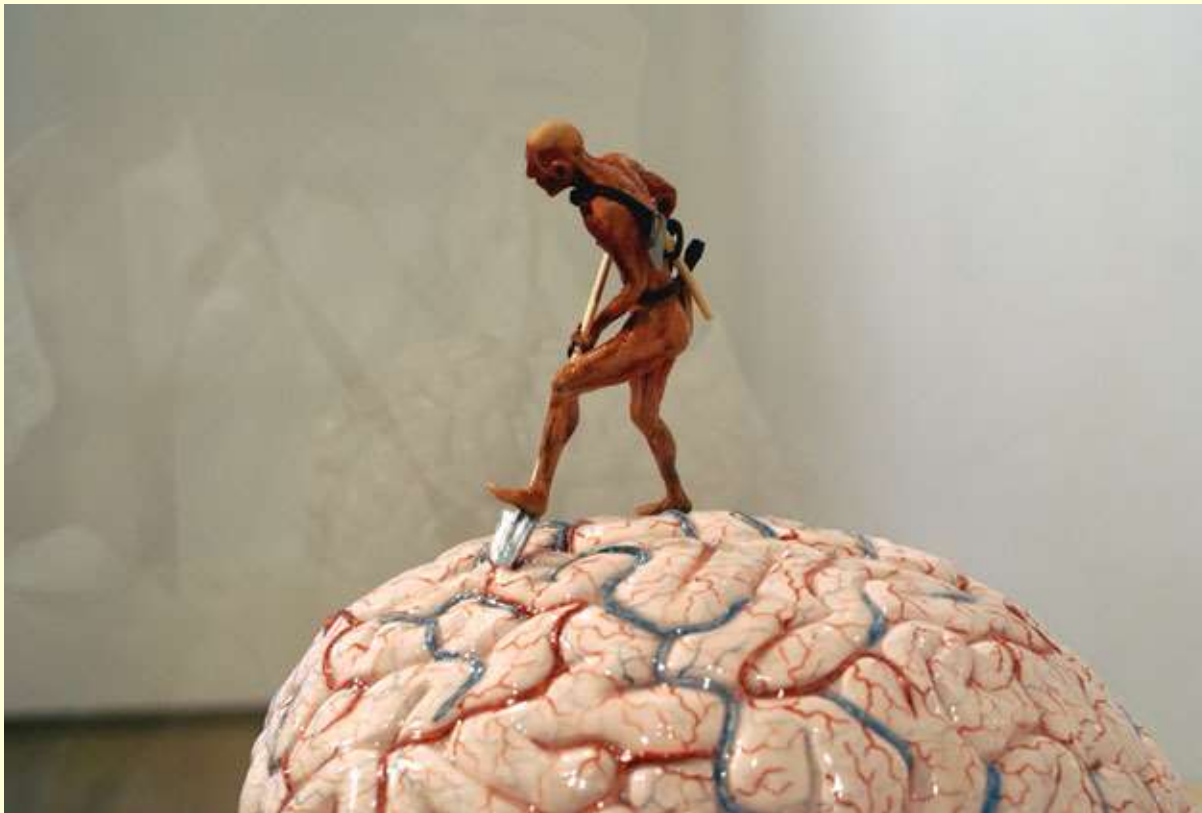


École des profs



COLLÈGE
MONTMORENCY

5 février 2019 (2^e partie)



Vos suggestion de contenu pour le 5 février 2019

- effets de la pleine conscience sur le cerveau
- conscience de soi
- causes du comportement à la lumière de l'ouvrage de Sapolsky
- question du déterminisme et libre-arbitre
- comment le cerveau comme objet d'analyse se prête-t-il au débat nature/culture?
- communication, dév. de l'enfant
- réseaux neuronaux impliqués dans l'attention, la récompense...

Vos suggestions de contenu pour le 5 février 2019

- effets de la pleine **conscience** sur le cerveau
- **conscience** de soi
- ~~— causes du comportement à la lumière de l'ouvrage de **Sapolsky**~~
- question du déterminisme et **libre-arbitre**
- comment le cerveau comme objet d'analyse se prête-t-il au débat nature/culture?
- ~~— communication, **développement** de l'enfant~~
- ~~— réseaux neuronaux impliqués dans **l'attention**, la récompense...~~

Plan pour le 5 février 2019

- intro : rappel de quelques notions de la 1^{ère} partie
- **conscience**
- question du déterminisme et **libre-arbitre**
- **inconscient et prise de décision**
- **un grand cadre théorique : le cerveau prédictif**

Plan

1^{ère} partie – 2 octobre 2018

Introduction :

Notre « cerveau-corps-environnement »
et ses niveaux d'organisation

Perspective évolutive

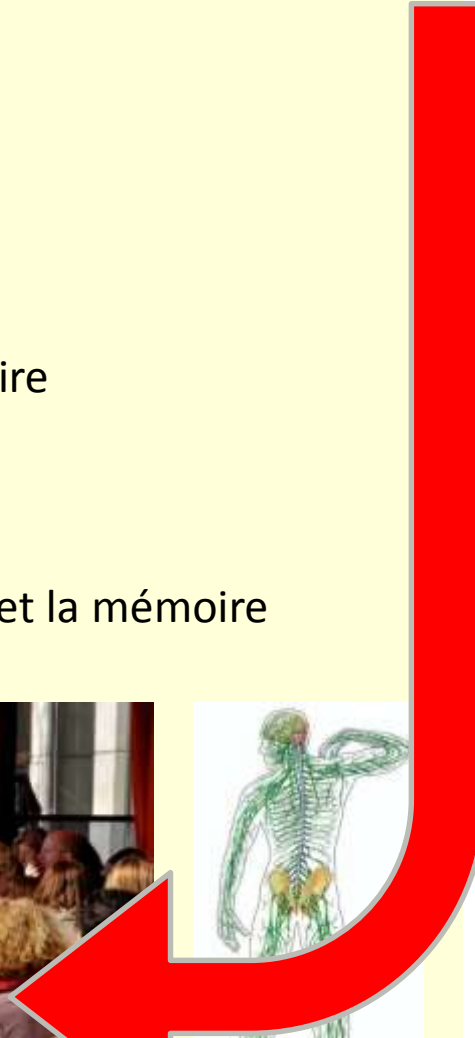
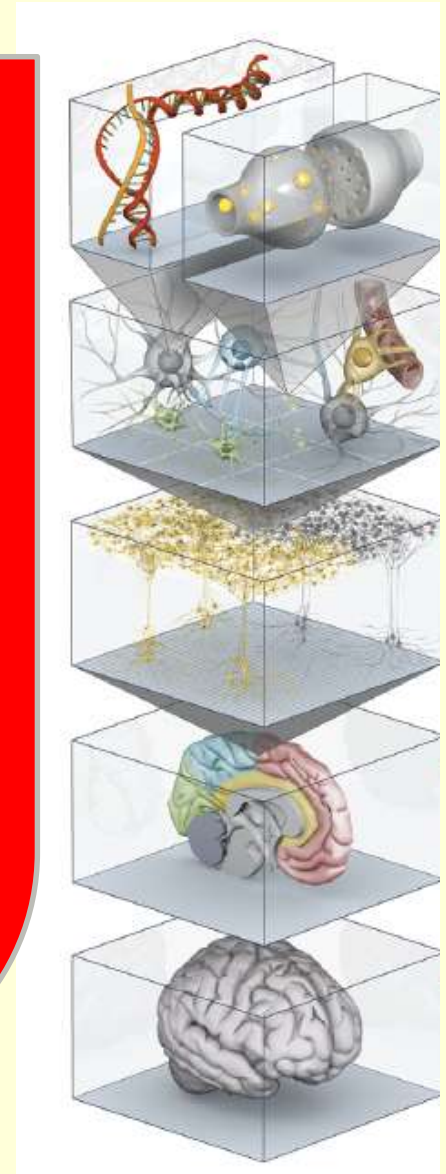
Plasticité cérébrale, apprentissage et mémoire

Perception et action

Les facteurs qui influencent l'apprentissage et la mémoire

Conclusion :

Qu'est-ce qui
cause un
comportement ?

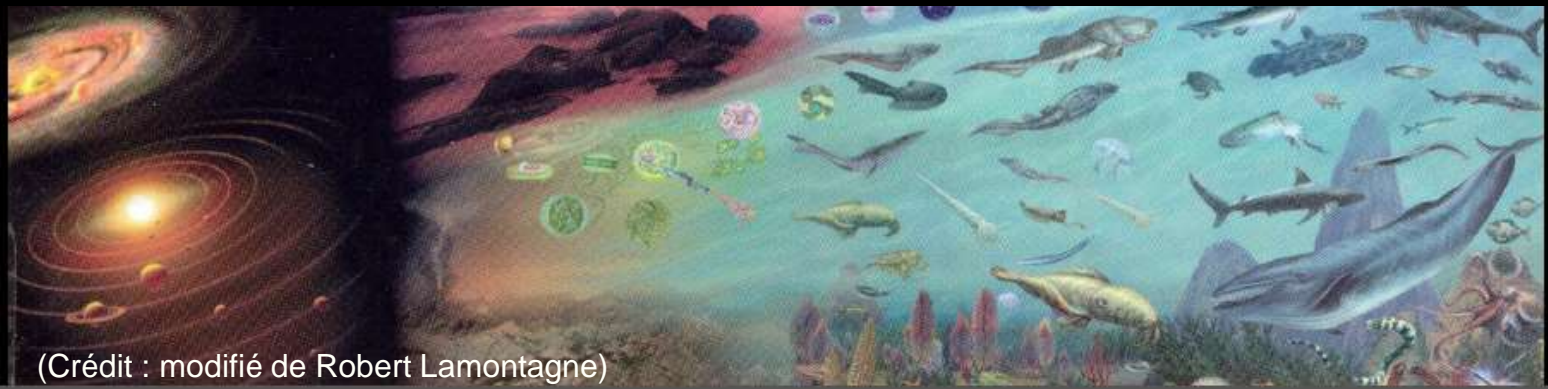




Croissance de complexité

Vous êtes nés il y a 13,7 milliards d'années

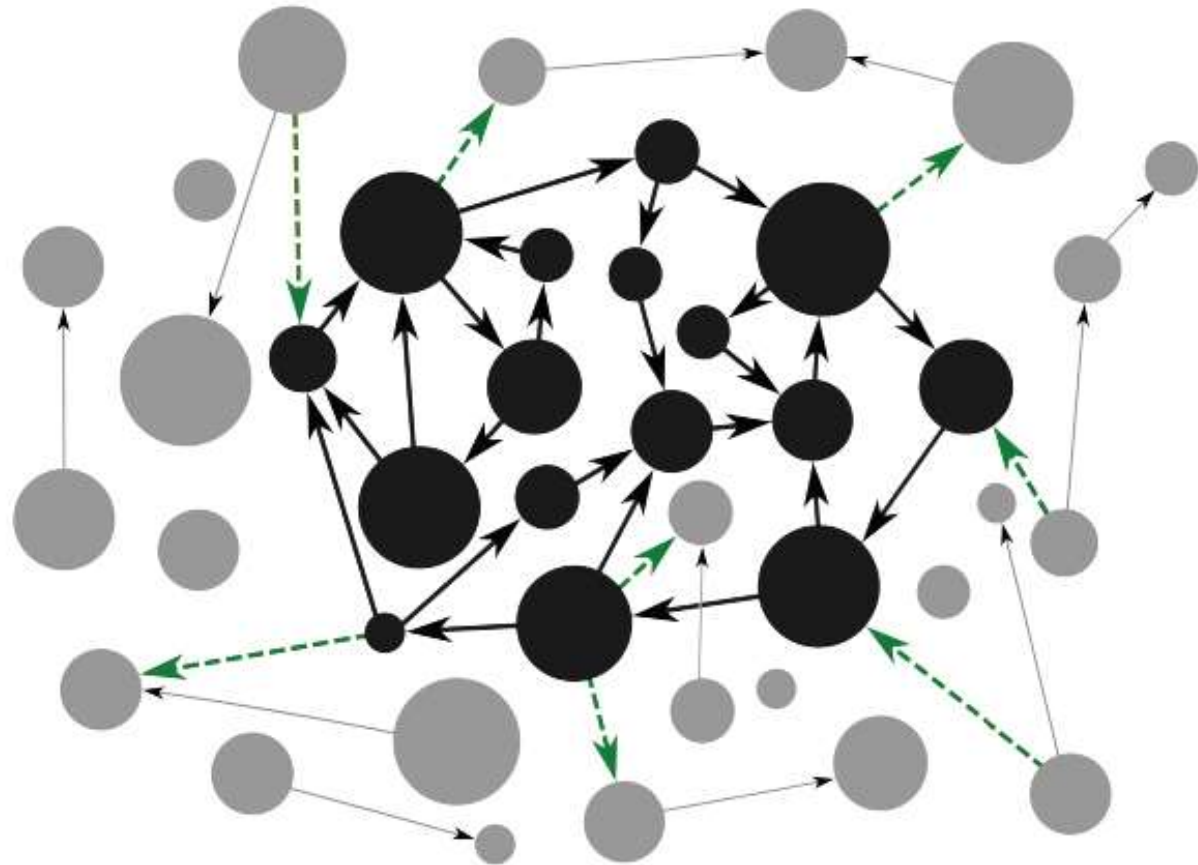
Évolution cosmique, chimique et biologique



(Crédit : modifié de Robert Lamontagne)

« Whenever we look at life,
we look at networks.”

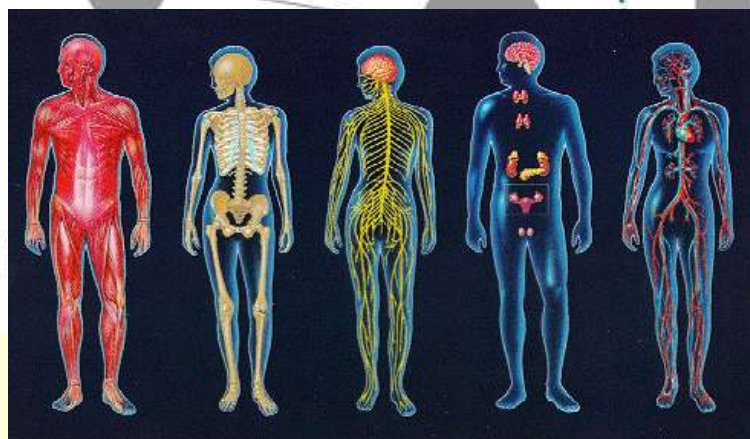
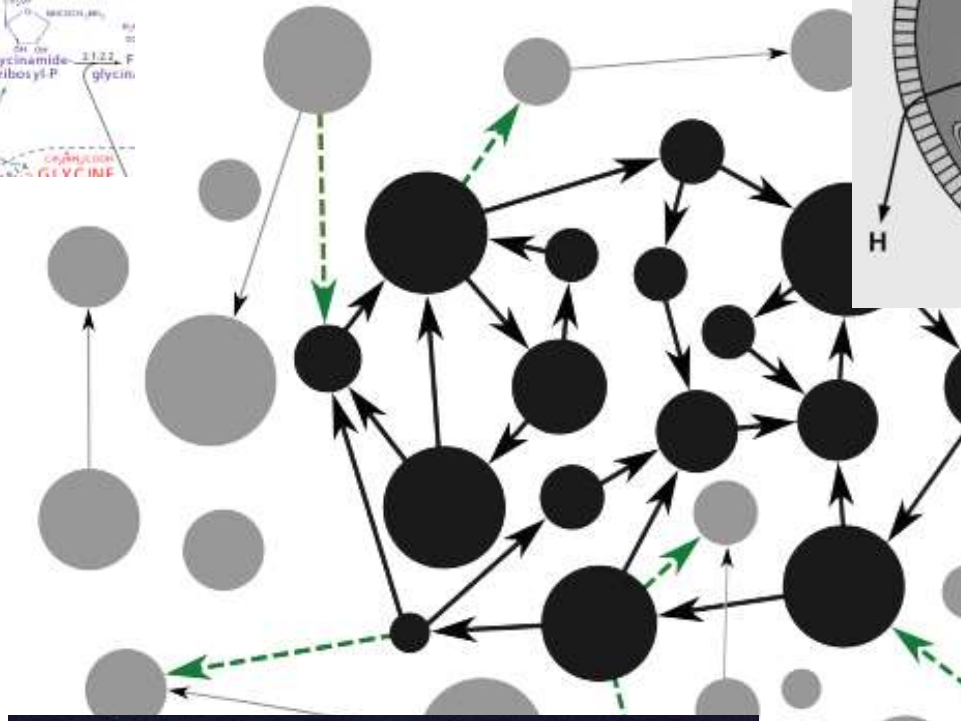
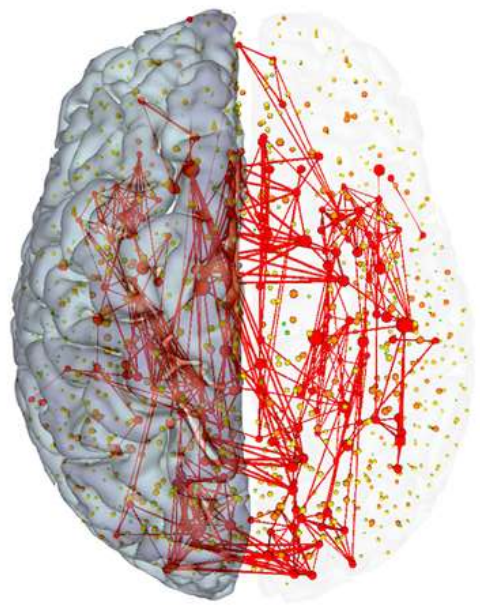
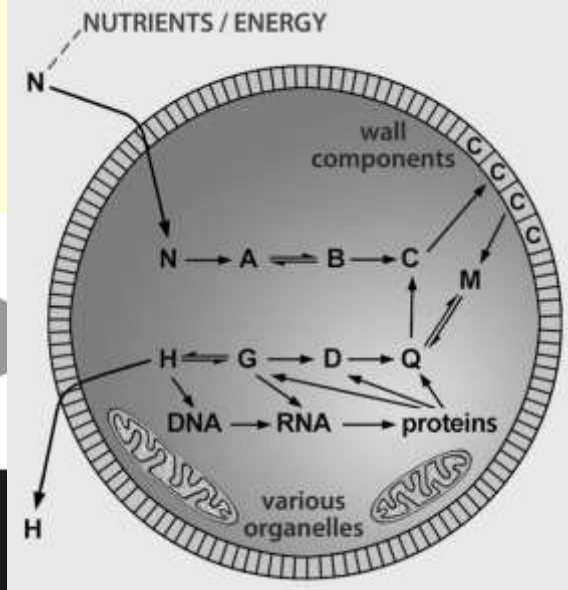
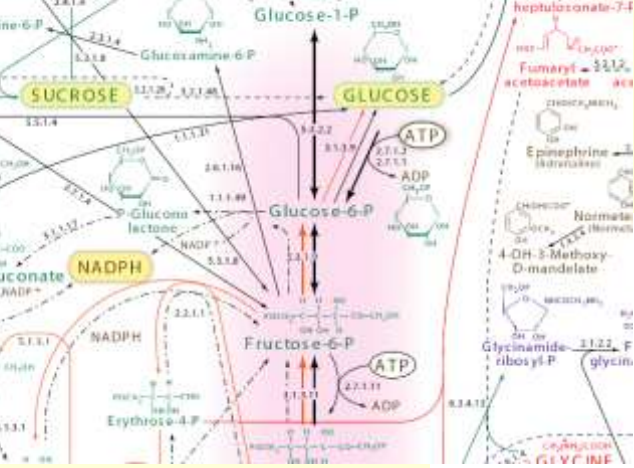
- Capra & Luisi



Copyright Ezequiel Di Paolo, 2013. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported License.
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.en_US

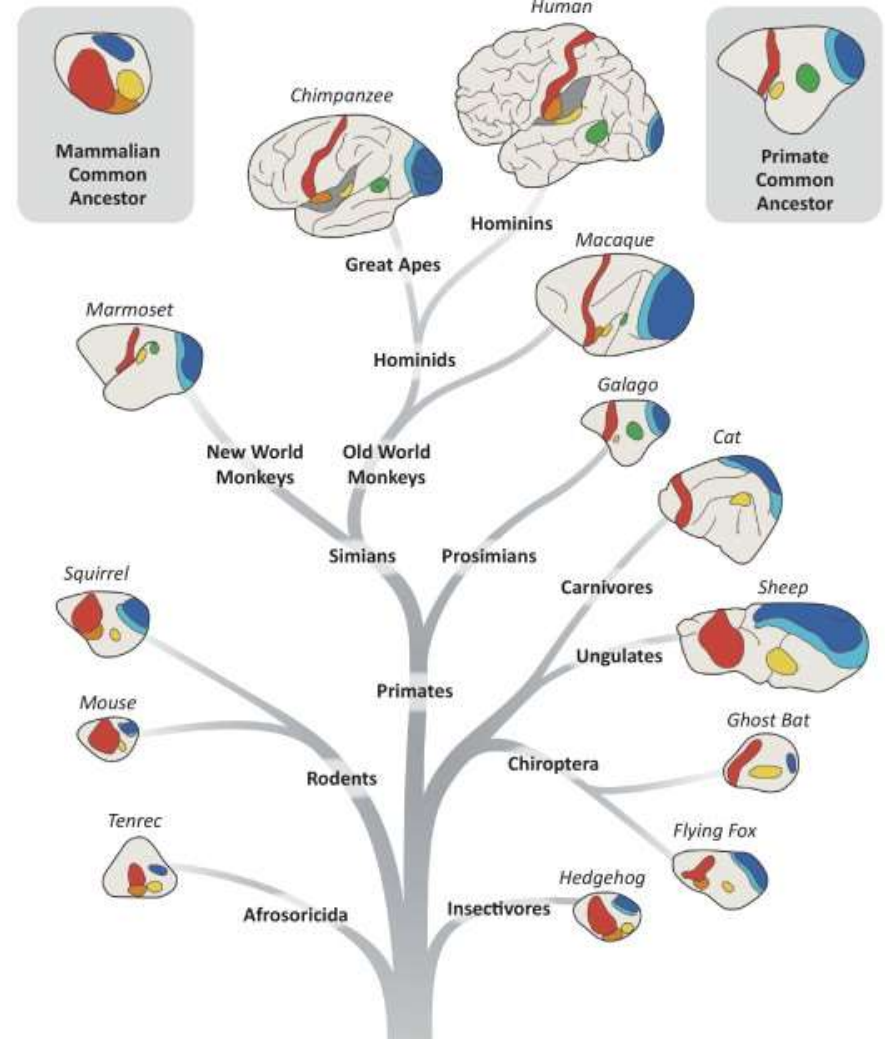
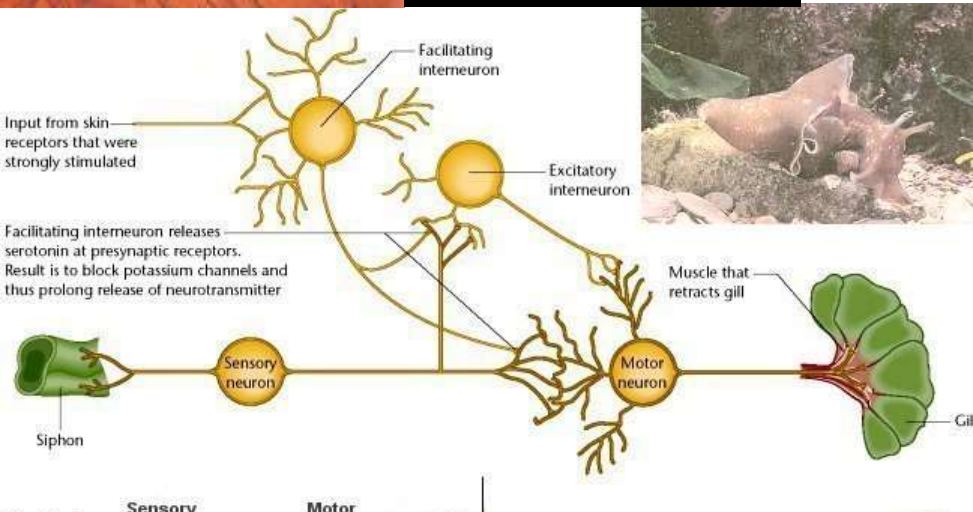
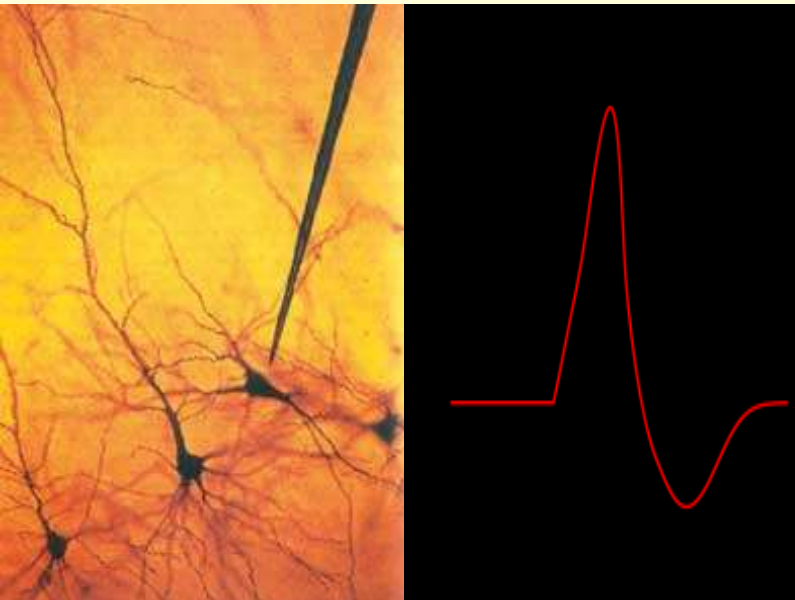
« Whenever we look at life,
we look at networks.”

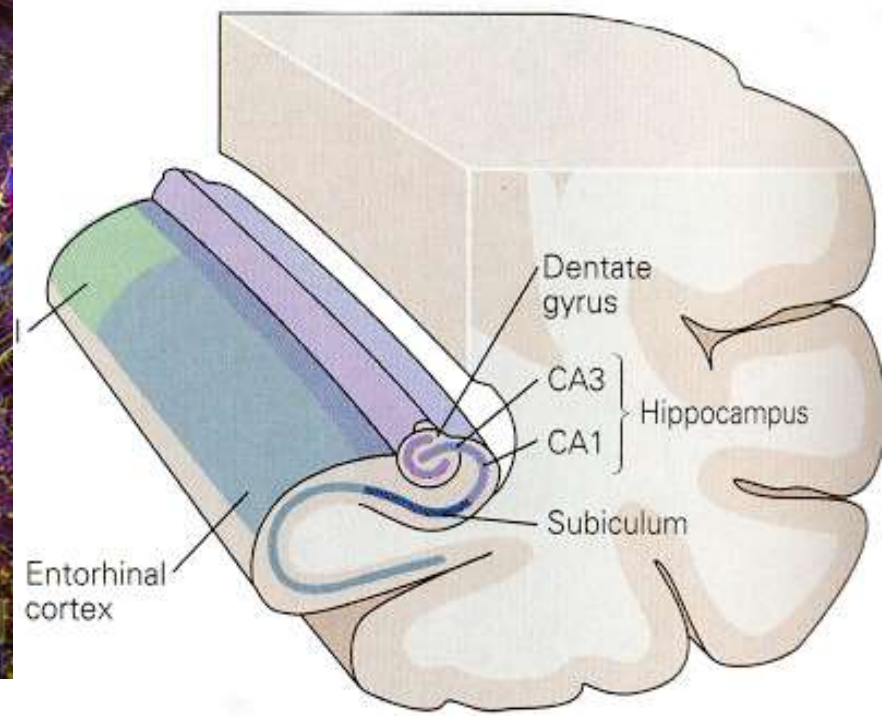
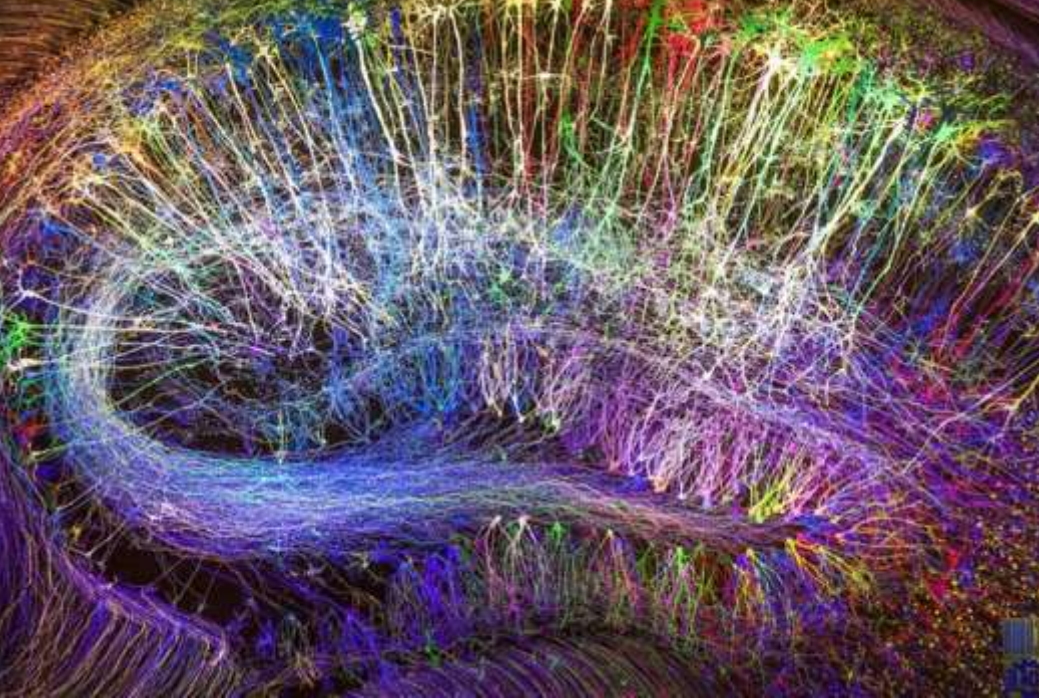
- Capra & Luisi



Attribution-NonComm

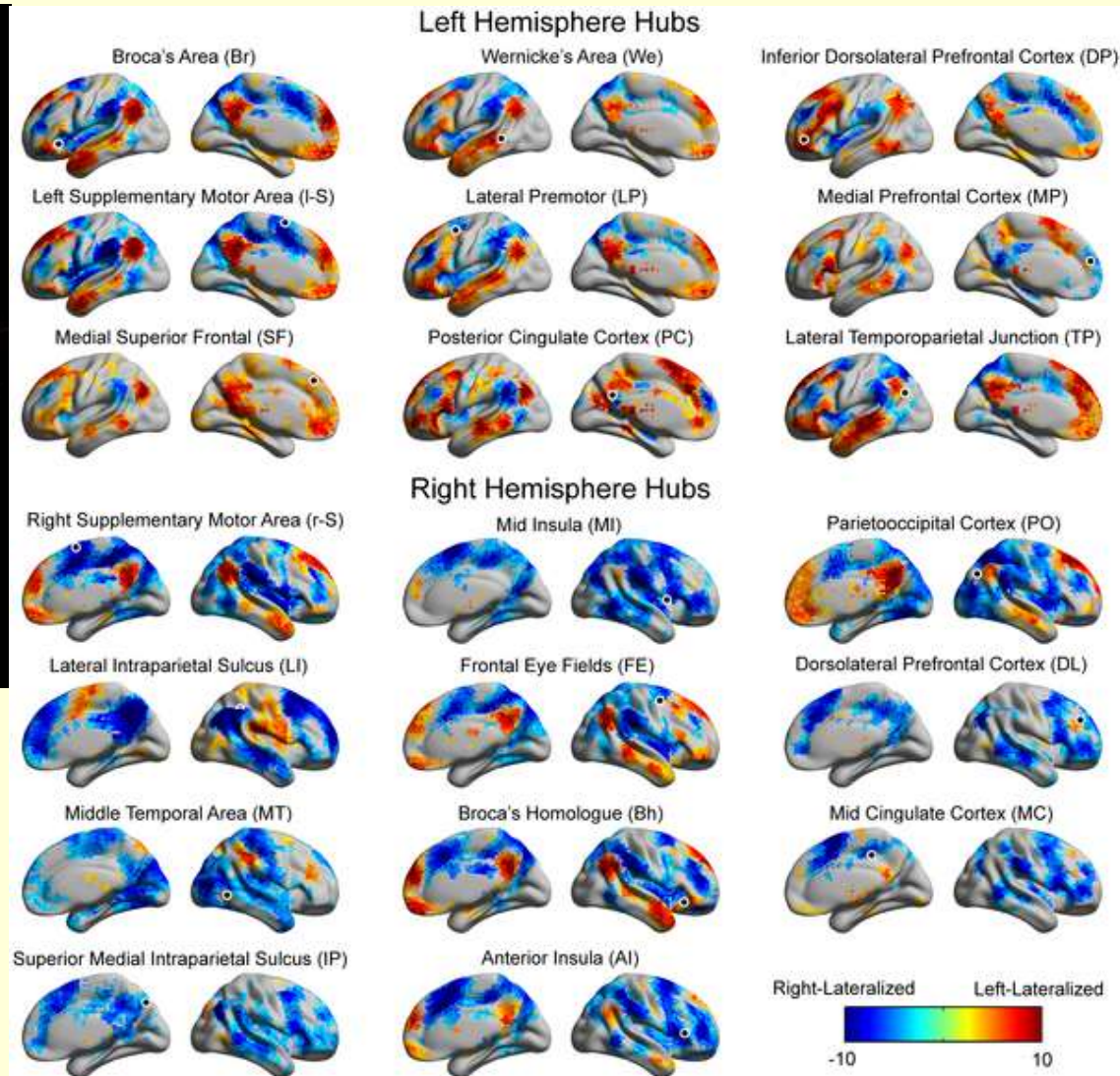
Un neurone, deux neurones, quelques neurones (la grammaire de base du cerveau)



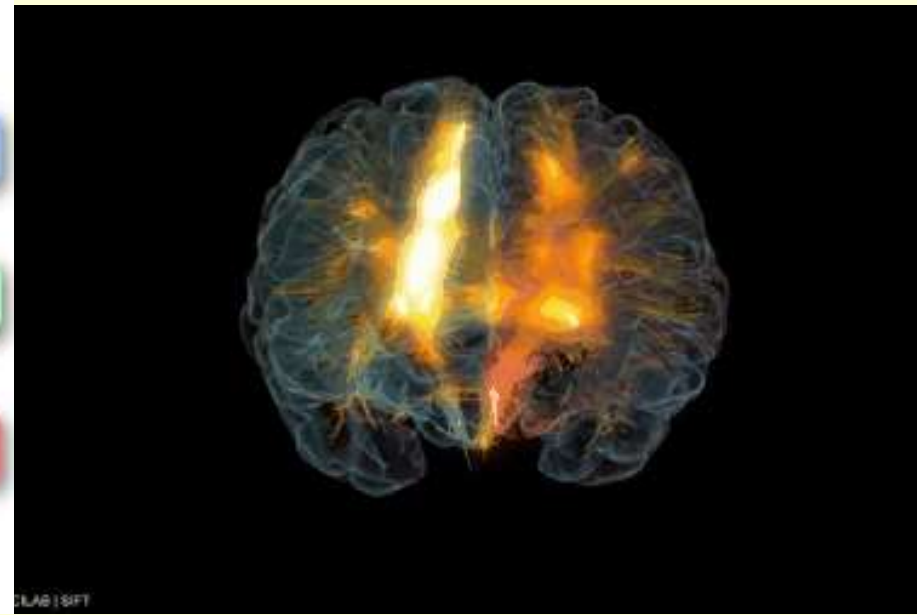
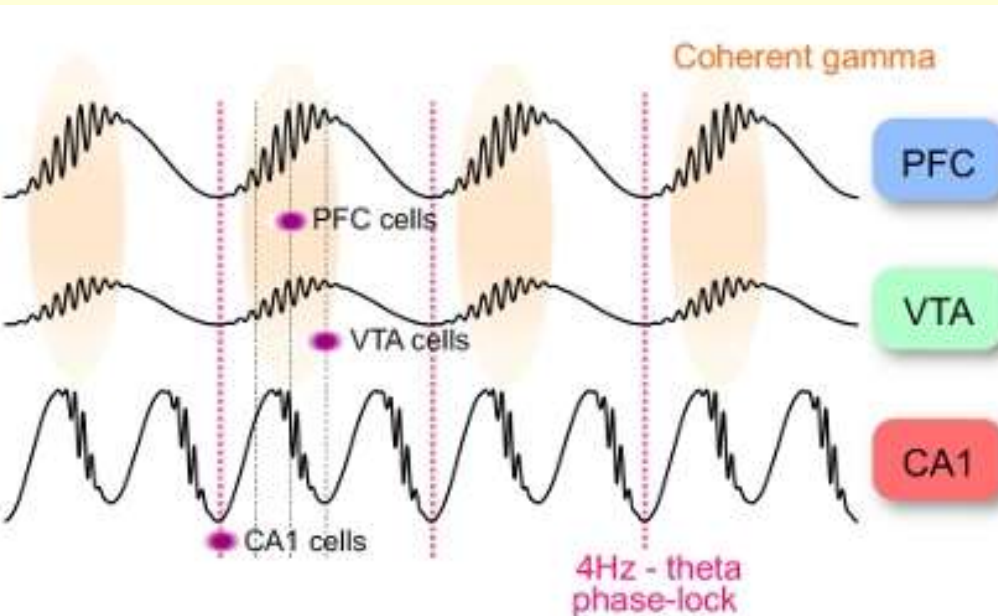


Des milliers et des millions de neurones (des structures cérébrales distinctes)

On comprend maintenant qu'il s'agit plutôt de milliards de neurones qui forment des **coalitions** transitoires en **réseau** à l'échelle du **cerveau entier**.



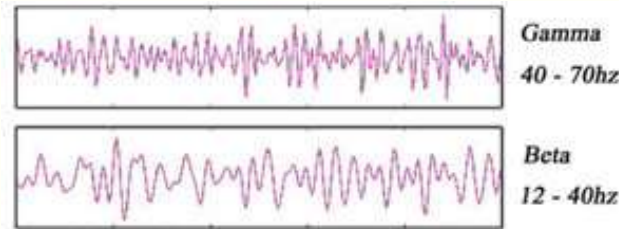
Des réseaux de milliards de neurones qui **oscillent** et se **synchronisent** dans le temps



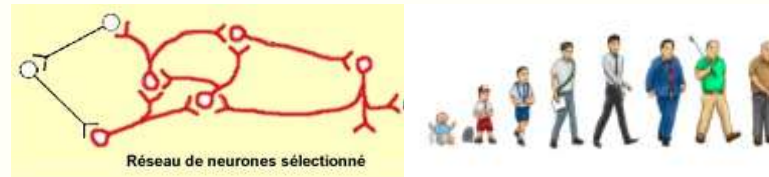
Processus dynamiques à différentes échelles de temps :

Se pourrait-il que tout ça puisse être compris ou « unifié » grâce à un **grand cadre théorique**?

C'est ce que nous verrons dans la dernière partie de cette présentation.



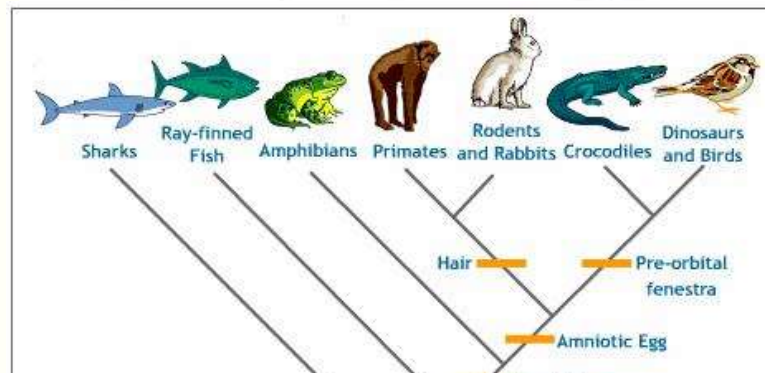
Perception et action devant des situations en temps réel grâce à des coalitions neuronales synchronisées temporairement



L'apprentissage durant toute la vie par la plasticité des réseaux de neurones



Développement du système nerveux (incluant des mécanismes épigénétiques)



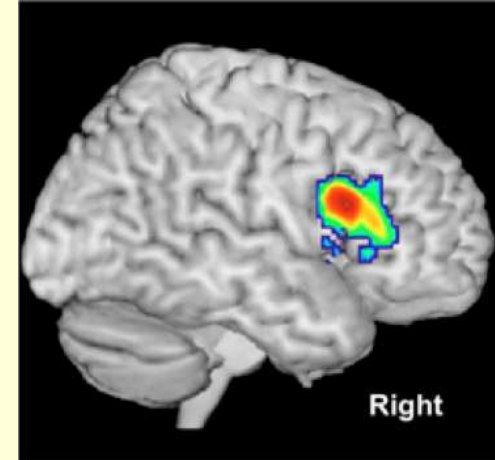
Évolution biologique qui façonne les plans généraux du système nerveux

Plan pour le 5 février 2019

- Intro : rappel de quelques notions de la 1^{ère} partie
- Conscience (distinction de trois niveaux)
- La question du libre-arbitre
- Inconscient et prise de décision
- Un grand cadre théorique : le cerveau prédictif

À propos de **l'étude de la conscience** qui va nous intéresser maintenant, **Anil Seth**, professeur en neurosciences cognitives, résume son histoire récente en **trois étapes** :

1) C'est d'abord la question du « **où** dans le cerveau », avec l'avènement de l'imagerie cérébrale, qui a dominé.

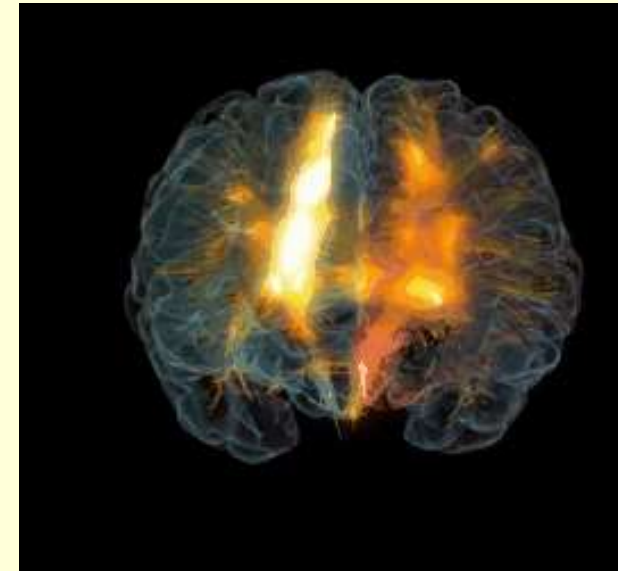


Mais elle a montré ses **limites**...

« La question du « **où dans le cerveau** » n'est sans doute pas la bonne question, car presque tout le cerveau est impliqué dans presque tous les comportements. »

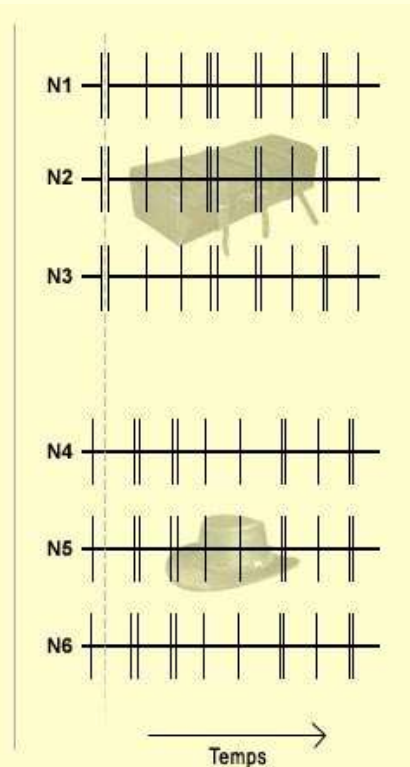
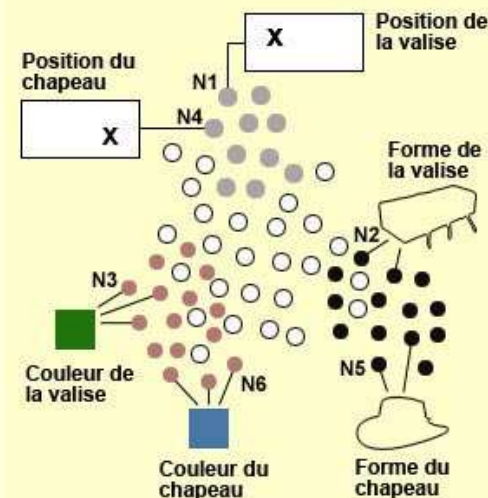
- William Uttal

(auteur de *The New Phrenology: The Limits of Localizing Cognitive Processes in the Brain* (2001))

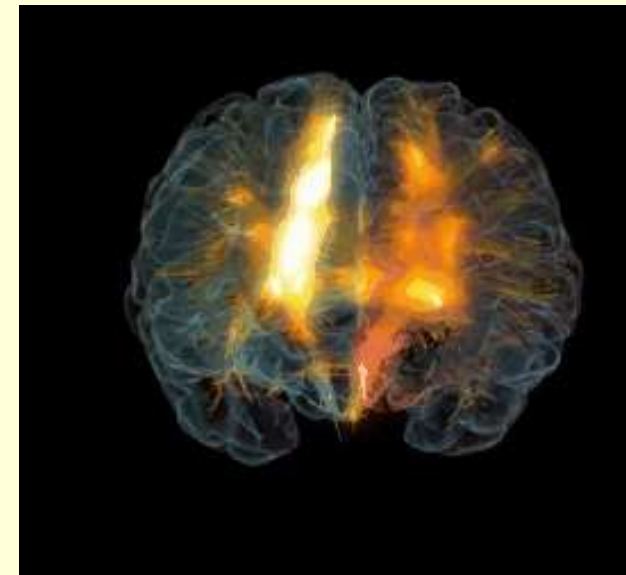


À propos de **l'étude de la conscience** qui va nous intéresser maintenant, **Anil Seth**, professeur en neurosciences cognitives, résume son histoire récente en **trois étapes** :

- 1) C'est d'abord la question du « **où** dans le cerveau », avec l'avènement de l'imagerie cérébrale, qui a dominé.
- 2) Il y eut ensuite la question du « **comment** », i.e. par quel mécanisme, avec par exemple la **synchronisation d'activité**



Mais encore une fois celle-ci a montré ses limites...



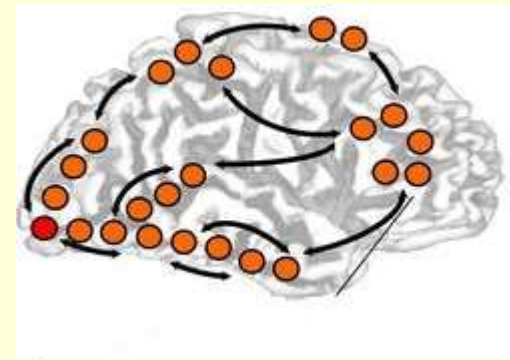
À propos de **l'étude de la conscience** qui va nous intéresser aujourd'hui, **Anil Seth**, professeur en neurosciences cognitives, résume son histoire récente en **trois étapes** ou **grandes questions** :

- 1) C'est d'abord la question du « **où** dans le cerveau », avec l'avènement de l'imagerie cérébrale, qui a dominé.
- 2) Il y eut ensuite la question du « **comment** », i.e. par quel mécanisme, avec par exemple la **synchronisation d'activité**
- 3) Et plus récemment, on s'est posé la question du « **quoi** » qui a donné lieu à des tentatives de **cadres théoriques généraux** comme :

Le cadre théorique très large du « **Predictive Processing** » (Karl Friston et al.) dont on va parler tantôt qui n'est pas une théorie de la conscience en tant que telle, mais qui permet de rendre compte de phénomènes proches comme l'attention, l'imagination, la compréhension, etc.

Ou encore la **théorie de l'information intégrée** (Integrated Information Theory (ou IIT)) de Giulio Tononi et ses collègues qui tente d'expliquer plus spécifiquement les phénomènes conscients.

L'étude de la **conscience** a été le sujet de réflexion de nombreux **philosophes**.

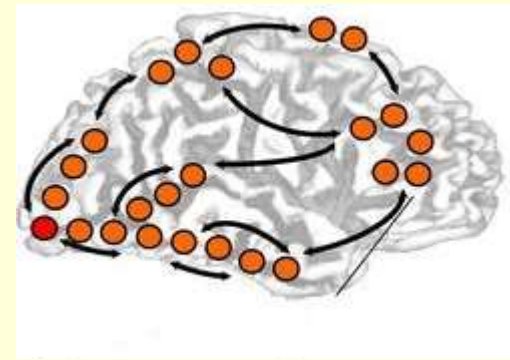


À partir surtout des années **1990**, les **neuroscientifiques** se sont mis de la partie.



L'étude de la **conscience** a été le sujet de réflexion de nombreux **philosophes**.

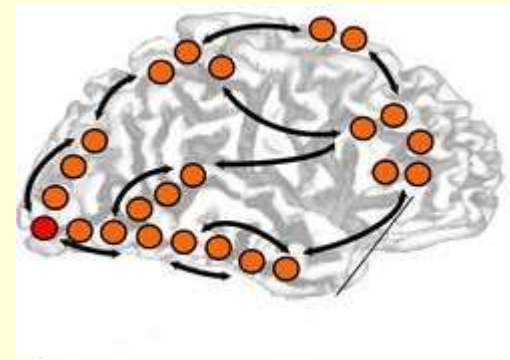
À partir surtout des années **1990**, les **neuroscientifiques** se sont mis de la partie.



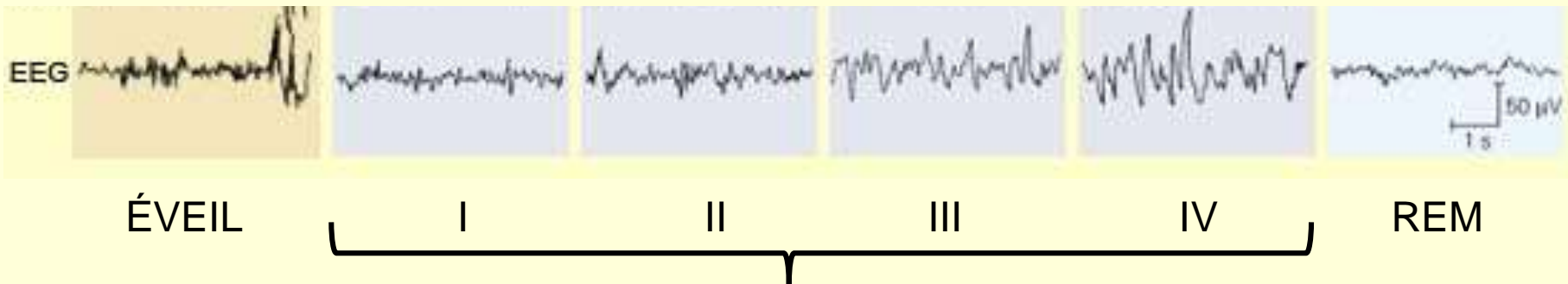
Précision importante avant de commencer :

La conscience n'est pas une chose,
c'est un processus !

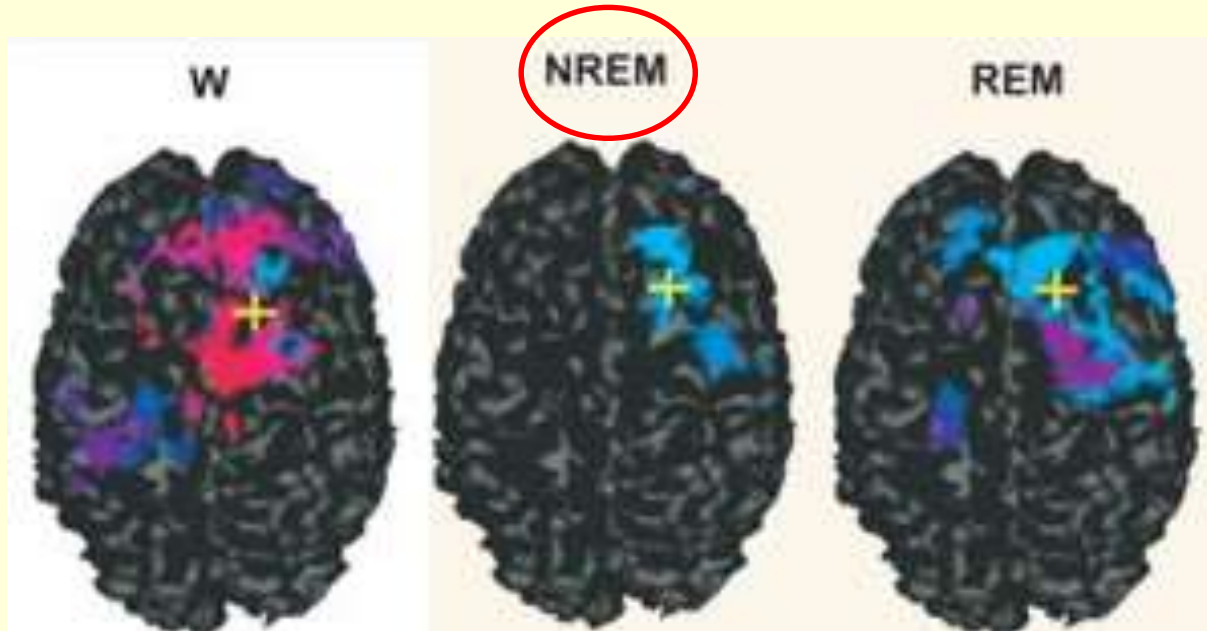
Qu'est-ce que la conscience ?



- Pour certains, être conscient, c'est être **éveillé**, par opposition aux situations où la conscience disparaît (sommeil, coma, anesthésie).

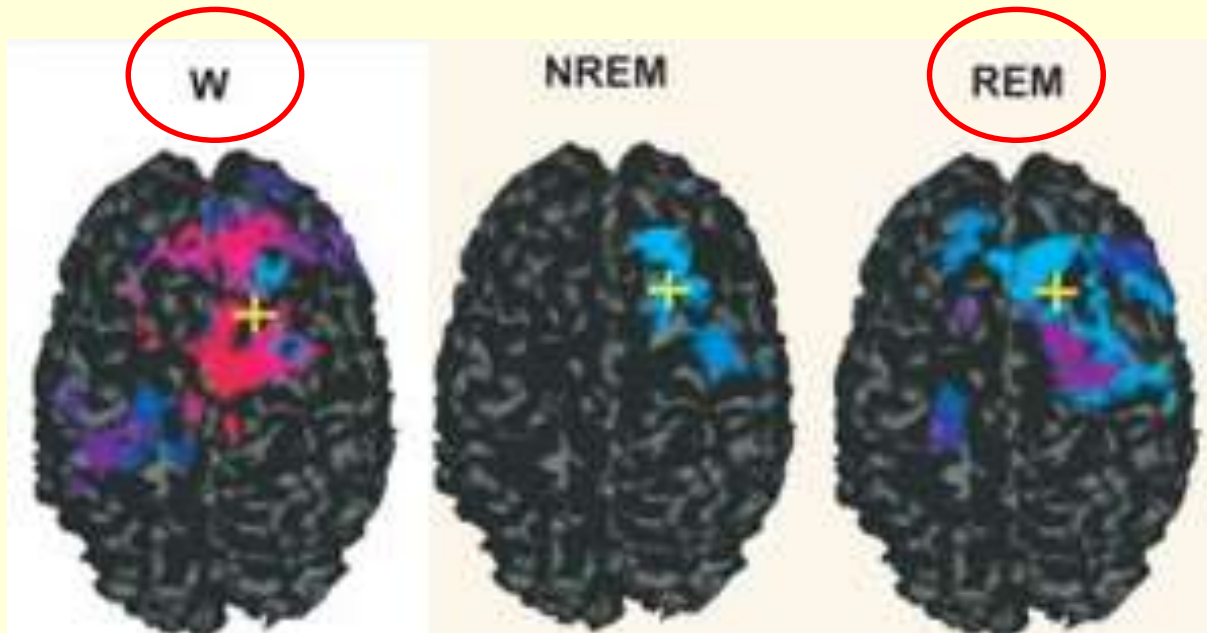


En 2010, **Giulio Tononi** et son équipe ont publiée dans la revue *Cognitive Neuroscience* une étude où l'on a employé la stimulation magnétique transcrânienne (SMT) dans trois états suivants :



pendant qu'ils enregistraient l'activité cérébrale évoquée par ce stimulus par électroencéphalogramme (EEG).

L'activité cérébrale en sommeil profond est plus locale et stéréotypée, indiquant possiblement une dégradation du dialogue incessant entre le thalamus et de larges pans du cortex durant l'éveil.



À l'inverse, **durant le sommeil paradoxal**, période où l'on rêve, donc où l'on a l'impression d'avoir des sensations conscientes et de vivre plein d'aventures, la SMT produisait des **patterns d'activation corticaux plus étendu** qui étaient **similaire à ceux observés à l'état de veille**.

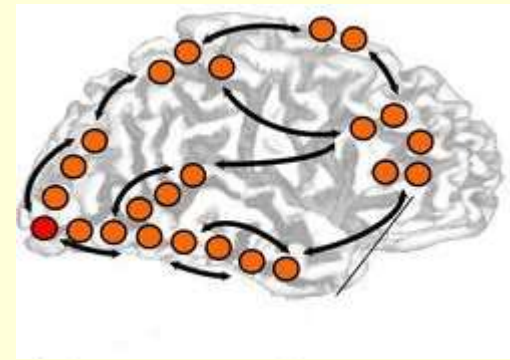


Cela correspond aussi à ce que Benali et ses collègues ont observé, en mesurant la **connectivité fonctionnelle** entre différentes régions du cerveau :

une **fragmentation modulaire** de l'activité cérébrale quand on s'endort en **sommeil profond** et qu'on **perd** ce qu'on appelle la conscience.

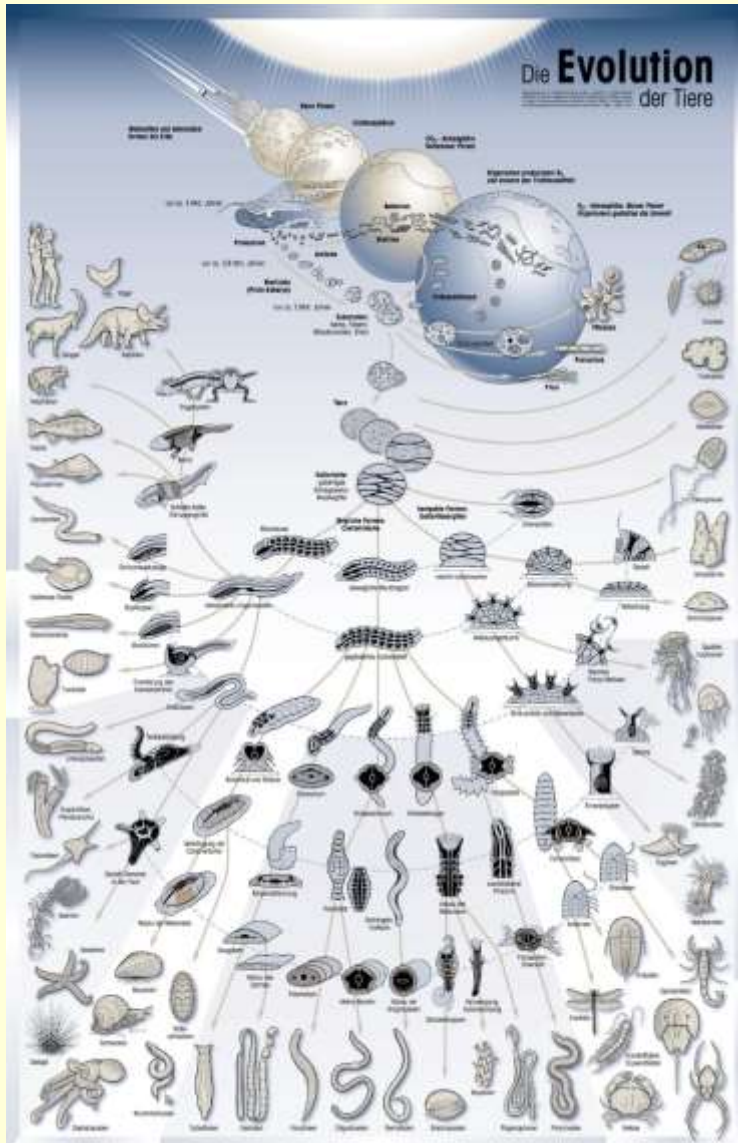
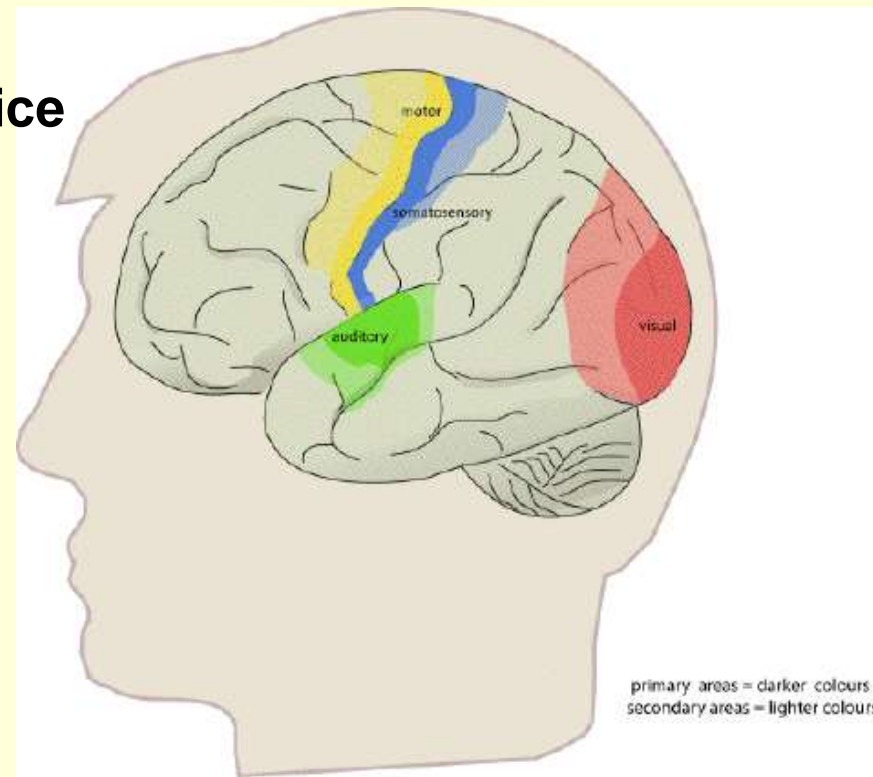
Et ils font l'hypothèse que **cette réorganisation en de plus en plus petites unités d'intégration modulaire** qui apparaît avec le sommeil profond empêche le cerveau de faire cette **intégration globale** qui semble nécessaire à la conscience.

Qu'est-ce que la conscience ?

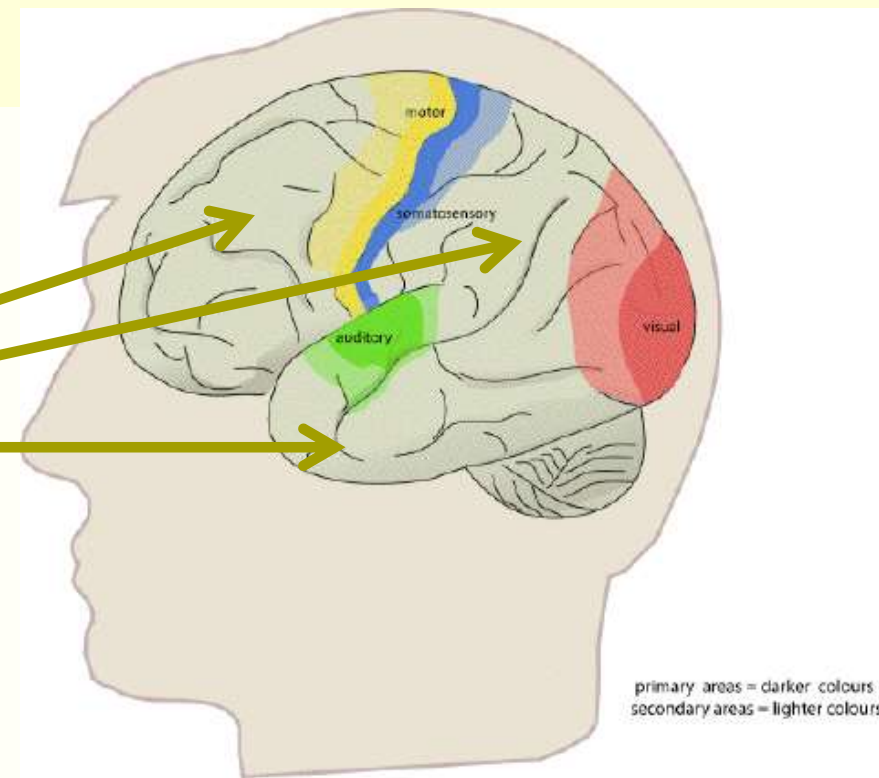
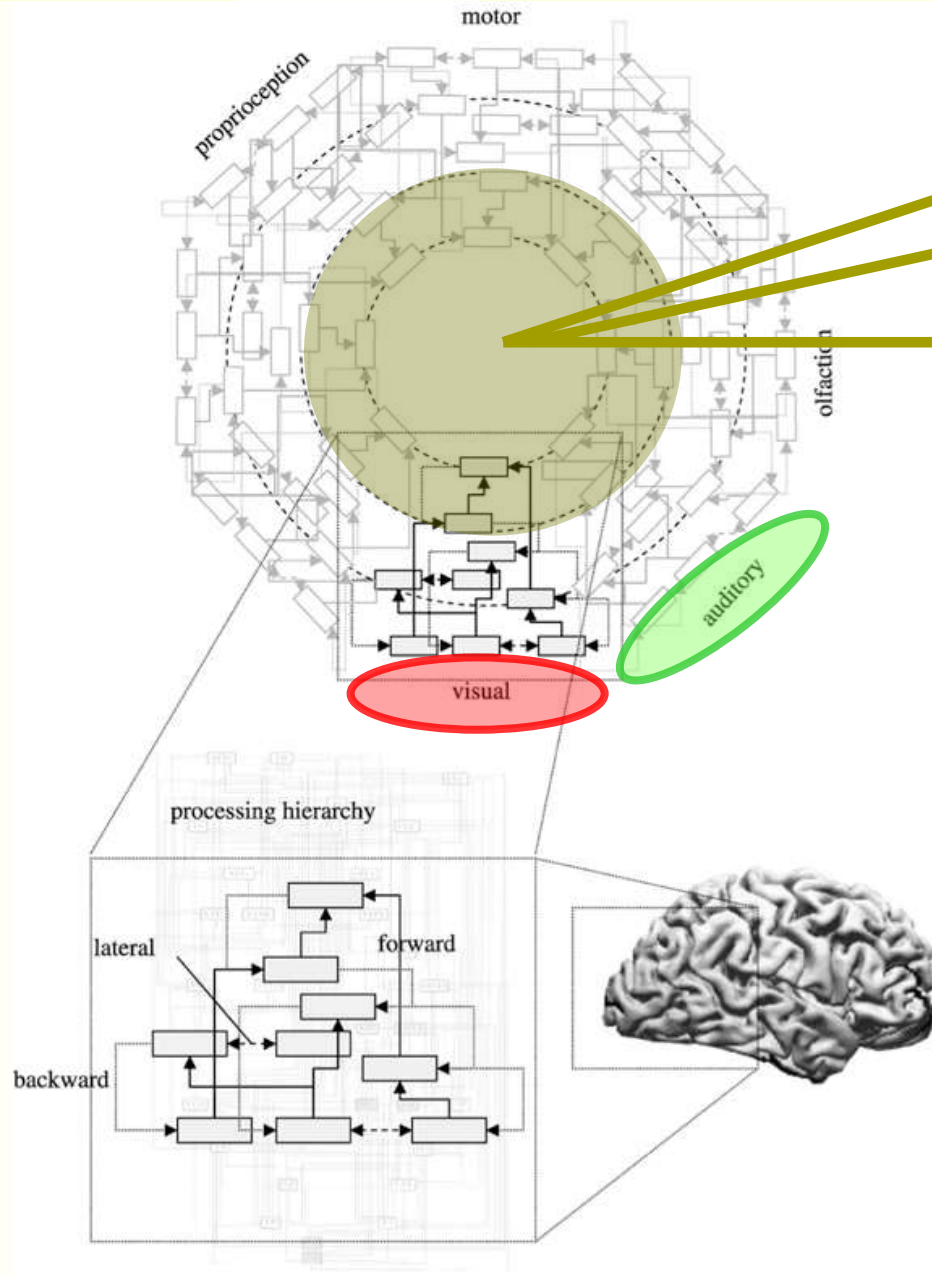


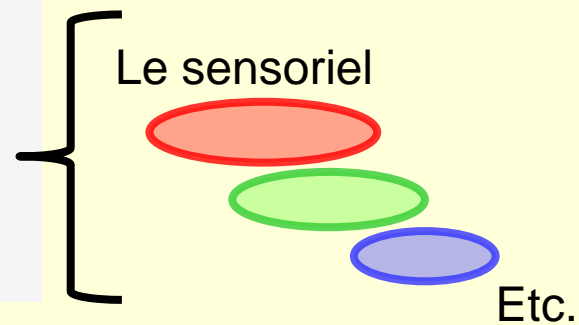
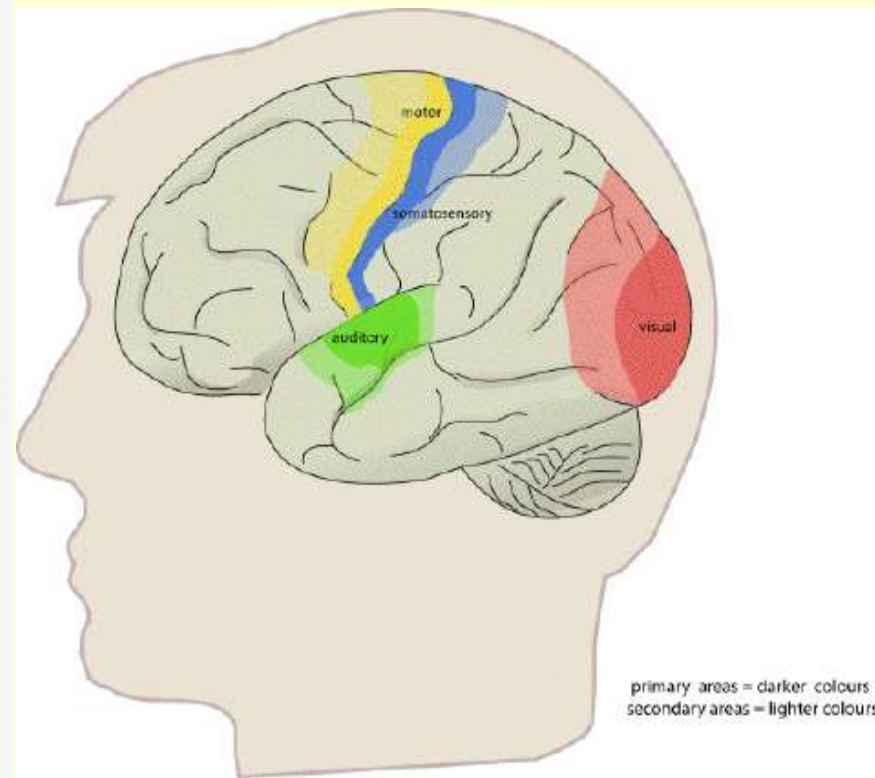
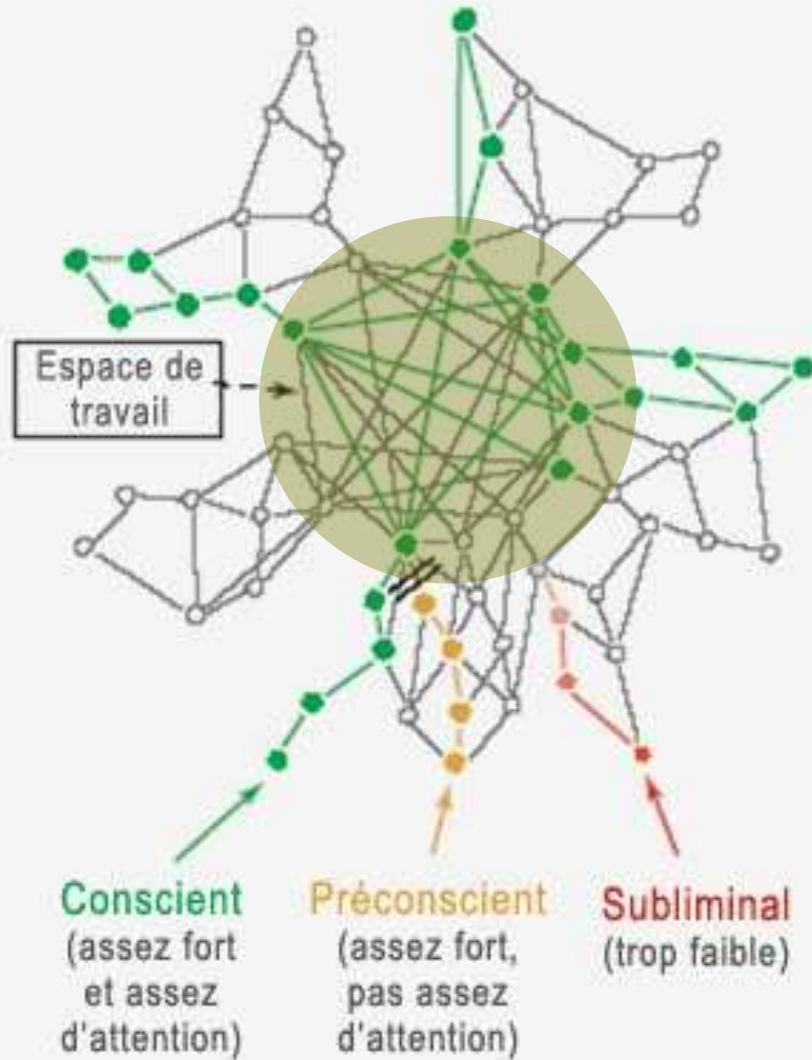
- Pour certains, être conscient, c'est être **éveillé**, par opposition aux situations où la conscience disparaît (sommeil, coma, anesthésie).
- Pour d'autres, c'est avoir **accès** à ses pensées et au monde environnant.

On a vu que pendant des centaines de millions d'années, la **boucle sensorimotrice** des animaux s'est complexifiée...

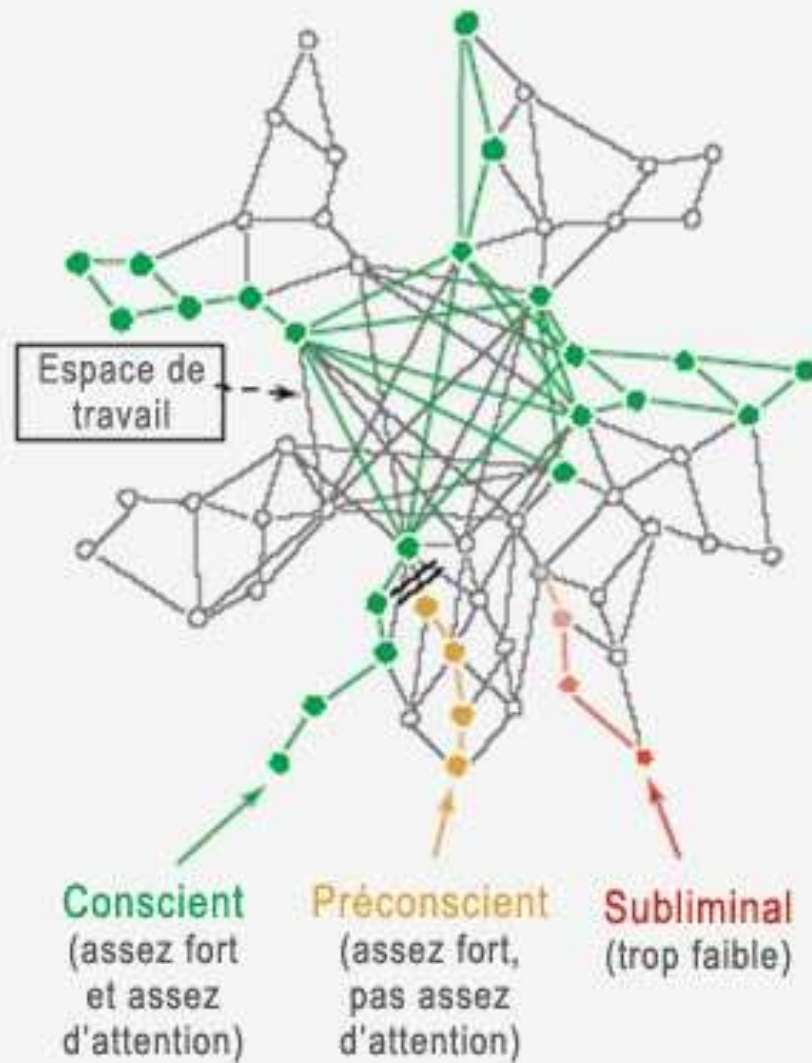


Autre façon de représenter le cortex :

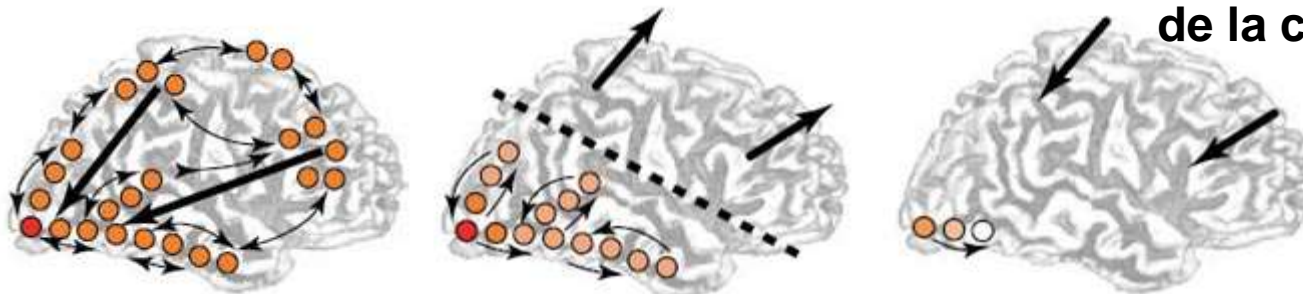




La perception consciente et les niveaux de conscience



- un premier niveau de traitement **subliminal** où l'activation de bas en haut n'est **pas suffisante** pour déclencher un état d'activation à grande échelle dans le réseau;
- un second niveau **préconscient** qui possède suffisamment d'activation pour accéder à la conscience mais est temporairement mis en veilleuse par **manque d'attention de haut en bas**;
- un troisième niveau **conscient**, qui envahit l'espace de travail global lorsqu'un stimulus préconscient reçoit suffisamment d'attention pour **franchir le seuil de la conscience**.

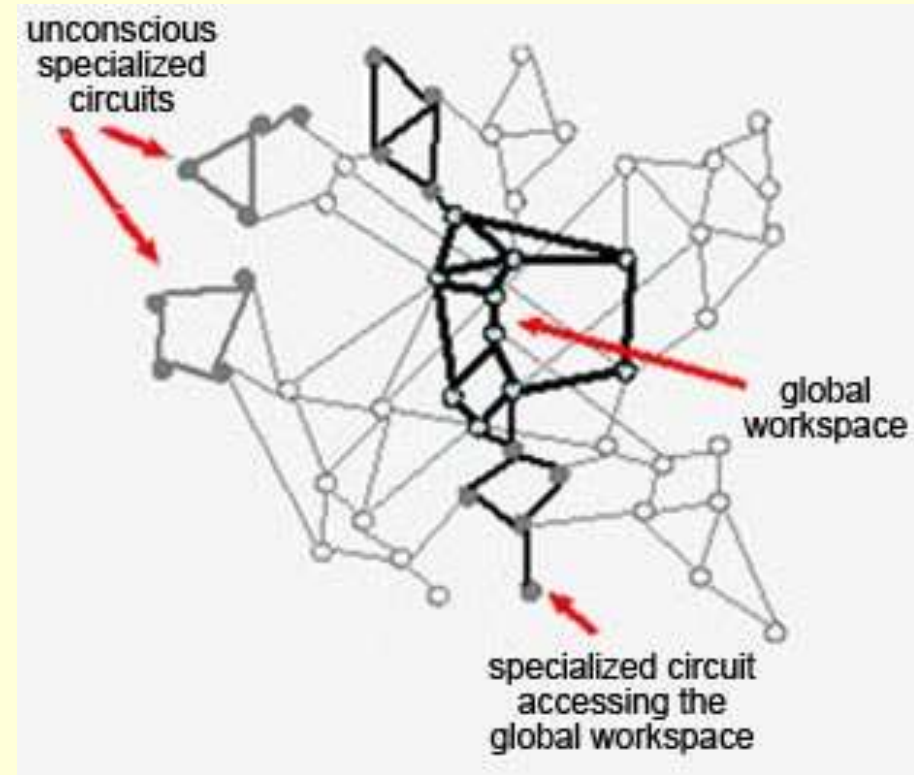
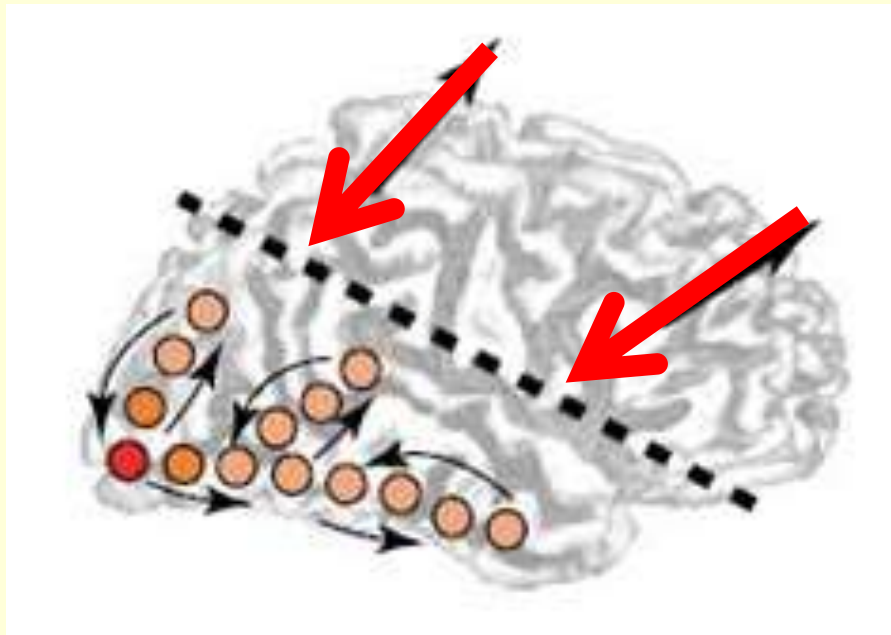


Que le mot soit perçu ou pas, les 275 premières millisecondes (ms) sont identiques : seul le **cortex visuel** est activé. Cela correspond bien au traitement modulaire bien connu du cortex visuel.

Mais par la suite, quand le mot est vu consciemment, l'activation est largement amplifiée et réverbérée d'abord à travers le **cortex frontal** (dès 275 ms), ensuite **préfrontal** (dès 300 ms), **cingulaire antérieur** (dès 430 ms) et finalement **pariétal** (dès 575 ms).

Mais lorsque le mot n'est pas vu consciemment, l'activation demeure localisée dans le **cortex visuel** et s'éteint progressivement jusqu'à ce que toute activité cesse à partir de 300 ms.

Peut-on avoir accès aux processus ou aux éléments préconscients (ou inconscients) ?



Nisbett, Richard, & Wilson, Timothy. (1977).
**Telling more than we can know:
Verbal reports on mental processes.**
Psychological Review, 84, 231-259.

<http://people.virginia.edu/~tdw/nisbett&wilson.pdf>



On demande à des gens de **mémoriser des paires de mots**. Table-chaise, fenêtre-porte, pain-beurre, etc. Pour certaines personnes, il y a une paire de mot bien particulière... la paire **océan-lune**.

On leur demande ensuite quelle est votre marque de poudre à lessiver préférée? Les personnes du groupe qui a dû retenir la paire de mots *océan-lune* choisissent beaucoup plus **la poudre à lessiver Tide**.

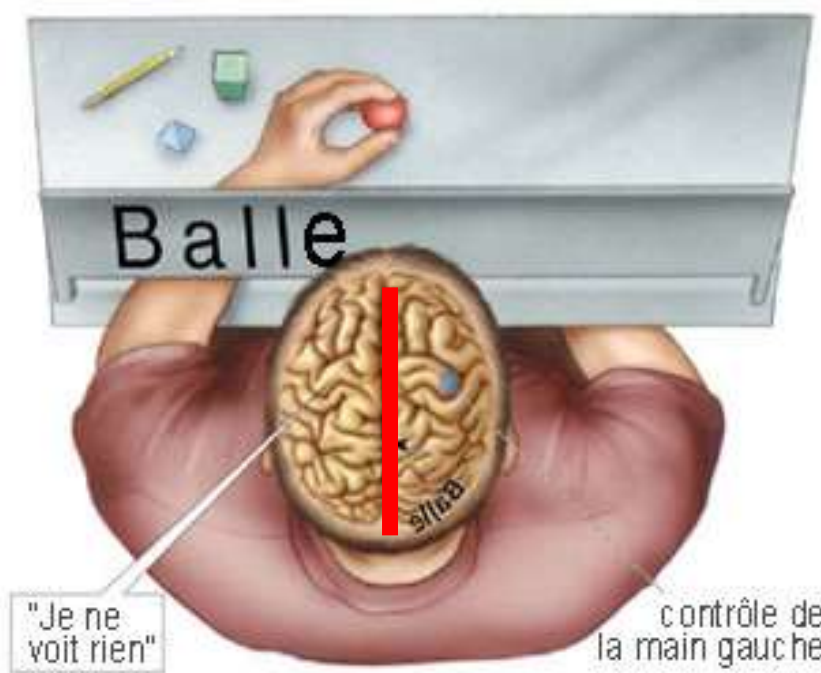
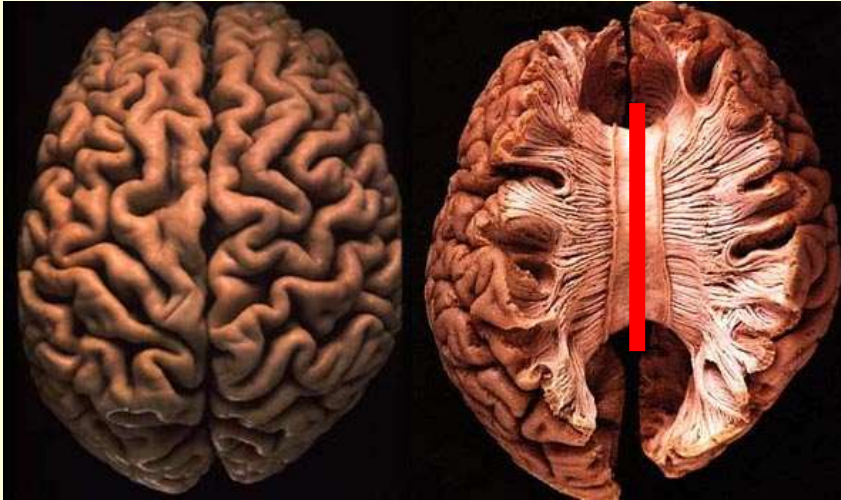
L'expérience se déroule en anglais, et notez qu'en anglais, Tide veut dire **marée**... phénomène physique bien connu lié à l'interaction entre la lune et l'océan.... notre paire de mots mémorisée.

On demande ensuite aux gens **pourquoi avez-vous choisi la poudre Tide**. Ils sont incapable de faire le lien avec la paire de mots et font plutôt référence au fait que la boîte est jolie et que sa couleur attire l'attention, ou au fait que leur maman utilisait cette poudre quand ils étaient petits.

Bref, nous sommes très peu capables de faire le lien entre une cause et sa conséquence dès lors qu'il s'agit d'influences subtiles, mais nous avons par contre **toujours une explication valide ou probable ou plausible à avancer**.

Cela rejoint d'autres expériences, dont celle avec les sujets à **cerveau divisé** (« split-brain »)...

Patients épileptiques au « cerveau divisé » (« split brain », en anglais)



Michael Gazzaniga
dans les années 1960



On utilise une
pelle pour...
nettoyer le
poulailler.

L'hémisphère gauche va **rationaliser** ou **réinterpréter** la séquence d'événements de manière à rétablir une impression de **cohérence** au comportement du patient.



...dans le cortex frontal gauche non seulement des patients au cerveau divisé mais chez **tous les êtres humains**

Expliquerait à quel point notre **cerveau est prompt à fournir des justifications langagières** pour expliquer nos comportements.

L'analogie, cœur de la pensée p.145

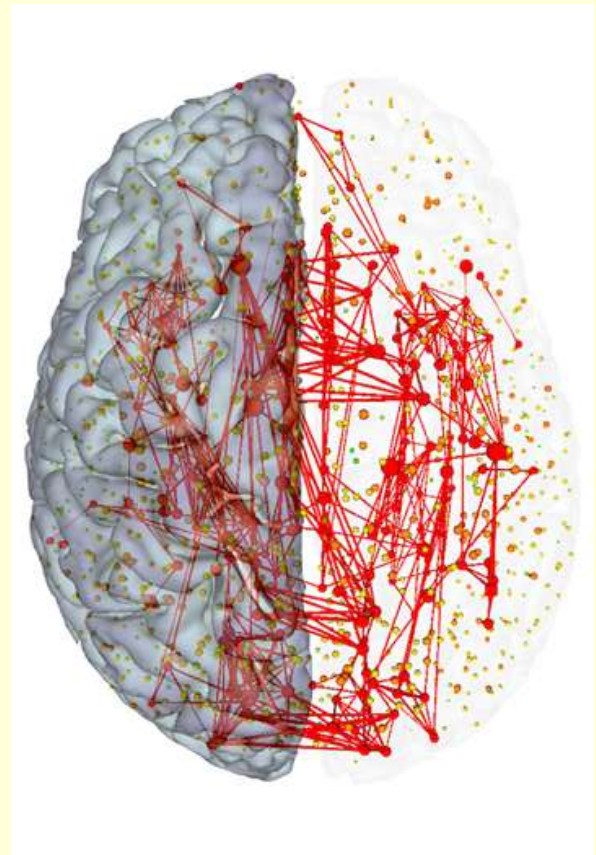
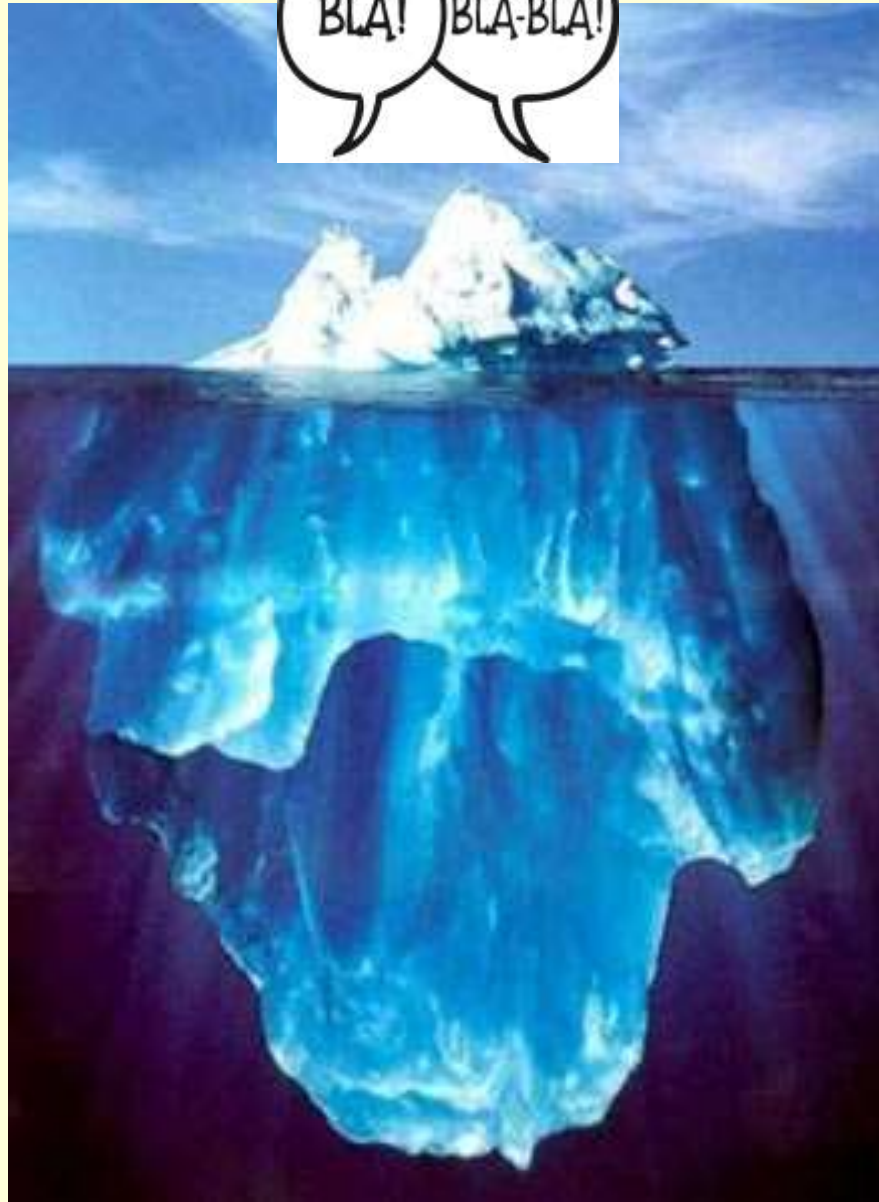
Une situation « sour grapes » :

Paul arrive en retard au resto qu'on lui avait chaudement recommandé et où il avait réservé. Sa table a été donnée à quelqu'un d'autre. Il dit à sa copine : « ce quartier regorge de restos sympas, c'est bien plus romantique d'en découvrir un ensemble ! »

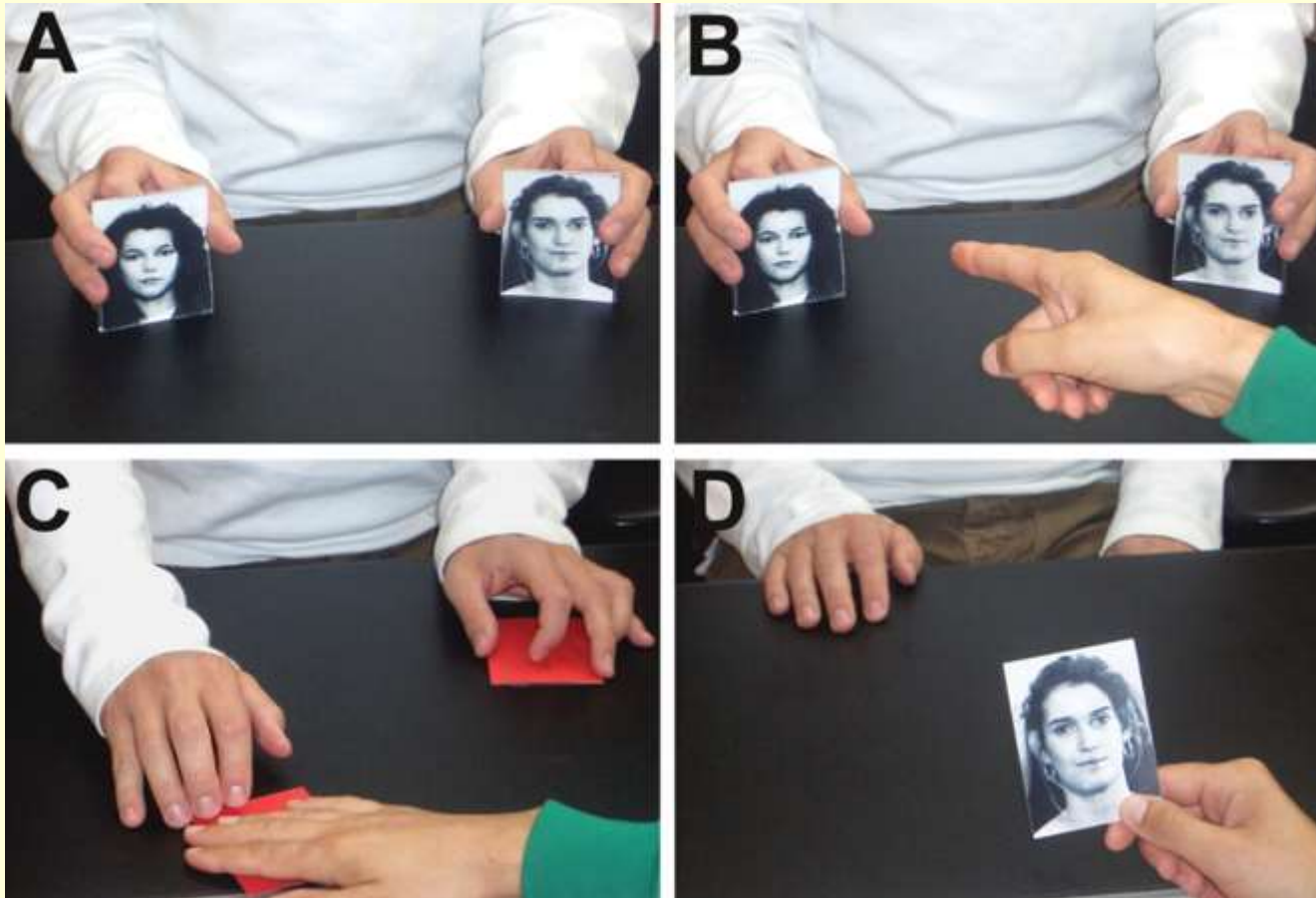
Plus tard, il ne reste plus du plat qu'il voulait à l'autre resto. « Pas grave, justement il faut que je perde des calories ! » Et il commande un truc léger qu'il n'aurait jamais pris sinon...

Ce genre de situation « ...contient les germes de la notion de réduction de la **dissonance cognitive** et, plus généralement, des cas de **rationalisation**, c'est-à-dire des cas où une justification plus ou moins tirée par les cheveux est élaborée a posteriori en vue de restaurer l'état d'équilibre du système cognitif. »

BLA! BLA-BLA!



Failure to detect mismatches between intention and outcome in a simple decision task. Johansson, P., Hall, L., Sikström, S., & Olsson, A. (2005).



“We call this effect **choice blindness.** “
(nommée après les deux autres)

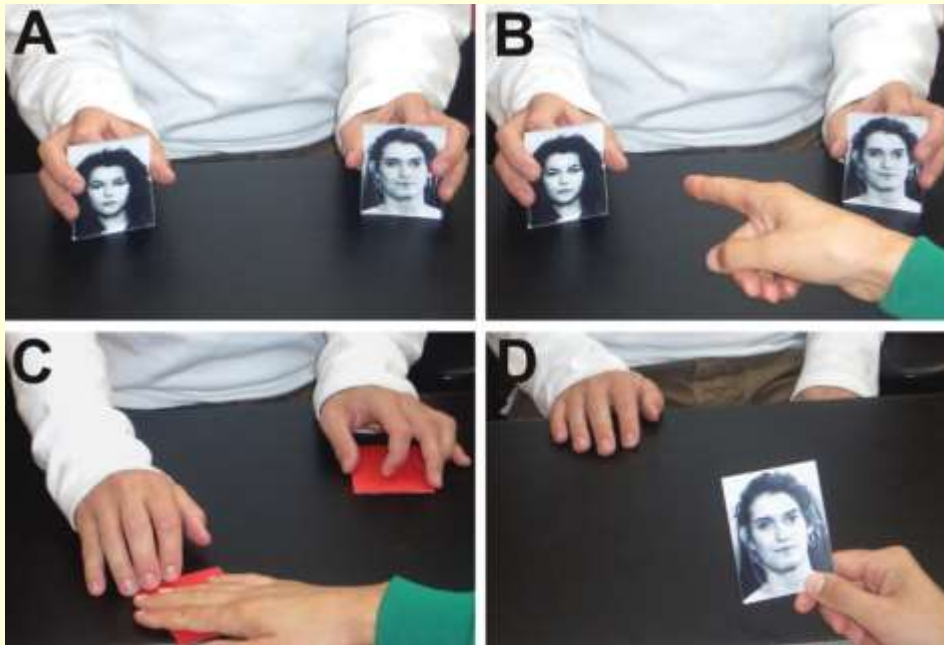
Les auteurs concluent qu'on ne semble pas avoir un accès conscient aux raisons derrière nos choix. **On les rationalise plutôt a posteriori.**

Sauf que...

A gap in Nisbett and Wilson's findings? A first-person access to our cognitive processes.

Petitmengin C., Remillieux A., Cahour C., Carter-Thomas S. (2013).

http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/94/04/22/PDF/A_first-person_access.pdf



Les auteurs de cette étude ont repris le protocole de Johansson, mais en introduisant pour certains choix une personne qui aidait le sujet à rendre plus explicite les motivations de ses choix.

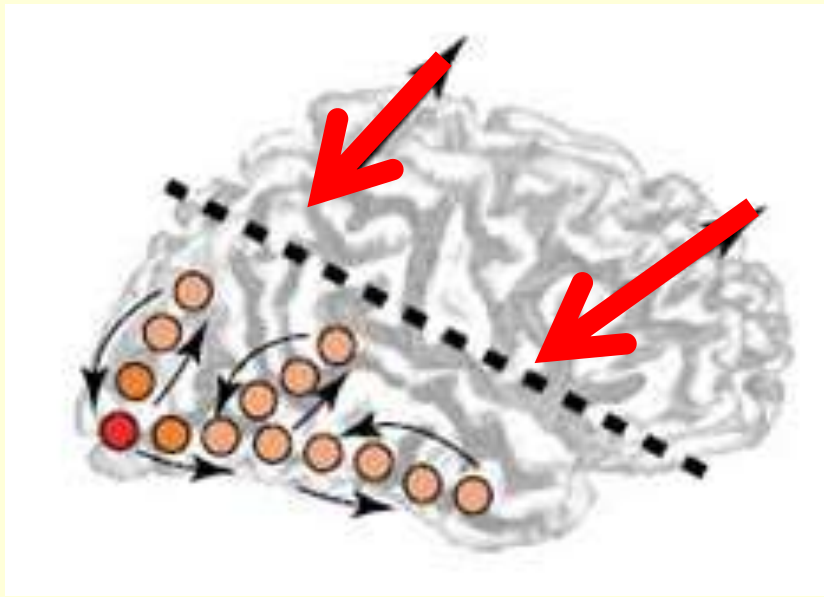
80% des sujets ainsi assistés détectaient la manipulation !

Les auteurs concluent que si nous sommes habituellement inconscients de nos processus décisionnels, on pourrait y accéder par certaines démarches introspectives.

Thèse de Krystèle Appourchaux (2012):

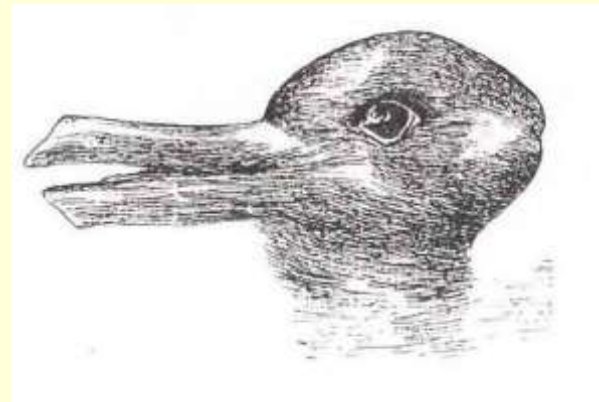
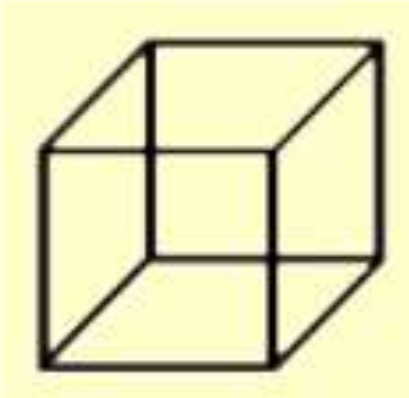
« Varela et Shear parlent ainsi de « phénomènes subpersonnels ou non conscients », qui ne sont pas ordinairement présents à la conscience, mais qui peuvent néanmoins être accessibles grâce aux méthodes que nous venons de décrire.

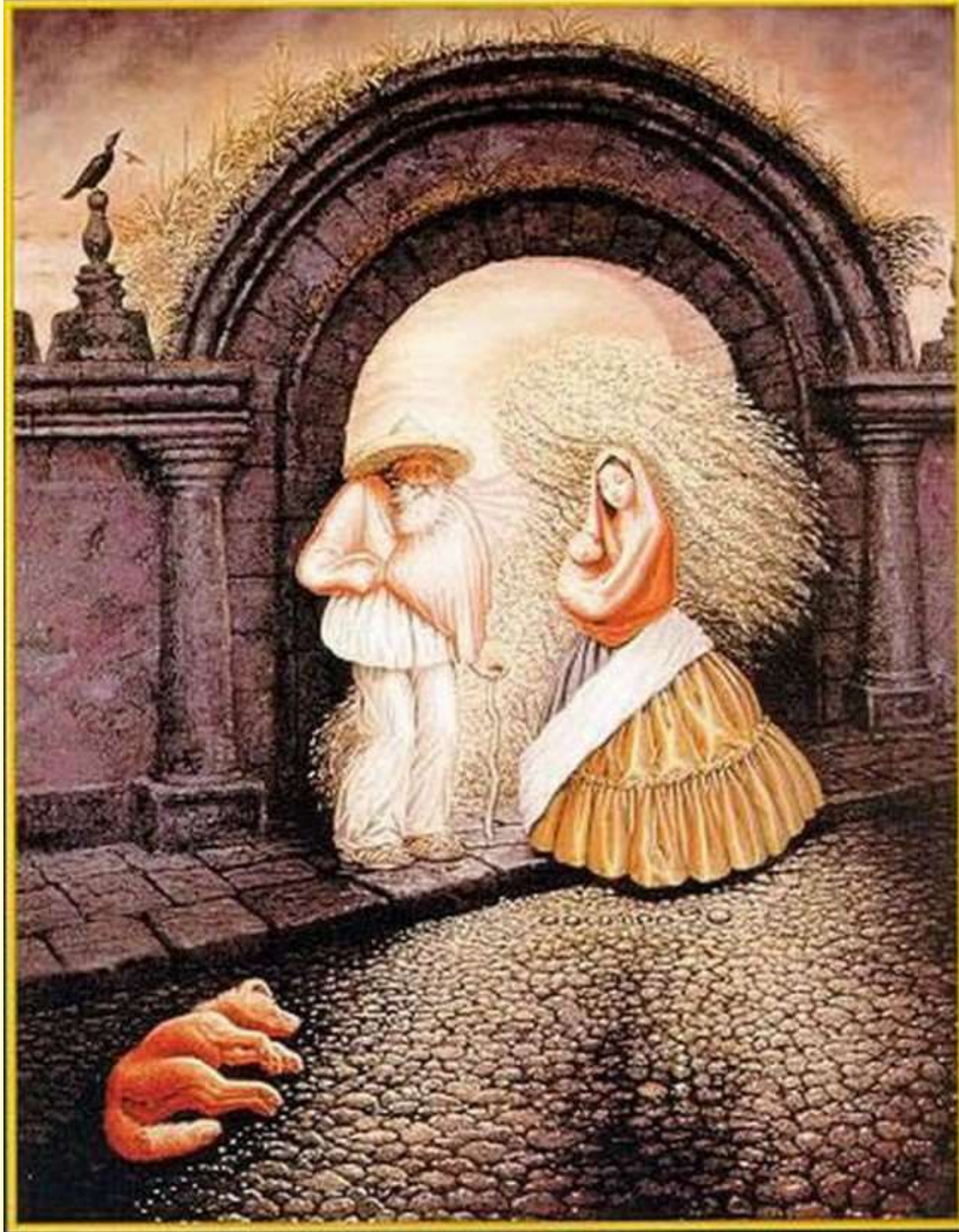
Ils dénoncent « le préjugé naïf selon lequel la ligne de démarcation entre ce qui est strictement subpersonnel et ce qui est conscient est fixe », puisque des techniques de conversion de l'attention et d'explicitation font reculer le seuil entre ce qui parvient à la conscience et ce qui reste de l'ordre du « pré-réfléchi ». »



Comment peut-on étudier les « corrélats neuronaux » de la perception consciente ?

On peut par exemple examiner des situations où **la perception consciente change alors que le stimulus présenté, lui, ne change pas.**

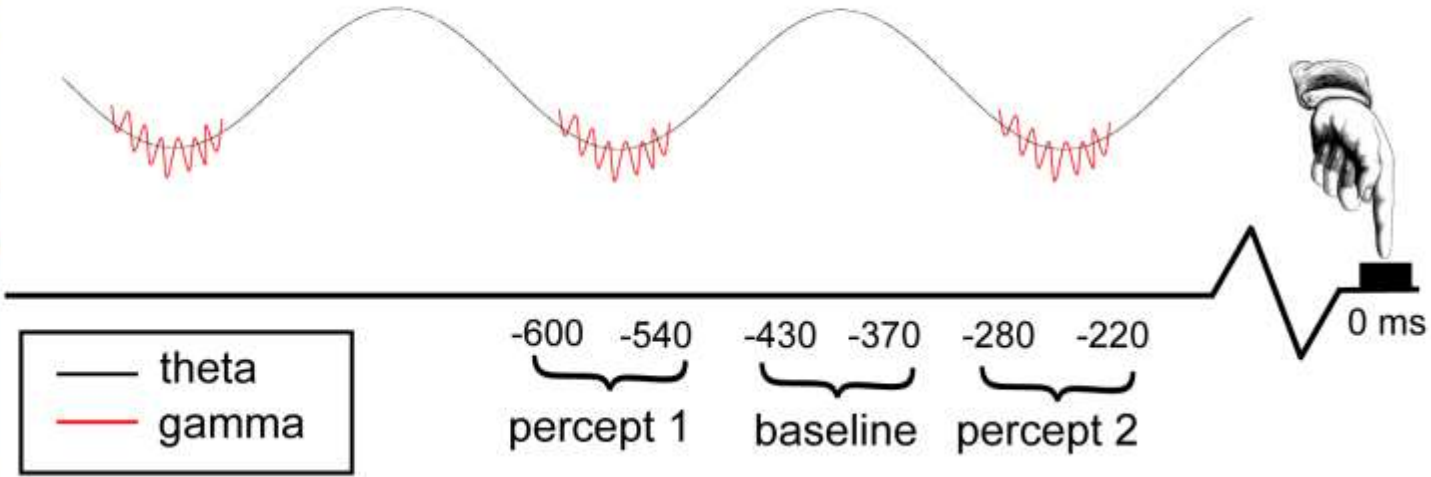
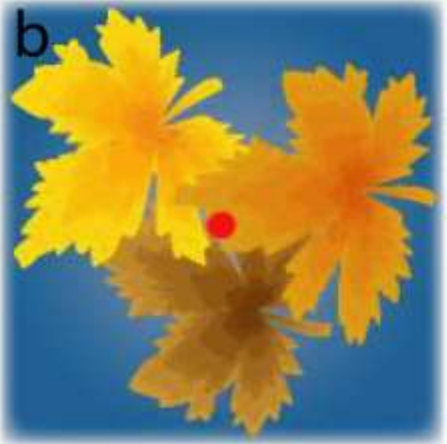
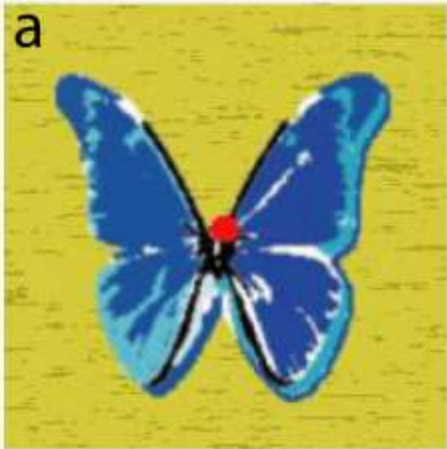




On peut aussi créer une rivalité binoculaire en regardant dans des oculaires qui donnent à voir une **image différente pour chaque oeil**.

Dans ces conditions, la perception subjective du sujet **va osciller entre deux états** : il verra tantôt le stimulus présenté à l'œil gauche, tantôt celui présenté à l'œil droit.

Si l'on fait cette expérience en enregistrant l'activité du cerveau des sujets auxquels on demande d'indiquer lequel des deux stimuli ils **perçoivent** à un moment donné, on observe une variation de l'activité de certaines régions du cerveau **en fonction de l'expérience subjective**.



www.elsevier.com/locate/ynimg
 NeuroImage 23 (2004) 128–140

Waves of consciousness: ongoing cortical patterns during binocular rivalry

Diego Cosmelli,* Olivier David,¹ Jean-Philippe Lachaux, Jacques Martinerie, Line Garnero, Bernard Renault,* and Francisco Varela²

Cognitive Neuroscience and Brain Imaging Laboratory, CNRS UPR 640, Hôpital de La Salpêtrière, 75651 Paris Cedex 13, France

Received 18 December 2003; revised 4 May 2004; accepted 11 May 2004

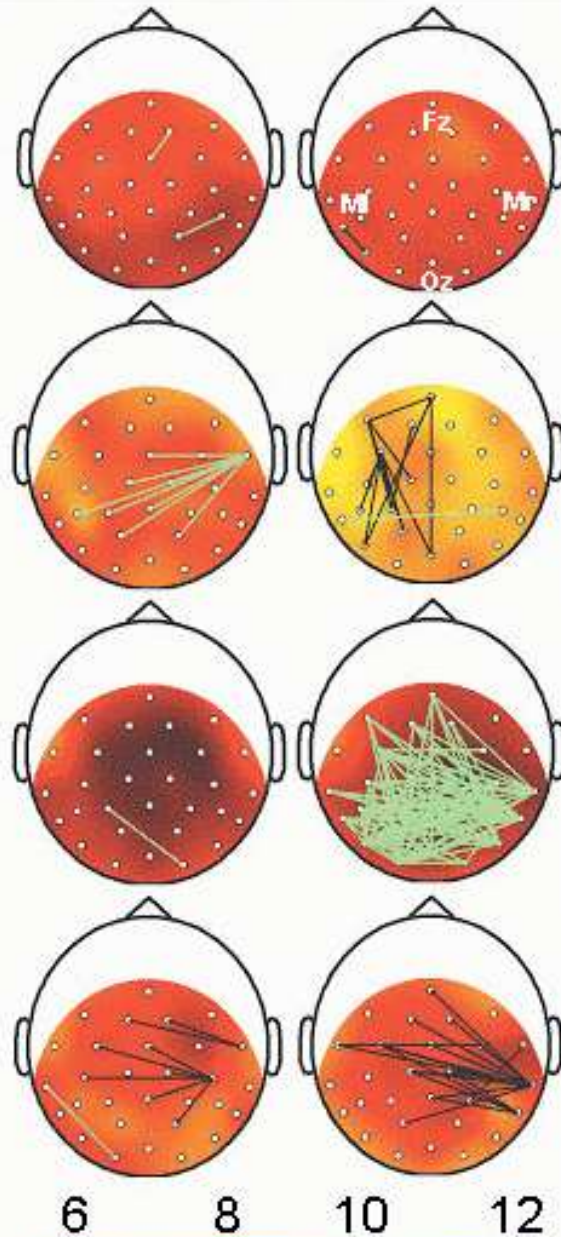
<http://www.deepdyve.com/lp/elsevier/waves-of-consciousness-ongoing-cortical-patterns-during-binocular-6PWTeNMz7x>



'Mooney' faces

Significant phase locking
Significant phase scattering

No Perception Perception



Gamma power (σ)

0 - 180 ms

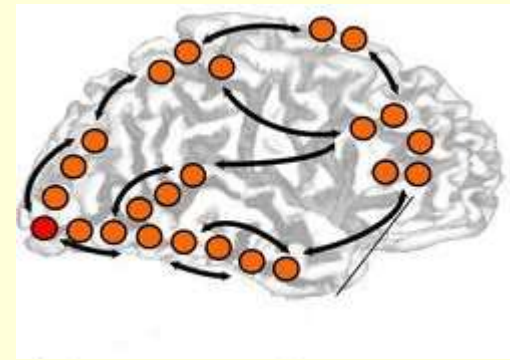
180 - 360 ms

360 - 540 ms

540 - 720 ms

Time

(from Rodriguez *et al*, 1999).

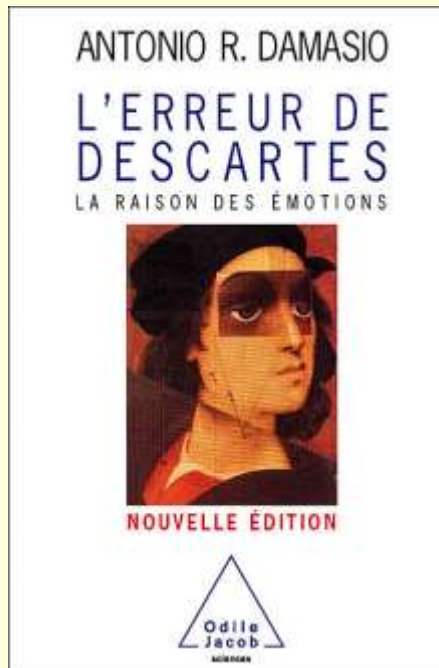


Qu'est-ce que la conscience ?

- Pour certains, être conscient, c'est être **éveillé**, par opposition aux situations où la conscience disparaît (sommeil, coma, anesthésie).
- Pour d'autres, c'est avoir **accès** à ses pensées et au monde environnant.
- Pour d'autres encore, c'est la **conscience de soi**, sa capacité à se représenter en tant qu'individu ici et maintenant.

Aux **différents niveaux d'accessibilité des contenus** de conscience décrits par Changeux et Dehaene s'ajoutent un autre continuum : celui de **la capacité d'un cerveau à se représenter le « soi »**.

Comment cette représentation de soi contribue-t-elle à l'expérience consciente ? Voilà une question au centre des préoccupations de chercheurs comme Edelman, Tononi, Llinás et surtout :



Antonio Damasio a d'abord proposé, dans *L'Erreur de Descartes* publié en 1994, que la **pensée consciente** dépend substantiellement de la **perception viscérale** que nous avons de notre corps.

→ nos décisions conscientes découlent de raisonnements abstraits mais Damasio montre que ceux-ci **s'enracinent dans notre perception corporelle**.

→ c'est ce **constant monitoring** des échanges entre corps et cerveau qui permet la prise de décision éclairée.

Les manifestations somatiques de ces émotions, en étant prises en compte dans la mémoire de travail, permettent de « **marquer** » d'une valeur **affective** l'information perceptuelle en provenance de l'environnement extérieur (son concept de « marqueur somatique »)

et donc d'en évaluer l'importance pour la survie de l'organisme (une **perspective évolutive** ici).



ANTONIO R. DAMASIO

LE SENTIMENT MÊME
DE SOI

CORPS, ÉMOTIONS, CONSCIENCE



En 1999, dans *Le sentiment même de soi*, Damasio développe son modèle pour rendre compte des différents niveaux possibles de la conscience de soi.

Le monitoring viscéral décrit plus haut devient le **proto-soi**, une perception d'instant en instant de l'état émotionnel interne du corps rendue possible, entre autres, par **l'insula**.



Antonio Damasio

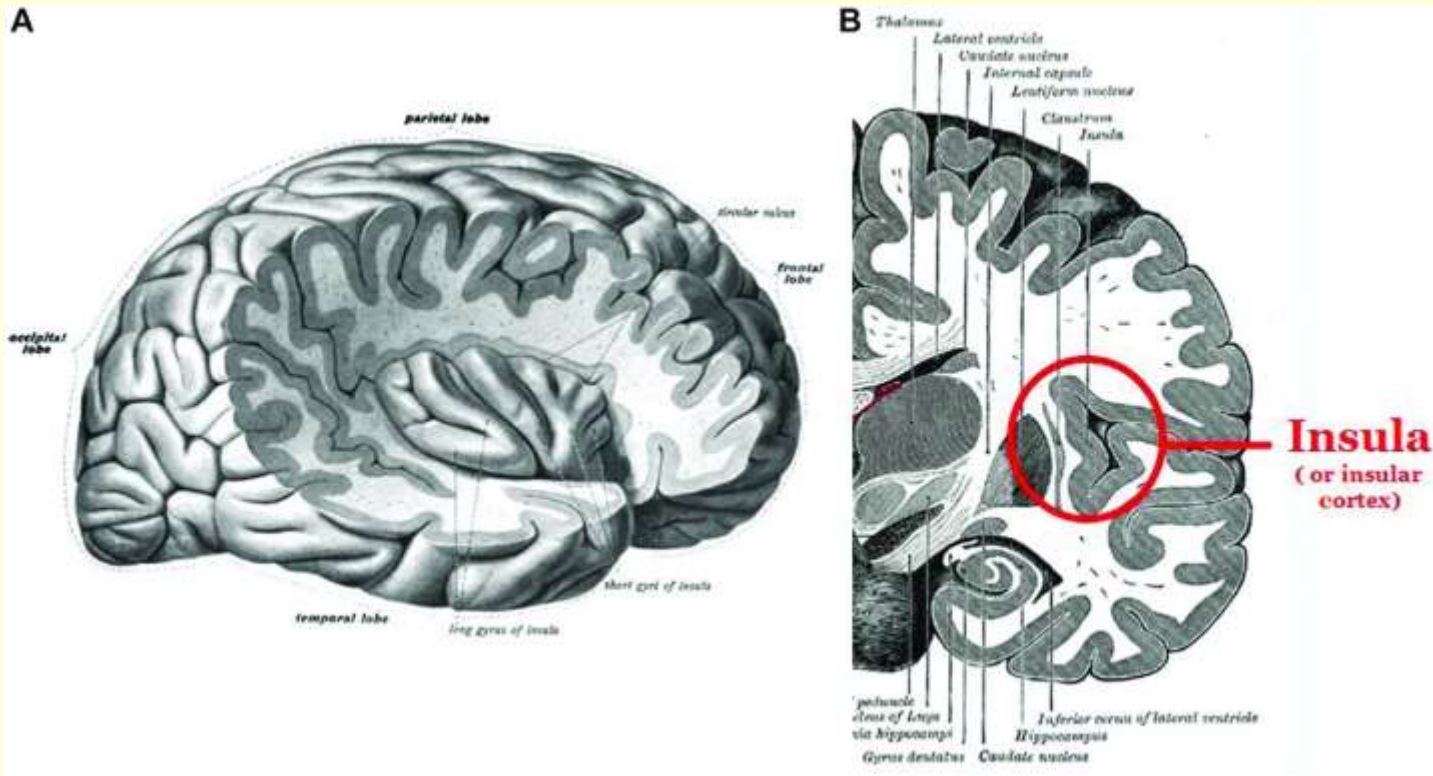
*Neuroscientist
& Author*

18 mars 2013

Nos sentiments pourraient se passer de l'insula

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2013/03/18/nos-sentiments-pourraient-se-passer-de-linsula/>

Damasio publie un article dans *Nature Neuroscience* où il note que plusieurs observations ne sont pas très compatibles avec son idée première voulant que **l'insula soit la plateforme essentielle de nos émotions** et, par extension, de la **conscience humaine** qui s'élabore à partir de celles-ci.



→ Sa position en repli à l'intérieur des circonvolutions du cortex la rend moins accessible.

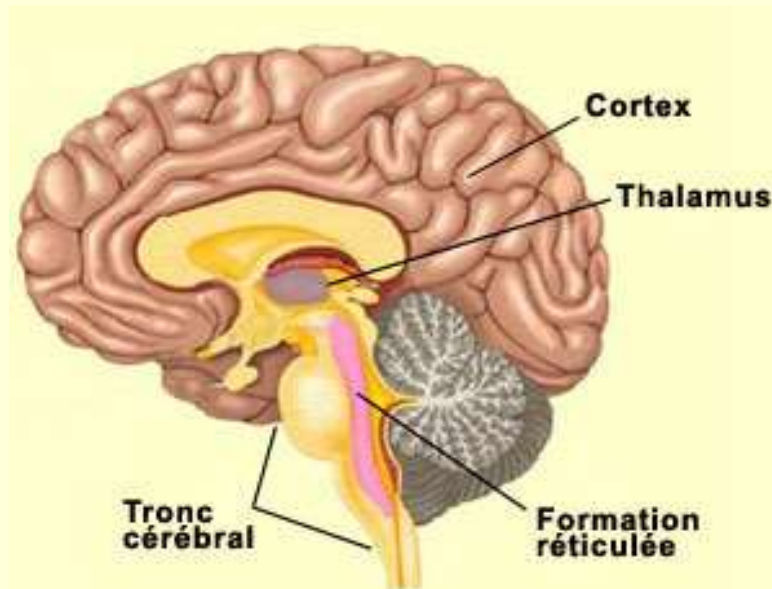
18 mars **2013**

Nos sentiments pourraient se passer de l'insula

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2013/03/18/nos-sentiments-pourraient-se-passer-de-linsula/>

Damasio publie un article dans *Nature Neuroscience* où il note que plusieurs observations ne sont pas très compatibles avec son idée première voulant que **l'insula soit la plateforme essentielle de nos émotions** et, par extension, de la **conscience humaine** qui s'élabore à partir de celles-ci.

→ reconsidère les nombreux noyaux de neurones de la **partie supérieure du tronc cérébral** qui reçoivent d'abord l'information en provenance du corps et qui pourraient eux-mêmes contribuer à l'émergence de nos sentiments.



18 mars **2013**

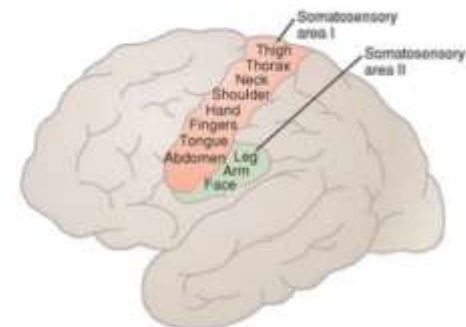
Nos sentiments pourraient se passer de l'insula

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2013/03/18/nos-sentiments-pourraient-se-passer-de-linsula/>

Damasio publie un article dans *Nature Neuroscience* où il note que plusieurs observations ne sont pas très compatibles avec son idée première voulant que **l'insula soit la plateforme essentielle de nos émotions** et, par extension, de la **conscience humaine** qui s'élabore à partir de celles-ci.

- reconsidère les nombreux noyaux de neurones de la **partie supérieure du tronc cérébral** qui reçoivent d'abord l'information en provenance du corps et qui pourraient eux-mêmes contribuer à l'émergence de nos sentiments.
- différents cas où **l'insula est absente ou détruite** (par exemple, les enfants qui naissent sans cortex cérébral ou des victimes d'encéphalites dévastatrices) où les gens conservent une **riche palette d'états émotionnels**.
- nos **cortex somatosensoriels SI et SII** généralement épargnées chez ces sujets à l'insula détruite, seraient aussi impliqués.

SOMATOSENSORY CORTEX



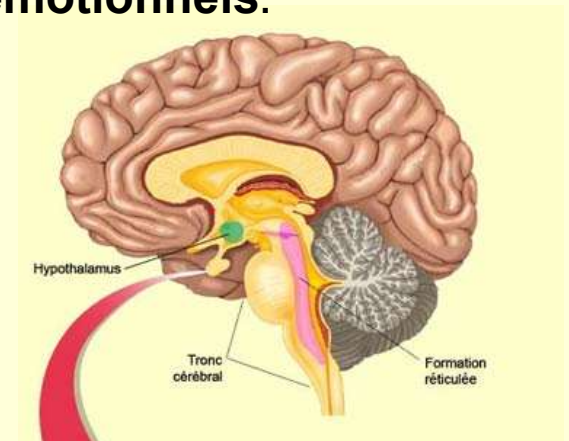
18 mars **2013**

Nos sentiments pourraient se passer de l'insula

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2013/03/18/nos-sentiments-pourraient-se-passer-de-linsula/>

Damasio publie un article dans *Nature Neuroscience* où il note que plusieurs observations ne sont pas très compatibles avec son idée première voulant que **l'insula soit la plateforme essentielle de nos émotions** et, par extension, de la **conscience humaine** qui s'élabore à partir de celles-ci.

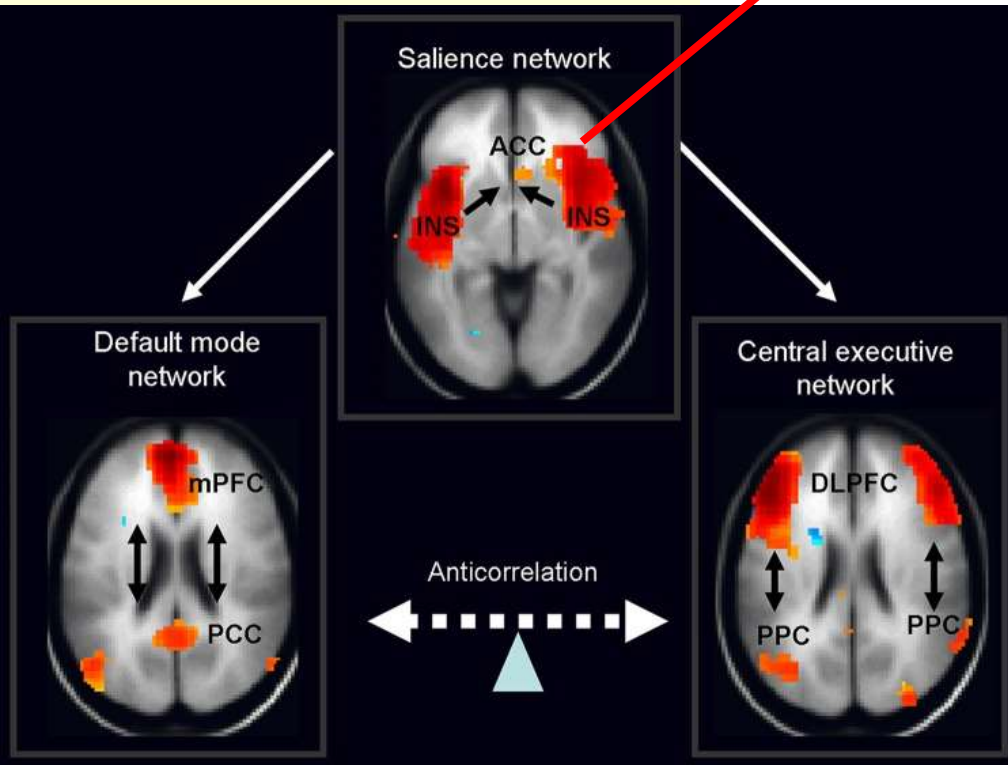
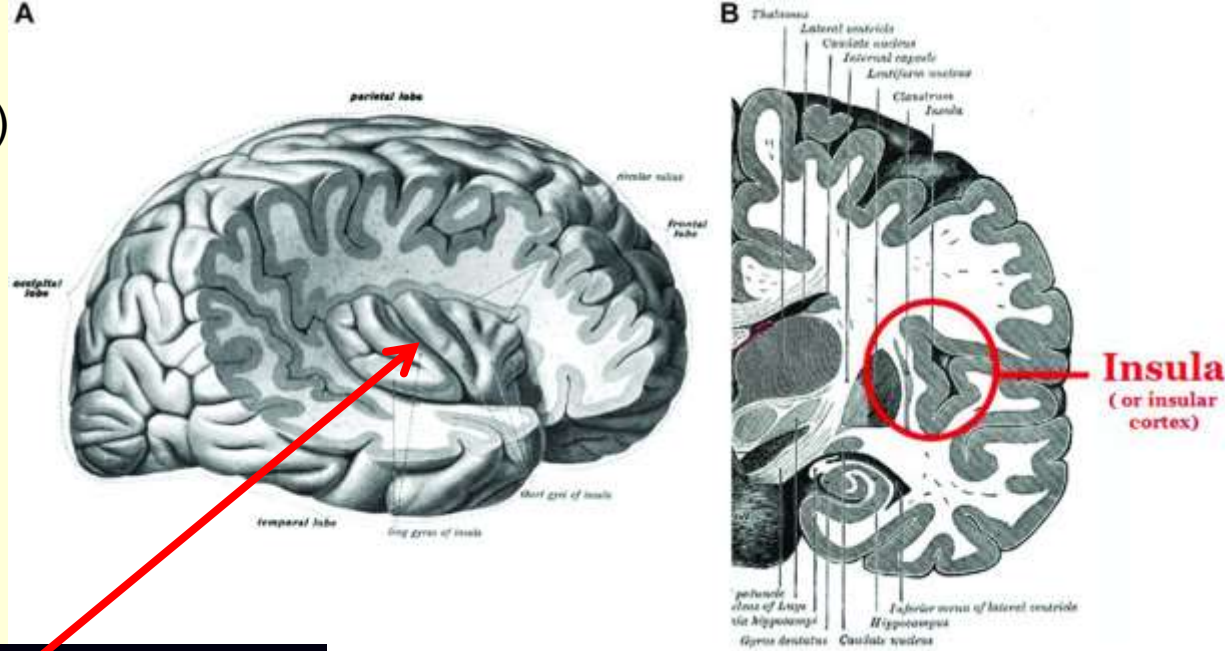
- reconsidère les nombreux noyaux de neurones de la **partie supérieure du tronc cérébral** qui reçoivent d'abord l'information en provenance du corps et qui pourraient eux-mêmes contribuer à l'émergence de nos sentiments.
- différents cas où **l'insula est absente ou détruite** (par exemple, les enfants qui naissent sans cortex cérébral ou des victimes d'encéphalites dévastatrices) où les gens conservent une **riche palette d'états émotionnels**.
- nos **cortex somatosensoriels SI et SII** généralement épargnées chez ces sujets à l'insula détruite, seraient aussi impliqués.
- même **l'hypothalamus** ! (valeurs de survie évolutivement associées à la moindre émotion).



→ Insula activée par un **dégoût** alimentaire (rôle 1^{er})

→ aussi en présence de caractéristiques propres au « **out group** » (i.e. « Eux »).

Un autre exemple de **recyclage neuronale**...



Il ne faut pas oublier non plus que **l'insula** fait aussi partie, comme toute structure cérébrale, de **différents grands réseaux** comme ici le « réseaux de la saillance »



Pour en revenir au livre *Le sentiment même de soi*, publié en 1999, Damasio y développe donc son **modèle** pour rendre compte des **différents niveaux possibles de la conscience de soi**.

1) le monitoring viscéral devient le **proto-soi**, une perception d'instant en instant de l'état émotionnel interne du corps rendue possible, **entre autres**, par l'insula.

2) une perception du monde extérieur devient consciente quand elle est mise en relation avec ce proto-soi, un processus appelé **conscience noyau** par Damasio («core consciousness», en anglais), qui correspond à la question «**Qu'est-ce que je ressens** face à cette scène visuelle, à cette phrase, etc.?» De nombreuses espèces animales pourraient être pourvues de ce sentiment du «**ici et maintenant**».

3) la **conscience étendue** (ou «*autobiographique*»), devient possible lorsque l'on peut se représenter ses expériences conscientes dans le **passé** ou le **futur** par l'entremise de la **mémoire** et de nos **fonctions supérieures** permettant la conceptualisation abstraite.



La conscience autobiographique d'être soi-même (3) (et pas un autre) qu'ont les êtres humains, serait donc ancrée pour Damasio dans tous ces instants de la vie où notre **conscience noyau (2)** donne une **valeur affective (1)** à ce que nous vivons.

Par conséquent, ce **moi autobiographique** est sans cesse en reconstruction, éclairée qu'il est par le passé autant qu'influencé par nos attentes sur le futur.



Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

3 décembre 2018

L'étrange ordre des choses selon Antonio Damasio

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2018/12/03/letrange-ordre-des-choses-selon-antonio-damasio/>

De l'autopoïèse à l'homéostasie, et de l'affect à la culture, il n'y aurait qu'un pas qu'Antonio Damasio tente de franchir dans son dernier bouquin publié au début de l'année et intitulé « The Strange Order of Things: Life, Feeling, and the Making of Cultures ».

Et c'est cette **conscience autobiographique** qui nous permettrait finalement de **se raconter**, et de modifier ses souvenirs à mesure que sa vie se déroulera.

Cette **capacité à se raconter** nous donne l'impression très vive qu'il existe bel est bien un « **je** », un **agent unifié qui est l'acteur de notre vie**.

Mais pour certains comme Francisco Varela, ce moi serait plutôt « **virtuel** » et son impression si vive viendrait d'une nécessité **sociale**.

Grâce à nos **capacités linguistiques narratives** le « je » existerait **pour** l'interaction avec les autres, **pour** créer la **vie sociale**. »

Autrement dit, **ça me raconte** donc « je » suis.

« Je dis « je » parce que tu m'as dit « tu ».

- Albert Jacquard



Plan pour le 5 février 2019

- Intro : rappel de quelques notions de la 1^{ère} partie
- Conscience (distinction de trois niveaux)
- La question du libre-arbitre
- Inconscient et prise de décision
- Un grand cadre théorique : le cerveau prédictif

Mais nous continuons à avoir l'impression que, pour certains choix conscients, **nous les faisons librement nous-mêmes.**



Henri Laborit adopte une thèse forte **contre** le libre arbitre.

« Nos comportements sont **entièrement programmés**
par la structure innée de notre système nerveux
et par l'apprentissage socio-culturel. »



Henri Laborit (1914 – 1995)



Car pour Laborit,

« Pour **agir**, il faut être **motivé** et nous savons que cette motivation, [est] le plus souvent inconsciente, [et] résulte

- soit d'une **pulsion endogène**,
[biologique, physiologique...]

- soit d'un **automatisme acquis**
[classe sociale, médias, publicité, etc.]

D



D





Comment Laborit explique-t-il alors cette sensation de liberté que nous ressentons ?

« La sensation fallacieuse de liberté s'explique du fait que ce qui **conditionne notre action** est généralement du domaine de **l'inconscient**,

[l'inconscient « **cognitif** », l'automatisation de nos comportements...]

et que **par contre le discours logique** est, lui, du domaine du **conscient**. »

(p.72)



C'est ce discours, **logique** et **conscient**
qui nous permet de croire au libre choix.

L'inconscient responsable de la plupart de nos décisions

9 novembre 2015

http://ici.radio-canada.ca/emissions/medium_large/2015-2016/chronique.asp?idChronique=388942

Le neurobiologiste Thomas Boraud estime que **la plupart de nos décisions rapides ne relèvent pas du libre arbitre, mais bien de l'inconscient. [...]**

« Ce qu'on considère comme décision consciente n'est souvent que la manifestation tardive d'un processus qui s'est effectué un petit peu plus tôt », affirme Thomas Boraud, soutenant que des tests mesurant l'activité cérébrale ont démontré que l'activité électrique précède la prise de décision.

Lors de délibérations plus longues (de « choix rationnel ») :

« Quand on est dans un processus de délibération, il y a tout un tas **d'allers-retours** entre un processus **inconscient**, la rétrospection de la **conscience** et ainsi de suite. [...]

[Et cela se fait en fonction de] notre histoire,
depuis la conception jusqu'au moment actuel. »

Selon le scientifique, cette impression de décision libre et consciente a pu être un **avantage évolutif**, puisqu'elle permet la construction des sociétés.

« **Il n'y a pas de société possible si l'on ne se sent pas responsable.** »

Et cela nous ramène aussi à Michael Gazzaniga...

Car Gazzaniga demande :

À quoi pense notre système nerveux central l'écrasante majorité du temps?

Aux autres ! À nos amoureux, à nos amis, à nos enfants, etc.

Sans cesse, le cerveau tente de percer les intentions des autres pour pouvoir agir en conséquence.



Si on passe son temps à essayer de se déresponsabiliser en disant des choses comme «j'étais hors de moi» ou «j'ai été émotif, je n'étais pas moi-même»

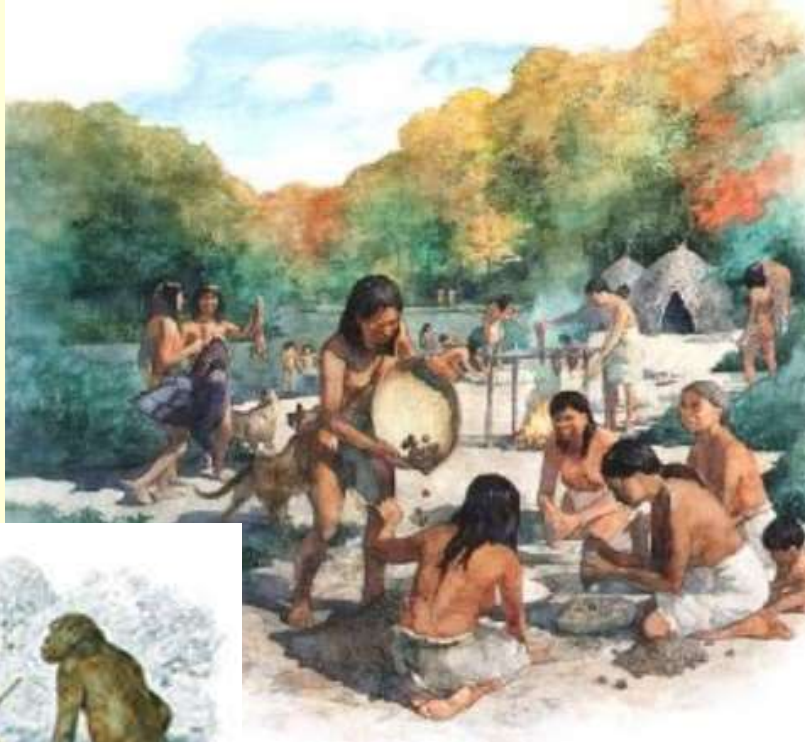
cela ne crée pas de très bons liens sociaux...



Faire partie d'un groupe humain nécessiterait donc « **l'émergence** », pour le dire comme Gazzaniga, d'un certain sens de la responsabilité.

Pour Gazzaniga, **le libre arbitre** et la **responsabilité individuelle** découlent de ces règles sociales

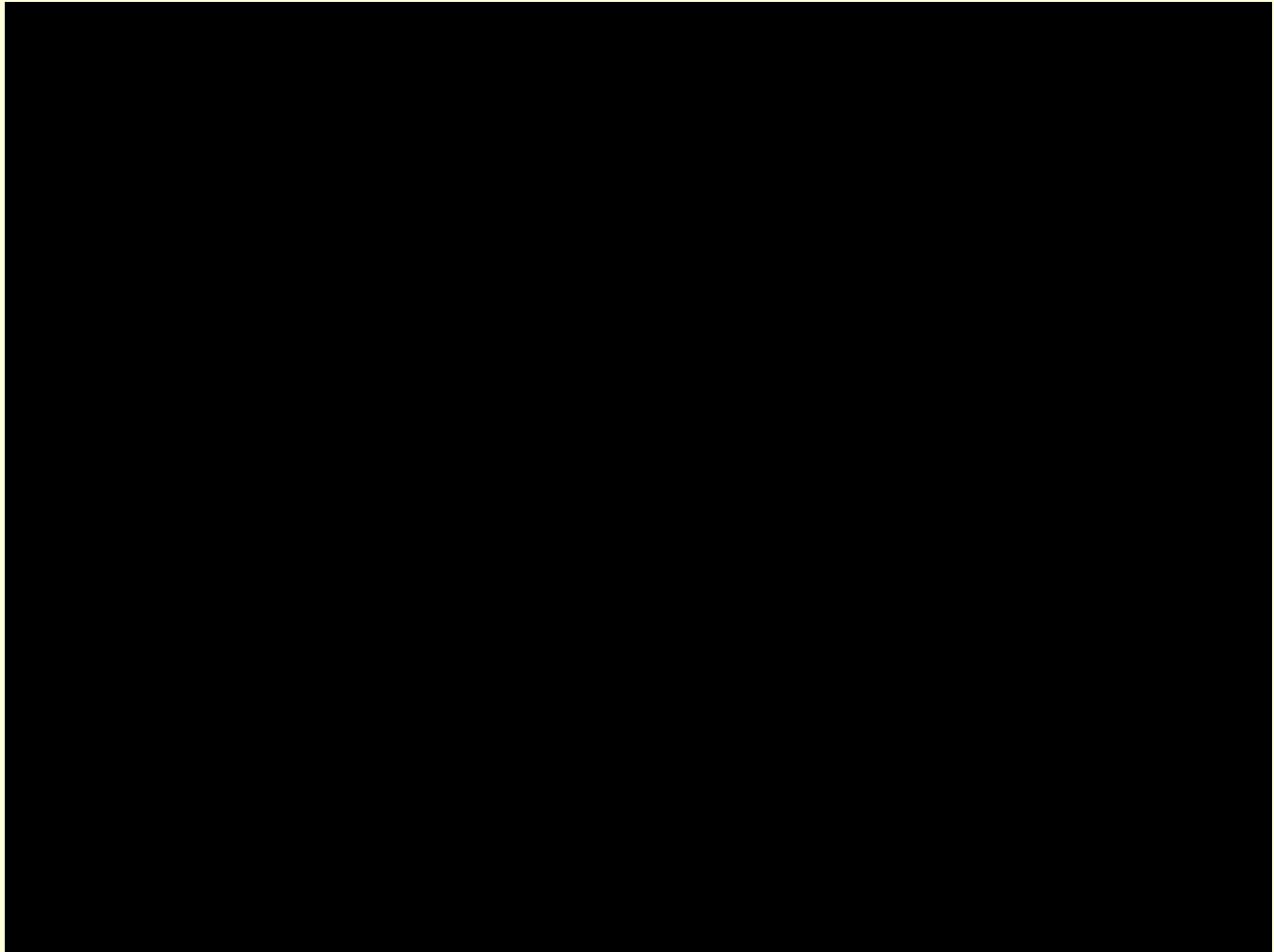
qui émergent quand plusieurs cerveaux interagissent les uns avec les autres.



Et pour lui, une espèce comme la nôtre, où les individus sont extrêmement interdépendants,

n'aurait pas pu évoluer sans ce sentiment que chacun est un agent responsable de ses actes...

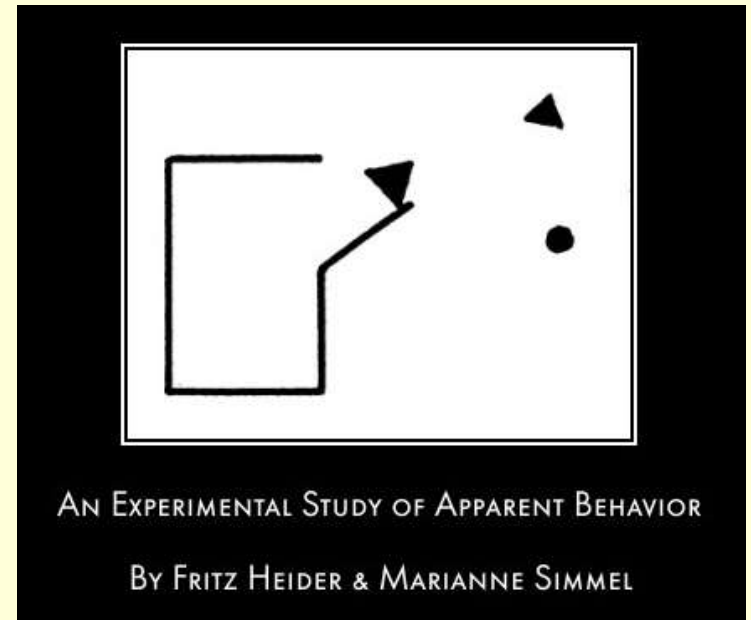
Depuis longtemps, des expériences ont montré que nous semblons générer spontanément ce sentiment qu'il y a un **agent** à l'origine de l'action.



Nous sommes portés à attribuer
le statut d'agent,

et même des **intentions** humaines,
au moindre objet en mouvement

(**Fritz Heider**, milieu des années 1940).



A fortiori, **nous avons un fort sentiment d'être l'agent**
qui accomplit tous nos comportements.



Mais certaines **observations cliniques** montrent que ce sentiment semble quelque chose de **fabriqué** par le cerveau :

- Les patients souffrants d'une lésion cérébrale menant au **syndrome de la main étrangère** ont l'impression qu'une de leur main a sa propre volonté



- Les patients schizophrènes qui ont des **hallucinations auditives** attribuent leur voix intérieure à celle d'autres personnes et se plaignent ainsi « d'entendre des voix ».



Plan pour le 5 février 2019

- Intro : rappel de quelques notions de la 1^{ère} partie
- Conscience (distinction de trois niveaux)
- La question du libre-arbitre
- **Inconscient et prise de décision**
- Un grand cadre théorique : le cerveau prédictif

Et d'abord, qui (ou quoi ?) prendrait
« librement » ces décisions ?

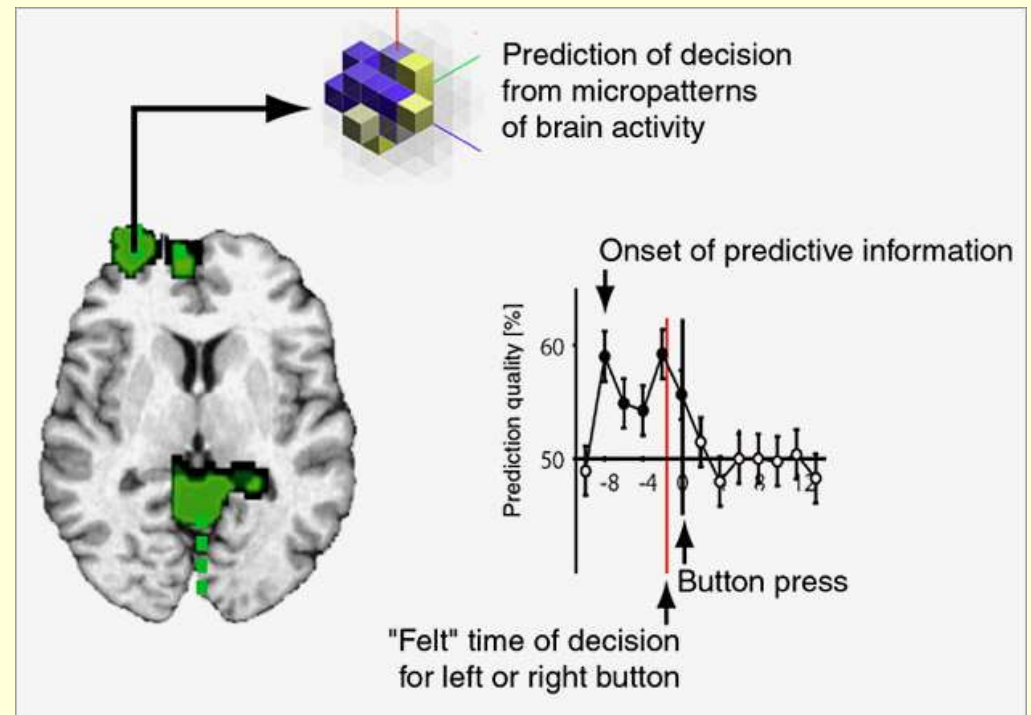
Le cerveau prépare une action plusieurs centaines
de millisecondes AVANT que l'on en ait conscience.

3 exemples...

- **John-Dylan Haynes** (avril 2008) :

Décision entre presser un bouton de droite ou de gauche.

Prédiction : **6 sec** avant le choix du sujet.



- **Itzhak Fried** (février 2011) :

Électrodes implantées directement dans le cerveau :
neurones isolés (très précis).

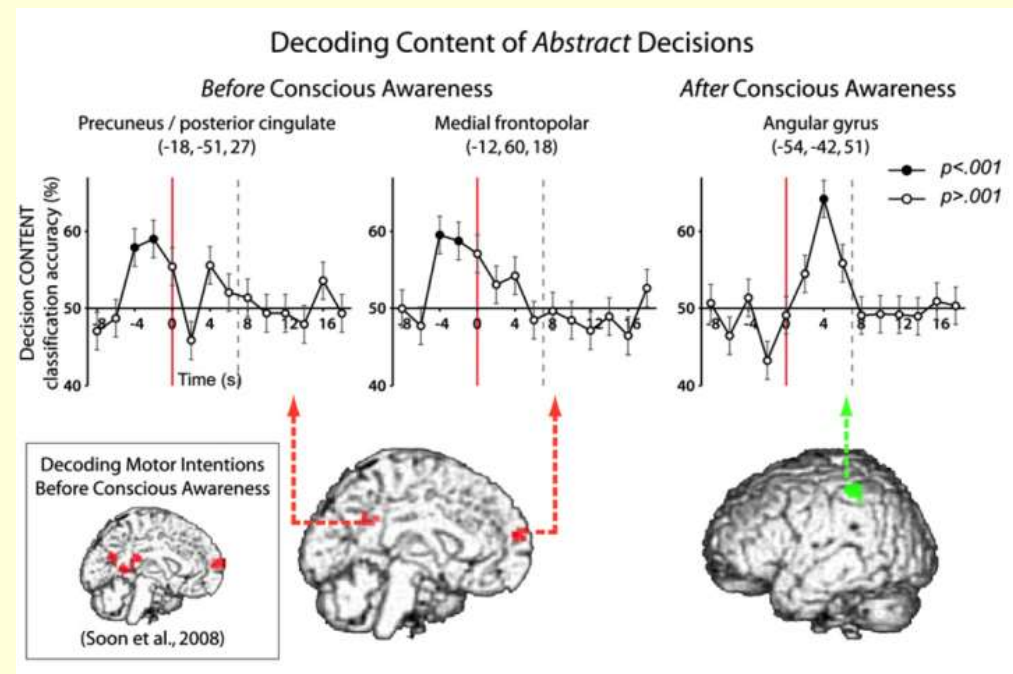
700 millisecondes avant l'action, Fried pouvait en
prédire l'avènement (80% de succès).



- **Chun Siong Soon** (février 2013) :
(avec John-Dylan Haynes)

Les décisions concernent la pensée plus **abstraite** :
choisir entre additionner ou soustraire deux nombres.

Prédiction de **4 secondes** avant le moment où la
personne pense avoir pris sa décision de façon
consciente avec un taux de réussite de 60%





Dans une journée, on prend énormément de « **décisions** » sans en être conscient...

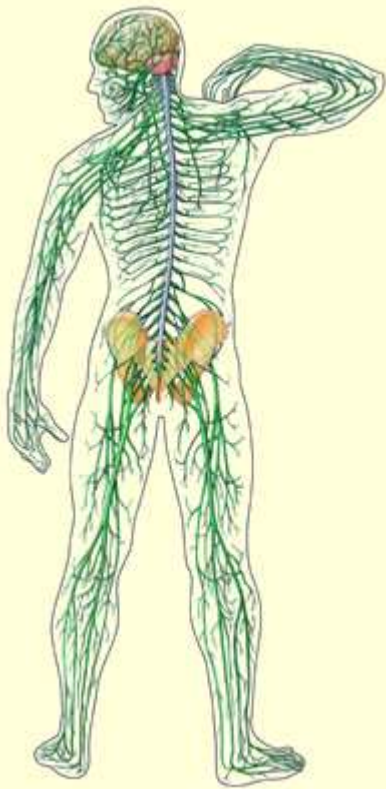


Ce n'est qu'occasionnellement qu'un événement nouveau ou imprévu nous force à une délibération plus **consciente**.



Pour nombre de décisions **simples**, nos réponses se font inconsciemment et rapidement.





Plans généraux
du système nerveux
provenant de nos gènes

Influence de
l'environnement



En s'appuyant sur les
expériences mémorisée
dans nos connexions
neuronaux,



elles-mêmes
contraintes par la
mémoire de notre
espèce encodée
dans nos gènes,

notre cerveau prend constamment des **décisions** sans qu'on en ait conscience, selon les « affordances » de son environnement et fait des **prédictions**, encore souvent inconscientes, en fonction de ses modèles internes (le fruit de ses apprentissages).

La notion d'affordance

James J. Gibson, qui travaille sur la perception visuelle durant les années 1970, va mettre l'emphasis 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

Affordance



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

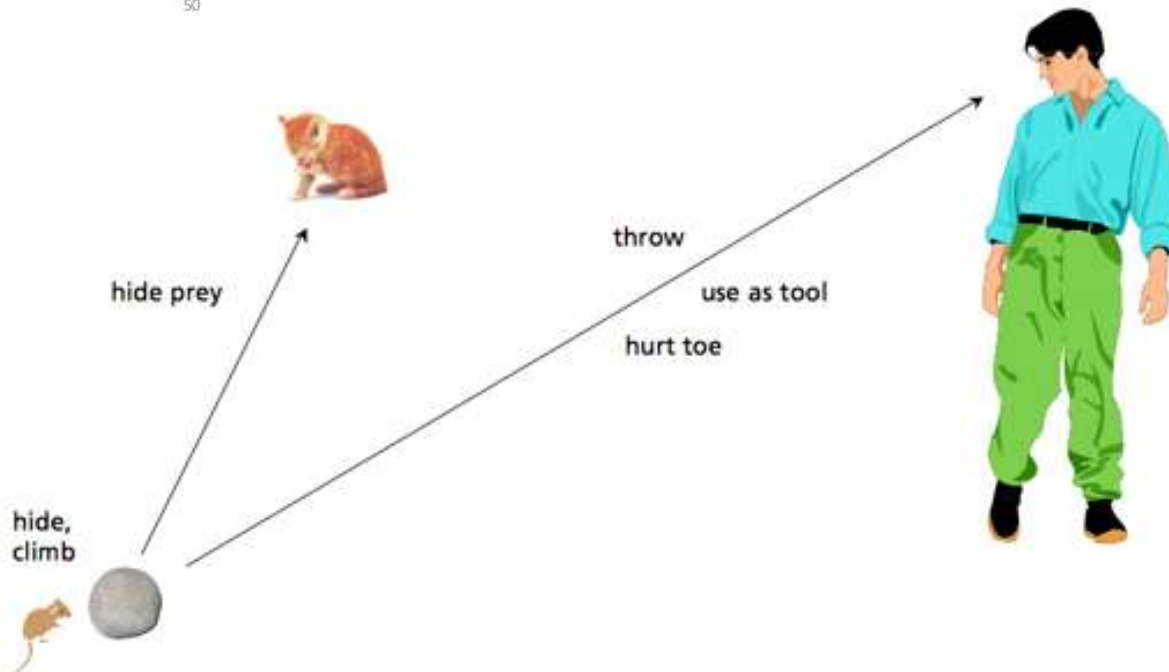
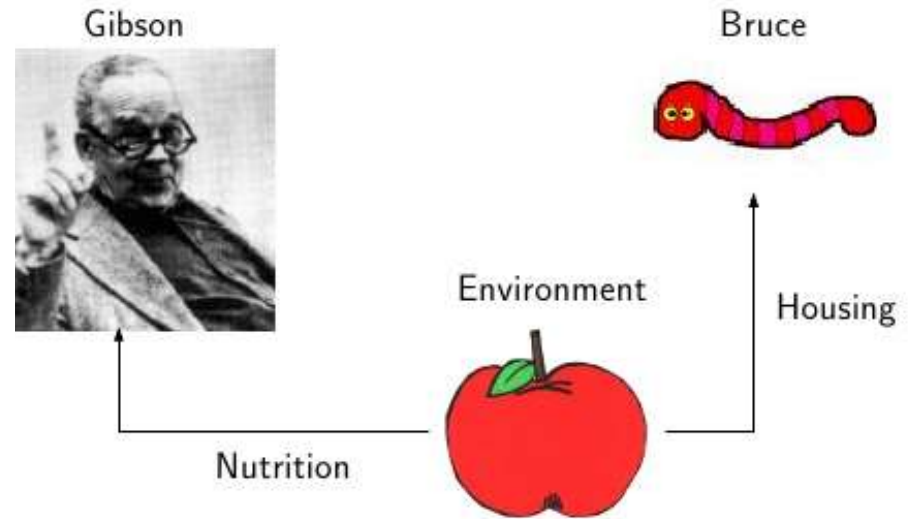
Design for ALL

50

Une affordance dépend
à la fois d'un objet et
d'un organisme.

Elle est forcément
relationnelle

(ne dépend pas seulement
des propriétés physiques
de l'objet).



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 **d'avantage d'affordances** que dans un environnement naturel (exemple : ce qu'on fait en camping, escalier dans pente trop abrupte, etc.);



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 **d'avantage 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.



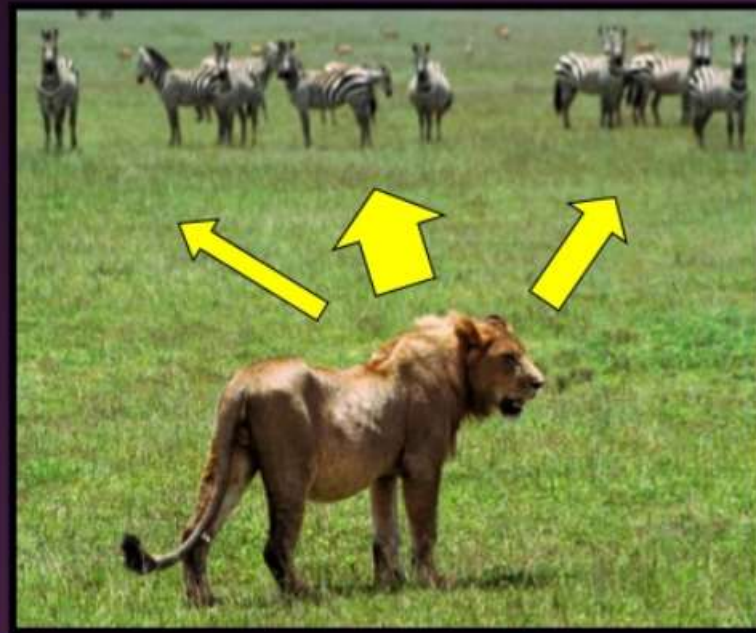
[Front Psychol.](#) **2016**;

Cultural Affordances: Scaffolding Local Worlds Through Shared Intentionality and Regimes of Attention

[Maxwell J. D. Ramstead](#)^{1,2,*} [Samuel P. L. Veissière](#)^{2,3,4,5,*} and
[Laurence J. Kirmayer](#)^{2,*}

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4960915/>

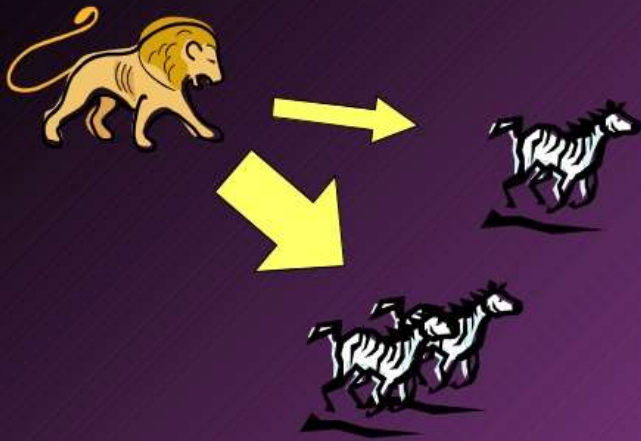
Decision-making in the wild



- 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.

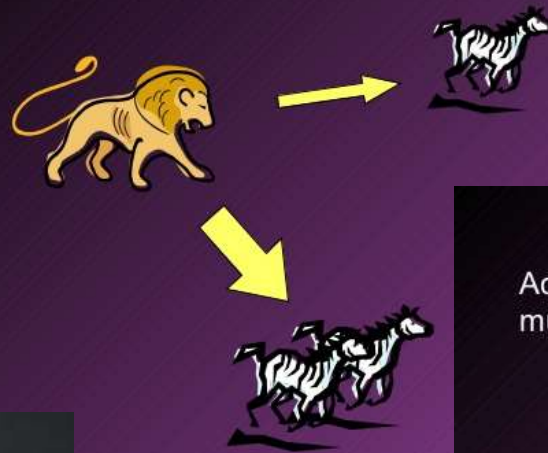
Paul Cisek Model - No "Decision" "Decision-Making"

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

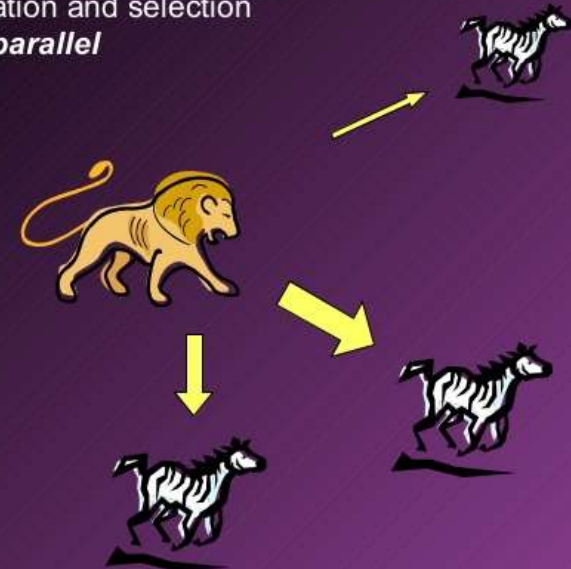


L'origine de la prise de décision c'est ça...

...et pas ça !



Action specification and selection must occur *in parallel*



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 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 »



Comment sont prises les décisions alors ?

Depuis une vingtaine d'années (Tucker & Ellis (1998)), on sait que la simple perception de **l'anse d'une tasse** active la simulation de systèmes moteurs correspondants à l'action de prendre la tasse (**affordances** !)

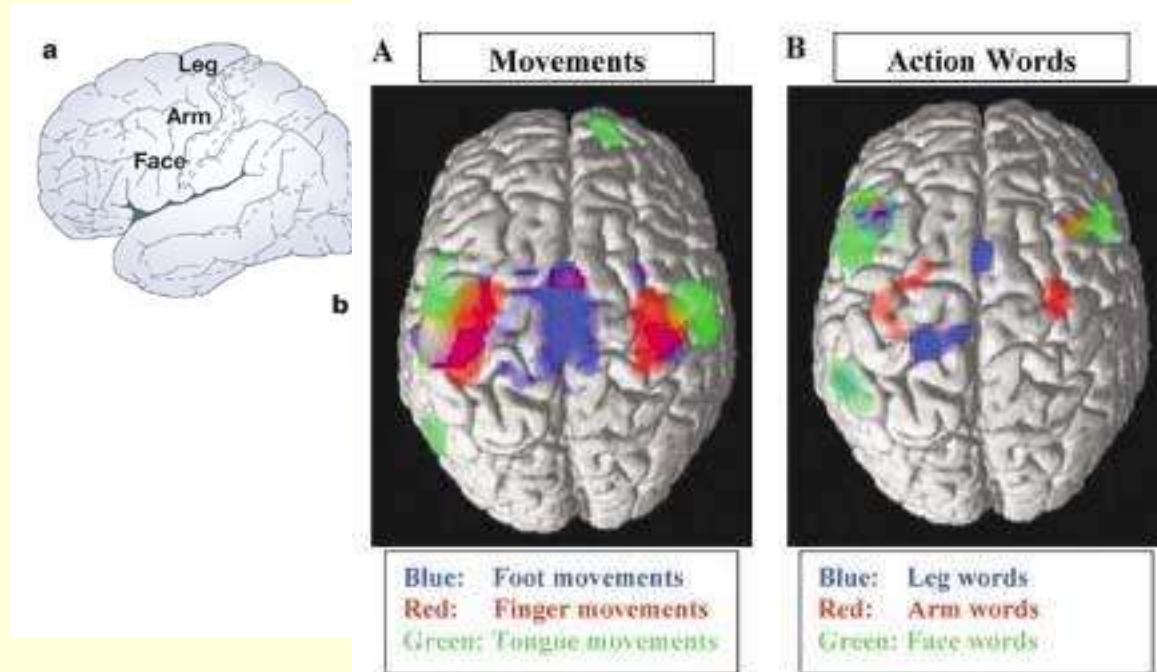


Pulvermüller (2006)
Hauk et al. (2004)

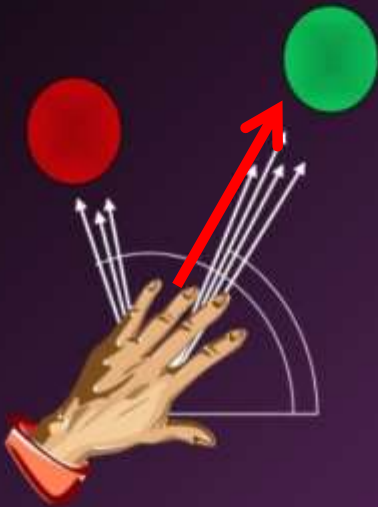
Lire des mots d'action
comme *kick*, *kiss*, *pick*
produit une activation du
système moteur
qui est organisée de
manière somatotopique.

Exemple : lire *kiss* active la
région motrice de la **bouche**;

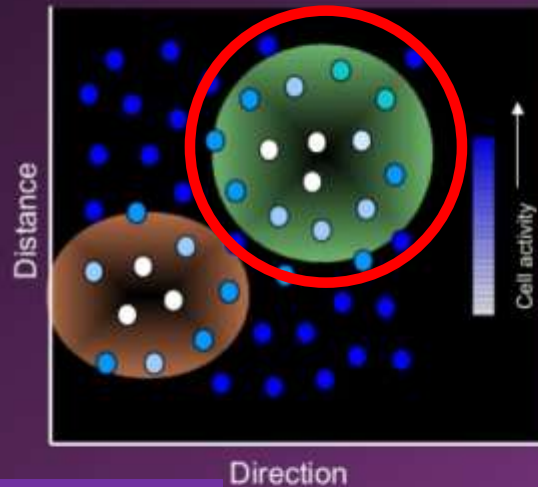
lire *kick* active la région
motrice de la **jambe**, etc.



Specification and selection in parallel



A population of tuned neurons



Spécification d'actions possibles :

Les neurones qui répondent préférentiellement aux deux directions intéressantes (aux deux affordances) augmentent leur activité.

Sélection d'une action :

Un groupe de neurones remporte la « compétition » dû à la prédominance de son activité.

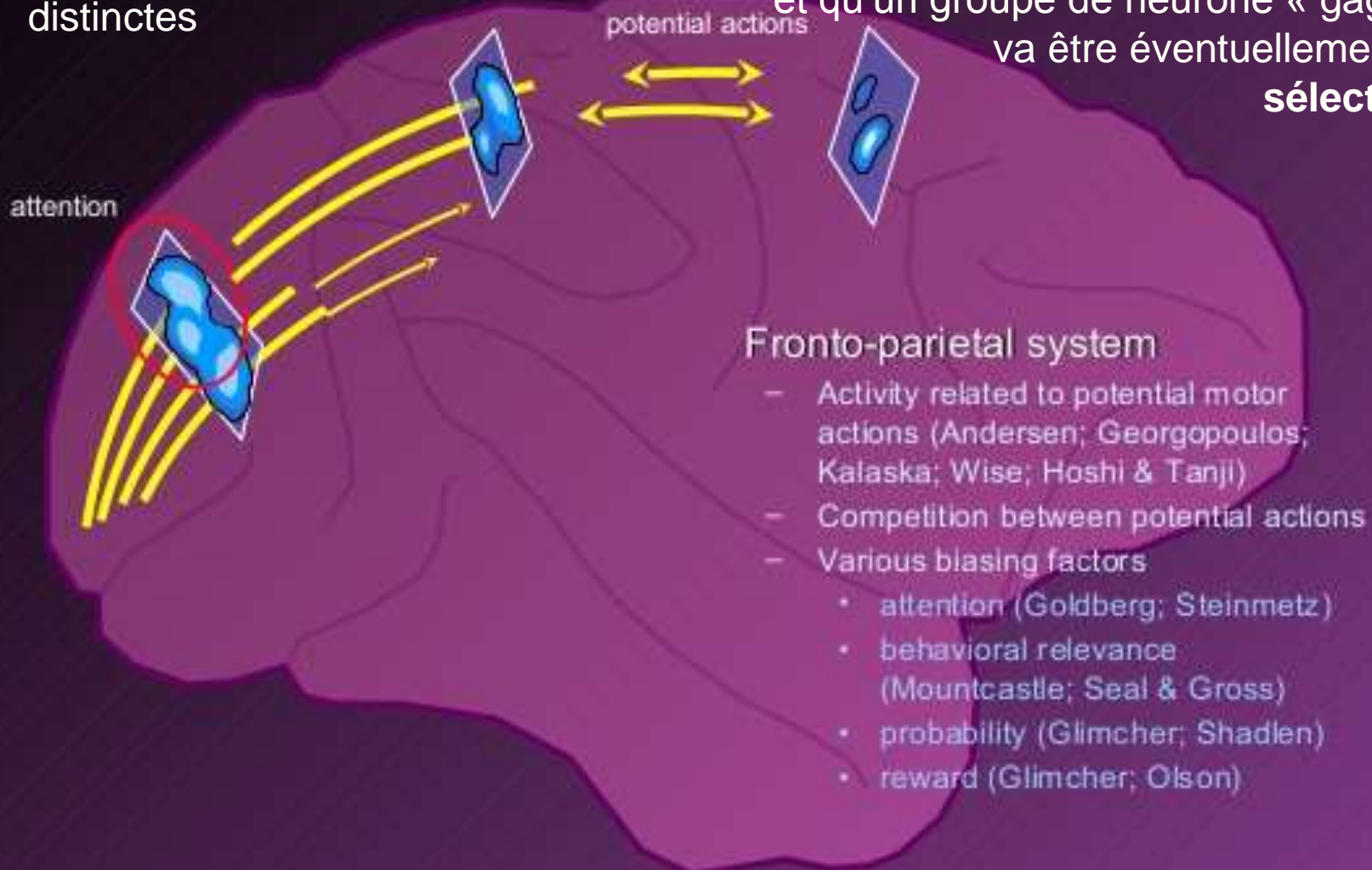
Et non sélection (ou décision) en premier

et spécification ensuite !

Quels seraient les substrats neuronaux à l'échelle du cerveau entier ?

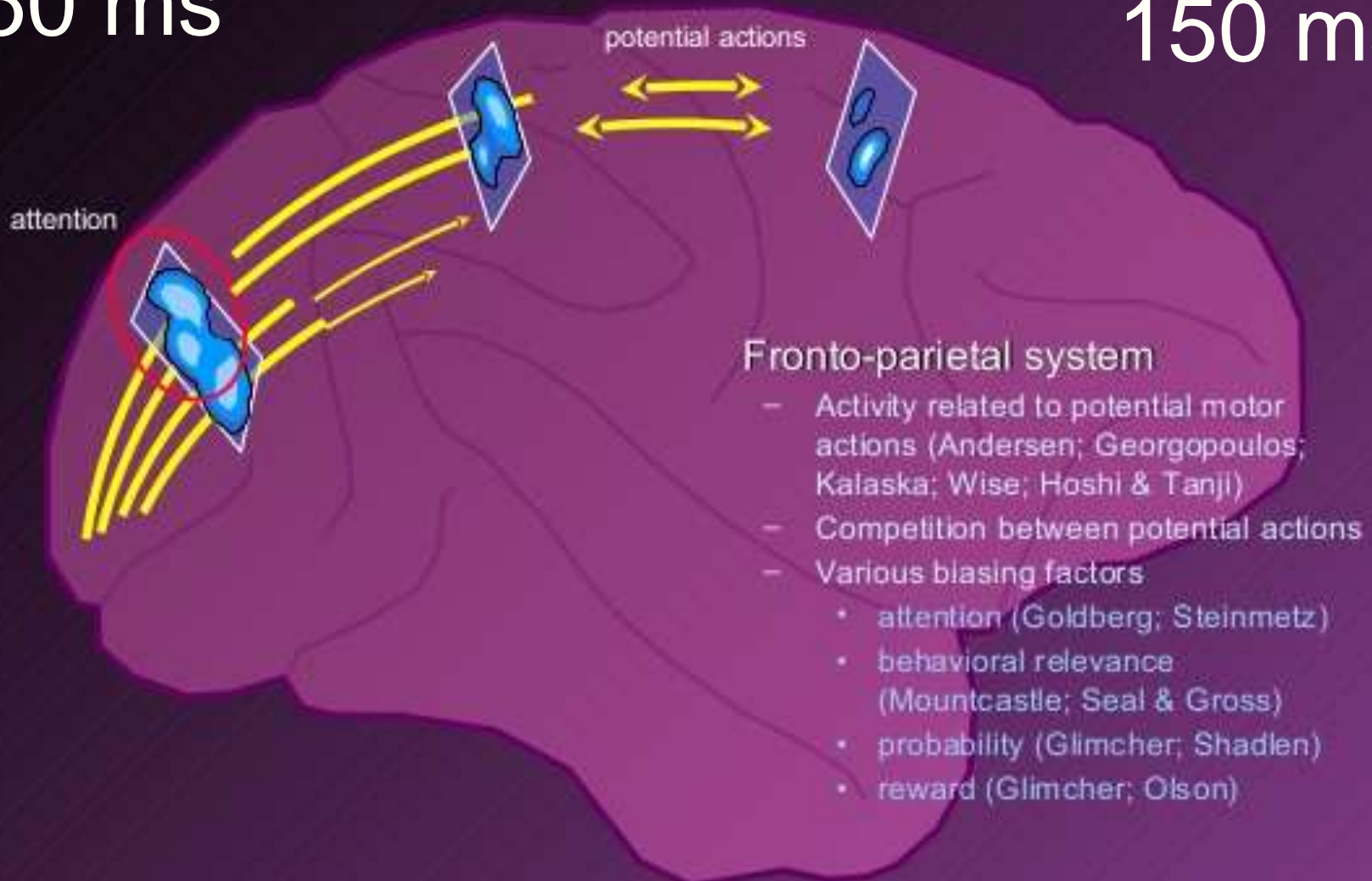
Des processus d'attention aident à **spécifier** des cartes distinctes

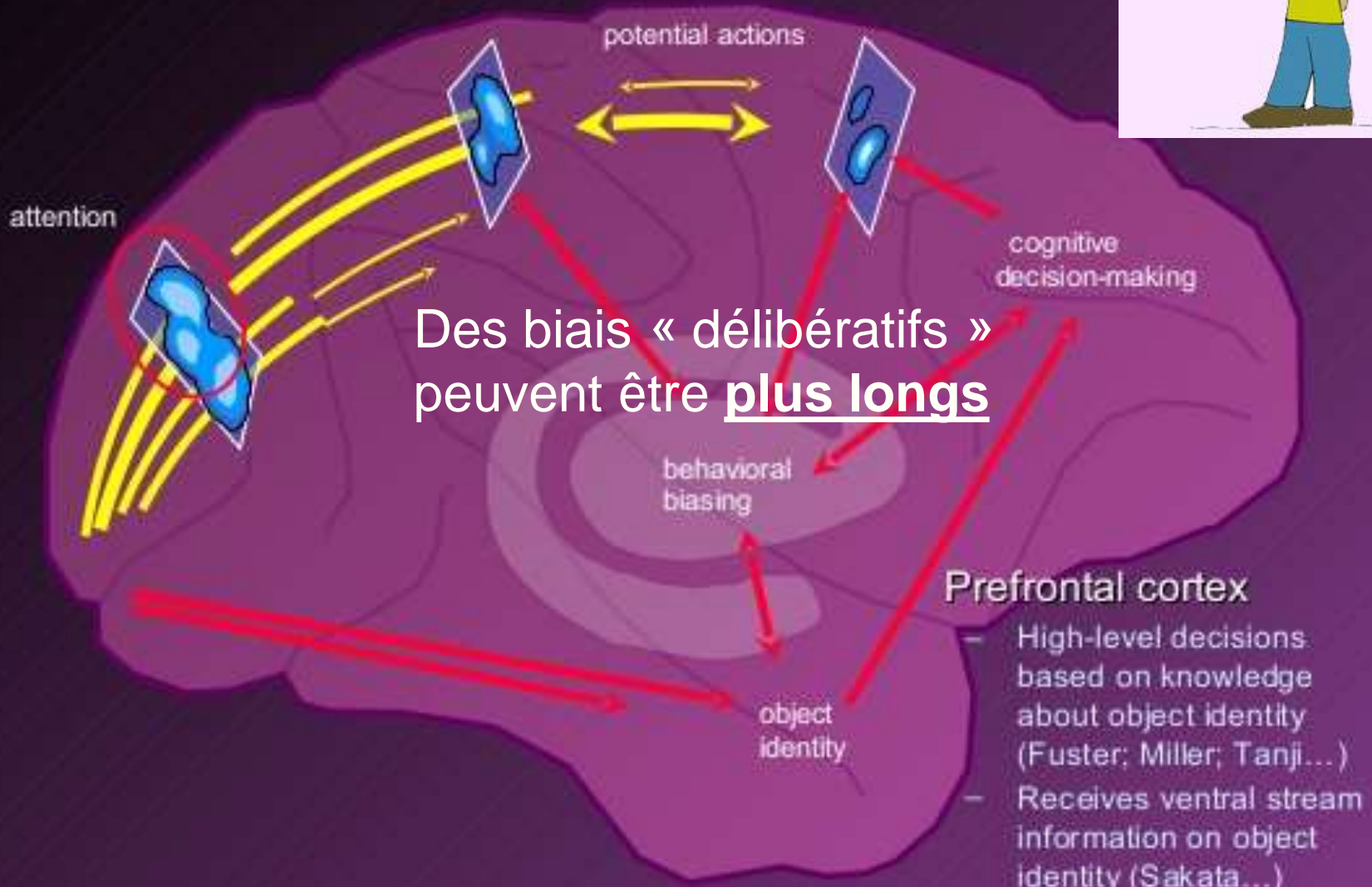
Et c'est à partir de là qu'a lieu la compétition (par inhibitions réciproques) et qu'un groupe de neurone « gagnant » va être éventuellement être **sélectionné**



50 ms

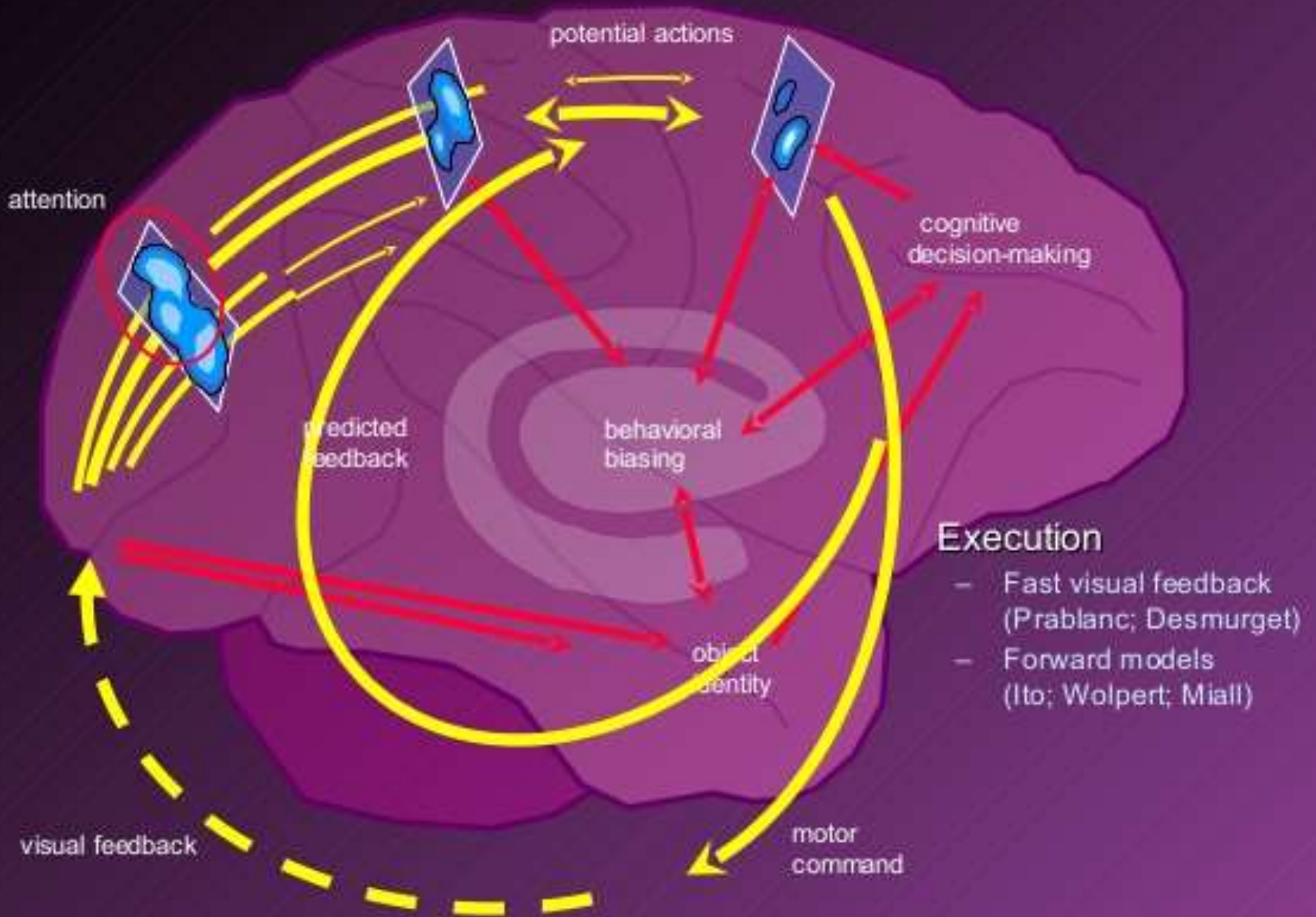
150 ms





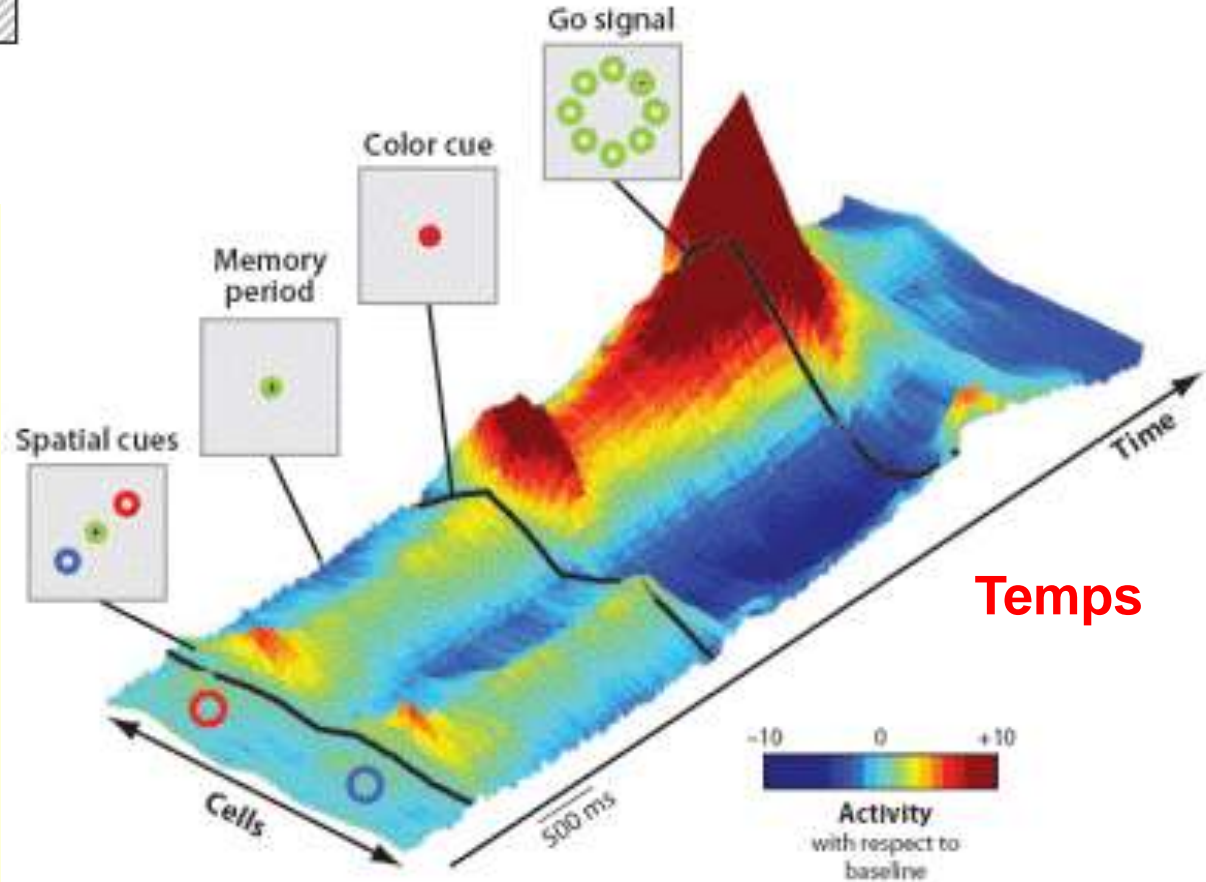
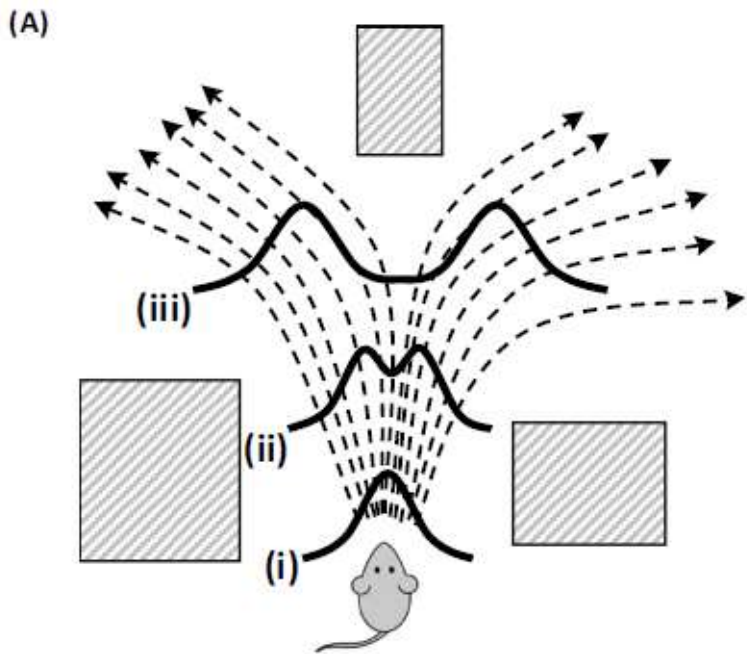
Des biais « délibératifs »
peuvent être plus longs

...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.

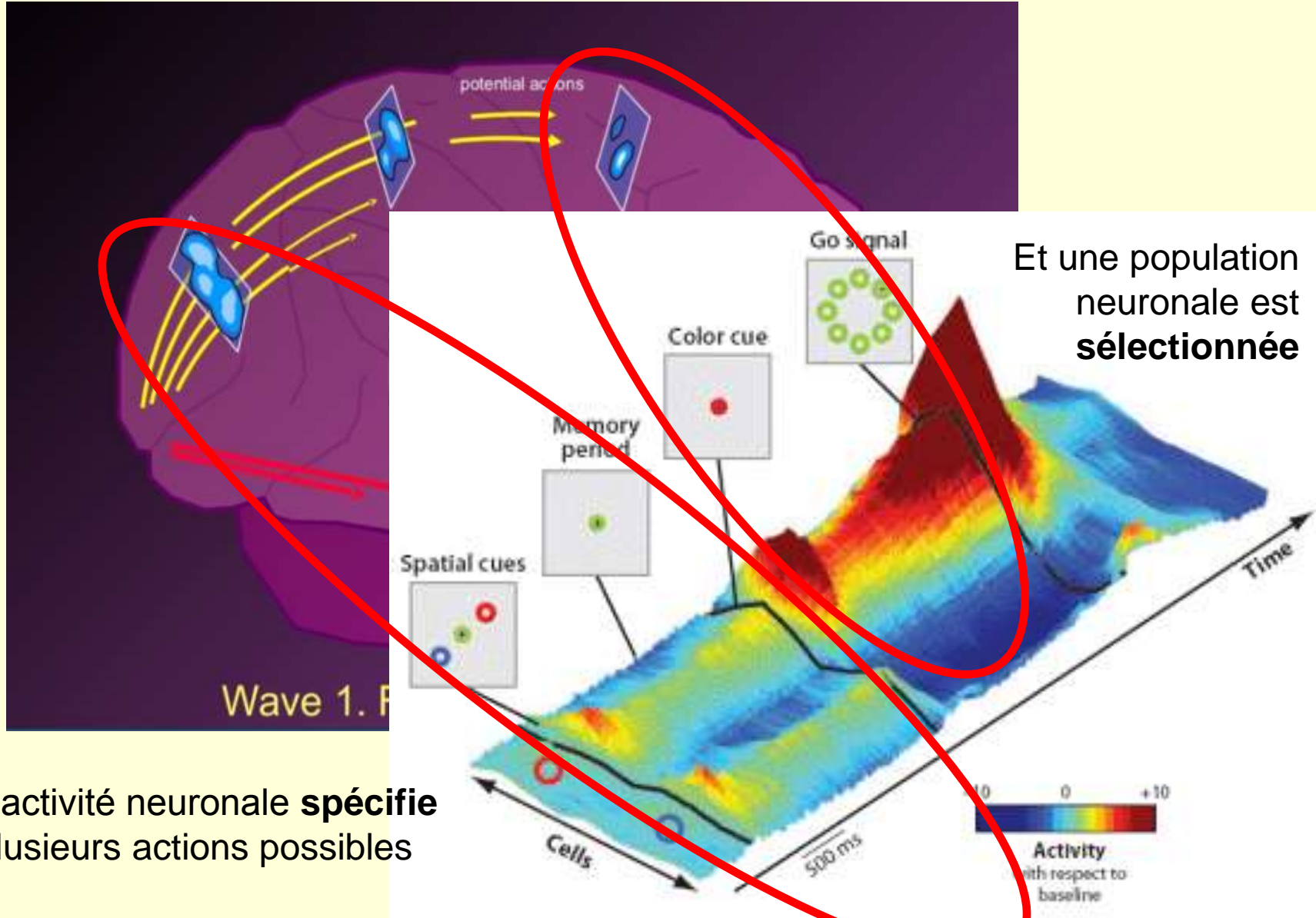




Niveau d'activité de deux populations de neurones

Temps

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.



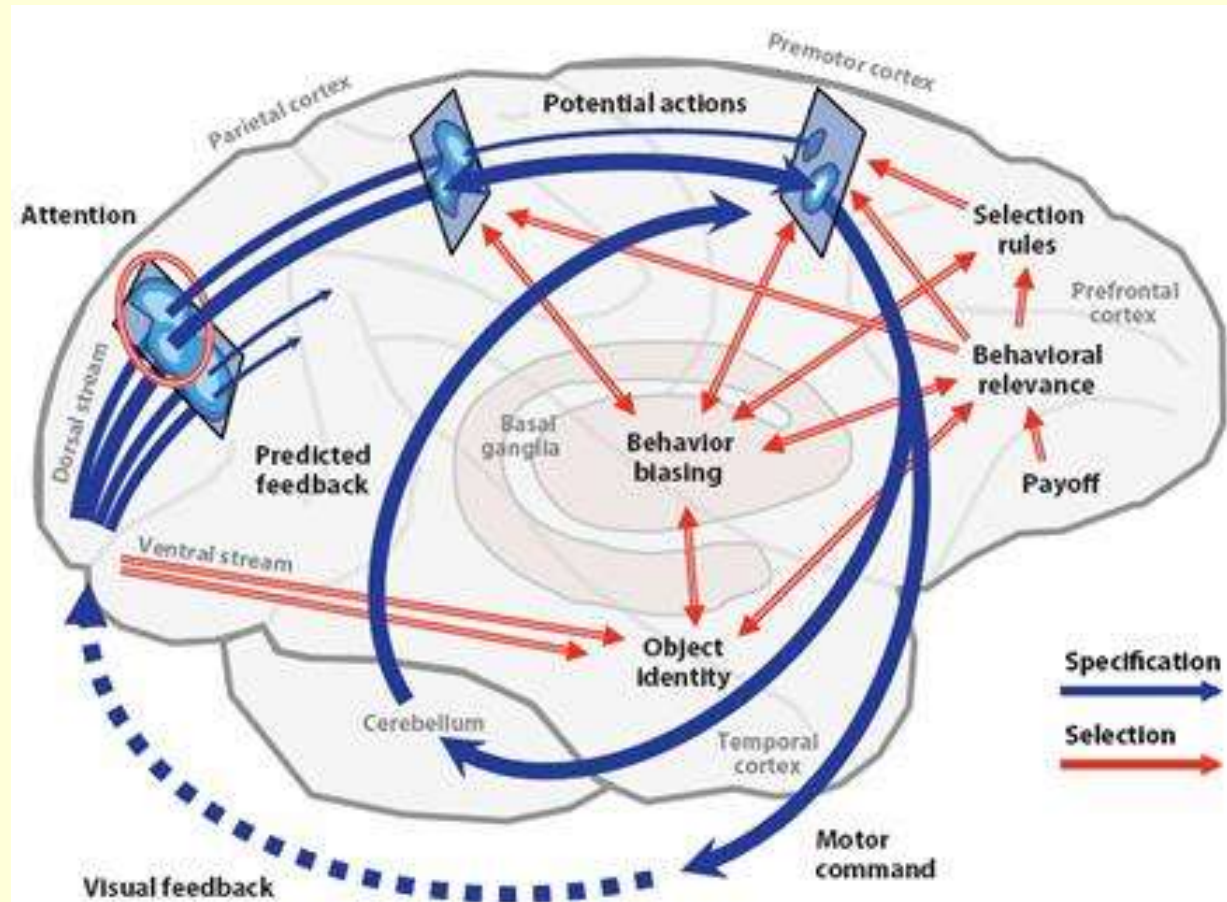
Et une population neuronale est **sélectionnée**

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

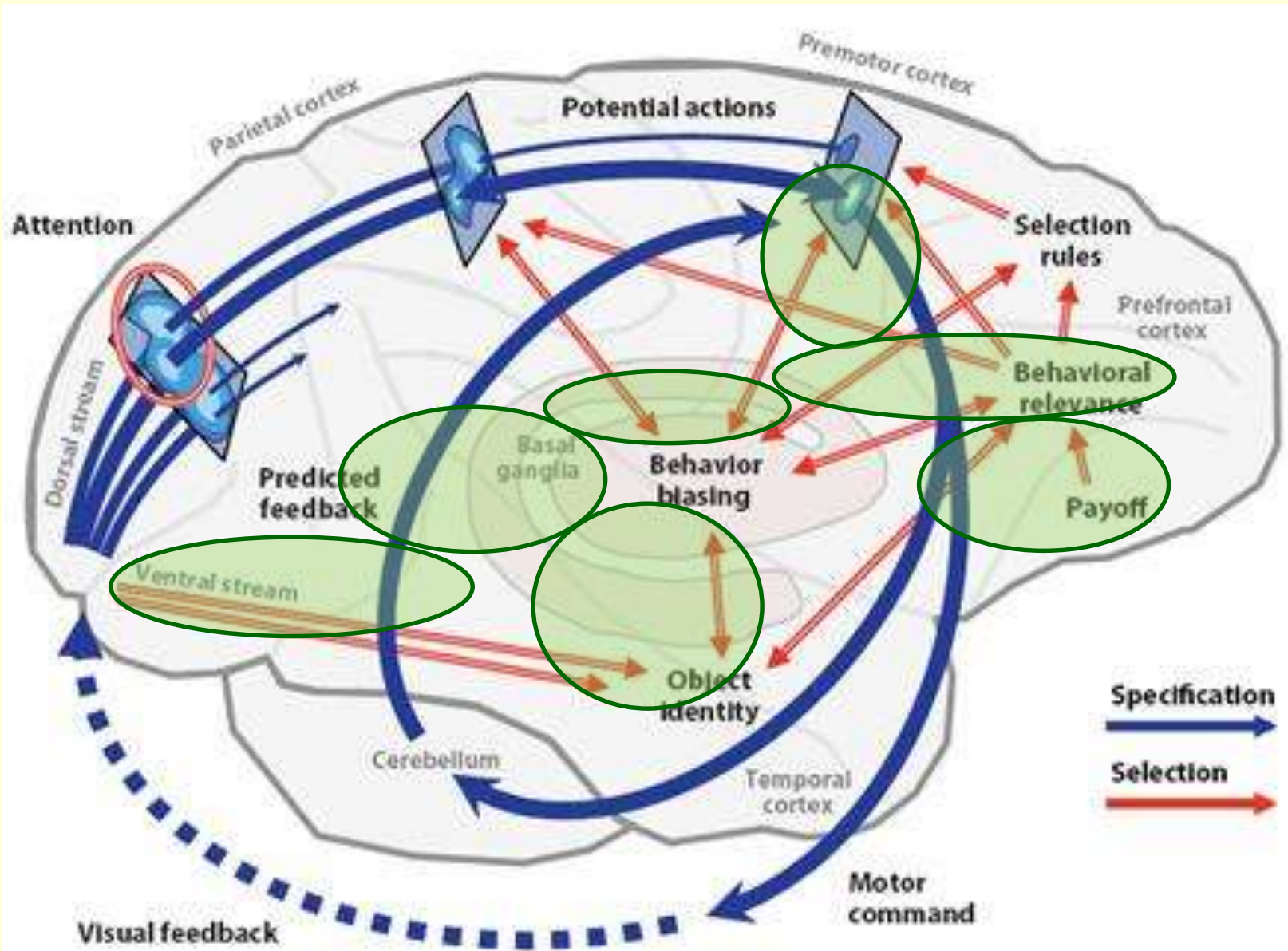
Différentes régions cérébrales peuvent être sollicitées par l'environnement à un moment donné, de sorte qu'on ne peut associer la prise de décision à une structure cérébrale particulière. Autrement dit, **la compétition peut se gagner à différents endroits dans le cerveau**.

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**.

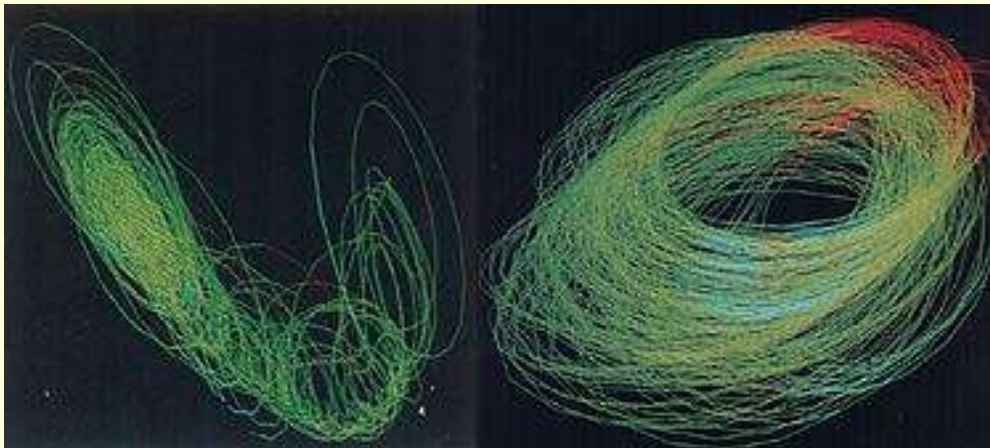


C'est à partir de cette dynamique rapide qu'un ensemble neuronal (un sous-réseau cognitif) **fini par s'imposer** et devenir le mode comportemental du moment cognitif suivant.



C'est à partir de cette dynamique rapide qu'un ensemble neuronal (un sous-réseau cognitif) **fini par s'imposer** et devenir le mode comportemental du moment cognitif suivant.

= **bifurcation** dans la dynamique chaotique (« attracteurs étranges », « phase space »)



D'où une **succession de configurations changeantes** qui surgissent et se dissipent.

“the tendency towards an optimal grip on multiple affordances can be explained as a **metastable attunement to environmental dynamics**. This metastable attunement allows for **rapid and flexible switching** between relevant action possibilities (Kelso, 2012).” (J. Bruineberg)



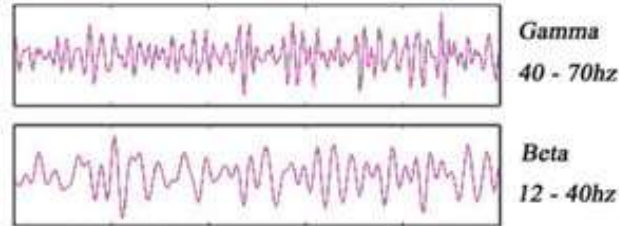
Plan pour le 5 février 2019

- Intro : rappel de quelques notions de la 1^{ère} partie
- Conscience (distinction de trois niveaux)
- La question du libre-arbitre
- Inconscient et prise de décision
- Un grand cadre théorique : le cerveau prédictif

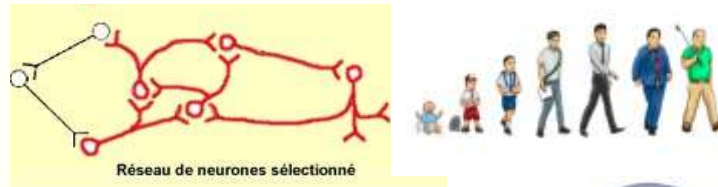
Concept / Cadre théorique :

Un grand cadre théorique qui alimente les débats depuis une dizaine d'années :

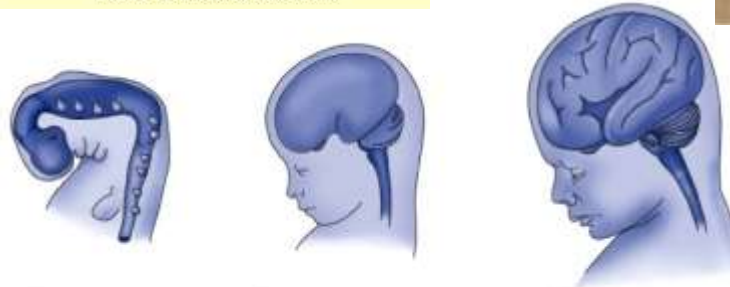
Perception et action



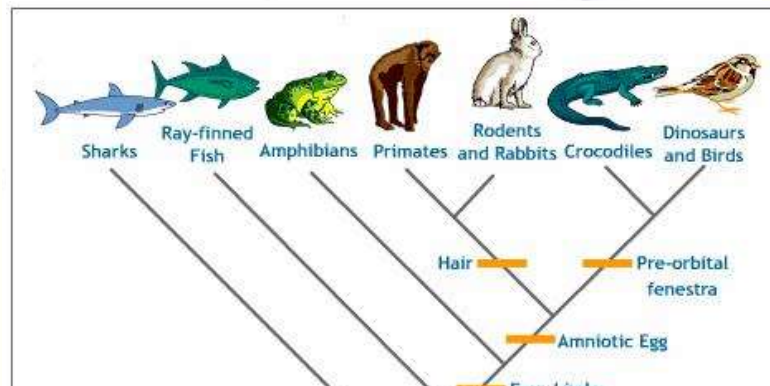
Apprentissage



Développement



Évolution biologique



Nous sommes une **machine à faire des prédiction**

qui se base sur des **modèles internes** construits tout au long de notre **longue** histoire !

(innée et acquise)

Concept / Cadre théorique :

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Minimisation de l'énergie libre et codage prédictif
(anticiper l'environnement pour agir plus efficacement)

décembre 2016

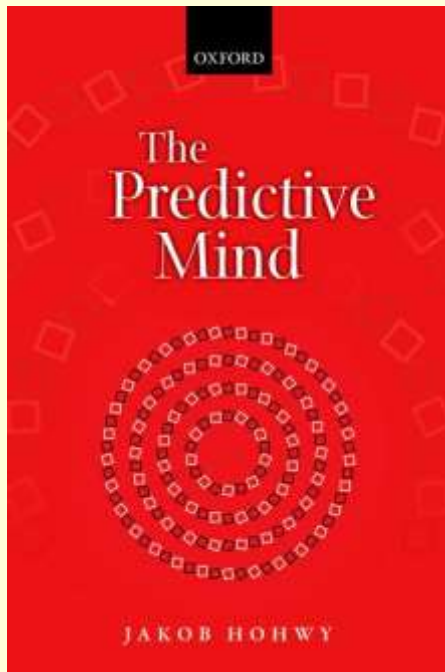
<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2016/12/12/6120/>

L'erreur forge le cerveau

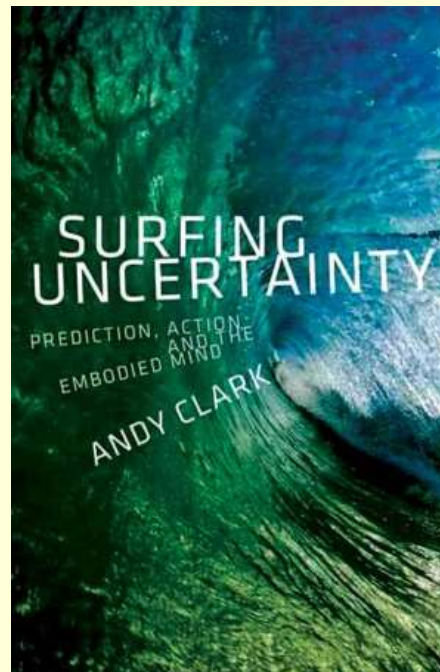
Cerveau&Psycho

avril 2017

http://www.cerveauetpsycho.fr/ewb_pages/a/article-l-erreur-forge-le-cerveau-38272.php



2014



2015



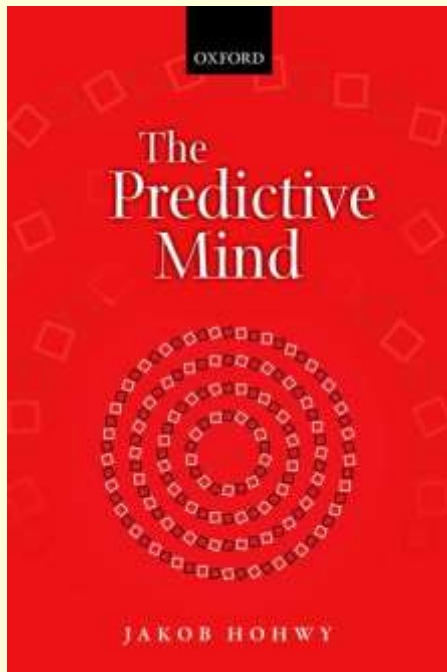
Karl Friston

Concept / Cadre théorique :

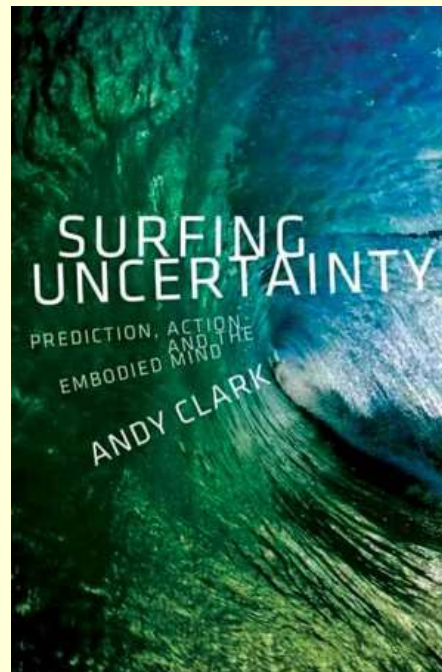
« Predictive processing » « the Bayesian Brain »)

Le cerveau serait fondamentalement une machine à prédiction à partir de **modèles internes** construits par son **expérience préalable**.

Et cette machine à prédiction va surtout utiliser **les erreurs de ses prédictions** pour modifier ses comportements et/ou ses modèles internes du monde.



2014



2015

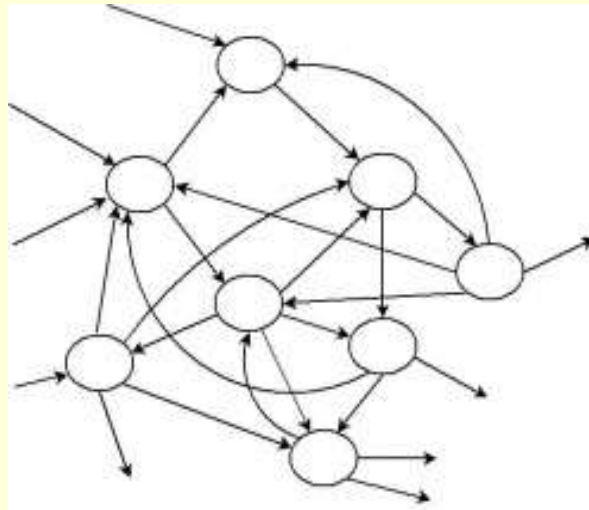


Karl Friston

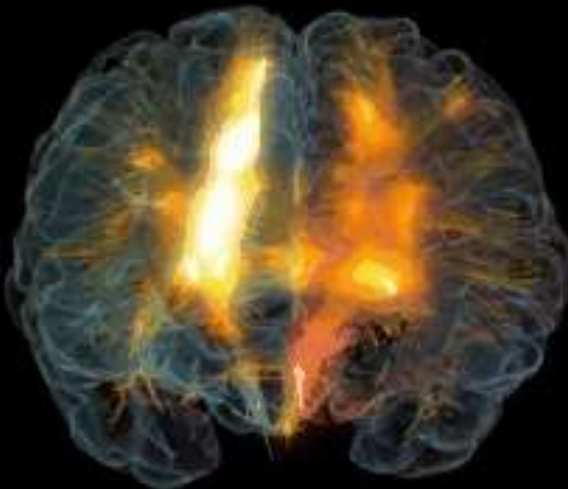


Le cerveau n'est plus vu comme un simple organe de **“traitement de l'information”** qui attendrait **passivement** ses **inputs**

On sait qu'il est constitué de réseaux neuronaux extrêmement bouclés....

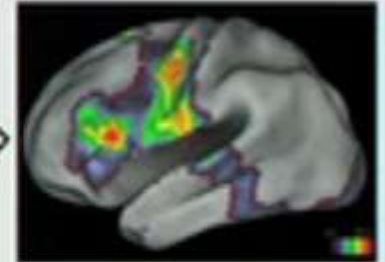
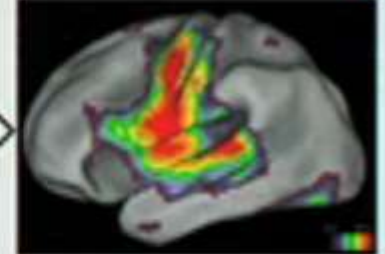
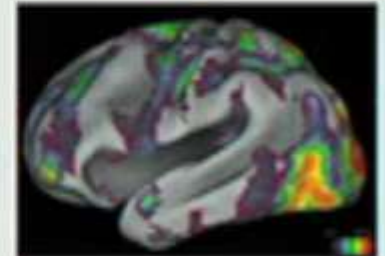


...avec une importante **activité endogène.**



ce

Averaged Difference Images



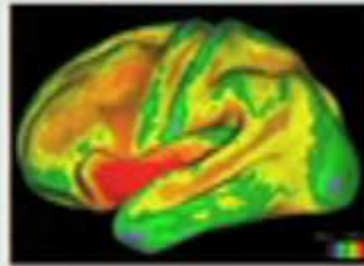
(Nature) 1988)

Task Performance

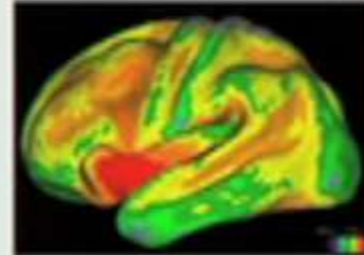
Averaged Blood Flow

Conditions

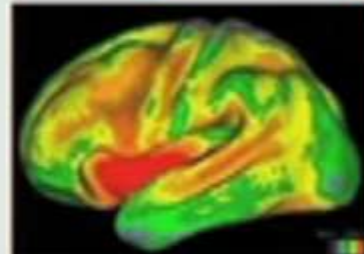
Averaged Difference Images



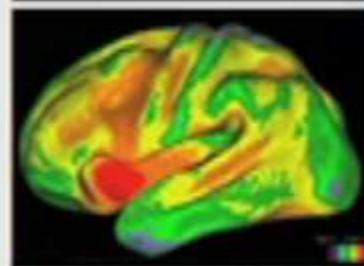
Visual Fixation



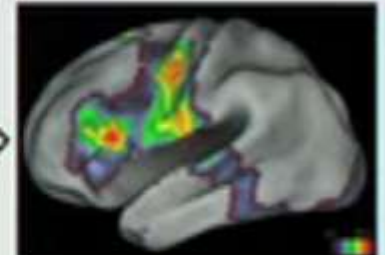
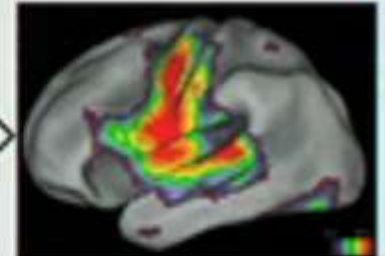
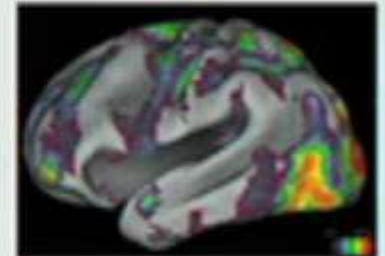
Viewing Words



Reading Words



Generating Verbs



« Our resting brain is never at rest. »

- Marcus Raichle

500 1300



Relative PET Counts

0 5

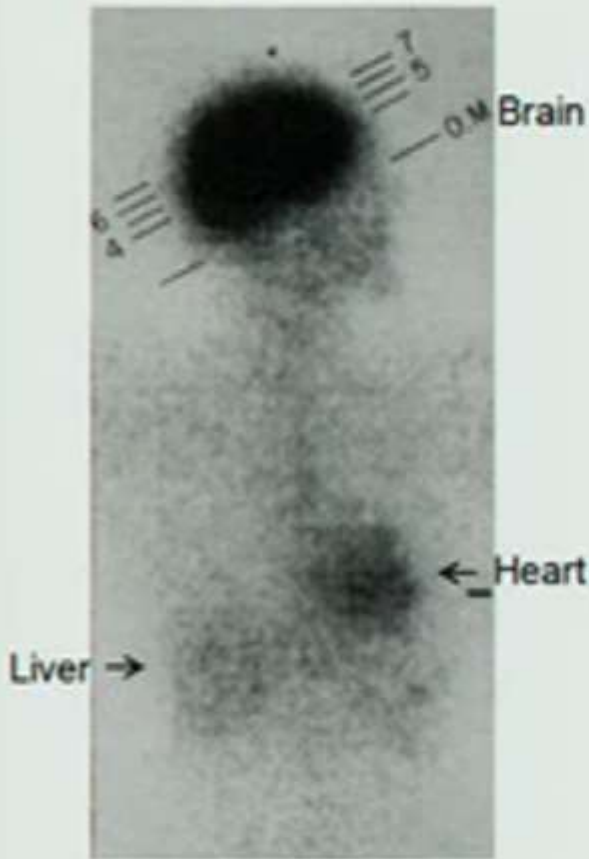


% Difference

(Adapted from Petersen et al (Nature) 1988)



Resting Metabolism



Alavi & Reivich (2002)

Le cerveau ne représente environ que 2 % du poids du corps humain.

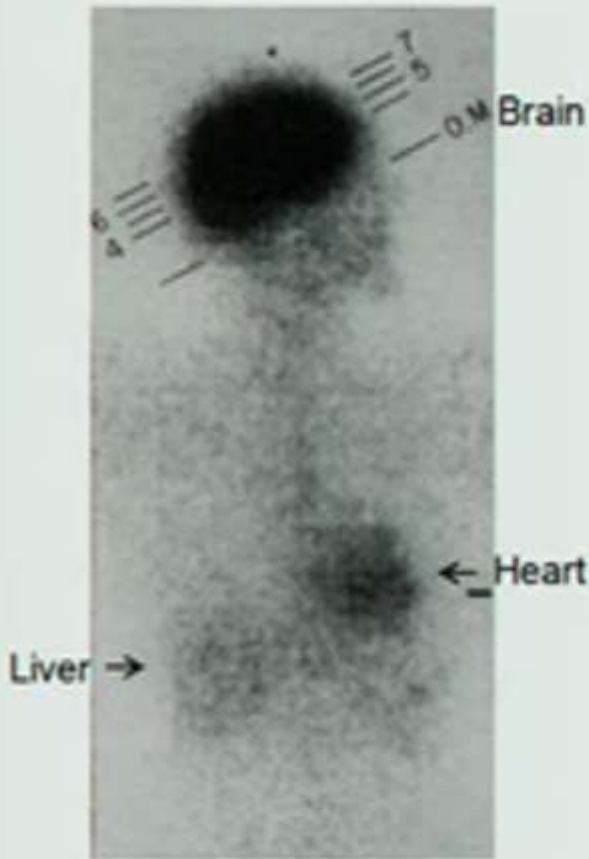
Pourtant, il mobilise en permanence environ 20 % du sang et de l'oxygène de notre organisme

Pourquoi ?

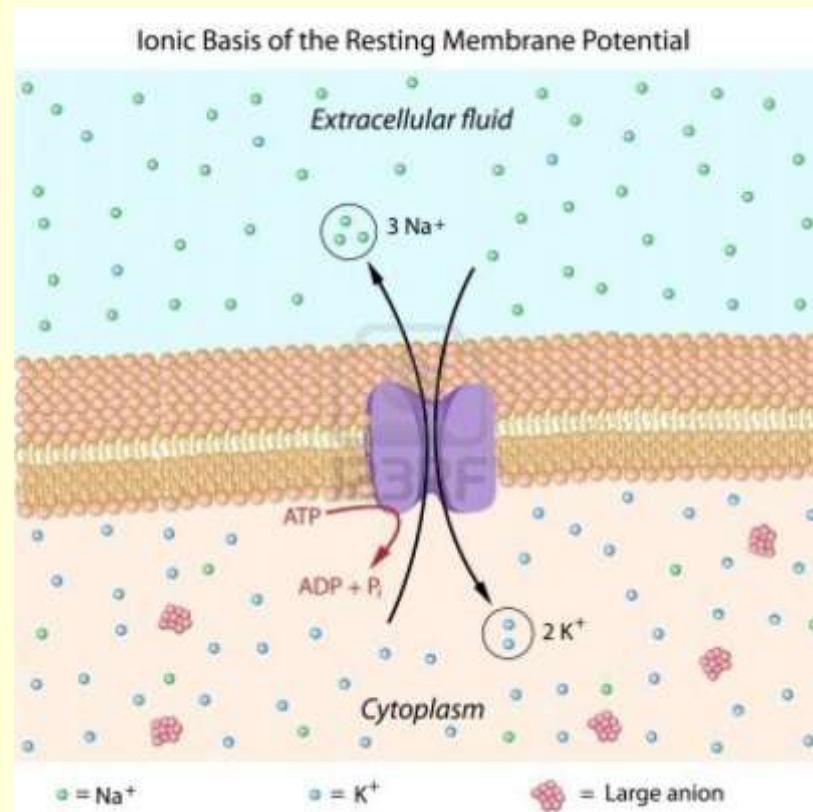
Resting Metabolism

Le cerveau ne représente environ que 2 % du poids du corps humain.

Pourtant, il mobilise en permanence environ 20 % du sang et de l'oxygène de notre organisme

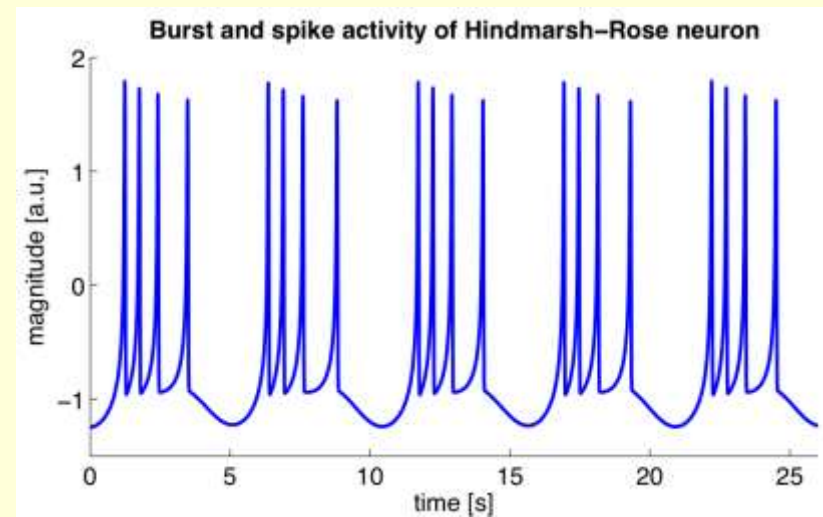
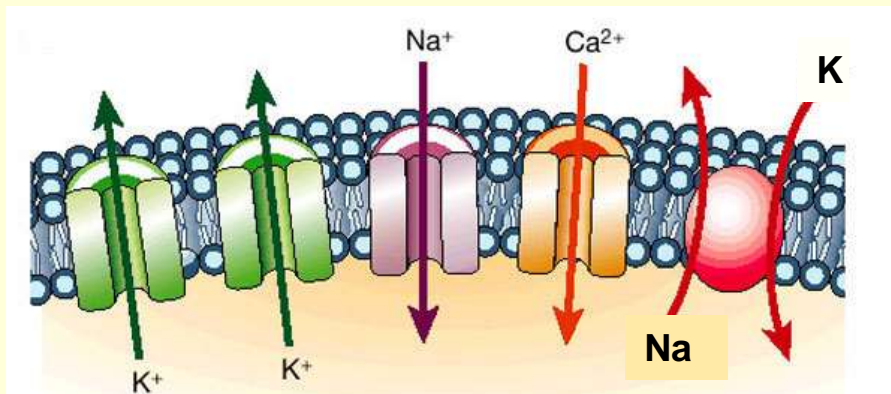
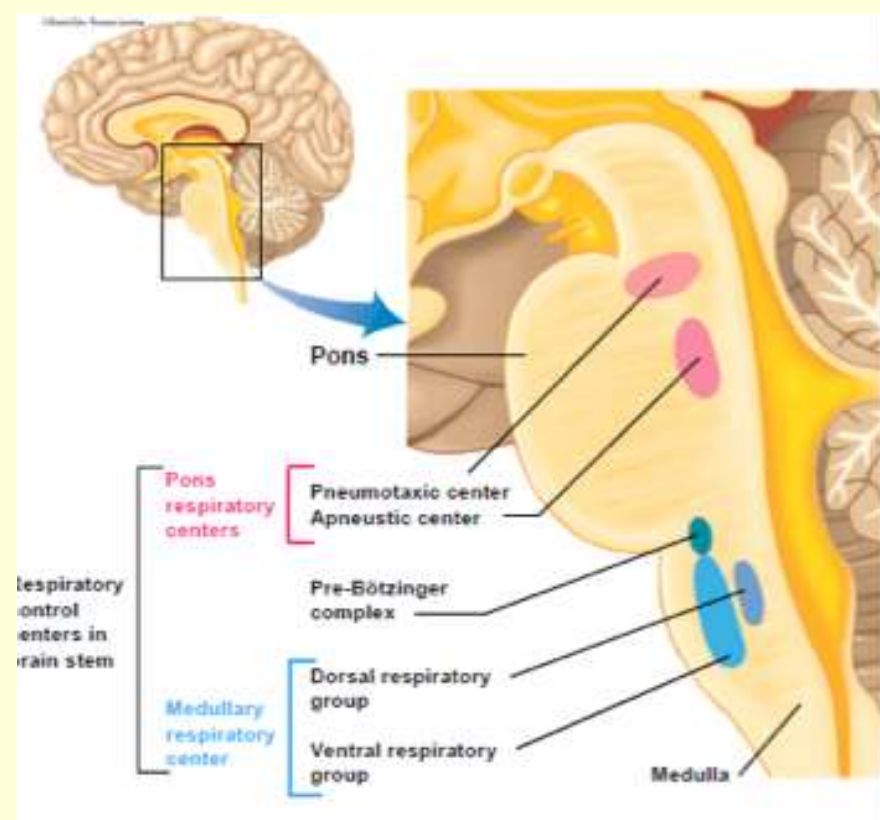


Alavi & Reivich (2002)

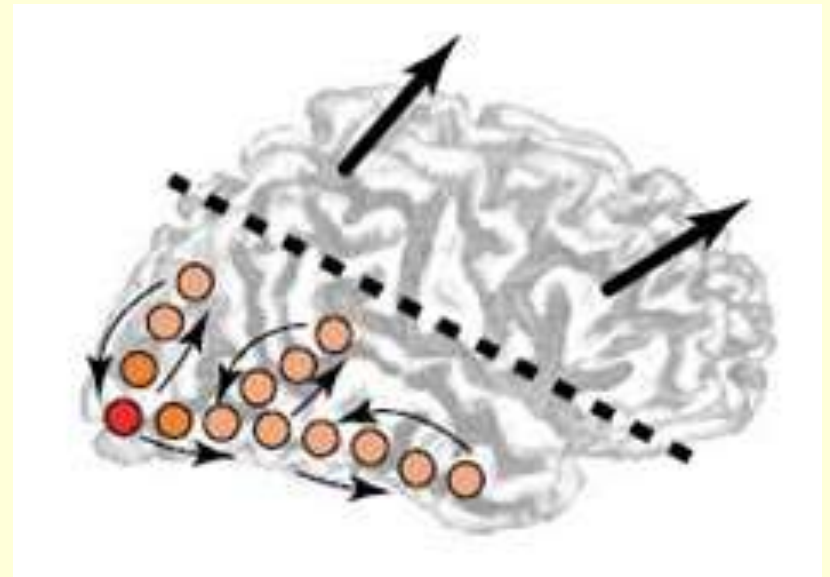


« Pompe »
sodium /
potassium

Et comme beaucoup de neurones ont de **l'activité spontanée...**
(« endogenous bursting cells »)

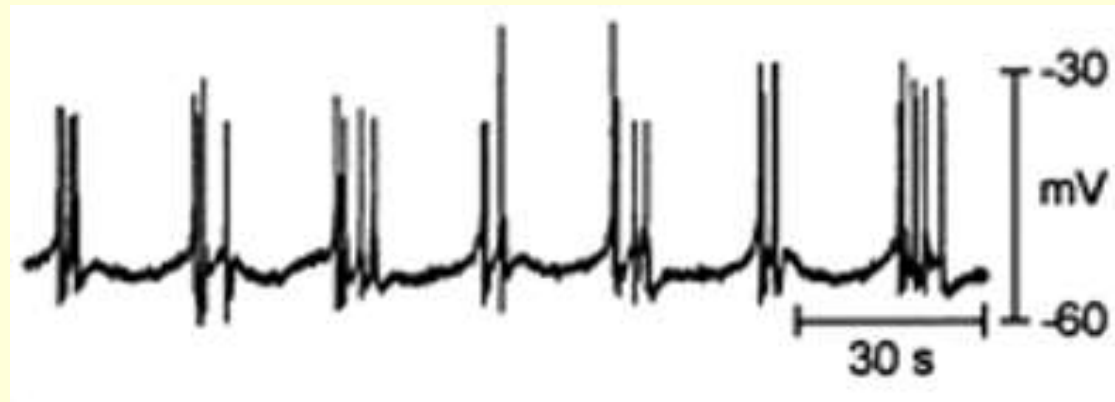


“If there’s input to the nervous system, fine. It will react to it.



Activité « **Bottom up** »

But the **nervous system is primarily a device for generating action spontaneously.** It’s an ongoing affair.

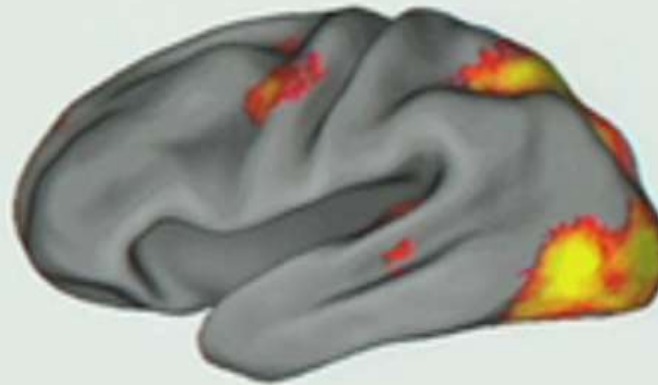


The biggest mistake that people make is in thinking of it as an input-output device.”

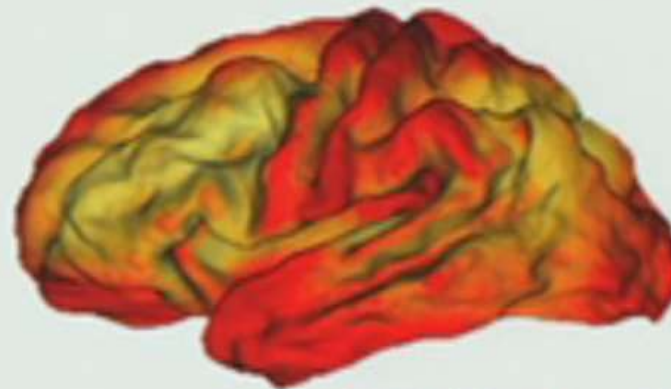
~ Graham Hoyle, quoted in William Calvin’s ***The Cerebral Symphony*** (p. 214)

An Historical View

Reflexive
(Sir Charles Sherrington)



Intrinsic
(T. Graham Brown)



Boutade
mnémotechnique:

« **Il pleut tout
le temps
dans notre
cerveau !** »

An Historical View

Reflexive (Sir Charles Sherrington)

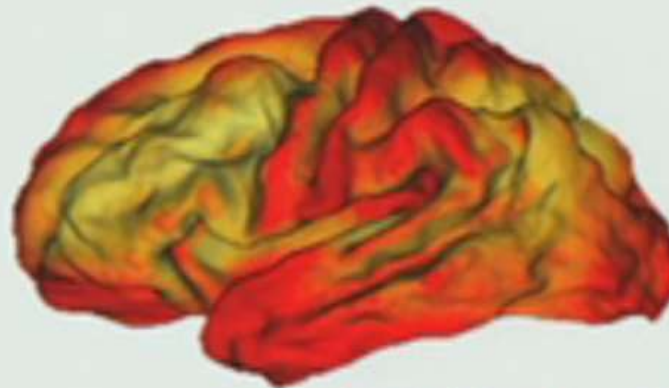


Brains like that are not cognitive couch-potatoes, passively awaiting the next waves of sensory stimulation.

Instead, they are *pro-active prediction engines* constantly trying to anticipate the shape of the incoming sensory signal.

- Andy Clark

Intrinsic (T. Graham Brown)



Boutade
mnémotechnique:

« Il pleut tout le temps dans notre cerveau ! »

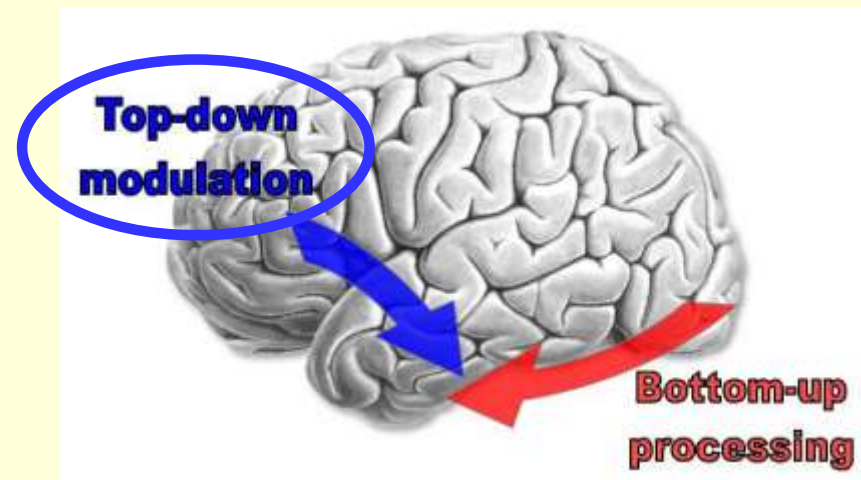


« Attentes »

Le cerveau n'est plus vu comme un simple organe de "traitement de l'information" qui attendrait passivement ses inputs,

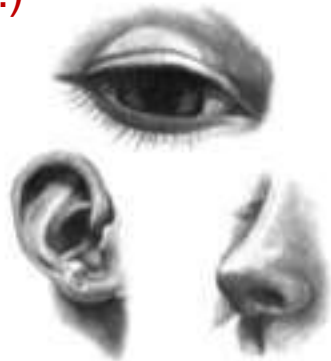
mais comme une machine pro-active qui **tente constamment d'anticiper la forme des signaux sensoriels** qui lui parviennent.

Autrement dit, c'est un **organe statistique générant constamment des hypothèses** qui sont testées par rapport aux évidences fournies par les sens.

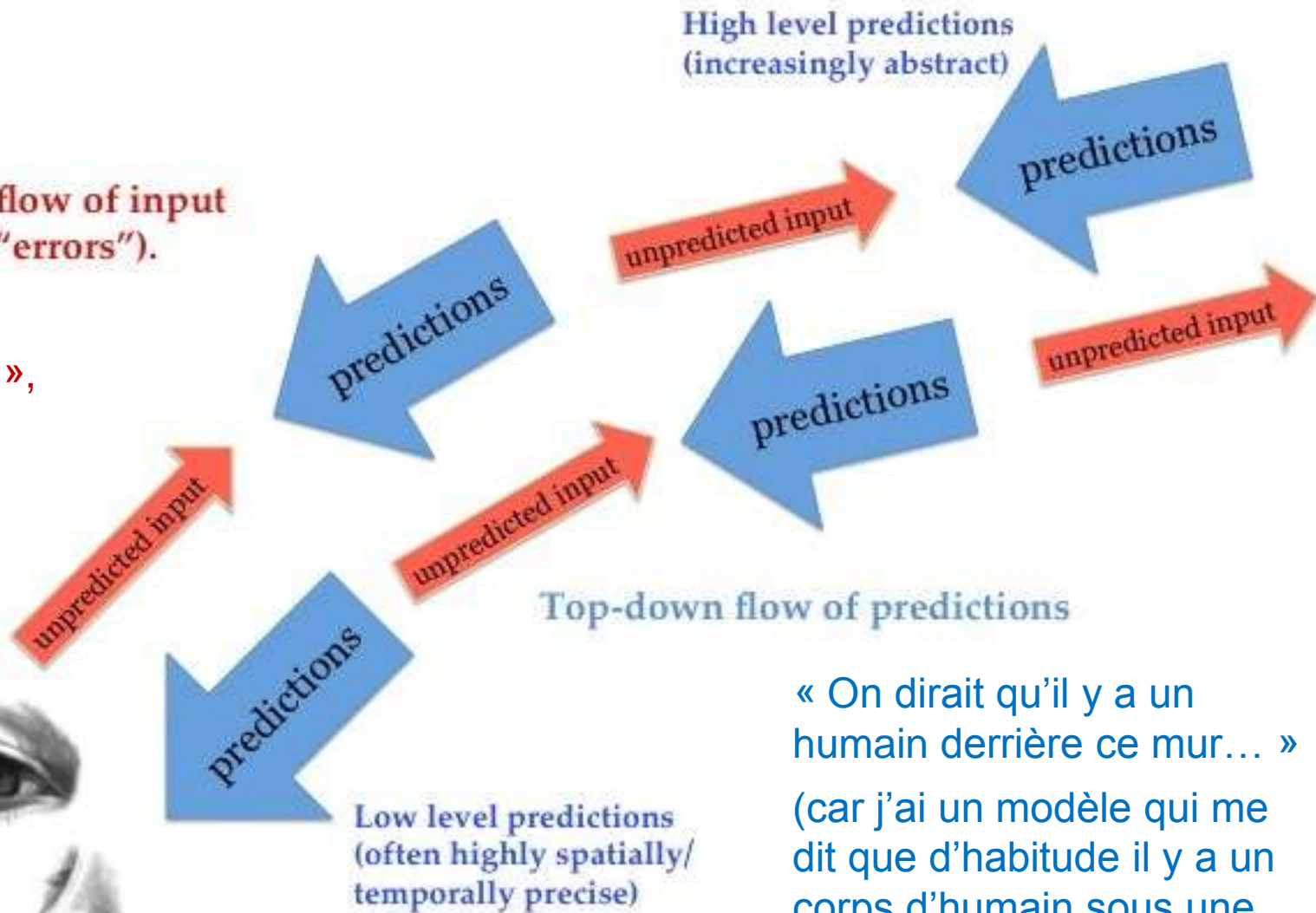


Bottom up flow of input
(residuals, "errors").

Ce qui « monte »,
ce n'est que ce
qui s'écarte
des prédictions
(plus économe
que tout faire
monter !)



Input



High level predictions
(increasingly abstract)

predictions

unpredicted input

predictions

unpredicted input

predictions

unpredicted input

Top-down flow of predictions

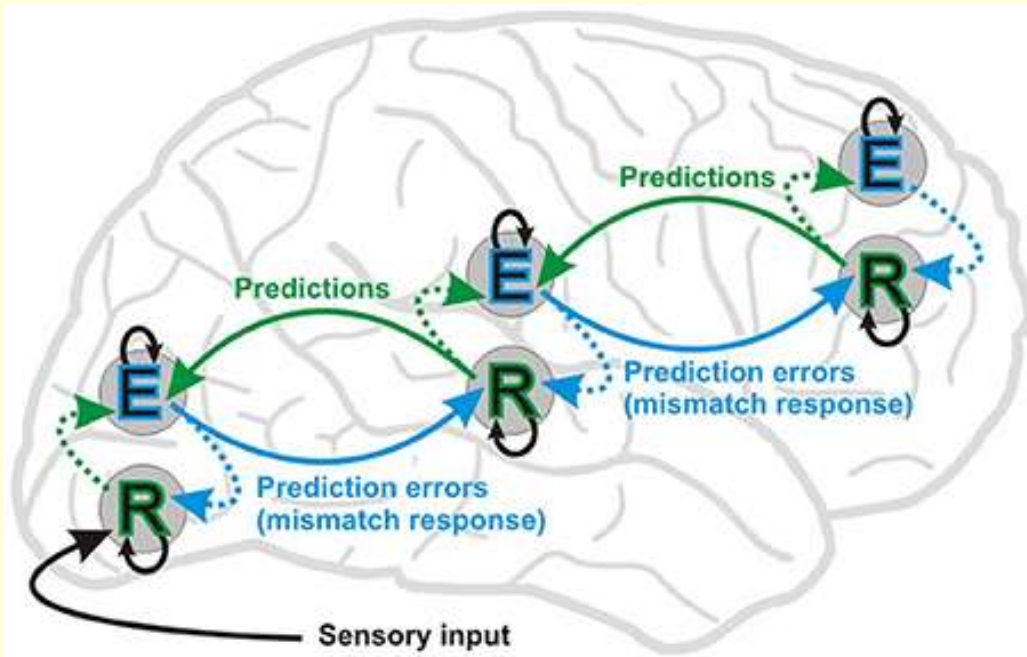
predictions

Low level predictions
(often highly spatially/
temporally precise)

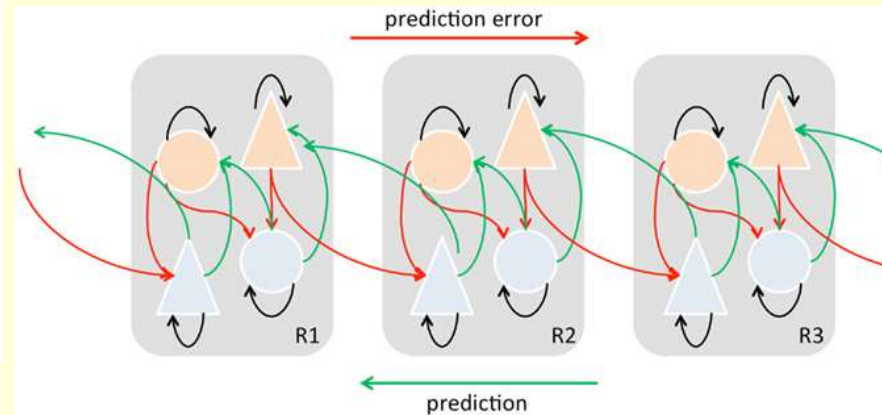
« On dirait qu'il y a un
humain derrière ce mur... »
(car j'ai un modèle qui me
dit que d'habitude il y a un
corps d'humain sous une
tête d'humain...)



Et dans les cerveaux humains
(en particulier le cortex), il y a une architecture
neuronale **compatible avec ces principes** :

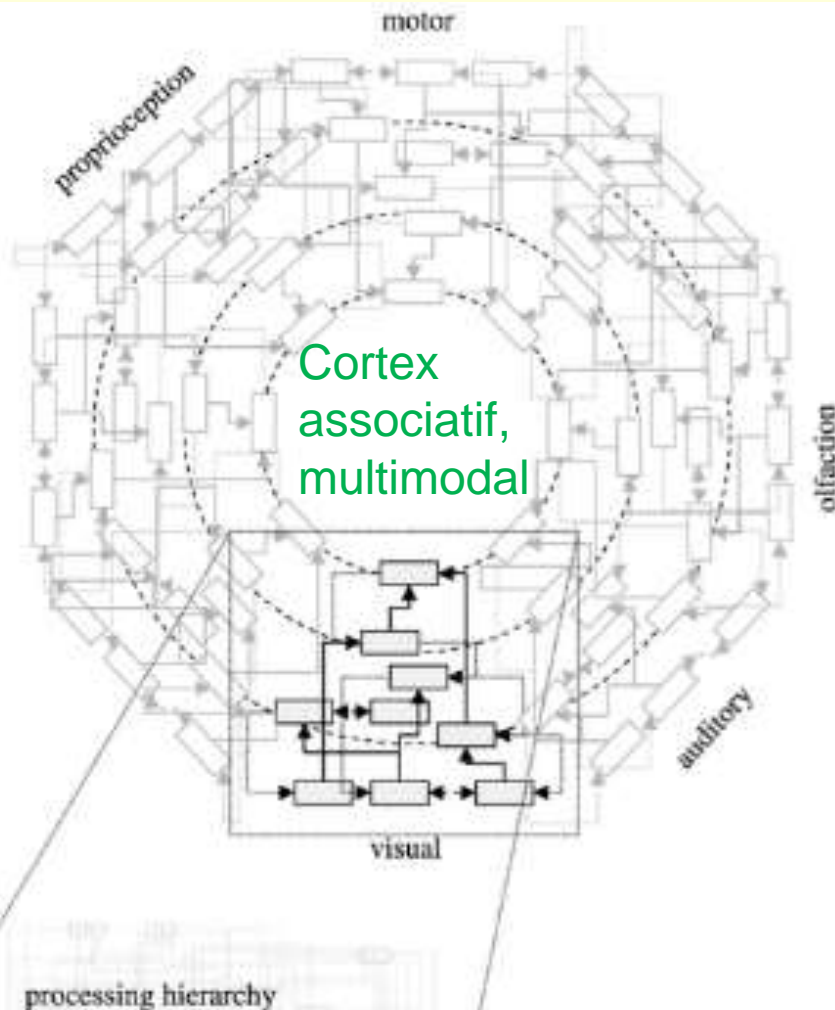


une architecture aux **multiples niveaux** où chaque niveau essaie de prédire l'état du niveau en-dessous de lui.

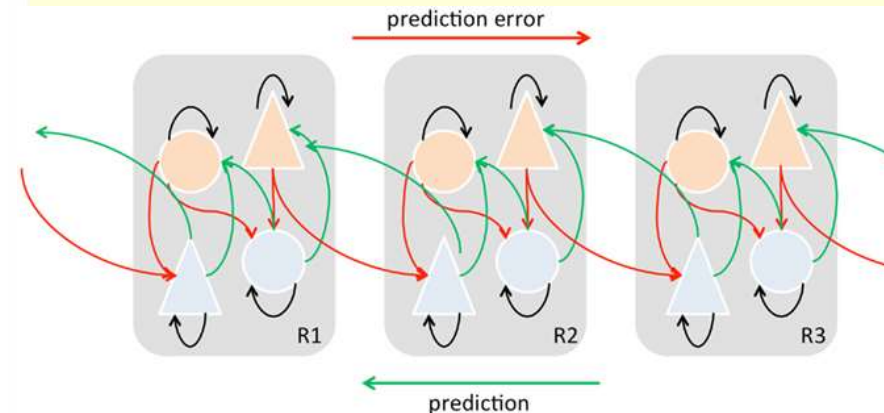


Simplified scheme of the hierarchical predictive coding framework

([Friston, 2005](#), [2008](#), [2010](#)).
<http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fnhum.2014.00666/full>



en-dessous de lui = vers le monde extérieur

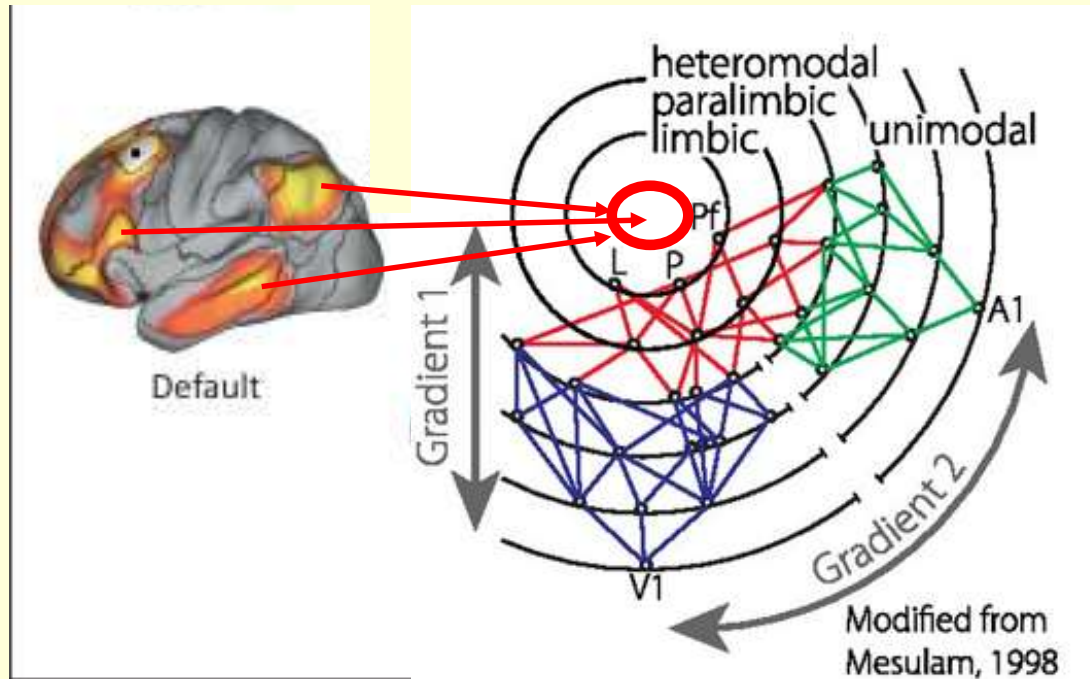


Et donc à chaque niveau, ce que le système nerveux va chercher à faire, c'est de **minimiser l'erreur** qui vient d'en bas par rapport à la prédiction qui vient d'en haut.

Nos réseaux cérébraux s'inscrivent dans un gradient « unimodal – multimodal »

6 février 2018

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2018/02/06/7097/>



Pour minimiser continuellement l'erreur de ses modèles prédictifs, le cerveau va avoir deux possibilités :

- soit **modifier son modèle** ou le changer carrément lorsqu'il ne correspond pas à la réalité (par la **plasticité** cérébrale...);
- ou soit **changer le monde** pour qu'il corresponde davantage à notre modèle si l'on est par exemple convaincu qu'il est le bon (par une **action** sur ce monde, autrement dit par nos comportements).

C'est ce que Friston a appelé « **active inference** »

“...**active inference** [...] describes how living systems are able to maintain themselves within a limited range of phenotypic states;

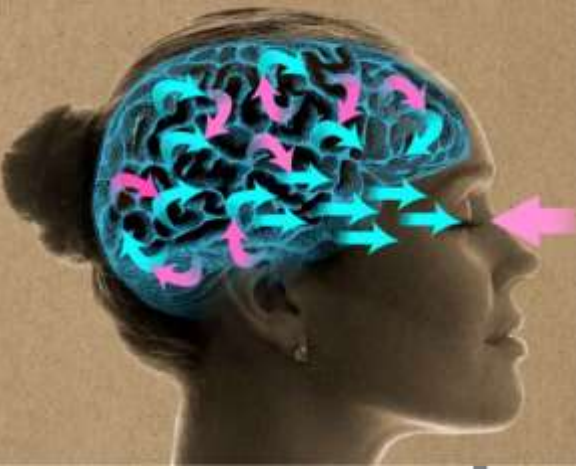
i.e., within the set of states in which they expect to find themselves, on average and over time.

It explains how biological systems appear to resist the natural tendency to dissipate into their environment by fulfilling biologically instantiated [...] **prior beliefs**, or **expectations** about the ways the world should unfold (Friston 2010).

In short, organisms are driven by the biological imperative to **maintain homeostasis** via **action-perception loops** that actively **minimise ‘surprise’**.

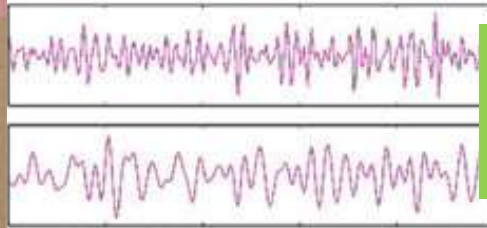
This framework has recently been extended to explain the **evolution, development, and multiscale dynamics** of living systems in general (Friston, 2013; Kirchhoff et al. 2018; Ramstead et al. 2018).”

Pour l'approche prédictive :



Perception et action

Passer d'un modèle à un autre parmi tous ceux à notre disposition



L'apprentissage

Modifier / améliorer les modèles existants



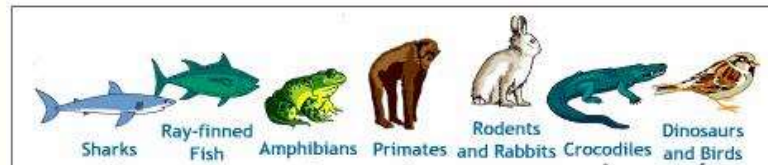
Développement

Optimiser épigénétiquement les modèles par l'élagage dépendant de l'activité nerveuse



Évolution

Modifier la forme du corps considérée comme un « modèle » de son environnement



$10^{11} s$

$10^3 s$

$10^6 s$

$10^{15} s$

Exemple :

« Les **rythmes circadiens** démontrent explicitement l'idée derrière l'inférence active, i.e., que l'on devient un modèle statistique de son environnement à travers l'adaptation. »

- Maxwell Ramstead

“This variational formulation stems from the observation that **living systems**, over time and on average, **tend to revisit the same set of *attracting* or *characteristic states***.

These can be cast as the characteristic *phenotypic states* (and *traits*) of the organism.”

Variational ecology and the physics of sentient systems

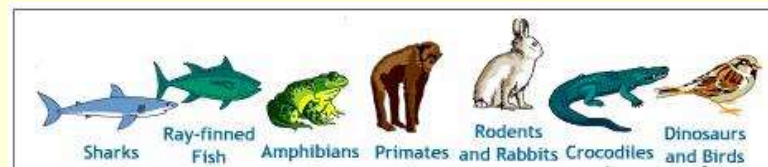
[Maxwell J.D.Ramstead^{ab}](#)

[¹AxelConstant^{c1}Paul B.Badcock^{def}Karl](#)

[J.Friston⁹](#)

[Physics of Life Reviews](#)

Available online 7 January 2019



Évolution

Modifier la forme du corps considérée comme un « modèle » de son environnement

En résumé, on peut **minimiser l'erreur de prédiction**

soit en changeant le modèle par rapport au monde (**plasticité**)

ou soit en changeant le monde par rapport à nos modèles (**action**).



C'est en ce sens qu'on peut dire que **le modèle est distribué à travers tout le cerveau ET le corps :**

les actions elles-mêmes participent autant aux computation que le cerveau ("active inference" de Friston)

Et la morphologie d'un organisme devient elle-même une sorte de "modèle" prédisant au mieux les types de sensations et d'actions de cet organisme dans sa niche écologique.



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



Predictive coding and how the dynamical Bayesian brain achieves specialization and integration (2015)

<http://neuroconscience.com/2015/12/24/predictive-coding-and-how-the-dynamical-bayesian-brain-achieves-specialization-and-integration/>

Et en s'en remettant parfois à **l'action** pour réduire certains écarts (ou erreurs) par rapport aux prédictions, une certaine partie du travail se trouve ainsi accomplie par le corps **et par tous les éléments de l'environnement que ce corps peut utiliser** :

de compter sur ses doigts, à utiliser un boulier pour compter, à se servir de son iPhone pour chercher une info, **jusqu'à la coopération avec d'autres êtres humains** (la part la plus significative pour nous de notre "environnement").

En ce sens, tout le "predictive processing" semble tout à fait compatible avec les idées sur la **cognition étendue**.

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

29 janvier 2019

**La cognition étendue :
externaliser pour mieux penser**

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2019/01/29/7857/>



Juste une petite parenthèse sur le « débat nature / culture »...

“Human biology is also a cultural biology;

and human culture is realised by interacting biological systems within a shared material niche (Kirmayer & Ramstead, 2017).

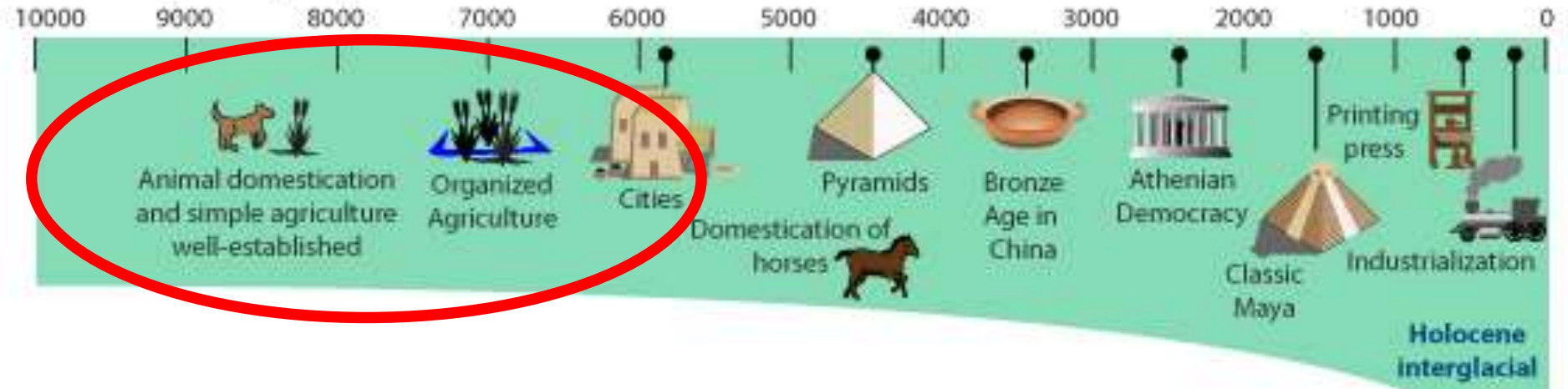
Indeed, for over 200,000 years, the main selection pressure on human survival has been the capacity to access and leverage accumulated sociocultural information (Henrich, 2015; Tomasello, 2014; Hrdy, 2009).”

Tinkering with Cognitive Gadgets: Cultural Evolutionary Psychology meets Active Inference. Commentary on Cecilia Heyes (2018), Cognitive Gadgets: The Cultural Evolution of Thinking P. Badcock, A. Constant, M. Ramstead. [Behavioral and Brain Sciences](#) · **January 2019**

https://www.researchgate.net/publication/330727697_Tinkering_with_Cognitive_Gadgets_Cultural_Evolutionary_Psychology_meets_Active_Inference_Commentary_on_Cecilia_Heyes_2018_Cognitive_Gadgets_The_Cultural_Evolution_of_Thinking?fbclid=IwAR2ccTFksGijQdAjzUGN_SJQvtltASm9fa8aeKpNkTjeO5nzBrvp0i0n0u0

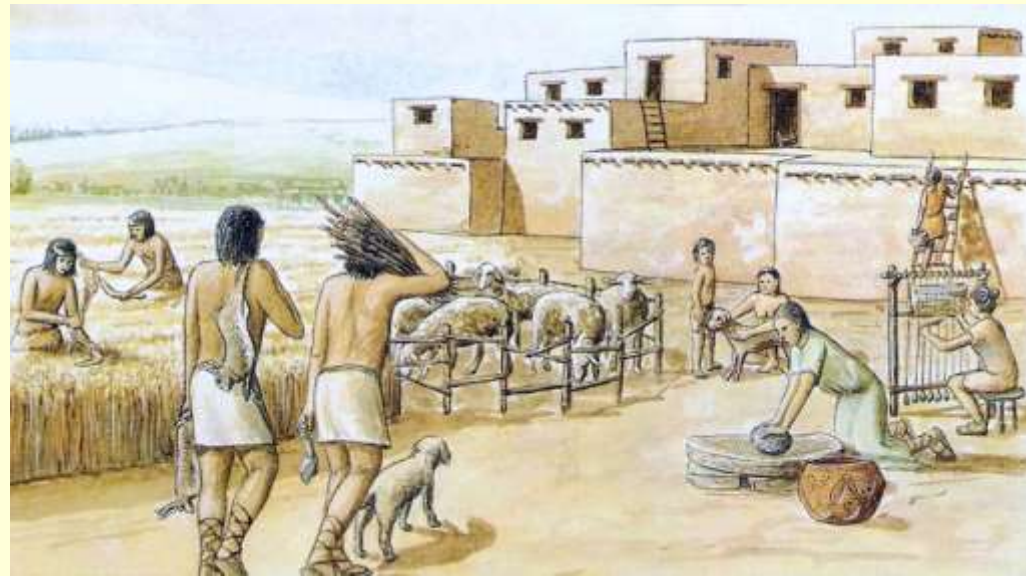
Global Climate, Human Evolution and Civilization

Years before present (1950)



À partir de là débute le **néolithique**,
c'est-à-dire la sédentarisation

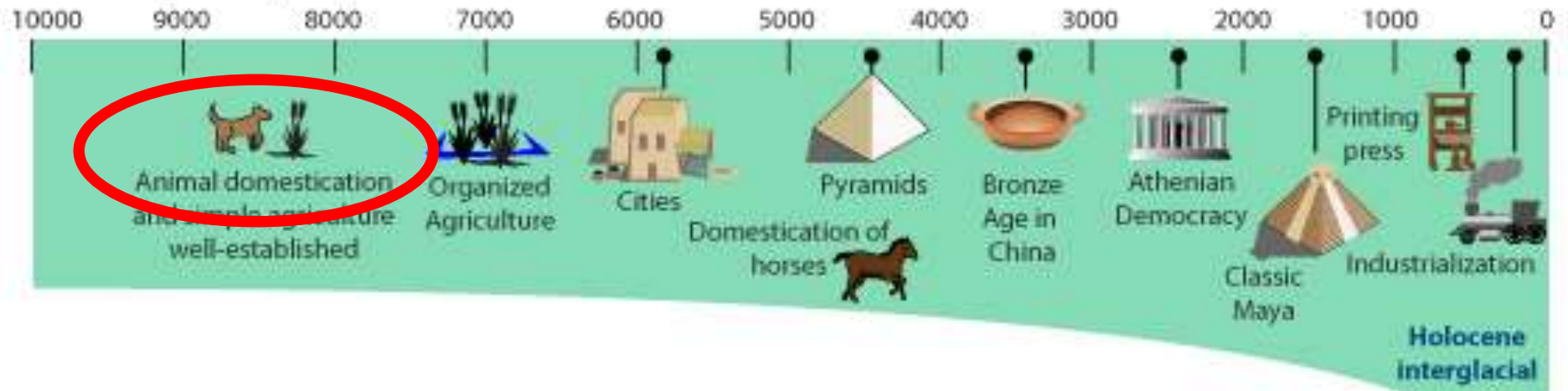
et le début de la **domestication**
animale et de **l'agriculture**,



un niveau de complexité supplémentaire va s'ajouter
avec le phénomène de **co-évolution gène-culture**

Global Climate, Human Evolution and Civilization

Years before present (1950)



Exemple classique : la pratique culturellement transmise de **l'élevage** qui a favorisé la transmission d'allèles de gènes pour la **tolérance au lactose** dans certaines populations humaines.

par Jean-Claude Ameisen
le samedi de 11h05 à 12h
sur les épaules de Darwin

accueil
écoutez le direct
programmes
émissions
chroniques

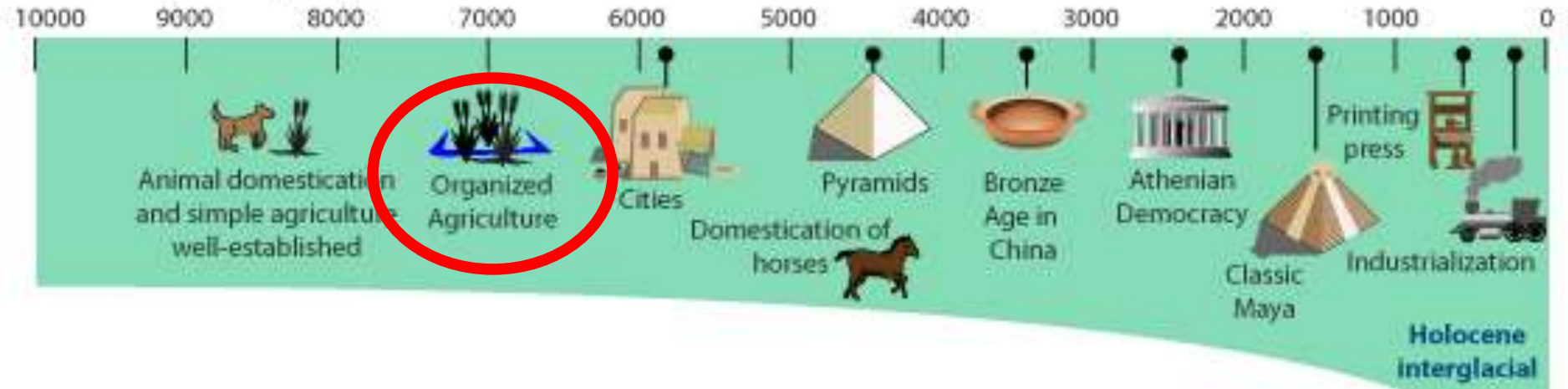
A la découverte de Neandertal en nous...
<http://www.franceinter.fr/player/reecouter?play=879632>

Apprivoiser la nature
<http://www.franceinter.fr/emission-sur-les-epaules-de-darwin-apprivoiser-la-nature>

Aux origines de l'agriculture
<http://www.franceinter.fr/emission-sur-les-epaules-de-darwin-aux-origines-de-lagriculture>

Global Climate, Human Evolution and Civilization

Years before present (1950)



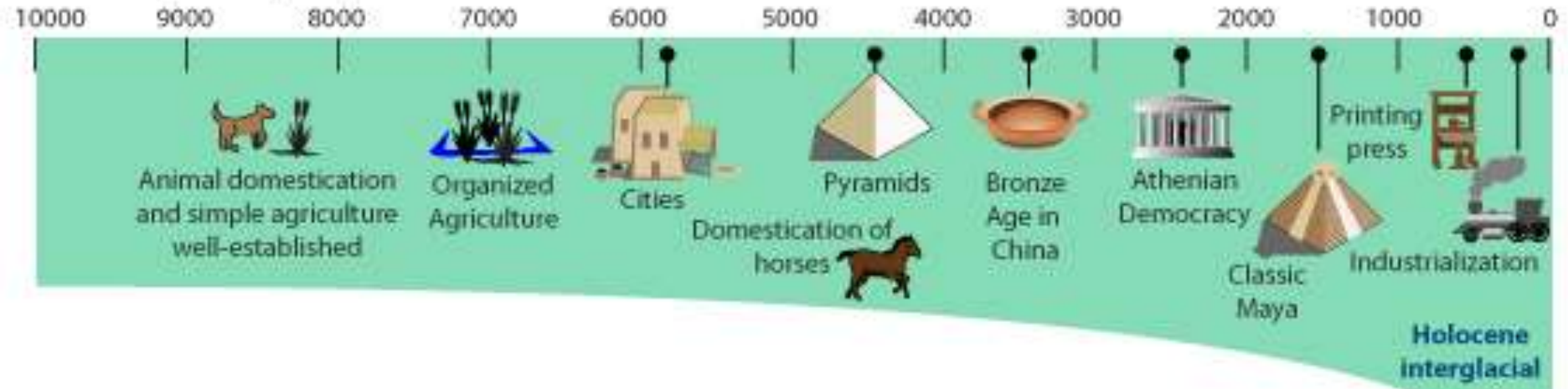
Exemple classique : la pratique culturellement transmise de **l'élevage** qui a favorisé la transmission d'allèles de gènes pour la **tolérance au lactose** dans certaines populations humaines.

Autre exemple : la culture du riz en Asie nécessite des efforts collectifs.

Une pression sélective semble avoir joué contre le gène de type 7R du récepteur à la dopamine, qui est une **variante connue pour favoriser l'impulsivité** que l'on retrouve beaucoup **moins** dans les cultures **collectivistes** asiatiques.

Global Climate, Human Evolution and Civilization

Years before present (1950)



Des centaines de gènes humains **évoluent probablement encore** en réponse à une pression sélective venant de pratiques culturelles...

“...biological and cultural evolution shape individual minds, and [...] individual minds shape culture and biology”

Tinkering with Cognitive Gadgets: Cultural Evolutionary Psychology meets Active Inference. Commentary on Cecilia Heyes (2018), Cognitive Gadgets: The Cultural Evolution of Thinking P. Badcock, A. Constant, M. Ramstead. [Behavioral and Brain Sciences](https://www.researchgate.net/publication/330727697_Tinkering_with_Cognitive_Gadgets_Cultural_Evolutionary_Psychology_meets_Active_Inference_Commentary_on_Cecilia_Heyes_2018_Cognitive_Gadgets_The_Cultural_Evolution_of_Thinking?fbclid=IwAR2ccTFksGijQdAjzUGN_SJQvtlTASm9fa8aeKpNkTjeO5nzBrvp0i0n0u0) · January 2019

https://www.researchgate.net/publication/330727697_Tinkering_with_Cognitive_Gadgets_Cultural_Evolutionary_Psychology_meets_Active_Inference_Commentary_on_Cecilia_Heyes_2018_Cognitive_Gadgets_The_Cultural_Evolution_of_Thinking?fbclid=IwAR2ccTFksGijQdAjzUGN_SJQvtlTASm9fa8aeKpNkTjeO5nzBrvp0i0n0u0

Fin de la petite parenthèse sur le « débat nature / culture »...

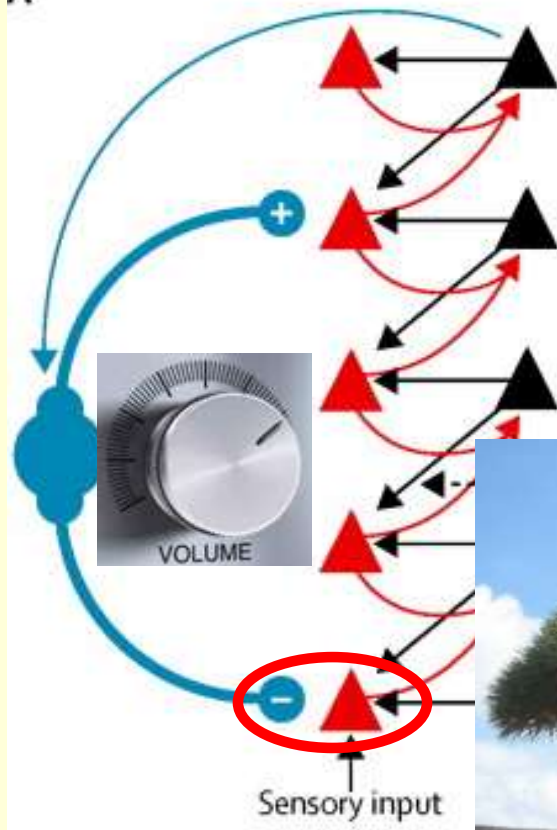
D'autres phénomènes cognitifs, comme **l'attention**,
peuvent être réinterprétés sous l'angle du "**predictive processing**"...

Dans cette perspective, **l'attention** est modélisée en tant que 'precision-weighting', c'est-à-dire un échantillonnage favorisant des données sensorielles de **haute précision**.

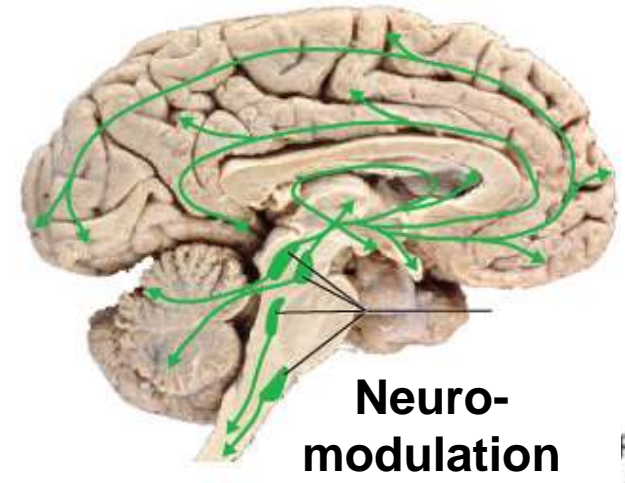
Autrement dit, les "prediction error" avec un **ratio "signal / bruit" élevé** (Feldman & Friston, 2010).

En se basant sur cette information, le système cognitif **balance le gain** (ou '**volume**') des unités transmettant les erreurs de prédiction aux différents niveaux de la hiérarchie **en fonction de leur précision**.

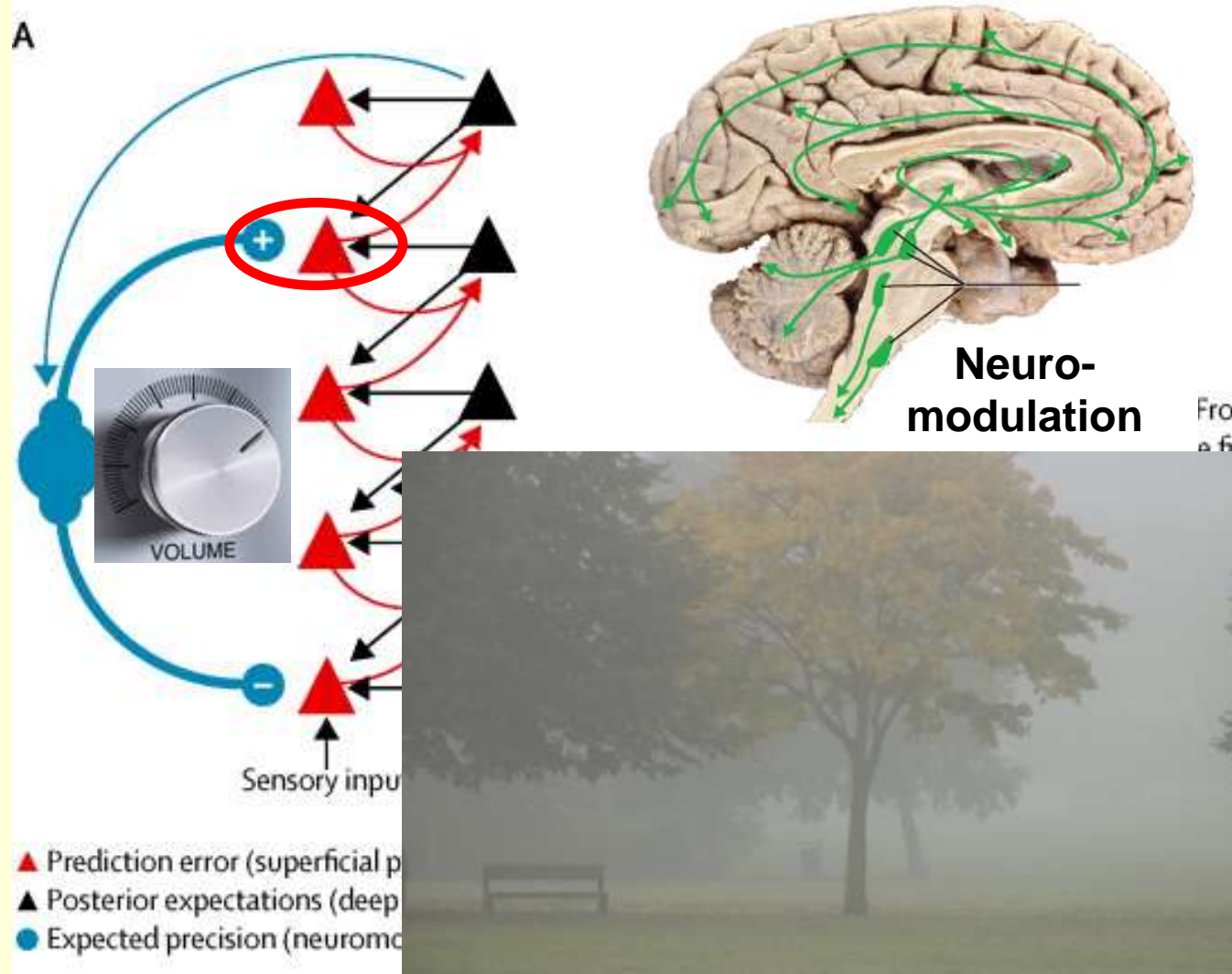
A



- ▲ Prediction error (superficial pyra
- ▲ Posterior expectations (deep pyr
- Expected precision (neuromodu



Dans certains cas, on pourra par exemple complètement **couper les influences de haut niveaux** et avoir une stratégie quasiment 100% bottom up.



Dans des situations où il y a une **grande incertitude** en provenance de l'environnement, un poids plus grand pourra être apporté aux **modèles internes** (« prior probabilities »).

Même chose au niveau **sonore** : dans un party bruyant où l'on entend à peine la personne qui nous parle, on va s'en remettre beaucoup à des **connaissances implicites (donc au top down, aux « priors »...)** pour compléter les mots qu'on manque et comprendre ses phrases.



Donc très adaptatif pour donner du sens aux signaux **incomplets** ou **ambigus** – des situations qui sont la norme dans la vie de tous les jours.

On a donc tout un lot **d'attentes inconscientes** qui découlent des régularités statistiques du monde que l'on a rencontrés durant notre vie.

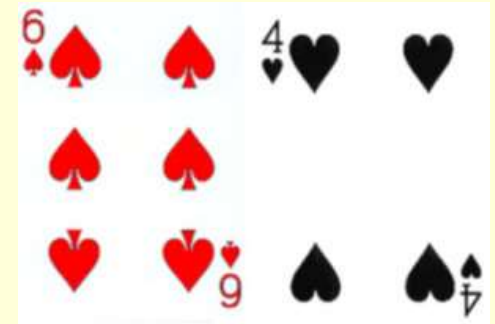
Et l'on voit le monde bien souvent en appliquant ces attentes malgré nous (les fameux "préjugés" ...).

L'expérience célèbre de J.S. Bruner et Leo Postman publiée en 1949 sous le titre **“On the Perception of Incongruity: A Paradigm”**

montre à quel point on est disposé à voir le réel à travers les catégories qu'on a déjà intériorisées.

Des cartes à jouer ont été présentées très brièvement à des sujets qui devaient les identifier.

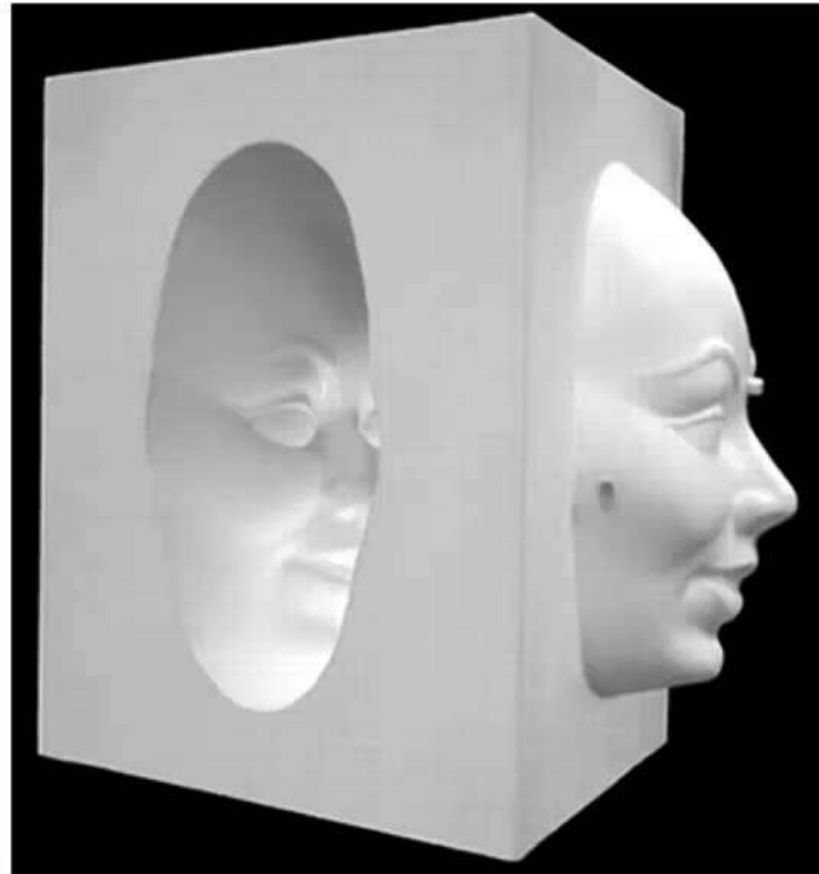
Mais certaines cartes **anormales** avaient été glissées dans le jeu !



Avec des temps de présentation très brefs, les sujets les ont identifié comme faisant partie de catégories déjà connues, prenant par exemple le quatre de cœur noir pour un quatre de pique noir. (des temps d'exposition plus long les faisaient toutefois douter...)

C'est comme si leurs catégories ou leurs « **modèles internes** » (ou encore leur « **expérience préalable** ») leur indiquait **qu'il ne pouvait exister que quatre types de cartes à jouer** – pique noir, trèfle noir, cœur rouge et carreau rouge – et qu'ils se convainquaient que ce qu'ils avait vu devait donc rentrer absolument dans l'une de ces 4 catégories.

Notre expérience statistique des visages convexes est si grande dans nos vies de tous les jours qu'elle génère en nous une puissante interprétation convexe de ce visage pourtant concave.



The rotating mask illusion
<https://www.youtube.com/watch?v=sKa0eaKsdA0>

Ça veut dire qu'on devrait faire pas mal attention aux "régularités du monde" auxquelles on expose nos enfants...



« Je suis effrayé par les automatismes qu'il est possible de créer à son insu dans le système nerveux d'un enfant.

Il lui faudra dans sa vie d'adulte une chance exceptionnelle pour s'évader de cette prison, s'il y parvient jamais. »

- Henri Laborit



Enfin, la **perception** et la **compréhension**, vues sous l'angle du « predictive processing », peuvent sembler des phénomènes très proches, écrit Andy Clark.

Car dans cette optique percevoir le monde, c'est déployer un savoir non seulement sur la façon dont le signal sensoriel devrait se présenter à nous, mais aussi sur la façon dont il va probablement changer et évoluer au fil du temps.

Les créatures qui déploient cette stratégie, lorsqu'elles voient des herbes bouger, s'attendent déjà non seulement à voir une proie apparaître, mais à ressentir les sensations de leurs propres muscles se préparant à l'action.



Enfin, la **perception** et la **compréhension**, vues sous l'angle du « predictive processing », peuvent sembler des phénomènes très proches, écrit Andy Clark.

Car dans cette optique percevoir le monde, c'est déployer un savoir non seulement sur la façon dont le signal sensoriel devrait se présenter à nous, mais aussi sur la façon dont il va probablement changer et évoluer au fil du temps.

Les créatures qui déploient cette stratégie, lorsqu'elles voient des herbes bouger, s'attendent déjà non seulement à voir une proie apparaître, mais à ressentir les sensations de leurs propres muscles se préparant à l'action.

Or un animal qui a ce genre d'emprise sur son monde est déjà profondément impliqué dans la compréhension de ce monde.



Comme le dit encore Andy Clark : « Peut-être que nous, les humains, et beaucoup d'autres organismes, déployons une stratégie fondamentale, économique et axée sur des prédictions qui s'enracinent dans nos architectures neuronales, et qui permet de **percevoir**, de **comprendre** et **d'imaginer** grâce à cet unique « package deal » »...