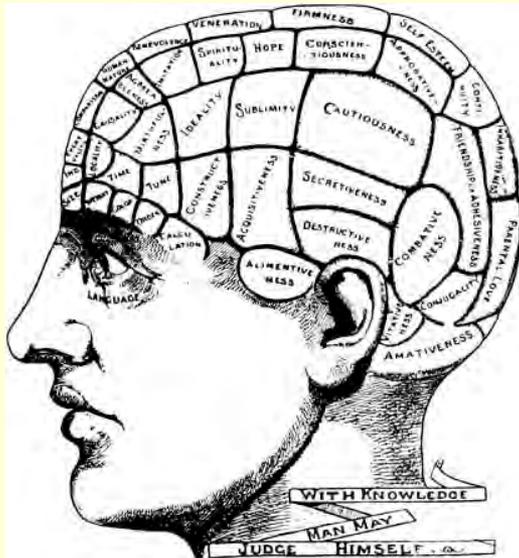
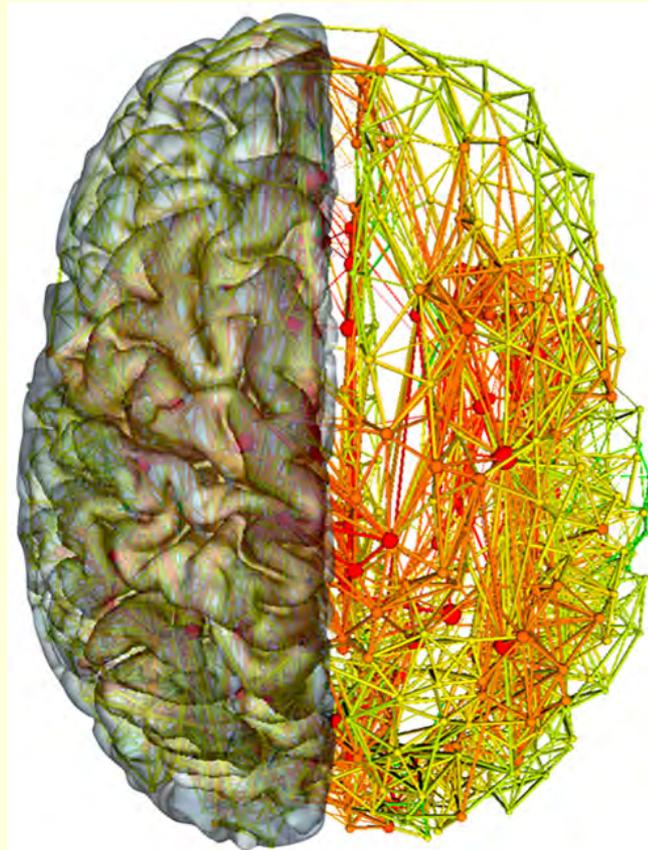


Comment on ne peut plus concevoir le cerveau au XXIe siècle



Hiver 2017



17 mars :

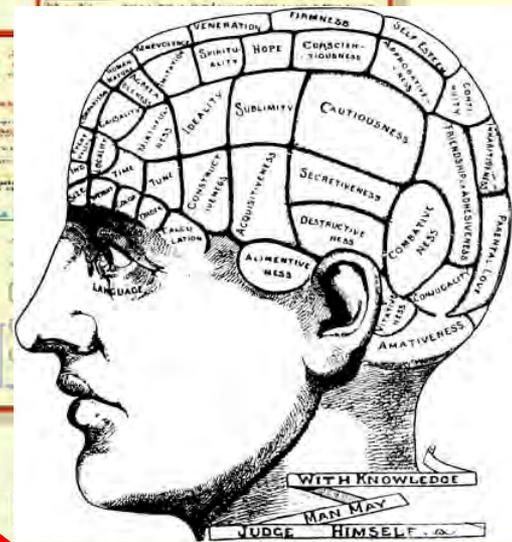
Cerveau, corps et environnement

20 janvier :

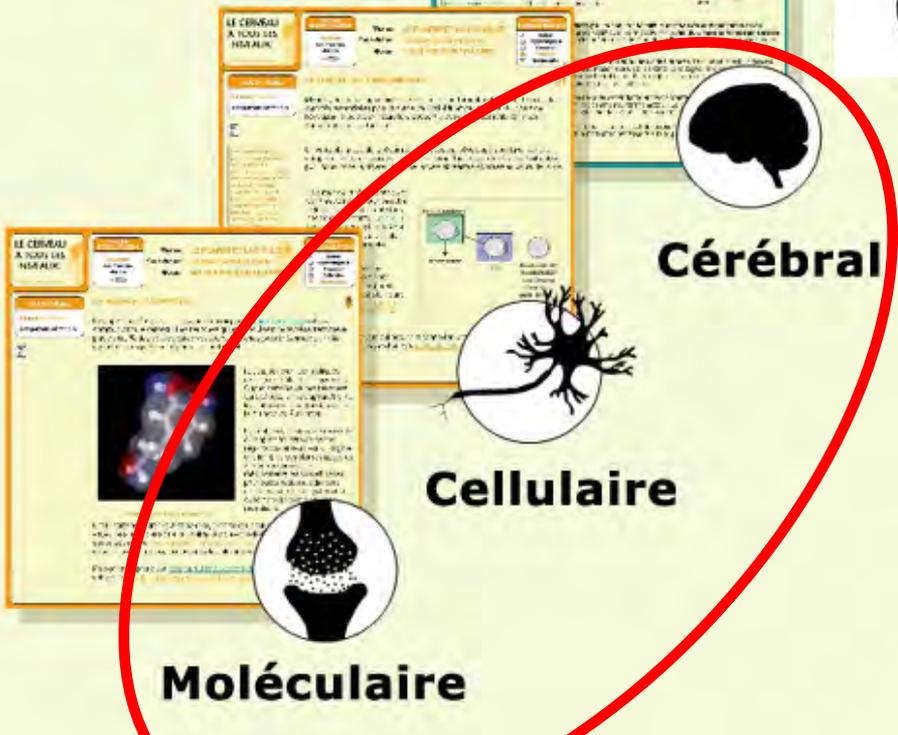
Ce que le cerveau n'est pas



5 niveaux d'organisation

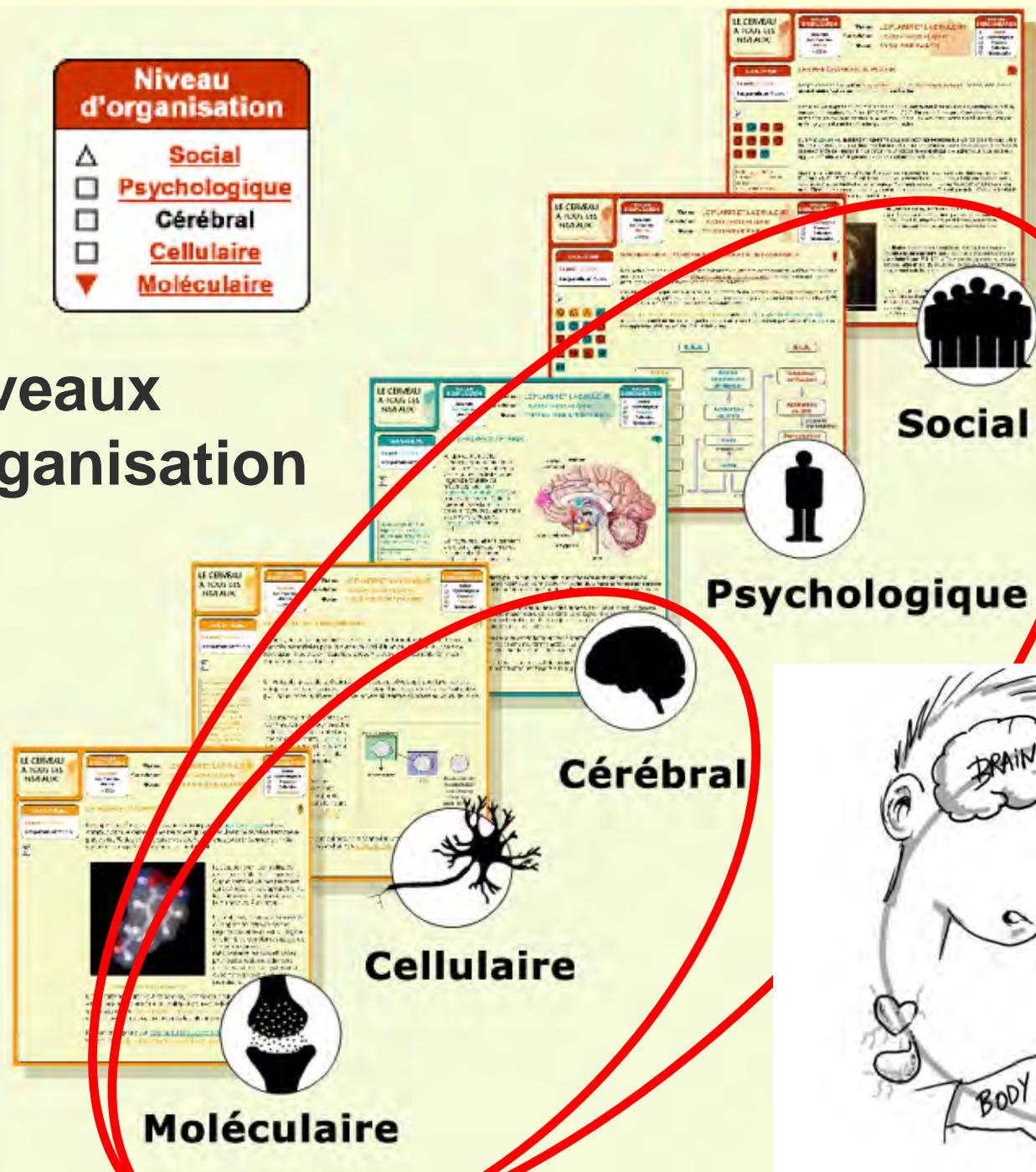


20 janvier :
Ce que le cerveau n'est pas





5 niveaux d'organisation



17 mars :
Cerveau,
corps
et environ-
nement



Introduction

(où l'on confirme que le dualisme cartésien est bien mort...)

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

chair, matière, instinct, émotion

complexe, imagination

stress, douleur

neurone

mémoire, souvenir

neurotransmetteur,
hypothalamus

cervelet, lobe

pensée, réflexion, raison

intelligence

esprit, idée

connaissance, savoir

hémisphère

logique, ordinateur, contrôle

surprenant, étrange, mystère, question

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”,

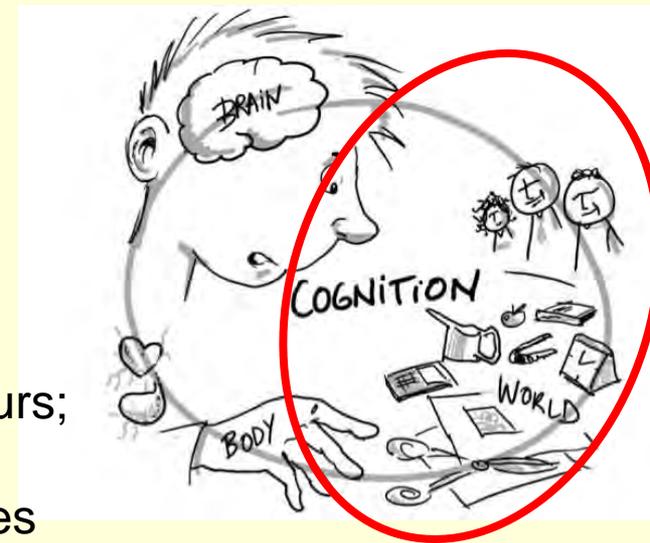
l’idée centrale est que les processus cognitifs sont influencés par **la forme du corps, par les émotions, et par les systèmes sensori-moteurs.**”



→ Qu’en est-il de l’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**.



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

→ Ce qui est pertinent par exemple avec une faculté cognitive complexe comme le **langage**, c'est la **coordination d'actions** qu'il rend possible dans les groupes humains.



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

→ Ce qui est pertinent par exemple 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...



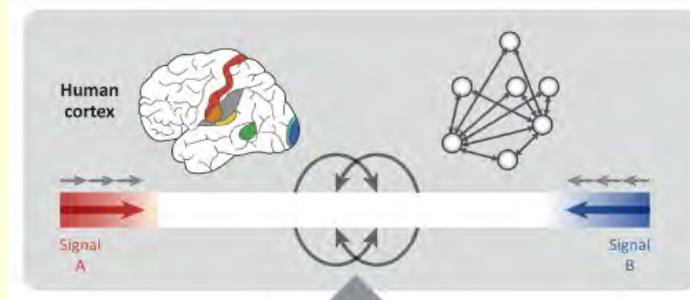
Pour comprendre la relation entre le cerveau, le corps, l'environnement et nos capacités cognitives une **perspective évolutive** et **développementale** vont être très éclairantes.

→ Par exemple le concept de **recyclage** ou de **réutilisation** d'une structure cérébrale ou d'une fonction cognitive pour une raison différente des pressions évolutives qui l'ont fait émerger (comme on vient de le voir avec le langage).



→ Ou encore l'idée que beaucoup de nos processus cognitifs se développent d'abord « **online** » (interactions en temps réel avec l'environnement),

mais que plus tard au cours de l'évolution ou du développement d'un individu, on acquiert la capacité d'utiliser cette faculté « **offline** » (uniquement mentalement).



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

chair, matière, instinct, émotion

complexe d'imagination

stress, douleur

neurone

mémoire, souvenir

neurotransmetteur

cervelet, lobe

hypothalamus

pensée, réflexion, raison

intelligence

esprit, idée

connaissance, savoir

hémisphère

logique, ordinateur, contrôle

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

Plan :

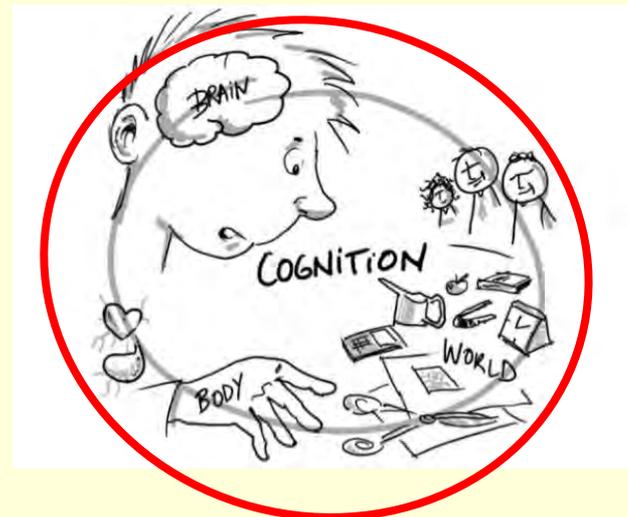
Bref survol de différents exemples de cet aspect **incarné** de notre cognition.

1) Cerveau – Corps



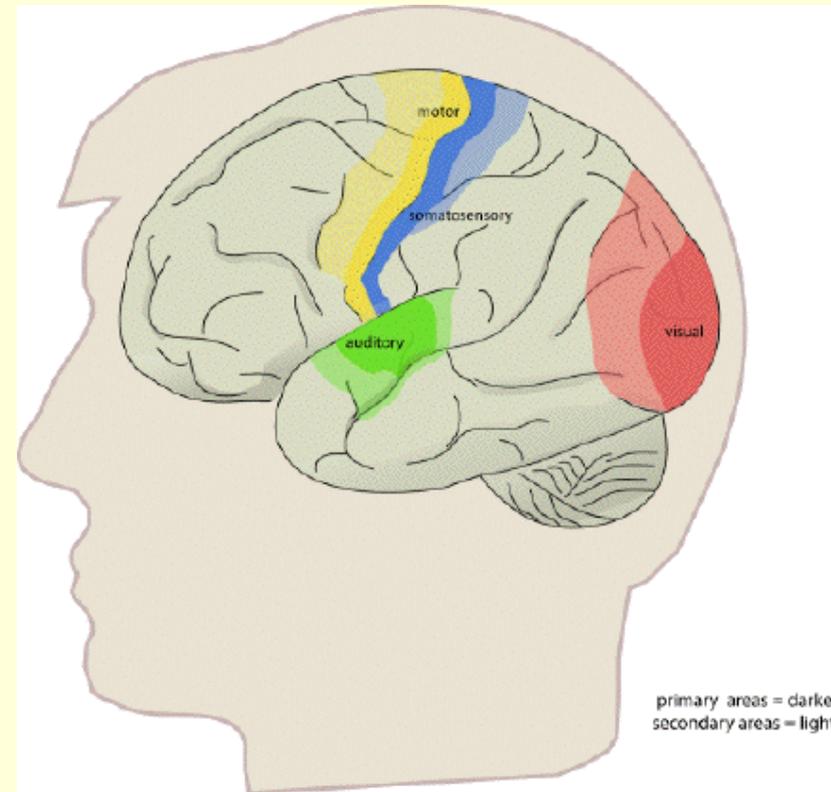
2) Cerveau – Corps – Environnement

(classification pas mal arbitraire !)

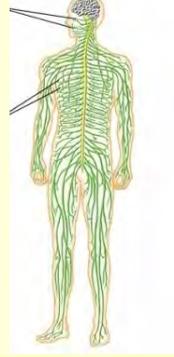


Comme pour toutes les espèces animales, le cerveau humain est construit à partir de la **boucle perception – action**.

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

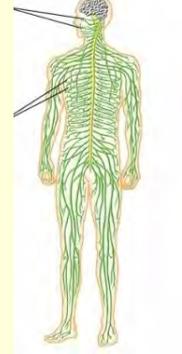


Un individu va donc pouvoir agir grâce à cette boucle sensori-motrice modulée par son « cortex associatif ».



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

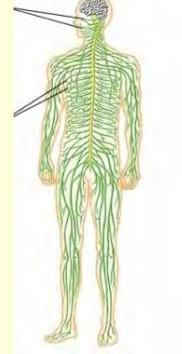
se protéger



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



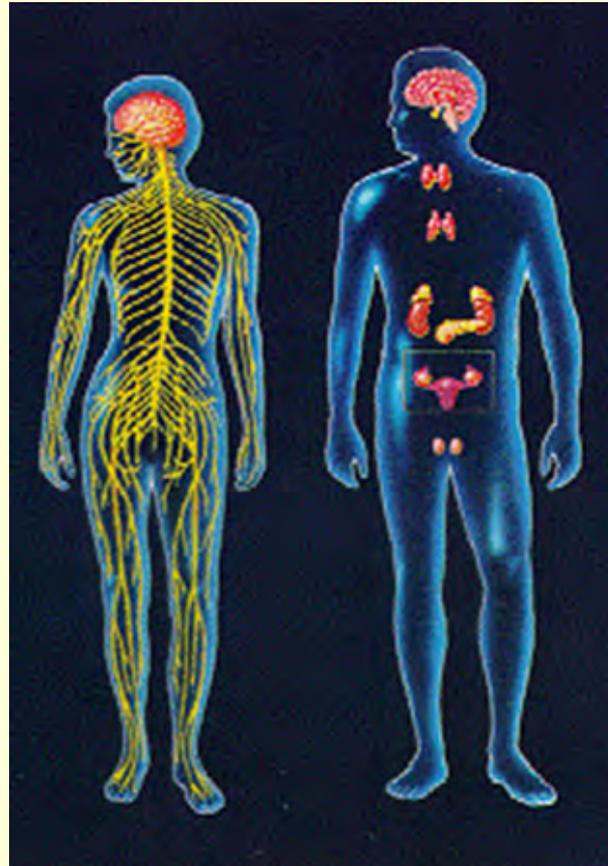
Proxy = plaisir ou



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



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



Nerveux

Endocrinien

Éventuellement,
va devoir être aidé par :

Système **nerveux**

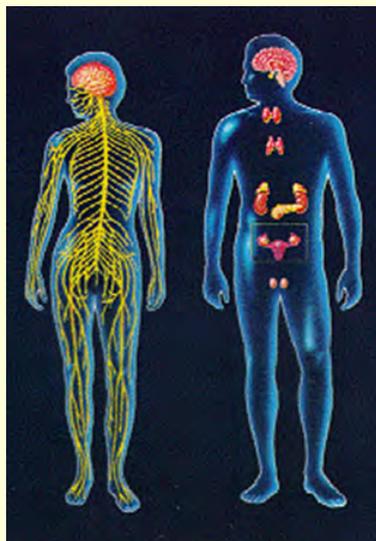
=

autonomie motrice

pour trouver leurs ressources
dans l'environnement

Donc boucles sensori-motrices

Donc **comportements**



Système **endocrinien**

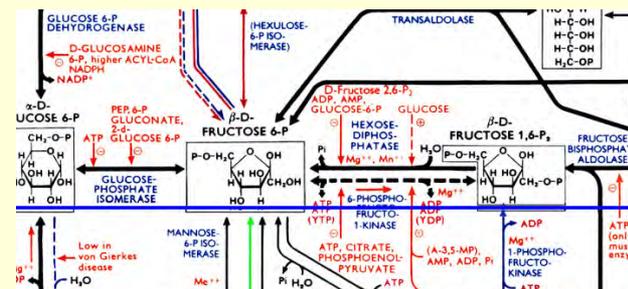
=

Équilibre métabolique

de l'environnement
interne

Donc boucles de rétroaction
biochimiques

Donc **régulations
hormonales**



Éventuellement,
va devoir être aidé par :

Système **nerveux**

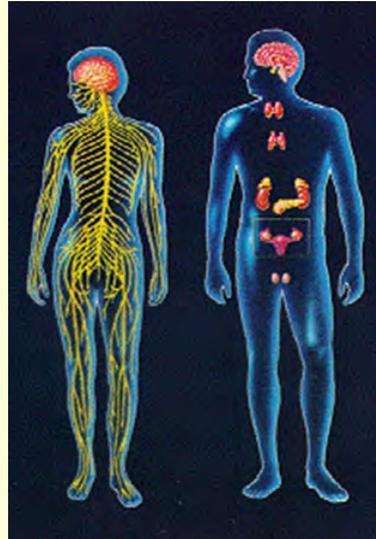
=

autonomie motrice

pour trouver leurs ressources
dans l'environnement

Donc boucles sensori-motrices

Donc **comportements**



Système **endocrinien**

=

Équilibre métabolique

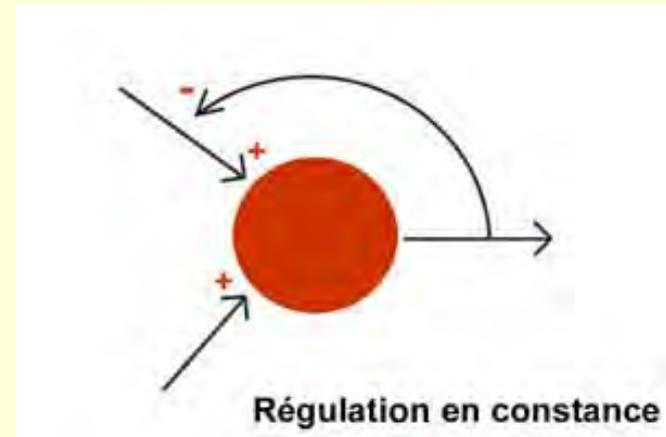
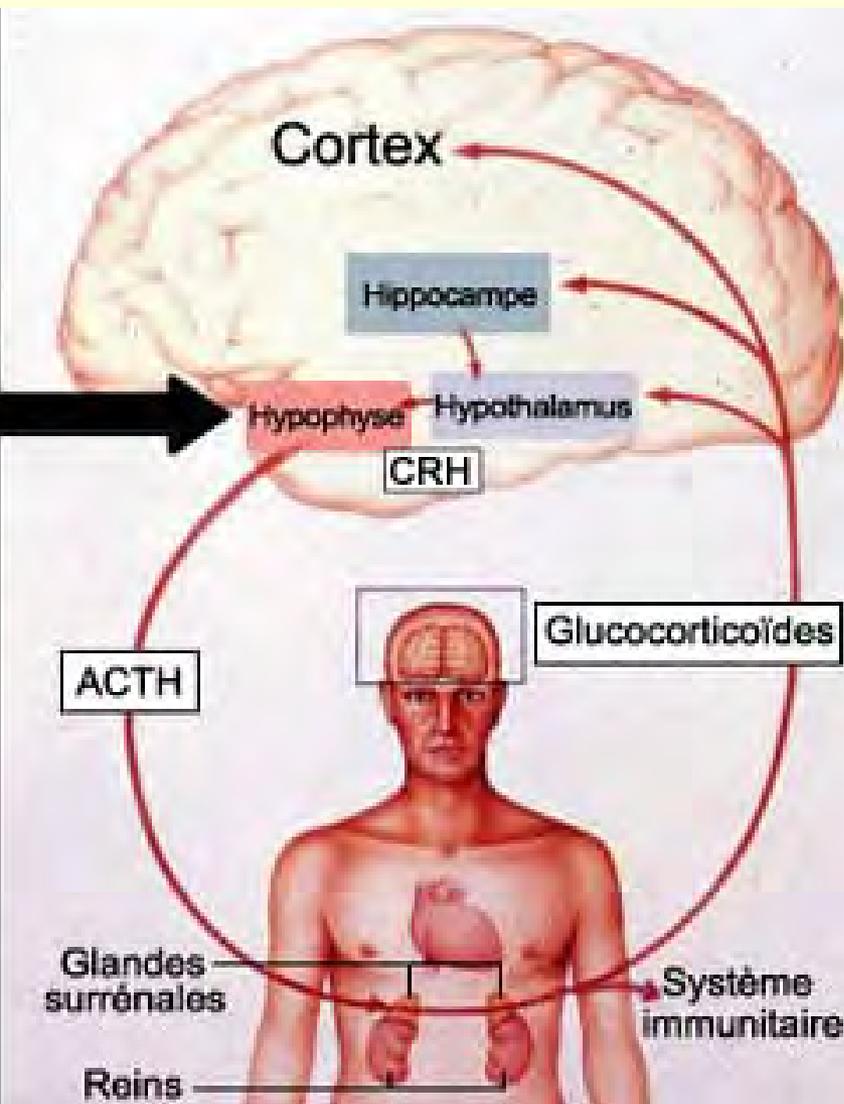
de l'environnement
interne

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

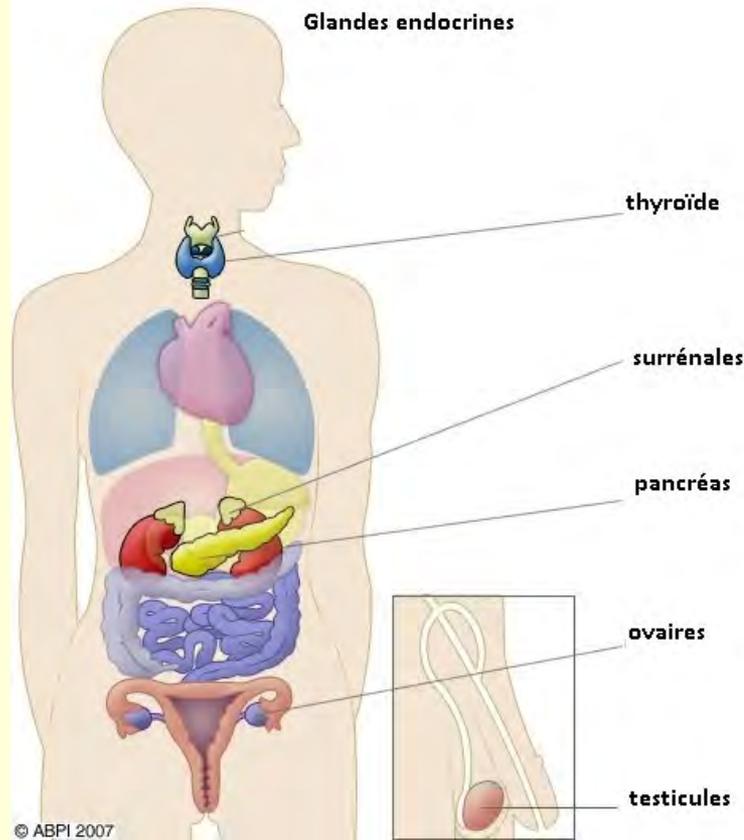
~~SÉPARATION~~

Corps

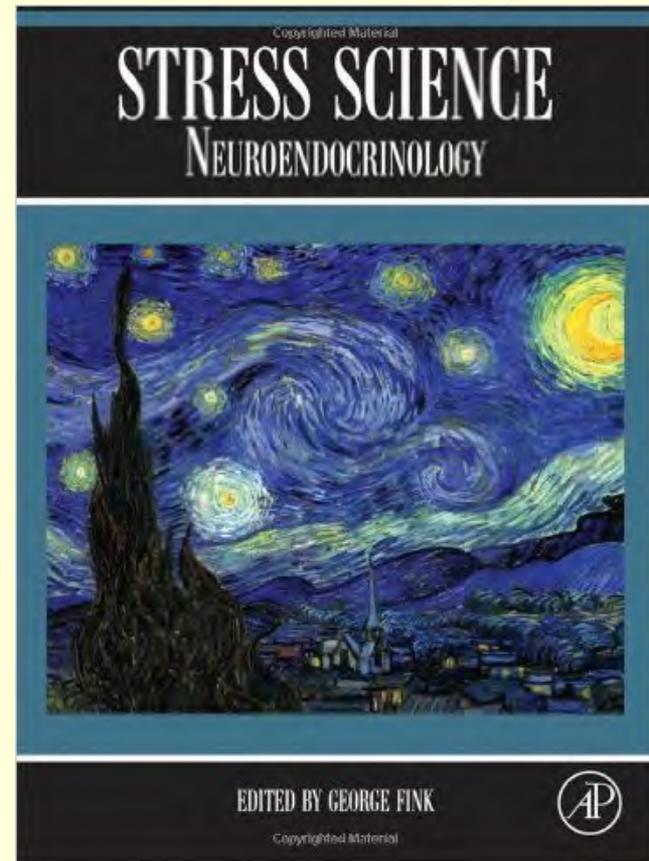
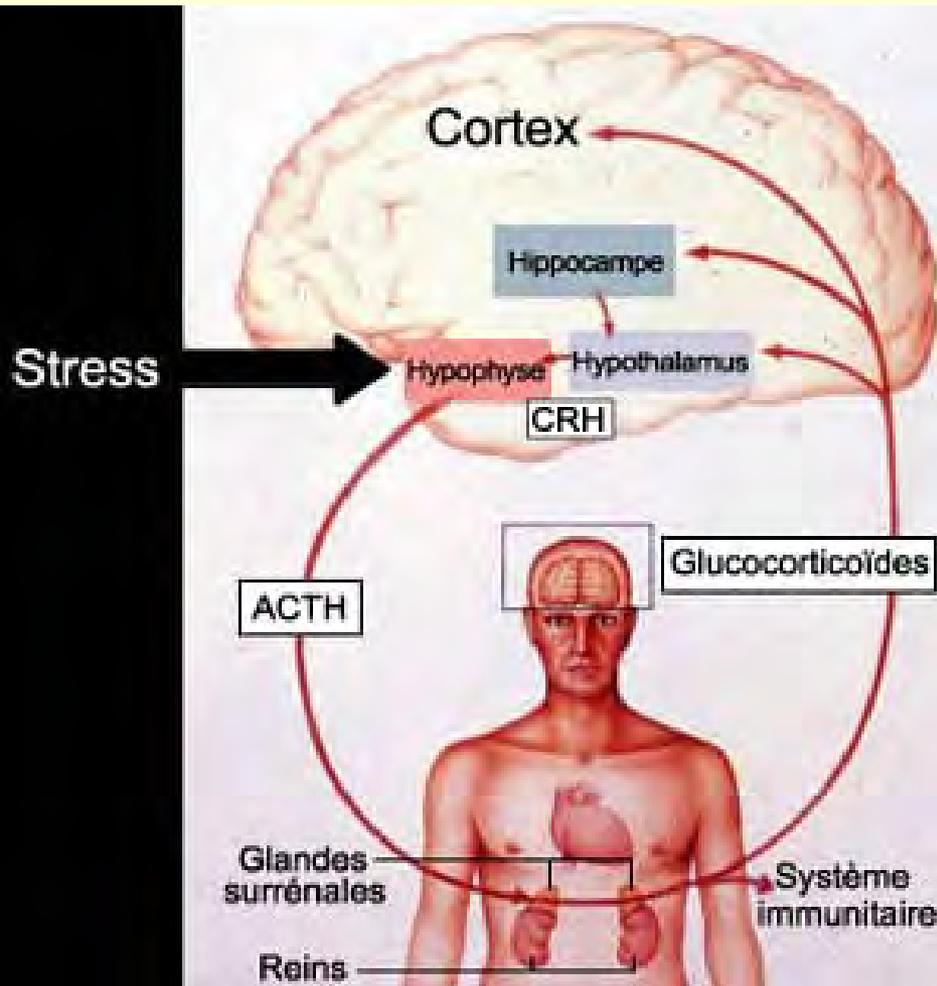
hormones



Glandes endocrines

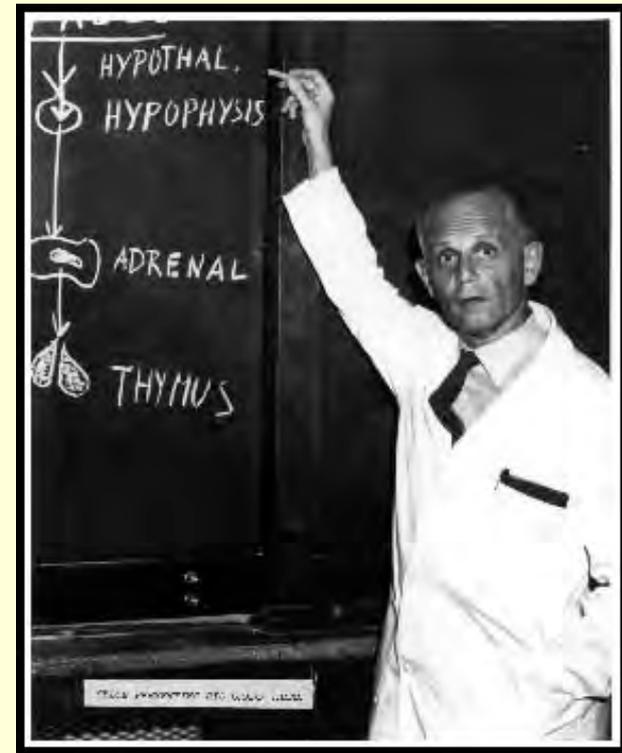


C'est cette voie hypothalamo-hypophysio-surrénalienne qui va nous permettre de comprendre **l'effet du stress** sur l'organisme.



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.

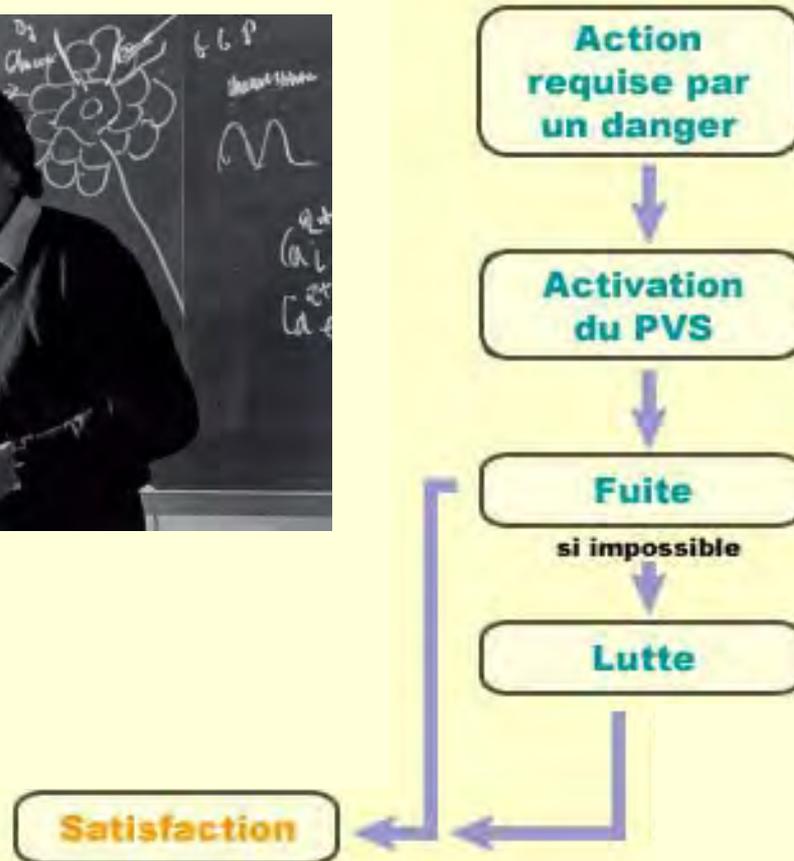
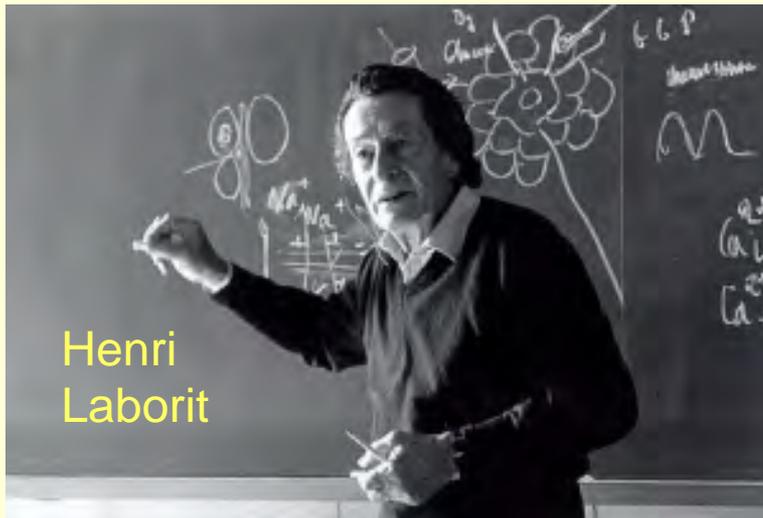


Selye a donc d'abord mis l'accent sur les **stresseurs physiques** mais il avait également ouvert la porte à une autre forme d'agression, dont l'agent principal se cache dans la vie de tous les jours: **l'agression psychosociale**.

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

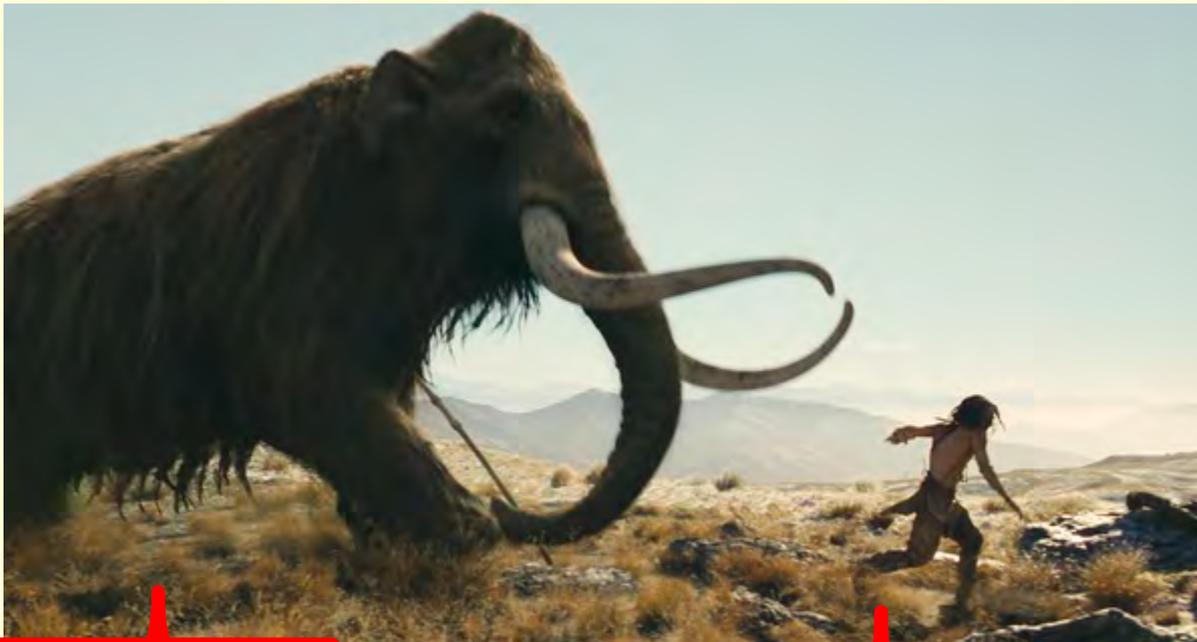
Dans plusieurs de ses ouvrages, dont « **L'inhibition de l'action** » (1979) <http://www.elogedelasuite.net/?p=580>

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

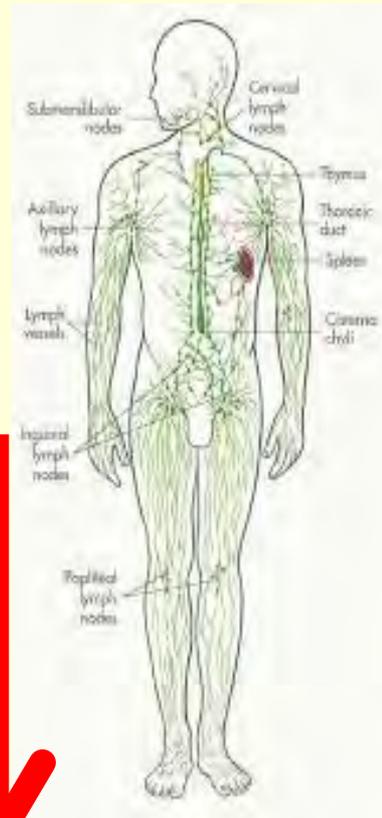
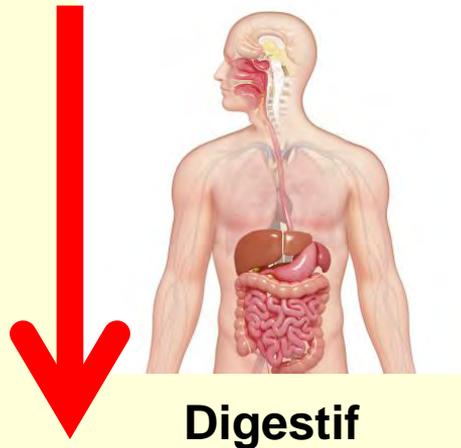
Notre réponse organique au stress



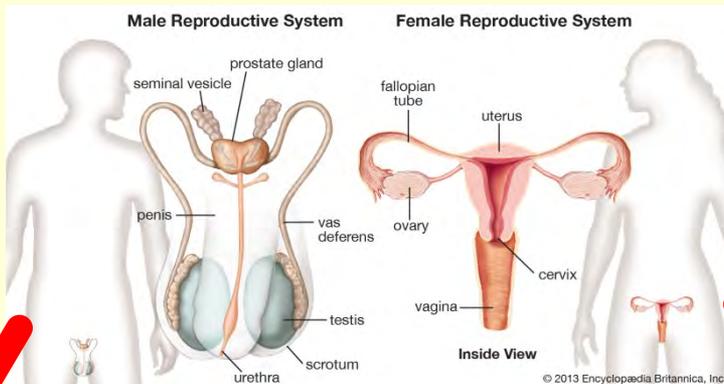
A. Responses to sympathetic activation

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 »).



Immunitaire



Reproducteur





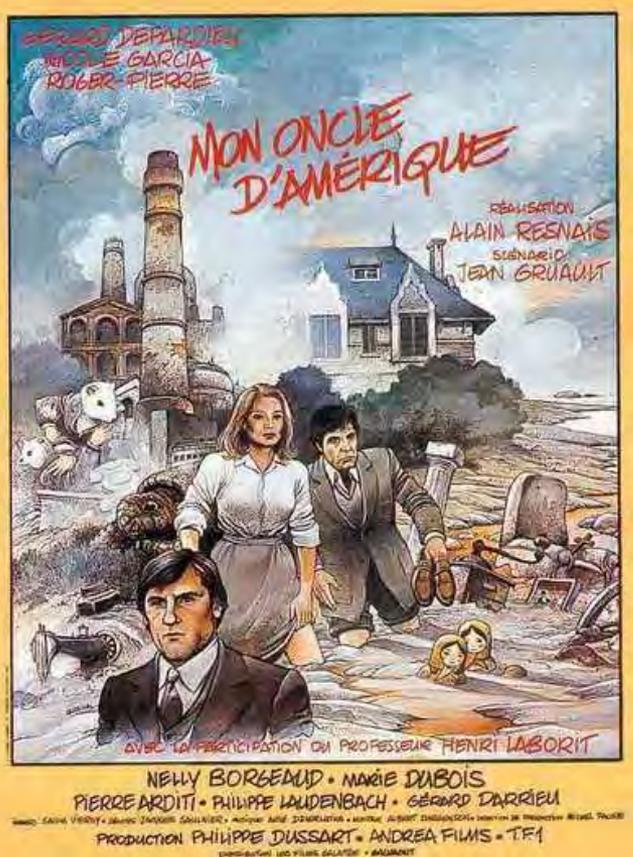
Même chose dans une troisième situation où un rongeur traversant un champ ouvert, par exemple, aperçoit un oiseau de proie au-dessus de lui.

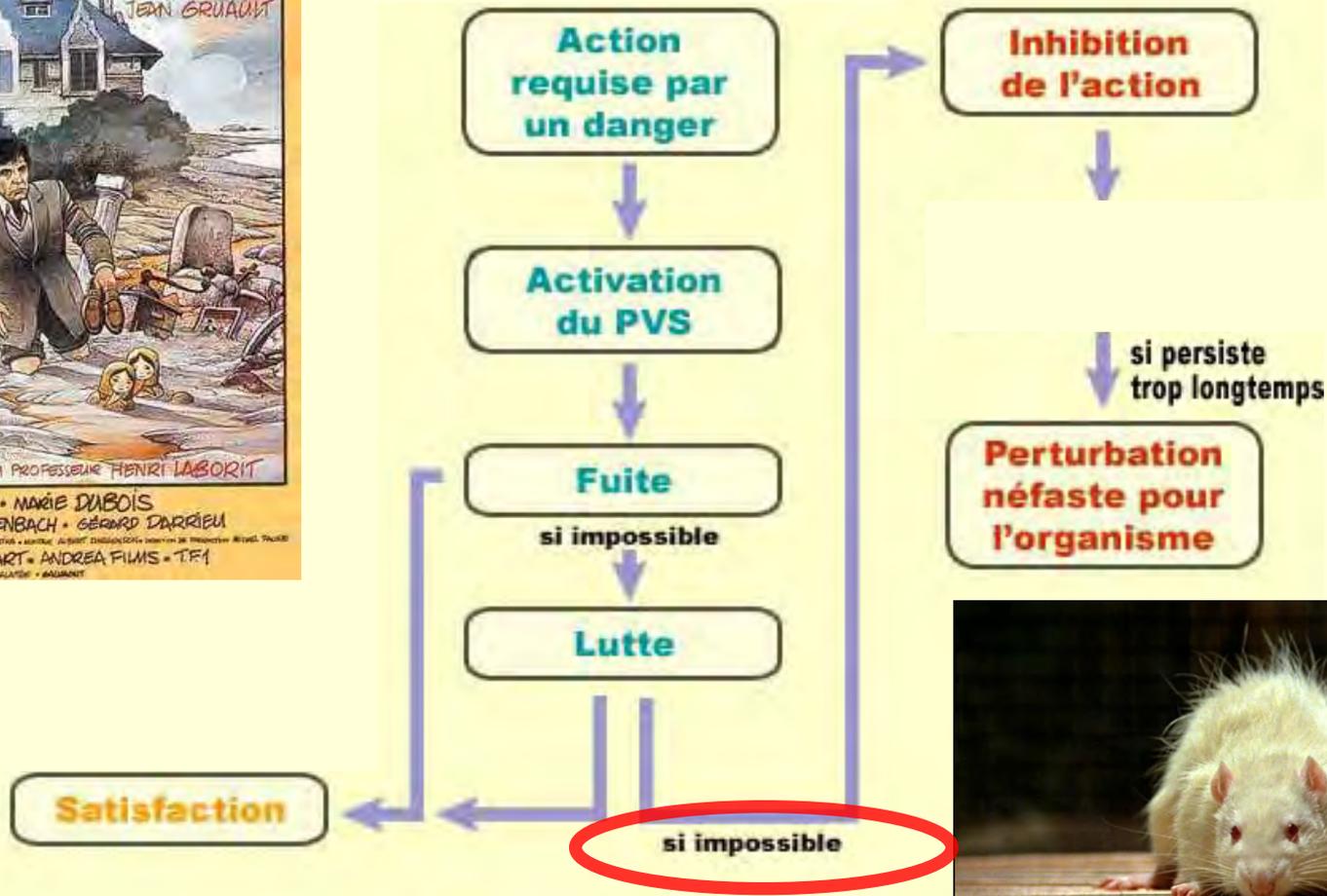
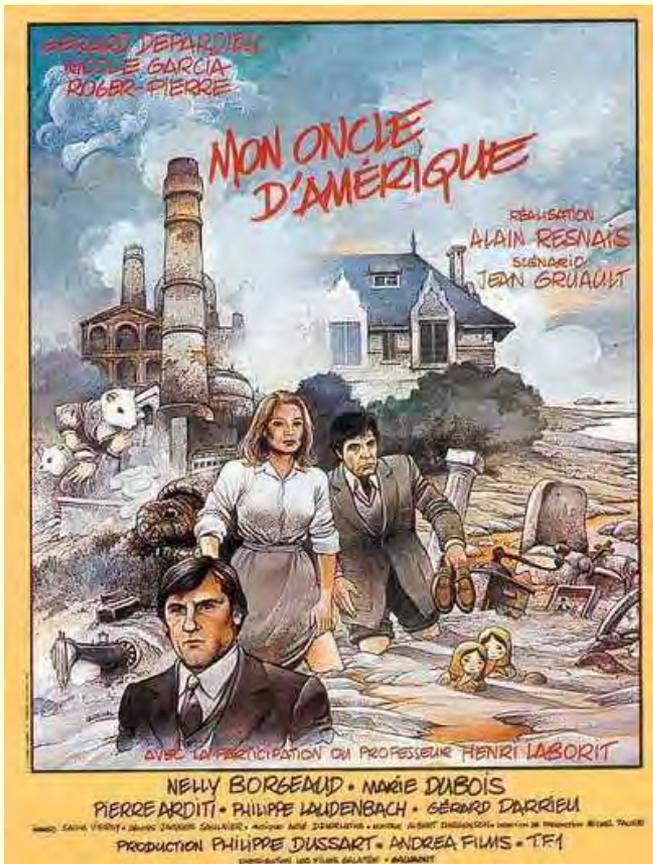
Ne pouvant ni fuir ni lutter, **il fige sur place**, en espérant que l'oiseau ne le verra pas.

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

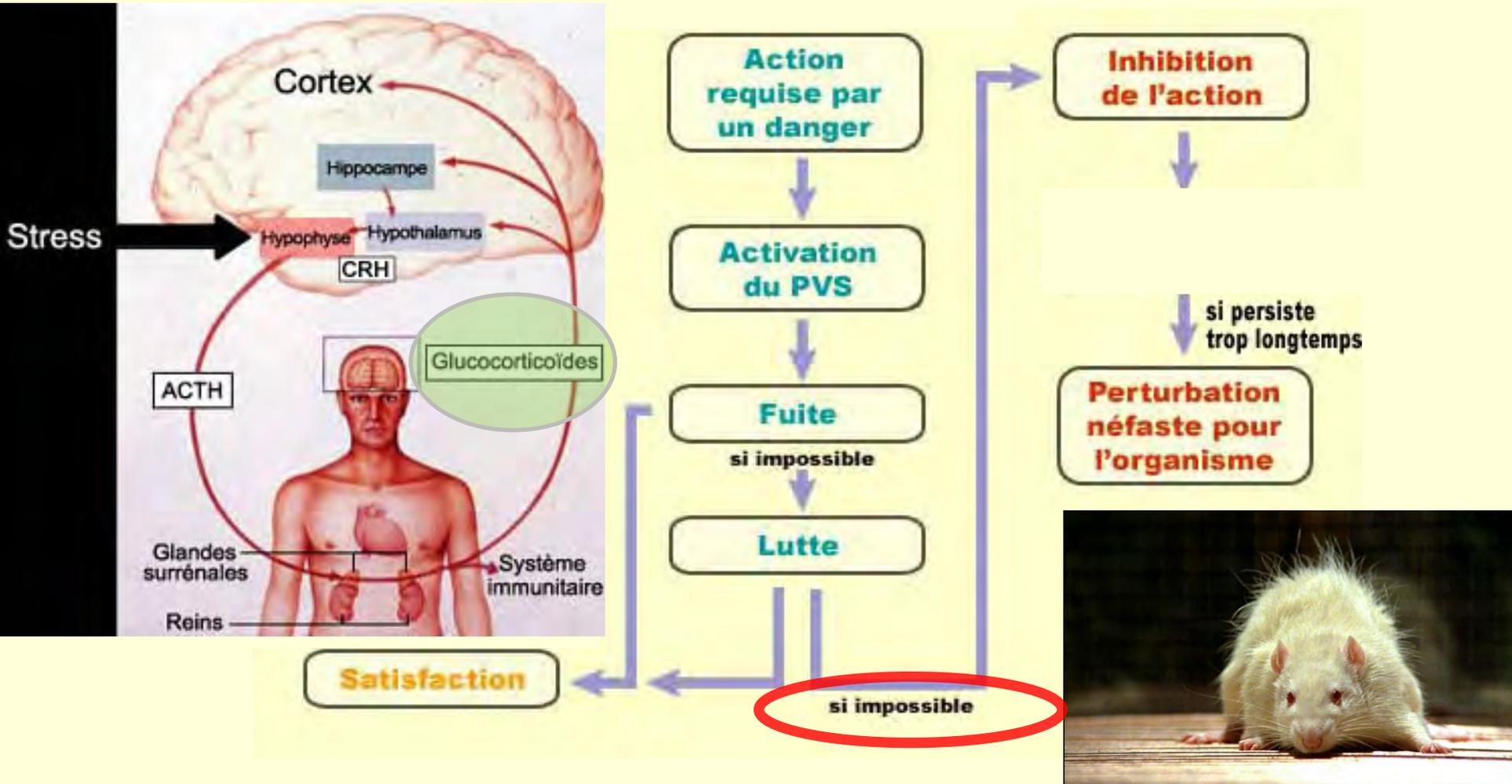
Mais qu'en est-il s'il dure, c'est-à-dire si le stress devient **chronique** ?
C'est là que les choses **se compliquent...**







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.

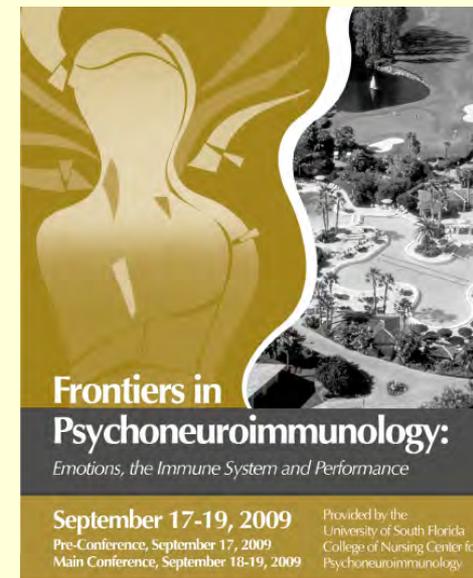
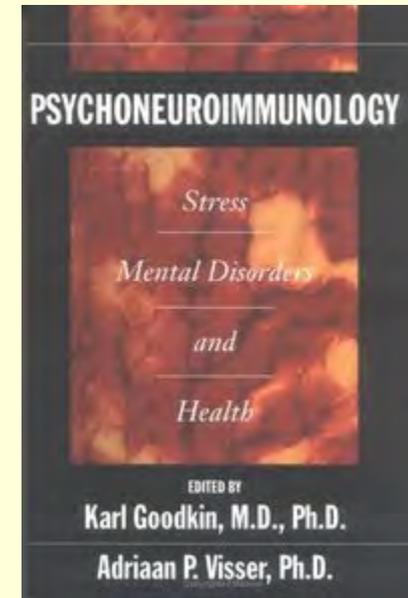
Quant aux sujets qui avaient adopté une posture de **soumission** avant les tests, ils ont, pour leur part, montré exactement les fluctuations **inverses**.

Le stress n'affecte pas que **le système nerveux sympathique et le système hormonal** (et les nombreux remaniements physiologiques qui l'accompagne).

Il affecte aussi, comme on l'a dit, **le système immunitaire.**

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.



CS



US

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,



CS



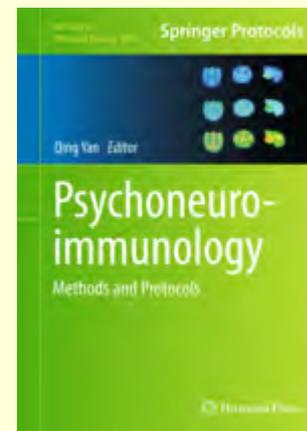
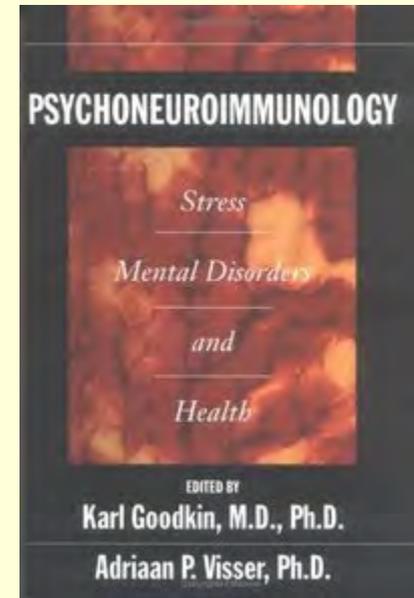
celui-ci est maintenant capable de réactiver la réponse immunitaire via les efférences nerveuses ou humorales.

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

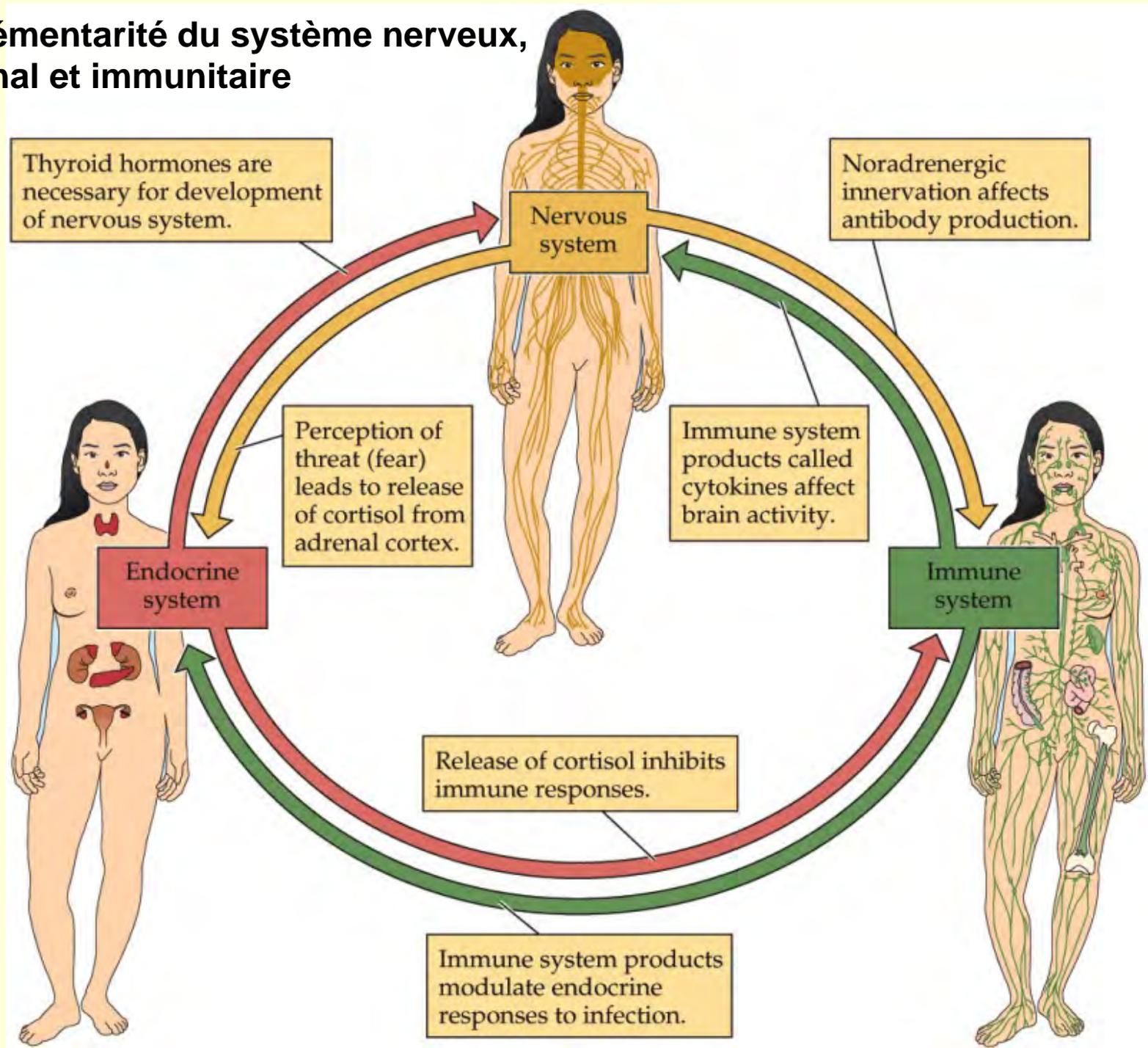
September 17-19, 2009
Pre-Conference, September 17, 2009
Main Conference, September 18-19, 2009

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-idx=3&rref=science&module=Banner&version=context®ion=Header&action=click&contentCollection=Science&pgtype=article>

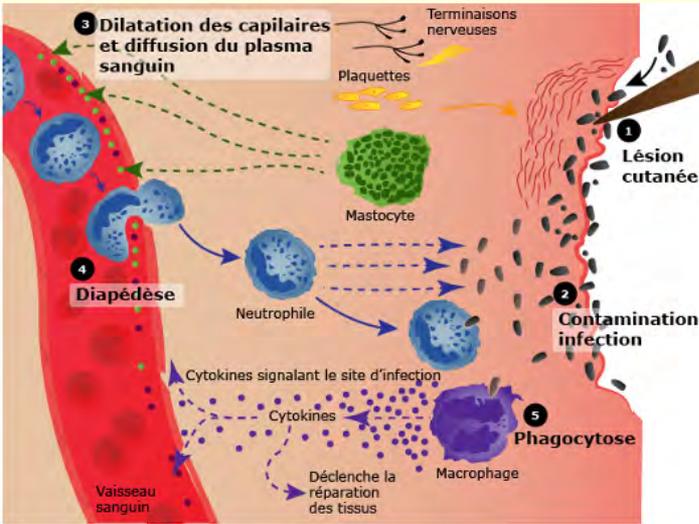
Une étude qui vient d'être publiée dans Science montre que la position relative d'un singe rhésus dans la hiérarchie de dominance de son groupe influence le fonctionnement de son système immunitaire :

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 toletter** ("grooming") étaient ceux qui avaient les processus inflammatoires les **moins élevés**.

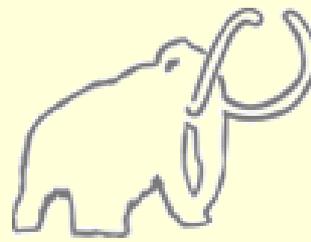
Ce qui nous ramène à **l'inhibition de l'action**, car c'est exactement ce que les individus subordonnés subissent chroniquement.



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 :

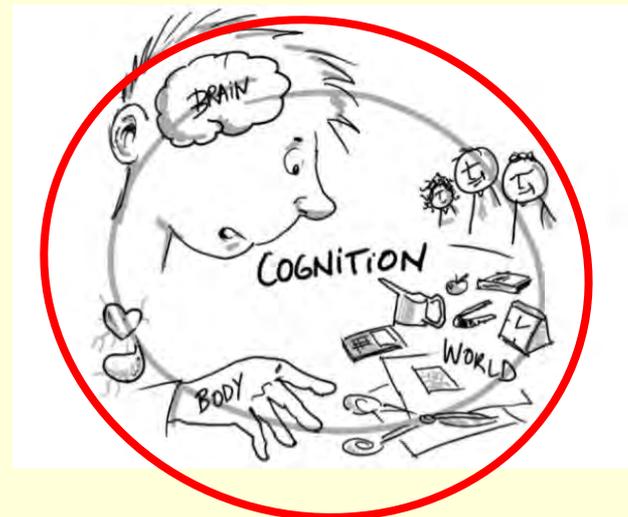
Bref survol de différents exemples de cet aspect **incarné** de notre cognition.

1) Cerveau – Corps



2) Cerveau – Corps – Environnement

(où l'on va se demander si le dualisme cartésien est si mort que ça...)

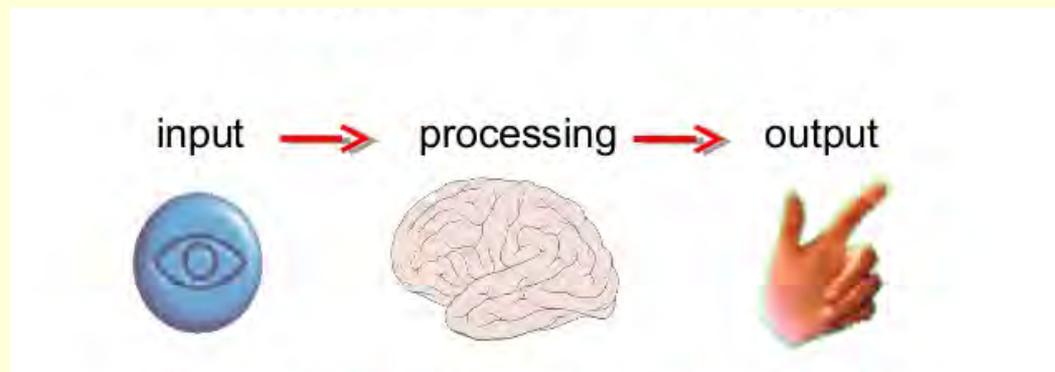


Cognitivism

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



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...

Behaviorism



– Stop this metaphysical nonsense...



“the classical sandwich model of the mind”

- Susan Hurley

Psychological architecture for behavior



• Some observations:

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

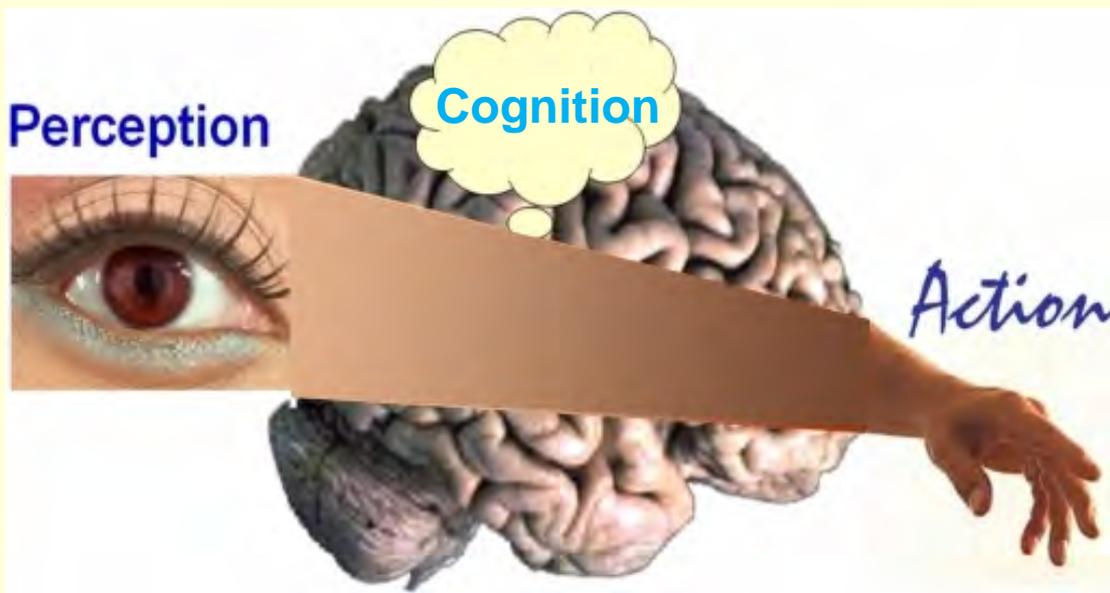
Behavior

Perception

Cognition

Action

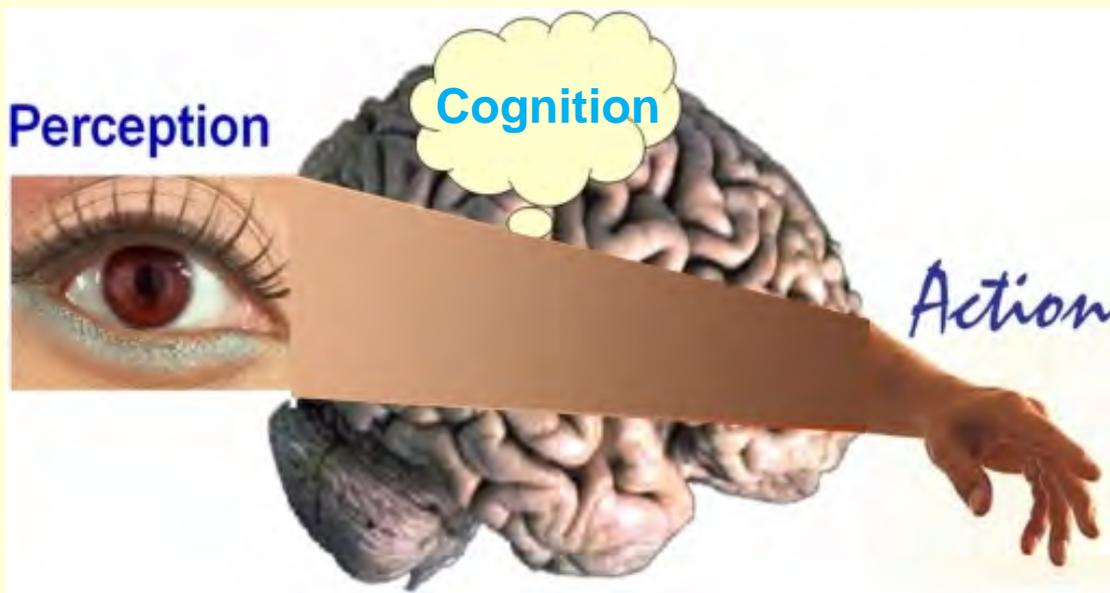




« → **décision**

→ **préparation
du mouvement**

→ ***action***

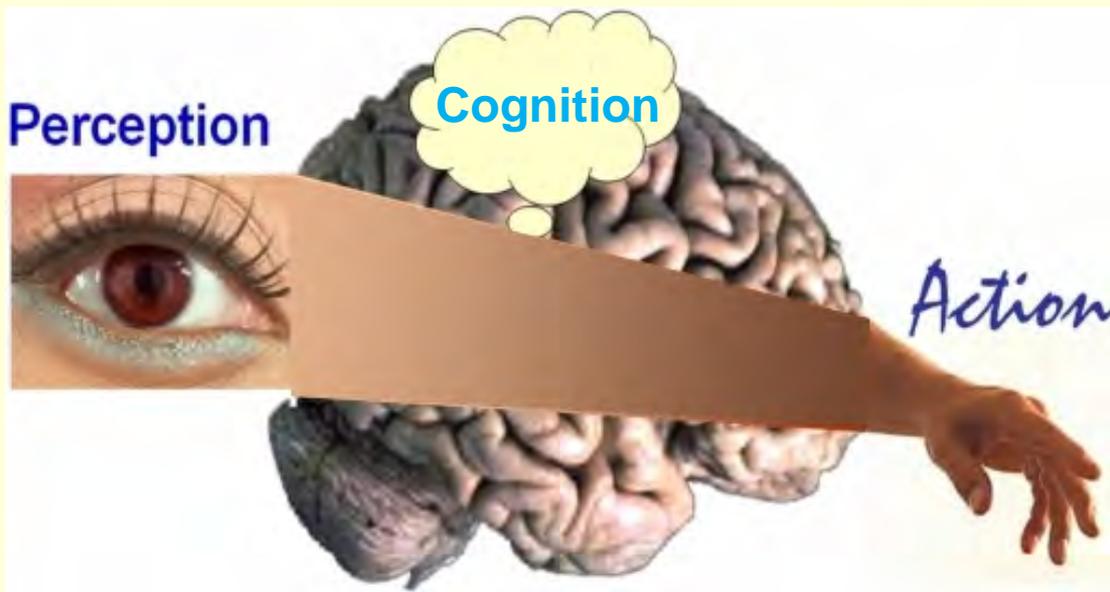


On va voir
que c'est la
logique
inverse qui
prévaut !

« → décision

→ préparation
du mouvement

→ *action*



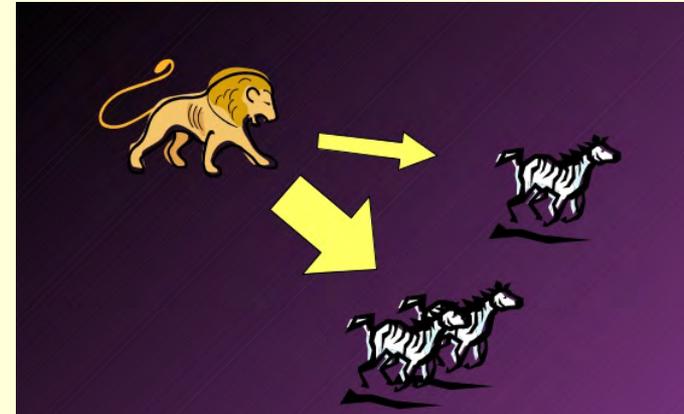
« → décision

→ préparation
du mouvement

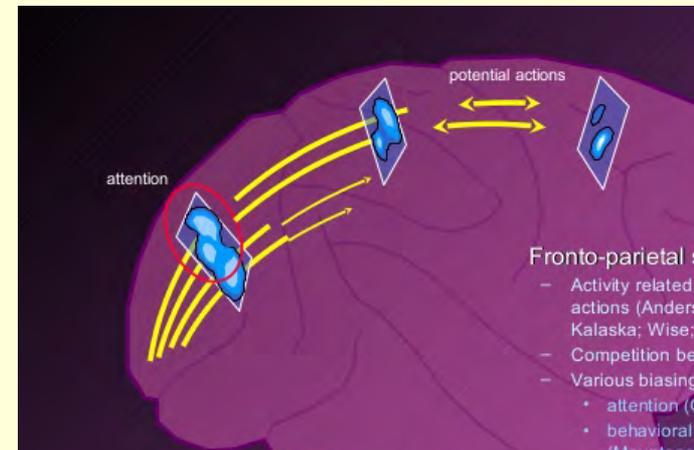
→ *action*

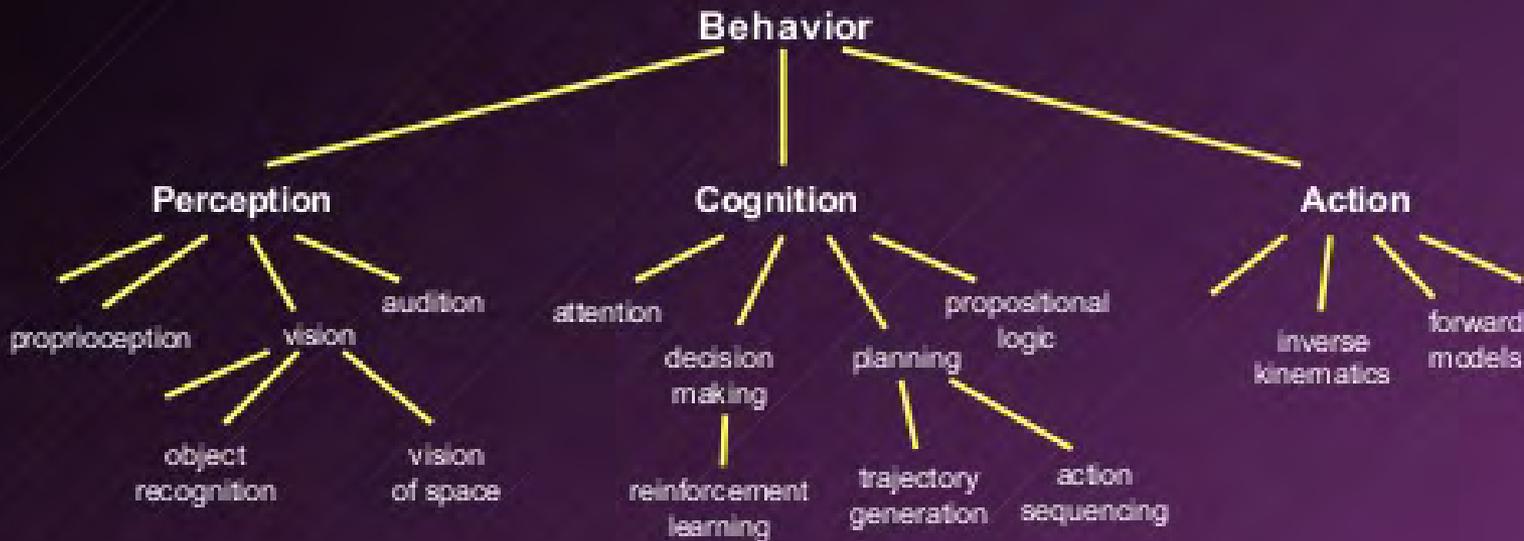
Comment en arrive-t-on
à cette conclusion ?

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



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

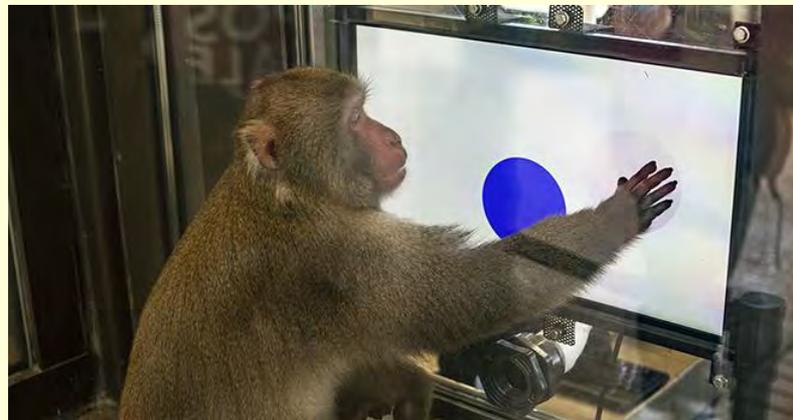




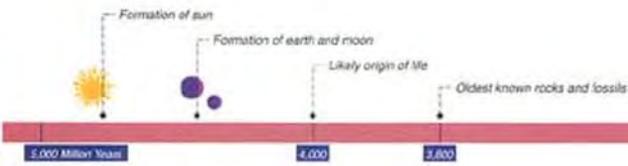
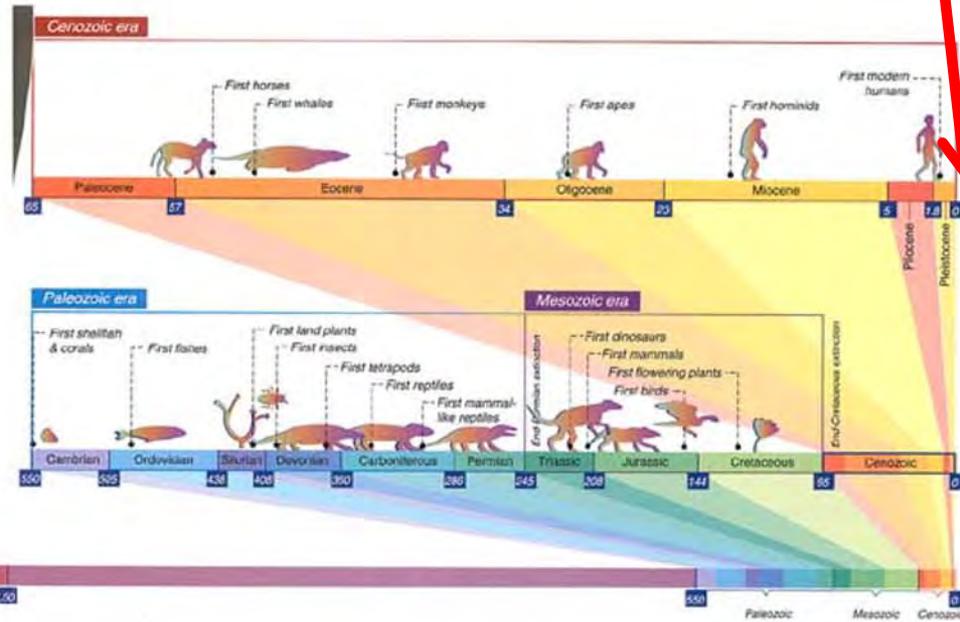
Bien sûr, certaines données expérimentales appuient ce schéma.

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.)

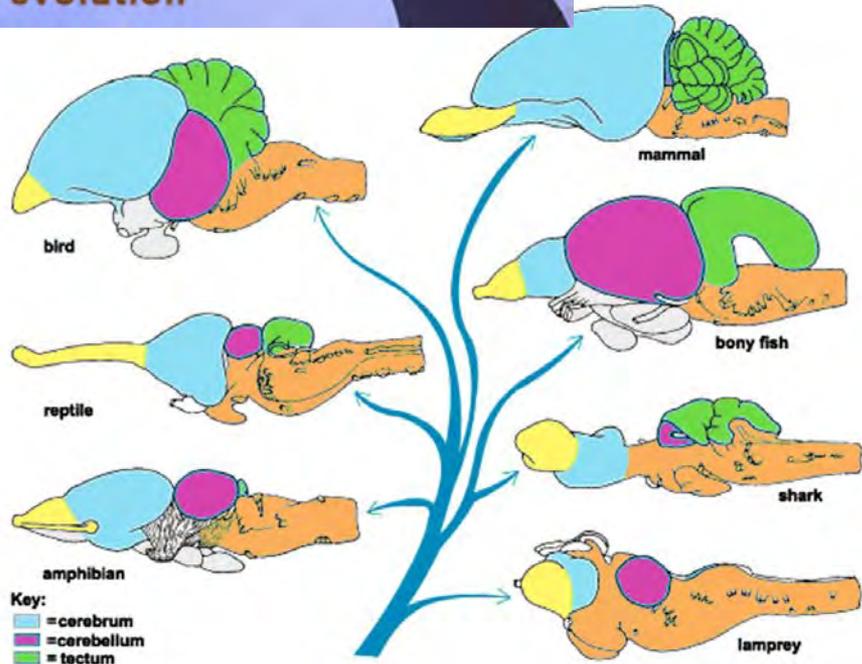


...et non en fonction de processus en temps réel dans un environnement naturel.

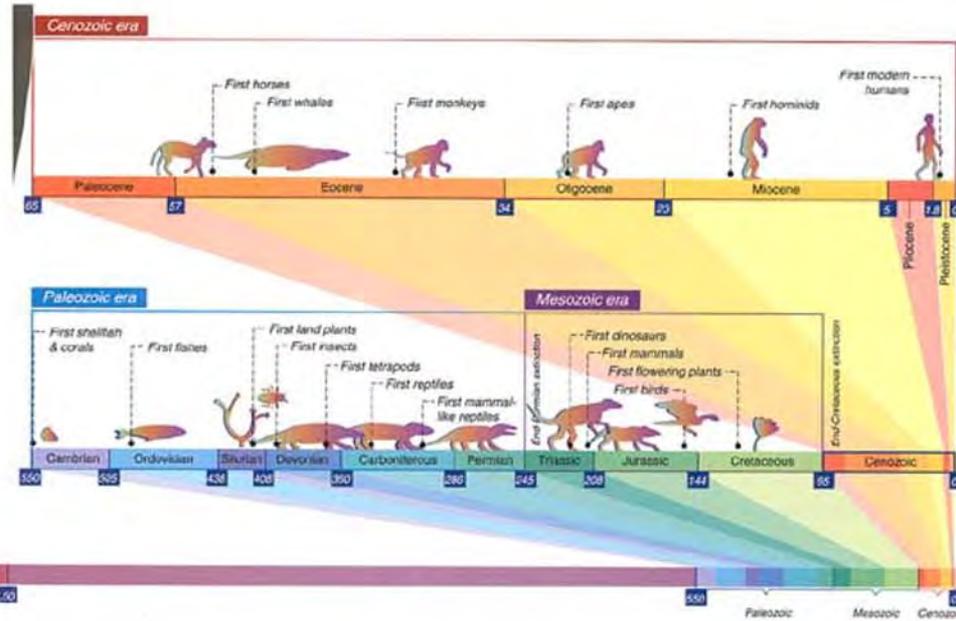




Notre cerveau, bricolage de l'évolution



Bitzress.fr



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 souligné l'importance des ha 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.

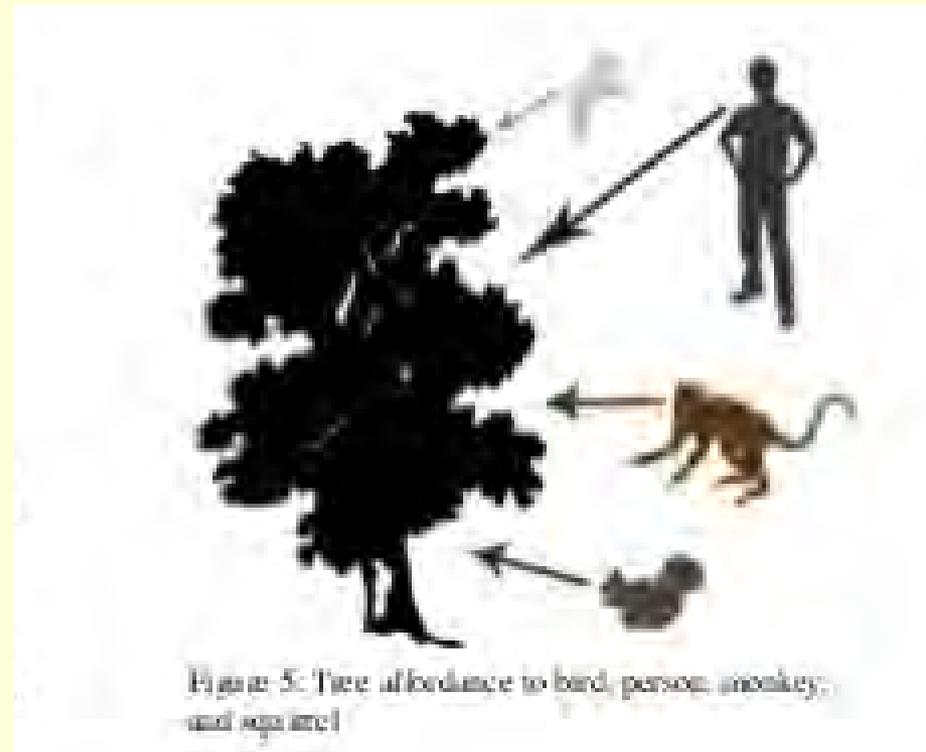


Figure 5: Tree affordance to bird, person, monkey, and squirrel

« **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

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

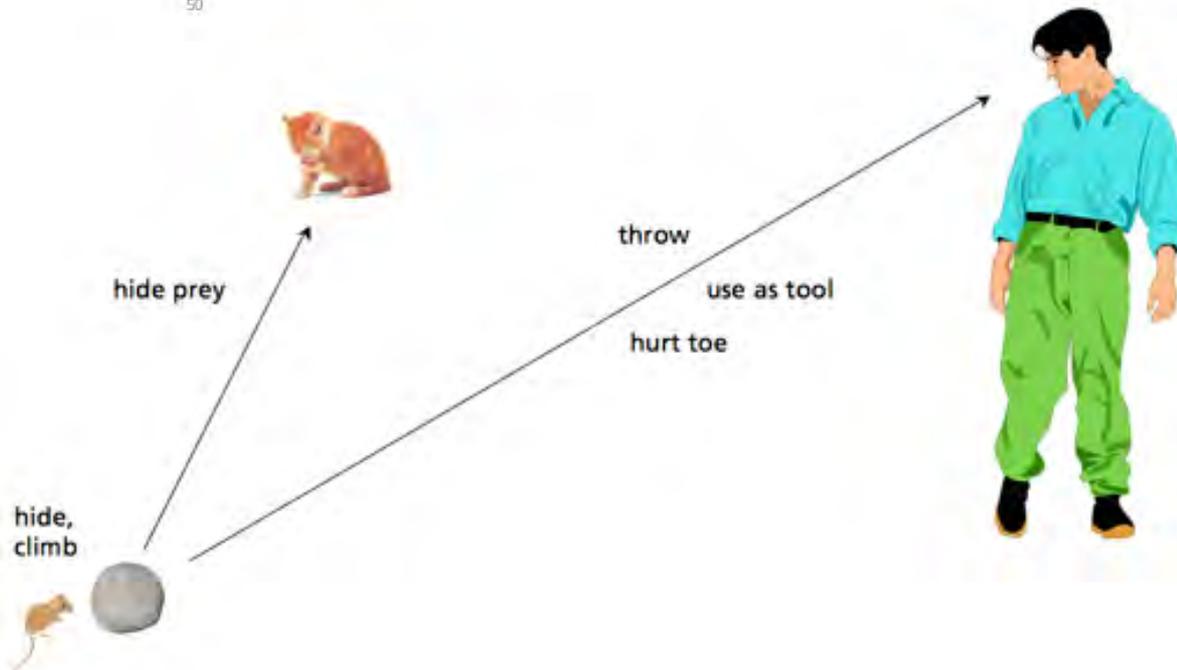


Environment



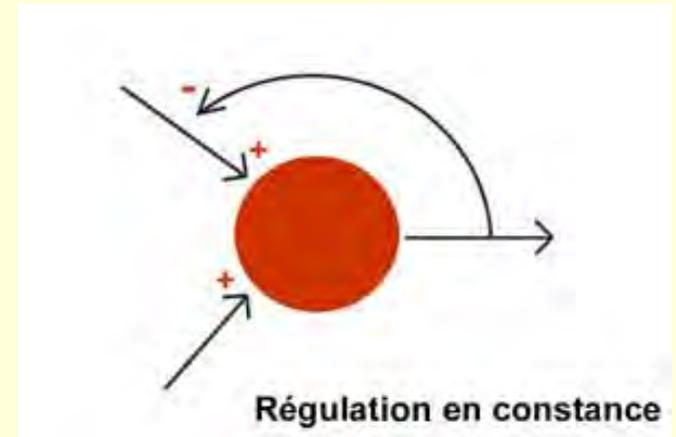
Housing

Nutrition



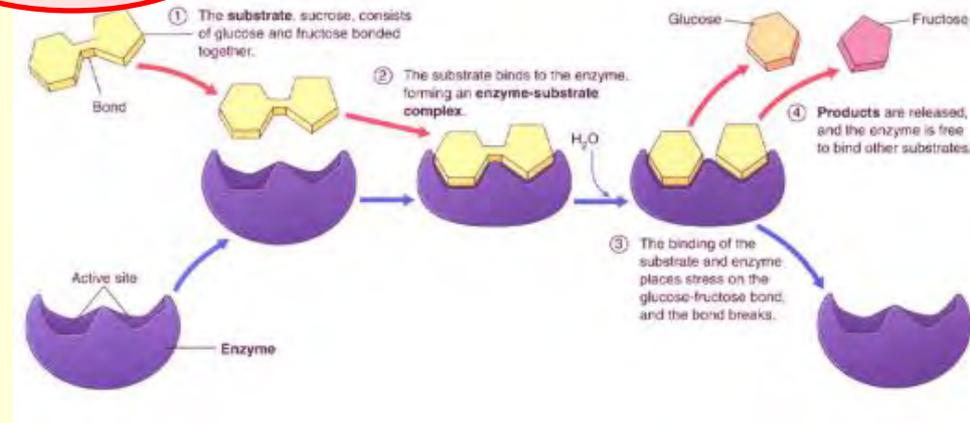
Pour Gibson :

- 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...



sucrose

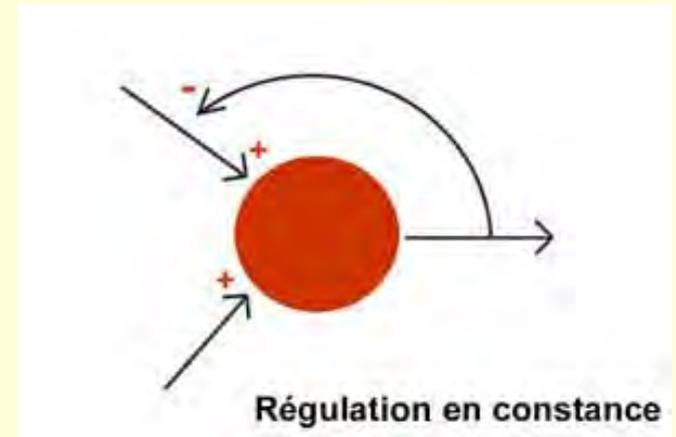
« Physiologie »



Mais plusieurs étendent maintenant ces boucles de contrôle homéostasique interne à l'organisme entier qui se déplace dans son **environnement** (ce qu'on va alors appeler le comportement).



sucrose



« Comportement » :

peut être pensé comme un
« **feedback control process** »
entre l'organisme et son
environnement

Car 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)
- 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)

Certains, comme Engel et ses collègues, n'hésitent pas à parler d'un « **tournant pragmatique** » que sont en train de prendre les sciences cognitives en s'éloignant des approches centrées sur les représentations pour aller vers d'autres 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.**

The Pragmatic Turn

Toward Action-Oriented Views In
Cognitive Science

Edited by
Andreas K. Engel,
Karl J. Friston, and
Daniela Küng



STIMULATING FORM REPORTS

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 maintenant considérer 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 Kragic



STRONACHIAN FORUM REPORTS

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 :

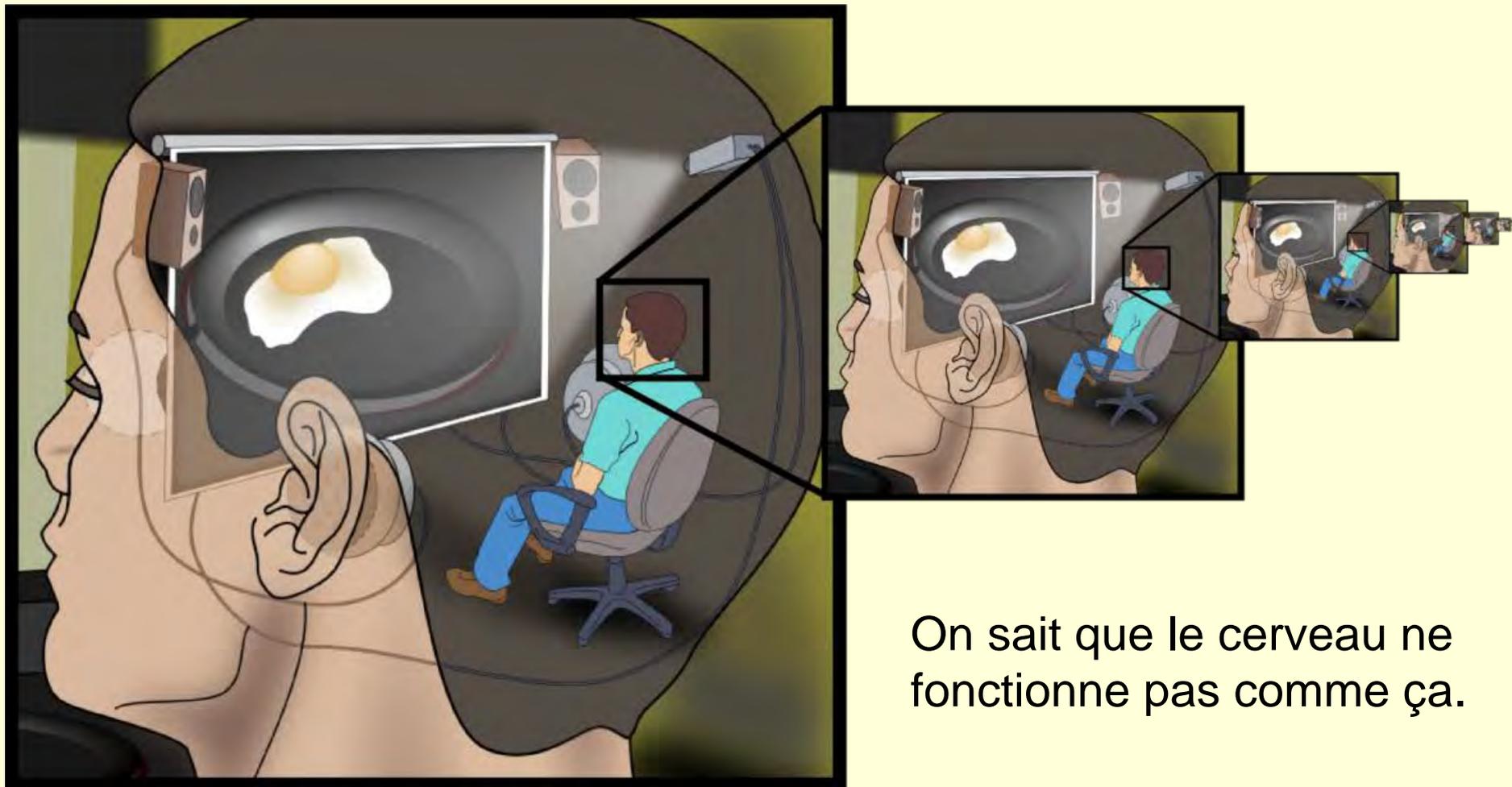
« décision →
préparation du bon
mouvement →
action »



Car « qui » prend la décision ?

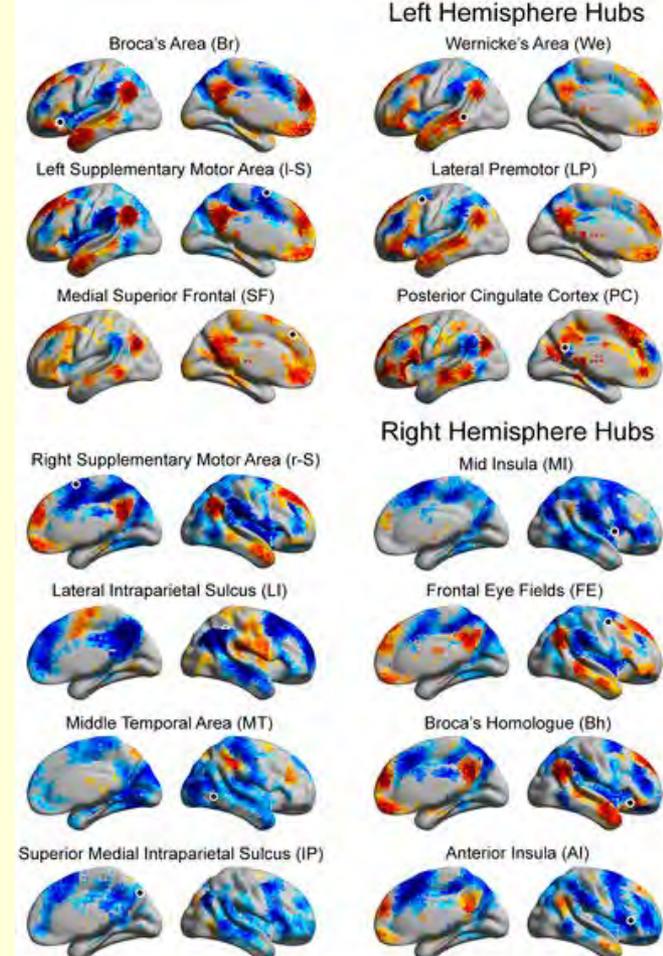
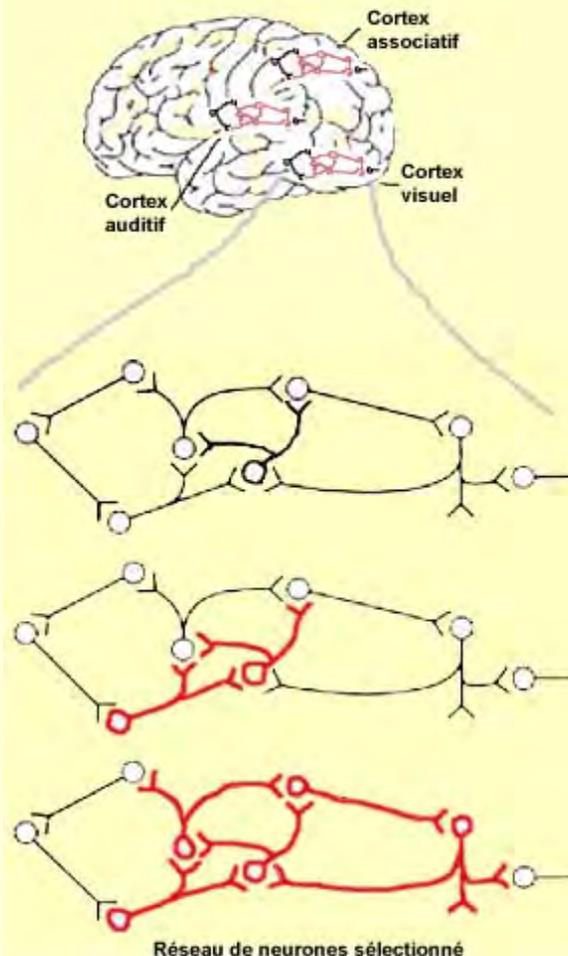
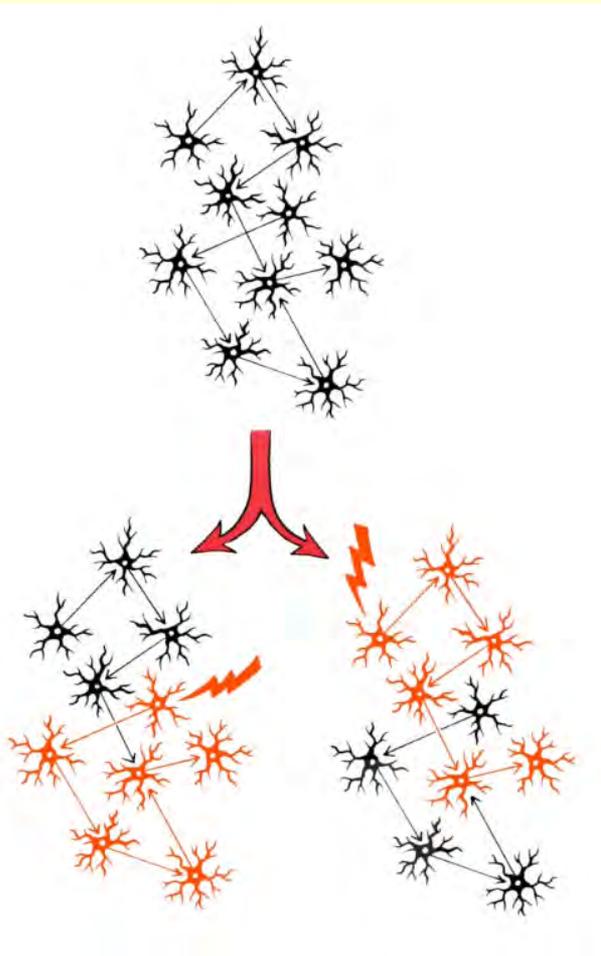
Un « centre de contrôle » ?

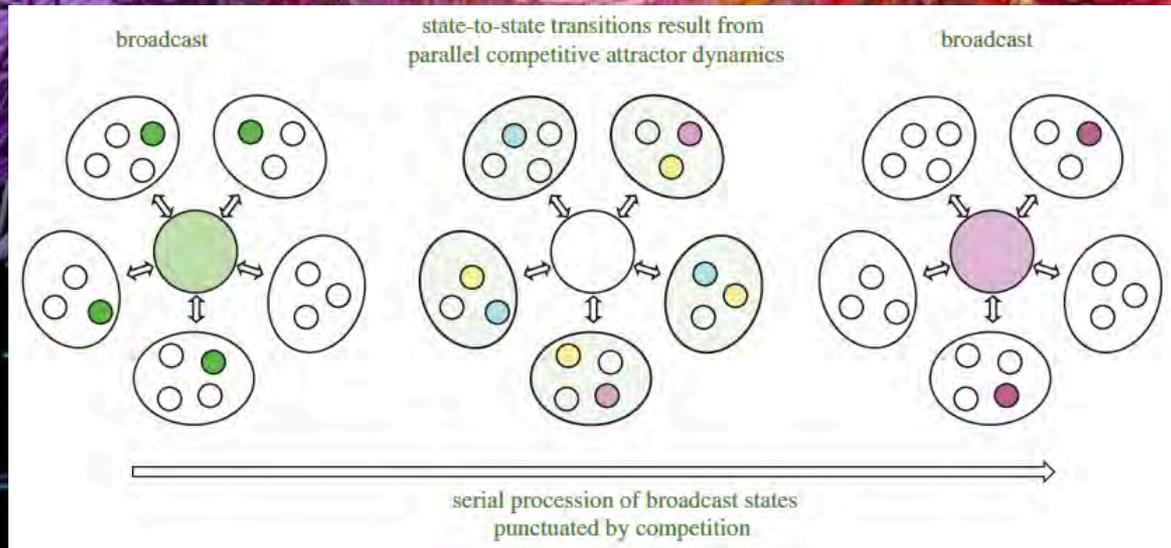
Alors régression à l'infini...



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**.

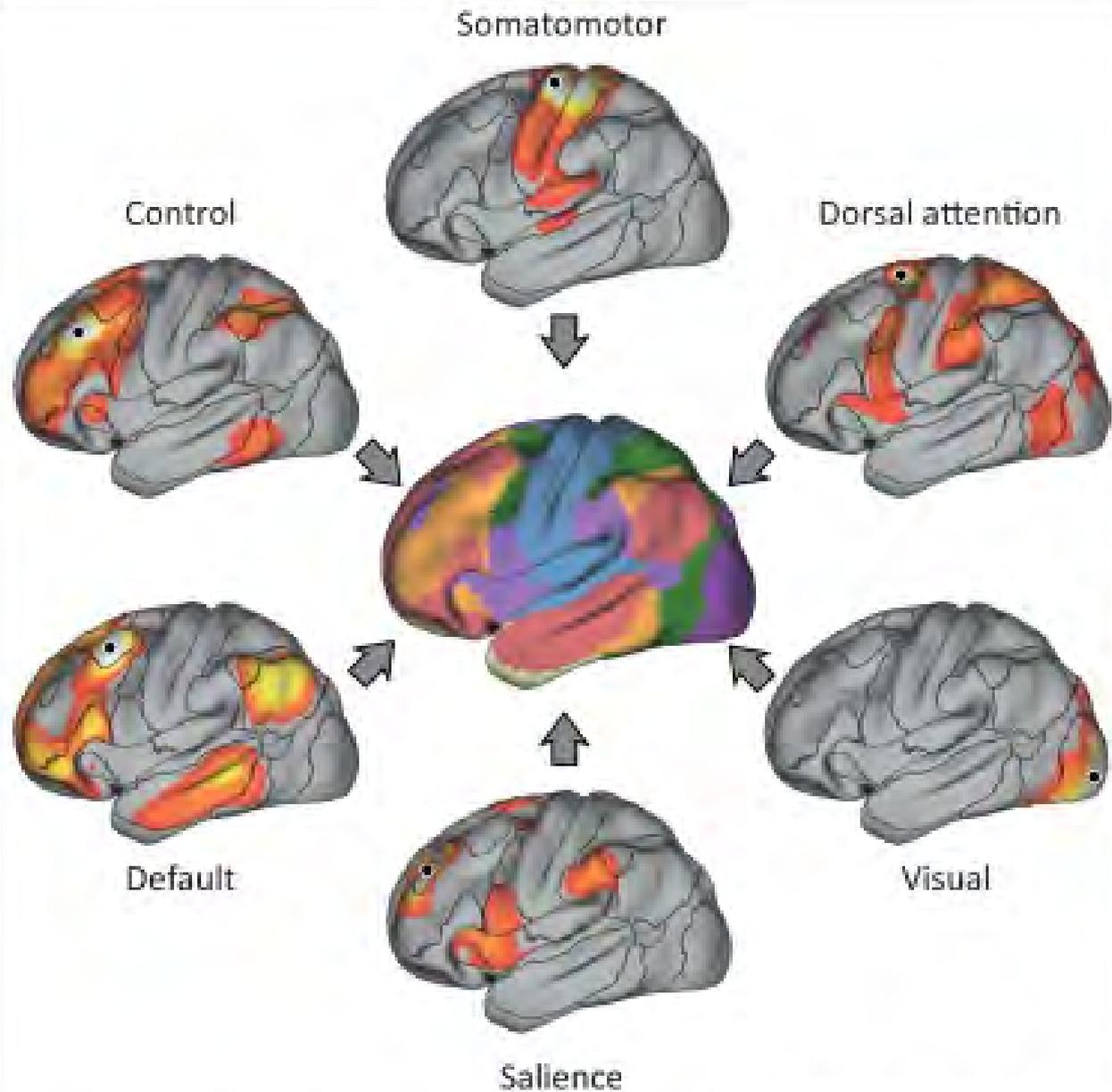




Hypothèse du « Connective core » (M. Shanahan)

...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.

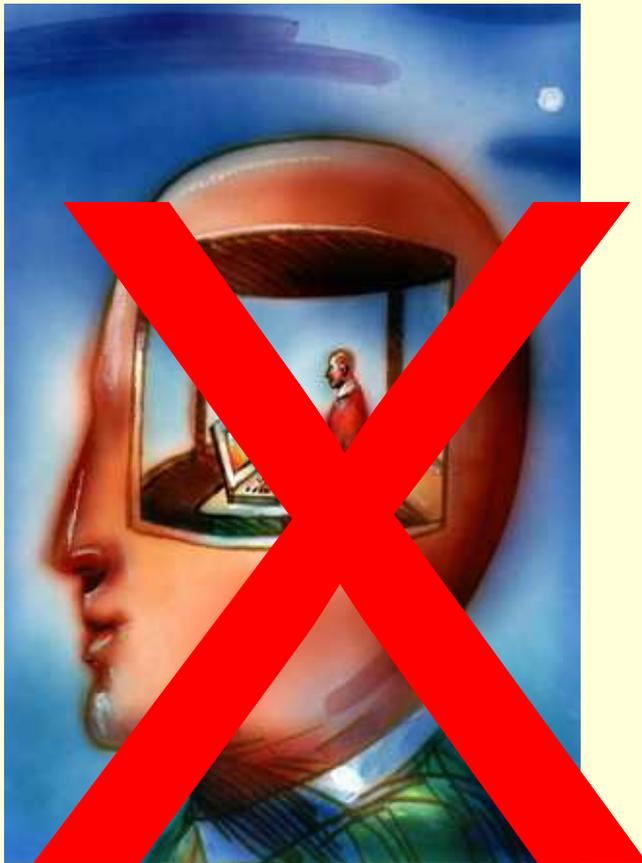
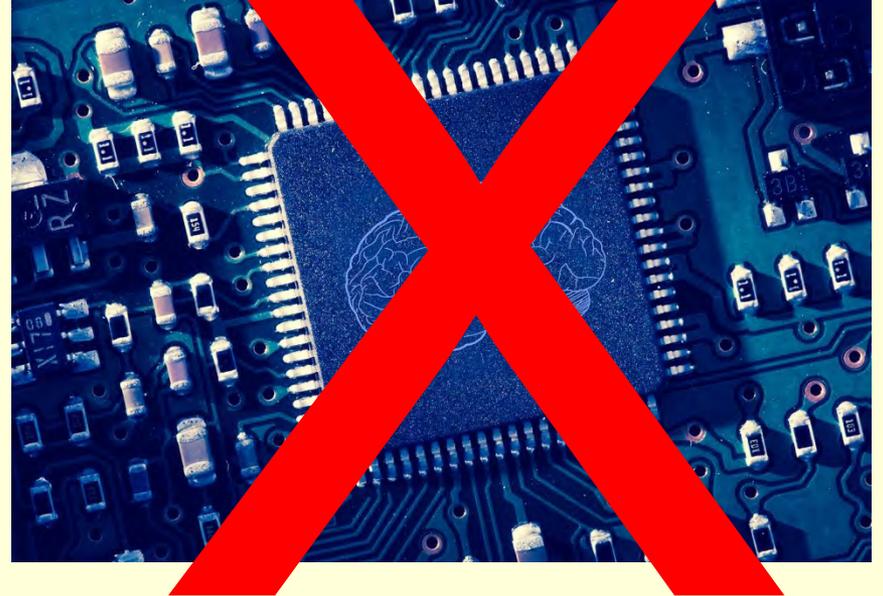
On a ainsi pu identifier plusieurs **réseaux** cérébraux à large échelle actifs dans différentes situations.



TRENDS in Cognitive Sciences



Neuromythe à oublier



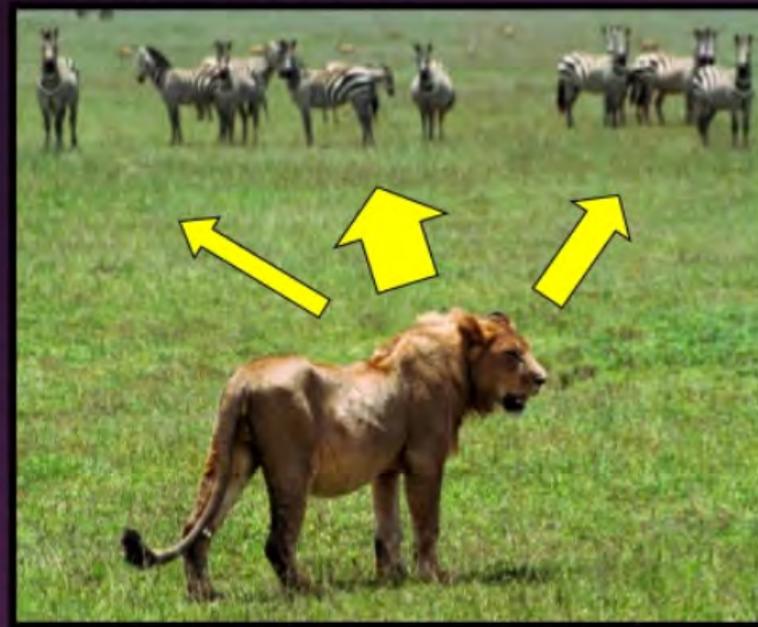
Il n'y a donc pas de
« **centre de...** » quoi
que ce soit dans le
cerveau.

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

- M. Gazzaniga

Comment sont prises les décisions alors ?

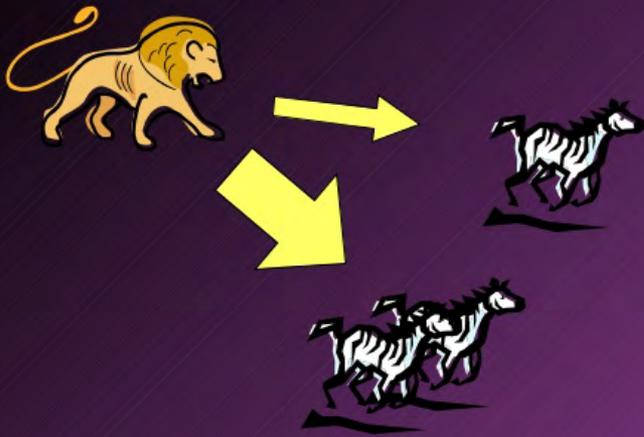
Decision-making in the wild



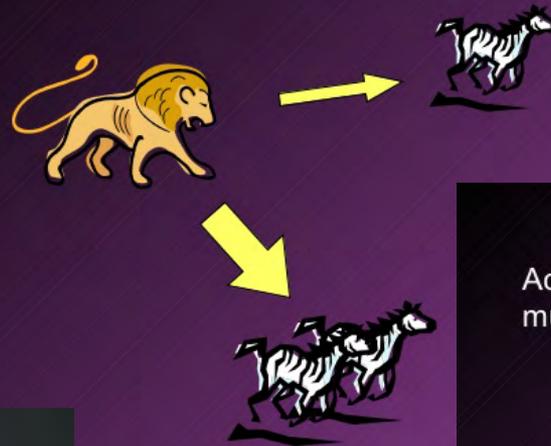
- The world presents animals with multiple opportunities for action (“affordances”)
- Cannot perform all actions at the same time
- Real-time activity is constantly modifying affordances, introducing new ones, etc.

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

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

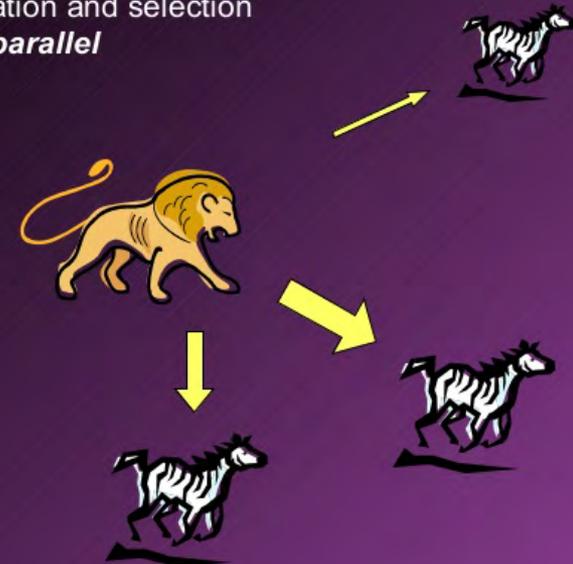


L'origine de la prise de décision c'est ça...



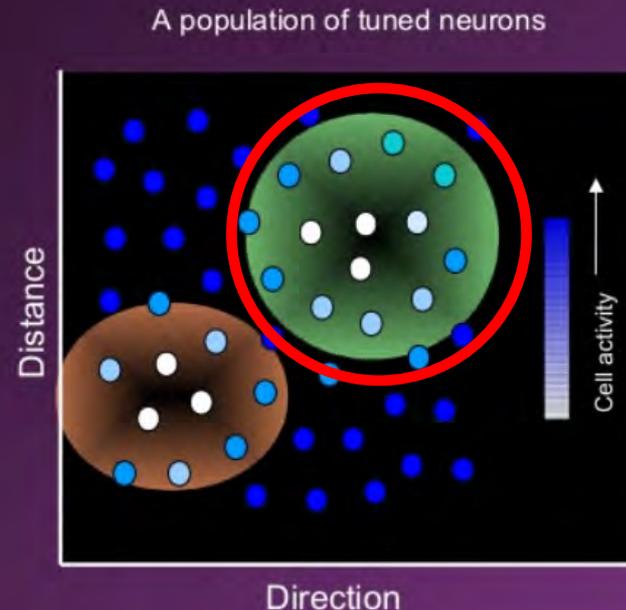
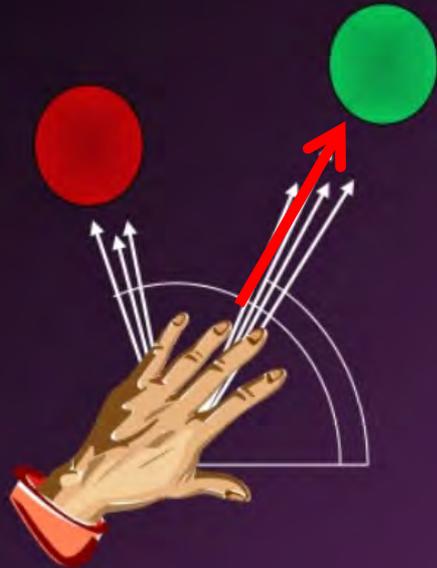
...et pas ça !

Action specification and selection must occur *in parallel*



Specification and selection in parallel

Et non en série !



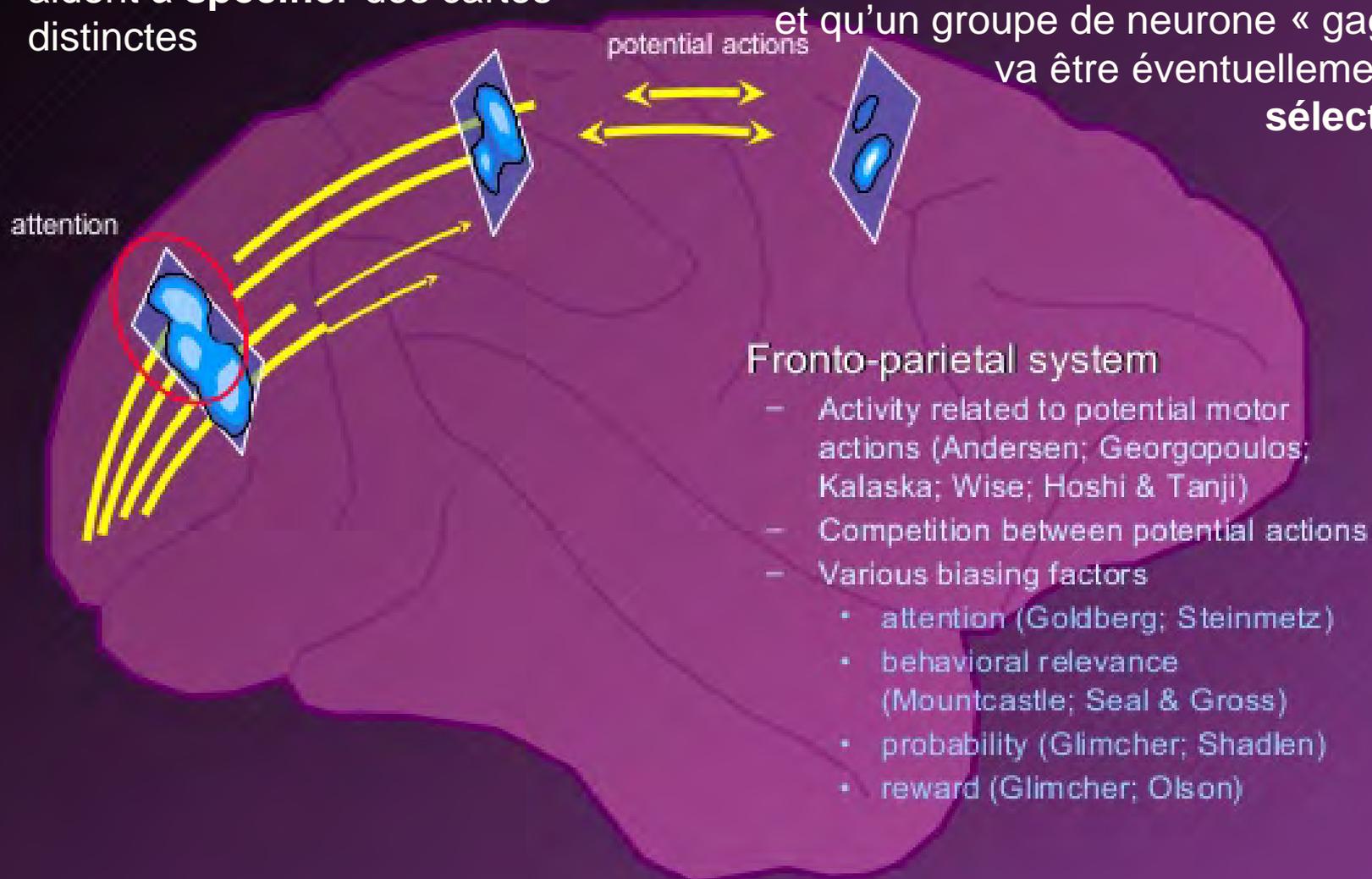
Les neurones répondent préférentiellement à une direction...

- 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 !

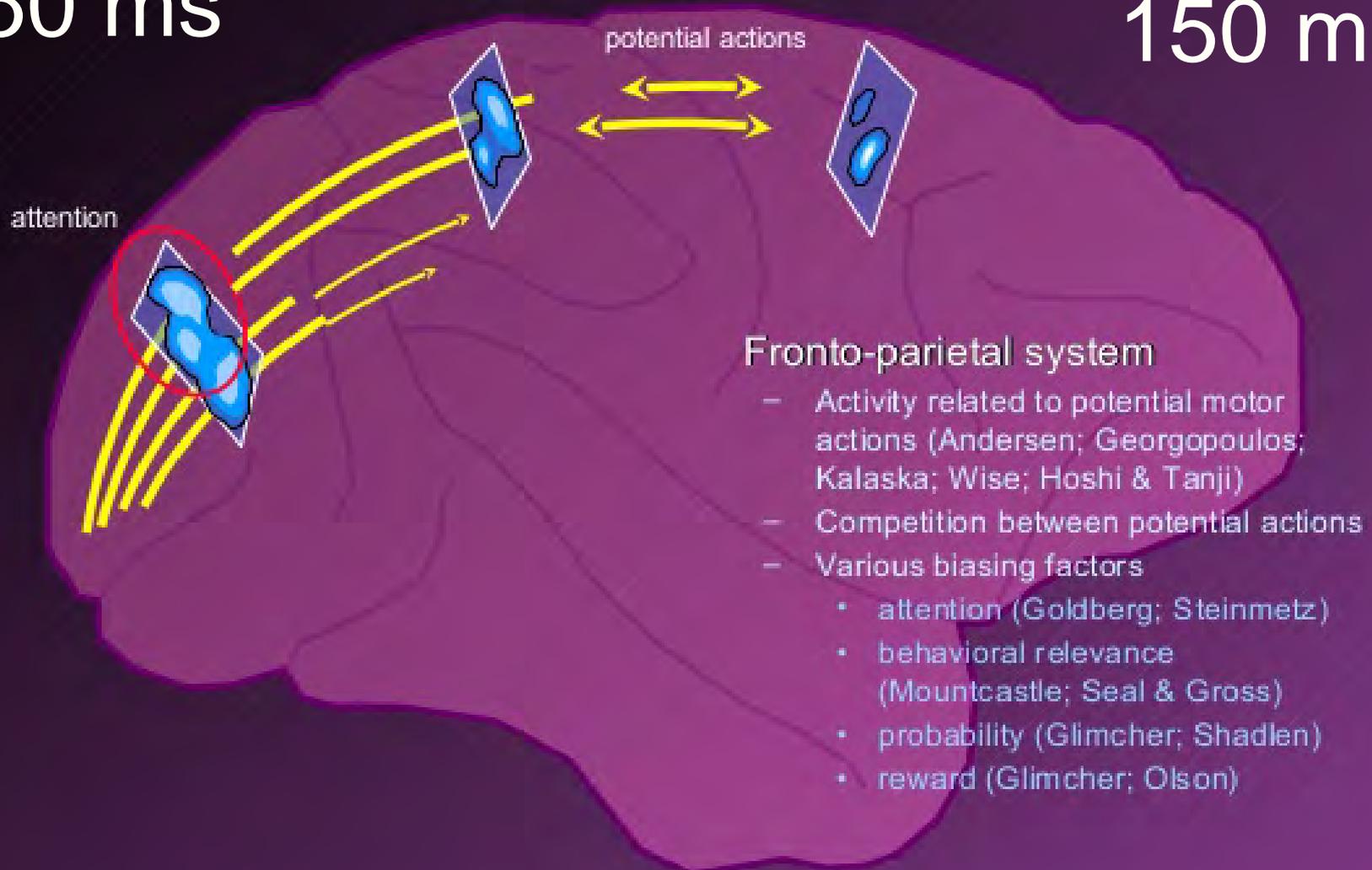
Des processus d'attention aident à **spécifier** des cartes distinctes

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**



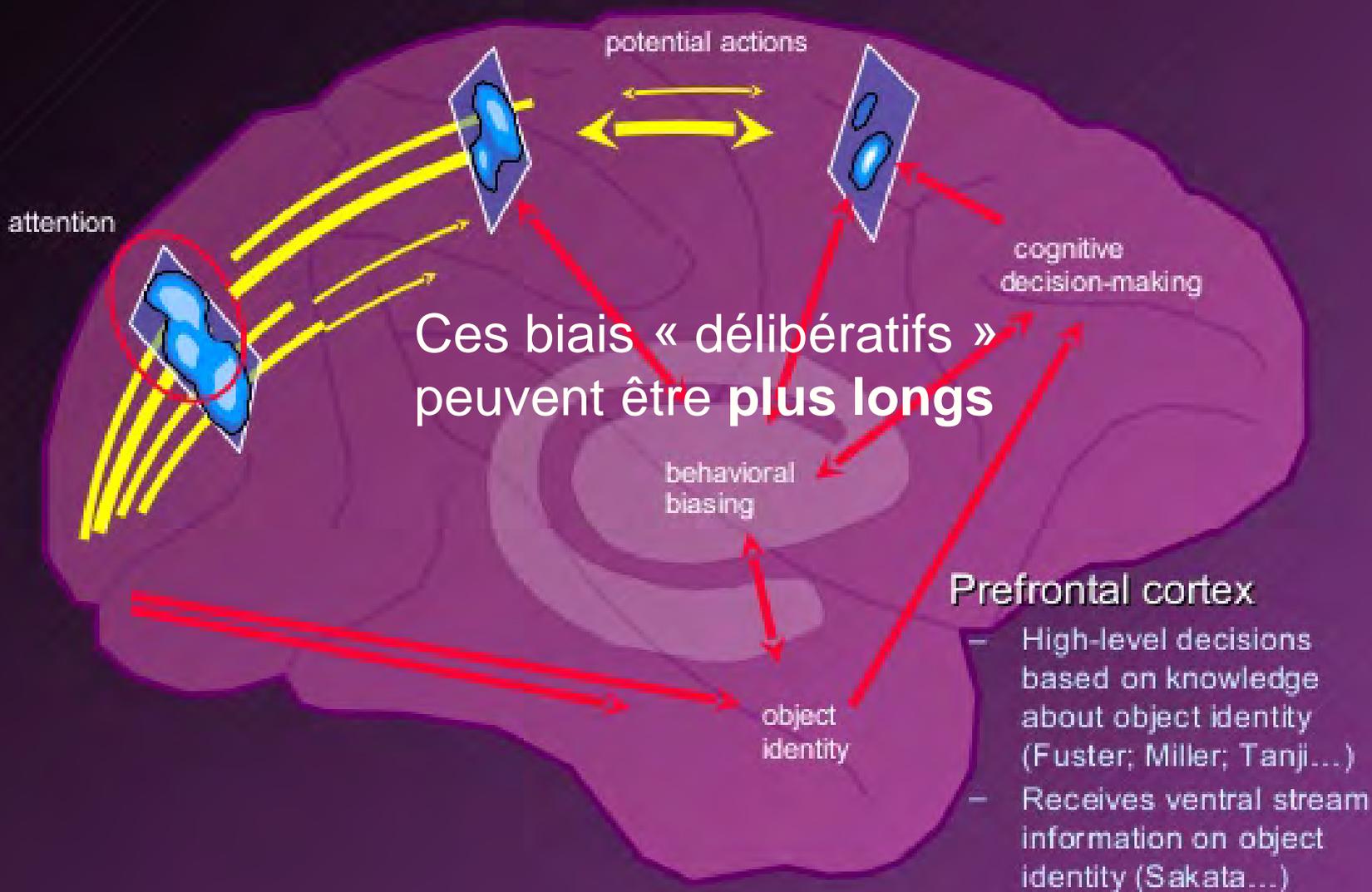
50 ms

150 ms

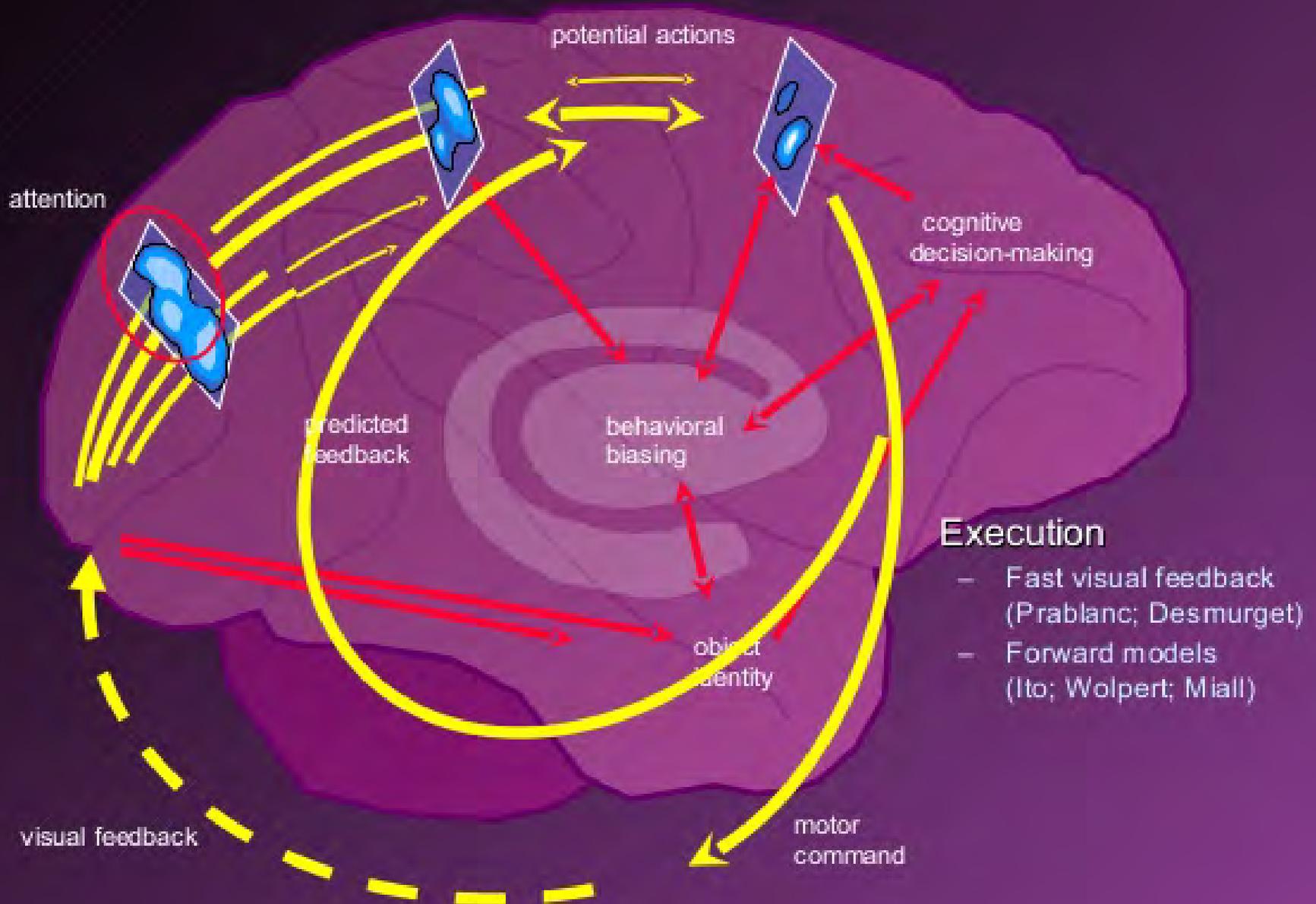


Fronto-parietal system

- 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)

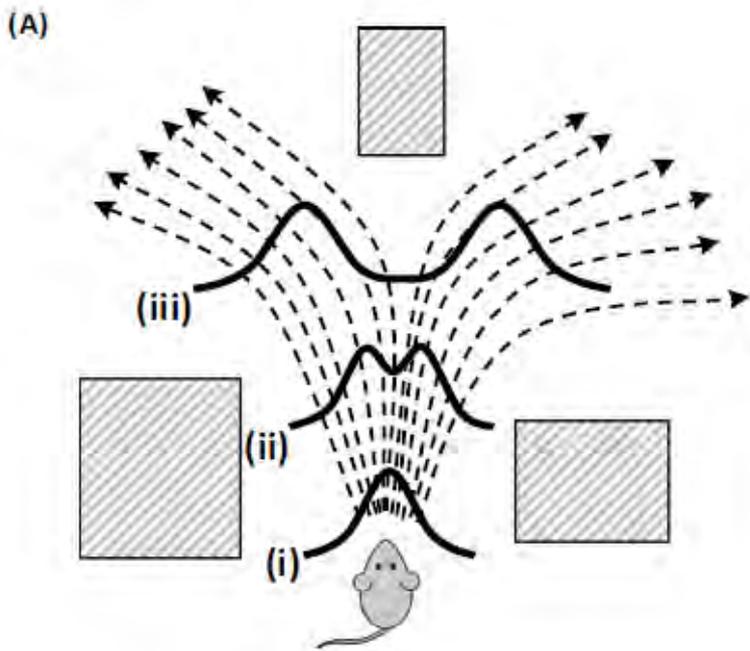


...et tout cela se poursuit en temps réel (le corps bouge, l'environnement aussi) et à tout moment on doit réévaluer notre action, la corriger, etc.

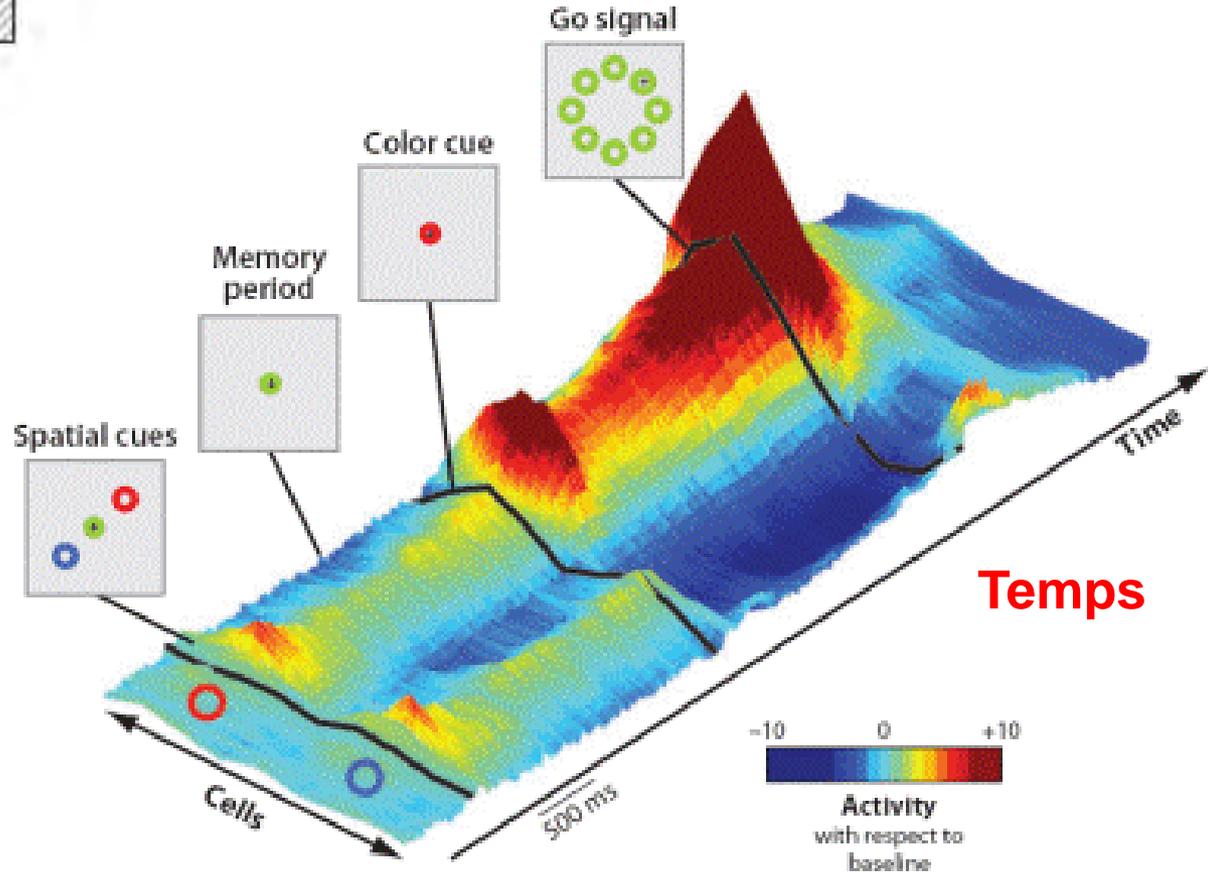


Par exemple, quand on marche dans une foule, à tout moment notre action définit ses prochaines options que notre cerveau va commencer à préparer en parallèle avant qu'une de celle-ci ne s'impose, soit sélectionnée, et débouche sur un geste concret.

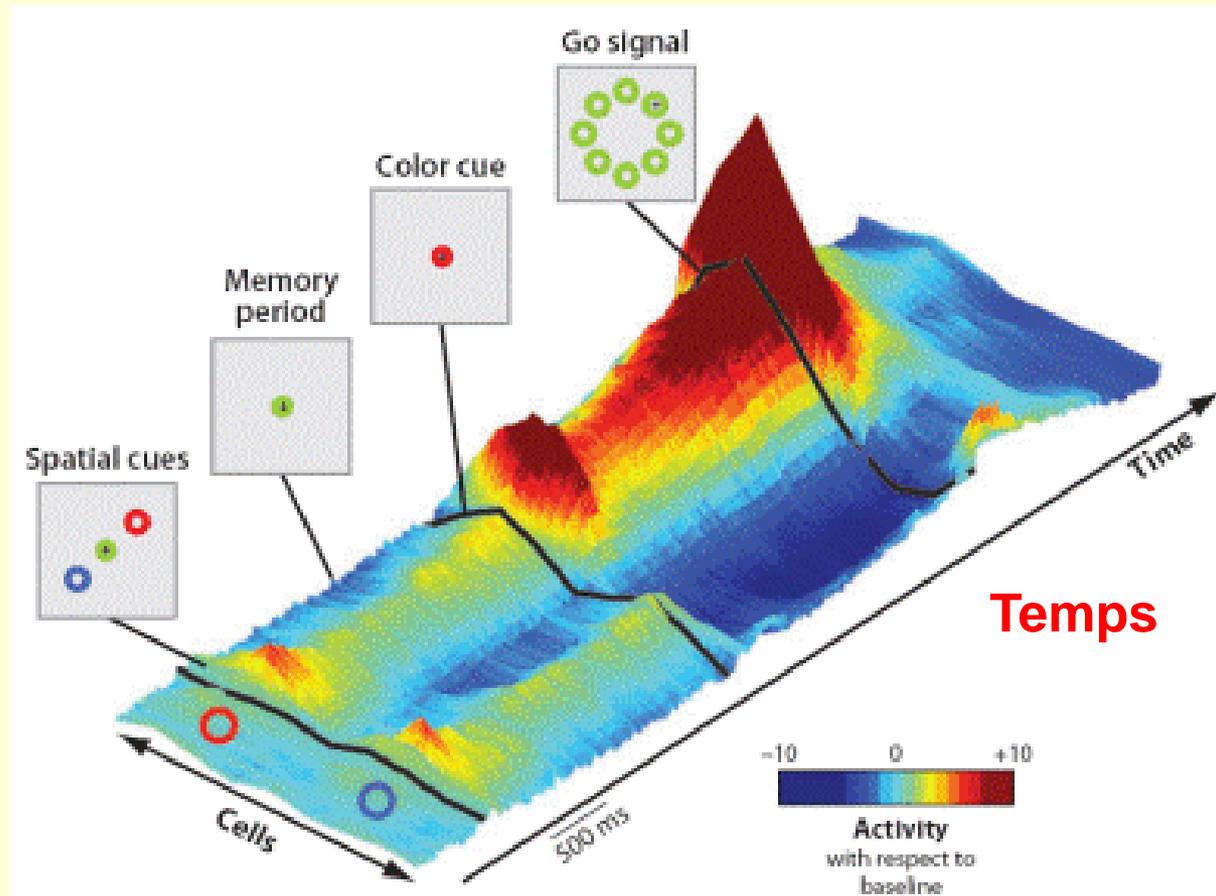




Niveau d'activité de deux populations de neurones

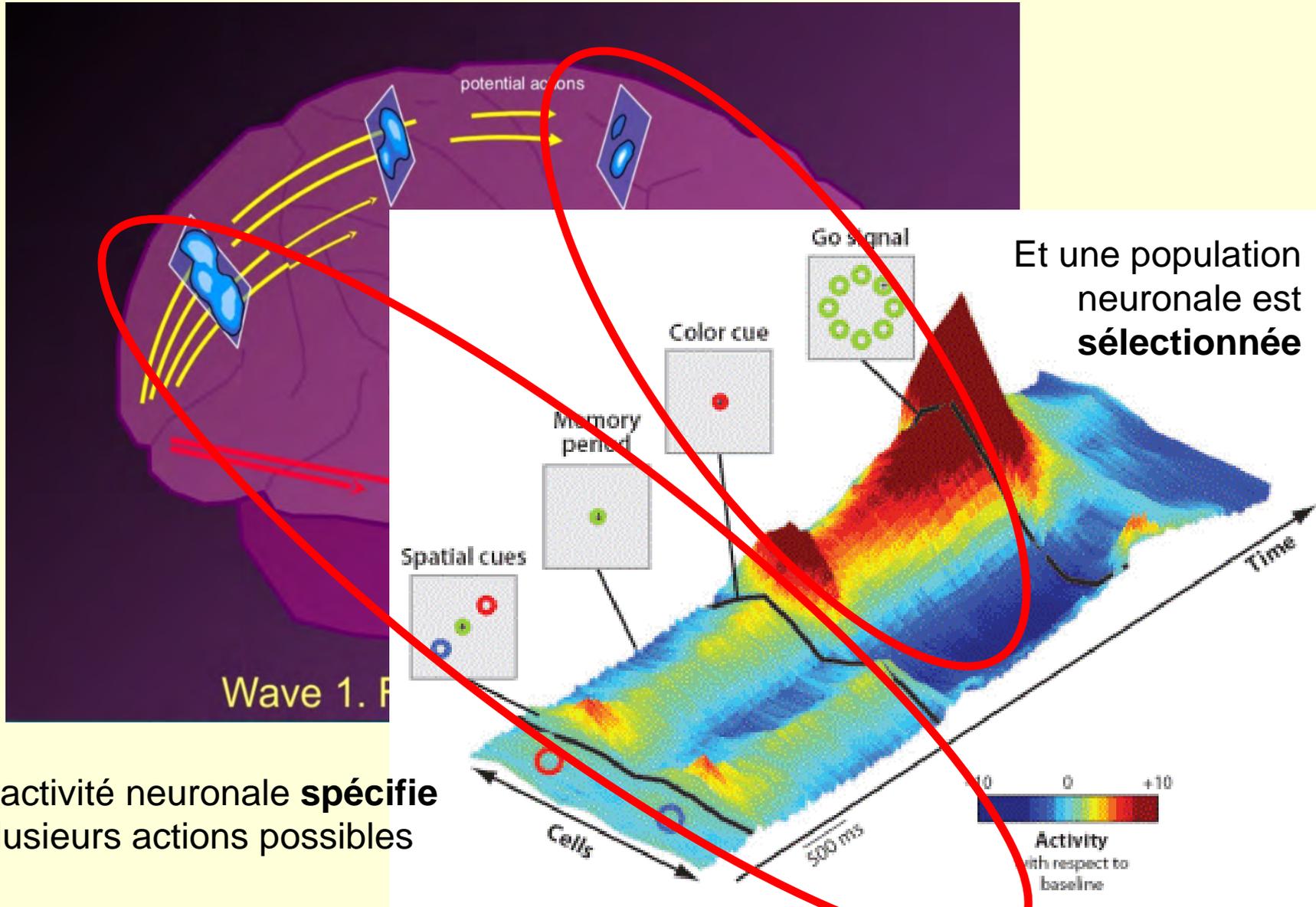


S'il y a par exemple deux choix possibles, on observe un recrutement d'activité neuronale dans deux populations de neurones différentes, et puis soudainement, il y en a une où l'activité cesse rapidement alors que l'autre augmente radicalement la sienne pour amener l'exécution du mouvement.



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.



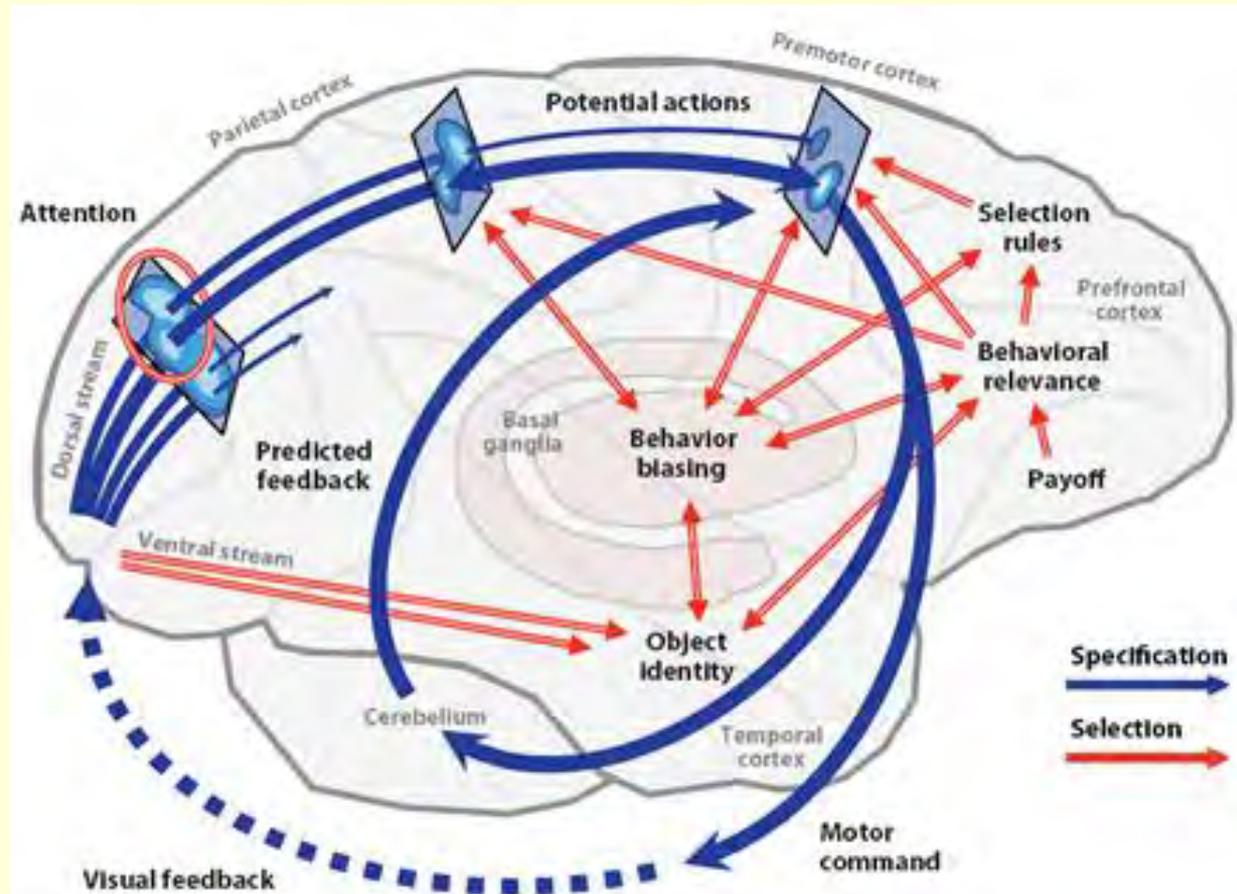
Et une population neuronale est **sélectionnée**

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**.

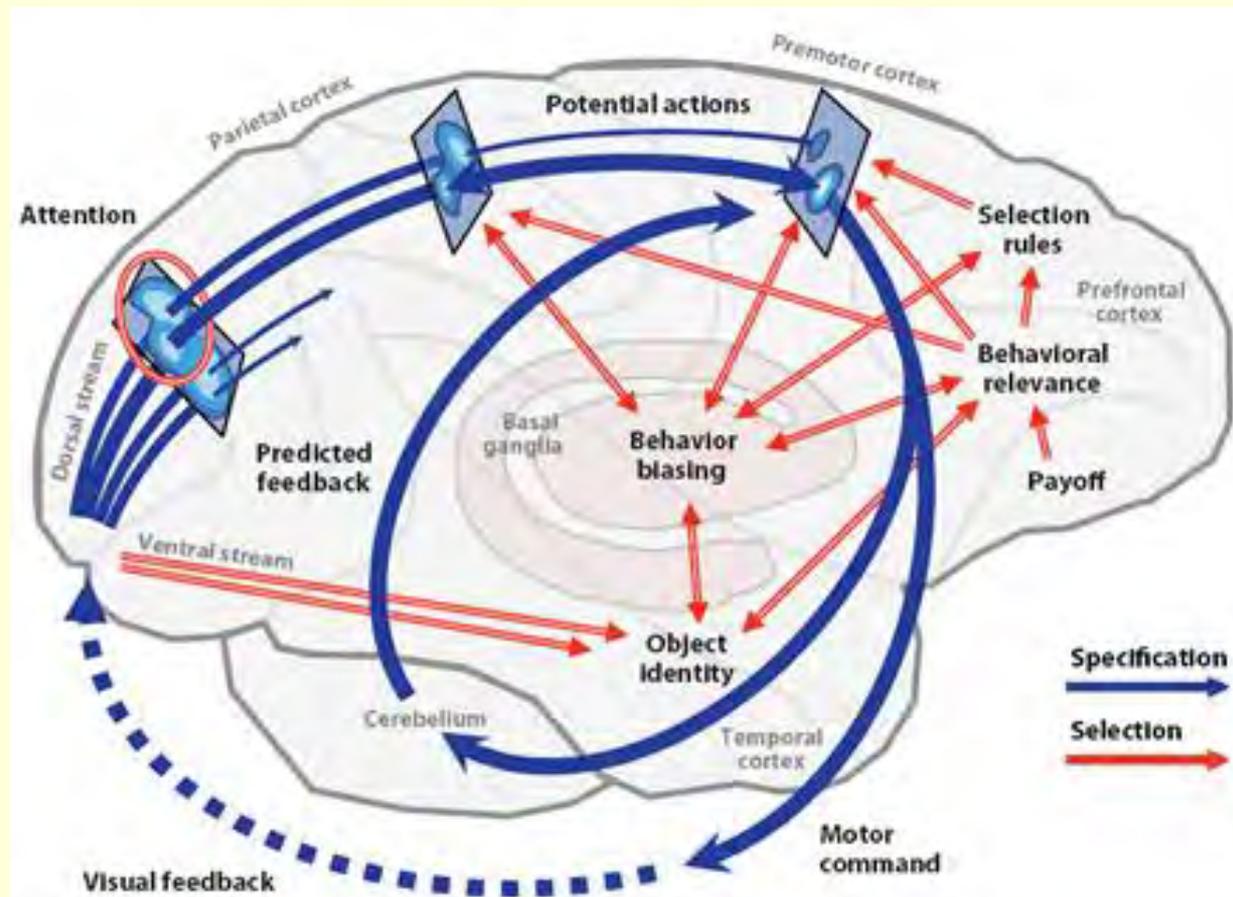
C'est, en gros, l'« **Affordance competition hypothesis** » de Cisek et ses collègues représentée schématiquement ci-dessous

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**.

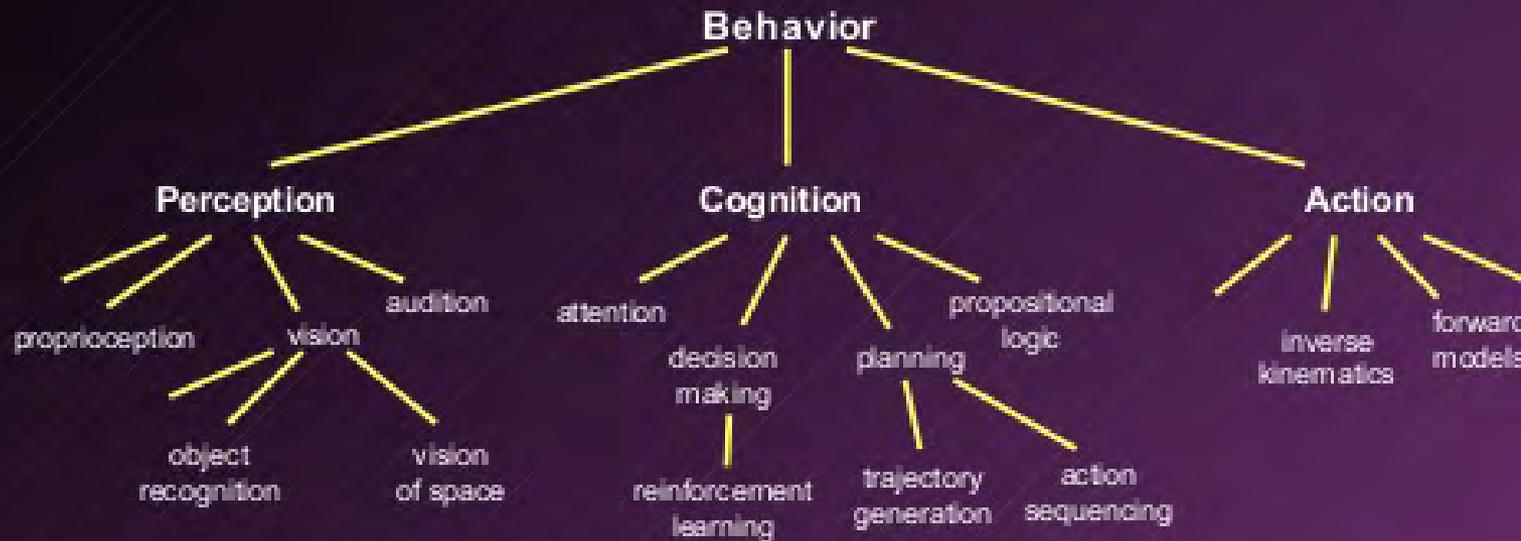


« Affordance competition hypothesis », en résumé :

- 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...

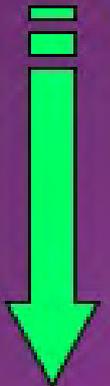
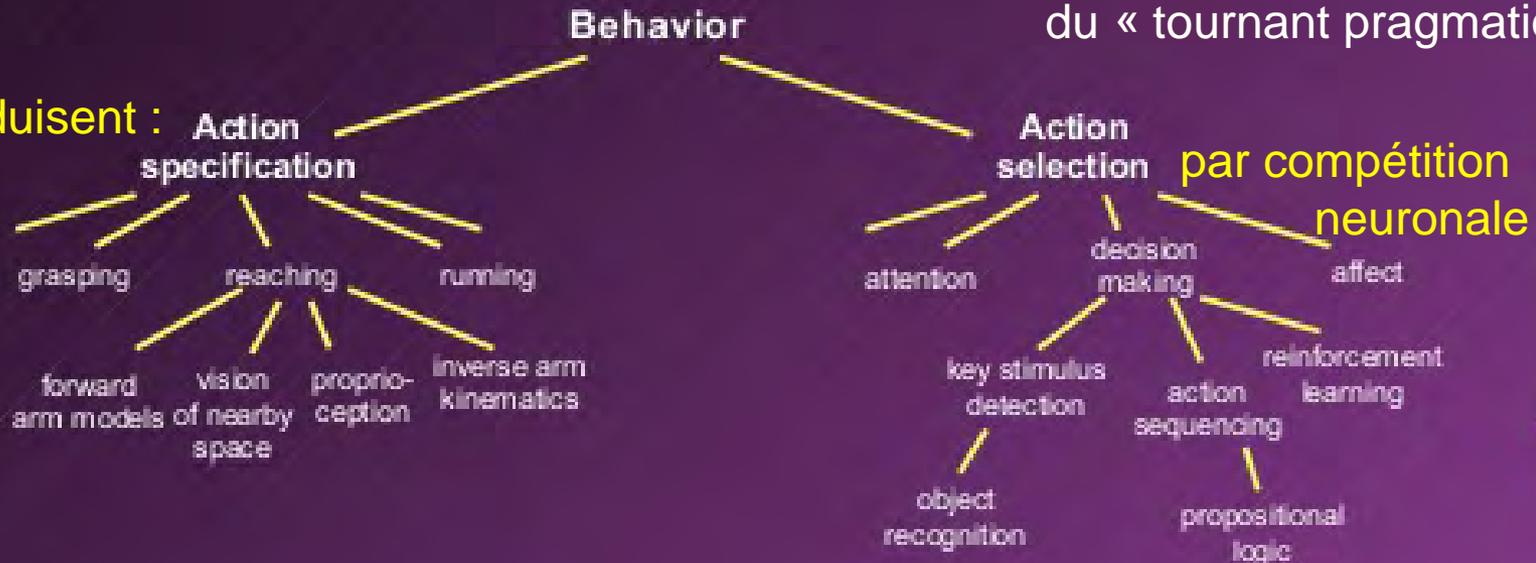


Deux façons d'organiser les processus cognitifs :
 d'abord la taxonomie classique perception-cognition-action;



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.

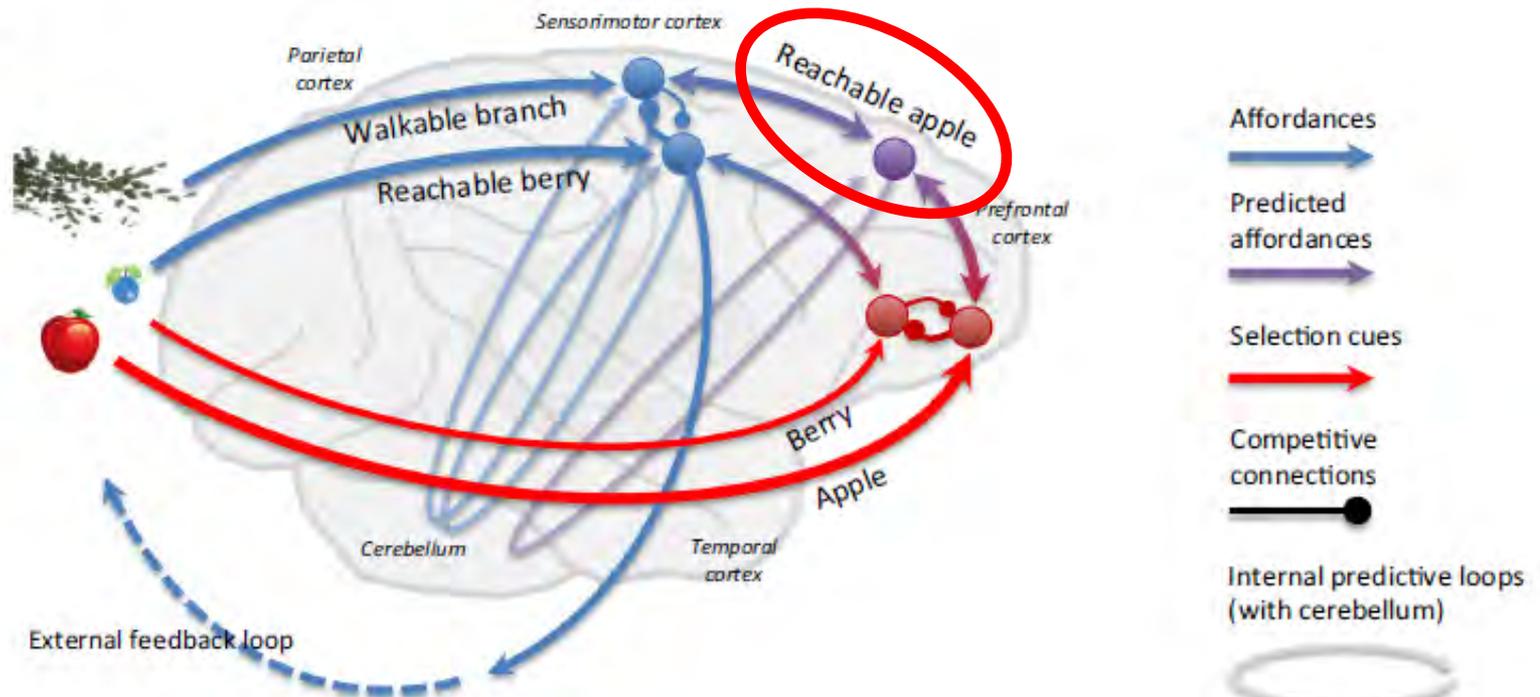
Mais en même temps, il voit aussi une pomme plus désirable pour lui un peu plus loin, et une branche où il semble pouvoir s'aventurer pour l'atteindre (a '**walkable**' tree branch).

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)



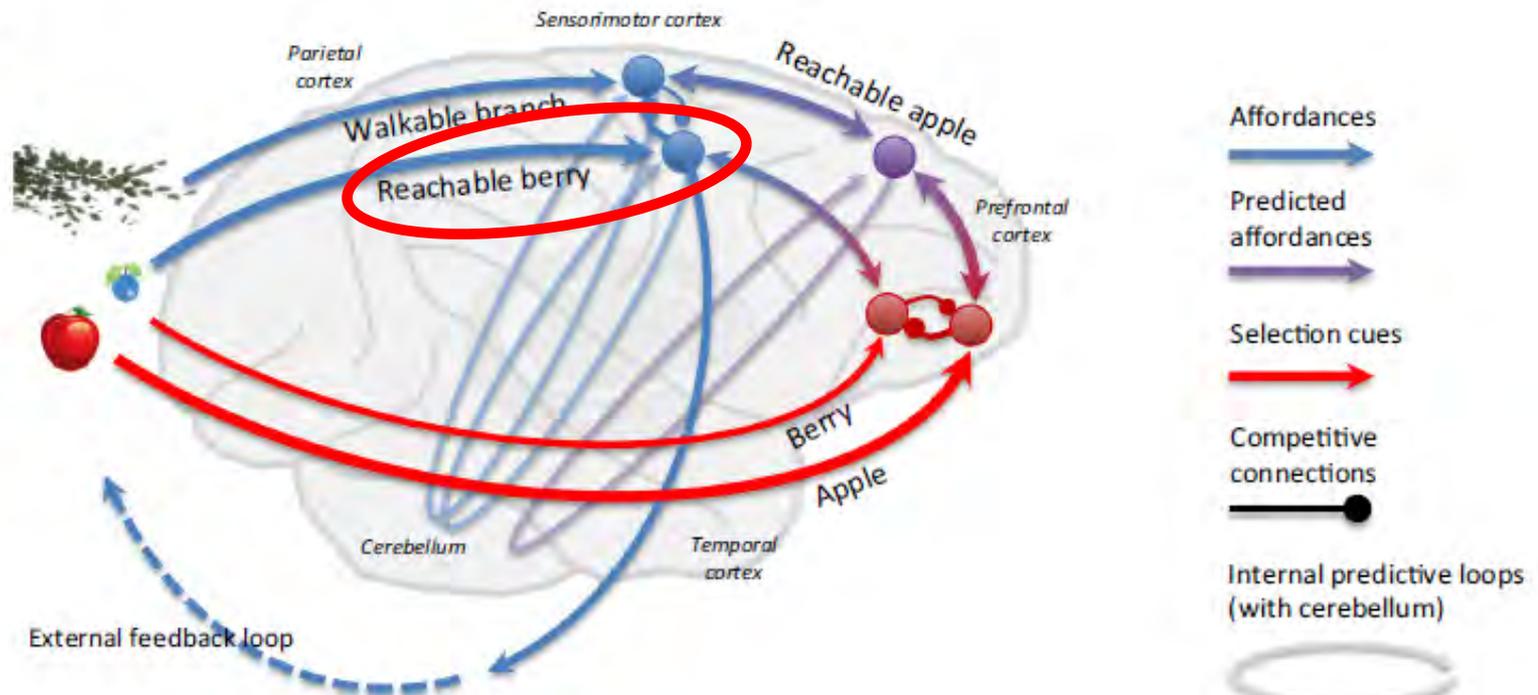
Cependant, malgré ce biais initial “top down” en faveur de la pomme, des contraintes locales peuvent amener la compétition dans les couches **plus “bottom”** à être gagnée par un plan moteur plus économe et/ou moins risqué

(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**.

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.

