

# Plan (suite)

## **Bloc 3 de 4 : Les hauts et les bas de l'histoire de notre « cerveau-corps »**

L'engramme mnésique à de multiples niveaux

Mécanismes de sélection d'engrammes : la neuromodulation cérébrale

« Neuro-hormones » : de la neuromodulation à l'échelle du corps

Aux origines des émotions : les neurosciences affectives

Le cas du stress chronique

Le cas de l'effet placebo

## **Bloc 4 de 4 : Nous sommes une « machine à faire des prédictions »**

L'activité dynamique endogène du cerveau

Le cas du sommeil

Mécanisme de sélection d'engrammes : les rythmes cérébraux

De vastes réseaux fonctionnels transitoires à l'échelle du cerveau

Synchronisation d'activité et consolidation

mnésique durant le sommeil

Perte de conscience durant le sommeil

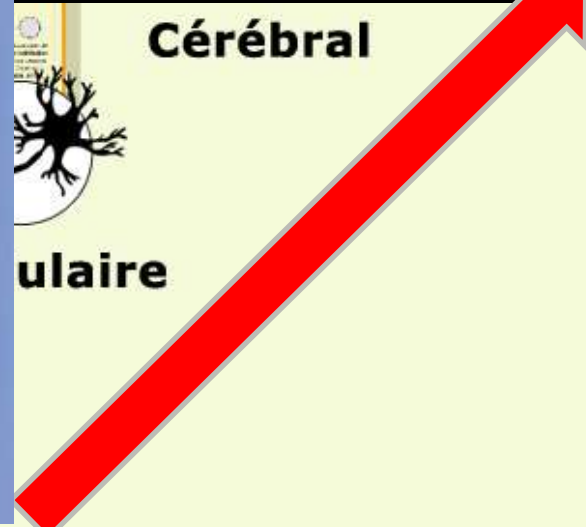
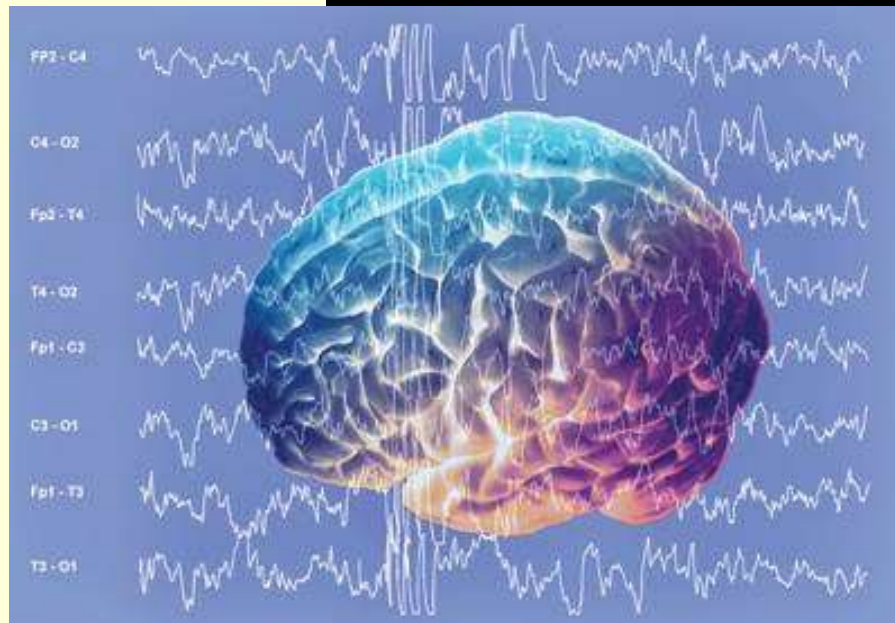
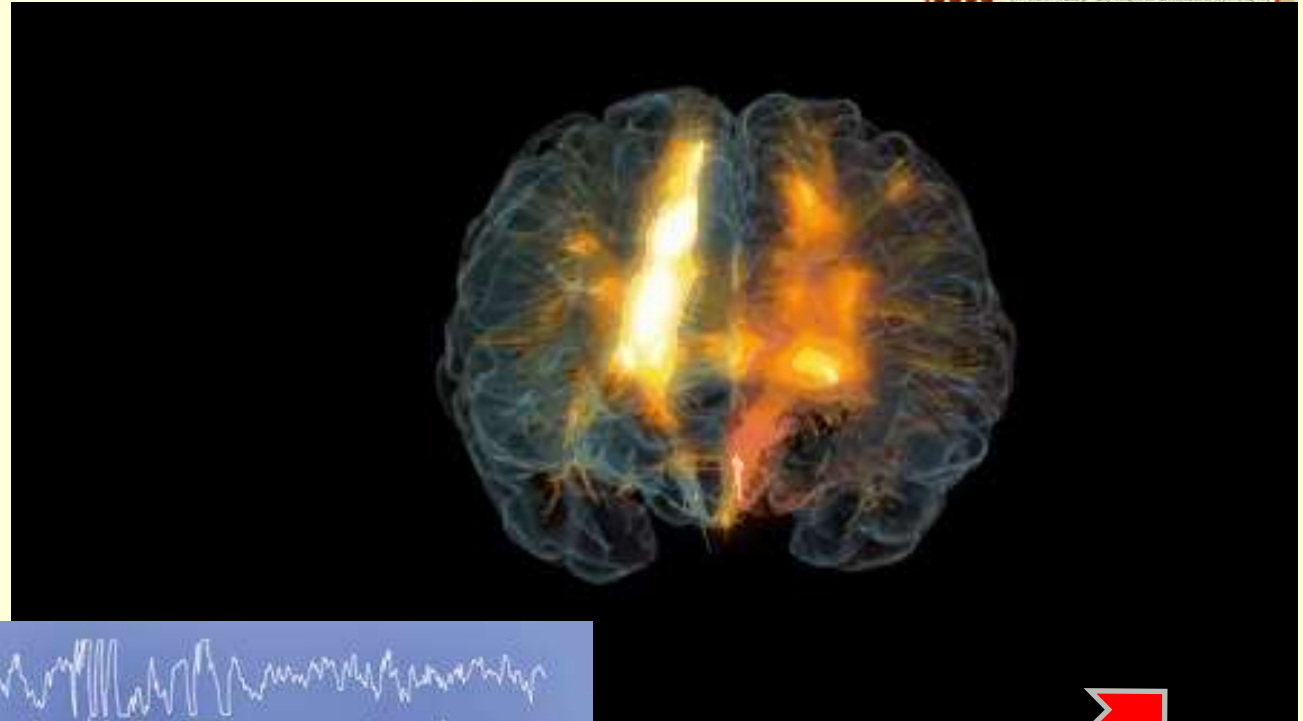
La perception consciente dans un monde ambigu

Le grand cadre théorique du « cerveau prédictif »

L'attention, l'imagination et la compréhension sous l'angle du « cerveau prédictif »

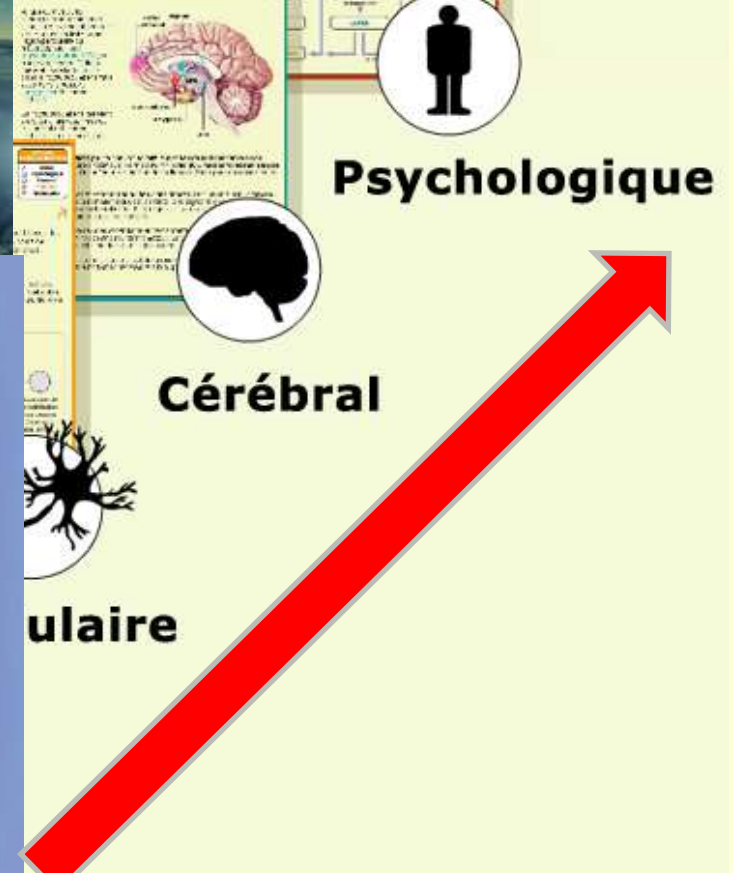
# L'activité dynamique et rythmique de notre cerveau: l'exemple de l'éveil, du sommeil et du rêve

## Cours 5 :



# L'activité dynamique et rythmique de notre cerveau: l'exemple de l'éveil, du sommeil et du rêve

## Cours 5 :



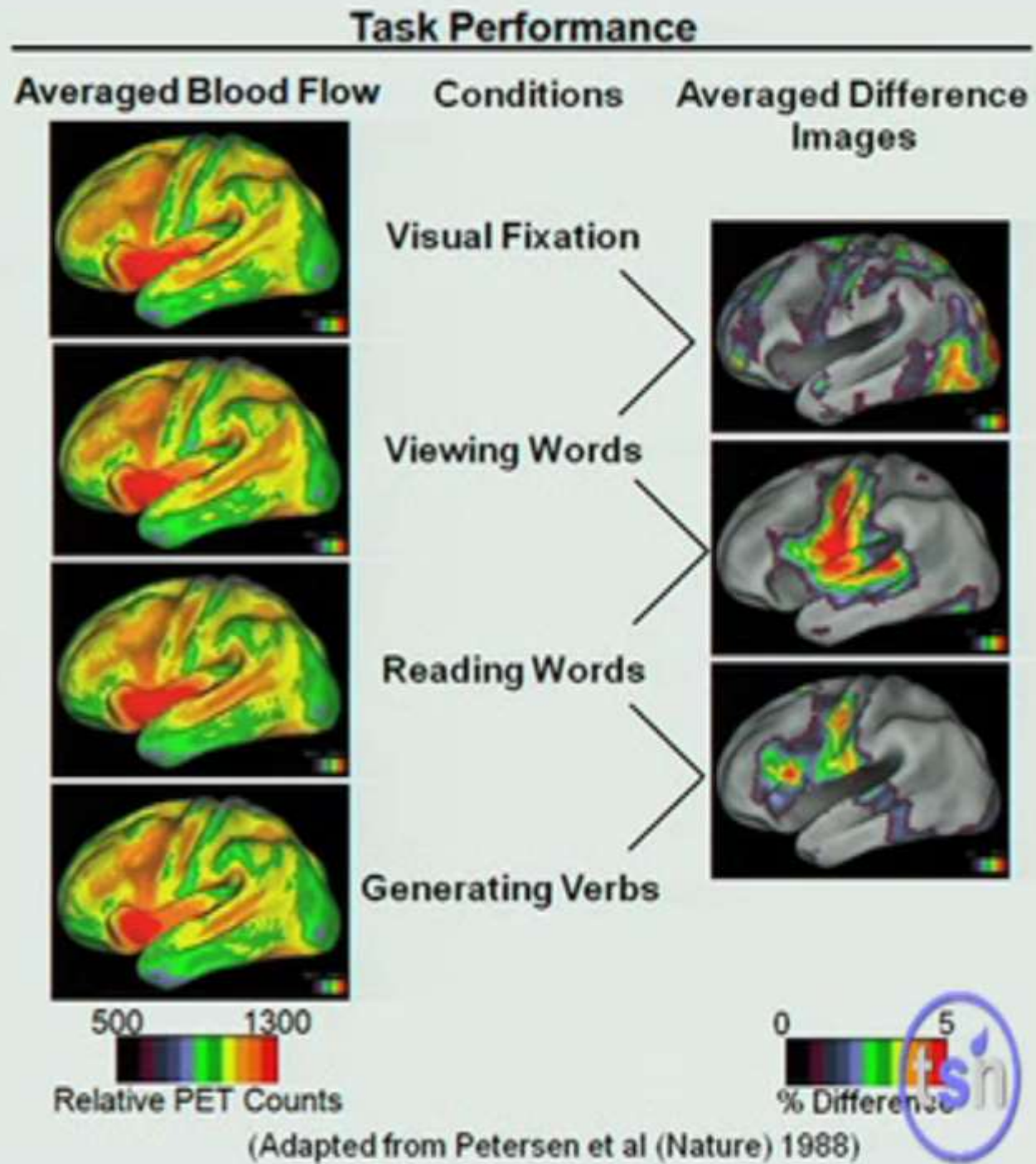


Ces images sont toujours une activité différentielle issue d'une soustraction entre un état contrôle et l'état de lors d'une tâche.

« Our resting brain is never at rest. »

- Marcus Raichle

Two views of brain function  
<http://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/fulltext/S1364-6613%2810%2900029-X>

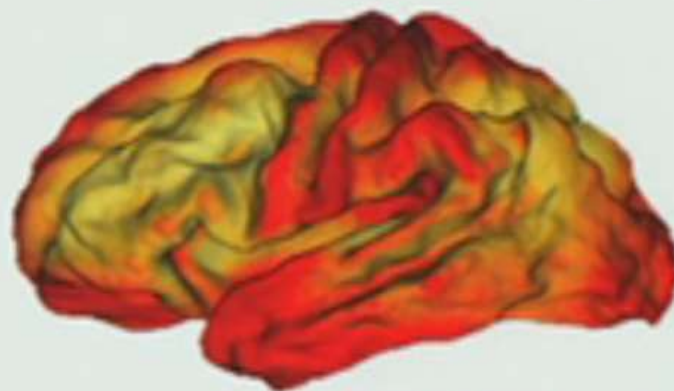


# An Historical View

**Reflexive**  
(Sir Charles Sherrington)



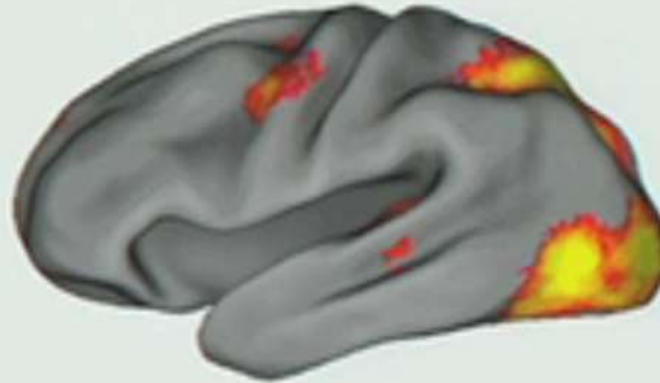
**Intrinsic**  
(T. Graham Brown)



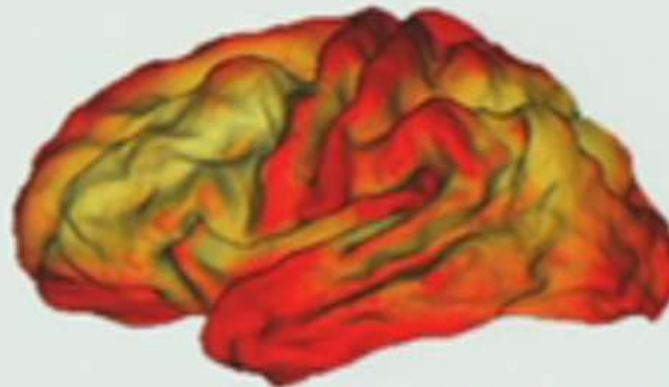
Raichle: Two Views of Brain Funct

# An Historical View

**Reflexive**  
(Sir Charles Sherrington)



**Intrinsic**  
(T. Graham Brown)



The Endogenously  
Active Brain:  
The Need for an Alternative  
Cognitive Architecture

William Bechtel

Philosophia Scientiæ **2013** /  
2 (17-2)

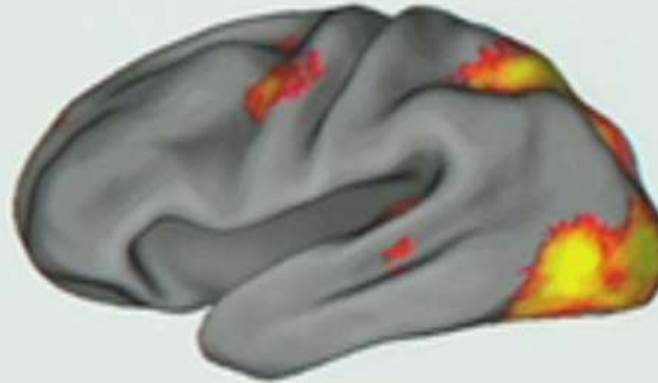
<http://mechanism.ucsd.edu/research/bechtel.The%20Endogenously%20Active%20Brain.pdf>

Raichle: Two Views of Brain Funct

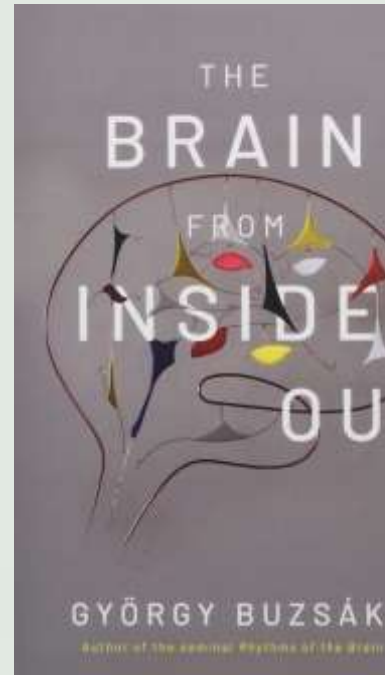
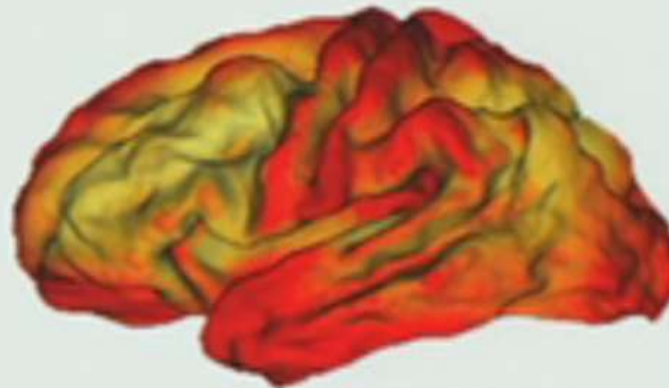


# An Historical View

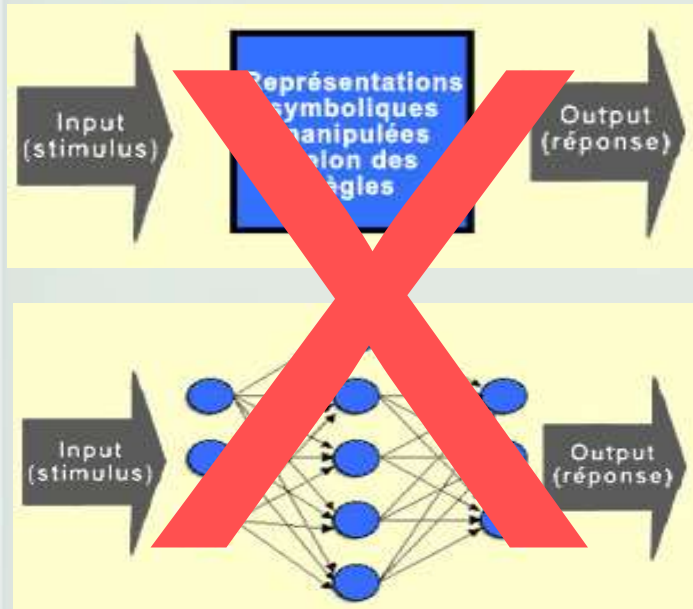
## Reflexive (Sir Charles Sherrington)



## Intrinsic (T. Graham Brown)



Raichle: Two Views of Brain Funct



## The Endogenously Active Brain: The Need for an Alternative Cognitive Architecture

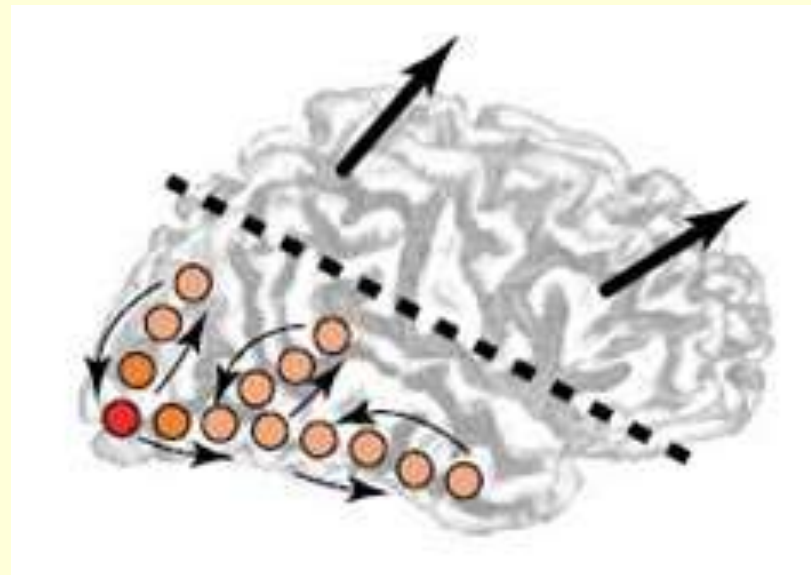
William Bechtel

Philosophia Scientiæ **2013** /  
2 (17-2)

<http://mechanism.ucsd.edu/research/bechtel.The%20Endogenously%20Active%20Brain.pdf>

Autrement dit :

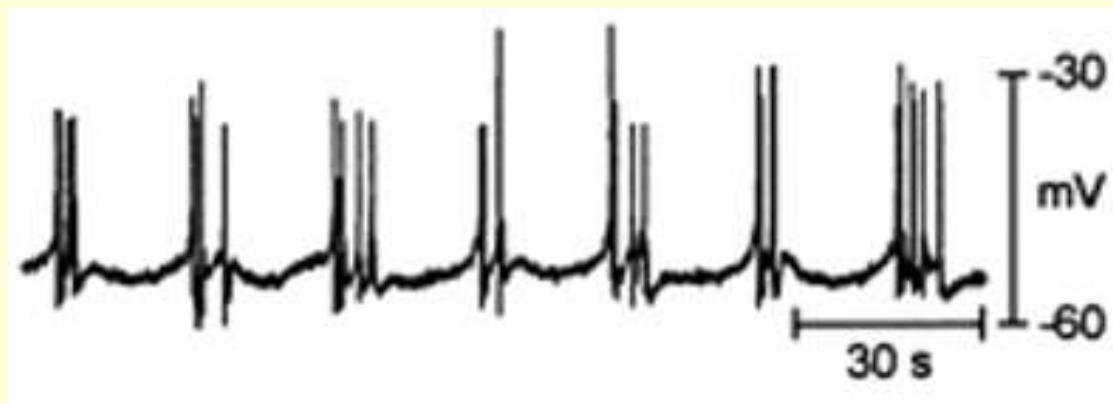
“**If there’s input** to the nervous system, fine. **It will react to it.**”



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)



“Ce que l’on considère généralement comme des fonctions cérébrales – voir, penser, décider, agir – sont en réalité des **perturbations**, (“disturbance”), des altération [de l’**activité intrinsèque** du cerveau].

[traduction libre]

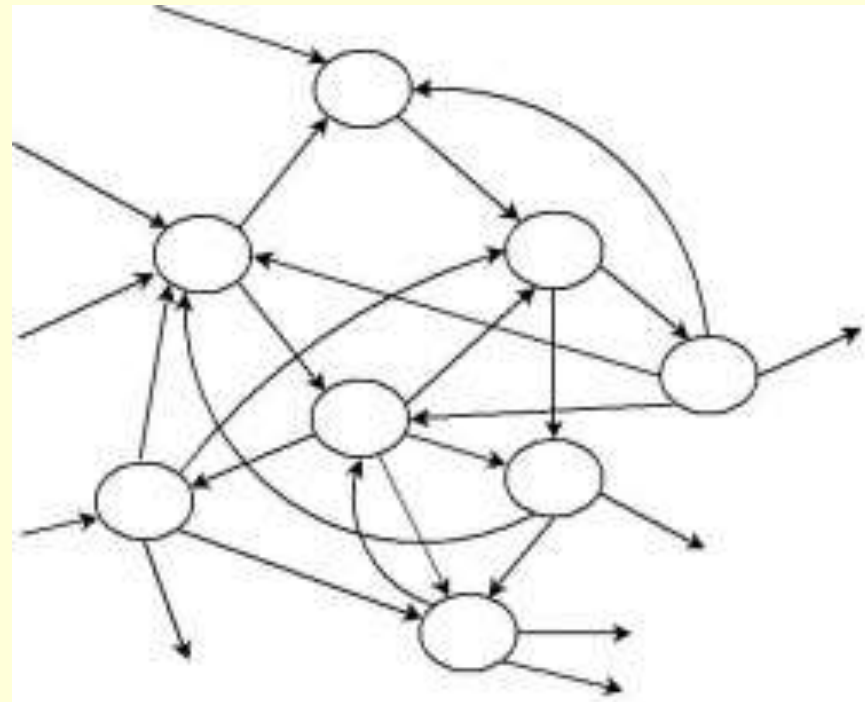


- Michael L. Anderson

**The Dynamic Brain** (2011)

What your brain is doing when you're not doing anything

<https://www.psychologytoday.com/blog/after-phrenology/201102/the-dynamic-brain>

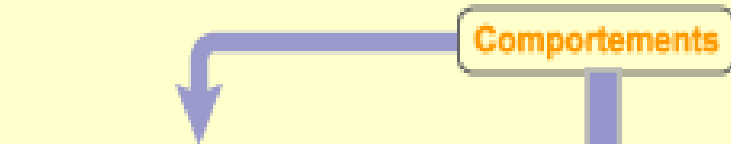


**Comportements**

**Approche  
(recherche de plaisirs)**

**Évitement de  
la douleur**





**Approche  
(recherche de plaisirs)**

**Évitement de  
la douleur**



manger,  
boire,  
se reproduire

protéger son  
intégrité physique



dormir et rêver → le tiers de notre vie !





# Plan (suite)

## **Bloc 3 de 4 : Les hauts et les bas de l'histoire de notre « cerveau-corps »**

L'engramme mnésique à de multiples niveaux

Mécanismes de sélection d'engrammes : la neuromodulation cérébrale

« Neuro-hormones » : de la neuromodulation à l'échelle du corps

Aux origines des émotions : les neurosciences affectives

Le cas du stress chronique

Le cas de l'effet placebo

## **Bloc 4 de 4 : Nous sommes une « machine à faire des prédictions »**

L'activité dynamique endogène du cerveau

**Le cas du sommeil**

Mécanisme de sélection d'engrammes : les rythmes cérébraux

De vastes réseaux fonctionnels transitoires à l'échelle du cerveau

Synchronisation d'activité et consolidation

mnésique durant le sommeil

Perte de conscience durant le sommeil

La perception consciente dans un monde ambigu

Le grand cadre théorique du « cerveau prédictif »

L'attention, l'imagination et la compréhension sous l'angle du « cerveau prédictif »

## ÉVEIL



## SOMMEIL PROFOND



## RÊVE



Si on analyse les caractéristiques de ces deux types de sommeil et de l'éveil, on note d'importantes **différences physiologiques** un peu partout dans l'organisme.



## SOMMEIL PROFOND



## RÊVE



- Durant l'éveil, **les sensations** sont vives et proviennent de l'environnement extérieur.

- Quant au sommeil lent, les sensations sont absentes ou très atténuées.

- Elles sont également vives durant les rêves du sommeil paradoxal, mais générées intérieurement cette fois-ci.





- Quand on est éveillé, l'**activité motrice** est volontaire et pratiquement continue.

## SOMMEIL PROFOND



Durant le sommeil lent, elle est occasionnelle et involontaire.

## RÊVE



Et lors du sommeil paradoxal, elle est inexistante (sauf pour les mouvements oculaires rapides). En réalité, les mouvements sont commandés par le cerveau mais sont bloqués et non réalisés, d'où une atonie musculaire généralisée.



**La pensée** est plutôt logique et évolue chez l'individu éveillé.

## SOMMEIL PROFOND

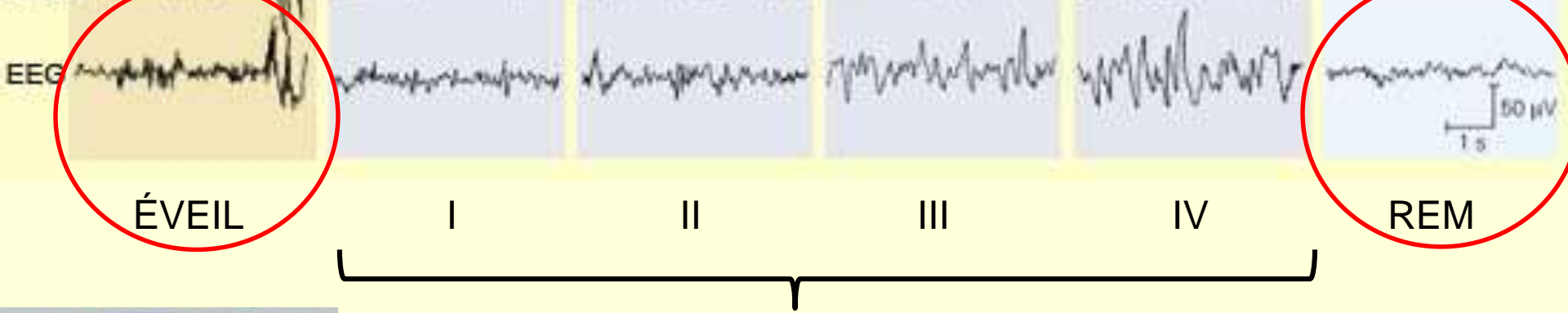


La pensée devient répétitive avec l'apparition du sommeil lent.

## RÊVE



Elle est carrément illogique et étrange durant les rêves.



SOMMEIL PROFOND



RÊVE

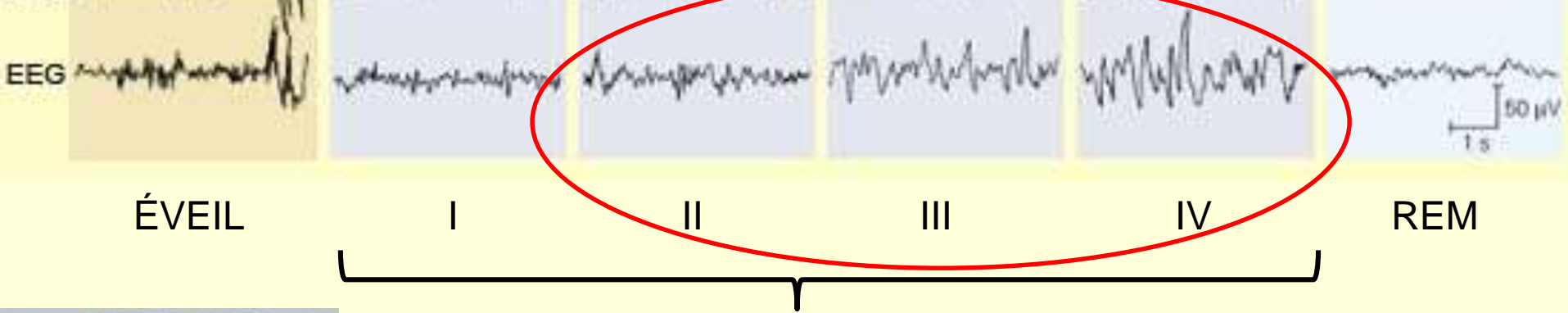


- Durant l'éveil, les **sensations sont vives** et proviennent de l'environnement **extérieur**.

- Elles sont également **vives** durant les rêves du sommeil paradoxal, mais générées **intérieurement** cette fois-ci.

→ Il est intéressant de noter que le tracé de l'EEG est semblable pour l'éveil et le sommeil paradoxal avec sa faible amplitude et sa fréquence élevée.





SOMMEIL PROFOND

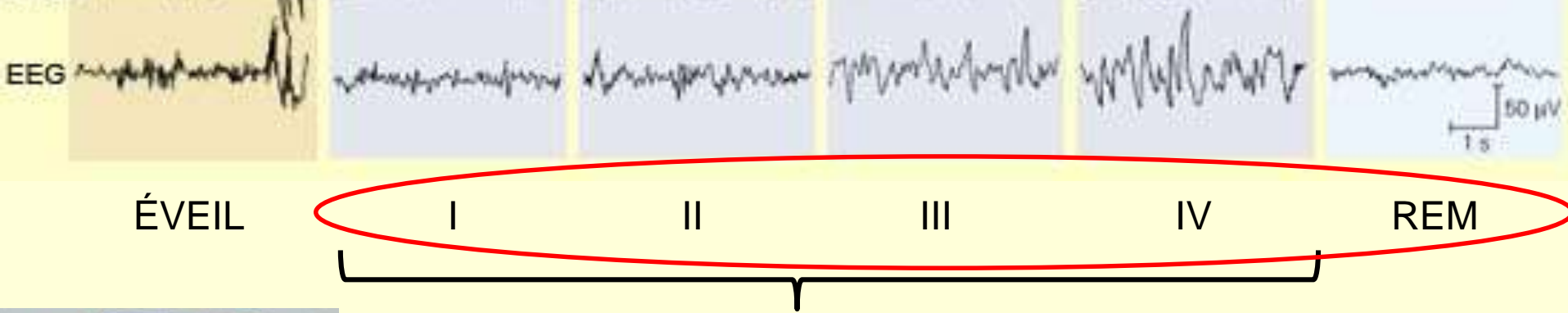


RÊVE



- Quant au sommeil lent, **les sensations sont absentes** ou très atténuées.

→ C'est le **contraire** pour le sommeil lent qui montre plutôt une **grande amplitude et un rythme lent**.



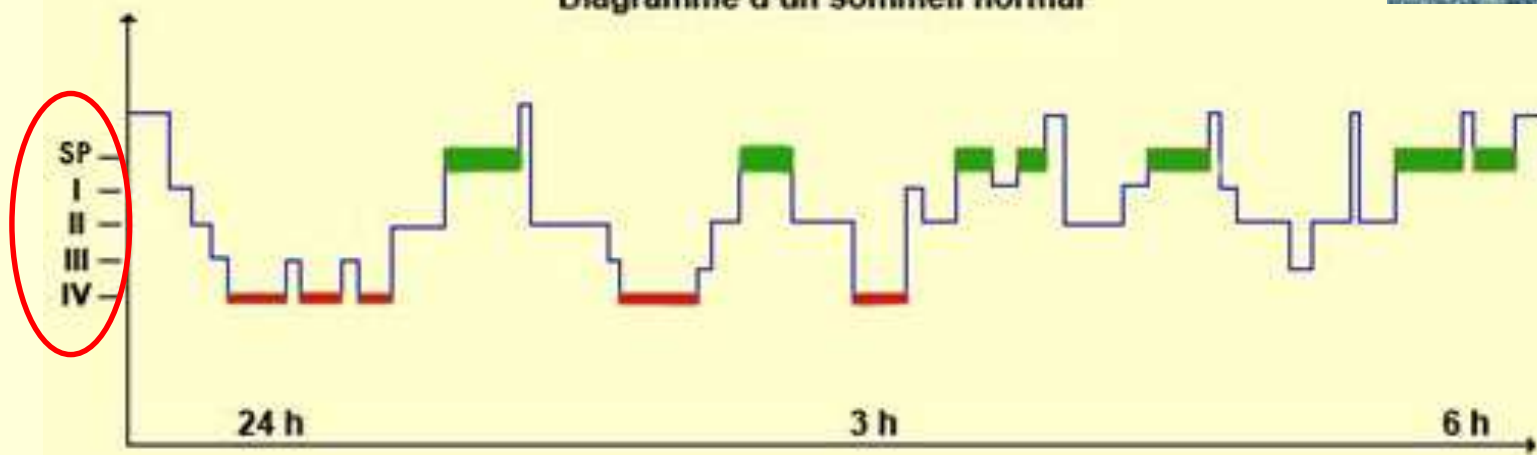
SOMMEIL PROFOND



RÊVE



Diagramme d'un sommeil normal



Sommeil lent : I à IV —  
 Sommeil profond : IV —

Sommeil paradoxal : V —

# Plan (suite)

## **Bloc 3 de 4 : Les hauts et les bas de l'histoire de notre « cerveau-corps »**

L'engramme mnésique à de multiples niveaux

Mécanismes de sélection d'engrammes : la neuromodulation cérébrale

« Neuro-hormones » : de la neuromodulation à l'échelle du corps

Aux origines des émotions : les neurosciences affectives

Le cas du stress chronique

Le cas de l'effet placebo

## **Bloc 4 de 4 : Nous sommes une « machine à faire des prédictions »**

L'activité dynamique endogène du cerveau

Le cas du sommeil

**Mécanisme de sélection d'engrammes : les rythmes cérébraux**

De vastes réseaux fonctionnels transitoires à l'échelle du cerveau

Synchronisation d'activité et consolidation

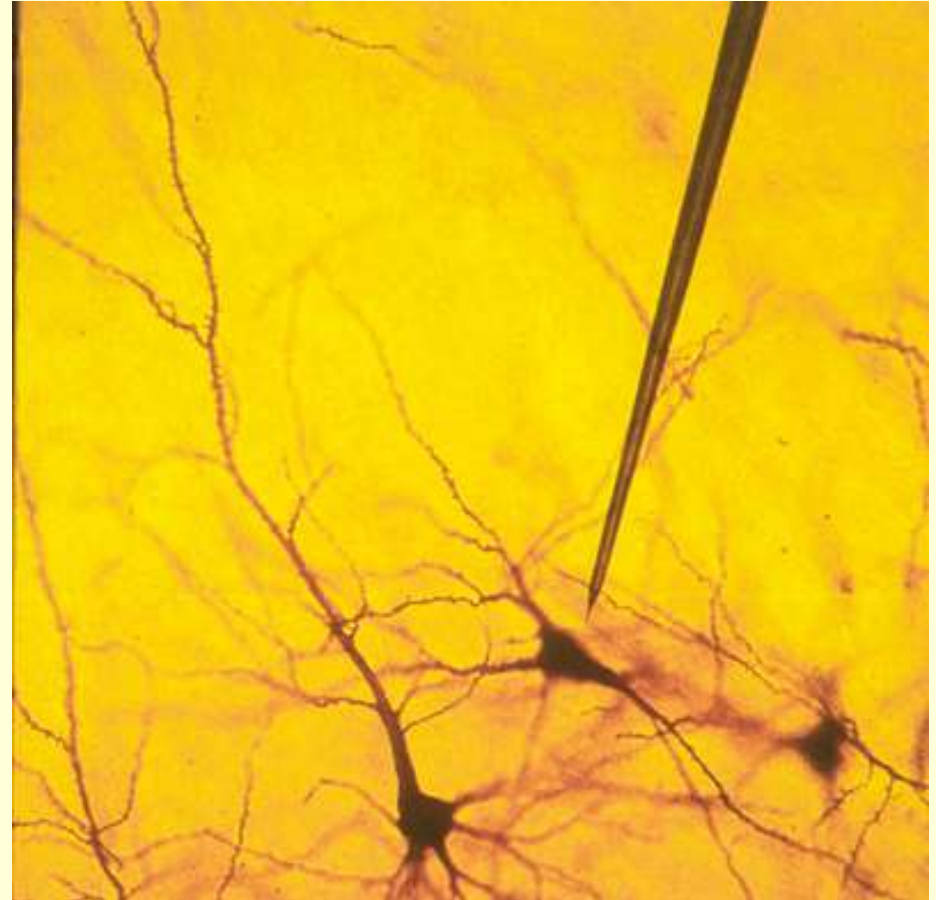
mnésique durant le sommeil

Perte de conscience durant le sommeil

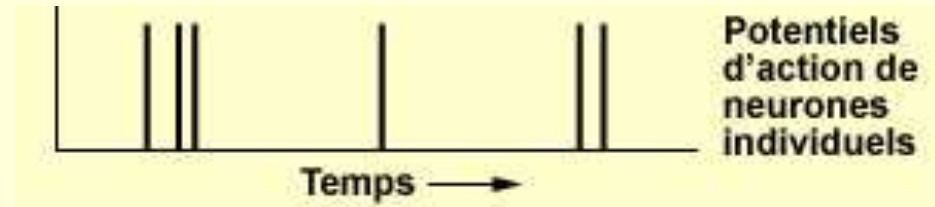
La perception consciente dans un monde ambigu

Le grand cadre théorique du « cerveau prédictif »

L'attention, l'imagination et la compréhension sous l'angle du « cerveau prédictif »

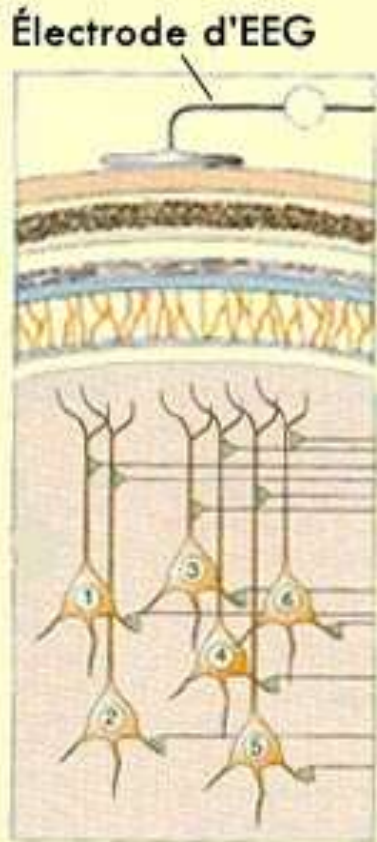


**Potentiels d'action :**  
niveau « micro »

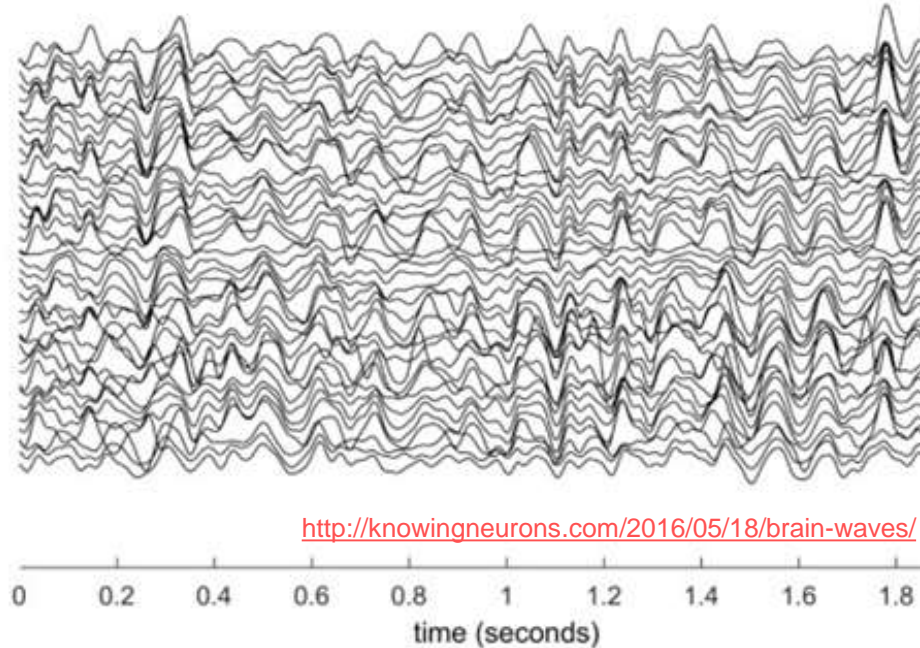
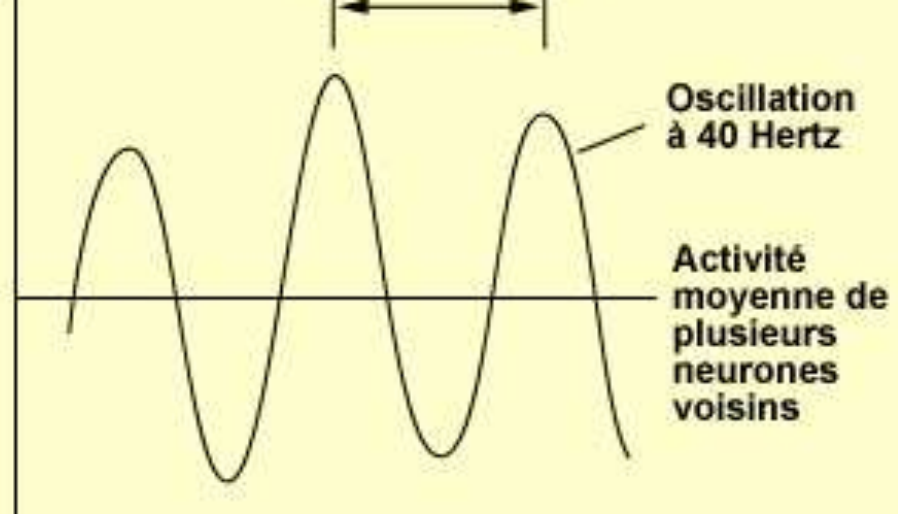




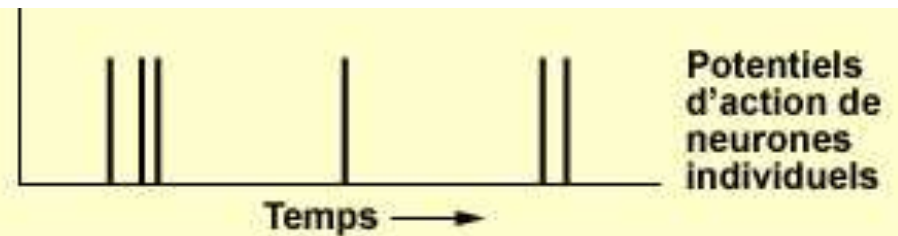
**EEG :**  
**niveau « macro »**



**“Local field potentials” :**  
**niveau « meso »**



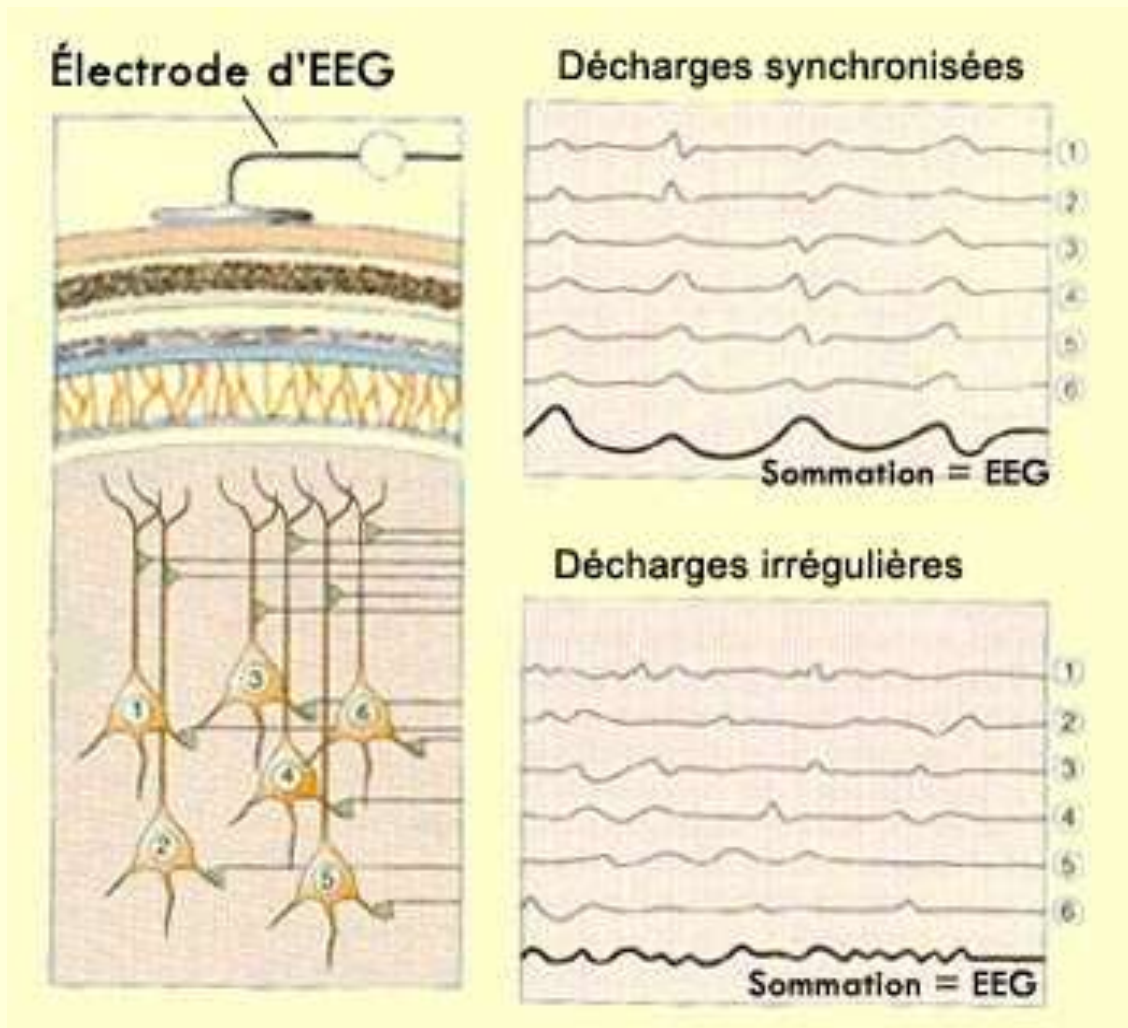
**Potentiels d'action :**  
**niveau « micro »**





L'EEG fournit une mesure encore plus générale de l'activité des populations de neurones corticaux

(une **sommation de nombreux LFPs**).



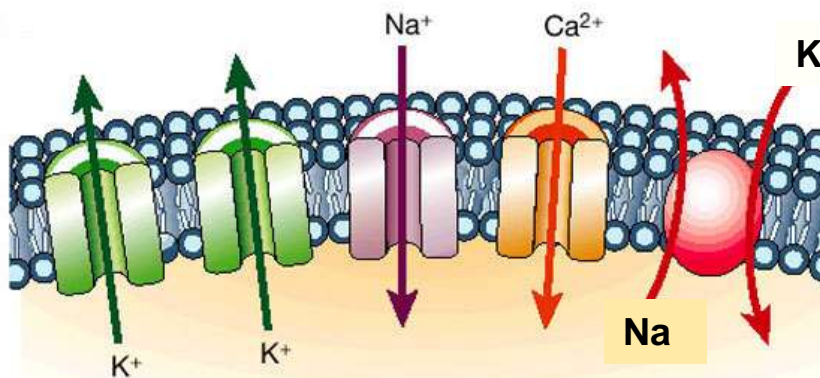
L'EEG capte donc toujours l'activité de populations entières de **milliers ou de millions de neurones**.

Comme le voltage diminue avec le carré de la distance, l'activité dans les **structures sous-corticales** est plus difficile à détecter.

György Buzsáki : les phénomènes **fluctuants (ou cycliques)** comme les oscillations neuronales sont omniprésents dans la nature.

Il suffit que **deux forces s'opposent** pour que le calme plat soit rapidement **remplacé par un rythme**.

Et notre cerveau regorge de forces qui s'opposent, à commencer par les **canaux ioniques** qui **dépolarisent** ou **hyperpolarisent** les neurones.

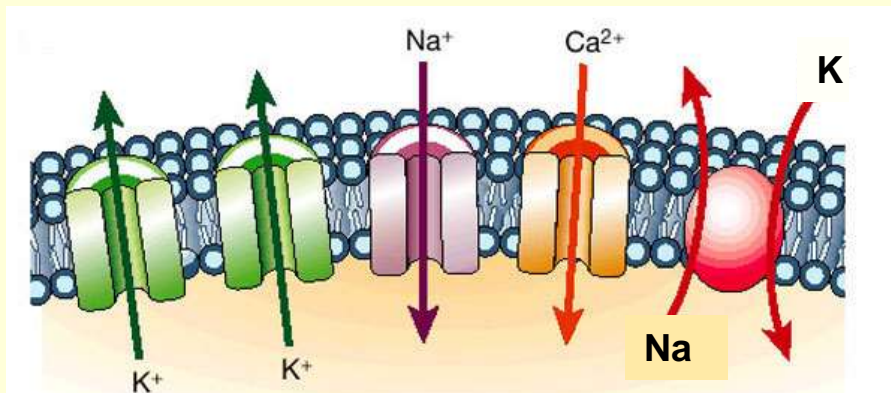




György Buzsáki : les phénomènes **fluctuants (ou cycliques)** comme les oscillations neuronales sont omniprésents dans la nature.

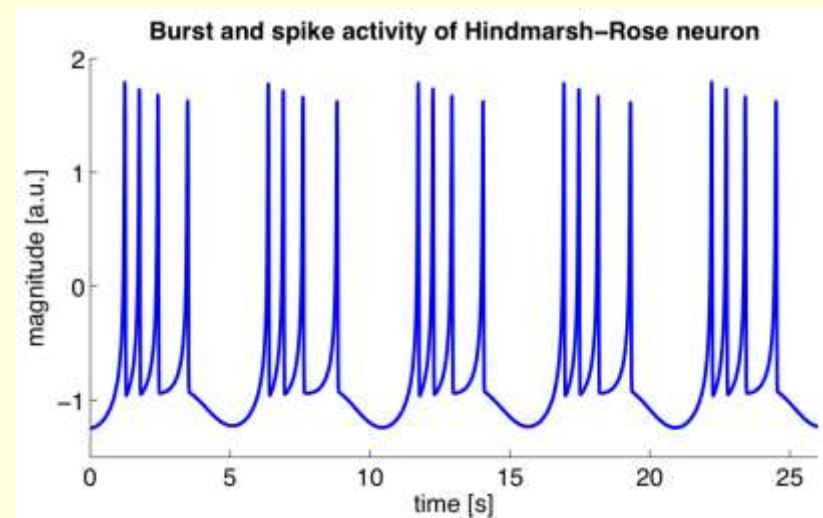
Il suffit que **deux forces s'opposent** pour que le calme plat soit rapidement **remplacé par un rythme**.

Et notre cerveau regorge de forces qui s'opposent, à commencer par les **canaux ioniques** qui **dépolarisent** ou **hyperpolarisent** les neurones.



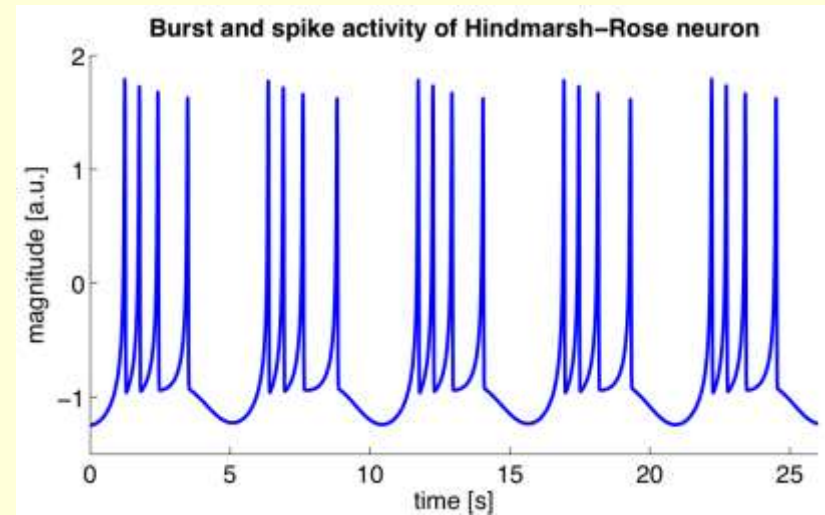
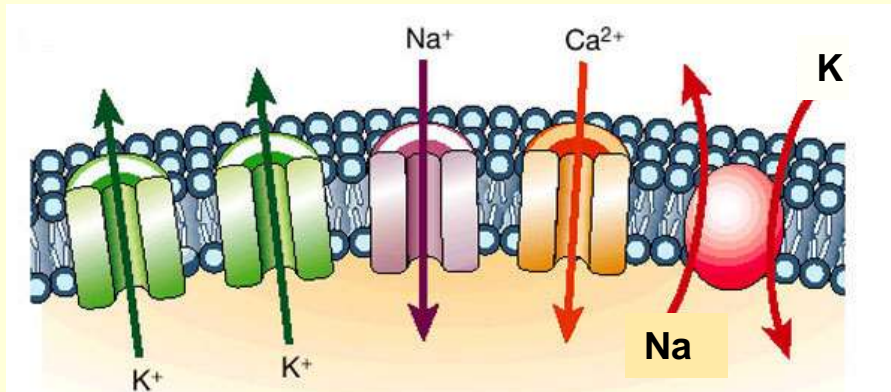
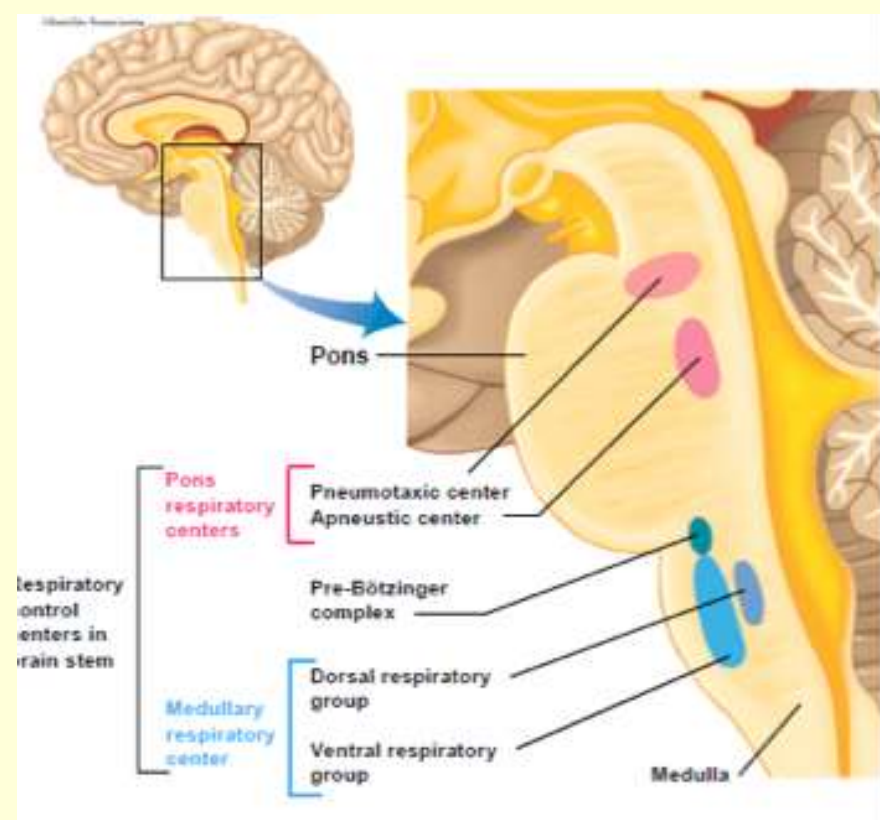
Et c'est ce qui va permettre à de nombreux neurones d'avoir une **activité spontanée**

dont le rythme et la signature varie, mais qui peuvent faire des **bouffées rythmiques**, par exemple.

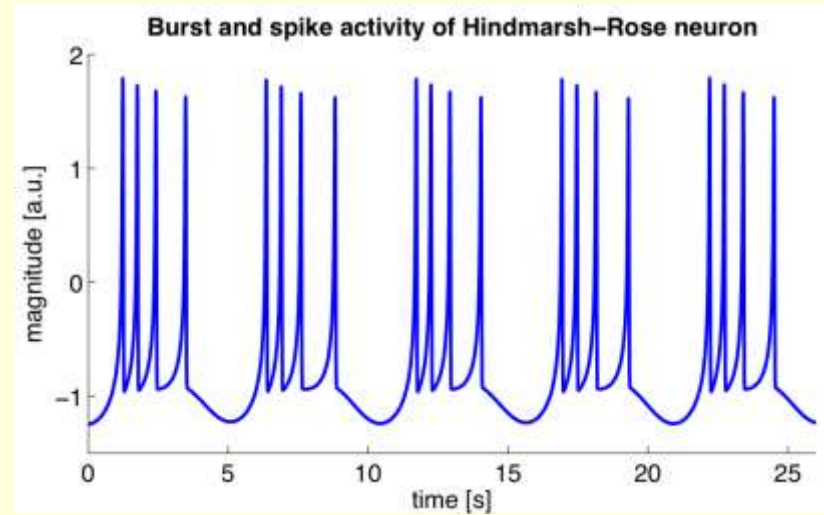
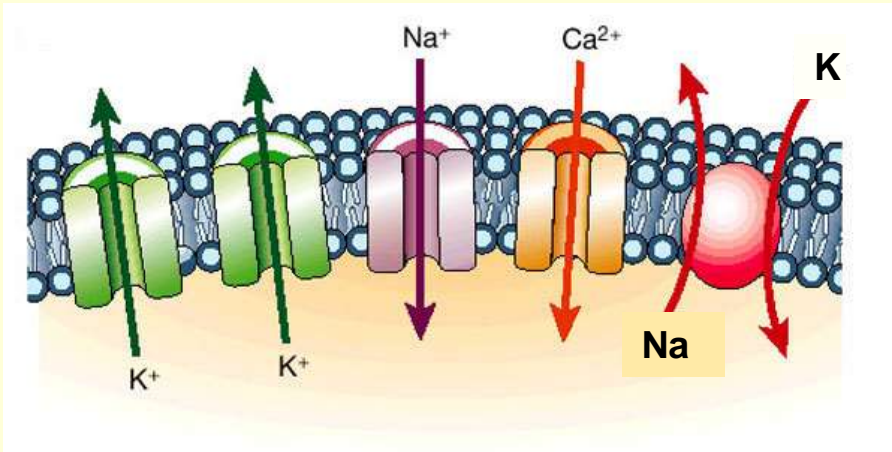




Exemple :  
**les centres respiratoires**  
du tronc cérébral



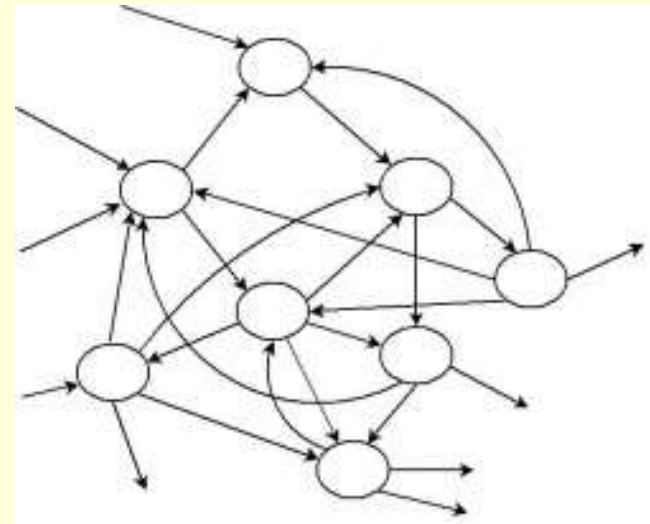
En plus de cette première façon de générer des rythmes par les propriétés **intrinsèque de la membrane** du neurone (« endogenous bursting cells »)



Des rythmes peuvent aussi être générés par les **propriétés du réseau**,

c'est-à-dire par des **boucles**

(excitation-inhibition  
ou inhibition-inhibition)



**b**



Temporally organized spike trains



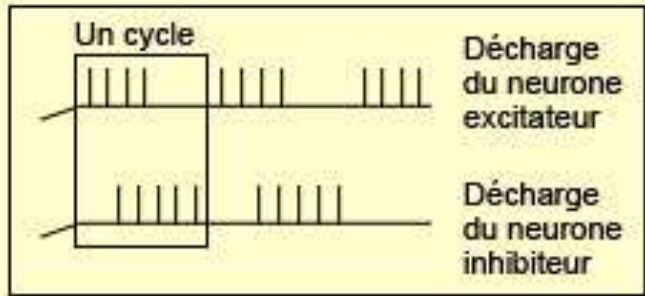
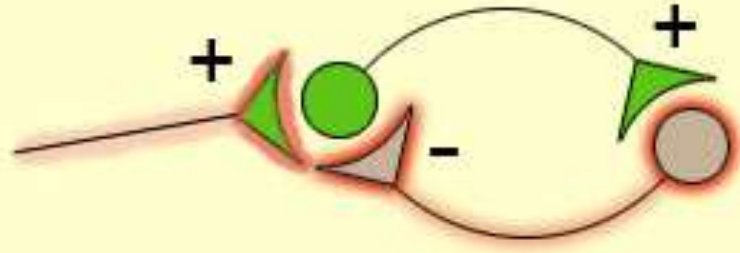
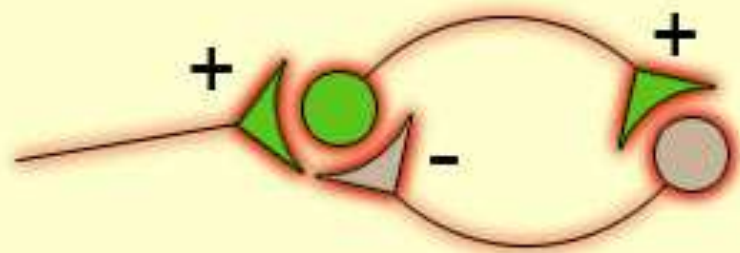
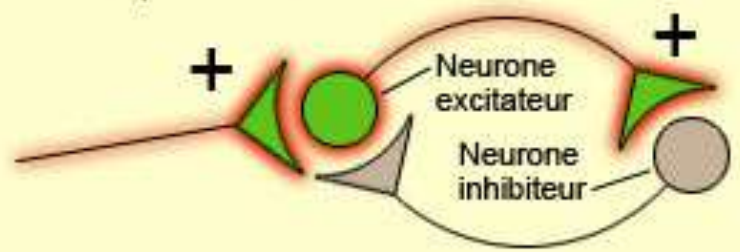
Theta (delta)

Layer IV



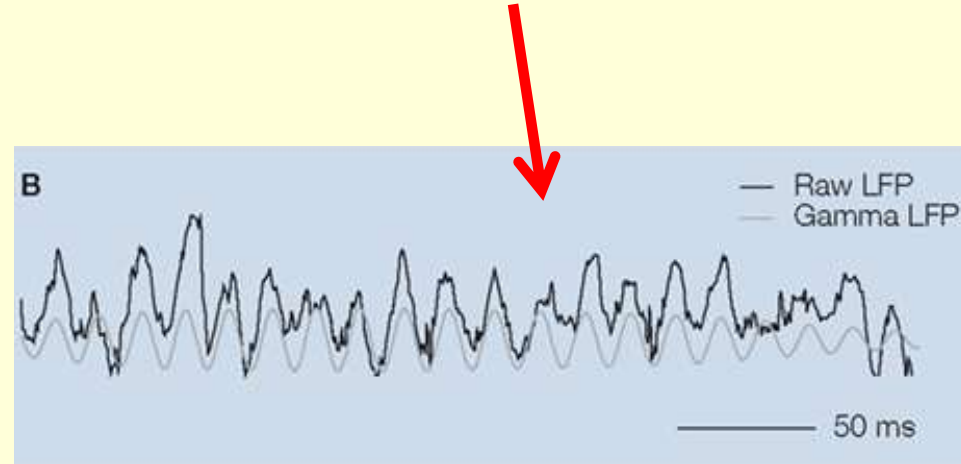
Continuous modulated stimulus-driven spike trains

Afférence excitatrice active en permanence



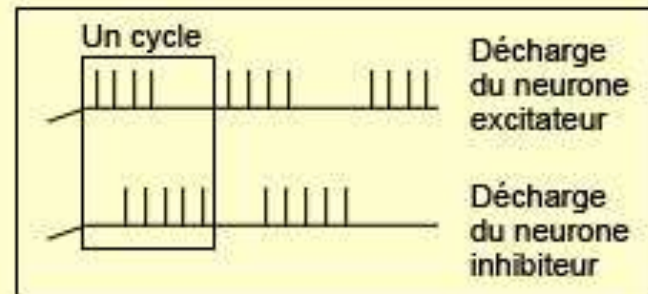
L'équilibre entre l'activité de neurones utilisant des neurotransmetteurs **excitateurs** et **inhibiteurs** est donc primordial pour nos fonctions cognitives car il permet de générer des **patterns d'activité complexes**.

Les deux neurotransmetteurs qui font en quelque sorte le "travail de base" dans le cerveau sont le **glutamate** (excitateur) et le **GABA** (inhibiteur).



Excitation and Inhibition: The Yin and Yang of the Brain

[http://knowingneurons.com/2017/01/25/excitation-inhibition/?ct=t\(RSS\\_EMAIL\\_CAMPAIGN\)](http://knowingneurons.com/2017/01/25/excitation-inhibition/?ct=t(RSS_EMAIL_CAMPAIGN))





## Imagine this:

The pile is built from **glass beads**. The smooth beads do not stick well, and the fragile pile collapses once it reaches a critical mass.

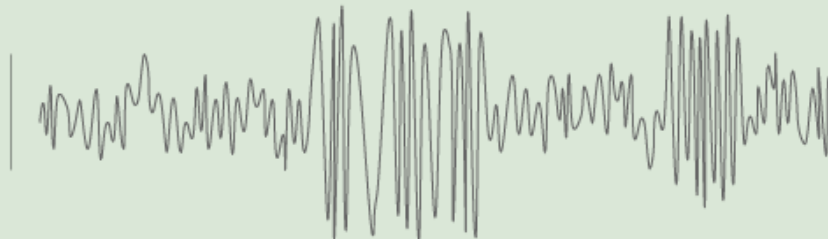


This is analogous to a state of excessive neural **excitation**:

storms of excitatory bursting interrupt complex signaling and form **seizures**.

### excessive neural excitation

electrode



Un cerveau qui serait entièrement dominé par le **glutamate** serait seulement capable de **s'exciter** et de produire des **rafales répétées** d'activité comme lors d'une **crise d'épilepsie**.

## Imagine this:

Now the pile is built from **wet sand**: the wet sand is sticky, resulting in few avalanches as the cohesiveness of the sand is too high.



This is analogous to a state of excessive neural **inhibition**:

excitatory drive cannot overcome the suffocating grip of synaptic inhibition, hampering neural computations that depend on complex signaling.

### excessive neural inhibition

electrode



À l'opposé, un cerveau qui serait entièrement dominé par le **GABA** serait extrêmement silencieux, donc avec **très peu de synchronisation** d'activité possible

(nécessaire pour une communication cérébrale adéquate)

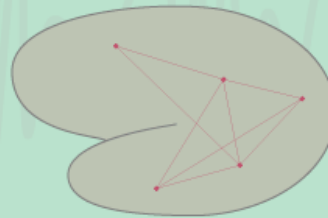
Like a sandpile, the **brain** is balanced at the edge of stability.



Both **excitation** and **inhibition** attract the brain toward distinct patterns of relatively simple activity.

The balance of excitation and inhibition creates a **critical state**.

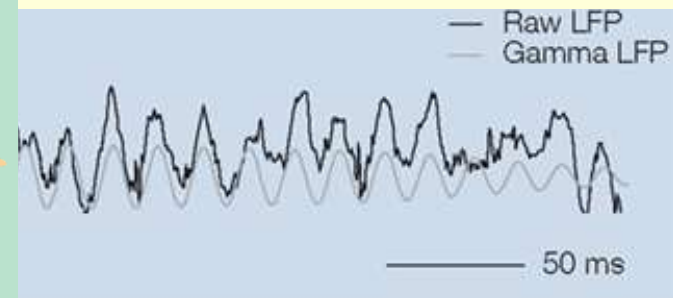
In the critical state, the brain can generate complex **activity** spanning many time scales.

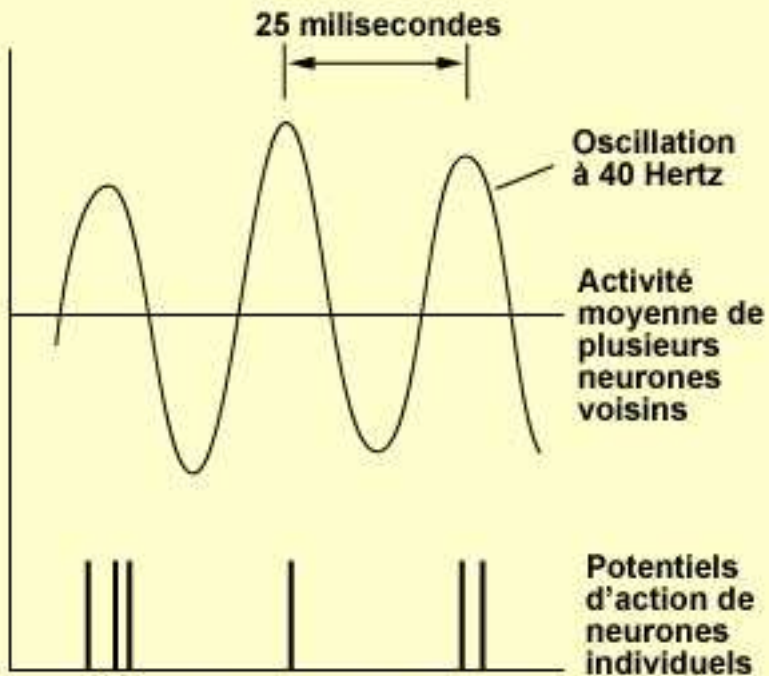


As you build a sandpile, it grows **bigger** until its slope reaches a certain steepness that results in a critical state.



Adding more sand then triggers **avalanches** of many spatial scales, ranging from a few grains to sizable portions of the sandpile itself.





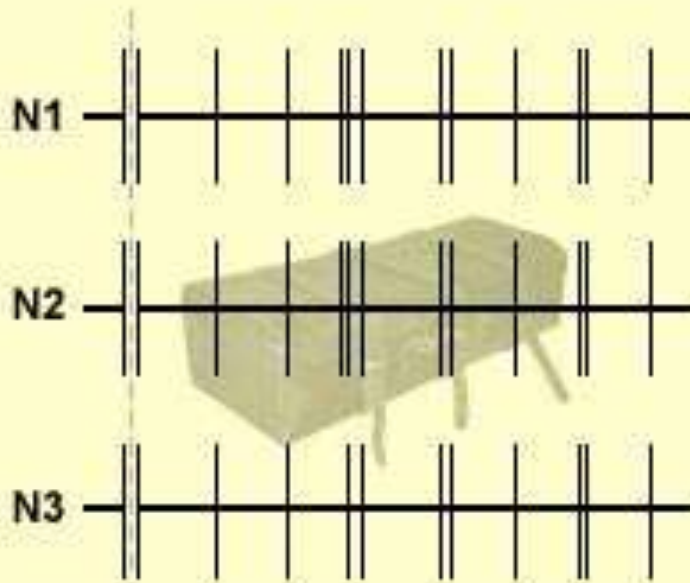
## Oscillations

(selon un certain rythme  
(en Hertz))

et

**Synchronisation**  
(activité simultanée)

sont des phénomènes  
différents mais souvent  
liées !

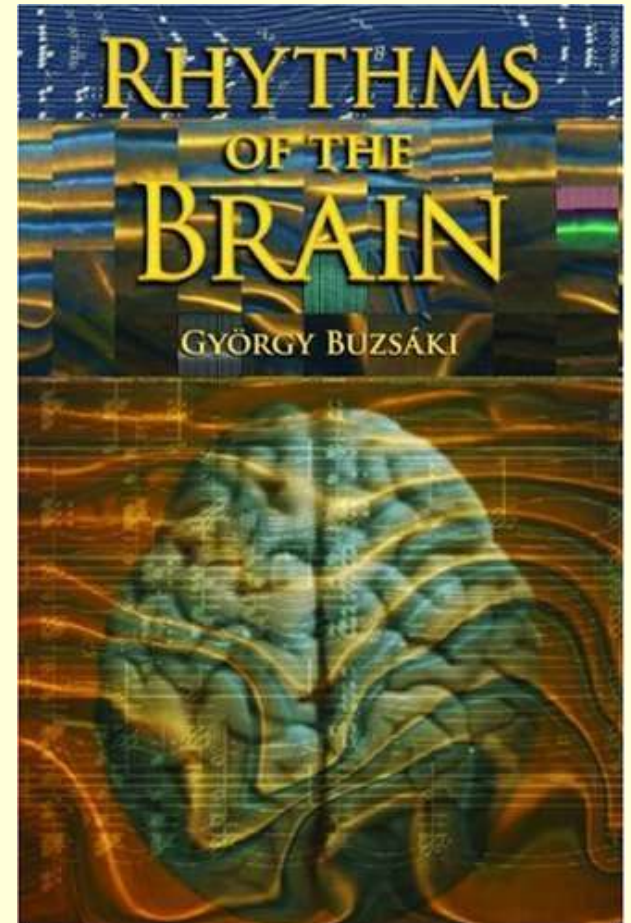




Il fut un temps, pas si lointain dans l'histoire des neurosciences, où le caractère chaotique de l'ensemble de ces oscillations, **associé à du bruit de fond**, était peu considéré, voire ramené à un épiphénomène sans importance.

**Cette époque est toutefois bien révolue.**

En effet, la dimension temporelle de l'activité cérébrale qui se traduit par ces rythmes cérébraux est maintenant au cœur des travaux dans des champs de recherche complexes comme le sommeil ou la conscience.



**György Buzsáki - My work**

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

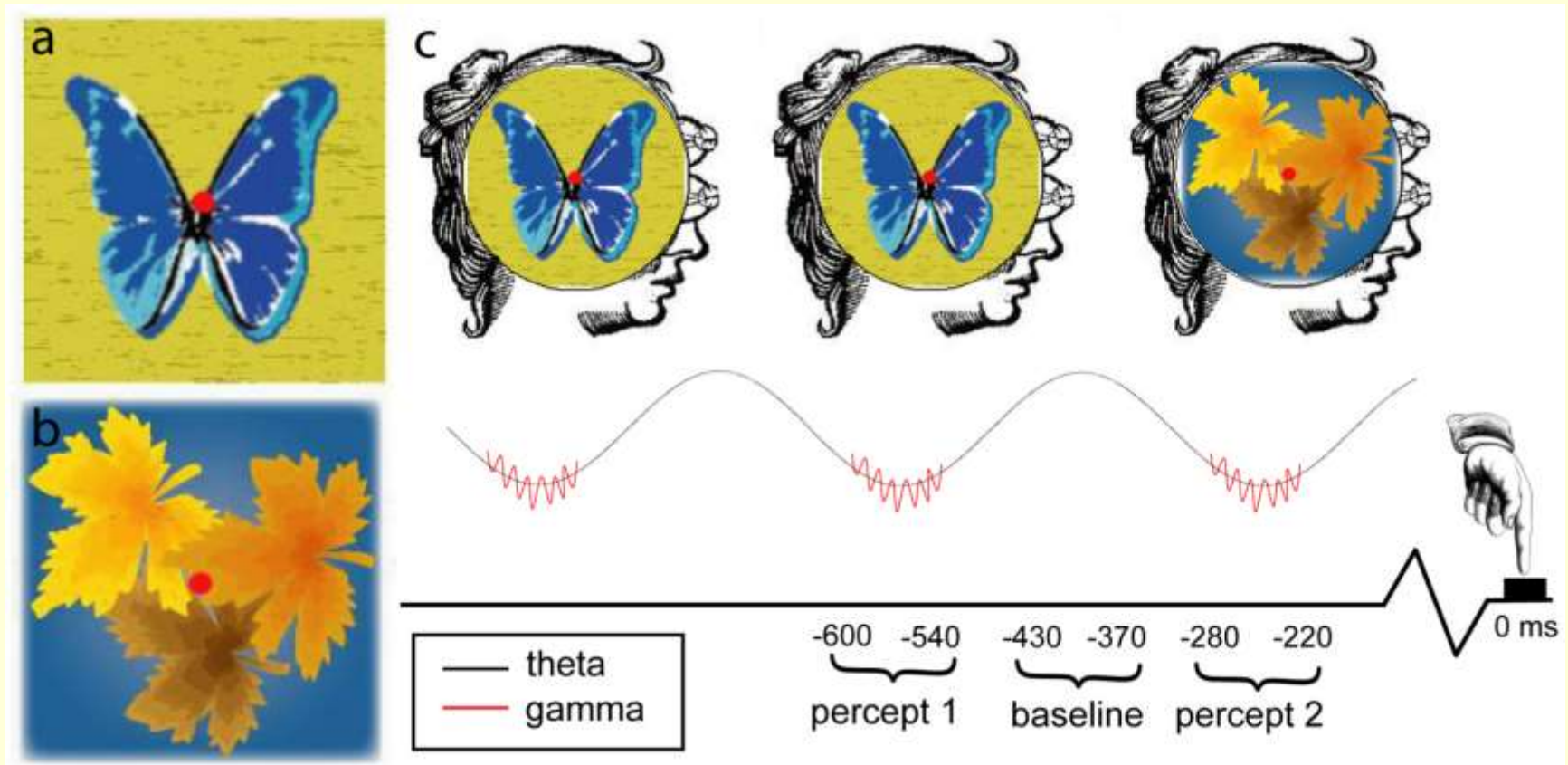
(2:00 à 4:30)

## Rôles fonctionnels possibles des oscillations:

- **lier** différentes propriétés d'un même objet ("binding problem")
- **contrôler** le flux d'information dans certaines régions



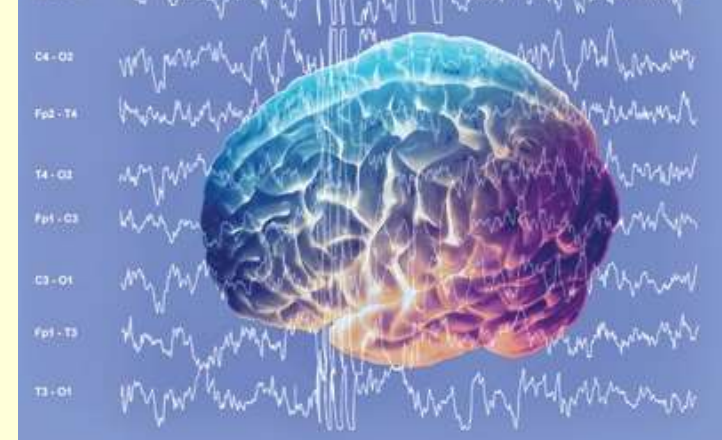
On peut créer une rivalité binoculaire en regardant dans des oculaires qui donnent à voir une **image différente pour chaque oeil**. Dans ces conditions, la perception subjective du sujet **va osciller entre deux états** : il verra tantôt le stimulus présenté à l'œil gauche, tantôt celui présenté à l'œil 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.

## Rôles fonctionnels possibles des oscillations:

- **lier** différentes propriétés d'un même objet ("binding problem")
- **contrôler** le flux d'information dans certaines régions
- **créer des fenêtres temporelles** où certains phénomènes sensible à la synchronisation d'activité (comme la PLT, avec son récepteur NMDA aux propriétés si particulières) peuvent se produire (par sommation temporelle, etc.), et d'autre où ils ne peuvent pas.



Également, si le potentiel de membrane d'un neurone oscille, il y aura des moments où c'est plus facile pour lui d'atteindre le seuil de déclenchement d'un potentiel d'action (dépolariation) et d'autres moins (hyperpolarisation) **favorisant par exemple certaines perceptions.**

# Lien oscillation - synchronisation

Les **oscillations** sont une façon très **économique** pour le cerveau de favoriser une synchronisation d'activité neuronale **soutenue**, rappelle György Buzsáki.

**Car lorsque deux populations de neurones oscillent au même rythme**, il devient beaucoup **plus facile** pour elles de synchroniser un grand nombre d'influx nerveux en **adoptant simplement la même phase** dans leur oscillation.

Du coup, ce sont des assemblées de neurones entières qui **se « reconnaissent et se parlent »**.

Brain Science Podcast #31: Brain Rhythms with György Buzsáki

<http://brainsciencepodcast.com/bsp/brain-science-podcast-31-brain-rhythms-with-gyorgy-buzsaki.html>



# Plan (suite)

## **Bloc 3 de 4 : Les hauts et les bas de l'histoire de notre « cerveau-corps »**

L'engramme mnésique à de multiples niveaux

Mécanismes de sélection d'engrammes : la neuromodulation cérébrale

« Neuro-hormones » : de la neuromodulation à l'échelle du corps

Aux origines des émotions : les neurosciences affectives

Le cas du stress chronique

Le cas de l'effet placebo

## **Bloc 4 de 4 : Nous sommes une « machine à faire des prédictions »**

L'activité dynamique endogène du cerveau

Le cas du sommeil

Mécanisme de sélection d'engrammes : les rythmes cérébraux

**De vastes réseaux fonctionnels transitoires à l'échelle du cerveau**

Synchronisation d'activité et consolidation

mnésique durant le sommeil

Perte de conscience durant le sommeil

La perception consciente dans un monde ambigu

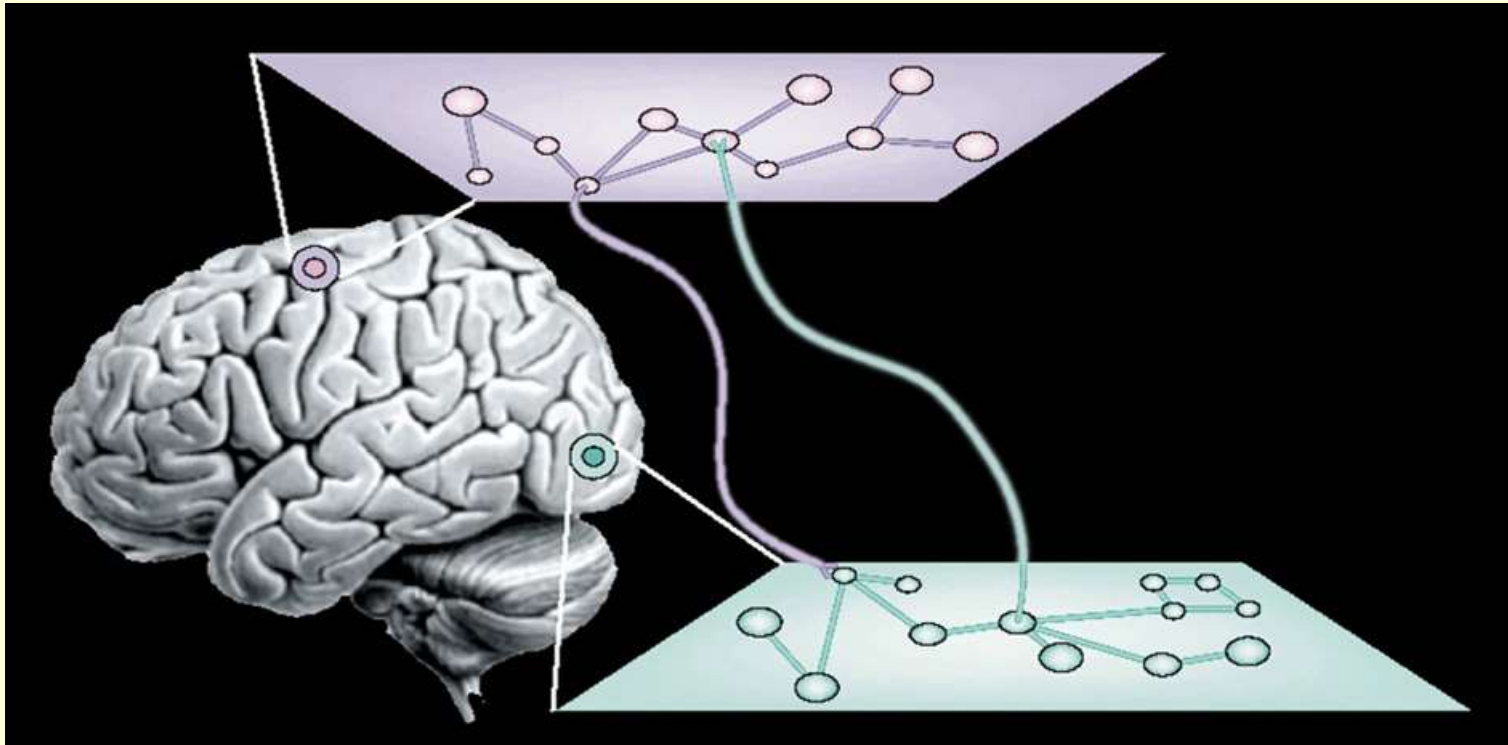
Le grand cadre théorique du « cerveau prédictif »

L'attention, l'imagination et la compréhension sous l'angle du « cerveau prédictif »

# La connectivité fonctionnelle

(fcMRI ou rs-fcMRI (pour « resting state » fcMRI)) entre différentes régions du cerveau :

en mesurant les fluctuations spontanées à basse fréquence  
du signal BOLD,

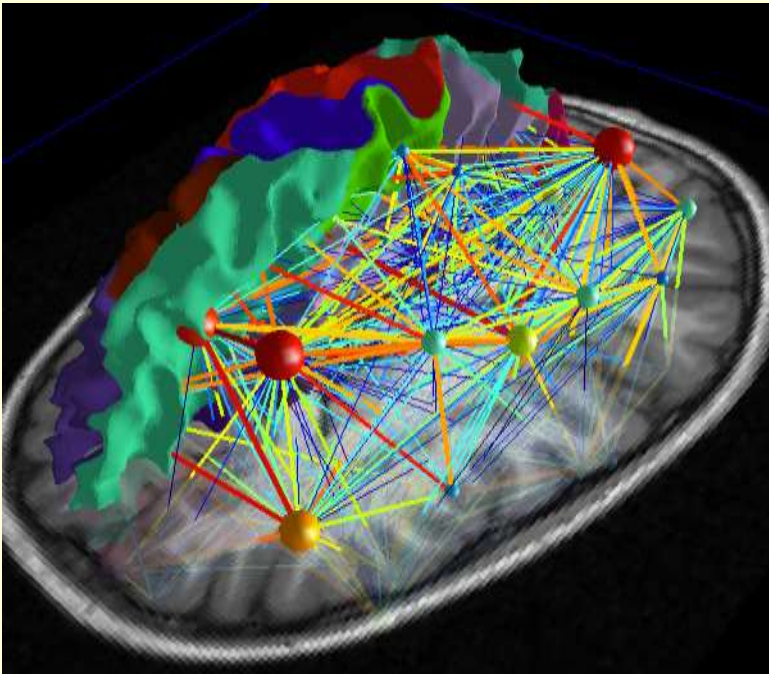


# La connectivité fonctionnelle

(fcMRI ou rs-fcMRI (pour « resting state » fcMRI)) entre différentes régions du cerveau :

en mesurant les fluctuations spontanées à basse fréquence du signal BOLD,

on tente d'identifier des régions qui fluctuent au même rythme et en phase et qui ont ainsi naturellement tendance à « **travailler ensemble** ».



<http://lts5www.epfl.ch/diffusion>

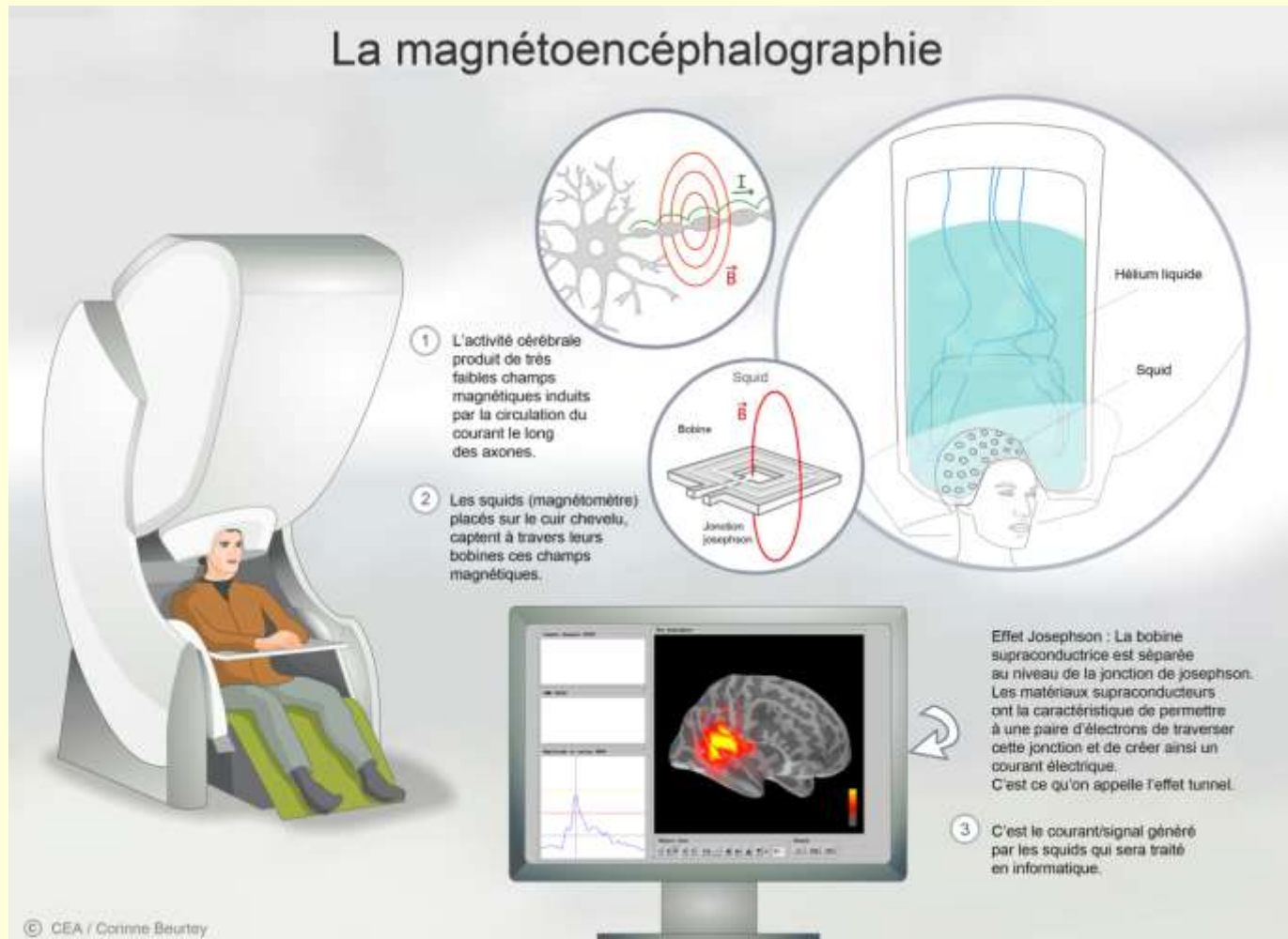


Neuroimage. 2011 Jun 1; 56(3): 1082–1104.

## Measuring functional connectivity using MEG: Methodology and comparison with fcMRI

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3224862/>

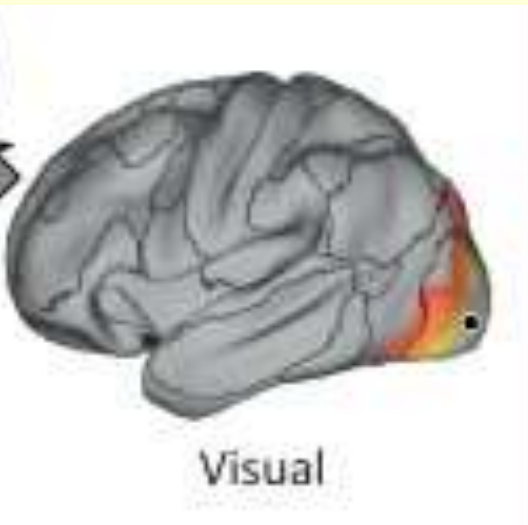
→ on peut le  
faire avec  
les deux  
techniques.





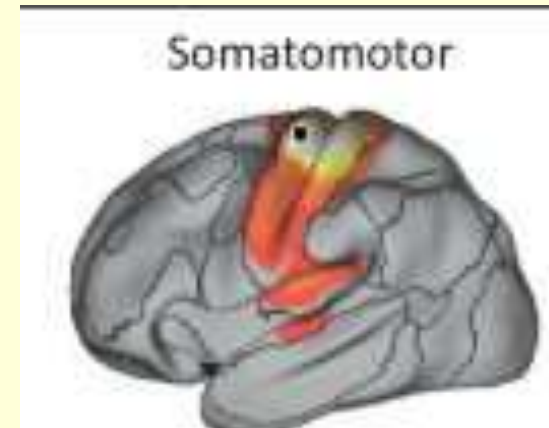
## fc-IRM :

Comment ça marche et qu'observe-t-on ?



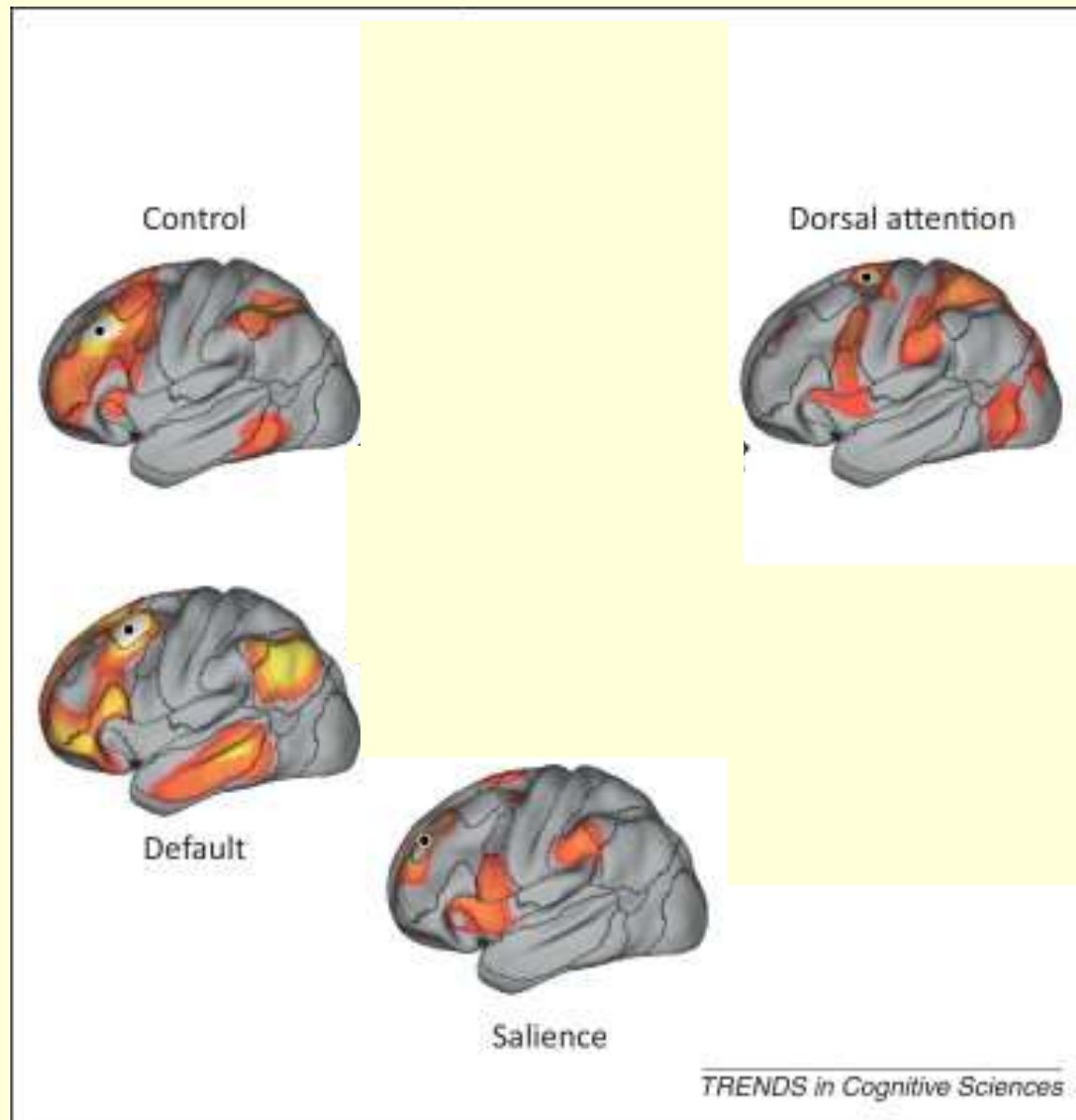
Si la « région semence » est placée dans les zones sensorielles et motrices **primaires**,

les réseaux obtenus affichent une **connectivité largement locale** (réseaux visuels et sensorimoteurs).



Mais si la « région semence » est placée dans les zones associatives, on observe des **réseaux distribués à l'échelle du cerveau entier**.

Et plus un comportement peut être considéré comme **nouveau ou récent** d'un point de vue évolutif, plus ce domaine cognitif utilise des circuits **répartis dans un réseau plus large** que les fonction plus anciennes (sensori-motrice, par exemple).



Mapping Functionally Related Regions of Brain with Functional Connectivity MR Imaging (2000)

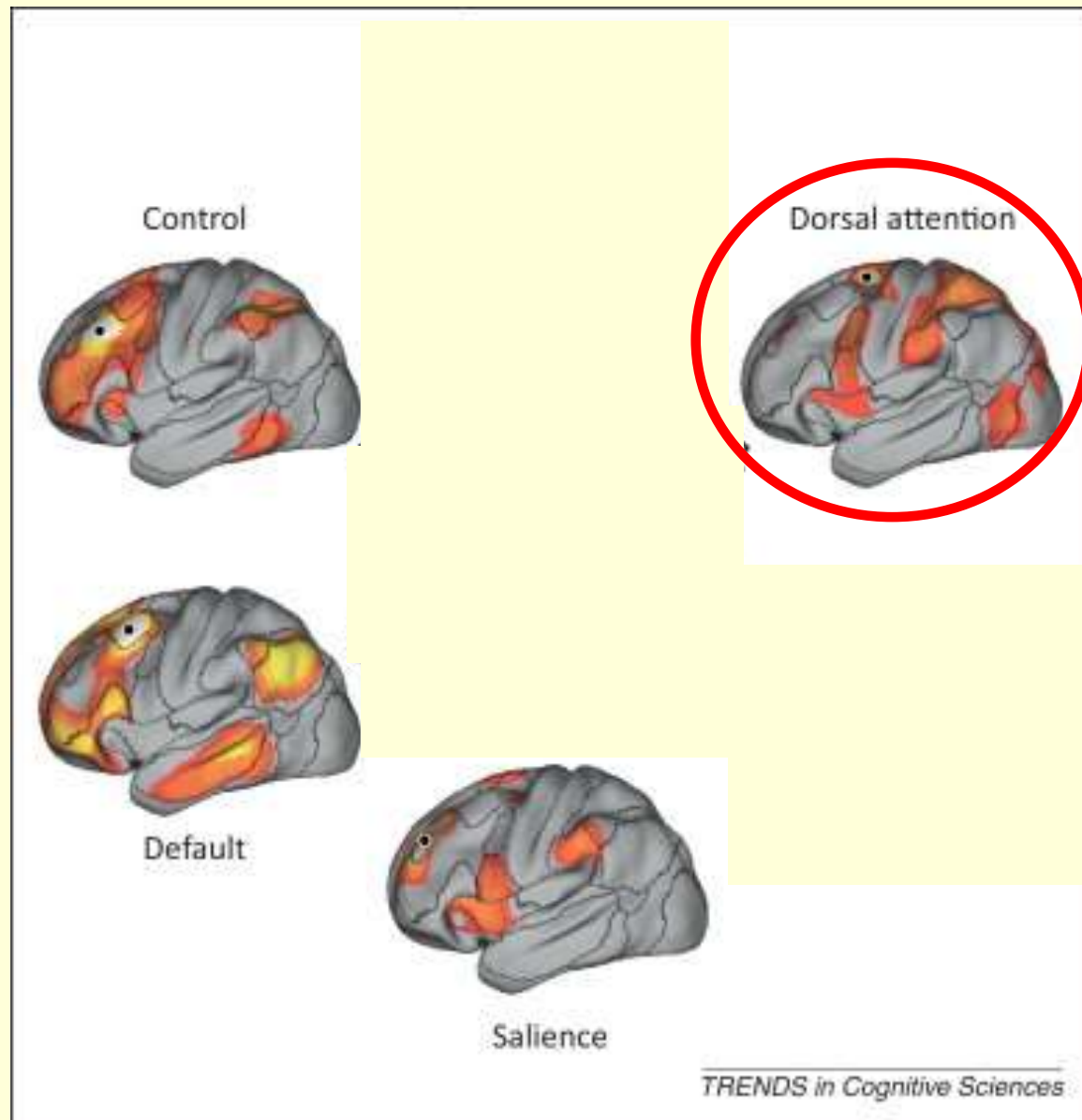
<http://www.ajnr.org/content/21/9/1636.full>

**The evolution of distributed association networks in the human brain**, Randy L. Buckner & Fenna M. Krienen, Trends in Cognitive Sciences, Vol. 17, Issue 12, 648-665, **13 November 2013**

Plus quelque chose émerge **tard** dans l'évolution, plus il y a de chance qu'il y ait déjà de nombreux éléments déjà utiles qui existent et qui sont **répartis un peu partout** dans différentes régions du cerveau.

Et ce sont donc ces régions différentes **qu'il faudra relier entre elles** pour faire émerger le nouveau processus cognitif.

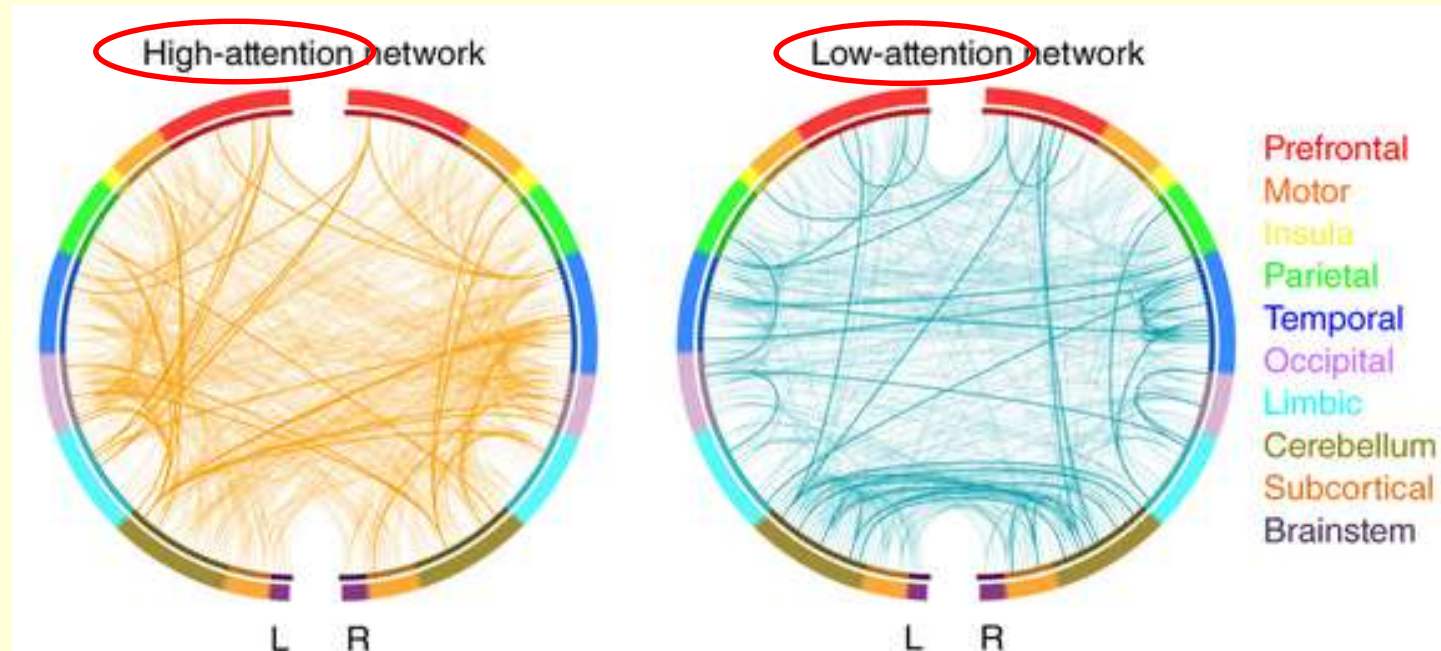
Les réseaux associés au langage sont **les plus dispersés** que l'on connaisse, suivi (par ordre décroissant) par le raisonnement, la mémoire, l'émotion, l'imagerie mentale, la perception visuelle, l'action, etc.



**The evolution of distributed association networks in the human brain**, Randy L. Buckner & Fenna M. Krienen, *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 17, Issue 12, 648-665, **13 November 2013**

# A neuromarker of sustained attention from whole-brain functional connectivity

Nature  
Neuroscience 19,  
165–171 (2016)  
<http://www.nature.com/neuro/journal/v19/n1/full/nn.4179.html>



**Des « signatures » de réseaux construits à partir des patterns de connectivité de cerveau d'individus plus ou moins bons pour soutenir leur attention.**

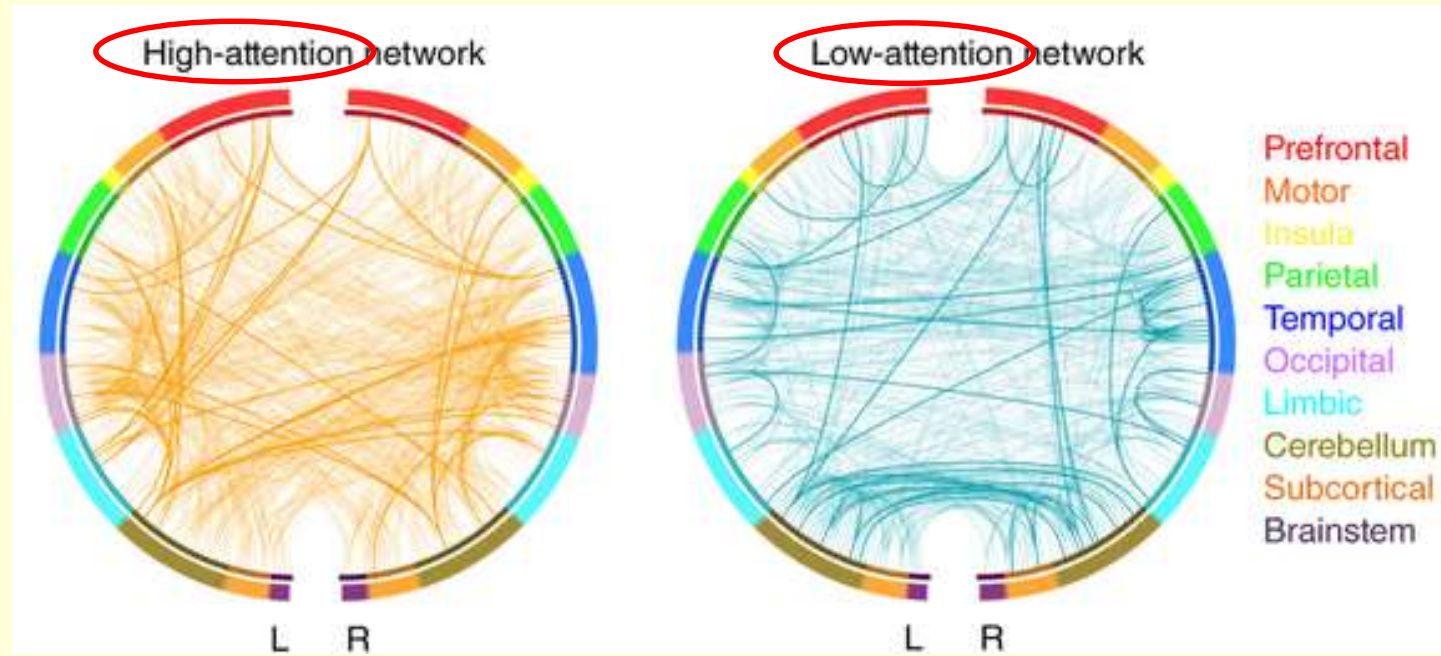
Ça veut dire qu'on peut analyser le pattern de connectivité fonctionnelle de votre cerveau (voir quelles régions ont tendance à « travailler ensemble »), et ensuite prédire à quel point vous allez être capable de soutenir votre attention dans une tâche d'attention subséquente !



# A neuromarker of sustained attention from whole-brain functional connectivity

Nature  
Neuroscience 19,  
165–171 (2016)

<http://www.nature.com/neuro/journal/v19/n1/full/nn.4179.html>

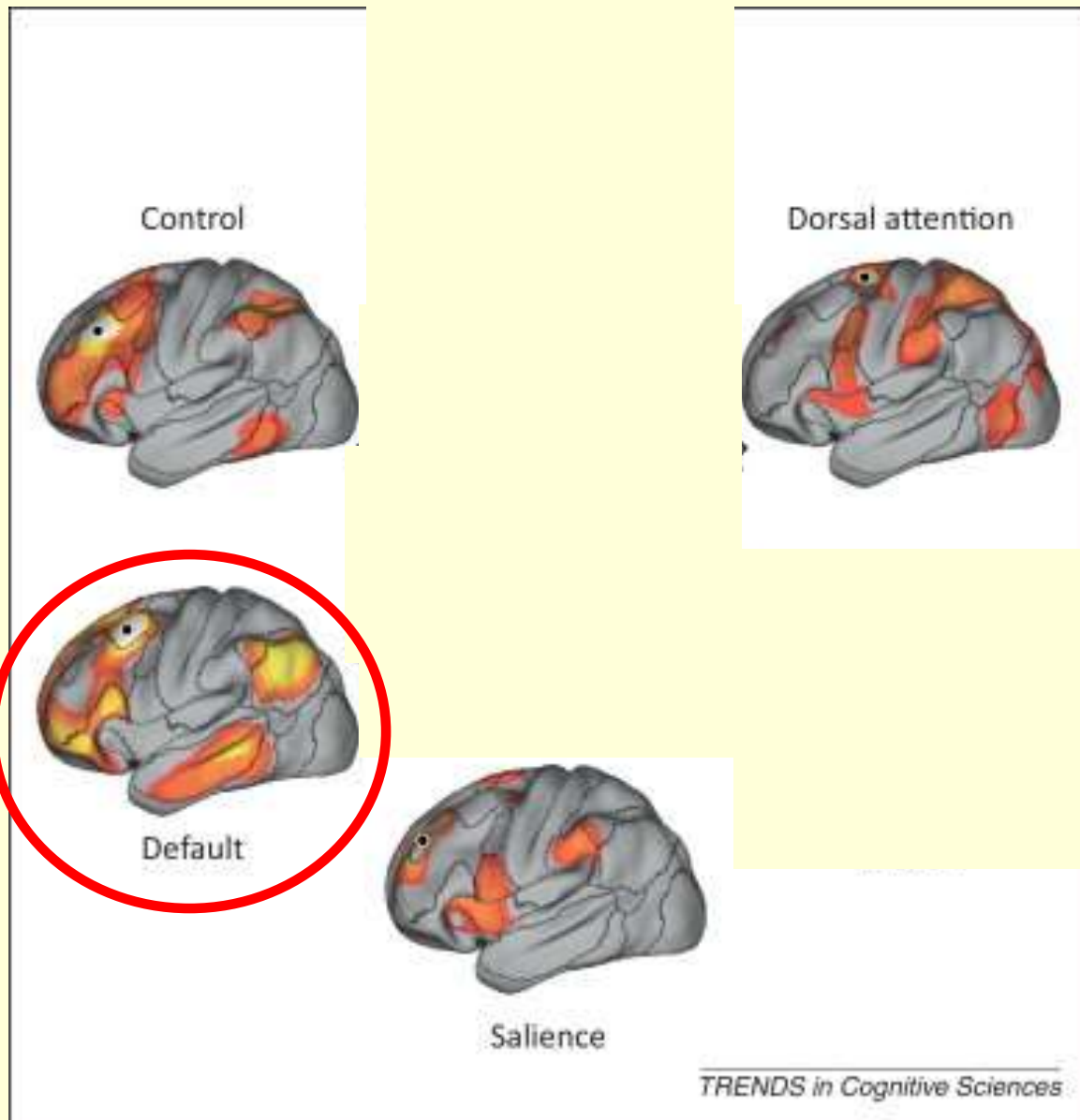


**Le BLOGUE** du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Lundi, 15 février 2016

Des prédictions étonnantes basées sur la connectivité cérébrale

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2016/02/15/5126/>



**The evolution of distributed association networks in the human brain**, Randy L. Buckner & Fenna M. Krienen, Trends in Cognitive Sciences, Vol. 17, Issue 12, 648-665, [13 November 2013](#)

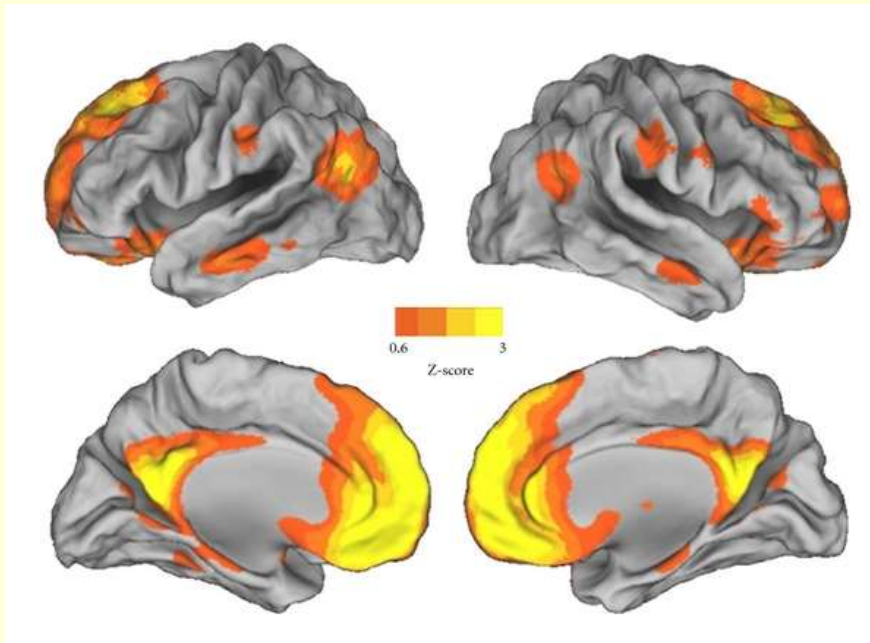
# **A default mode of brain function** (ou « intrinsic-connectivity networks »)

**Raichle** et ses collègues ont renversé la perspective jusque-là admise :

au lieu de voir ces régions comme étant désactivées durant les tâches,

ils les ont considéré comme étant **plus actives** quand les sujets ne **faisaient aucune tâche**.

Et on a par la suite confirmé que ces régions du réseau du mode par défaut sont **connectées anatomiquement** [ **2009** ].



## **Two views of brain function**

<http://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/fulltext/S1364-6613%2810%2900029-X>

## **Common blood flow changes across visual tasks: II. Decreases in cerebral cortex.**

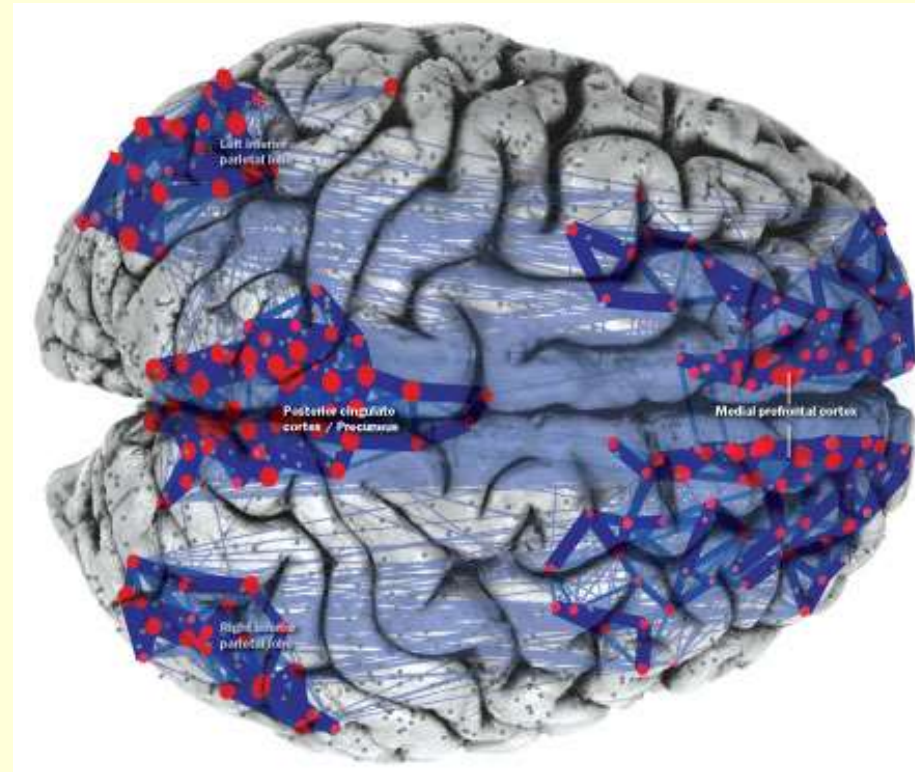
Shulman, G.L. et al. J. Cogn. Neurosci. **1997**; 9: 648–663

**A default mode of brain function.** Raichle, M.E. et al. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. **2001**; 98: 676–682

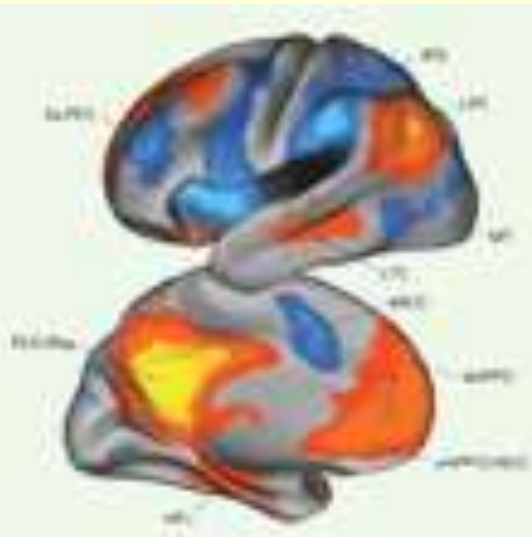
# Réseau du mode par défaut

Les régions impliquées dans ce circuit sont déjà connues pour être plus actives quand :

- notre esprit vagabonde (quand on est « dans la lune »);
- lorsqu'on évoque des souvenirs personnels;
- qu'on essaie de se projeter dans des scénarios futurs;
- ou de comprendre le point de vue des autres.







Lundi, 29 septembre 2014

## Qu'est-ce qui détermine « ce qui nous trotte dans la tête » ?

On se trouve souvent dans **deux grands états mentaux qui s'opposent** et sont, d'une certaine façon, mutuellement exclusifs.

Soit nous sommes envahis par les innombrables stimuli de notre environnement (et ils sont fort nombreux à l'heure des téléphones intelligents et des réseaux sociaux) et notre **réseau du mode par défaut** nous repasse ensuite des extraits de ce film de notre vie personnelle et sociale quand il est moins sollicité.



Default

Dorsal attention



Ou soit, par l'entremise fréquente de régions frontales de notre cortex, nous concentrons notre **attention** sur une tâche cognitive pour la résoudre.

Et ce que l'on observe c'est :

une **anti-corrélation** entre les activités de ces deux systèmes qui est visible dans leur activité spontanée au repos,

### Two views of brain function

Marcus Raichle (2010)

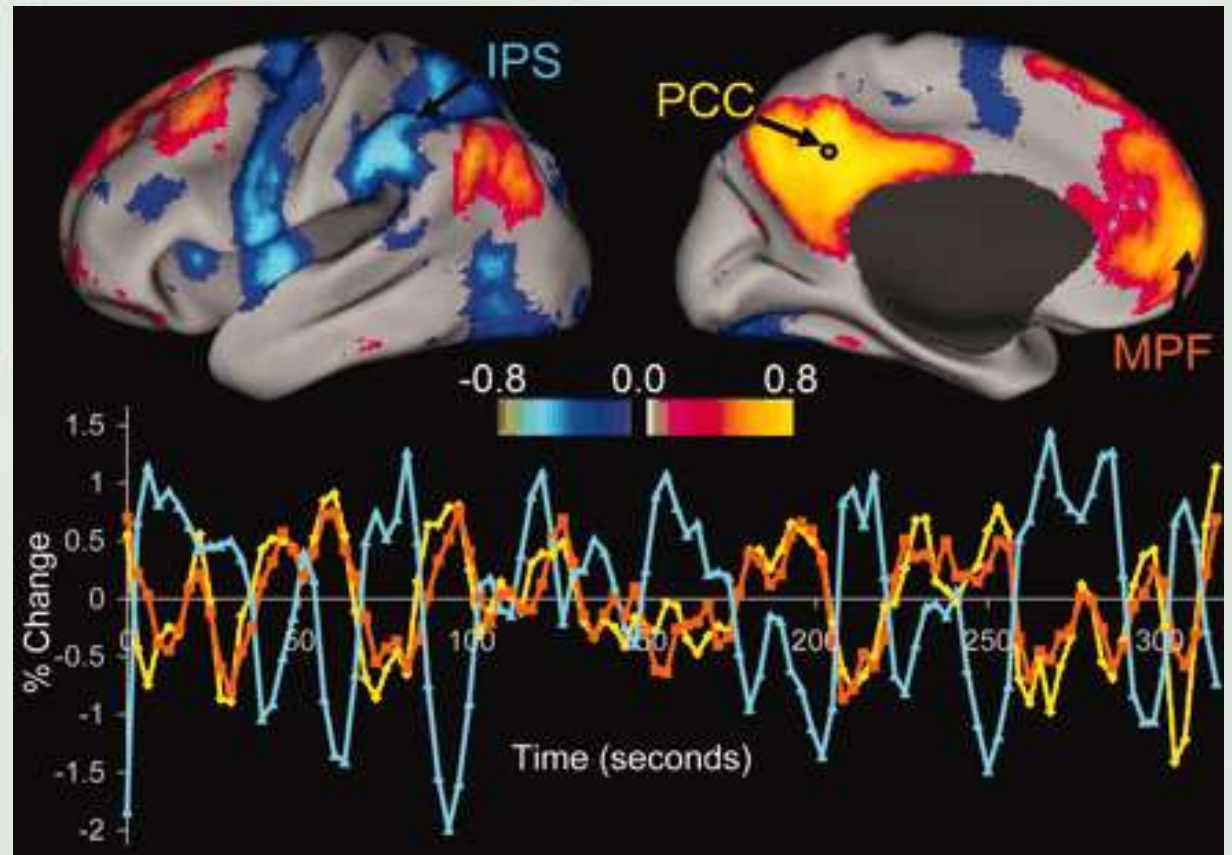
<http://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/fulltext/S1364-6613%2810%2900029-X>

The human brain is intrinsically organized into dynamic, anticorrelated functional networks

Fox et al (2005) PNAS

<http://www.pnas.org/content/102/27/9673.full>

« idées noires » ?



Modèles impliquant le réseau du mode par défaut en psychiatrie  
**pour la dépression :**

## **Depressive Rumination, the Default-Mode Network, and the Dark Matter of Clinical Neuroscience**

J. Paul Hamilton, Madison Farmer, Phoebe Fogelman, Ian H. Gotlib

**February 24, 2015**

<http://www.biologicalpsychiatryjournal.com/article/S0006-3223%2815%2900143-2/abstract>

## **Default mode network mechanisms of transcranial magnetic stimulation in depression.**

Liston C, Chen AC, Zebley BD, Drysdale AT, Gordon R, Leuchter B, Voss HU, Casey BJ, Etkin A, Dubin MJ.

**2014 Feb 5.**

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24629537>



# Plan (suite)

## **Bloc 3 de 4 : Les hauts et les bas de l'histoire de notre « cerveau-corps »**

L'engramme mnésique à de multiples niveaux

Mécanismes de sélection d'engrammes : la neuromodulation cérébrale

« Neuro-hormones » : de la neuromodulation à l'échelle du corps

Aux origines des émotions : les neurosciences affectives

Le cas du stress chronique

Le cas de l'effet placebo

## **Bloc 4 de 4 : Nous sommes une « machine à faire des prédictions »**

L'activité dynamique endogène du cerveau

Le cas du sommeil

Mécanisme de sélection d'engrammes : les rythmes cérébraux

De vastes réseaux fonctionnels transitoires à l'échelle du cerveau

**Synchronisation d'activité et consolidation  
mnésique durant le sommeil**

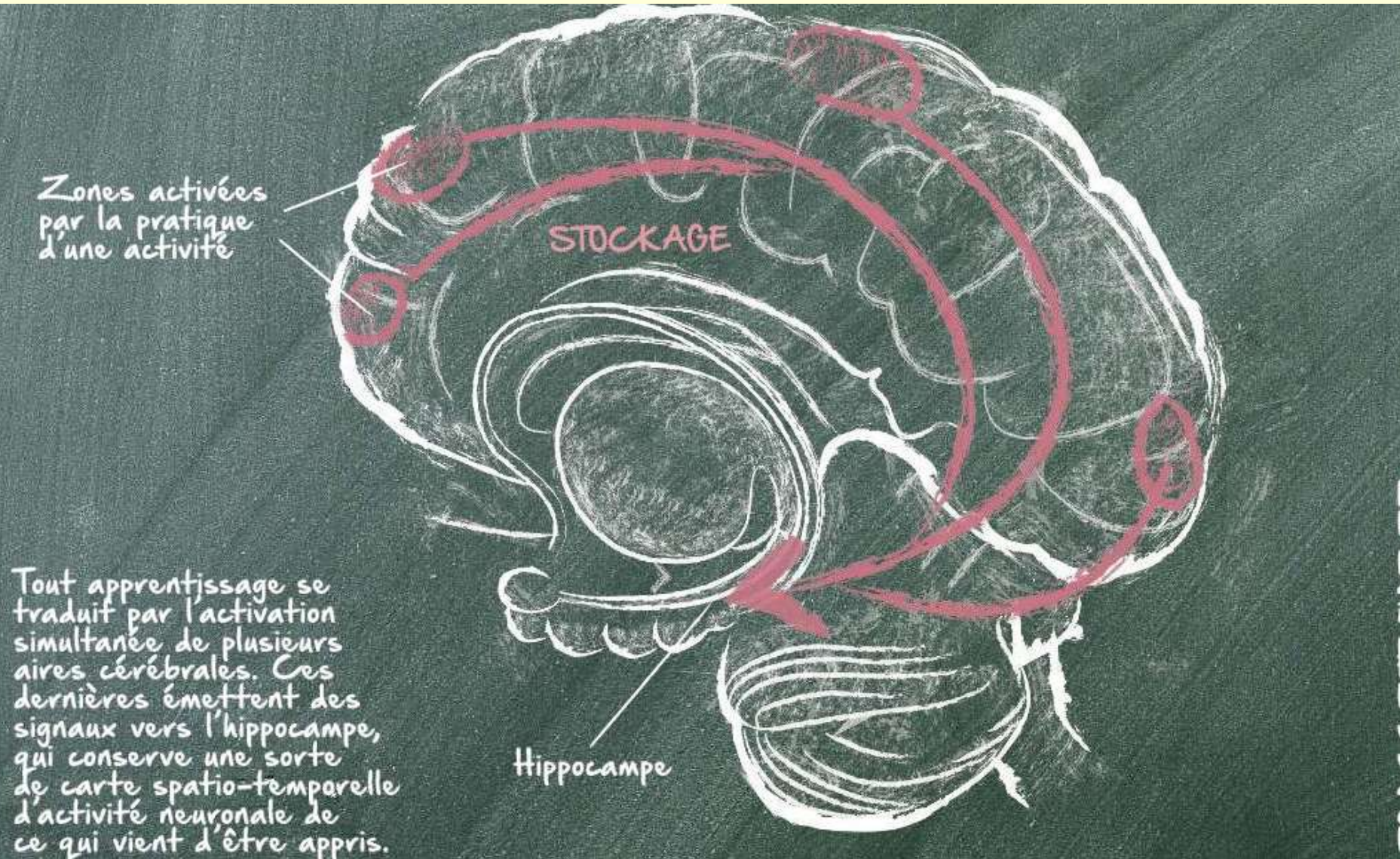
Perte de conscience durant le sommeil

La perception consciente dans un monde ambigu

Le grand cadre théorique du « cerveau prédictif »

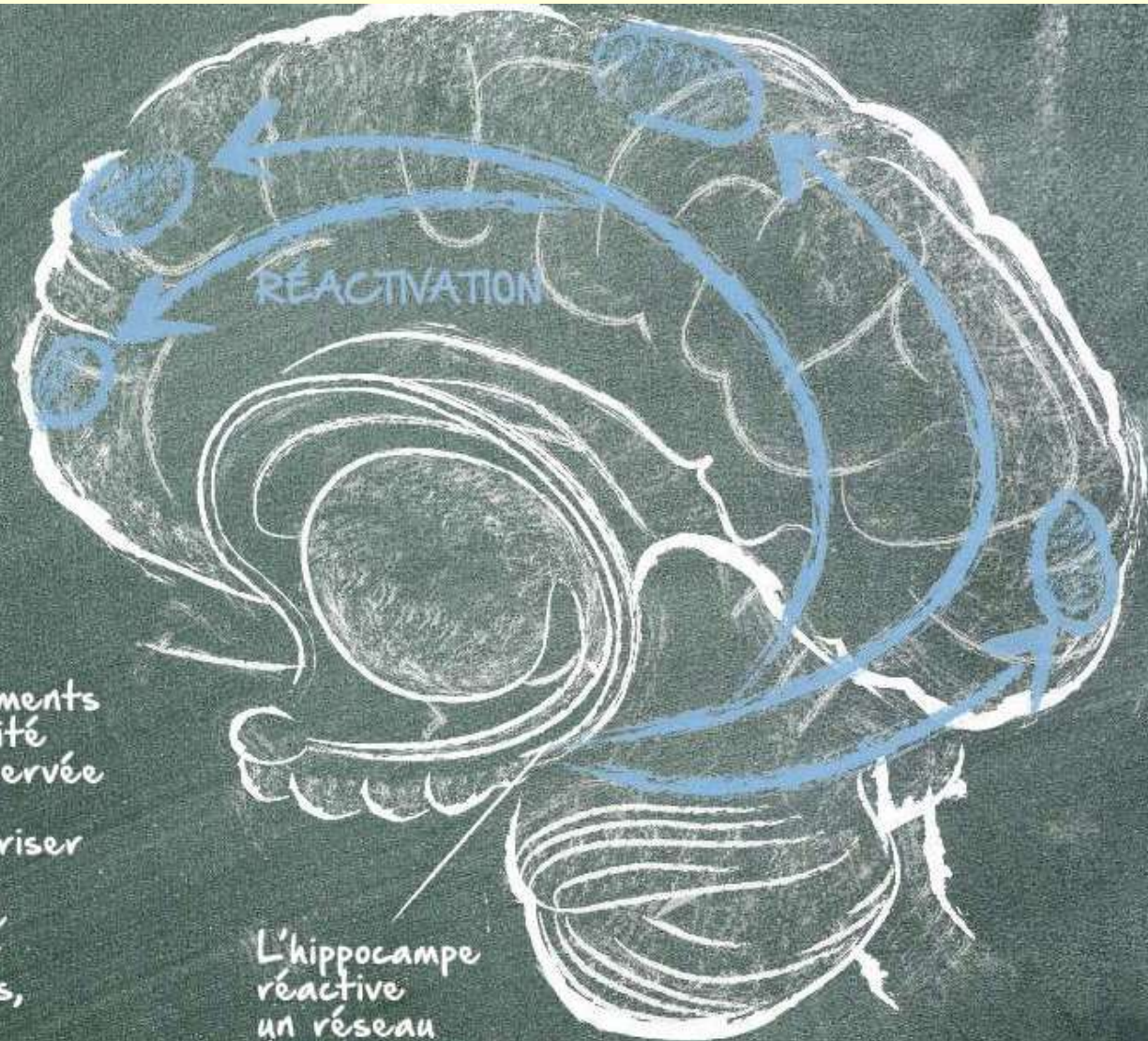
L'attention, l'imagination et la compréhension sous l'angle du « cerveau prédictif »

## Les apprentissage du jour...





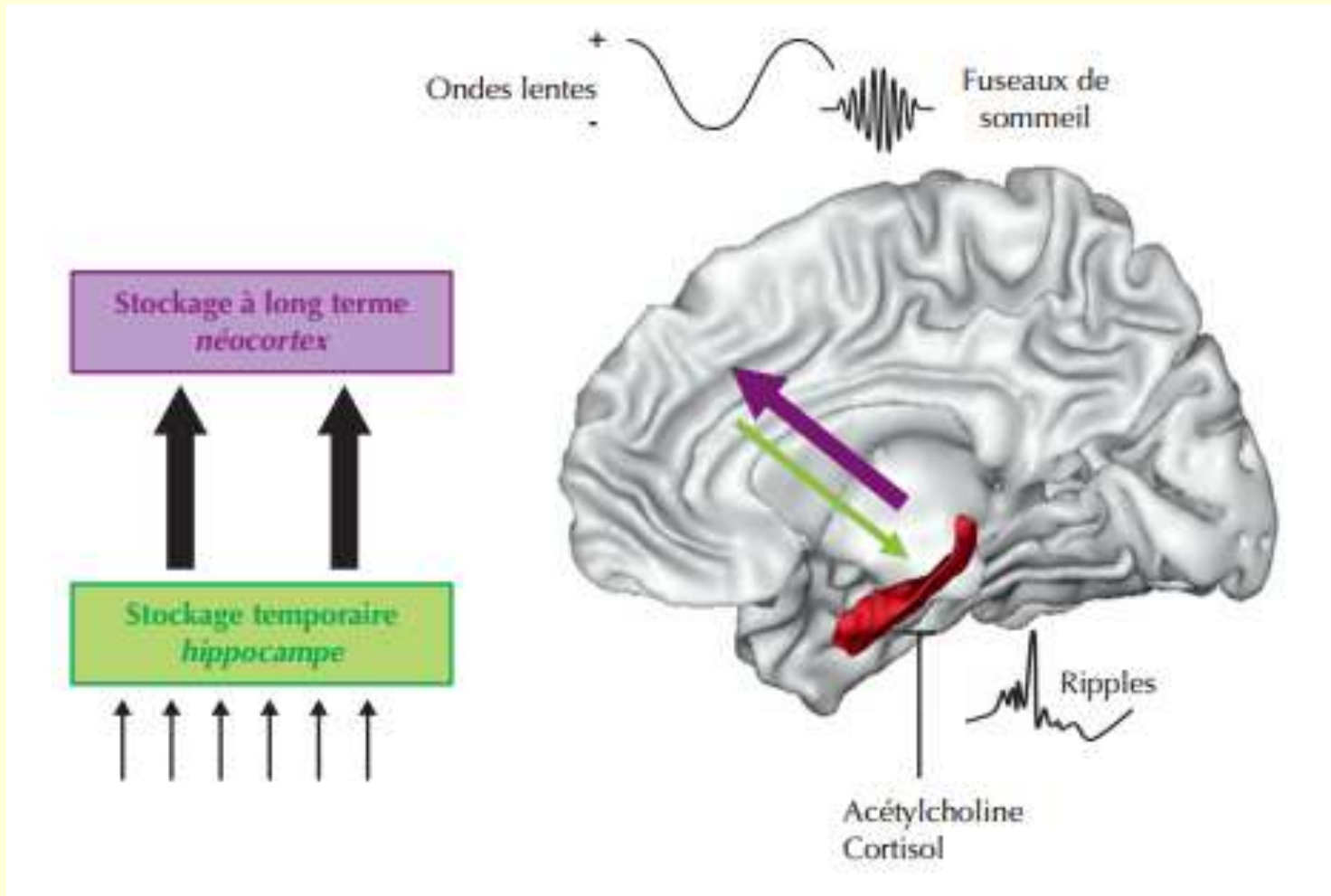
Les apprentissages du jour... sont **réactivés et consolidés** la nuit.



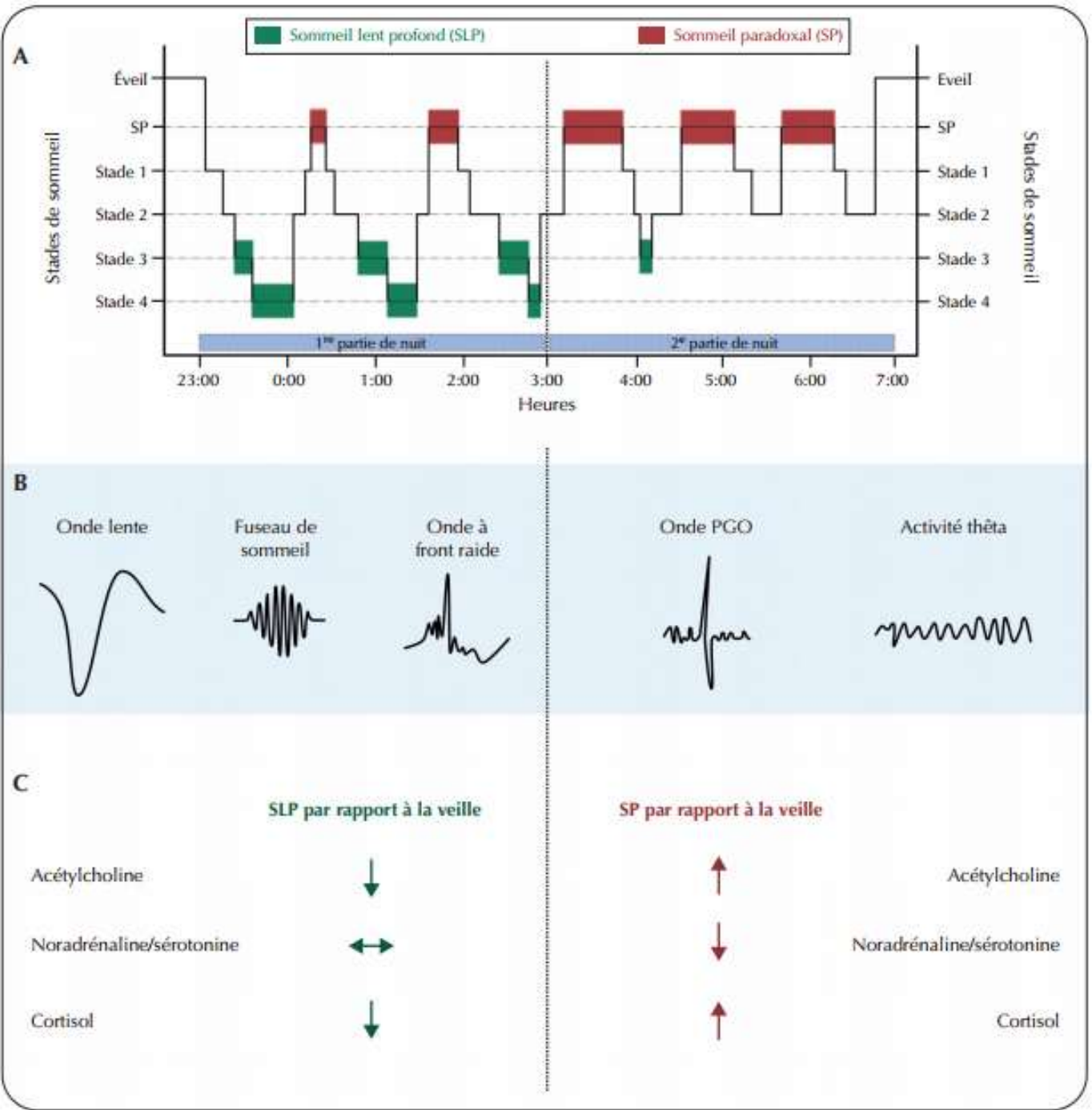
Loin d'être inactif, le cerveau affiche pendant certains moments du sommeil une activité identique à celle observée pendant la veille. En effet, pour mémoriser les apprentissages récents, l'hippocampe réactive les réseaux de neurones impliqués, ce qui consolide l'apprentissage.

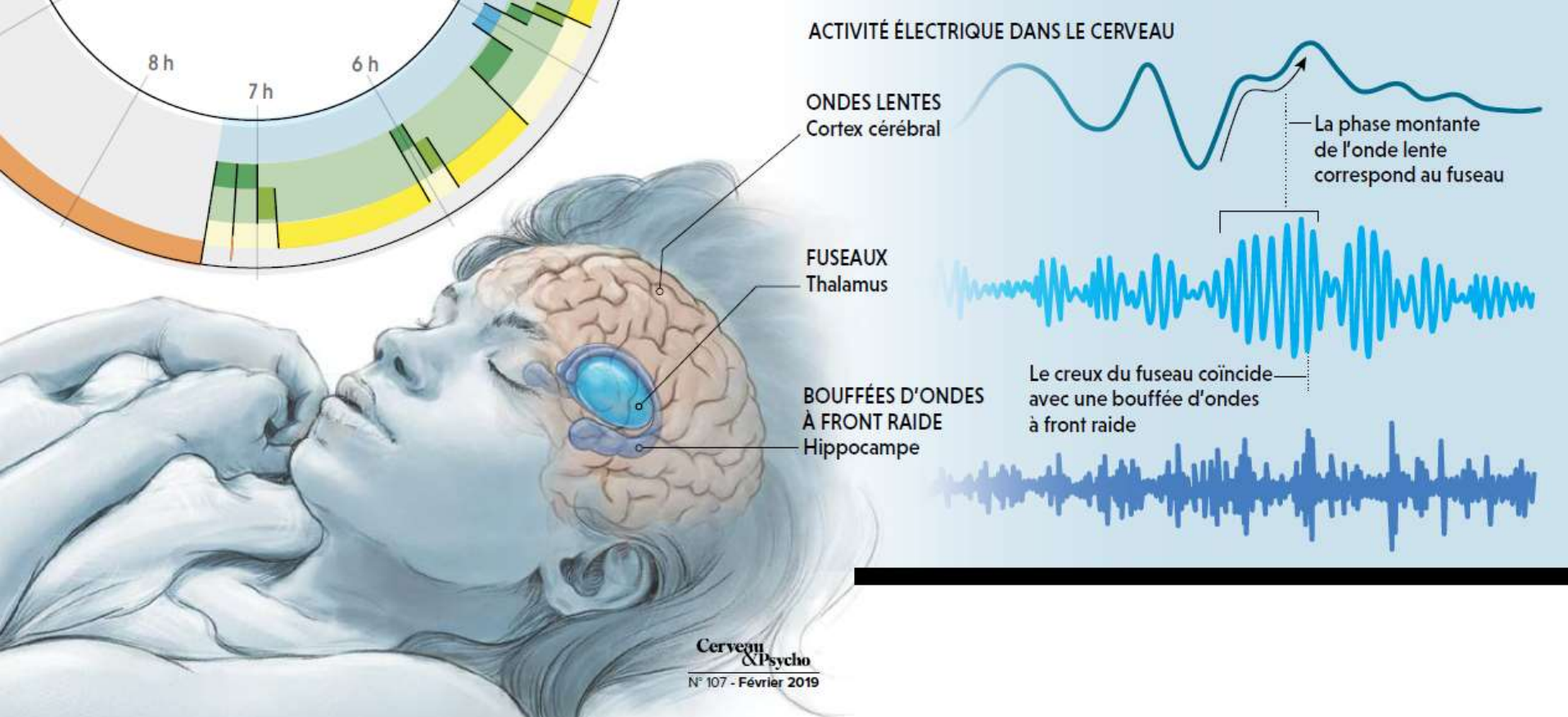
L'hippocampe réactive un réseau de neurones

# Rôle du sommeil dans la **consolidation** de la mémoire :



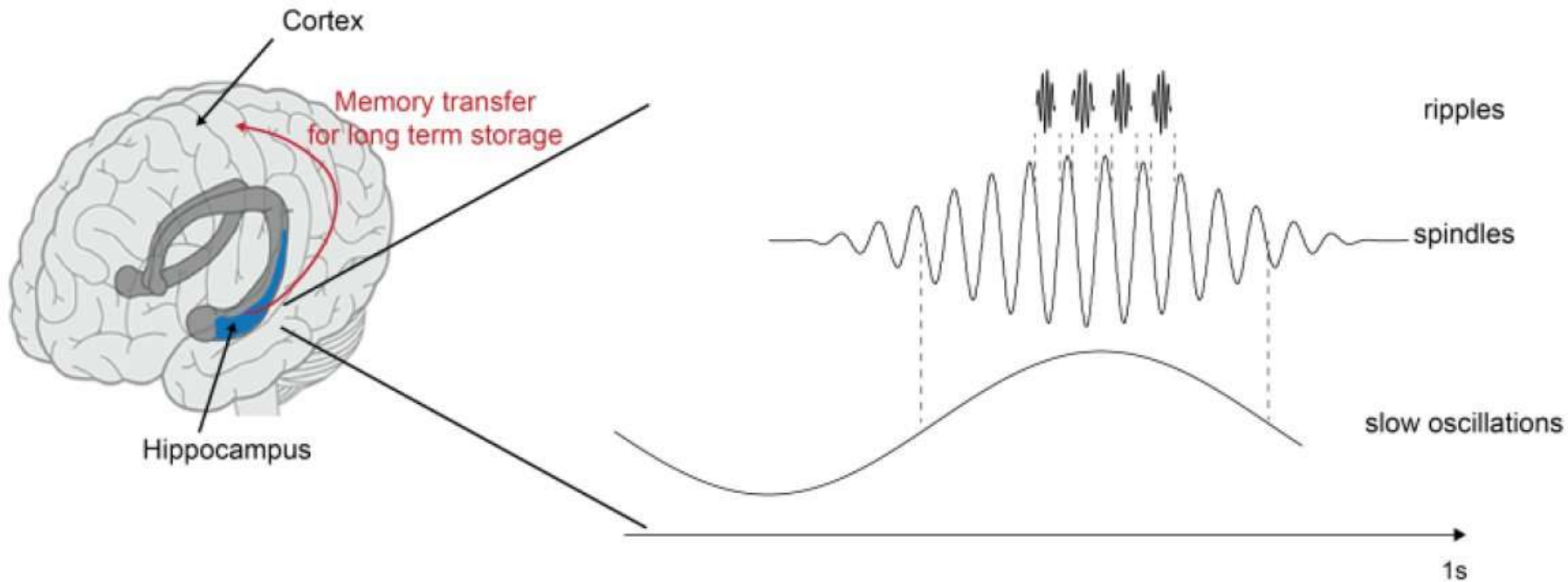






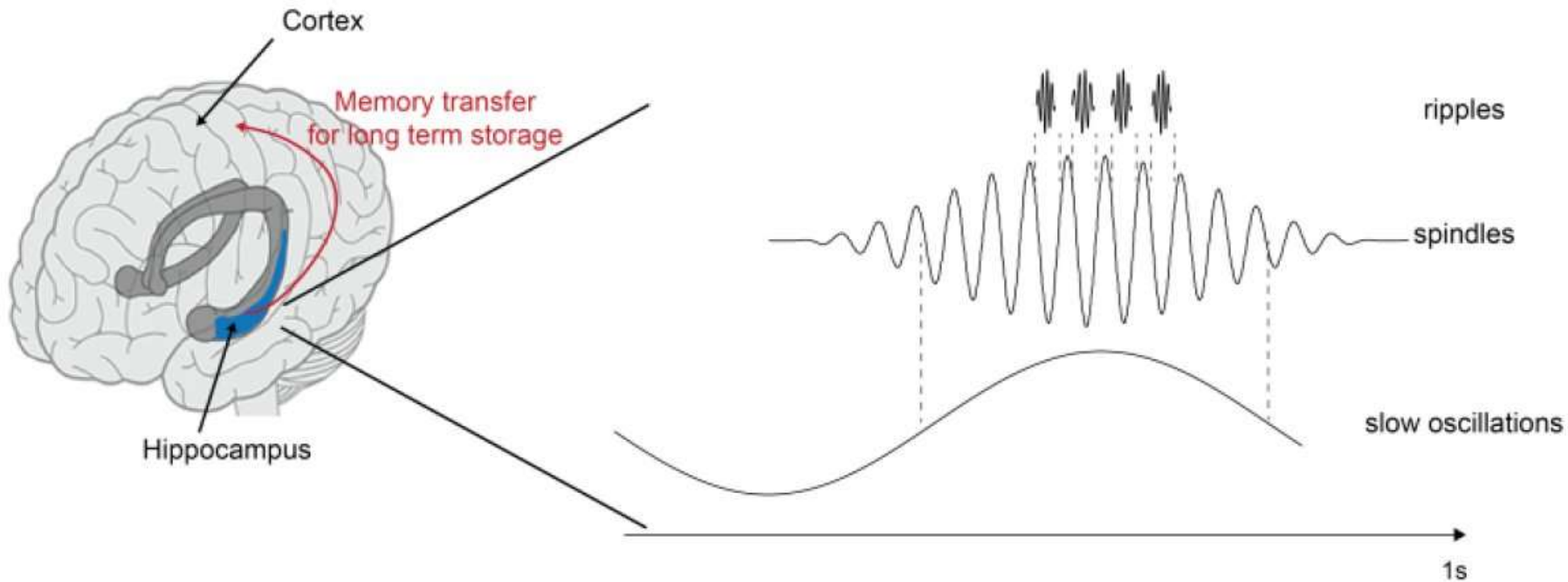
Les rythmes cérébraux fournissent des indices sur la façon dont le sommeil aide à stocker des souvenirs.

Chaque ondes lentes ou ondes delta, comptant de 0,5 à 4 oscillations par seconde, comporte une phase **descendante**, durant laquelle les neurones sont **silencieux**, et une phase **montante**, durant laquelle ils **reprennent leur activité**.



La phase ascendante coïncide souvent avec des « **fuseaux de sommeil** » émis par le thalamus, de brèves accélérations de 12 à 15 oscillations par seconde pendant 0,5 à 2 secondes.

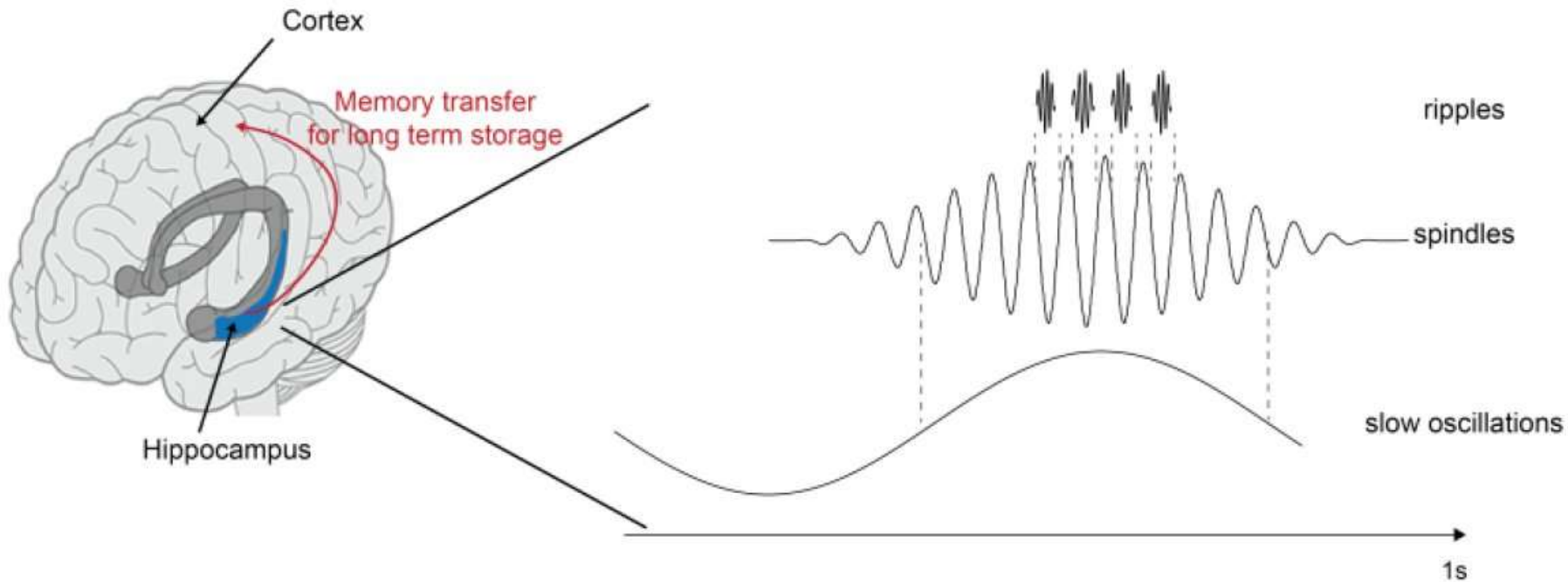
Ils surviennent à leur propre rythme, environ toutes les 5 secondes, et coordonnent l'activité de bouffées d'ondes de haute fréquence (150 à 200 hertz) nommées **ondes à front raide**. Localisées dans l'hippocampe, ces oscillations coïncident avec la réactivation neuronale des souvenirs.



Pendant tout ce temps, les **ondes lentes** continuent de jouer le **rôle de chef d'orchestre** : leurs oscillations mesurées dans le cortex coordonnent le rythme des fuseaux du sommeil et des bouffées d'ondes à front raide.

Un dialogue entre l'hippocampe et le cortex **impliquant tous ces rythmes cérébraux** déclenche le processus dit de consolidation, un processus qui permet aussi de dégager des points communs et d'en extraire l'information essentielle, précieuse pour **anticiper de nouvelles situations**.





“we see that SOs, spindles and ripples are **functionally coupled** in the hippocampus. And we hypothesize that they provide **fine-tuned temporal frames** for the transfer of memory traces to the neocortex.”

## Brain consolidates memory with three-step brainwave

September 21, 2015

<https://www.sciencedaily.com/releases/2015/09/150921133948.htm>

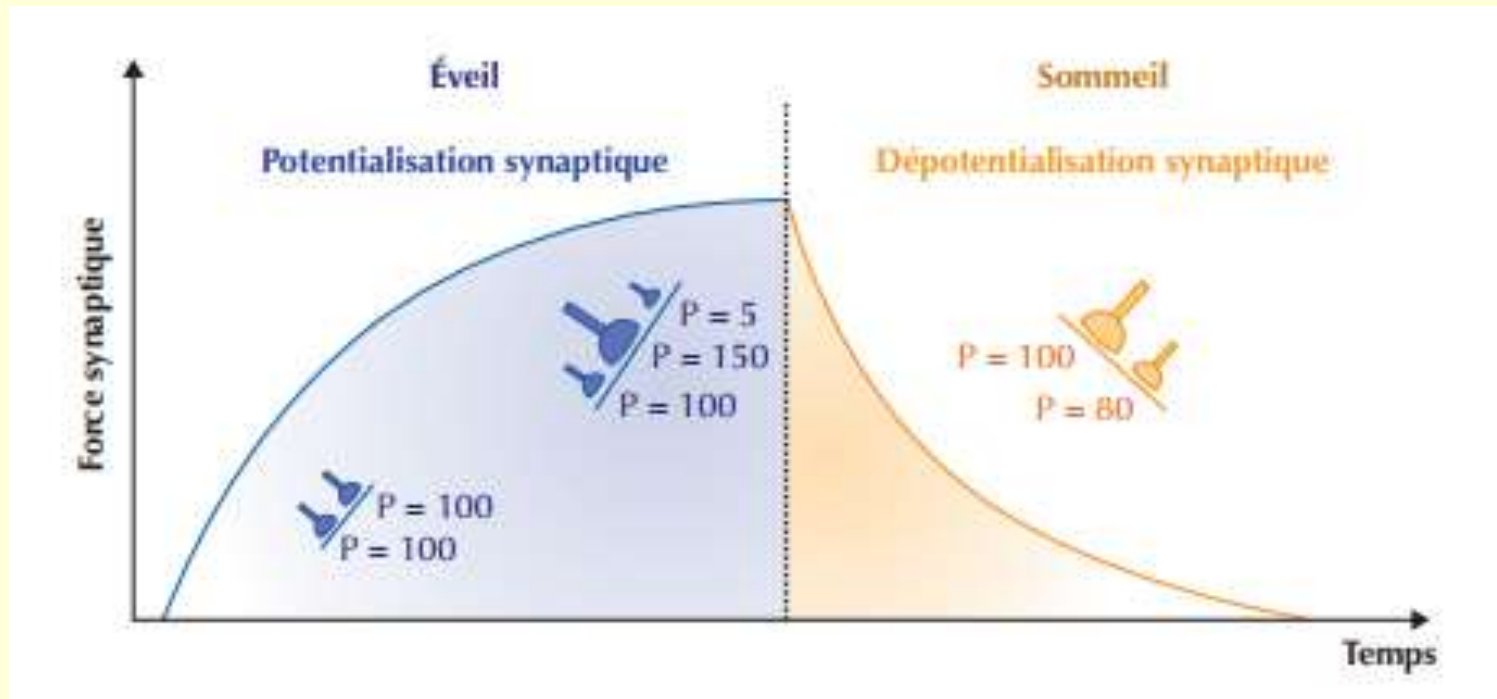
## Rôle du sommeil dans la **consolidation** de la mémoire :

En **juin 2014** paraissait dans la revue Science un article confirmant le **rôle du sommeil dans la consolidation** structurelle des connexions neuronales après un apprentissage.

Plus spécifiquement, les neurones moteurs activés durant l'apprentissage d'une tâche **sont réactivés durant le sommeil profond**, ce qui favorise la formation d'épines dendritiques de manière spécifique sur ces neurones.

# Sommeil et « reset neuronal » [recalibrage synaptique] :

- Diminution de l'ordre de 20% des surfaces de contact synaptiques durant le sommeil;
- Diminution du nombre de récepteur au glutamate dans les synapses excitatrices durant le sommeil



2015 Jan 16.

## **Sleep, Memory & Brain Rhythms**

Brendon O. Watson and György Buzsáki

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4474162/>

“ This theory then postulates that sleep performs a **combination** of **consolidation** and **homeostasis [recalibrage synaptique]** that promotes optimal knowledge retention as well as optimal waking brain function.”



Les travaux de Jeff Liff pointent vers une fonction essentielle :  
**l'élimination des déchets** produits durant le jour par le cerveau,  
et qui se ferait surtout la nuit.

**Jeff Liff: One more reason to get a good night's sleep**

<https://tedsummaries.com/2014/10/15/jeff-iliff-one-more-reason-to-get-a-good-nights-sleep/>

13 février 2019

## Le système glymphatique : les égouts du cerveau

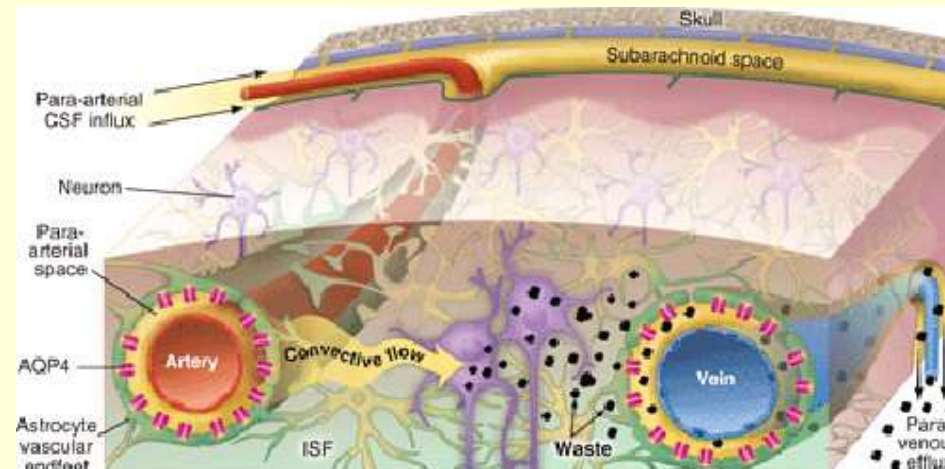
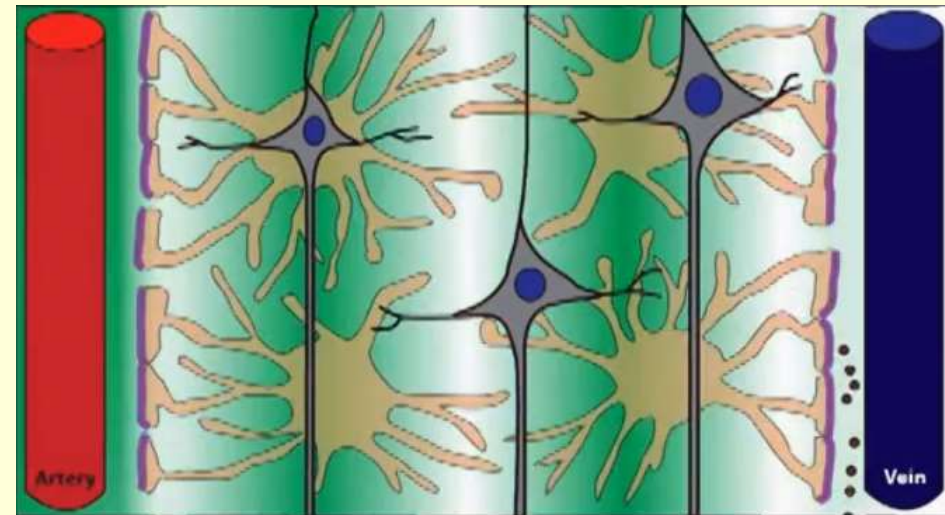
<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2019/02/13/7884/>

Durant le **sommeil** l'espace intercellulaire **s'accroît jusqu'à 60 %** permettant une meilleure circulation du fluide.

(les cellules du cerveau se contractent et ouvrent par le fait même un espace le long des vaisseaux par où le liquide céphalo-rachidien va s'écouler)

L'évacuation de la protéine  **$\beta$ -amyloïde** se révèle « **deux fois plus efficace** » chez les souris **endormies** que chez les souris éveillées.

<https://www.lessymboles.com/je-dors-donc-jelimine/>



# Plan (suite)

## **Bloc 3 de 4 : Les hauts et les bas de l'histoire de notre « cerveau-corps »**

L'engramme mnésique à de multiples niveaux

Mécanismes de sélection d'engrammes : la neuromodulation cérébrale

« Neuro-hormones » : de la neuromodulation à l'échelle du corps

Aux origines des émotions : les neurosciences affectives

Le cas du stress chronique

Le cas de l'effet placebo

## **Bloc 4 de 4 : Nous sommes une « machine à faire des prédictions »**

L'activité dynamique endogène du cerveau

Le cas du sommeil

Mécanisme de sélection d'engrammes : les rythmes cérébraux

De vastes réseaux fonctionnels transitoires à l'échelle du cerveau

Synchronisation d'activité et consolidation

mnésique durant le sommeil

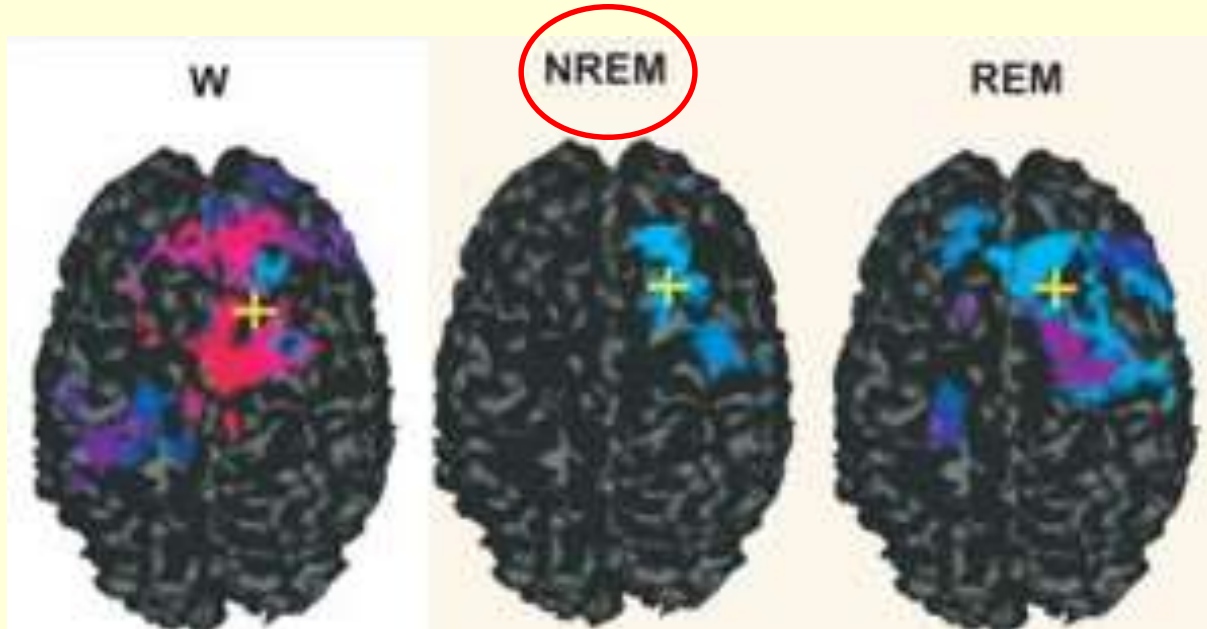
**Perte de conscience durant le sommeil**

La perception consciente dans un monde ambigu

Le grand cadre théorique du « cerveau prédictif »

L'attention, l'imagination et la compréhension sous l'angle du « cerveau prédictif »

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 :

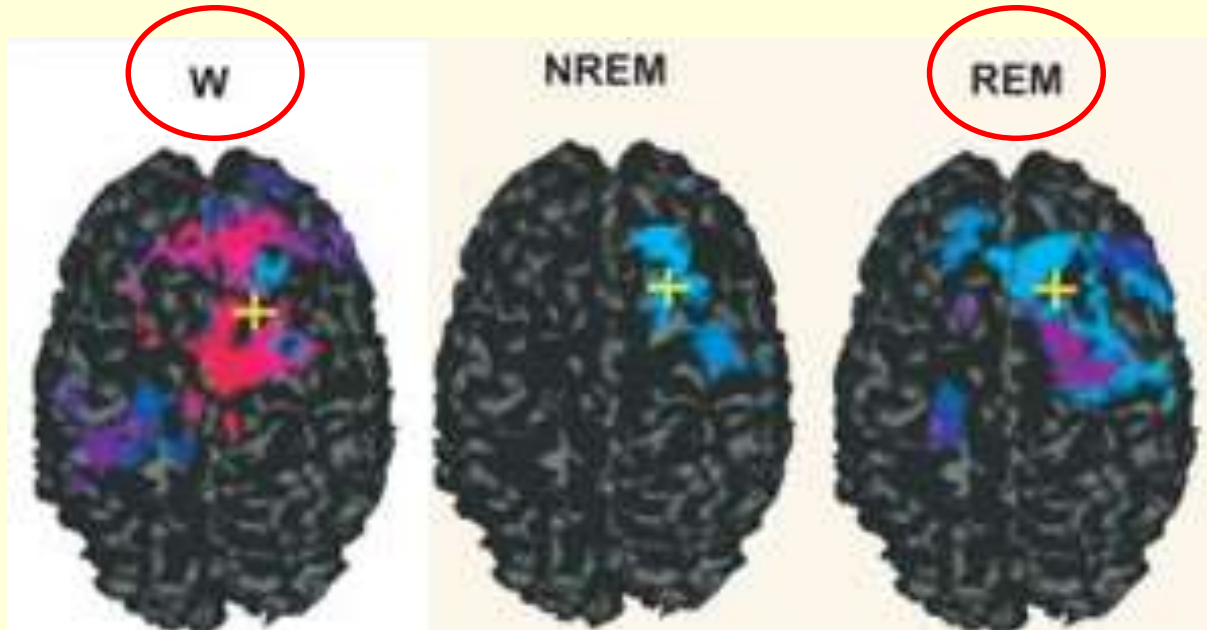


pendant qu'ils enregistraient l'activité cérébrale évoquée par ce stimulus par électroencéphalogramme (EEG).

**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.



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 :



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.**

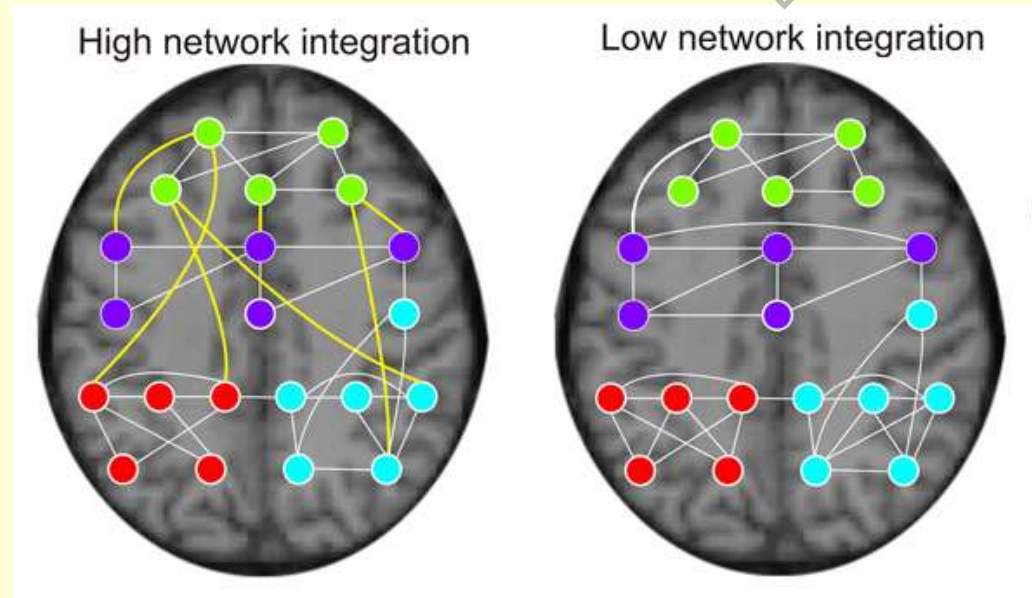


Dans une étude publiée en 2012, Habib Benali et ses collègues ont mesuré la **connectivité fonctionnelle** entre différentes régions du cerveau quand on s'endort en **sommeil profond** et qu'on **perd** conscience.

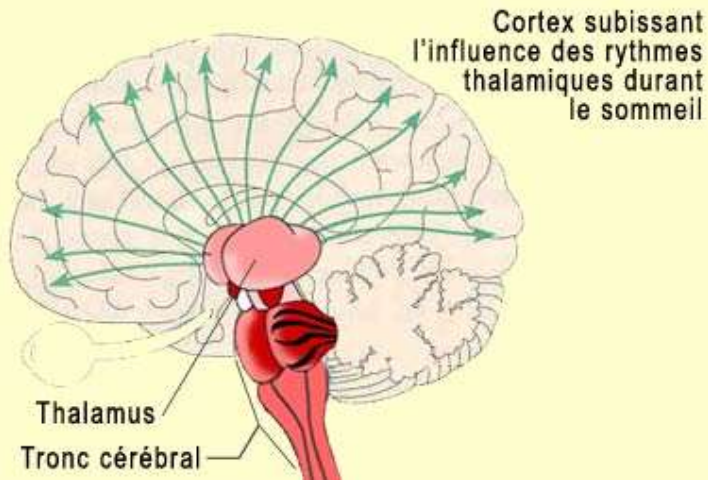
→ observent une **fragmentation modulaire** de l'activité cérébrale

→ **cette réorganisation en de plus en plus petites unités d'intégration modulaire** qui apparaît avec le sommeil profond

**empêcherait** le cerveau de faire cette **intégration globale** qui semble nécessaire à la conscience.



Exemple général tiré de [https://www.researchgate.net/figure/Effects-of-pro-cognitive-drugs-on-network-integration-in-functional-brain-graphs-Left\\_fig3\\_230843802](https://www.researchgate.net/figure/Effects-of-pro-cognitive-drugs-on-network-integration-in-functional-brain-graphs-Left_fig3_230843802)

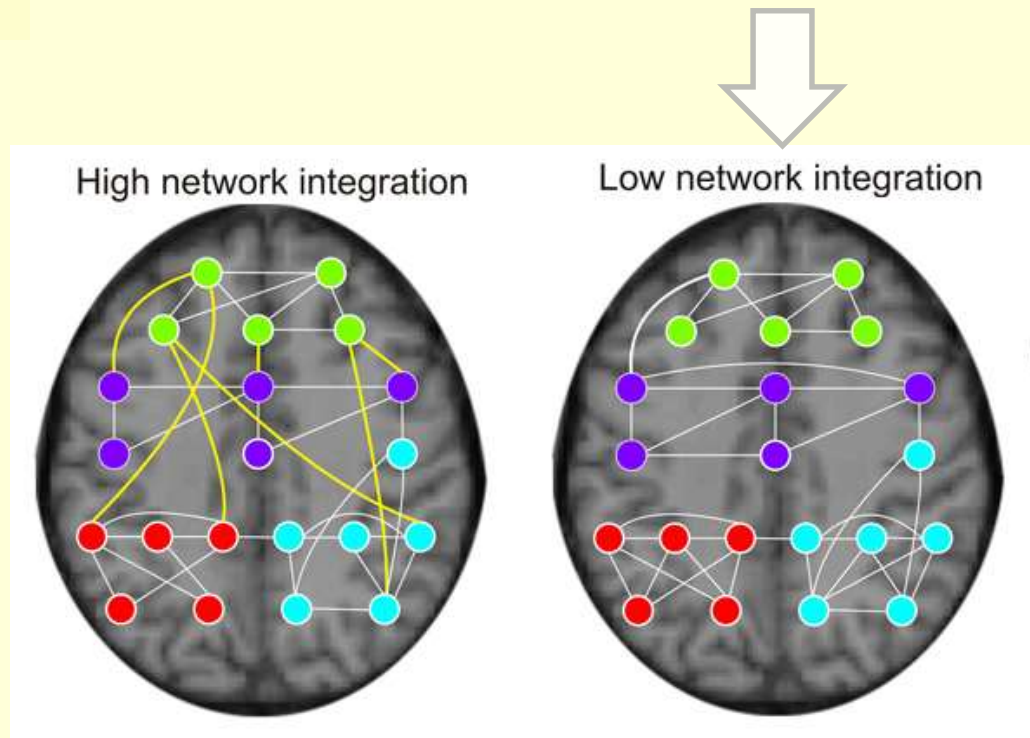


→ et ces modifications dans la connectivité cérébrale sont

**“possibly driven by sleep ultraslow oscillations”**

→ **cette réorganisation en de plus en plus petites unités d'intégration modulaire** qui apparaît avec le sommeil profond

**empêcherait** le cerveau de faire cette intégration globale qui semble nécessaire à la conscience.



Exemple général tiré de [https://www.researchgate.net/figure/Effects-of-pro-cognitive-drugs-on-network-integration-in-functional-brain-graphs-Left\\_fig3\\_230843802](https://www.researchgate.net/figure/Effects-of-pro-cognitive-drugs-on-network-integration-in-functional-brain-graphs-Left_fig3_230843802)

En passant, cela semble être la même chose avec **l'anesthésie générale** :

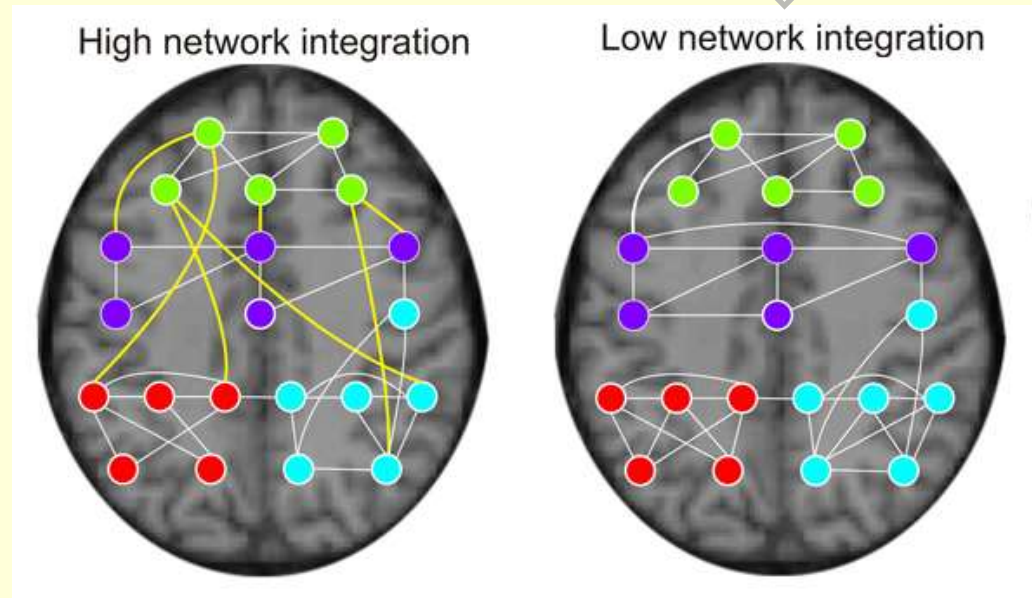
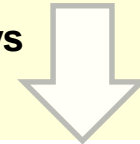
→ interruption de la corrélation d'activité entre le cortex frontal et pariétal

→ le sujet **perd** la capacité de générer des **réseaux cérébraux transitoires et flexibles**

### Resting-state Dynamics as a Cortical Signature of Anesthesia in Monkeys

Anesthesiology, **November 2018**

[Lynn Uhrig, M.D., Ph.D.](#); [Jacobo D. Sitt, M.D., Ph.D.](#); [Amaury Jacob, M.Sc.](#); [Jordy Tasserie, M.Sc.](#); [Pablo Barttfeld, Ph.D.](#); et al

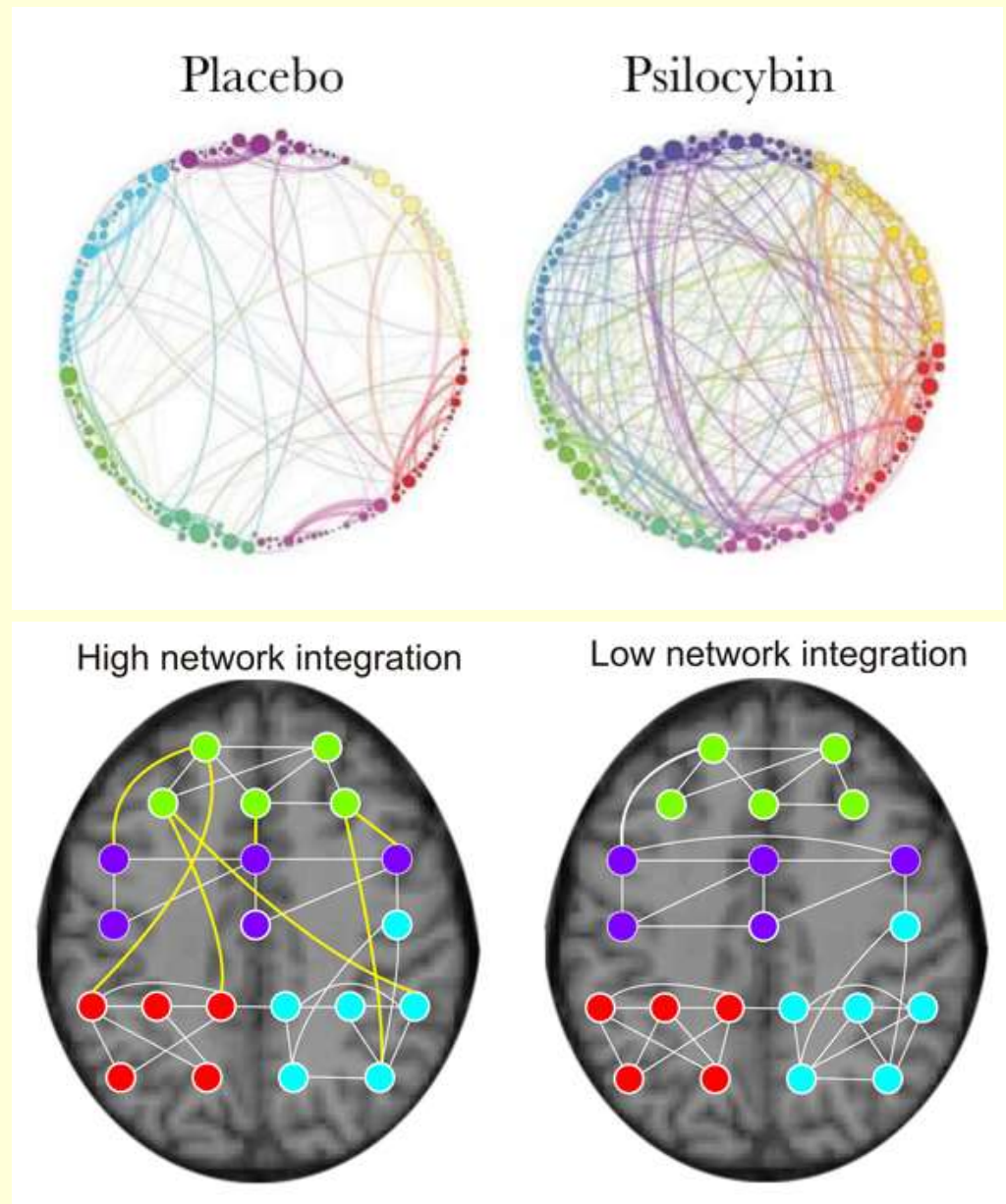


Exemple général tiré de [https://www.researchgate.net/figure/Effects-of-pro-cognitive-drugs-on-network-integration-in-functional-brain-graphs-Left\\_fig3\\_230843802](https://www.researchgate.net/figure/Effects-of-pro-cognitive-drugs-on-network-integration-in-functional-brain-graphs-Left_fig3_230843802)



Les données issues de l'imagerie cérébrale montrent aussi que la prise de substances **psychédéliques** comme la psilocybine **augmente « l'entropie » (ou désorganisation) cérébrale**

et que cette désorganisation est moindre dans l'état de conscience éveillée où des réseaux comme celui du **mode par défaut, hautement organisé, prédomine souvent.**

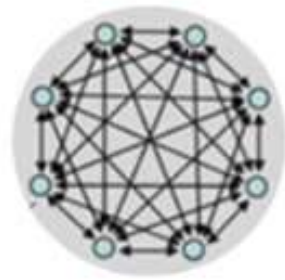


Exemple général tiré de [https://www.researchgate.net/figure/Effects-of-pro-cognitive-drugs-on-network-integration-in-functional-brain-graphs-Left\\_fig3\\_230843802](https://www.researchgate.net/figure/Effects-of-pro-cognitive-drugs-on-network-integration-in-functional-brain-graphs-Left_fig3_230843802)

Pendant le **sommeil**, l'**anesthésie** ou une **crise d'épilepsie**, les neurones du cerveau ont tendance à faire feu **tous ensemble simultanément**.

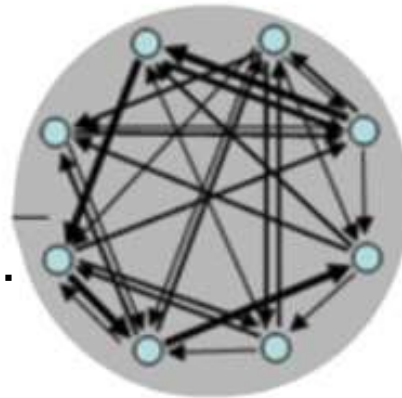
Cet « accord » réduit la capacité d'information du cerveau, comme cela se produirait également avec un livre dont les lettres sont toutes identiques.

no information



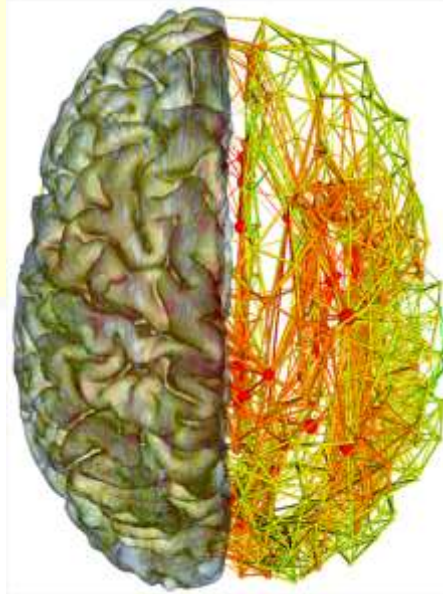
Quand on est éveillé, il y a **moins d'accord entre les neurones**.

Cette variété permet au cerveau de stocker plus d'informations, comme un livre avec de nombreux mots différents.

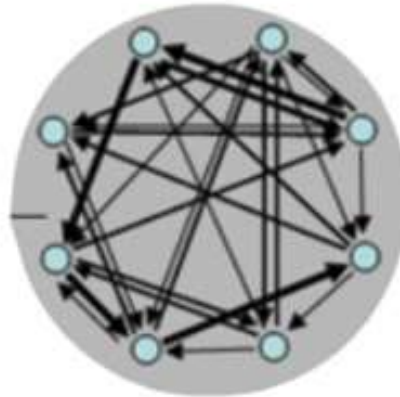
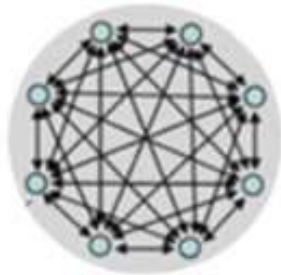


integration and information

Sans le cortex cérébral,  
on ne peut pas avoir  
une expérience  
consciente normale



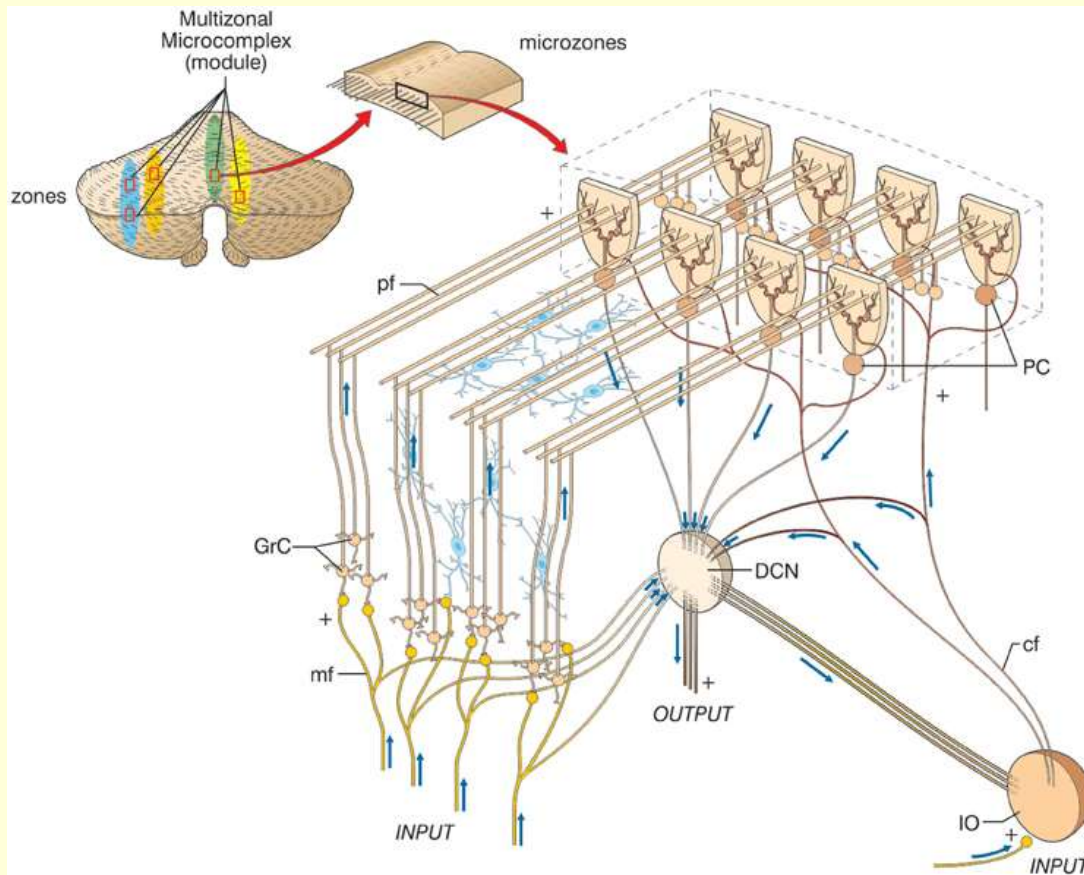
no information



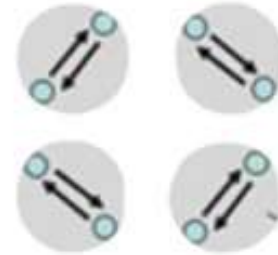
integration and information

Le **cortex cérébral**, avec des connexions à courte et à longue distance entre les neurones, est une machine d'intégration d'informations formidable.

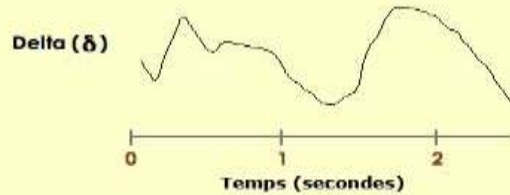
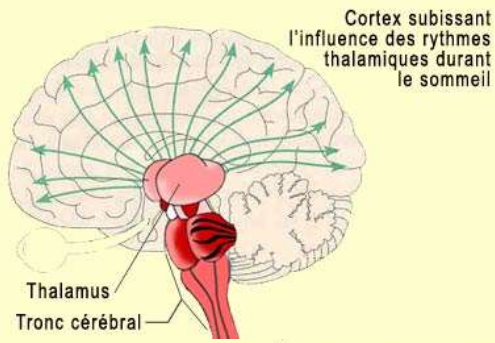
Sans le cortex cérébral,  
on ne peut pas avoir  
une expérience  
consciente normale,  
ce qui n'est pas le cas  
du **cervelet**...



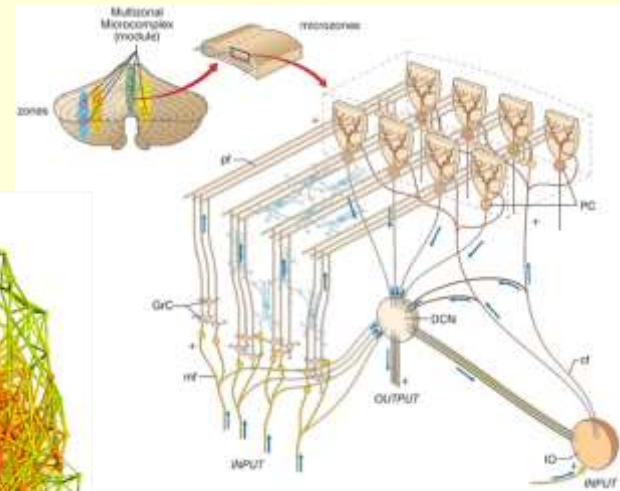
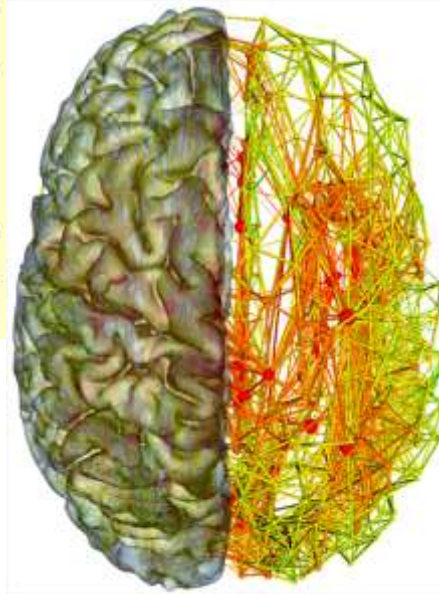
no integration







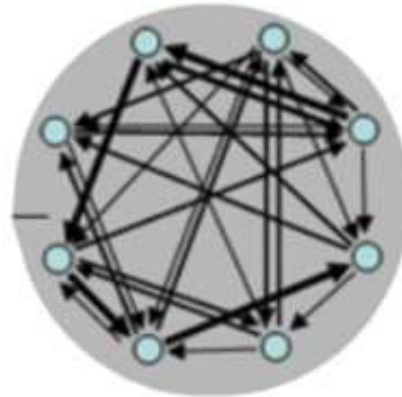
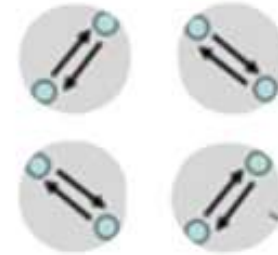
## En résumé :



no information

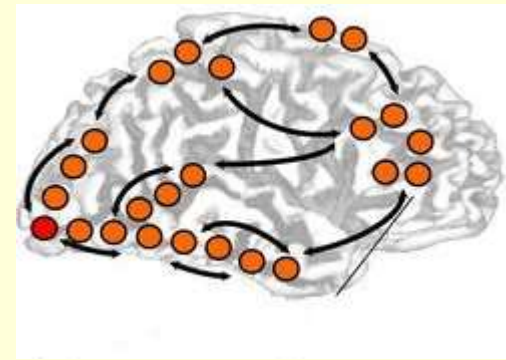


no integration



integration and information

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.

# Plan (suite)

## **Bloc 3 de 4 : Les hauts et les bas de l'histoire de notre « cerveau-corps »**

L'engramme mnésique à de multiples niveaux

Mécanismes de sélection d'engrammes : la neuromodulation cérébrale

« Neuro-hormones » : de la neuromodulation à l'échelle du corps

Aux origines des émotions : les neurosciences affectives

Le cas du stress chronique

Le cas de l'effet placebo

## **Bloc 4 de 4 : Nous sommes une « machine à faire des prédictions »**

L'activité dynamique endogène du cerveau

Le cas du sommeil

Mécanisme de sélection d'engrammes : les rythmes cérébraux

De vastes réseaux fonctionnels transitoires à l'échelle du cerveau

Synchronisation d'activité et consolidation

mnésique durant le sommeil

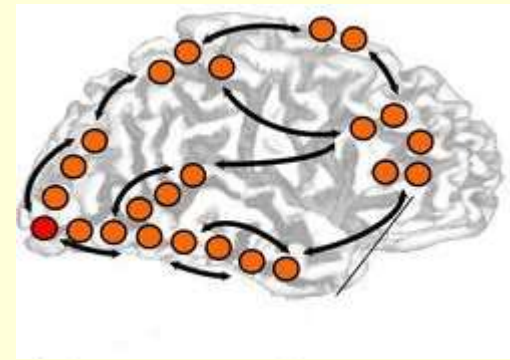
Perte de conscience durant le sommeil

**La perception consciente dans un monde ambigu**

Le grand cadre théorique du « cerveau prédictif »

L'attention, l'imagination et la compréhension sous l'angle du « cerveau prédictif »

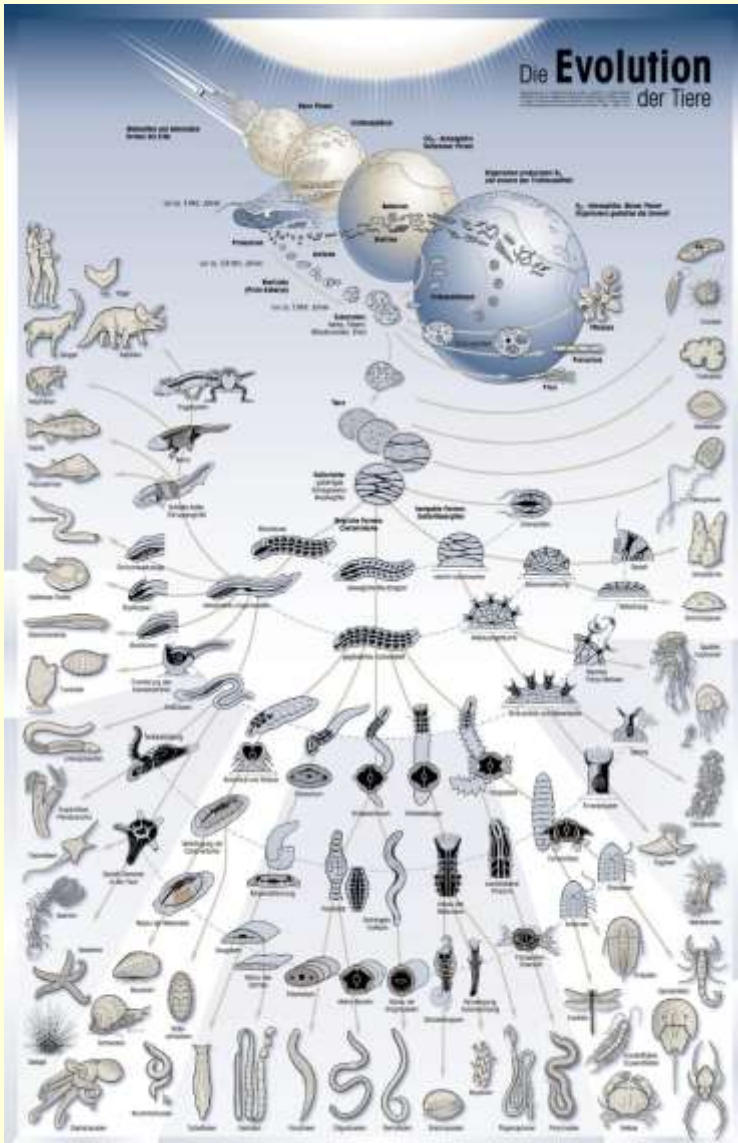
Qu'est-ce que la conscience ?



- 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.

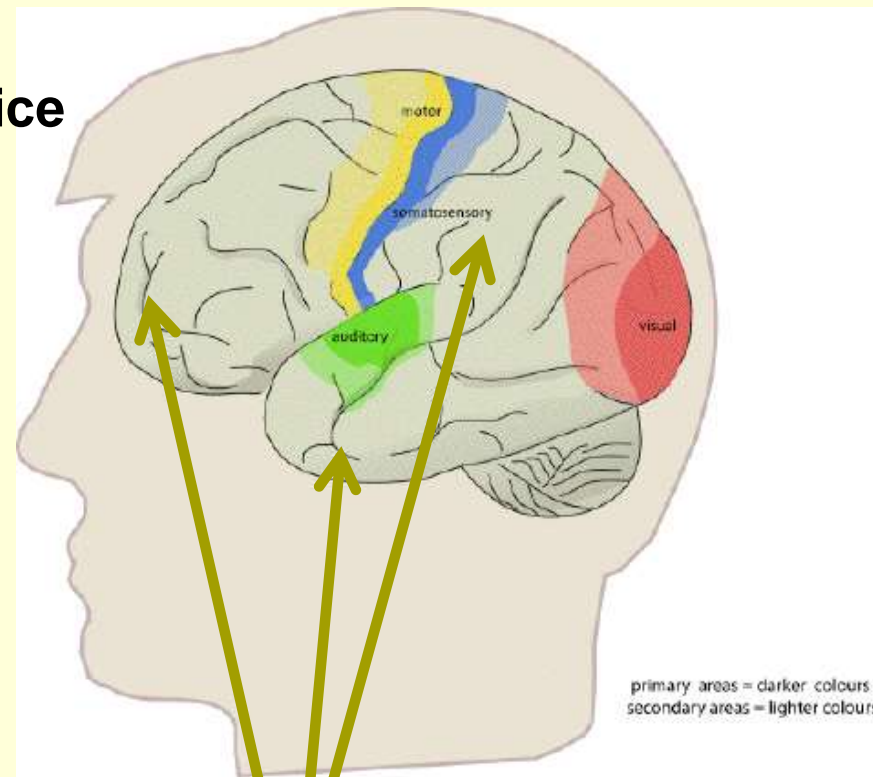


On a vu que pendant des centaines de millions d'années, la **boucle sensorimotrice** des animaux s'est complexifiée...



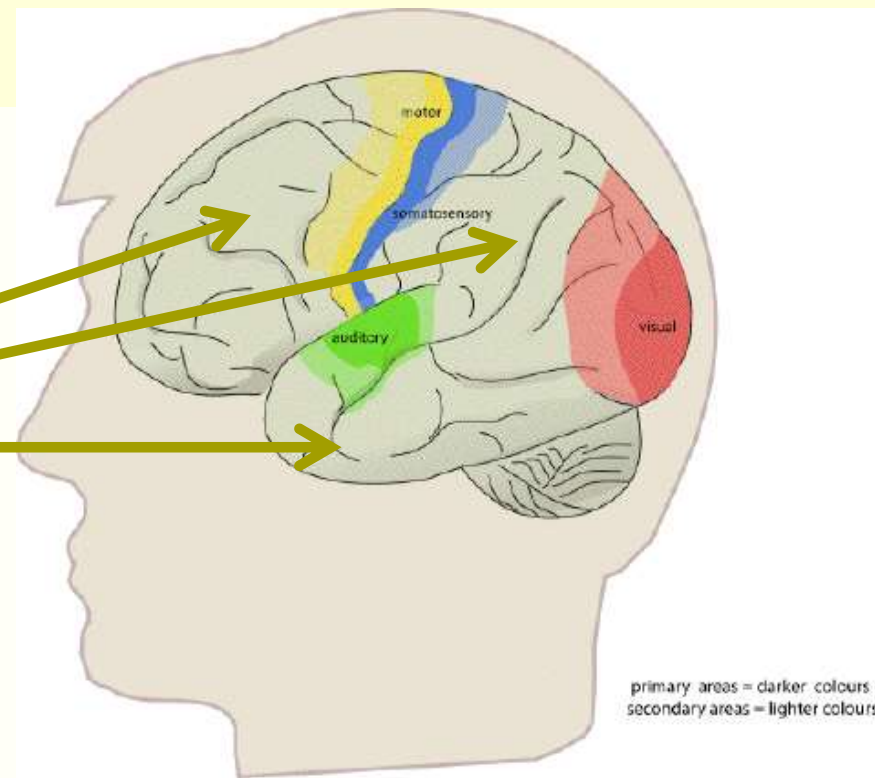
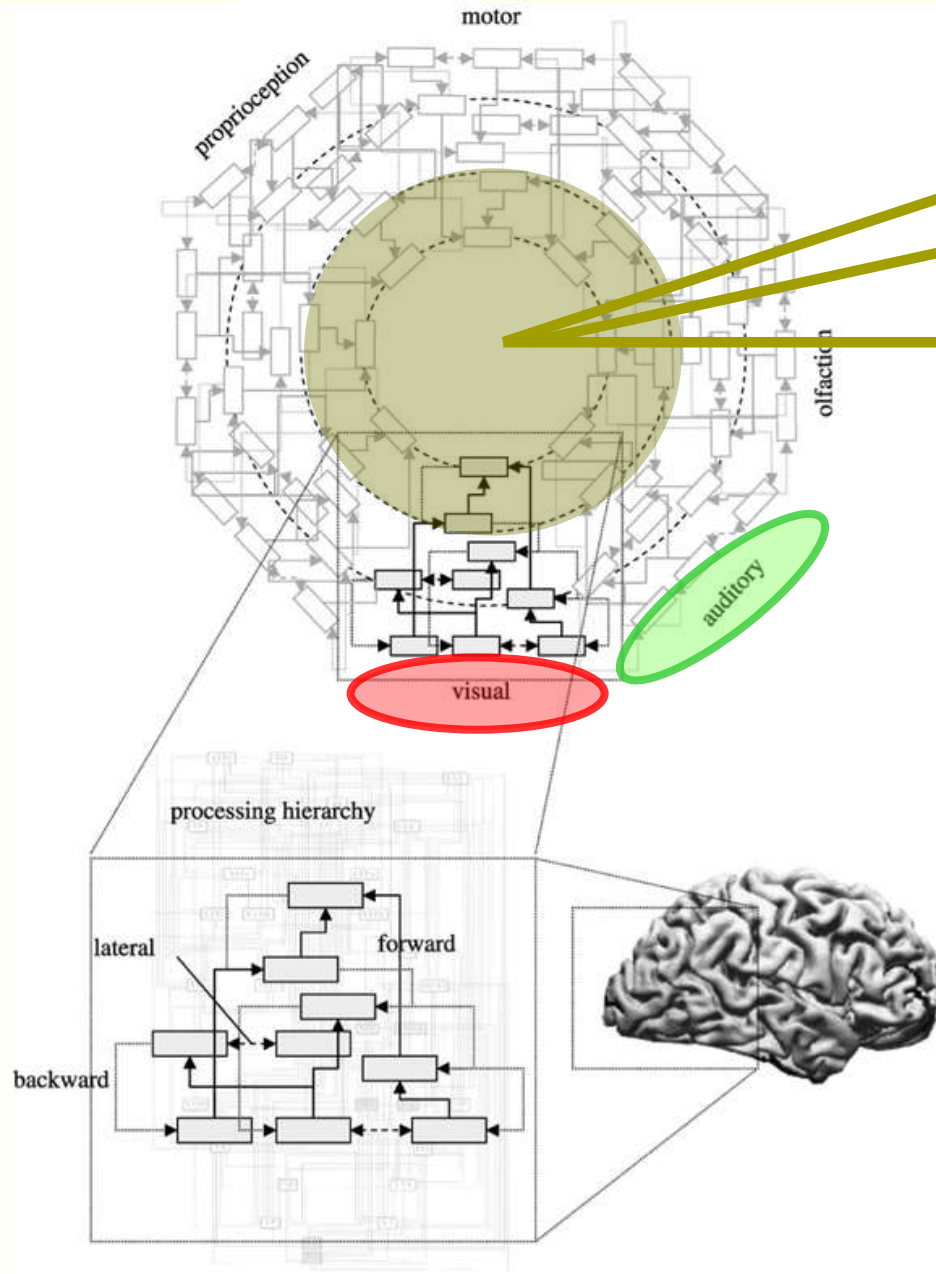
On a vu que pendant des centaines de millions d'années, la **boucle sensorimotrice** des animaux s'est complexifiée...

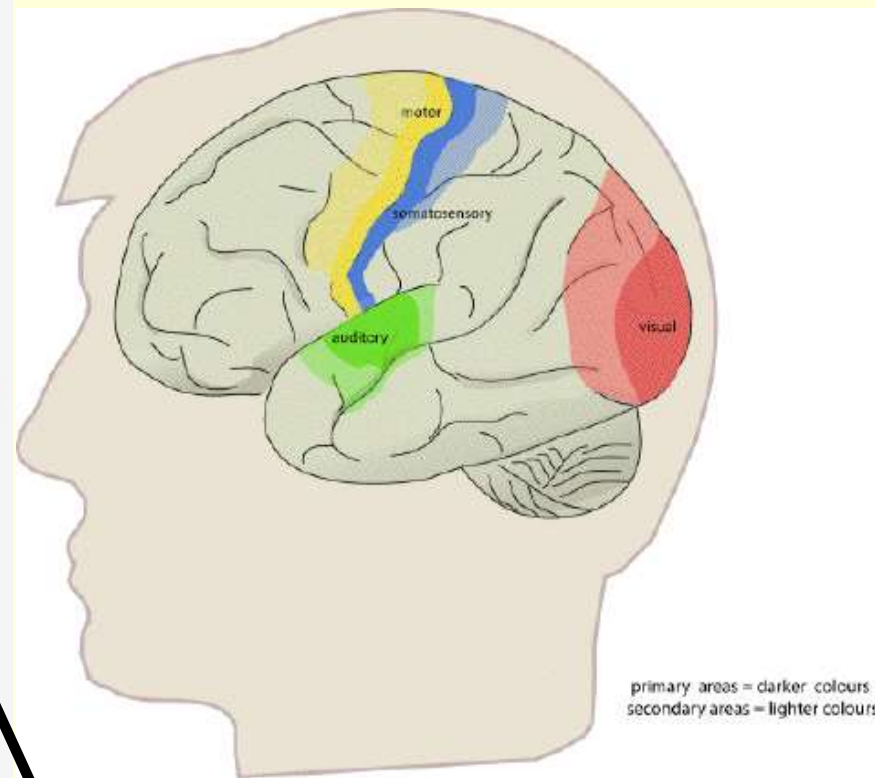
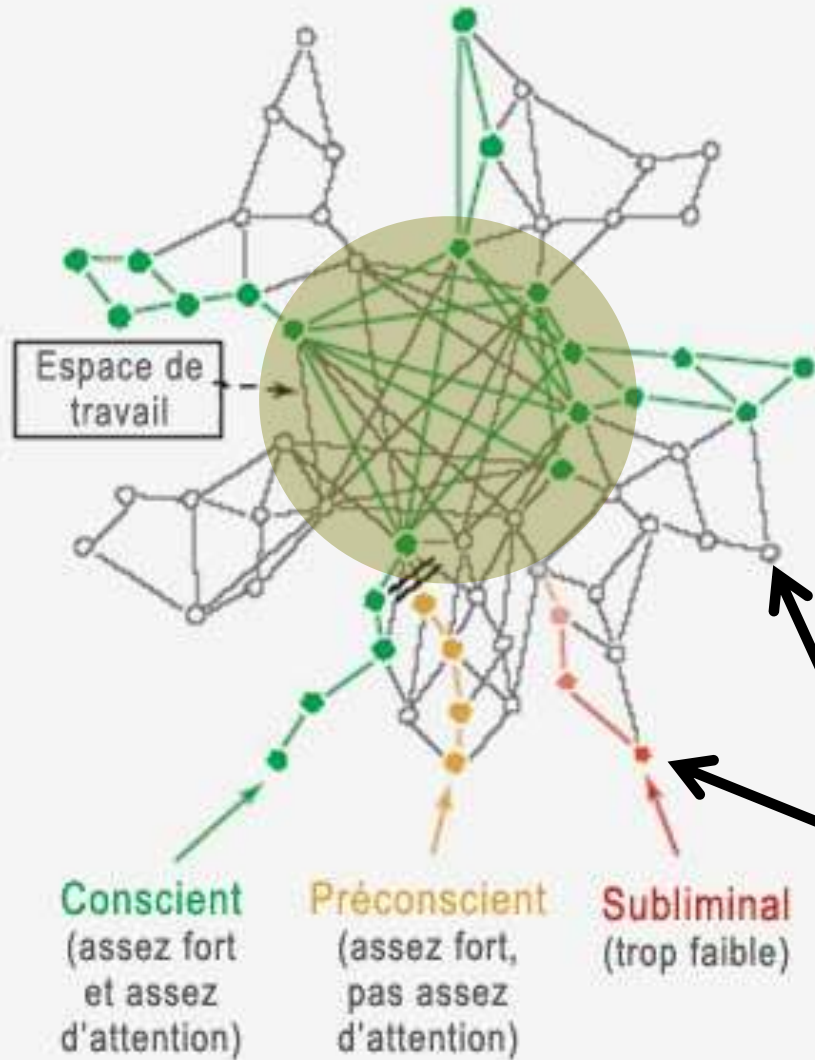
Et le cerveau humain est encore construit sur cette **boucle perception – action**,



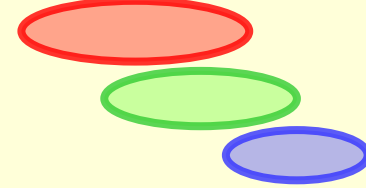
mais la plus grande partie du cortex humain va essentiellement **moduler cette boucle**.

# Autre façon de représenter le cortex :





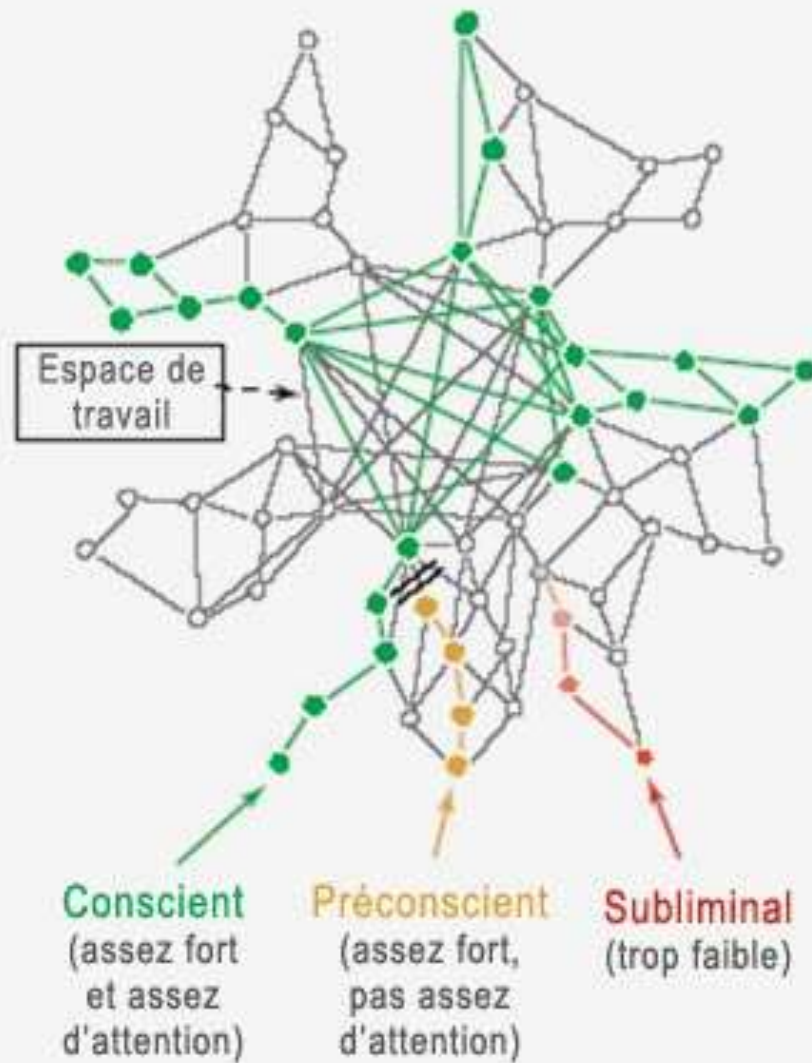
En périphérie : le sensoriel



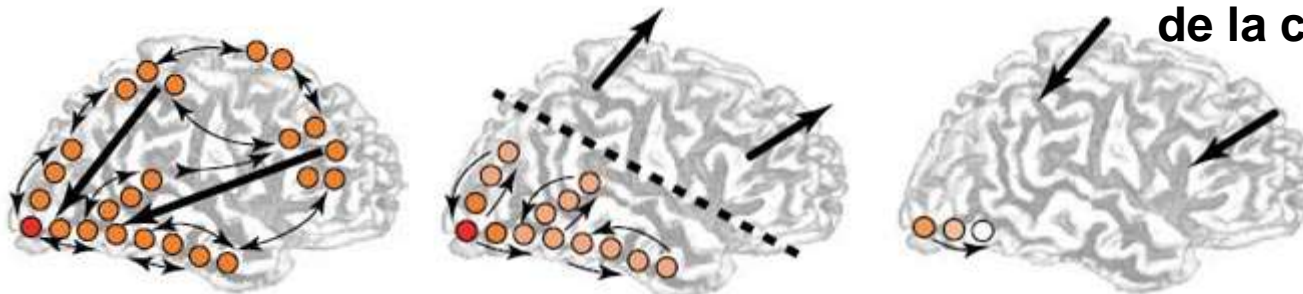
Etc.

## 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**.



Mot non perçu consciemment



Temps



Mot perçu consciemment

JOMU [Z]NIBEDON  
M [Z]NIBEDON

JOMU [Z]NIBEDON  
M [Z]NIBEDON

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.





Ce qu'on perçoit du monde est la plupart du temps assez **ambigu**.



Et donc notre cerveau essaie de **donner du sens** à tout ça à partir de son **expérience antérieure** de ce monde-là.



Caractéristique fondamentale des cerveaux : celle de **projeter des hypothèses** sur le monde pour mieux agir et mieux **survivre !**

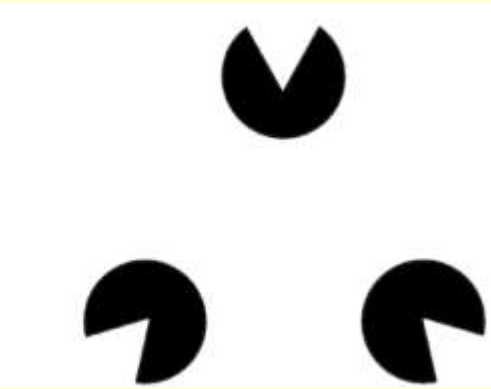


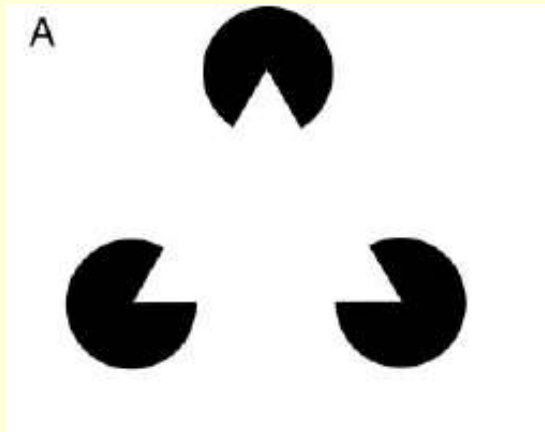
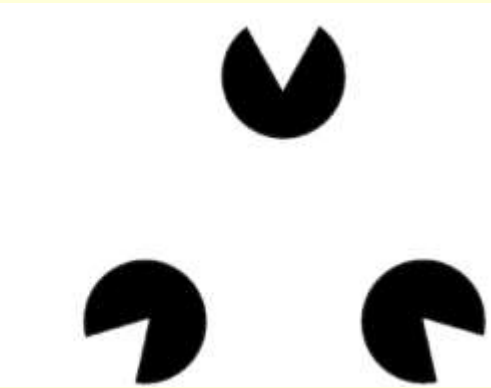














# Plan (suite)

## **Bloc 3 de 4 : Les hauts et les bas de l'histoire de notre « cerveau-corps »**

L'engramme mnésique à de multiples niveaux

Mécanismes de sélection d'engrammes : la neuromodulation cérébrale

« Neuro-hormones » : de la neuromodulation à l'échelle du corps

Aux origines des émotions : les neurosciences affectives

Le cas du stress chronique

Le cas de l'effet placebo

## **Bloc 4 de 4 : Nous sommes une « machine à faire des prédictions »**

L'activité dynamique endogène du cerveau

Le cas du sommeil

Mécanisme de sélection d'engrammes : les rythmes cérébraux

De vastes réseaux fonctionnels transitoires à l'échelle du cerveau

Synchronisation d'activité et consolidation

mnésique durant le sommeil

Perte de conscience durant le sommeil

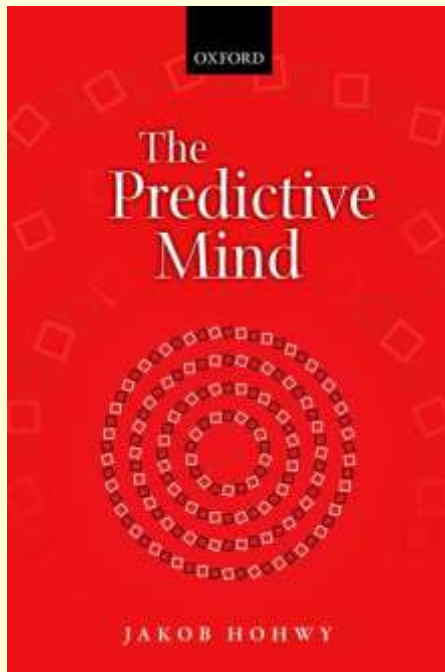
La perception consciente dans un monde ambigu

**Le grand cadre théorique du « cerveau prédictif »**

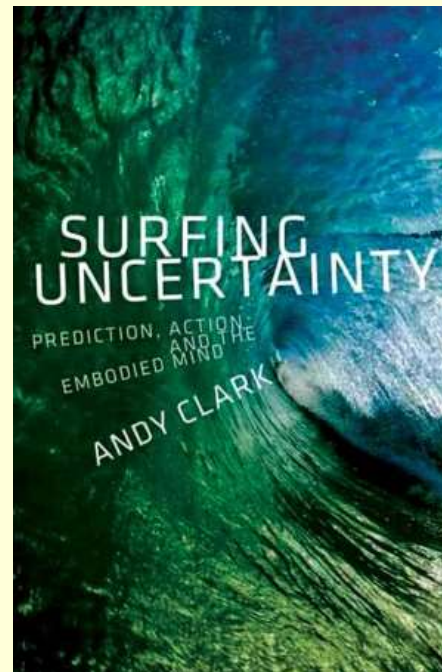
L'attention, l'imagination et la compréhension sous l'angle du « cerveau prédictif »



## Le « cerveau prédictif »



2014



2015

**L'erreur forge le cerveau**  
Cerveau&Psycho  
avril 2017

[http://www.cerveauetpsycho.fr/ewb\\_pages/a/article-l-erreur-forge-le-cerveau-38272.php](http://www.cerveauetpsycho.fr/ewb_pages/a/article-l-erreur-forge-le-cerveau-38272.php)



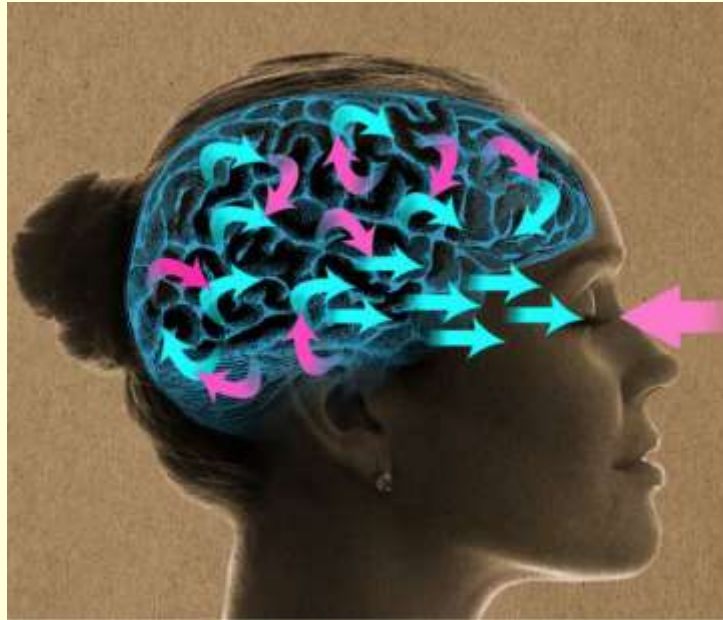
Karl Friston

« La mémoire du passé n'est pas faite pour se souvenir du passé, elle est faite pour prévenir le futur.

La mémoire est un instrument de **prédiction.** »

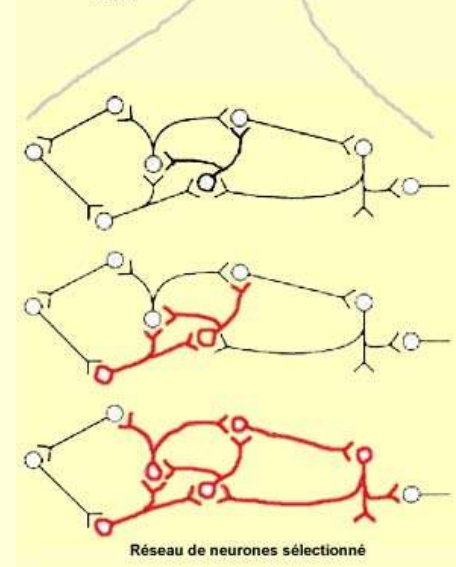
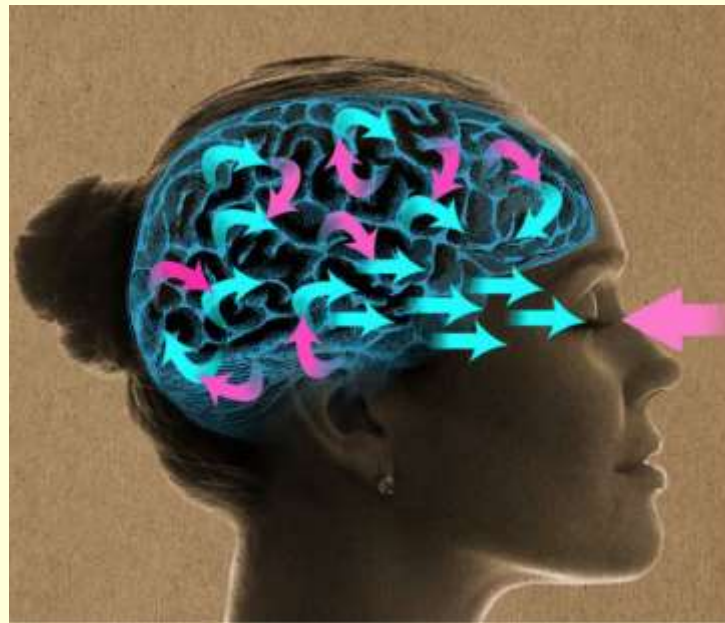
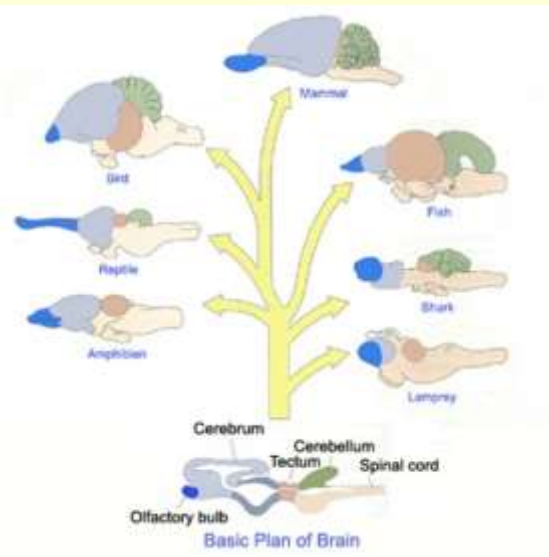
- Alain Berthoz

→ Pouvoir se souvenir de ses bons et mauvais coups amène un **avantage adaptatif** certain.



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

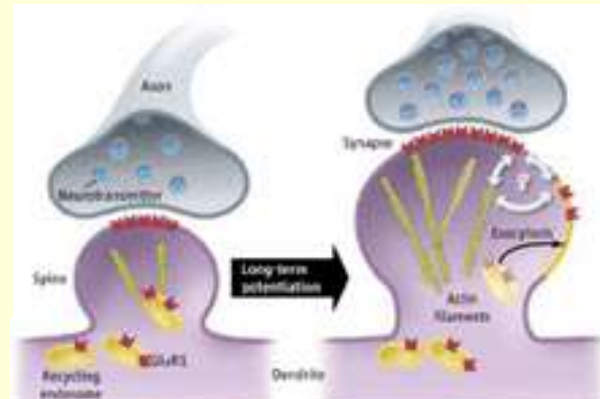
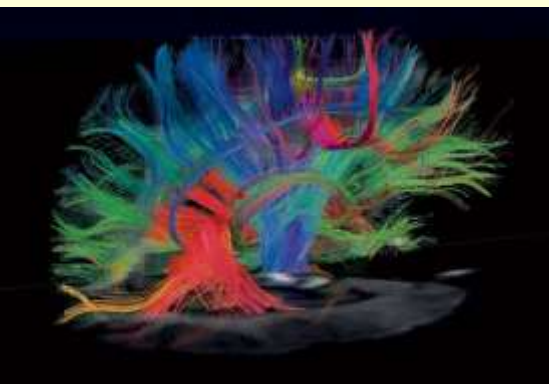
qui se basent sur des **modèles internes** construits tout au long de notre **longue** histoire !



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

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

**(innée et acquise)**







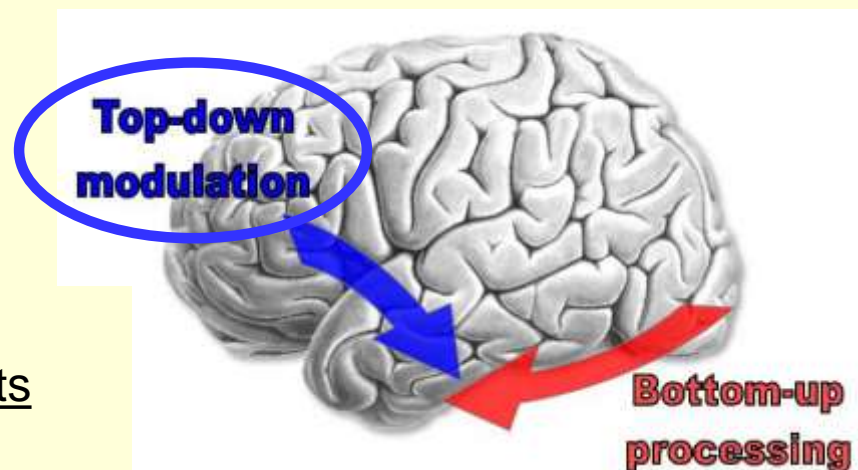
« Attentes »

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.

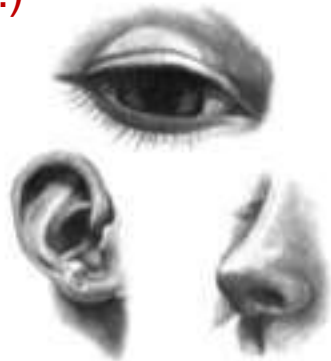
Autrement dit, c'est un **organe statistique générant constamment des hypothèses** qui sont testées par rapport aux évidences fournies par les sens.

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

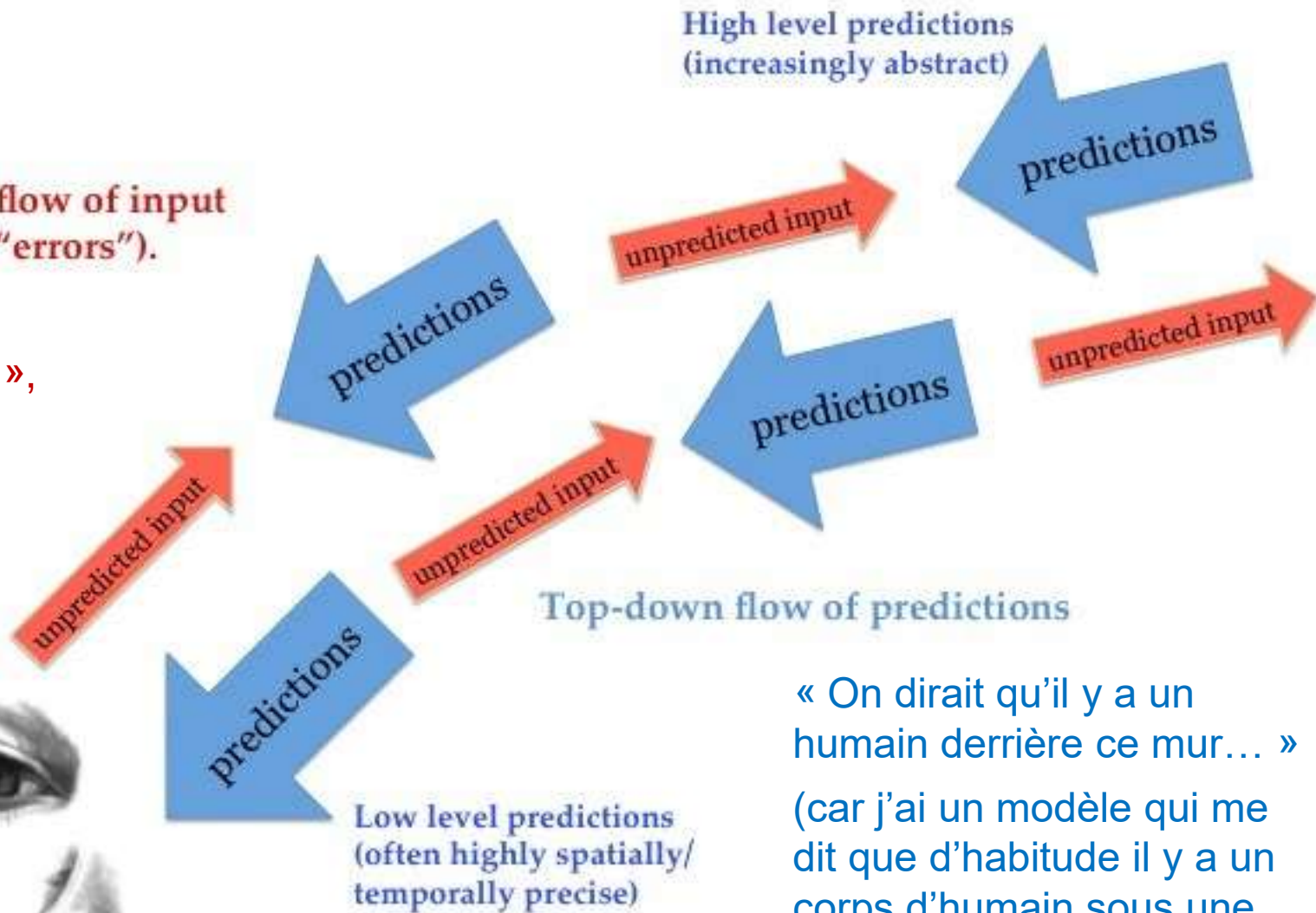


Bottom up flow of input  
(residuals, "errors").

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

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...)



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

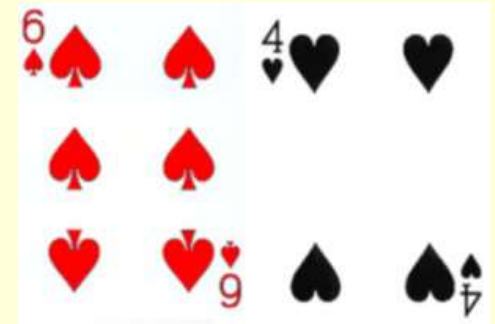
Et l'on voit le monde bien souvent en appliquant ces attentes malgré nous (les fameux "préjugés" ...).

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

2,360,542 views • Jul 20, 2012 • This amazing illusion is so strong that even when we are aware that we are looking at the concave, reverse side of the mask we cannot stop ourselves perceiving it as a convex, protruding face!

### 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...



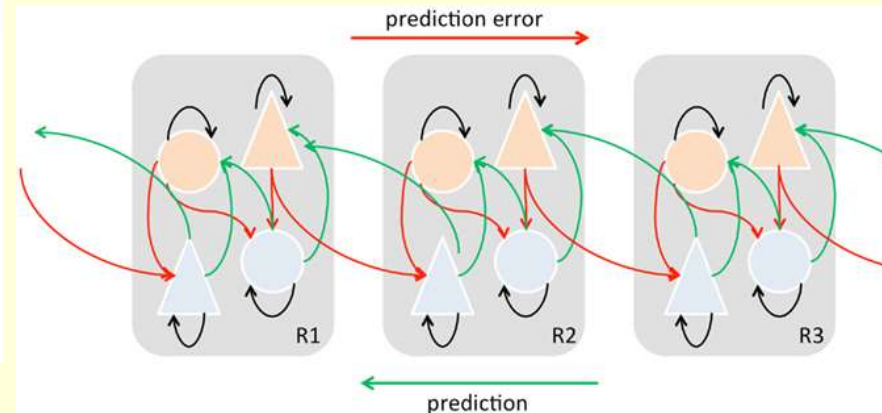
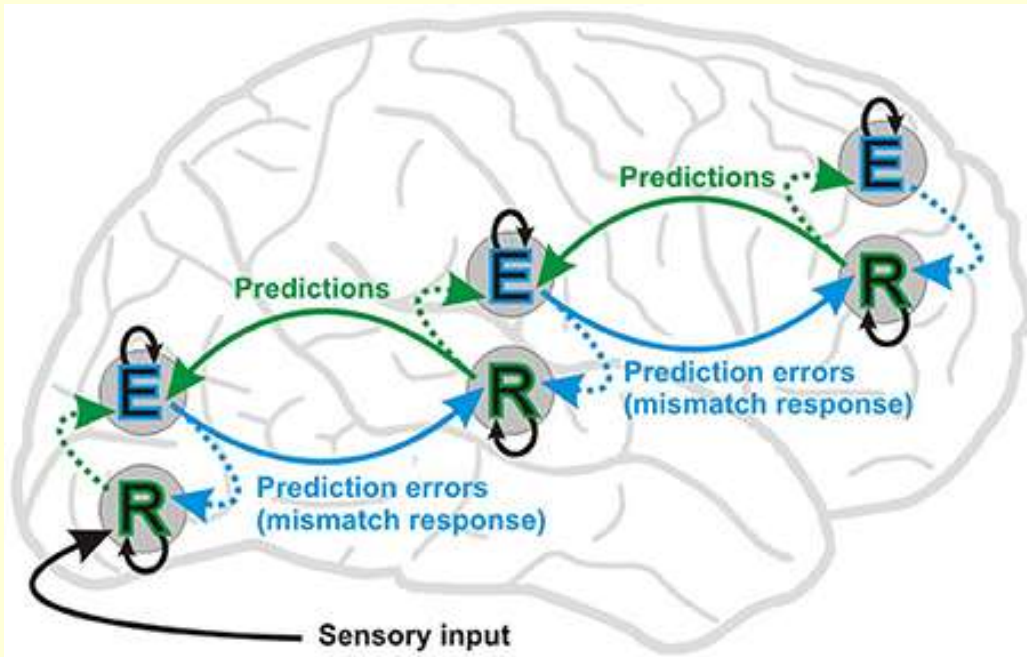
« Je suis effrayé par les automatismes qu'il est possible de créer à son insu dans le système nerveux d'un enfant.

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

- Henri Laborit



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

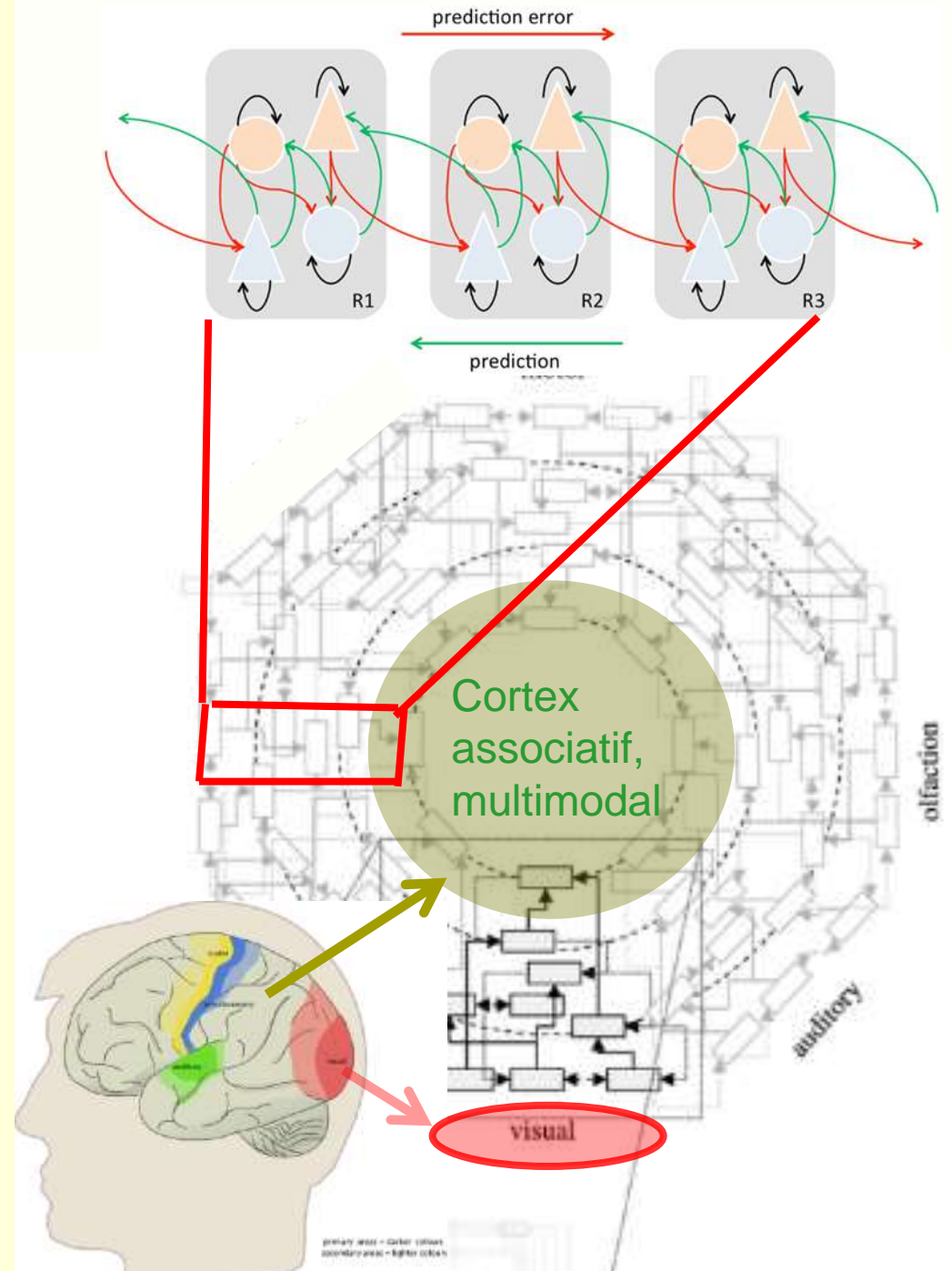


**Simplified scheme of the  
hierarchical predictive coding  
framework**

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

une architecture aux  **multiples  
niveaux** où chaque niveau essaie  
de prédire l'état du niveau  
en-dessous de lui  
(i.e. vers le monde extérieur).

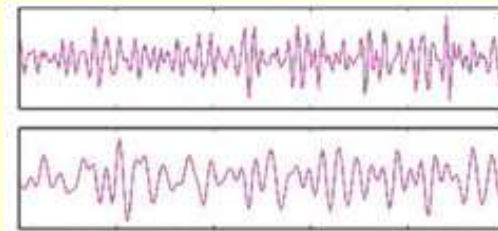
Et donc à chaque niveau,  
ce que le système nerveux  
va chercher à faire, c'est de  
**minimiser l'erreur** qui vient  
d'en bas par rapport à la  
prédiction qui vient d'en haut.





Pour minimiser continuellement l'erreur de ses modèles prédictifs, le cerveau peut :

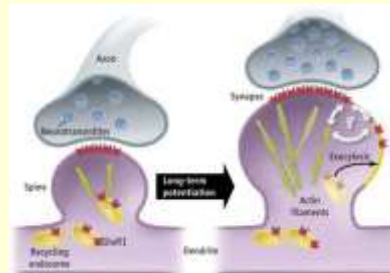
- soit **choisir un autre modèle** (recherche d'une **autre coalition** de régions cérébrales pertinente)



### Perception

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

- ou améliorer les modèles existants lorsqu'il ne correspond pas bien à la réalité (**plasticité** cérébrale);



### L'apprentissage

Modifier / améliorer les modèles existants

- 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 appelle « **active inference** ».

# Plan (suite)

## **Bloc 3 de 4 : Les hauts et les bas de l'histoire de notre « cerveau-corps »**

L'engramme mnésique à de multiples niveaux

Mécanismes de sélection d'engrammes : la neuromodulation cérébrale

« Neuro-hormones » : de la neuromodulation à l'échelle du corps

Aux origines des émotions : les neurosciences affectives

Le cas du stress chronique

Le cas de l'effet placebo

## **Bloc 4 de 4 : Nous sommes une « machine à faire des prédictions »**

L'activité dynamique endogène du cerveau

Le cas du sommeil

Mécanisme de sélection d'engrammes : les rythmes cérébraux

De vastes réseaux fonctionnels transitoires à l'échelle du cerveau

Synchronisation d'activité et consolidation

mnésique durant le sommeil

Perte de conscience durant le sommeil

La perception consciente dans un monde ambigu

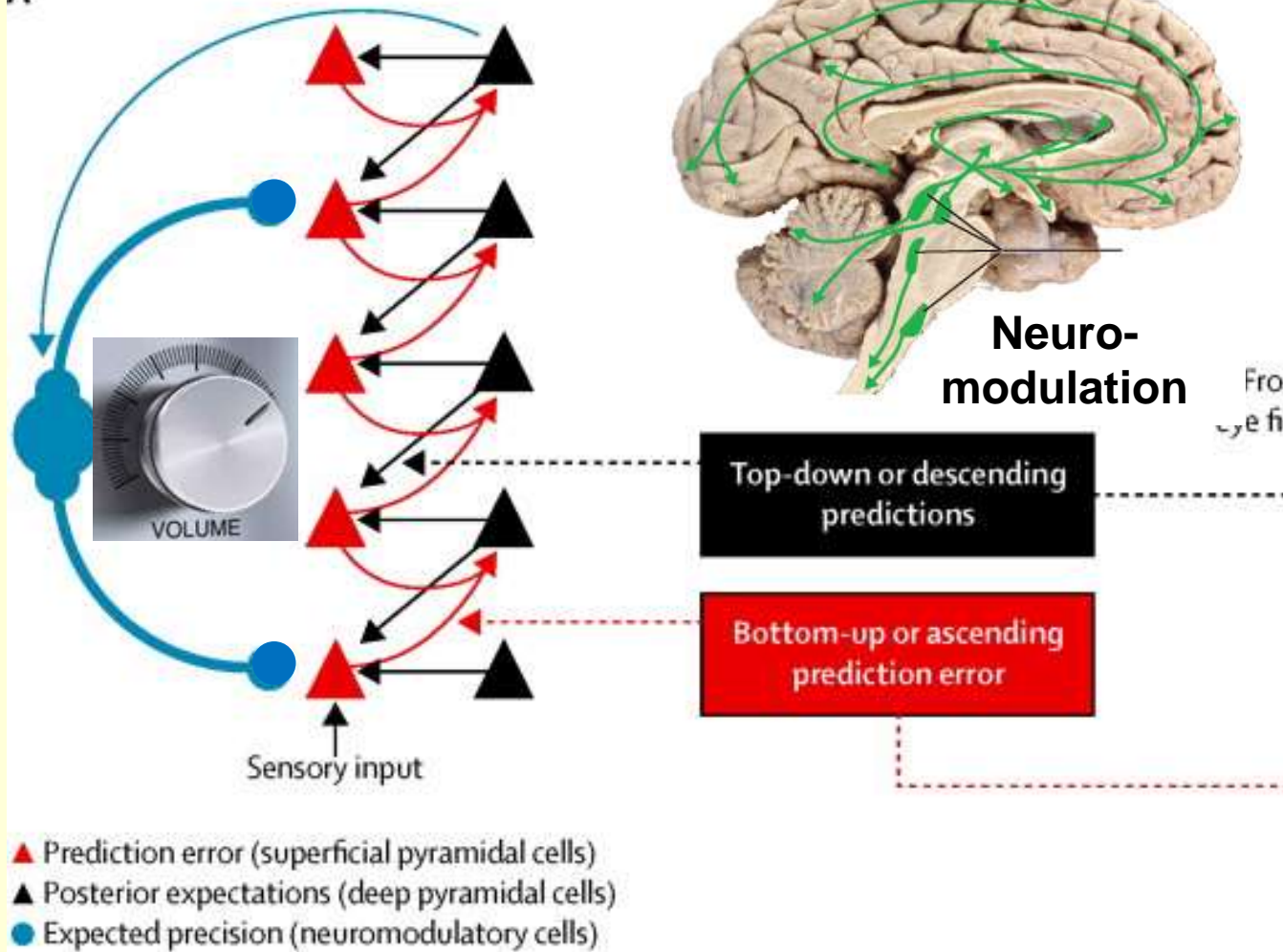
Le grand cadre théorique du « cerveau prédictif »

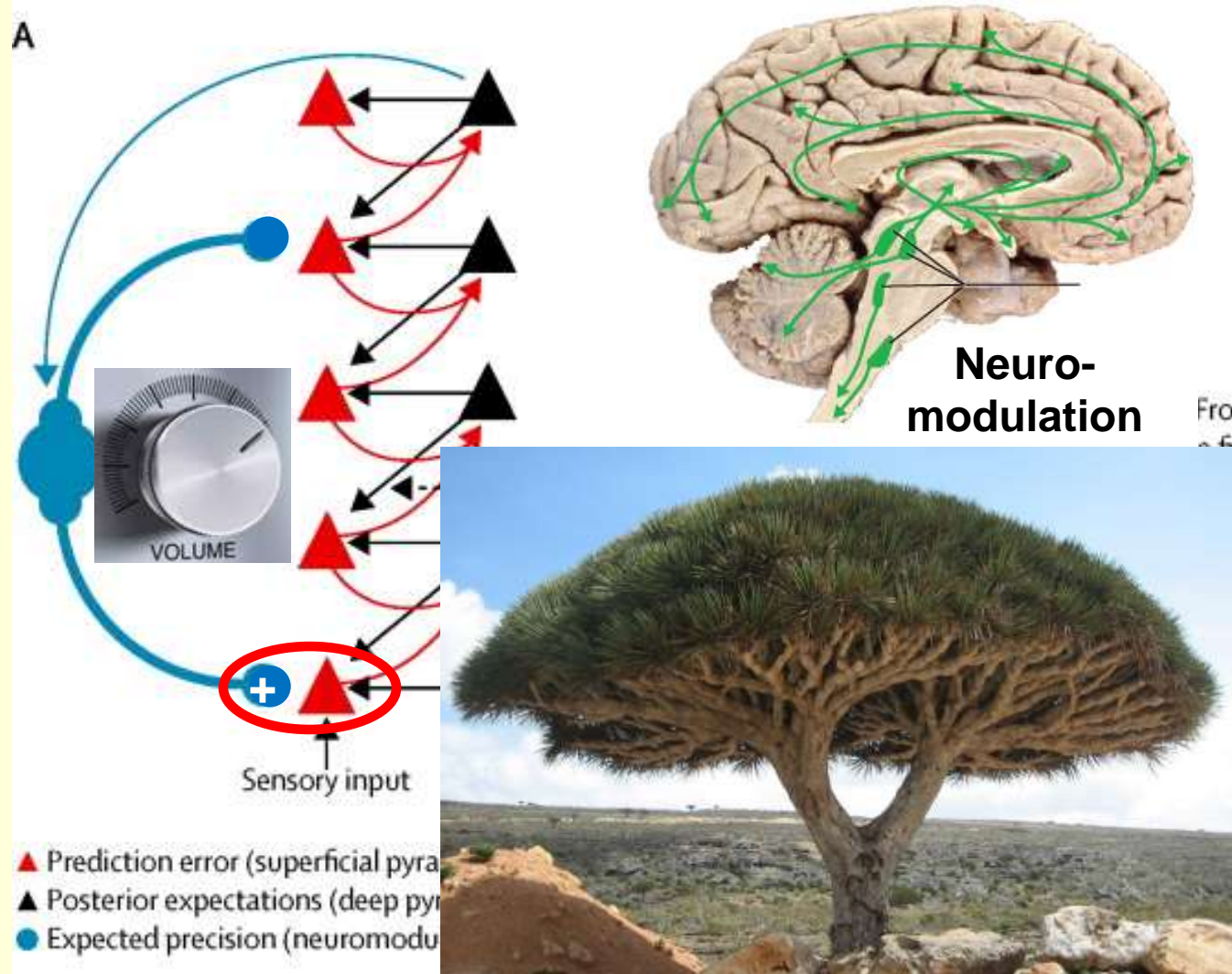
**L'attention, l'imagination et la compréhension sous l'angle du « cerveau prédictif »**

Des phénomènes cognitifs, comme **l'attention**, peuvent être réinterprétés sous l'angle du "cerveau prédictif" ...

**L'attention** devient un échantillonnage favorisant des données sensorielles de **haute précision**.

A

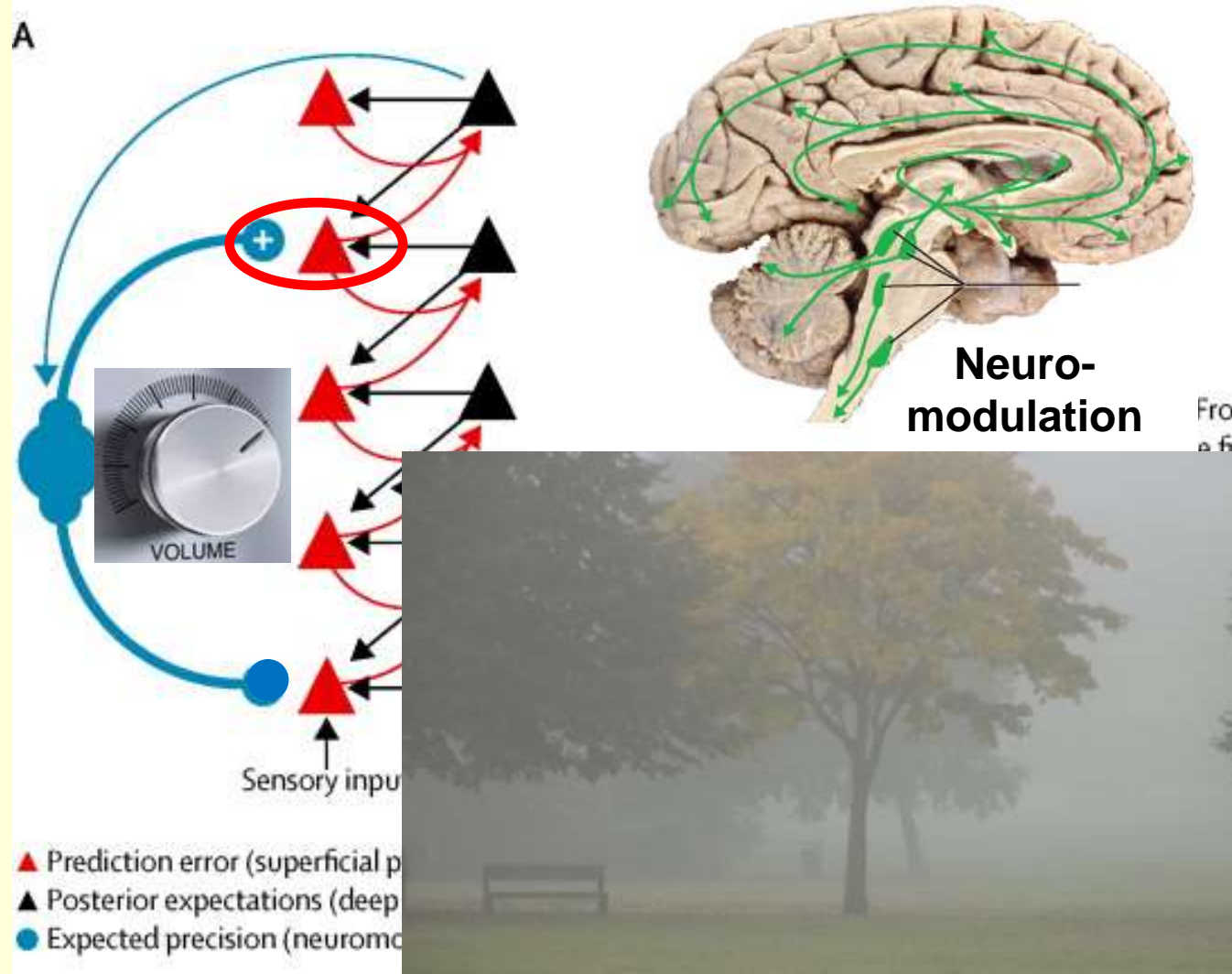




Dans certains cas, on pourra par exemple complètement **couper les influences de haut niveaux** et avoir une stratégie quasiment 100% bottom up.

Une belle journée où l'air sec offre une bonne visibilité : on s'en remet alors en toute confiance à notre vision, donc à une source d'information très 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.

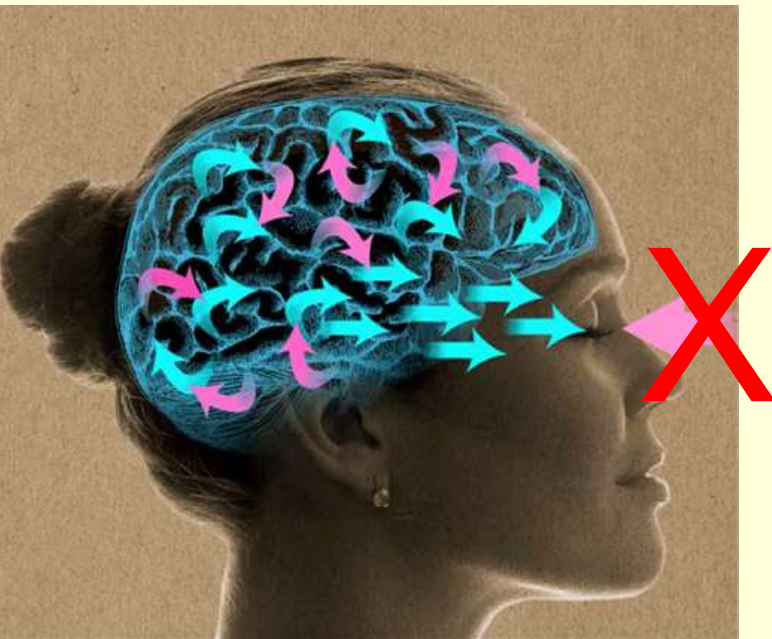


On voit donc que notre cerveau est prédictif, mais pas d'une manière absolue. Il est très bon pour donner du sens aux signaux **incomplets** ou **ambigus** – qui sont la norme dans la vie de tous les jours – mais peut aussi également dans d'autres circonstances laisser monter un signal bottom up clair qui pourra mettre à jour nos modèles internes du monde s'ils en ont besoin.

12 décembre 2016

« La cognition incarnée », séance 14 :

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



**L'imagination** trouve aussi une explication naturelle dans cette façon de voir les choses.

Si l'on néglige l'apport du « bottom up » sensoriel,

on libère, d'une certaine façon, les modèles « top down » qui peuvent ainsi, libérés des contraintes du réel, s'en donner à cœur joie dans les scénarios fictifs !

Ou **rêver** au sens propre (car durant notre sommeil paradoxal, on est vraiment coupé des inputs sensoriels).

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 » »...







A photograph of a wooden table with a puzzle. The puzzle features a cityscape with buildings and trees. Some puzzle pieces are missing, and a few are scattered on the table. A small glass object is visible in the top left corner.

**« We have not succeeded in answering all our problems—indeed we sometimes feel we have not completely answered any of them.**

**The answers we have found have only served to raise a whole set of new questions.**

**In some ways we feel that we are as confused as ever, but we think we are confused on a higher level and about more important things.”**

**– Katz et Rosenzweig**

# Merci pour votre présence et votre participation !



[www.lecerveau.mcgill.ca](http://www.lecerveau.mcgill.ca)



[www.elogedelasuite.net](http://www.elogedelasuite.net)



[www.upopmontreal.com](http://www.upopmontreal.com)