

## Cours 7

# La cognition incarnée dans un « corps-cerveau-environnement »



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

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

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

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

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

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

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

**Cours 7 :** A- Complémentarité du système nerveux, hormonal et immunitaire  
B- « Cerveau – Corps – Environnement » (prise de décision)

**Cours 8 :** A- Quelques grandes questions à la lumière des sciences cognitives  
B- Vers une neuropédagogie ?



Moléculaire



Cellulaire



Cérébral



Individu

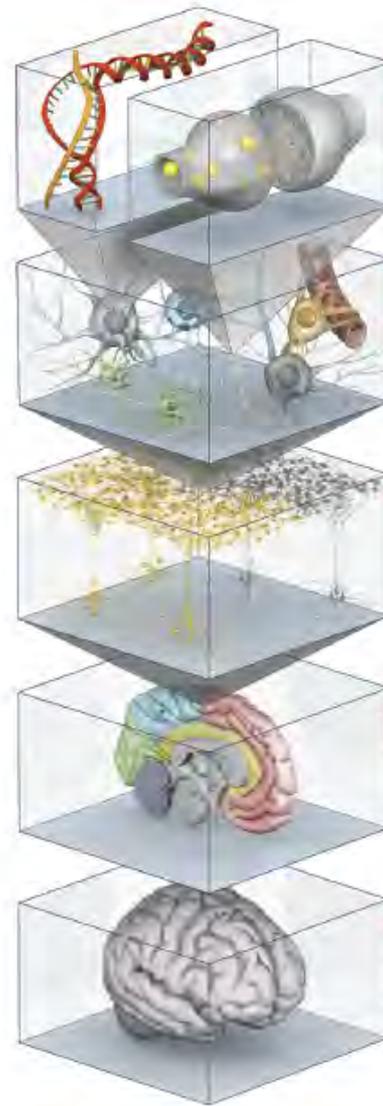
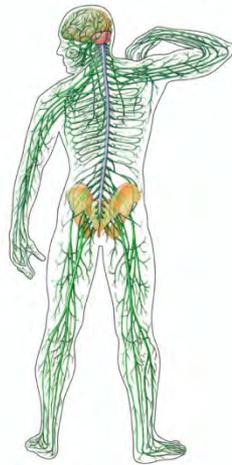
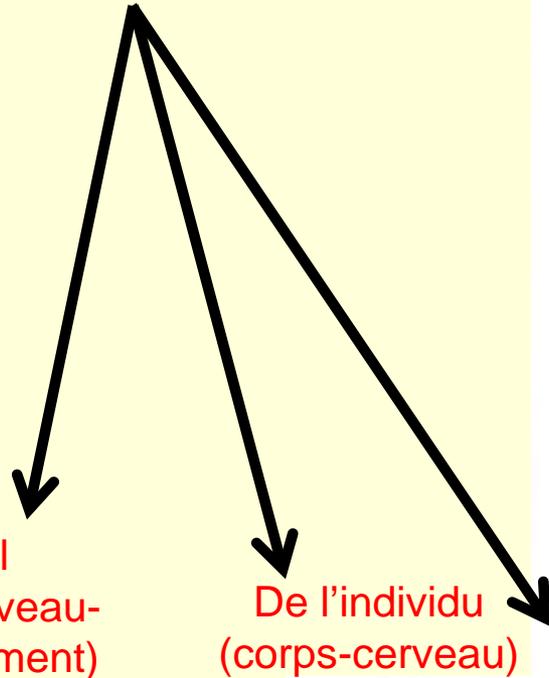
Psychologie

Corps



Social

# Cours 7 :



## **Molecular**

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

## **Cellular**

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

## **Circuits**

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

## **Regions**

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

## **Whole Organ**

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

# Plan :

Bref survol de différents exemples de cet aspect **incarné** de notre cognition.

## 1) Cerveau – Corps

Intro

Cerveau câblé et cerveau hormonal

Complémentarité du système nerveux, hormonal et immunitaire  
(l'exemple du stress et de l'effet placebo)

## 2) Cerveau – Corps – Environnement

Intro

Affordances

Les représentations pragmatiques

La prise de décision

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

chair, matière, instinct, émotion

complexe, imagination

stress, douleur

**neurone**

mémoire, souvenir

neurotransmetteur,

cervelet, lobe

hypothalamus

**pensée, réflexion, raison**

**intelligence**

esprit, idée

**connaissance, savoir**

hémisphère

logique, ordinateur, contrôle

surprenant, étrange, mystère, question

Et pourtant...



Exclus d'un groupe

Accepté socialement

(plus froid)

Différence de  
**5 degrés Celsius**

(plus chaud)



Et ça marche aussi  
dans l'autre sens...



**D'autres expériences  
semblables décrites  
dans ce vidéo :**

Tom Ziemke - "Human  
Embodied Cognition :  
Scientific evidence &  
technological implications"  
<http://www.youtube.com/watch?v=cjDgbgxzoMI>

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

Bien qu’il y ait une diversité d’opinion concernant la nature de cette “incarnation”,

l’idée centrale est de considérer la cognition comme d’abord et avant tout **une activité dans le monde** qui nécessite d’incessantes interactions avec lui.

Pour les approches dites “**énactives**” de la cognition, il s’agit moins de se construire des modèles du monde que de **permettre des actions** qui s’enracinent dans les couplages sensori-moteurs.

Un animal situé dans un environnement participe donc constamment à **des opérations cycliques dont on peut distinguer 3 dimensions :**



(1) Des cycles de régulation organiques à l'intérieur du corps entier;

les processus cognitifs sont influencés par **la forme du corps**, par **la neuromodulation cérébrale** accompagnant les émotions, par **de nombreuses interactions biochimiques** impliquant **le systèmes hormonal et immunitaire**, etc.

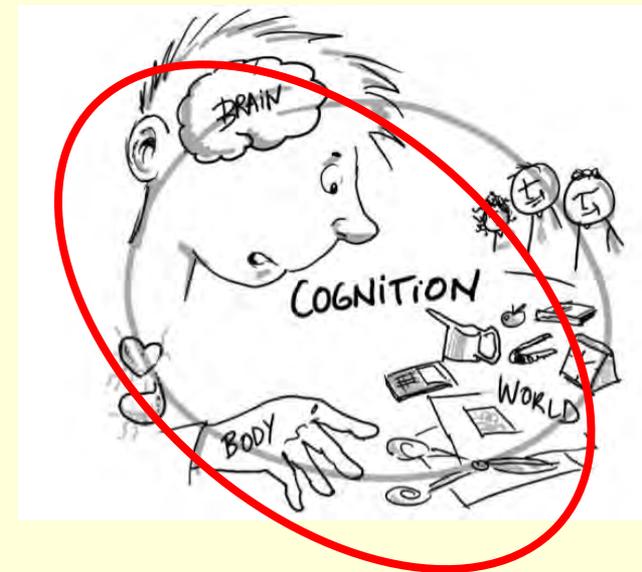


La première heure...

(2) Des cycles de couplage sensori-moteurs entre l'organisme et son environnement;

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

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



## On n'attrape pas une balle en calculant sa trajectoire mais en bougeant

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2016/05/02/on-nattrape-pas-une-balle-en-calculant-sa-trajectoire-mais-en-bougeant/>

Comment fait un « outfielder » au baseball pour aller **se positionner** au bon endroit et **attraper la balle** ?



Il va utiliser un truc tout simple : **il s'arrange pour que la balle reste à la même place dans le ciel de son point de vue** ! Si la balle monte, il recule tant qu'elle monte. S'il la voit descendre, il avance vers elle jusqu'à temps qu'elle se stabilise au centre de son champ de vision. [...]

Et dans les dernières fractions de seconde, s'il est au bon endroit, **il n'a qu'à tendre le gant vers ce point de son champ visuel** où il y a une balle qui ne bouge pas mais qui grossit de plus en plus (car elle se rapproche...).

Force est d'admettre ici que **ce n'est pas en manipulant des symboles abstraits** que notre cerveau vient à bout du problème.

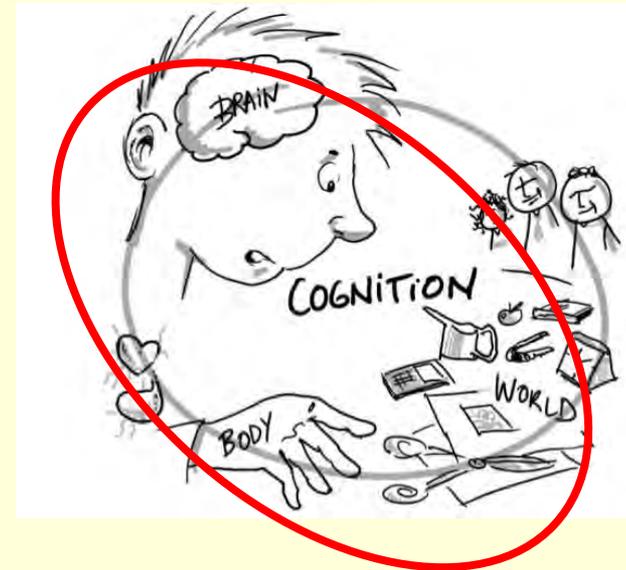
En fait, notre cerveau seul ne viendrait pas à bout de ce problème.

Il a besoin de s'aider de la perception de la balle dans notre champ visuel et surtout du mouvement de notre corps.

Les deux interagissant en temps réel dans ce qu'on appelle **un cycle perception-action**.



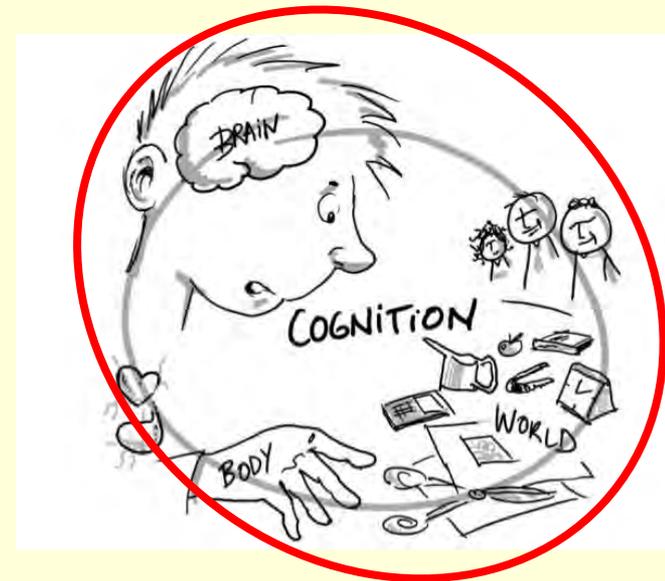
La deuxième heure...



(3) Et finalement, chez les humains, des cycles d'interactions intersubjectives, impliquant la reconnaissance des intentions derrière les actions des autres et la communication linguistique.

Les primates supérieurs excellent à interpréter leurs congénères **comme des sujets ayant des états psychologiques** et des intentions en décodant leur expression faciale, leur posture et, chez l'humain, leur langage verbal.

Le point crucial semble peut-être la capacité de percevoir les états affectifs des autres à travers **l'empathie** au sens large.



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

→ Car ce qui est pertinent avec une faculté cognitive complexe comme le **langage**,

c'est la **coordination d'actions** qu'il rend possible dans les groupes humains.



Mais le soir, quand la **maîtrise du feu** a permis d'allonger le temps d'éveil, on a pu utiliser le langage pour se raconter des histoires propres à chaque culture...



La semaine prochaine...

# Plan :

Bref survol de différents exemples de cet aspect **incarné** de notre cognition.

## 1) Cerveau – Corps

### Intro

Cerveau câblé et cerveau hormonal

Complémentarité du système nerveux, hormonal et immunitaire  
(l'exemple du stress et de l'effet placebo)



## 2) Cerveau – Corps – Environnement

### Intro

Affordances

Les représentations pragmatiques

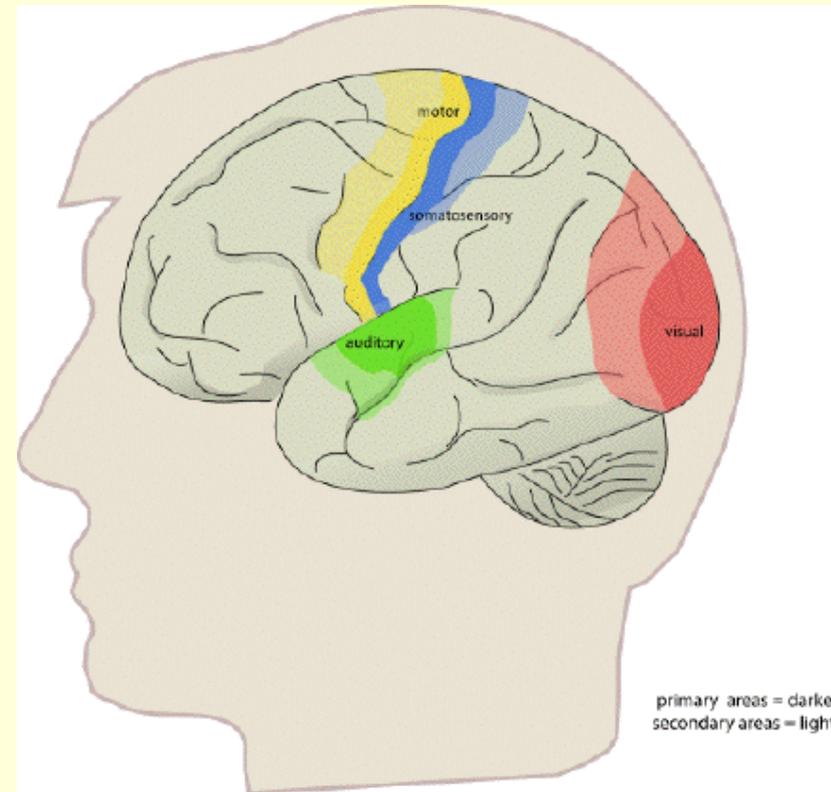
La prise de décision



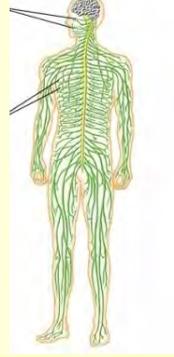


Comme pour toutes les espèces animales, le cerveau humain est construit à partir de la **boucle perception – action**.

Mais les vastes régions associatives du cortex humain vont permettre de **moduler cette boucle**.

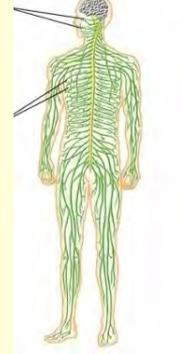


Un individu va donc pouvoir agir grâce à cette boucle sensori-motrice modulée par son « cortex associatif ».



Comportements

Et son action sera  
fortement influencés  
par ses **besoins**  
**vitaux...**



...et par le **groupe**  
dans lequel il se  
trouve.

Comportements

Approche  
(recherche de plaisirs)

Évitement de  
la douleur

manger,  
boire,  
se reproduire

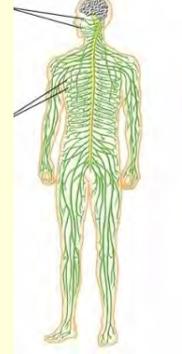
se protéger



# Cause ultime :

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

- Henri Laborit



Comportements

Approche  
(recherche de plaisirs)

Évitement de  
la douleur

Proxy =



manger,  
boire,  
se reproduire

} inné

protéger son  
intégrité physique



Proxy = plaisir ou



+ automatisme acquis  
[classe sociale, médias, publicité, etc.]



Éventuellement,  
va devoir être aidé par :

Système **nerveux**

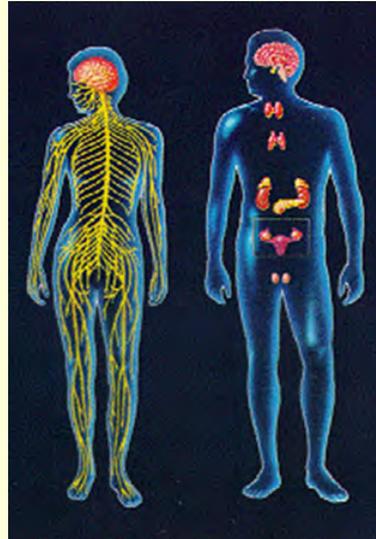
=

autonomie motrice

pour trouver leurs ressources  
dans l'environnement

Donc boucles sensori-motrices

Donc **comportements**



Système **endocrinien**

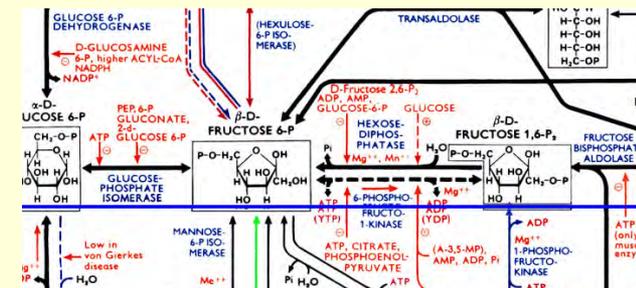
=

Équilibre métabolique

de l'environnement  
interne

Donc boucles de rétroaction  
biochimiques

Donc **régulations  
hormonales**



Éventuellement,  
va devoir être aidé par :

Système **nerveux**

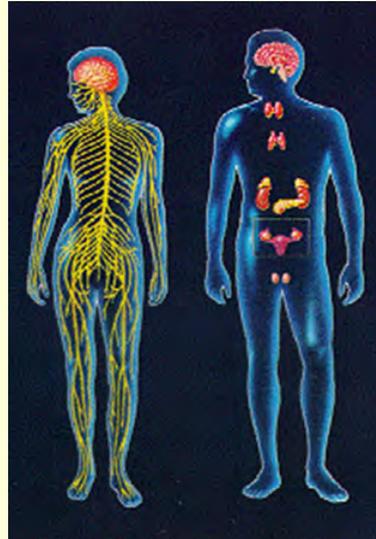
=

autonomie motrice

pour trouver leurs ressources  
dans l'environnement

Donc boucles sensori-motrices

Donc **comportements**



Système **endocrinien**

=

Équilibre métabolique

de l'environnement  
interne

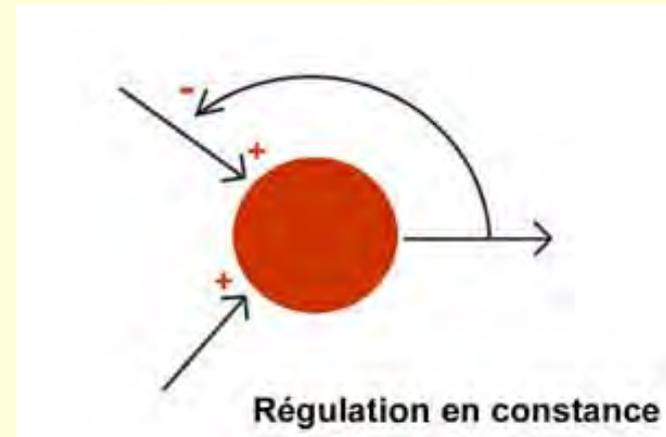
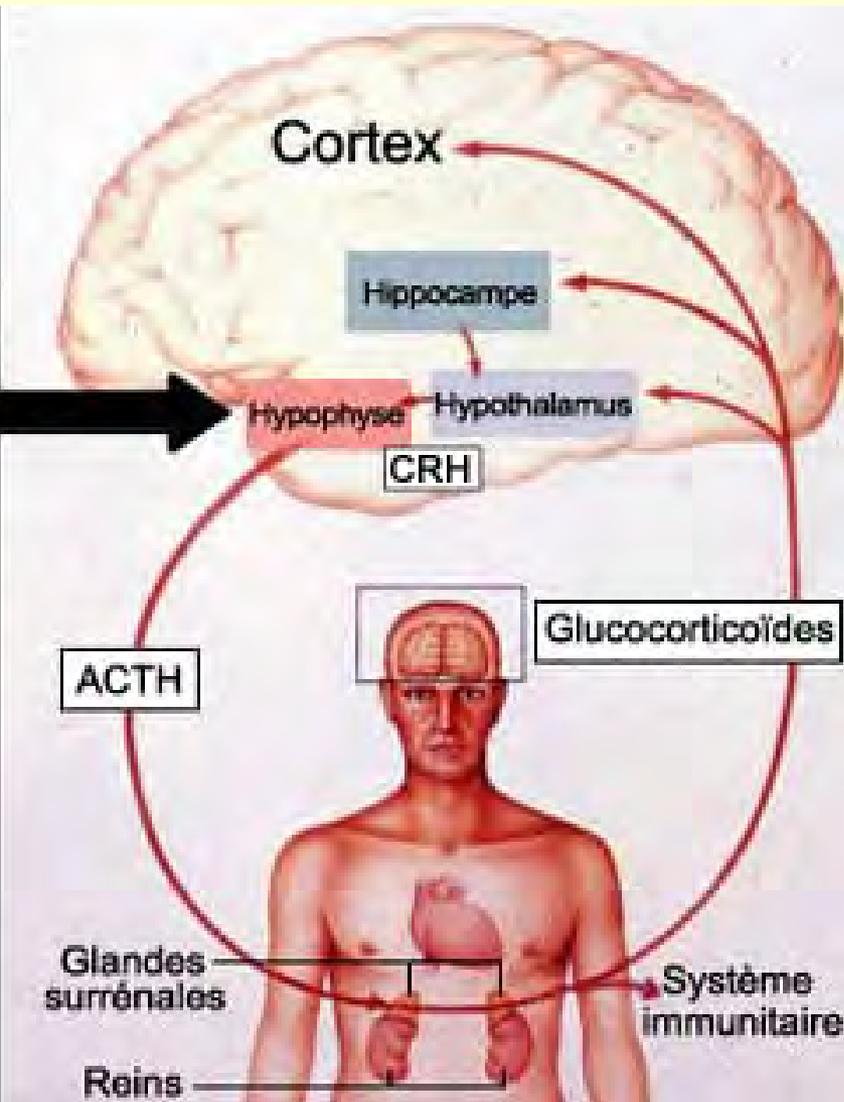
Donc boucles de rétroaction  
biochimiques

Donc **régulations  
hormonales**

Et si les comportement échouent,  
le système endocrinien devra déclencher  
d'autres remaniements métaboliques plus radicaux...



Or la neuroendocrinologie a montré que **les boucles de rétroaction foisonnaient aussi entre le système hormonal et le cerveau.**



Pendant longtemps :

Cerveau

neurotransmetteurs

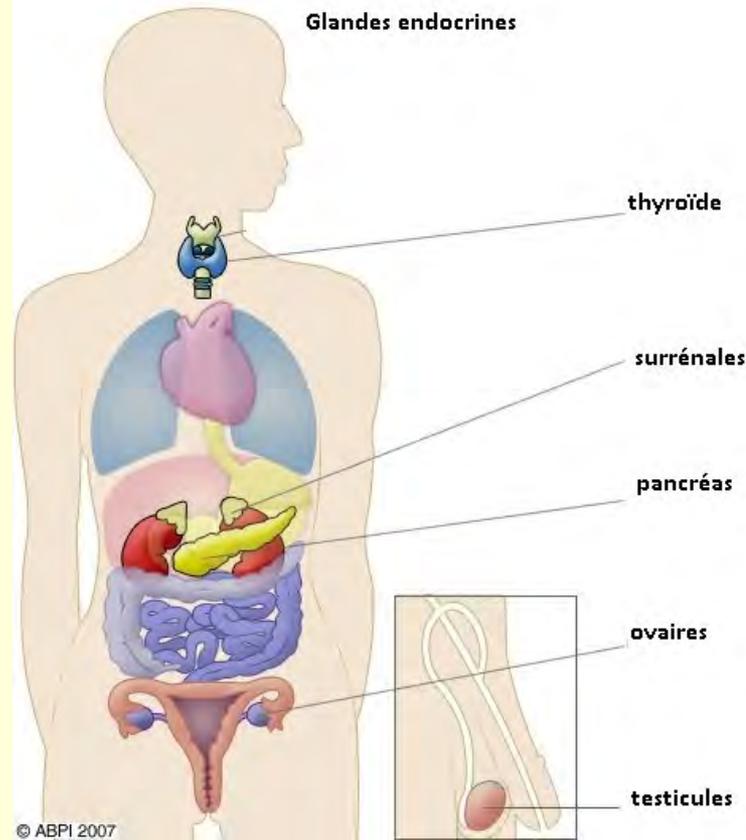
~~SÉPARATION~~

Corps

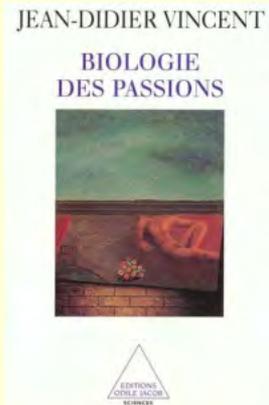
hormones



Glandes endocrines



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



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

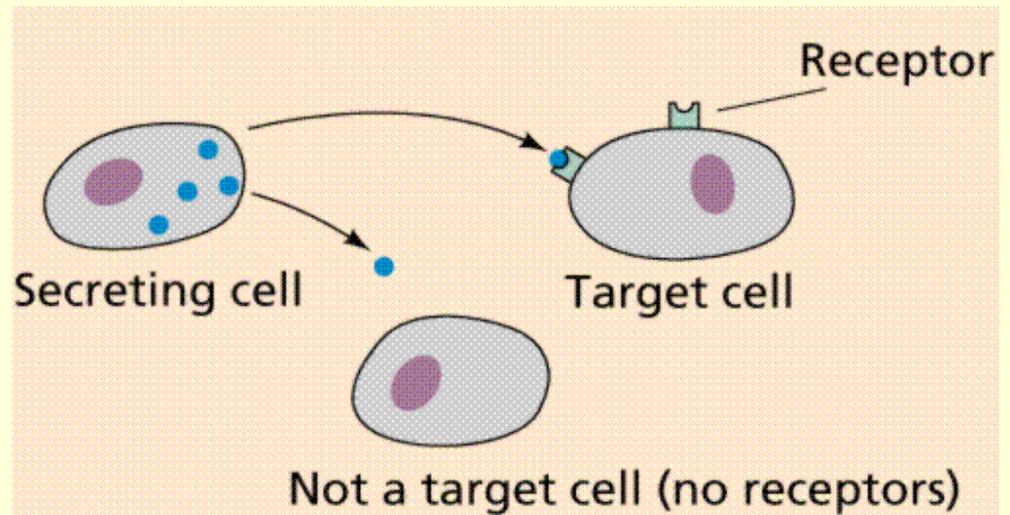
*Hormones et neurotransmetteurs **devancent** l'apparition des systèmes endocrines et nerveux. » (p.105)*



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

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

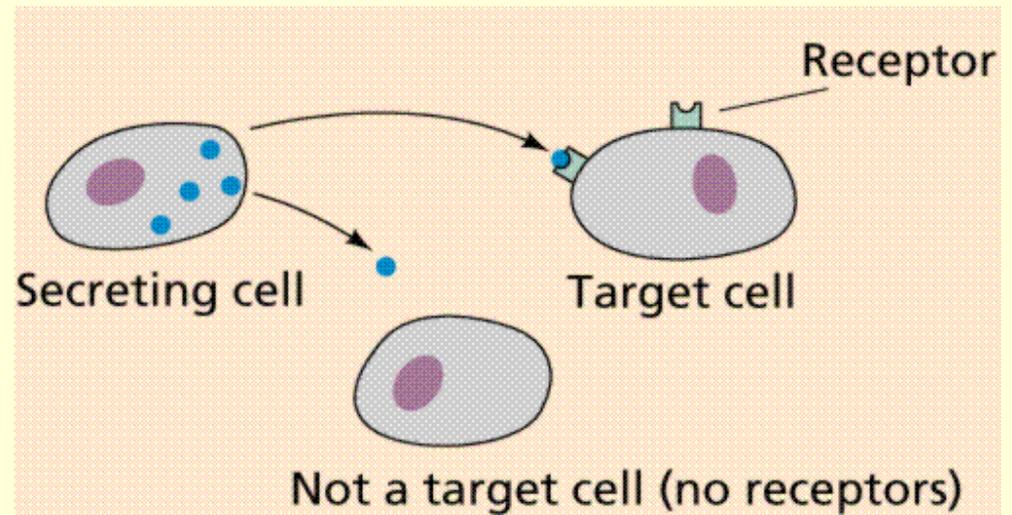
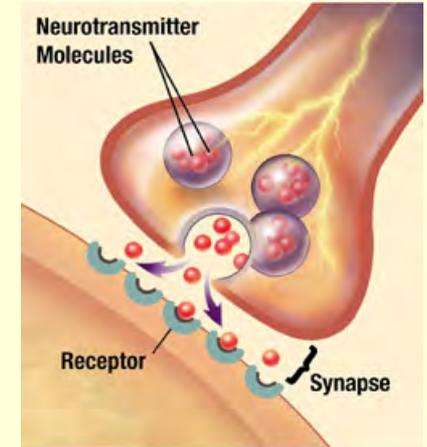
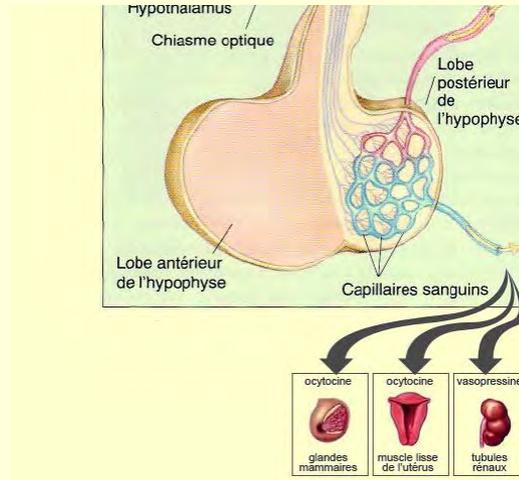
Hormones et neurotransmetteurs **devancent** l'apparition des systèmes endocrines et nerveux. » (p.105)



« Les mêmes substances sont à la fois hormones

et neurotransmetteurs

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



# Plan :

Bref survol de différents exemples de cet aspect **incarné** de notre cognition.

## 1) Cerveau – Corps

Intro

Cerveau câblé et cerveau hormonal

Complémentarité du système nerveux, hormonal et immunitaire  
(l'exemple du stress et de l'effet placebo)



## 2) Cerveau – Corps – Environnement

Intro

Affordances

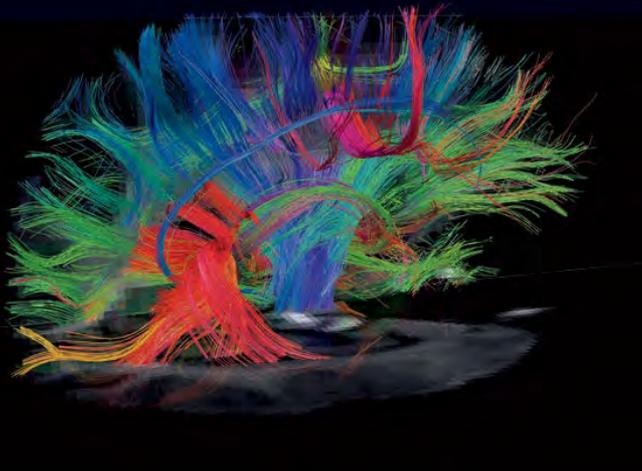
Les représentations pragmatiques

La prise de décision



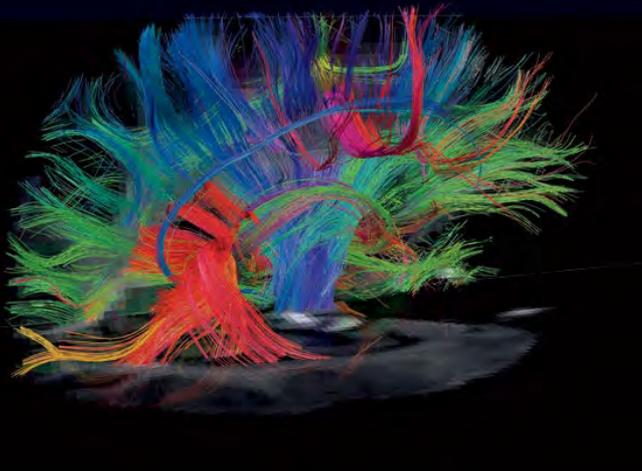


On a beaucoup parlé de circuits et de câbles à propos du cerveau jusqu'ici...





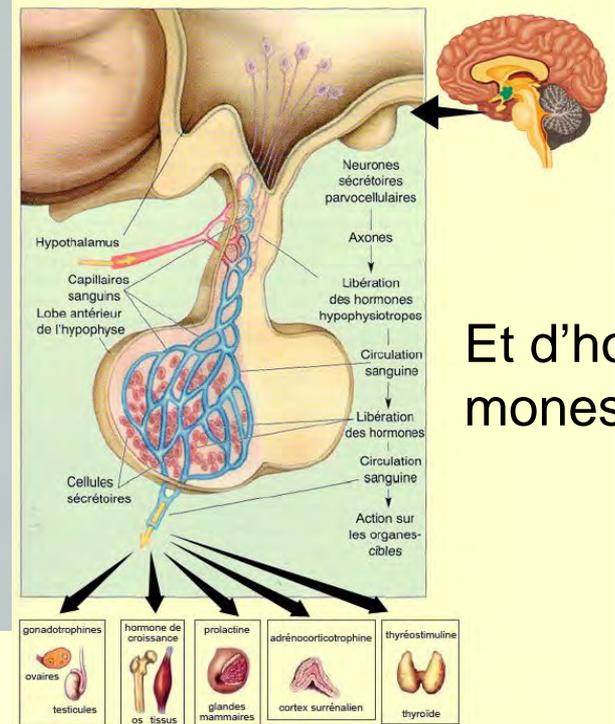
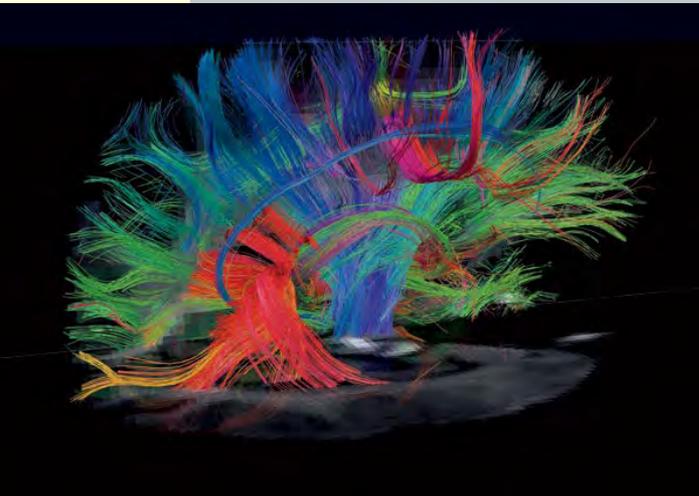
+



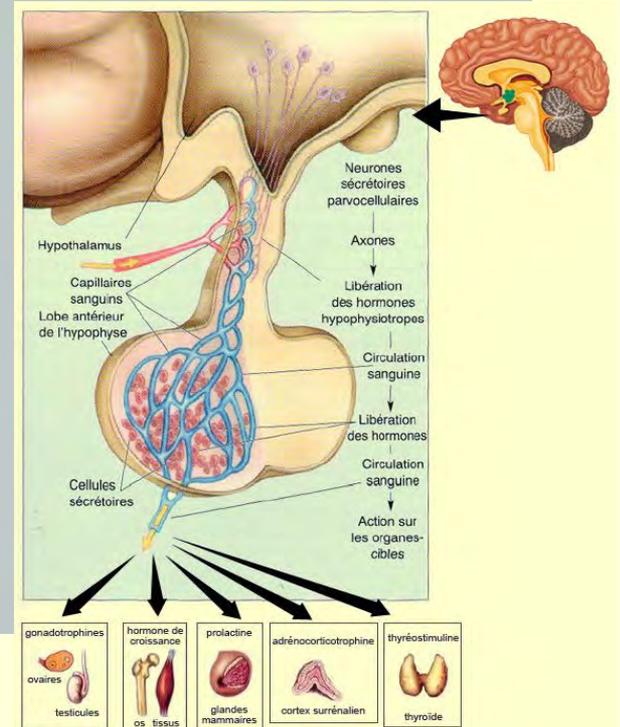
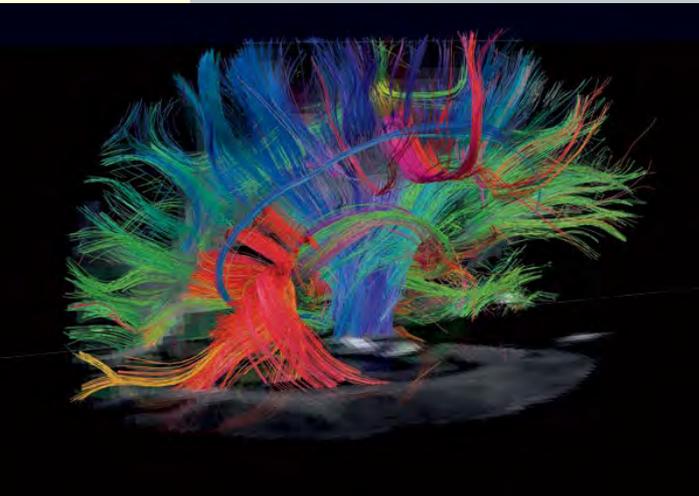
Il est temps de parler  
un peu de soupe !



+



Et d'hormones !



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

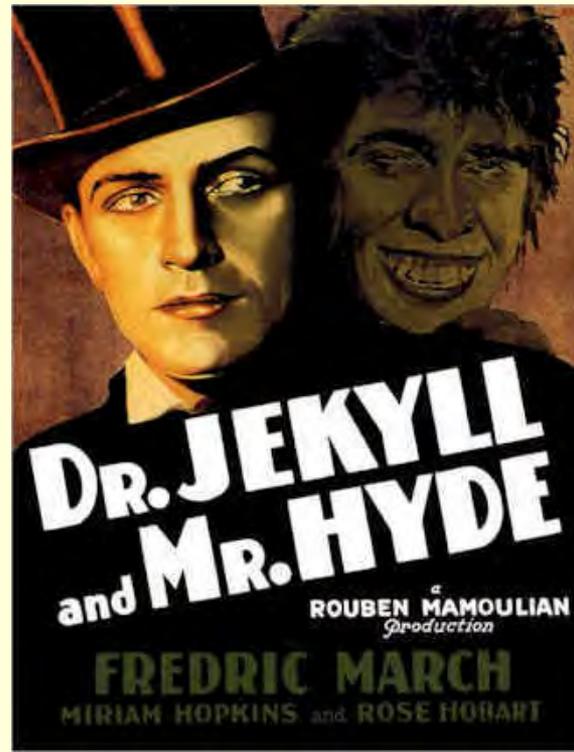
“cerveau  
câblé”



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...

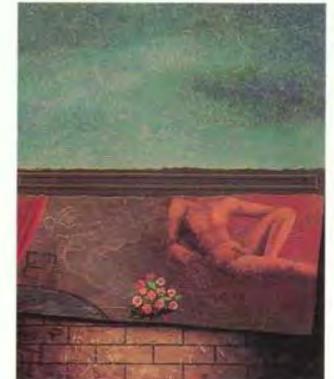


“cerveau  
hormonal”



JEAN-DIDIER VINCENT

BIOLOGIE  
DES PASSIONS



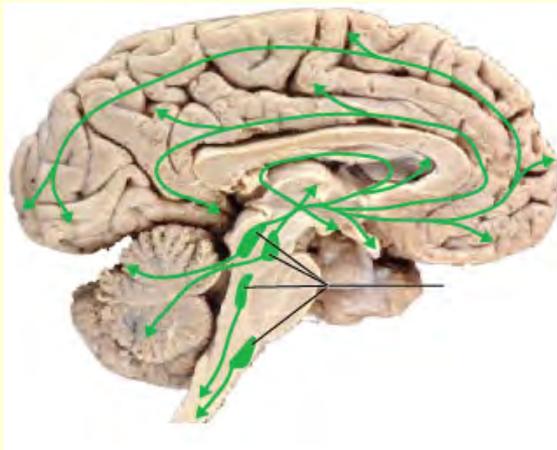
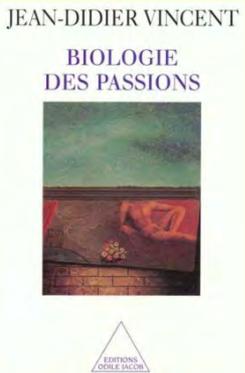
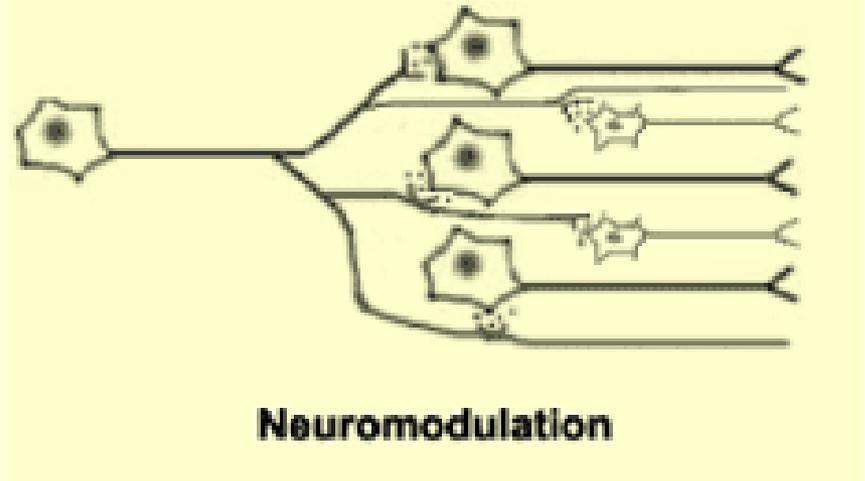
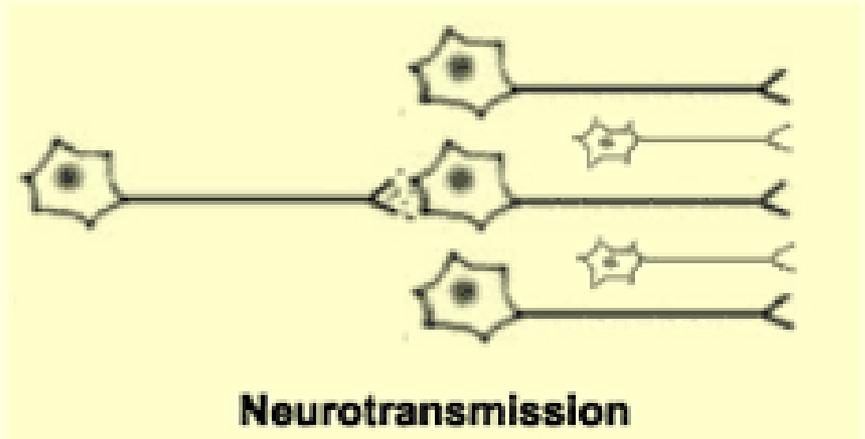
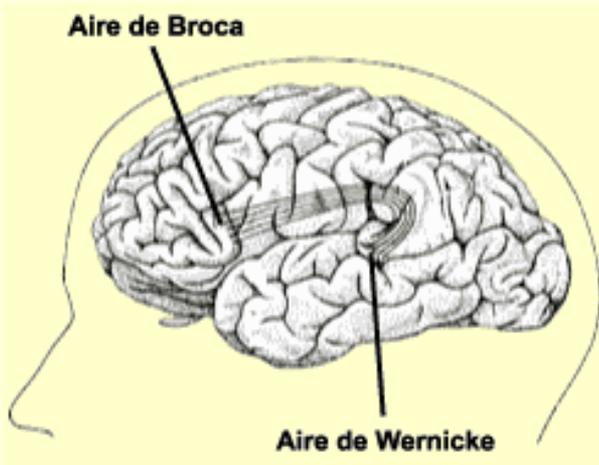
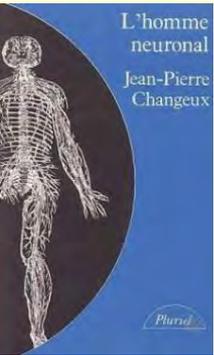
EDITIONS  
ODILE JACOB  
SCIENCES



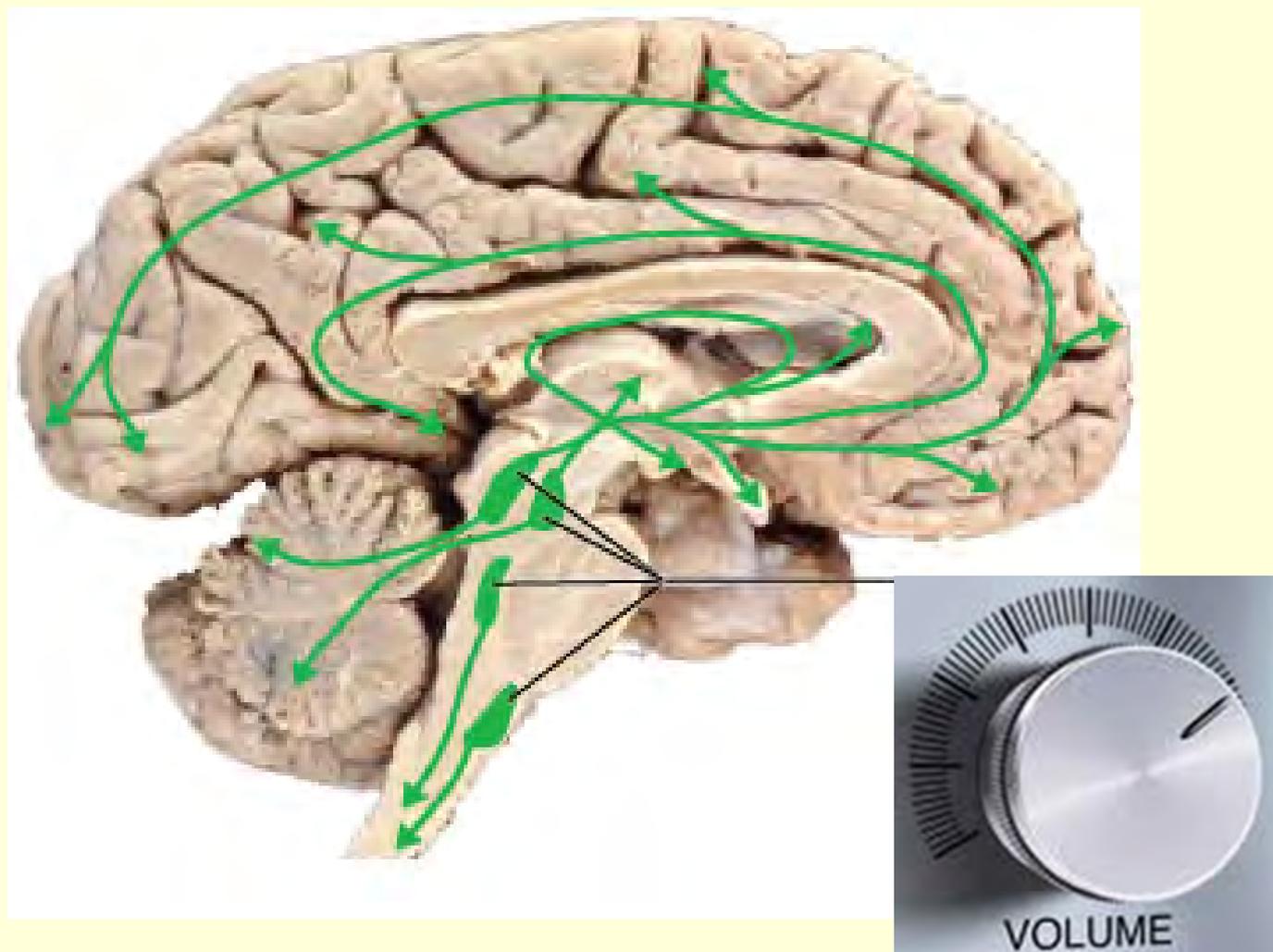
« **Je suis**  
parce que je suis ému  
et parce que tu le sais ! »

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

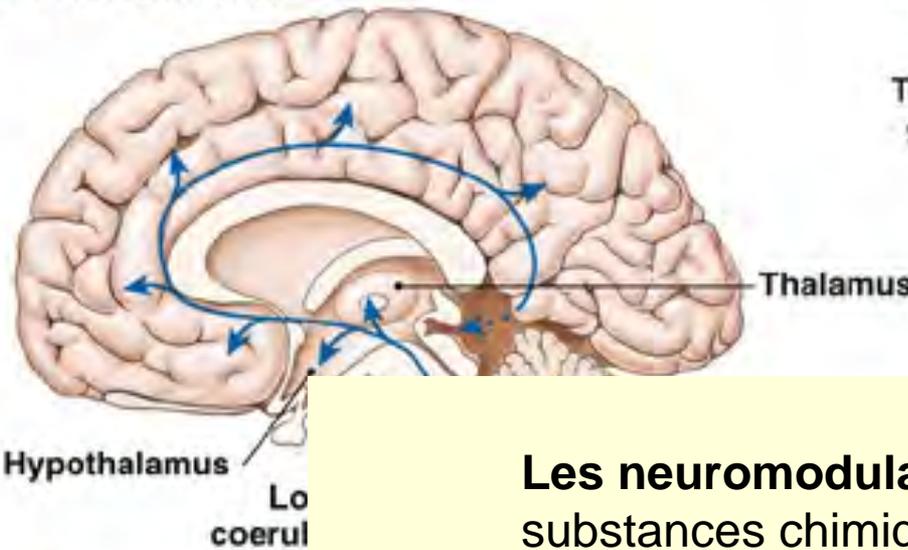




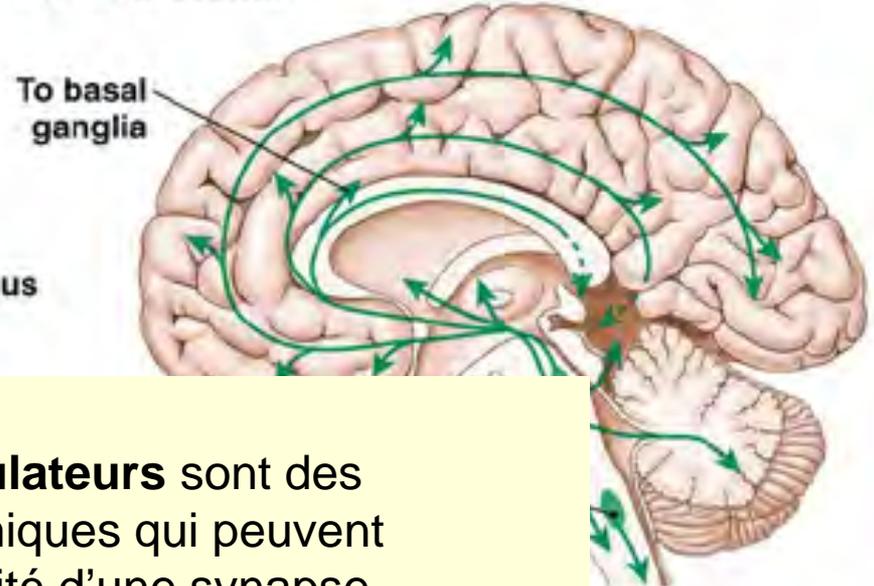
# “cerveau hormonal”



(a) ● Norepinephrine

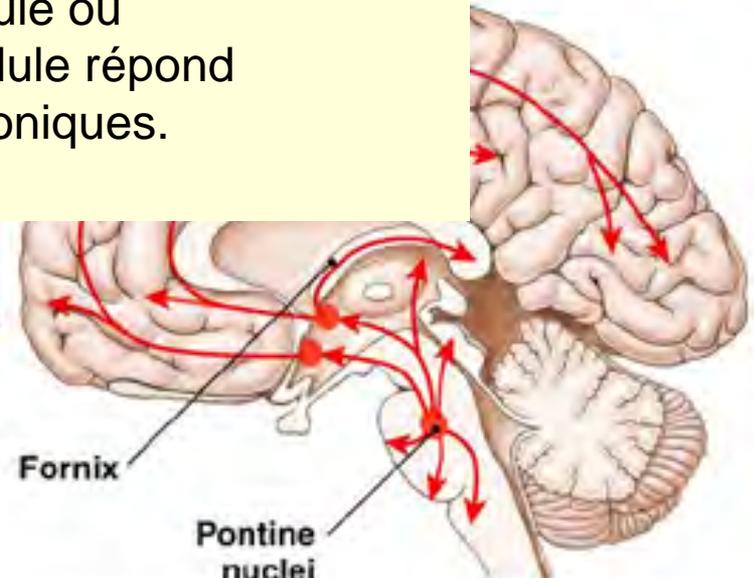
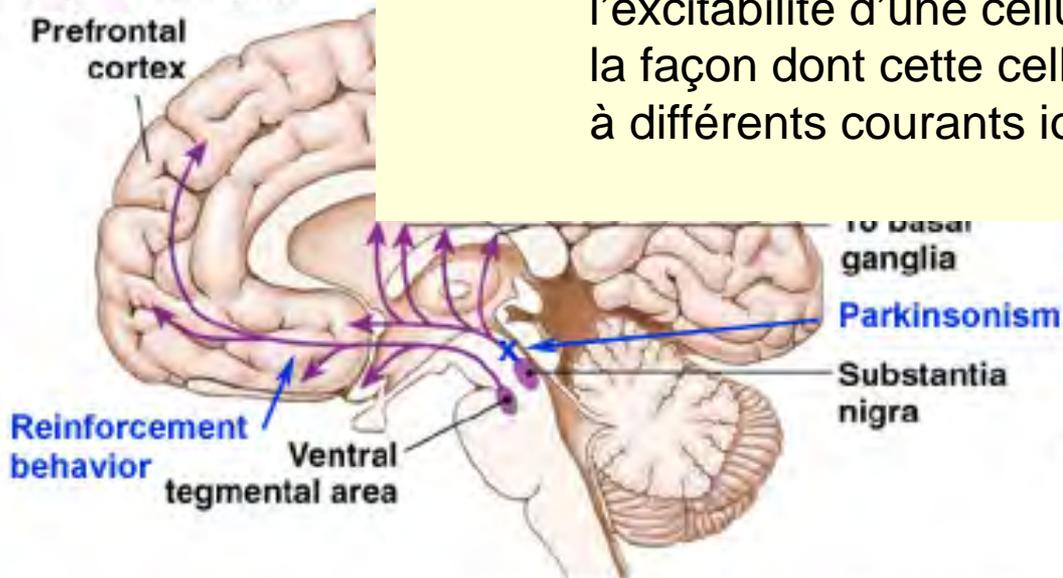


(b) ● Serotonin



**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.

(c) ● Dopamine

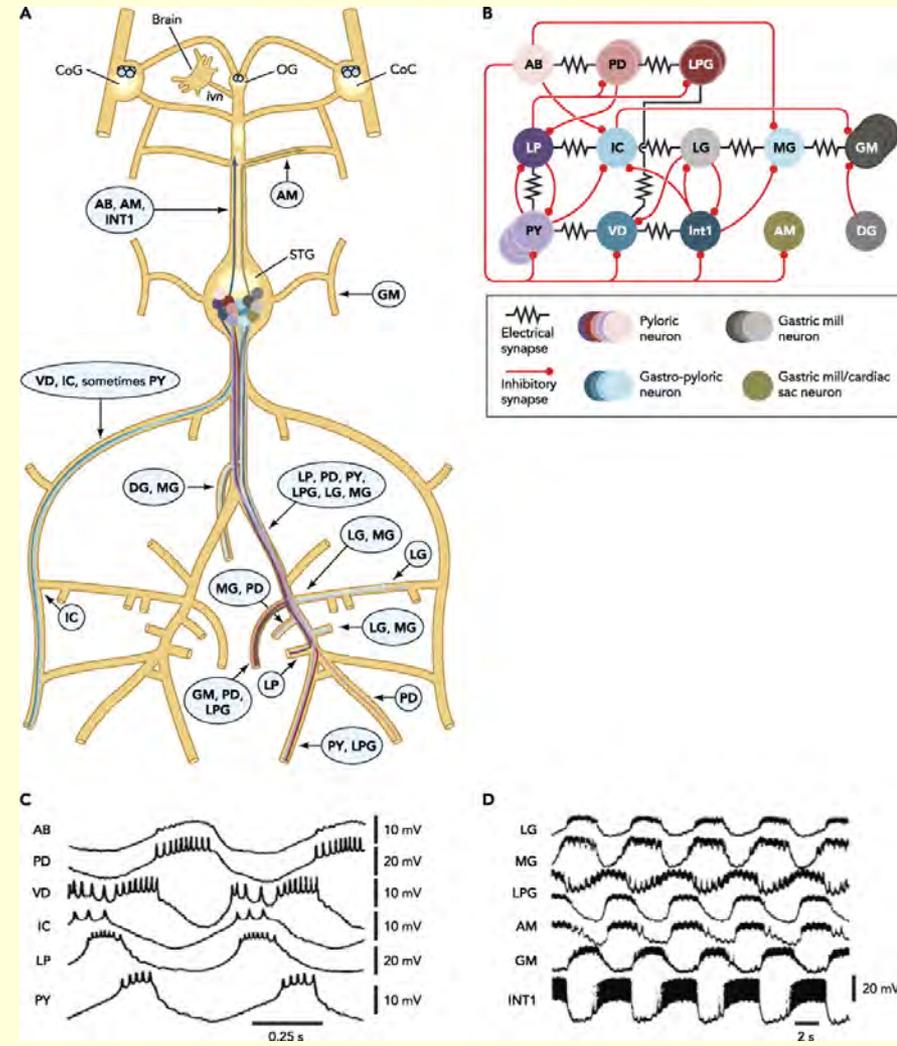


“Quand on a commencé à étudier les neuromodulateurs sur les ganglions somatogastriques du homard, on a réalisé que **le même circuit pouvait avoir plusieurs types d’outputs différents dépendamment des neuromodulateurs qu’on lui appliquait.**

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.**”

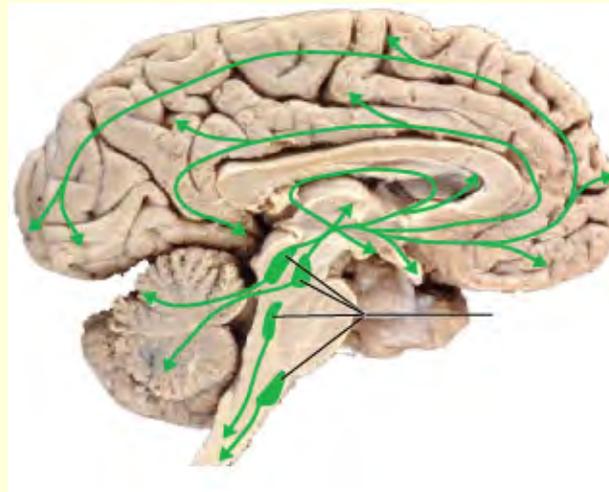
(Tsunozaki, Chalasani & Bargmann 2008);  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3882658/>

La neuromodulation augmente les possibilités de “recyclage neuronal”.

Cela semble une stratégie évolutive permettant de tirer de ressources neuronales restreintes le maximum de comportements adaptatifs.

La neuromodulation peut avoir plusieurs effets, dont deux fréquents :

- l'ajustement du gain d'un stimulus sensoriel

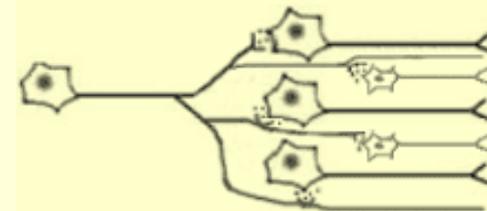


## AFTER PHRENOLOGY

Neural Reuse and the Interactive Brain



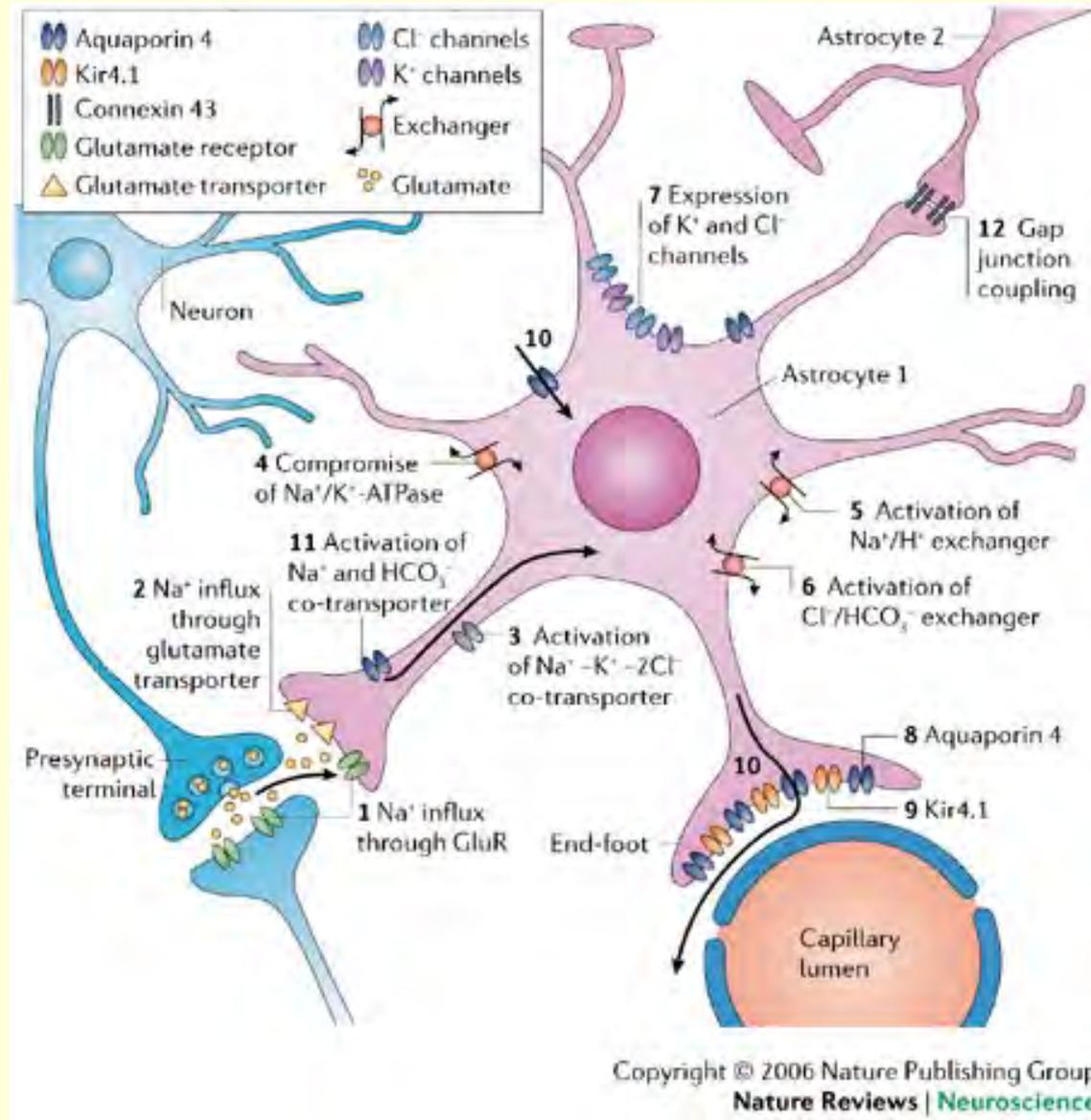
MICHAEL L. ANDERSON



Neuromodulation



De plus en plus de données pointent en direction d'un rôle de modulation de la communication neuronale pour les cellules gliales, d'autant plus que le mode de communication de ces cellules gliales est en grande partie **extra-synaptique**.



La neuromodulation augmente les possibilités de “recyclage neuronal”.

Cela semble une stratégie évolutive permettant de tirer de ressources neuronales restreintes le maximum de comportements adaptatifs.

La neuromodulation peut avoir plusieurs effets, dont deux fréquents :

- l'ajustement du gain d'un stimulus sensoriel
- permettre ou non l'entrée d'un input (“gating”)

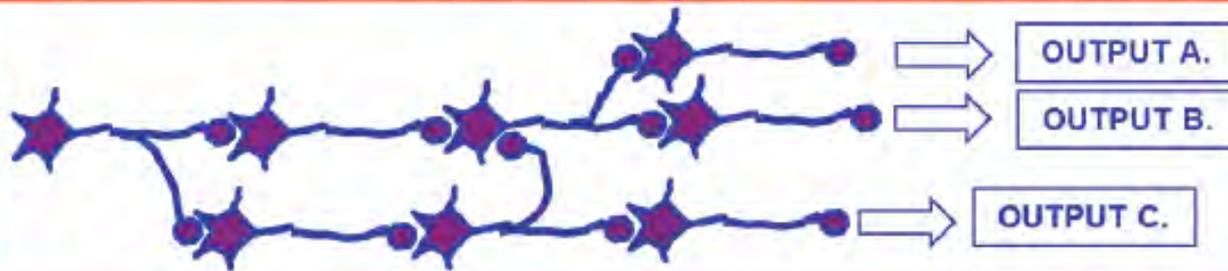
## AFTER PHRENOLOGY

Neural Reuse and the Interactive Brain

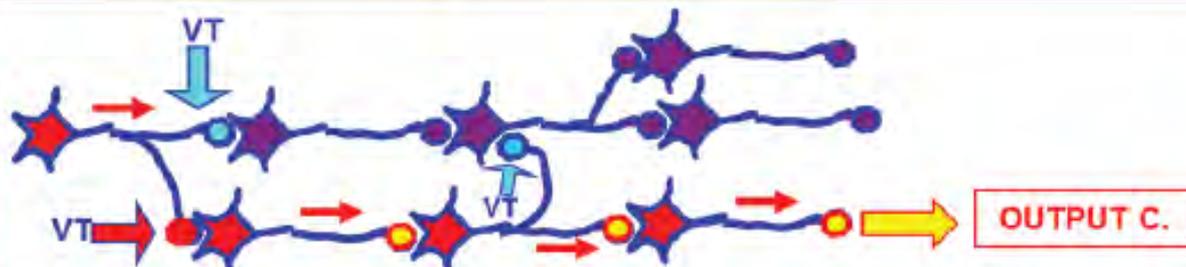
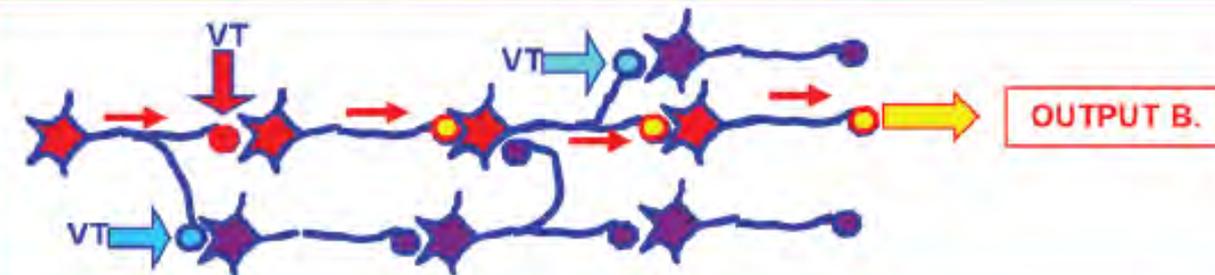
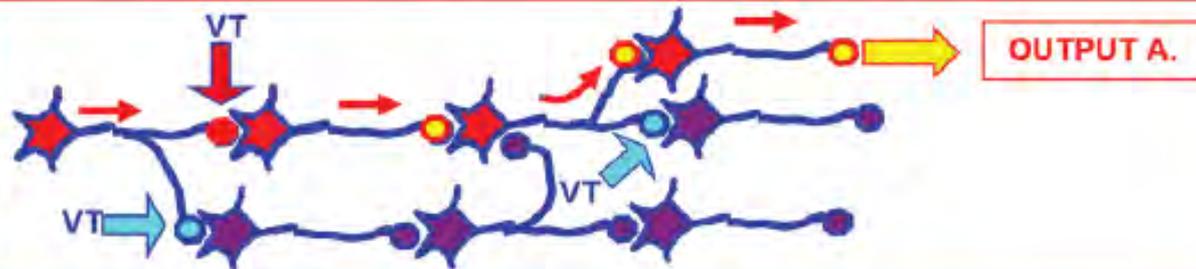


MICHAEL L. ANDERSON

A NEW MECHANISM FOR THE UNDERSTANDING OF THE INTEGRATIVE ACTIONS OF NEURAL NETWORKS  
 CAN BE DEDUCED FROM THE **CONCEPT OF VT** AND FROM THE **EXISTENCE OF POLYMORPHIC NETWORKS**



- UPREGULATING VT SIGNAL
- DOWNREGULATING VT SIGNAL
- UPREGULATED SYNAPSE
- DOWNREGULATED SYNAPSE
- ACTIVE SYNAPSE
- INACTIVE SYNAPSE
- INFORMATION FLOW



THREE DIFFERENT  
 OUTPUTS  
**A. B. C.**  
 FROM THE SAME  
 NEURONAL NETWORK  
 THANKS TO THE  
 MODULATORY ACTIONS OF  
 VT SIGNALS

La neuromodulation augmente les possibilités de “recyclage neuronal”.

Cela semble une stratégie évolutive permettant de tirer de ressources neuronales restreintes le maximum de comportements adaptatifs.

La neuromodulation peut avoir plusieurs effets, dont deux fréquents :

- l'ajustement du gain d'un stimulus sensoriel
- permettre ou non l'entrée d'un input (“gating”)

Un exemple : **le stress peut induire une analgésie** grâce à une **neuromodulation** (tant chez les rongeurs que chez l'humain)

L'activation de récepteurs opioïdes (par des endorphines, par exemple) diminue alors la libération de neurotransmetteurs de neurones nociceptifs, réduisant alors la sensation de douleur

## AFTER PHRENOLOGY

Neural Reuse and the Interactive Brain

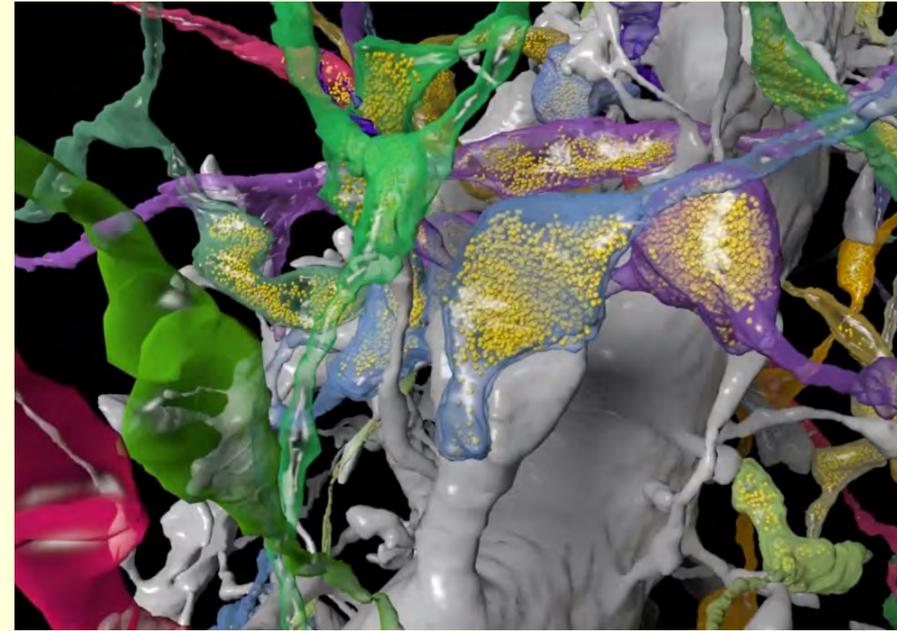


MICHAEL L. ANDERSON

Le stress peut aussi **changer la configuration de réseaux cérébraux à grande échelle** dans le cerveau humain et d'autres espèces.

Chaque carte du connectome à l'échelle micro enconde de multiples circuits dont certains seront à un moment donné **actifs** ou **latent**.

Bargmann (2012) a suggéré qu'étant donné le caractère ubiquitaire de la neuromodulation, on peut s'attendre à ce que la plupart de la circuiterie neuronale soit structurellement sur-connectée.



Un circuit donné aura donc un certain nombre d'utilisations possibles, dont seulement certaines sont disponibles à un moment donné **dépendant de l'état de neuromodulation de l'organisme.**

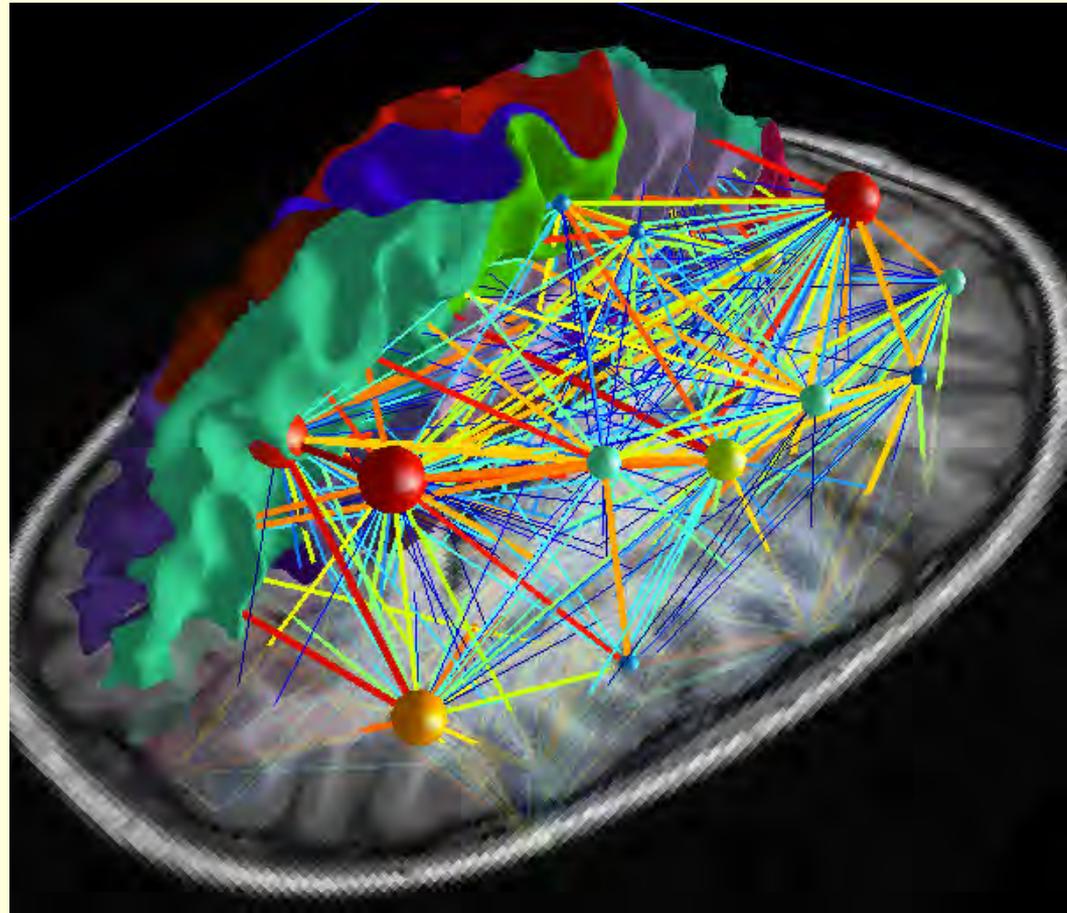
**Beyond the connectome: how neuromodulators shape neural circuits.**

Bargmann CI (2012)

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

Le même circuit pouvant avoir plusieurs types d'outputs différents dépendamment des neuromodulateurs qu'on lui applique, cela fait dire à Olaf Sporns :

“The message here is that **having the structural layout—the wiring diagram of the circuit—alone, may not be the whole story.**”





ÉVEIL

I

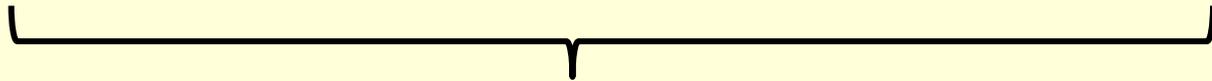
II

III

IV

REM

RÊVE



SOMMEIL PROFOND

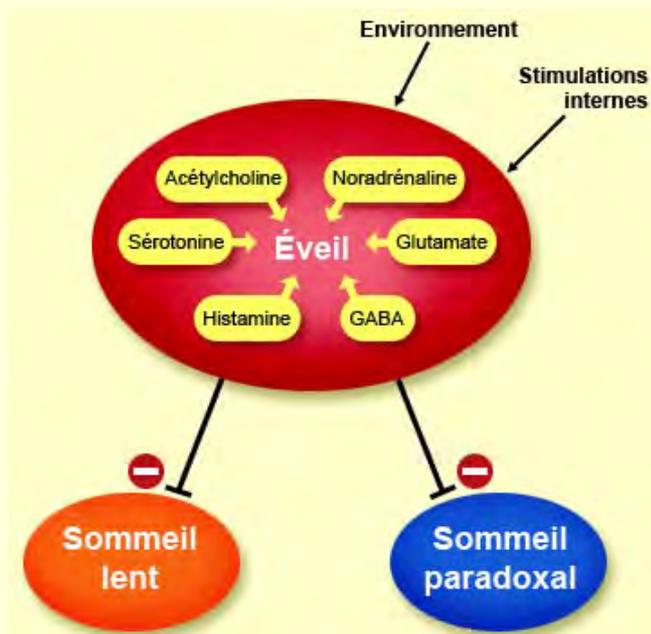


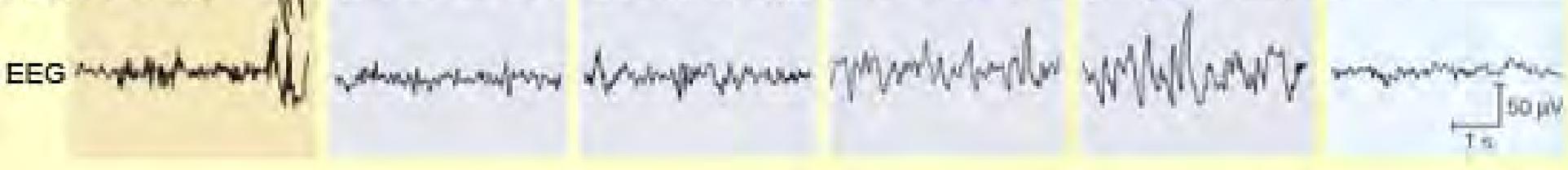
Il faut enfin rappeler aussi **le lien entre neuromodulation et oscillations :**

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**”





ÉVEIL

I

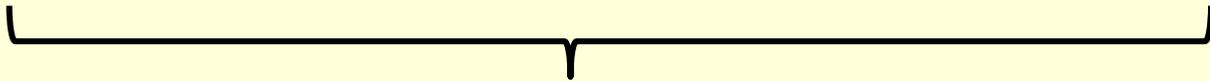
II

III

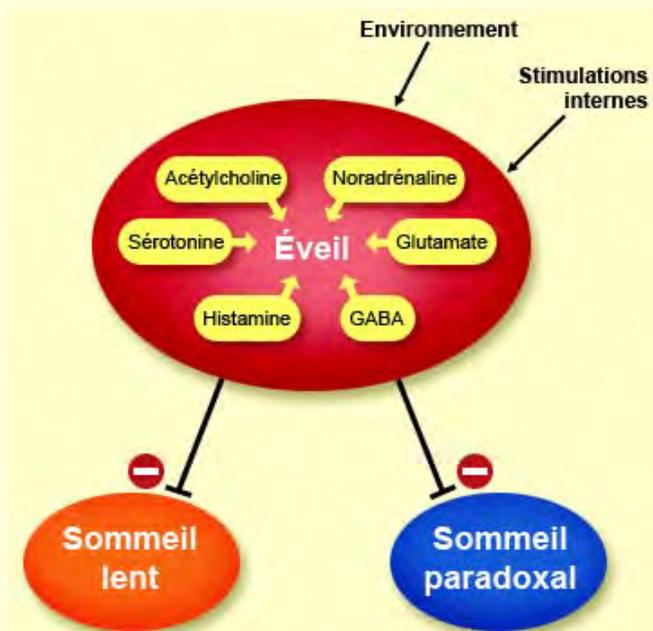
IV

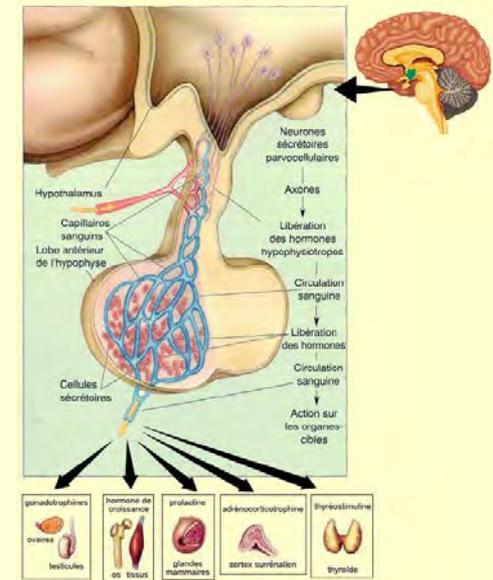
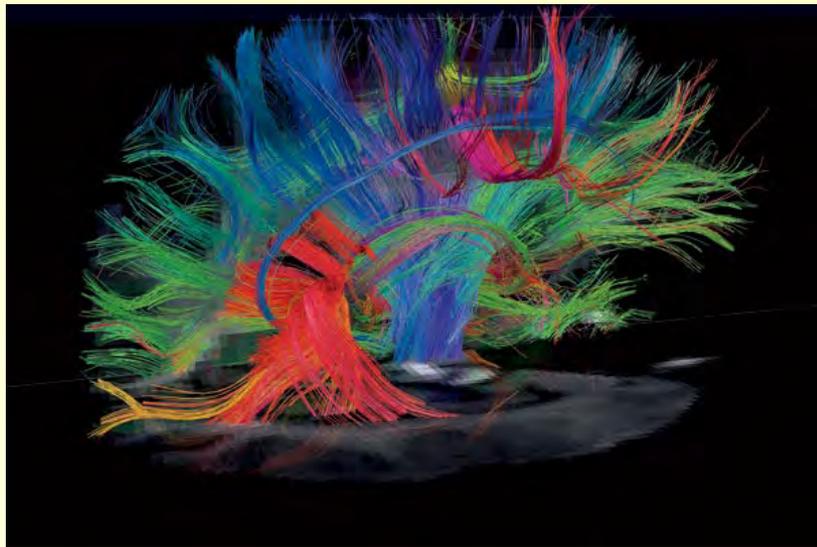
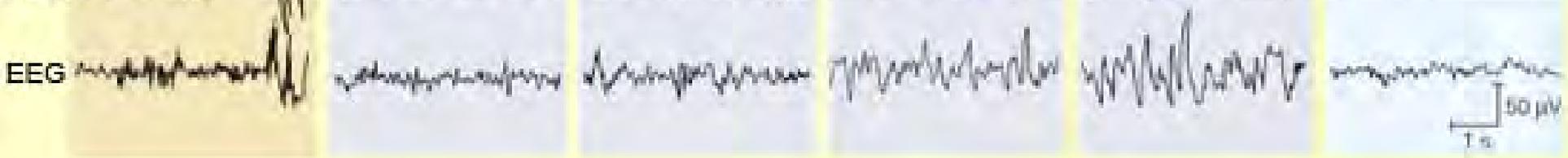
REM

RÊVE



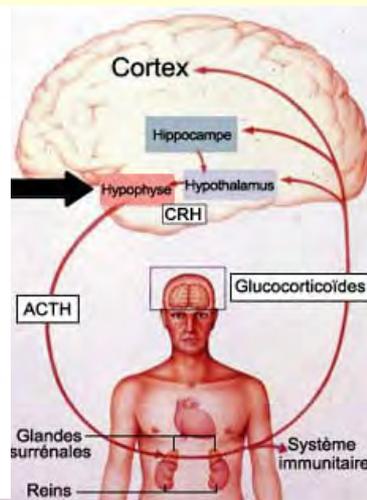
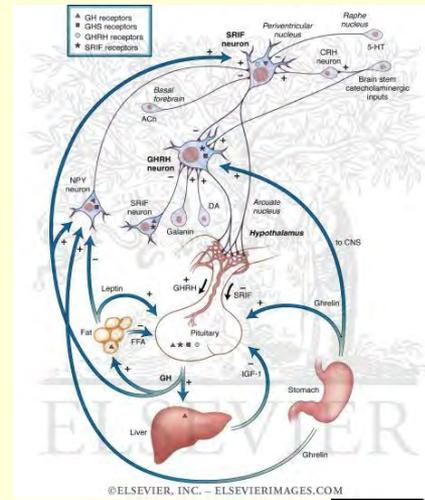
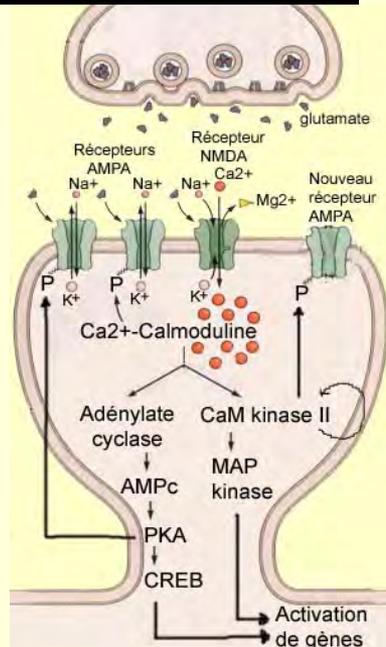
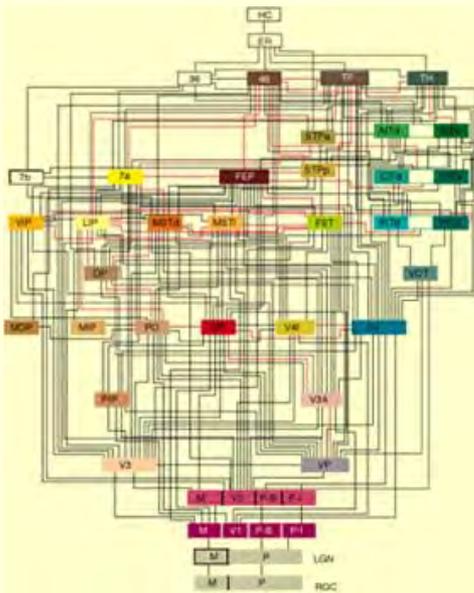
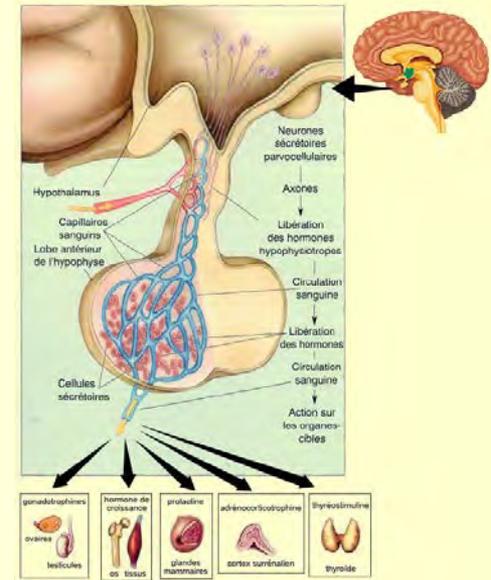
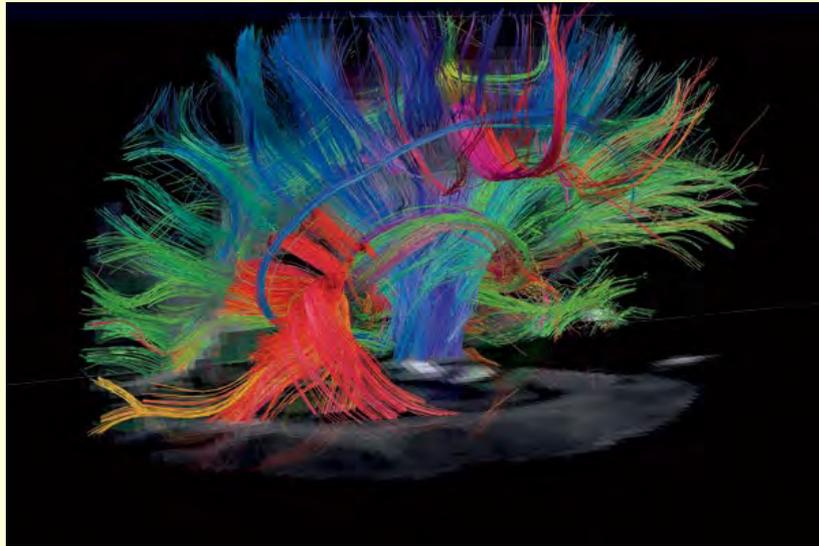
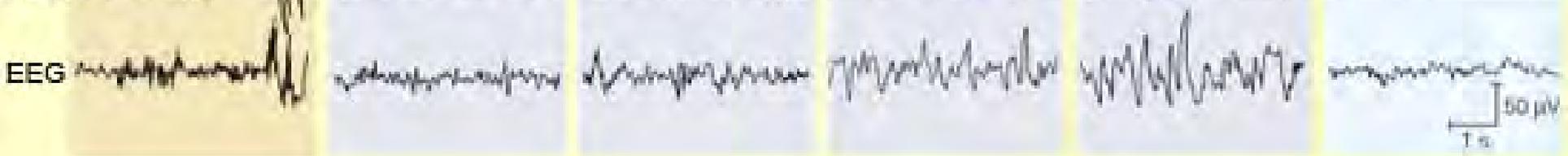
SOMMEIL PROFOND





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...





+



Pendant longtemps :

Cerveau

neurotransmetteurs

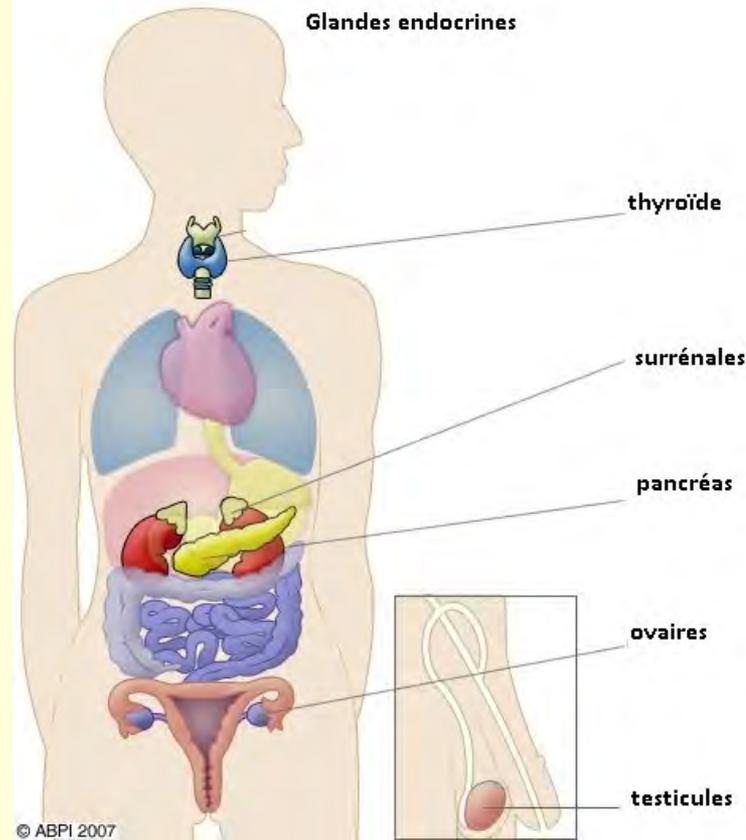
~~SÉPARATION~~

Corps

hormones



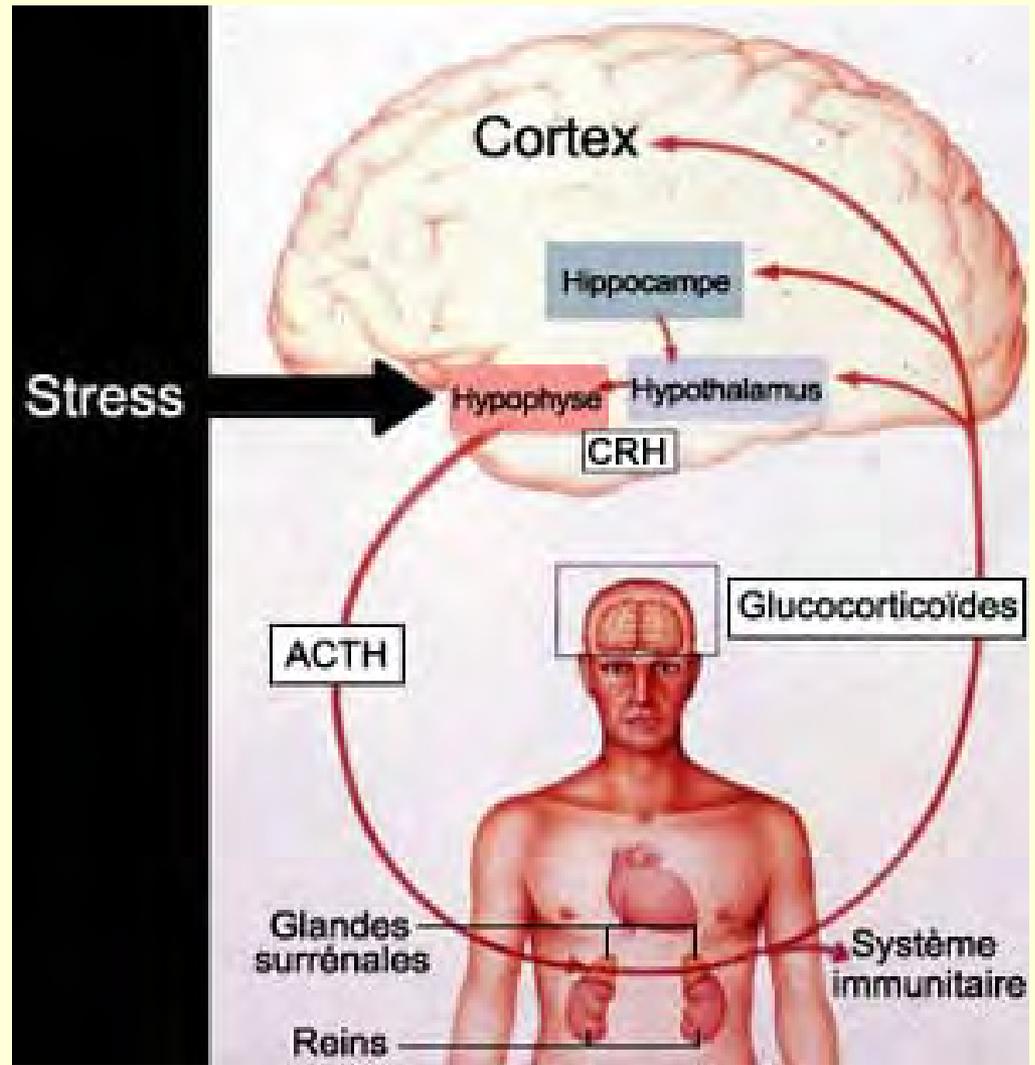
Glandes endocrines



## La Neuroendocrinologie

s'est développée durant les années 1970 :

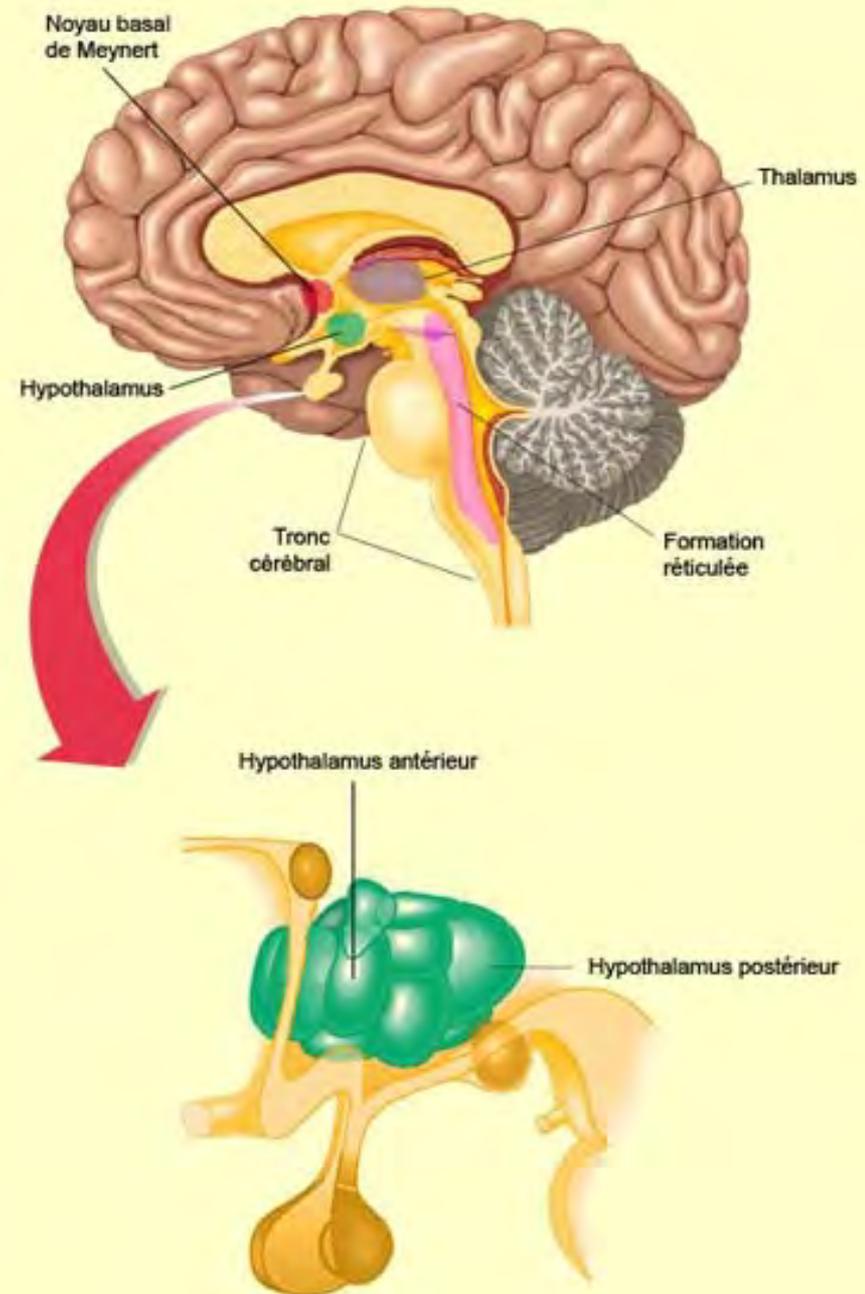
- se situe à l'intersection de deux grandes disciplines, la neurobiologie et l'endocrinologie.
- étudie les interactions entre le système nerveux et le système endocrinien
- et aussi la capacité qu'a le système nerveux à produire des hormones (ou « neurohormones »)





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

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





## Osmorecepteurs =

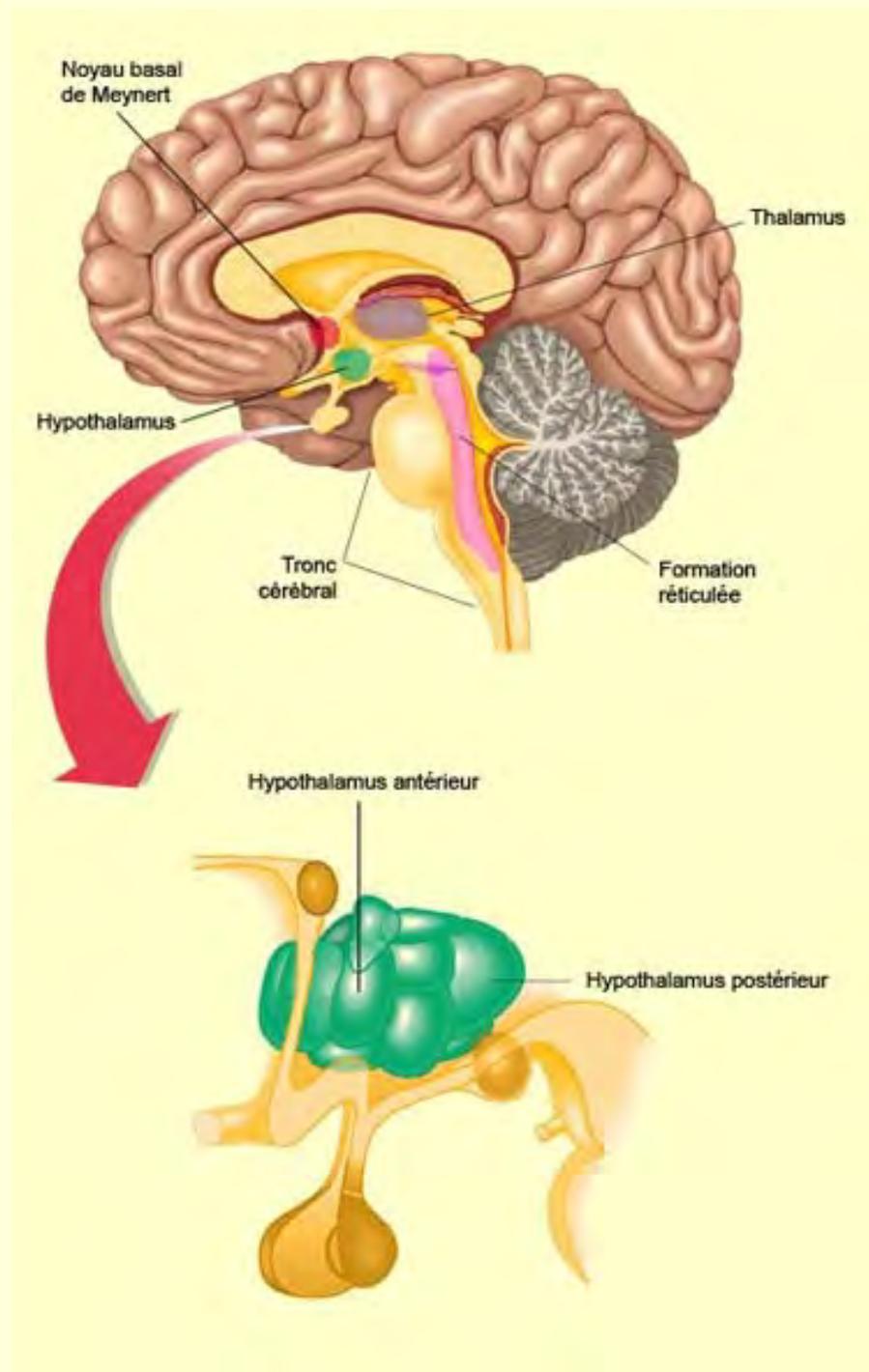
des neurones de l'hypothalamus

sensibles à la concentration osmotique du plasma

dont les axones sécrètent de la **vasopressine**

directement dans la circulation sanguine.

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

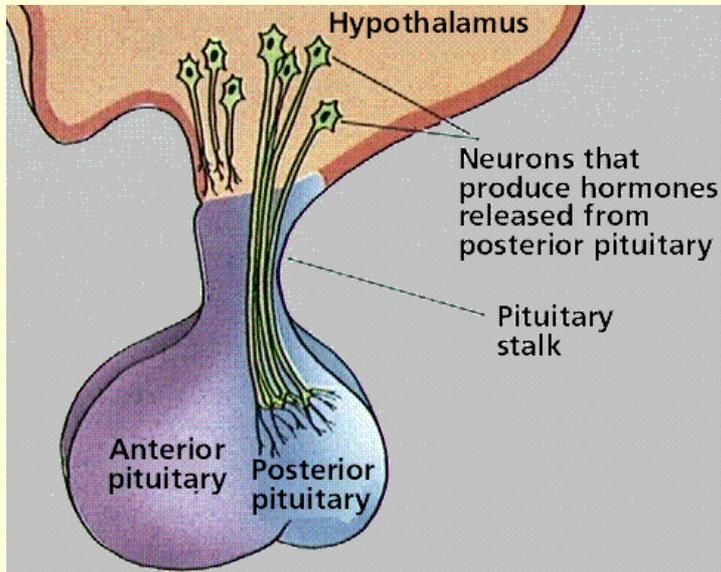


Ce qui m'amène naturellement à vous présenter

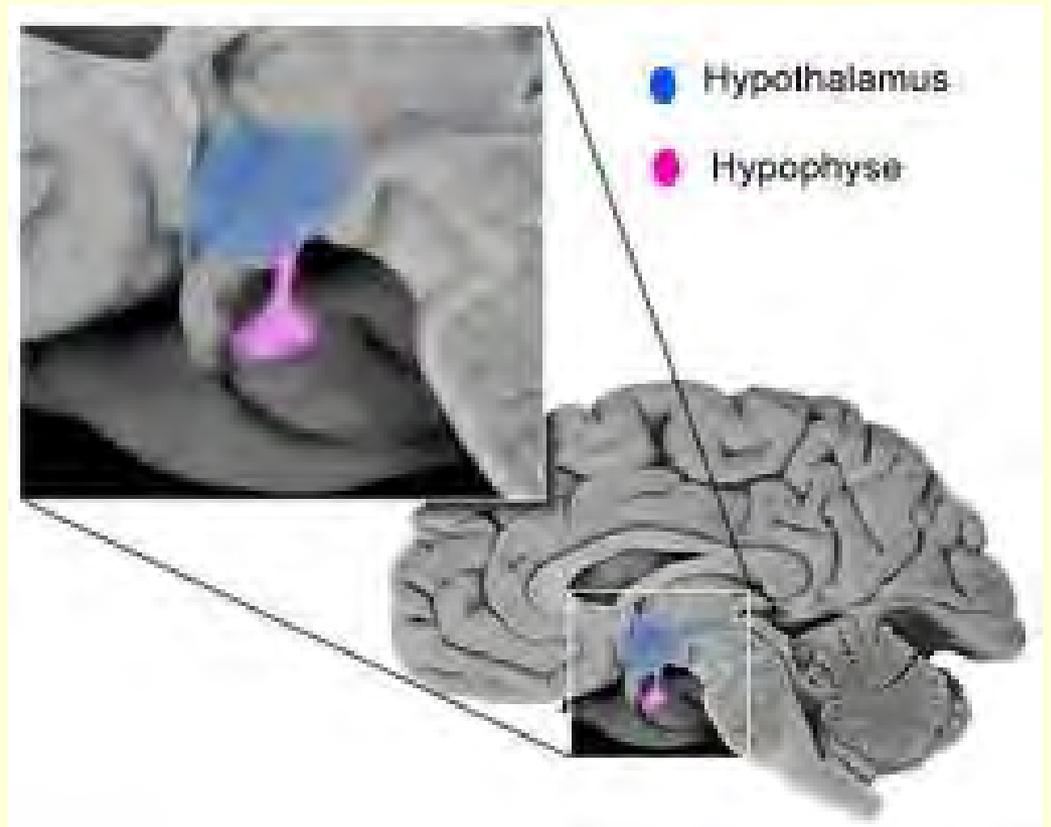
la grande complice de l'hypothalamus,  
**la « glande maîtresse » de l'organisme,**

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

et j'ai nommé :

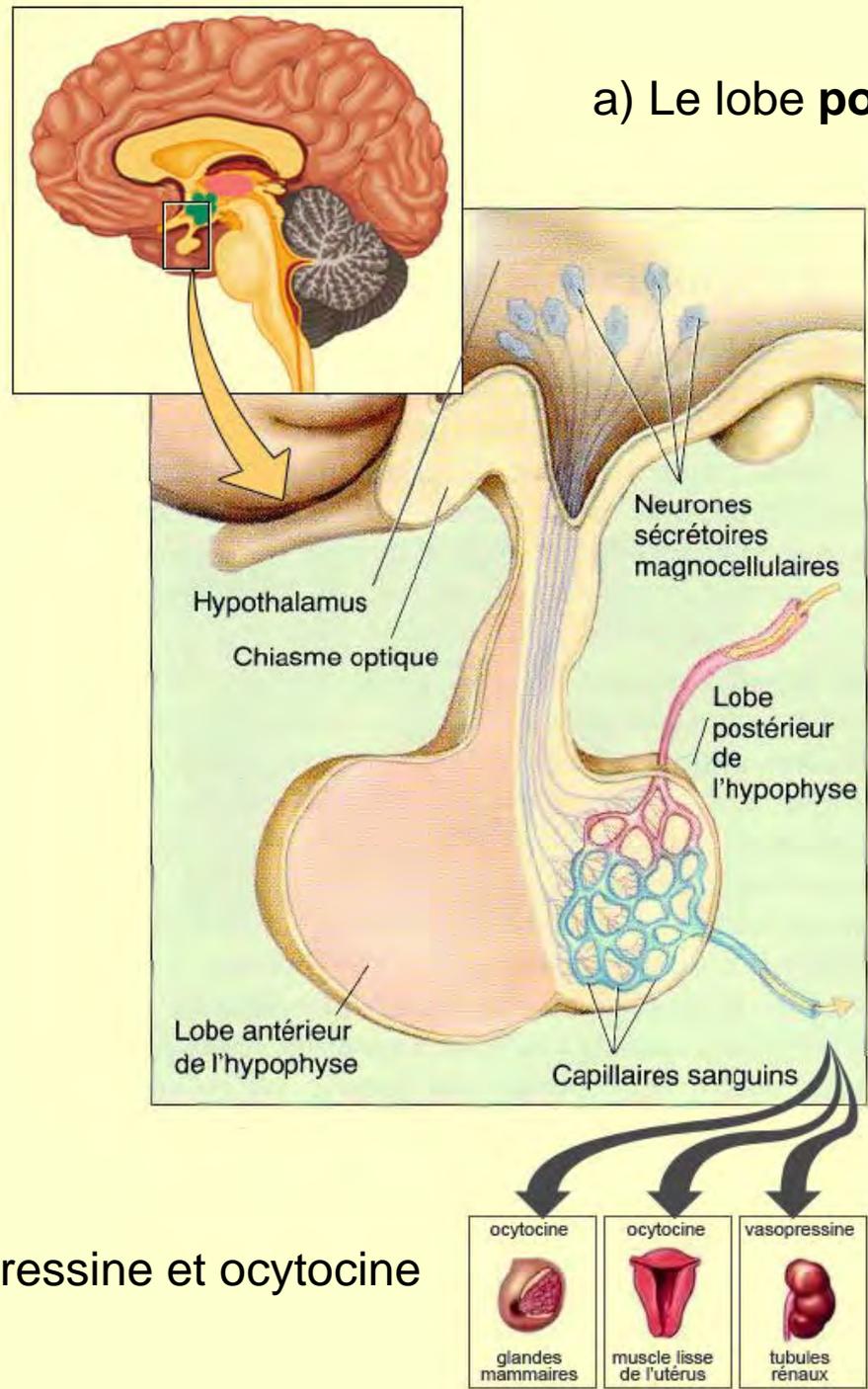


# l'hypophyse



# L'hypophyse et ses 2 lobes

## a) Le lobe postérieur



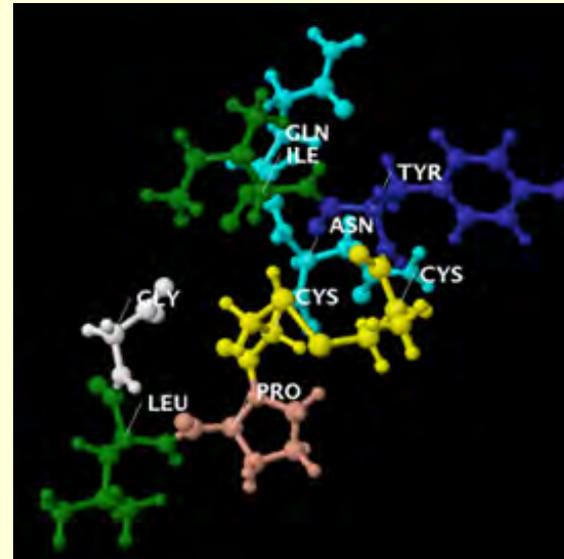
par où diffusent la vasopressine et ocytocine



# L'ocytocine,

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

[http://lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d\\_04/d\\_04\\_m/d\\_04\\_m\\_des/d\\_04\\_m\\_des.html](http://lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d_04/d_04_m/d_04_m_des/d_04_m_des.html)



**Le BLOGUE** du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

**Ocytocine et autres engouements : rien n'est simple**

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

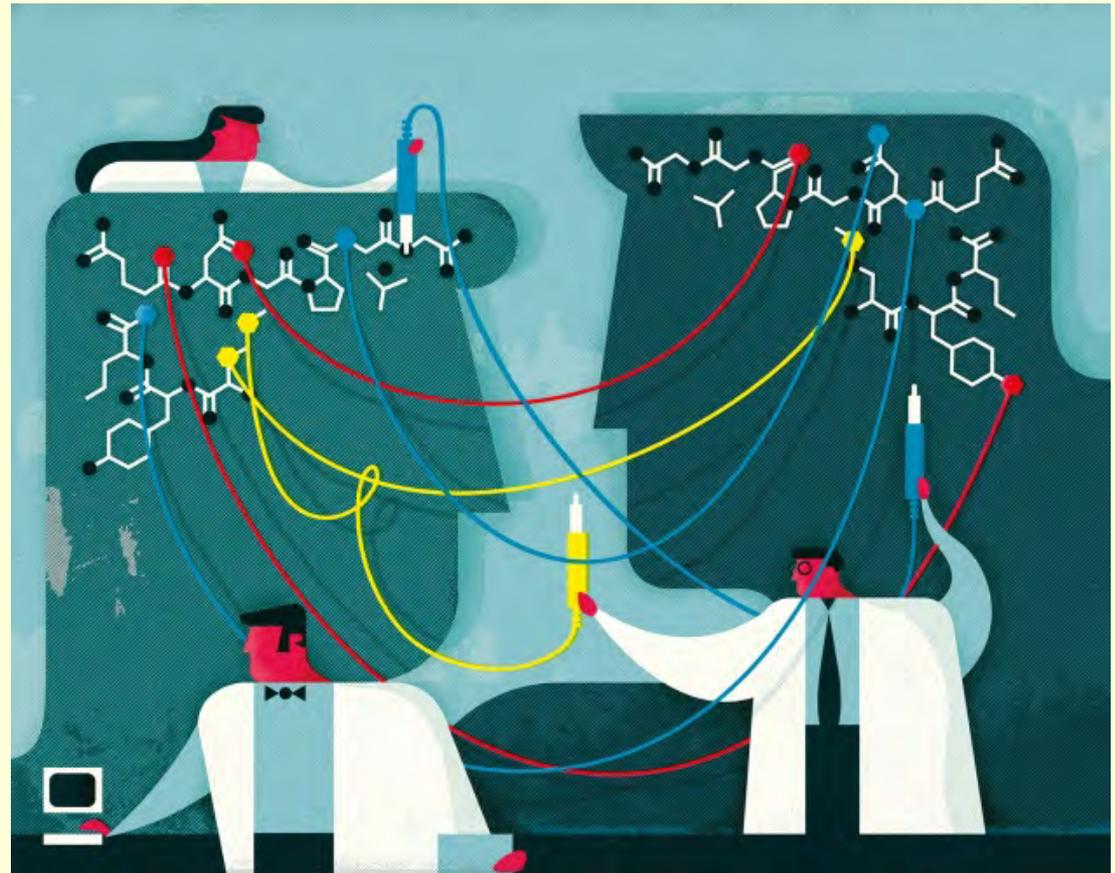
# Neuroscience: The hard science of oxytocin

[http://www.nature.com/news/neuroscience-the-hard-science-of-oxytocin-1.17813?WT.ec\\_id=NATURE-20150625](http://www.nature.com/news/neuroscience-the-hard-science-of-oxytocin-1.17813?WT.ec_id=NATURE-20150625)

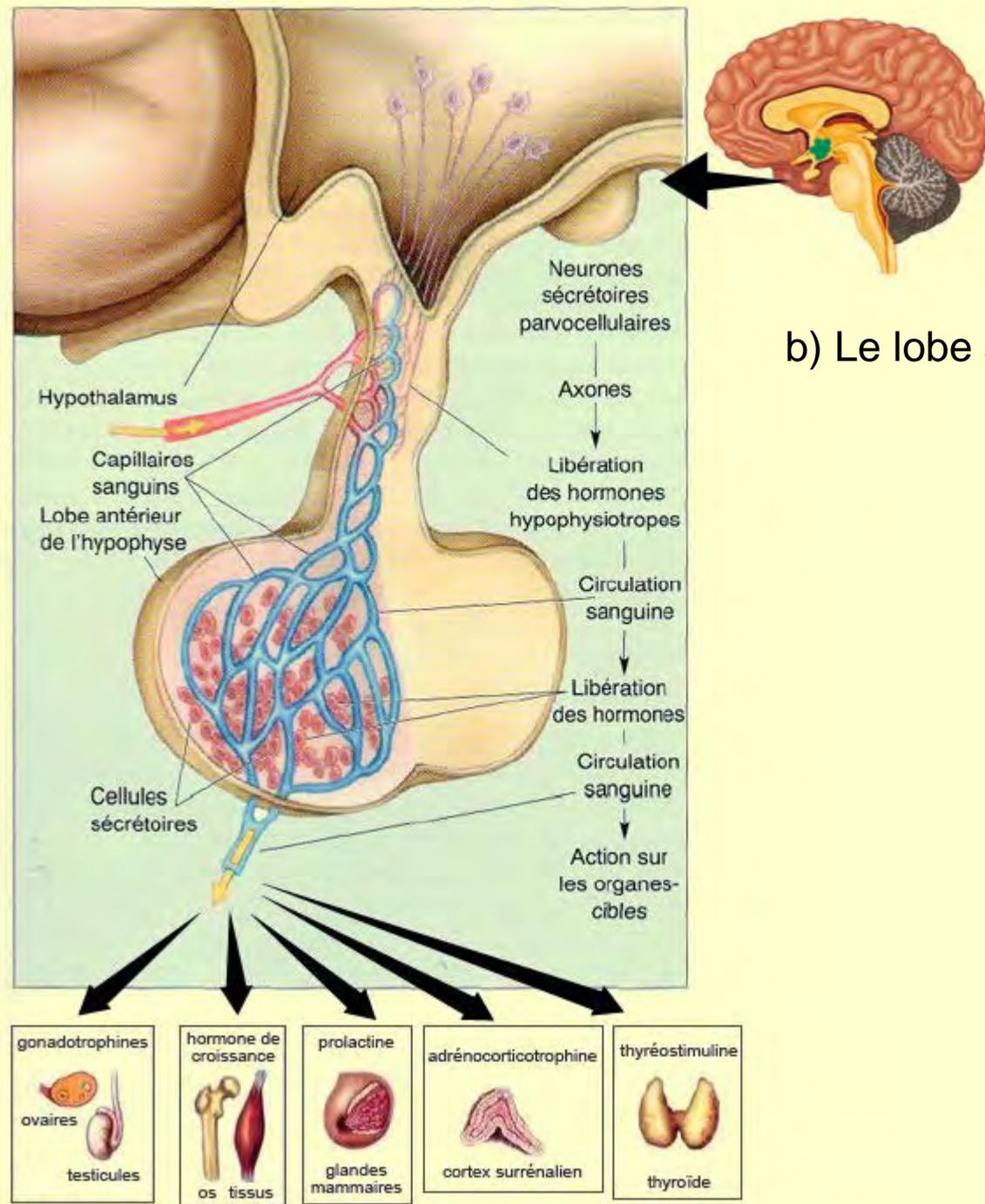
As researchers work out how oxytocin affects the brain, the hormone is shedding its reputation as a simple cuddle chemical.

[Helen Shen](#)

24 June 2015

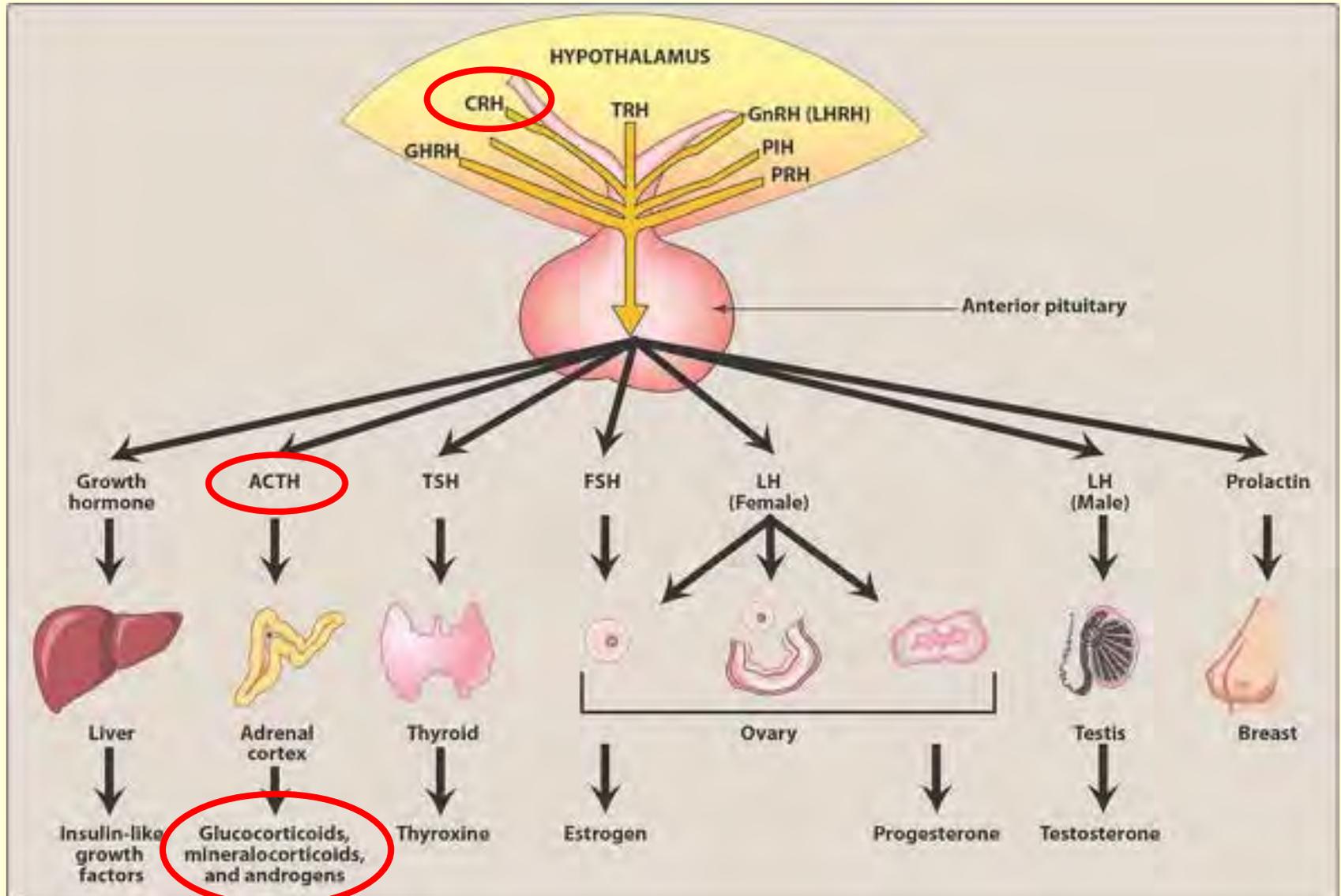


# L'hypophyse et ses 2 lobes

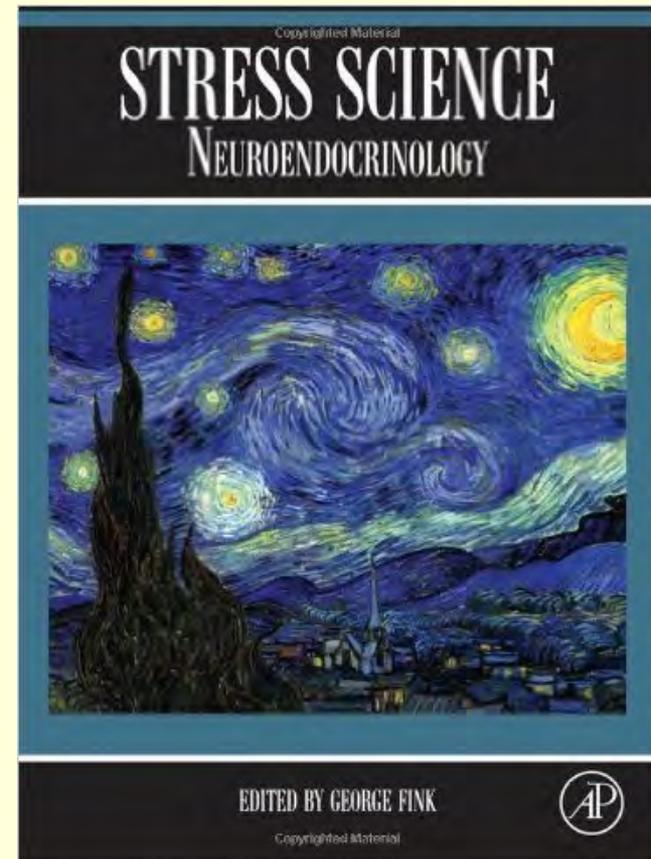
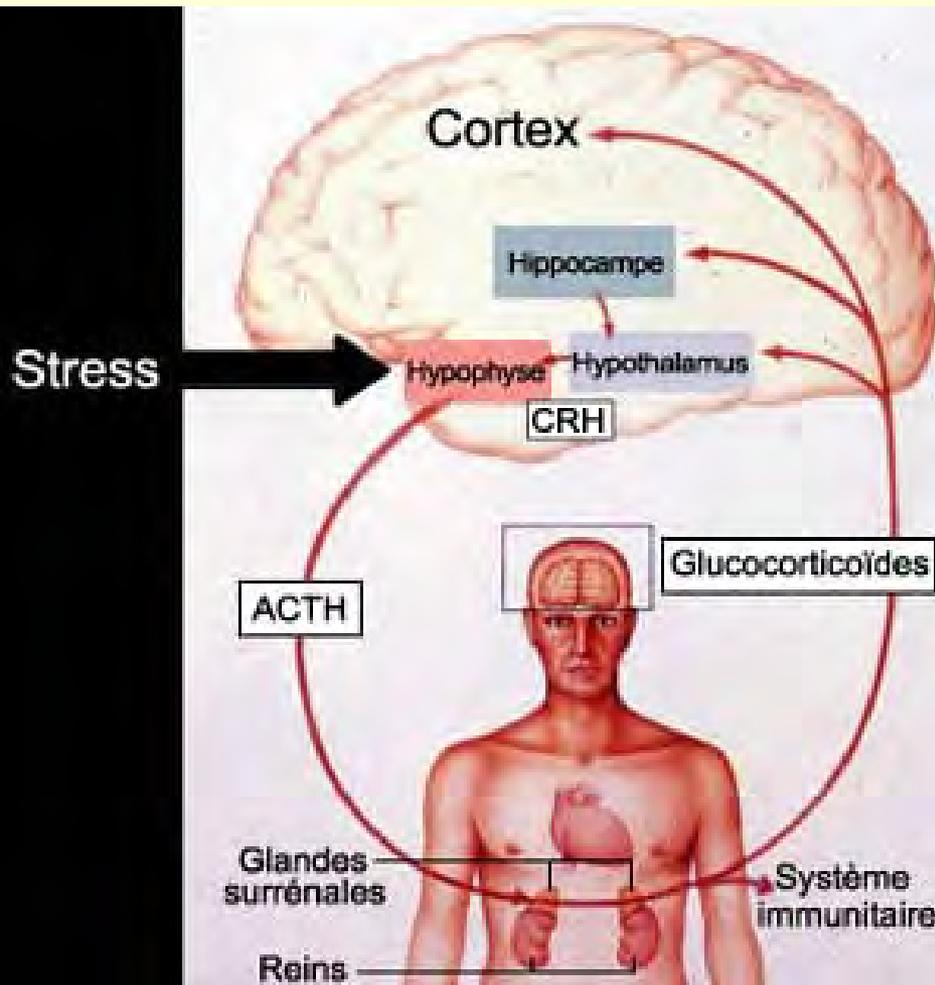


b) Le lobe antérieur

qui sécrète de nombreuses hormones :



C'est cette voie hypothalamo-hypophysio-surrénalienne qui va nous permettre de comprendre **l'effet du stress** sur l'organisme.



# Plan :

Bref survol de différents exemples de cet aspect **incarné** de notre cognition.

## 1) Cerveau – Corps

Intro

Cerveau câblé et cerveau hormonal

**Complémentarité du système nerveux, hormonal et immunitaire**  
(l'exemple du stress et de l'effet placebo)



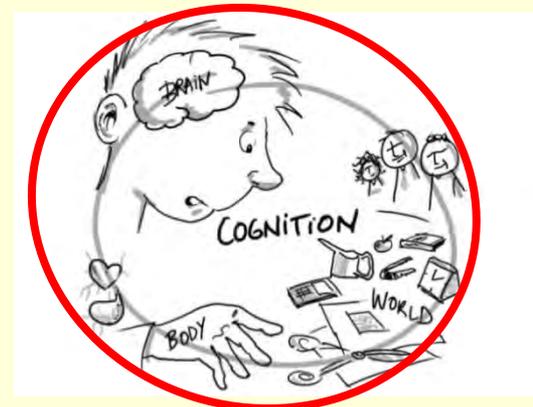
## 2) Cerveau – Corps – Environnement

Intro

Affordances

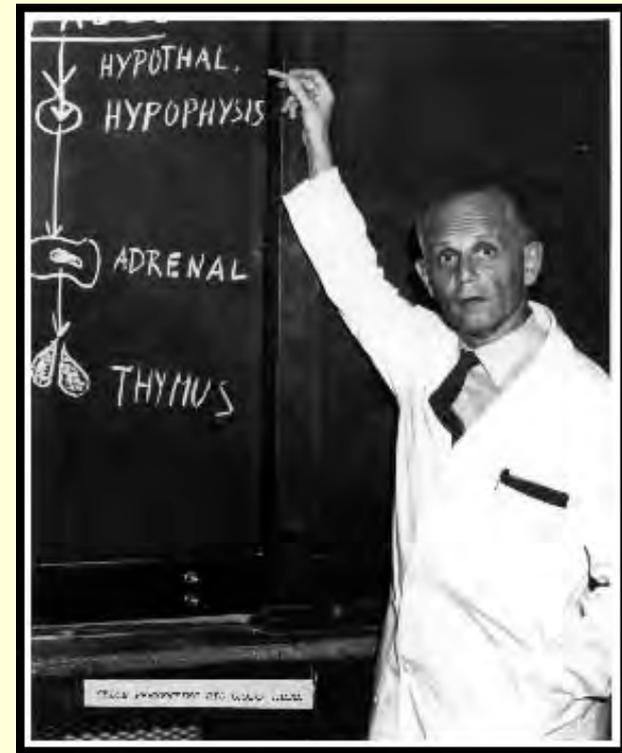
Les représentations pragmatiques

La prise de décision



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**.

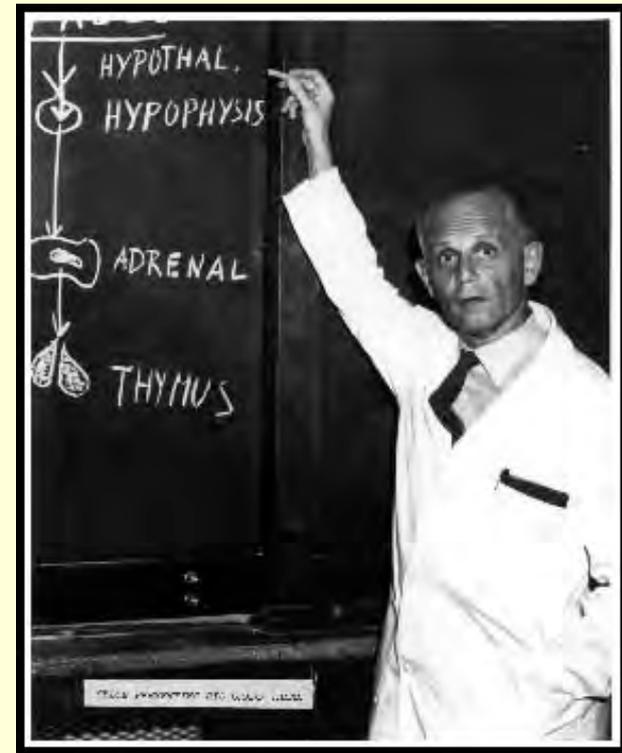
C'est-à-dire que l'organisme réagissait globalement de la même manière face aux brûlures, au froid, aux exercices musculaires, aux infections et au traumatisme de l'acte chirurgical.



Selye a donc d'abord mis l'accent sur les **stresseurs physiques** mais il 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**.

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.

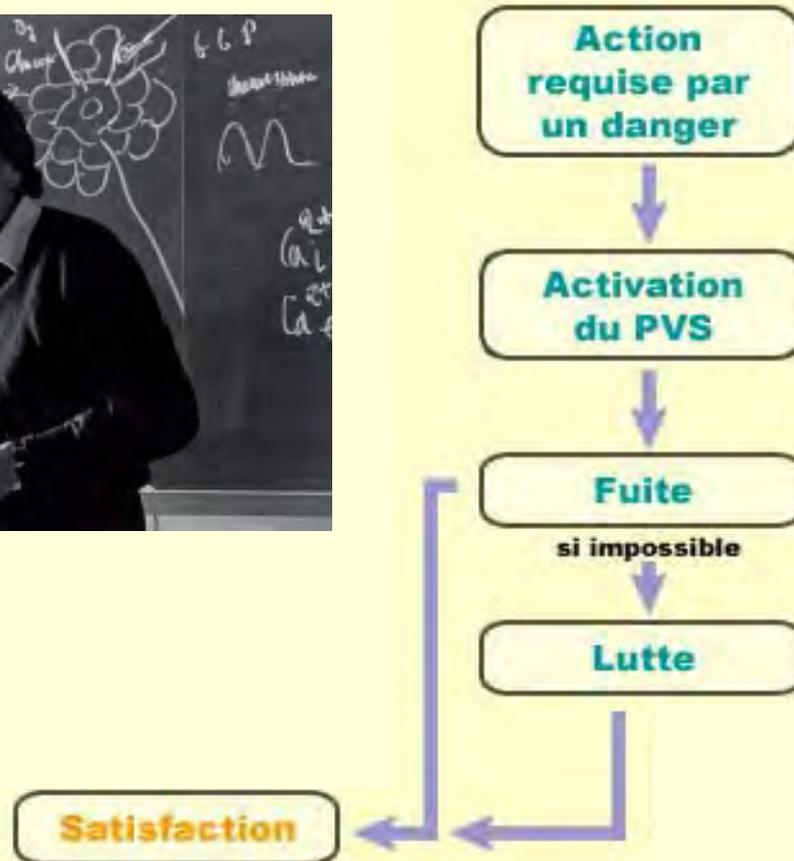
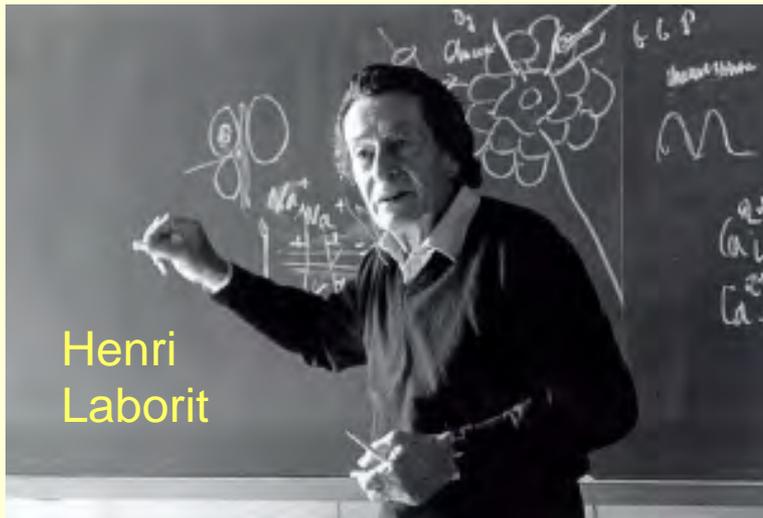


Selye a donc d'abord mis l'accent sur les **stresseurs physiques** mais il avait également ouvert la porte à une autre forme d'agression, dont l'agent principal se cache dans la vie de tous les jours: **l'agression psychosociale**.

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**.



Nos réactions physiologiques à une menace viennent de la nécessité de **sauver sa peau !**

Que ce soit pour **fuir** ou, s'il ne peut pas, pour **se battre**, il y aura de vastes remaniements nerveux et hormonaux chez l'individu menacé pour allouer le plus de ressources possible aux muscles et au système cardiorespiratoire.



Agent stressueur

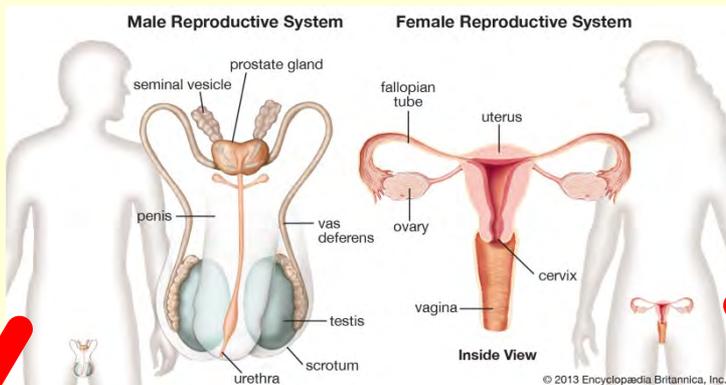
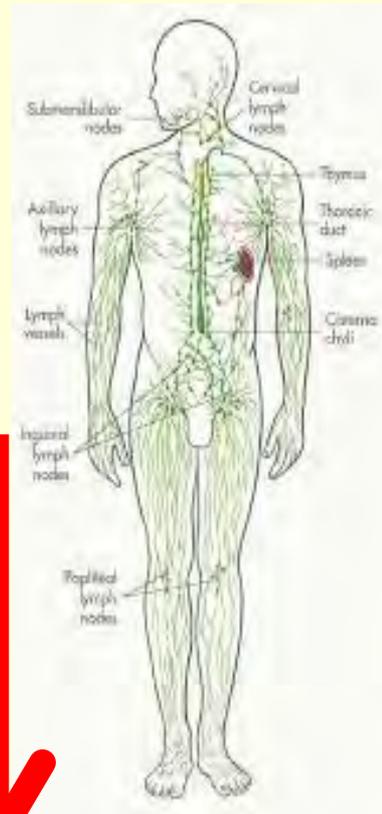
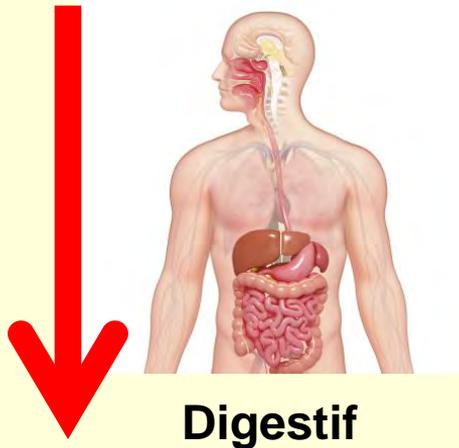
Notre réponse organique au stress



A. Responses to sympathetic activation

Mais qui dit plus de ressources à certains systèmes dit forcément **moins de ressources dans d'autres** : les systèmes digestif, reproducteur ou immunitaire pâtiront ainsi pendant un court instant de cette réallocation nécessaire pour assurer la survie de l'organisme.

Cela aura peu d'effet si la fuite ou la lutte élimine la présence du prédateur et que tout revient à la normale après ce stress de **courte durée** (ou « stress aigu »).





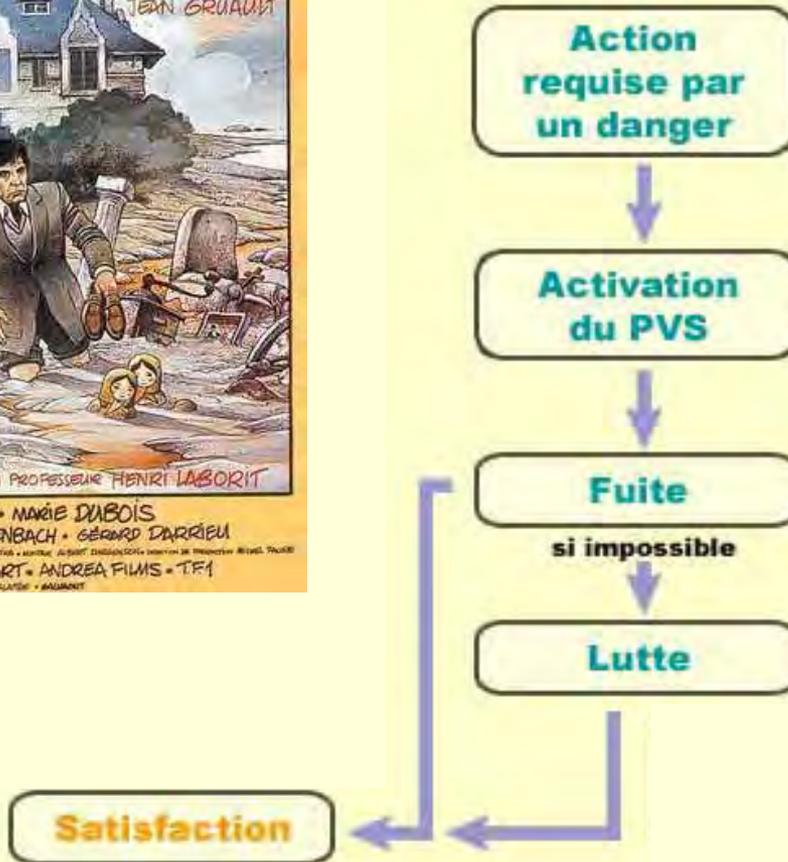
Même chose dans une troisième situation où un rongeur traversant un champ ouvert, par exemple, aperçoit un oiseau de proie au-dessus de lui.

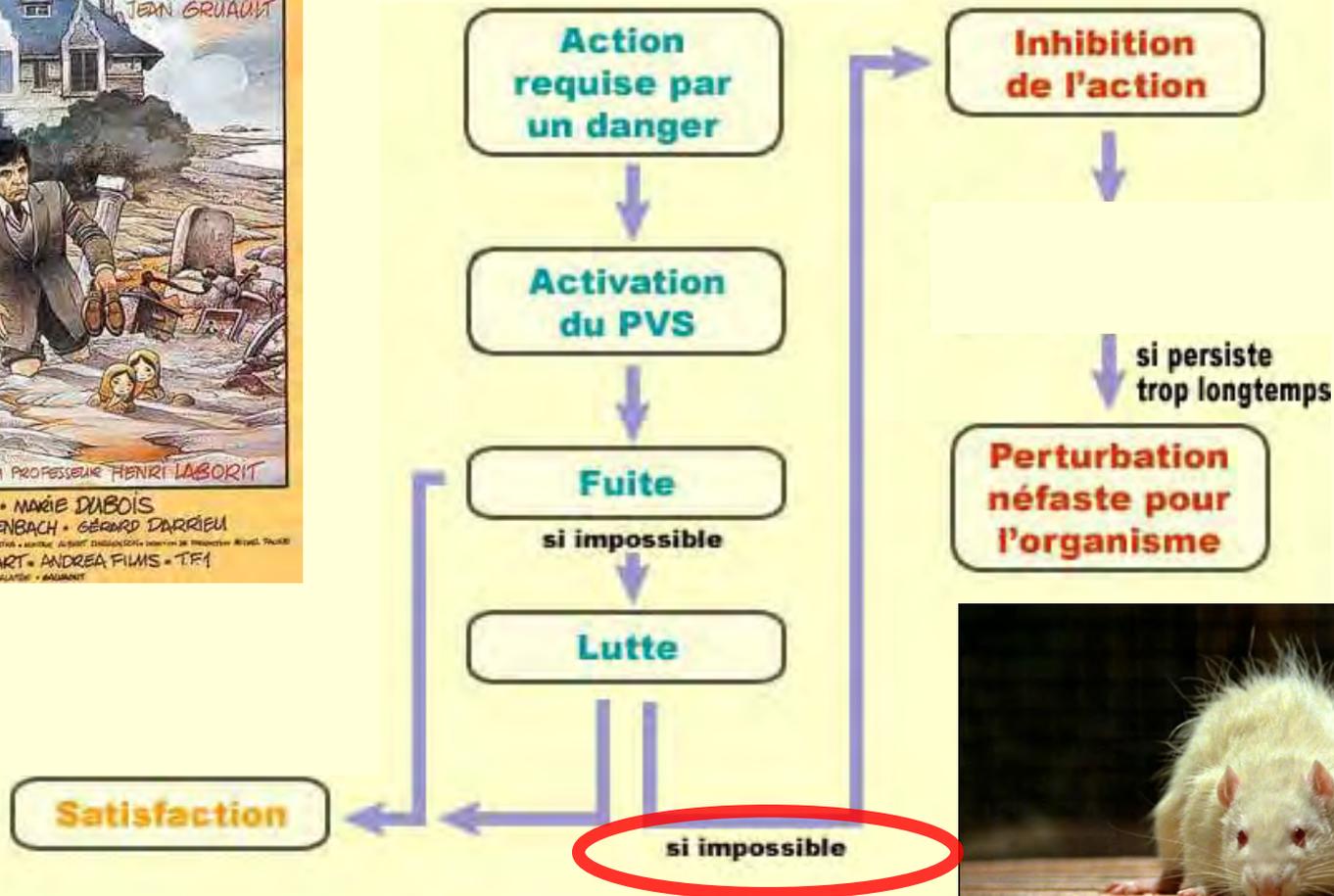
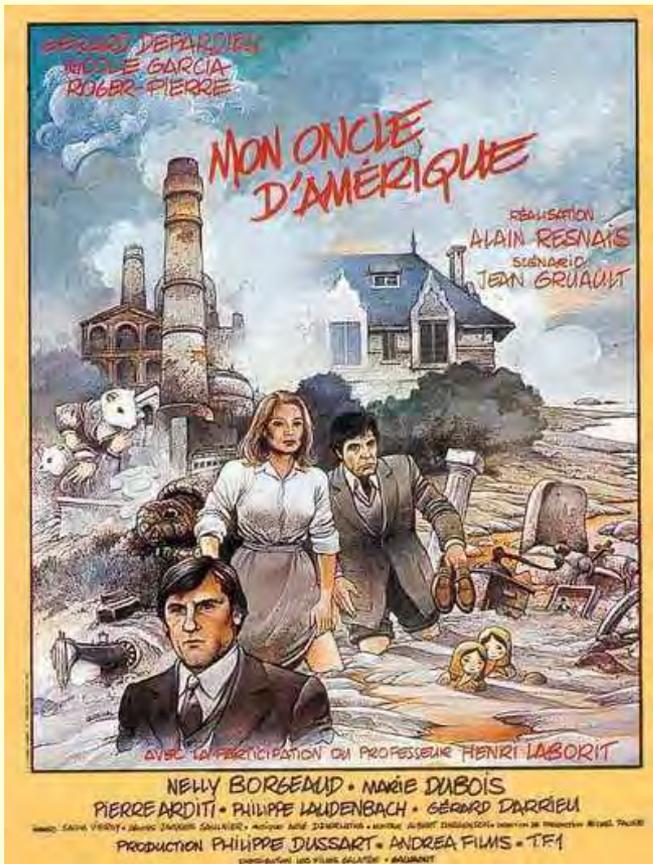
Ne pouvant ni fuir ni lutter, **il fige sur place**, en espérant que l'oiseau ne le verra pas.

Si c'est le cas, encore une fois le stress **aigu** ne dure pas et le rongeur en est quitte pour une bonne frousse.

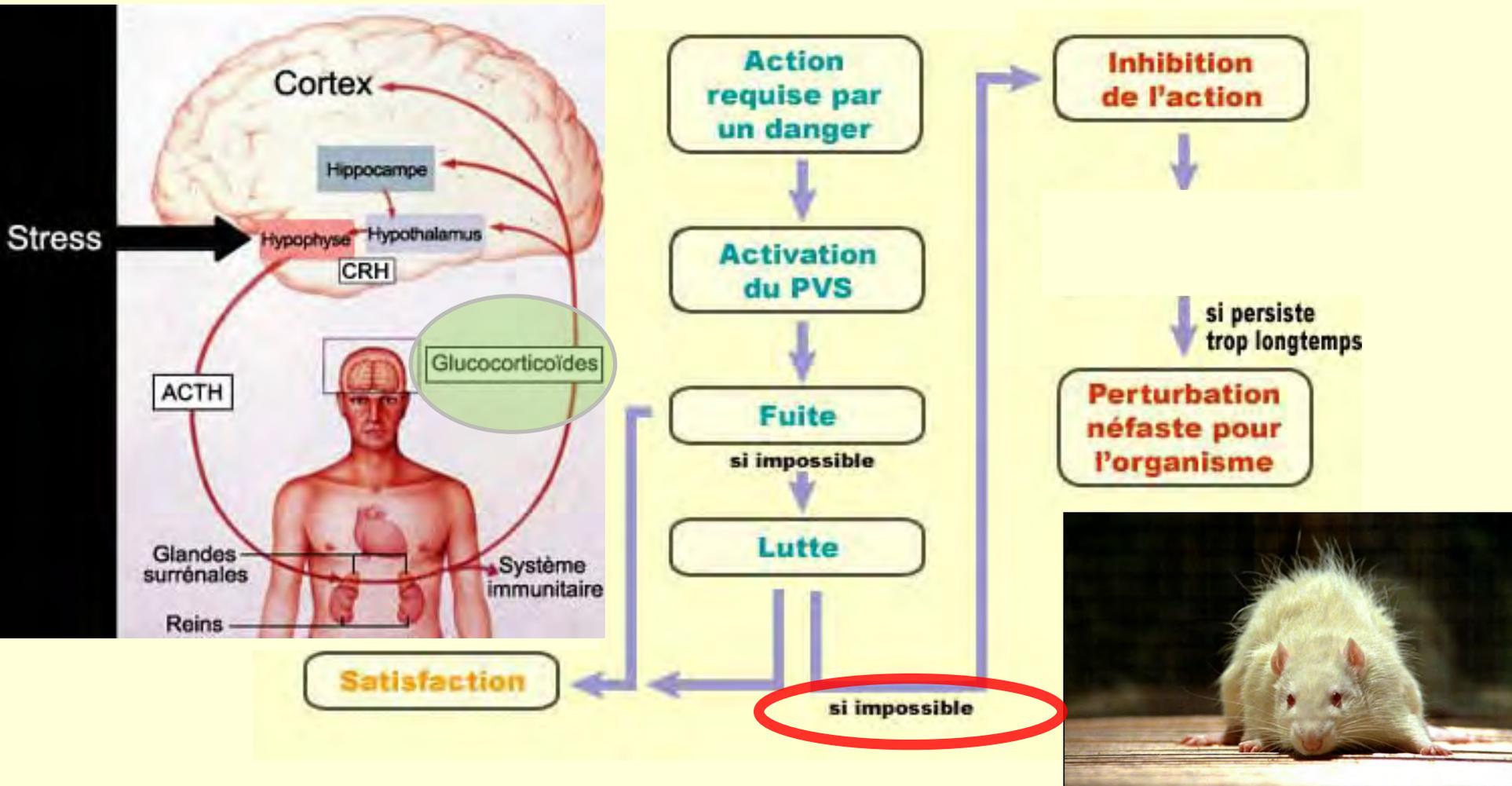
Mais qu'en est-il s'il dure, c'est-à-dire si le stress devient **chronique** ?  
C'est là que les choses **se compliquent...**







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.





Les **ressources** moindres allouées durant un stress chronique au système immunitaire lui feront alors un tort considérable et ouvrira la porte à de nombreuses pathologies.



Certaines positions « de **dominance** » ou « de **soumission** » de notre corps peuvent induire les remaniements hormonaux correspondants.



## 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 ?

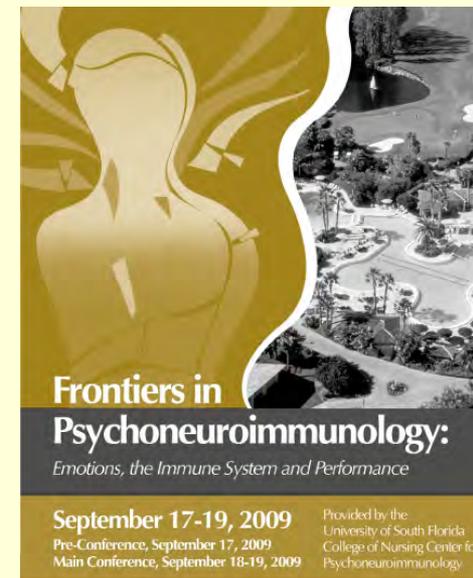
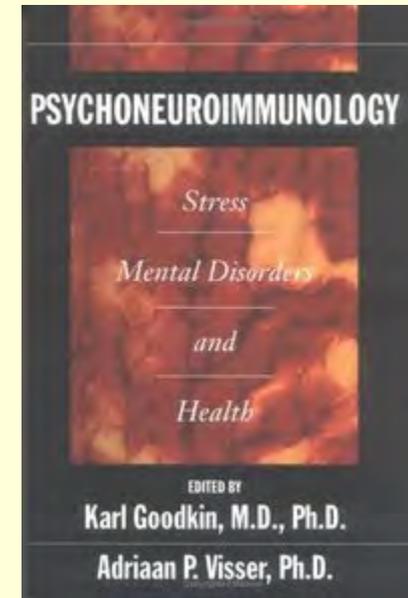
Celle que l'on sait le plus associées à la dominance dans le monde animal, soit la **testostérone**, alors élevée, et le **cortisol**, alors bas.

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**.

La **psycho-neuro-immunologie**, s'est développée à partir des travaux de Robert Ader à partir du milieu des années 1970.

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



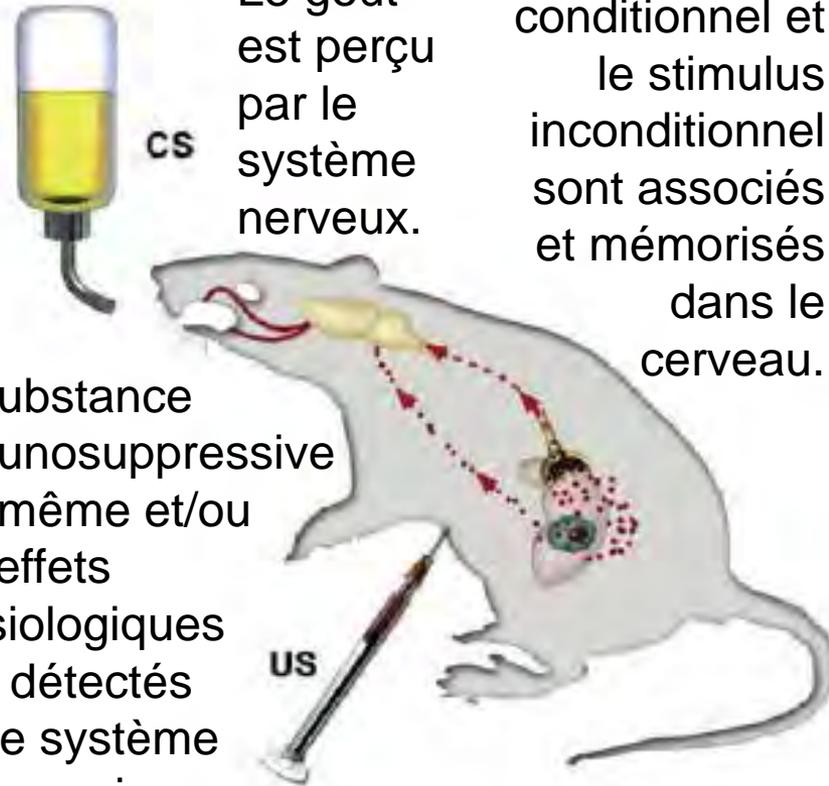
Saddlebrook Resort  
Tampa, FL



## Aquisition

Le goût est perçu par le système nerveux.

Le stimulus conditionnel et le stimulus inconditionnel sont associés et mémorisés dans le cerveau.

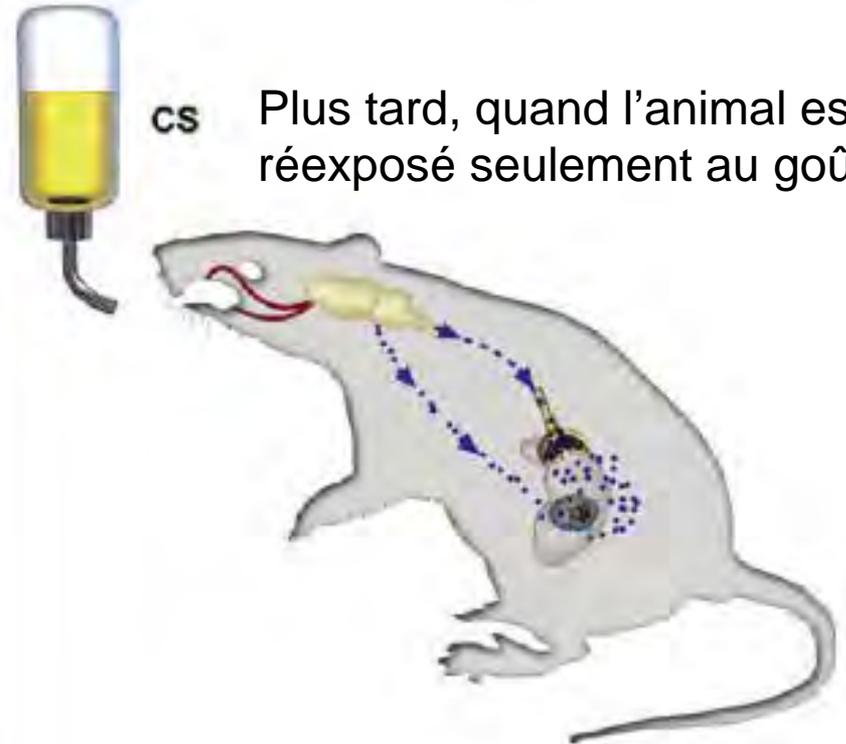


La substance immunosuppressive elle-même et/ou ses effets physiologiques sont détectés par le système nerveux via ses afférences nerveuses ou humorales.

❖ ❖ humoral / - - - neural afferent pathway  
❖ ❖ humoral / - - - neural efferent pathway

## Evocation

Plus tard, quand l'animal est réexposé seulement au goût,



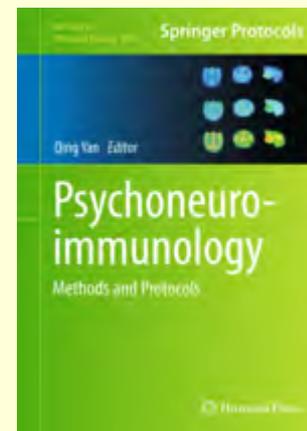
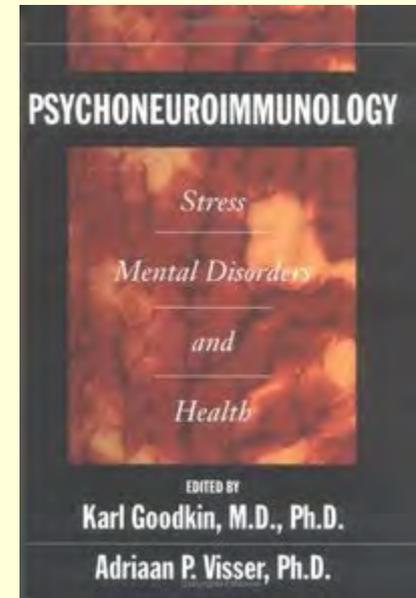
celui-ci est maintenant capable de réactiver la réponse immunitaire via les efférences nerveuses ou humorales.

La **psycho-neuro-immunologie**, s'est développée à partir des travaux de Robert Ader à partir du milieu des années 1970.

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

Et l'on a, depuis, commencé à élucider les mécanismes de communication entre système nerveux et immunitaire...

...ainsi qu'avec le système hormonal.

The image is a conference poster for 'Frontiers in Psychoneuroimmunology'. It features a stylized human silhouette in the foreground and a landscape with a lake and trees in the background. The text on the poster includes:

**Frontiers in Psychoneuroimmunology:**  
*Emotions, the Immune System and Performance*

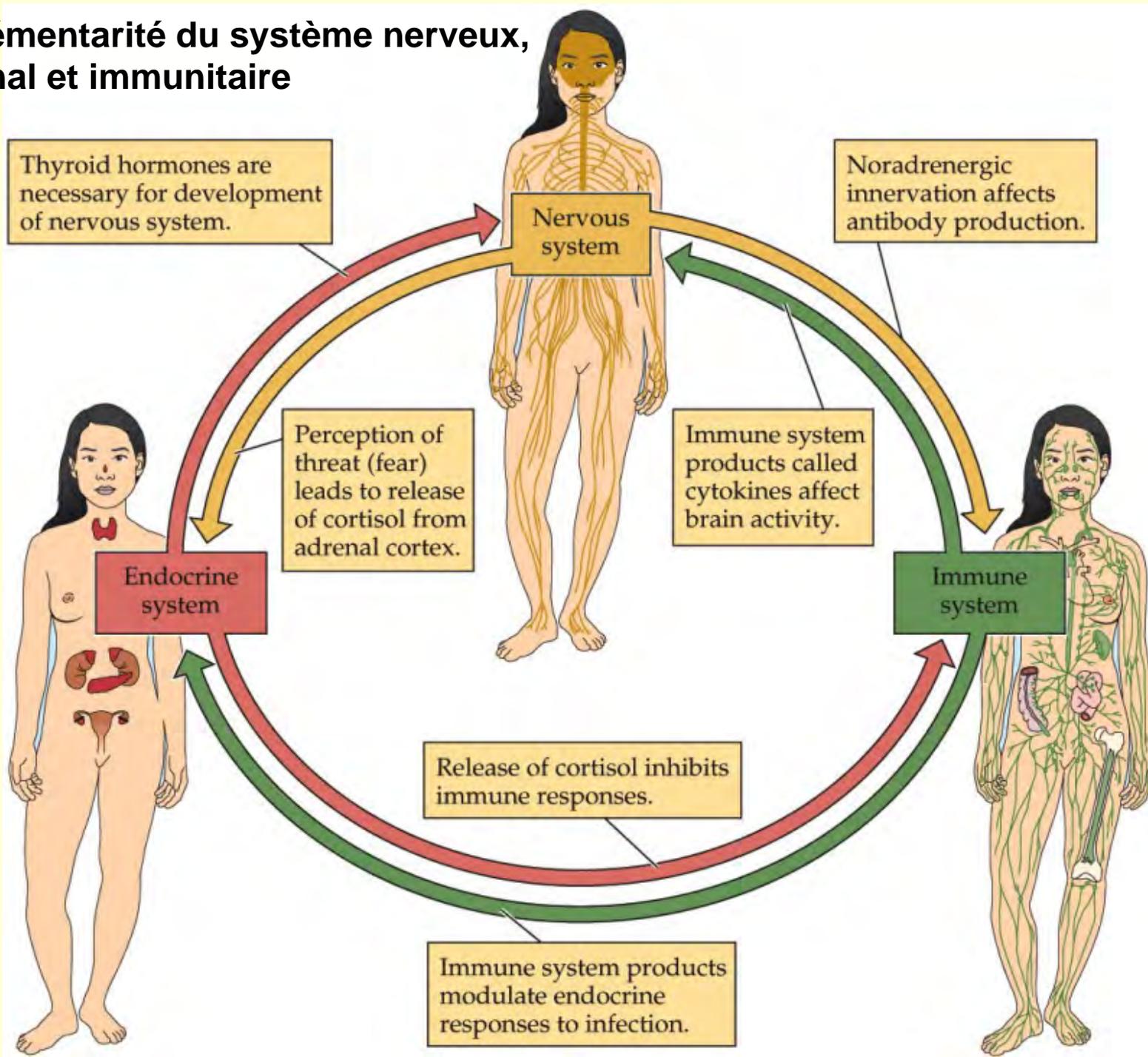
**September 17-19, 2009**  
Pre-Conference, September 17, 2009  
Main Conference, September 18-19, 2009

Provided by the University of South Florida College of Nursing Center for Psychoneuroimmunology

**Saddlebrook Resort Tampa, FL**

**USF HEALTH**

# Complémentarité du système nerveux, hormonal et immunitaire



# For Monkeys, Lower Status Affects Immune System

By ERICA GOODE, NOV. 25, 2016

<http://www.nytimes.com/2016/11/25/science/social-status-immune-system-health.html?ribbon-ad-id=3&rref=science&module=Ribbon&version=context&region=Header&action=click&contentCollection=Science&pgtype=article>

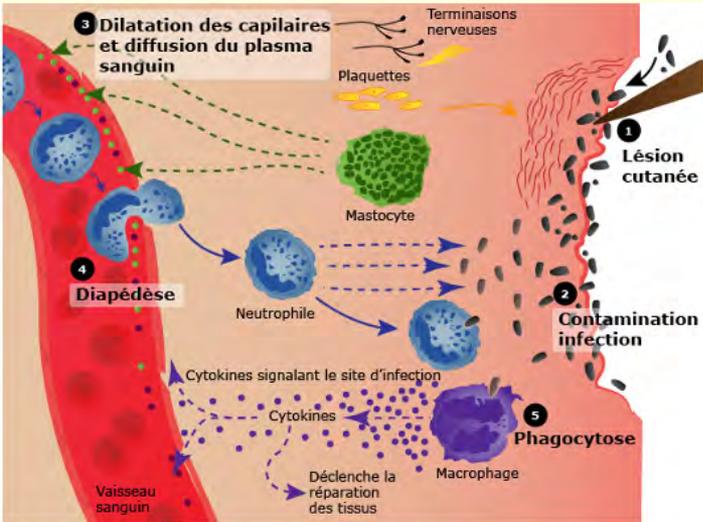
Une étude qui vient d'être publiée dans Science montre que la position relative d'un singe rhésus dans la hiérarchie de dominance de son groupe influence le fonctionnement de son système immunitaire :

**plus le rang d'un singe est bas** dans la hiérarchie,  
**moins il produit de cellules immunitaires** d'un certain type.

Ce changement est produit par l'activation ou non de gènes :

quand un animal **change de position dans la hiérarchie** (suite à une manipulation des groupes par les expérimentateurs),  
**le taux d'expression de ces gènes change aussi** .

Par exemple, un animal bas dans la hiérarchie active plus de gènes reliés à **l'inflammation**.



**L'inflammation** est normale et utile pour combattre les infections.

Mais l'inflammation chronique en l'absence de microbe et causée par le stress peut être très **néfastes pour la santé**.

**Le BLOGUE** du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

## Liens intimes entre système nerveux et immunitaire

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

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.

Détail intéressant dans l'étude précédente avec les singes rhésus :

les individus subordonnés qui se faisaient **le plus toiletter** ("grooming") étaient ceux qui avaient les processus inflammatoires les **moins élevés**.

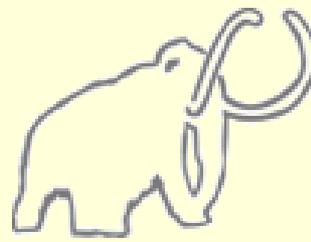
Ce qui nous ramène à **l'inhibition de l'action**, car c'est exactement ce que les individus subordonnés subissent chroniquement.



Et à deux conséquences importantes de ces études :

- Les changements physiologiques néfastes du stress chronique semblent être rapidement **réversible** avec des changements environnementaux bénéfiques.
- Le **soutien social** semble avoir un effet bénéfique important sur les phénomènes inflammatoires néfastes induits par l'inhibition de l'action.

# Prévention du stress



CENTRE D'ÉTUDES  
SUR LE STRESS  
HUMAIN (CESH)

(l'acronyme « **CINÉ** »)

La menace :

Exemple :

**CONTRÔLE  
FAIBLE**

Pris dans embouteillage

**IMPRÉVISIBILITÉ**

Votre poste pourrait être coupé

**NOUVEAUTÉ**

Vous attendez votre premier enfant

**ÉGO MENACÉ**

On remet en question vos  
compétences professionnelles

# Plan :

Bref survol de différents exemples de cet aspect **incarné** de notre cognition.

## 1) Cerveau – Corps

Intro

Cerveau câblé et cerveau hormonal

**Complémentarité du système nerveux, hormonal et immunitaire**  
(l'exemple du stress et de l'effet placebo)



## 2) Cerveau – Corps – Environnement

Intro

Affordances

Les représentations pragmatiques

La prise de décision



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.

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.

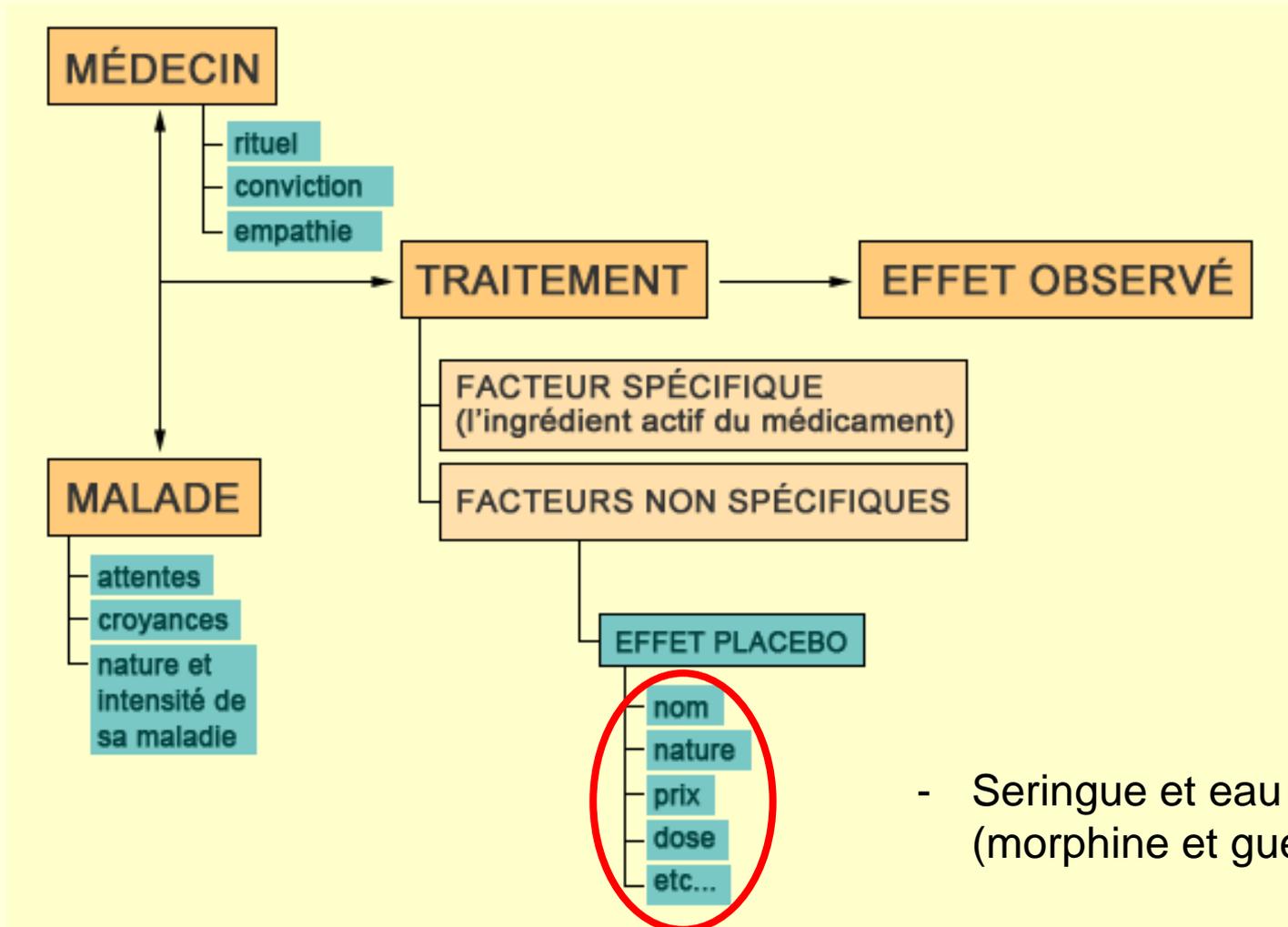


En d'autres termes, les patients qui croyaient avoir pris le médicament, mais n'avaient eu que du sucre, allaient mieux ! Cet étrange effet est particulièrement efficace pour atténuer la douleur.



**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 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.

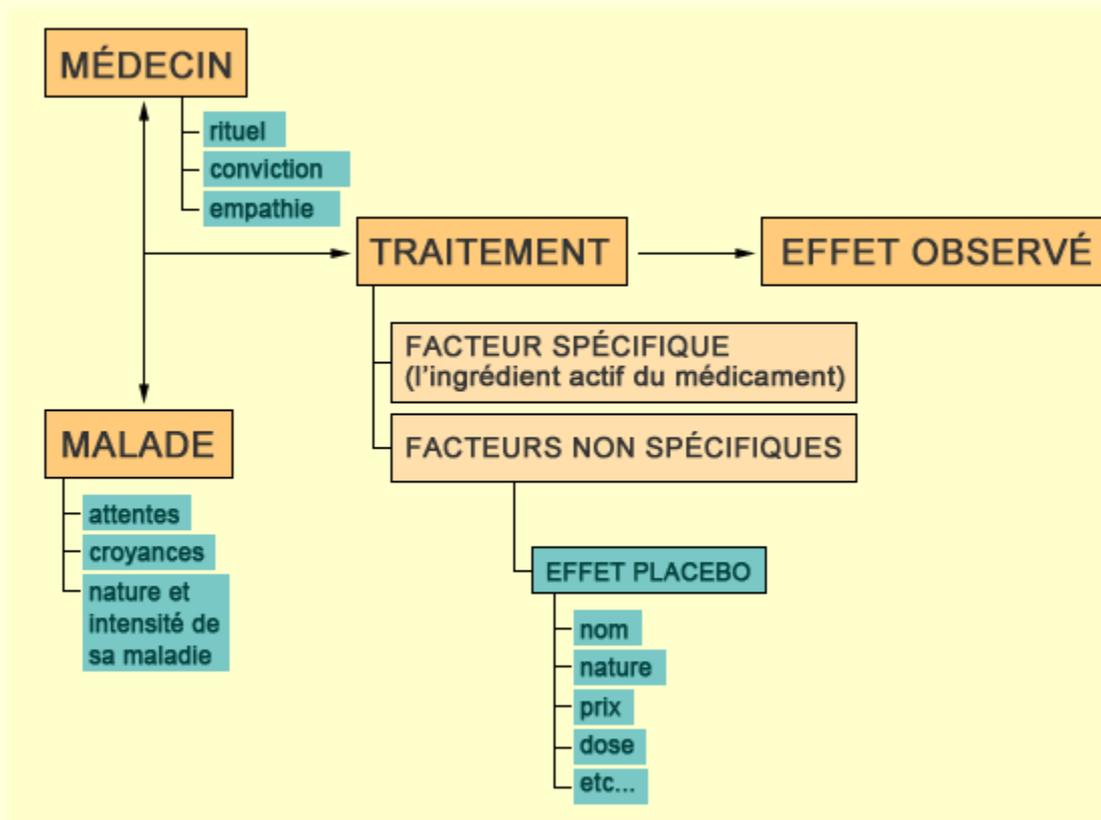
**Dans cet épisode de The Nature of Things :**

**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>

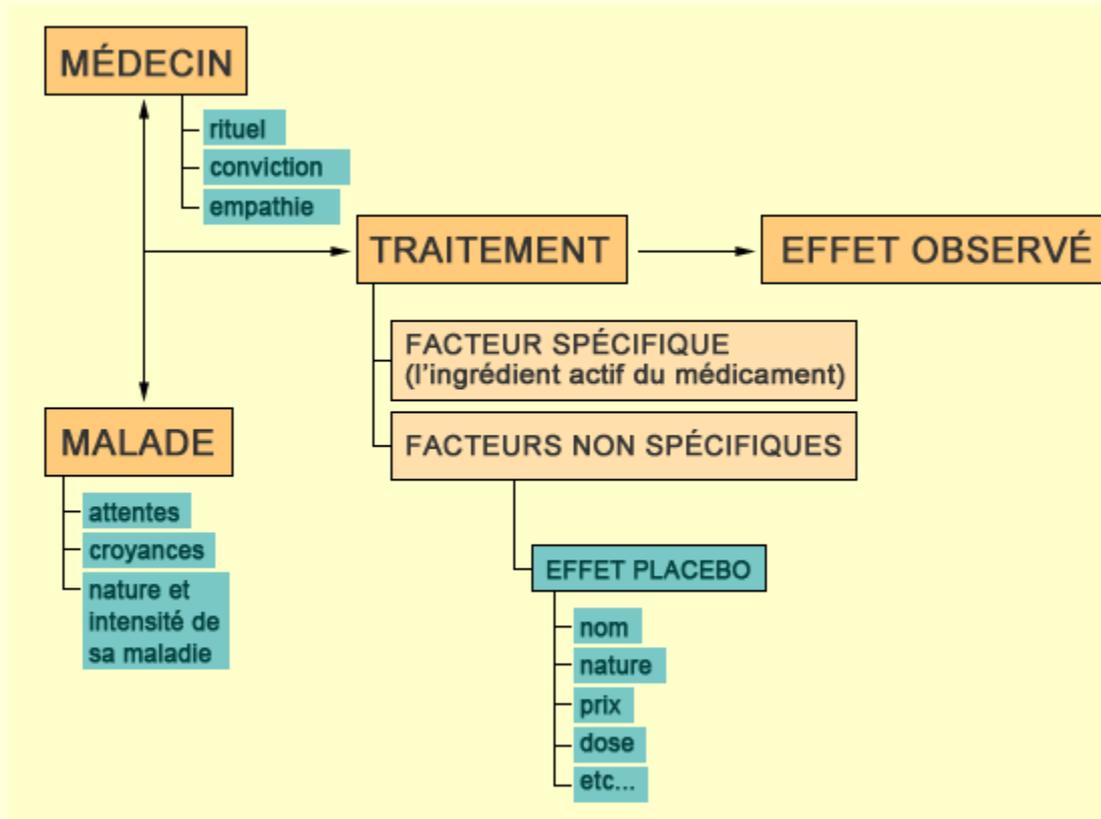
« a doctor is a modern shaman »



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

- Rapporte aussi une étude de 2008 où près de **la moitié des médecins interrogés** avouent prescrire des placebos sous forme de vitamines, antibiotiques, etc.
- Et 75% des médecins disent avoir déjà prescrit des placebos en toute connaissance de cause.
- En Allemagne cela est permis
- Au Canada il y a un flou autour de cette question
- Aux États-Unis c'est officiellement interdit (même si plein de médecins le font)
- Pour Amir Raz, qui fait des recherches sur l'effet placebo à McGill, il y a forcément une part de « magie » dans une relation thérapeutique (et il en sait quelque chose, étant lui-même magicien !)
- Son expérience relatée au début de l'épisode où il 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.



# Placebo Research Update with Fabrizio Benedetti (BSP 127)

March 01, 2016

[http://brainsciencepodcast.com/bsp/2016/127-benedetti?utm\\_source=All+Newsletters&utm\\_campaign=bf6661ae29-RSS\\_EMAIL\\_CAMPAIGN&utm\\_medium=email&utm\\_term=0\\_92424be05a-bf6661ae29-80066673](http://brainsciencepodcast.com/bsp/2016/127-benedetti?utm_source=All+Newsletters&utm_campaign=bf6661ae29-RSS_EMAIL_CAMPAIGN&utm_medium=email&utm_term=0_92424be05a-bf6661ae29-80066673)

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 **cannabinoids** (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.

*Placebo Effects: Understanding the mechanisms in health and disease* by  
Fabrizio Benedetti

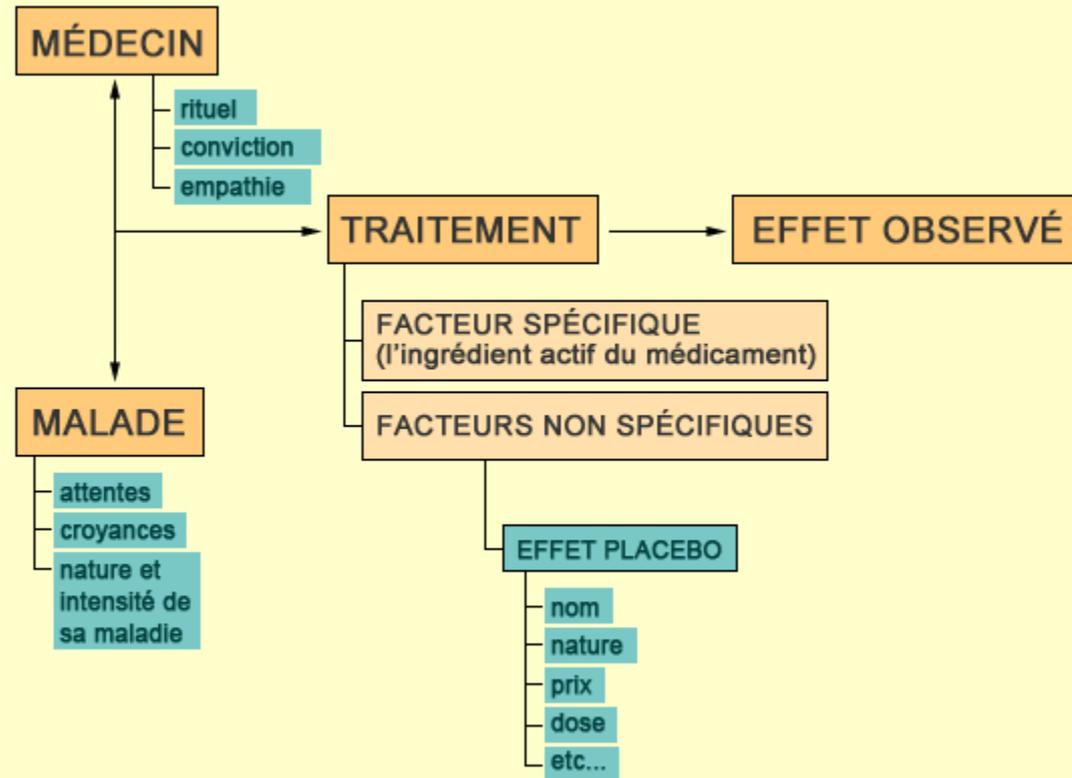
*The Patient's Brain: The neuroscience behind the doctor-patient relationship* by  
Fabrizio Benedetti

## Placebo et douleur : exemple de mécanisme

Si l'on conditionne un patient à recevoir pendant 4 jours des **opioïdes** et que le 5<sup>e</sup> jour on leur donne un placebo, le mécanisme impliqué dans le soulagement de la douleur évoqué par le patient sera celui des **opiacés endogènes (endorphines...)**.

Si l'on conditionne un patient à recevoir pendant 4 jours des analgésiques à base de **cannabinoïdes** et que le 5<sup>e</sup> jour on leur donne un placebo, le mécanisme impliqué dans le soulagement de la douleur évoqué par le patient sera celui des **endocannabinoïdes**.

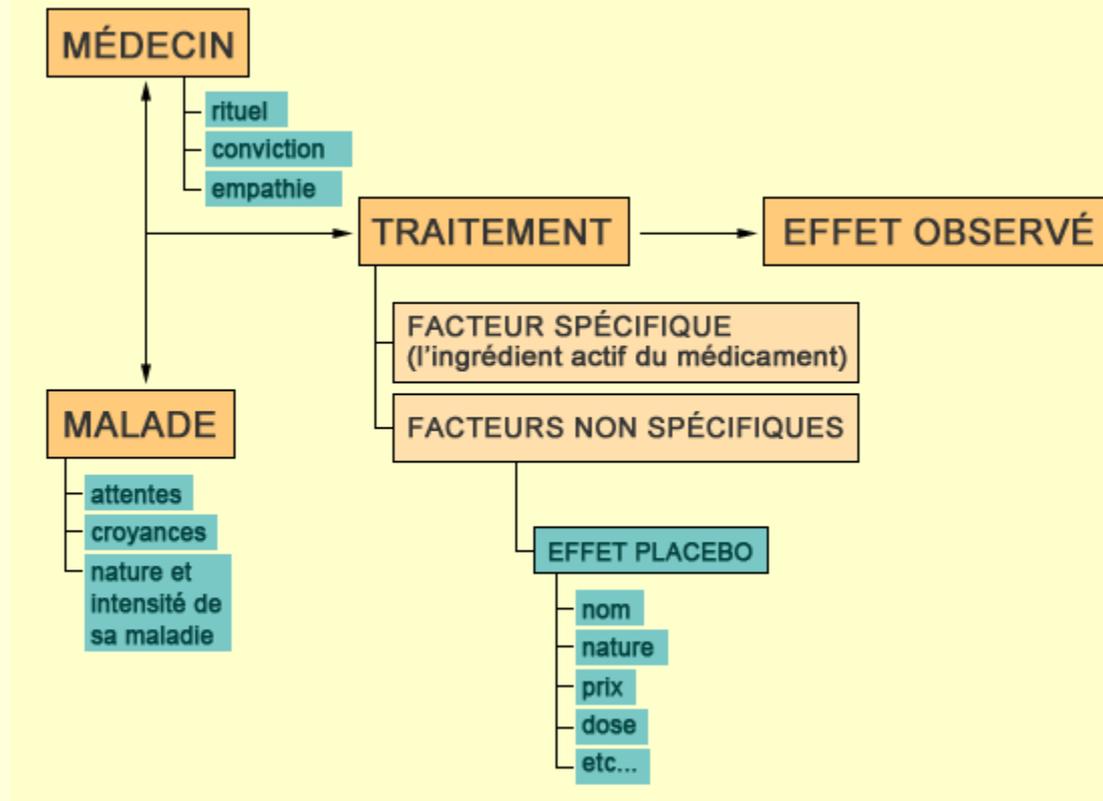
→ l'exemple de la dame qui souffre du « bowel syndrome » dans le film et qui, après avoir tout essayé, prend des placebos plusieurs fois par jour tout en sachant que ce sont des placebos et... a beaucoup moins de douleur !



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



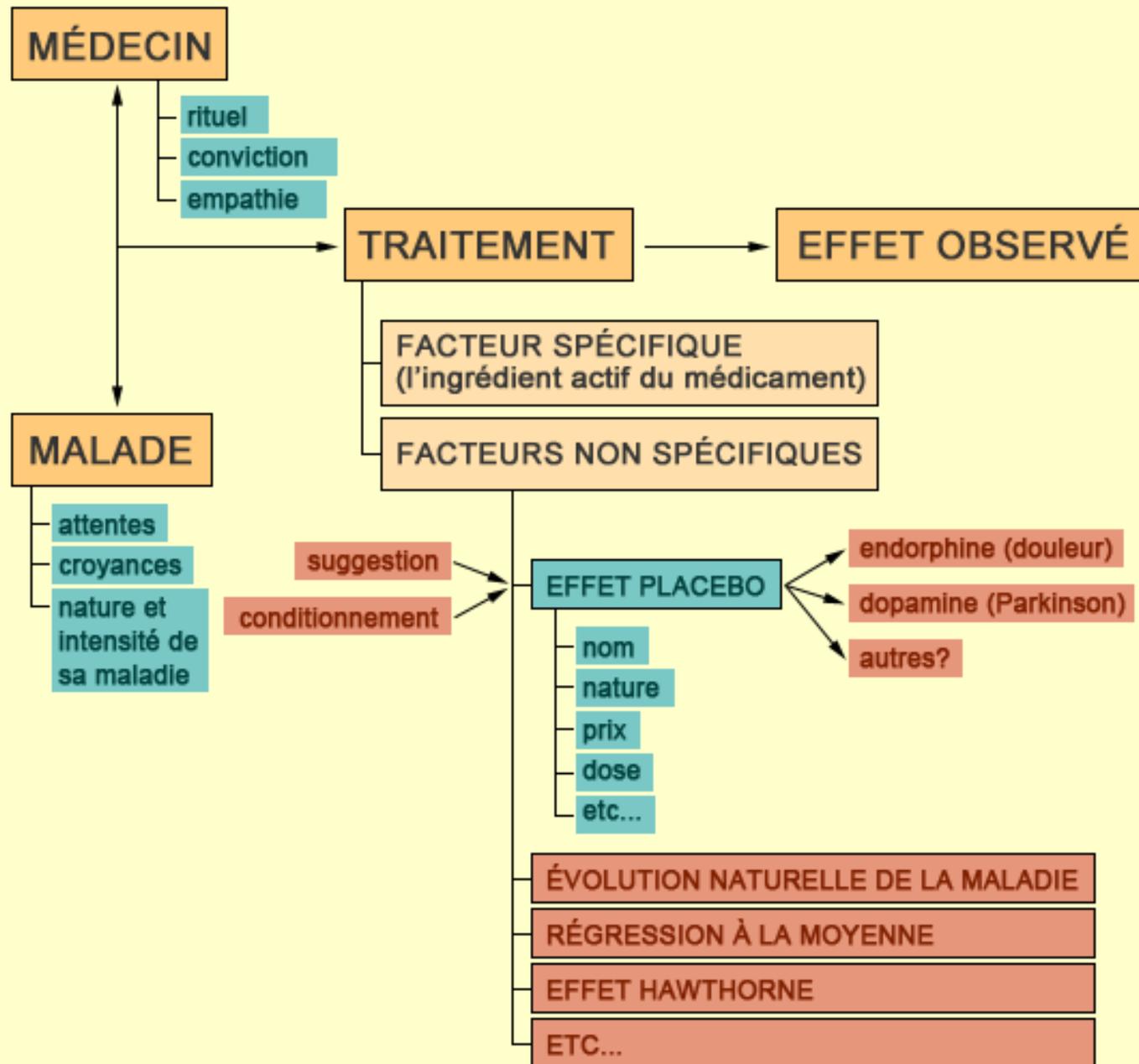
→ Les enfants particulièrement sujet à l'effet placebo (le band-aid...)

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

Entre autres sur l'étude de Irving Kirsch (qui est dans le documentaire) démontrant qu'avec les antidépresseurs, 75% des gens souffrant de dépression (« mild ») vont mieux,

**mais qu'on peut obtenir ce même taux de 75 % avec des pilules placebos !**



# Plan :

Bref survol de différents exemples de cet aspect **incarné** de notre cognition.

## 1) Cerveau – Corps

Intro

Cerveau câblé et cerveau hormonal

Complémentarité du système nerveux, hormonal et immunitaire  
(l'exemple du stress et de l'effet placebo)



## 2) Cerveau – Corps – Environnement

Intro

Affordances

Les représentations pragmatiques

La prise de décision





**(Cerveau) – Corps – d'un organisme VIVANT**  
dans un **Environnement** qui tend à détruire sa structure





...parce que le désordre (ou entropie) croît à l'échelle de l'univers.

Les systèmes vivants peuvent créer de l'ordre localement...



Dans un système **isolé** comme l'univers, l'énergie se conserve (1<sup>er</sup> principe de la thermodynamique)

Et...

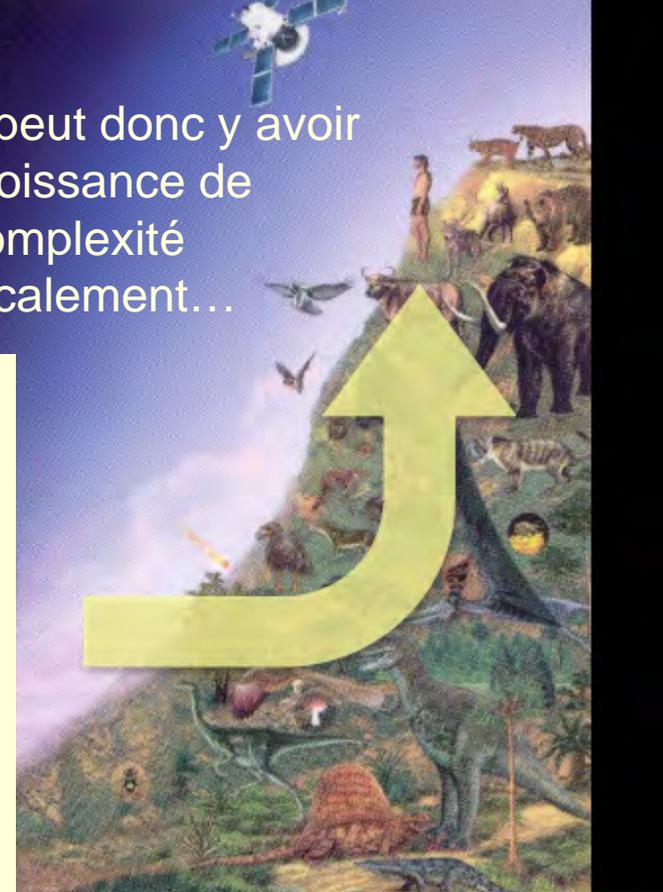
l'énergie se dissipe, se dégrade, sous forme de chaleur  
(entropie croissante)

(2<sup>e</sup> principe de la thermodynamique)





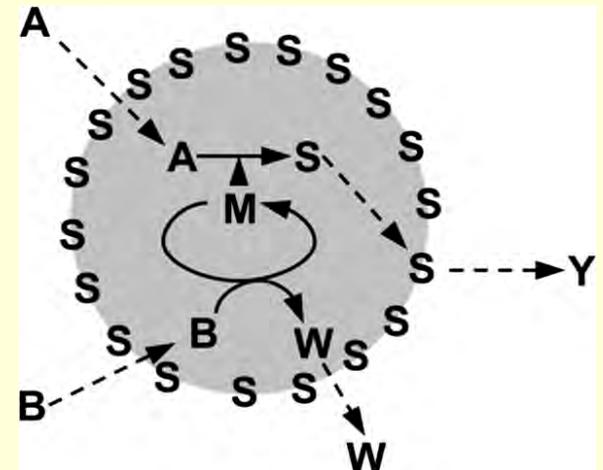
Il peut donc y avoir croissance de complexité localement...



...parce qu'il continue d'y avoir croissance du désordre à l'échelle de l'univers.

Et cette complexité va pouvoir croître dans ce qu'on appelle des **systèmes ouverts**,

c'est-à-dire qui peuvent échanger de la matière et de l'énergie avec le milieu extérieur.



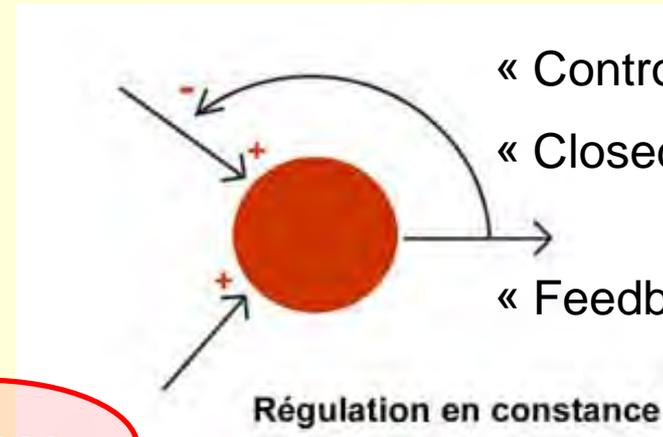




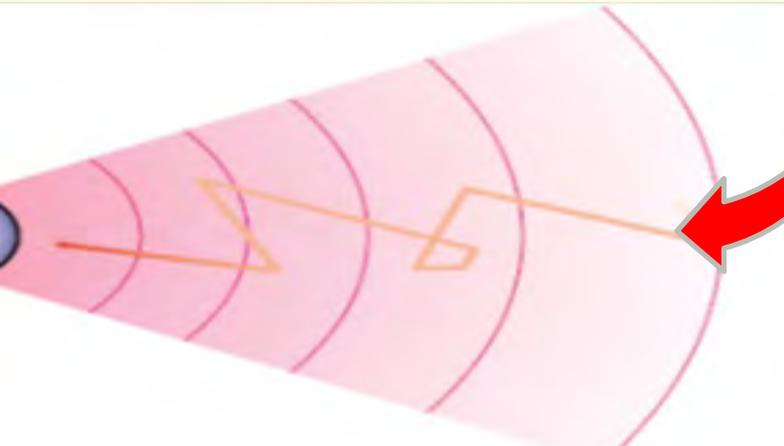
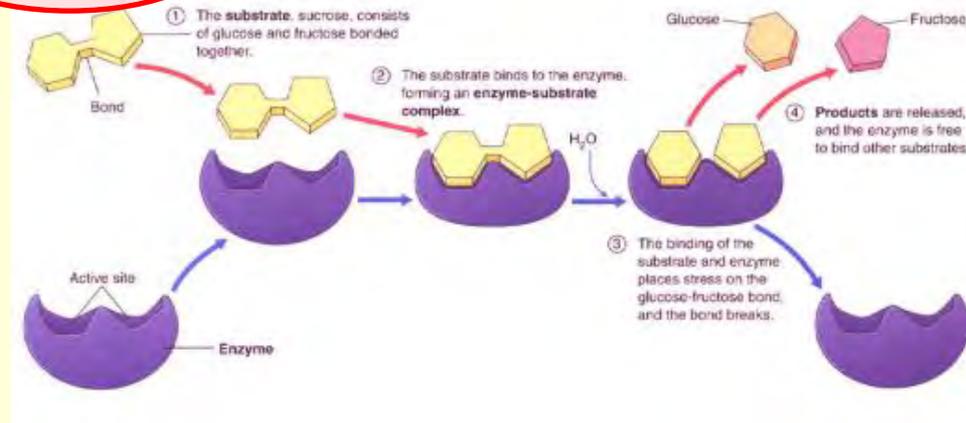
# « Comportement » :

peut être pensé comme une autre **boucle de contrôle**,  
mais à l'extérieur de l'organisme cette fois !

(plutôt que comme un « input-output process »)



sucrose

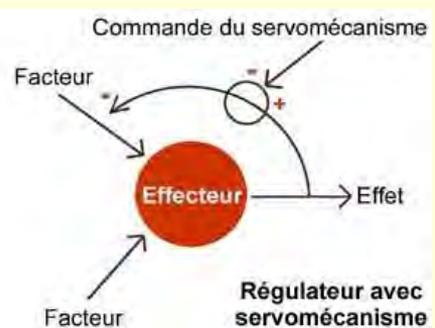
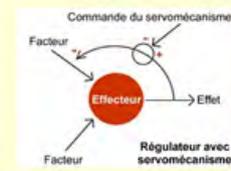
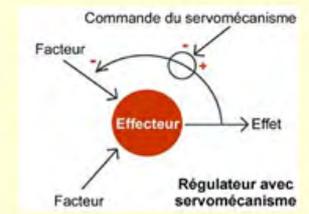
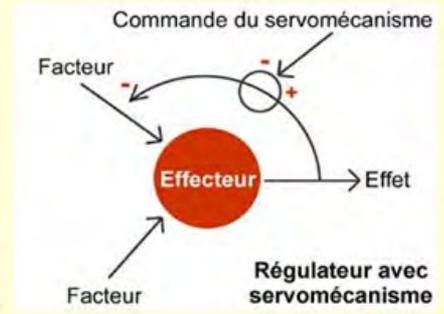
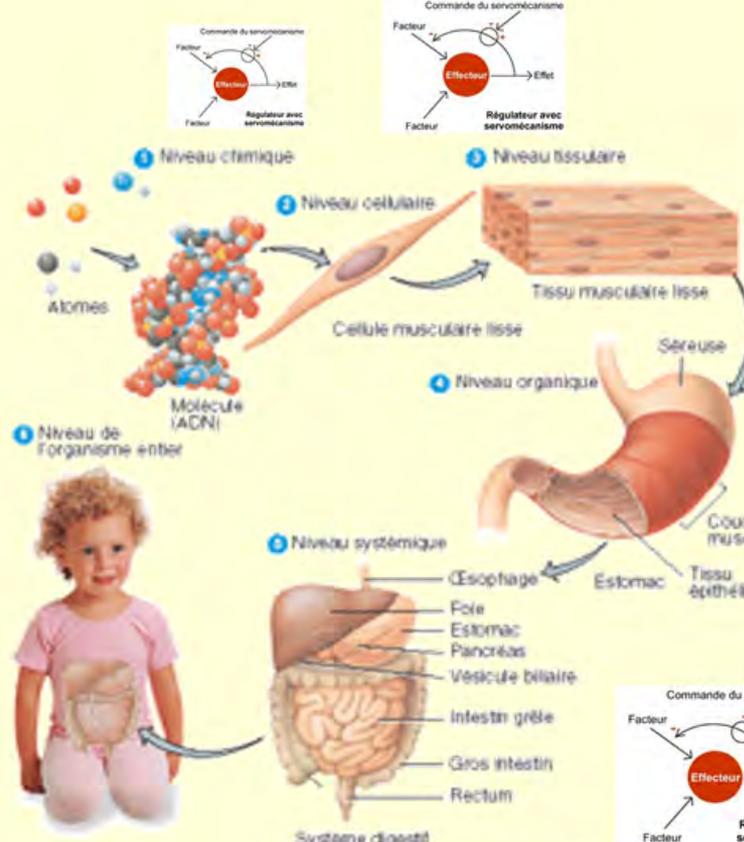


Donc des boucles de rétroaction **internes** dans le corps

et **externes** à l'extérieur du corps !

« rester à 30 cm de la roue d'en avant... »

Applique frein, accélère, applique frein, accélère, etc.



Et ce sont ces boucles de rétroaction,

à la fois à l'**intérieur** du corps  
et à l'**extérieur** de celui-ci

(on va alors parler de  
« couplage » avec l'environnement),

qu'on va explorer aujourd'hui.



Parce que voir les choses ainsi a un pouvoir explicatif plus grand  
que la vision du **cognitivism**

(où les organismes vivants sont vus comme de simples agents  
**traitant des inputs d'un monde extérieur indépendant d'eux-mêmes**).

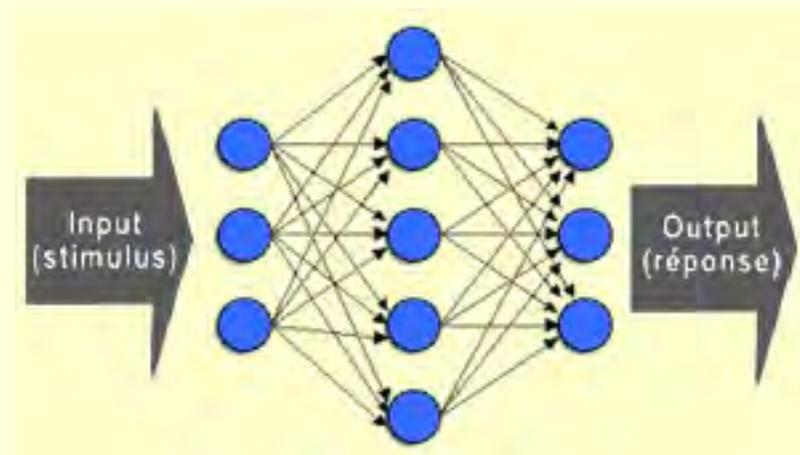
Car les théories de la cognition **incarnée et située** sont apparues en réaction à certains aspects du **cognitivism**

Non seulement parce que les deux étaient totalement **désincarnés**,

mais aussi parce qu'ils s'en remettent tous deux à la **notion de représentation**.



et du **connexionnisme**



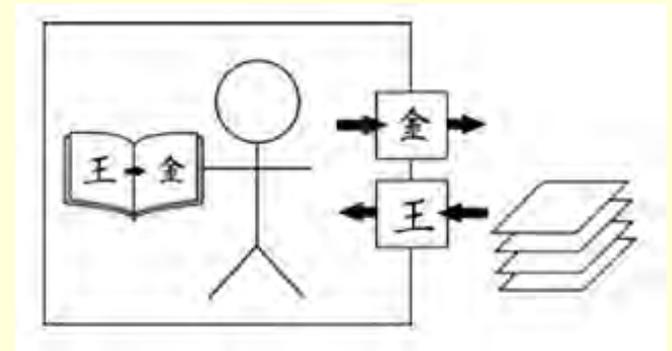
Cette vision suppose que **toute la cognition** (raisonner, planifier, se souvenir, etc) **se fait exclusivement dans le cerveau** en manipulant des représentations.

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

Cette séparation entre le corps, cerveau et environnement amène des **problèmes** :

Un premier problème concerne la **provenance** (ou de **l'ancrage**) de la **signification**

(voir la fameuse expérience de pensée de la **chambre chinoise**)



La cognition incarnée et située résout ce problème naturellement :

cette signification ne peut provenir que de **l'environnement** au sens large, incluant le **corps**.

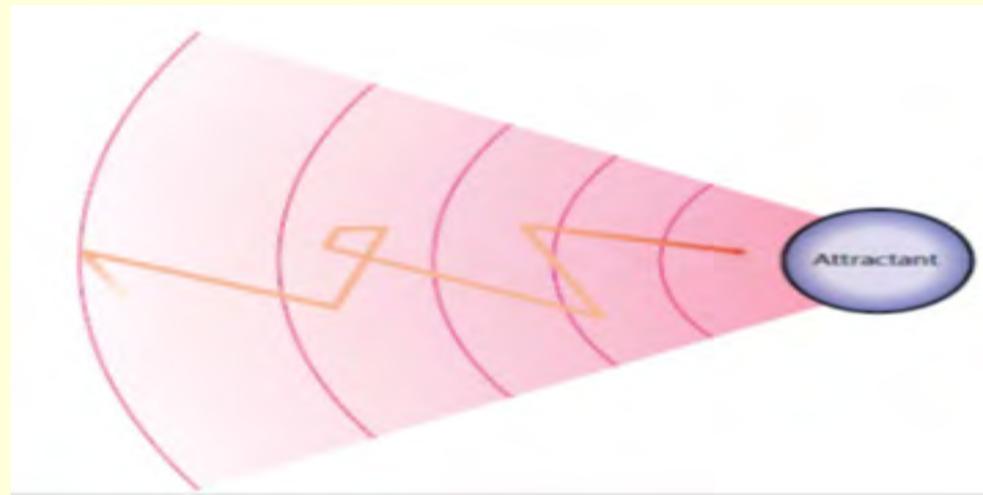
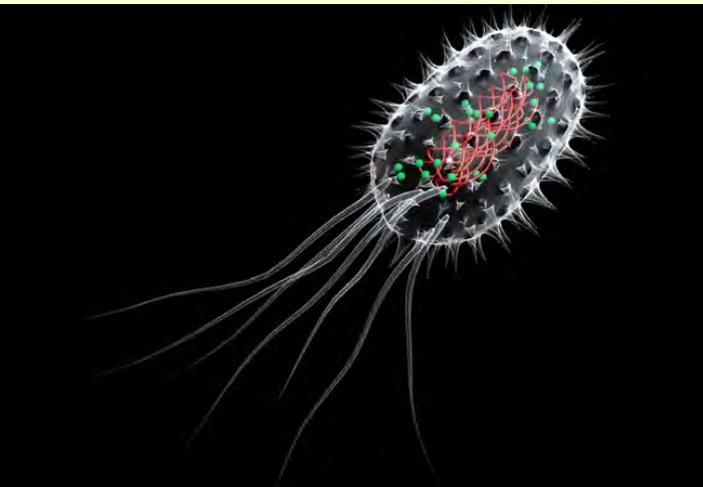
On peut prendre l'exemple d'une bactérie mobile qui nage dans un milieu aqueux en remontant un **gradient de sucrose**.

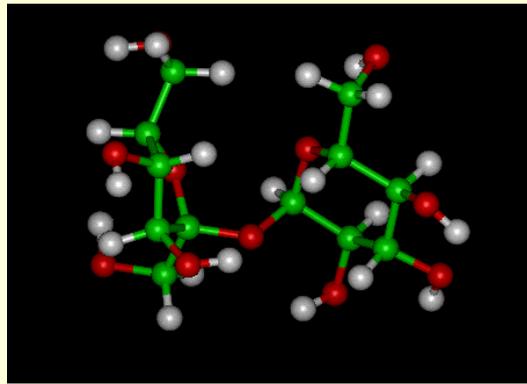
La bactérie nage au hasard jusqu'à ce qu'elle sente le gradient de molécules de sucre, grâce à des récepteurs sur sa membrane.

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 influence comment elle bouge.





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 par rapport à un organisme qui peut l'utiliser **pour maintenir l'organisation de sa structure**

(et donc contre le 2<sup>e</sup> principe de la thermodynamique, l'entropie)

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**

(ou, comme on le verra dans un instant avec les affordances, des **interactions possibles** d'un organisme avec son environnement)

La signification et la valeur des choses ne préexistent donc pas dans le monde physique, **mais sont** mises de l'avant (ou « **énactés** ») par les organismes.

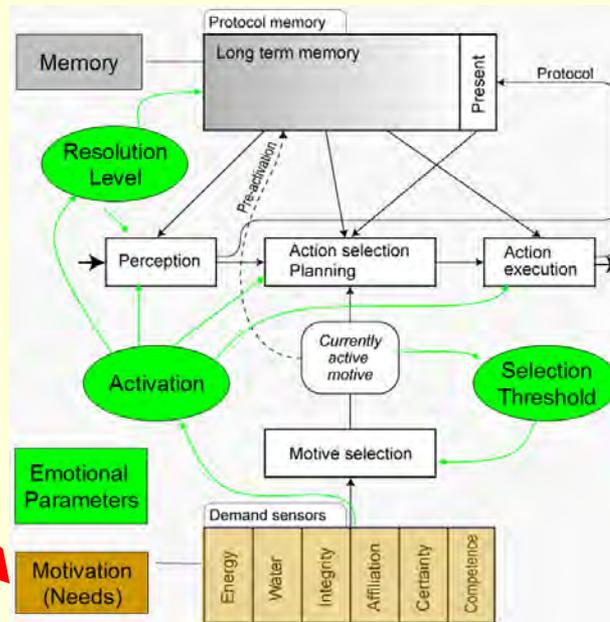
C'est pourquoi on peut dire que **vivre**, par définition, est un **processus créateur de sens.**

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

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



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

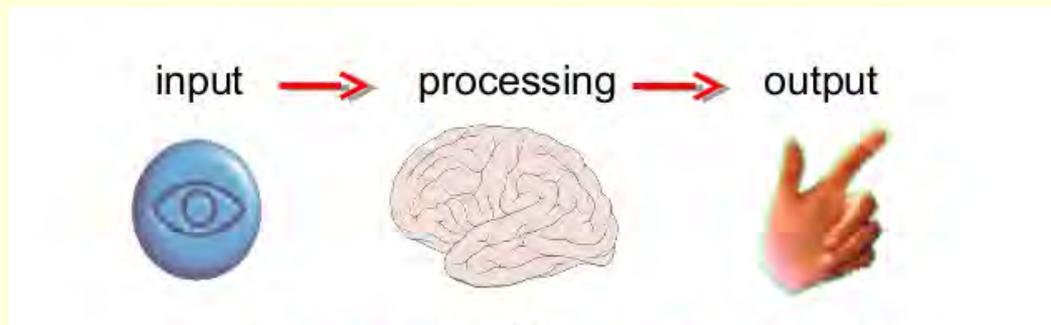


Sans expliquer vraiment à quoi répond véritablement ce besoin lié au fait d'être un organisme vivant avec un corps à maintenir en vie.

La séparation entre le corps, cerveau et environnement du paradigme cognitivist amène aussi **d'autres problèmes**.

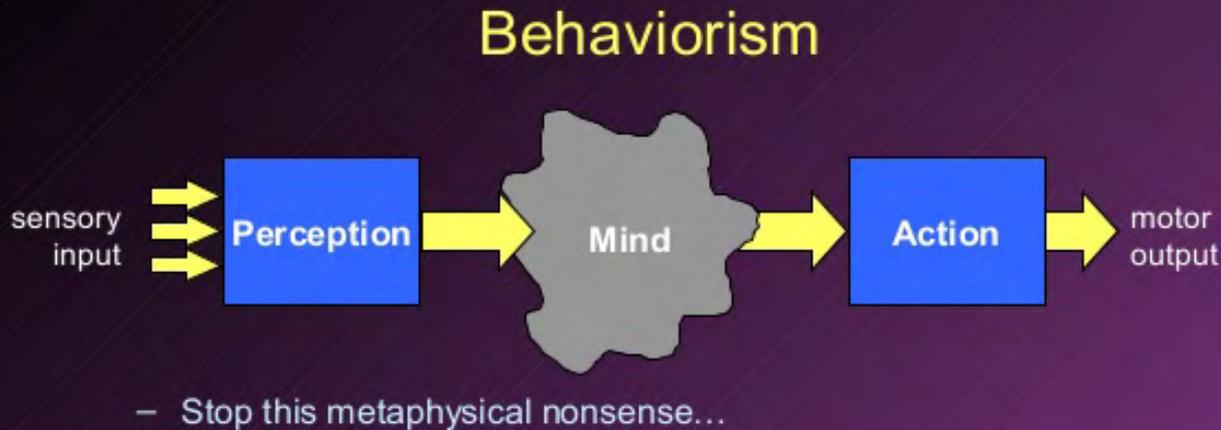


Notamment parce qu'il compare l'esprit à un ordinateur.



Autrement dit, ce qui fonde plus ou moins explicitement le cognitivisme, c'est encore le **vieux schéma cartésien** « perception → esprit → action ».

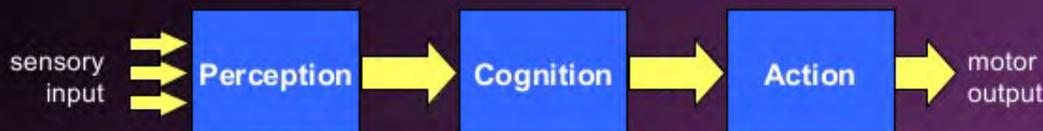
À la différence près que, comme l'esprit n'a plus la cote depuis le behaviorisme c'est la « **cognition** » qui l'a remplacé dans le même schéma...



“the classical sandwich model of the mind”

- Susan Hurley

### Psychological architecture for behavior



(Source de ces diapos : Paul Cisek  
<http://www.slideshare.net/BrainMolecul>  
[eMarketing/uqam2012-cisek](http://eMarketing/uqam2012-cisek) )

• Some observations:

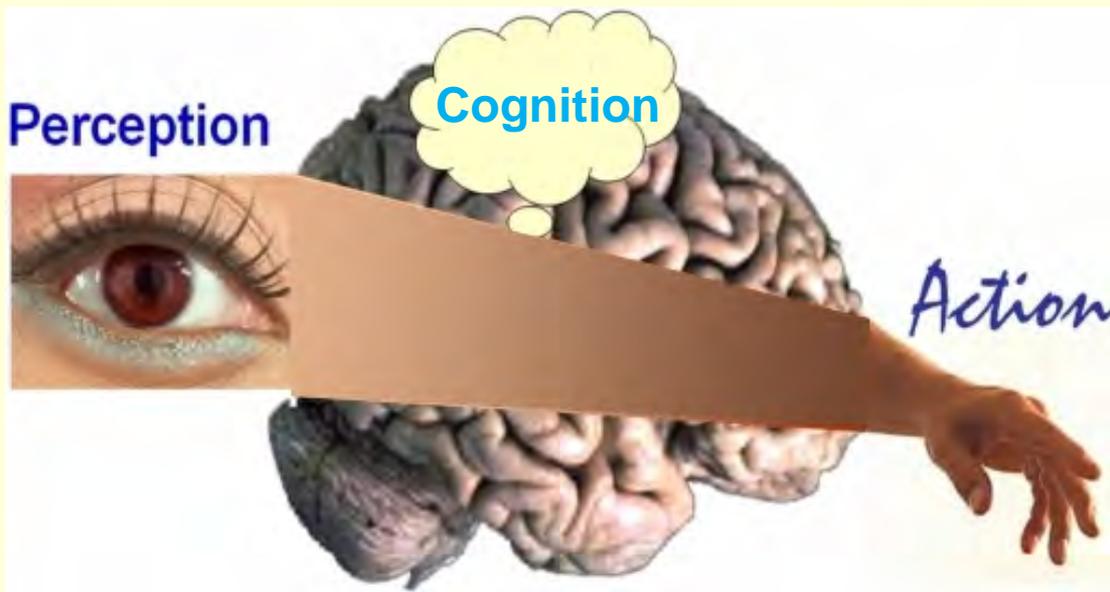
# Behavior

## Perception

## Cognition

## Action

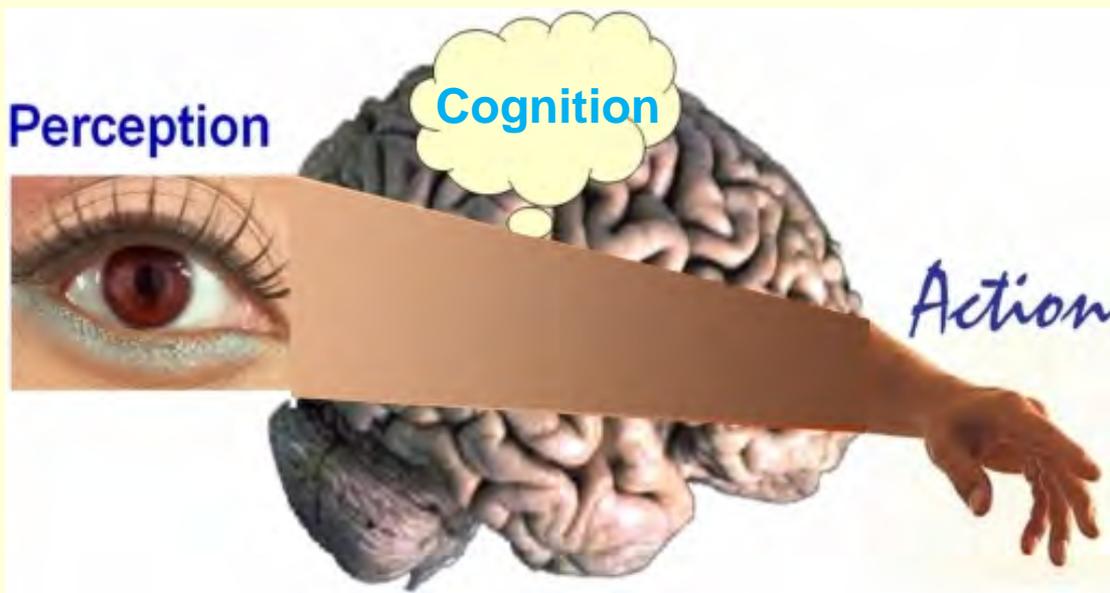




« → **décision**

→ **préparation  
du mouvement**

→ ***action***

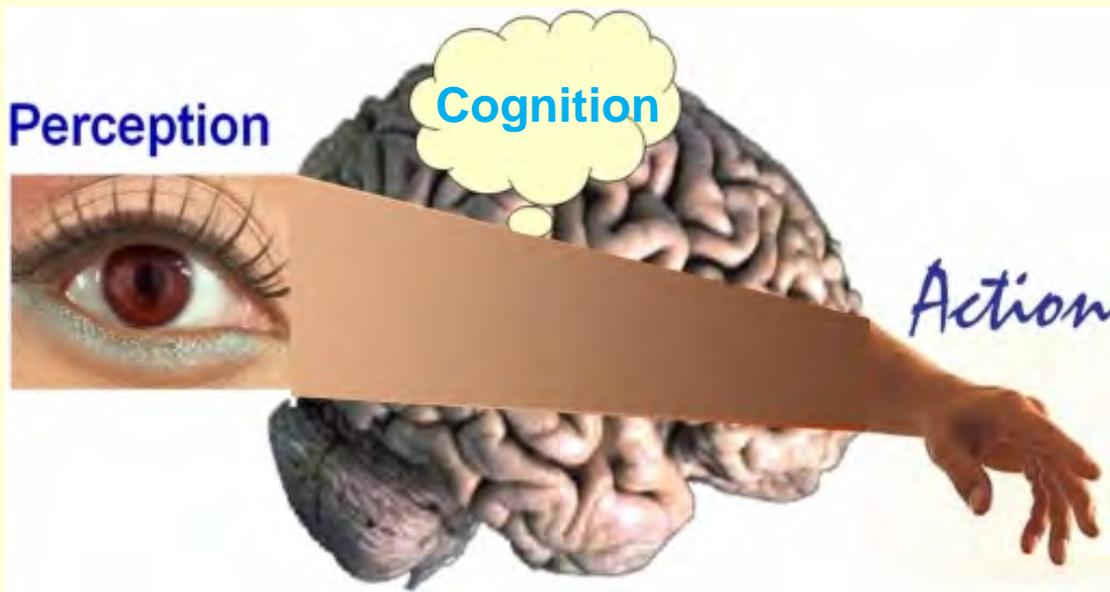


On va voir  
que c'est la  
logique  
inverse qui  
prévaut !

« → décision

→ préparation  
du mouvement

→ *action*



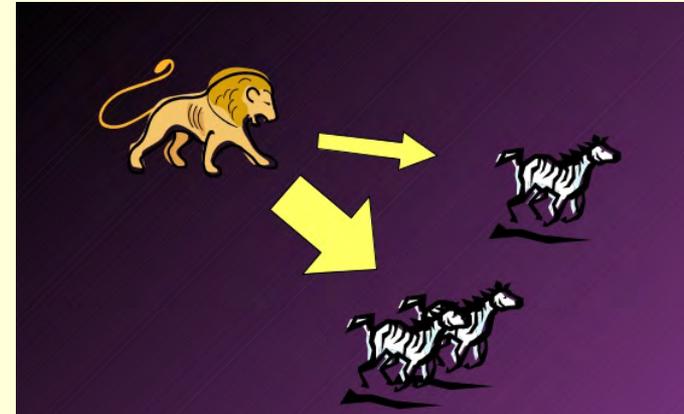
« → décision

→ préparation  
du mouvement

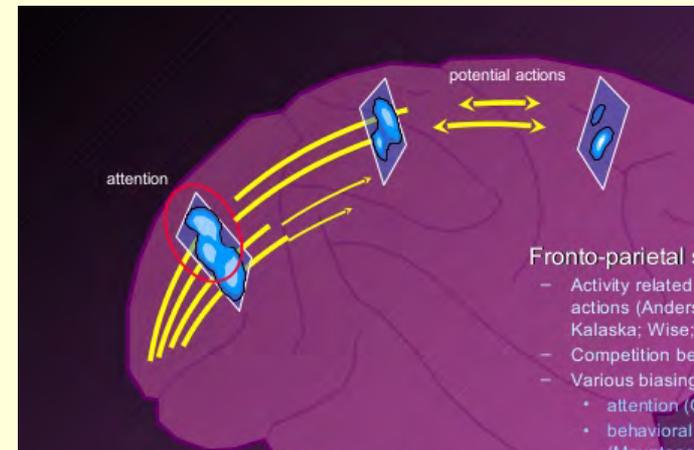
→ *action*

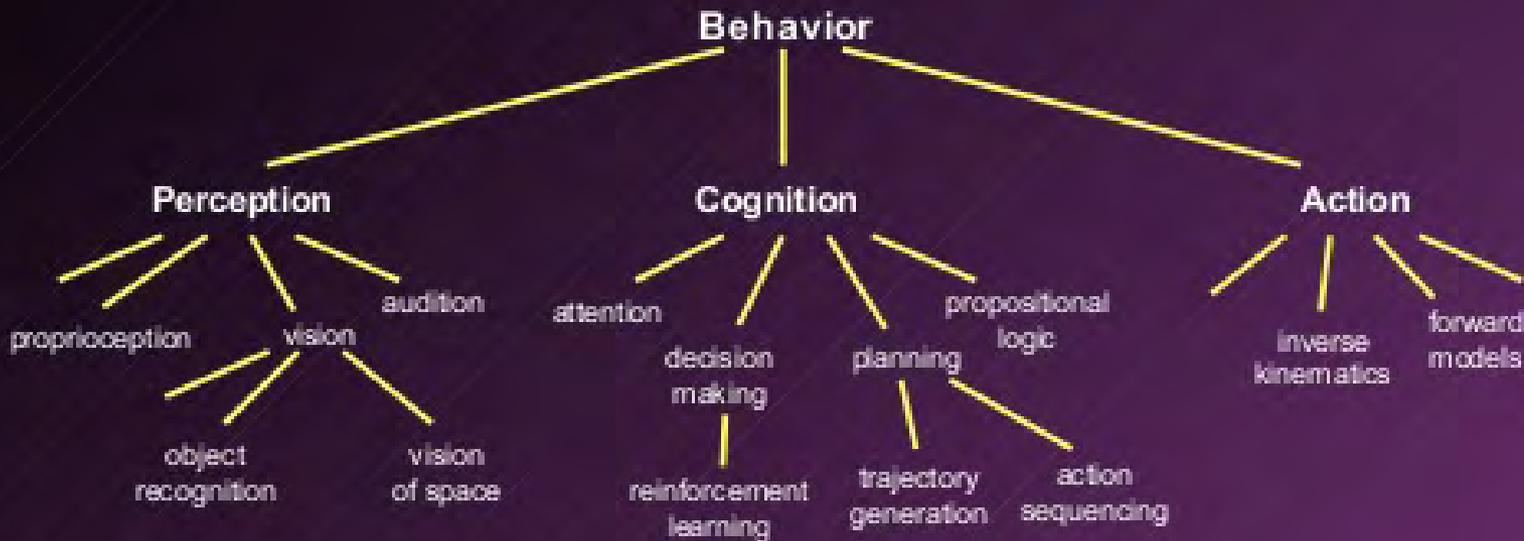
Comment en arrive-t-on  
à cette conclusion ?

Actions **spécifiées**  
par les affordances  
(« préparation »)



Actions **sélectionnées**  
par la compétition  
neuronale (« décision »)

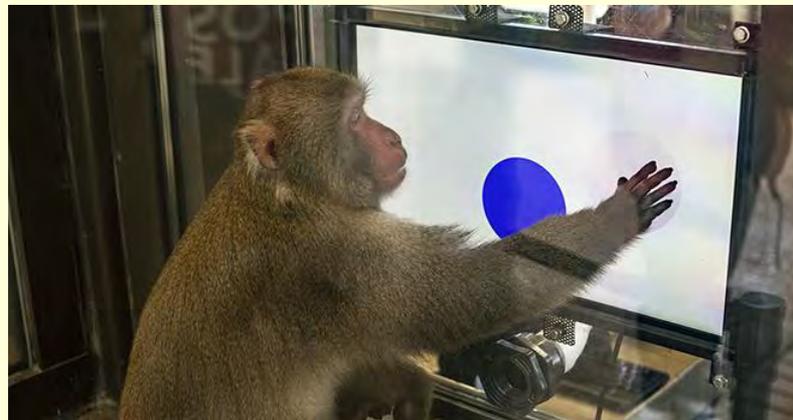




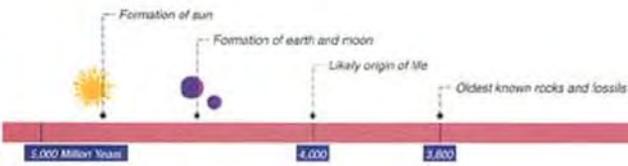
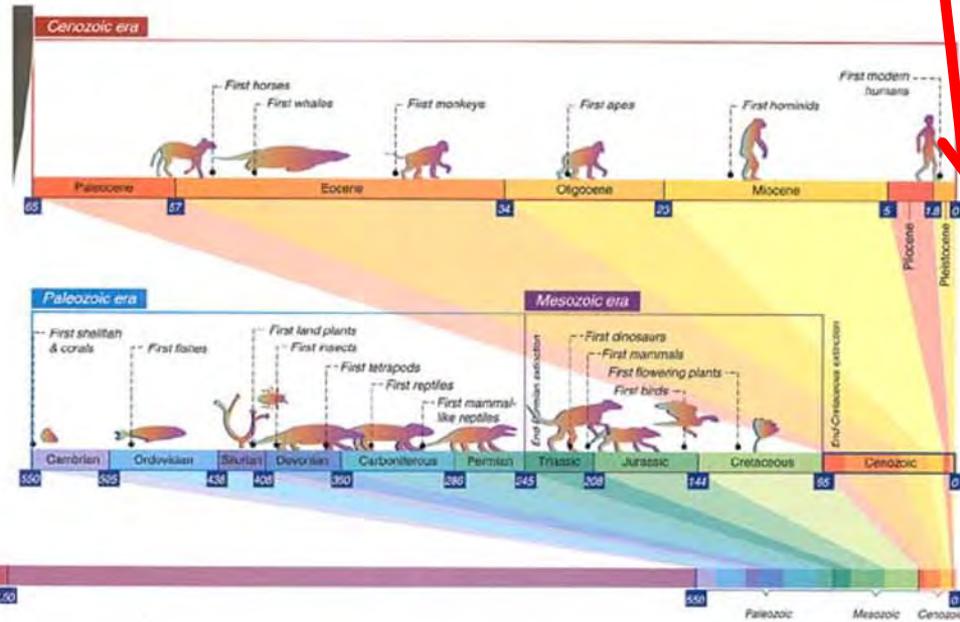
Bien sûr, certaines données expérimentales appuient ce schéma.

Le problème, c'est que bien souvent les tâches en laboratoire sont conçues en fonction de ce schéma...

(qui fragmente le temps en différents essais, empêchent la rétroaction de l'action effectuée sur la suite, etc.)

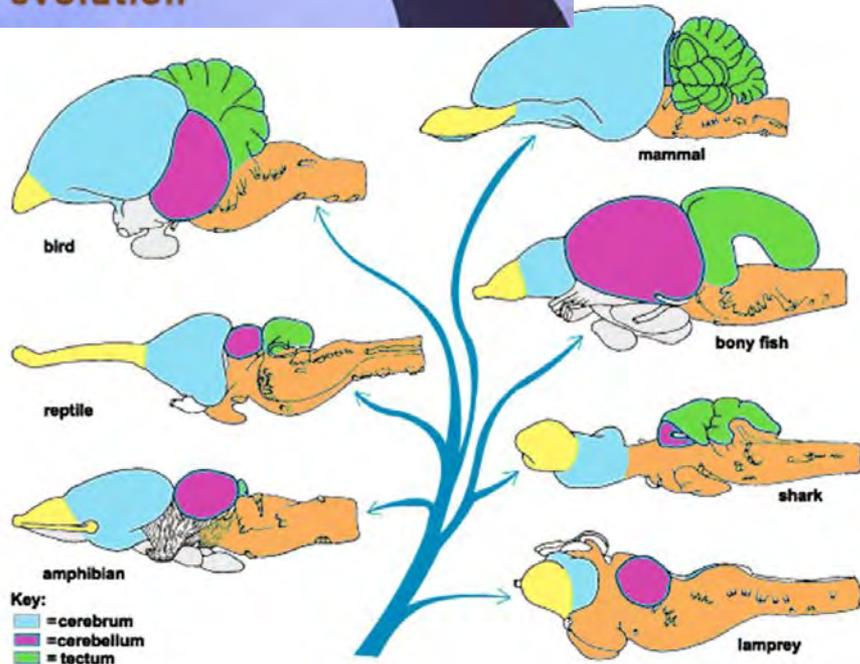


...et non en fonction de processus en temps réel dans un environnement naturel.

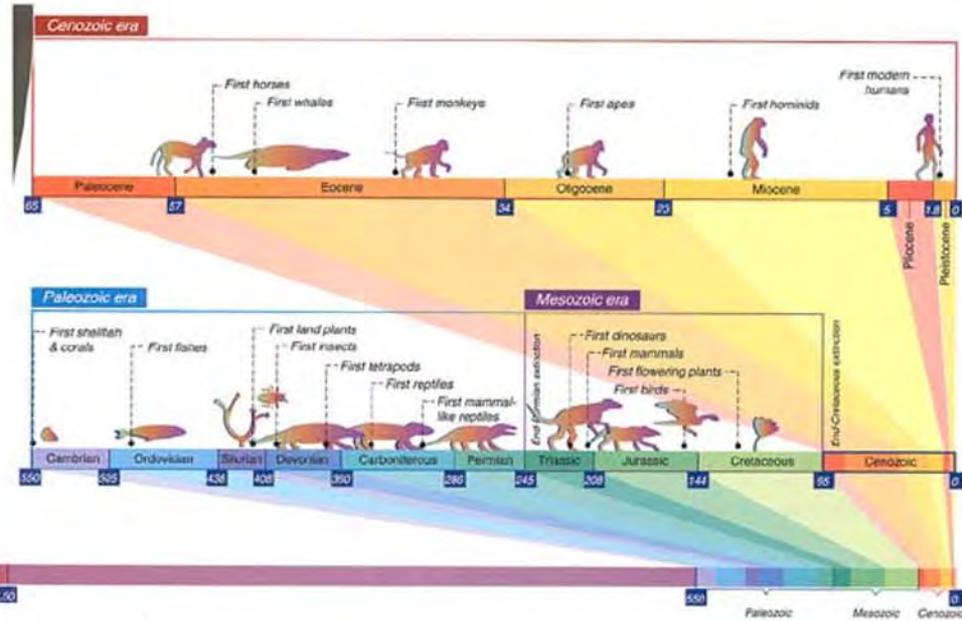




# Notre cerveau, bricolage de l'évolution



Bitzpress.fr



# Plan :

Bref survol de différents exemples de cet aspect **incarné** de notre cognition.

## 1) Cerveau – Corps

Intro

Cerveau câblé et cerveau hormonal

Complémentarité du système nerveux, hormonal et immunitaire  
(l'exemple du stress et de l'effet placebo)



## 2) Cerveau – Corps – Environnement

Intro

**Affordances**

Les représentations pragmatiques

La prise de décision



Car pour survivre dans un environnement, il faut pouvoir **percevoir** cet espace, et puis s'y **déplacer** pour trouver des ressources.

Or avec le paradigme cognitiviste qui a dominé pratiquement toute la 2e moitié du XXe siècle, les **système perceptuels et moteurs** n'étaient considérés que **comme des dispositifs d'entrée et de sortie périphériques**

et on n'en tenait pas compte pour comprendre les processus cognitifs **“centraux”**.



Or un peu comme **Piaget** qui avait souligné l'importance des habiletés sensorimotrices dans le développement de l'enfant,



**James J. Gibson**, qui travaille sur la perception visuelle durant les années 1970, va mettre l'emphase sur ce qu'il va nommer les "affordances",

c'est-à-dire les **occasions d'interactions** potentielles avec l'environnement.



Figure 5: Tree affordance to bird, person, monkey, and squirrel

« **L'approche écologique** » de la perception visuelle que Gibson va développer va commencer à remettre en question le cognitivisme et tout le traitement symbolique abstrait qui vient avec.



Son aphorisme :

"Ask not what's inside your head, but what your head's inside of"

renvoie à l'importance qu'il accorde à **l'environnement** ou la **niche écologique** d'un organisme.

Ecological psychology

[https://en.wikipedia.org/wiki/Ecological\\_psychology](https://en.wikipedia.org/wiki/Ecological_psychology)

# Affordance



[Source: raffurniture.co.uk](http://raffurniture.co.uk)



[Source: blackrocktools.com](http://blackrocktools.com)

Affordance refers to the **actual** and **perceived** attributes of a product or process that suggest its uses

Design for ALL

50

Car pour Gibson ce ne sont pas tant les sensations en provenance des objets qui importent, mais les possibilités d'action, ou “**affordances**”, que suggèrent à un organisme donné tel ou tel objet ou aspect de son environnement.

# Affordance



[Source: raftfurniture.co.uk](http://source:raftfurniture.co.uk)

[Source: blackrocktools.com](http://source:blackrocktools.com)

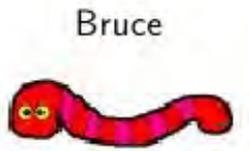
Affordance refers to the **actual** and **perceived** attributes of a product or process that suggest its uses

Design for ALL

50



Gibson



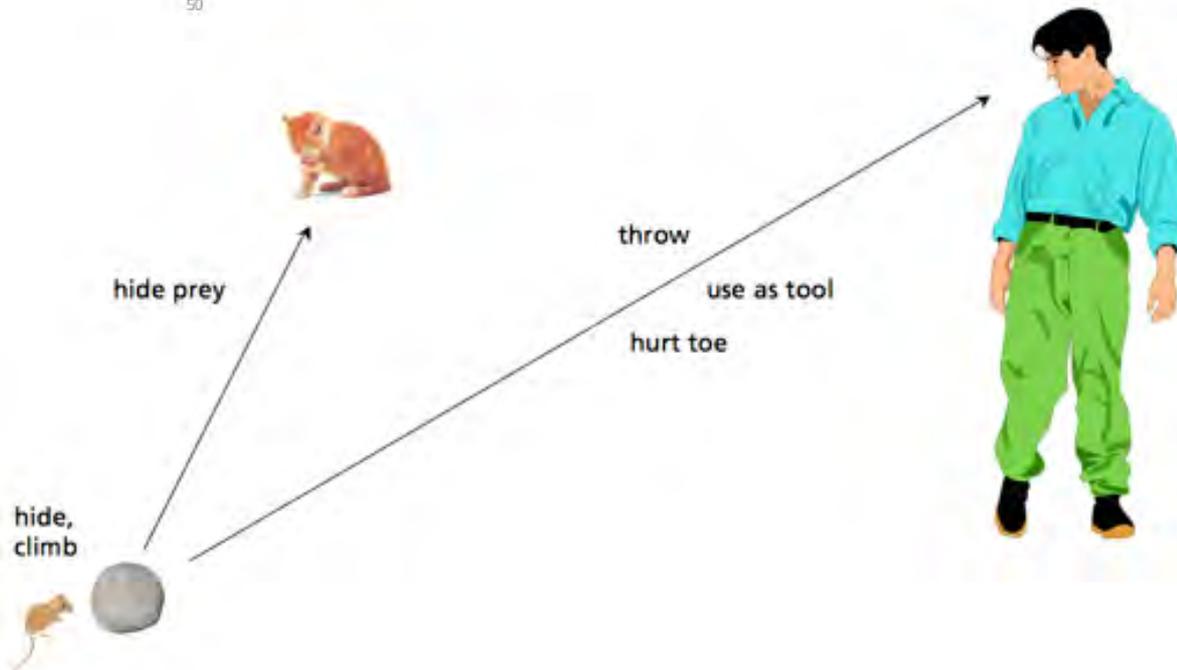
Bruce



Environment

Nutrition

Housing



## Pour Gibson :

- un organisme et son environnement sont donc **inséparables**;
- beaucoup de ce que fait l'être humain avec sa technologie et ses connaissances transmises culturellement est de créer **davantage d'affordances** que dans un environnement naturel (exemple : ce qu'on fait en camping, escalier dans pente trop abrupte, etc.);
- il y a donc aussi des **affordances culturelles** : notre comportement dépend souvent de ce que l'on perçoit des intentions des autres.
- Gibson disait : "**behavior affords behavior**". Dans le sens où si quelqu'un est gentil avec vous, cela vous porte à être gentil aussi, et l'inverse...

# Plan :

Bref survol de différents exemples de cet aspect **incarné** de notre cognition.

## 1) Cerveau – Corps

Intro

Cerveau câblé et cerveau hormonal

Complémentarité du système nerveux, hormonal et immunitaire  
(l'exemple du stress et de l'effet placebo)



## 2) Cerveau – Corps – Environnement

Intro

Affordances

Les représentations pragmatiques

La prise de décision



À la place de représentations descriptives,  
ceci suggère que l'on devrait avoir des **représentations pragmatiques**.

À la place de représentations descriptives,  
ceci suggère que l'on devrait avoir des **représentations pragmatiques**.

- Qui permettent d'interagir avec le monde
- Peuvent être implicites (pas besoin d'en avoir conscience)
- Peuvent avoir une composante subjective (notre degré de faim va moduler ce type de représentation)
- Bref, le concept clé : **affordances**

Where's the action?

## The pragmatic turn in cognitive science.

Engel AK, Maye A, Kurthen M, König P. (2013).

([http://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/abstract/S1364-6613%2813%2900071-5?\\_returnURL=http%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS1364661313000715%3Fshowall%3Dtrue](http://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/abstract/S1364-6613%2813%2900071-5?_returnURL=http%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS1364661313000715%3Fshowall%3Dtrue))

Certains n'hésitent pas à parler d'un « **tournant pragmatique** » en sciences cognitives :

- on s'éloigne des approches centrées sur les représentations
- et l'on va vers d'autres approches qui considèrent avant tout la cognition comme des habiletés impliquant l'interaction constante avec le monde extérieur.

Donc des processus cognitifs moins occupés à se faire des cartes du monde (sensées fournir par la suite les données pour la planification ou la résolution de problèmes)

qu'à **entrer directement en interaction avec lui grâce à des couplages sensori-moteurs.**



Au fond, ce qu'on propose ici c'est de **transformer toute la théorie de la cognition en une théorie de l'action !**

On peut ainsi considérer un aspect central de la cognition, la **prise de décision**, selon cette perspective des « représentations pragmatiques » et des affordances.

## The Pragmatic Turn

Toward Action-Oriented Views in  
Cognitive Science

EDITED BY  
Andreas K. Engel,  
Karl J. Friston, and  
Daniela Krüger



STRENGTHS FROM REPORTS

# Plan :

Bref survol de différents exemples de cet aspect **incarné** de notre cognition.

## 1) Cerveau – Corps

Intro

Cerveau câblé et cerveau hormonal

Complémentarité du système nerveux, hormonal et immunitaire  
(l'exemple du stress et de l'effet placebo)



## 2) Cerveau – Corps – Environnement

Intro

Affordances

Les représentations pragmatiques

La prise de décision



Exemple de prise de décision typique pour le cognitivisme :

Quoi faire ?

« **sélection** » (ou décision)

Comment le faire ?

« **spécification** » (des commandes motrices appropriées)



**Traditionnellement, on conçoit la prise de décision de façon sérielle :**

Quoi faire ?

- 1) « sélection »** (ou décision)  
→ Peut prendre plusieurs minutes

Comment le faire ?

- 2) « spécification »** (des commandes motrices appropriées)



→ Peut prendre plusieurs minutes



→ Ou même des jours  
ou des mois...



→ Peut prendre quelques secondes



→ Ou dizaines de secondes



→ Peut prendre une seconde

→ Ou une fraction de seconde



Pour nombre de décisions simples et rapides,  
les données expérimentales  
**n'appuient pas le schéma classique :**

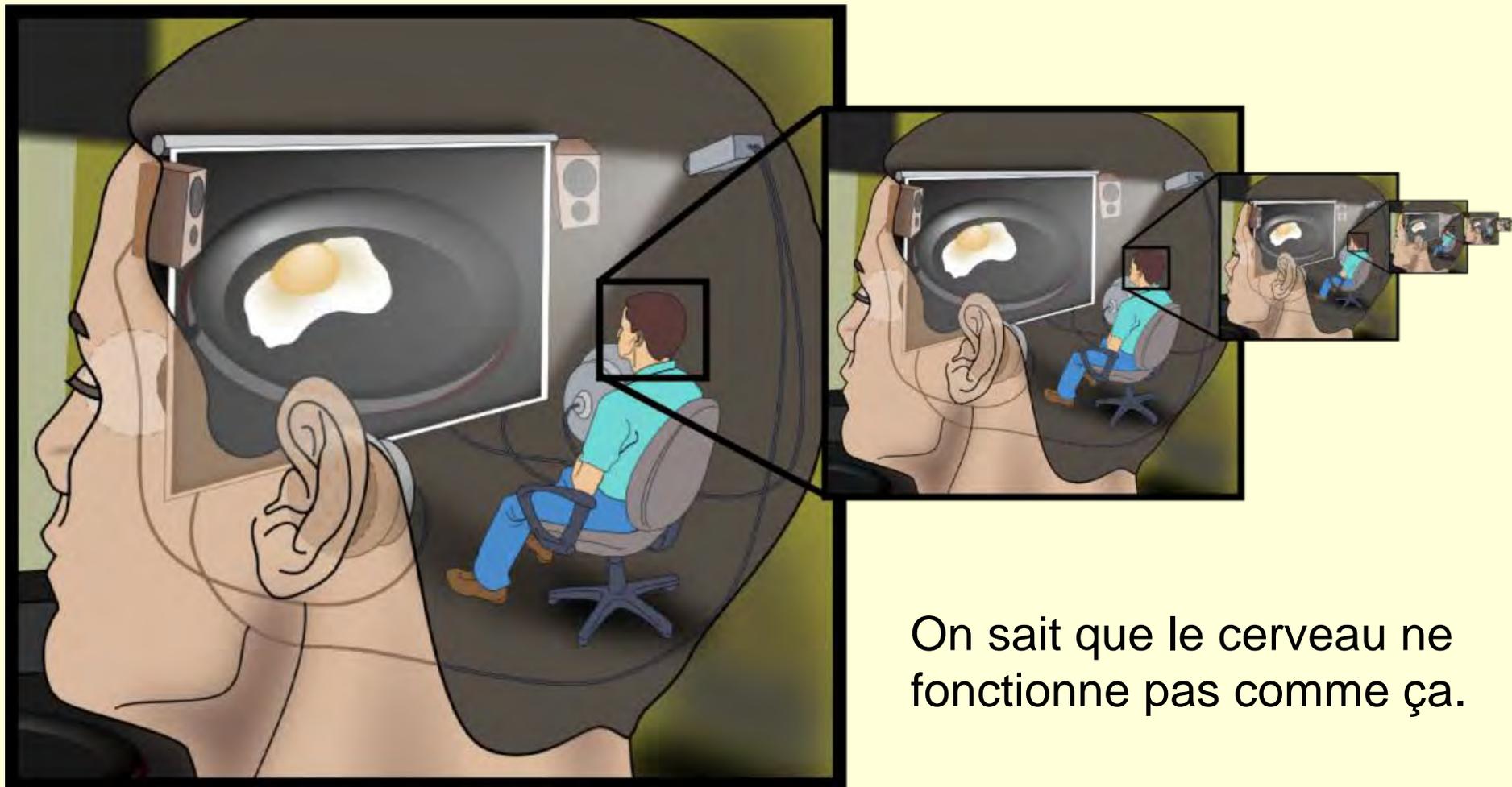
« décision →  
préparation du bon  
mouvement →  
action »



Car « qui » prend la décision ?

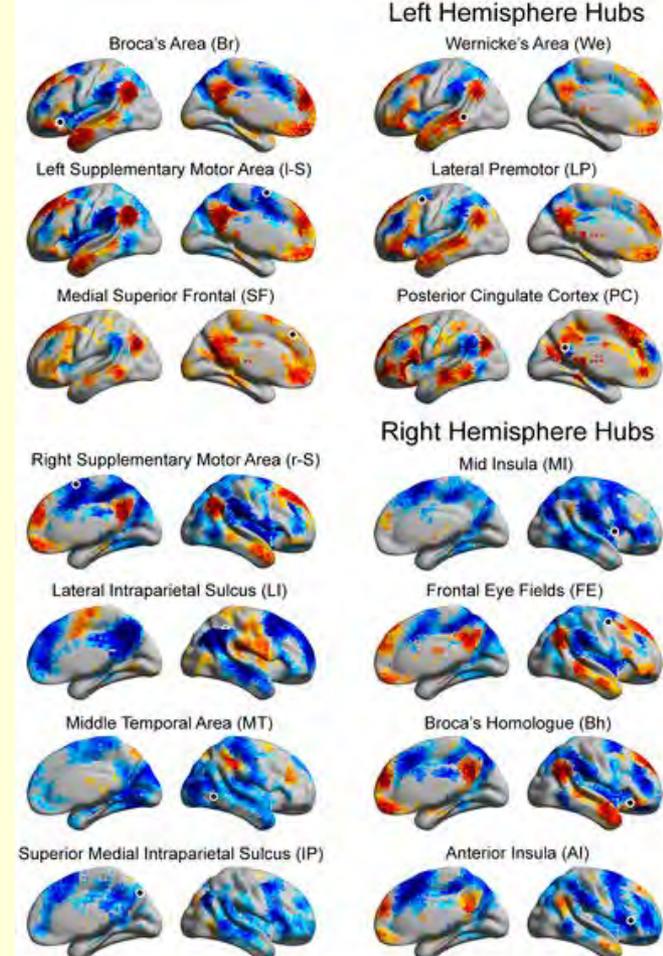
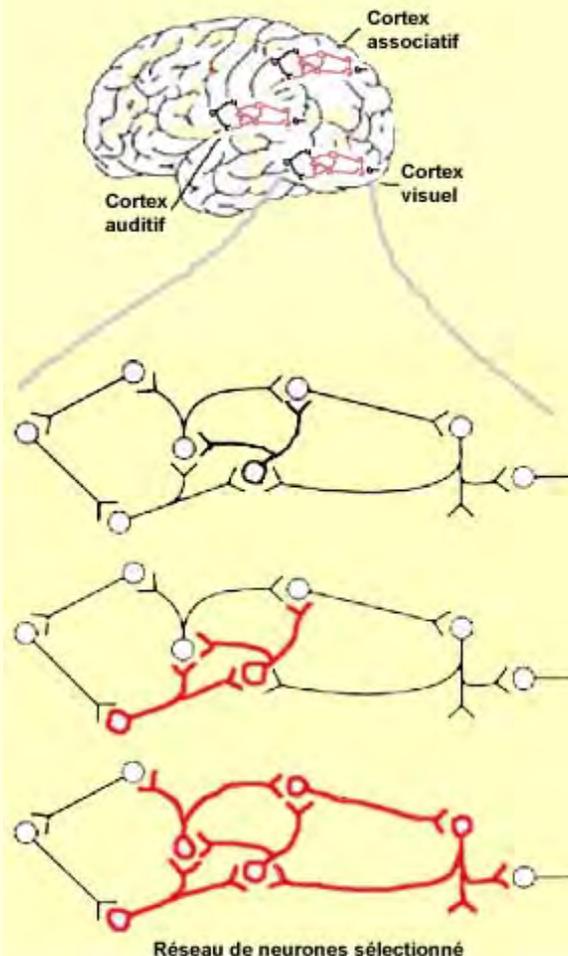
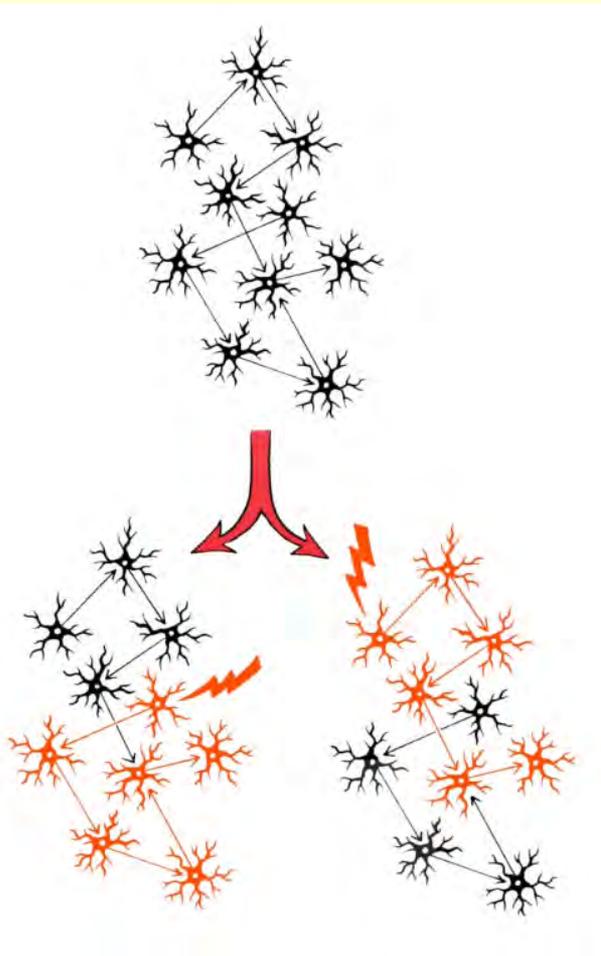
Un « centre de contrôle » ?

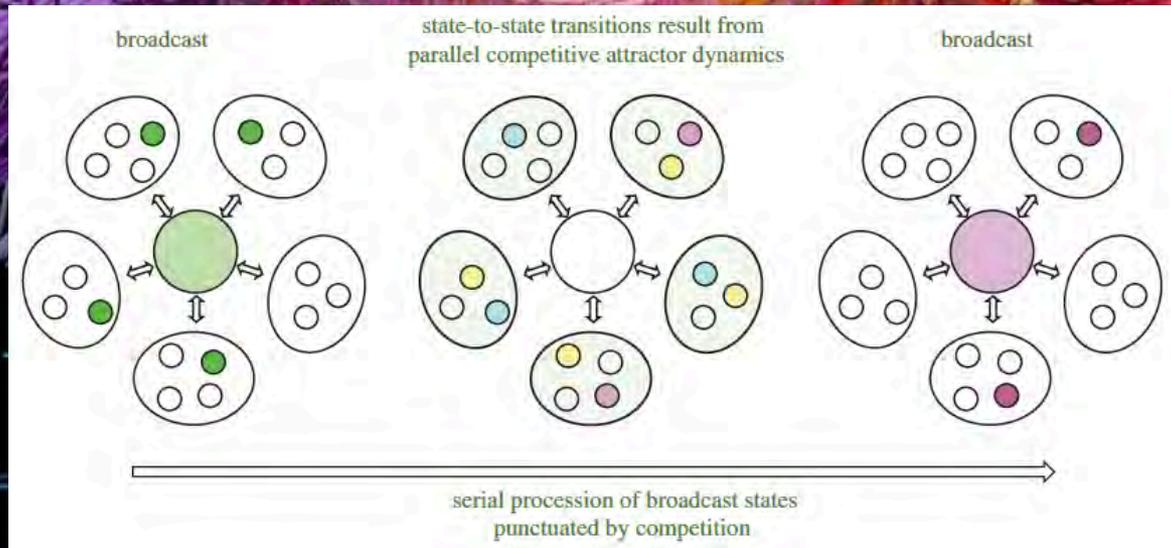
Alors régression à l'infini...



On sait que le cerveau ne fonctionne pas comme ça.

Rappelons que les oscillations et les synchronisations d'activité dans notre cerveau permettent la formation **d'assemblées de neurones transitoires** non seulement dans certaines structures cérébrales, mais dans des réseaux **largement distribués à l'échelle du cerveau entier.**

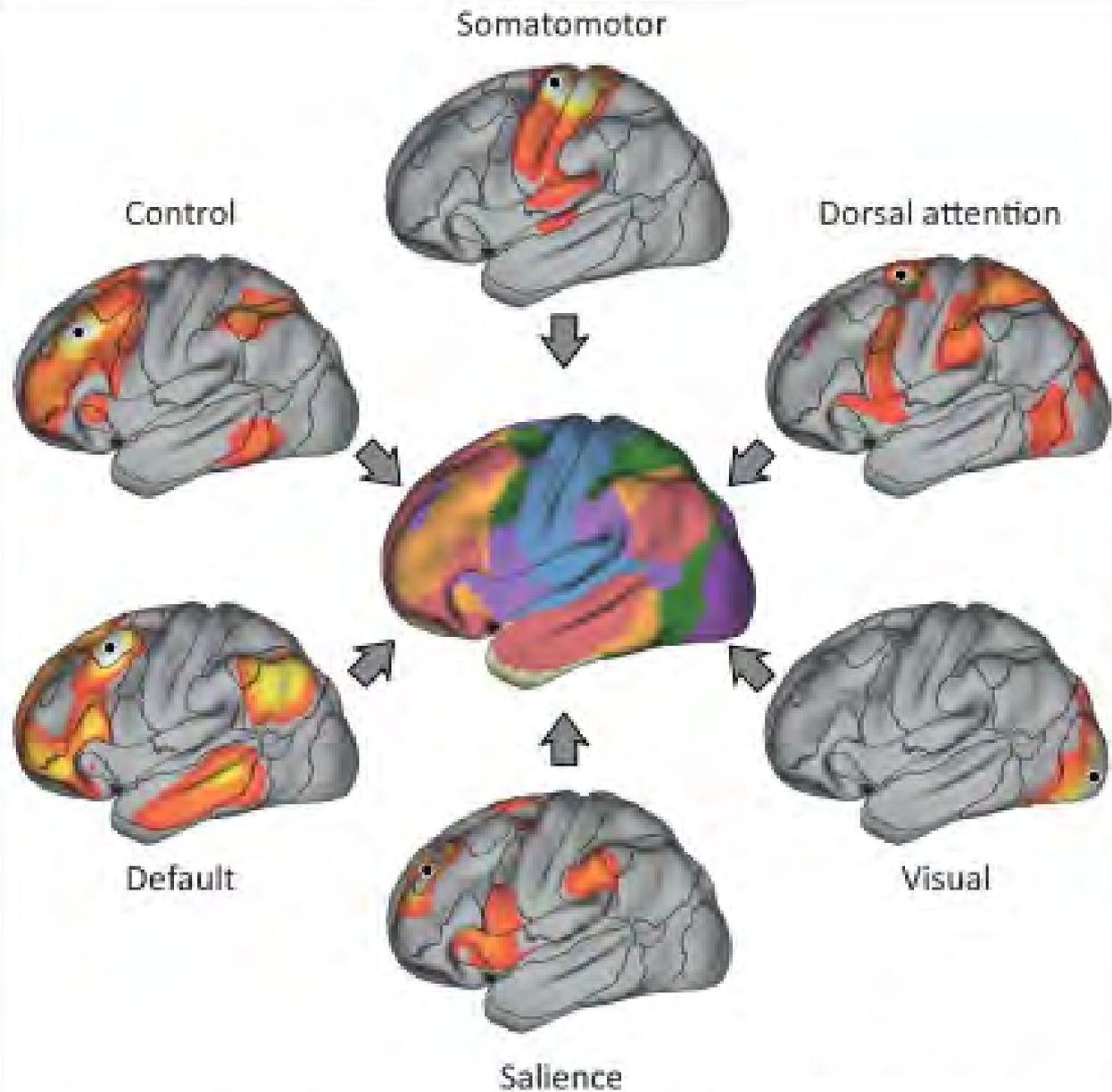




Hypothèse du « Connective core » (M. Shanahan)

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

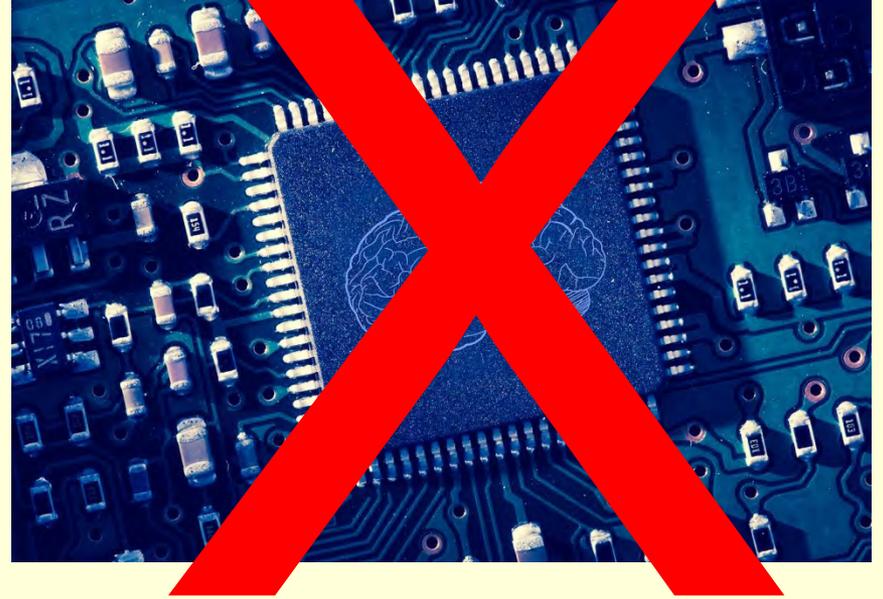
On a ainsi pu identifier plusieurs **réseaux** cérébraux à large échelle actifs dans différentes situations.



*TRENDS in Cognitive Sciences*



## Neuromythe à oublier



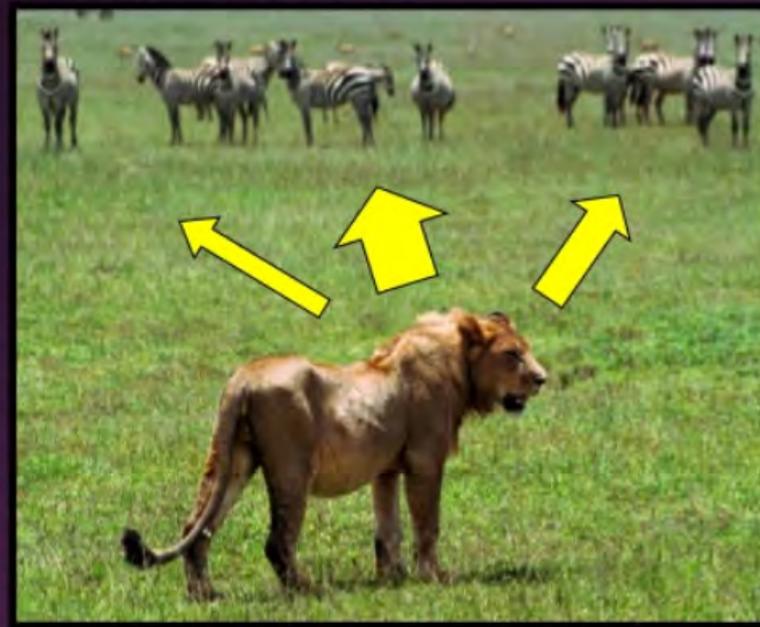
Il n'y a donc pas de  
« **centre de...** » quoi  
que ce soit dans le  
cerveau.

« **There is no boss in the brain.** »

- M. Gazzaniga

Comment sont prises les décisions alors ?

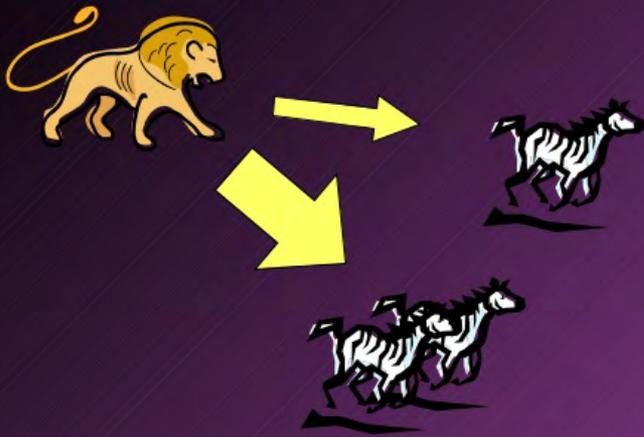
# Decision-making in the wild



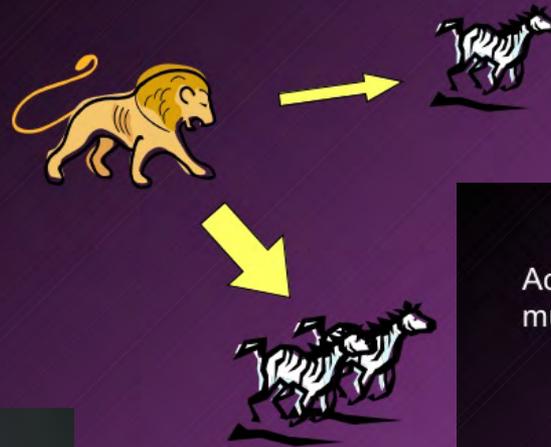
- The world presents animals with multiple opportunities for action (“affordances”)
- Cannot perform all actions at the same time
- Real-time activity is constantly modifying affordances, introducing new ones, etc.

**Paul Cisek Model - No "Decision" "Decision-Making"**

<http://www.slideshare.net/BrainMoleculeMarketing/uqam2012-cisek>

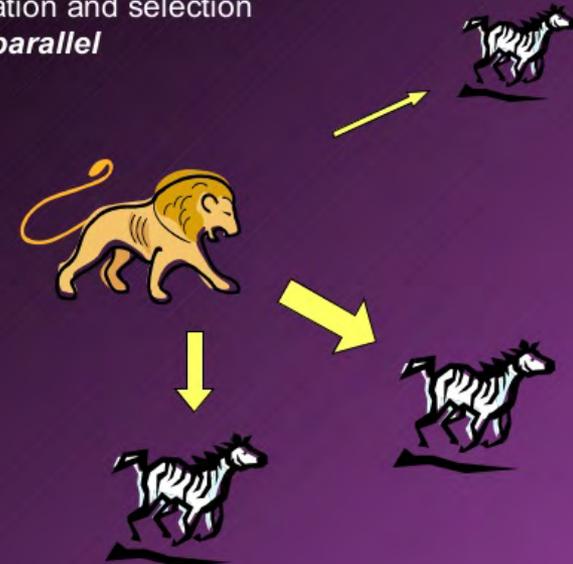


L'origine de la prise de décision c'est ça...



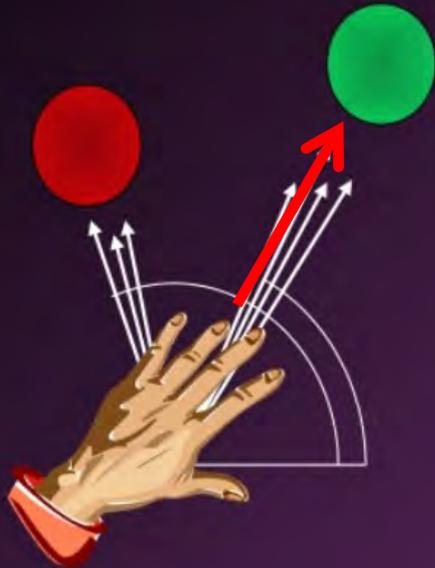
...et pas ça !

Action specification and selection must occur *in parallel*

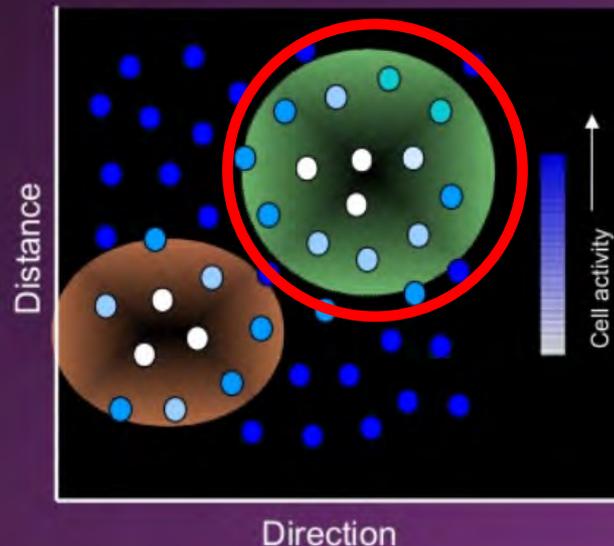


# Specification and selection in parallel

Et non en série !



A population of tuned neurons



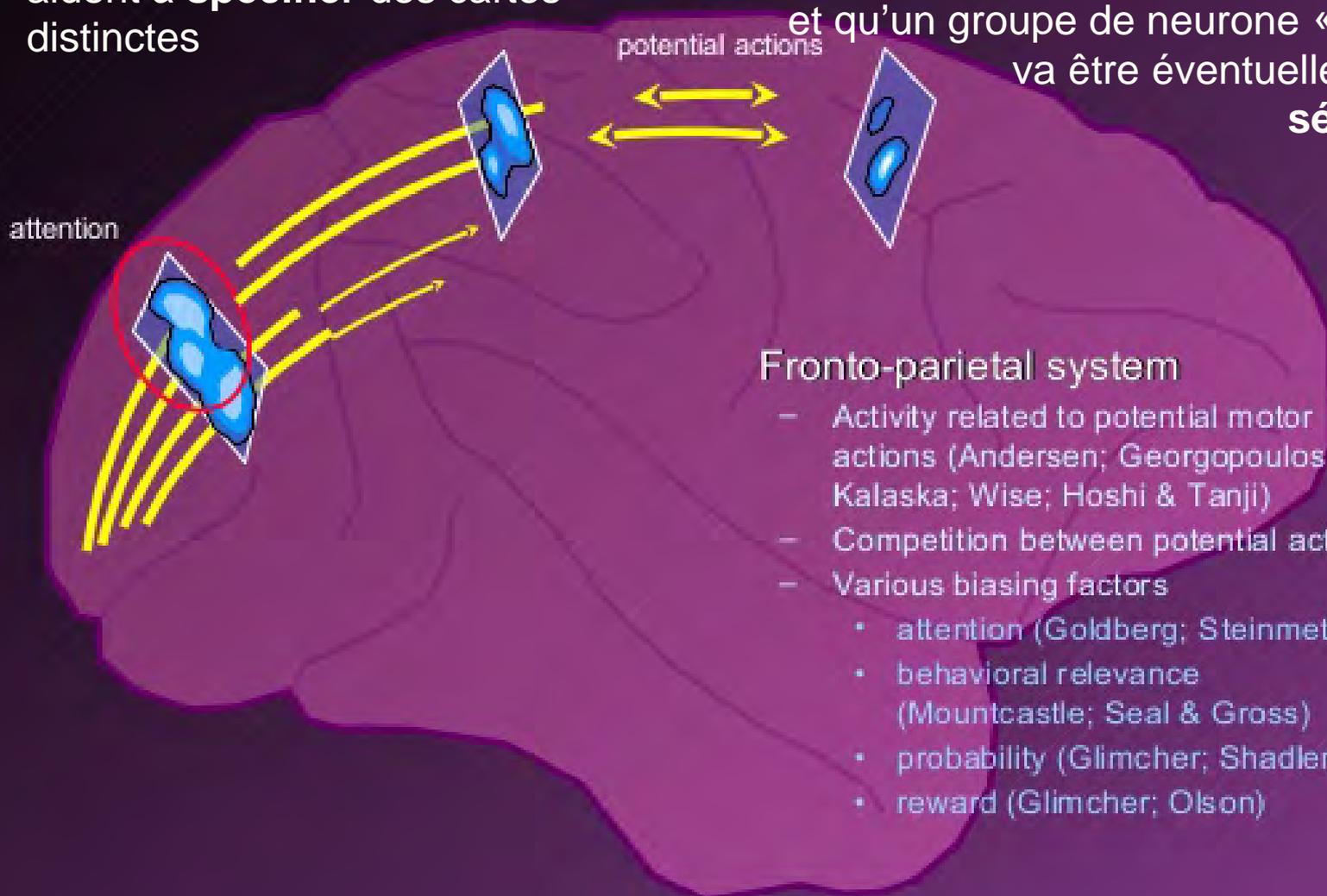
Les neurones répondent préférentiellement à une direction...

- 1) • **Action Specification:** Activation of parameter regions corresponding to potential actions
- 2) • **Action Selection:** Competition between distinct regions of activity

Et non sélection en premier et spécification ensuite !

Des processus d'attention aident à **spécifier** des cartes distinctes

Et c'est à partir de là qu'a lieu la compétition (par inhibitions réciproques) et qu'un groupe de neurone « gagnant » va être éventuellement être **sélectionné**

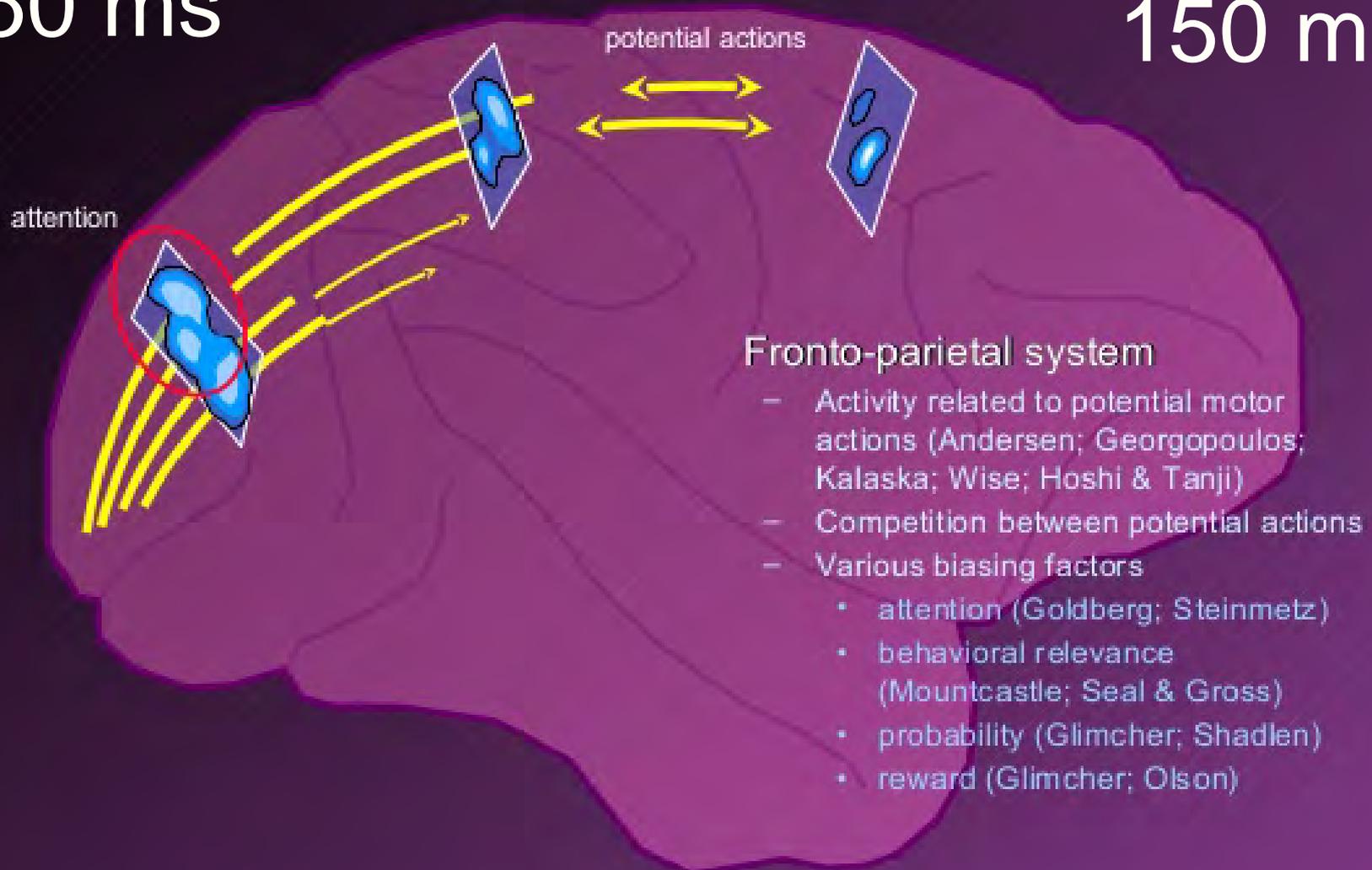


### Fronto-parietal system

- Activity related to potential motor actions (Andersen; Georgopoulos; Kalaska; Wise; Hoshi & Tanji)
- Competition between potential actions
- Various biasing factors
  - attention (Goldberg; Steinmetz)
  - behavioral relevance (Mountcastle; Seal & Gross)
  - probability (Glimcher; Shadlen)
  - reward (Glimcher; Olson)

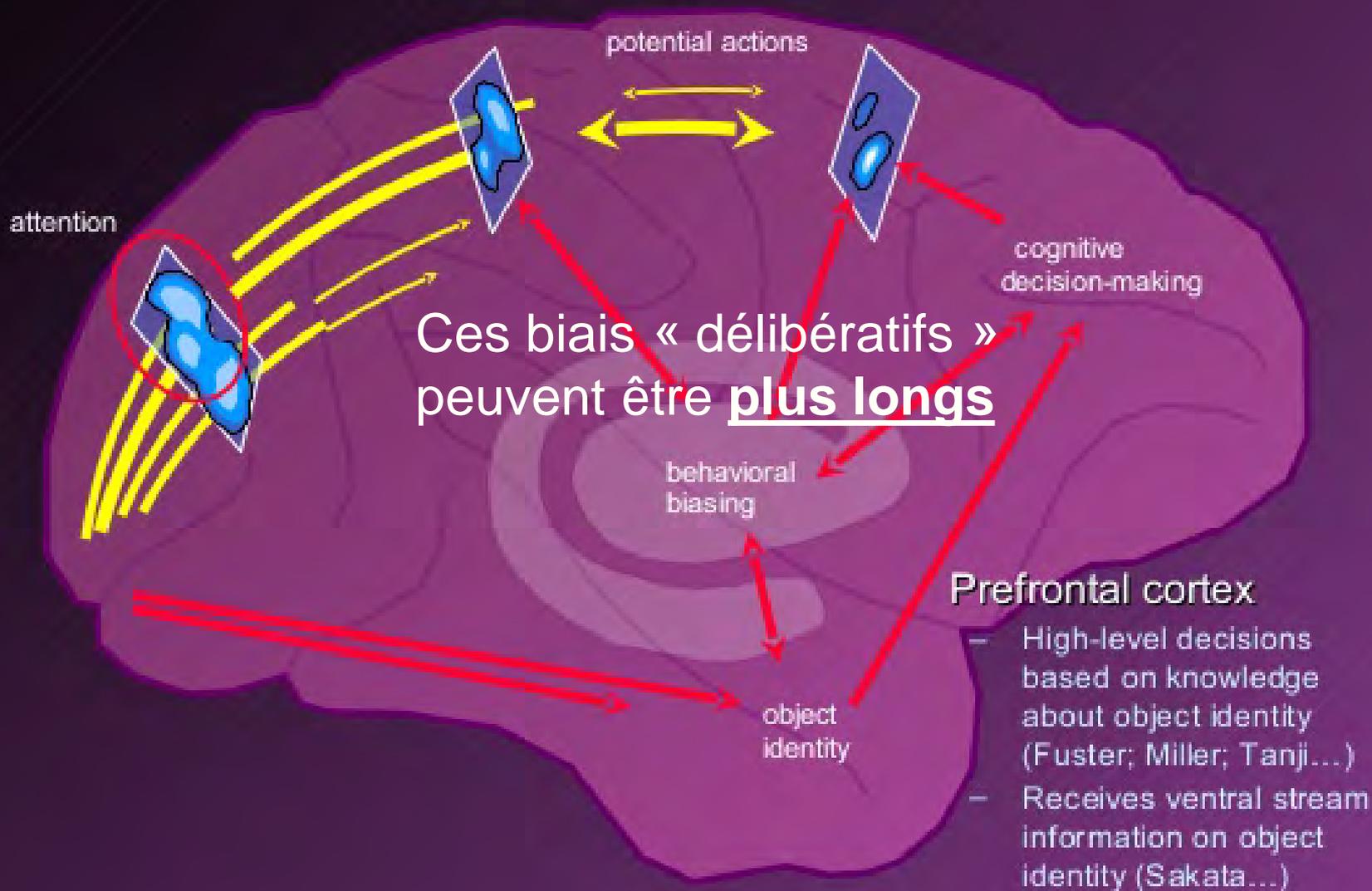
50 ms

150 ms

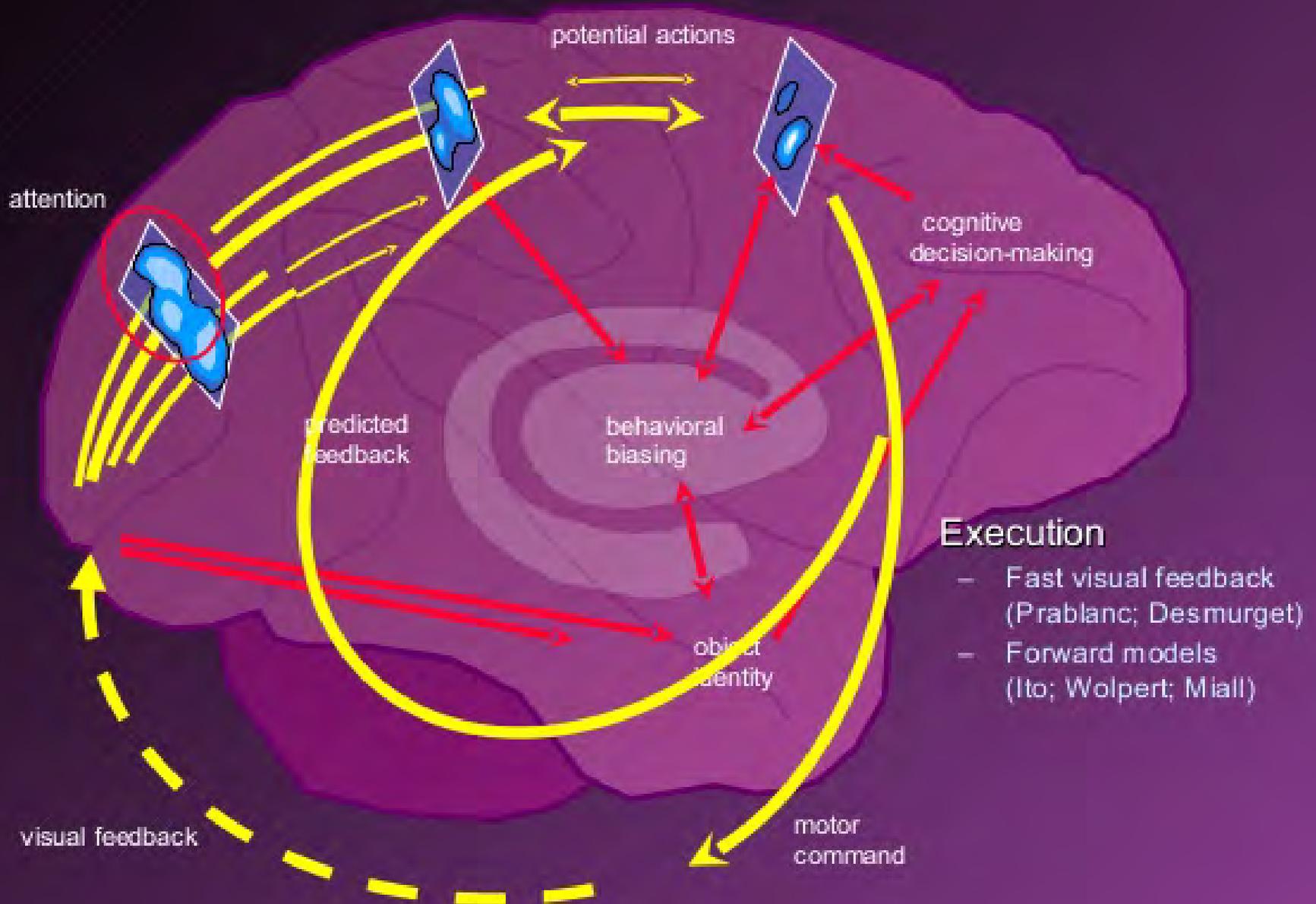


### Fronto-parietal system

- Activity related to potential motor actions (Andersen; Georgopoulos; Kalaska; Wise; Hoshi & Tanji)
- Competition between potential actions
- Various biasing factors
  - attention (Goldberg; Steinmetz)
  - behavioral relevance (Mountcastle; Seal & Gross)
  - probability (Glimcher; Shadlen)
  - reward (Glimcher; Olson)

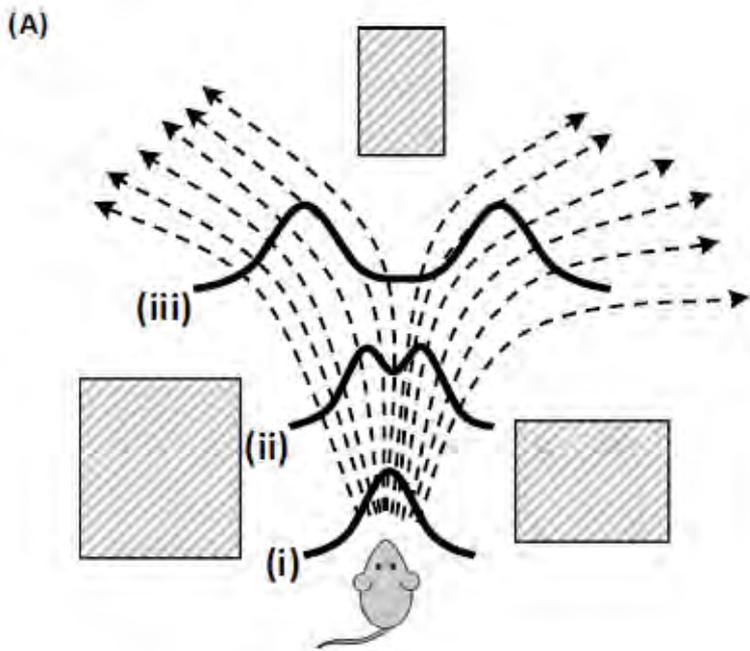


...et tout cela se poursuit en temps réel (le corps bouge, l'environnement aussi) et à tout moment on doit réévaluer notre action, la corriger, etc.

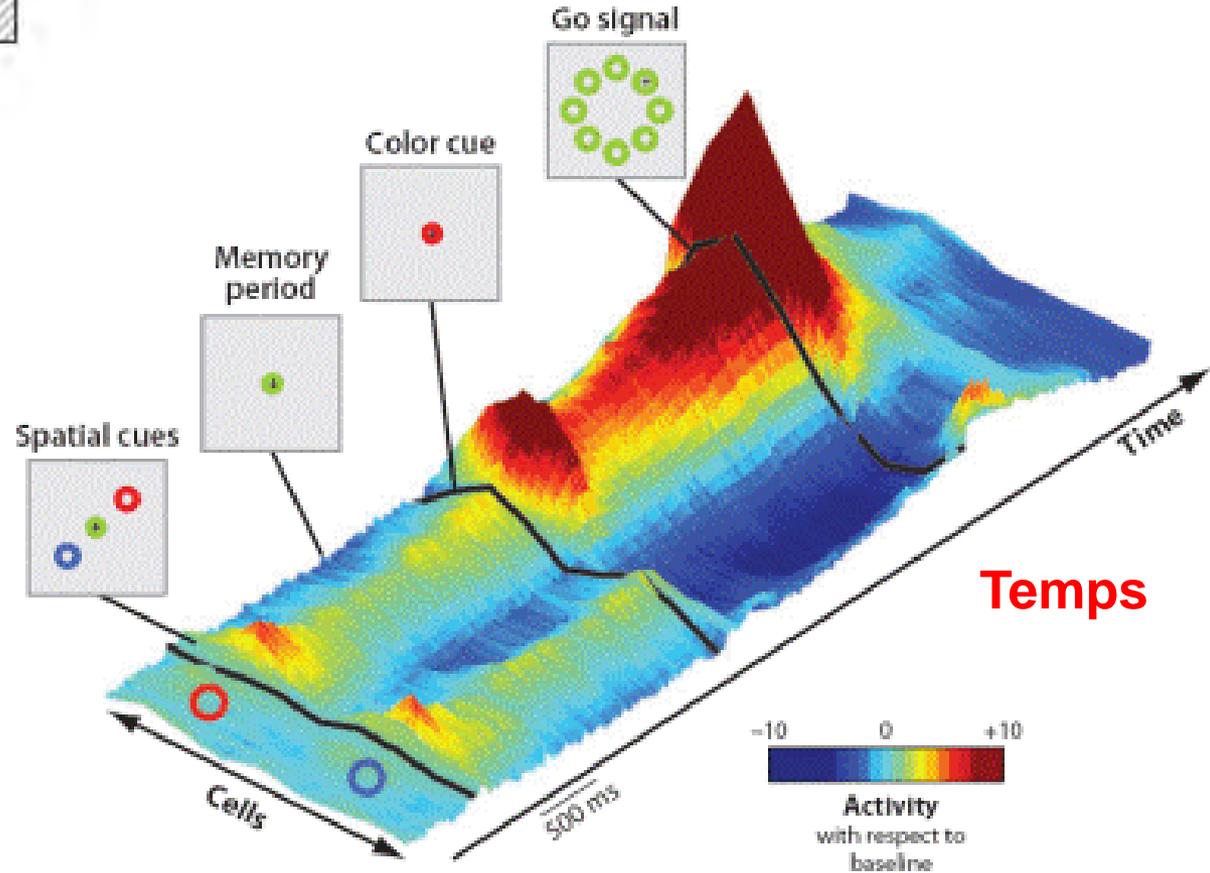


Par exemple, quand on marche dans une foule, à tout moment notre action définit ses prochaines options que notre cerveau va commencer à préparer en parallèle avant qu'une de celle-ci ne s'impose, soit sélectionnée, et débouche sur un geste concret.

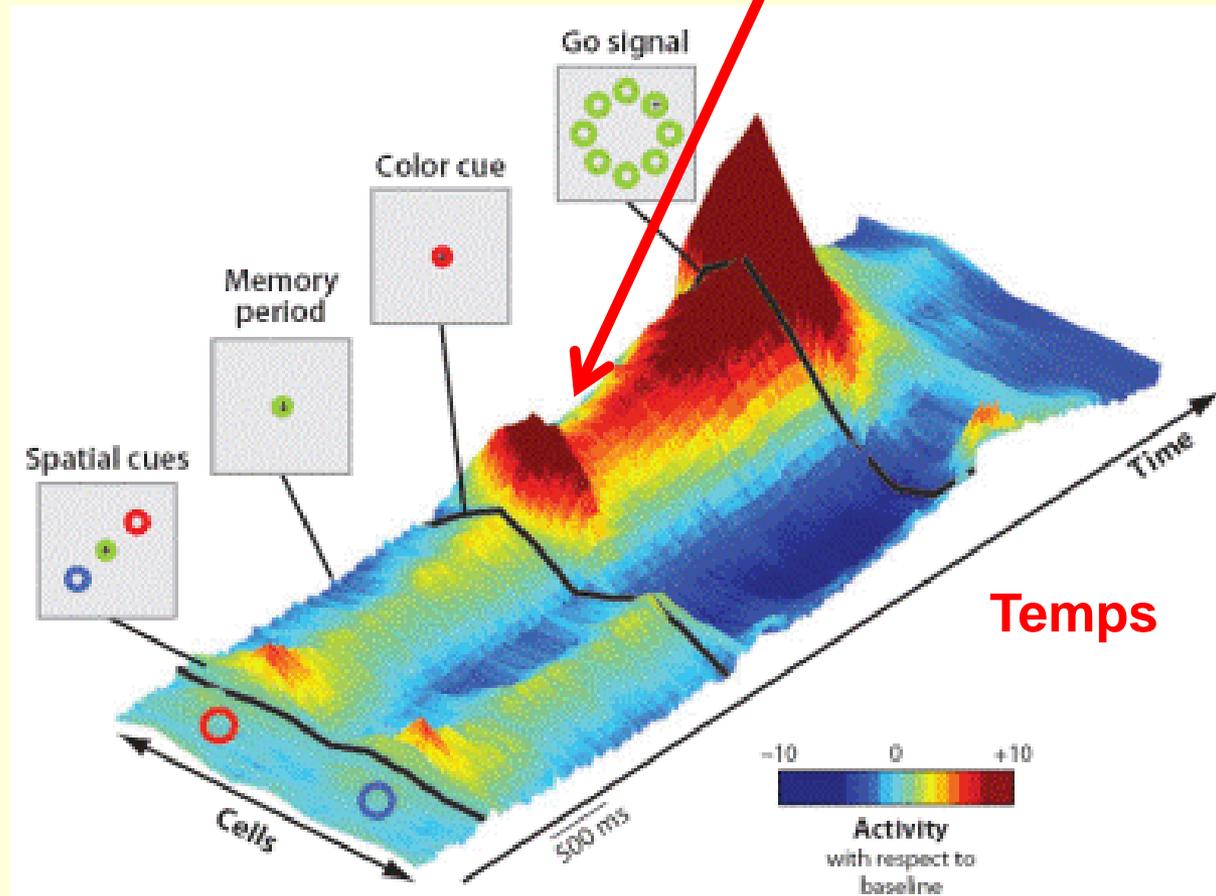




**Niveau d'activité de deux populations de neurones**

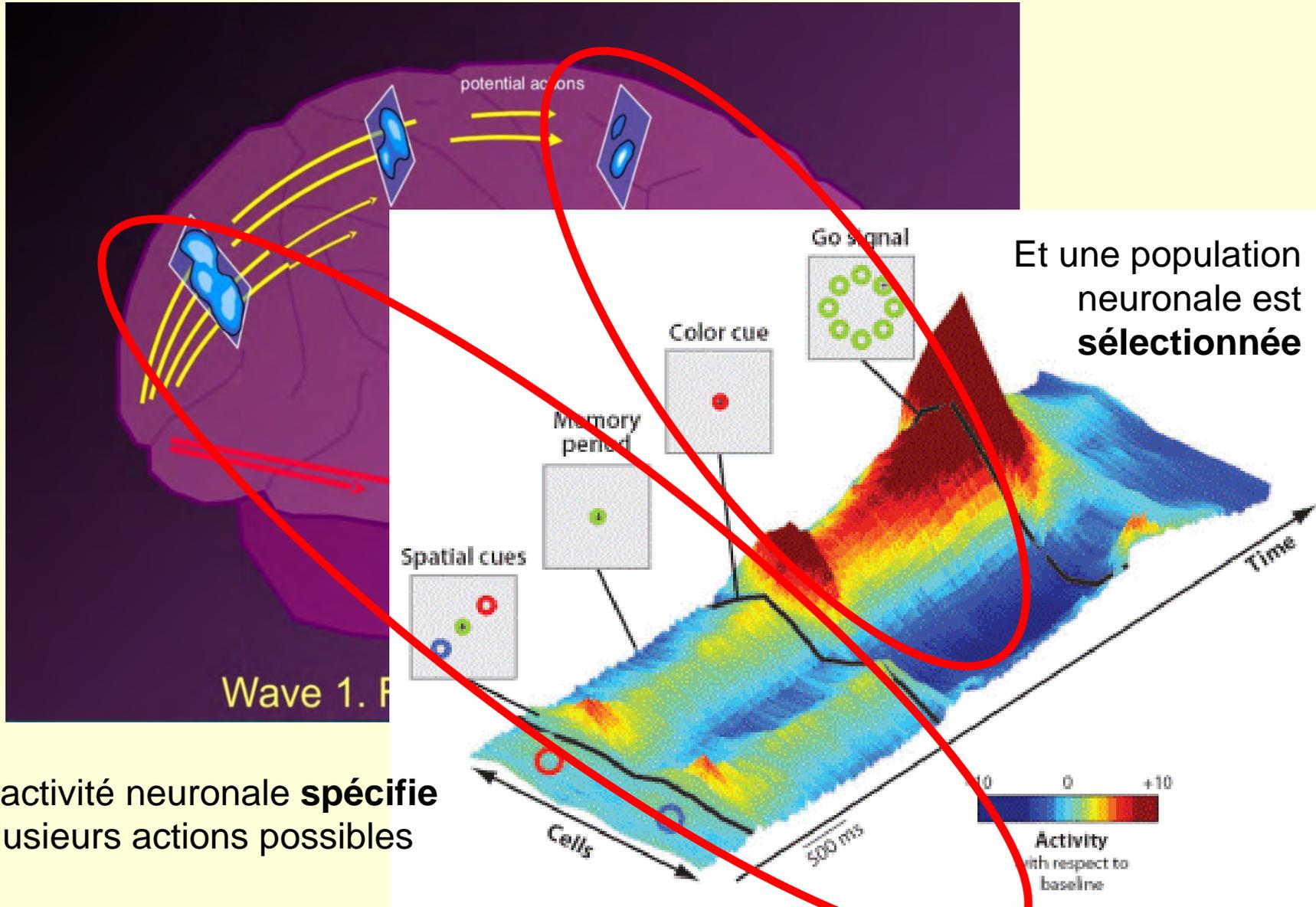


S'il y a par exemple deux choix possibles, on observe un recrutement d'activité neuronale dans deux populations de neurones différentes, et puis soudainement, il y en a une où l'activité cesse rapidement alors que l'autre augmente radicalement la sienne pour amener l'exécution du mouvement.



**Niveau d'activité de deux populations de neurones**

S'il y a par exemple deux choix possibles, on observe un recrutement d'activité neuronale dans deux populations de neurones différentes, et puis soudainement, il y en a une où l'activité cesse rapidement alors que l'autre augmente radicalement la sienne pour amener l'exécution du mouvement.



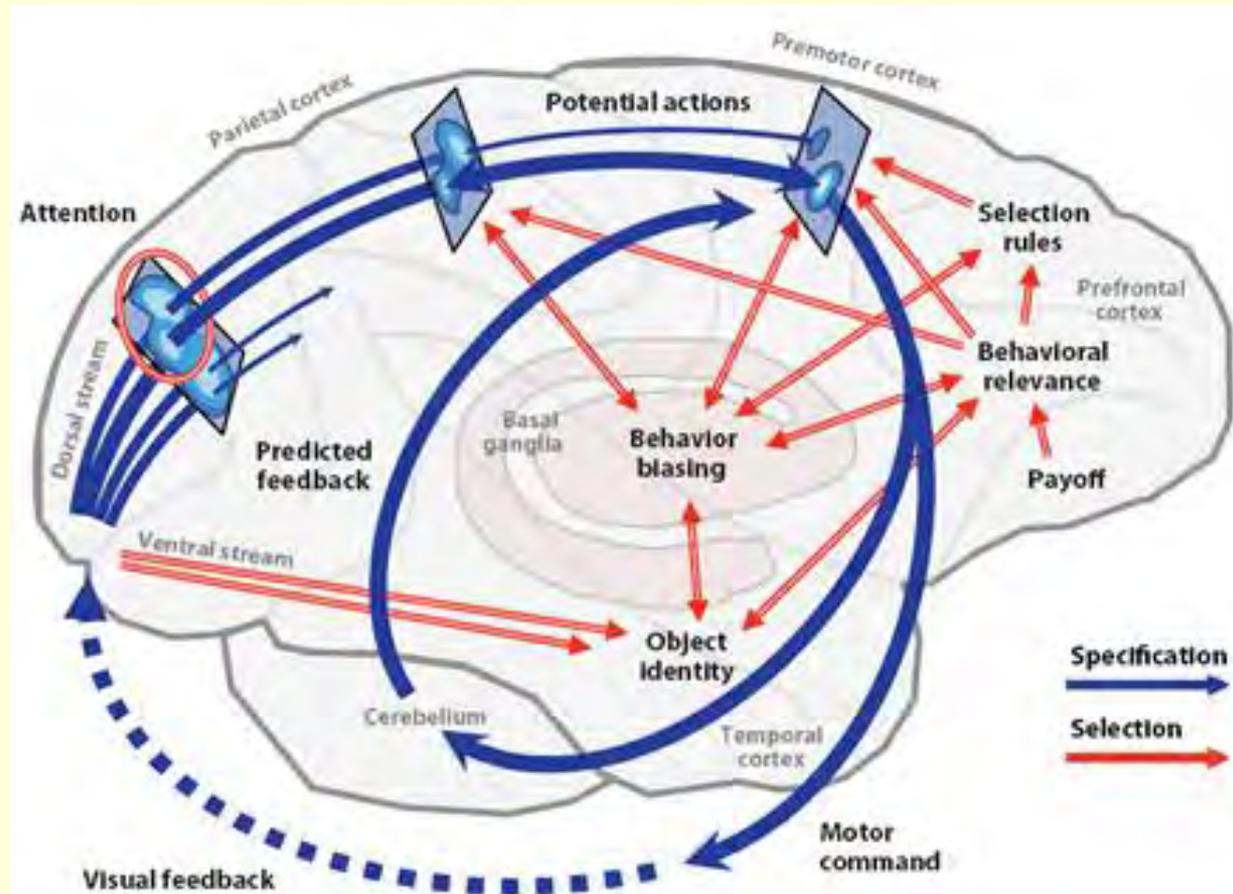
Et une population neuronale est **sélectionnée**

L'activité neuronale **spécifique** plusieurs actions possibles

Différentes régions cérébrales peuvent être sollicitées par l'environnement à un moment donné, de sorte qu'on ne peut associer la prise de décision à une structure cérébrale particulière. Autrement dit, **la compétition peut se gagner à différents endroits dans le cerveau**.

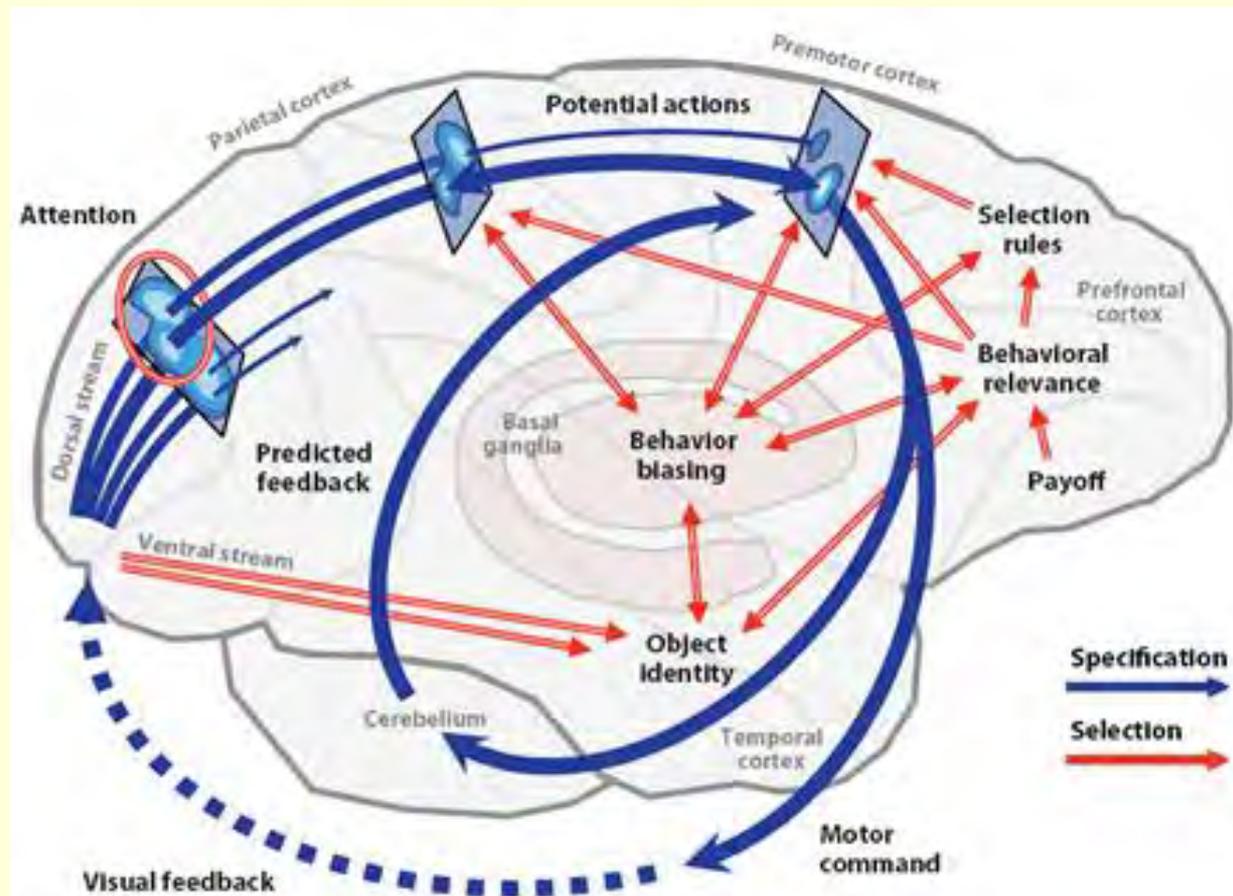
C'est, en gros, l'« **Affordance competition hypothesis** » de Cisek et ses collègues représentée schématiquement ci-dessous

Ce schéma montre aussi que **plus l'on a de temps pour prendre une décision**, plus il y aura **d'interactions possibles entre plusieurs régions cérébrales**.

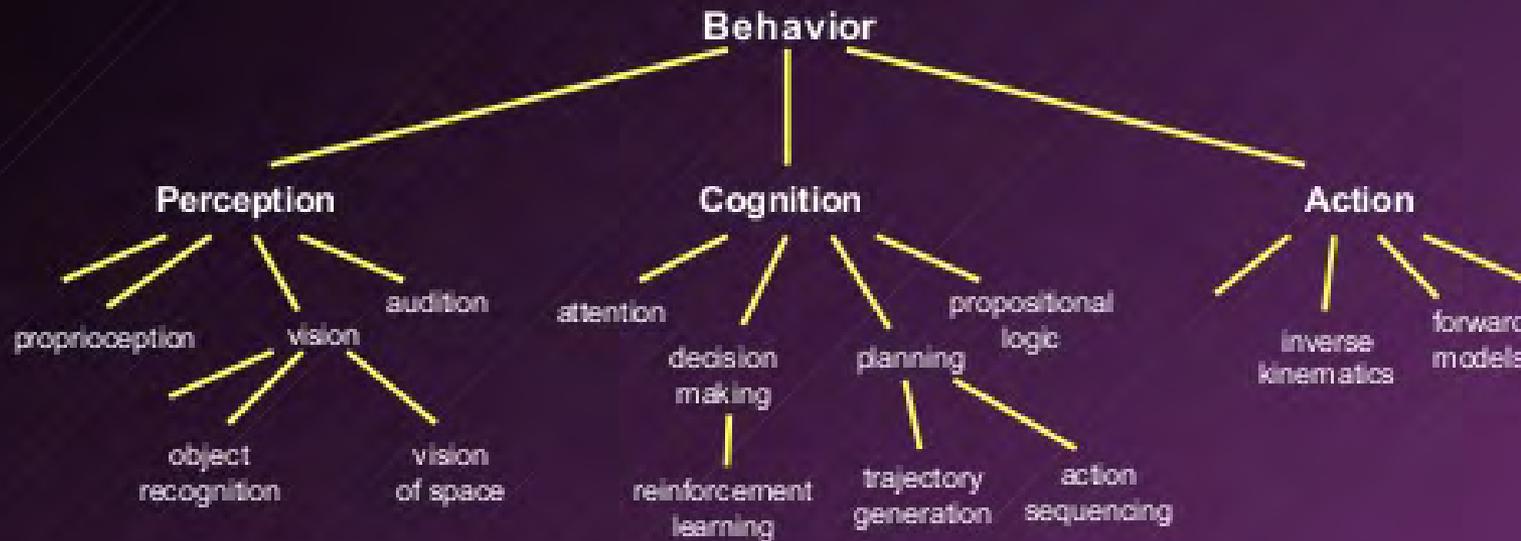


## « Affordance competition hypothesis », en résumé :

- Spécifications continues d'actions potentiellement disponibles
- Compétition entre des représentations d'actions potentielles dans les régions fronto-pariétales
- Biais des régions frontales et des ganglions de la base
- Les décisions sont prises à travers un « consensus distribué »
- Et bien sûr tout cela se passe en temps réel...

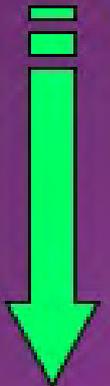
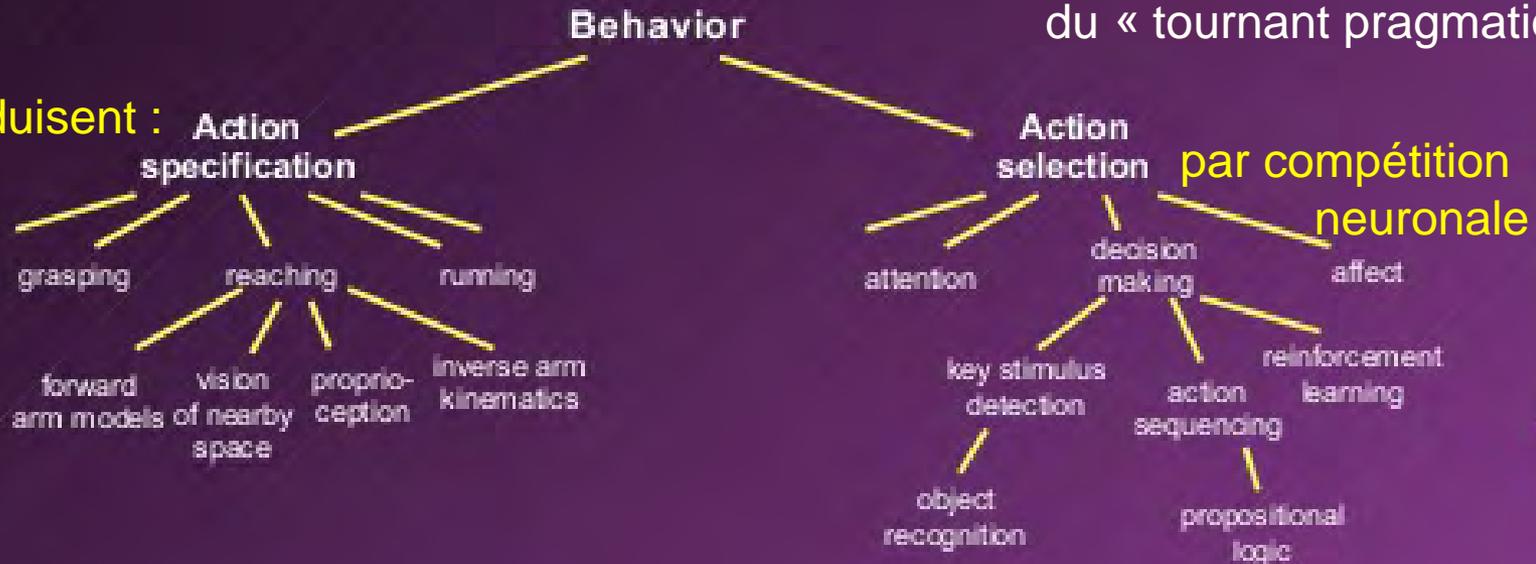


Deux façons d'organiser les processus cognitifs :  
 d'abord la taxonomie classique perception-cognition-action;



et ensuite celle qui découle du « tournant pragmatique »

chances induisent :



Éléments de :

Pezzulo G., Cisek P. (2016). **Navigating the Affordance Landscape: Feedback Control as a Process Model of Behavior and Cognition.**



Dans l'exemple ci-contre, on peut imaginer que le singe a, à portée de main, la possibilité de cueillir les petits fruits de cet arbre.

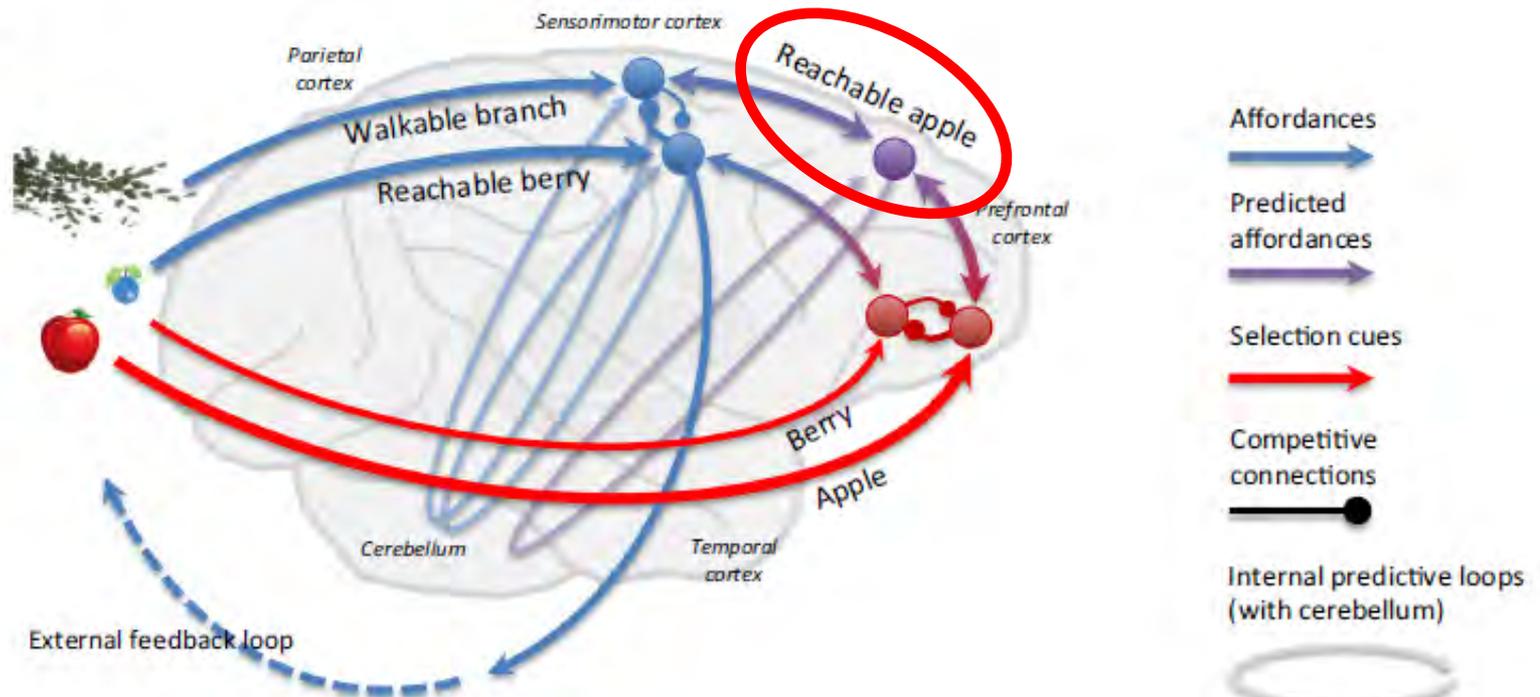
**Mais en même temps**, il voit aussi une pomme plus désirable pour lui un peu plus loin, et une branche où il semble pouvoir s'aventurer pour l'atteindre (a '**walkable**' tree branch).

Parce que la pomme est plus désirable pour le singe, cette affordance possible peut être mise en relation avec la situation actuelle par l'entremise de **biais "top down" qui vont favoriser la sélection de l'action de marcher sur la branche** au détriment de celle de cueillir les petits fruits.

(B)



(C)



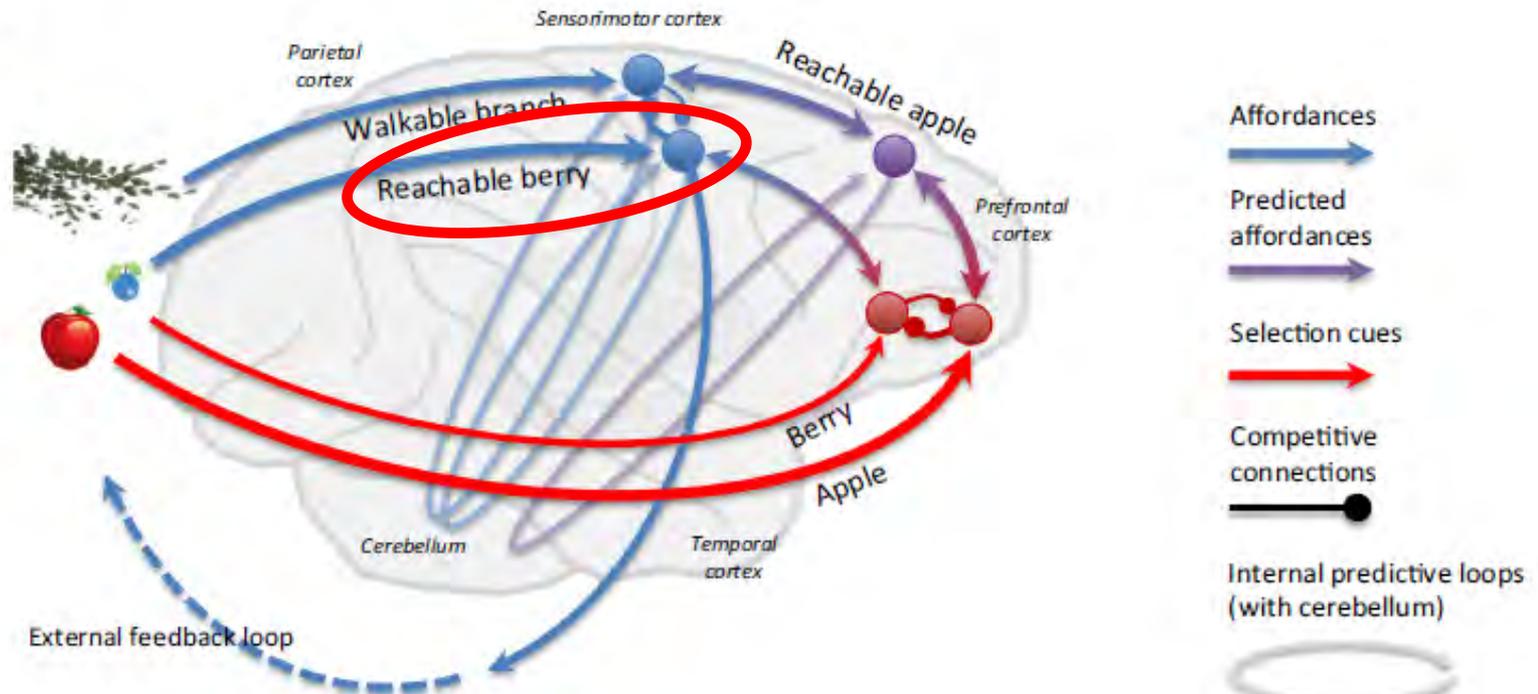
**Cependant**, malgré ce biais initial “top down” en faveur de la pomme, des contraintes locales peuvent amener la compétition dans les couches **plus “bottom”** à être gagnée par un plan moteur plus économe et/ou moins risqué

(par exemple, si l’animal est fatigué ou si la branche est glissante)

(B)



(C)



Si la compétition d'affordances a été initialement décrite comme une théorie décrivant comment un animal sélectionne des actions concrètes et immédiates, elle peut aussi être étendue vers une **théorie plus générale de décisions prises à de multiples niveaux d'abstraction**.

Si la compétition d'affordances a été initialement décrite comme une théorie décrivant comment un animal sélectionne des actions concrètes et immédiates, elle peut aussi être étendue vers une **théorie plus générale de décisions prises à de multiples niveaux d'abstraction**.

La proposition clé qui permet de franchir ce pas est de reconnaître la capacité du cerveau à prédire les conséquences d'actions lui permet de faire des liens à différents niveaux d'abstraction

Si la compétition d'affordances a été initialement décrite comme une théorie décrivant comment un animal sélectionne des actions concrètes et immédiates, elle peut aussi être étendue vers une **théorie plus générale de décisions prises à de multiples niveaux d'abstraction**.

La proposition clé qui permet de franchir ce pas est de reconnaître la capacité du cerveau à prédire les conséquences d'actions lui permet de faire des liens à différents niveaux d'abstraction

et d'influencer des actions en cours **avec des opportunités à plus long terme qu'elles rendent possibles.**

Par exemple, pour un grimpeur, la bonne façon d'agripper une prise **dépend de la prise suivante** que veut atteindre le grimpeur (et ultimement le sommet particulier d'une paroi qu'il veut atteindre).

Donc les premiers mouvements servent à créer des affordances pour les mouvements suivants.

Ce “**paysage d'affordances**” émerge d'une interaction constante entre le grimpeur et la paroi. Mais il peut aussi, au moins partiellement, être planifié avant de commencer à grimper.

Le grimpeur doit alors prédire la séquence d'affordances qui ne sont pas directement disponibles mais peuvent être créées mentalement (comme le plan pour atteindre la pomme dans l'exemple du singe)



Par exemple, pour un grimpeur, la bonne façon d'agripper une prise **dépend de la prise suivante** que veut atteindre le grimpeur (et ultimement le sommet particulier d'une paroi qu'il veut atteindre).

Donc les premiers mouvements servent à créer des affordances pour les mouvements suivants.

Ce “**paysage d'affordances**” émerge d'une interaction constante entre le grimpeur et la paroi. Mais il peut aussi, au moins partiellement, être planifié avant de commencer à grimper.

Le grimpeur doit alors prédire la séquence d'affordances qui ne sont pas directement disponibles mais peuvent être créées mentalement (comme le plan pour atteindre la pomme dans l'exemple du singe)

Donc nos **habiletés cognitives supérieures** pourraient dépendre d'un équilibre entre des processus de sélection **d'affordances réelles ou imaginées** utilisant (ou réutilisant) largement les mêmes ressources neuronales.

