

1^{ÈRE} HEURE : Notre histoire

Survol des science cognitives depuis un siècles

Big History et évolution biologique

Neurobio 101

2^È HEURE : L'objet cerveau

Anatomie de notre connectome à différentes échelles

Activité endogène dynamique dans les réseaux cérébraux

Comment sortir de la phrénologie

3^È HEURE : La cognition incarnée

La cognition implique le corps

La cognition implique l'environnement

La cognition est énéactée

4^È HEURE : Concepts et modèles

Quelques fonctions dites « supérieures »

Prise décision, inconscient et conscience

Codage prédictif (« predictive processing »)

DÎNER

3^E HEURE : La cognition incarnée

La cognition implique le corps

- Où l'on voit que ce qui se passe dans le cerveau influence le corps et vice-versa

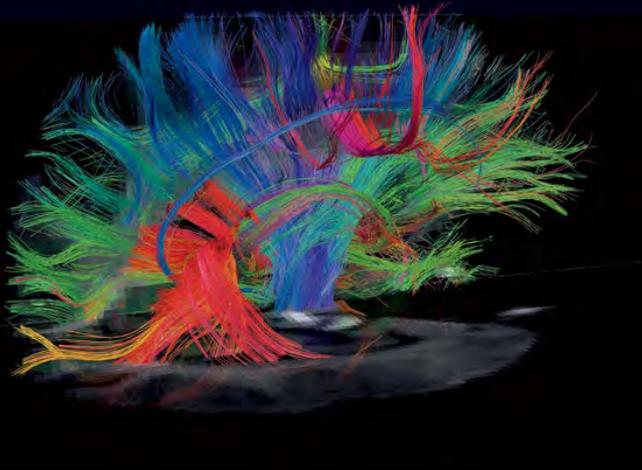
La cognition implique l'environnement

La cognition est énéactée

Cerveau câblé et cerveau hormonal : neuromodulation

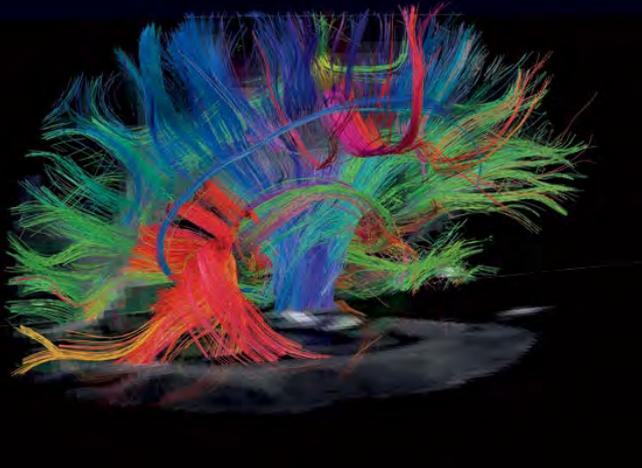


On a beaucoup parlé de circuits et de câbles à propos du cerveau jusqu'ici...

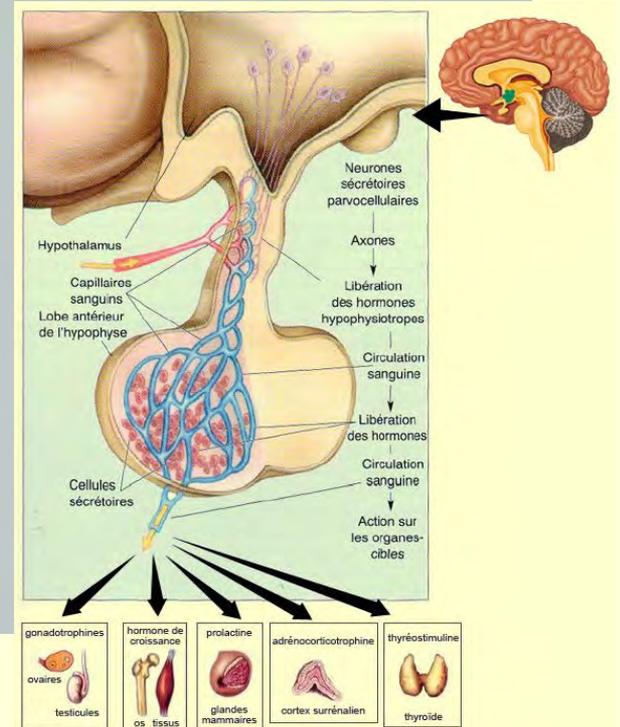
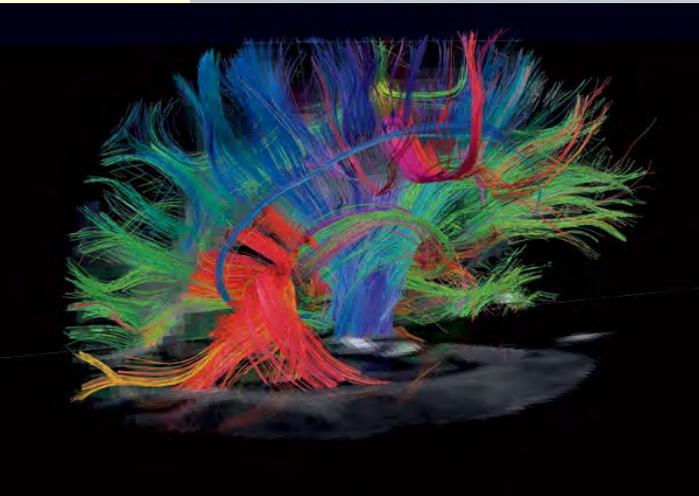




+



Il est temps de parler
un peu de soupe !



« L'homme neuronal »,
de Jean-Pierre Changeux,
publié en 1983;

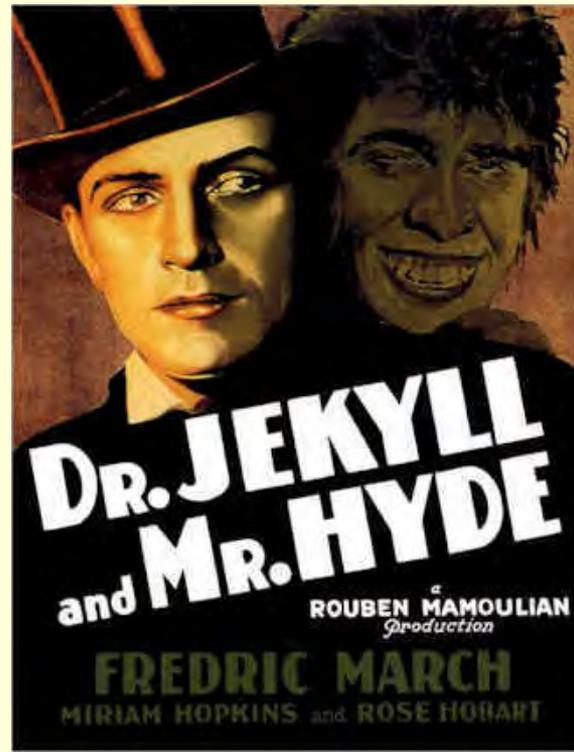
“cerveau
câblé”



Et pour ça, on va partir d'un livre
phare, « Biologie des passions »,
de Jean-Didier Vincent, publié en
1986 un peu en réponse à...

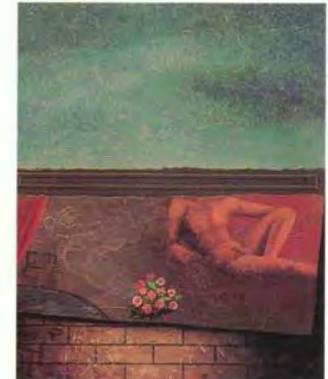


“cerveau
hormonal”



JEAN-DIDIER VINCENT

BIOLOGIE
DES PASSIONS



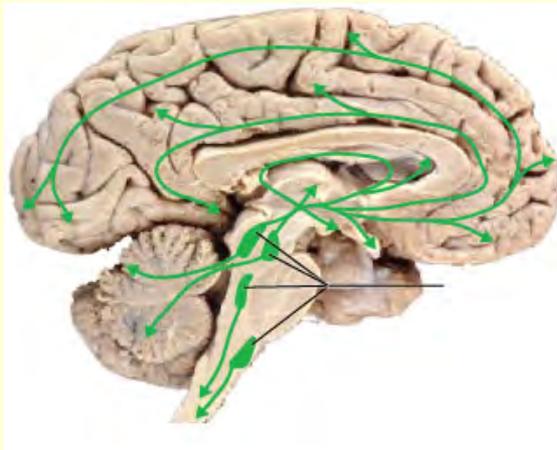
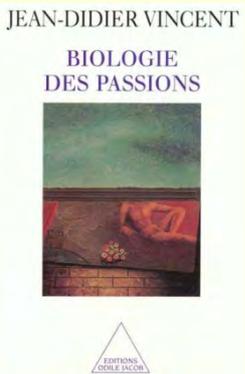
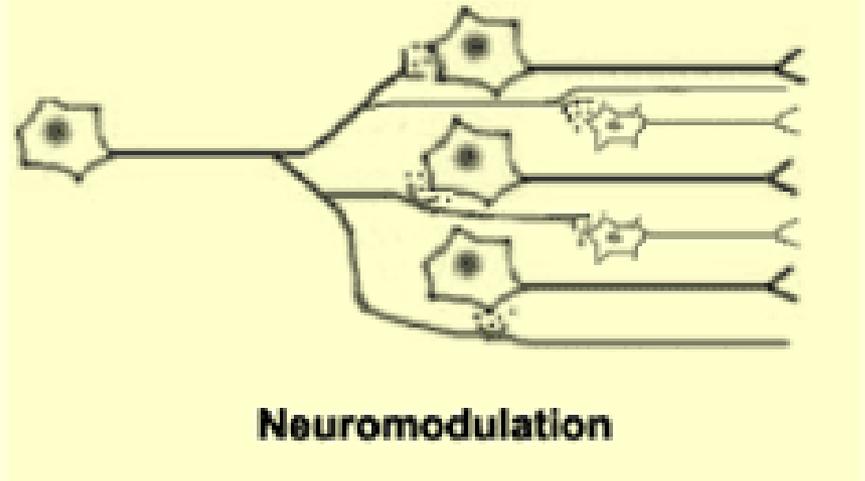
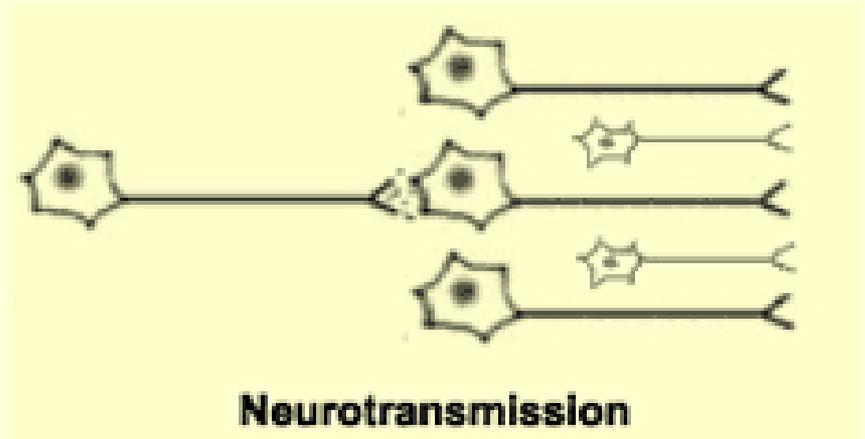
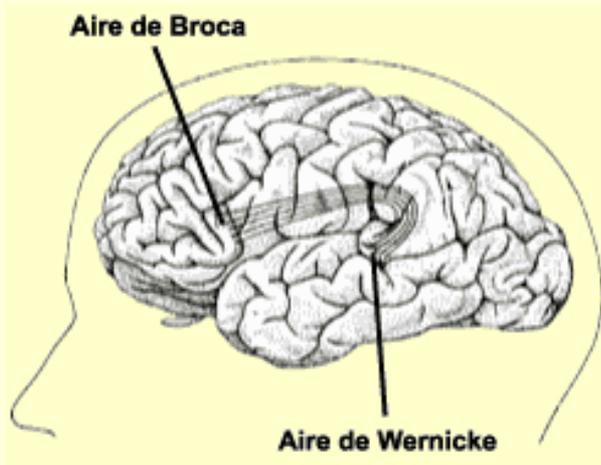
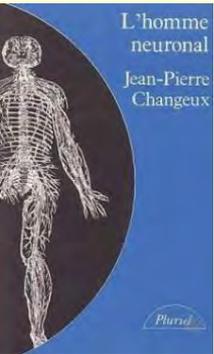
EDITIONS
ODILE JACOB
SCIENCES



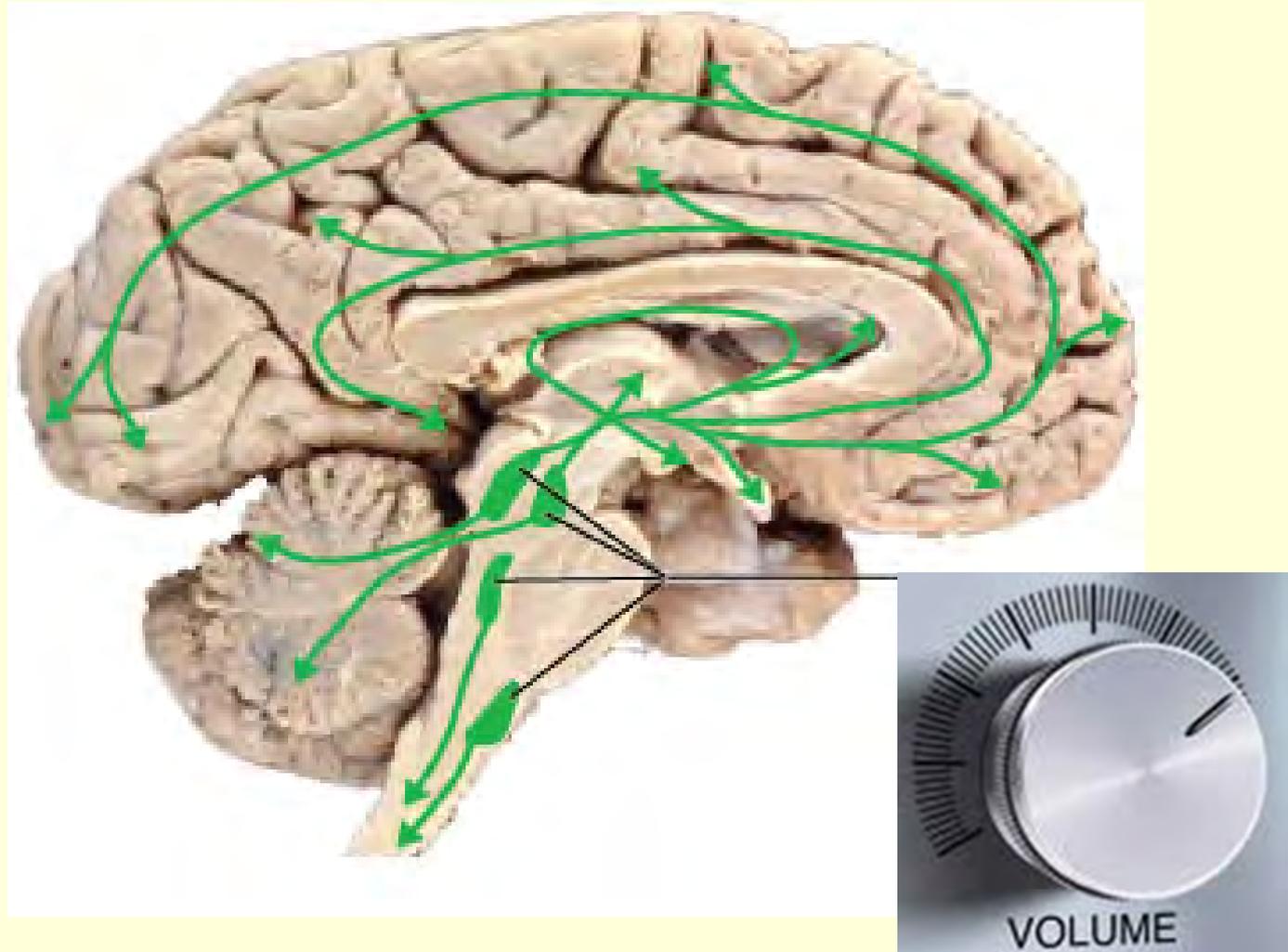
« **Je suis**
parce que je suis ému
et parce que tu le sais ! »

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

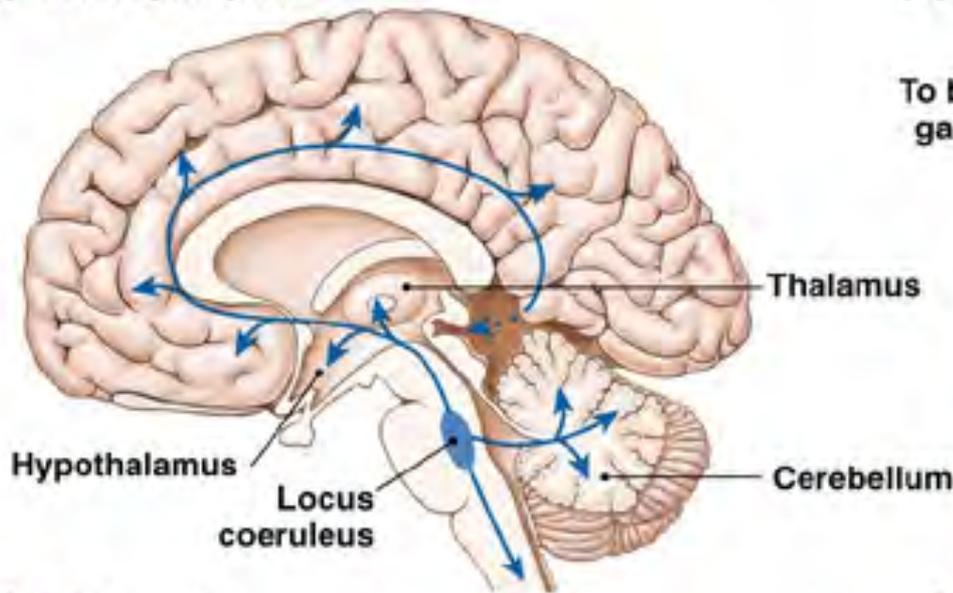




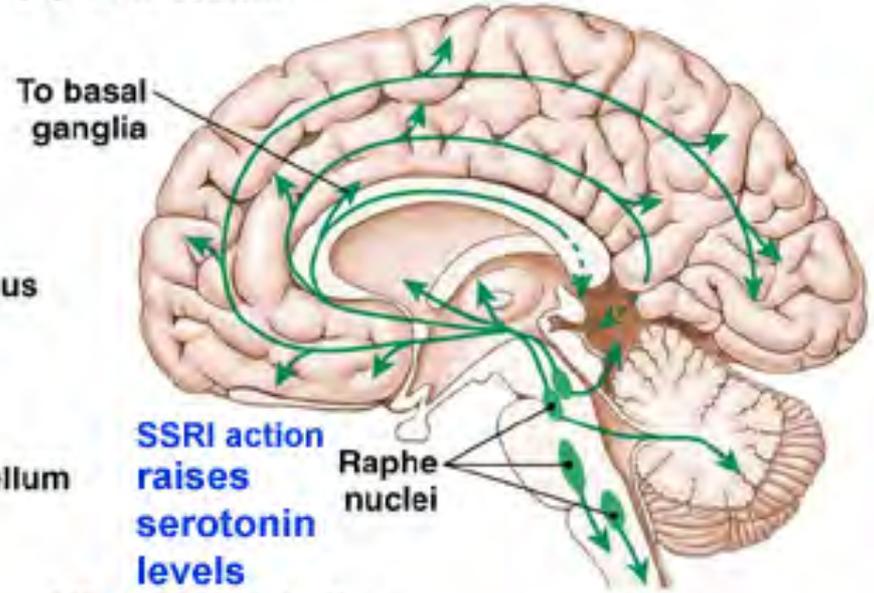
Neuromodulation



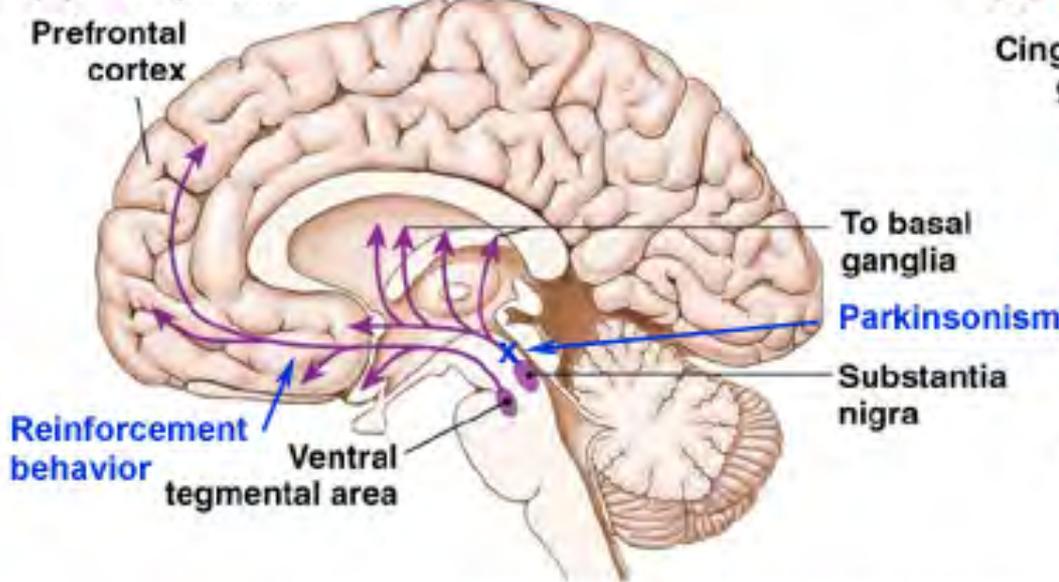
(a) ● Norepinephrine



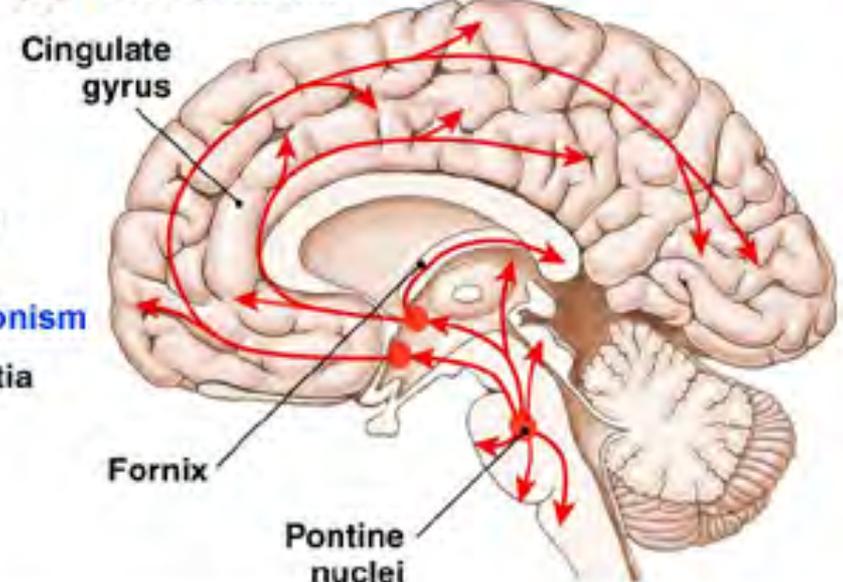
(b) ● Serotonin



(c) ● Dopamine



(d) ● Acetylcholine

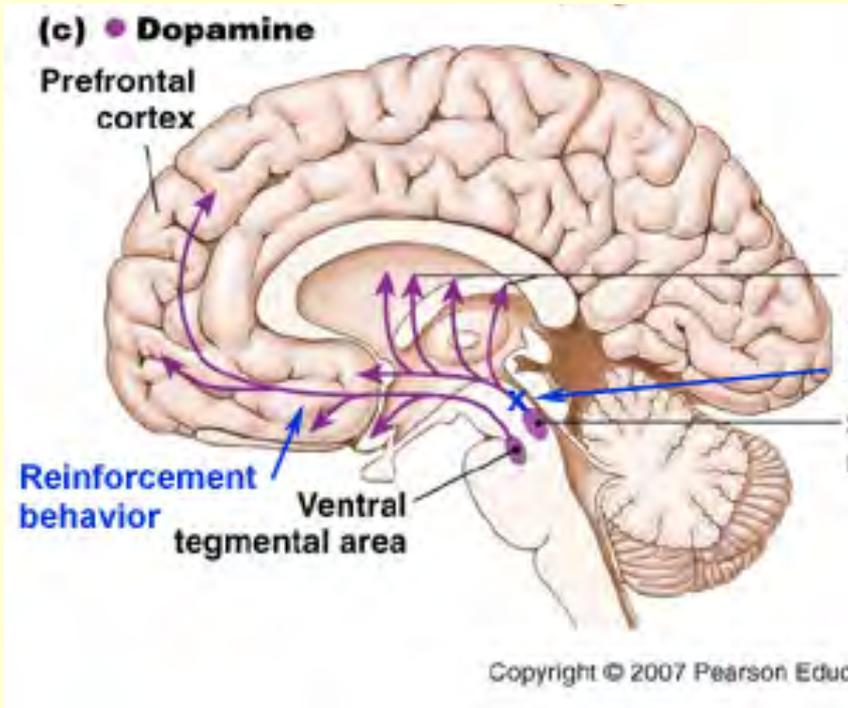


Getting 'High' On Your Own Supply

October 19, 2015

http://blogs.discovermagazine.com/crux/2015/10/19/natural-highs-in-the-body/#.Vx6A-jHX_uO

In its role as the chemical that says, “Yes, do that!” **dopamine** works with a wide range of other neurotransmitters.



It amplifies the effects of oxytocin, helping us bond with our children and other loved ones.

It performs an intricate dance with **serotonin**, helping stabilize our mood.

It also seems to work closely with the **endocannabinoid** and **endogenous opioid systems**, helping cement associations between workouts — or spicy food — and pleasure.

19 octobre 2015

Ces molécules qui nous font courir

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2015/10/19/ces-molecules-qui-nous-font-courir/>

L'exercice augmente le niveau sanguin des **bêta-endorphines** mais également de **l'anandamide**, une substance **endocannabinoïde** (notre analogue naturel au THC du cannabis).

En utilisant différentes techniques, l'équipe de Fuss a pu montrer chez la souris que ce sont les **récepteurs de l'anandamide** qui sont responsables de la baisse d'anxiété et de l'analgésie à la douleur.

“**Les neuromodulateurs** sont des substances chimiques qui peuvent changer l’efficacité d’une synapse, l’excitabilité d’une cellule ou la façon dont cette cellule répond à différents courants ioniques.

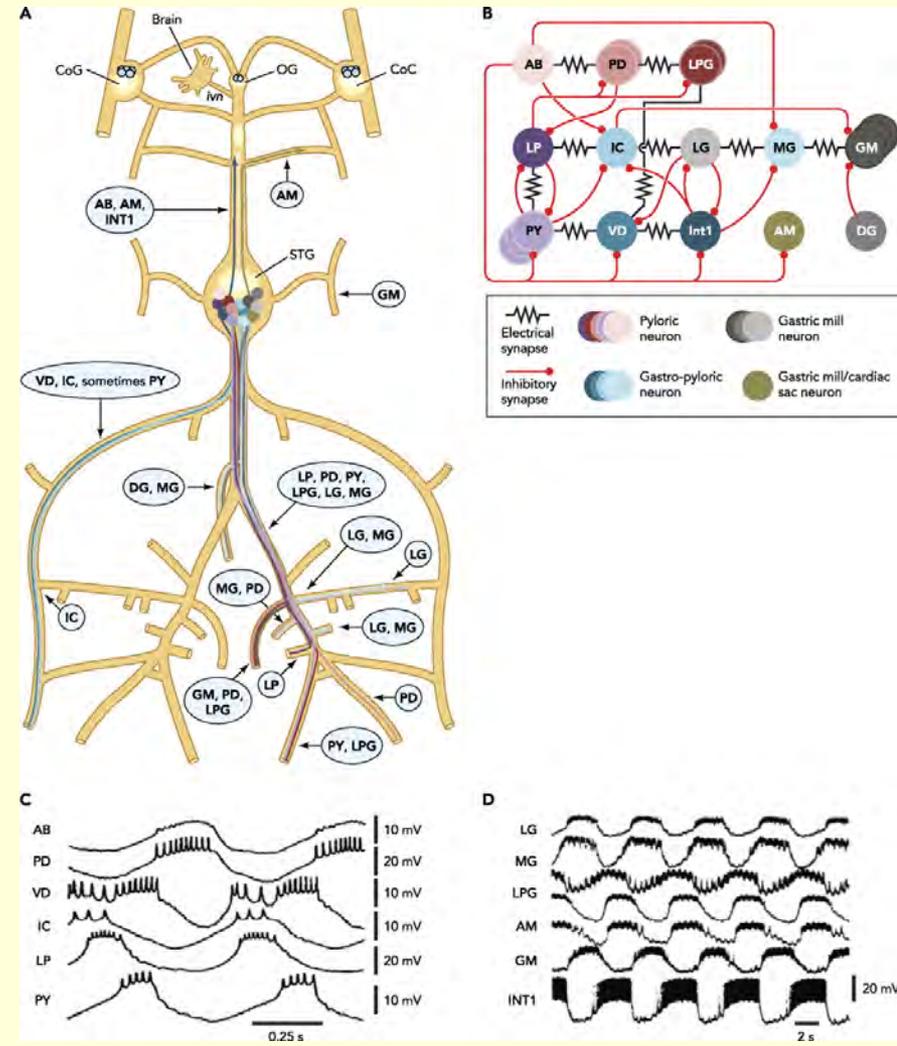


Quand on a commencé à étudier les neuromodulateurs sur les ganglions somatogastriques du homard, on a réalisé que **le même circuit pouvait avoir plusieurs types d’outputs différents dépendamment des neuromodulateurs qu’on lui appliquait.**

Le même circuit pouvait être en quelque sorte **reconfiguré** par son environnement neuromodulateur. Et cette idée s’applique aujourd’hui quand on considère des phénomènes comme les états émotionnels ou les troubles mentaux.

Brain Science Podcast 56 : Eve Marder

<http://brainsciencepodcast.com/bsp/interview-with-neuroscience-pioneer-eve-marder-phd-bsp-56.html>



Ainsi, il semble même qu'un **même neurone** puisse participer à des comportements opposés suite à l'influence de **différentes neuromodulation**.

“For instance, the olfactory neuron AWCON can direct **both attraction and repulsion** to the same odor, depending on the presence of specific neuromodulators (Tsunoaki, Chalasani & Bargmann 2008);

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3882658/>

“In fact, such examples of **reuse** enabled by **neuromodulation** can be found across the animal kingdom, suggesting it is a vitally important evolutionary strategy for deploying scarce neural resources to the greatest behavioral and adaptive effect.

Neuromodulation comes in many guises, but two common types involve **adjustment of sensory gain**, and **gating of sensory inputs**.

Consider, for instance, the **stress-induced analgesia** seen in both rodents and humans (Akil et al. 1984; Bargmann 2012).

This apparently involves the expression of **G-protein coupled opioid receptors that diminish neurotransmitter release in nociceptive neurons**, thereby reducing the sensation of pain.

AFTER PHRENOLOGY

Neural Reuse and the Interactive Brain



MICHAEL L. ANDERSON

Beyond the connectome: how neuromodulators shape neural circuits.

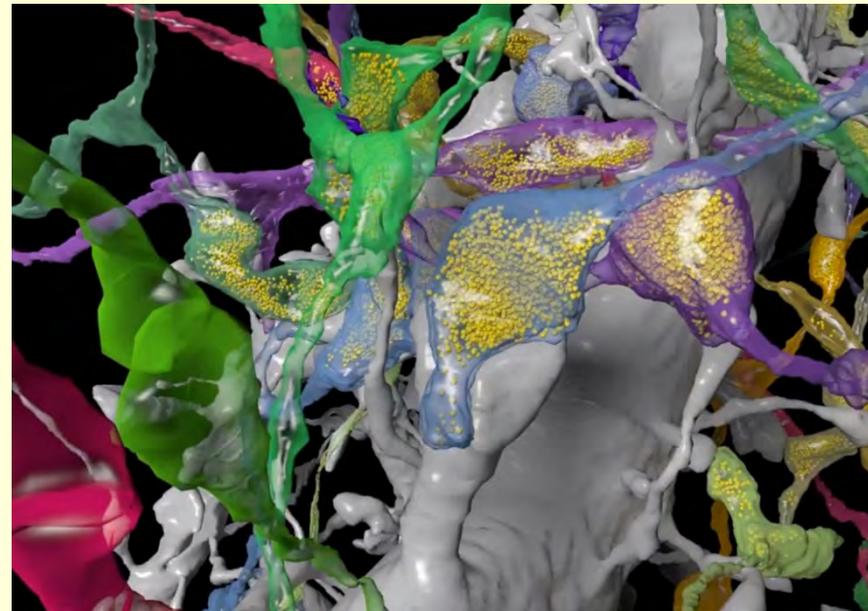
Bargmann CI (2012)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22396302>

“Each ultrastructural connectivity map encodes multiple circuits, some of which are **active** and some of which are **latent** at any given time.”

“Bargmann (2012) suggests that given the ubiquity of neuromodulation, we should expect most neural circuitry to be structurally over-connected.

Any given circuit will have a number of possible uses, only some of which are available at any given moment **depending on the neuromodulatory state** of the organism.”



- Michael Anderson

Il faut ici rappeler aussi **le lien entre neuromodulation et oscillations** :

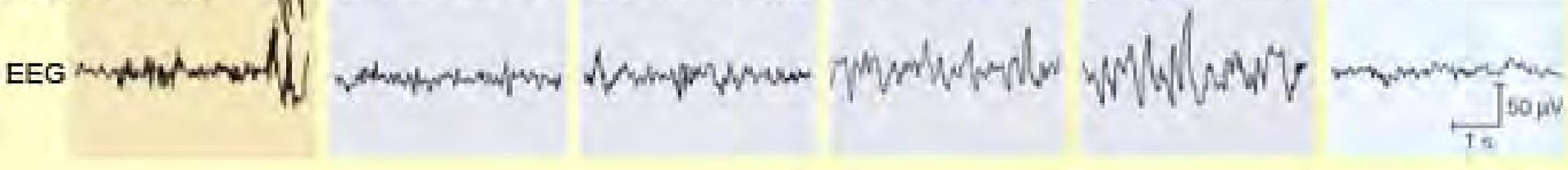
Extrait du site web du laboratoire de Henry Markram

<http://markram-lab.epfl.ch/cms/lang/en/pid/88189>

“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**”

Quand on dit que les “émotions” peuvent influencer la raison, c’est parfois difficile de voir par quels mécanismes.

Que la neuromodulation puisse influencer les oscillations cérébrales, quand on sait comment ces oscillations peuvent par exemple influencer la perception, cela peut donner une piste...



ÉVEIL

I

II

III

IV

REM

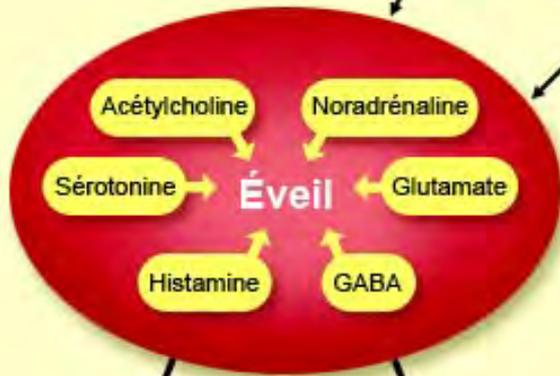
RÊVE

SOMMEIL PROFOND



Environnement

Stimulations internes



Sommeil lent

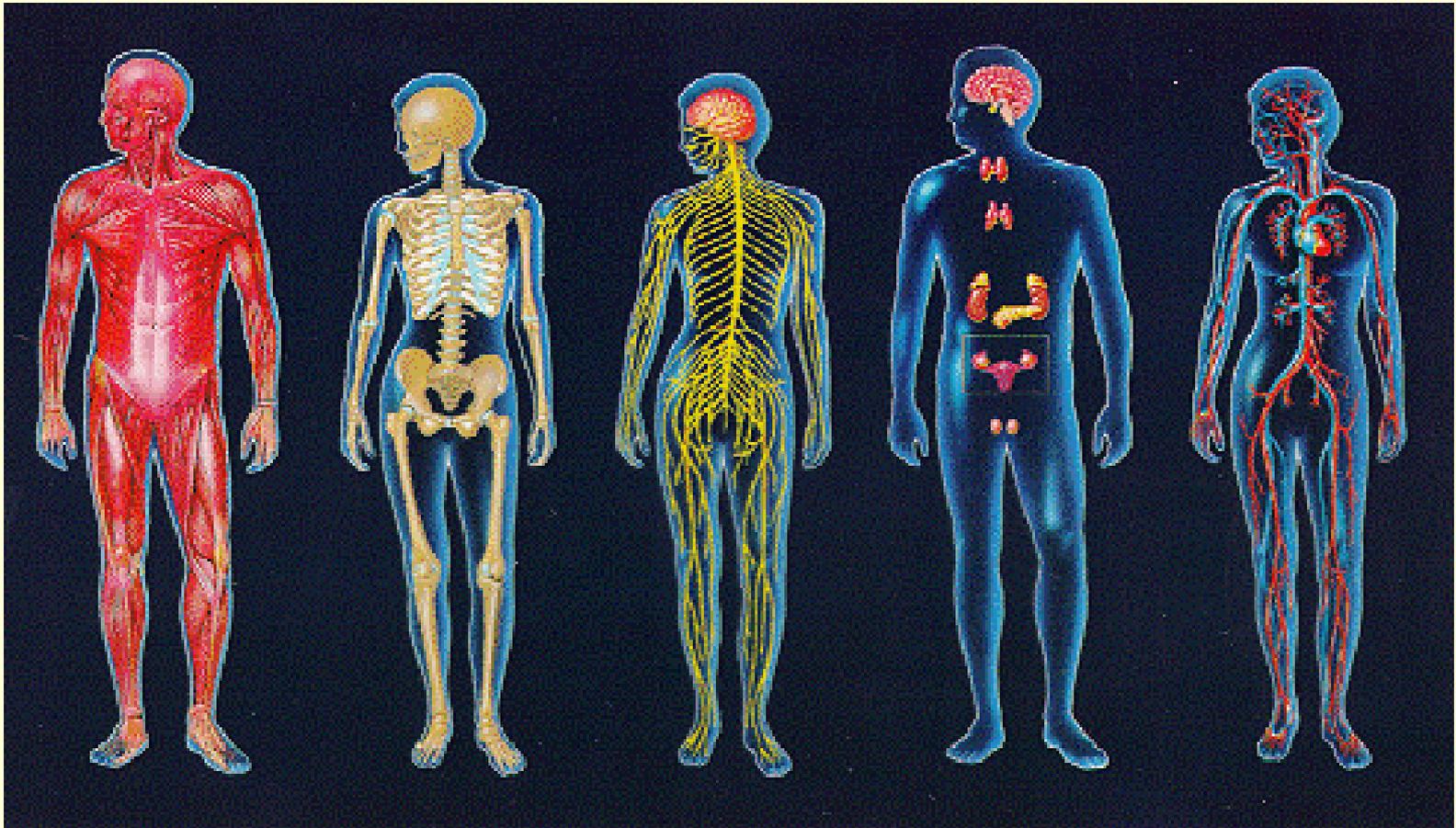
Sommeil paradoxal



Complémentarité du système nerveux, hormonal et immunitaire

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...



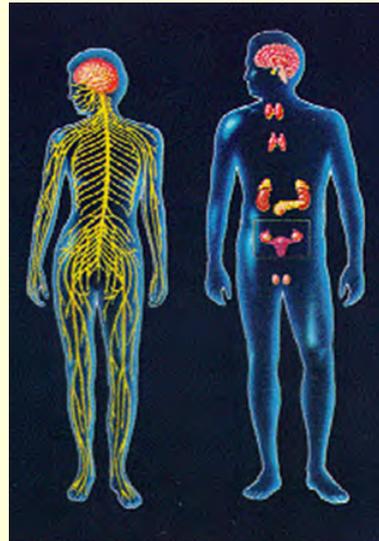
Musculo-squelettique

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**

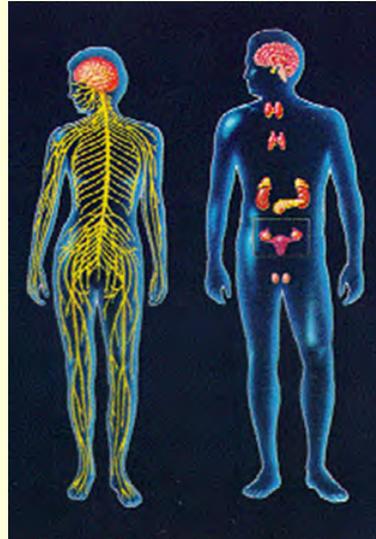
=

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**



**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

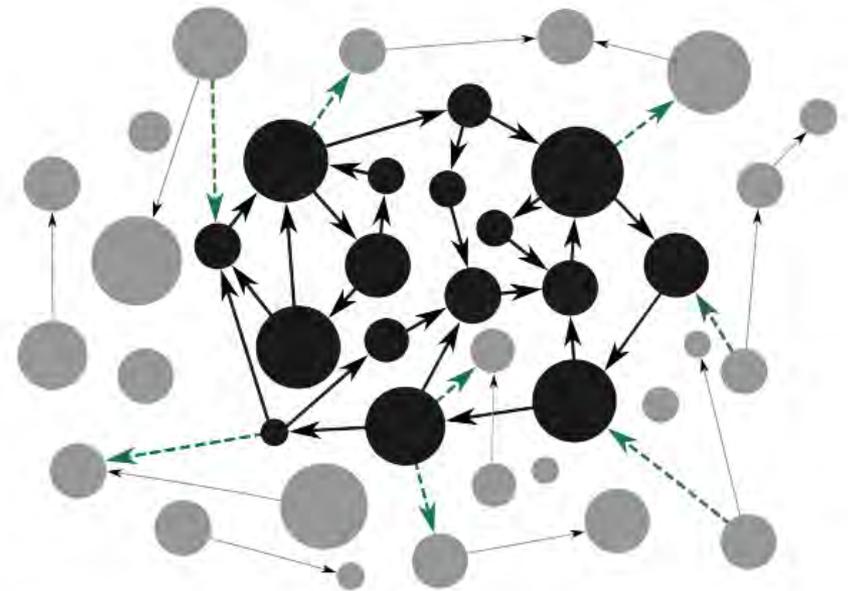
Par une réponse
comportementale
(système nerveux)



Par une réponse
métabolique
(système endocrinien)

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

Et un comportement peut donc,
d'une certaine façon,
être redéfini comme
l'extension de mécanismes
physiologiques de contrôle
au-delà du milieu intérieur
d'un organisme.



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 :

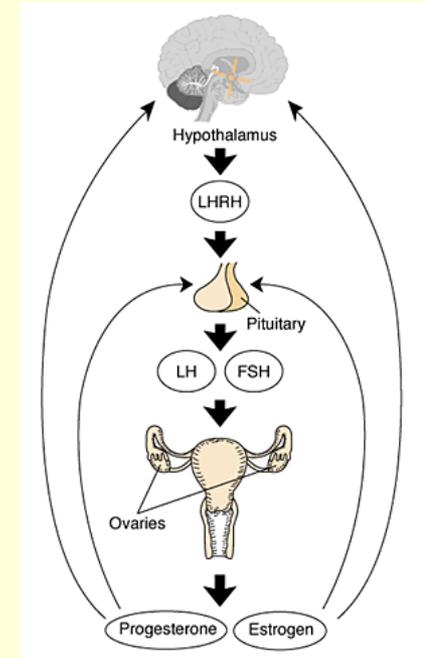
1) la **LHRH** : - hormone de libération : sécrétée par des **neurones de l'hypothalamus** dans le système porte hypothalamo-hypophysaire =

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).

- 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.

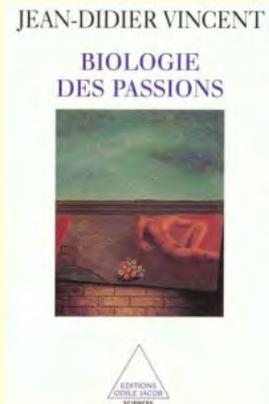
Neuroestradiol in the Hypothalamus Contributes to the Regulation of Gonadotropin Releasing Hormone Release.

Journal of Neuroscience, **2013**.

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

“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 [where they help to regulate reproduction].”

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

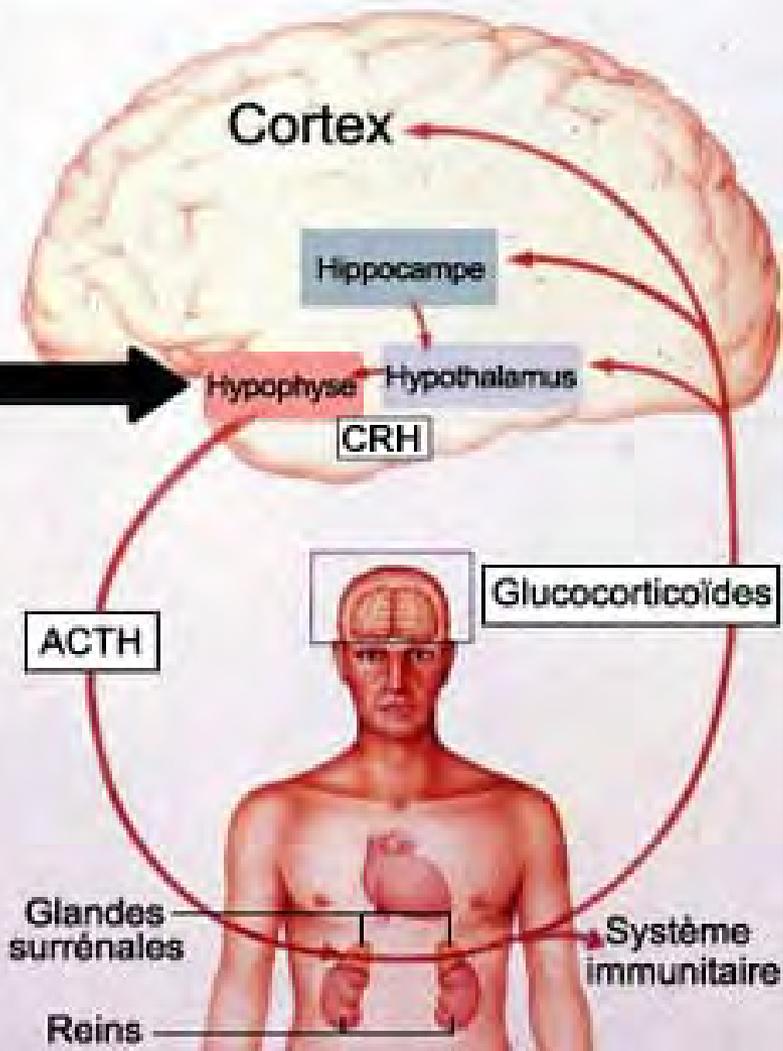


« *Les substances chargées de la communication sont présentes dans l'être vivant avant même que ne soient différenciés les [grands systèmes].*

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



Stress



La neuroendocrinologie,

qui s'est développée durant les années 1970 à l'intersection de la neurobiologie et l'endocrinologie,

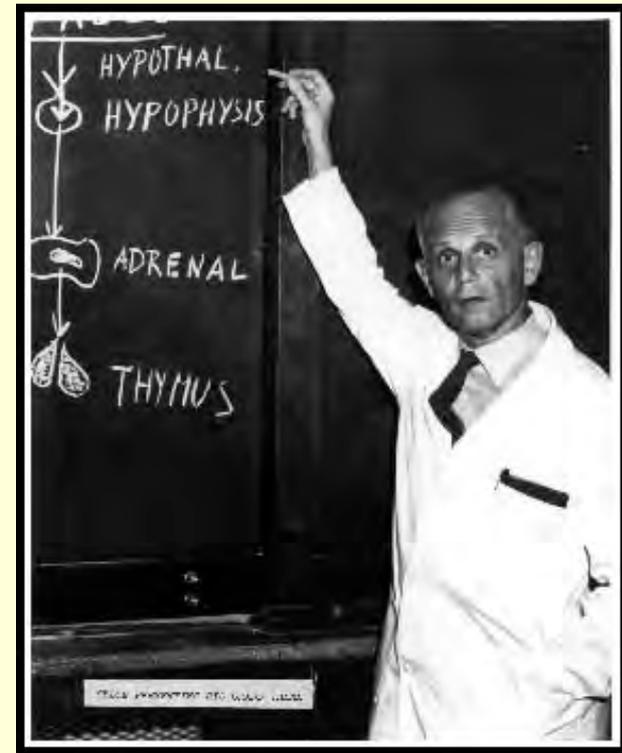
a montré d'une part que l'on ne pouvait plus faire une distinction nette entre le cerveau et le corps;

et d'autre part que **les boucles de rétroaction foisonnaient aussi entre le système hormonal et le cerveau.**

C'est ce qui allait nous permettre de comprendre **l'effet du stress** sur l'organisme.

Or on savait grâce aux travaux de **Hans Selye** dans **les années 1940 et 1950**, que la réaction de l'organisme à l'agression était **non spécifique**.

C'est-à-dire que l'organisme réagissait globalement de la même manière face aux brûlures, au froid, aux exercices musculaires, aux infections et au traumatisme de l'acte chirurgical.

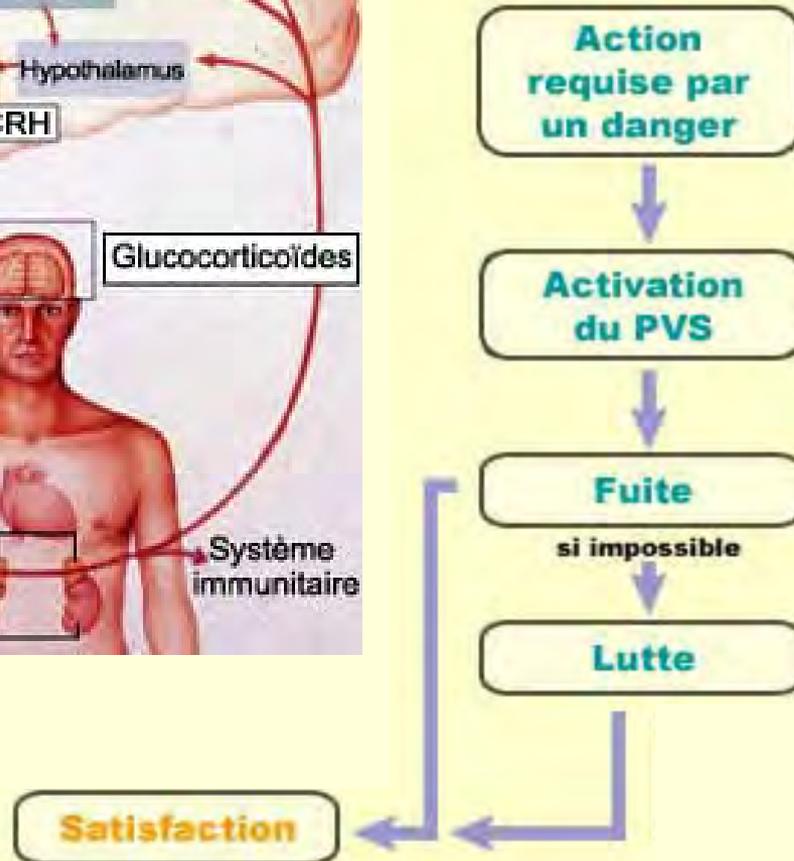
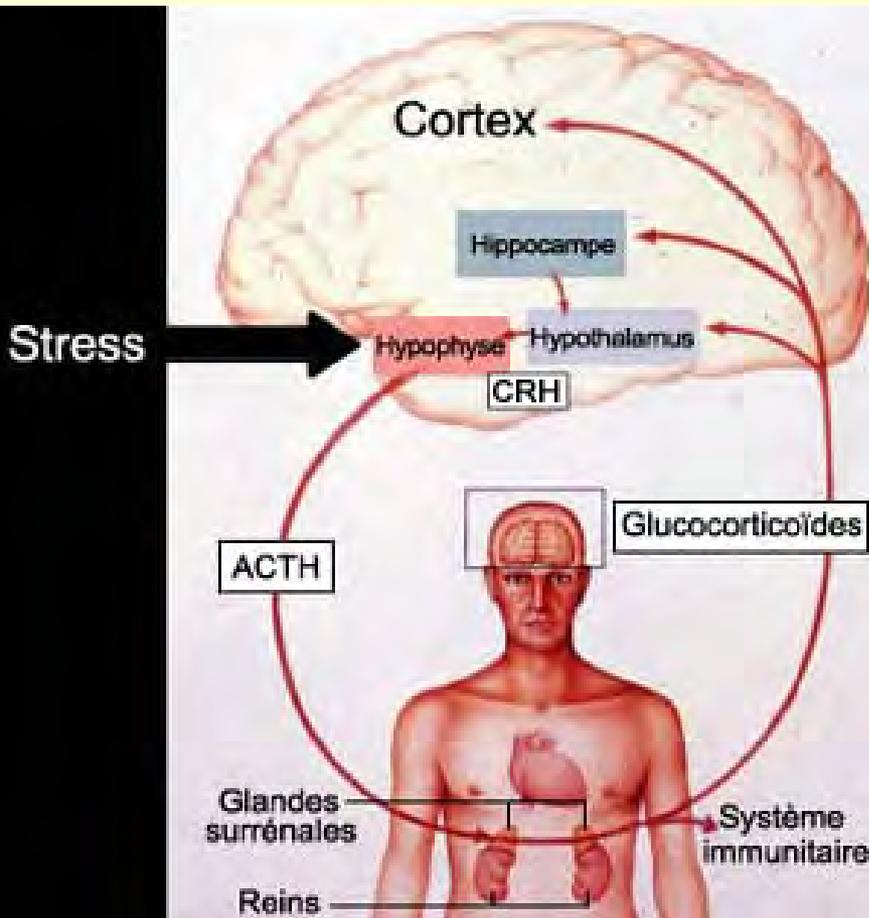


Selye avait également ouvert la porte à une autre forme d'agression, dont l'agent principal se cache dans la vie de tous les jours: **l'agression psychosociale**.

Henri Laborit, qui connaissait bien Selye, va développer cette idée avec son concept **d'inhibition de l'action**.

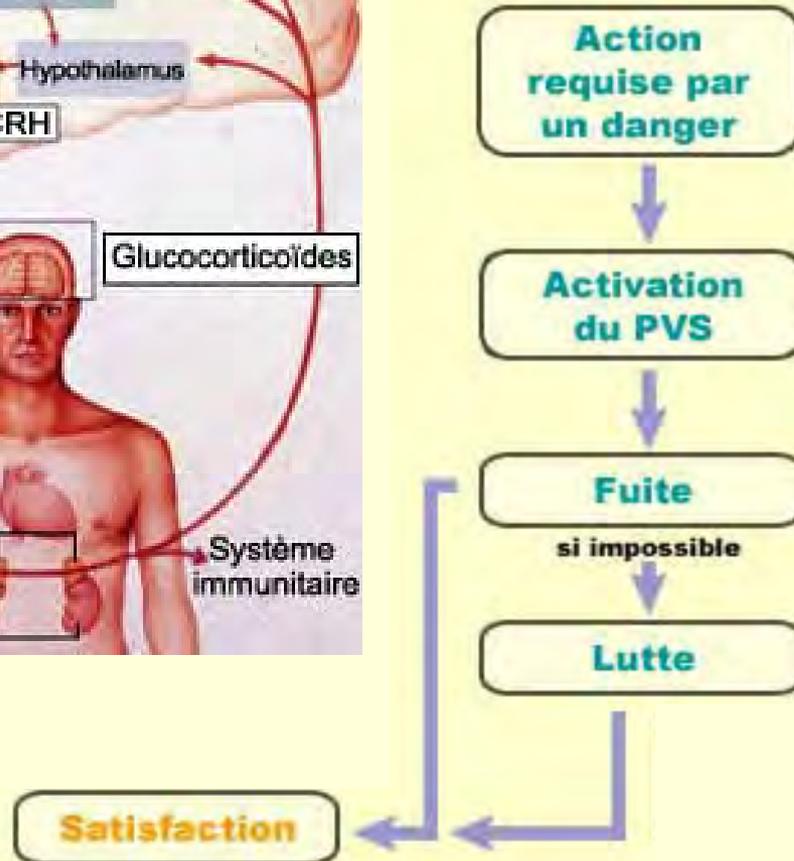
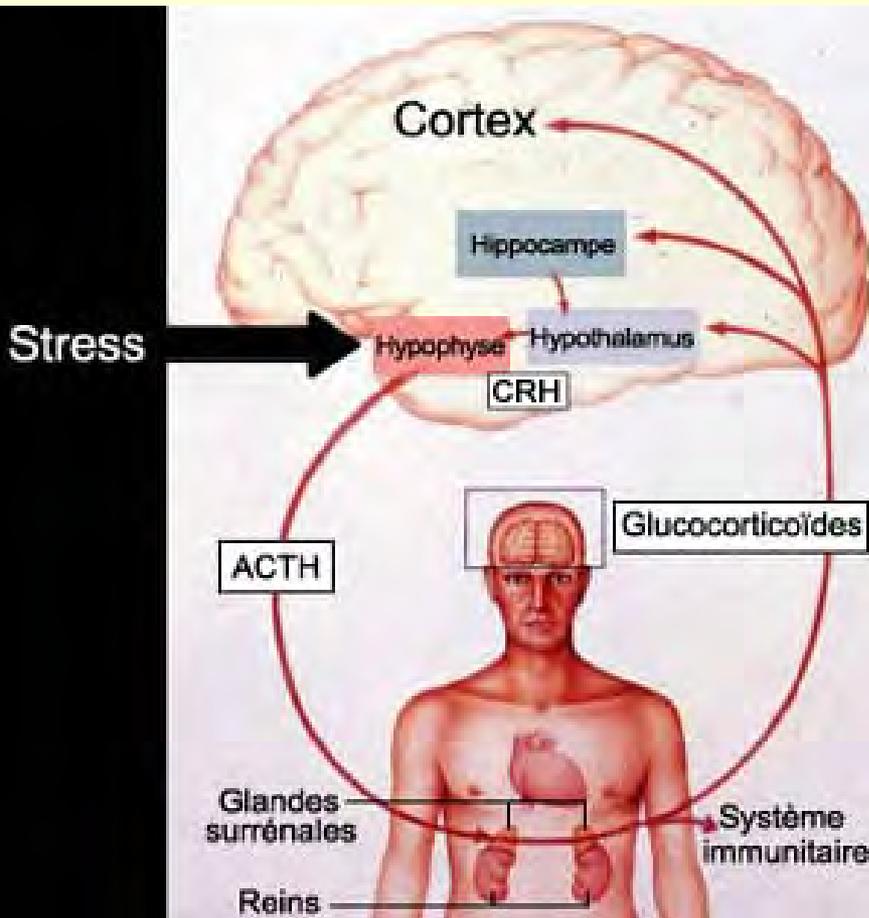
Dans plusieurs de ses ouvrages, dont « **L'inhibition de l'action** » (1979) <http://www.elogedelasuite.net/?p=580>

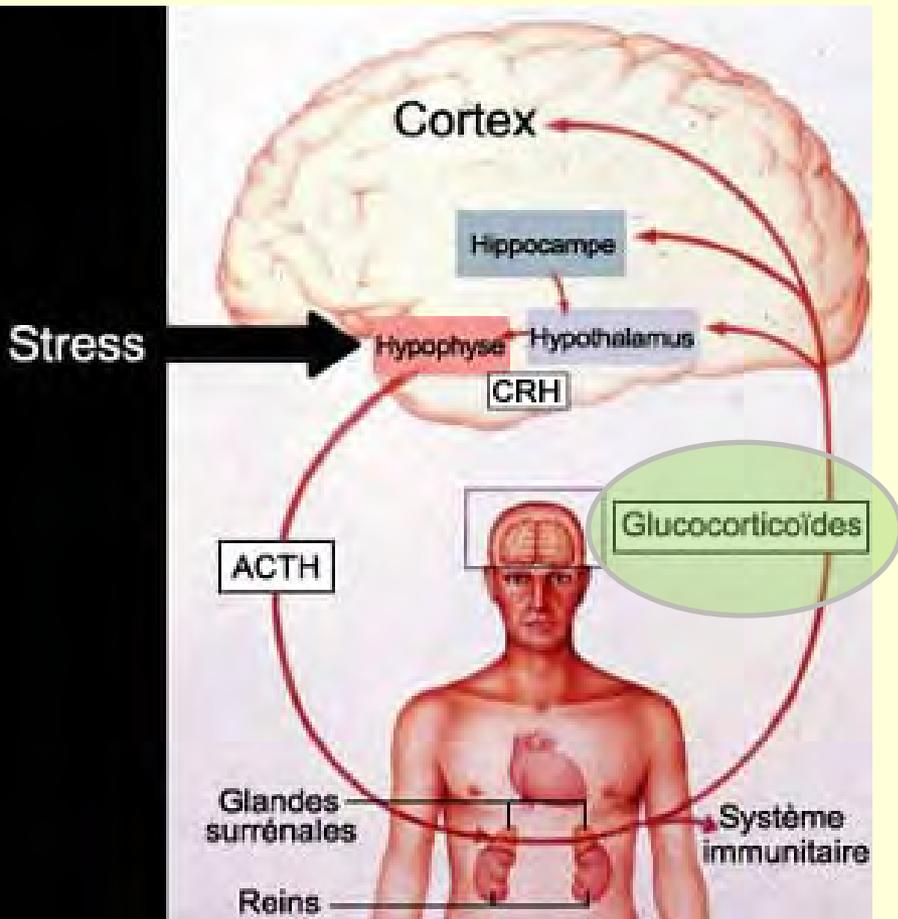
Laborit explique que la perception par le cerveau d'un danger menaçant la survie de l'organisme met en branle dans tout le corps plusieurs mécanismes favorisant la **fuite ou la lutte**.



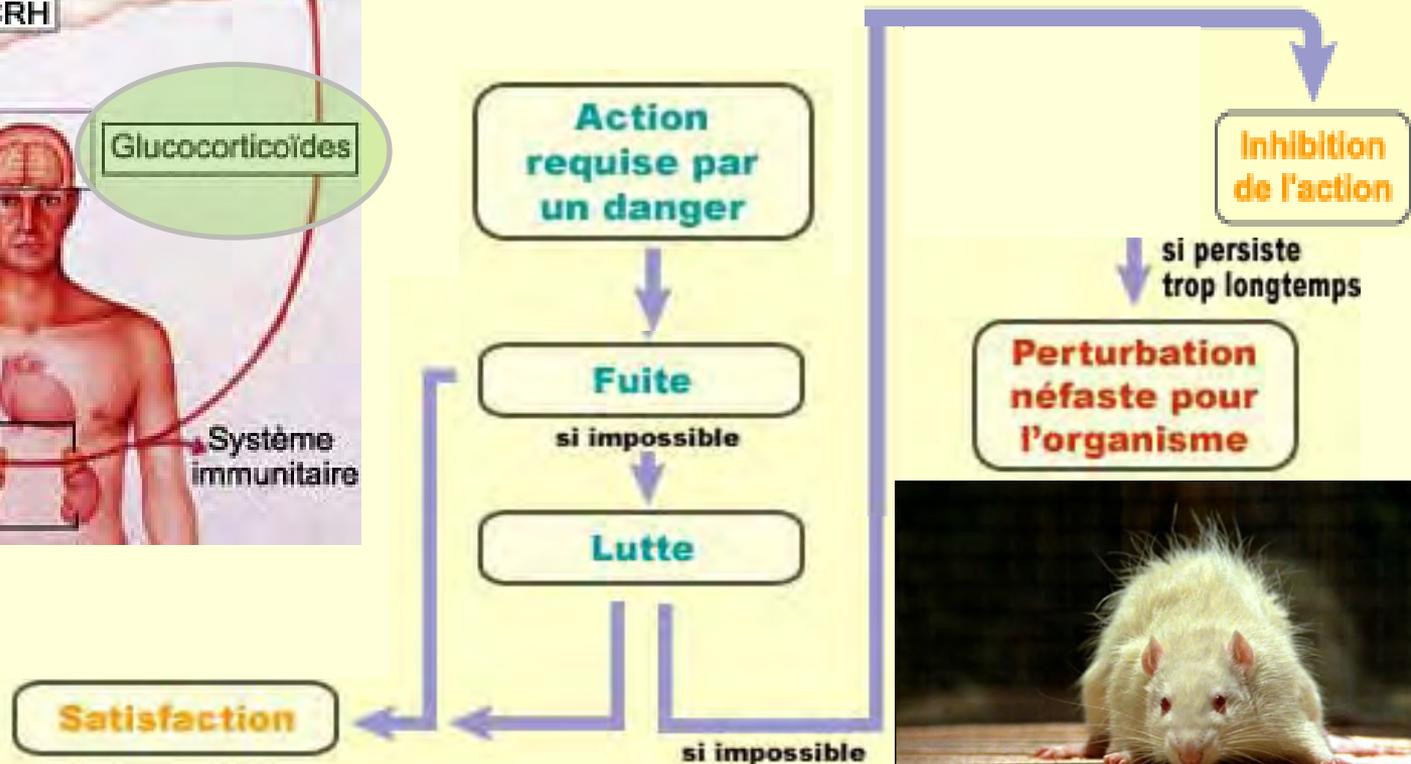
Dans plusieurs de ses ouvrages, dont « **L'inhibition de l'action** » (1979) <http://www.elogedelasuite.net/?p=580>

Laborit explique que la perception par le cerveau d'un danger menaçant la survie de l'organisme met en branle dans tout le corps plusieurs mécanismes favorisant la **fuite ou la lutte**.





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

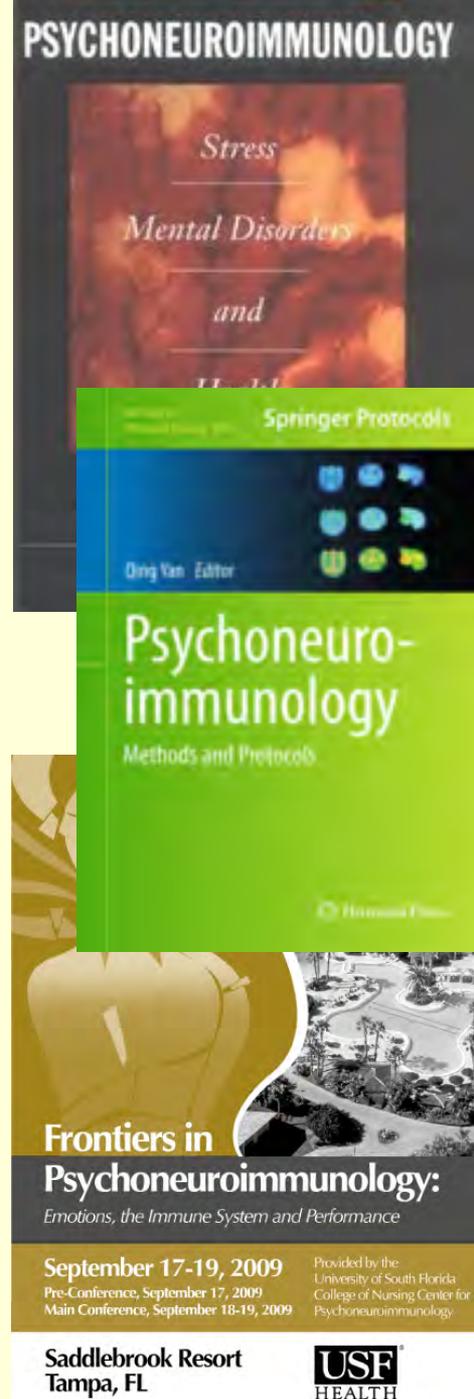


Joël de Rosnay écrit, dans un hommage posthume en 1995 à Laborit :

« [Laborit] ouvre la voie de la **neuro-psycho-immunologie** [...] L'inhibition de l'action peut être le facteur déclenchant de désordres neuro-psycho-immunologiques.

[...] Les trois réseaux qui assurent l'homéostasie du corps (système nerveux, immunitaire et hormonal) convergent et s'interpénètrent.

Des molécules ubiquitaires comme l'insuline, la vasopressine, l'oxytocine, ou les cytokines interviennent à **plusieurs niveaux de ces réseaux**, confirmant l'approche proposée par Laborit dans les années 60. »



Liens intimes entre système nerveux et immunitaire

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

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**.

Épuisement professionnel : pourquoi notre cerveau ne peut plus suivre le rythme

22.01. **2014** par [Sébastien Bohler](#)

<http://www.scilogs.fr/l-actu-sur-le-divan/lepuisement-professionnel-ecrase-le-cerveau/>

« **3 millions de Français seraient touchés par ce burnout,** soit 7 à 8 % de la population active. Dramatique. [...] »

Ce n'est pas tant la quantité de travail (on travaillait sans doute plus d'heures il y a un siècle) que la perte de sens, la précarité, l'incohérence dans les consignes, la pression insidieuse, qui doivent être mis en question. »

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.



Du latin « je plairai », le terme **placebo** vient des protocoles visant à tester de nouveaux médicaments.

Lors de ces tests pharmacologiques, on compare toujours deux groupes de patients pour voir si le médicament est efficace : un premier groupe qui reçoit le médicament, et un autre groupe qui reçoit une pilule en tout point semblable, **mais ne contenant pas la molécule active du médicament.**

Si la comparaison des mesures effectuées sur les deux groupes montre ensuite une différence significative en faveur du groupe qui a reçu le médicament, alors on peut affirmer que celui-ci a un réel effet physiologique.

Mais voilà qu'en appliquant ce protocole, on s'est aperçu d'un phénomène pour le moins surprenant : **la substance considérée comme inerte avait parfois des effets bénéfiques en rapport avec les effets « attendus »** de l'administration du médicament.

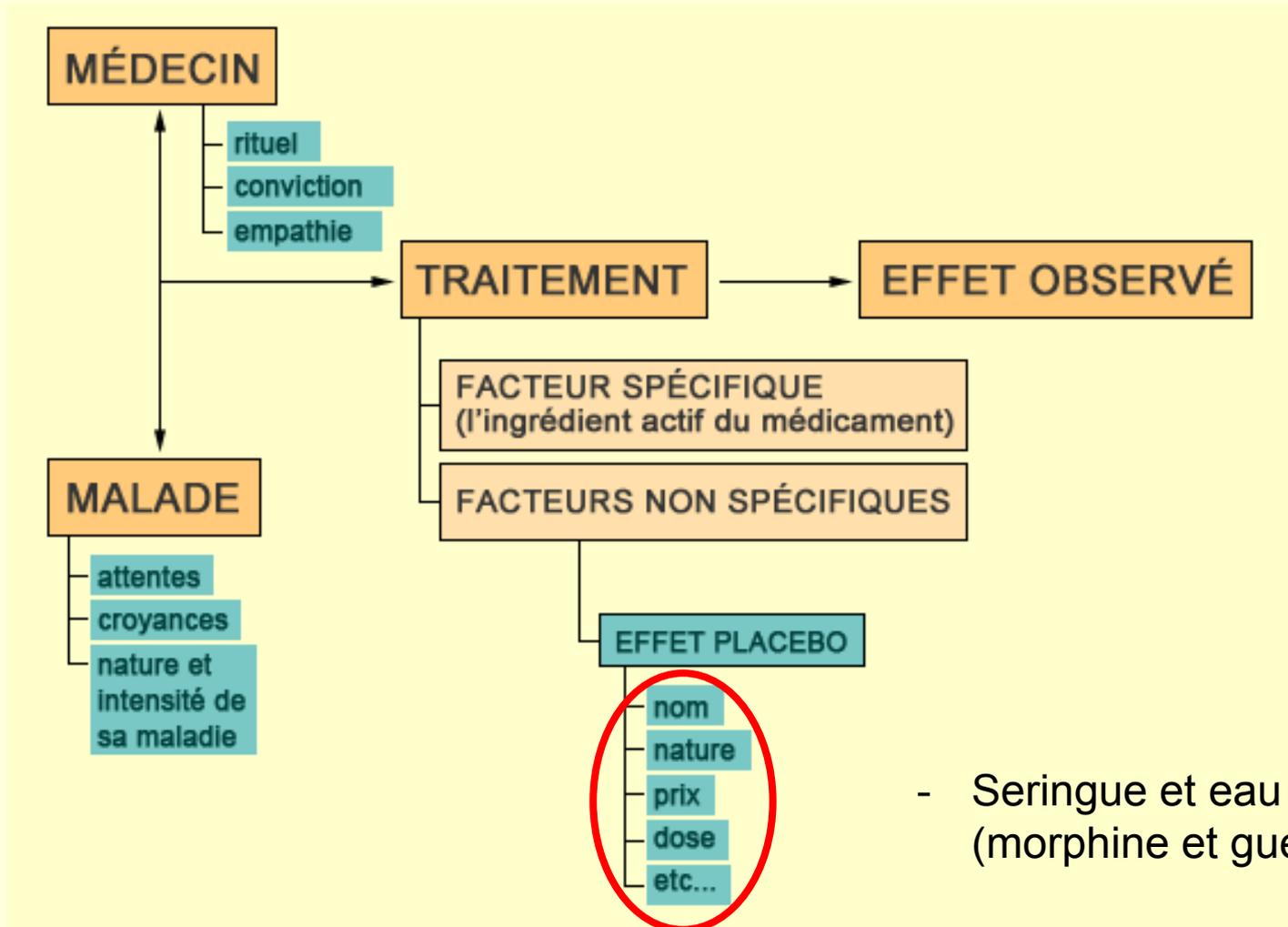


En d'autres termes, les patients qui croyaient avoir pris le médicament, mais n'avaient eu que du sucre, allaient mieux ! Cet étrange effet est particulièrement efficace pour atténuer la douleur.



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 [ou « expectation », en anglais...] du patient que le traitement qui lui est administré sera efficace.

L'effet placebo s'inscrit dans un acte thérapeutique complexe.



- Seringue et eau saline
(morphine et guerre)

- Incision au genou
(fausse opération)

L'effet placebo pourrait même débuter dès l'entrée dans le bureau du médecin. Car on sait maintenant que 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.

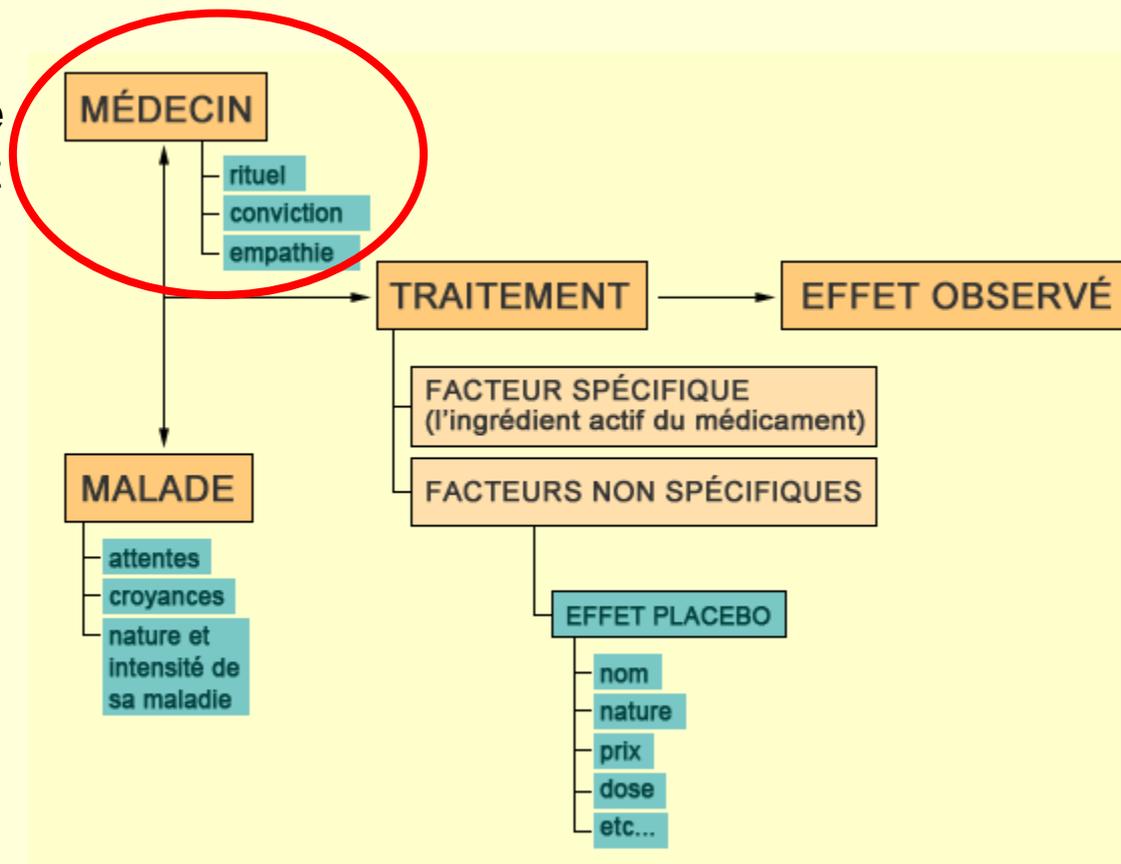
Dans cet épisode de The Nature of Things :

**Brain Magic:
The Power of Placebo**

Thursday, August 7, 2014 at 8 PM on CBC-TV

<http://www.cbc.ca/natureofthings/episodes/brain-magic-the-power-of-the-placebo>

« a doctor is a modern shaman »

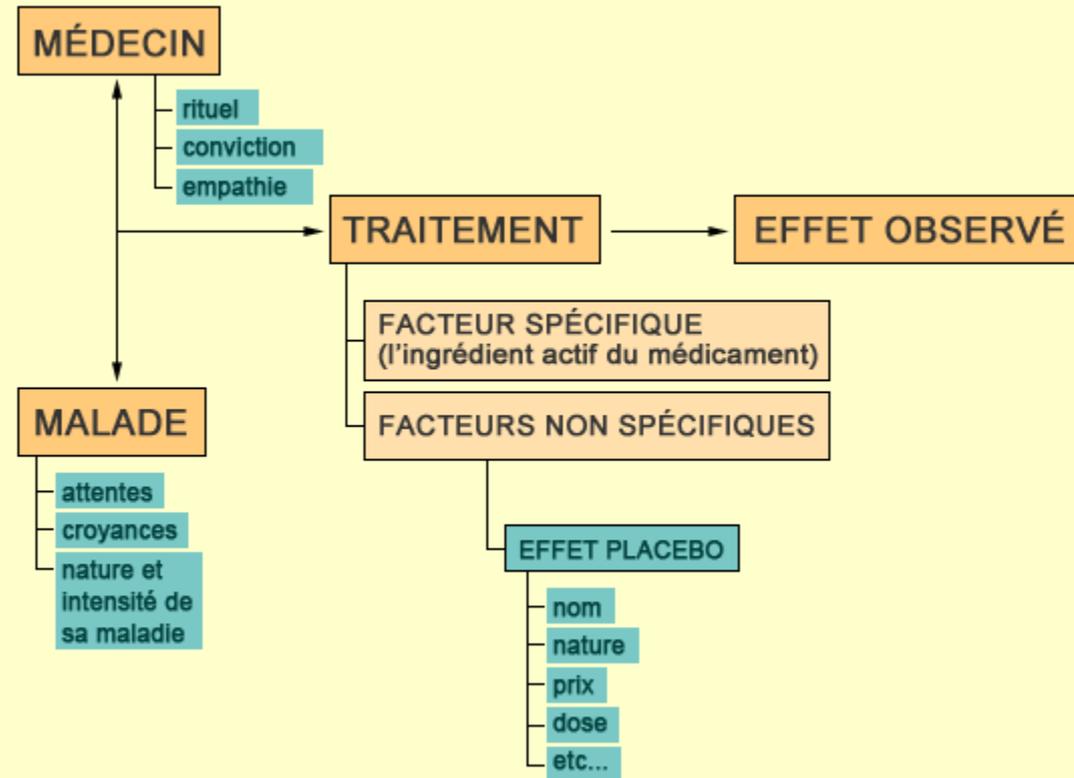


→ Médecin écoute cœur avec stéthoscope même si pas nécessaire car participe au rituel...

→ Amir Raz, qui fait des recherche sur l'effet placebo à McGill fait **accroire à des sujets qu'il boivent de l'alcool** et observe des patterns d'activité cérébrale semblable à celle d'une personne en état d'ébriété, ainsi que des comportements similaires (rire, démarche chancelante, etc.) !

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.

→ l'exemple de la dame qui souffre du « bowel syndrome » dans le film et qui, après avoir tout essayé, prend des placebos plusieurs fois par jour tout en sachant que ce sont des placebos et... a beaucoup moins de douleur !



Placebo Research Update with Fabrizio Benedetti (BSP 127)

March 01, 2016

<http://brainsciencepodcast.com/bsp/2016/127-benedetti>

Dr. Benedetti emphasized that there is no such thing as THE placebo effect, because there are **multiple placebo effects** with widely **varying mechanisms**.

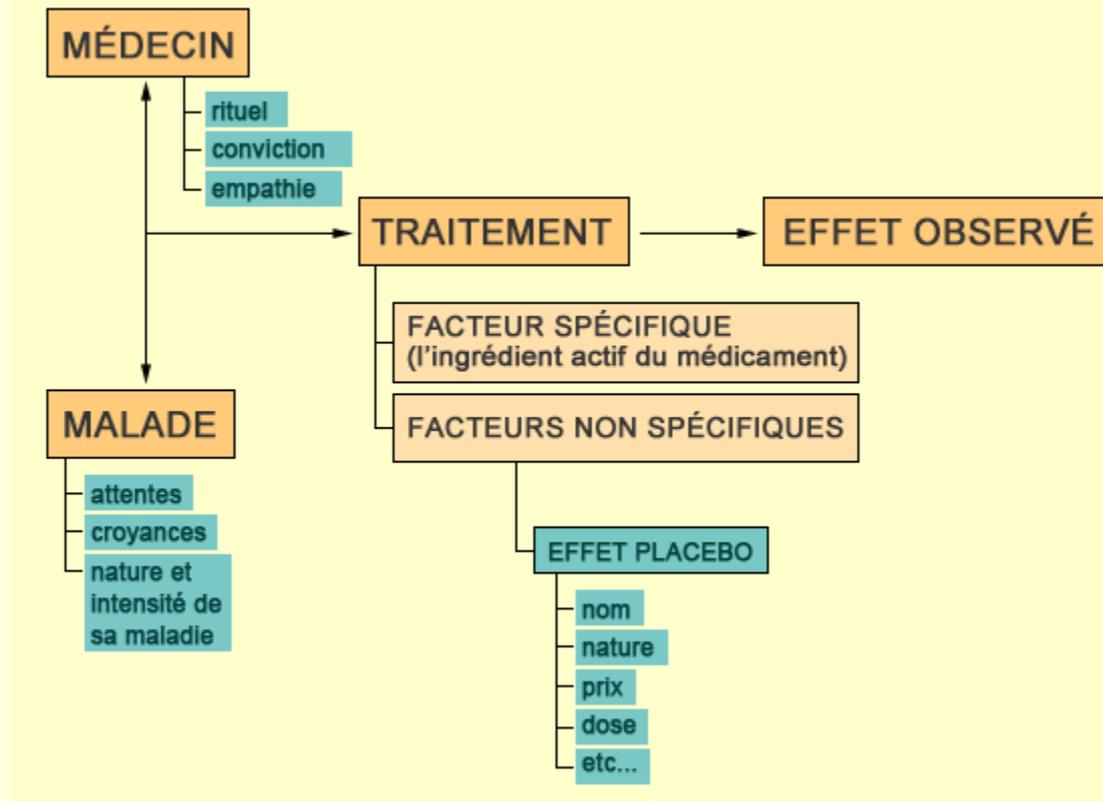
For example, in pain relief there are at least two different mechanisms: one involving **endogenous opioids** while the other involves **endogenous cannaboids** (marijuana-like compounds).

We also talked about some of his latest research into placebo effects in the context of high altitude headaches. Here again, **multiple pathways have been discovered**.

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

→ Toujours dans le même documentaire, il faut voir la séquence avec le monsieur souffrant de **Parkinson** qui va mieux à partir du moment où on crée une attente qu'il peut avoir « de bonnes chances » de tomber dans la cohorte qui reçoit le traitement (alors que tout le monde reçoit des placebos...)

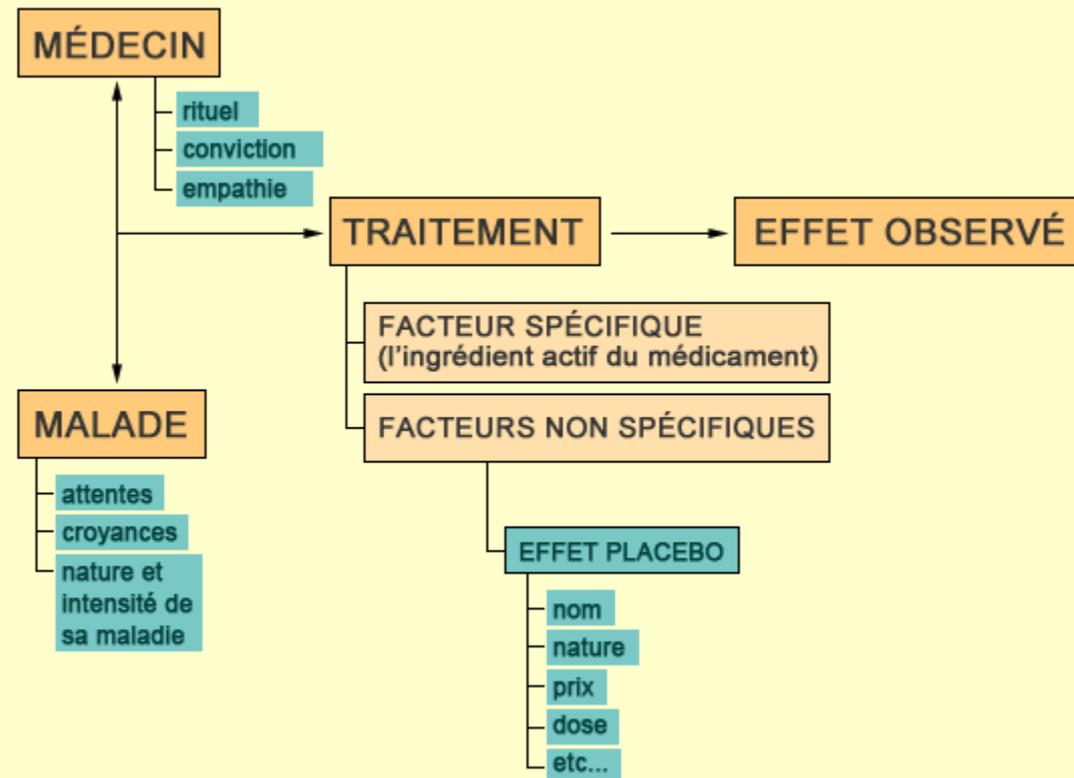
→ L'analogie avec l'enfant et le cadeau convoité à Noël



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

→ Toujours dans le même documentaire, il faut voir la séquence avec le monsieur souffrant de **Parkinson** qui va mieux à partir du moment où on crée une attente qu'il peut avoir « de bonnes chances » de tomber dans la cohorte qui reçoit le traitement (alors que tout le monde reçoit des placebos...)

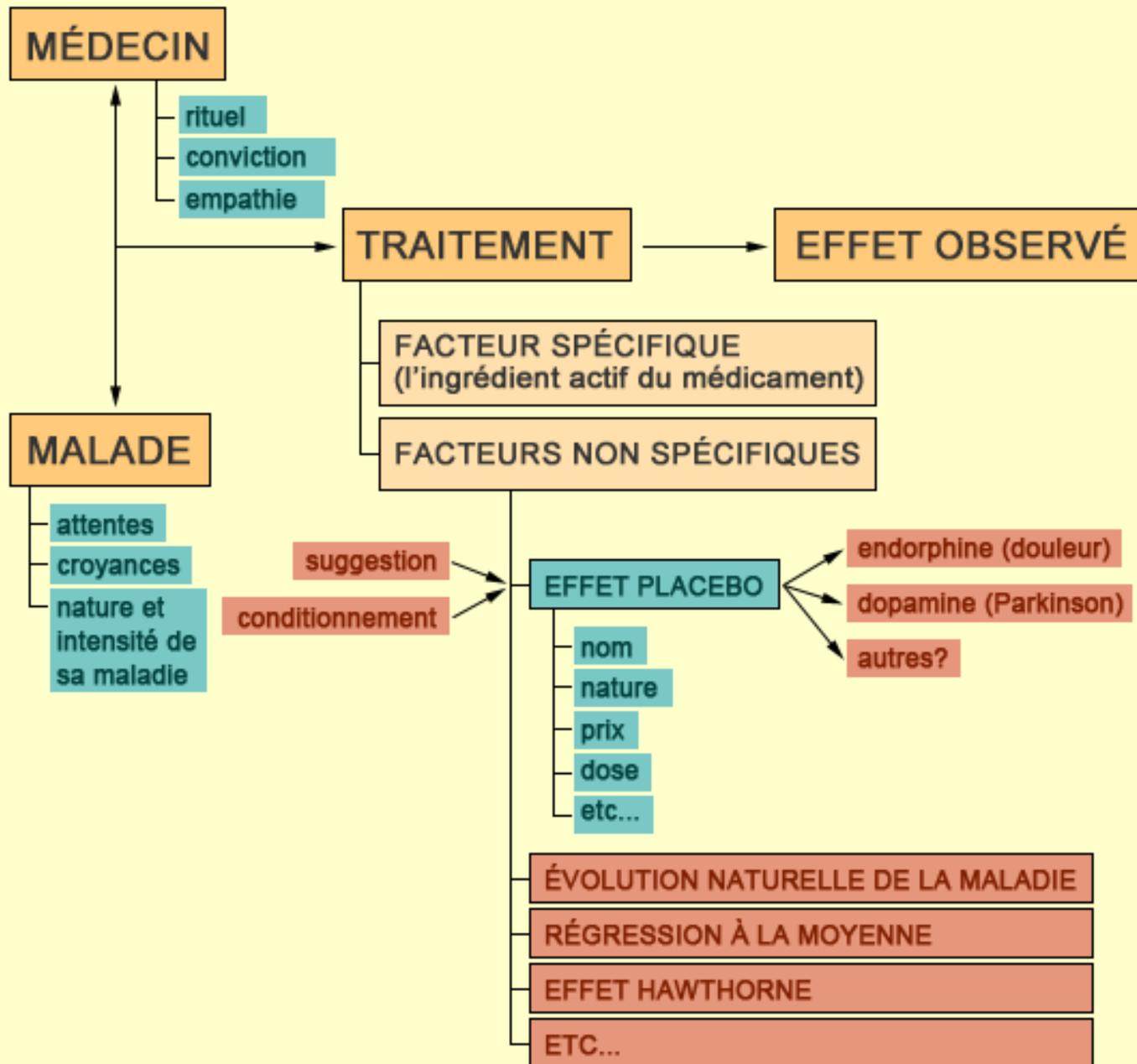
→ L'analogie avec l'enfant et le cadeau convoité à Noël



→ Les enfants particulièrement sujet à l'effet placebo (le band-aid...)

Plus de détails au:

http://lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a_03/a_03_p/a_03_p_dou/a_03_p_dou.html#2



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

“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

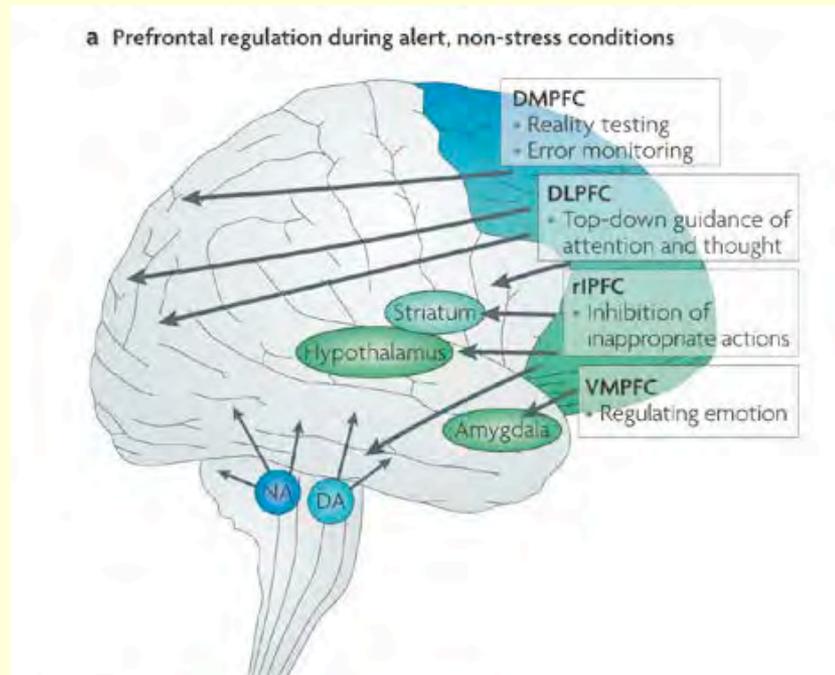
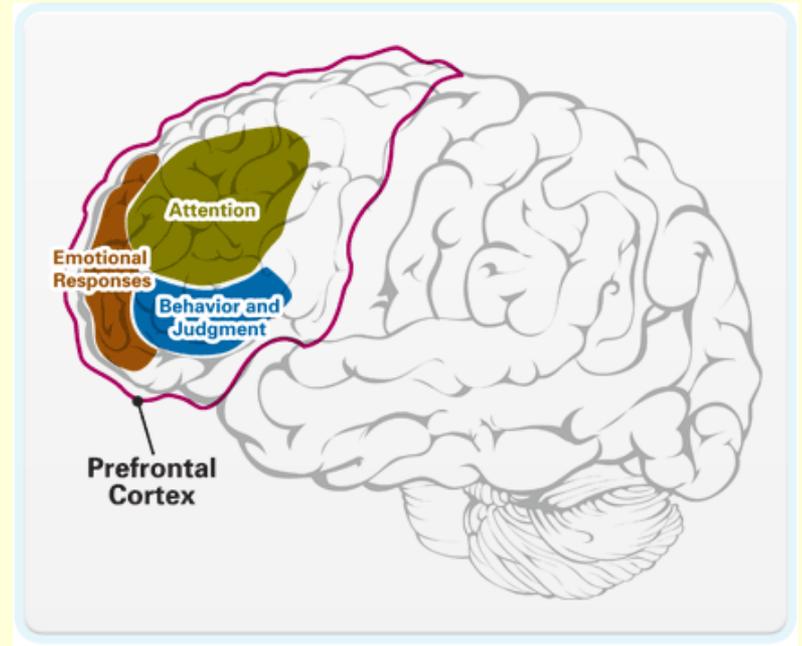
logique, ordinateur, contrôle

surprenant, étrange, mystère, question

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. »



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,
hypothalamus

cervelet, lobe

pensée, réflexion, raison

intelligence

esprit, idée

connaissance, savoir

hémisphère

logique, ordinateur, contrôle

surprenant, étrange, mystère, question

Quand je passe à un nouveau,
quels sont les 3 premiers mots qui me viennent à l'esprit ?

chair, matière, instinct, émotion

complexe d'imagination

stress, douleur

neurone

mémoire souvenir

neurotransmetteur

cervelet, lobe

hypothalamus

pensée, réflexion, raison

intelligence

esprit, idée

connaissance, savoir

hémisphère

logique, ordinateur, contrôle

L'idée d'une raison qui fonctionnerait de façon indépendante du corps ne tient plus la route.

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 cela implique ici possiblement des rétroactions nerveuses, **proprioceptives**, par exemple...)

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**.

**How We Think: Grounded Cognition
Shakes Up Psychology**

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

On vient de voir plusieurs exemples où le corps et la pensée peuvent s'influencer mutuellement.

Ce qu'on appelle la « **cognition incarnée** » va toutefois plus loin encore.

Sunday, 6 November 2011

Embodied cognition is not what you think it is

Andrew Wilson

<http://psychsciencenotes.blogspot.ca/2011/11/embodied-cognition-is-not-what-you.html>

3^E HEURE : La cognition incarnée

La cognition implique le corps

La cognition implique l'environnement

- Où l'environnement commence à entrer subtilement dans notre cerveau pour contribuer à la cognition

La cognition est énoncée

Systemes dynamiques incarnés

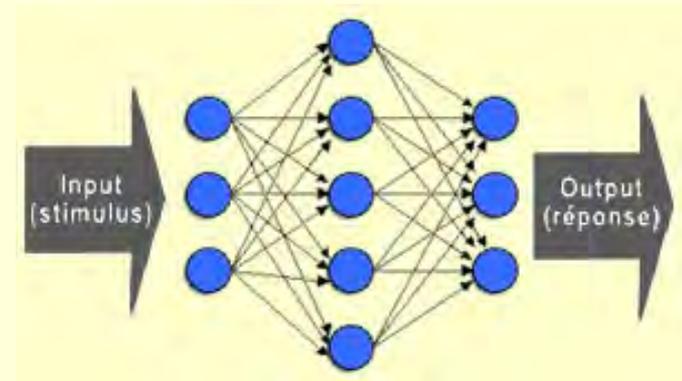
À partir du début des années 1990,

les **systemes dynamiques incarnés** vont critiquer

le cognitivisme

et

le connexionnisme



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

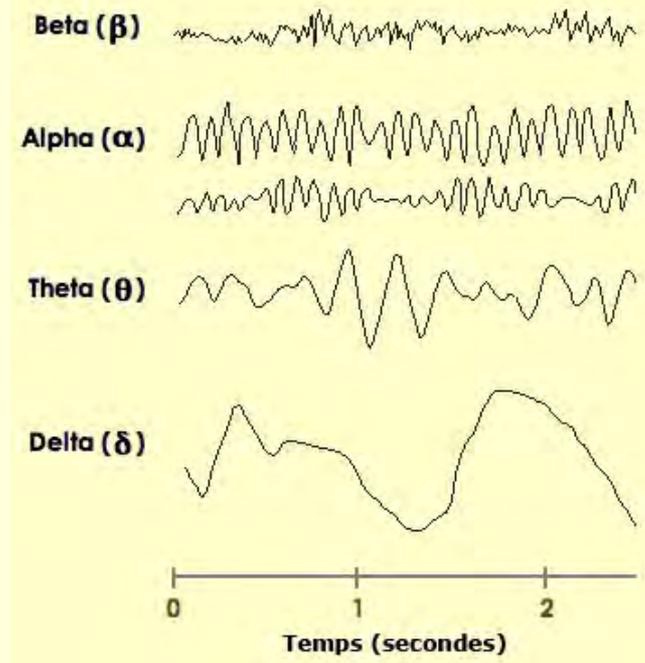
et

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...



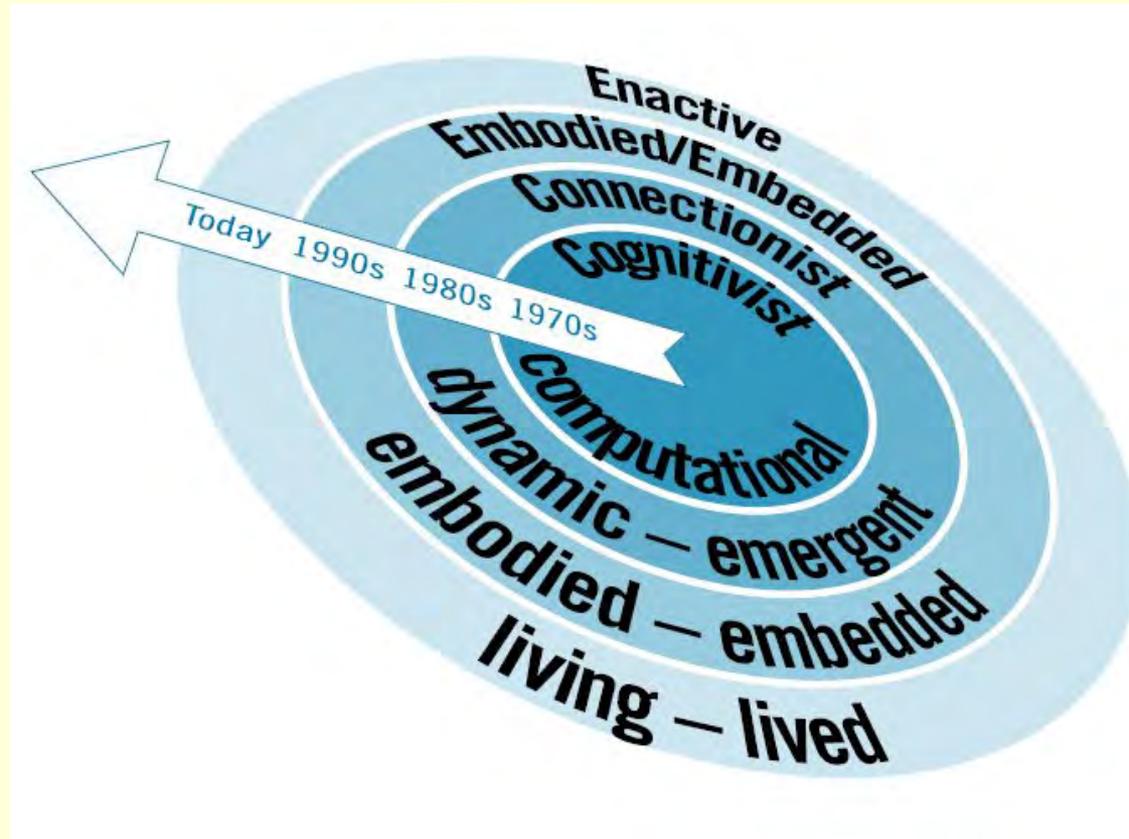
...et ce, en **temps réel** !



Il ne faut pas voir les différents **paradigmes** des sciences cognitives comme des époques étanches les unes par rapport aux autres.

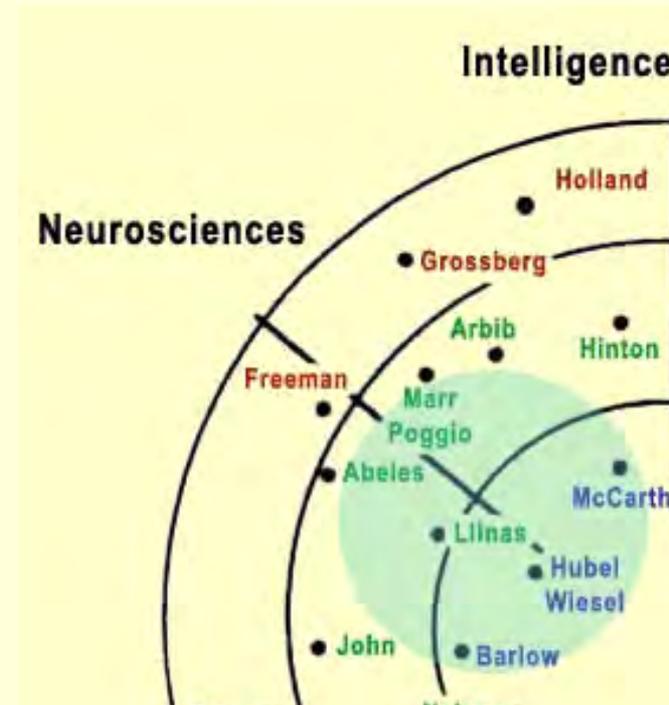
Les approches **dynamiques incarnées** vont d'ailleurs **retenir** certains éléments des paradigmes précédents, par exemple l'importance de l'**auto-organisation** dans les **systèmes connexionnistes**.

Cela dit, on note clairement une **distanciation progressive** d'une vue abstraite et computationnelle de la cognition vers une vue plus dynamique et incarnée.



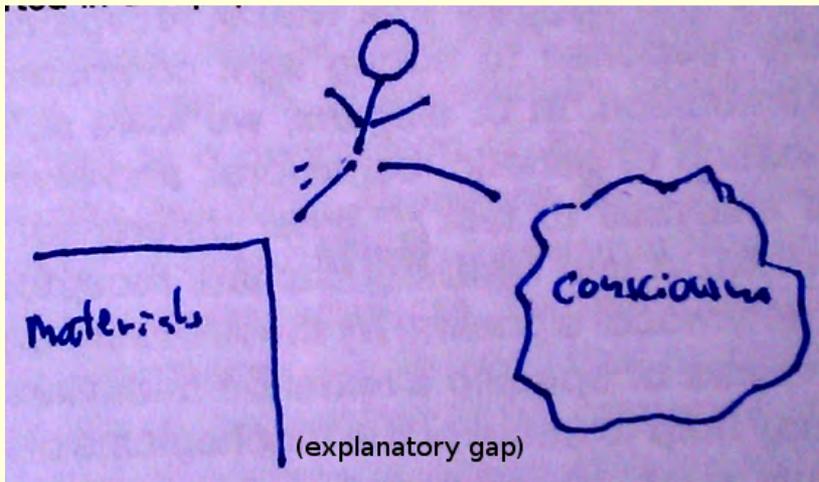
Pour eux, il existe un monde indépendant de l'organisme qui doit être représenté dans le cerveau pour qu'il y ait cognition.

D'où la très difficile question du "fossé explicatif" («explanatory gap», en anglais) qui surgit entre les données neurobiologiques **matérielles** sur la cognition et les **expériences subjectives** humaines de notre vie de tous les jours,

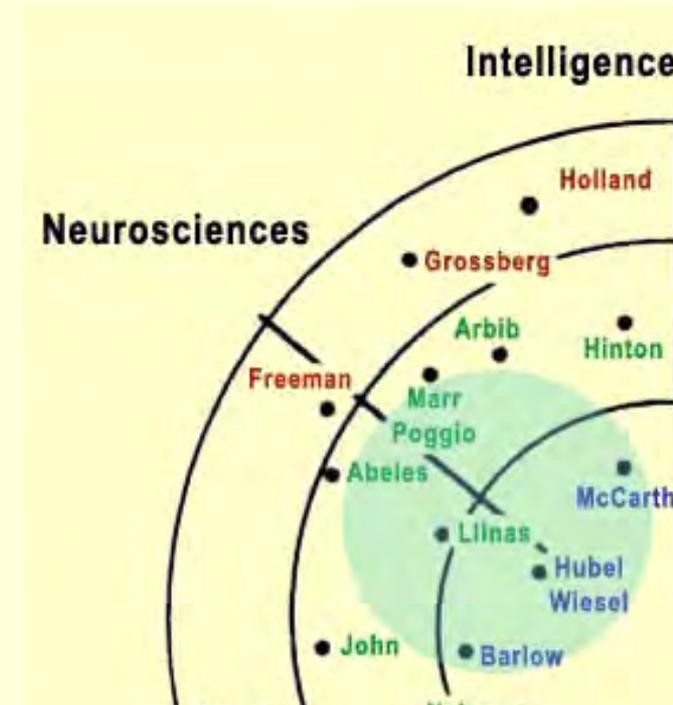


Pour eux, il existe un monde indépendant de l'organisme qui doit être représenté dans le cerveau pour qu'il y ait cognition.

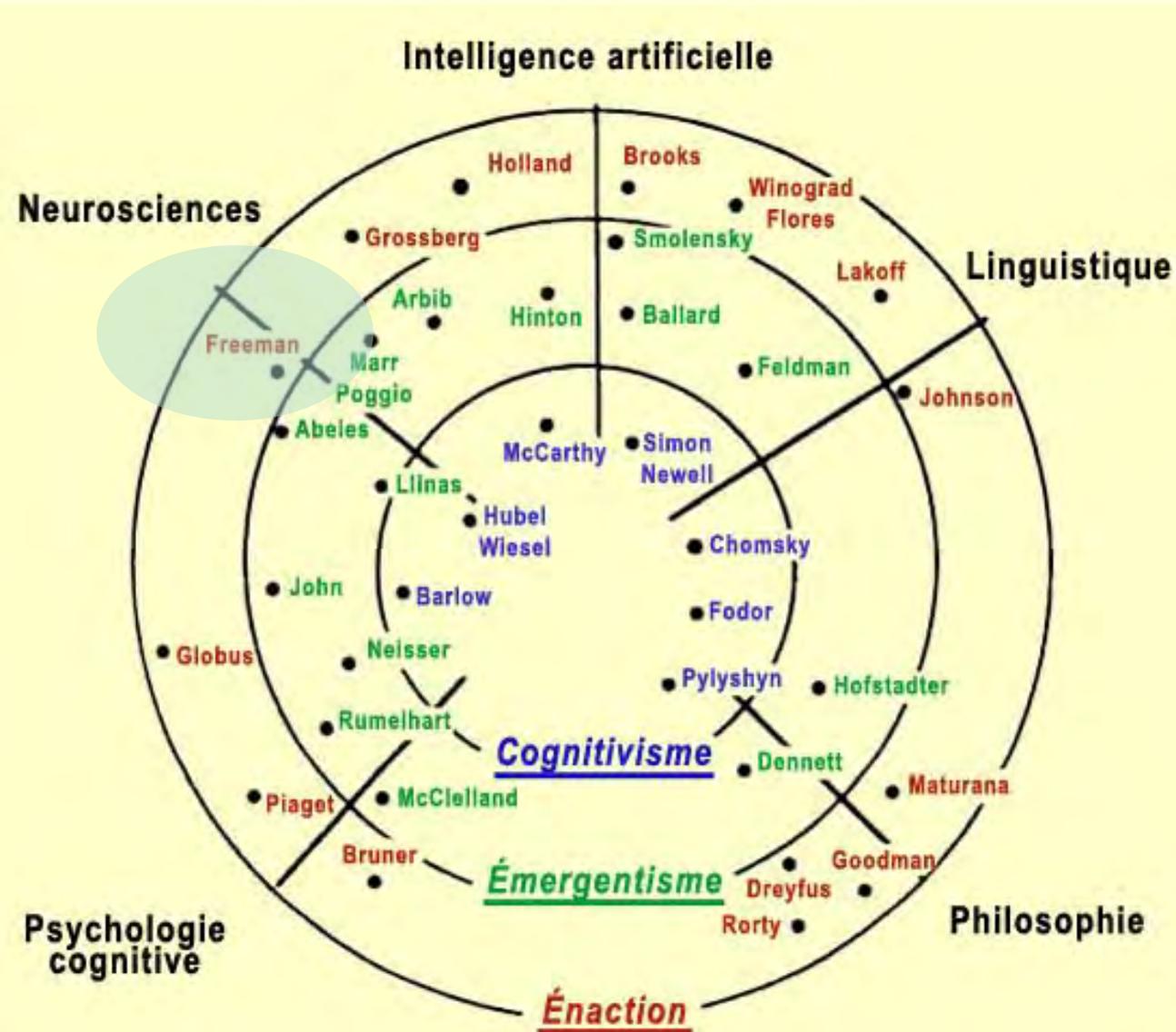
D'où la très difficile question du **“fossé explicatif”** («explanatory gap», en anglais) qui surgit entre les données neurobiologiques **matérielles** sur la cognition et les **expériences subjectives** humaines de notre vie de tous les jours,



ce que le philosophe David Chalmers a appelé le **“hard problem”** ou le **“problème difficile”** de la conscience (ici le saut entre entre « materialists » et « consciousness »).



L'approche dynamique incarnée en neurobiologie...



Walter J. Freeman constate que la connectivité neuronale du cerveau humain engendre une activité chaotique qui obéit, comme les phénomènes météorologiques, aux lois de la **dynamique non linéaire** (ou « chaos déterministe »).



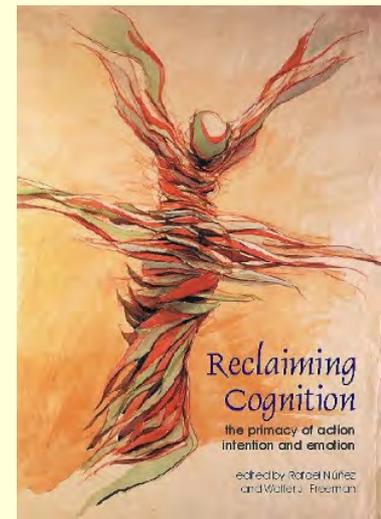
Freeman montre que ces **fluctuations chaotiques** révèlent des régularités et une capacité de changements rapides et étendus, qui sont compatibles avec ceux de la pensée humaine.

Neurophysiologist and philosopher Walter Freeman dies at 89

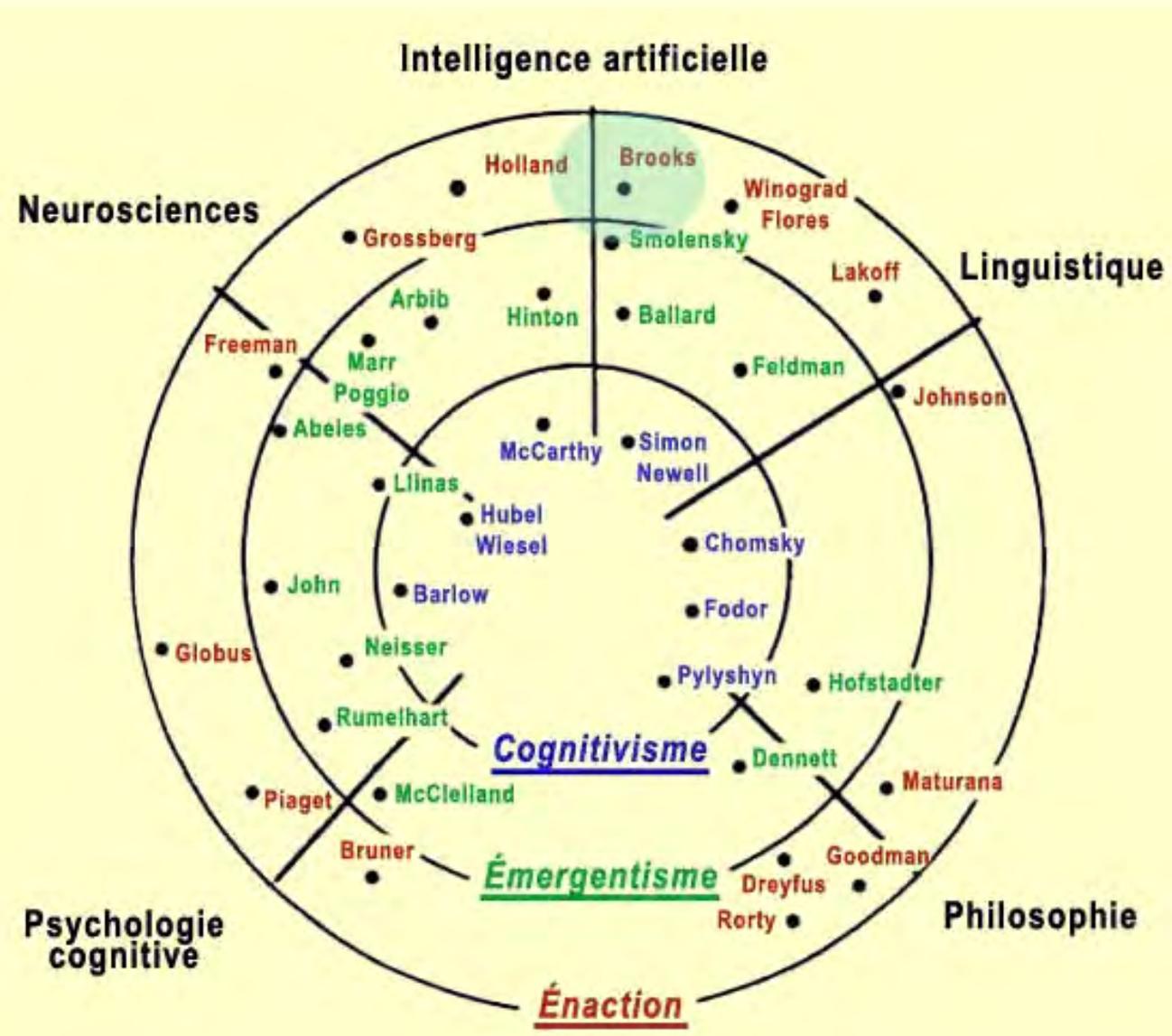
April 27, 2016

<https://news.berkeley.edu/2016/04/27/neurophysiologist-and-philosopher-walter-freeman-dies-at-89/>

At a time when many scientists thought that the various functions of brains – touch and vision, for example – could be explained by simple networks of neurons, like the circuit diagram of a computer, he proposed that the **collective behavior of neurons** stretching throughout the brain is responsible for perception. [not the activity of single neurons.]



Répercussions en robotique aussi...



Comme ce qu'on a appelé la **robotique située** (« situated robotics »), avec **Rodney Brooks**, qui a relancé dans les années 1980 l'ancienne robotique basée sur l'intelligence artificielle (IA) cognitive traditionnelle.



Brooks disait : si l'on veut que des machines deviennent un jour « intelligentes », elles devront être conçues comme des agents **autonomes** dans un **environnement concret**,

i.e. en travaillant **de bas en haut** et non de haut en bas comme dans le paradigme cognitiviste.

Rodney Brooks : c'est une erreur de poursuivre le projet cartésien « perception, cognition, action » (cartésianisme computationnel)

Donc des robots :

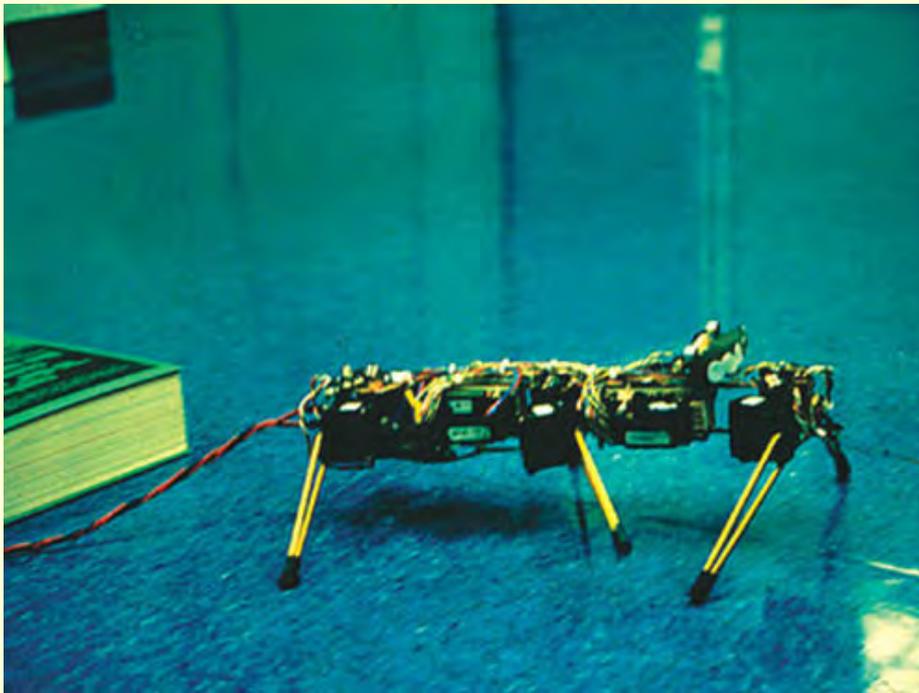
- plongés dans le **monde réel** avec lequel ils entrent en interaction (plutôt que répondre à des commandes abstraites);

- qui sont **incarnés**, c'est-à-dire qui ont un **corps physique** leur permettant de percevoir le monde et d'agir sur lui (sans jamais se faire de représentations complètes de ce monde).

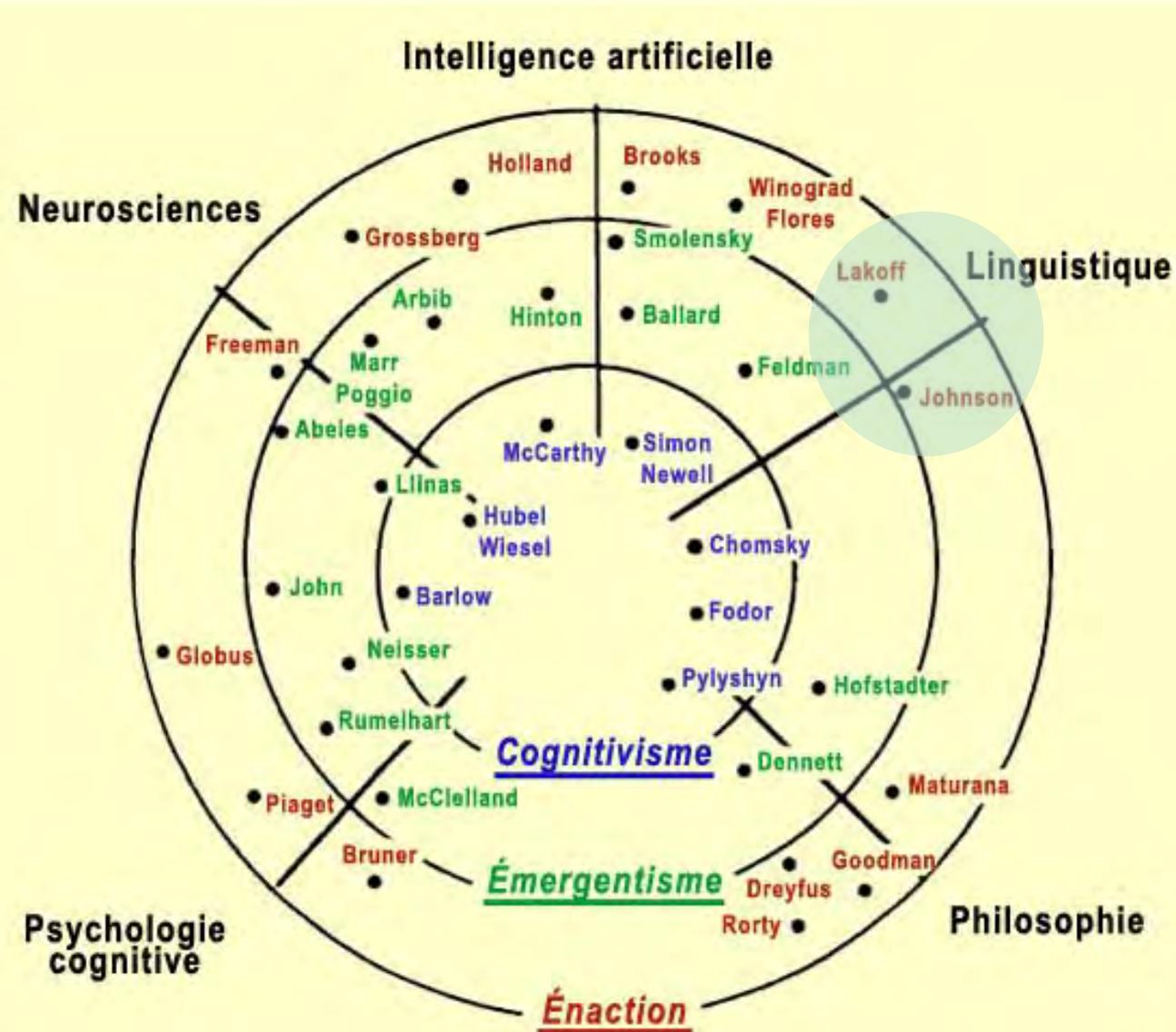
Exemple : pas nécessaire d'écrire un programme compliqué pour qu'un robot puisse longer un mur.

Seulement faire en sorte que notre robot ait une légère tendance à aller vers le mur en avançant, plus un dispositif qui détecte la présence du mur quand il est proche et fait alors dévier le robot en direction opposée.

En balançant correctement les deux tendances, le comportement de longer le mur **émerge** naturellement chez notre robot...



Cette approche incarnée a aussi eu d'importantes répercussions en **linguistique**.

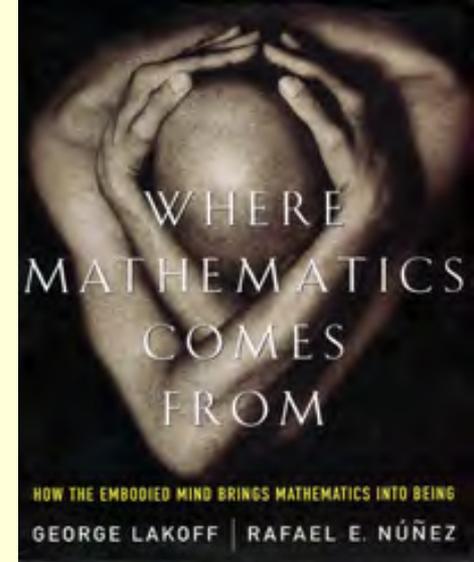


Alors que Chomsky avait mis l'accent sur la syntaxe, d'autres comme **George Lakoff** placent plutôt la **métaphore**, et donc la sémantique, au centre de nos facultés langagières.

En **1980**, la publication de ***Metaphors We Live By*** en collaboration avec **Mark Johnson**, inaugure ce qu'on appelle la **sémantique cognitive**.



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.

2 septembre **2014**

Notre corps à l'origine de notre compréhension du langage

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2014/09/02/notre-corps-a-lorigine-de-notre-comprehension-du-langage/>

[...] des auteurs comme Lakoff pensent que l'on ne pourrait simplement pas comprendre la majorité des phrases que l'on entend si notre cerveau n'était pas constamment en train de **simuler** les processus sensori-moteurs proches ou lointains qu'elles évoquent.

Des modèles au niveau neuronal sont même maintenant proposés pour expliquer l'origine corporelle des métaphores.

Le fait d'être cajolé pour un enfant s'accompagnant généralement de la chaleur corporelle du parent, celui-ci finirait par **associer de manière durable dans ses réseaux de neurones l'affection à des sensations de chaleur, puis à des mots évoquant la chaleur.**

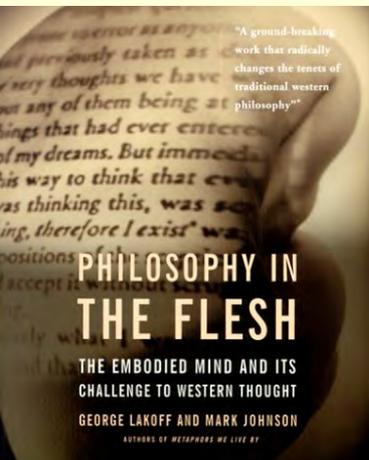
Mark Johnson a de son côté identifié des **schèmes ou d'images** qui nous viennent **directement de l'expérience corporelle** (celle de la source, de la voie et du but, du récipient, etc).



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.



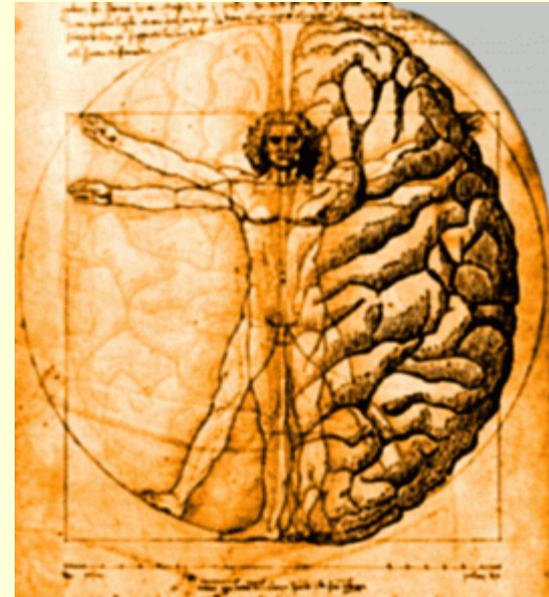
Autre exemple : nos déplacements dans l'environnement font que les choses grossissent dans notre champ de vision et cela engendre des métaphores; ex. : ce prof est au début de sa carrière...

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.

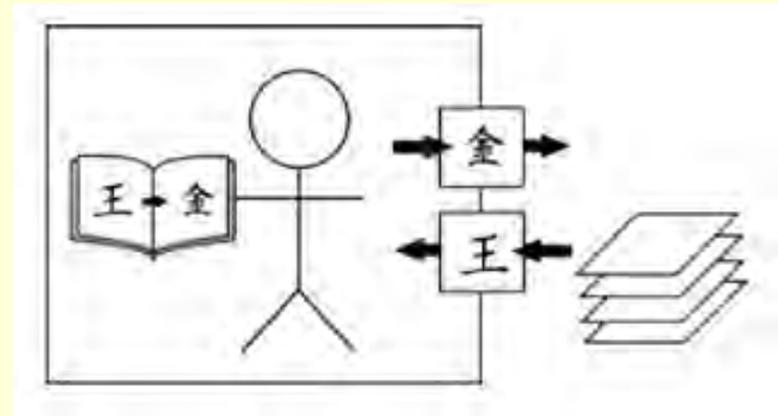
Le corps n'est ici utilisé que pour exécuter les commandes envoyées sous forme de potentiels d'action à nos muscles.

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 :

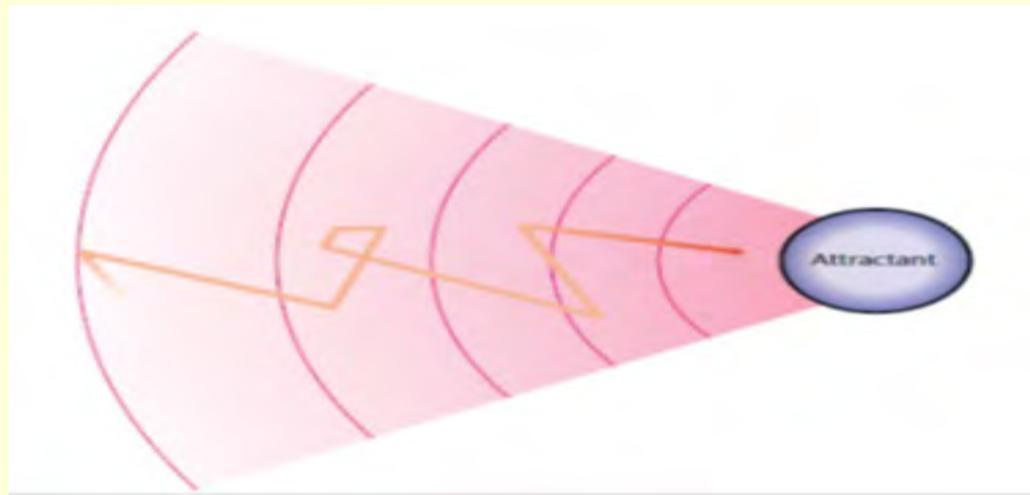
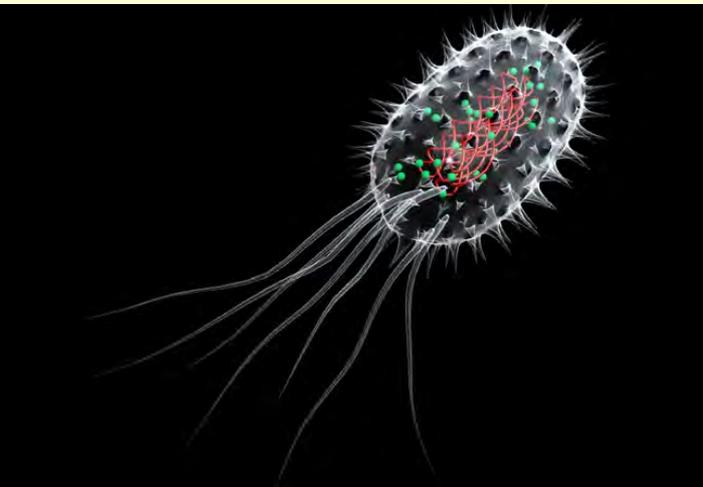
Un premier problème concerne la **provenance de la signification** comme on l'a vu avec la fameuse expérience de pensée de la **chambre chinoise de John Searle**. On parle aussi du problème de **l'ancrage**.



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

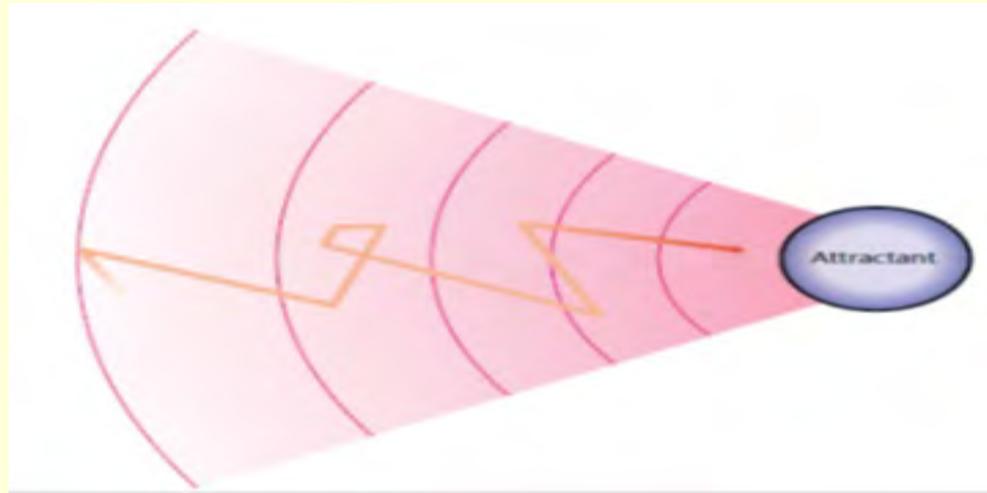
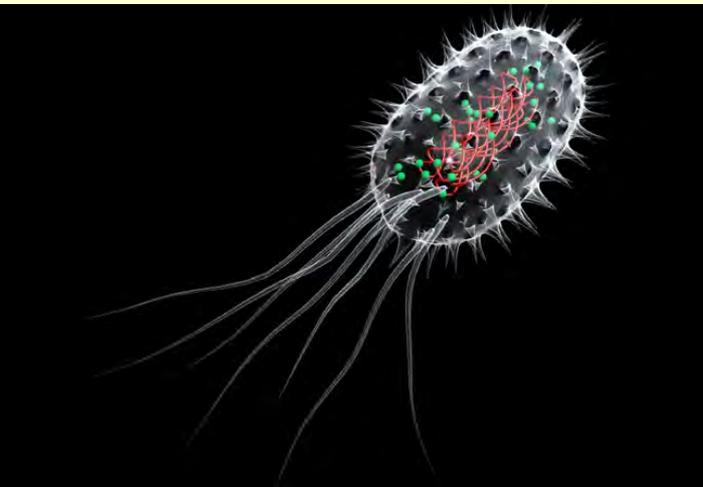
On peut prendre l'exemple d'une bactérie mobile qui nage dans un milieu aqueux en remontant un **gradient de sucrose**.

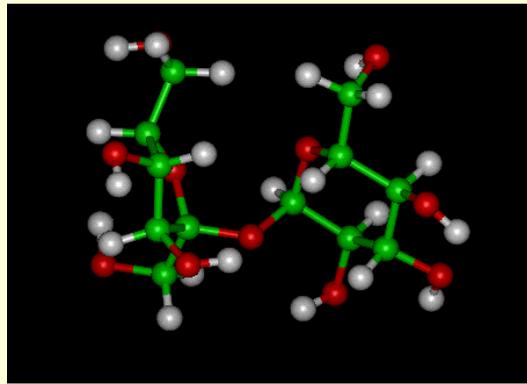
La bactérie tourne au hasard jusqu'à ce qu'elle sente le gradient de molécules de sucre, grâce à des récepteurs sur sa membrane. Puis elle va se mettre naturellement à nager pour remonter ce gradient, donc aller vers la source du sucre, pour en avoir plus.



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.

Francisco 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.

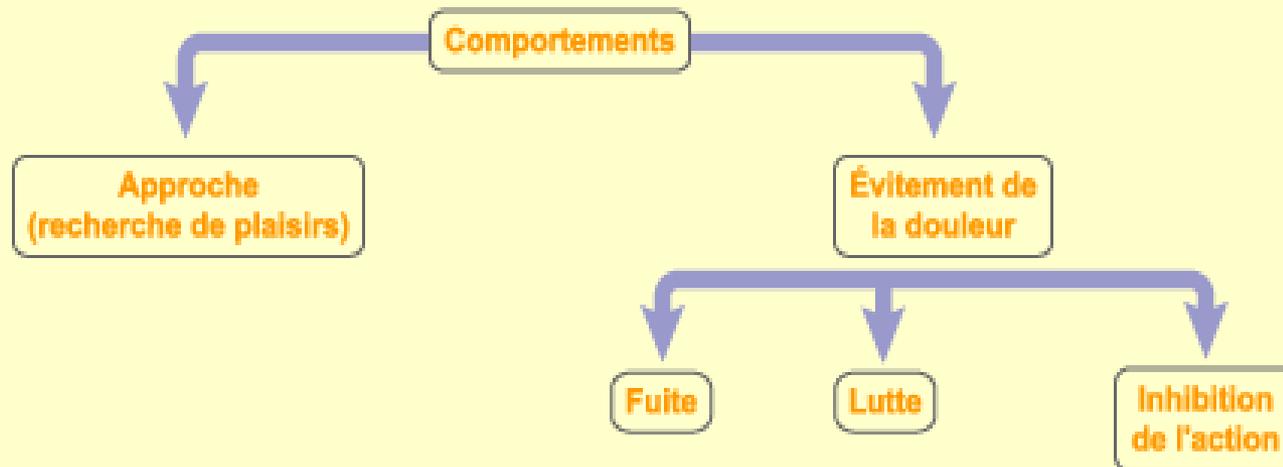
Les significations particulières (valeurs positives ou négatives) que l'on retrouve dans ce monde sont donc le **résultat des actions de l'organisme**.

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.

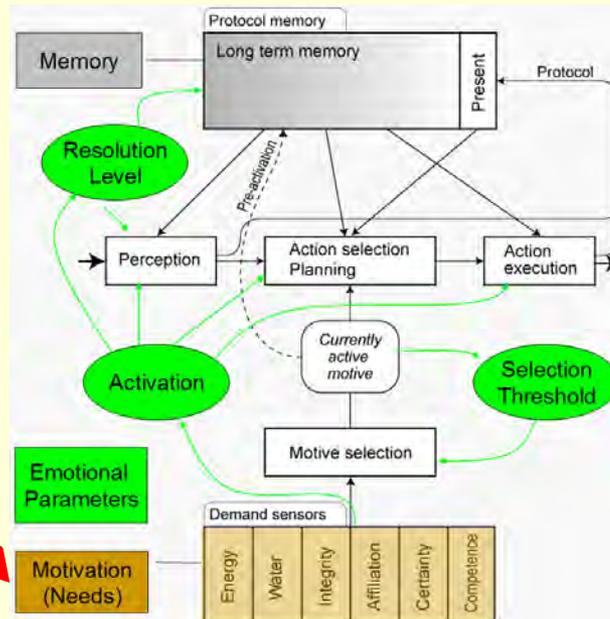


Et cela rejoint certaines caractéristiques de la cognition, comme celle d'être **intrinsèquement concerné par la monde**, d'y chercher et d'y trouver de la **signification**.

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...



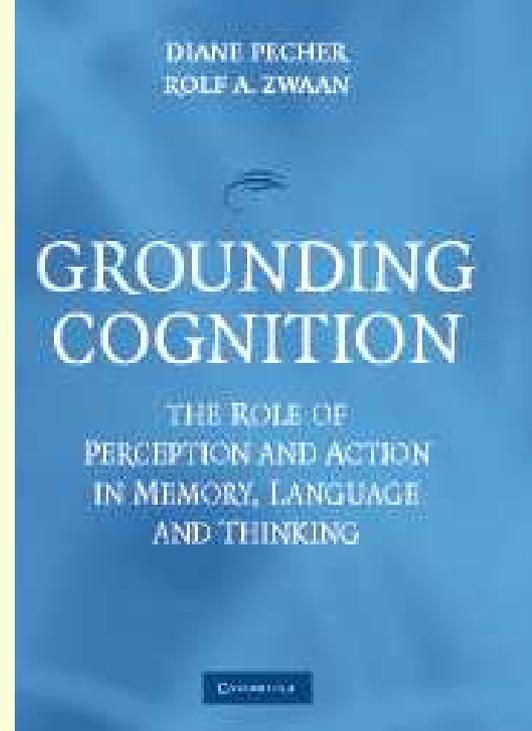
La cognition ancrée

(une version “**faible**” de la cognition **incarnée**)

Dans un premier temps, on va regarder comment l'environnement peut d'une certaine façon « rentrer spatialement » dans notre cerveau avec ce qu'on a appelé

la cognition « ancrée »
(« grounded cognition »).

Ou comment ce qu'on appelle nos processus cognitifs de haut niveau, ou encore nos fonctions supérieures (langage, planification, mémoire, etc.) **s'appuient sur nos processus moteurs et perceptifs.**



Avec les théories comme le cognitivisme, nos catégories conceptuelles (comme une chaise) utiliseraient des représentations symboliques **abstraites**, n'ayant plus de liens avec les perceptions initiales des exemplaires de cette catégorie.

On dit qu'ils sont **amodaux**.

Les systèmes ancrés sont, pour leur part, **modaux** : les catégories conceptuelles y ont une structure similaire à l'objet perçu.

C'est l'idée d'un code ou d'un mode commun.

Exemple de donnée empirique ayant inspiré cette approche :

Voir un ours ou penser à un ours active les mêmes zones cérébrales en IRMf.

Dream movements translate to real life.

Reardon S. Science Now. Science 27 October 2011.

<http://news.sciencemag.org/2011/10/dream-movements-translate-real-life>

Fermer une main dans un rêve lucide active les mêmes aires cérébrales qu'imaginer fermer une main durant l'état de veille.

“That suggests that "dreams are not just represented as a visual scene" like watching a movie, Dresler says, but involve the whole body.”

Donc une image mentale serait une reconstitution ou une simulation d'états sensorimoteurs et d'état introspectifs **acquis préalablement par l'expérience avec le corps**;

Autre exemple :

le simple fait de penser à une tasse active les aires prémotrices (nécessaires pour la préhension de la tasse... → affordances !).

On était allé vers des systèmes amodaux suite au cognitivisme.

Mais on note de **nombreuses failles dans ces systèmes amodaux** :

Exemple : la rotation de figures dans l'espace où le temps de réponse est corrélé avec le nombre de degrés d'écart entre les figures

80 Kosslyn

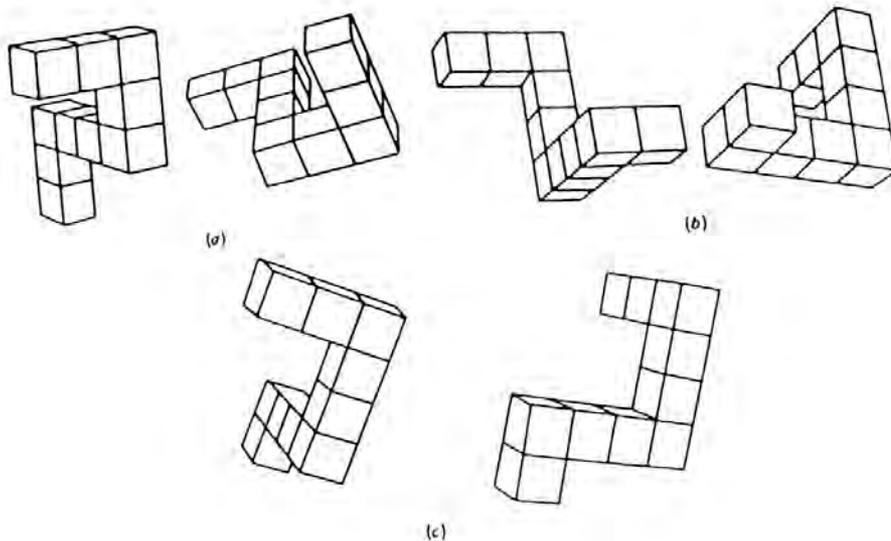


Figure 3.2
Examples of stimuli used by Shepard and Metzler (1971). The time to decide whether the figures are identical increases with the amount of mental rotation necessary to align them. (Reprinted by permission of the publisher and author from R. N. Shepard and J. Metzler, Mental rotation of three-dimensional objects, 1971, *Science* 171, 701–703. © 1971 by the AAAS)

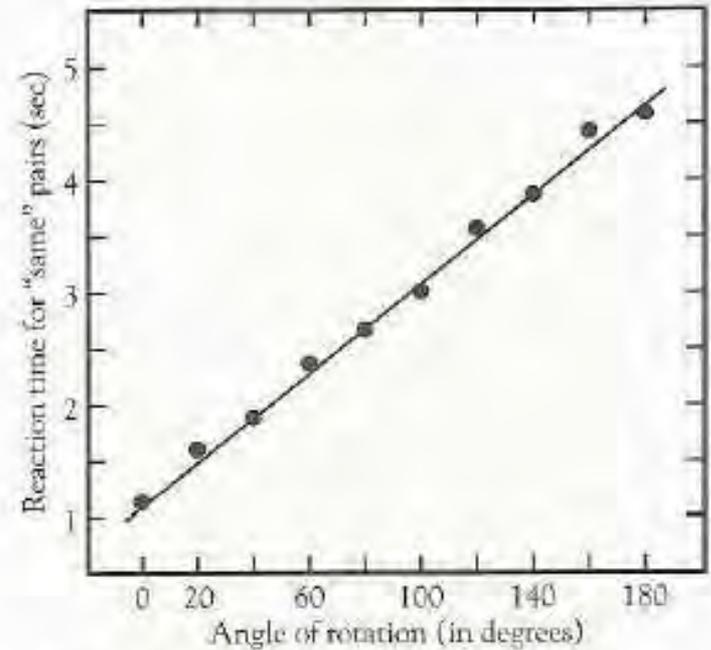


Figure 7.11 Reaction time to judge whether two patterns have the same three-dimensional shape

Language comprehenders mentally represent the shapes of objects.

Psychol Sci. 2002 Mar;13(2):168-71.

Zwaan RA, Stanfield RA, Yaxley RH

<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 dans un nid ou dans le ciel (ailes fermées ou 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 l'orientation impliquée par la phrase et d'autres dans d'autres orientations, 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.

Mental life and action in literary stories

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

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

One network, which includes the anterior medial prefrontal cortex and the right temporo-parietal junction is called the **mentalizing network**.

It is concerned with understanding other people, that is to say with **theory-of-mind**.

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

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

“Participants could be placed on a **continuum** of how much they relied on mentalizing or motor simulation while listening to literary fiction stories”

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

Et **appuient les approches modales** au détriment des approches amodales pour ce genre de stimulus.

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.**

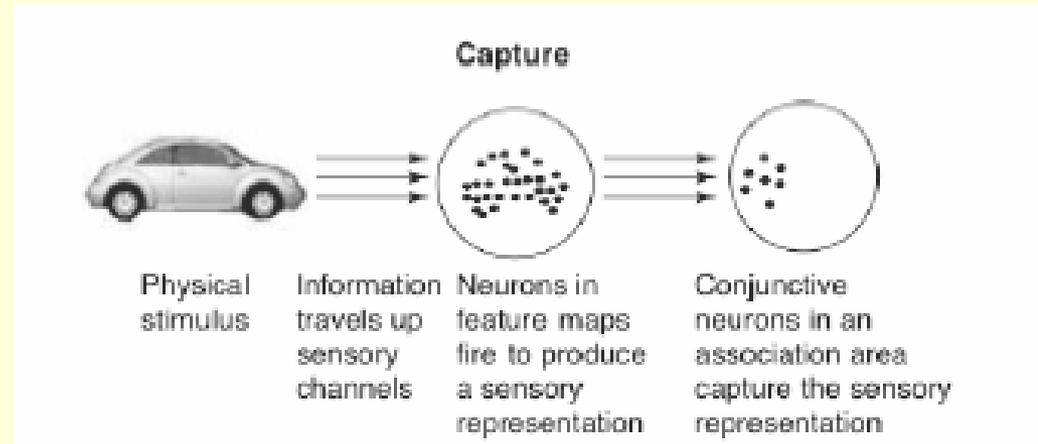
**Brain's Modality-Specific Systems:
Dr. Lawrence Barsalou**

<https://www.youtube.com/watch?v=jdZl9FN0jww>

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

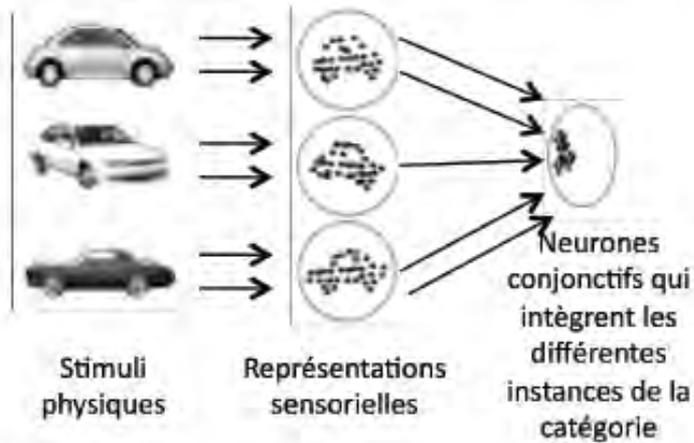
Lawrence Barsalou (**1999**) propose que toute forme de connaissance est **rattachée à des expériences perceptivo-motrices et émotionnelles**.

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.).

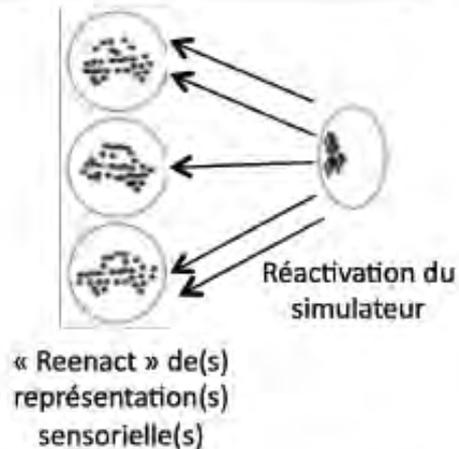


Les activations des aires sensorielles, motrices et émotionnelles vont ainsi produire dans les aires associatives des patterns d'activations particuliers.

ENCODAGE



SIMULATION



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.

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

En résumé : Le Perceptual Symbol System (Barsalou, 1999)

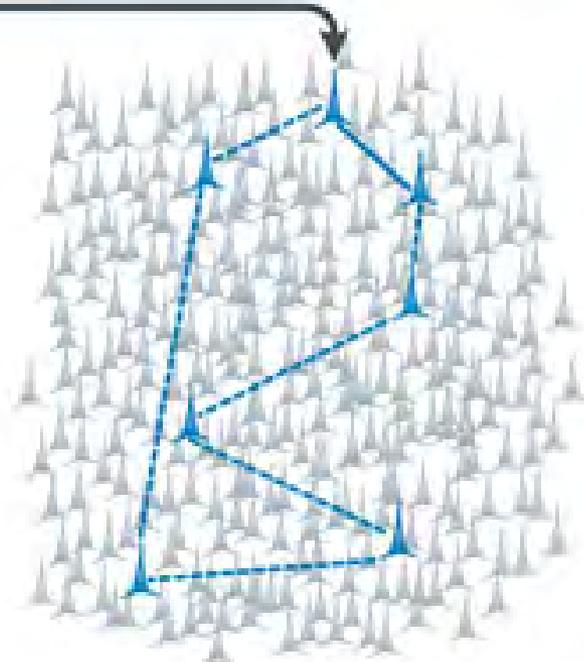
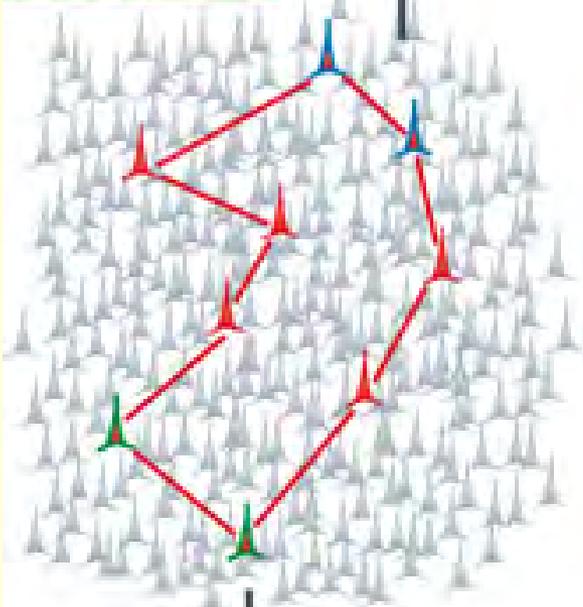
Le substrat neuronal sert autant à la **perception** qu'à la **représentation**.

Les symboles sont multimodaux.

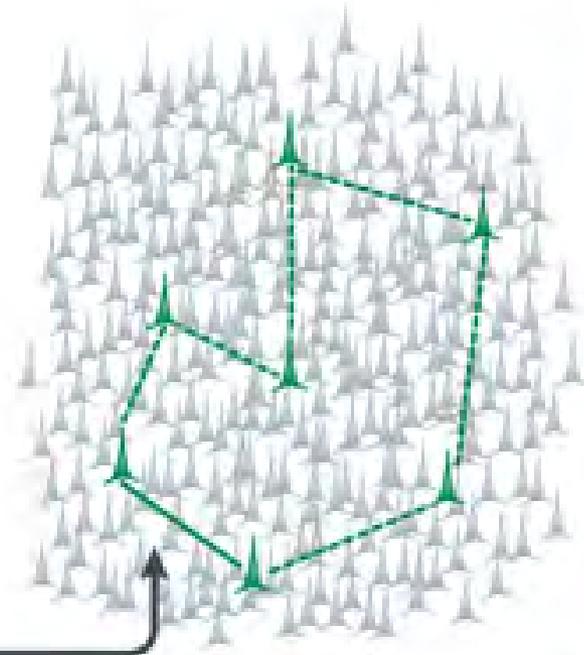
Des formes d'activation semblables rendent possible des effet de contexte (embrasement d'assemblées de neurones »)



Luke Skywalker



Yoda



Darth Vader

En résumé : Le Perceptual Symbol System (Barsalou, 1999)

Le substrat neuronal sert autant à la **perception** qu'à la **représentation**.

Les symboles sont multimodaux.

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

Les représentations permettent de faire des simulations d'objets en leur absence.

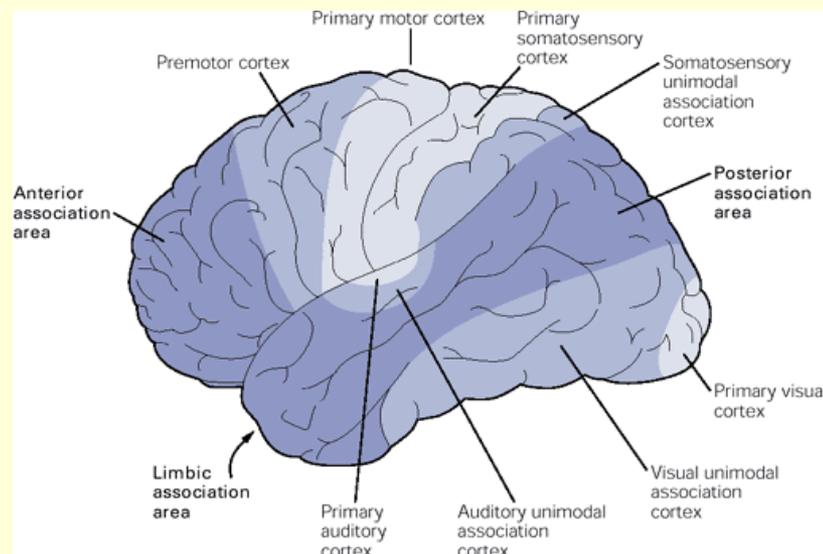
Le principe de la simulation :

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 »...)



La visualisation, ou imagerie mentale, est 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% !**

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/>



Une autre étude consistait à mesurer l'effet de l'entraînement physique ou seulement mental sur la **force musculaire d'un doigt**.

Si l'on note une augmentation de la force musculaire de 30 % après l'entraînement physique, l'entraînement mental seul produit tout de même une augmentation de cette force de 22 % !

Or comme aucune contraction musculaire n'a été effectuée durant l'entraînement par imagerie mentale, le changement observé ne provient pas du niveau périphérique mais bien de l'activation de circuits moteurs centraux.

Dernier point important sur la **cognition ancrée** qui va nous mener vers la **cognition incarnée** :

la signification des représentations symboliques reflète le substrat physique (le « corps ») du système qui les implémente.

C'est **le contraire du fonctionnalisme**, où l'on peut implémenter le même « programme » sur différents supports physiques (associé au cognitivisme) !

Grounded vs. embodied cognition: a (hopefully uncontentious) note on terminology

Andrew D. Wilson and Sabrina Golonka

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

1 July 2013

Ces auteurs définissent la cognition **ancrée** un peu comme une version “faible” de la cognition incarnée :

Cognition ancrée : est encore relative aux représentations, mais à des représentation dont la forme est littéralement sculptée par le corps et/ou par les modalités de facteurs externes dans l’environnement.

Alors que pour eux, **la cognition incarnée** remplace les représentations par notre activité dans un monde perçu riche et complexe,

donc un rôle “cognitif” central pour le corps dans son environnement.

3^E HEURE : La cognition incarnée

La cognition implique le corps

La cognition implique l'environnement

La cognition est énoncée

- Ou comment des couplages sensori-moteurs avec l'environnement modulent des patterns dynamiques d'activité neuronale endogène et débouchent sur un savoir-faire dans un environnement (ouf!)

“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/>

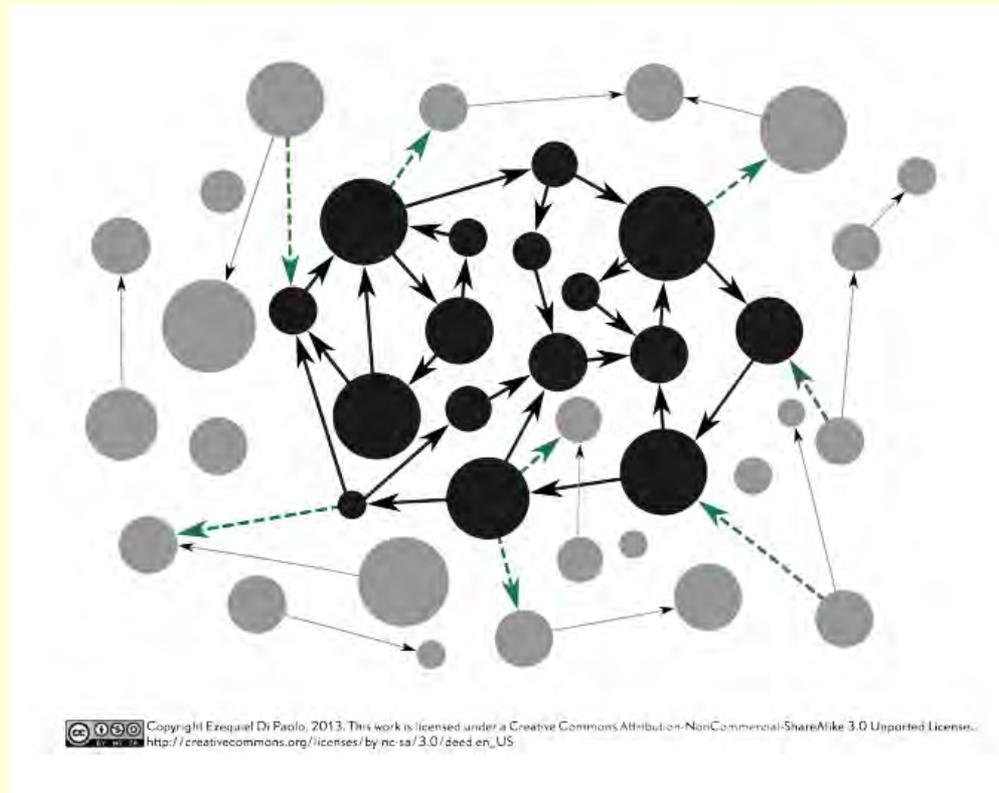
“It is a reason why it is so difficult to figure out how brains work. One needs to account for much more than just neurons...”

- Sergio Graziosi (2016)

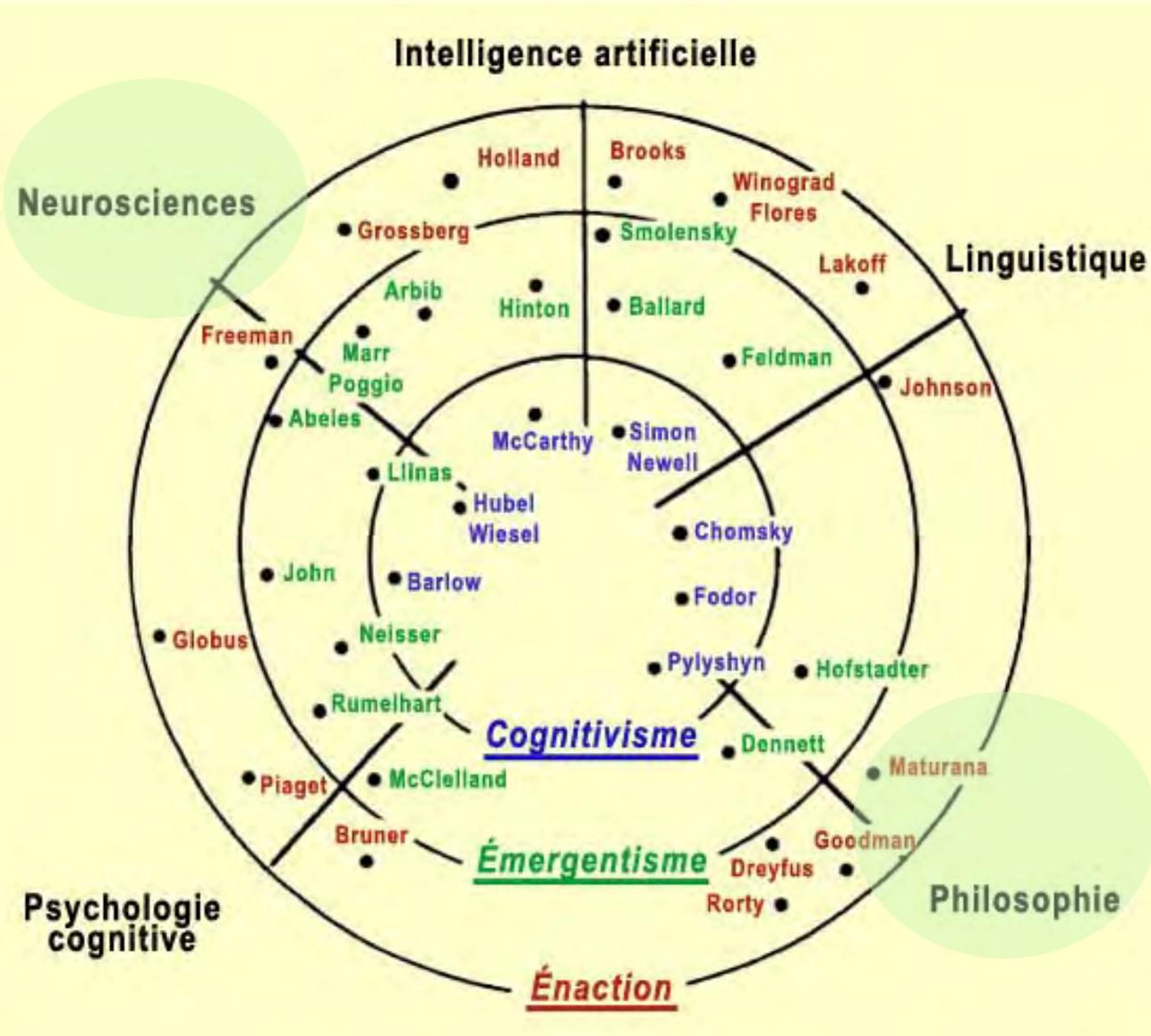
<https://sergiograziosi.wordpress.com/2016/05/22/robert-epsteins-empty-essay/>

We also propose that 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.



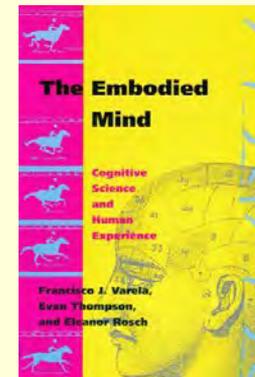
L'état des sciences cognitives en 1991 vu par Francisco Varela.
(le terme émergentisme étant équivalent ici au connexionnisme).



On va présenter une variante particulière de cognition incarnée parmi d'autres :

l'énaction.

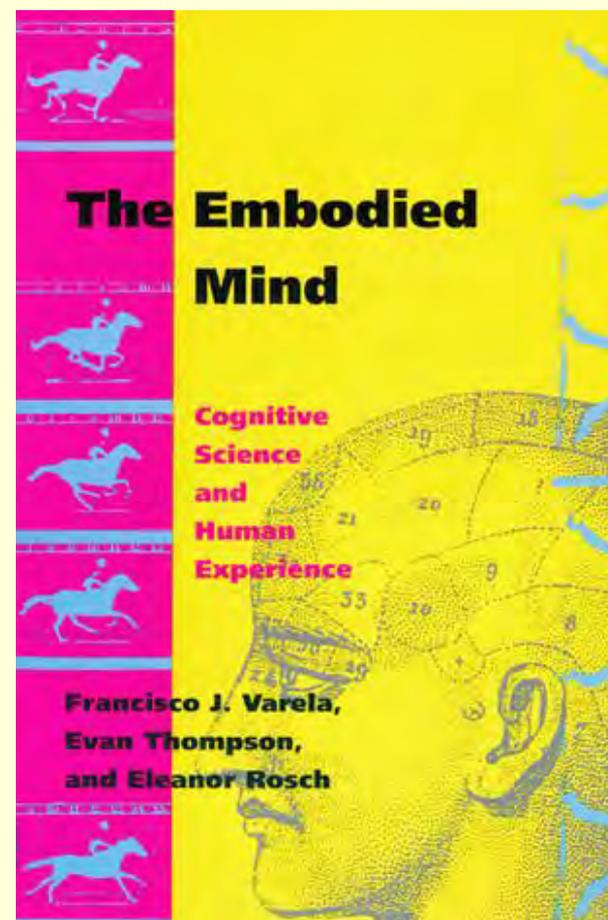
Le concept **d'énaction** est un néologisme de Varela surtout connu à partir de son livre « **The Embodied Mind** » (ou « L'inscription corporelle de l'esprit », en français), co-écrit avec Evan Thompson et Eleanor Rosch en **1991**.

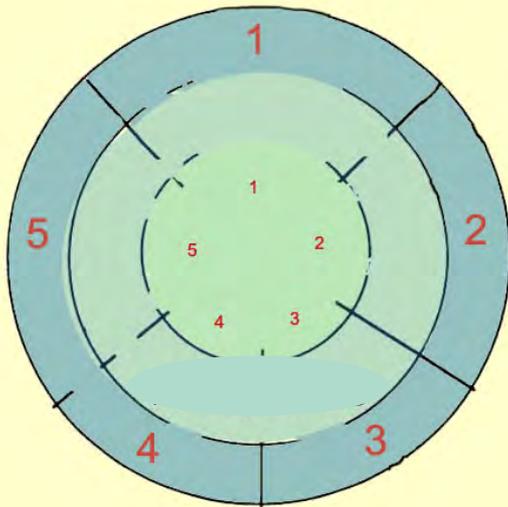


Dans The Embodied Mind, p.289, on peut lire :

« 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.

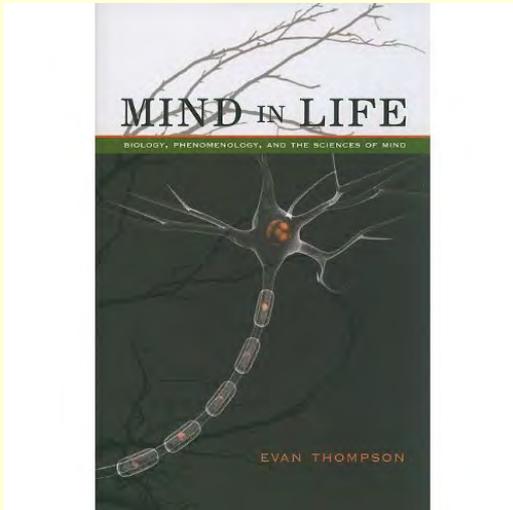




Le terme d'énaction a été choisi pour tenter d'unifier sous une bannière unique **plusieurs idées interreliées.**

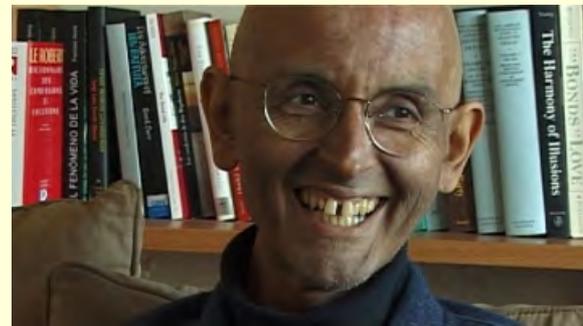
On va tenter de montrer comment elles peuvent être interreliées en s'inspirant des 5 étapes que présente **Evan Thompson** dans **Mind in Life.**

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.



**Evan Thompson, PhD - Context Matters:
Steps to an Embodied Cognitive
Science of Mindfulness.**

Vidéo : 28 min.

<https://www.youtube.com/watch?v=OJHCae1liAl&feature=youtu.be>

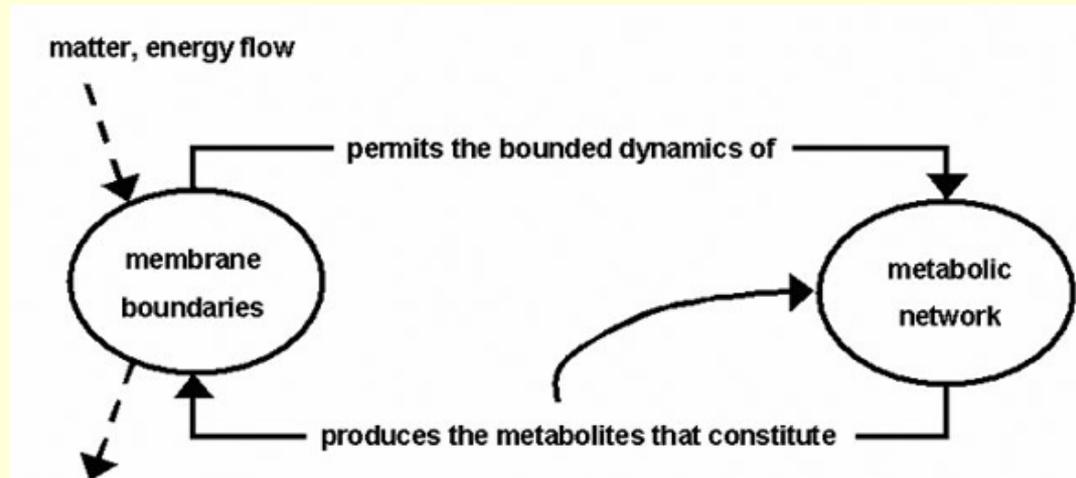
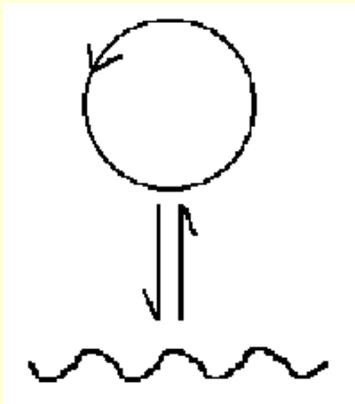
Première idée :

Les êtres vivants sont des agents autonomes qui génèrent 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.



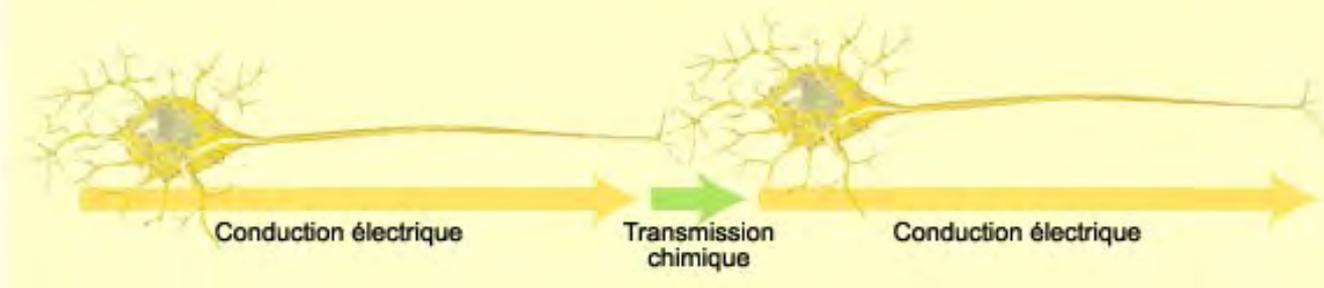
The “**enactivist mind-life continuity thesis**”:

« 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 :

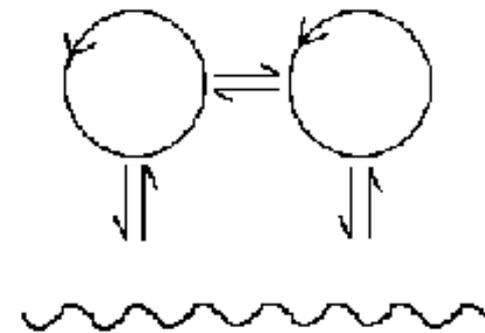


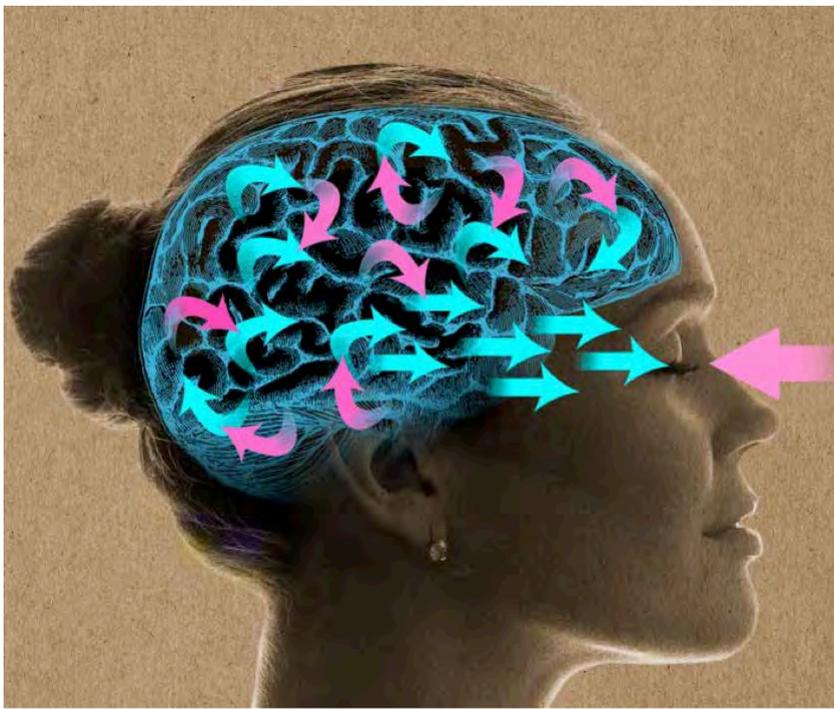
Dans les organismes multicellulaires suffisamment complexes, ces agents possèdent un **système nerveux** qui forme un **système dynamique autonome**, c'est-à dire qu'il génère et maintient un pattern d'activité cohérent et signifiant.

(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.

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.

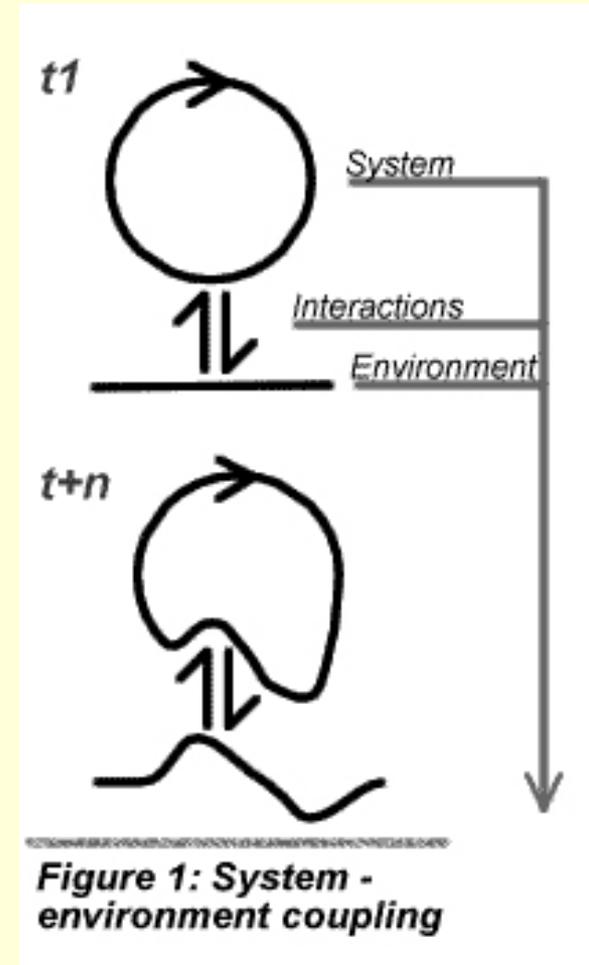
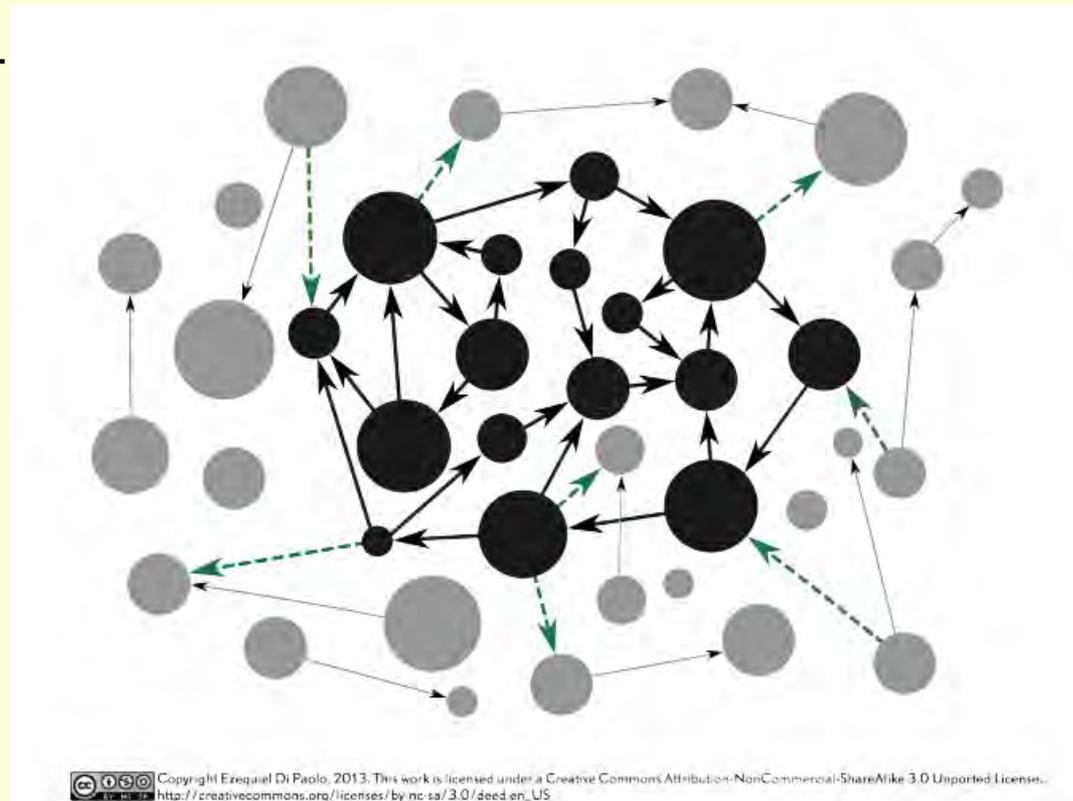


Figure 1: System - environment coupling

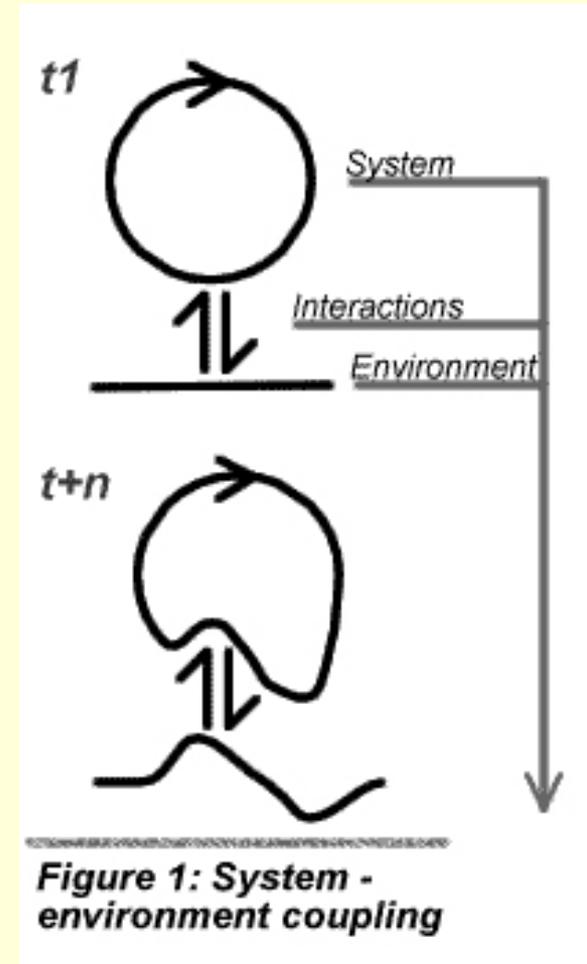
Troisième idée :

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.

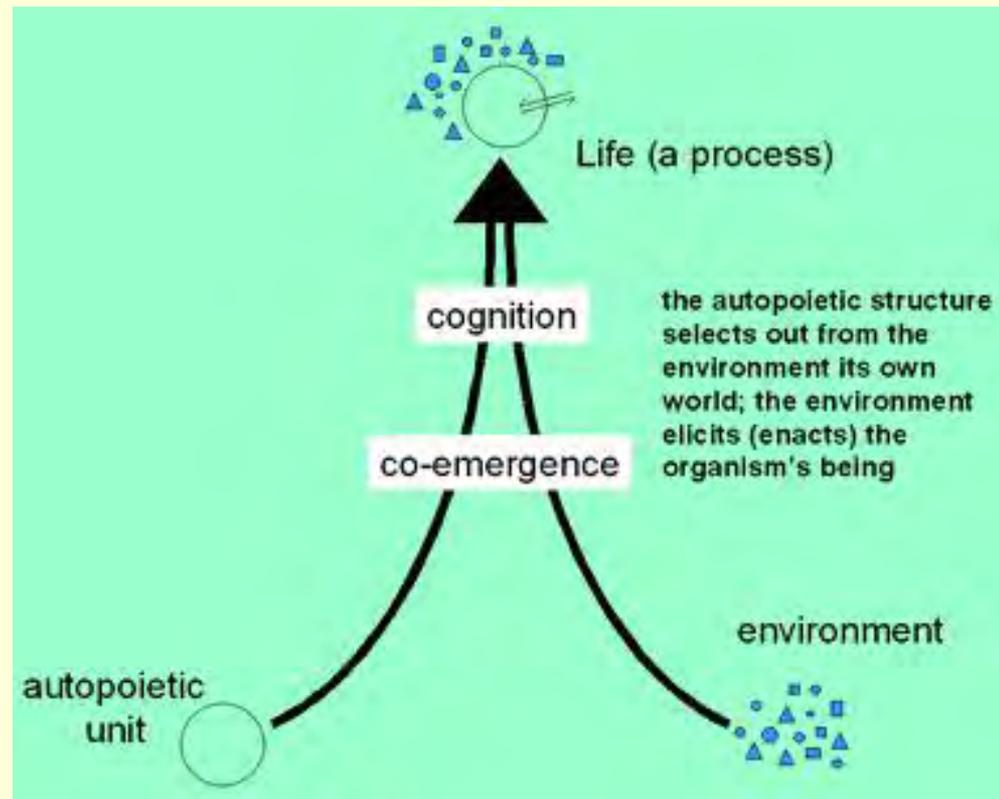


Quatrième idée :

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).

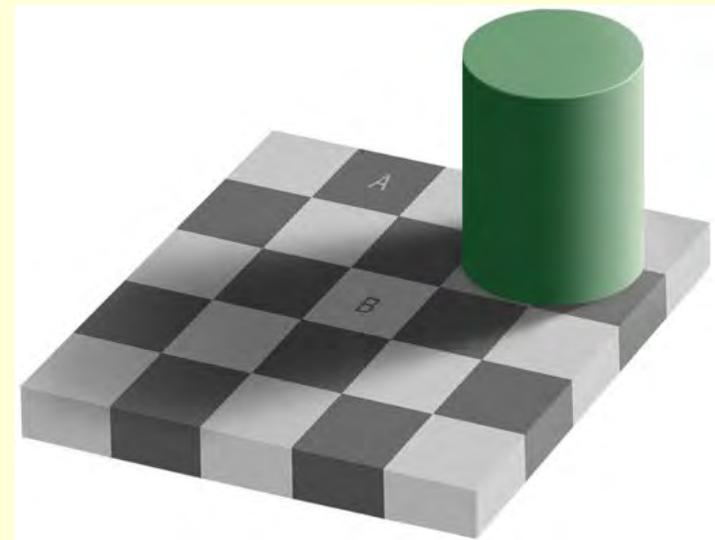
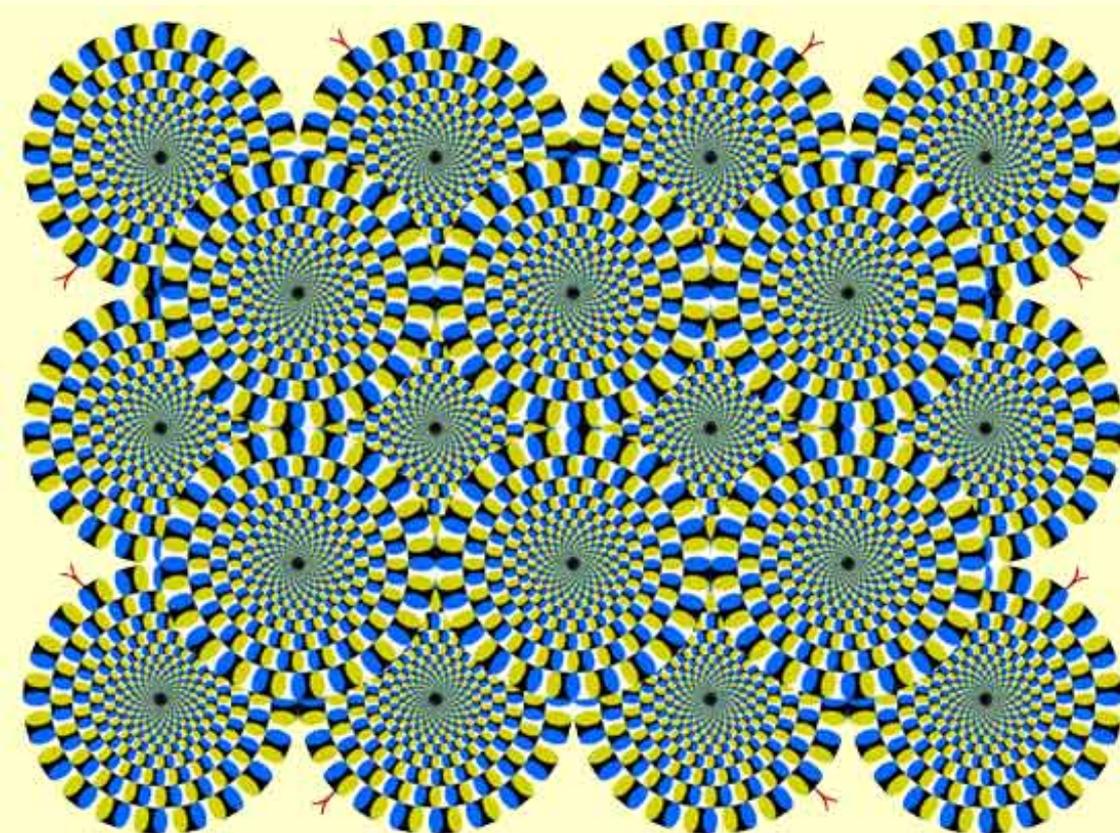
On peut donc faire la distinction entre « **monde-milieu** » (« umwelt ») (la chaise pour s'asseoir de l'humain ou la chaise pour dormir du chat) et « **monde physique** » (un objet avec 4 pattes, une surface horizontale et un dossier). → Affordances !

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'énaction, 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**.

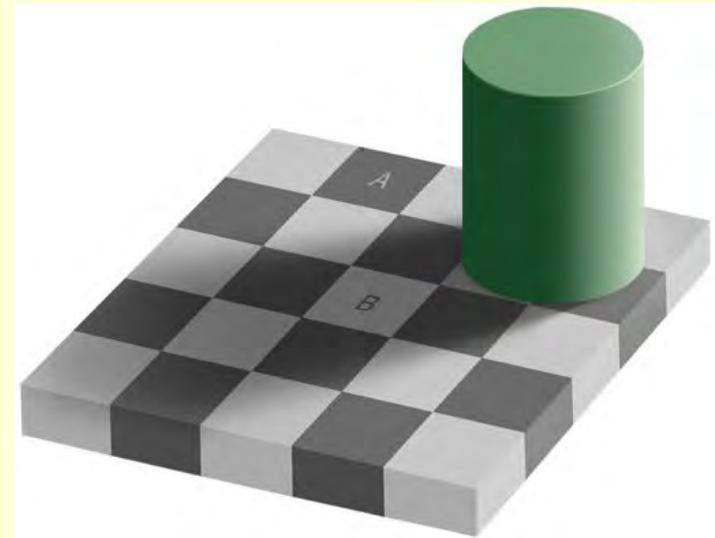
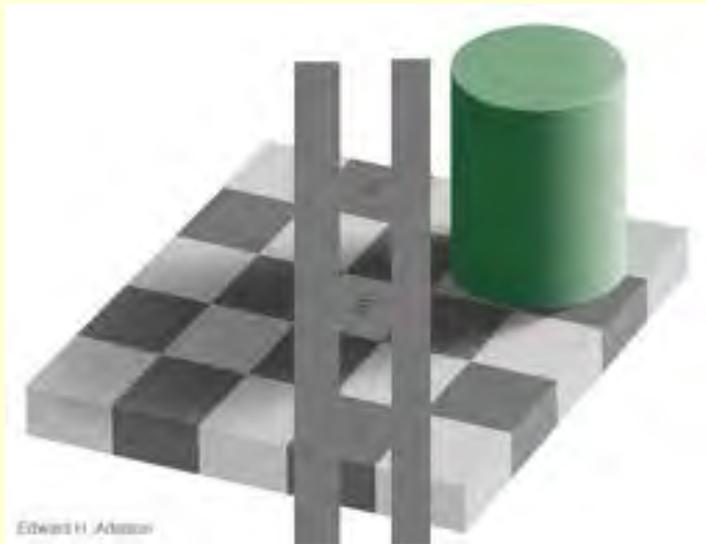
Dire que la cognition est incarnée c'est prendre en considération le fait que chaque espèce a son propre « *monde-milieu* » qui a été **enacté à travers l'évolution.**

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



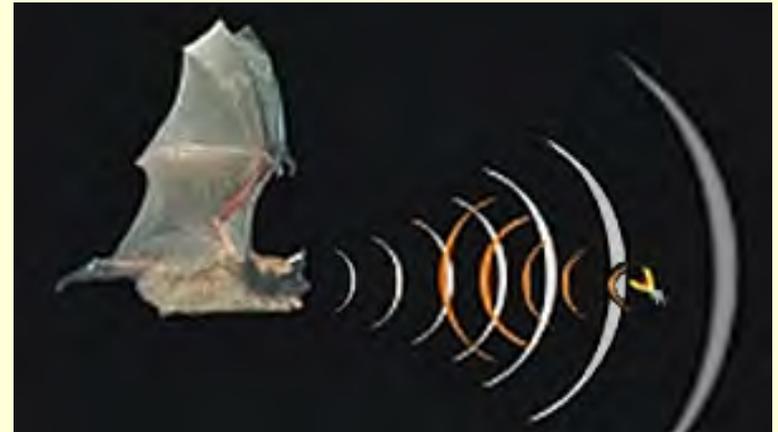
...qui ne nous donne pas accès directement au monde physique
puisque'il n'y a pas de mouvement dans le premier et que
les cases sont de la même teinte dans le second.

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



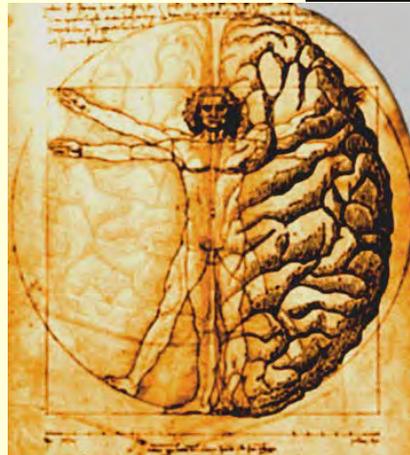
En étudiant différents systèmes visuels de vertébrés, et surtout leur **système chromatique propre**, Varela montre que **la sensation de couleur n'est pas entièrement donnée par le monde physique** mais dépend aussi des mécanismes de perception mêmes.

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** ».

La cognition enchâssée et étendue

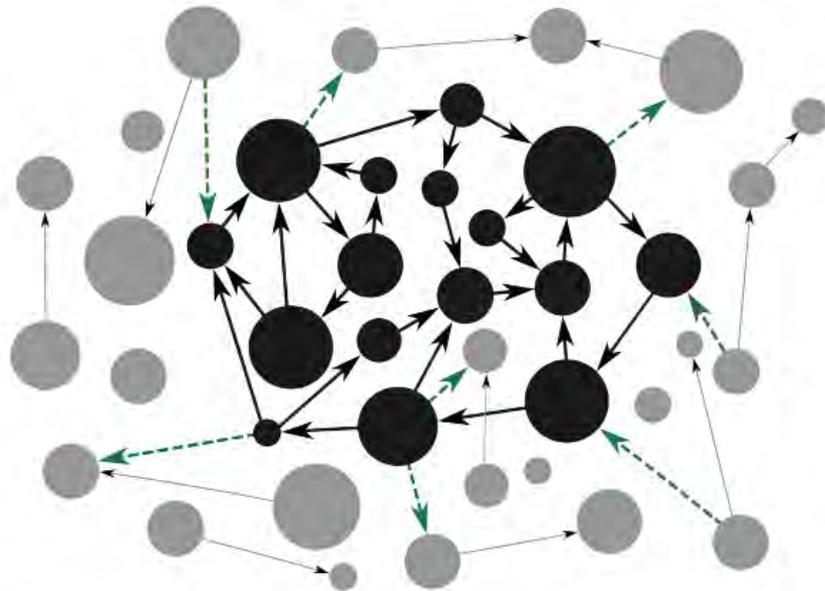
“[Andy Clark and others] described the brain as part of a larger “mind” – a cognitive system embodied in the organism’s physical structure and embedded in its surrounding environment.

These twin concepts of embodied and embedded cognition are challenging the way we understand human intelligence”

Why Intelligence Requires
Both Body And Brain

January 27, 2014

<http://footnote1.com/why-intelligence-requires-both-body-and-brain/>



Connectivity, Complexity, and 4-E Cognition

Evan Thompson

Feb 5, 2016

<https://www.upaya.org/2016/03/zen-brain-thompson-complexity-connectivity-4e-cognition-part-2a-n/>

4E Cognition

- Embodied
- Embedded
- Extended
- Enactive

Cognition enchâssée (embedded cognition) :

La cognition (humaine) dépend, de façon surprenante et complexe, de l'utilisation par l'organisme (humain) de ressources extérieures.

(généralement acceptée)

Jeu tétris : plus facile de tourner les formes que de manipuler mentalement
Ou comme quand on joue au scrabble, on bouge et déplace les lettres...
(exemple de réintroduction du mouvement dans la cognition)

Car dans notre tête, on serait aux limites de nos capacités pour cette tâche.
Ce qu'on externalise, c'est souvent la mémoire (de travail), qui a une capacité limitée.

Autre exemple : quand on écrit, on voit mieux nos idées, elles sont devant nos yeux, plus stables, et on peut mieux y penser.

Autre ex. : $343 \times 822 = \dots 6$ (permet foyer d'attention à 3×2 au début, etc.) et après ça peut devenir symbolique et on peut se passer de l'environnement... (ça commence à l'extérieur du corps, puis c'est internalisé)

Mais au départ, notre cognition « fuit » (« leak ») dans l'environnement. (même au départ compter sur nos doigts...)

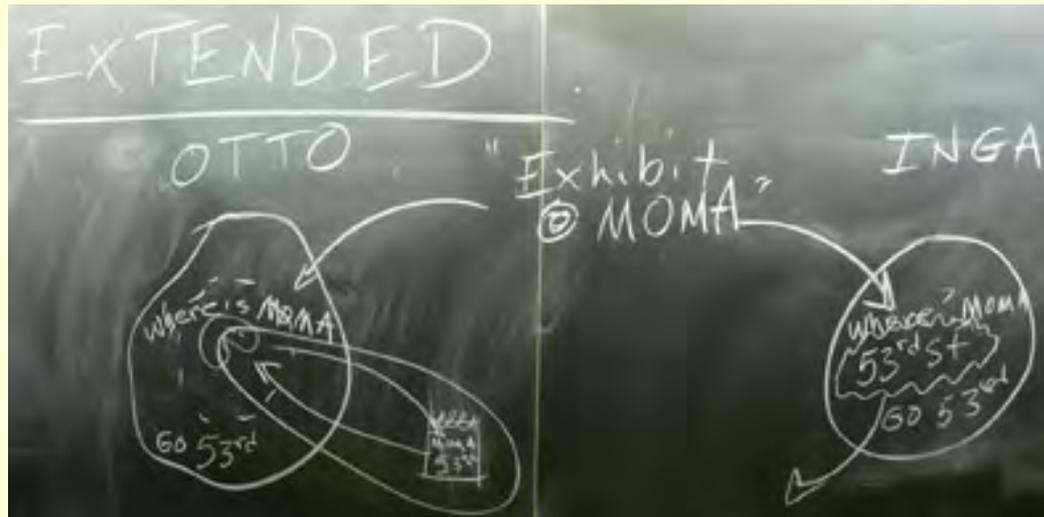
Ou encore les personnes âgées en couple qui perdent leurs repères quand l'un décède et l'autre est placé en centre; perte de repère et de capacité cognitive (car formaient une dyade...)

Cognition étendue (extended cognition) :

La cognition (humaine) inclut (littéralement) des éléments qui dépassent les frontières de l'organisme (humain). (Andy Clark and David Chalmers, fin années '90.)

Plus controversée, plus « pompe à intuitions ».

Pompe à intuition : **Otto** (amnésique antérograde) et **Inga** (normale)
(Chalmers et Clark, 1998) : la mémoire peut être un agenda que transporte une personne amnésique. C'est de la cognition (mettons...) mais est-ce le même processus cognitif ? Probablement pas...



Otto : difficile à accepter spontanément pour plusieurs car demande de rejeter l'identité psycho-neurale (les états mentaux sont des états du cerveau); mais garde l'identité psycho-physique; et gardent aussi le fonctionnalisme (juste la relation fonctionnelle, sans substrat précis)

Comme disque dur avec wi-fi : fait-il partie de l'ordi ?

Objections :

Problème de cadre, d'explosion combinatoire pour Otto : carnet pour penser d'aller voir son carnet..

Un blogue que je visite souvent qui serait en train d'être mis à jour : est-on en train de jouer dans mon esprit !!??

Vidéotron peut-il couper ton esprit si tu ne paies pas ta facture ?

Autre critique : la démarcation. Où jusqu'à l'extérieur du corps ? Jusqu'à l'air qu'on respire ? Jusqu'au soleil ? (...idéalisme radical...)

Une réponse possible : si cette action sur une partie du monde était faite dans notre tête, et qu'elle serait alors reconnue sans hésitation comme un tâche cognitive, alors cette partie du monde fait partie du processus cognitif...

Beaucoup de conférences sur “extended cognition” à :

École d'été 2014 de l'ISC : La science du web et l'esprit

La cinquième édition de l'École d'été de l'Institut des sciences cognitives (ISC) de l'UQAM a pour thème « La science du web et l'esprit ». C'est donc des spécialistes internationaux de la **cognition distribuée** dans le cerveau, entre les cerveaux et entre les cerveaux et les ordinateurs qui convergeront vers Montréal du 7 au 18 juillet prochain.

http://www.summer14.isc.uqam.ca/page/renseignement.php?lang_id=1

	Corps	Environnement
Interactions bi-directionnelles denses et soutenues	Cognition incarnée version faible	Cognition enchâssée
Relation méréologique (« fait partie de »)	Cognition incarnée version forte (cognition étendue dans le corps)	Cognition étendue (dans l'environnement)

« Épilogue » : Un modèle de fonctionnement du cerveau récent

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

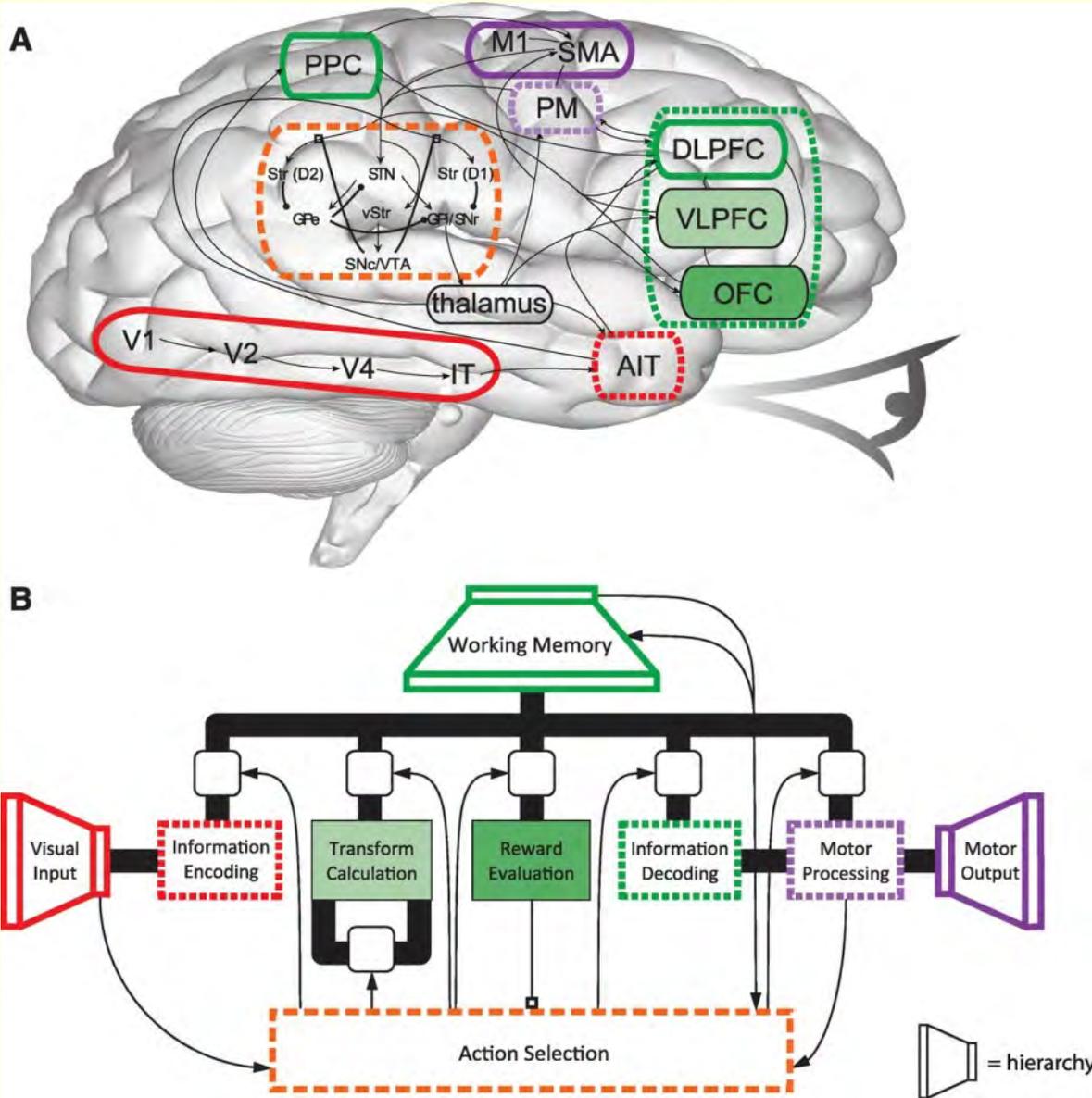
A Large-Scale Model of the Functioning BrainChris Eliasmith^{*}, Terrence C. Stewart, Xuan Choo, Trevor Bekolay, Travis DeWolf, Yichuan Tang, Daniel Rasmussen Author Affiliations ^{*}To whom correspondence should be addressed. E-mail: celiasmith@uwaterloo.ca

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)

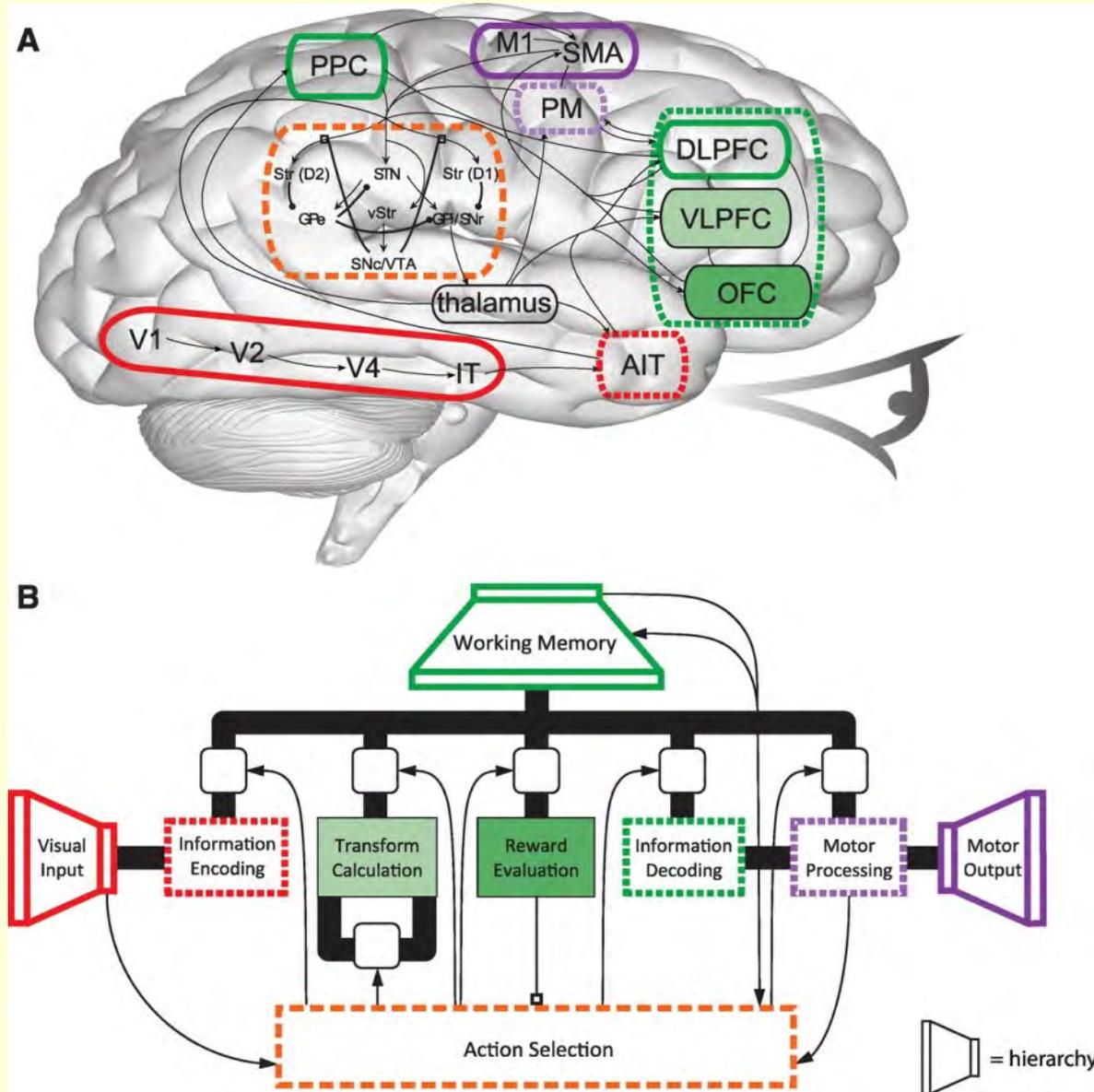
- Architecture cognitive qui dépasse l'opposition cognitiviste / connexionnisme (intègre les deux)



- 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...)

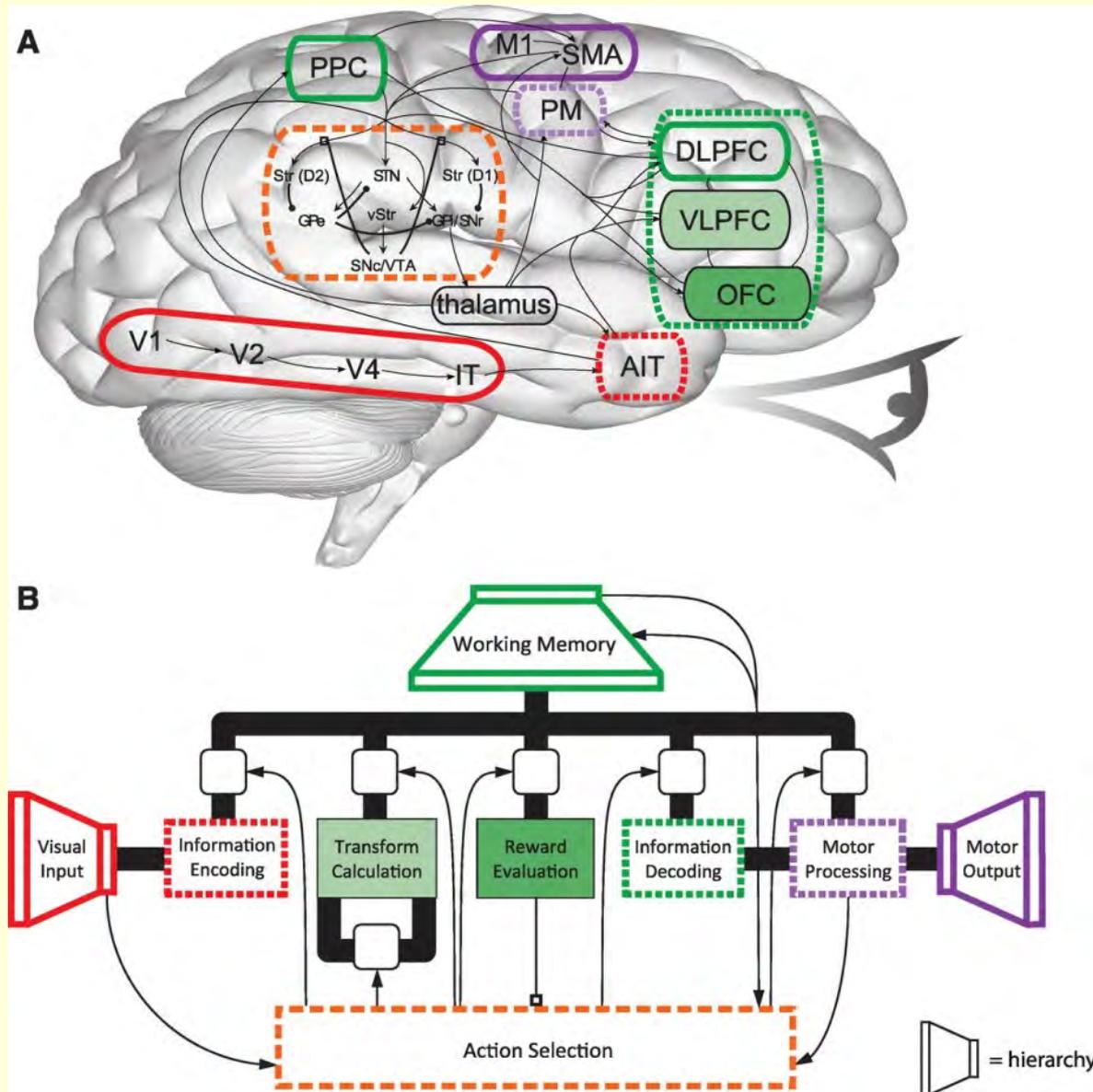


- Modèle à large échelle (donc laisse beaucoup de détails de côté)

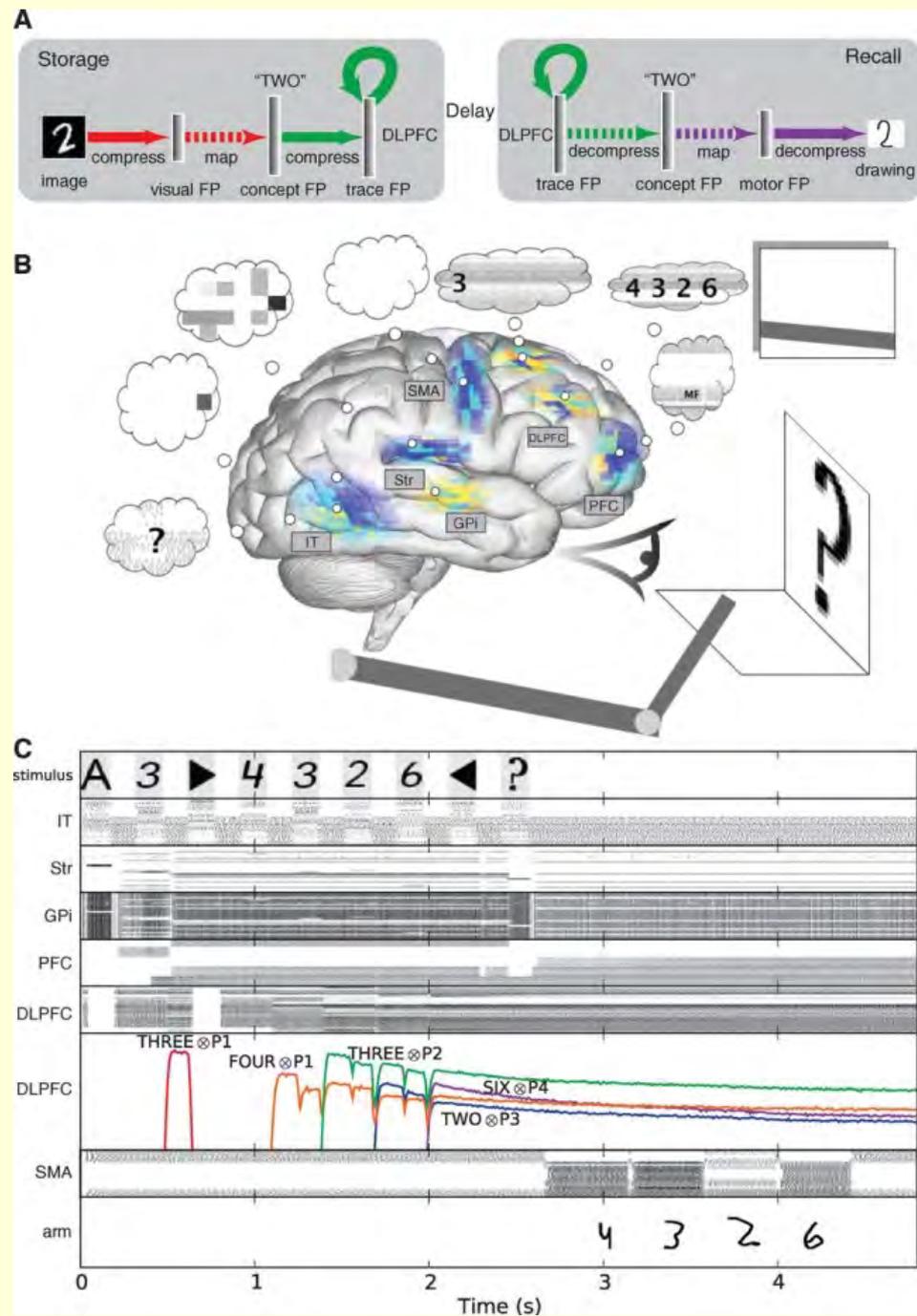
- Architecture cognitive qui dépasse l'opposition cognitiviste / connexionnisme (intègre les deux)

- 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.

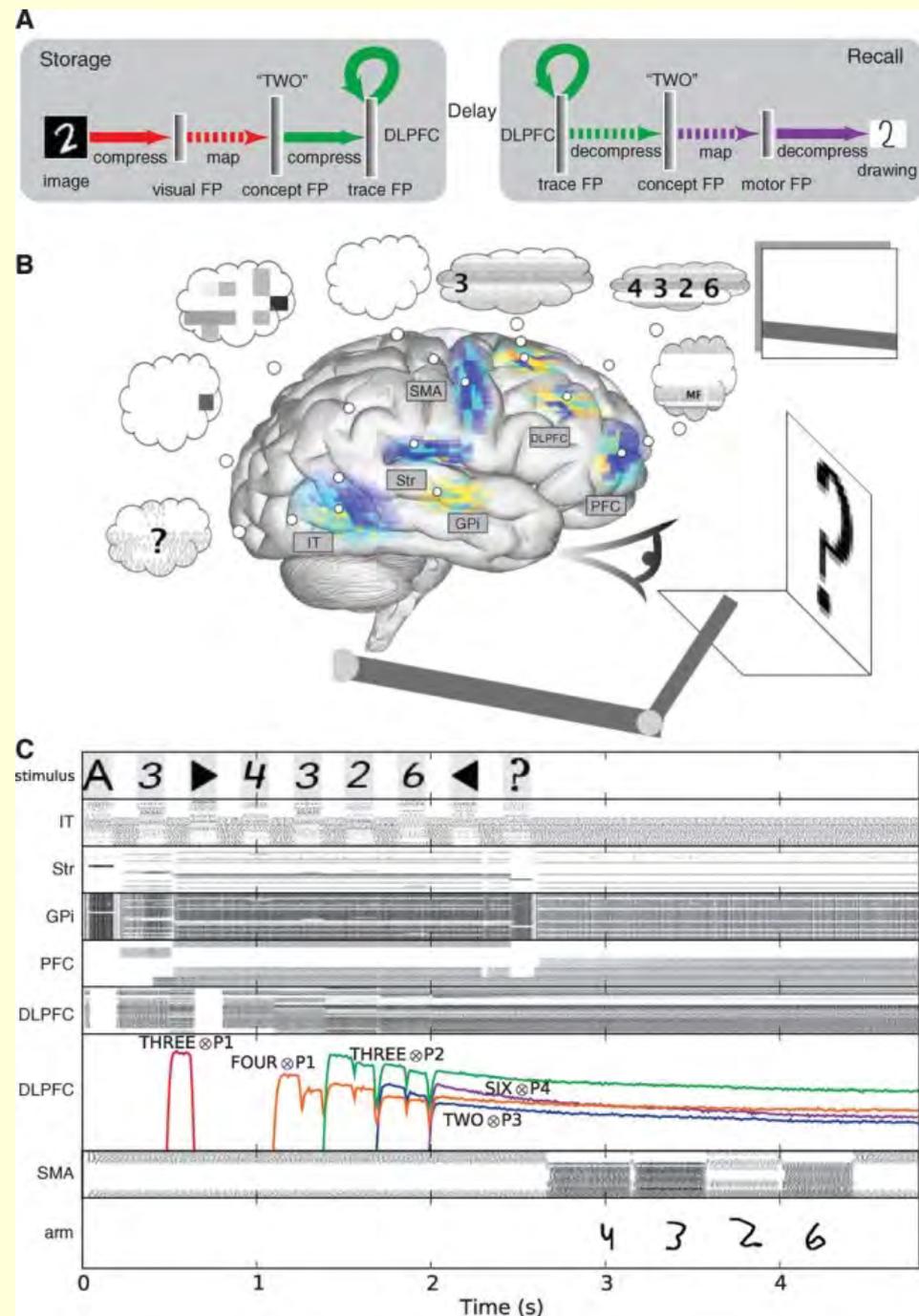


- Isomorphie partielle entre l'objet réel et sa représentation (« pointeur sémantique »)



- 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 »)



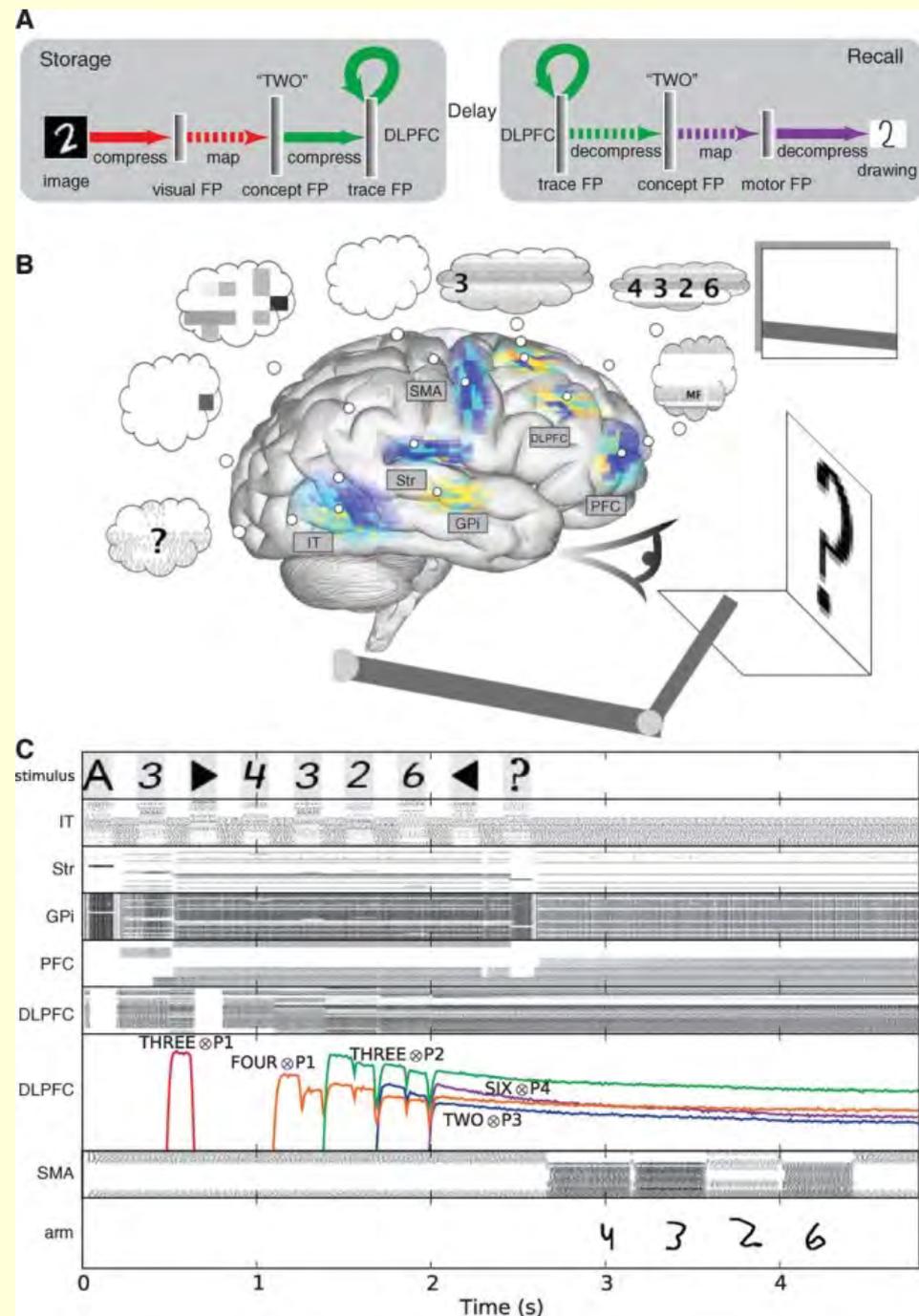
- Isomorphie partielle entre l'objet réel et sa représentation (« pointeur sémantique »)

- 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/>



Lundi, 11 avril 2016

Comment fonctionne le « cerveau » d'AlphaGo ?



[...] C'est pourquoi les concepteurs d'AlphaGo se sont tournés vers des dispositifs «**d'apprentissage profond**» (« **Deep learning** », en anglais) une approche connexionniste, c'est-à-dire conçue à partir de couches de « neurones artificiels ». Ceux-ci n'ont rien à voir avec les neurones réels de notre cerveau puisqu'ils sont simulés dans un ordinateur. Mais la forme de ce qui est simulée, elle, est très proches des réseaux que forment les neurones dans notre cerveau : d'innombrables points reliés par d'innombrables connexions dont l'efficacité n'est pas fixe mais variable.

Il s'agit donc, pour le dire rapidement, moins d'un logiciel que l'on programme que d'un logiciel capable d'apprendre. Couplé à la puissance de calcul des ordinateurs d'aujourd'hui et à la disponibilité d'énormes bases de données permettant au logiciel de « s'entraîner », on voit un peu comment ces machines peuvent en arriver à faire des coups «**extraordinairement inhabituels**».

AlphaGo optimise en fait les résultats de ses capacités d'apprentissage connexionnistes avec un algorithme plus classique capable de chercher une solution optimale dans une arborescence (« **Monte Carlo tree search** », en anglais). Mais c'est vraiment sa capacité d'apprendre qui rend AlphaGo si efficace, le logiciel ayant par exemple étudié 30 millions de positions de parties d'experts et ayant joué contre lui-même par l'entremise de 50 ordinateurs, lui permettant à chaque fois de s'améliorer. [...]