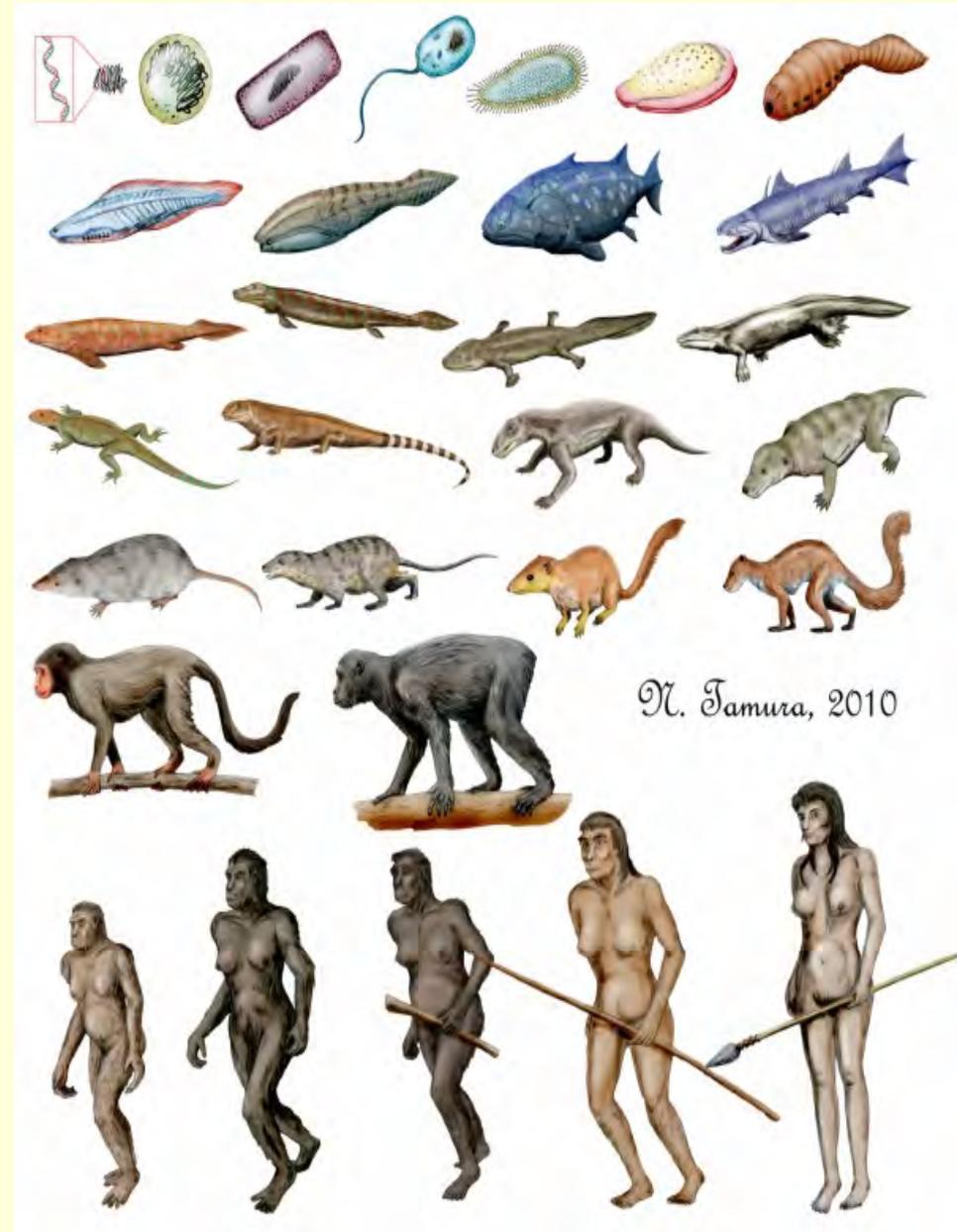
Trois grands paradigmes pour comprendre le cerveau au XX^e siècle

Un exemple de cognition incarnée : l'énaction

Épilogue : un modèle de fonctionnement du cerveau récent (Science, 2012)

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

disait le généticien
Theodosius Dobzhansky

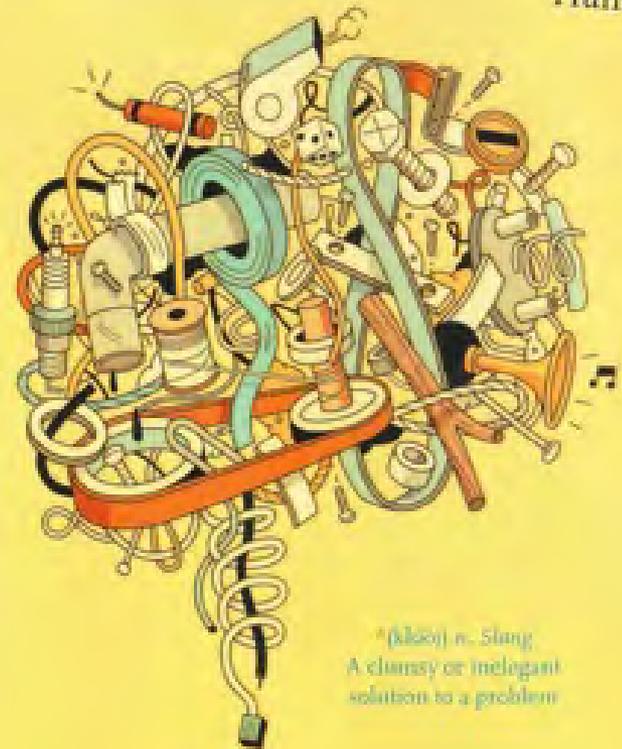


Le bricolage de l'évolution



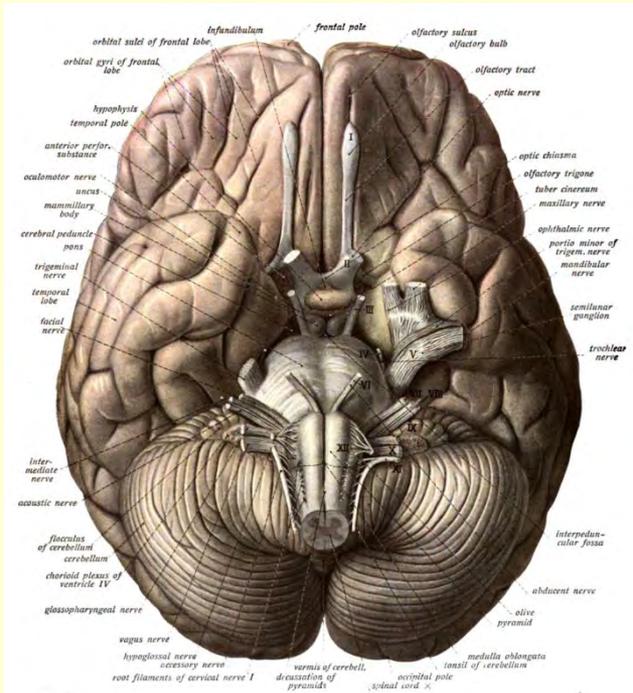
Kluge

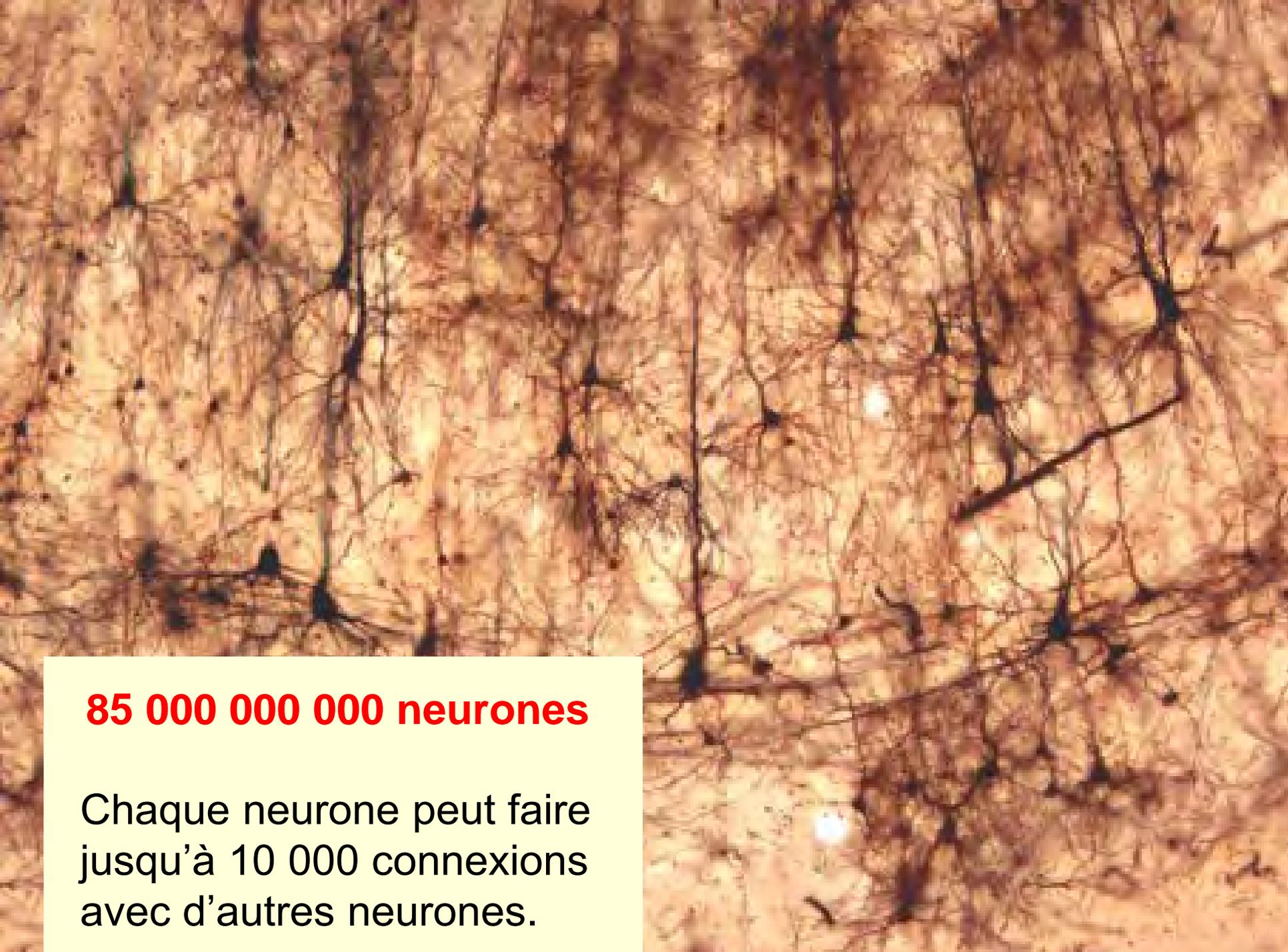
The Haphazard Construction of the
Mind
Human



kluge n. Slang
A clumsy or inelegant
solution to a problem

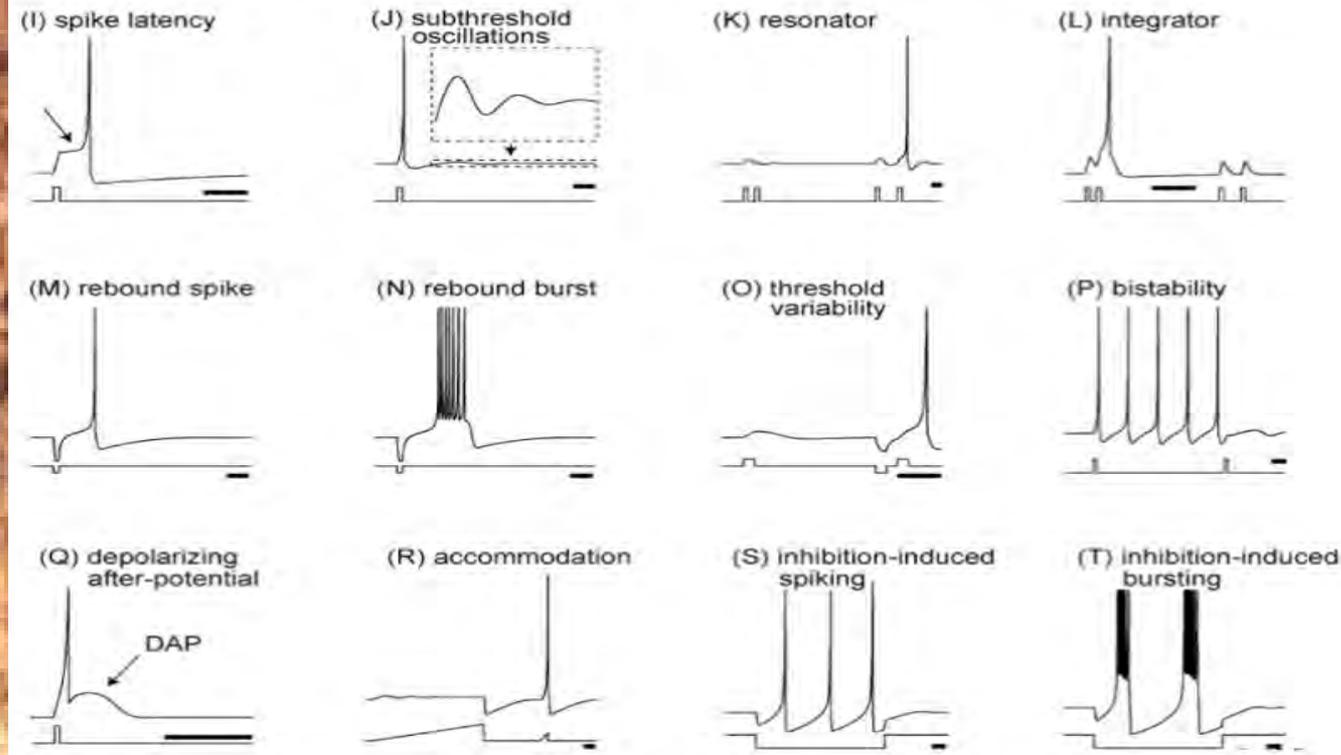
GARY MARCUS





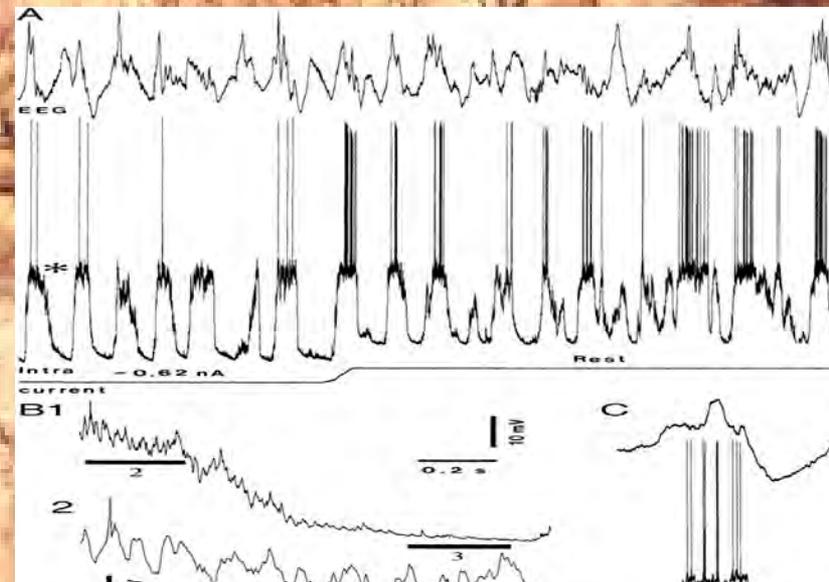
85 000 000 000 neurones

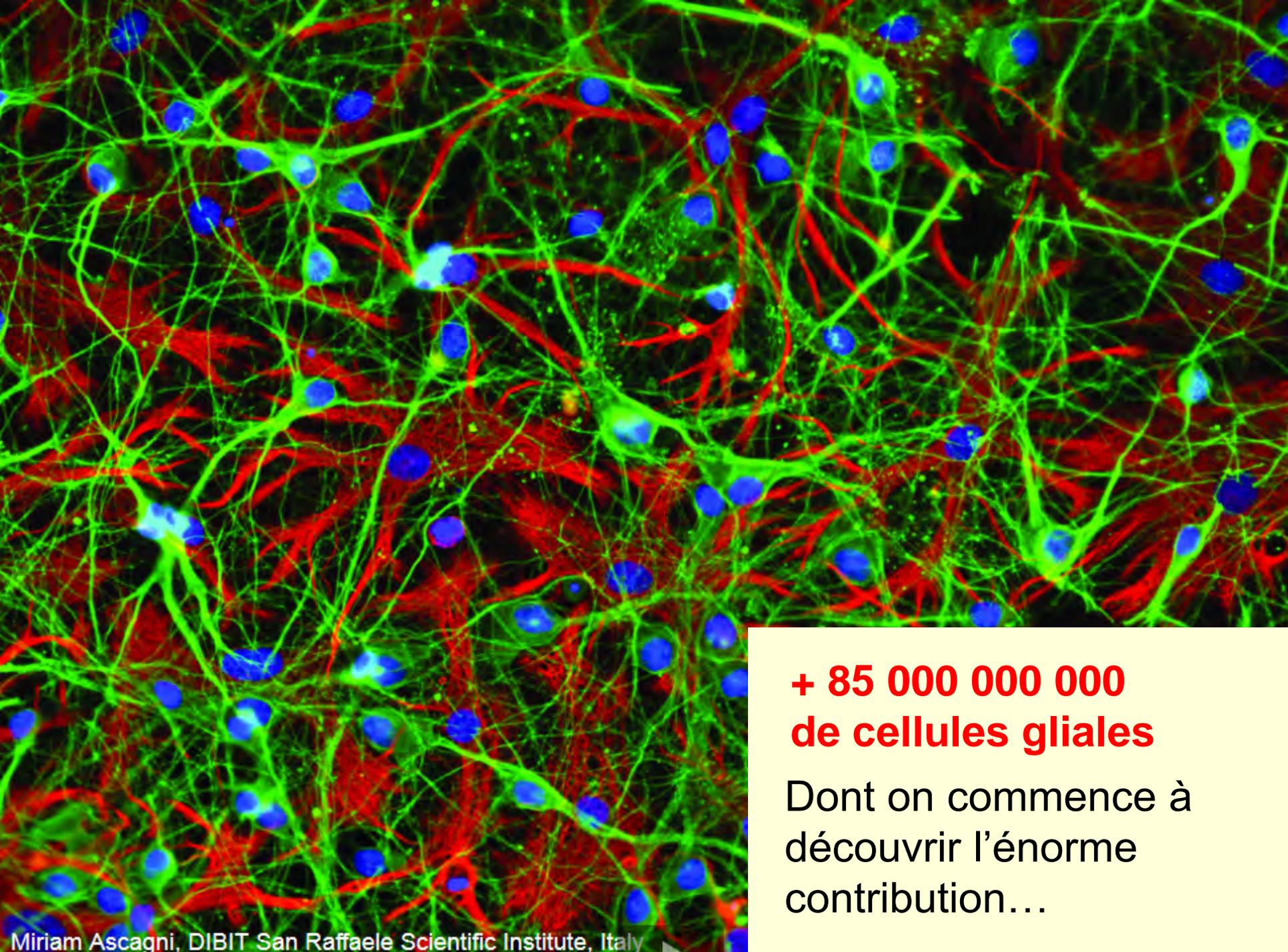
Chaque neurone peut faire
jusqu'à 10 000 connexions
avec d'autres neurones.



85 000 000 000 neurones

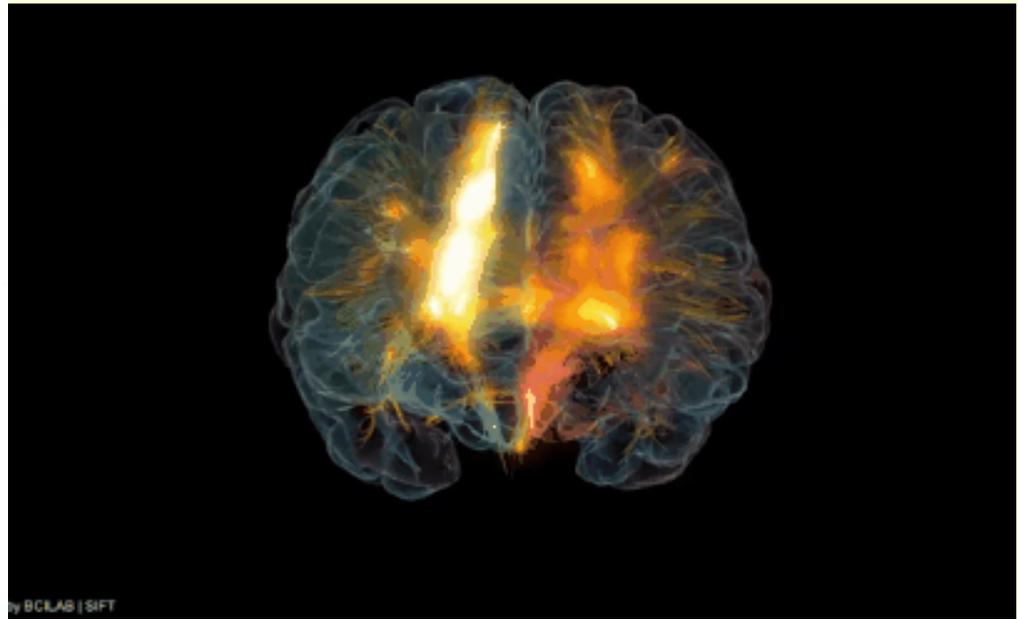
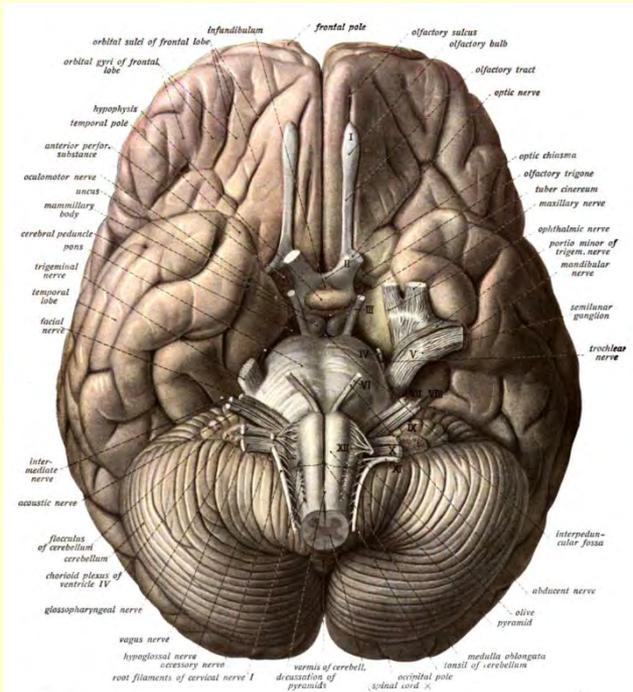
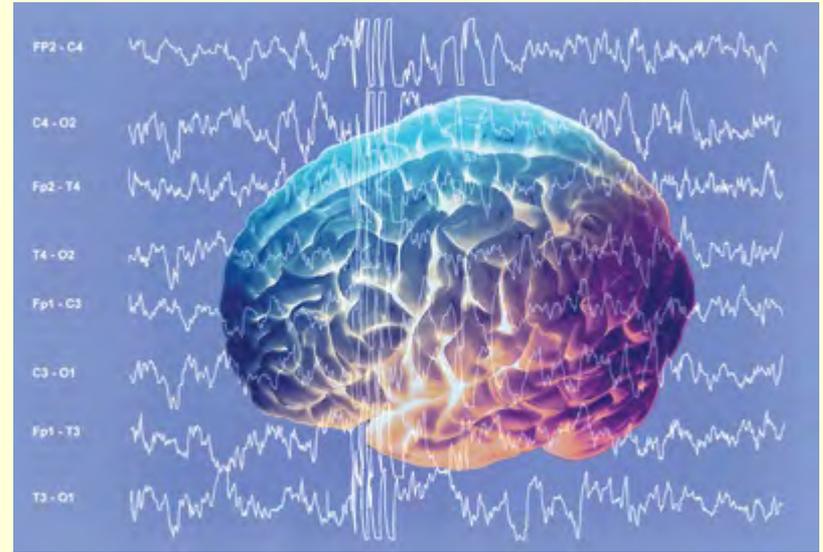
Chaque neurone peut faire jusqu'à 10 000 connexions avec d'autres neurones.





**+ 85 000 000 000
de cellules gliales**

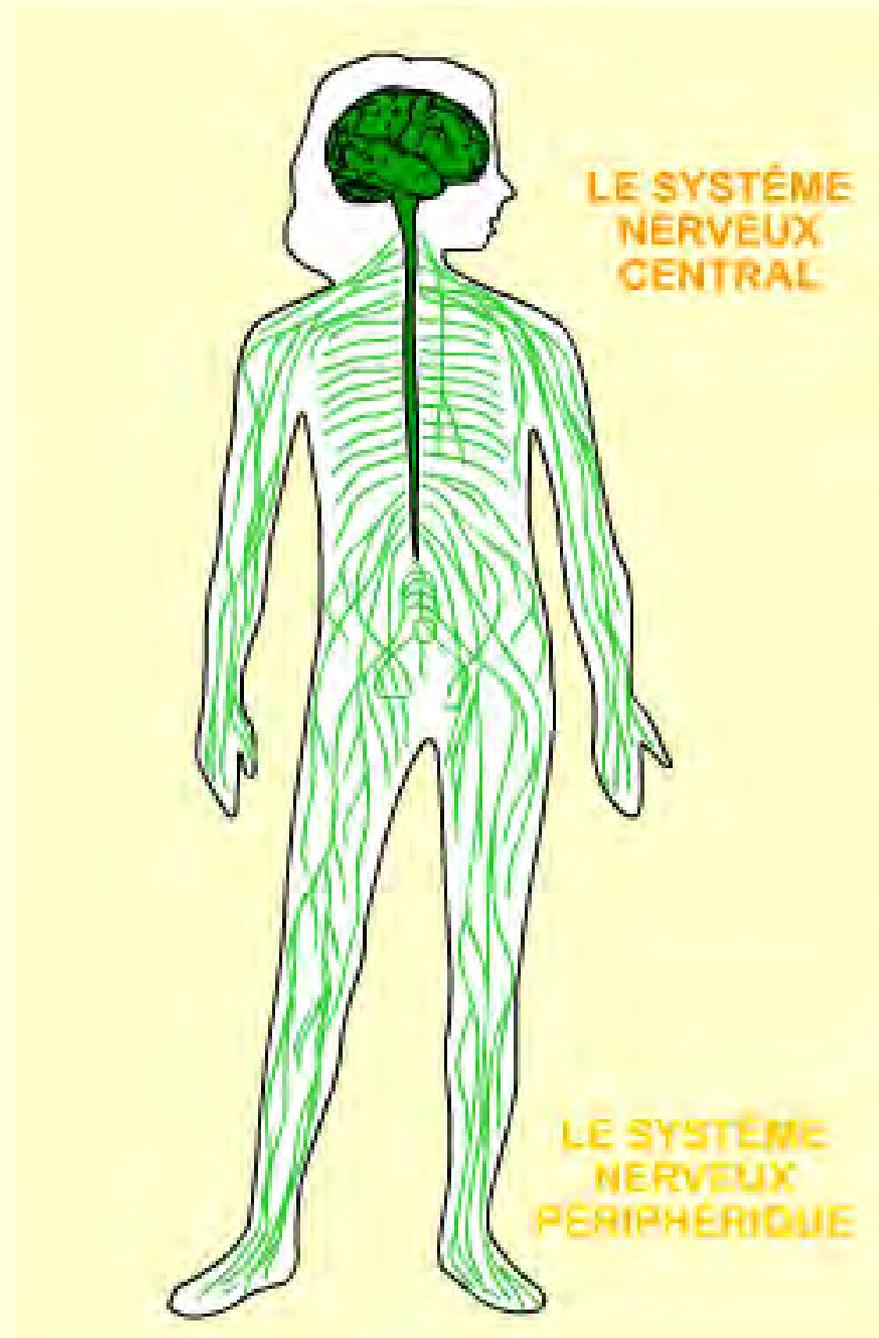
Dont on commence à
découvrir l'énorme
contribution...



Notre pensée est **influencée**
par le corps que nous avons
et l'environnement
dans lequel nous nous trouvons.

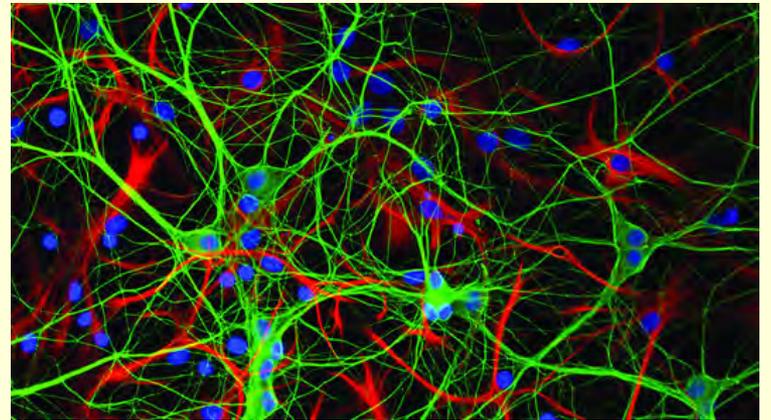
Tout cela est terriblement
complexe :

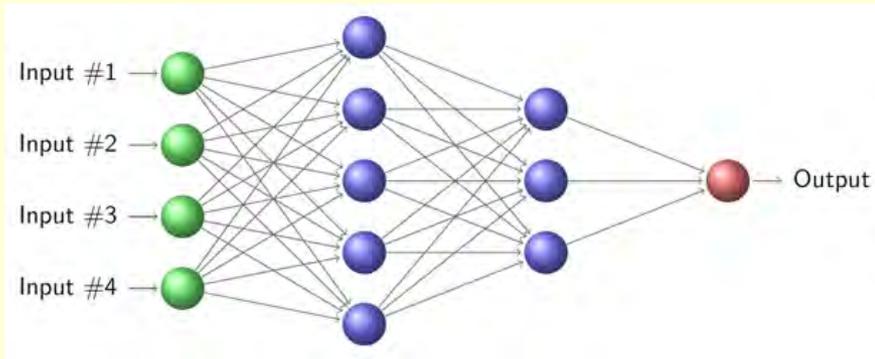
ça nous prend
des modèles !



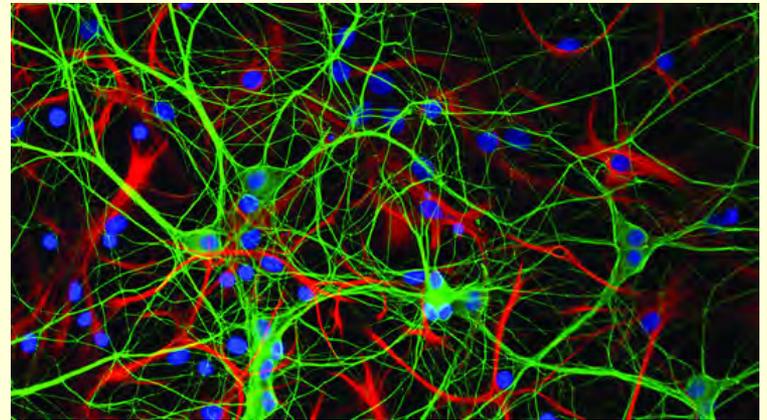
Un **modèle scientifique** est une représentation simplifiée

de ce qu'on ne peut pas voir directement pour différentes raisons :
trop petit, trop grand, trop complexe (comme dans le cas du cerveau).





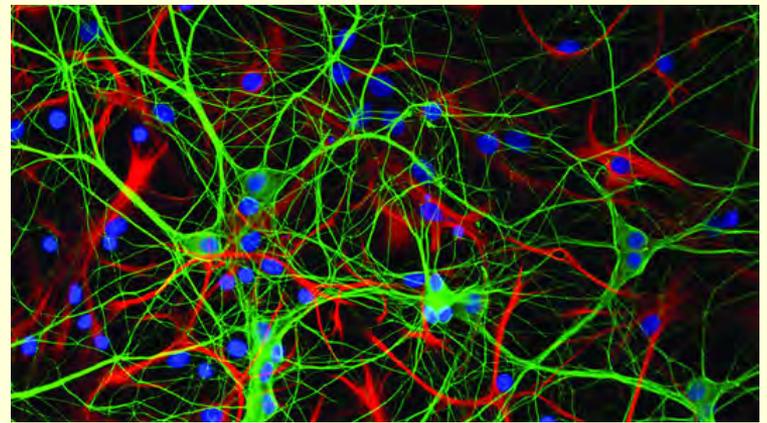
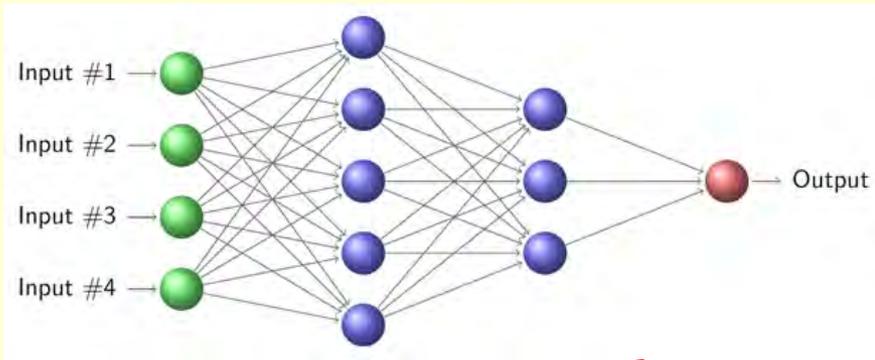
objet M



objet O

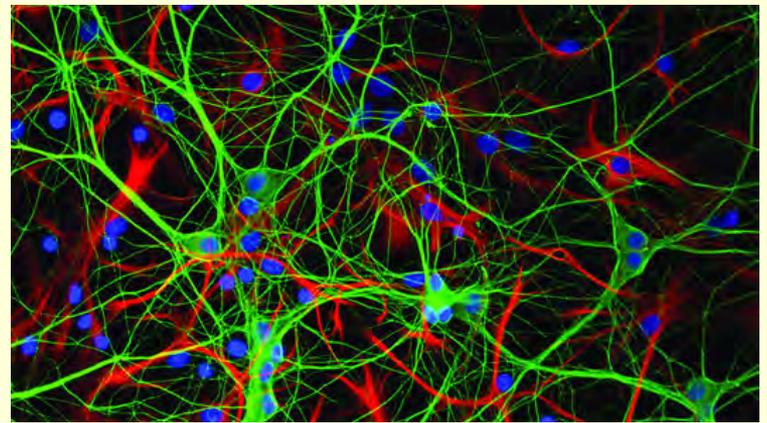
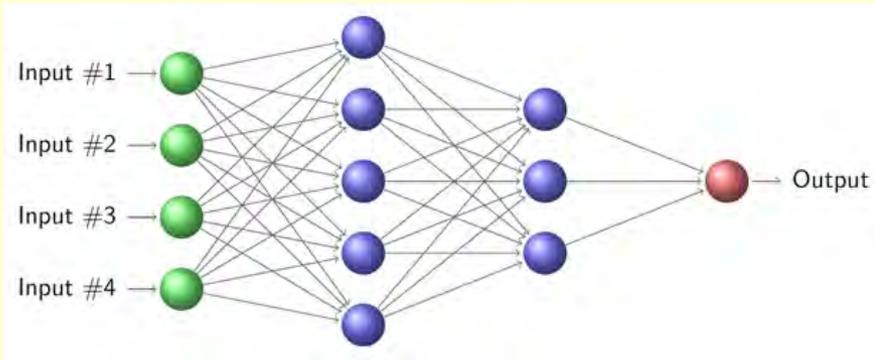
« Pour un observateur, un objet M est un modèle d'un objet O dans la mesure où l'observateur peut utiliser M pour répondre à des questions qui l'intéressent au sujet de O »

- Marvin Minsky, 1965



Le modèle renvoie donc à une **approximation** de la **réalité** et à une sélection de certains de ses éléments.

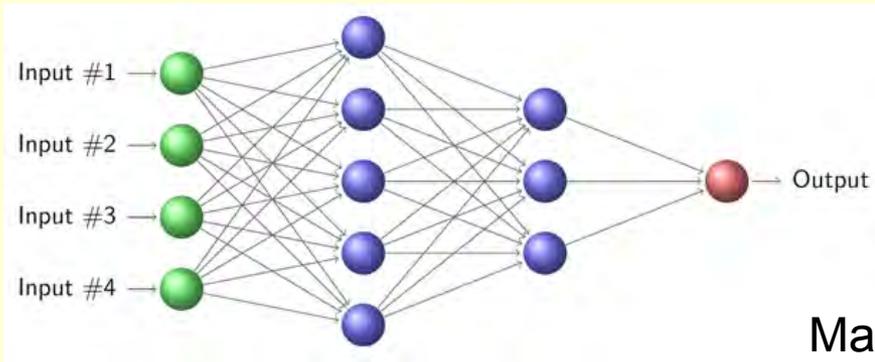
« Tous les modèles sont faux, certains sont utiles ».



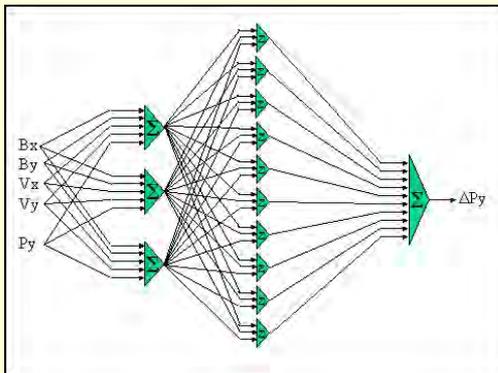
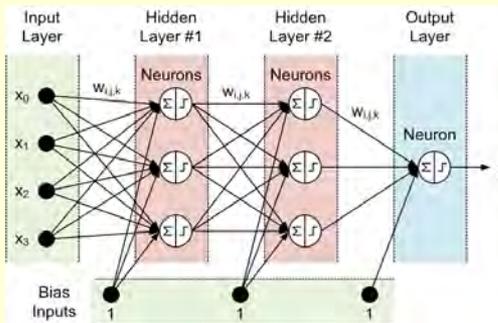
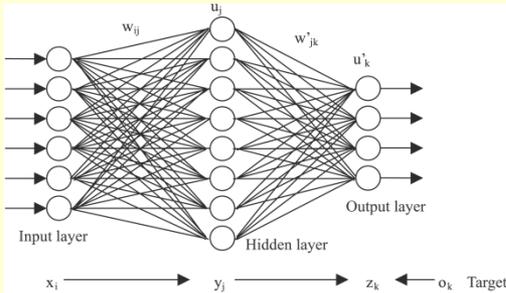
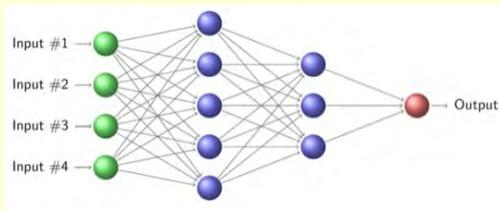
Avec un modèle, on va pouvoir **générer des hypothèses**, c'est-à-dire des explications plausibles et provisoires des faits.

Ces hypothèses devront être par la suite contrôlée par des **expériences**, ou corroborées par des **observations de la réalité**.

Un modèle sera jugé **fécond** si les résultats de mesure sur le réel s'avèrent suffisamment conformes aux **prédictions** du modèle.



Mais ces modèles et ces hypothèses ne sont **pas isolés**.

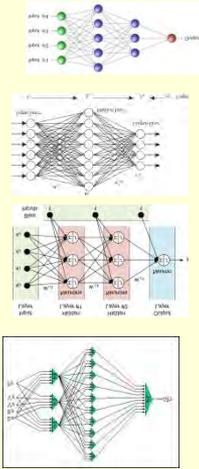


Mais ces modèles et ces hypothèses ne sont **pas isolés**.

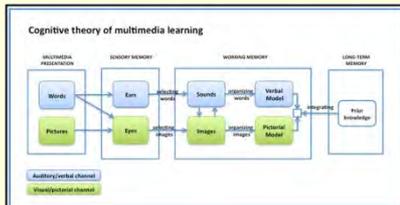
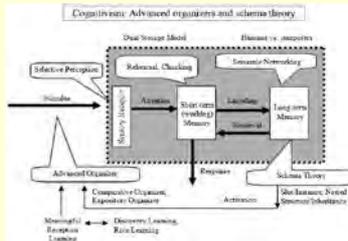
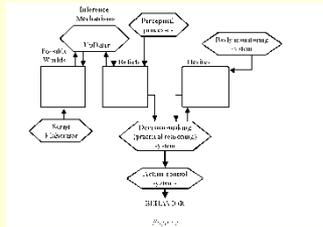
Ils s'inscrivent généralement dans une **théorie scientifique** plus large.

Exemple : les différents modèles de la théorie connexionniste en sciences cognitives

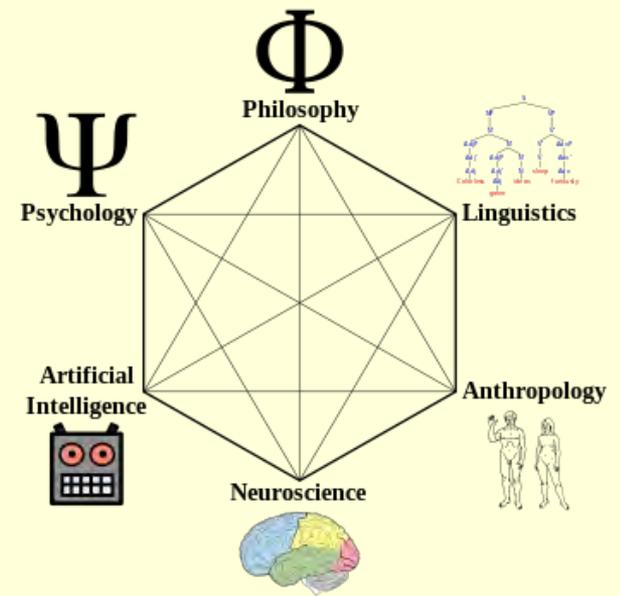
Modèles



Exemple :
la théorie
connexionniste



Exemple :
la théorie
cognitiviste



Différentes théories

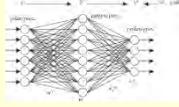
dans un « domaine » ou un
« programme » de recherche,
par exemple ici en
sciences cognitives.

Modèles

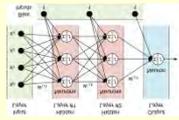
Hypothèses



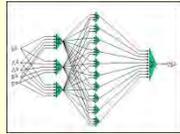
Hypothèses



Hypothèses

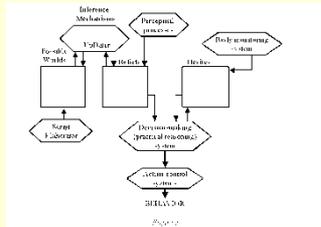


Hypothèses

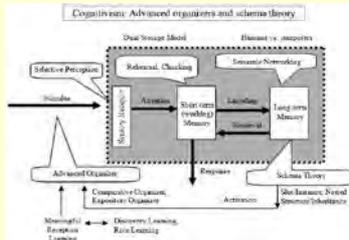


Exemple :
la théorie
connexionniste

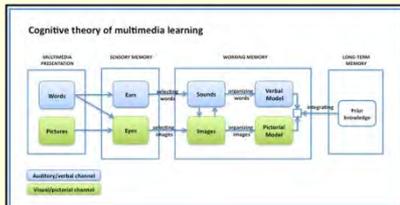
Hypothèses



Hypothèses



Hypothèses



Différentes théories

dans un « domaine » ou un
« programme » de recherche,
par exemple ici en
sciences cognitives.

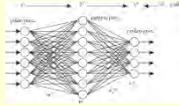
Exemple :
la théorie
cognitiviste

Modèles

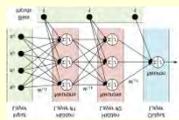
Hypothèses



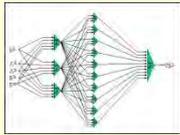
Hypothèses



Hypothèses



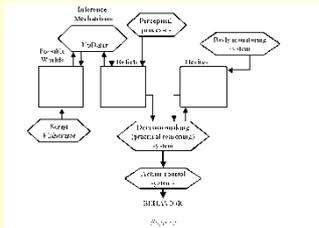
Hypothèses



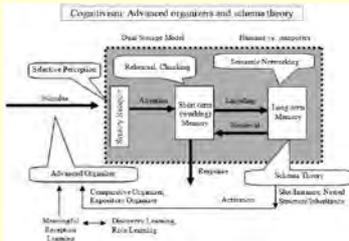
Exemple :
la théorie
connexionniste

Ces hypothèses doivent être contrôlée par des **expériences**, ou corroborées par des **observations** de la réalité.

Hypothèses



Hypothèses

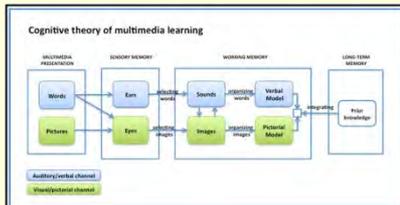


Hypothèses

Exemple :
la théorie
cognitivist

Et donc au fil du temps, certains modèles s'avèrent plus fécond et vont en supplanter d'autres,

et certaines théories vont aussi en supplanter d'autres parce que leurs modèles expliquent mieux le réel.



On parle de **paradigmes scientifiques**,

une notion introduite par Thomas Kuhn en 1962,

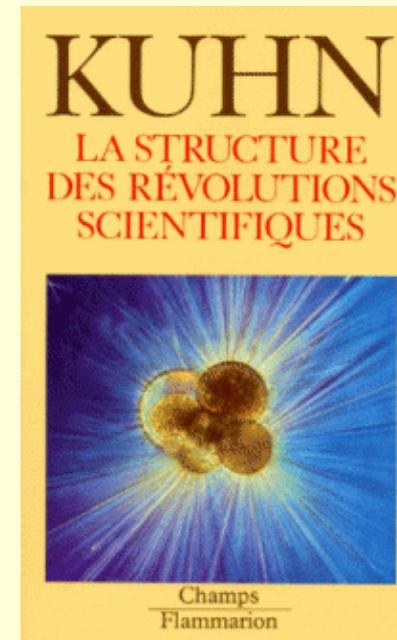
pour désigner l'idée qu'il y a, à une époque donnée,

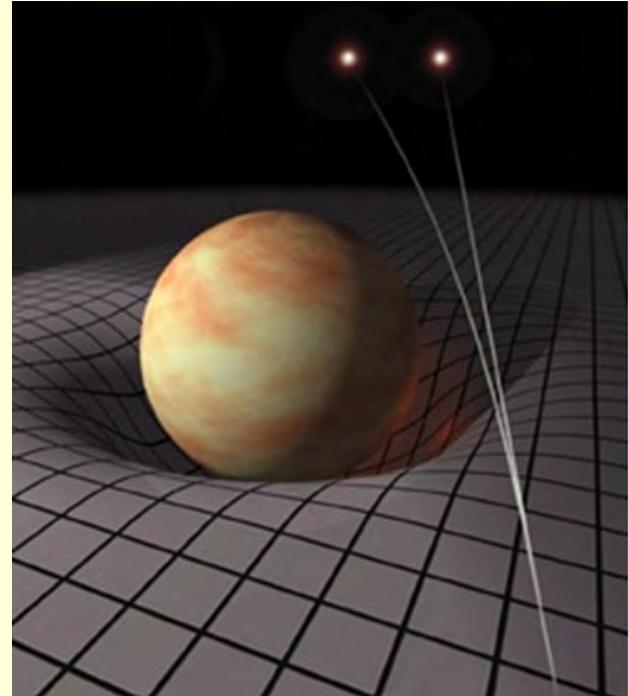
« **UNE** » **théorie plus largement acceptée** au sein de la communauté scientifique dans un domaine particulier.

Ce que Kuhn appelle aussi la « science normale ».

Les grandes lois ou les mécanismes explicatifs de ce paradigme dominant pourront être **dérangées périodiquement**

par des données dites « a-normales » qui, lorsqu'elles deviennent trop nombreuses, provoquent des **révolutions scientifiques**.





À des périodes calmes où règne un **paradigme dominant**

succèdent donc des **crises** de contestation pouvant déboucher sur des remises en cause radicales paradigmes du moment.

« [...] all fields require actors who are sensitive to the **anomalies** which constantly surround us.

These anomalies must be maintained in a state of suspension or cultivation while one can find an alternative expression which reformulates the anomaly as a central problem of life and knowledge.”

– F. Varela



Invitation aux sciences cognitives, Francisco Varela, Seuil, 1988.

<http://4cristol.over-blog.com/article-invitation-aux-sciences-cognitives-francisco-varela-seuil-1988-100204822.html>

**Aux origines des sciences cognitives, Jean-Pierre DUPUY,
La Découverte, 2005**

http://www.editionsladecouverte.fr/catalogue/index-Aux_origines_des_sciences_cognitives-9782707147752.html

Au menu aujourd'hui :

1^{ère} heure :

Cerveau câblé et cerveau hormonal

Complémentarité du système nerveux, hormonal et immunitaire

Quand le corps a ses raisons qui influencent la raison...

2^e heure :

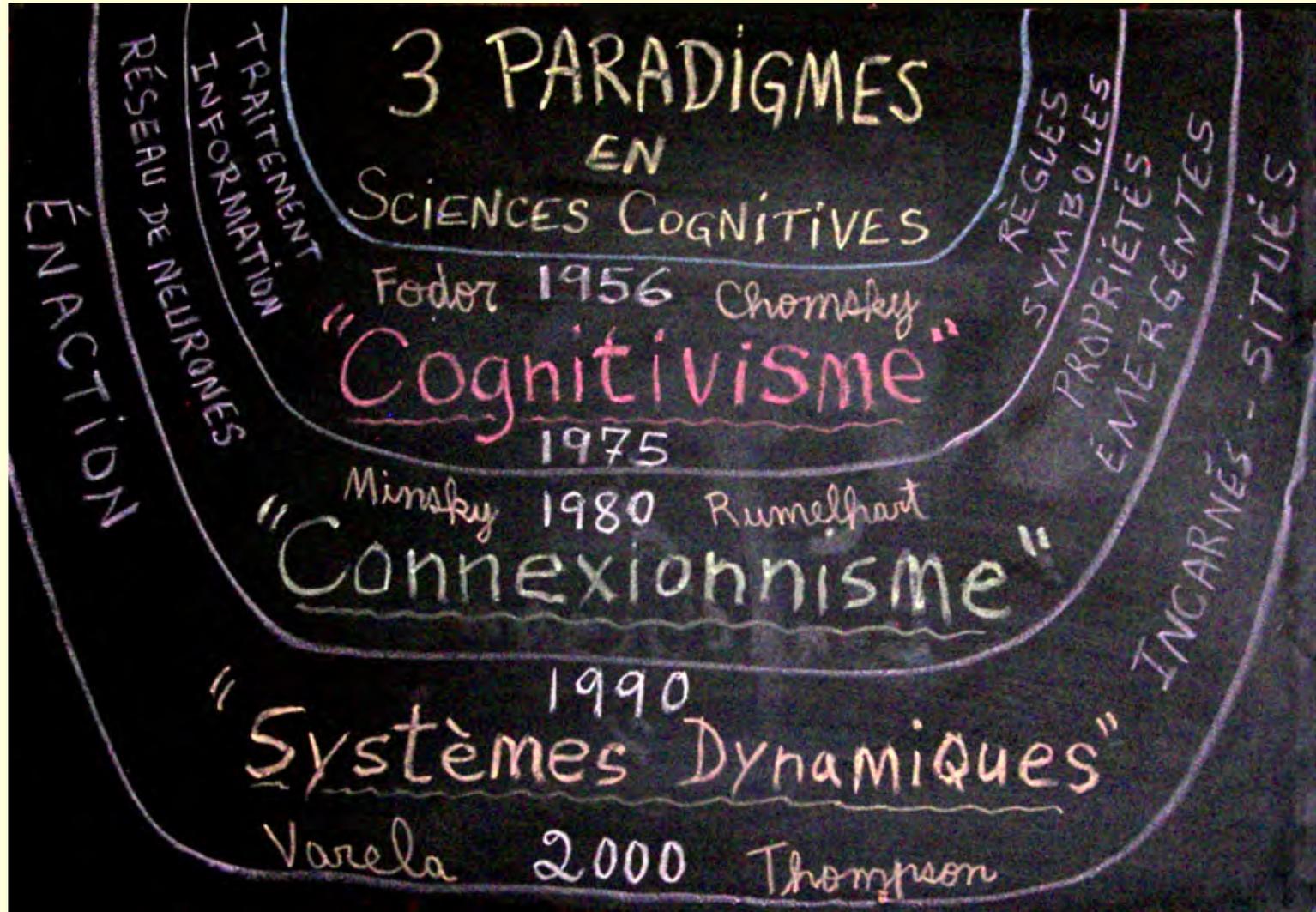
Modèles, hypothèses et théories scientifiques

Trois grands paradigmes pour comprendre le cerveau au XX^e siècle

Un exemple de cognition incarnée : l'énaction

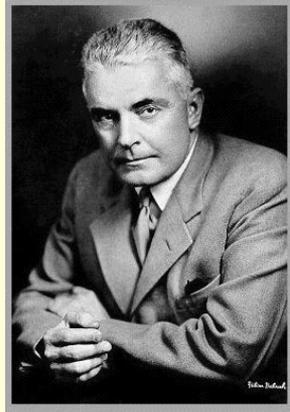
Épilogue : un modèle de fonctionnement du cerveau récent (Science, 2012)

- Behaviorisme

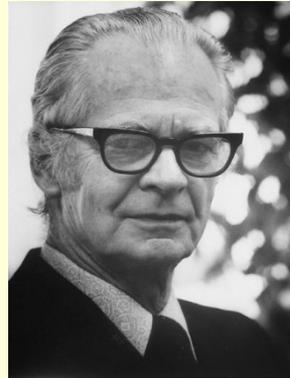


Behaviorisme

À partir des années 1920...



J. B. Watson



B.F. Skinner

Behaviorisme

À partir des années 1920...



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.

Conditionnement classique

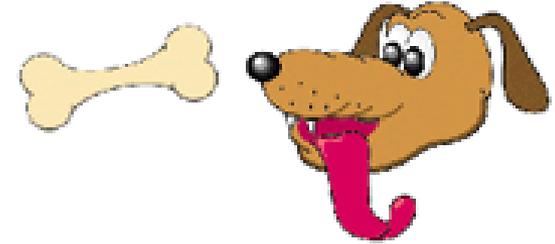


Ivan Pavlov

Avant le conditionnement

Os

Salivation



Cloche

**Aucune
réponse**



Pendant le conditionnement

**Cloche
+
Os**

Salivation



Après le conditionnement

Cloche

Salivation



Puis, vers le milieu du XX^e siècle :

Développement de 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.

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

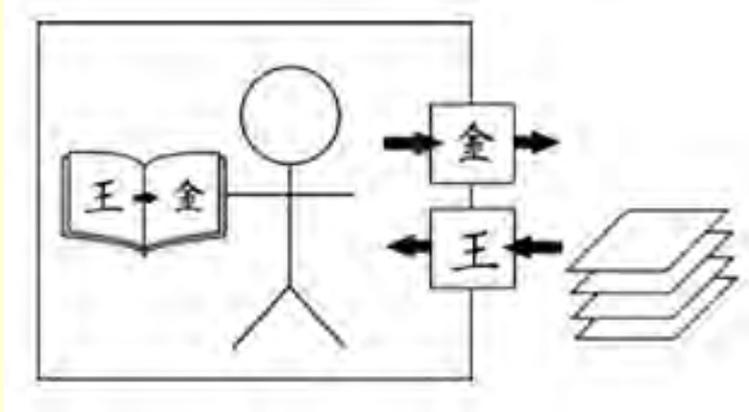
Durant l'âge d'or du cognitivisme dans les années 1970, les cognitivistes aimaient à dire que leur approche était "the only game in town" (Fodor 1975, 1981).



Mais ! Critiques, problèmes, failles, etc... du cognitivisme

A partir des **années 1980**, le philosophe **John R. 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 ?

Vers le connexionnisme...

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

Mais comme il ne réussissait bien qu'à résoudre que des tâches plus circonscrites et locales, 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** !

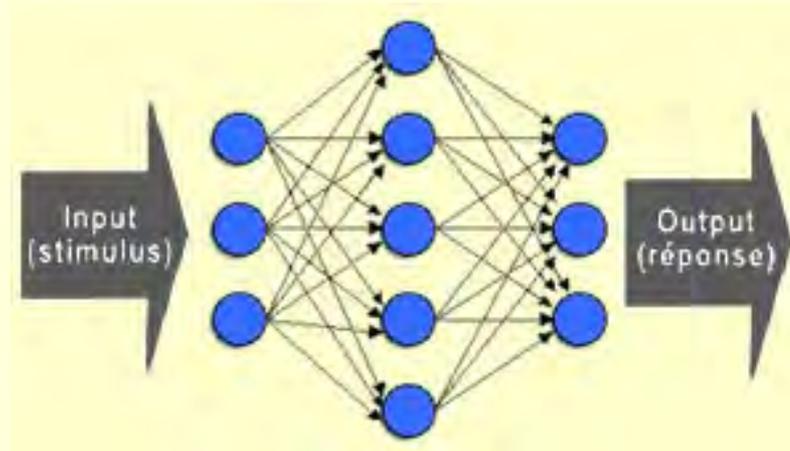
Car un bébé peut acquérir le langage et constituer des objets signifiants à partir de ce qui semble être une masse informe de stimuli.

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.

Elle est plus affaire **d'entraînement** que de programmation.

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

Systemes dynamiques incarnés

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...



Systemes dynamiques incarnés

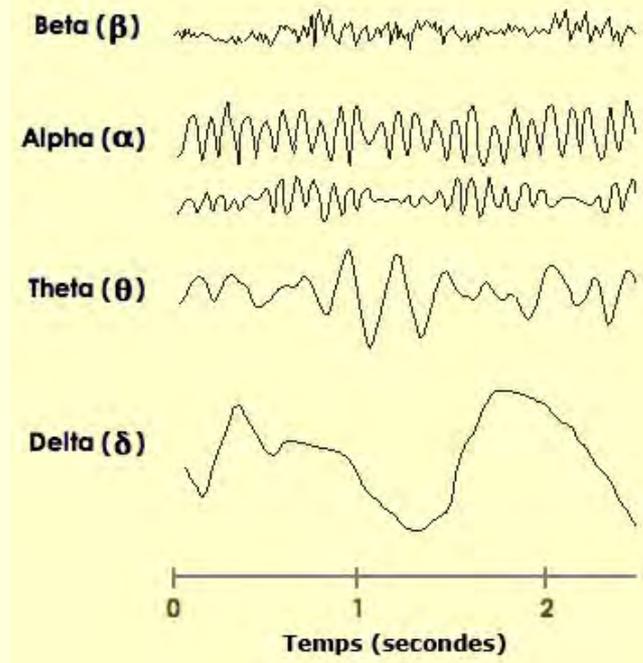
À partir du début des années 1990,

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...



...et ce, en **temps réel** !

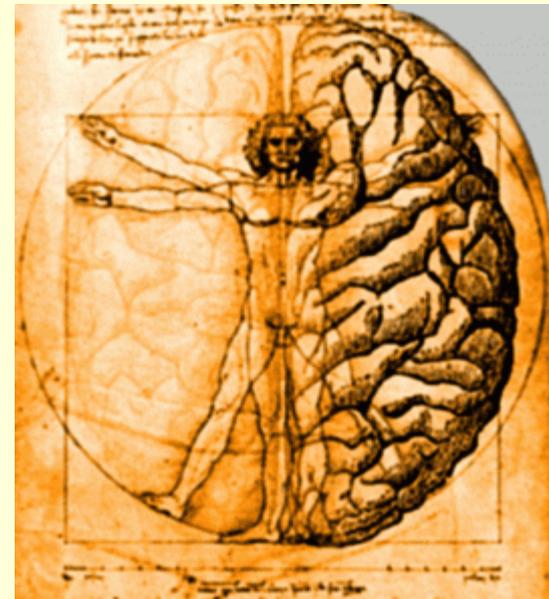


Les théories de la cognition incarnée sont donc apparues en réaction à certains aspects du cognitivisme et du connexionnisme, notamment qu'ils s'en remettent tous deux à **la notion de représentation**.

Cette vision suppose que **toute la cognition** (raisonner, planifier, se souvenir, etc) **se fait exclusivement dans le cerveau** en manipulant des représentations.

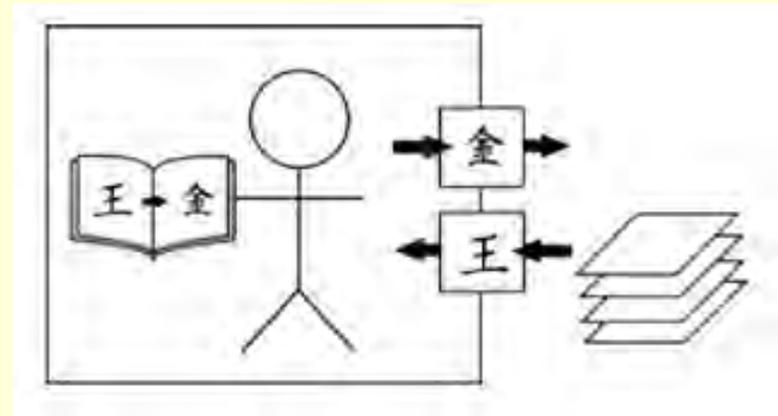
Le corps n'est ici utilisé que pour exécuter les commandes envoyées sous forme de potentiels d'action à nos muscles.

Bref, il y a donc **une séparation claire entre le corps et le cerveau**.



Cette **séparation entre le corps et le cerveau** amène plusieurs problèmes :

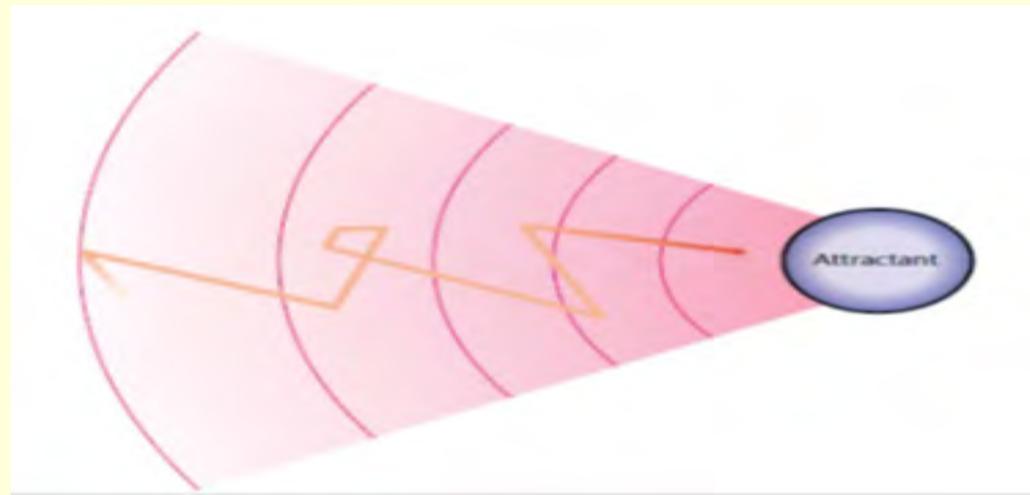
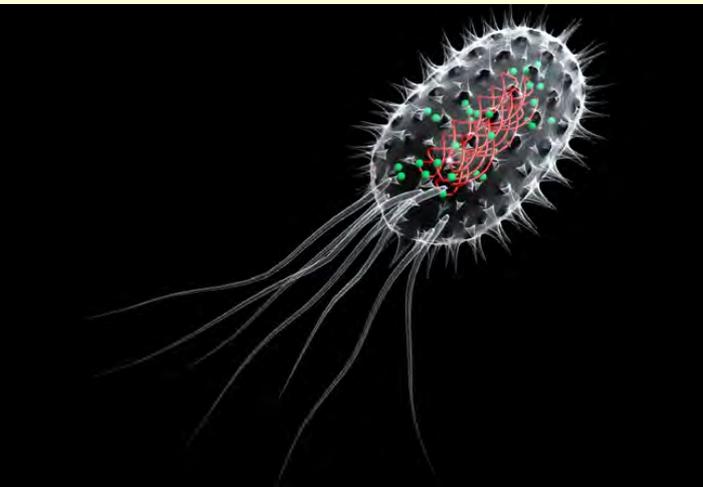
Un premier problème concerne la **provenance de la signification** comme on l'a vu avec la fameuse expérience de pensée de la **chambre chinoise de John Searle**. On parle aussi du problème de **l'ancrage**.



Du point de vue de la cognition incarnée, **cette signification ne peut provenir que de l'environnement au sens large, incluant le corps**.

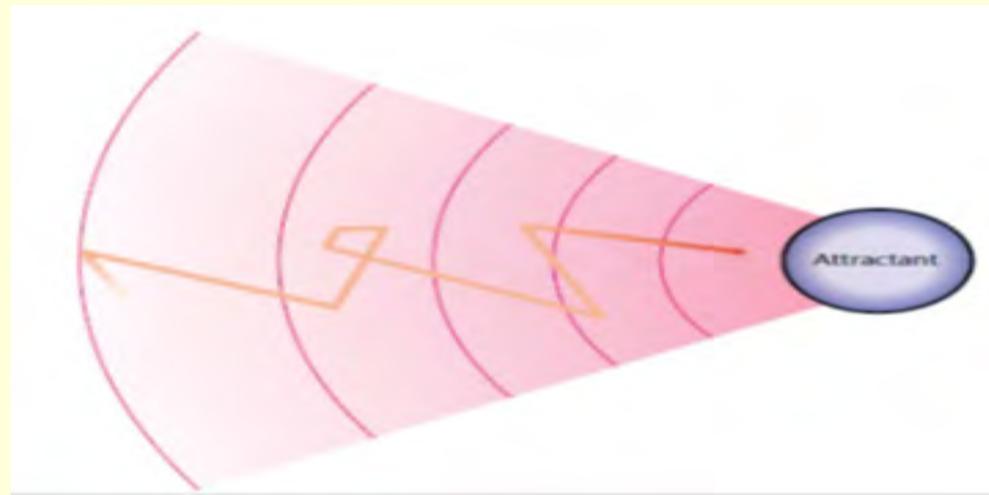
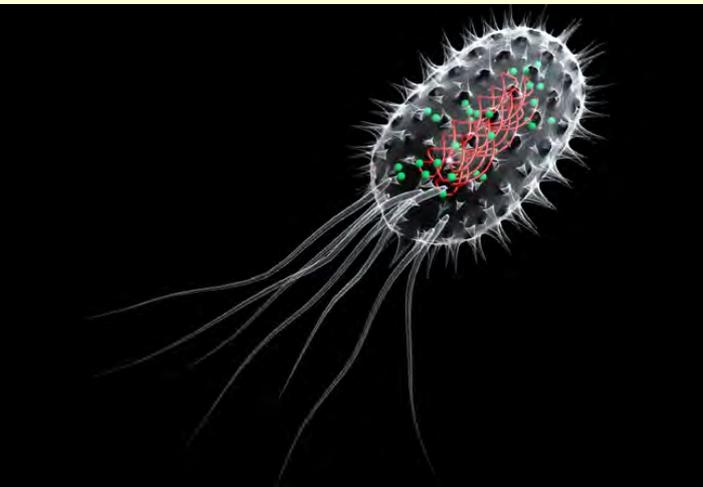
On peut prendre l'exemple d'une bactérie mobile qui nage dans un milieu aqueux en remontant un **gradient de sucre**.

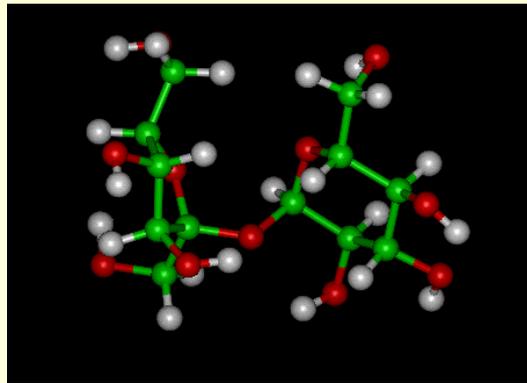
La bactérie tourne au hasard jusqu'à ce qu'elle sente le gradient de molécules de sucre, grâce à des récepteurs sur sa membrane. Puis elle va se mettre naturellement à nager pour remonter ce gradient, donc aller vers la source du sucre, pour en avoir plus.



Il se crée donc une **boucle sensorimotrice dynamique** : la façon dont la bactérie bouge (d'abord au hasard, puis en nageant vers la source) dépend de ce qu'elle perçoit, et ce qu'elle perçoit dépend de comment elle bouge.

C'est pourquoi on dit que chaque interaction sensorimotrice et chaque caractéristique discernable de l'environnement **réflète** ou « **énacte** » la **perspective de la bactérie**.





Le point important ici : bien que le **sucrose** est un réel élément de cet environnement physicochimique, son statut comme **aliment**, lui, ne l'est pas.

Le sucrose en tant qu'aliment **n'est pas intrinsèque au statut de sucrose en tant que molécule**. C'est plutôt une caractéristique « relationnelle », liée au métabolisme de la bactérie (qui peut l'assimiler et en soutirer de l'énergie).

Le sucrose n'a donc pas de signification ou de valeur comme nourriture en soi, mais seulement dans ce milieu particulier que la bactérie amène à exister.

Varela résume ceci en disant que grâce à l'autonomie de l'organisme (par exemple la bactérie), son environnement ou sa niche a un « **surplus de signification** » comparé au monde physicochimique.

Les significations particulières (valeurs positives ou négatives) que l'on retrouve dans ce monde sont donc le **résultat des actions de l'organisme**.

La signification et la valeur des choses **ne préexistent donc pas** dans le monde physique, **mais sont** « **éactés** », mis de l'avant et constitués par les organismes.

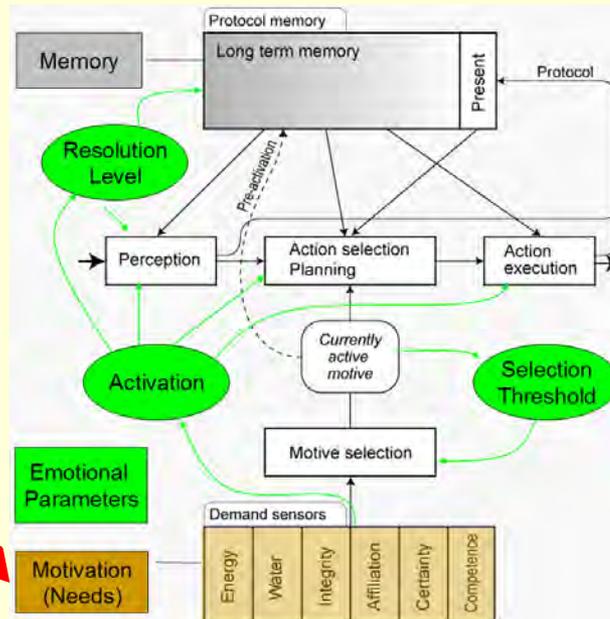
Par conséquent, **vivre** est un **processus créateur de sens**.

Et cela rejoint certaines caractéristiques de la cognition, comme celle d’être **intrinsèquement concerné par la monde**, d’y chercher et d’y trouver de la **signification**.

En effet, les êtres vivants ont ce désir, **cette curiosité**, **d’explorer leur espace vital** parce qu’ils ont besoin de trouver des éléments pour renouveler leur structure.



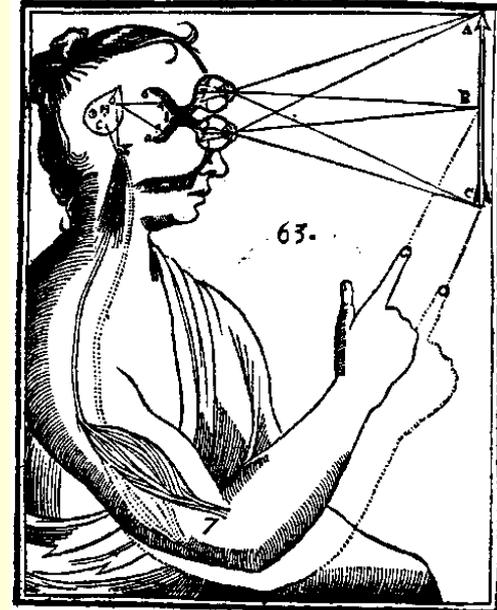
Alors que dans le cas des architectures fonctionnalistes cognitivistes, on est toujours obligé de leur adjoindre une petite boîte étiquetée “**motivation**” pour déclencher leur action...



L'approche incarnée de la cognition va donc abandonner en grande partie le concept de représentation et se tourner plutôt sur le corps et ses habiletés comme fondement de nos capacités cognitives.

« C'est certain qu'on se fait des représentations, mais sont-elles premières, primitives? Non », dit Van Gelder (1992).

Van Gelder (1995) va aussi plaider **pour introduire le langage des systèmes dynamique** (dans l'étude de la cognition), par exemple : couplage, attracteur étrange, etc., plutôt que de rester dans le vocabulaire **statique cartésien**.



Andy Clark lui, de « Being there » à “Supersizing the mind”, défend la thèse qu’on ne peut pas comprendre l’esprit en étudiant juste le cerveau et pas **l’environnement**.

Il ne s’agit pas de bannir complètement toute forme de représentation, mais de les reléguer à une place secondaire...

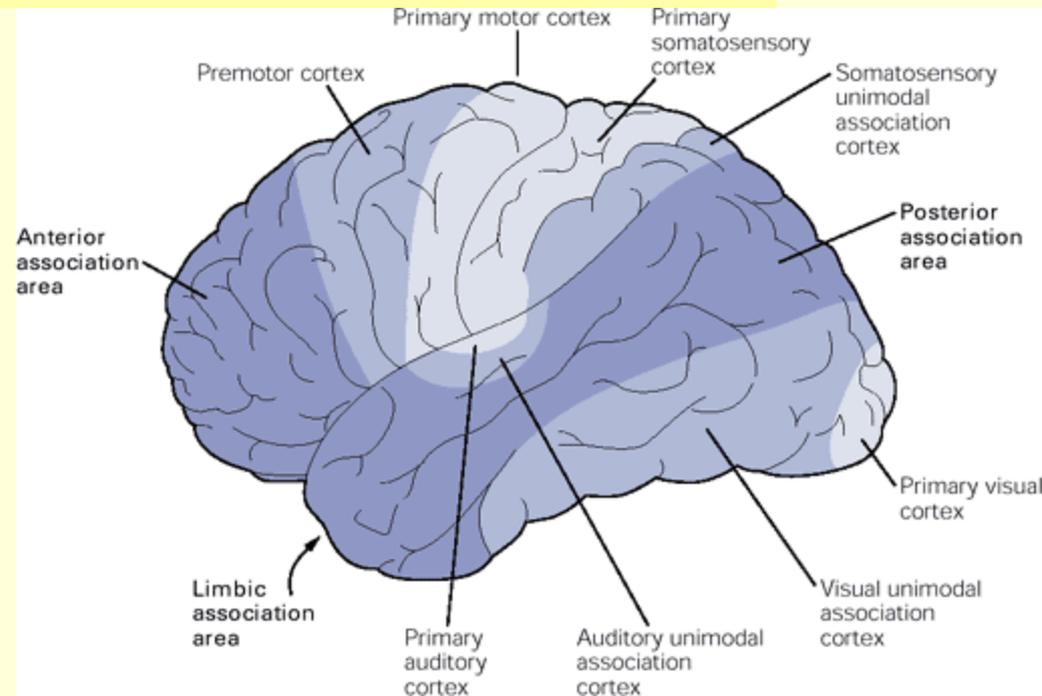
Une fois que tu as appris quelque chose (avec le « sensori-moteur », tu peux y repenser.

Autrement dit, le « **online** » peut mener au « **offline** ».

Évolutivement et d'un point de vue développemental, c'est d'abord le online qui est premier,

mais ensuite, nous les humains adultes nous avons le « offline » en plus

(et ça permet de « rejouer des représentations »...)



Au menu aujourd'hui :

1^{ère} heure :

Cerveau câblé et cerveau hormonal

Complémentarité du système nerveux, hormonal et immunitaire

Quand le corps a ses raisons qui influencent la raison...

2^e heure :

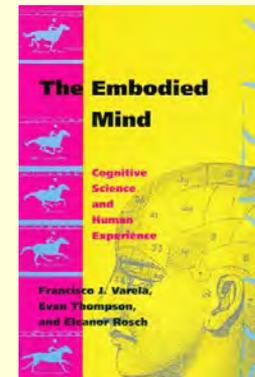
Modèles, hypothèses et théories scientifiques

Trois grands paradigmes pour comprendre le cerveau au XX^e siècle

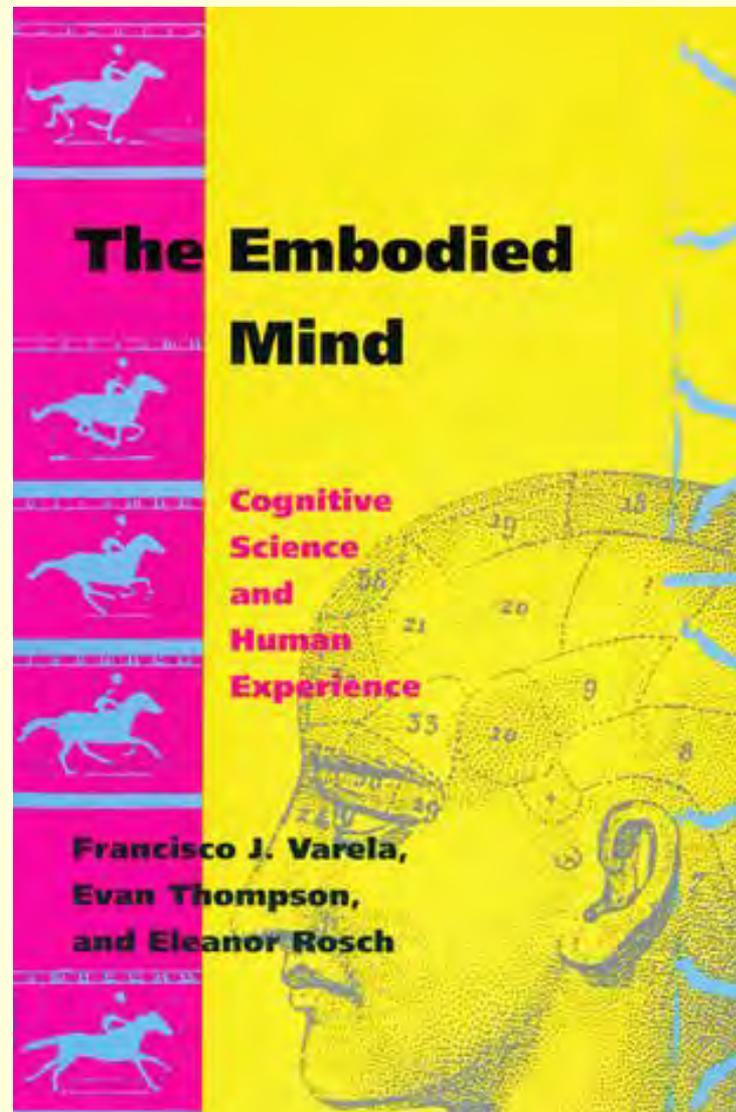
Un exemple de cognition incarnée : l'énaction

Épilogue : un modèle de fonctionnement du cerveau récent (Science, 2012)

Le concept **d'énaction** est un néologisme de Varela surtout connu à partir de son livre « **The Embodied Mind** » (ou « L'inscription corporelle de l'esprit », en français), co-écrit avec Evan Thompson et Eleanor Rosch en **1991**.



Dans leur introduction, les auteurs observent que les sciences cognitives de l'époque n'ont virtuellement rien à dire sur ce que cela signifie d'être humain dans les situations de la vie de tous les jours.



Dans la vie de tous les jours,
ce qu'on fait surtout,

c'est agir spontanément et
efficacement sur le monde qui
nous entoure,

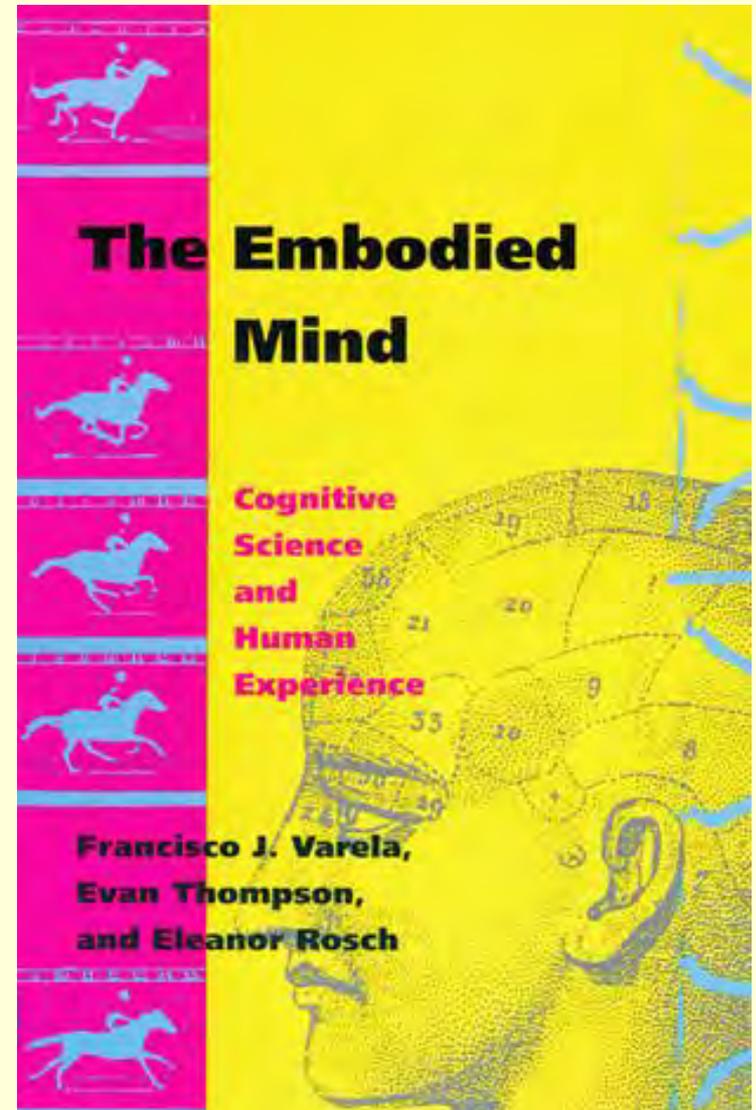
sans trop de délibérations ou de
réflexions.



À l'époque, comme on l'a dit dans l'heure précédente, on s'intéressait à la cognition humaine dans un sens assez étroit :

nous demander ce que nous faisons **quand on résout un problème** ou **quand on essaie de se représenter** quelque chose.

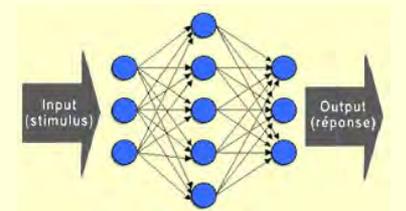
Bref, le genre de chose qui était assez facile à modéliser avec les simulations par ordinateurs des modèles cognitivistes ou connexionnistes du moment...



Varela et ses collègues ne vont pas nier tous les apports du cognitivism et du connexionnisme mais ils les jugent **insuffisants**.

Par exemple, la **manipulation symbolique** du cognitivism n'est pas complètement rejetée par Varela, mais vue plutôt comme une description de niveau supérieur de propriétés qui se trouvent concrètement matérialisées dans un système distribué et interconnecté sous-jacent.

Et pour Varela, le réseau de neurones (celui du connexionnisme) peut donc servir à décrire adéquatement la cognition, mais **à condition qu'il puisse produire de la signification**...

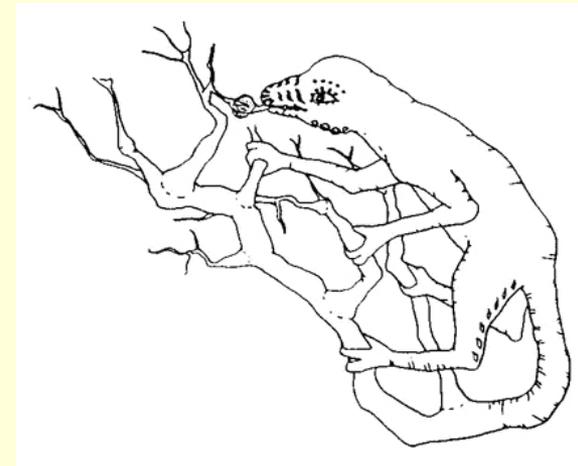


Et pour qu'un tel réseau puisse produire de la signification, il doit non seulement **pouvoir agir sur son environnement** et **être sensible à ses variations**,

mais il doit aussi nécessairement posséder une **histoire** qui **s'inscrit dans le corps et le cerveau** de l'organisme.

Car **ce qu'on observe concrètement à chaque jour**, c'est ça : des agents incarnés qui sont mis en situation d'agir et donc entièrement immergés dans leur perspective particulière.

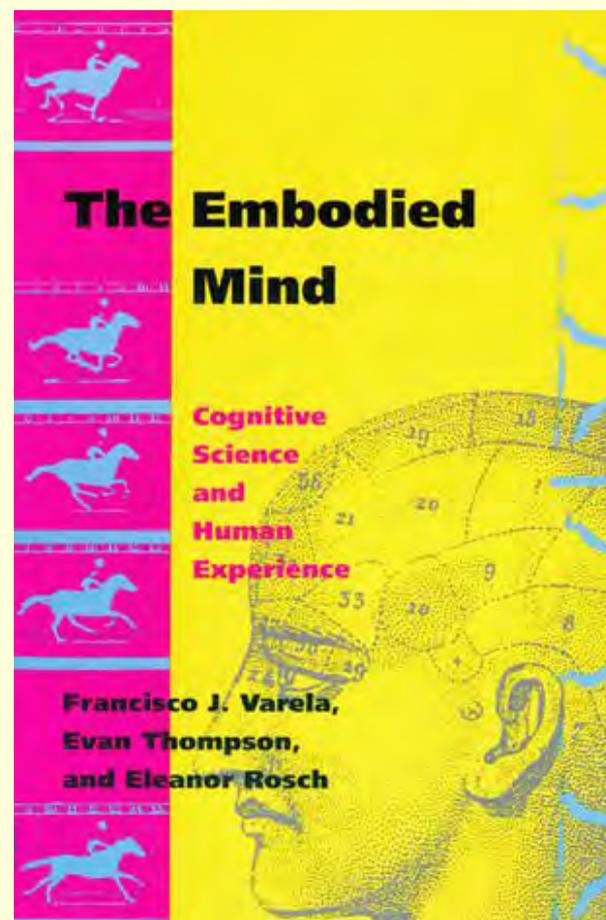
Pour Varela et ses collègues, voilà donc ce que le cognitivisme et les propriétés émergentes du connexionnisme passent sous silence : notre **expérience humaine quotidienne**.

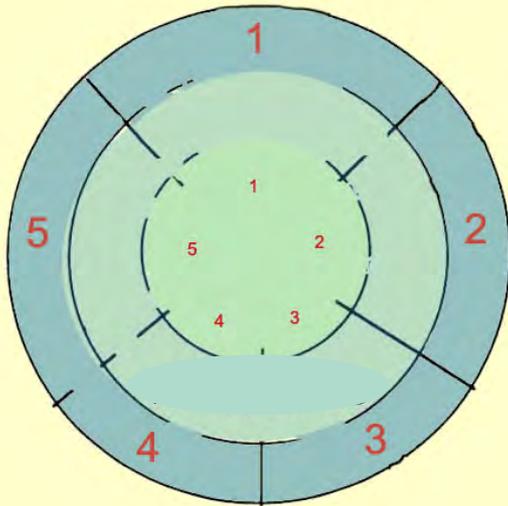


Dans The Embodied Mind, p.289, on peut lire :

« Tout comme le connexionnisme est né d'un cognitivisme soucieux d'établir un contact plus étroit avec le cerveau, ainsi le programme de **l'énaction franchit-il une étape de plus dans la même direction**; il vise à embrasser la temporalité de la cognition entendue comme **histoire vécue**, que cette dernière soit considérée au niveau de l'individu (l'ontogenèse), de l'espèce (l'évolution) ou des structures sociales (la culture). »

On entrevoit donc ici la vastitude du concept **d'énaction** qui amène une reconsidération non seulement de notre rapport à la connaissance, mais aussi de l'évolution et de la culture.

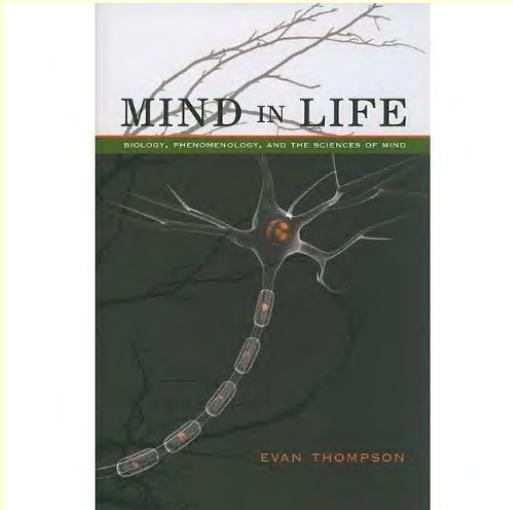




Le terme d'énaction a été choisi pour tenter d'unifier sous une bannière unique **plusieurs idées interreliées.**

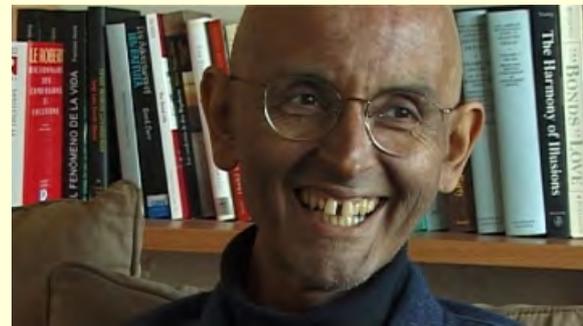
On va tenter de montrer comment elles peuvent être interreliées en s'inspirant des 5 étapes que présente **Evan Thompson** dans **Mind in Life.**

Mind in Life est un livre de **Evan Thompson**, publié en **2007**, et qui constitue un peu la « suite » de The Embodied Mind.



« Mind in life » : une continuité entre la vie et la pensée
<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2012/10/15/mind-in-life-une-continuite-entre-la-vie-et-la-pensee/>

Varela est décédé en 2001 d'un cancer à l'âge de 54 ans, et Thompson raconte dans la préface de Mind in Life, que ce livre était un projet commun avec Varela que Thompson a repris seul après la disparition de Varela.



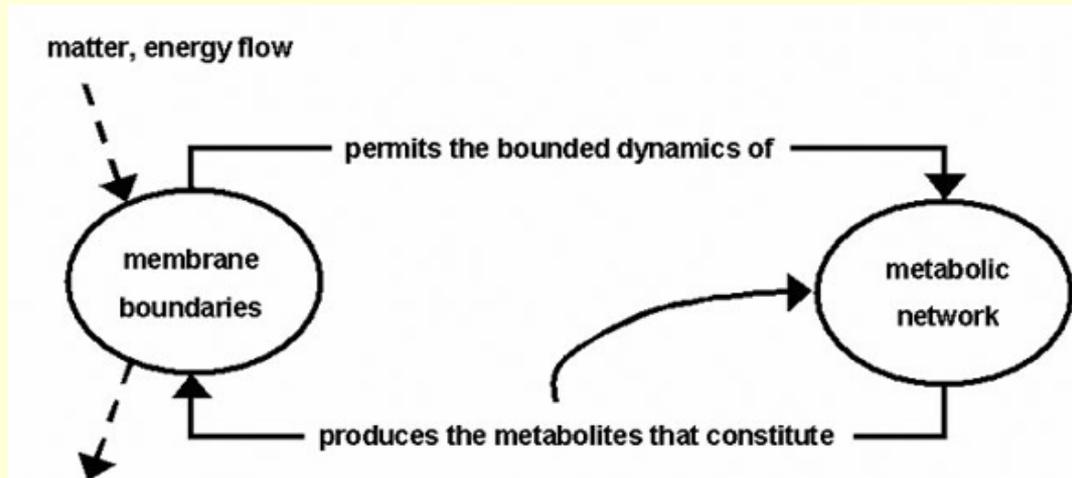
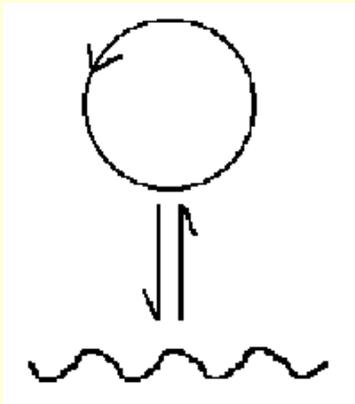
Première idée :

Les êtres vivants sont des agents autonomes qui gènèrent et maintiennent activement l'organisation de leur structure.

(= autopoïèse)

Ce faisant, ils mettent de l'avant, font émerger ou “**énactent**” leur propre « **domaine cognitif** ».

La **cognition** est donc quelque chose que possèdent tous les organismes biologiques incarnés vu comme des agents autonomes.



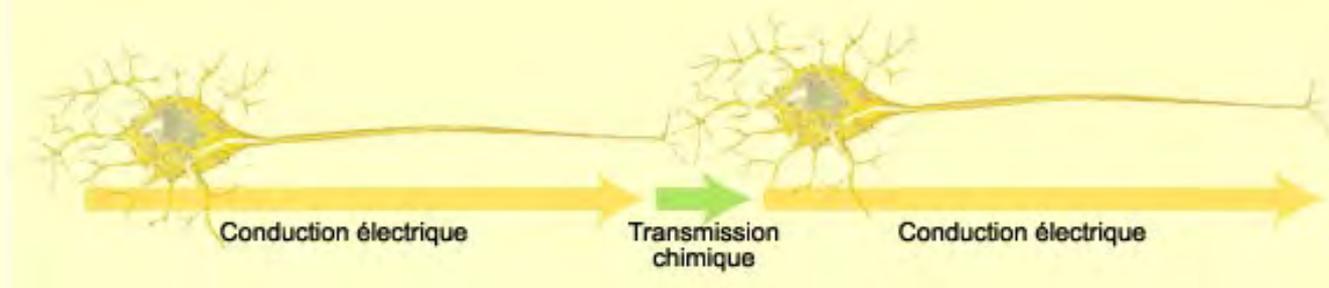
The “**enactivist mind-life continuity thesis**”:

« C’est l’idée générale que la vie est l’autopoïèse,

et que l’autopoïèse implique une sorte de contrôle sur le couplage avec l’environnement qui est la cognition dans sa forme minimale »

http://theboundsofcognition.blogspot.ca/2011/02/wheeler-2005-on-representation-and_24.html

Deuxième idée :

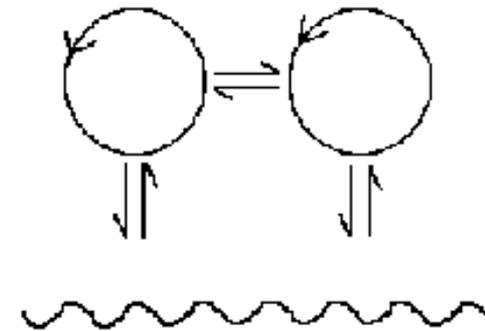


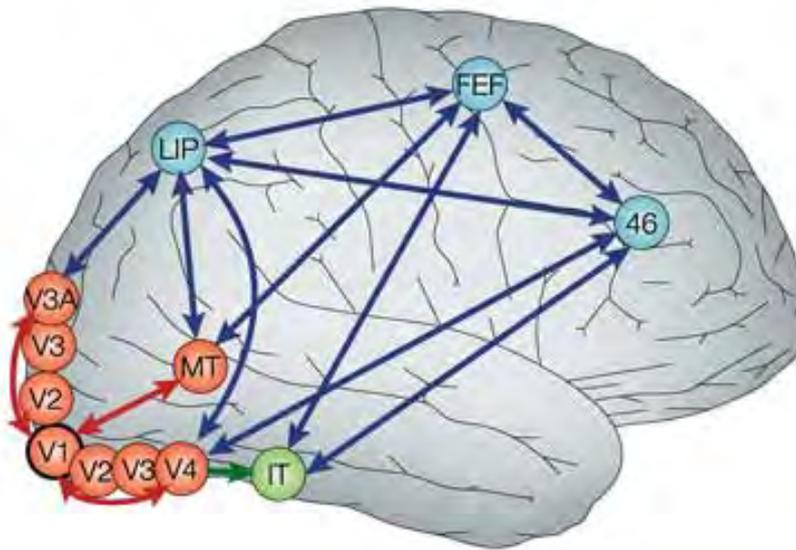
Dans les organismes multicellulaires suffisamment complexes, ces agents possèdent un **système nerveux** qui forme un **système dynamique autonome**, c'est-à dire qu'il génère et maintient un pattern d'activité cohérent et signifiant.

(i.e. au lieu d'être un pattern de réactions biochimiques, c'est un pattern d'activité nerveuse = des neurones qui coordonnent leur activité)

Ce système nerveux forme de nombreuses boucles de rétroaction, de manière circulaire, créant ce que Varela appelle **un système fermé du point de vue organisationnel**.

Ce système fermé, lorsque perturbé par son environnement, **génère du sens**, au lieu de traiter de l'information comme des représentations symbolique d'un monde extérieur.





On observe dans le cerveau un haut degré de réciprocité.

Nature Reviews | Neuroscience

Par exemple, ici, les principales voies visuelles, sont pratiquement toutes bidirectionnelles.

Il semble donc abusif de dire que le réseau neuronal fonctionne de la perception vers l'action.

On devrait plutôt dire que la perception et l'action, **le perceptif et le moteur**, **sont liés** en tant que motifs émergents qui se sélectionnent mutuellement.

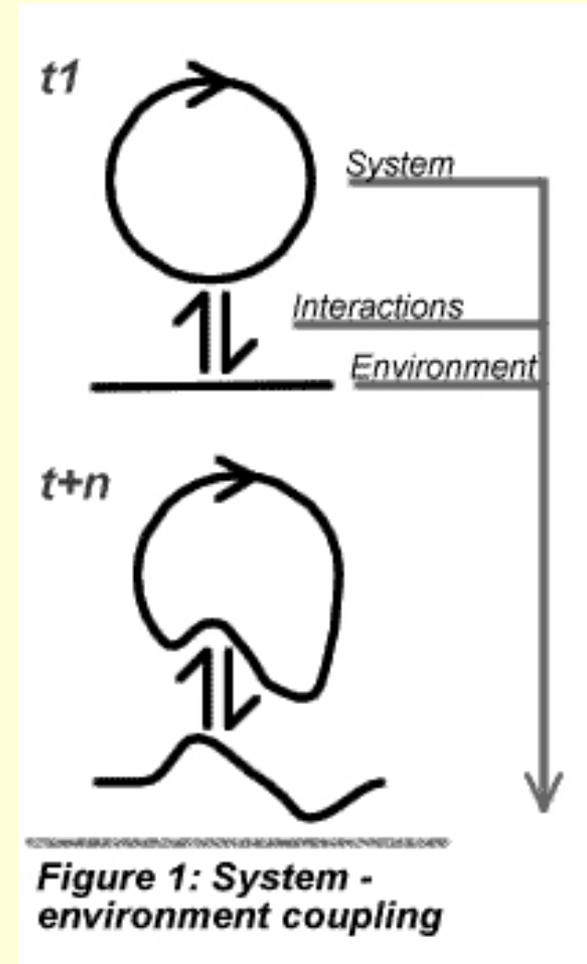
Troisième idée :

La cognition, conçue ici comme la **génération de sens**, émerge de patterns sensorimoteurs récurrents de perception et d'action, ce que Varela appelle le « **couplage** » **sensori-moteur** entre cet organisme et l'environnement dans lequel il est situé.

Ce « couplage » sensori-moteur **module**, mais ne détermine pas, la formation de patterns dynamiques d'activité neuronale **endogène**.

(modulations d'activité qui vont en retour influencer le couplage sensori-moteur)

De sorte que la cognition peut être vue comme **l'exercice d'un savoir-faire** qui s'exprime dans une **action incarnée** et **située** dans un environnement.

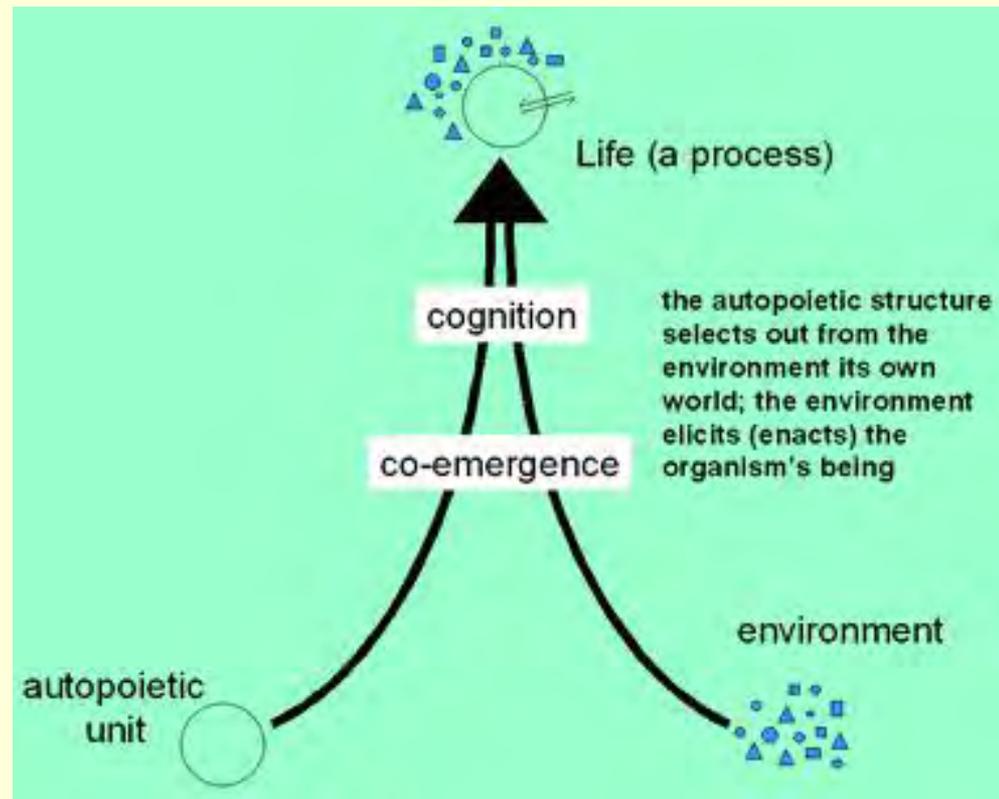


Quatrième idée :

Ce qui constitue le monde cognitif d'un organisme n'est pas une réalité extérieure prédéterminée et faisant l'objet d'une représentation interne par son cerveau.

Ce monde cognitif est plutôt un **domaine relationnel** mis de l'avant, ou **énacté**, par le **mode de couplage** entre cet agent autonome et l'environnement.

La relation entre le monde et l'organisme en est donc une de **co-détermination**.



L'objet « chaise », défini comme une chose sur laquelle on s'assoit, existe pour les humains, mais pas pour les chats (pour lui, c'est un obstacle, ou un lit, mais pas quelque chose qui sert à s'asseoir).

On peut donc faire la distinction entre « **monde-milieu** » (« umwelt ») (la chaise pour s'asseoir de l'humain ou la chaise pour dormir du chat) et « **monde physique** » (un objet avec 4 pattes, une surface horizontale et un dossier).

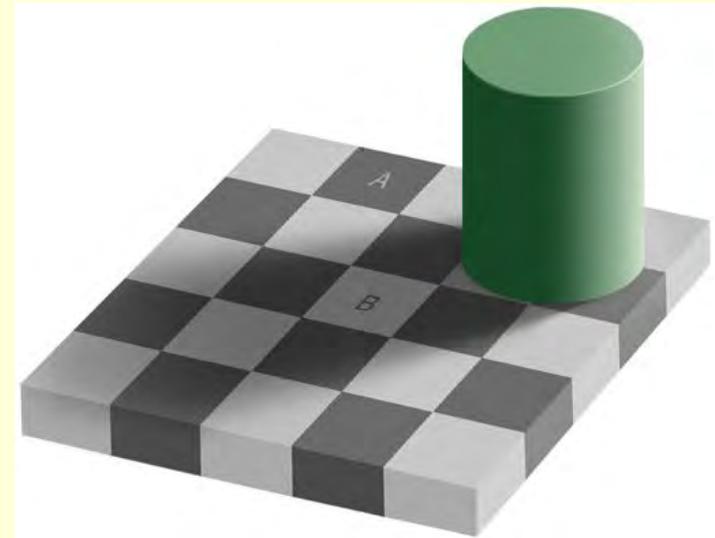
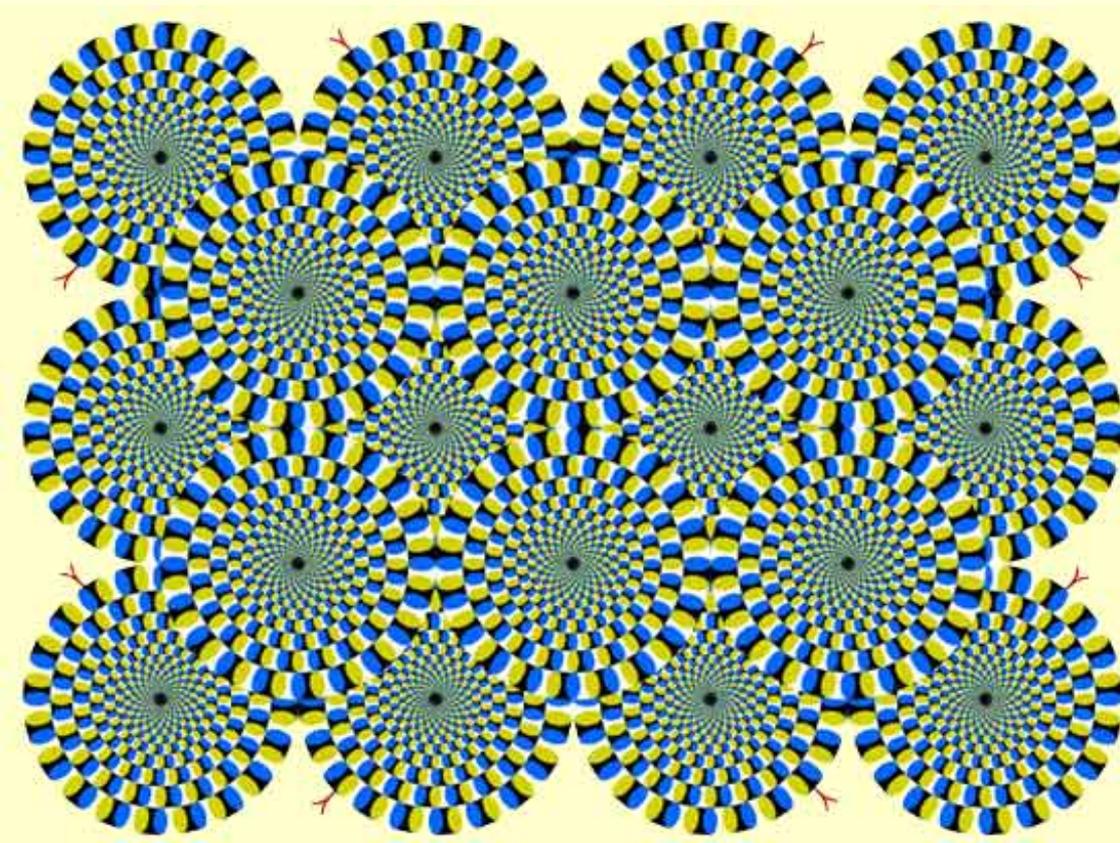
La position philosophique du « **réalisme scientifique** » dit qu'on pourrait transcender, dépasser ou réduire « notre monde-milieu » pour qu'il finisse par correspondre au monde physique.

La position de l'énonciation, elle, n'admet pas qu'on puisse réduire l'un à l'autre. Pour elle, un individu ne peut interagir qu'avec son « **monde-milieu** » (du fait de l'historique des couplages sensori-moteur de son action incarnée dans un corps particulier) et pas avec le **monde physique**.

[Laborit parle de Structure avec un grand S versus structure avec un petit s]

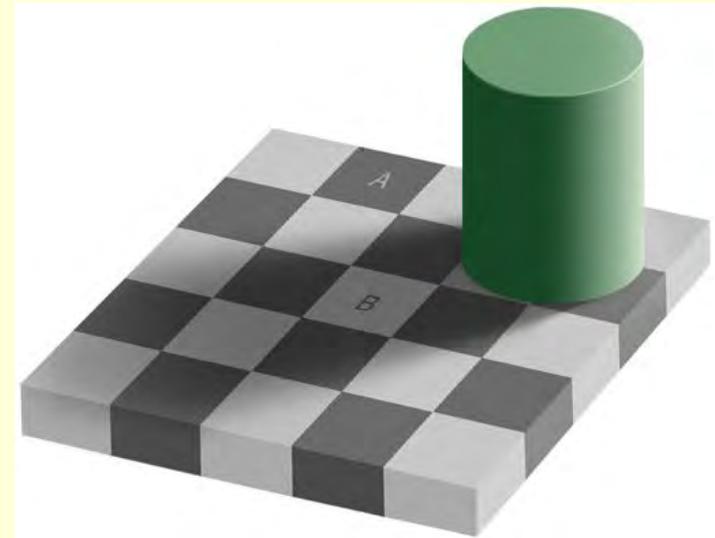
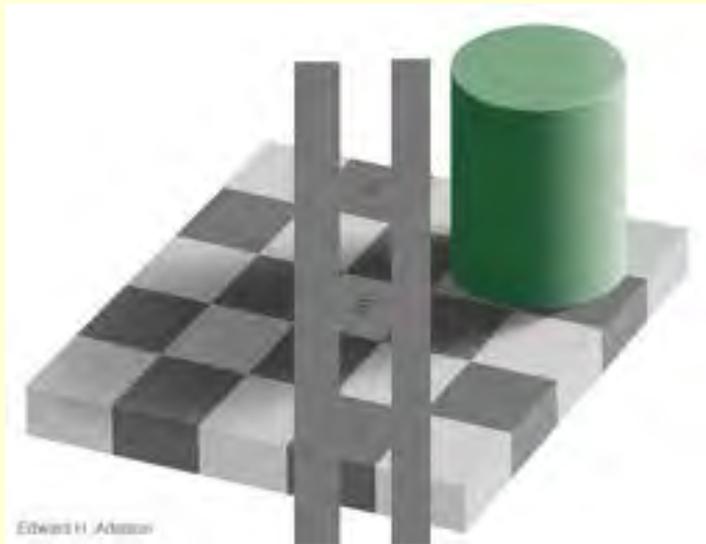
Dire que la cognition est incarnée c'est prendre en considération le fait que chaque espèce a son propre « *monde-milieu* » qui a été ***enacté*** à travers l'évolution.

Par exemple, nous, humains, regardons ces images avec un certain type de système visuel...



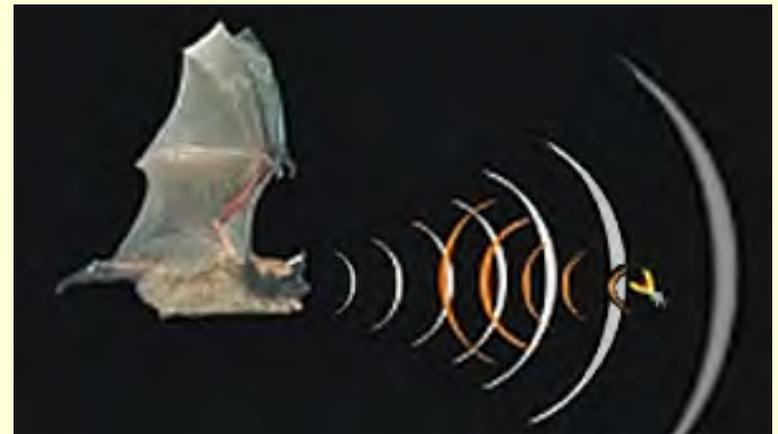
...qui ne nous donne pas accès directement au monde physique
puisque'il n'y a pas de mouvement dans le premier et que
les cases sont de la même teinte dans le second.

Ce que ce que nous percevons
est bien différent du stimulus visuel physique...



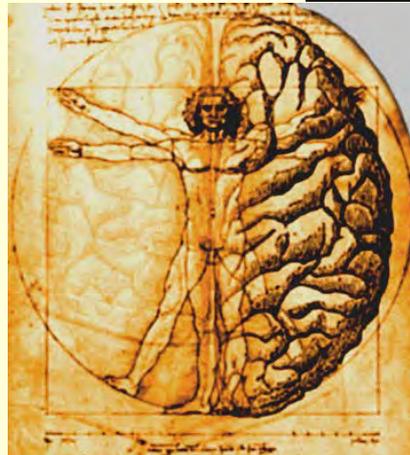
En étudiant différents systèmes visuels de vertébrés, et surtout leur **système chromatique propre**, Varela montre que **la sensation de couleur n'est pas entièrement donnée par le monde physique** mais dépend aussi des mécanismes de perception mêmes.

À chaque type de système visuel correspond donc un type de monde énéacté.
[et il y a de long développement dans Embodied Mind où la couleur comme perçue directement du monde physique en prend pour son rhume...]



How Animals See the World See through the eyes of cats, birds, fish, and snakes.

<http://nautil.us/issue/11/light/how-animals-see-the-world>



Leur « monde » perceptif est très différent du nôtre, parce qu'ils n'ont pas le même corps et le même appareil sensoriel.

Autrement dit, **le modèle newtonien de dispersion de la lumière, ne suffit plus à expliquer le phénomène de la couleur.**

Et ce que dit l'énoncé, c'est que puisque notre lignée biologique s'est maintenue, nos **catégories de couleur** sont **viables ou efficaces**.

Mais d'autres espèces ont développé différents mondes perçus de la couleur sur la base d'opérations neuronales différentes [dichromates, tétrachromates, pentachromates...] qui sont aussi viables !

C'est pourquoi notre monde de perception de la couleur **ne doit pas** être considéré comme la « solution » optimale apportée à un « problème » posé par l'évolution.

Cinquième idée :

L'expérience vécue consciemment par un organisme (son « monde » de perceptions) n'est pas un épiphénomène, ou un "effet secondaire" de processus cognitifs inconscients.

Elle est plutôt centrale et doit être **explorée** minutieusement en s'inspirant de la tradition phénoménologique (européenne et orientale) si l'on veut une science globale de l'esprit.

L'approche énaactive soutient que les sciences cognitives et les investigations phénoménologiques sur l'expérience vécue doivent être poursuivies de manière **complémentaire** et en **s'informant mutuellement**, ce que Varela appelle la "neurophénoménologie".

La **neurophénoménologie** cherche à établir entre les données objectives sur le cerveau et les données subjectives recueillies par le sujet une relation de « **contrainte mutuelle** ».

Au menu aujourd'hui :

1^{ère} heure :

Cerveau câblé et cerveau hormonal

Complémentarité du système nerveux, hormonal et immunitaire

Quand le corps a ses raisons qui influencent la raison...

2^e heure :

Modèles, hypothèses et théories scientifiques

Trois grands paradigmes pour comprendre le cerveau au XX^e siècle

Un exemple de cognition incarnée : l'énaction

Épilogue : un modèle de fonctionnement du cerveau récent (Science, 2012)



Article Views

[Abstract](#)[Full Text](#)[Full Text \(PDF\)](#)[Figures Only](#)[Supplementary Materials](#)

VERSION HISTORY

[Correction for this article](#)

Article Tools

[Leave a comment \(0\)](#)[Save to My Folders](#)[Download Citation](#)[Alert Me When Article is Cited](#)

Science 30 November 2012:
Vol. 338 no. 6111 pp. 1202-1205
DOI: 10.1126/science.1225266

[< Prev](#) | [Table of Contents](#) | [Next >](#)[Leave a comment \(0\)](#)

REPORT

A Large-Scale Model of the Functioning Brain

Chris Eliasmith^{*}, Terrence C. Stewart, Xuan Choo, Trevor Bekolay, Travis DeWolf, Yichuan Tang, Daniel Rasmussen

[†] Author Affiliations

^{*} To whom correspondence should be addressed. E-mail: celiasmith@uwaterloo.ca

ABSTRACT

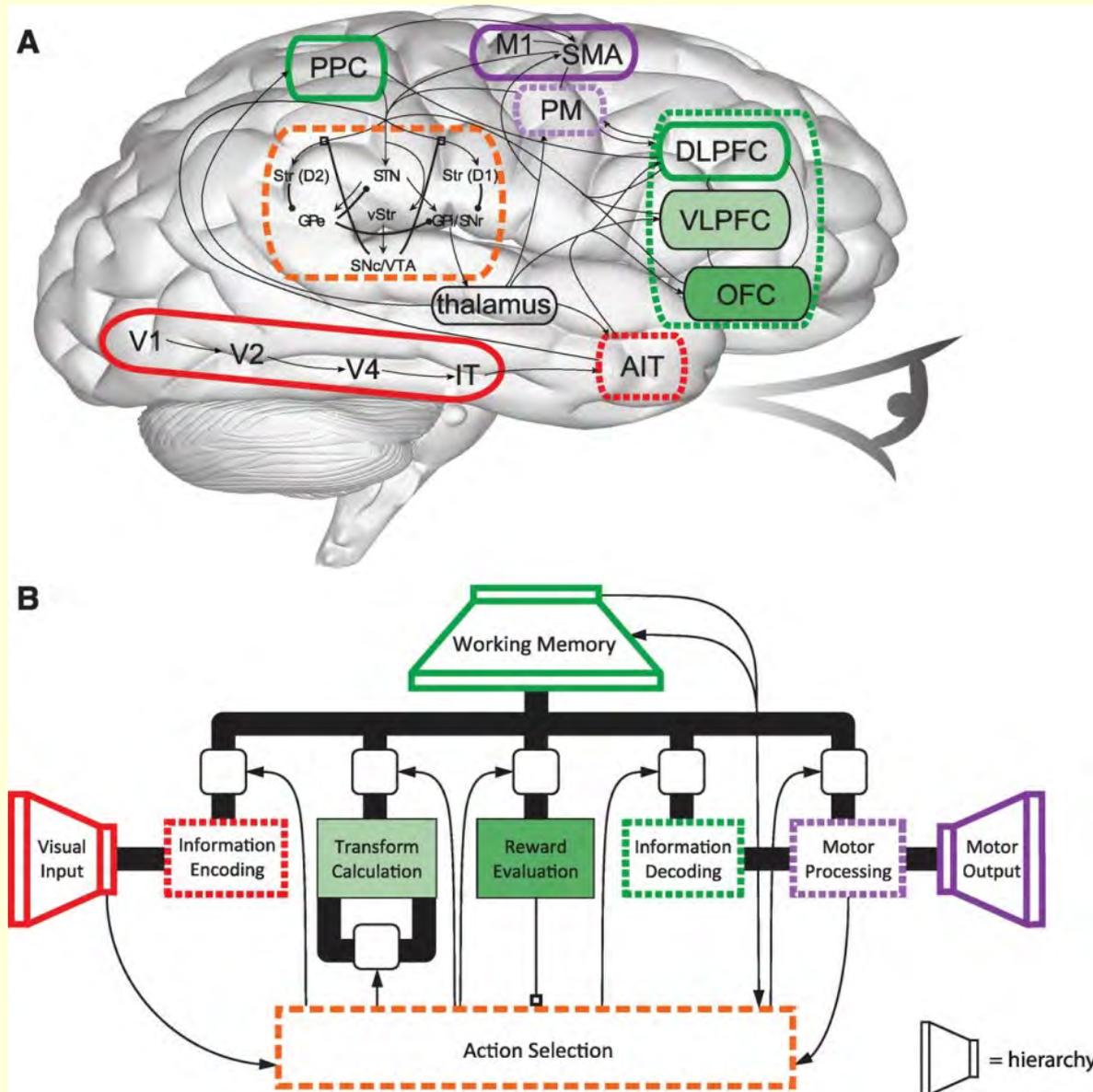
A central challenge for cognitive and systems neuroscience is to relate the incredibly complex behavior of animals to the equally complex activity of their brains. Recently described, large-scale neural models have not bridged this gap between neural activity and biological function. In this work, we present a 2.5-million-neuron model of the brain (called "Spaun") that bridges this gap by exhibiting many different behaviors. The model is presented only with visual image sequences, and it draws all of its responses with a physically modeled arm. Although simplified, the model captures many aspects of neuroanatomy, neurophysiology, and psychological behavior, which we demonstrate via eight diverse tasks.

- Modèle à large échelle (donc laisse beaucoup de détails de côté)

- Architecture cognitive qui dépasse l'opposition cognitiviste / connexionnisme (intègre les deux)

- Hiérarchie de compression à l'entrée et à la sortie (« connexionniste ») : extrait les caractéristiques les plus importantes (perte d'info en conceptualisant, mais permet de travailler plus facilement...)

- S'inspire de l'architecture anatomo-fonctionnelle du cerveau : « Action Selection » (ganglion de la base et thalamus), « Working Memory » (cortex préfrontal), etc.



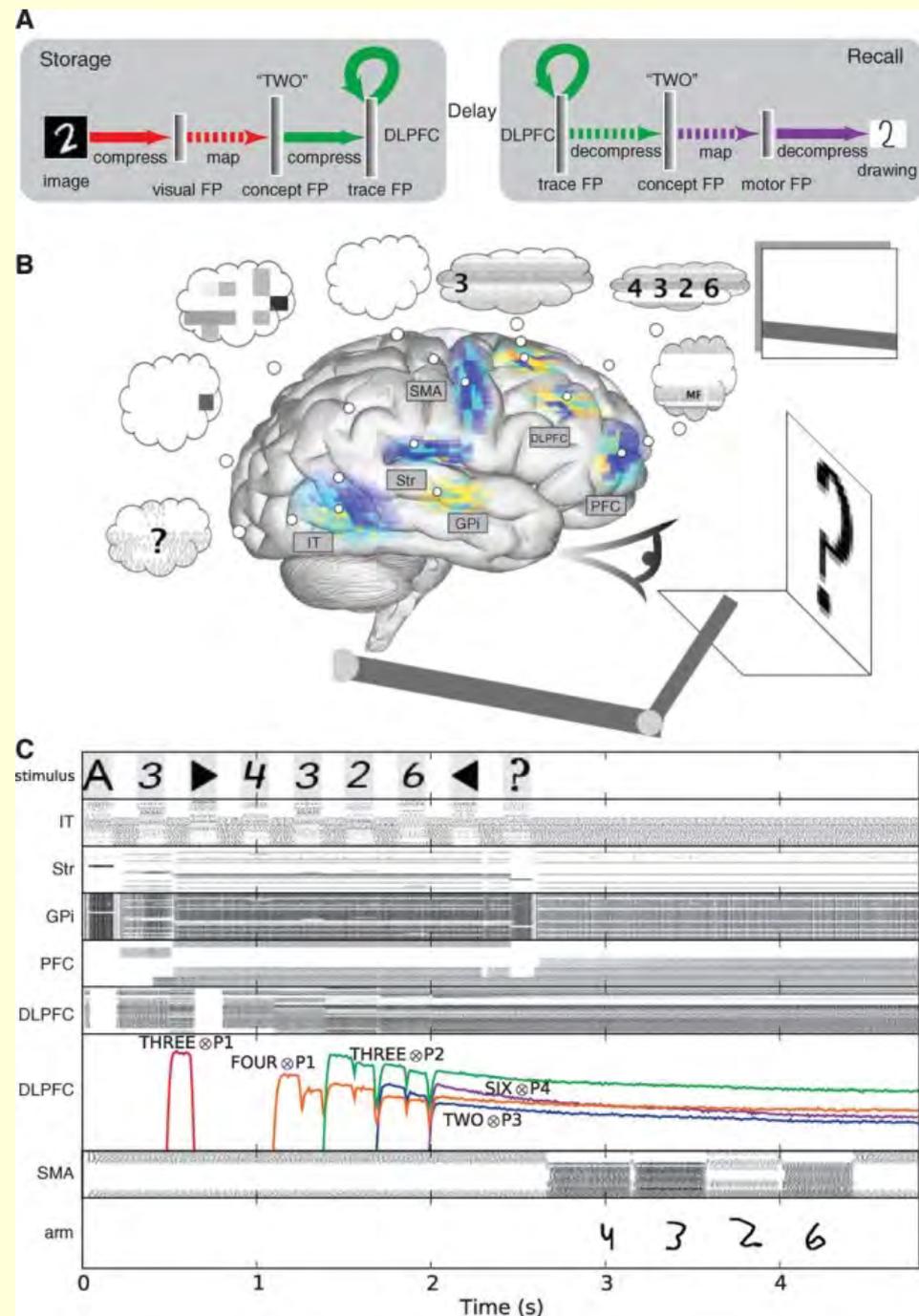
- Isomorphie partielle entre l'objet réel et sa représentation (« pointeur sémantique »)

- Le système est capable d'effectuer 6 tâche différentes (mais on doit lui indiquer laquelle on veut qu'il fasse... « implémentation cognitiviste »)

- Solution au problème de l'ancrage des symboles ? Oui, selon Eliasmith. Non, selon d'autres comme Pierre Vadnais (« il faudrait que le concept de « 5 » soit celui d'une quantité, qu'il ait un lien avec 5 objets, qu'il y ait une suite d'objets 1 (+1), = 2 (+1), = 3, etc... Alors qu'ici le concept de « 1 » objet n'est pas spécifié... »)

Vidéo : Towards A Better Brain Model

<http://knowingneurons.com/2012/12/24/towards-a-better-brain-model/>



Merci de votre attention !