

Plan

Avant-midi :

1^{er} bloc : Perspective évolutive sur l'émergence des systèmes nerveux

2^e bloc : Développement, plasticité cérébrale, perception et action :
des processus dynamiques à différentes échelles de temps

Après-midi :

3^e bloc : De grands réseaux cérébraux transitoires :
Affordances et prise de décision, inconscient et langage conscient

4^e bloc : Le « cerveau-corps-environnement » :
stress et effet placebo, le grand cadre théorique du cerveau prédictif

Plan

4^e bloc : Le « cerveau-corps-environnement » :
stress et effet placebo, le grand cadre théorique du cerveau prédictif

Résumé : qu'est-ce qui cause un comportement ?

Cerveau et corps ne font qu'un

L'exemple du stress

L'exemple de l'effet placebo

Le grand cadre théorique du cerveau prédictif

Qu'est-ce qui cause un comportement ?



BEHAVE

THE BIOLOGY
of HUMANS at OUR
BEST and WORST



ROBERT M.
SAPOLSKY

TED video :
**The biology of
our best and
worst selves.**

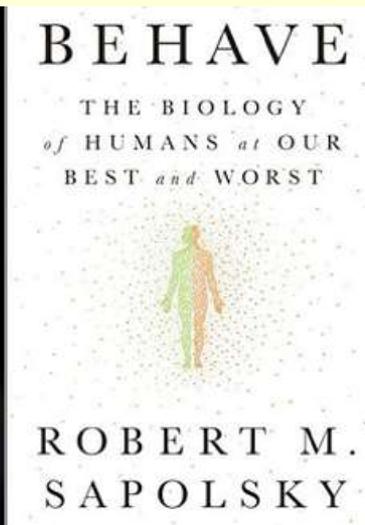
https://www.ted.com/talks/robert_sapolsky_the_biology_of_our_best_and_worst_selves

« C'est compliqué... »

Qu'est-ce qui cause un comportement ?

Table of Contents

- 2 - One Second Before 21
- 3 - Seconds to Minutes Before 81
- 4 - Hours to Days Before 99
- 5 - Days to Months Before 137
- 6 - Adolescence; or, Dude, Where's My Frontal Cortex? 154
- 7 - Back to the Crib, Back to the Womb 174
- 8 - Back to When you were Just a Fertilized Egg 223
- 9 - Centuries to Millennia Before 266
- ...17



« C'est compliqué... »

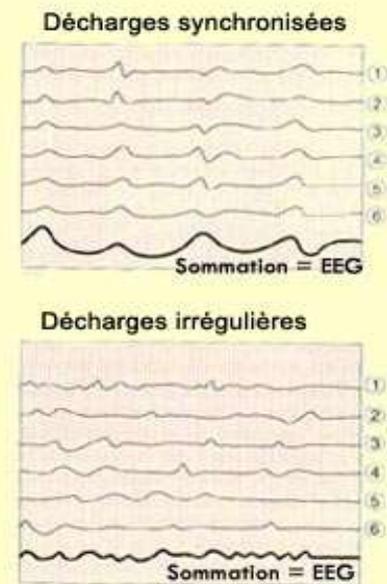
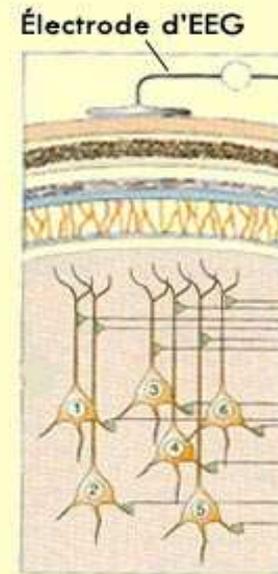
TED video :
**The biology of
our best and
worst selves.**

https://www.ted.com/talks/robert_sapolsky_the_biology_of_our_best_and_worst_selves

Certains patterns d'activation nerveuse

Table of Contents

- 2 - **One Second** Before 21
- 3 - Seconds to Minutes Before 81
- 4 - Hours to Days Before 99
- 5 - Days to Months Before 137
- 6 - Adolescence; or, Dude, Where's My
- 7 - Back to the Crib, Back to the Womb 174
- 8 - Back to When you were Just a Fertilized Egg 223
- 9 - Centuries to Millennia Before 266
- ...17



Certains patterns
d'activation nerveuse

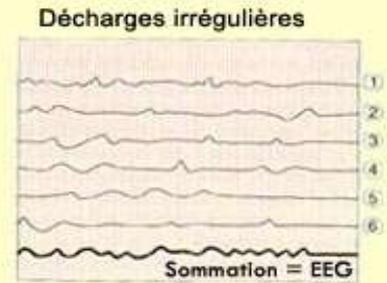
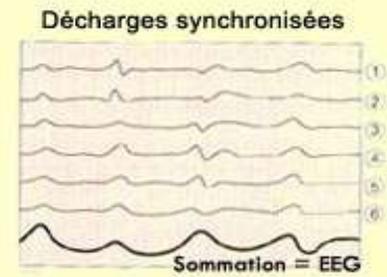
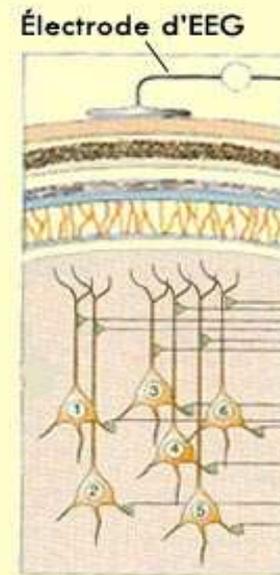
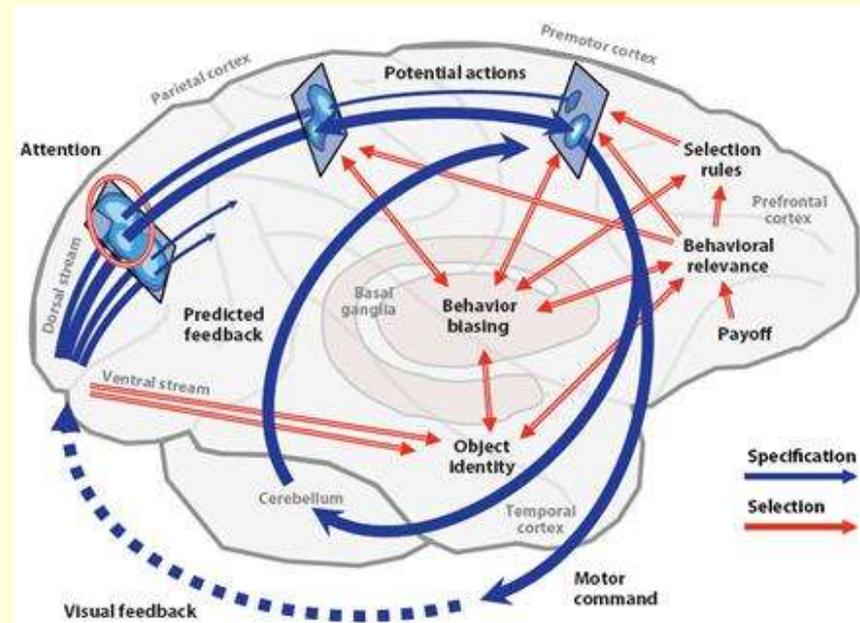


Table of Contents

- 2 - One Second Before 21
- 3 - **Seconds to Minutes** Before 81
- 4 - Hours to Days Before 99
- 5 - Days to Months Before 137
- 6 - Adolescence; or, Dude, Where's My
- 7 - Back to the Crib, Back to the Womb 174
- 8 - Back to When you were Just a Fertilized Egg 223
- 9 - Centuries to Millennia Before 266

...17

en réponse
à certains stimuli



Certains patterns d'activation nerveuse

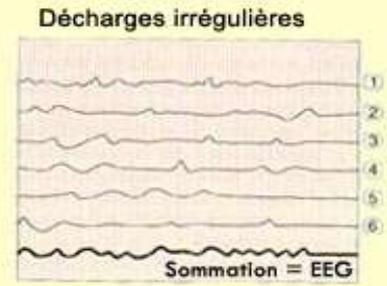
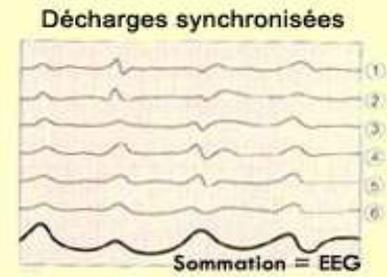
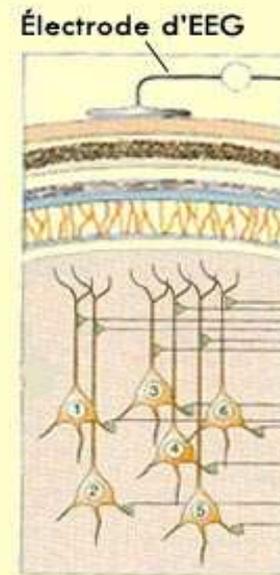
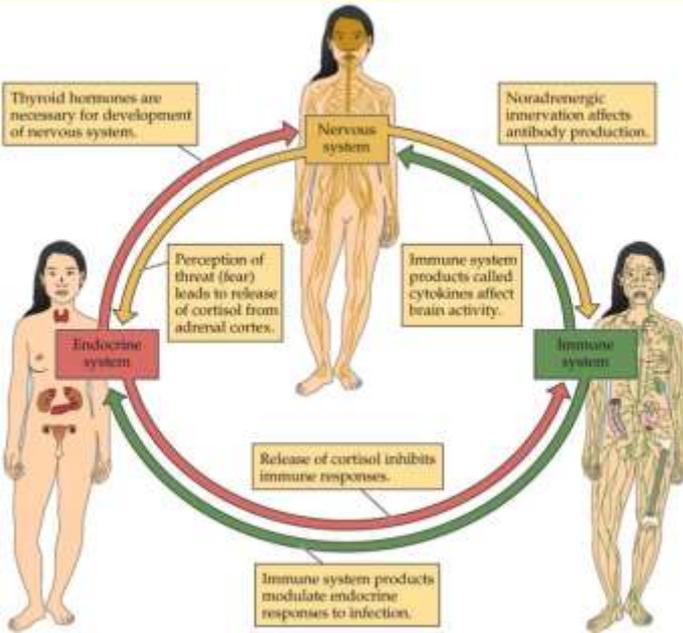


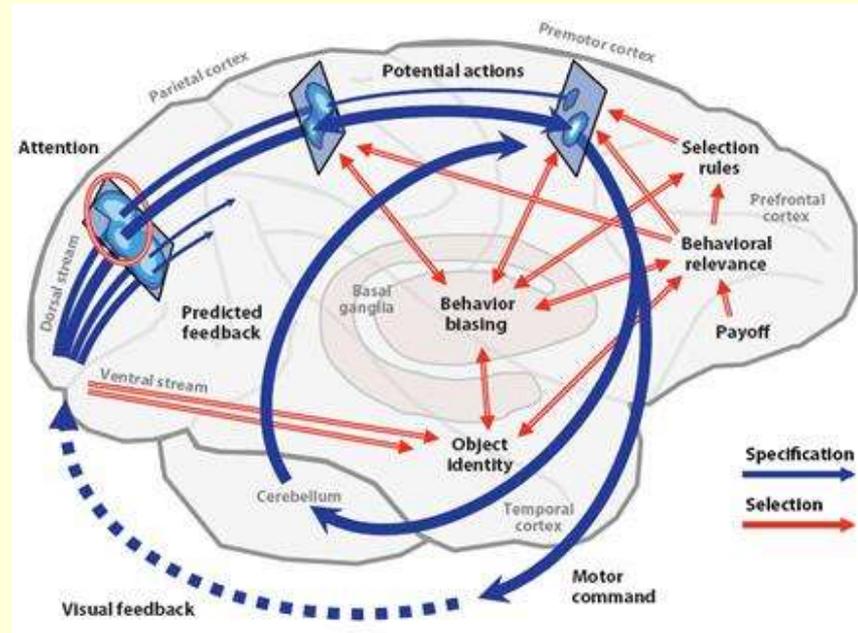
Table of Contents

- 2 - One Second Before 21
- 3 - Seconds to Minutes Before 81
- 4 - **Hours to Days** Before 99
- 5 - Days to Months Before 137
- 6 - Adolescence; or, Dude, Where's My
- 7 - Back to the Crib, Back to the Womb 174
- 8 - Back to When you were Just a Fertilized Egg 223
- 9 - Centuries to Millennia Before 266

en réponse à certains stimuli



avec certains niveaux d'hormones ou d'autres états corporels



suite à des phénomènes de **plasticité** neuronale amenant des changements structuraux

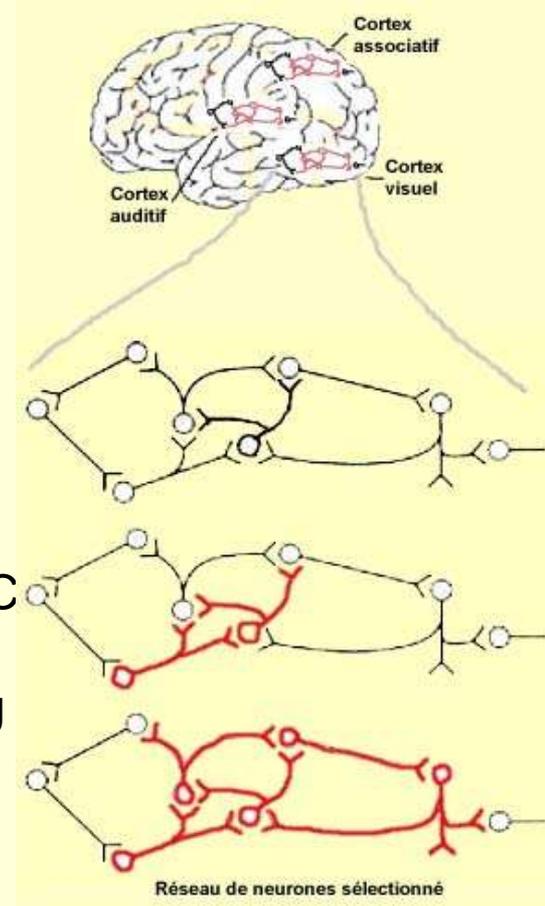
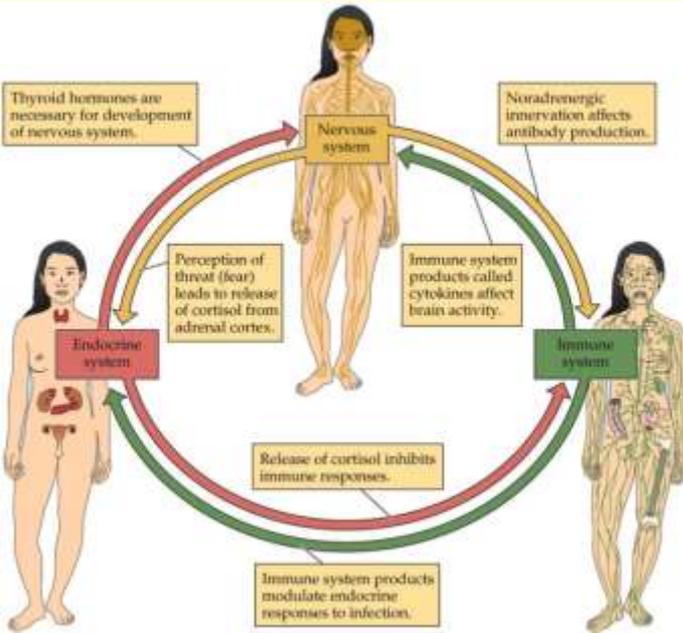


Table of Contents

- 2 - One Second Before 21
- 3 - Seconds to Minutes Before 81
- 4 - Hours to Days Before 99
- 5 - **Days to Months** Before 137
- 6 - Adolescence; or, Dude, Where's My Frontal C
- 7 - Back to the Crib, Back to the Womb 174
- 8 - Back to When you were Just a Fertilized Egg
- 9 - Centuries to Millennia Before 266



avec certains niveaux d'hormones ou d'autres états corporels

suite à des
phénomènes de
plasticité neuronale
amenant des
changements
structuraux

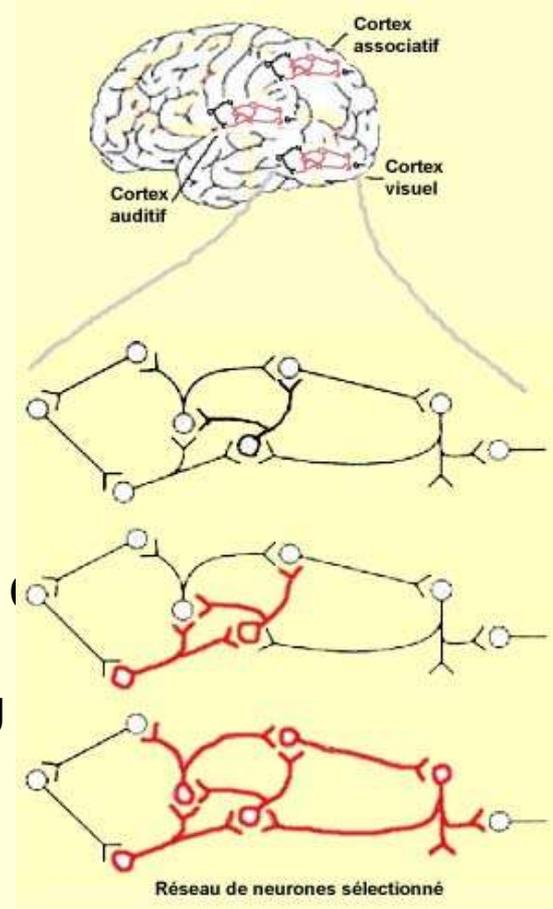


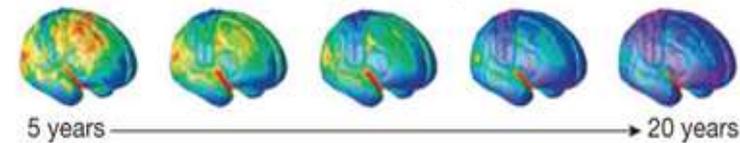
Table of Contents

- 2 - One Second Before 21
- 3 - Seconds to Minutes Before 81
- 4 - Hours to Days Before 99
- 5 - Days to Months Before 137
- 6 - **Adolescence**; or, Dude, Where's My Frontal (
- 7 - Back to the Crib, Back to the Womb 174
- 8 - Back to When you were Just a Fertilized Egg
- 9 - Centuries to Millennia Before 266
- ...17

une enfance et une
adolescence épanouies
ou carencées



Grey-matter volume changes during normal development



suite à des
phénomènes de
plasticité neuronale
amenant des
changements
structuraux

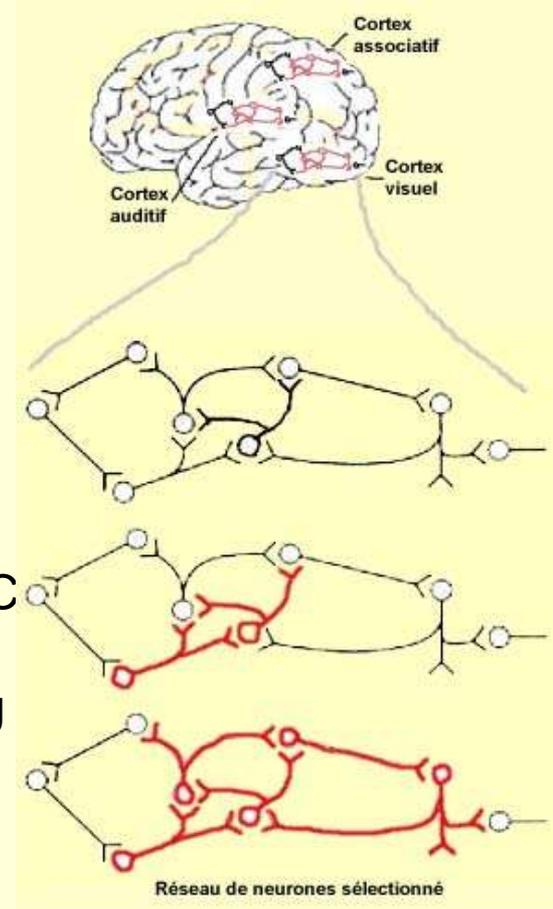
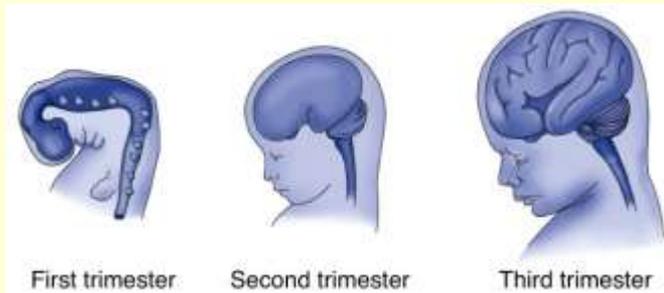
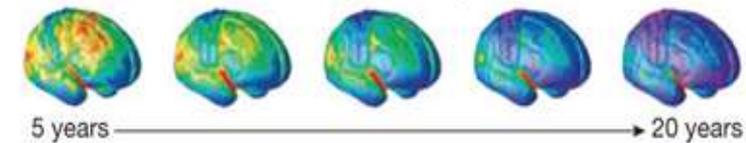


Table of Contents

- 2 - One Second Before 21
- 3 - Seconds to Minutes Before 81
- 4 - Hours to Days Before 99
- 5 - Days to Months Before 137
- 6 - Adolescence; or, Dude, Where's My Frontal C
- 7 - Back to the Crib, Back to the **Womb** 174
- 8 - Back to When you were Just a Fertilized Egg
- 9 - Centuries to Millennia Before 266
- ...17



Grey-matter volume changes during normal development

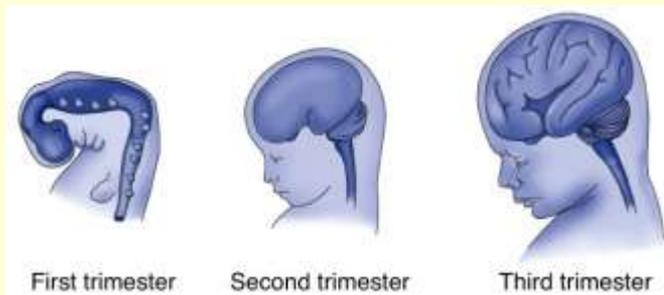
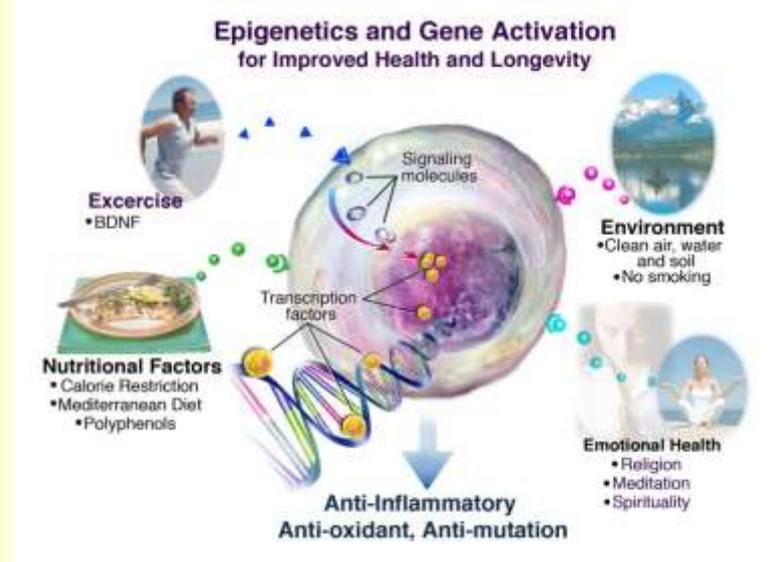


5 years —————> 20 years

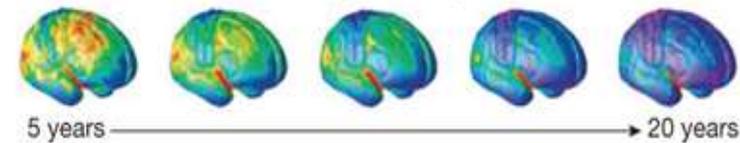
influences
épigénétiques
transmissibles ?

Table of Contents

- 2 - One Second Before 21
 - 3 - Seconds to Minutes Before 81
 - 4 - Hours to Days Before 99
 - 5 - Days to Months Before 137
 - 6 - Adolescence; or, Dude, Where's My Frontal Cortex? 154
 - 7 - Back to the Crib, Back to the Womb 174
 - 8 - Back to When you were Just a **Fertilized Egg** 223
 - 9 - Centuries to Millennia Before 266
- ...17



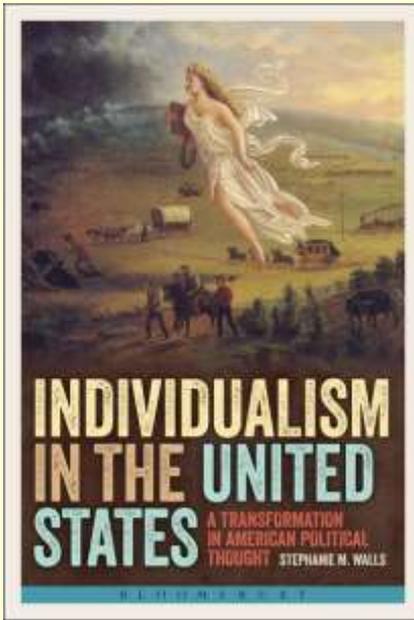
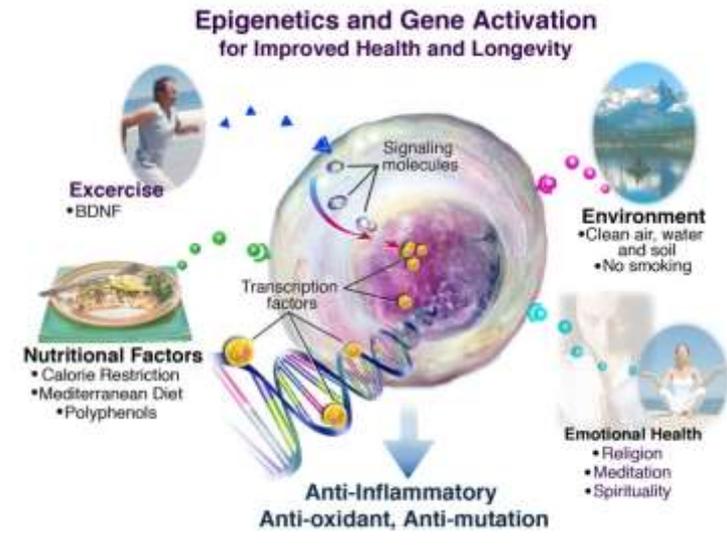
Grey-matter volume changes during normal development



influences
épigénétiques
transmissibles ?

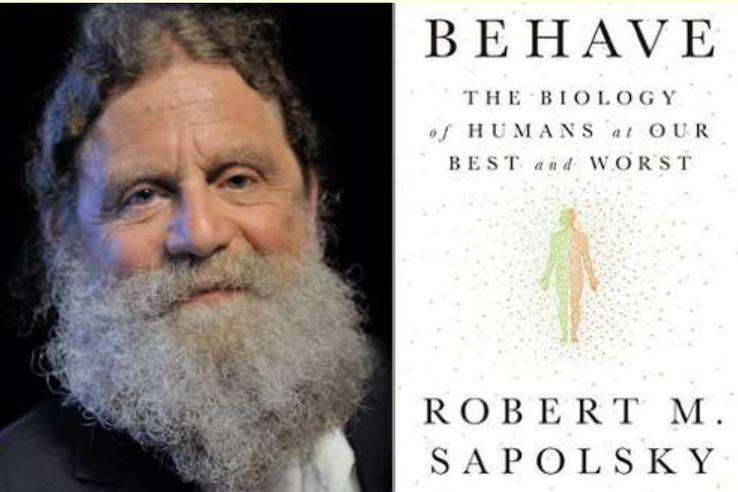
Table of Contents

- 2 - One Second Before 21
- 3 - Seconds to Minutes Before 81
- 4 - Hours to Days Before 99
- 5 - Days to Months Before 137
- 6 - Adolescence; or, Dude, Where's My Frontal Cortex? 154
- 7 - Back to the Crib, Back to the Womb 174
- 8 - Back to When you were Just a Fertilized Egg 223
- 9 - **Centuries to Millennia** Before 266



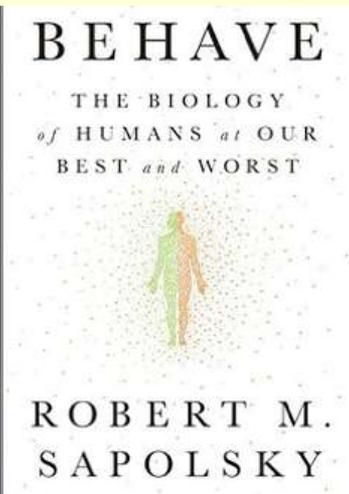
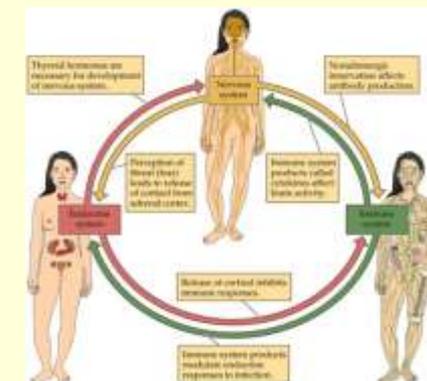
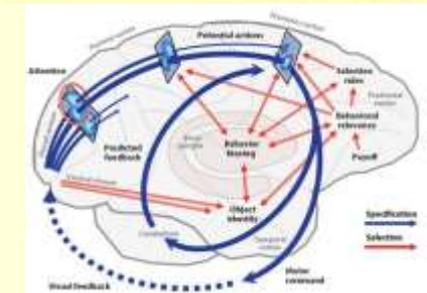
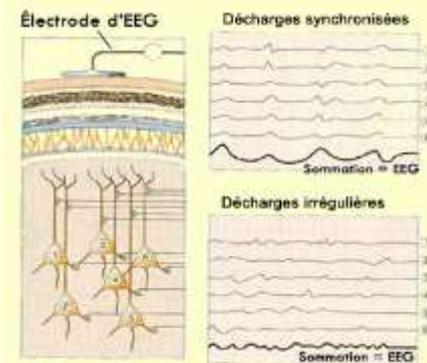
notre héritage culturel...

Qu'est-ce qui cause un comportement ?

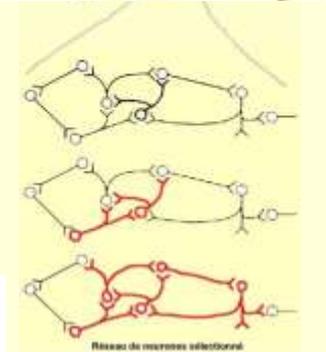
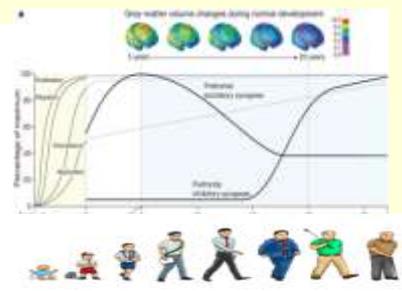
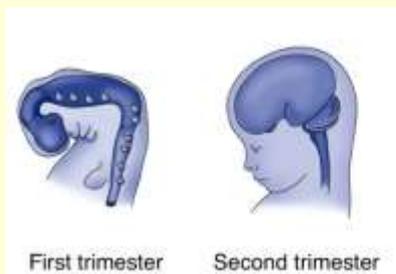


« C'est compliqué... »

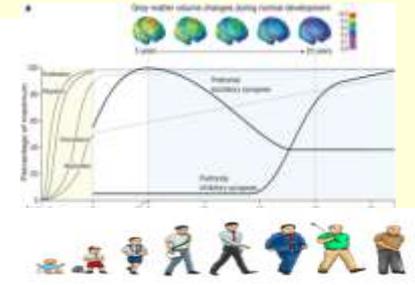
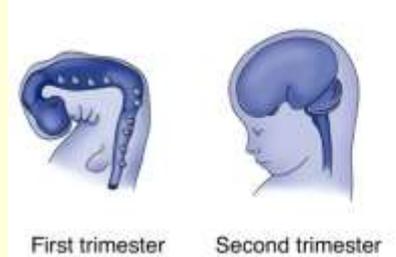
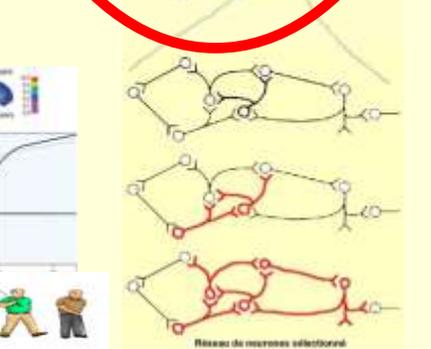
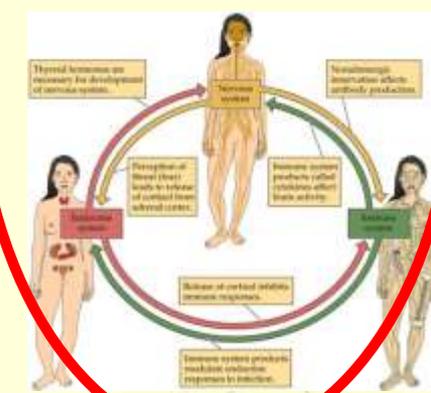
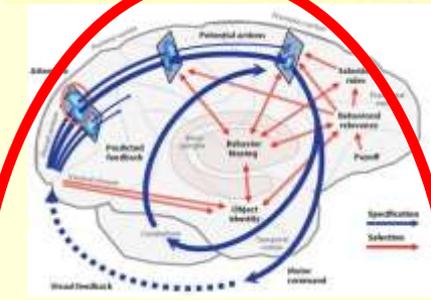
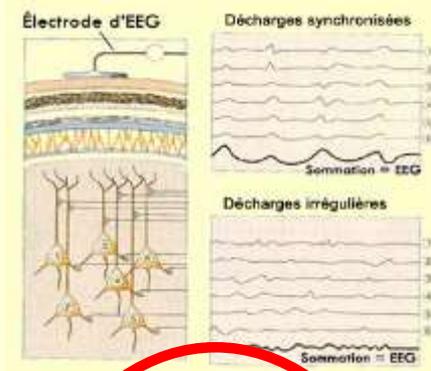
Qu'est-ce qui cause un comportement ?



Tous ces facteurs
(ou déterminismes)
à la fois !



Durant la prochaine heure :



LE CERVEAU A TOUT LES NIVEAUX

PROPOSITION Thème : LE CERVEAU ET LA SOCIÉTÉ
Niveau : L1
Mots-clés : SOCIÉTÉ, CERVEAU

OBJECTIFS

CONTENU

ÉVALUATION

LE CERVEAU A TOUT LES NIVEAUX

PROPOSITION Thème : LE CERVEAU ET LA SOCIÉTÉ
Niveau : L1
Mots-clés : SOCIÉTÉ, CERVEAU

OBJECTIFS

CONTENU

ÉVALUATION

LE CERVEAU A TOUT LES NIVEAUX

PROPOSITION Thème : LE CERVEAU ET LA SOCIÉTÉ
Niveau : L1
Mots-clés : SOCIÉTÉ, CERVEAU

OBJECTIFS

CONTENU

ÉVALUATION

LE CERVEAU A TOUT LES NIVEAUX

PROPOSITION Thème : LE CERVEAU ET LA SOCIÉTÉ
Niveau : L1
Mots-clés : SOCIÉTÉ, CERVEAU

OBJECTIFS

CONTENU

ÉVALUATION

LE CERVEAU A TOUT LES NIVEAUX

PROPOSITION Thème : LE CERVEAU ET LA SOCIÉTÉ
Niveau : L1
Mots-clés : SOCIÉTÉ, CERVEAU

OBJECTIFS

CONTENU

ÉVALUATION



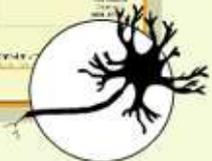
Social



Psychologique



Cérébral



Cellulaire



Moléculaire



Plan

4^e bloc : Le « cerveau-corps-environnement » :
stress et effet placebo, le grand cadre théorique du cerveau prédictif

Résumé : qu'est-ce qui cause un comportement ?

Cerveau et corps ne font qu'un

L'exemple du stress

L'exemple de l'effet placebo

Le grand cadre théorique du cerveau prédictif

Or on sait maintenant
que...

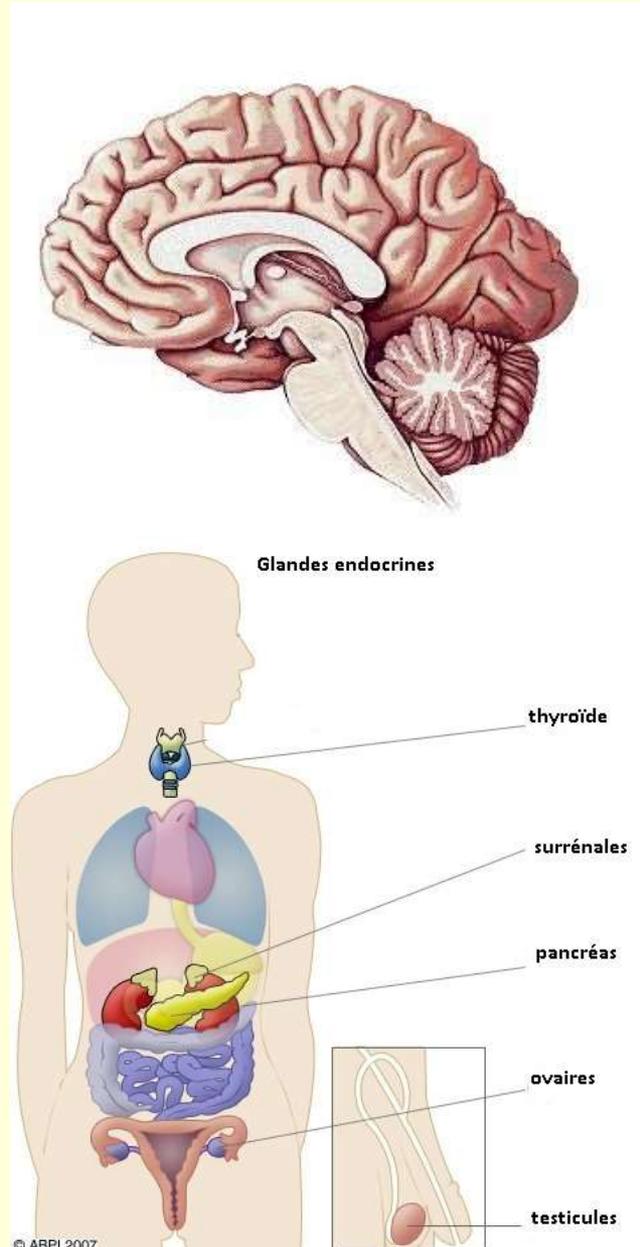
Cerveau

neurotransmetteurs

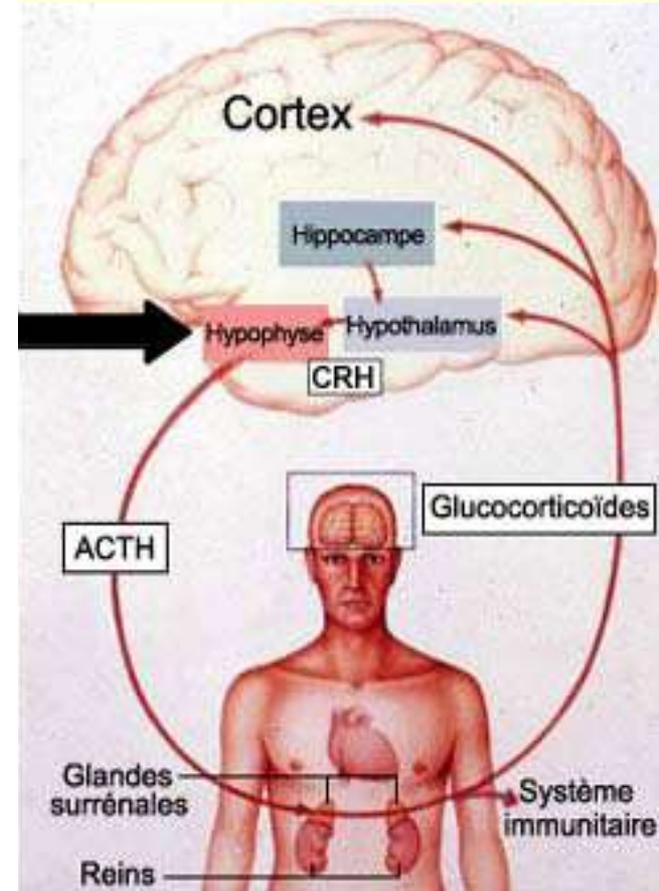
~~SÉPARATION~~

Corps

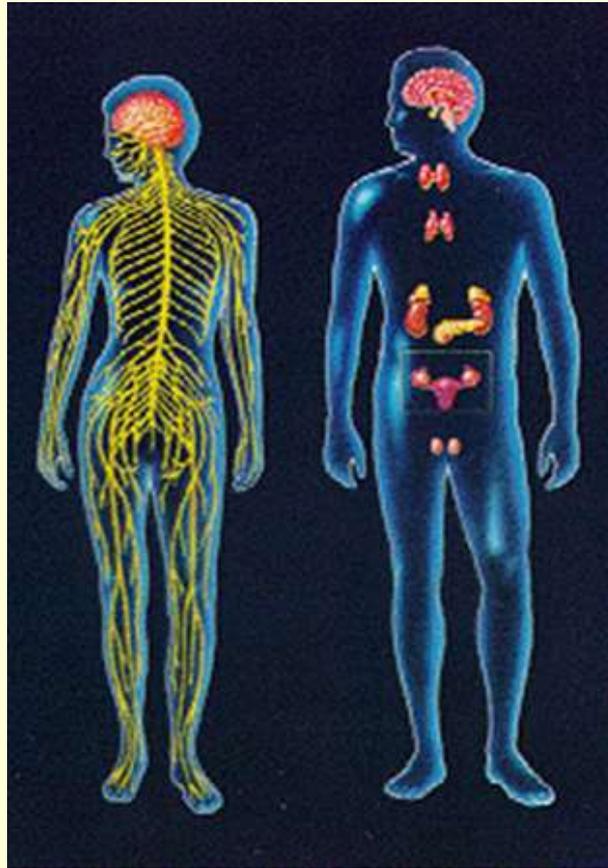
hormones



...et que des **boucles de rétroaction** foisonnent entre le système hormonal et le cerveau.



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



Nerveux

Endocrinien

Éventuellement,
va devoir être aidé par :

Système **nerveux**

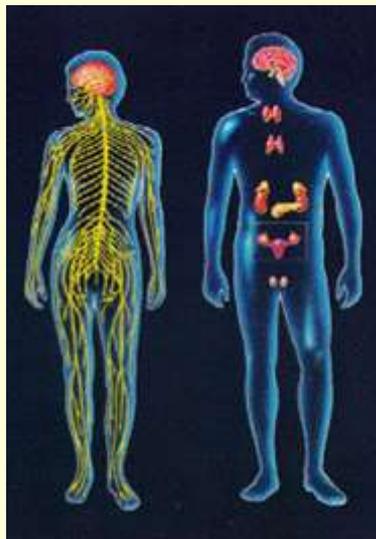
=

autonomie motrice

pour trouver leurs ressources
dans l'environnement

Donc boucles sensori-motrices

Donc **comportements**



Système **endocrinien**

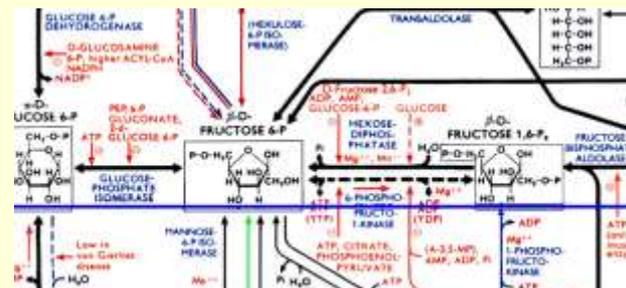
=

Équilibre métabolique

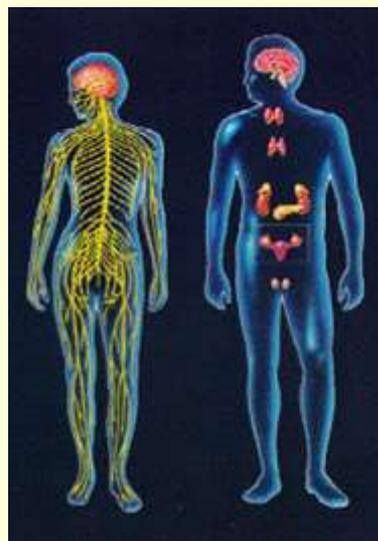
de l'environnement
interne

Donc boucles de rétroaction
biochimiques

Donc **régulations
hormonales**



Éventuellement,
va devoir être aidé par :



Système **nerveux**

=

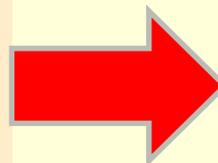
autonomie motrice

pour trouver leurs ressources
dans l'environnement

Donc boucles sensori-motrices

Donc **comportements**

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



Système **endocrinien**

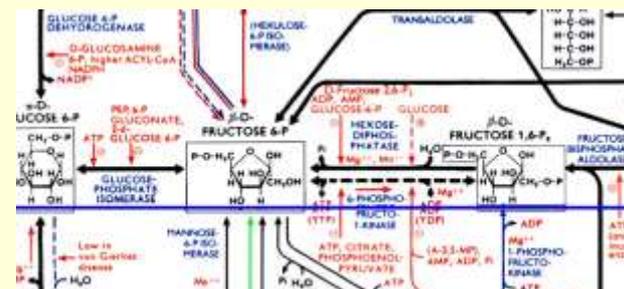
=

Équilibre métabolique

de l'environnement
interne

Donc boucles de rétroaction
biochimiques

Donc **régulations
hormonales**





**Par une réponse
comportementale
(système nerveux)**

**Par une réponse
métabolique
(système endocrinien)**

FAIM

Manger

Mobiliser ses réserves
(lipides, etc...)

SOIF

Boire

Diminuer l'élimination d'eau
(réabsorption par les reins,
etc....)

TEMPÉRATURE

Se met à l'abri
Hérissé ses poils

Augmente la production de
chaleur par ses cellules

REPRODUCTION

Comportements de
séduction
Accouplement

Maturation des cellules
sexuelles

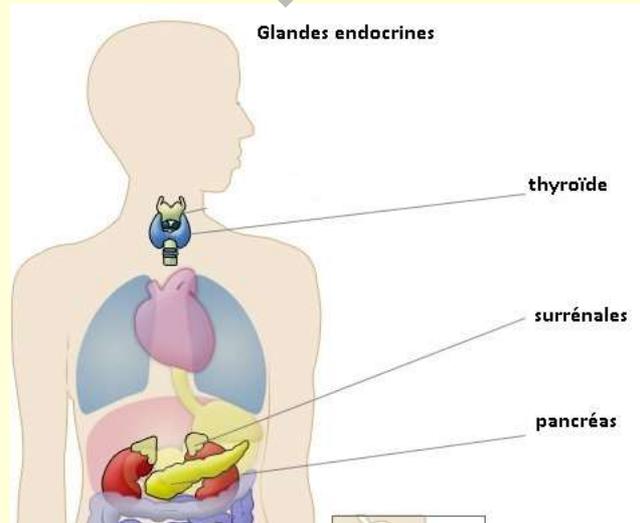
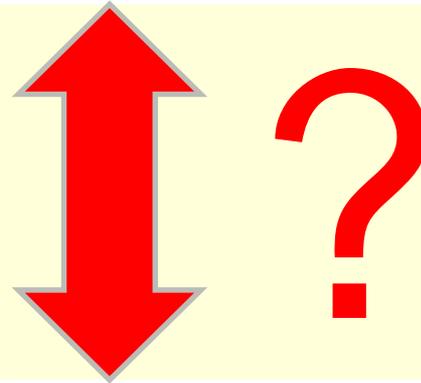
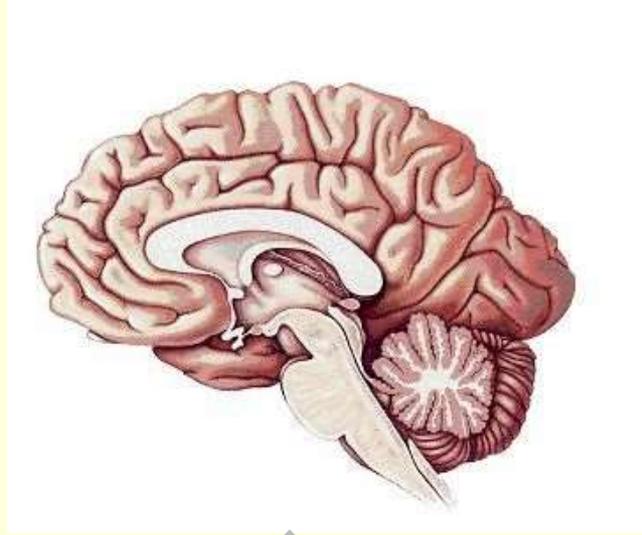
SOINS ENFANTS

Comportements maternels

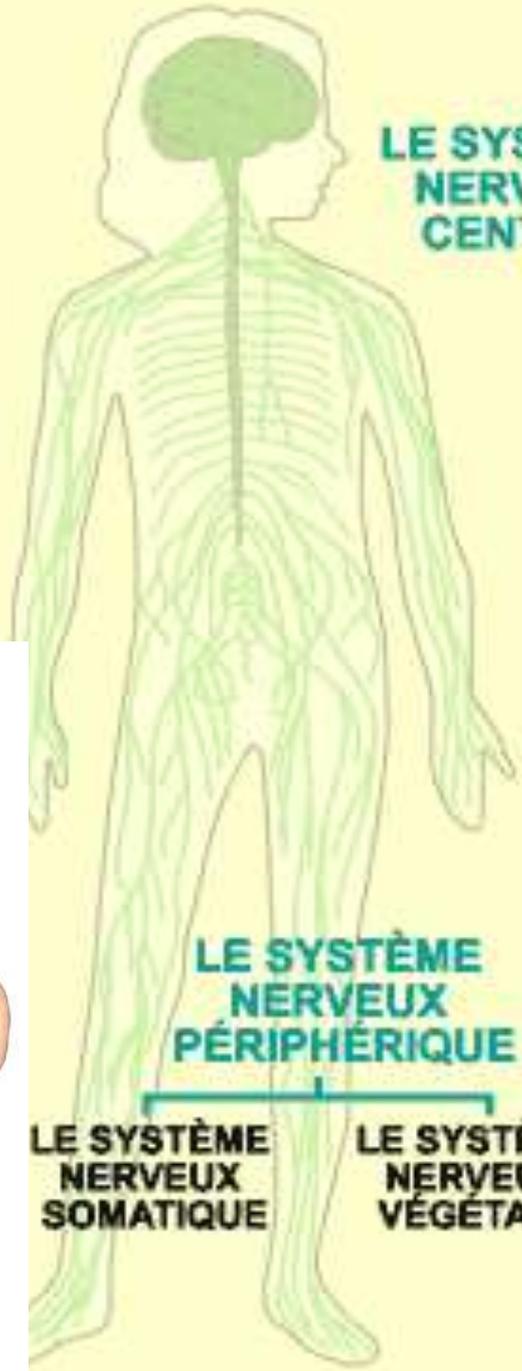
Production de lait

Mais pour comprendre ces boucles de rétroaction,

il faut considérer les **différentes voies de communication** entre le cerveau et le corps.



LE SYSTÈME NERVEUX CENTRAL



LE SYSTÈME NERVEUX PÉRIPHÉRIQUE

LE SYSTÈME NERVEUX SOMATIQUE LE SYSTÈME NERVEUX VÉGÉTATIF

Afférences

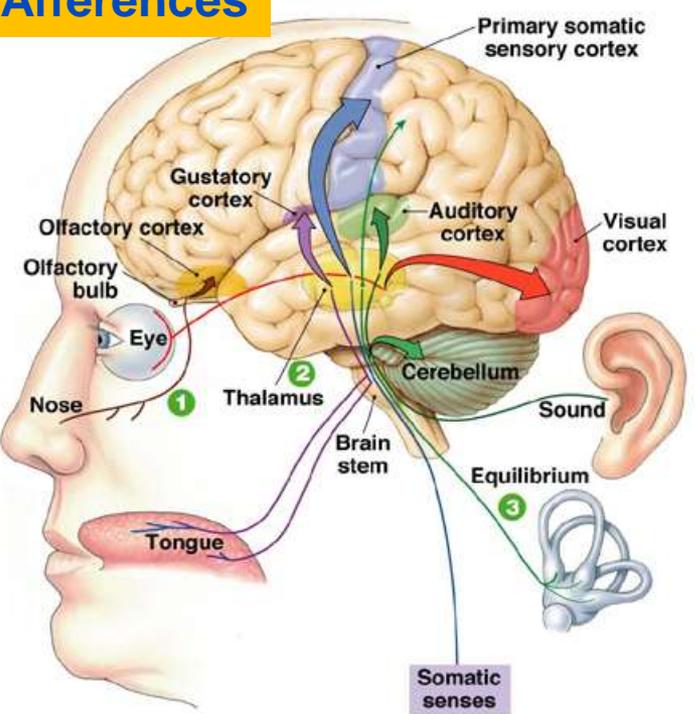
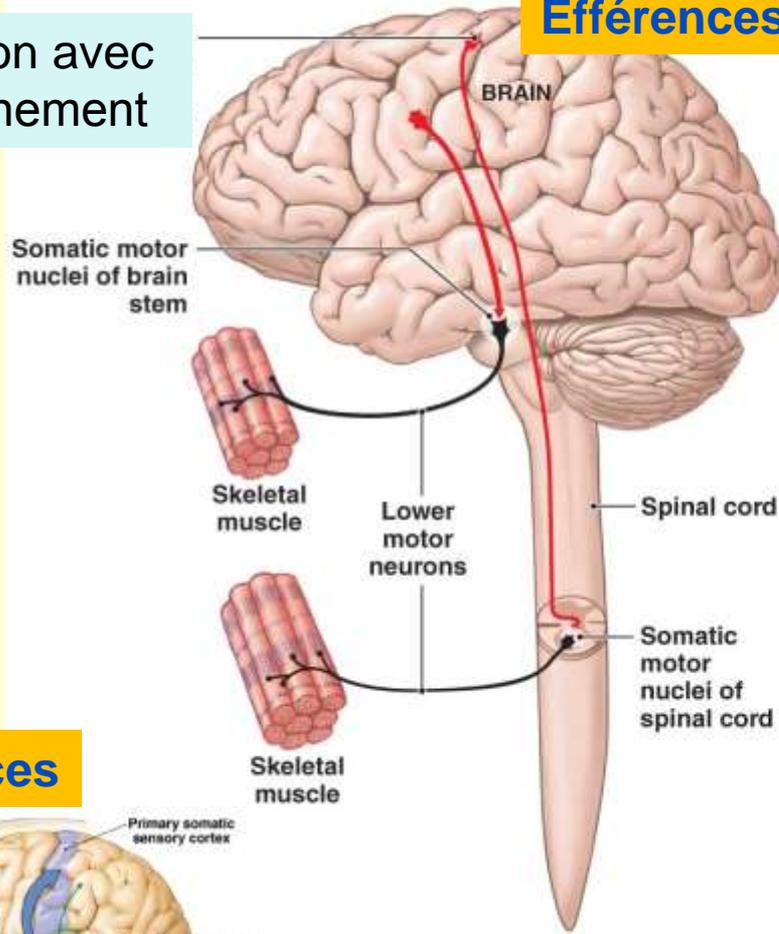


Fig. 10-4

A schematic of the somatic nervous system (SNS), which provides conscious and sub-conscious control over skeletal muscles

Efférences

En relation avec l'environnement



Afférences

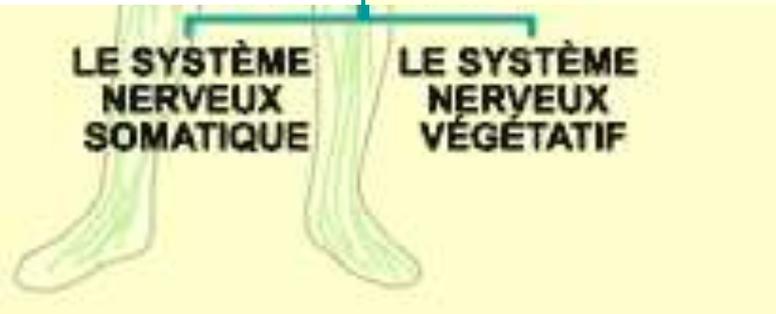
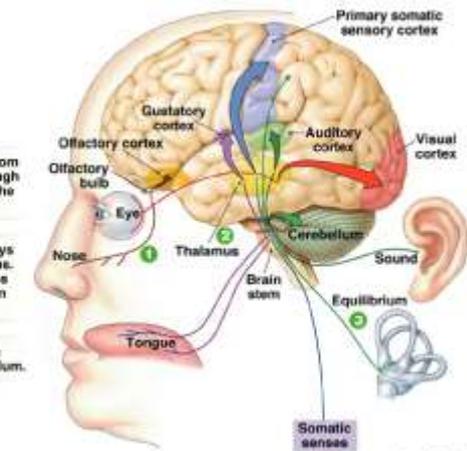
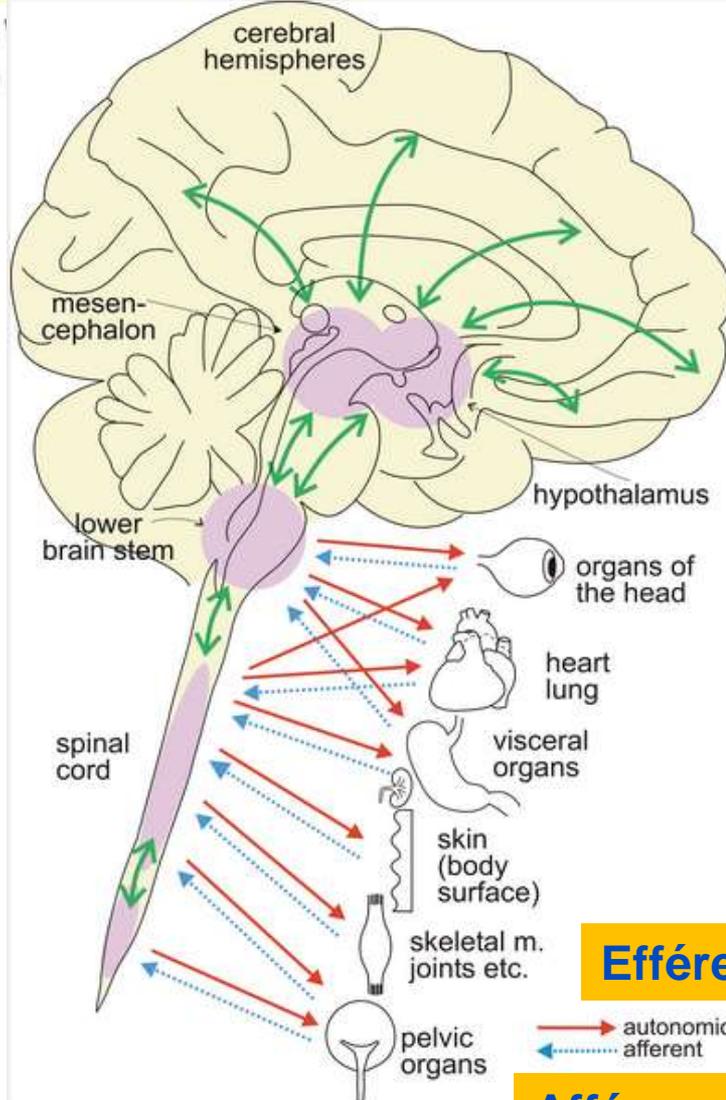
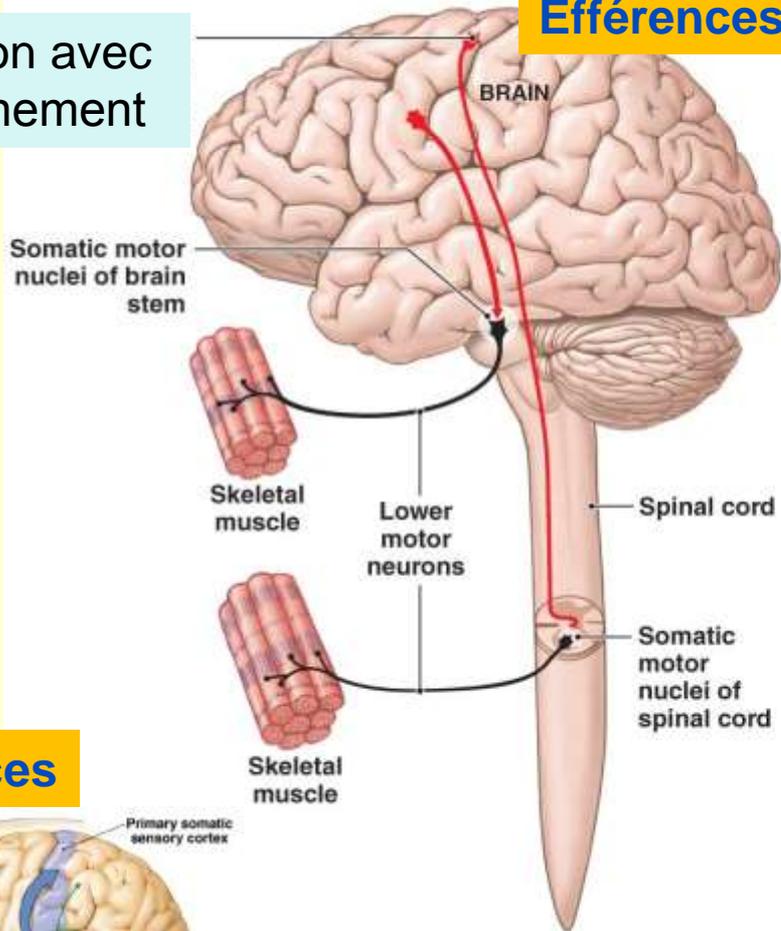


Fig. 10-4

A schematic of the somatic nervous system (SNS), which provides conscious and sub-conscious control over skeletal muscles

Efférences

En relation avec l'environnement

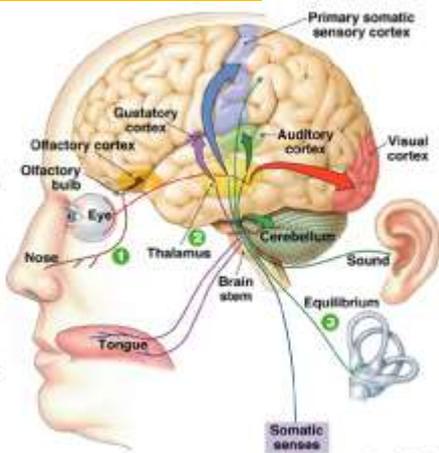


Efférences

→ autonomic efferent
← afferent

Afférences

Afférences



LE SYSTÈME NERVEUX SOMATIQUE

LE SYSTÈME NERVEUX VÉGÉTATIF

LE SYSTÈME NERVEUX PARASYMPATHIQUE

LE SYSTÈME NERVEUX SYMPATHIQUE

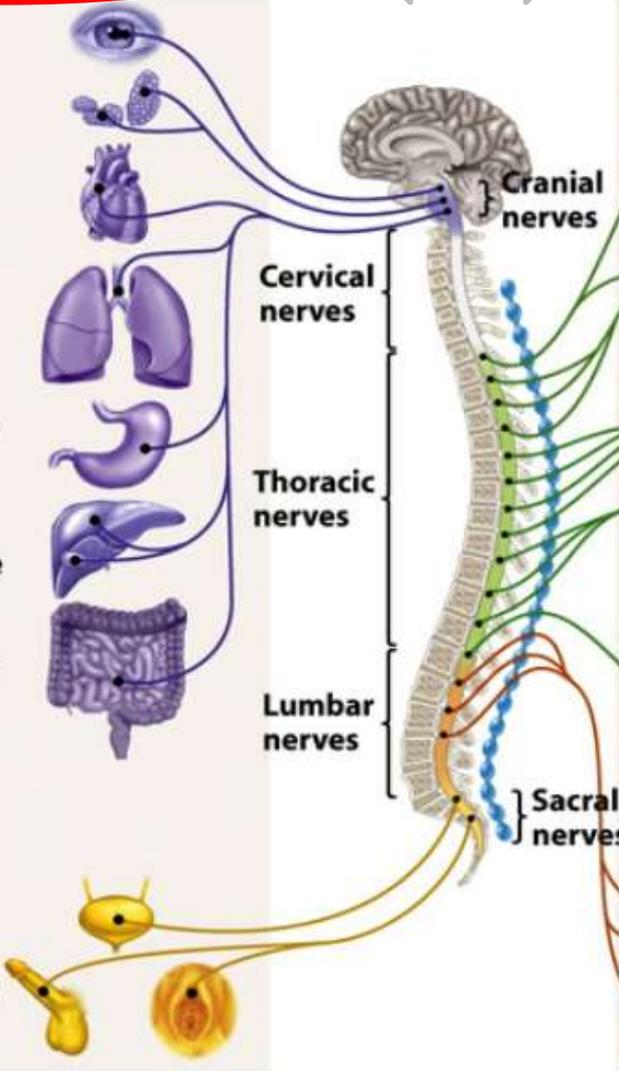
LE SYSTÈME
NERVEUX
PARASYMPATHIQUE

LE SYSTÈME
NERVEUX
SYMPATHIQUE

PARASYMPATHETIC NERVES
"Rest and digest"

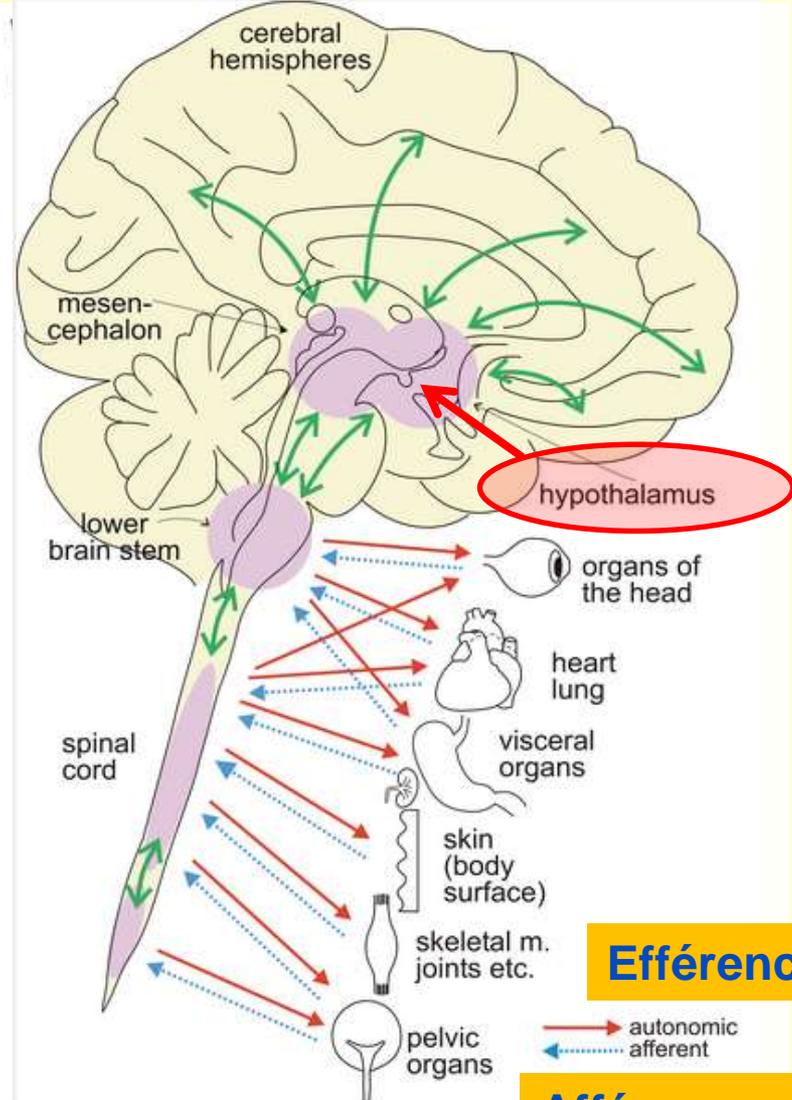
SYMPATHETIC NERVES
"Fight or flight"

- Constrict pupils
- Stimulate saliva
- Slow heartbeat
- Constrict airways
- Stimulate activity of stomach
- Inhibit release of glucose; stimulate gallbladder
- Stimulate activity of intestines
- Contract bladder
- Promote erection of genitals



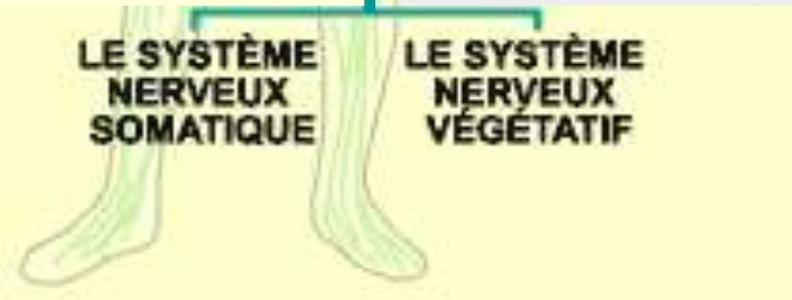
- Dilate pupils
- Inhibit salivation
- Increase heartbeat
- Relax airways
- Inhibit activity of stomach
- Stimulate release of glucose; inhibit gallbladder
- Inhibit activity of intestines
- Secrete epinephrine and norepinephrine
- Relax bladder
- Promote ejaculation and vaginal contraction

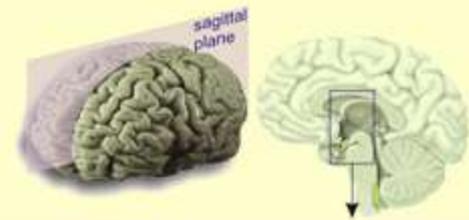
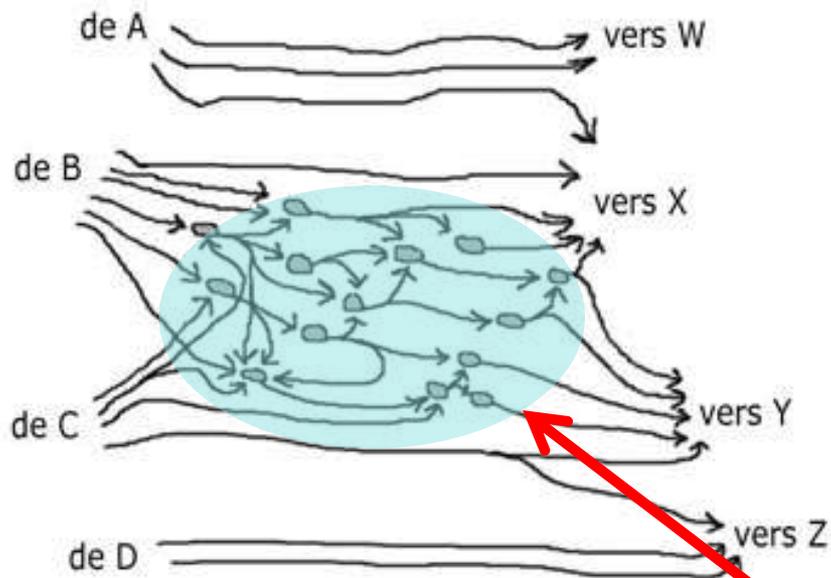
Figure 45-20 Biological Science, 2/e
© 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.



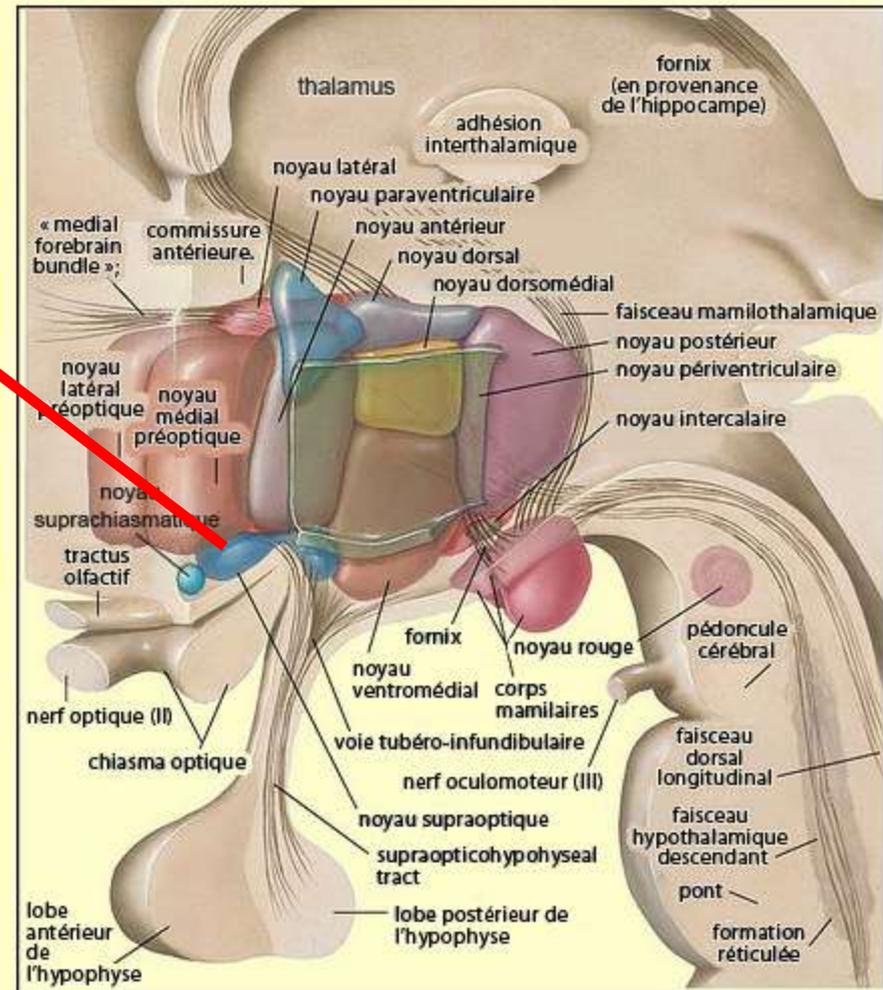
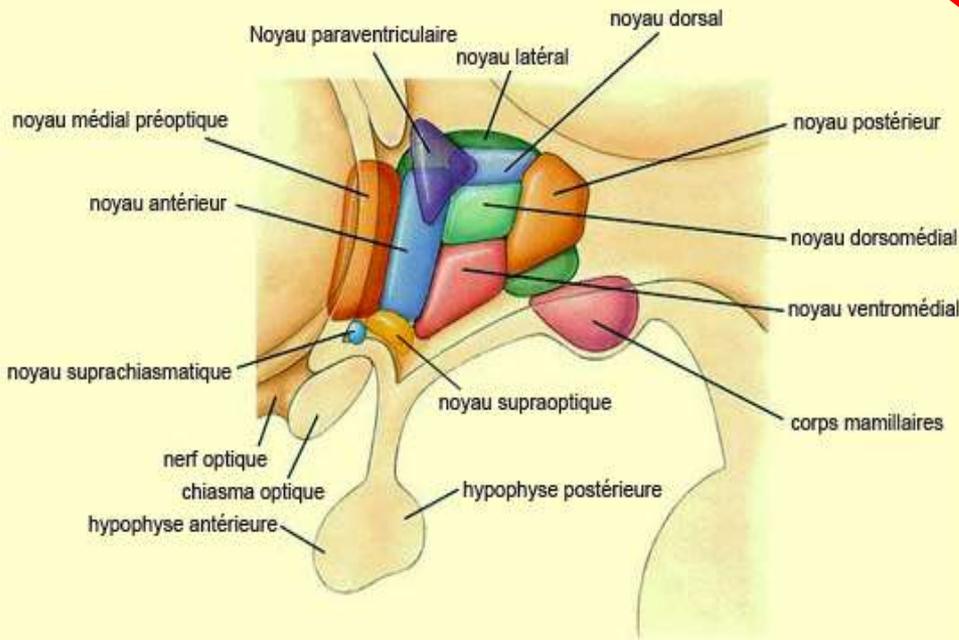
Efférences

Afférences





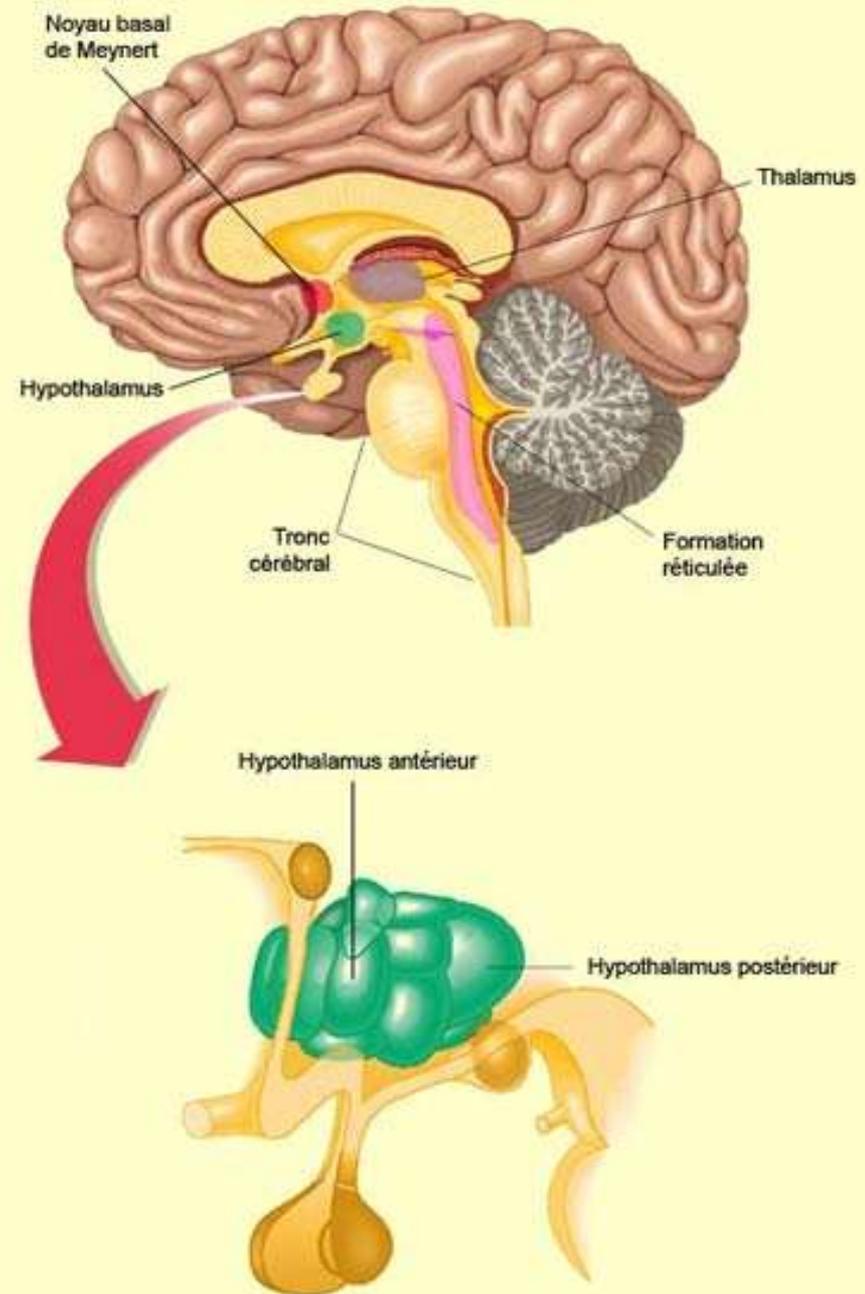
Noyaux hypothalamiques





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

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





Osmorecepteurs =

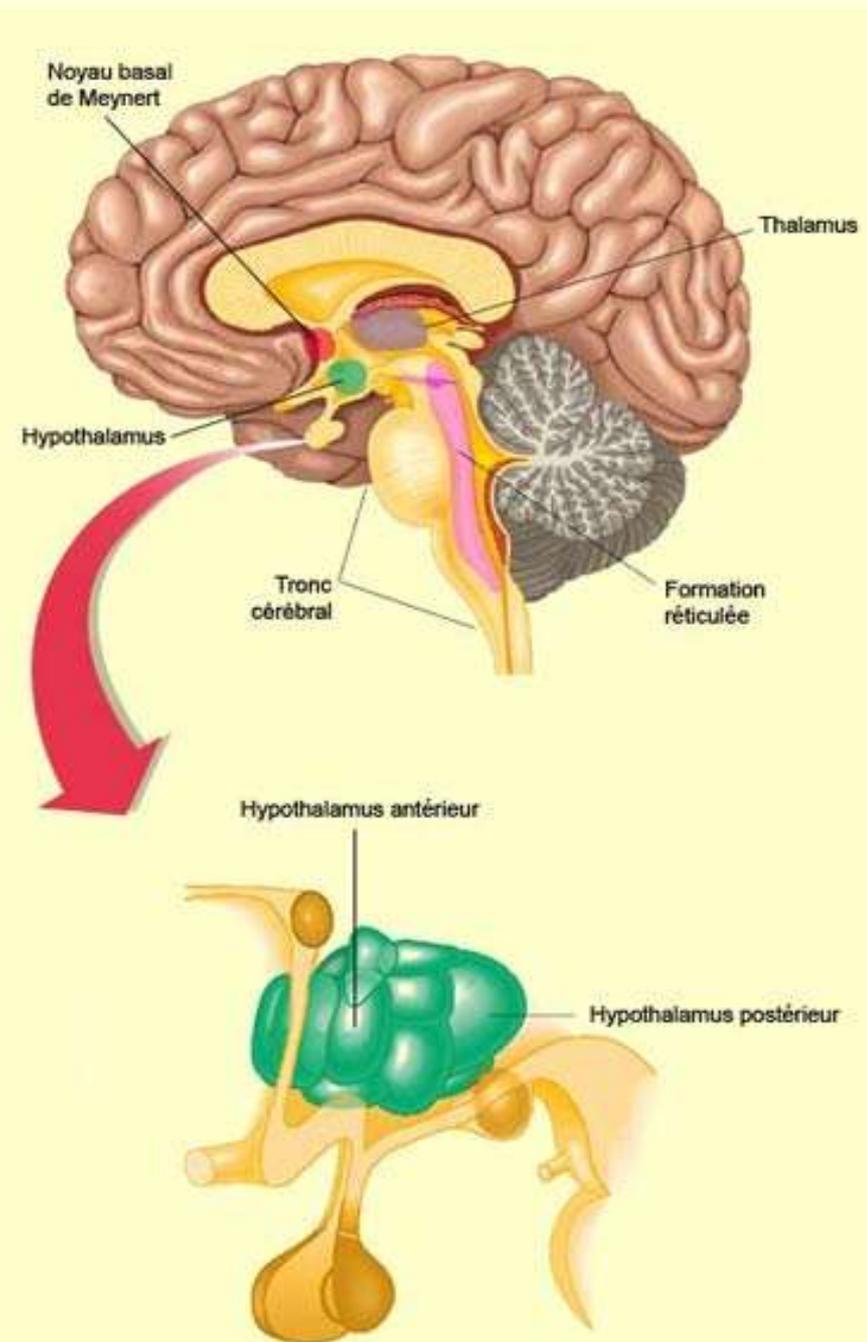
des neurones de l'hypothalamus
(noyau supraoptique)

sensibles à la concentration osmotique
du plasma

dont les axones sécrètent de la
vasopressine

directement dans la circulation sanguine.

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

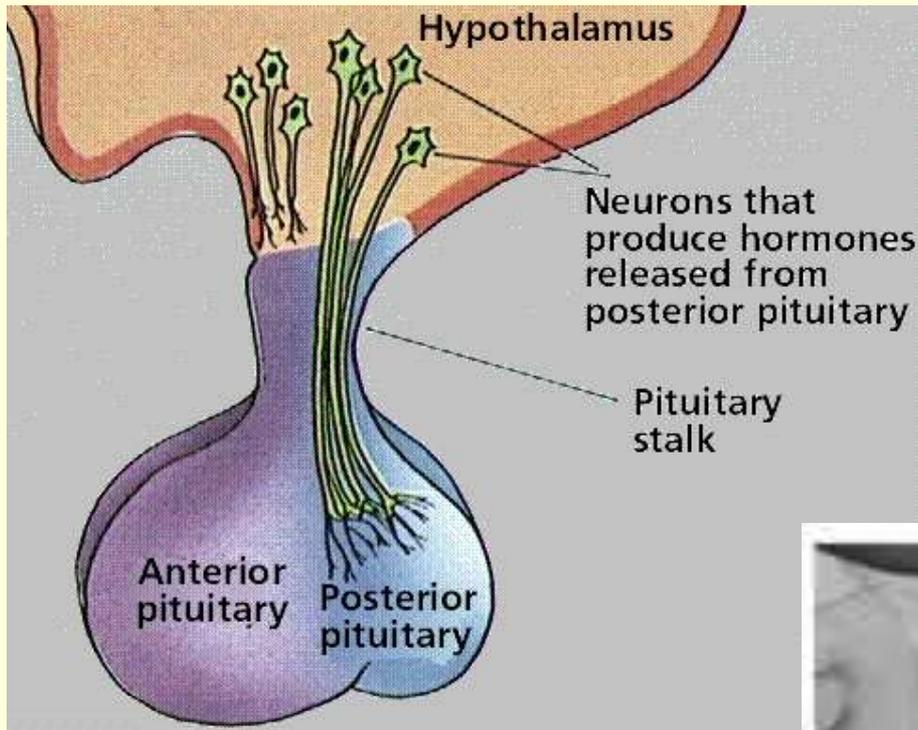


Ce qui m'amène naturellement à vous présenter

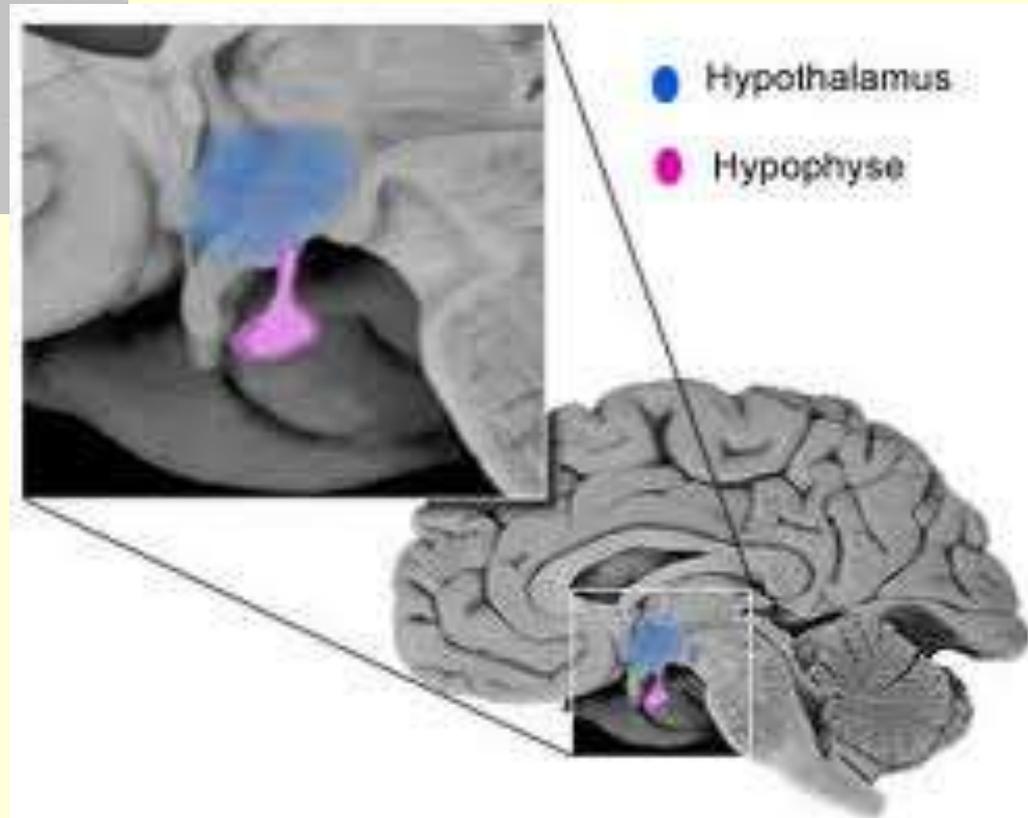
la grande complice de l'hypothalamus,
la « glande maîtresse » de l'organisme,

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

et j'ai nommé :

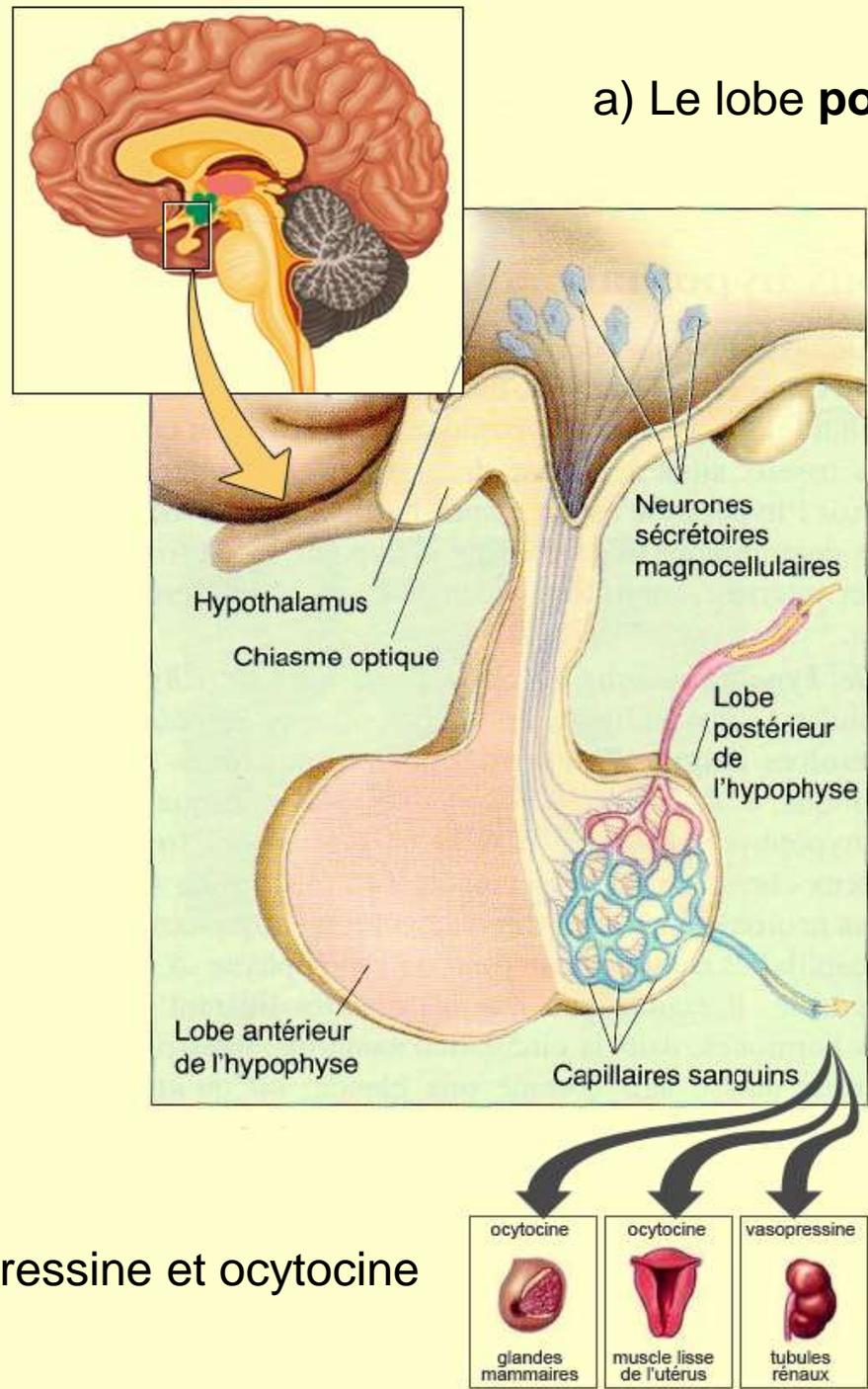


L'hypophyse :
la « glande maîtresse »
de l'organisme



L'hypophyse et ses 2 lobes

a) Le lobe postérieur



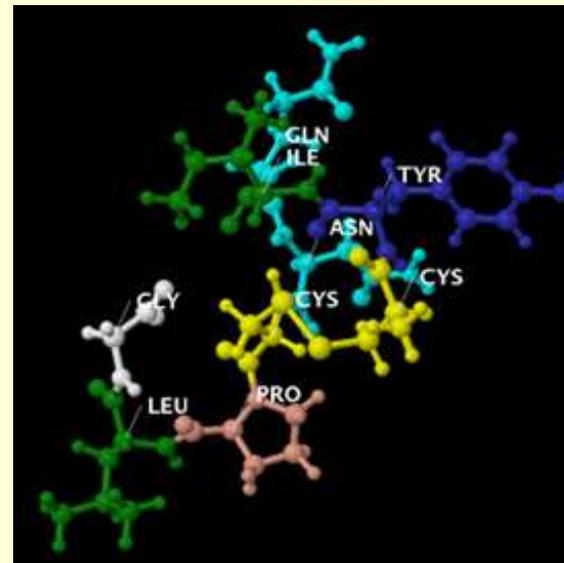
par où diffusent la vasopressine et oxytocine



L'ocytocine,

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

http://lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d_04/d_04_m/d_04_m_des/d_04_m_des.html

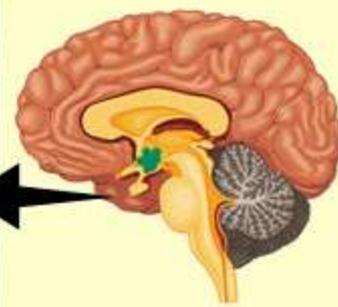
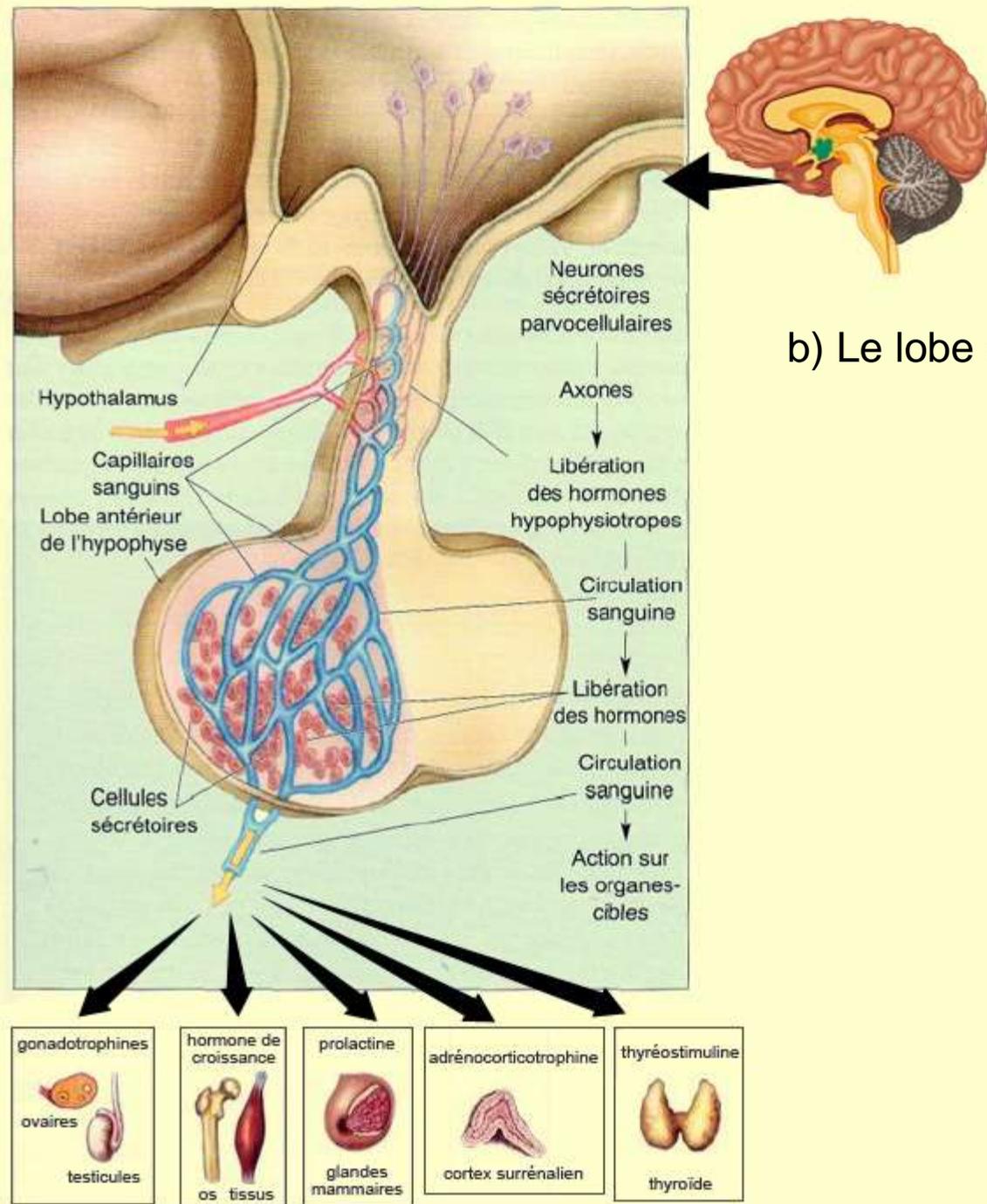


Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

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

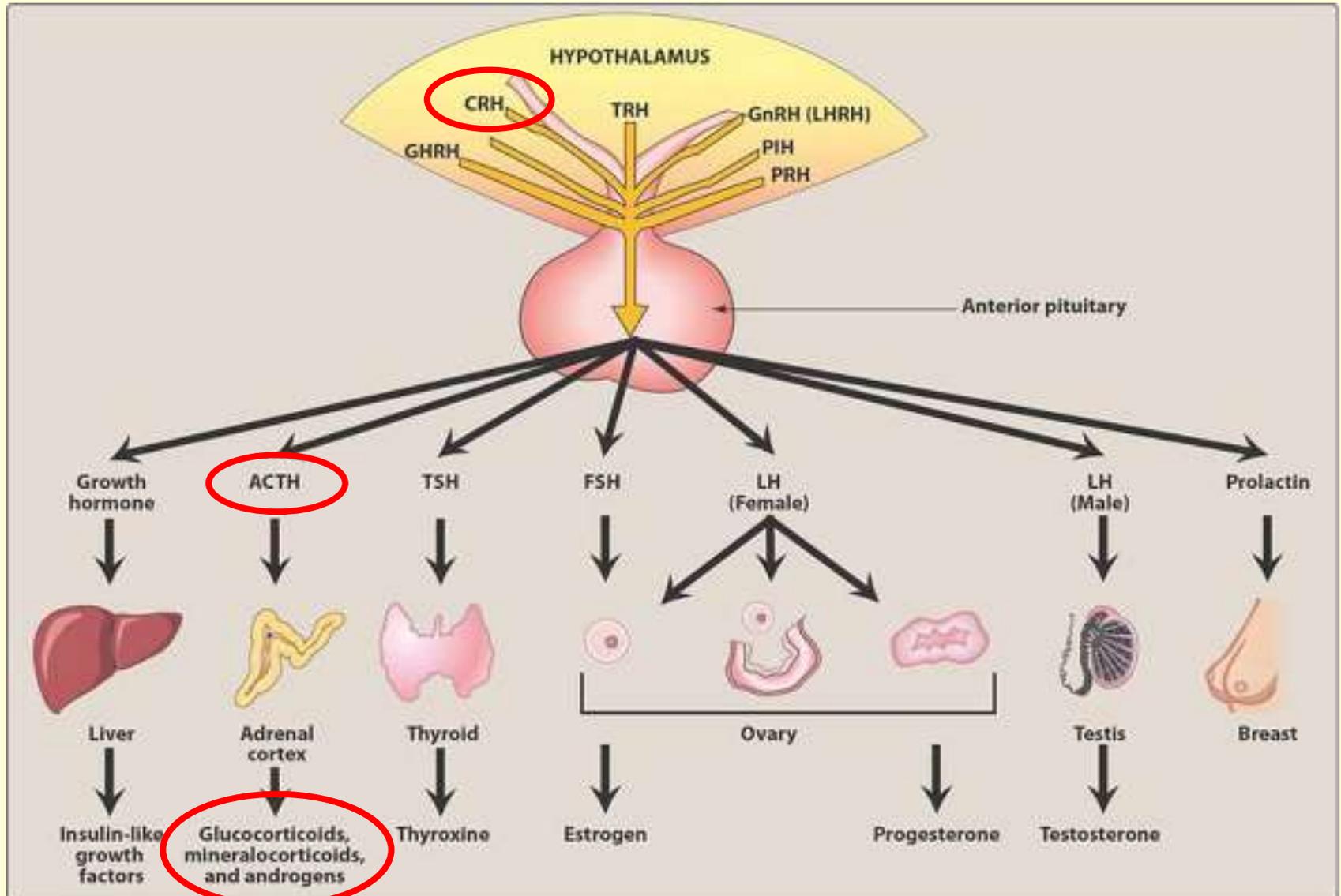
<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2013/02/11/ocytocine-et-autres-engouements-rien-nest-simple/>

L'hypophyse et ses 2 lobes

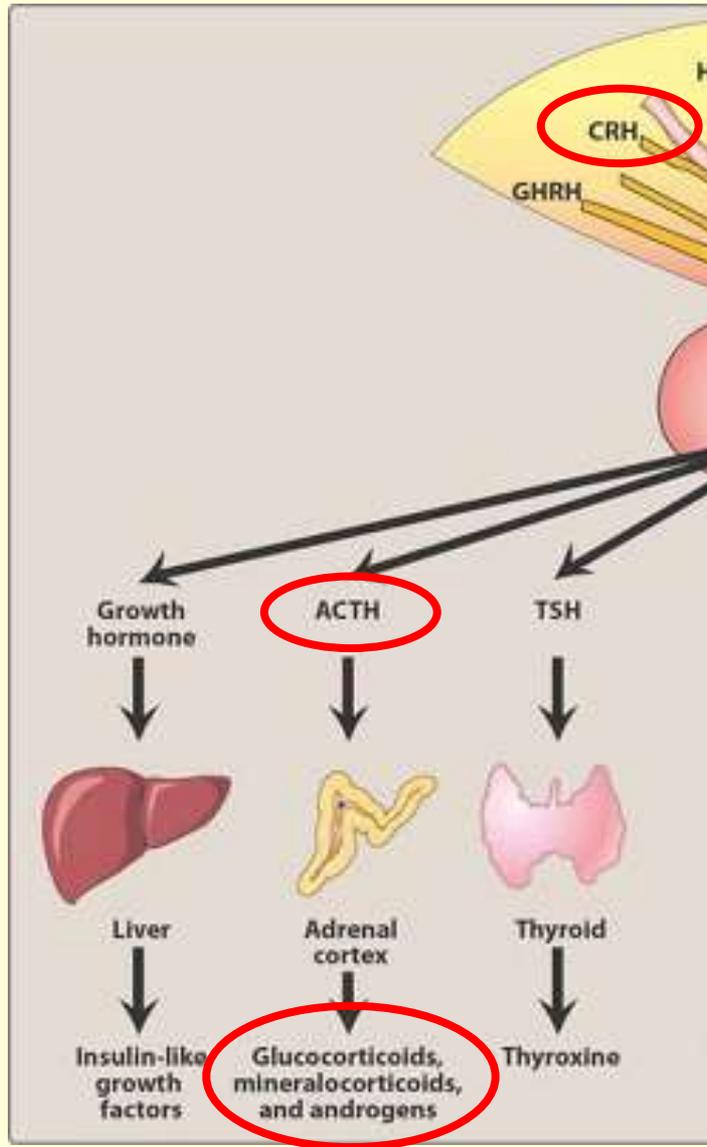


b) Le lobe antérieur

qui sécrète de nombreuses hormones :



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



Plan

4^e bloc : Le « cerveau-corps-environnement » :
stress et effet placebo, le grand cadre théorique du cerveau prédictif

Résumé : qu'est-ce qui cause un comportement ?

Cerveau et corps ne font qu'un

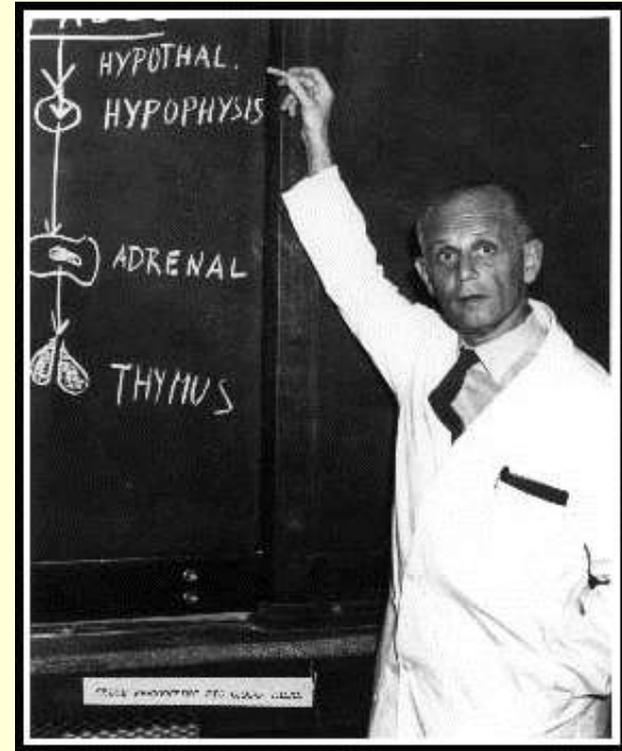
L'exemple du stress

L'exemple de l'effet placebo

Le grand cadre théorique du cerveau prédictif

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

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

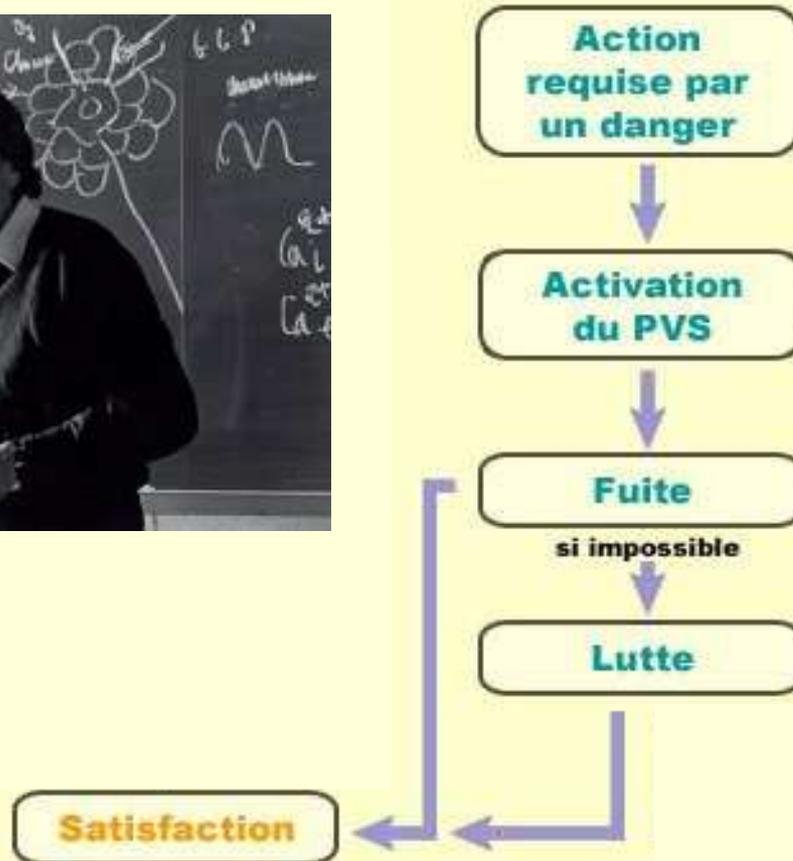
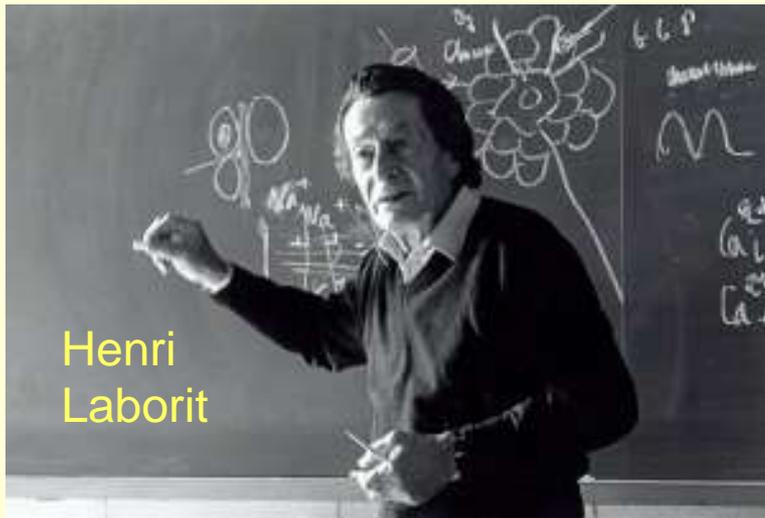


Selye avait également ouvert la porte à une autre forme d'agression, dont l'agent principal se cache dans la vie de tous les jours: **l'agression psychosociale**.

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

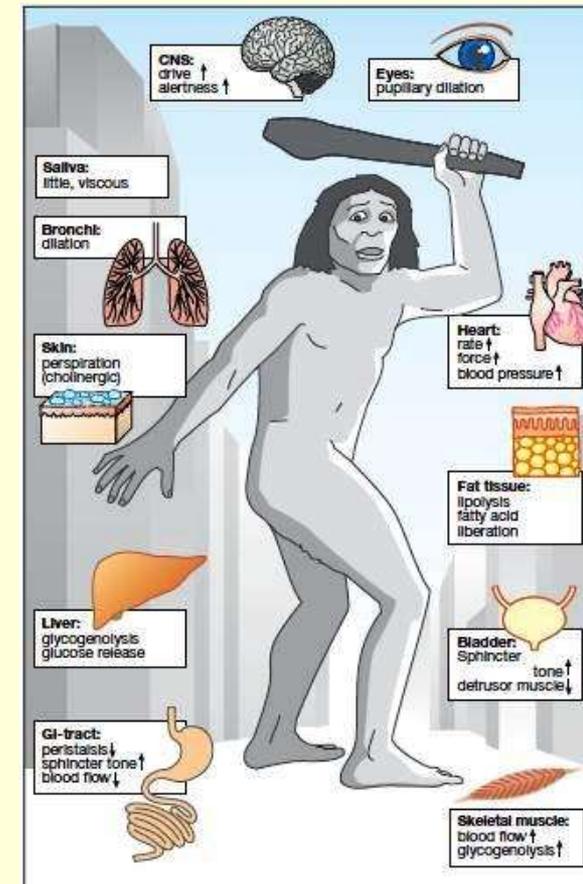
Dans plusieurs de ses ouvrages, dont « **L'inhibition de l'action** » (1979) <http://www.elogedelasuite.net/?p=580>

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



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

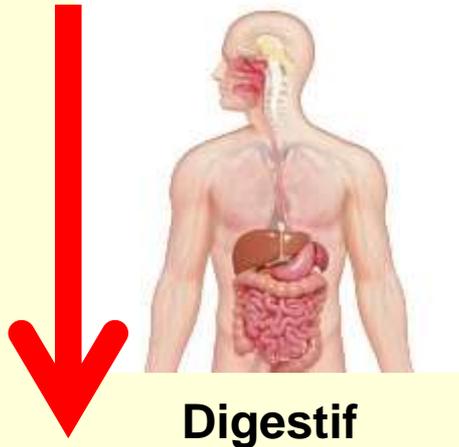
Que ce soit pour **fuir** ou, s'il ne peut pas, pour **se battre**, il y aura de vastes remaniements nerveux et hormonaux chez l'individu menacé pour allouer le plus de ressources possible aux muscles et au système cardiorespiratoire.



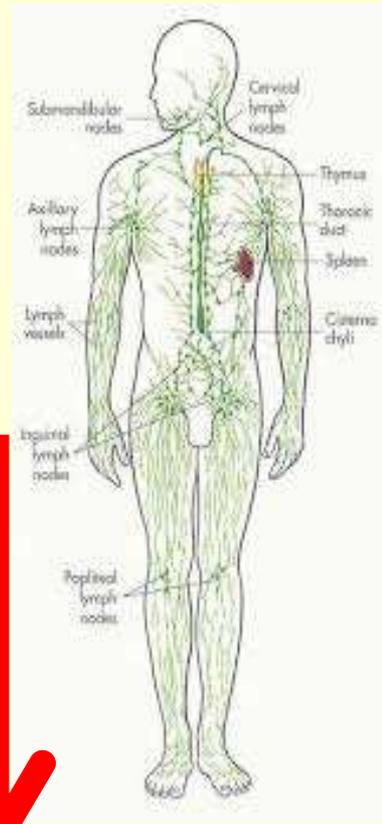
A. Responses to sympathetic activation

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

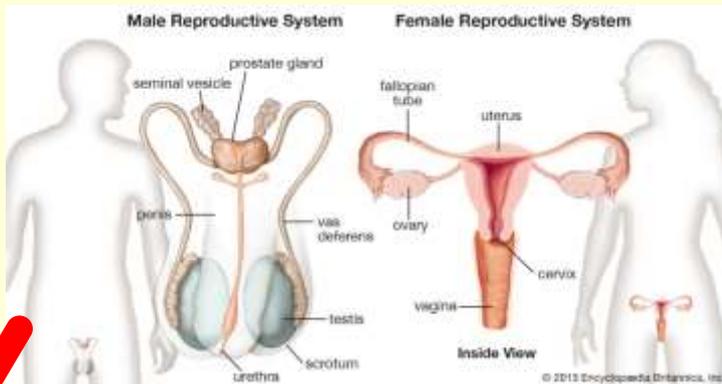
Cela aura peu d'effet si la fuite ou la lutte élimine la présence du prédateur et que tout revient à la normale après ce stress de **courte durée** (ou « stress aigu »).



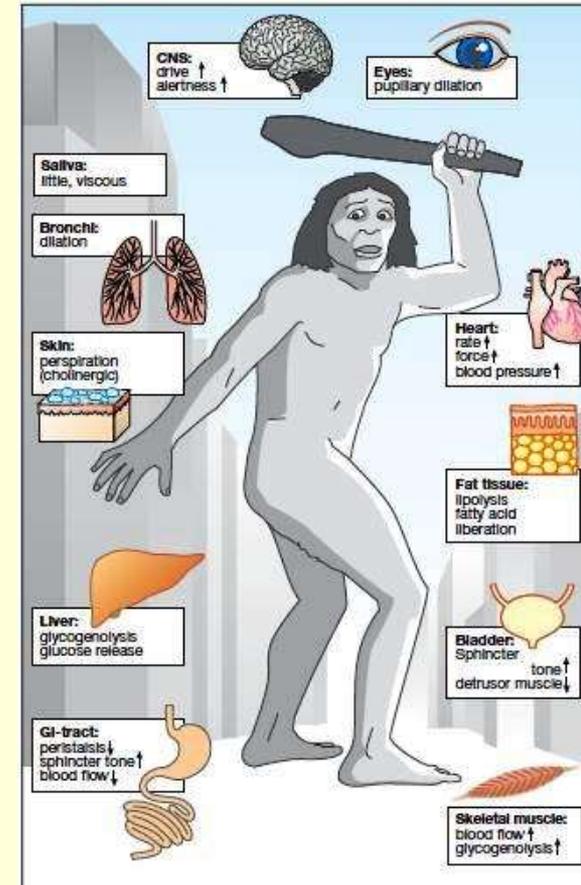
Digestif



Immunitaire



Reproducteur



A. Responses to sympathetic activation



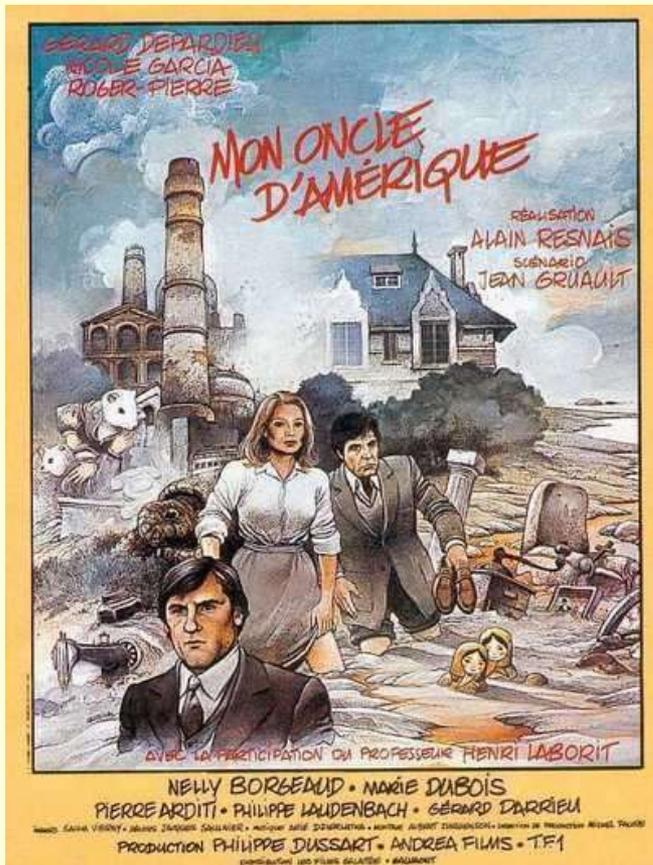
Même chose dans une troisième situation où un rongeur traversant un champ ouvert, par exemple, aperçoit un oiseau de proie au-dessus de lui.

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

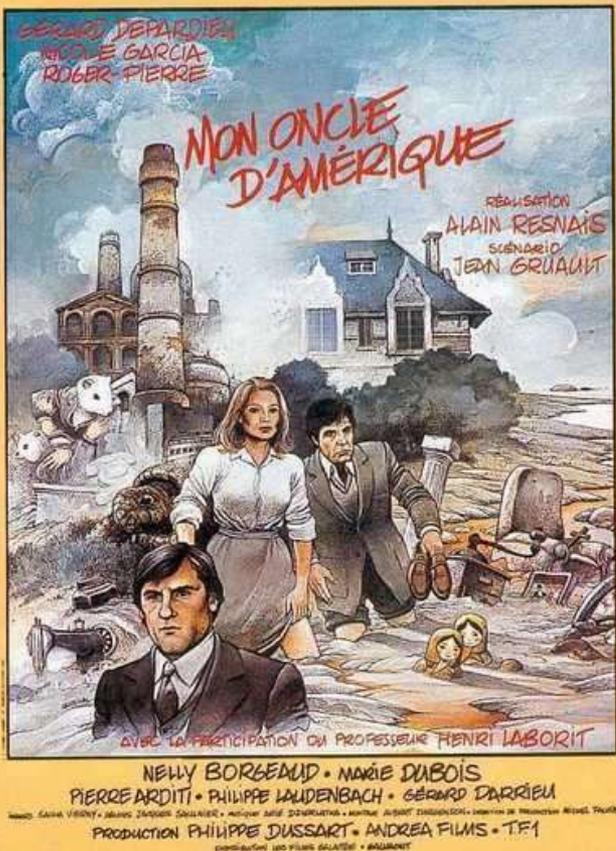
Si c'est le cas, encore une fois le stress **aigu** ne dure pas et le rongeur en est quitte pour une bonne frousse.

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





Pour illustrer ceci, une expérience de Laborit qu'il décrit dans le film *Mon oncle d'Amérique*.



**Action
requis
par
un danger**

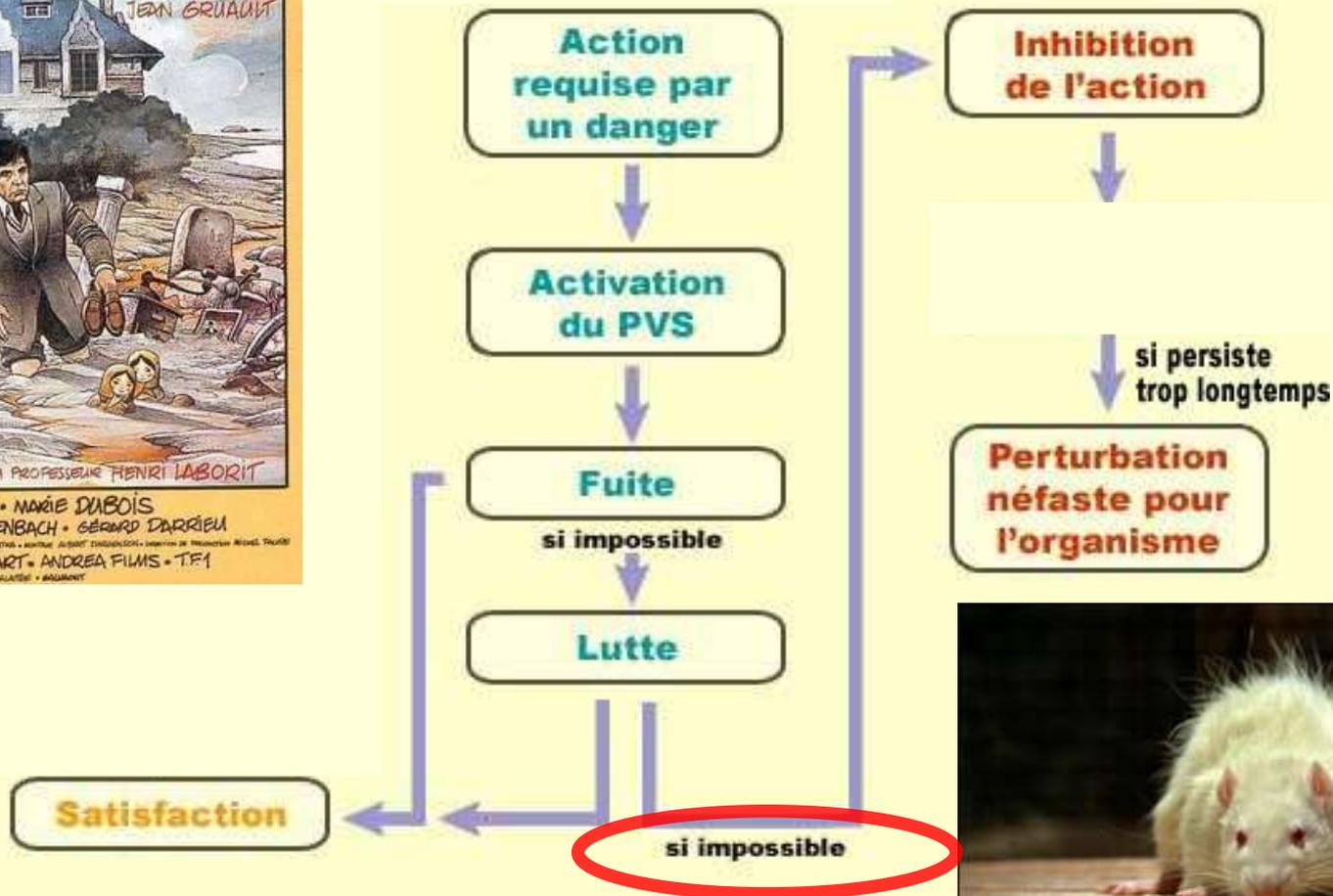
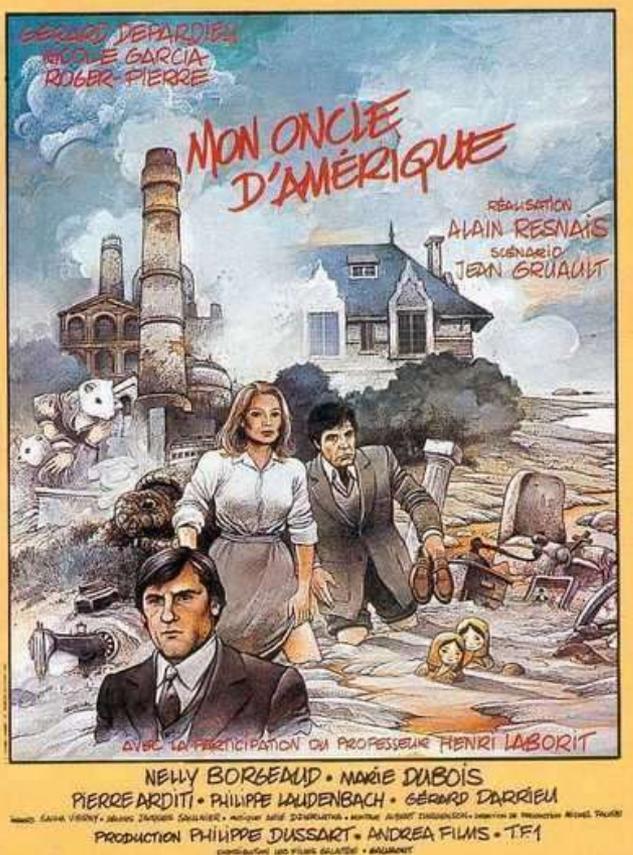
**Activation
du PVS**

**Fuite
si impossible**

Lutte

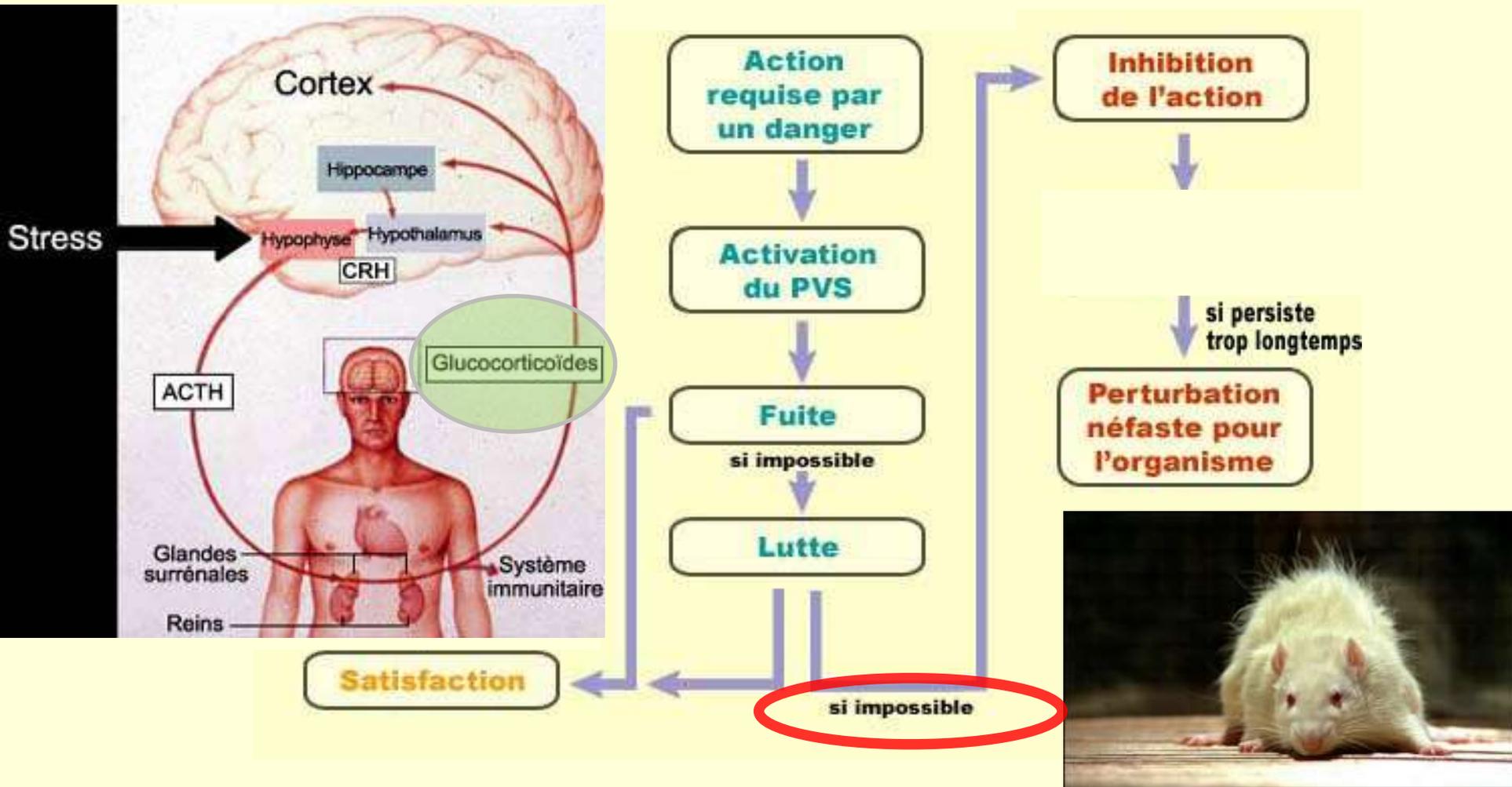
Satisfaction





Concept / Cadre théorique :

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



Concept / Cadre théorique :



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



Impact de la pauvreté sur le système immunitaire

→ Un statut social bas **diminue les fonctions immunitaires**

La position relative d'un singe rhésus dans la hiérarchie de dominance de son groupe affecte son système immunitaire :



- plus le rang d'un singe est bas dans la hiérarchie, **moins il produit de cellules immunitaires** d'un certain type
- et plus il active de gènes reliés à **l'inflammation**
- parmi les individus **subordonnés**, ceux qui se faisaient **le plus toletter** ("grooming") étaient ceux qui avaient les processus inflammatoires les **moins élevés**.

"If we're able to improve an individual's environment and social standing, that should be rapidly reflected in their physiology and immune cell function."

- Dr. Snyder-Mackler

Social status alters immune regulation and response to infection in macaques

Noah Snyder-Mackler et al. *Science* 25 Nov **2016**.

<http://science.sciencemag.org/content/354/6315/1041>

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



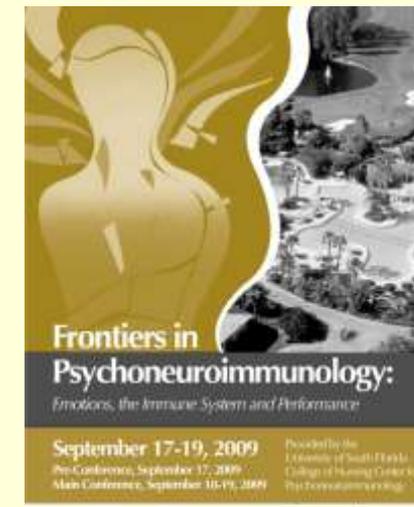
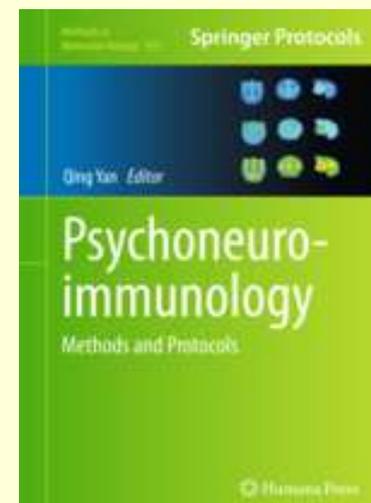
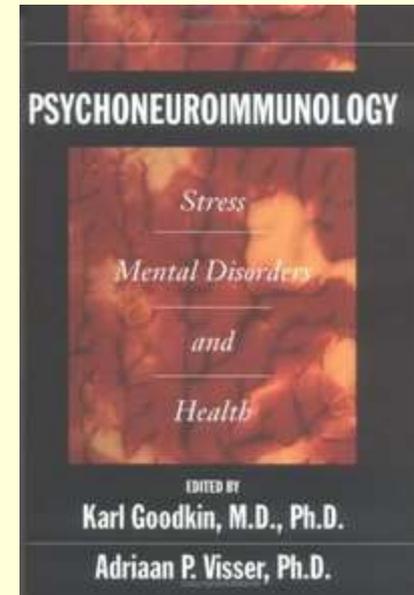
Et à deux conséquences importantes de ces études :

- Le **soutien social** semble avoir un effet bénéfique important sur les phénomènes inflammatoires néfastes induits par l'inhibition de l'action.
- Ces derniers semblent être **rapidement réversible** avec des changements environnementaux bénéfiques (changement de groupe de l'animal)

Très rapidement, en fait : le fait de prendre une position « de **dominance** » ou « de **soumission** » peut induire les remaniements hormonaux correspondants dans le corps.

Le stress affecte donc aussi **le système immunitaire** et c'est ce qu'étudie maintenant la **psycho-neuro-immunologie** qui s'est développée à partir des travaux de Robert Ader à partir du milieu des années 1970.

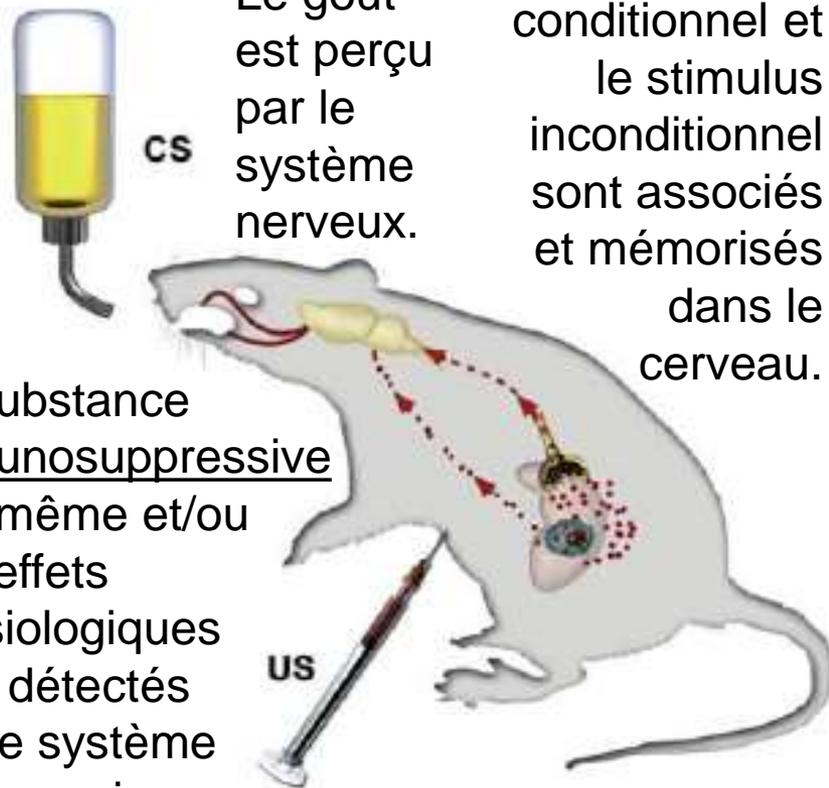
Celui-ci a réussi à conditionner des rats en associant la prise d'un liquide sucré à une substance immunosuppressive, de sorte que **l'eau sucrée seule parvenait ensuite à diminuer les défenses immunitaires de l'animal.**



Aquisition

Le goût est perçu par le système nerveux.

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

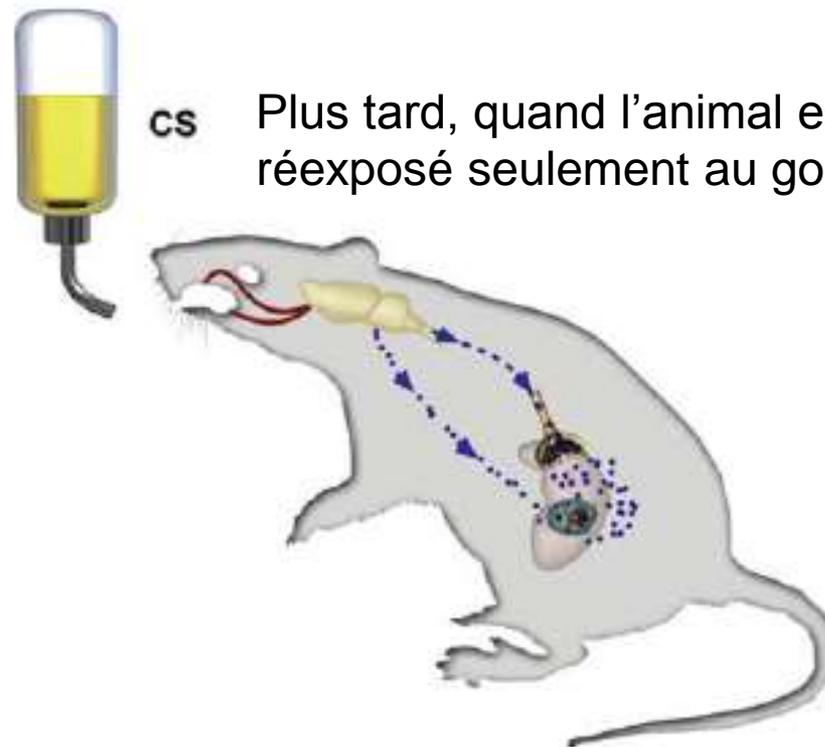


La substance immunosuppressive elle-même et/ou ses effets physiologiques sont détectés par le système nerveux via ses afférences nerveuses ou humorales.

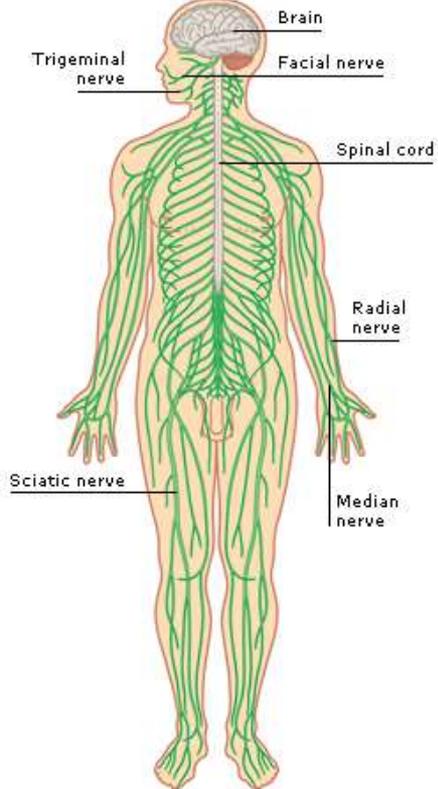
❖❖❖ humoral / - - - neural afferent pathway
❖❖❖ humoral / - - - neural efferent pathway

Evocation

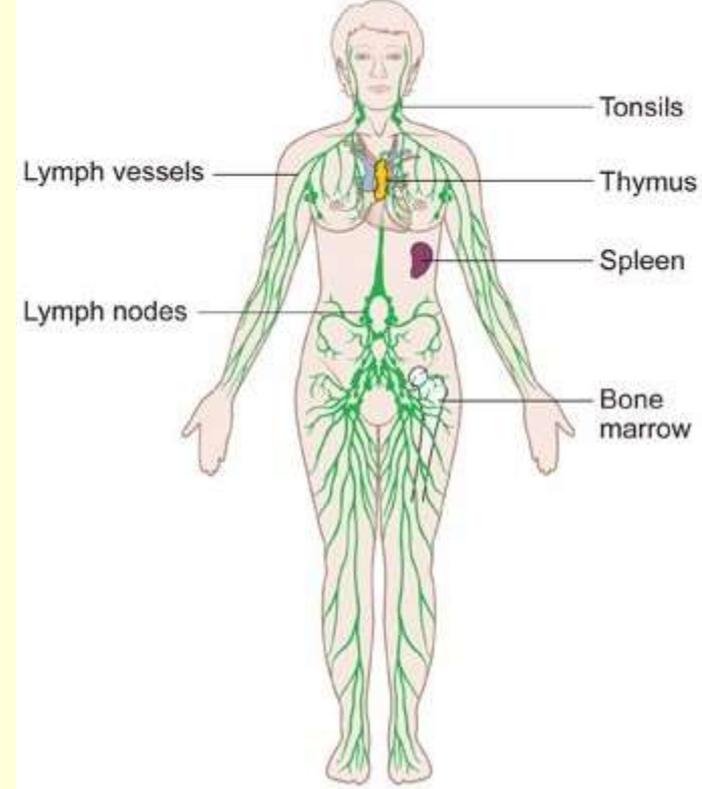
Plus tard, quand l'animal est réexposé seulement au goût,



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



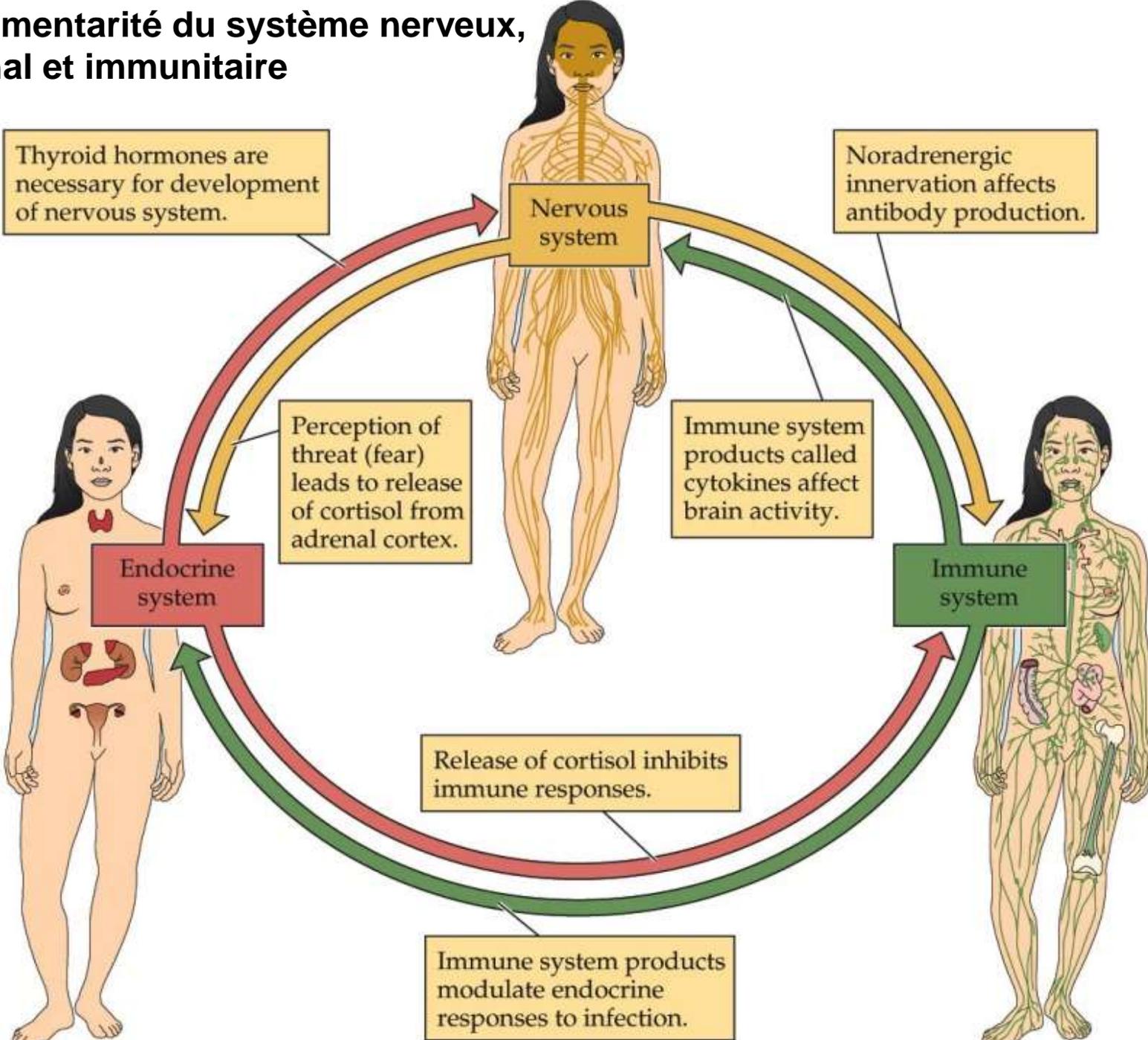
C'était la première évidence scientifique que **le système nerveux** peut influencer **le système immunitaire**.



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

...ainsi qu'avec le **système hormonal**.

Complémentarité du système nerveux, hormonal et immunitaire



Bite-size Science:

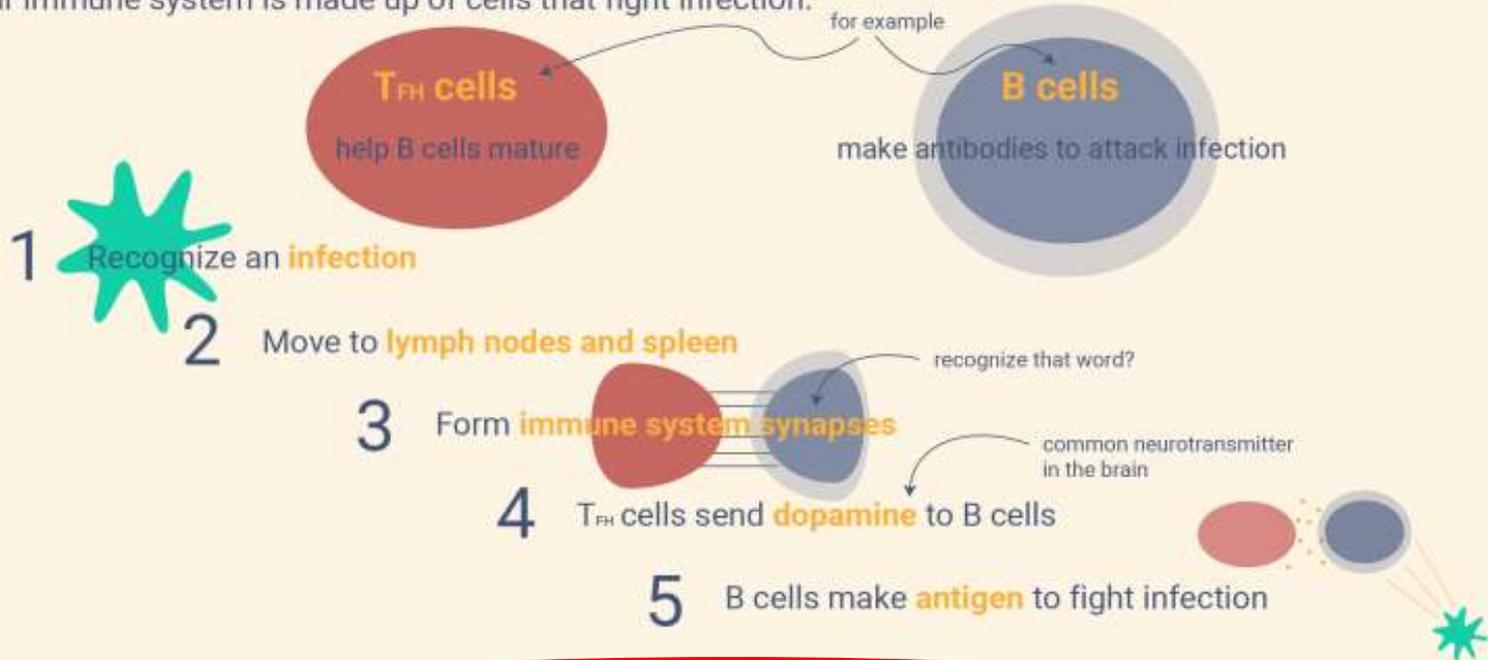
Immune Cells use Neurotransmitter to Communicate

17 July 2017

[http://knowingneurons.com/2017/07/17/immune-cells-use-neurotransmitter/?ct=t\(RSS_EMAIL_CAMPAIGN\)](http://knowingneurons.com/2017/07/17/immune-cells-use-neurotransmitter/?ct=t(RSS_EMAIL_CAMPAIGN))

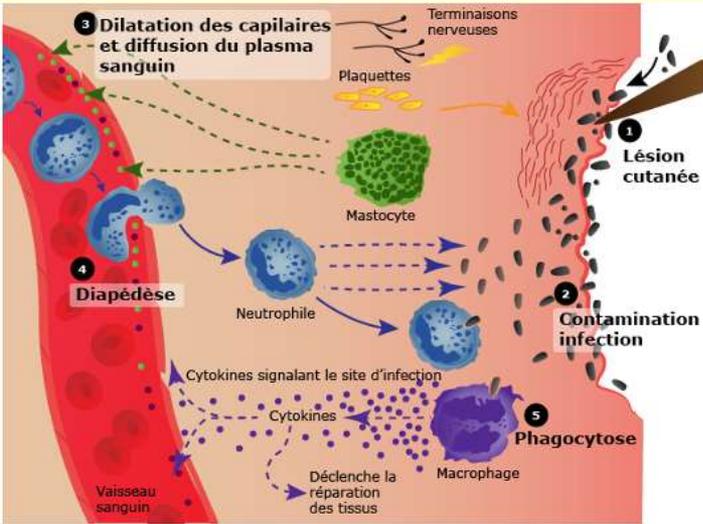
Immune Cells use Neurotransmitter to Communicate

Your immune system is made up of cells that fight infection:



Immune system cells send and receive dopamine just like brain cells!





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

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

Liens intimes entre système nerveux et immunitaire

(2009) <http://www.blog-lecerveau.org/blog/2013/09/09/2929/>

une **situation sociale perçue comme menaçante** par notre cerveau mettrait en branle des processus inflammatoires passablement néfastes pour l'organisme.

Le corps humain compterait environ 35 à 40 000 milliards de cellules et il naîtrait environ **50 à 70 millions** de nouvelles cellules **par jours** dans notre corps.

Et donc des **erreurs** donnant lieu à des cellules cancéreuses semblent **inévitables**.

Mais depuis une dizaine d'années, il y a de plus en plus de preuves que [...] notre système immunitaire, peut éliminer des cellules cancéreuses **quand il n'est pas inhibé par le stress chronique...**

Chronic stress and anxiety can damage the brain, increase the risk of major psychiatric disorders. January 21, **2016**

<http://www.baycrest.org/news/chronic-stress-and-anxiety-can-damage-the-brain-increase-the-risk-of-major-psychiatric-disorders/>

Can anxiety damage the brain? Mah L, et al. Curr Opin Psychiatry. **2016** Jan;29.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26651008>

L'anxiété et le stress chronique **exacerbent les circuits cérébraux de la peur** (amygdale) et altère **les structures régulant le contrôle du stress** comme le cortex préfrontal et l'hippocampe

→ Risque accru de **troubles mentaux** (dépression, démence, etc.)

November 15, **2018**

Biomarkers of inflammation are lower in people with more positive emotions

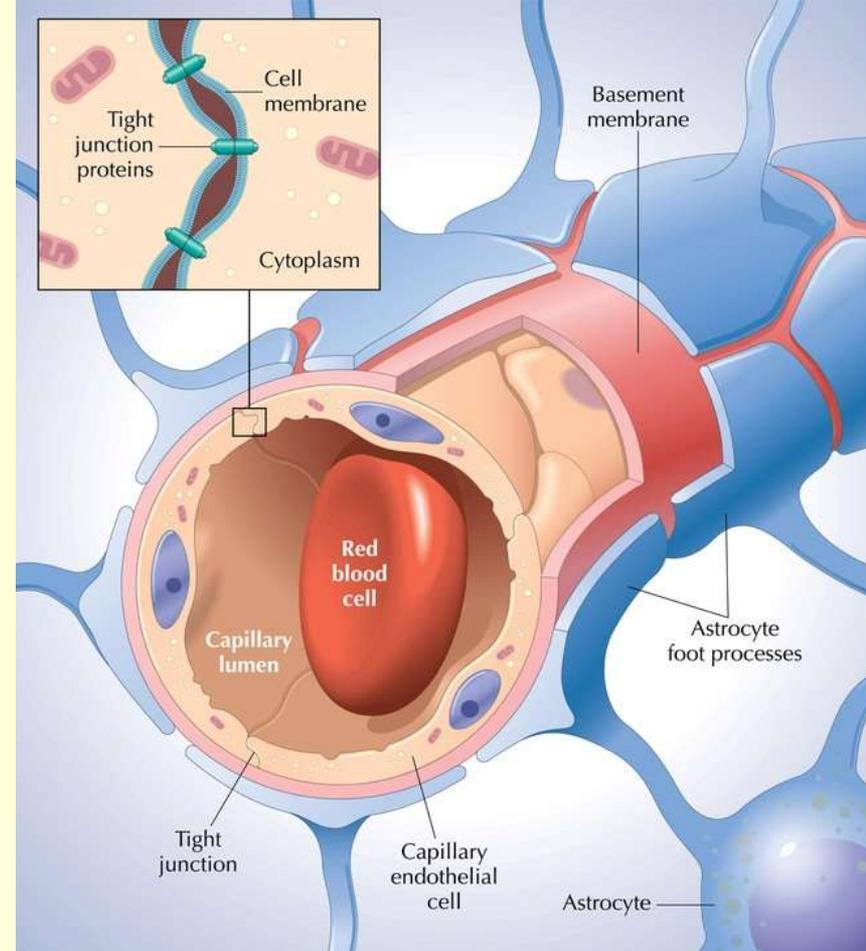
http://mindblog.dericbownds.net/2018/11/biomarkers-of-inflammation-are-lower-in.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+Mindblog+%28MindBlog%29

Comment la dépression entre dans le cerveau

Publié le mardi 27 février 2018

<http://ici.radio-canada.ca/premiere/emissions/medium-large/segments/chronique/60987/comment-depression-entre-dans-cerveau-sonia-lupien>

L'exposition au stress chronique réduirait l'étanchéité d'une **protéine (claudin-5)** protégeant la barrière hématoencéphalique du cerveau, permettant aux **cytokines proinflammatoires (interleukin-6)** de s'y introduire, causant ainsi la dépression.



Social stress induces neurovascular pathology promoting depression

Nat Neurosci. 2017 Dec;20(12) <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29184215>

Caroline Ménard (québécoise) et al.

Le stress rétrécit le cerveau

Des chercheurs ont montré que des **concentrations élevées en cortisol**, la principale hormone du stress, sont associées à une **réduction du volume cérébral** et à des **altérations cognitives**.

Bénédicte Salthun-Lassalle | 19 février **2019**

<https://www.cerveauetpsycho.fr/sd/neurobiologie/le-stress-retrécit-le-cerveau-16017.php?fbclid=IwAR2IV0YSNpWAEh9GbbuPLN3gILC0aGxnqrSkQyIFAuTioIU6zjGlgC74ro>

...Mais surtout, les personnes **les plus stressées** ont un **cerveau plus petit** que celui des deux autres groupes, avec notamment moins de **substance grise** (formée par l'ensemble des corps cellulaires des neurones) dans les cortex frontal et pariétal (impliqués notamment dans les fonctions exécutives comme la planification, l'inhibition et l'orientation spatiale).

Les sujets ayant des taux de cortisol élevés présentent également une altération plus importante de la **substance blanche**, constituée des prolongements des neurones et impliquée dans la transmission des informations. Et ces changements structuraux s'accompagnent de **déficits cognitifs** : les personnes les plus stressées réussissent moins bien des tâches de mémorisation et d'attention.

Prévention du stress



CENTRE D'ÉTUDES
SUR LE STRESS
HUMAIN (CESH)

(l'acronyme « **CINÉ** »)

La menace :

Exemple :

**CONTRÔLE
FAIBLE**

Pris dans embouteillage

IMPRÉVISIBILITÉ

Votre poste pourrait être coupé

NOUVEAUTÉ

Vous attendez votre premier enfant

ÉGO MENACÉ

On remet en question vos
compétences professionnelles

Cela dit, il n'y a pas de façon universelle de gérer son stress.

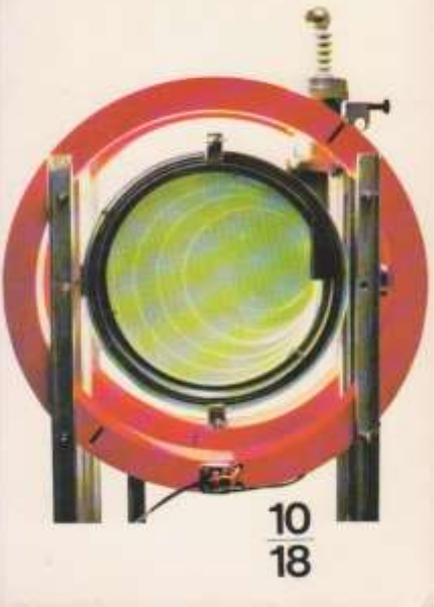
Bien que le yoga et la méditation puissent fonctionner pour certaines personnes, ces techniques, pour d'autres personnes, peuvent être une véritable torture!

Chacun de nous doit trouver sa propre façon de gérer son stress.

L'important étant d'utiliser l'énergie mobilisée par les hormones de stress (même si ça n'a pas rapport... pensez aux rats qui se battent...)

et d'être le moins possible dans un état **d'inhibition de l'action**.

Certains favoriseront la **lutte**. D'autres la **fuite**,
comme Laborit qui favorisait essentiellement une fuite dans **l'imaginaire**...



Dans plusieurs de ses ouvrages, Laborit rappelle que l'être humain dispose, grâce à son **vaste cortex associatif**, de capacités d'imagination qui lui offrent d'autres options que la seule fuite physique.



Cette fuite dans **l'imaginaire** peut l'être au niveau :

- **artistique**
- **scientifique**
- **de notre vie personnelle**
- **des structures sociales**

Bien sûr, idéalement, il faut chercher les causes ultimes de l'inhibition de l'action.

Et bien souvent, elles se retrouvent dans les **inégalités sociales** qu'il faut donc combattre (une bonne façon d'ailleurs de ne pas être en inhibition de l'action !).

Impact de la pauvreté sur les fonctions cognitives

→ « La pauvreté, c'est **mentalement fatigant** »



Les efforts requis pour faire face à des problèmes matériels de base **épuisent les capacités mentales des personnes pauvres**, leur laissant peu d'énergie cognitive pour se consacrer à leur éducation ou pour entretenir des relations sociales de qualité.

Poverty Impedes Cognitive Function

Anandi Mani et al., *Science* 30 Aug **2013**.

<http://science.sciencemag.org/content/341/6149/976>

→ La pauvreté augmente l'anxiété qui nuit à la **prise de décision**

Celle-ci est plus facilement **biaisée** par des stimuli environnementaux saillants au détriment des choix flexibles découlant de processus « top down ». Bref, on se fait plus facilement influencer par des choses comme la **publicité** (celle de la malbouffe, par exemple).

Anxiety Evokes Hypofrontality and Disrupts Rule-Relevant Encoding by Dorsomedial Prefrontal Cortex Neurons

Junchol Park et al., *The Journal of Neuroscience*, 16 March **2016**.

<http://www.jneurosci.org/content/36/11/3322.abstract>

La pauvreté augmente aussi l'isolement social

→ Conclusion d'une méta-analyse de 148 études réalisées sur plus de 300 000 personnes :

- vivre seul avec peu de contact avec sa communauté est aussi **toxique que le tabagisme, l'alcoolisme, l'obésité ou vivre sans activité physique !**

Loneliness and Social Isolation as Risk Factors for Mortality. A Meta-Analytic Review

Julianne Holt-Lunstad et al. *Perspectives on Psychological Science*, March 11, **2015**.

<http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1745691614568352?journalCode=ppsa&>



Éloge de la suite

autour d'Henri Laborit et d'autres parcours qui l'ont croisé

À PROPOS
DU FILM
→

- POURQUOI CE FILM ?
- FINANCEMENT
- PERSONNAGES
- BANDE-ANNONCE

- POURQUOI CE SITE ?
- BIOGRAPHIES
- LIVRES
- ARTICLES
- AUDIO
- VIDÉO
- PHOTOS
- CITATIONS
- CONTACT

LA SUITE... (INFLUENCES DEPUIS SON DÉCÈS EN 1995, ET PROJETS EN COURS)



LE FILM !

Découvrez le film « Sur les traces d'Henri Laborit » associé à ce site !

Publié le 21 novembre 2014 - Laisser un commentaire

Consultez les sections du menu en haut à droite de la page pour tout

DERNIÈRES PUBLICATIONS SUR LE SITE :

OÙ ÊTES-VOUS ?



LA SUITE... / LE FILM !

Sur les traces d'Henri Laborit – Partie 2 : Biologie

Vous êtes sur un site web qui tente de rassembler le plus de documents possible autour de l'oeuvre d'Henri Laborit dans le but d'en faire profiter gratuitement le plus grand nombre. Un film en préparation sur des parcours qui ont croisé Laborit utilise également ce site comme vitrine.

www.elogedelasuite.net

Né en 1914, Henri Laborit fut d'abord chirurgien de la marine française où il bouscula plusieurs concepts de la médecine.

Plan

4^e bloc : Le « cerveau-corps-environnement » :
stress et effet placebo, le grand cadre théorique du cerveau prédictif

Résumé : qu'est-ce qui cause un comportement ?

Cerveau et corps ne font qu'un

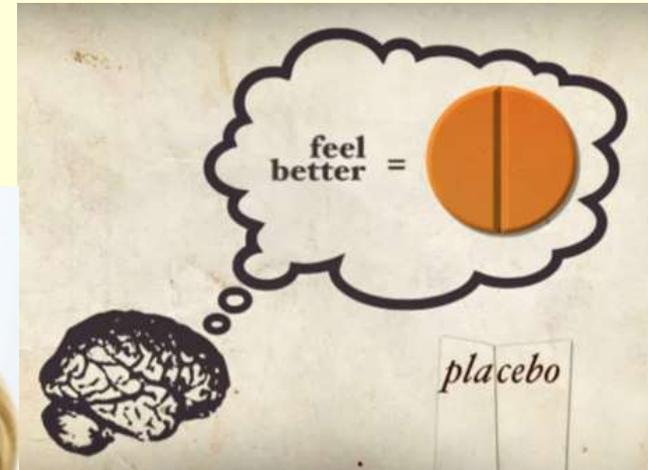
L'exemple du stress

L'exemple de l'effet placebo

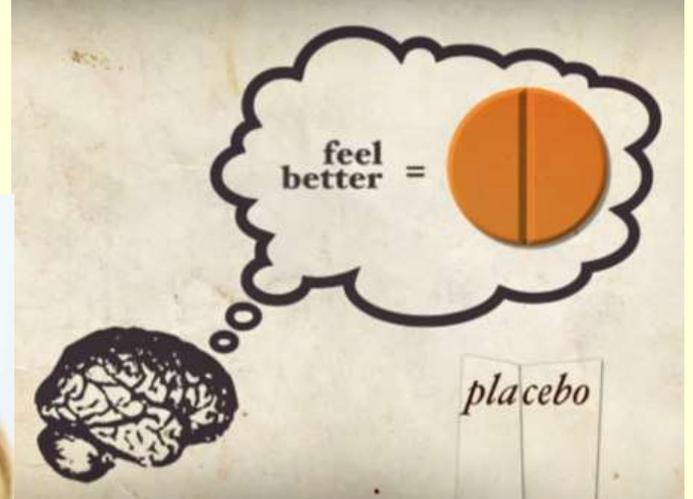
Le grand cadre théorique du cerveau prédictif

On peut aussi avoir un pouvoir, **positif** cette fois, plus grand qu'on croit sur son propre corps.

Comme dans le cas de **l'effet placebo**.



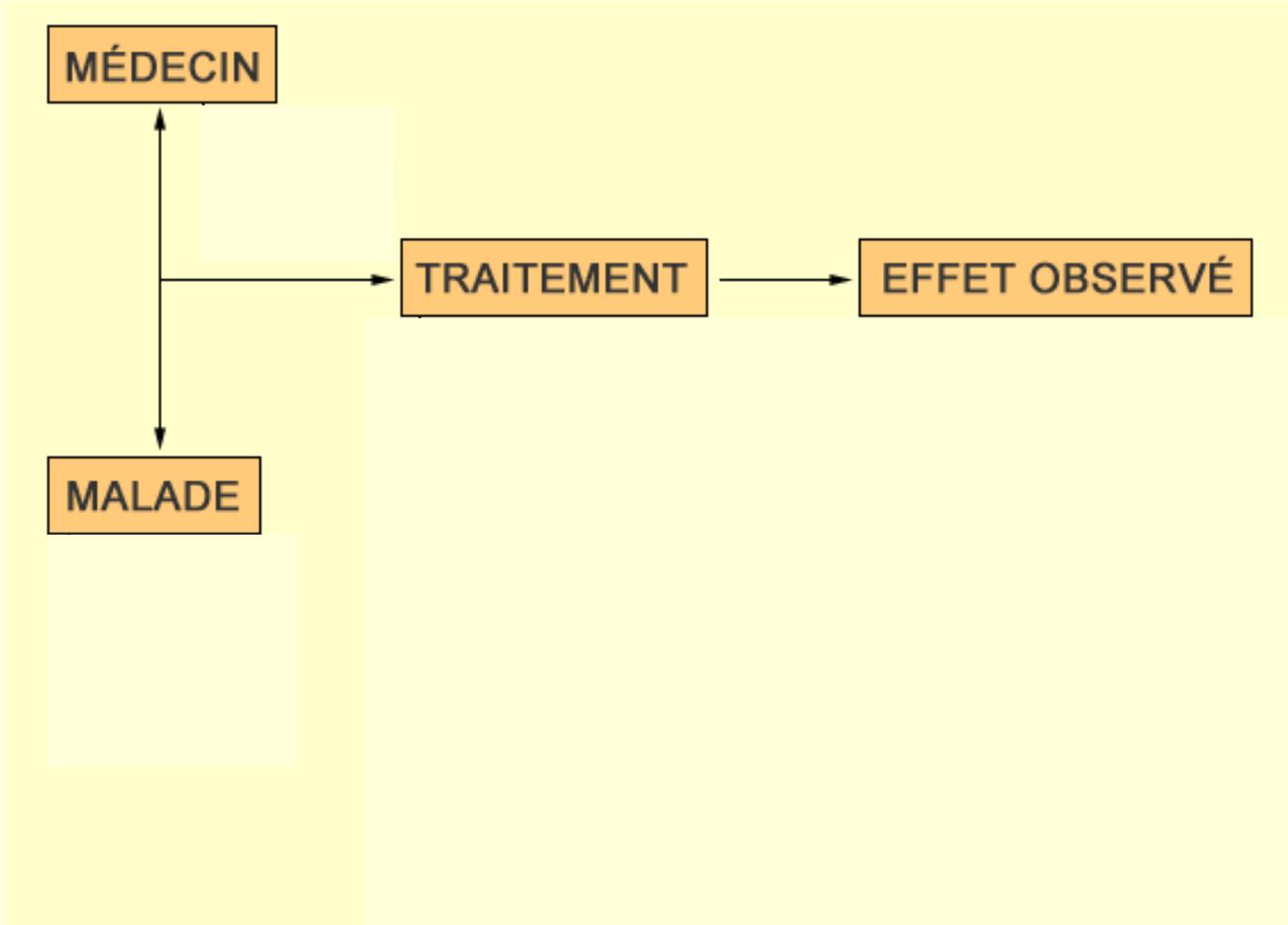
L'effet placebo

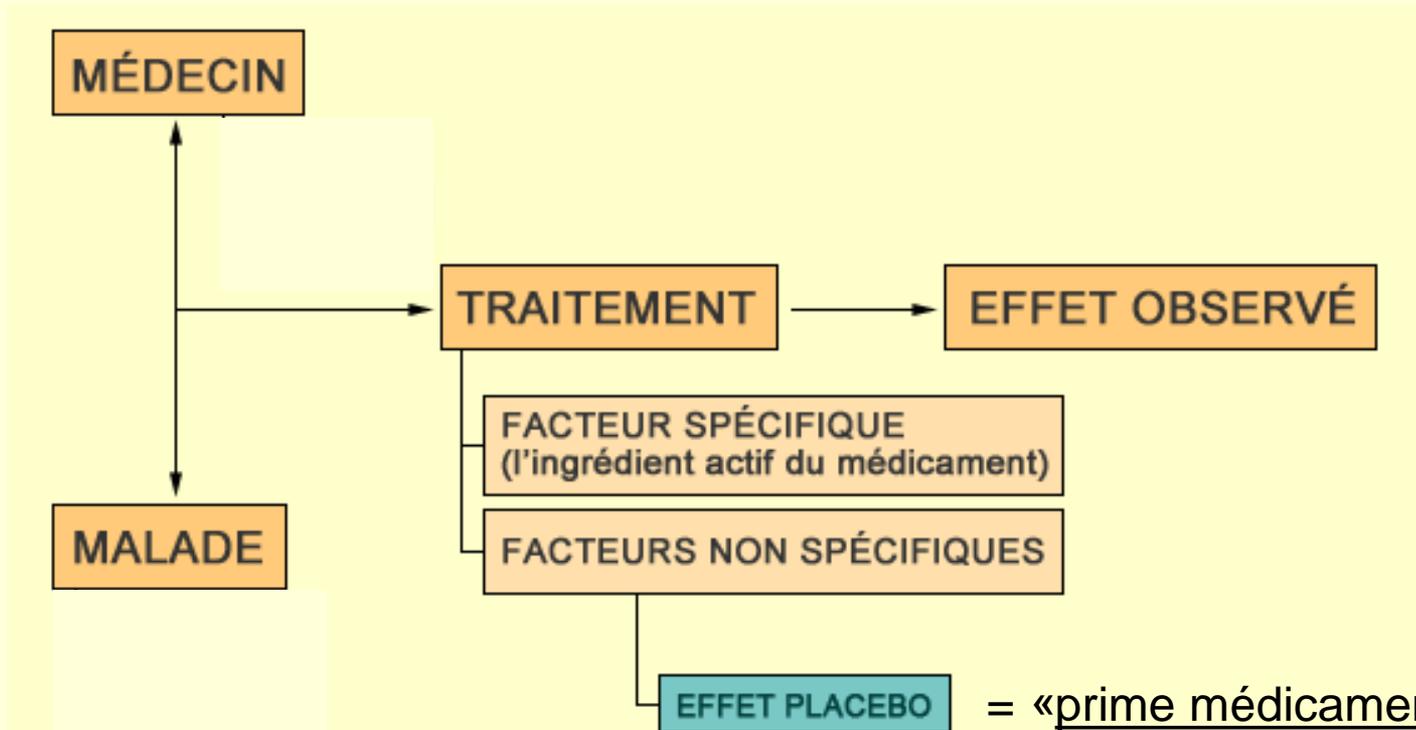


L'effet placebo se fonde donc sur une tromperie, mais une tromperie qui démontre justement le pouvoir de la pensée de la personne trompée sur son propre corps.

Tromperie, ou plutôt, **auto-tromperie**, car tout part de la conviction du patient que le traitement qui lui est administré sera efficace.

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

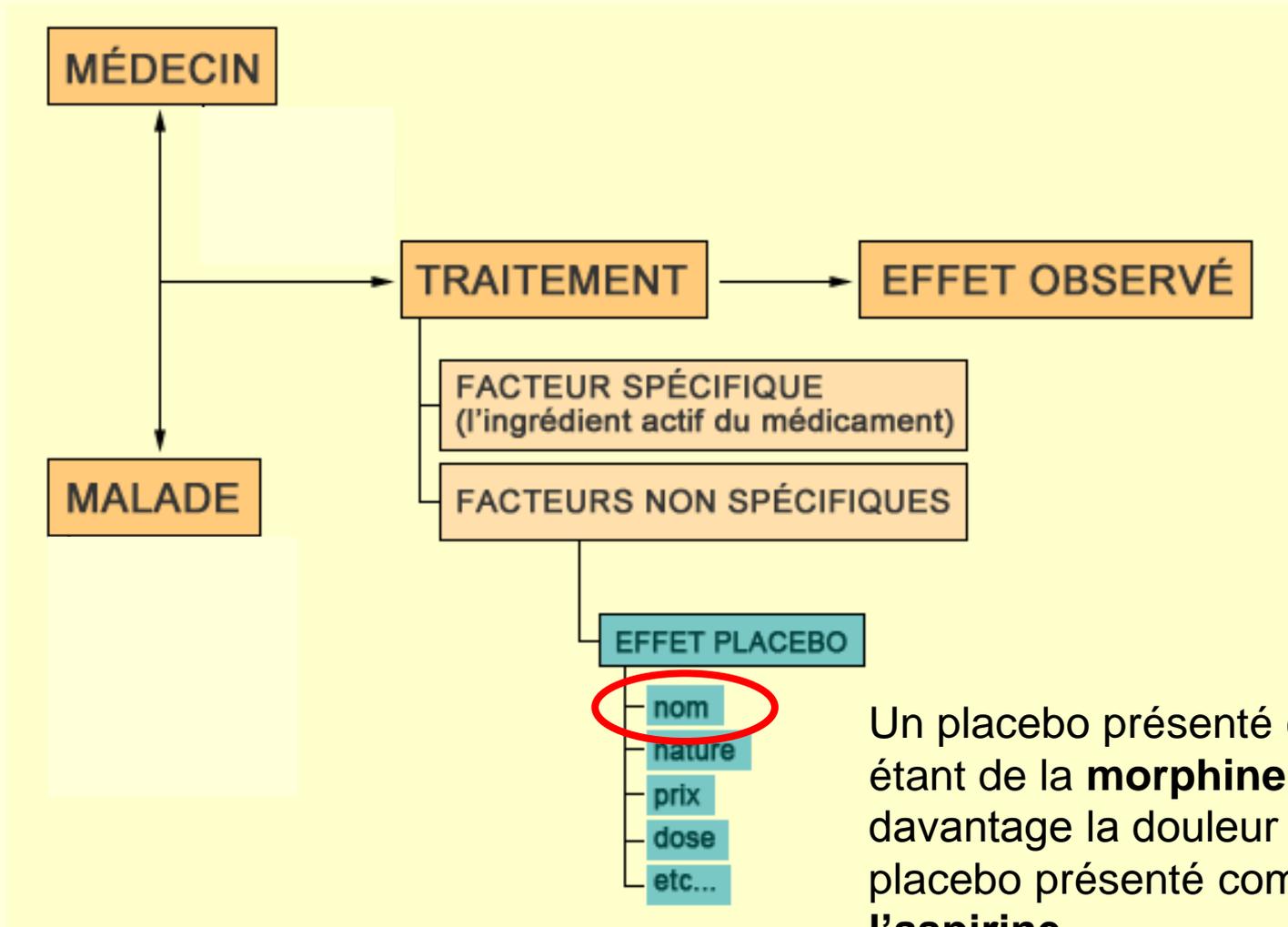




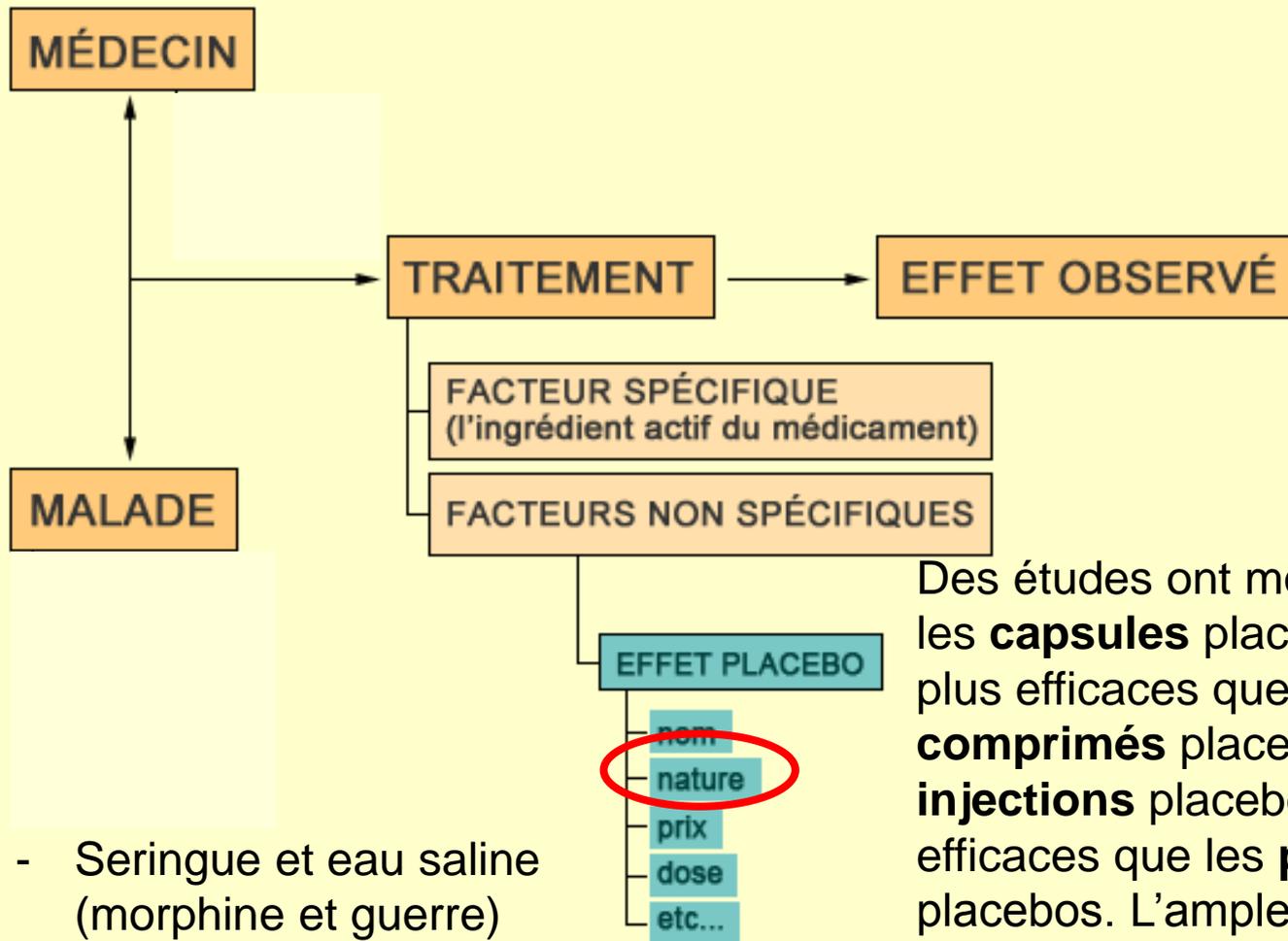
L'effet placebo participe donc quotidiennement aux résultats thérapeutiques de tout médecin.

qui, en s'ajoutant aux effets spécifiques de l'ingrédient actif d'un médicament, peut augmenter considérablement l'efficacité de celui-ci.

(mais sensibilité au placebo très variable : de personne à tout le monde, selon la nature des maux étudiés)

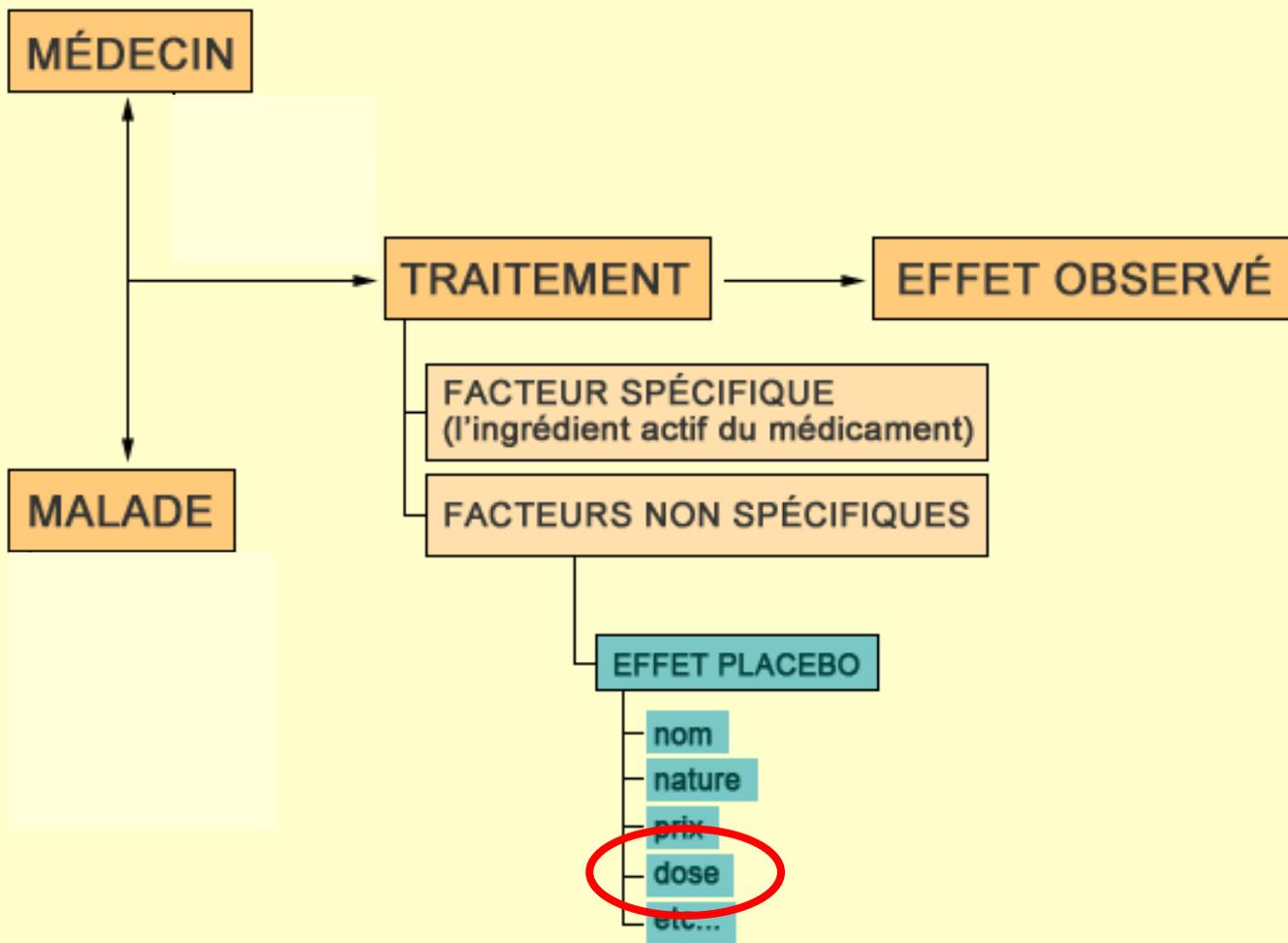


Un placebo présenté comme étant de la **morphine** soulage davantage la douleur qu'un placebo présenté comme de l'**aspirine**.



- Seringue et eau saline (morphine et guerre)
- Incision au genou (fausse opération)

Des études ont montré que les **capsules** placebos sont plus efficaces que les **comprimés** placebos, et les **injections** placebos sont plus efficaces que les **pilules** placebos. L'ampleur de l'effet placebo semble donc s'accroître avec le caractère **invasif** de l'intervention.



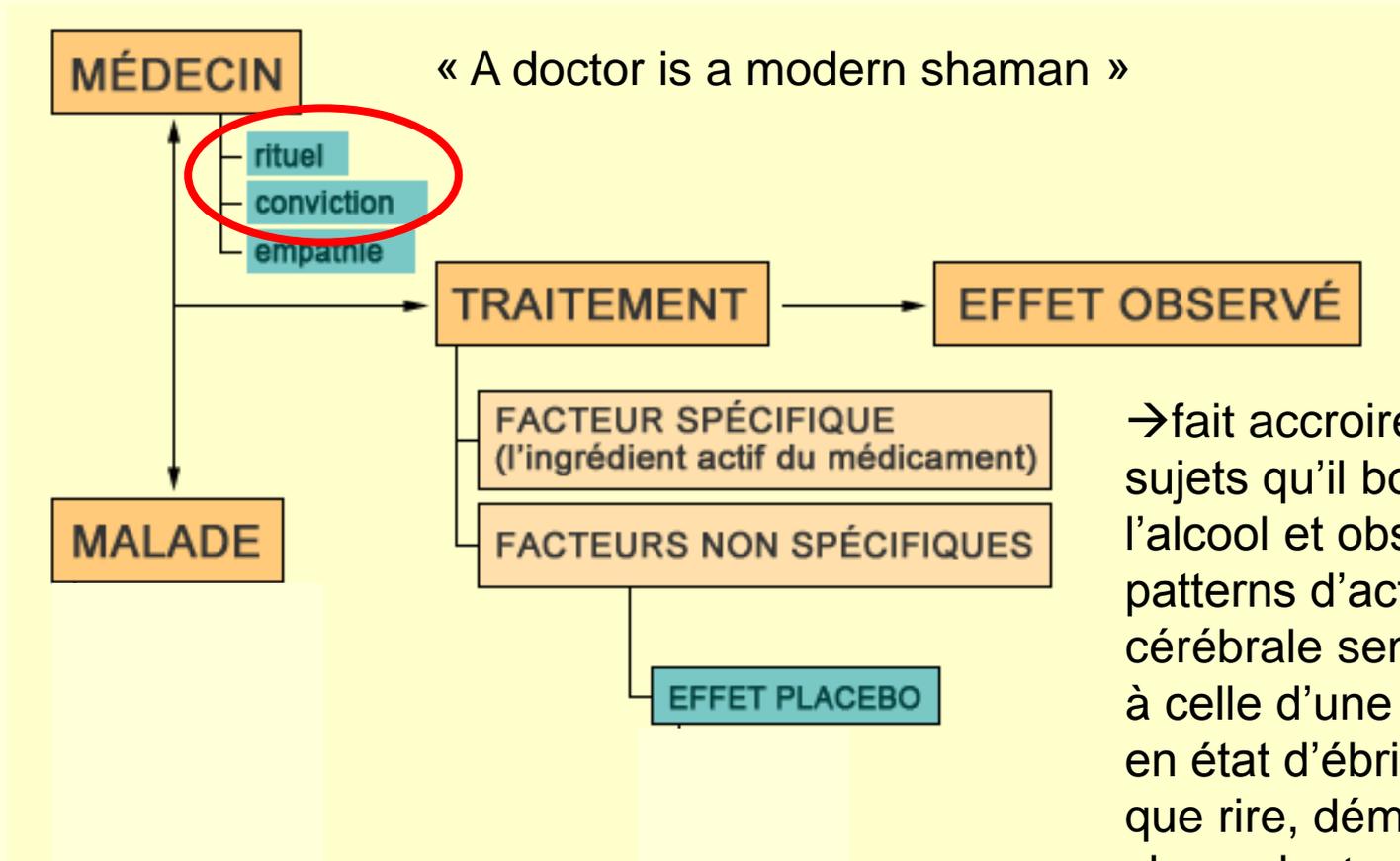
Une étude désormais classique publiée par B. Blackwell en 1972 montre que **l'effet placebo se manifeste clairement chez le sujet sain**, en l'occurrence ici des étudiants en médecine. Ces 56 étudiants avaient accepté de se soumettre à une expérience qui portait, leur disait-on, sur les effets d'une prise unique d'une drogue **stimulante** ou **sédative**.

Les étudiants furent donc répartis en quatre groupes différents et l'on demanda au premier groupe de prendre **une pilule sédative bleue**, au second **deux pilules sédatives bleues**, au troisième **une pilule stimulante rose**, et au quatrième **deux pilules stimulantes roses**. Ce que les étudiants ignoraient, c'est qu'en réalité toutes les pilules étaient des placebos qui ne contenaient que des ingrédients inertes.

Or parmi les étudiants qui avaient reçu les placebos «sédatifs», plus des deux tiers rapportèrent se sentir somnolents, et ceux qui avaient pris deux de ces pilules bleues se sentaient plus somnolents que ceux qui n'en avaient pris qu'une seule. Et inversement, une large proportion des étudiants qui avaient pris les placebos «stimulants» rapportèrent se sentir moins fatigués.

En outre, environ le tiers des participants, tous groupes confondus, se plainquirent **d'effets secondaires** comme des maux de tête et des vertiges. Et encore une fois, l'effet ressenti était proportionnel à la **dose** de placebo reçu, c'est-à-dire plus sévère, chez ceux qui avaient reçu **deux** pilules. Seulement 3 des 56 étudiants affirmèrent n'avoir ressenti aucun effet appréciable suite à l'ingestion des pilules.

La relation de confiance qui s'établit avec le thérapeute est l'un des facteurs le favorisant le plus.



→ fait accroire à des sujets qu'il boivent de l'alcool et observe des patterns d'activité cérébrale semblable à celle d'une personne en état d'ébriété, ainsi que rire, démarche chancelante, etc.) !

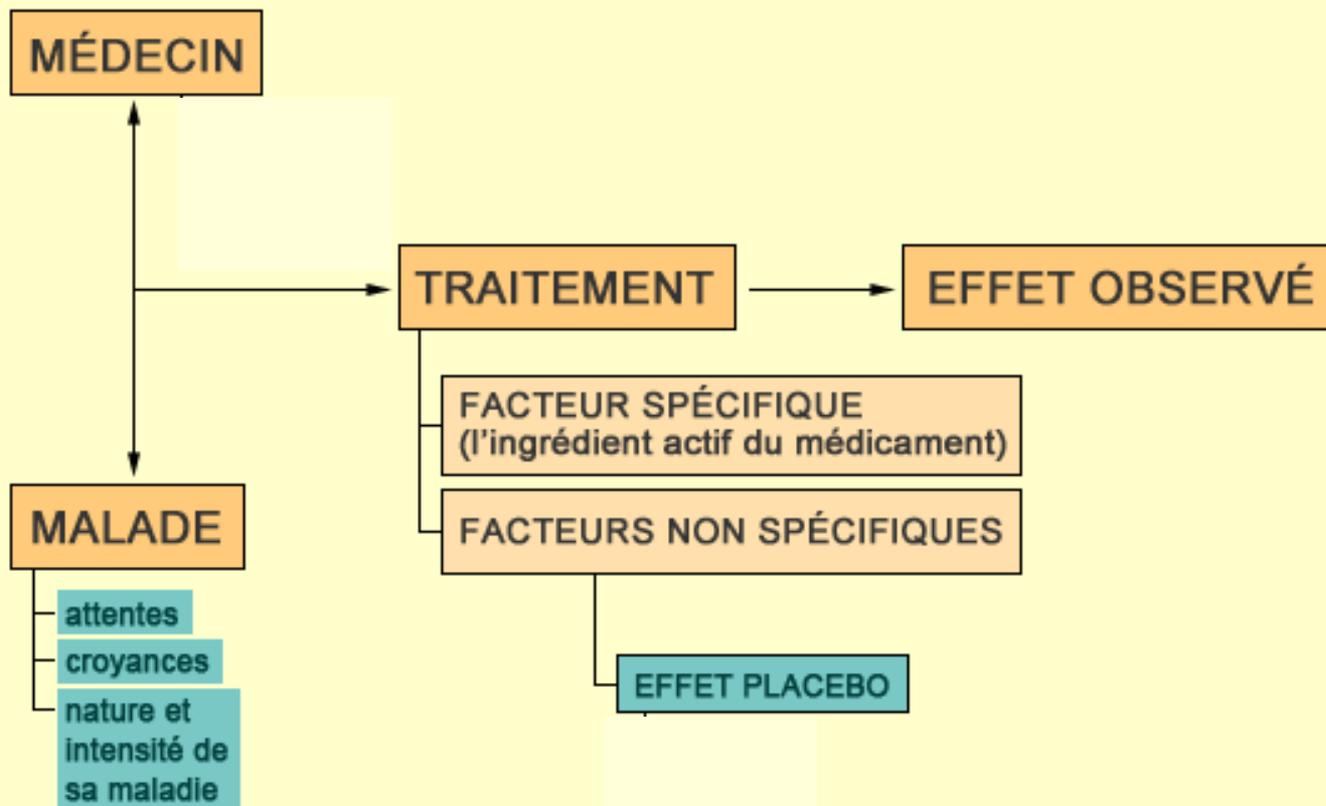
The Nature of Things : Brain Magic: The Power of Placebo

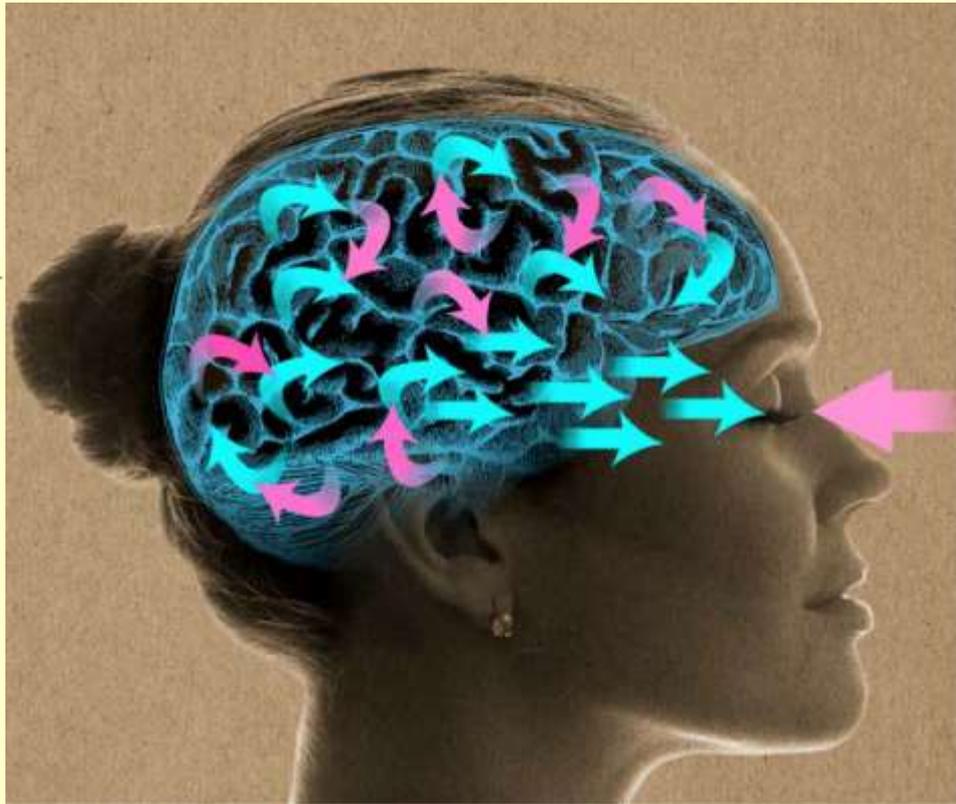
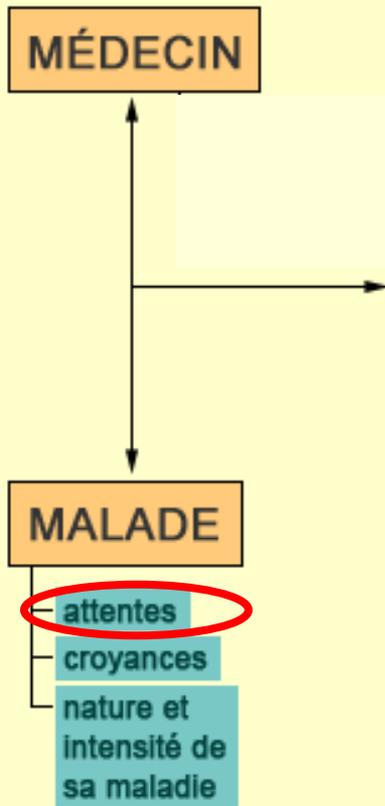
August 7, 2014 <http://www.cbc.ca/natureofthings/episodes/brain-magic-the-power-of-the-placebo>

The Raz Lab in Brain Magic: The Power of Placebo

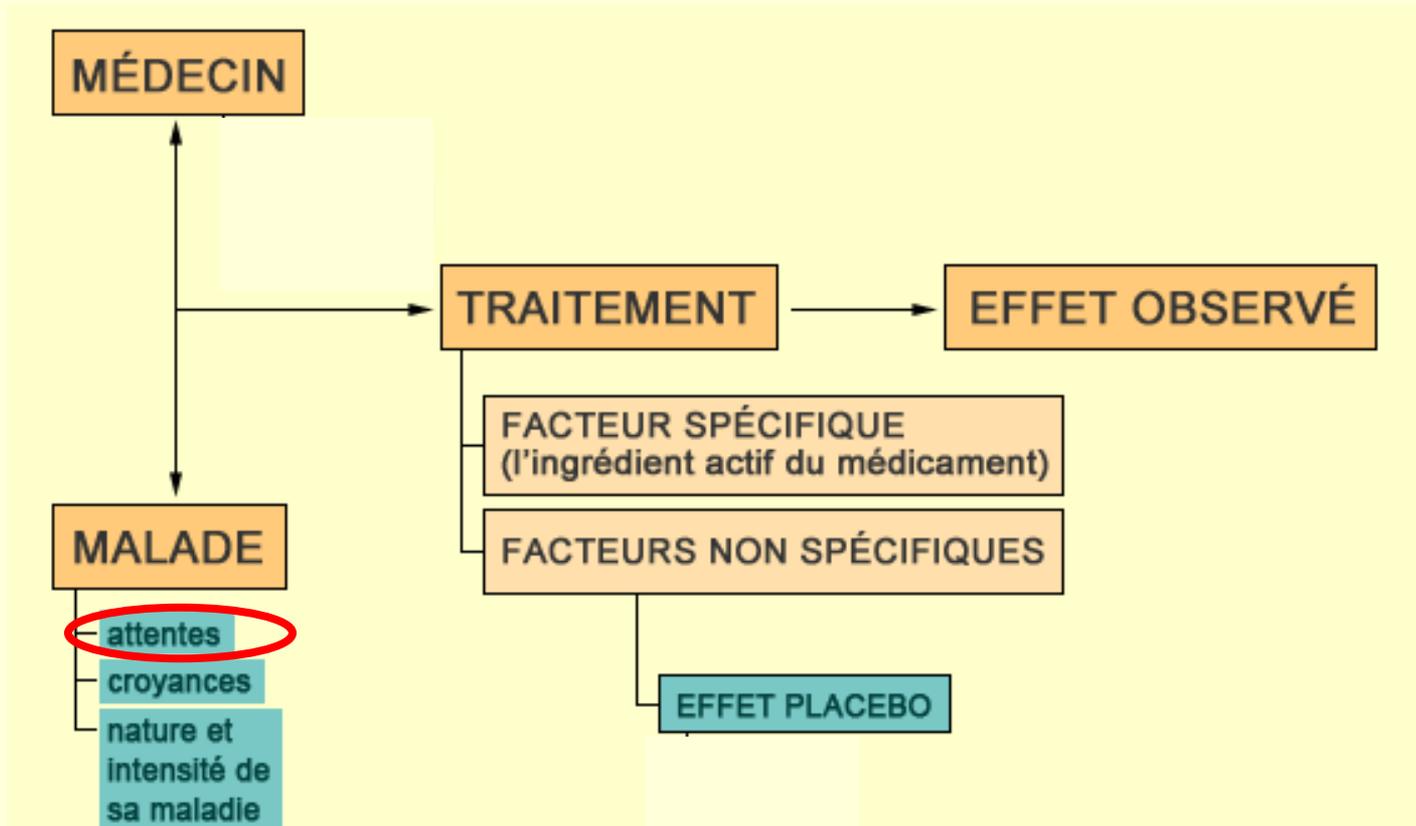
<https://vimeo.com/117024196>

(de 2:00 à 8:00)





Est-ce que « avoir des attentes » = « faire des prédictions » ?



Le **conditionnement** est sans doute impliqué fortement car lorsqu'il est malade, tout Occidental a appris la séquence «douleur, docteur, comprimé, guérison».

La simple démarche de prendre un rendez-vous chez le médecin pourrait donc déjà mettre en marche l'effet placebo, par conditionnement.

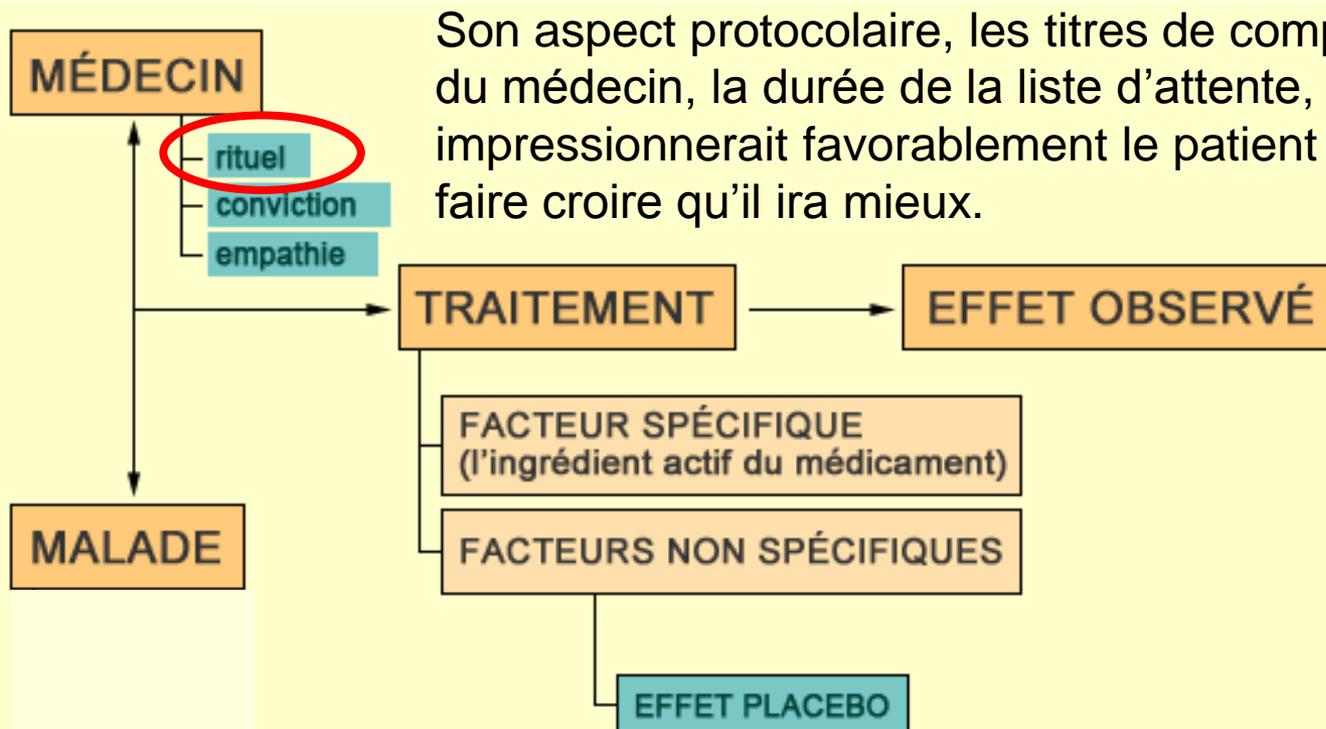
L'importance du **conditionnement** comme source des attentes à l'origine de l'effet placebo a été mise en évidence par une expérience originale de Fabrizio Benedetti et ses collègues.

Ils ont d'abord administré de la **morphine** à deux reprises à des athlètes durant leur entraînement.

Puis, le jour de la compétition, les athlètes ont reçu une **injection similaire mais contenant seulement une solution physiologique**, sans la morphine.

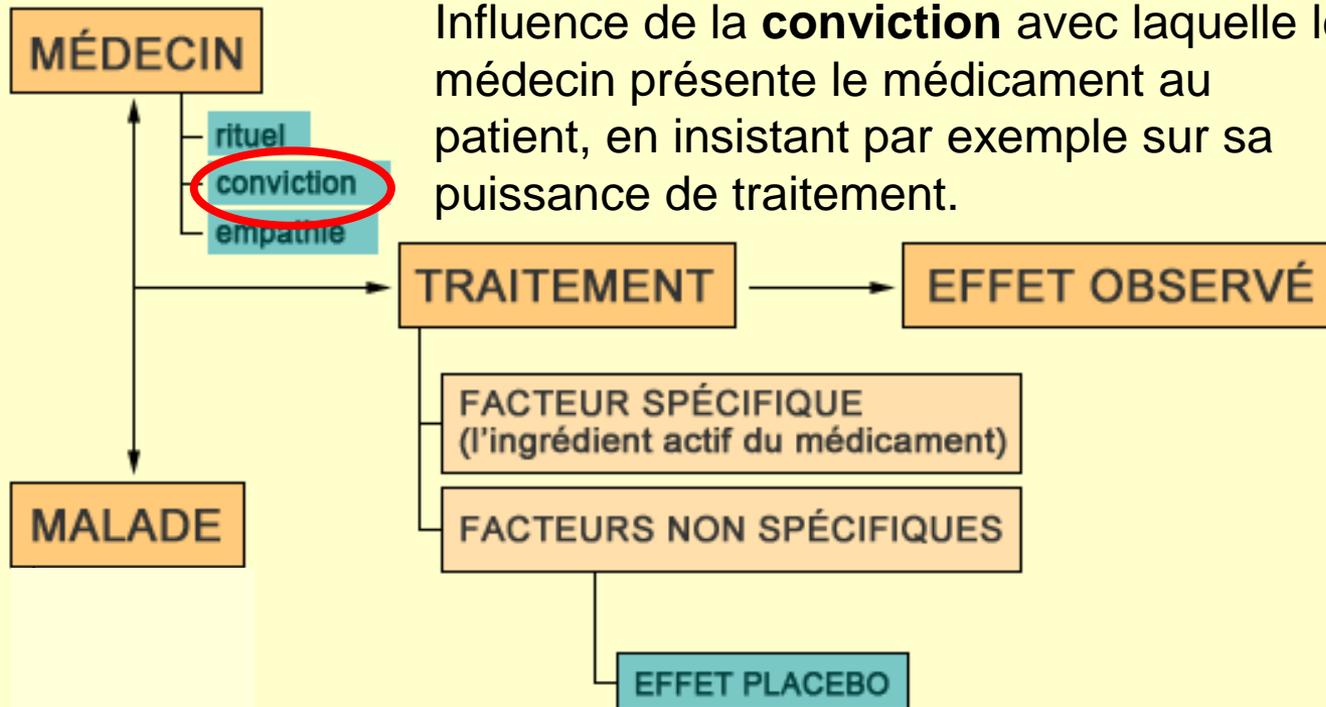
Malgré cela, les chercheurs ont tout de même observé une **activation du système endorphinique** des athlètes qui leur a permis d'augmenter leurs performances et de mieux endurer la douleur !

Voilà qui pourrait causer quelques maux de tête aux comités antidopage...

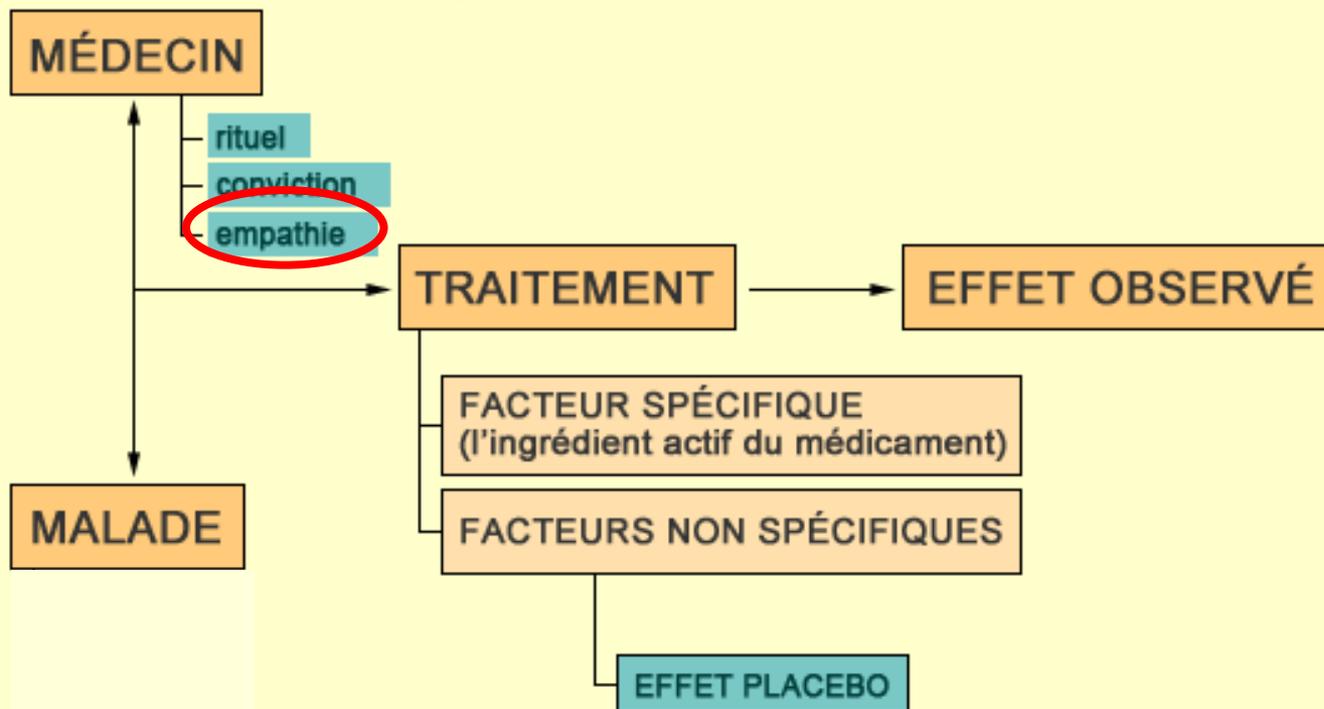


Son aspect protocolaire, les titres de compétence du médecin, la durée de la liste d'attente, tout cela impressionnerait favorablement le patient pour lui faire croire qu'il ira mieux.

→ Une femme médecin dit qu'elle écoute avec son **stéthoscope** le cœur de tous ses patients même si c'est pas nécessaire car cela participe au rituel...



Une étude a par exemple comparé l'efficacité antalgique sur le côlon irritable de séances **d'acupuncture placebo** « chaude », avec un accueil chaleureux, une écoute attentive et de nombreuses explications, et une séance d'acupuncture placebo « froide », sans échanges verbaux avec le thérapeute.



Dans les deux cas, les aiguilles étaient piquées **superficiellement et hors des méridiens** reconnus par les acupuncteurs.

Une amélioration significative a été observée pour le placebo « froid » par rapport à un groupe contrôle n'ayant pas été traité, et **une amélioration encore plus considérable fut observée pour le placebo « chaud »**.

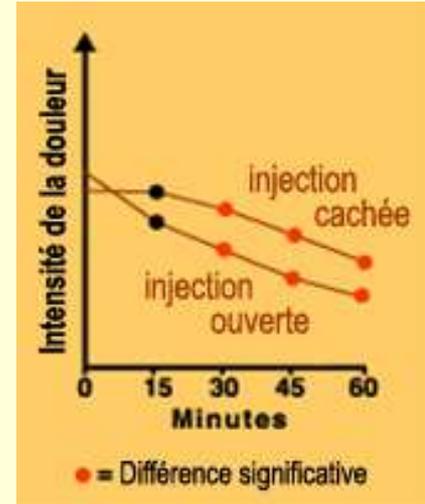
Administration cachée versus ouverte de l'agent actif

Si par exemple un patient est sous perfusion intraveineuse, il est facile de lui **administrer un antidouleur à son insu**, puis de lui faire évaluer par un questionnaire le niveau subjectif de sa perception douloureuse.

On fait ensuite la même chose en lui administrant **«ouvertement» exactement la même dose de l'antidouleur**, c'est-à-dire que le médecin va lui faire une injection avec une seringue en expliquant au patient la nature et les effets escomptés du médicament.

Une auto-évaluation de la douleur moindre dans ce 2^e cas indique alors une composante non spécifique probablement attribuable à l'effet placebo.

Ces études montrent que les effets antalgiques sont beaucoup **moins efficaces avec l'administration cachée**.



How Placebos Change the Patient's Brain,

Fabrizio Benedetti, Elisa Carlino, and Antonella Pollo, 2011.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3055515/>

Il n'existe pas UN effet placebo, **mais plusieurs effets placebos**, avec différents mécanismes qui se trouvent dans différents systèmes du corps humain.

Les deux modèles qui sont actuellement les plus productifs pour comprendre la neurobiologie de l'effet placebo sont ceux sur **la douleur** et sur **la maladie de Parkinson** où les réseaux neuronaux impliqués ont été identifiés.

Mécanismes possibles de l'effet placebo

Dans une étude pionnière publiée en 1978, **Jon Levine** a testé l'implication des endorphines lorsque l'effet placebo atténue une douleur subséquente à l'extraction de molaires.

Donner une injection de solution saline (donc un placebo) à un patient en lui disant qu'il s'agit d'un médicament antidouleur est alors, pour certains patients, aussi efficace qu'une dose de 6 à 8 milligrammes de morphine.

Mais si on donne ensuite à ces patients « placebo répondeurs » un antagoniste spécifique de la morphine appelé naloxone, qui bloque donc également l'effet de nos propres morphines endogènes, celui-ci augmente significativement la douleur de ces patients.

Alors que la même dose de naloxone ne cause **aucune douleur additionnelle aux patients qui n'avaient pas répondu à l'effet placebo.**

Mais comme rien ne reste simple longtemps avec le cerveau, Richard Gracely montrait, en 1982, que l'effet antalgique d'un placebo peut exister même après l'inhibition des endorphines par la naloxone.

D'où l'idée que l'effet placebo pourrait être régi à la fois par des mécanismes **endorphiniques** et **non endorphiniques**.

Placebo Research Update with Fabrizio Benedetti (BSP 127)

March 01, 2016

http://brainsciencepodcast.com/bsp/2016/127-benedetti?utm_source=All+Newsletters&utm_campaign=bf6661ae29-RSS_EMAIL_CAMPAIGN&utm_medium=email&utm_term=0_92424be05a-bf6661ae29-80066673

Il y a au moins deux mécanismes derrière la réduction de la douleur avec un placebo : l'un implique les **opioïdes** endogènes et l'autre les **cannabinoïdes** endogènes (nos substances analogues au THC).

Il y a aussi **plusieurs voies métaboliques** connues pour la réduction par effet placebo des maux de tête causés par la haute altitude.

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

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

Bleu : régions associées à la douleur
(baisse d'activité avec placebo)

Rouge : régions associées à l'évaluation
du contexte, aux attentes
(augmentation d'activité avec placebo)

On observe une activation du **circuit de la récompense** lors de fortes réponses placebos, avec augmentation de libération de **dopamine** dans le **noyau accumbens**.

Cela suggère un rôle possible de ces structures dans la motivation nécessaire à l'effet placebo.

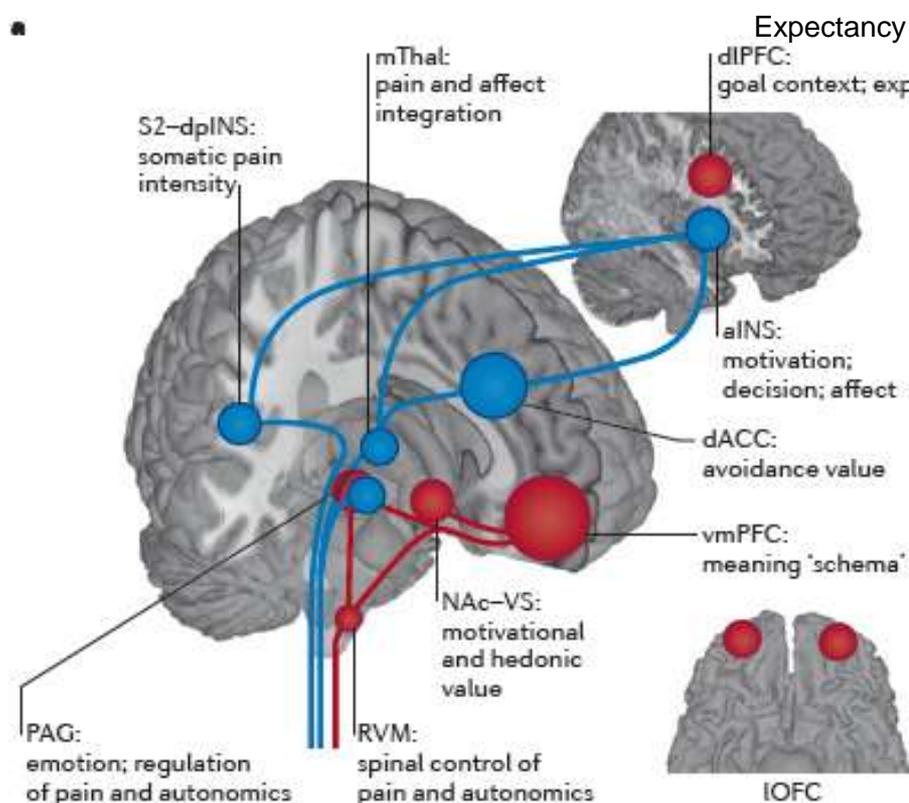


Figure 3 | The neurophysiology of placebo analgesia. a | An overview of the brain regions involved in the placebo effects on pain and their potential functions in this context. The areas shown in blue respond to painful stimuli and, on that basis, are expected to show reduced responses to pain after placebo treatment. These areas include the medial thalamus (mThal), anterior insula (aINS), dorsal anterior cingulate cortex (dACC), periaqueductal grey (PAG) and secondary somatosensory cortex-dorsal posterior insula (S2-dpINS). Areas shown in red are associated with increases in response to placebo treatment (either before or during painful stimulation), and activity in these regions is thought to be involved with the maintenance of context information and the generation of placebo-related expectations and appraisals. They include the ventromedial prefrontal cortex (vmPFC), dorsolateral PFC (dlPFC), lateral orbitofrontal cortex (IOFC), nucleus accumbens-ventral striatum (NAc-VS), PAG and rostroventral medulla (RVM). Some regions, including the PAG and dACC, show different effects depending on the study and timing relative to painful stimulation. b | Results from

Les régions cérébrales impliquées dans ces phénomènes font donc partie du circuit typiquement impliqué dans la **motivation** et la **recherche de gratification**.

Comme ces structures **activent aussi des voies inhibitrices descendantes de la douleur** dans la moelle épinière, la réponse placebo semble bien être un cas typique de contrôle « de haut en bas » (« top down »).

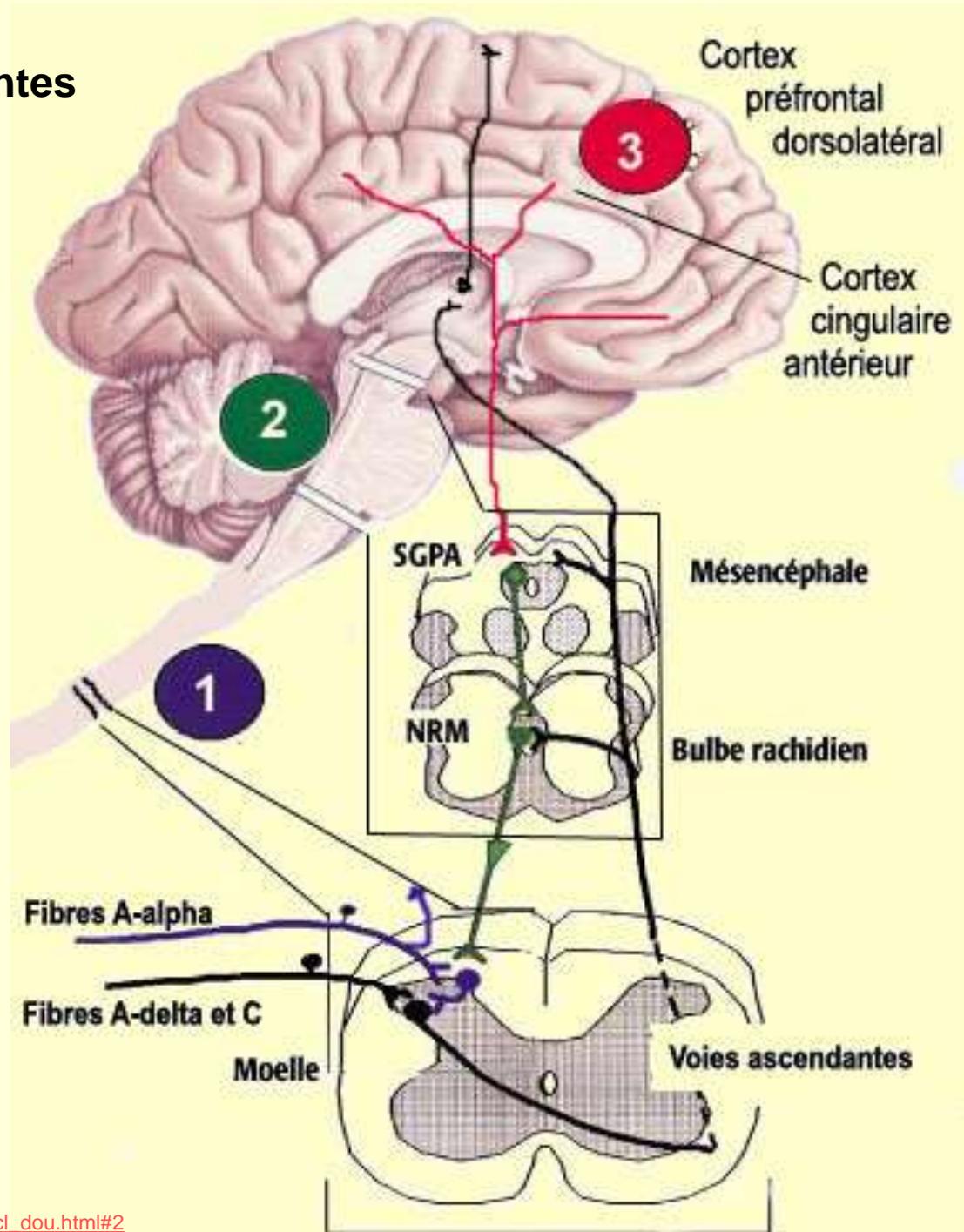
Les patients dont la pathologie affecte les centres supérieurs, comme le cortex préfrontal dans le cas de la "maladie d'Alzheimer", semblent d'ailleurs moins sensibles à l'effet placebo.

Voies inhibitrices descendantes de la douleur

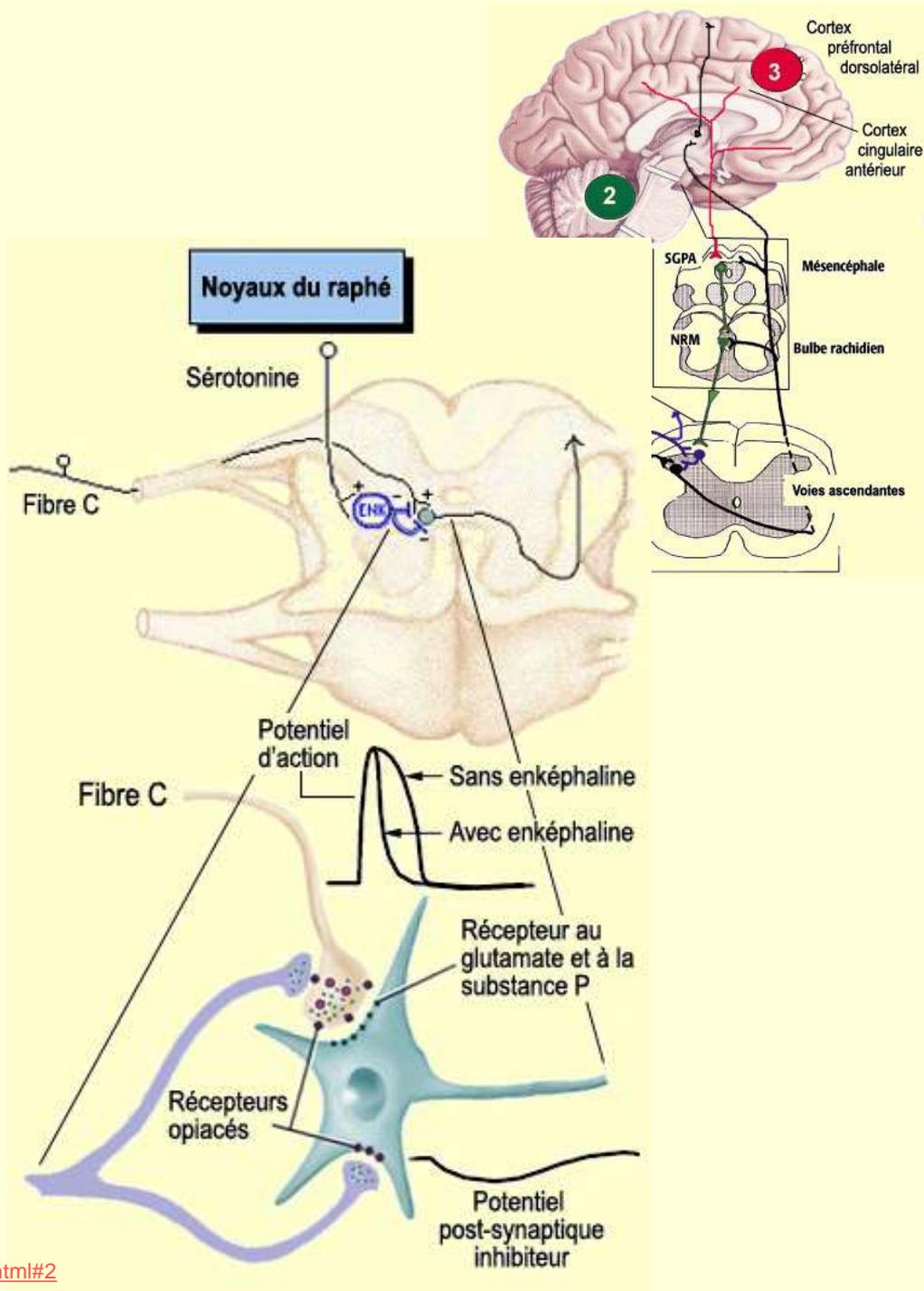
En **rouge** : les contrôles descendants d'origine supraspinale (ou centrale) associés à des facteurs psychologiques

En **vert** : les contrôles inhibiteurs diffus induits par des stimulations nociceptives

En **mauve** : les contrôles segmentaires d'origine périphérique non douloureuse

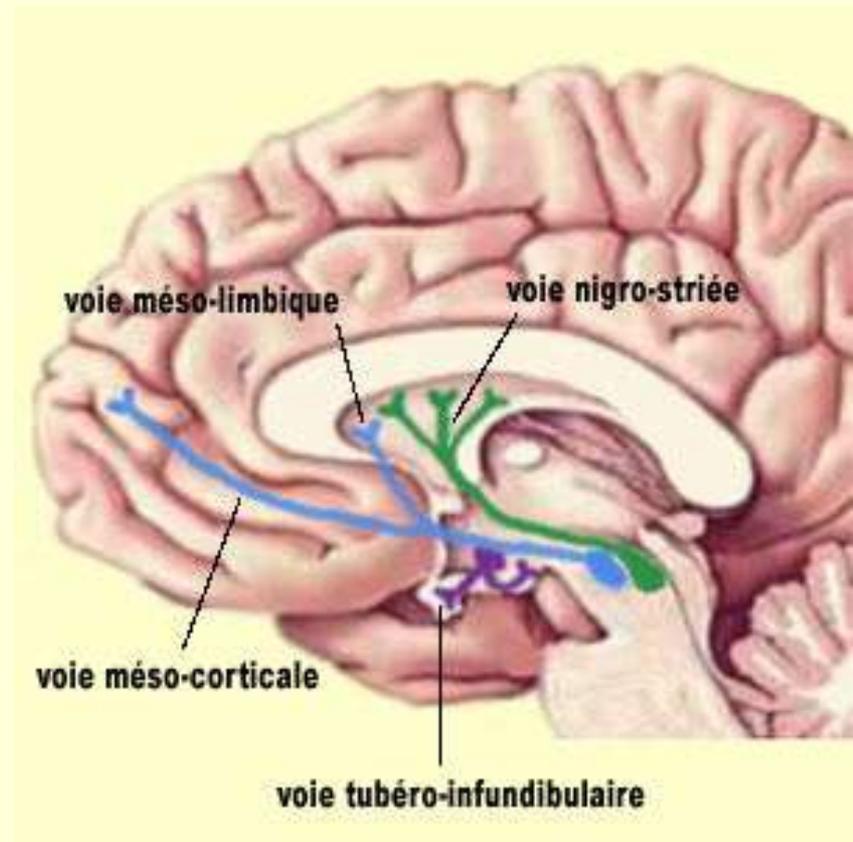


Les interneurones (en **mauve**) utilisent le neurotransmetteur **enképhaline** pour inhiber de deux façons le neurone de projection (en **vert**).



Outre la douleur, la **maladie de Parkinson** (causée par un manque d'un neurotransmetteur, la dopamine) est une autre affection particulièrement sensible à l'effet placebo.

Or plusieurs études ont montré que l'administration d'un placebo active les neurones encore capables de sécréter de la dopamine, en particulier dans le **striatum**, associé à la motricité (presque comme lors des traitement avec la L-DOPA, un précurseur de la dopamine).

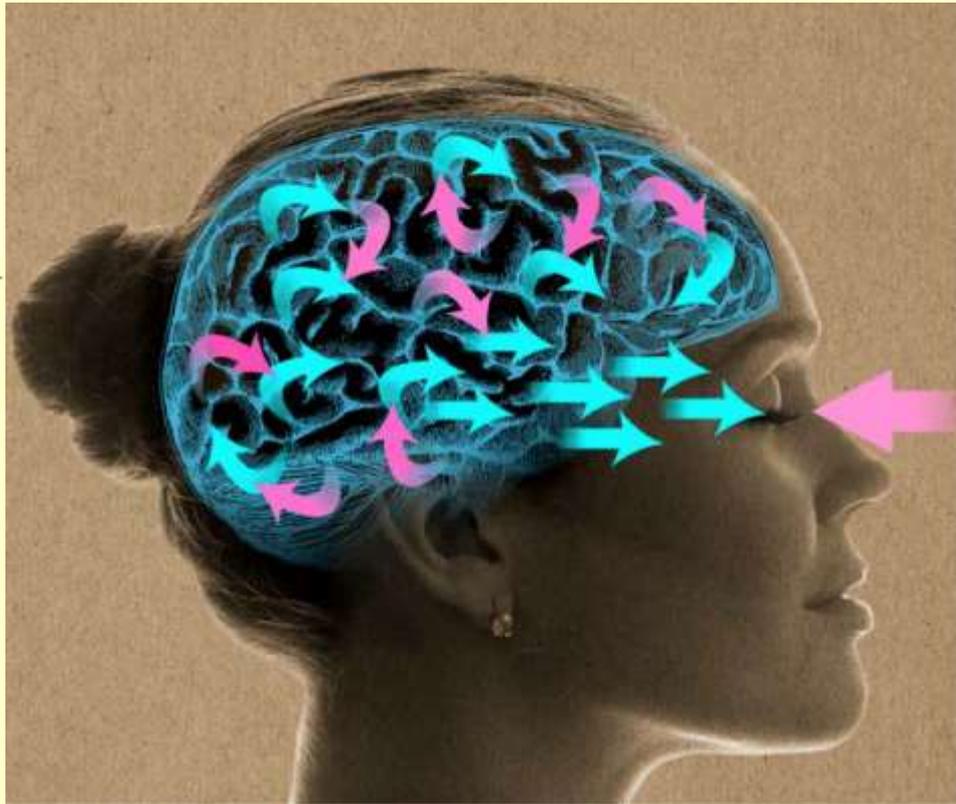
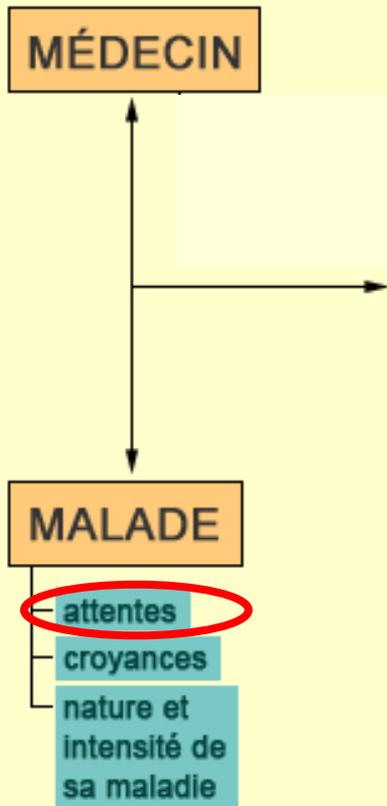


Thursday, **November 29, 2018**

A molecular basis for the placebo effect.

http://mindblog.dericbownds.net/2018/11/a-molecular-basis-for-placebo-effect.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+Mindblog+%28MindBlog%29

- placebo responses are strongest in patients with a variant of a gene (COMT, which regulates the amount of dopamine in the brain) that causes higher **levels of dopamine**, which is linked to pain and the good feeling that come with reward.
- Irritable bowel syndrome patients with the **high-dopamine version of the gene** were more likely to report that the placebo treatment had relieved their symptoms [...]
- Predisposition to respond to placebo treatment may be **in part a stable heritable trait.**



Est-ce que « avoir des attentes » = « faire des prédictions » ?

Plan

4^e bloc : Le « cerveau-corps-environnement » :
stress et effet placebo, le grand cadre théorique du cerveau prédictif

Résumé : qu'est-ce qui cause un comportement ?

Cerveau et corps ne font qu'un

L'exemple du stress

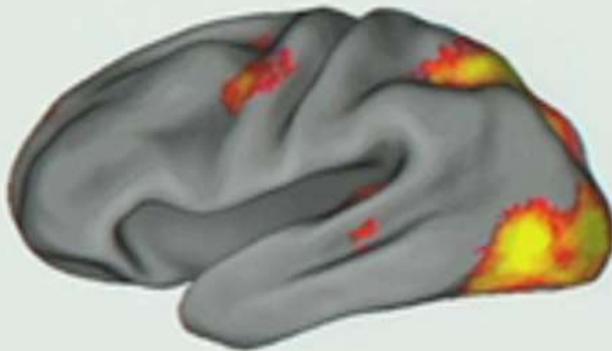
L'exemple de l'effet placebo

Le grand cadre théorique du cerveau prédictif

An Historical View

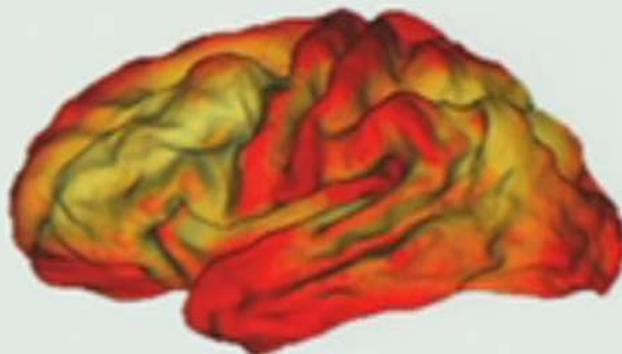
Reflexive

(Sir Charles Sherrington)



Intrinsic

(T. Graham Brown)



Raichle: Two Views

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

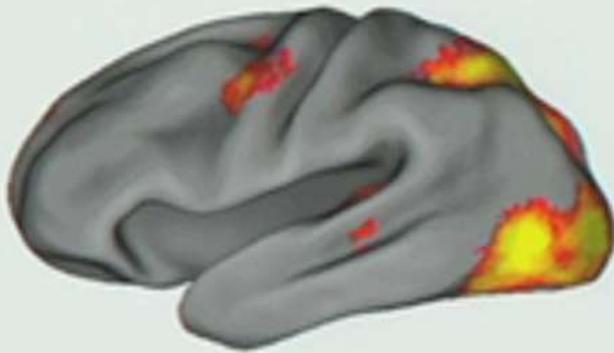
Instead, they are ***pro-active prediction engines*** constantly trying to anticipate the shape of the incoming sensory signal.

- Andy Clark

An Historical View

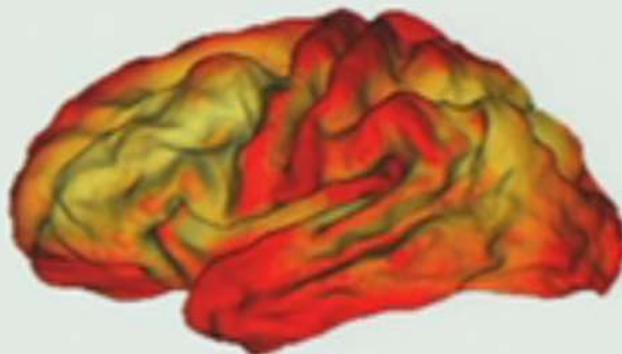
Reflexive

(Sir Charles Sherrington)

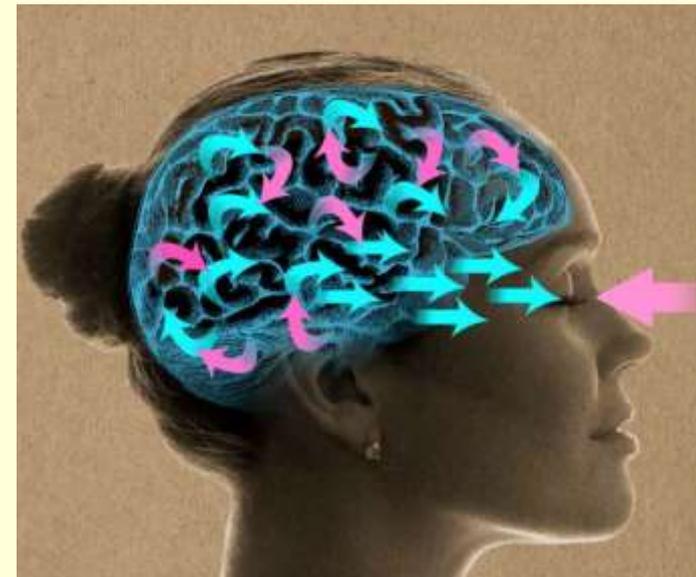


Intrinsic

(T. Graham Brown)

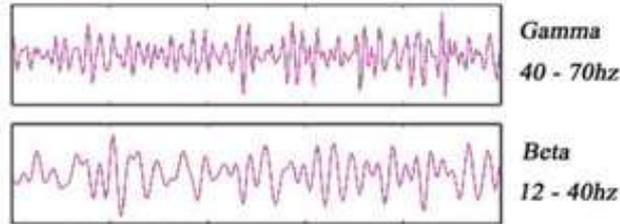


Raichle: Two Views

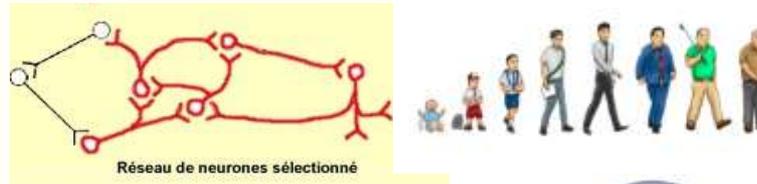


Des processus dynamiques à différentes échelles de temps :

Perception
et action



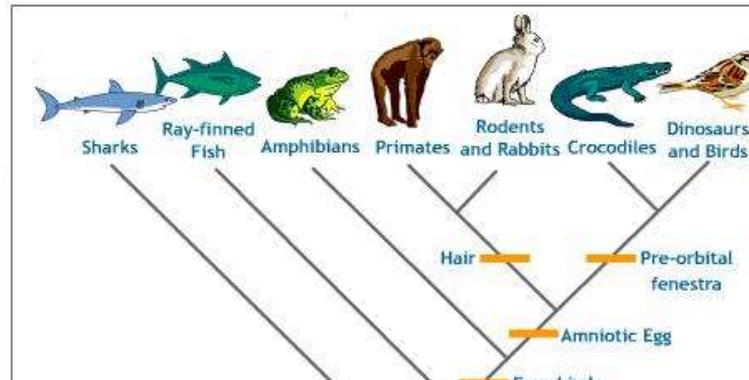
Apprentissage



Développement



Évolution
biologique

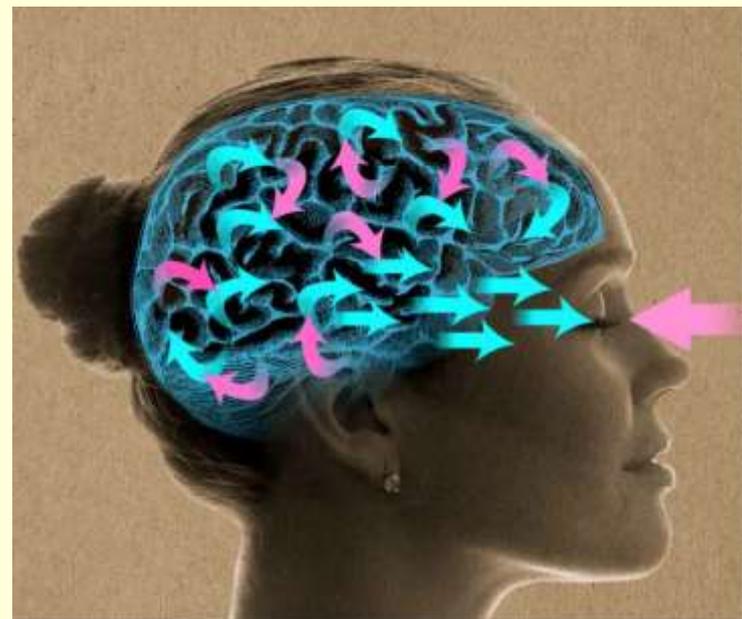


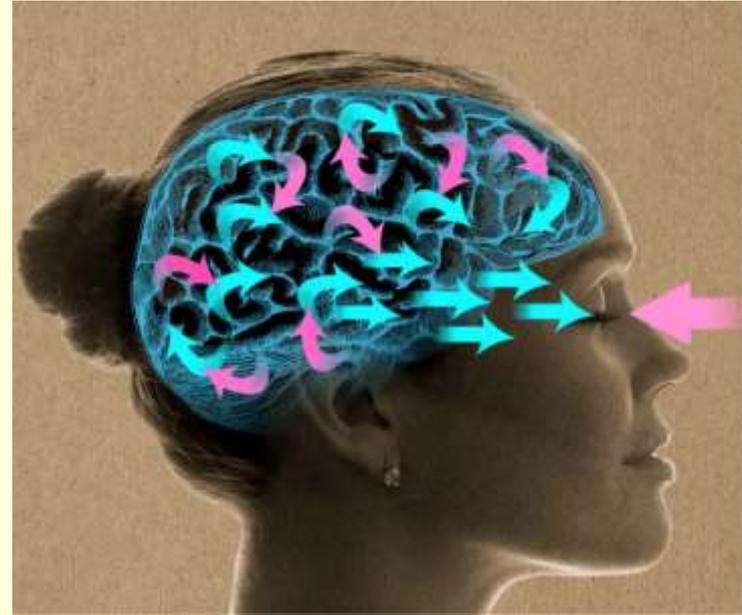
Nous sommes
une **machine à faire
des prédiction**

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

(innée et acquise)

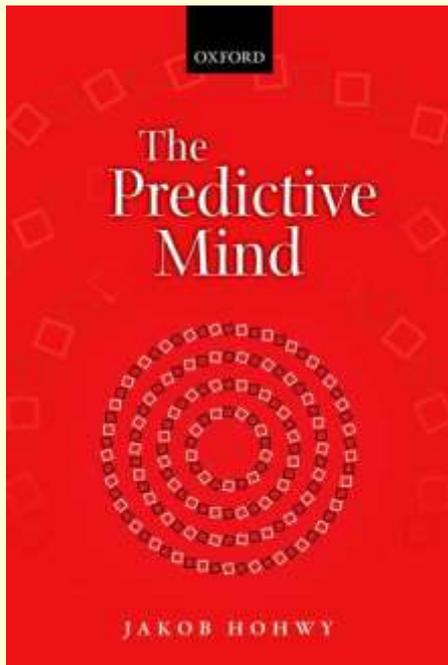




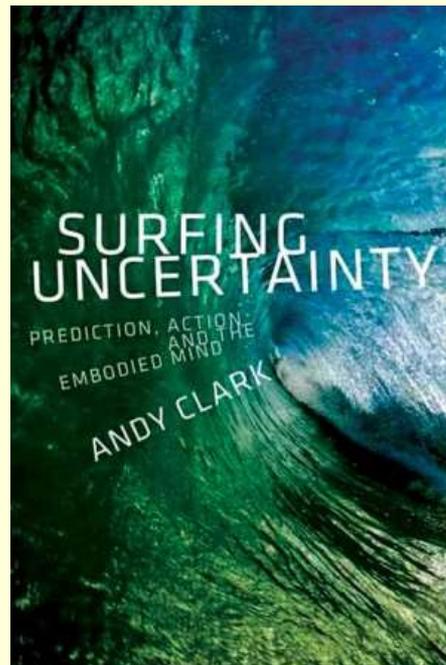




« Predictive processing » « the Bayesian Brain »)



2014



2015



Karl Friston

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

décembre 2016

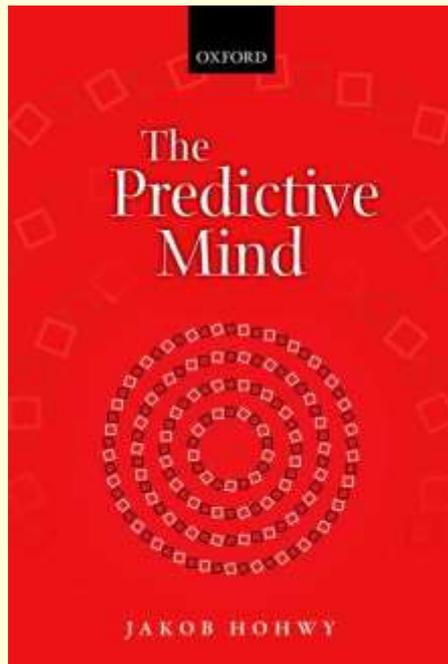
<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2016/12/12/6120/>

L'erreur forge le cerveau

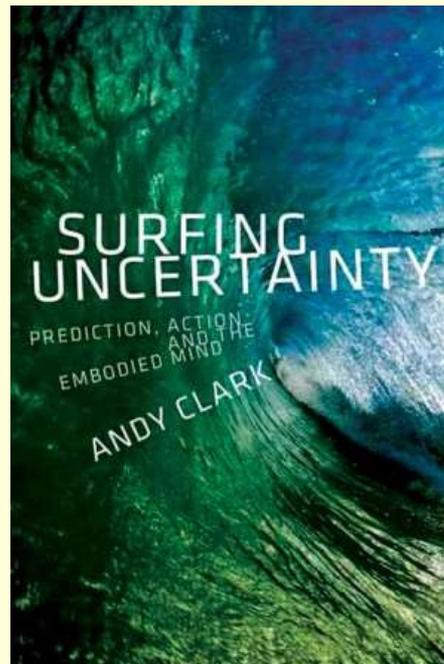
Cerveau&Psycho

avril 2017

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



2014

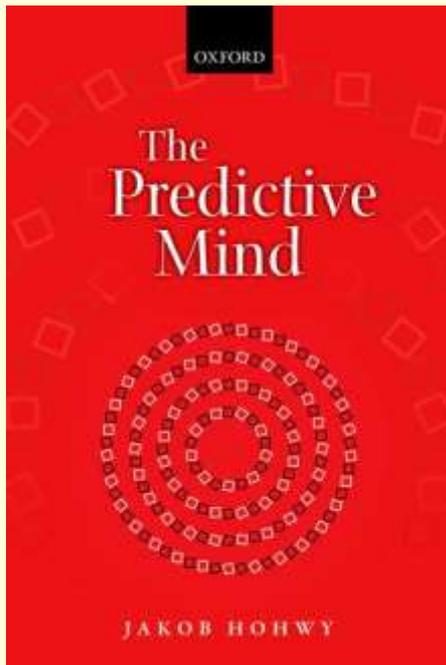


2015

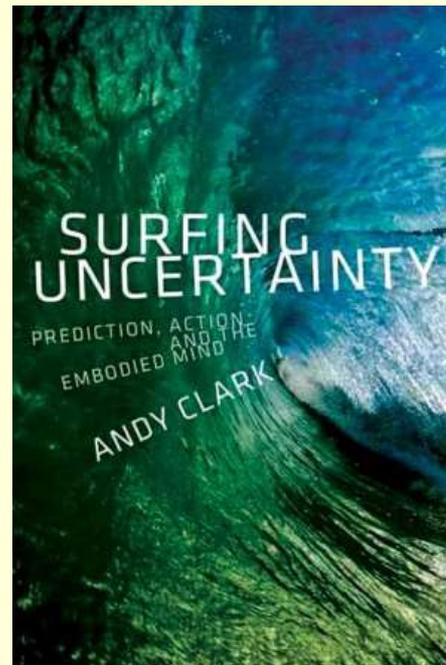


Karl Friston

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



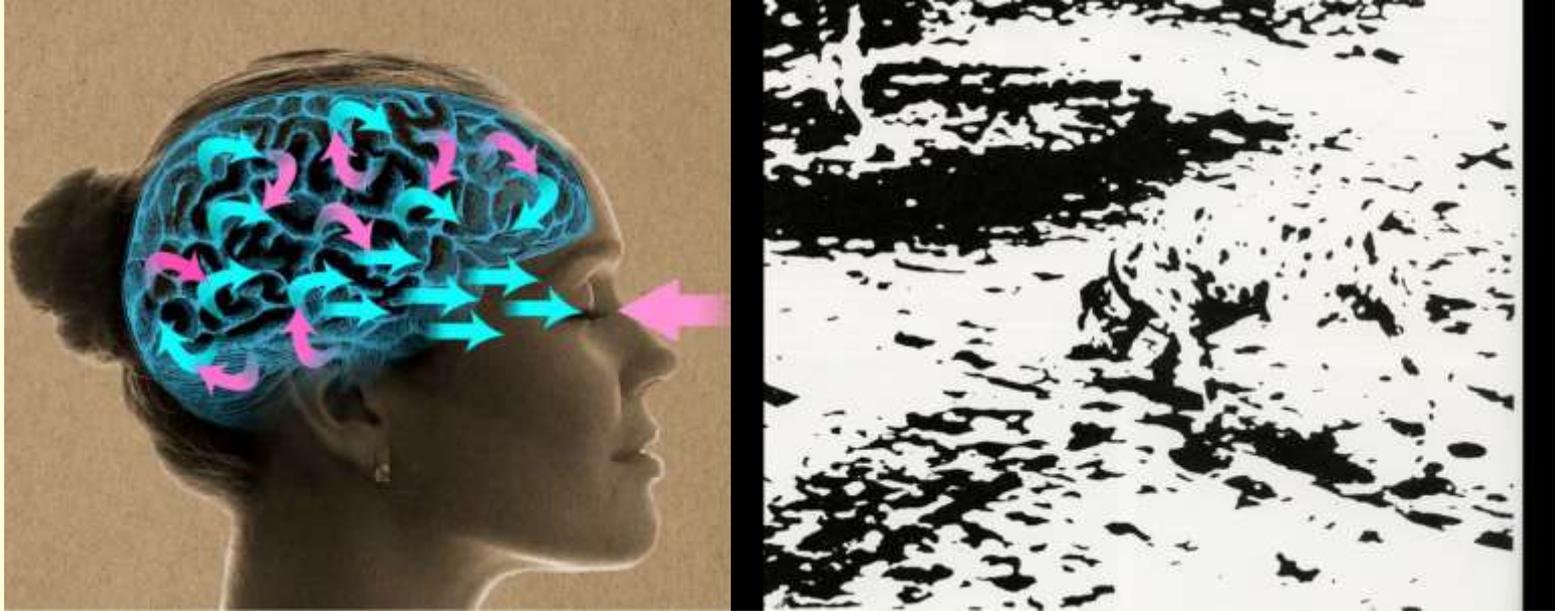
2014



2015



Karl Friston



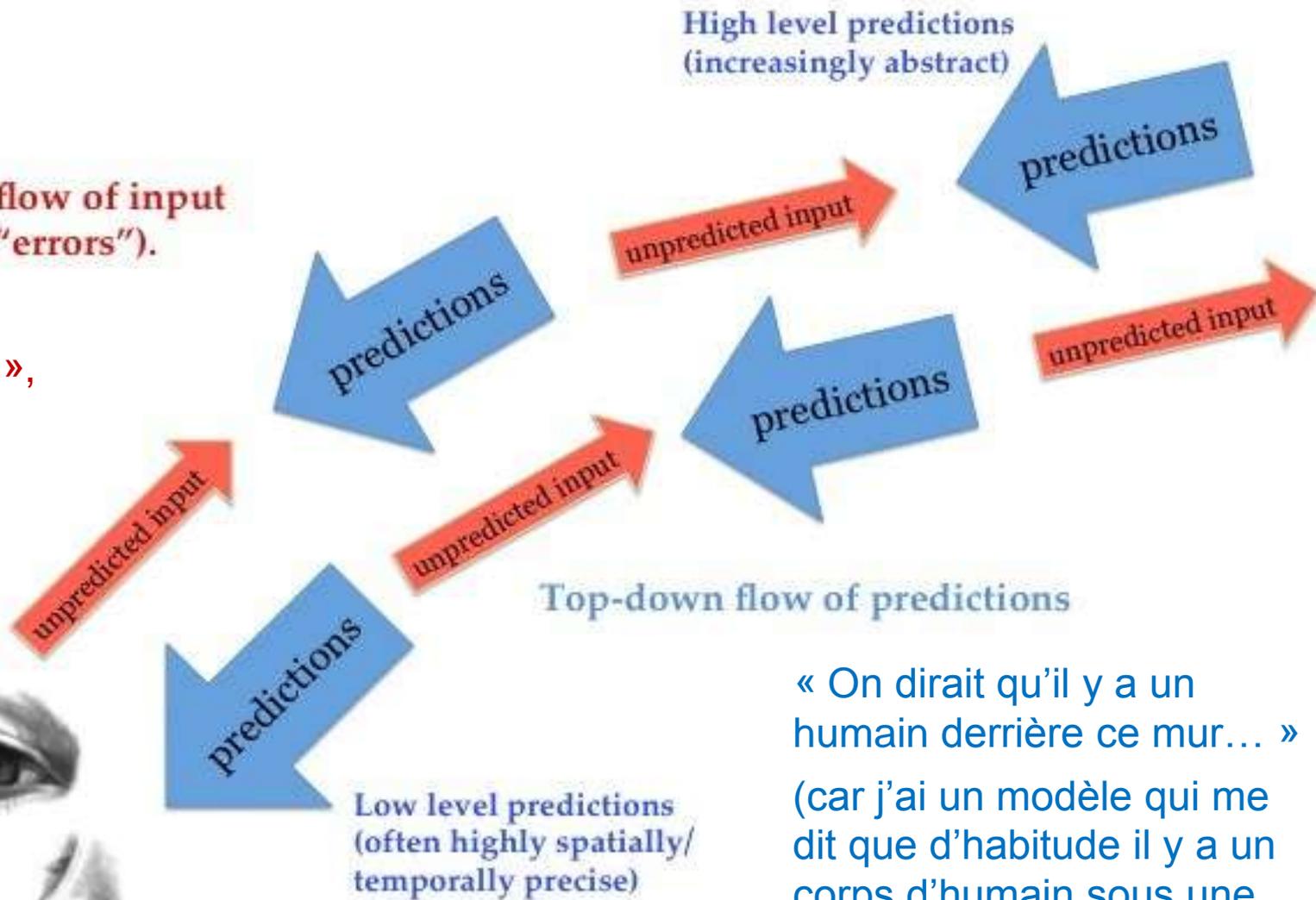
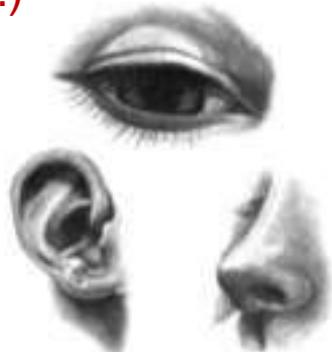
Le cerveau n'est plus vu comme un simple organe de "traitement de l'information" qui attendrait passivement ses inputs,

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 !)

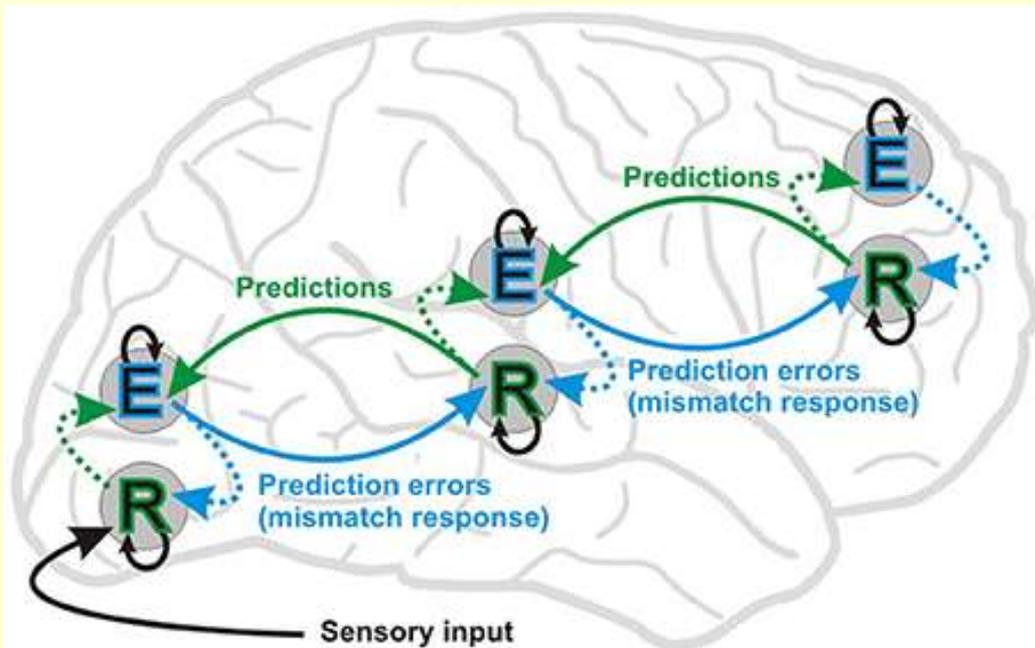


« On dirait qu'il y a un
humain derrière ce mur... »
(car j'ai un modèle qui me
dit que d'habitude il y a un
corps d'humain sous une
tête d'humain...)

Essentially, the brain embodies and deploys a
generative model which encodes prior beliefs – in the
form of **probability distributions** – about sensory
inputs and their causes in the body and in the world.



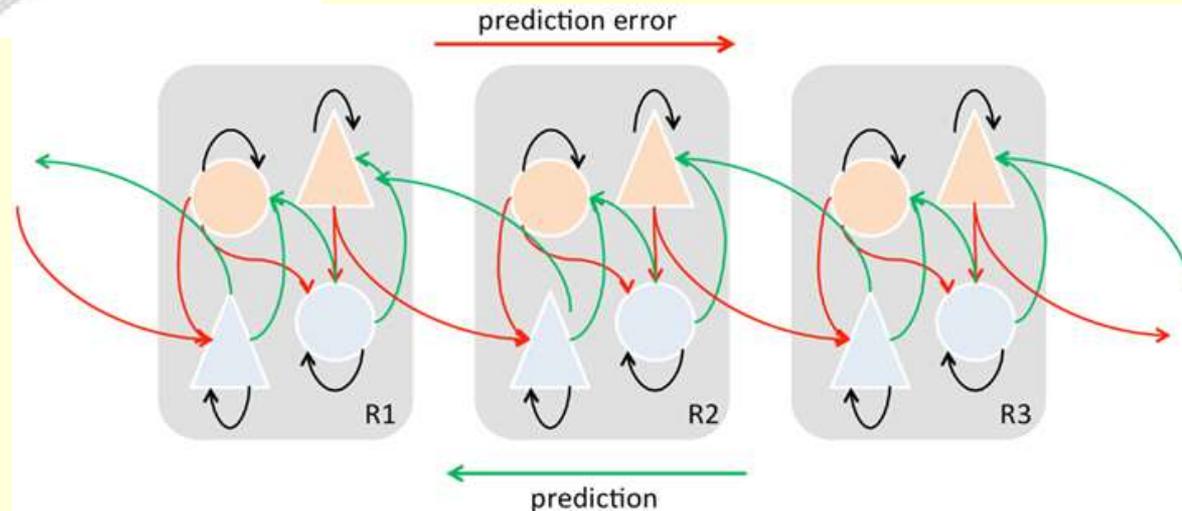
Et dans les cerveaux humains
(en particulier le cortex), il y a une architecture
neuronale **compatible avec ces principes** :



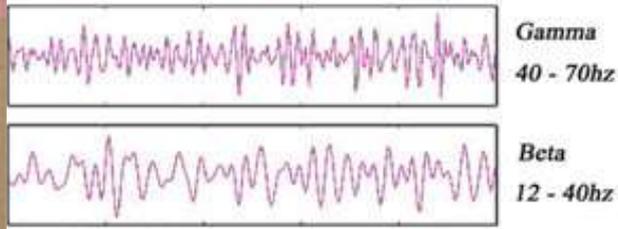
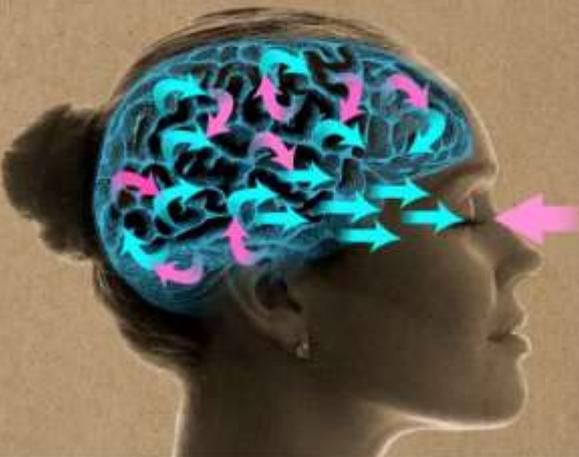
une architecture aux **multiples niveaux** où chaque niveau essaie de prédire l'état du niveau en-dessous de lui.

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

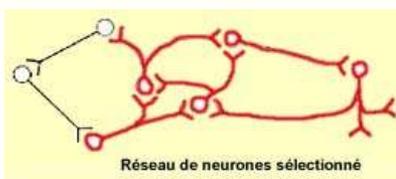
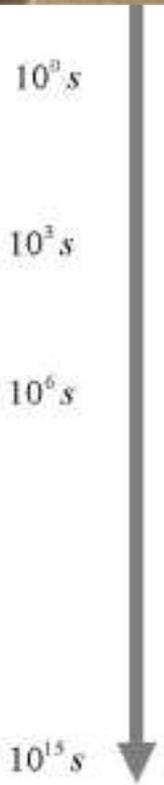
(Friston, 2005, 2008, 2010).
<http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fnhum.2014.00666/full>



Pour l'approche prédictive :



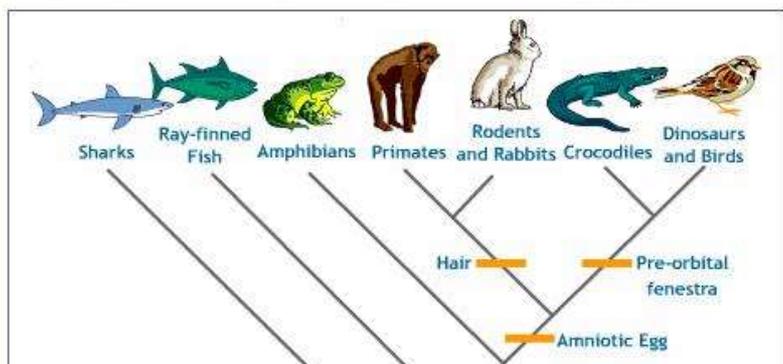
Perception et action devant des situations en temps réel grâce à des coalitions neuronales synchronisées temporairement



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

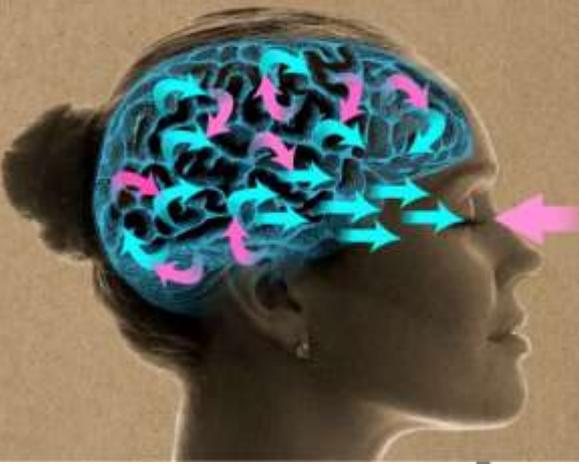


Développement du système nerveux (incluant des mécanismes épigénétiques)



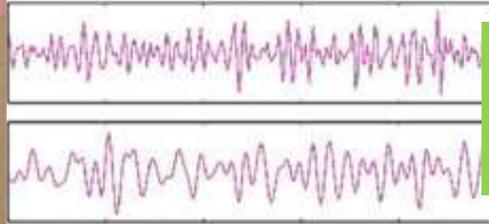
Évolution biologique qui façonne les plans généraux du système nerveux

Pour l'approche prédictive :



Perception et action

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



$10^{11} s$



$10^3 s$

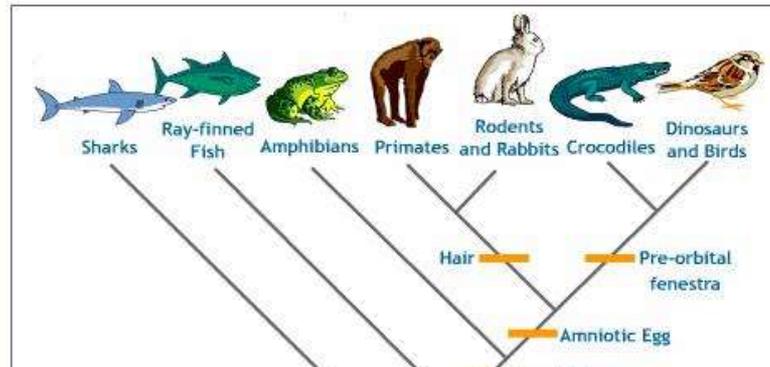
L'apprentissage durant toute la vie par la plasticité des réseaux de neurones

$10^6 s$



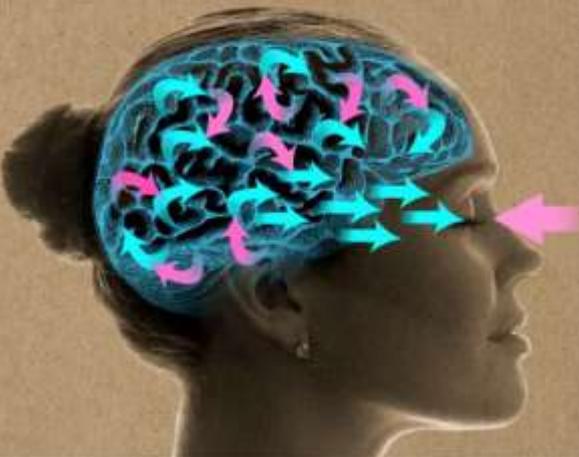
Développement du système nerveux (incluant des mécanismes épigénétiques)

$10^{15} s$



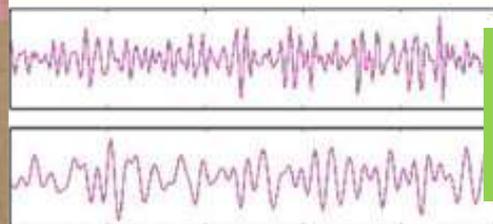
Évolution biologique qui façonne les plans généraux du système nerveux

Pour l'approche prédictive :



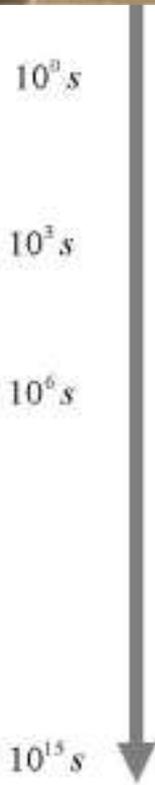
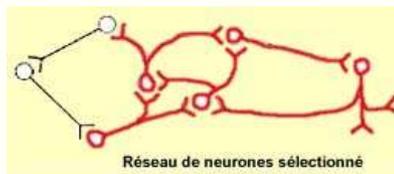
Perception et action

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



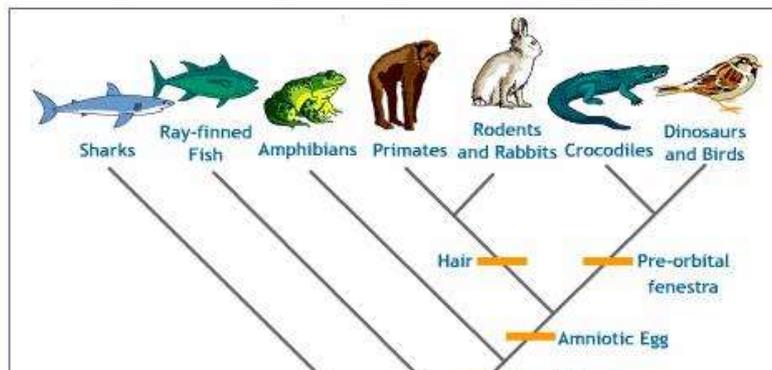
L'apprentissage

Modifier / améliorer les modèles existants



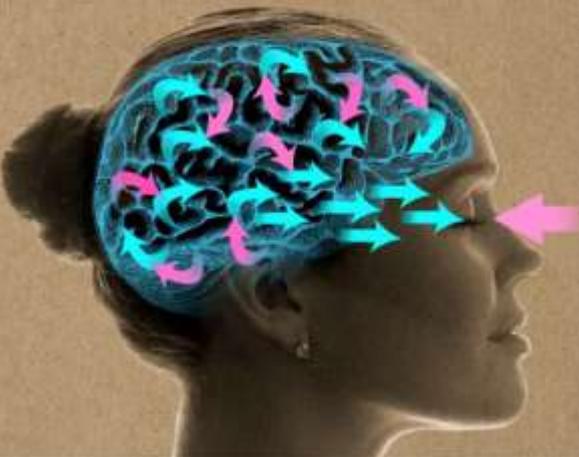
Développement

du système nerveux
(incluant des mécanismes épigénétiques)

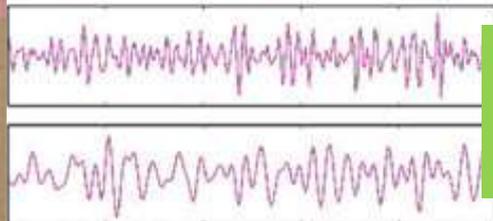


Évolution biologique qui façonne les plans généraux du système nerveux

Pour l'approche prédictive :



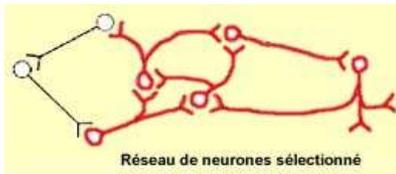
Perception et action



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

L'apprentissage

Modifier / améliorer les modèles existants



$10^{11} s$

$10^3 s$

$10^6 s$

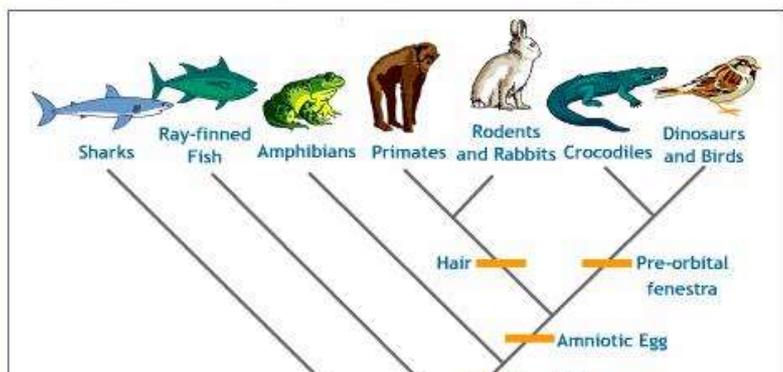
Développement

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

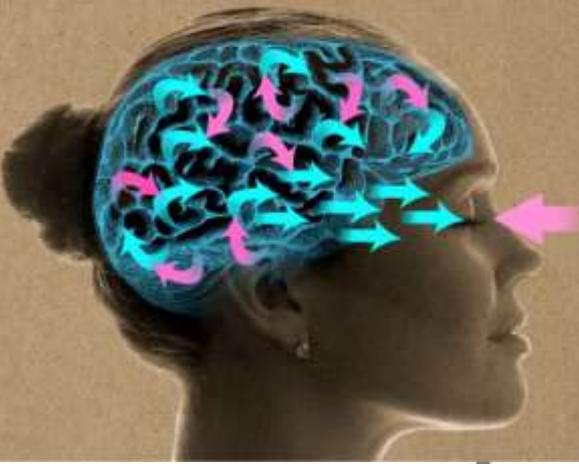


$10^{15} s$

Évolution biologique qui façonne les plans généraux du système nerveux

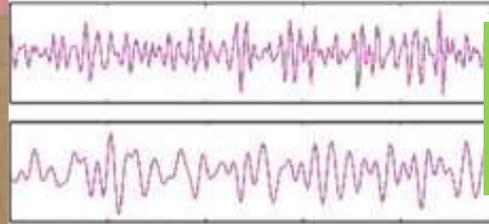


Pour l'approche prédictive :



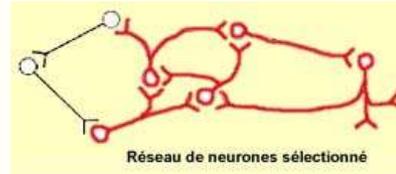
Perception et action

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



L'apprentissage

Modifier / améliorer les modèles existants



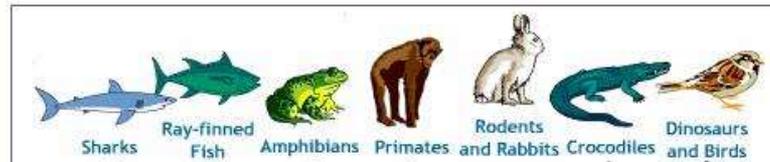
Développement

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

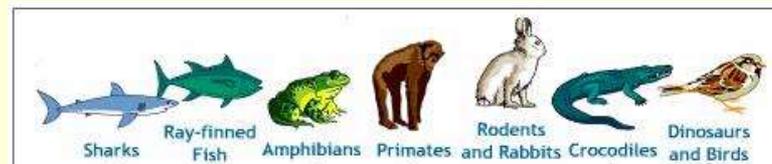
[Maxwell J.D.Ramstead^{ab}](#)

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

[J.Friston⁹](#)

[Physics of Life Reviews](#)

Available online 7 January 2019

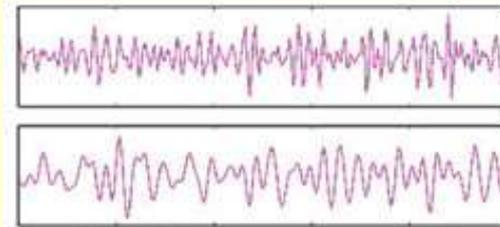


Évolution

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

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

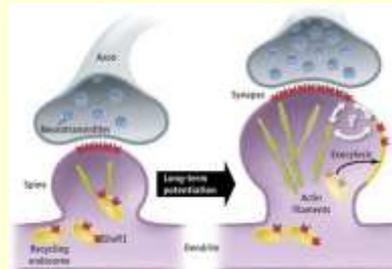
- soit **choisir un autre modèle** (recherche d'une **autre coalition** de régions cérébrales pertinente)



Perception

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

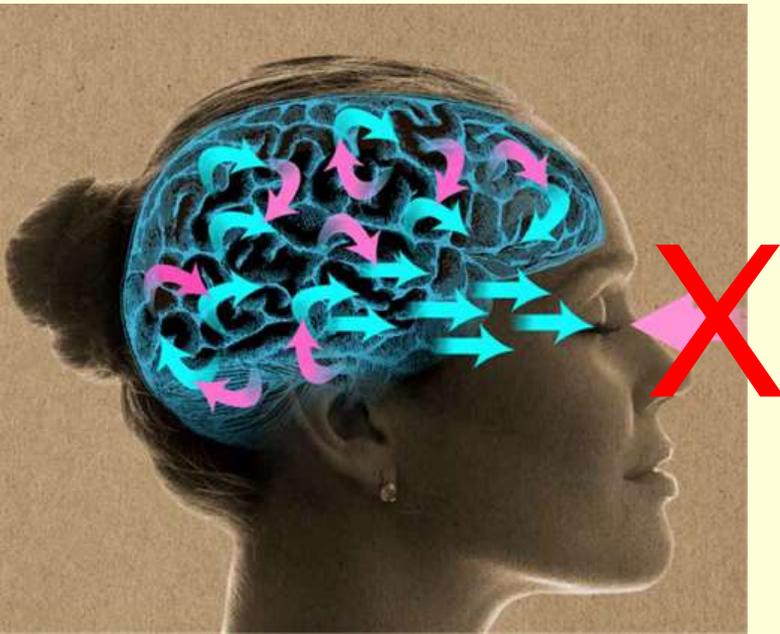
- ou améliorer les modèles existants lorsqu'il ne correspond pas bien à la réalité (**plasticité** cérébrale);



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).



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 génératifs « 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.

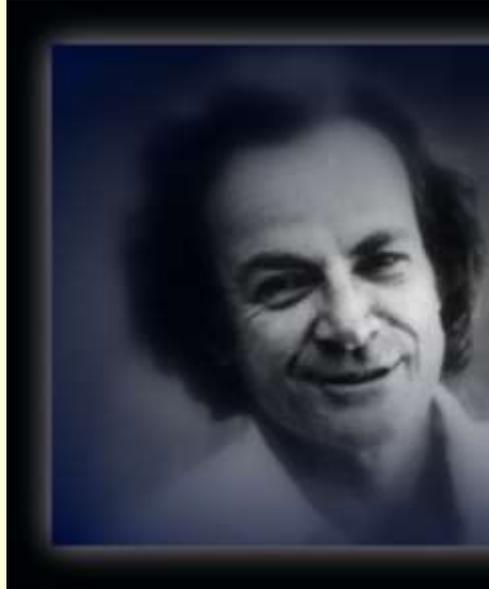


Comme le dit encore Andy Clark : « Peut-être que nous, les humains, et beaucoup d'autres organismes, déployons une stratégie fondamentale, économique et axée sur des prédictions qui s'enracinent dans nos architectures neuronales, et qui permet de **percevoir**, de **comprendre** et **d'imaginer** grâce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



1918-1988

**Prix Nobel de
physique en 1965**



1918-1988

Prix Nobel de
physique en 1965

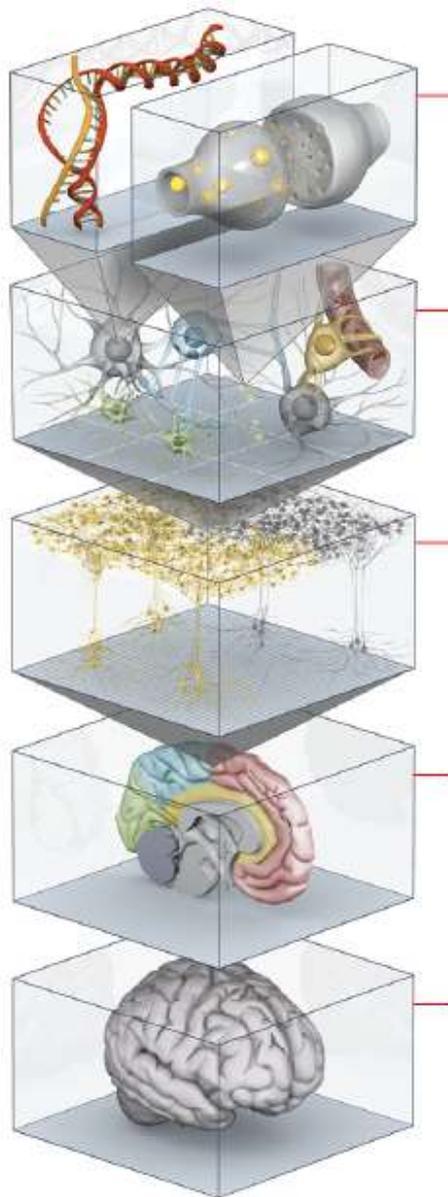
Et, en continuant, nous arrivons à des choses comme le mal, la beauté et l'espoir [...]

« Lequel des deux extrêmes est plus proche de Dieu, si je puis me permettre d'utiliser une métaphore religieuse ? La beauté et l'espoir, ou les lois fondamentales ? Je pense que la bonne démarche consiste, bien sûr, à dire que nous devons considérer l'ensemble des interconnexions structurelles des choses, et que toutes les sciences – et non seulement les sciences, mais tous les efforts de type intellectuel – sont des tentatives visant à découvrir les liaisons des hiérarchies, à relier la beauté à l'histoire, l'histoire à la psychologie humaine, la psychologie humaine au fonctionnement du cerveau, le cerveau aux influx nerveux, les influx nerveux à la chimie, et ainsi de suite, vers le haut et vers le bas, dans un sens comme dans l'autre. Mais aujourd'hui nous ne pouvons pas encore, et cela ne sert à rien de prétendre le contraire, relier exactement et totalement un extrême de cette chose à l'autre, puisque nous ne faisons que commencer à voir que cette hiérarchie relative existe.

Et je ne pense pas que l'un des extrêmes soit plus proche de Dieu que l'autre.

Richard Feynman

Après avoir remonté les niveaux à partir de l'atome...



Et, en continuant, nous arrivons à des choses comme le mal, la beauté et l'espoir [...]

« Lequel des deux extrêmes est plus proche de Dieu, si je puis me permettre d'utiliser une métaphore religieuse ? La beauté et l'espoir, ou les lois fondamentales ? Je pense que la bonne démarche consiste, bien sûr, à dire que nous devons considérer l'ensemble des interconnexions structurelles des choses, et que toutes les sciences – et non seulement les sciences, mais tous les efforts de type intellectuel – sont des tentatives visant à découvrir les liaisons des hiérarchies, à relier la beauté à l'histoire, l'histoire à la psychologie humaine, la psychologie humaine au fonctionnement du cerveau, le cerveau aux influx nerveux, les influx nerveux à la chimie, et ainsi de suite, vers le haut et vers le bas, dans un sens comme dans l'autre. Mais aujourd'hui nous ne pouvons pas encore, et cela ne sert à rien de prétendre le contraire, relier exactement et totalement un extrême de cette chose à l'autre, puisque nous ne faisons que commencer à voir que cette hiérarchie relative existe.

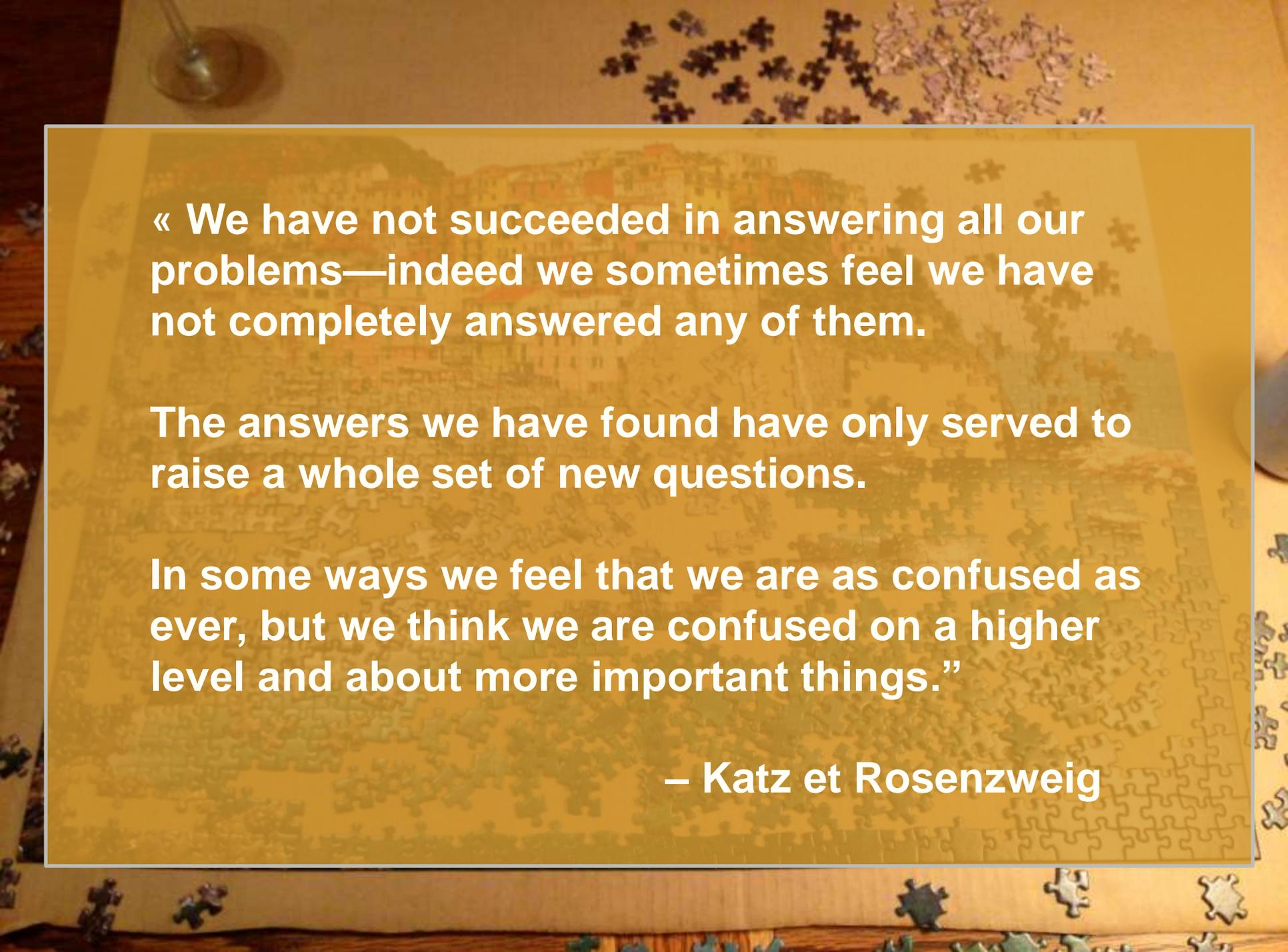
Et je ne pense pas que l'un des extrêmes soit plus proche de Dieu que l'autre.

Richard Feynman

« Eventually it can seem hopeless that you can actually fix something, can make things better. But we have no choice but to try. And if you are reading this, you are probably ideally suited to do so. You've amply proven you have intellectual tenacity. You probably also have running water, a home, adequate calories, and low odds of festering with a bad parasitic disease. You probably don't have to worry about Ebola virus, warlords, or being invisible in your world. And you've been educated. In other words, you're one of the lucky humans. So try.»

- Robert Sapolsky, Behave (2017)



A photograph of a wooden table with a large puzzle. The puzzle features a cityscape with buildings and trees. In the top left corner, there is a small, round, metallic object, possibly a paperweight or a small container. The puzzle pieces are scattered around the edges of the board.

« 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



www.elogedelasuite.net



www.upopmontreal.com