



# Le point sur les activités de l'UPop en ces temps de crise

Chères participantes, chers participants,

Le collectif de l'UPop Montréal a fait le point à propos des cours suspendus en raison de la COVID-19. Nous avons décidé de ne pas appliquer une politique unique à tous les cours, mais d'y aller au cas par cas en fonction de différents facteurs. Certaines séances seront ainsi données en ligne dans les prochaines semaines, alors qu'autres seront reportées à la session d'automne. La liste suivante décrit la solution adoptée pour chaque cours qui n'était pas fini ou même pas commencé.

*Notre cerveau à tous les niveaux. 10 ans, 10 séances — saison 2*

Les 3 séances restantes seront données **en ligne** les mercredis **22 avril, 20 mai** et **17 juin**, donc à un mois d'intervalle (avec possibilité de revenir au café si jamais les mesures de confinement commençaient à être levées...). Surveillez notre site web et notre page Facebook où seront données sous peu les consignes d'utilisation de la plateforme Zoom, utilisée pour donner les séances.

*Cafés philosophiques. 10 ans, 10 discussions — saison 2*

Les 3 séances restantes pourraient être reprises au début de l'été, sinon à la session d'automne. À confirmer.

*L'économie comportementale*

Les 4 séances restantes (sur 5) seront reportées à l'automne.

*Urgence climatique et transition sociale-environnementale. Partie 2: La transition sociale et environnementale au Québec*

Les 3 séances restantes de ce cours faisant intervenir plusieurs personnes, nous n'avons pas encore pris de décision. À suivre.

*La BD, un art populaire*

Ce cours n'étant pas encore commencé et impliquant une partie interactive avec les gens, il sera remis à l'automne.

En vous encourageant à garder vos distances physiques, mais aussi une solidarité et une stimulation sociale essentielle,

– Le collectif de l'UPop

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

Urgence  
climatique et  
santé (20 avril):

[www.facebook.com/melody.porlier](https://www.facebook.com/melody.porlier)

Mobilisation  
contre GNL  
Gazoduq: 4 mai

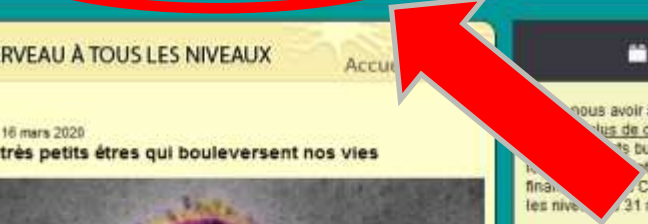
# LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

- Mode d'emploi
- Visite guidée
- Plan du site
- Diffusion
- Présentations
- Nouveautés
- English

Recherche -> site + blogue

Google Re

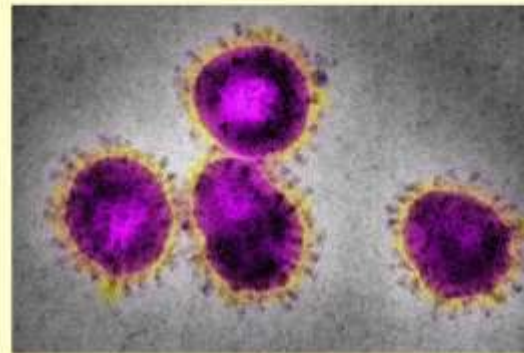
Nouveaux "L'école des profs"



## Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Recherche -> blogue

Lundi, 16 mars 2020  
**Ces très petits êtres qui bouleversent nos vies**



Comme l'annonçait l'UPop Montréal hier sur son site web :  
 « En raison de la pandémie de COVID-19 et des mesures de prévention qu'elle impose, toutes les activités de l'UPop sont suspendues pour une période indéterminée. Nous allons tenter de reporter le plus de séances possibles à des dates ultérieures, selon la disponibilité des professeurs et des salles. Les dates de ces reports vous seront transmises par nos différents canaux de communication dès qu'elles seront connues. »

La séance du cours «Notre cerveau à tous les niveaux», annoncée dans mon dernier billet pour ce mercredi le 18 mars au café Les Oubliettes est donc reportée à une date ultérieure qui vous sera transmise ici et sur le site de l'UPop dès qu'il sera possible de le faire. En attendant, si vous avez manqué l'une des sept séances déjà, vous pouvez faire du rattrapage « dans le confort sécuritaire de votre foyer » en écoutant les vidéos Facebook Live qui avaient été enregistrés lors de ces séances et qui sont disponibles ici pour la session d'automne et là pour les deux séances

... nous avoir appuyés... de dix ans, des... budgétaires ont... interrompre le... Cerveau à tous les niveaux le 21 mars 2013.

Malgré tous nos efforts (et malgré la reconnaissance de notre travail par les organismes approchés), nous ne sommes pas parvenus à trouver de nouvelles sources de financement. Nous nous voyons contraints de nous en remettre aux dons de nos lecteurs et lectrices pour continuer de mettre à jour et d'alimenter en contenu le blogue et le site.

Soyez assurés que nous faisons le maximum pour poursuivre notre mission de vulgarisation des neurosciences dans l'esprit premier d'internet, c'est-à-dire dans un souci de partage de l'information, gratuit et sans publicité.

En vous remerciant chaleureusement de votre soutien, qu'il soit moral ou monétaire,

Bruno Dubuc, Patrick Robert, Denis Paquet et Al Daigen

Faire un don

<http://lecerveau.mcgill.ca>

Lundi, 6 avril 2020  
**La santé mentale au temps du confinement**



Lundi, 13 avril 2020  
**Pour recréer des échanges bienfaitsants au temps de la COVID-19**



Lundi, 23 mars 2020  
**Des ressources en ligne sur le cerveau en ces temps de confinement**



Lundi, 30 mars 2020  
**Fermeture des ateliers de vélo : Legault devrait se reviser pour notre santé immunitaire**



## Présentation

Ce cours voudrait présenter comment les sciences cognitives conçoivent aujourd'hui le cerveau et le corps humain, ainsi que les phénomènes socioculturels qui en découlent. Vaste programme qui ne peut se réaliser qu'en adoptant une perspective évolutive sur l'émergence de ces systèmes dynamiques faits de multiples niveaux d'organisation. Du Big Bang au langage, de la perception à l'action et de l'apprentissage à la prédiction et à la prise de décision, nous verrons comment l'impératif de rester en vie et de donner du sens à cette vie se manifeste chez l'humain.

Aux 5 séances de l'automne résumées ci-contre s'ajouteront 5 autres séances à l'hiver :

6. Les rythmes cérébraux : se synchroniser pour mieux régner
7. Tout ce qui précède permet de simuler le monde pour décider quoi faire
8. Cerveau et corps ne font qu'un et sont constamment affectés par l'environnement
9. Conscient, inconscient et langage : quel est ce « je » qui se dit libre?
10. Morale de l'histoire : notre espèce a-t-elle de l'avenir ?

## Professeur-e(s)

**Bruno Dubuc**

*Bruno Dubuc détient une maîtrise en neurobiologie et a fait de la vulgarisation scientifique pour des séries télé et des magazines pendant une dizaine d'années. Depuis 2002, il est rédacteur du site web et du blogue [www.lecerveau.mcgill.ca](http://www.lecerveau.mcgill.ca) ainsi que conférencier sur les neurosciences. Il aime aussi utiliser les régions associatives de son cerveau en collant ensemble des images et des sons pour faire ce qu'on appelle des films. Son dernier porte sur Henri Labont, tout comme le site web qu'il lui a consacré au [www.elogedelasuite.net](http://www.elogedelasuite.net)*

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

## Plan de session



### OCT 16 Le « connais-toi toi-même » de Socrate à l'heure des sciences cognitives

Mercredi, 19h, Café Les Oubliettes

Où l'on commencera par se demander ce qu'on entend par « connaître » ? Puis qu'est-ce qu'on peut connaître ? Et qu'est-ce que la science nous apporte en tant qu'outil particulier pour comprendre le monde ? Et quel est l'apport des sciences cognitives pour se connaître soi-même ? On en profitera aussi pour clarifier le sens de certains concepts plus spécifiquement employés dans les sciences cognitives comme celui de subjectivité, de représentation, de signification, d'information, de niveau d'organisation, de système dynamique, etc.

Plan :

L'observateur observé, ou le cerveau humain qui tente de se comprendre lui-même.

C'est compliqué parce que des atomes à la conscience, il y a de nombreux niveaux d'organisation spatiaux et temporels.

Face à cette complexité, la méthode scientifique nous aide à nous aider. De l'importance de la difficulté de vulgariser tout ça.

[PDF du Power Point de cette séance.](#)

[Facebook Live de la séance.](#)



<https://www.youtube.com/channel/UCKvUcHv4iyinnBiOJrmUkhhQ>



# Notre cerveau à tous les niveaux

**10 séances pour 10 ans d'UPop !**  
Automne 2019 - Hiver 2020

Les **mercredis** aux deux semaines, 19h

Café **Les Oubliettes**, dès le 16 octobre

# Plan du cours

5 séances à l'automne  
5 séances à l'hiver

Séance 10 :  
**Morale de l'histoire : notre espèce a-t-elle de l'avenir ?**



Séance 1 :  
**Le « connais-toi toi-même » de Socrate à l'heure des sciences cognitives**



Séance 2 :  
**De la « poussière d'étoile » à la vie : ces bizarreries qui font qu'on est ici aujourd'hui**



Séance 3 :  
**L'humain découvre la grammaire de base de son système nerveux**



Séance 4 :  
**Des circuits de millions de neurones : plaisir, douleur, apprentissage, mémoire**



Séance 5 :  
**Cartographier des réseaux de milliards de neurones à l'échelle du cerveau entier**



Séance 6 :  
**Les rythmes cérébraux : se synchroniser pour mieux régner**



Séance 7 :  
**Tout ce qui précède permet de simuler le monde pour décider quoi faire**



Séance 8 :  
**Cerveau et corps ne font qu'un : origine et fonction des émotions**



Séance 9 :  
**Conscient, inconscient et langage : quel est ce « je » qui se dit libre ?**



Séance 1 :

**Le « connais-toi  
toi-même » de  
Socrate à l'heure  
des sciences  
cognitives**



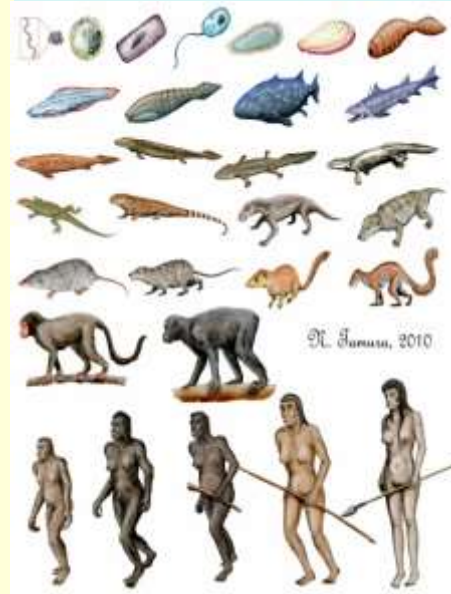
Séance 1

Le « cor  
toi-mêm  
Socrate  
des scie  
cognitiv



Séance 2 :

De la « poussière  
d'étoile »  
à la vie : ces  
bizarreries qui  
font qu'on est ici  
aujourd'hui



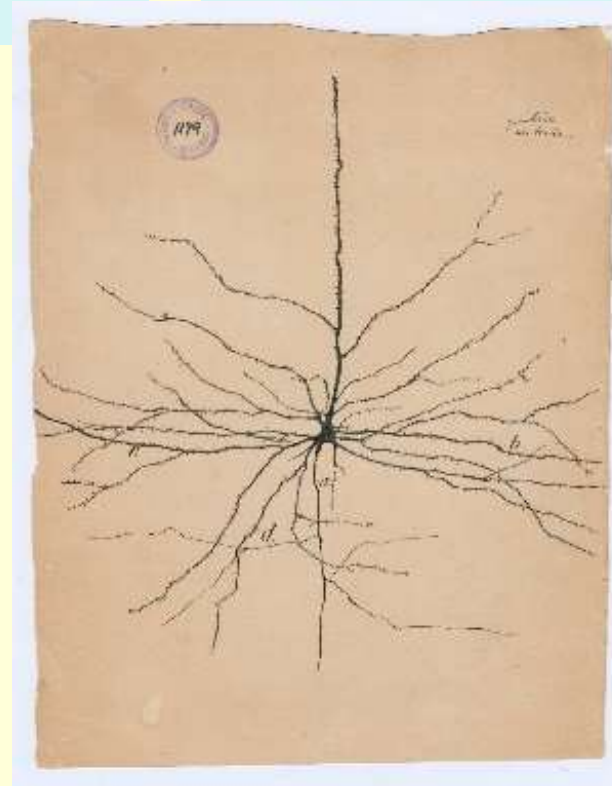
Séance 1  
Le « cor  
toi-mêm  
Socrate  
des scie  
cognitiv



Séance 2  
De la «  
d'étoile  
à la vie  
bizarres  
font qu  
aujourd'hui



Séance 3:  
L'humain  
découvre la  
grammaire de  
base de son  
système nerveux





Séance 1  
Le « cor  
toi-mêm  
Socrate  
des scie  
cognitiv



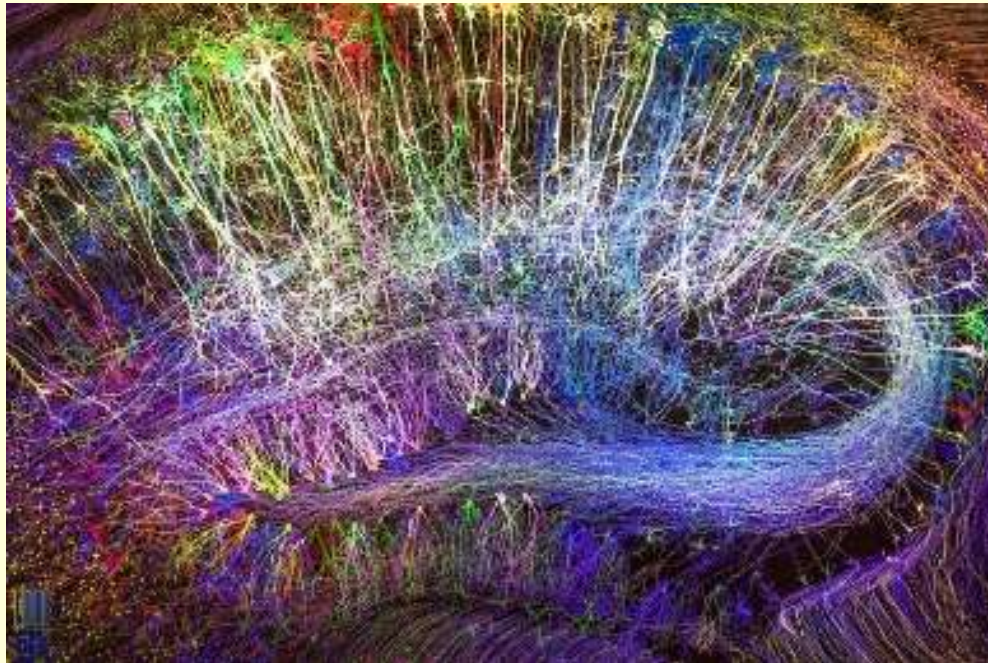
Séance 2  
De la «  
d'étoile  
à la vie  
bizarres  
font qu  
aujourd'hui



Séance 3:  
L'huma  
découv  
gramm  
base de  
système nerveux



Séance 4 :  
Des circuits de  
millions  
neurones :  
plaisir, douleur,  
apprentissage,  
mémoire



Séance 1 :  
Le « cor  
toi-mêm  
Socrate  
des scie  
cognitiv



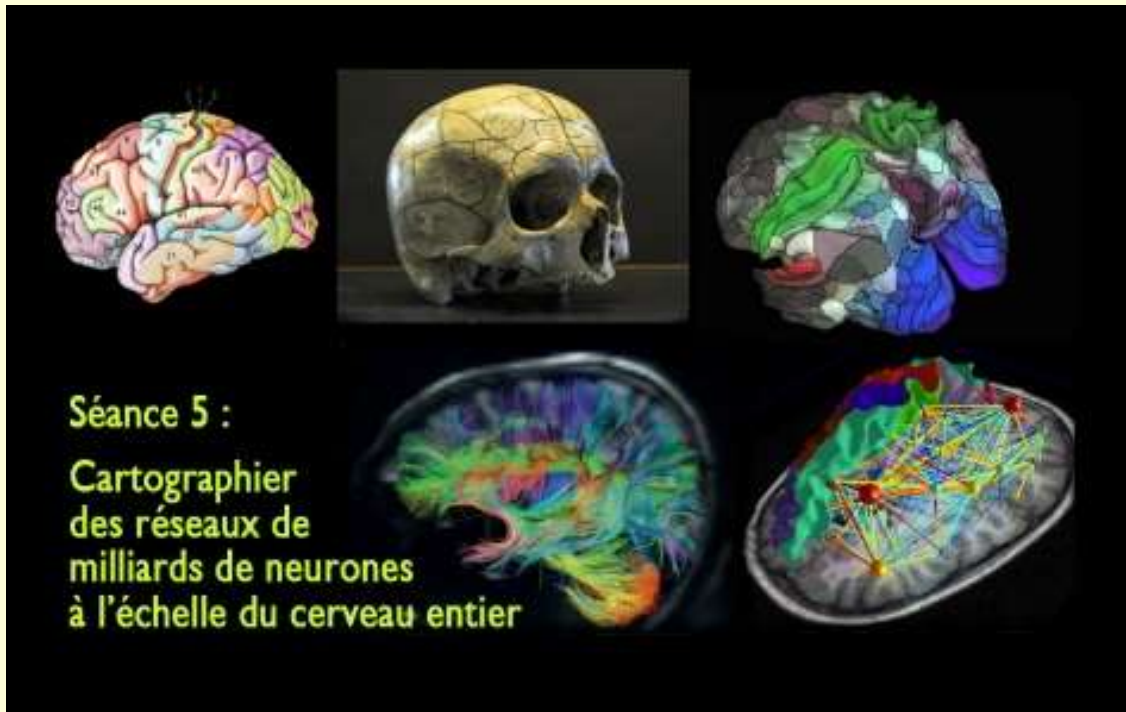
Séance 2 :  
De la «  
d'étoile  
à la vie  
bizarre  
font qu  
aujourd'hui



Séance 3 :  
L'hum  
découv  
gramm  
base de  
système nerveux



Séance 4 :  
Des circuits de  
millions



Séance 5 :  
Cartographe  
des réseaux de  
milliards de neurones  
à l'échelle du cerveau entier

Séance 5 :  
Cartographe  
des réseaux de  
milliards de neurones  
à l'échelle du  
cerveau entier

Séance 1 :  
**Le « cor  
toi-mêm  
Socrate  
des scie  
cognitiv**



Séance 2 :  
**De la «  
d'étoile  
à la vie  
bizarre  
font qu  
aujourd'hui**



Séance 3 :  
**L'hum  
découv  
gramm  
base de  
système nerveux**



EKG powered by BCLAB | SIFT

Séance 4 :  
**Des circuits de  
millions**



Séance 6 :  
**Les rythmes  
cérébraux :  
se synchroniser  
pour mieux  
régner**

Séance 5 :  
**Cartographier  
des réseaux de  
milliards de neurones  
à l'échelle du cerveau entier**  
**cerveau entier**



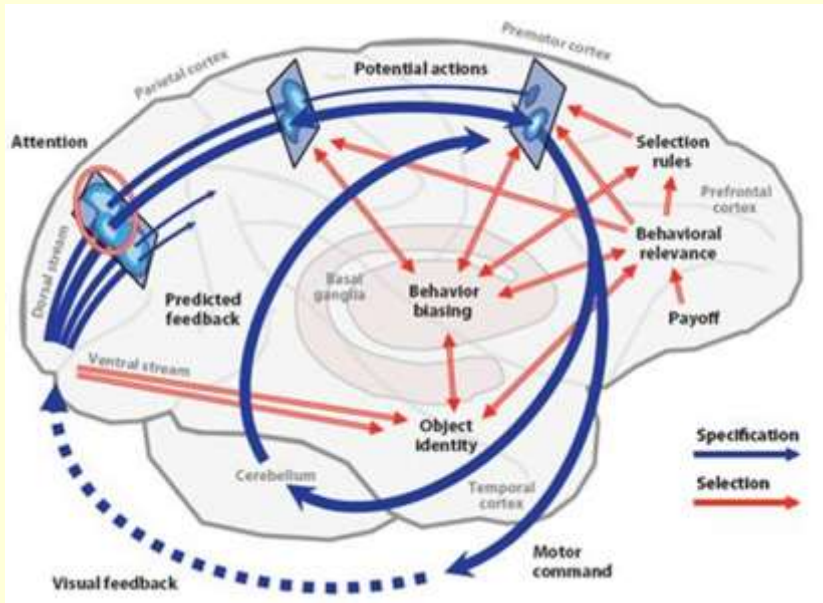
Séance 1  
Le « cor  
toi-mêm  
Socrate  
des scie  
cognitiv



Séance 2  
De la «  
d'étoile  
à la vie  
bizarre  
font qu  
aujourd'hui



Séance 3 :  
L'huma  
découv  
gramm  
base de  
système nerveux



Séance 7 :  
Tout ce qui  
précède permet  
de simuler le  
monde pour  
décider quoi faire

Séance 6 :  
Les rythmes  
cérébraux :



Séance 5 :  
Cartographie  
des réseaux de  
milliards de neurones  
à l'échelle du cerveau entier  
cerveau entier



Séance 4 :  
De  
mil  
ne  
plaisir, douleur,  
apprentissage,  
mémoire



Séance 1  
Le « cor  
toi-mên  
Socrate  
des scie  
cognitiv



Séance 2  
De la «  
d'étoile  
à la vie  
bizarre  
font qu  
aujourd'hui



Séance 3:  
L'huma  
découv  
gramm  
base de  
système nerveux



On ajoute une grosse  
pièce du puzzle :

**le reste du corps !**

Et on va voir qu'on devrait  
toujours parler du

« **cerveau-corps** »

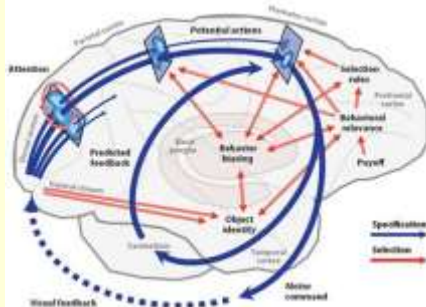
Séance 4 :

De  
mil  
ne  
plaisir, douleur,  
apprentissage,  
mémoire



Séance 8 :  
**Cerveau et corps  
ne font qu'un :  
origine et  
fonction  
des émotions**

Séance 7 :



**décider quoi faire**

Séance 6 :  
**Les rythmes  
cérébraux :**



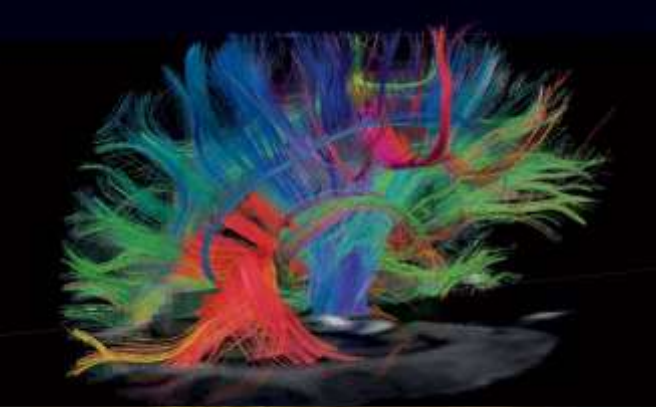
Séance 5 :



**cerveau entier**



Car on a beaucoup parlé  
de circuits et de câbles  
dans le cerveau jusqu'ici...

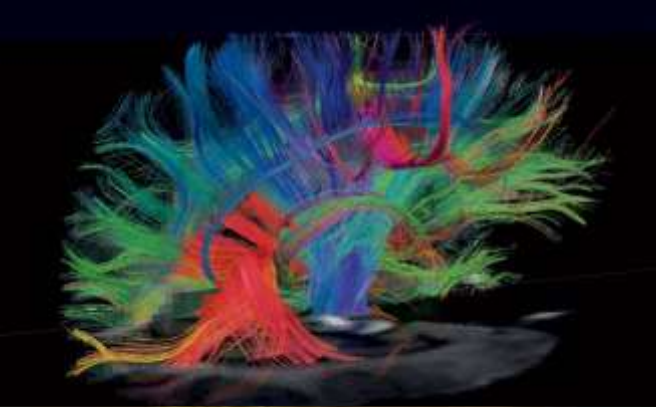


Mais ce cerveau est  
extrêmement connecté au  
corps par les nerfs spinaux  
et crâniens !

(toucher, proprioception,  
douleur, motricité...)



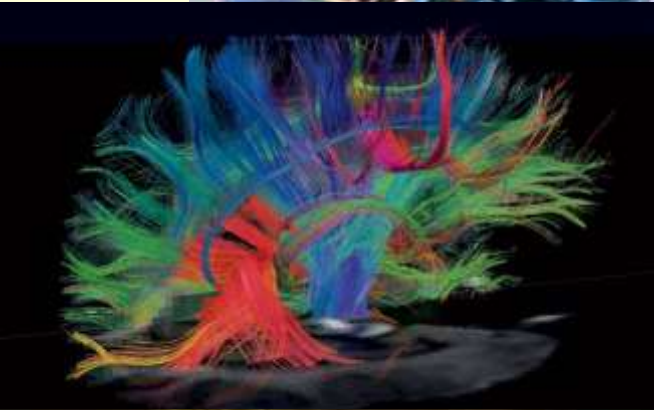
+



On va aussi devoir  
enfin parler un peu  
de la soupe !

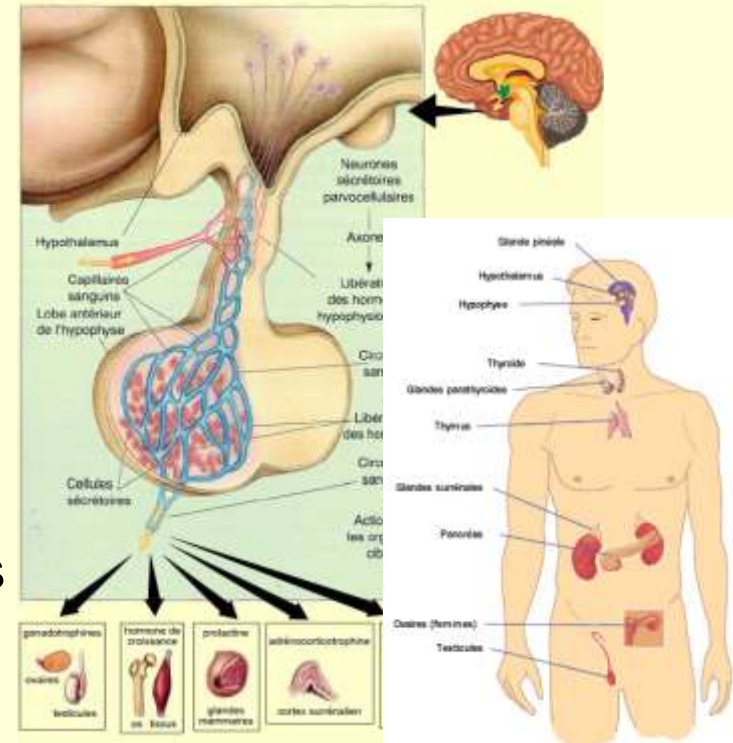


+

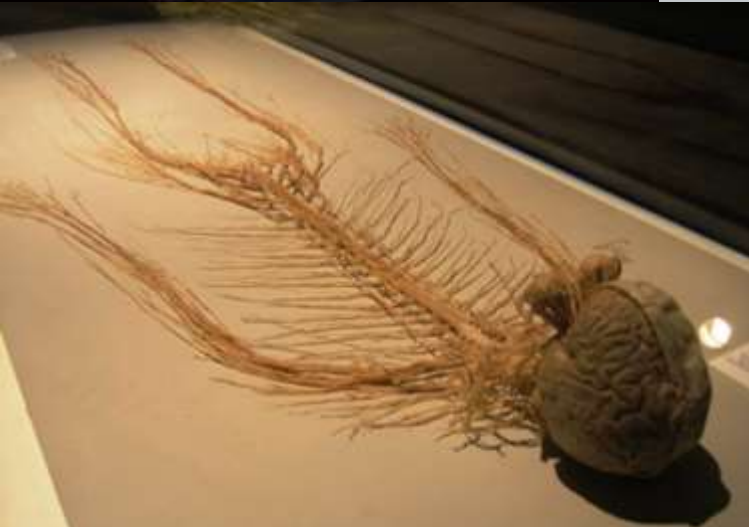
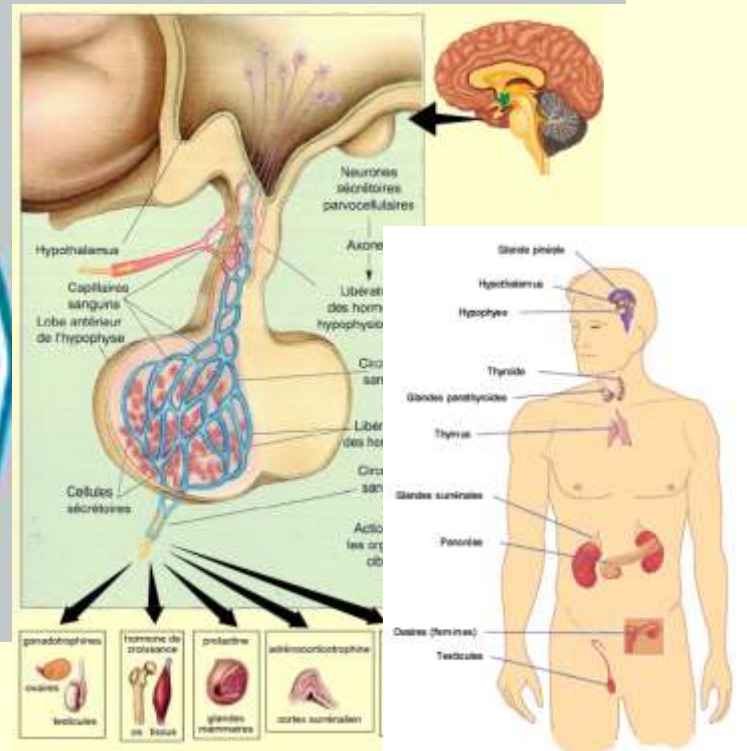
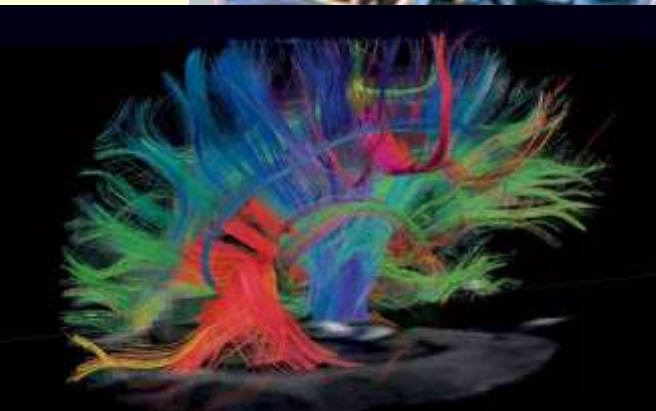


Et donc d'hormones !

Des hormones contrôlées par le cerveau mais qui se retrouvent encore une fois dans tout le corps !

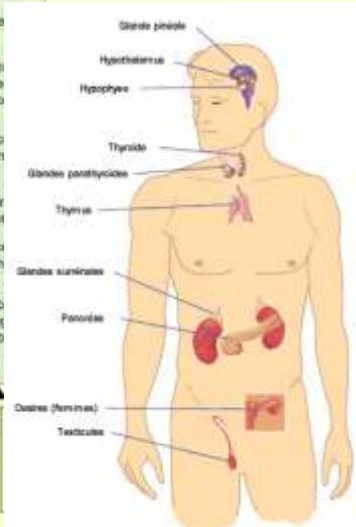
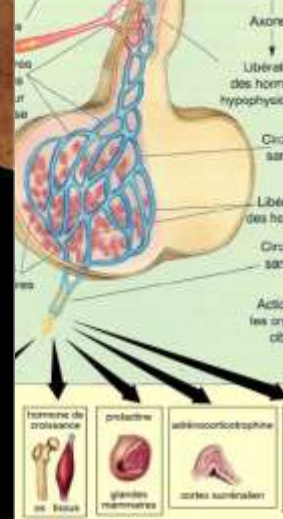
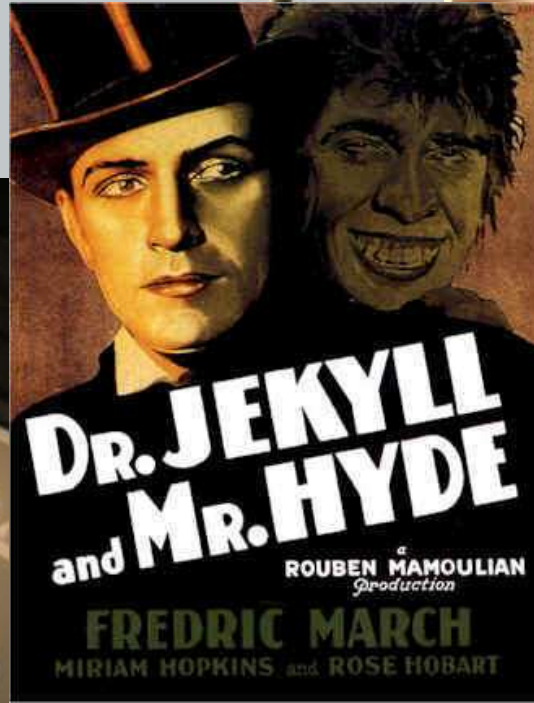
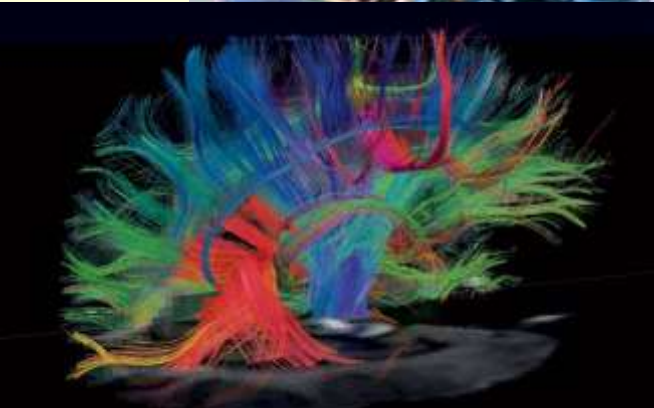








+



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



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

JEAN-DIDIER VINCENT

**BIOLOGIE  
DES PASSIONS**



EDITIONS  
ODILE JACOB  
SCIENCES

# Plan

Intro :

Des boucles de contrôle hors du corps, mais aussi dans le corps



Séance 8 :

**Cerveau et corps  
ne font qu'un :**

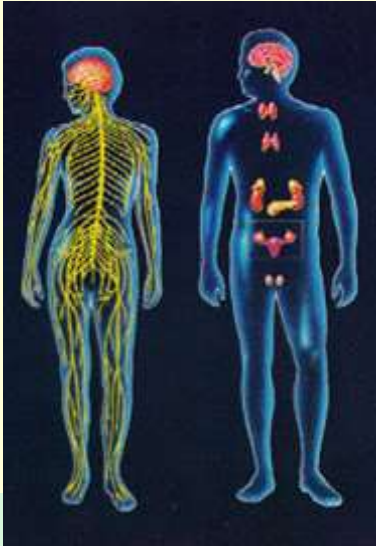
**origine et  
fonction  
des émotions**

# Plan

Intro :

Des boucles de contrôle hors du corps, mais aussi dans le corps

Deux grands systèmes pour ces deux types de contrôle :  
nerveux et endocrinien



Séance 8 :

**Cerveau et corps  
ne font qu'un :**

**origine et  
fonction  
des émotions**

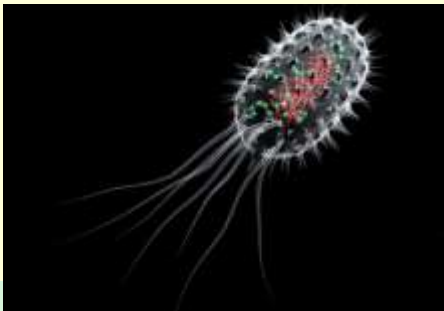
# Plan

Intro :

Des boucles de contrôle hors du corps, mais aussi dans le corps

Deux grands systèmes pour ces deux types de contrôle :  
nerveux et endocrinien

La signification des choses  
dépend du corps particulier qu'on doit maintenir en vie



Séance 8 :  
**Cerveau et corps  
ne font qu'un :**  
**origine et  
fonction  
des émotions**

# Plan

Intro :

Des boucles de contrôle hors du corps, mais aussi dans le corps

Deux grands systèmes pour ces deux types de contrôle :  
nerveux et endocrinien

La signification des choses  
dépend du corps particulier qu'on doit maintenir en vie

L'origine évolutive de différentes émotions :  
sentir la valeur des choses



Séance 8 :  
**Cerveau et corps  
ne font qu'un :  
origine et  
fonction  
des émotions**

# Plan

Intro :

Des boucles de contrôle hors du corps, mais aussi dans le corps

Deux grands systèmes pour ces deux types de contrôle :  
nerveux et endocrinien

La signification des choses  
dépend du corps particulier qu'on doit maintenir en vie

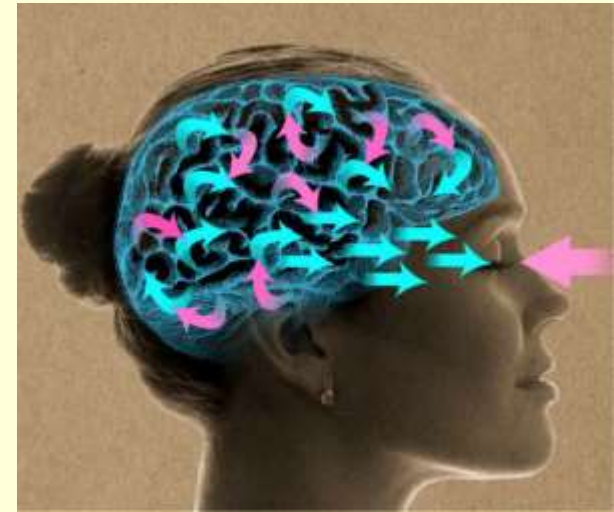
L'origine évolutive de différentes émotions :  
sentir la valeur des choses

Les émotions à la lumière du cerveau prédictif

Séance 8 :

**Cerveau et corps  
ne font qu'un :**

**origine et  
fonction  
des émotions**





# Plan

Intro :

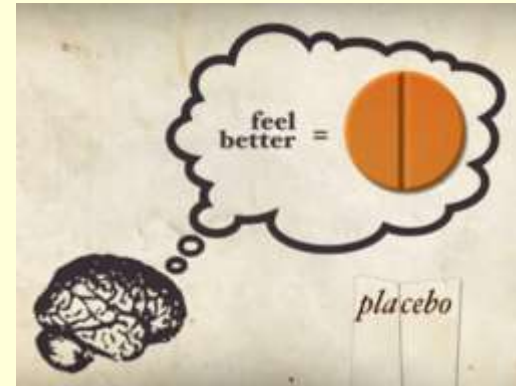
Des boucles de contrôle hors du corps, mais aussi dans le corps

Deux grands systèmes pour ces deux types de contrôle :  
nerveux et endocrinien

La signification des choses  
dépend du corps particulier qu'on doit maintenir en vie

L'origine évolutive de différentes émotions :  
sentir la valeur des choses

Les émotions à la lumière du cerveau prédictif



Séance 8 :

**Cerveau et corps  
ne font qu'un :**

**origine et  
fonction  
des émotions**

L'effet placebo :  
prédire qu'on va aller mieux pour aller vraiment mieux

# Plan

Intro :

Des boucles de contrôle hors du corps, mais aussi dans le corps

Deux grands systèmes pour ces deux types de contrôle :  
nerveux et endocrinien

La signification des choses  
dépend du corps particulier qu'on doit maintenir en vie

L'origine évolutive de différentes émotions :  
sentir la valeur des choses

Les émotions à la lumière du cerveau prédictif

Séance 8 :

**Cerveau et corps  
ne font qu'un :**  
**origine et  
fonction  
des émotions**

L'effet placebo :  
prédire qu'on va aller mieux pour aller vraiment mieux

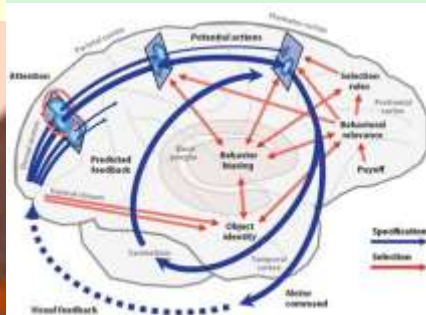
**Après la pause et quelques questions/échanges:**

Les effets néfastes du stress chronique sur le corps-cerveau

Repartons de ce qu'on a vu la dernière fois...



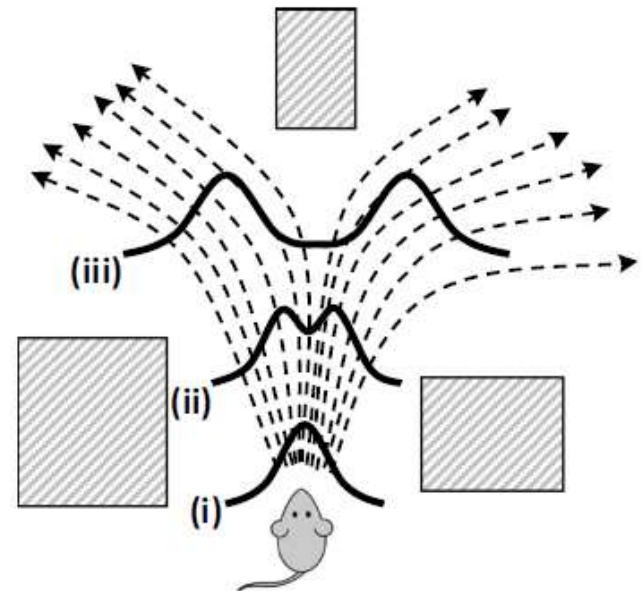
Séance 7 :



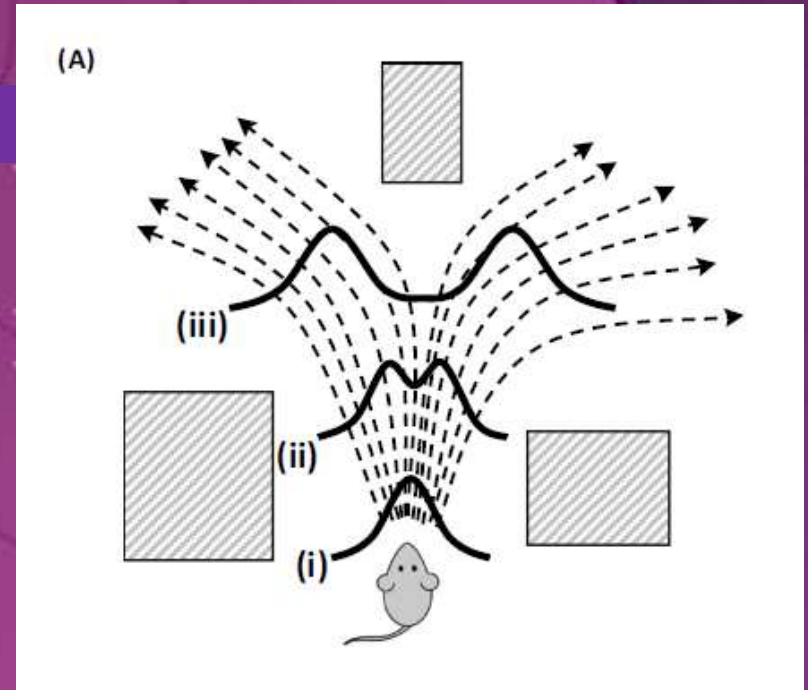
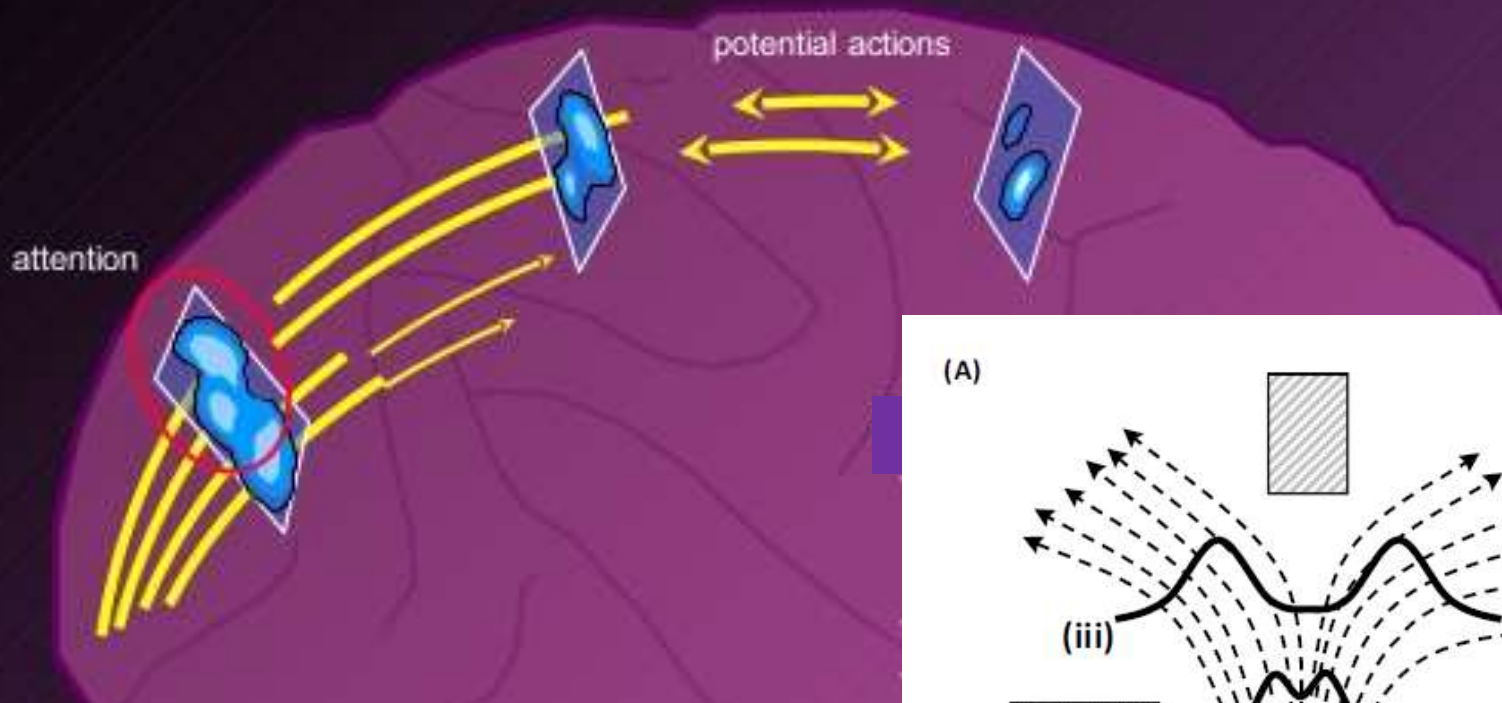
décider quoi faire

rapidement

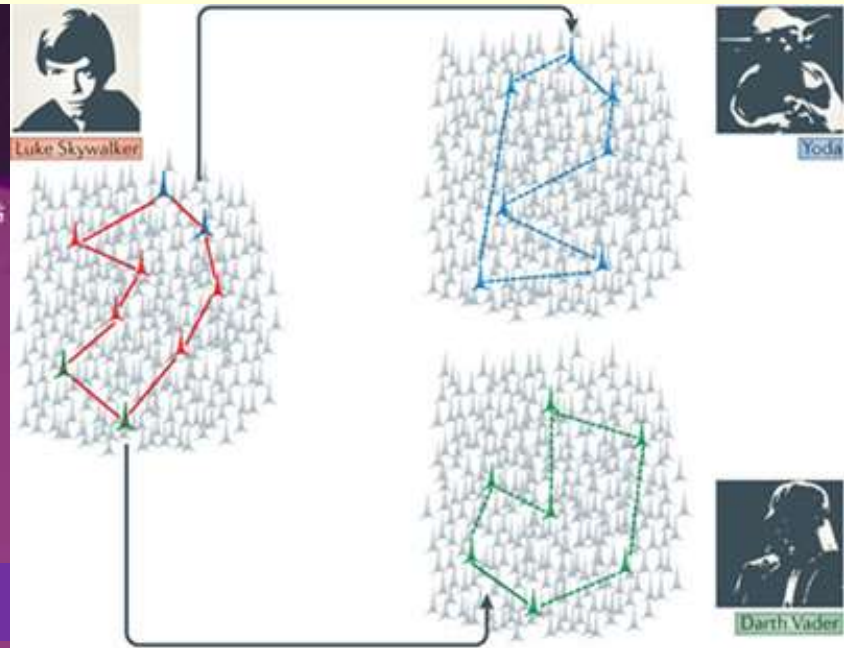
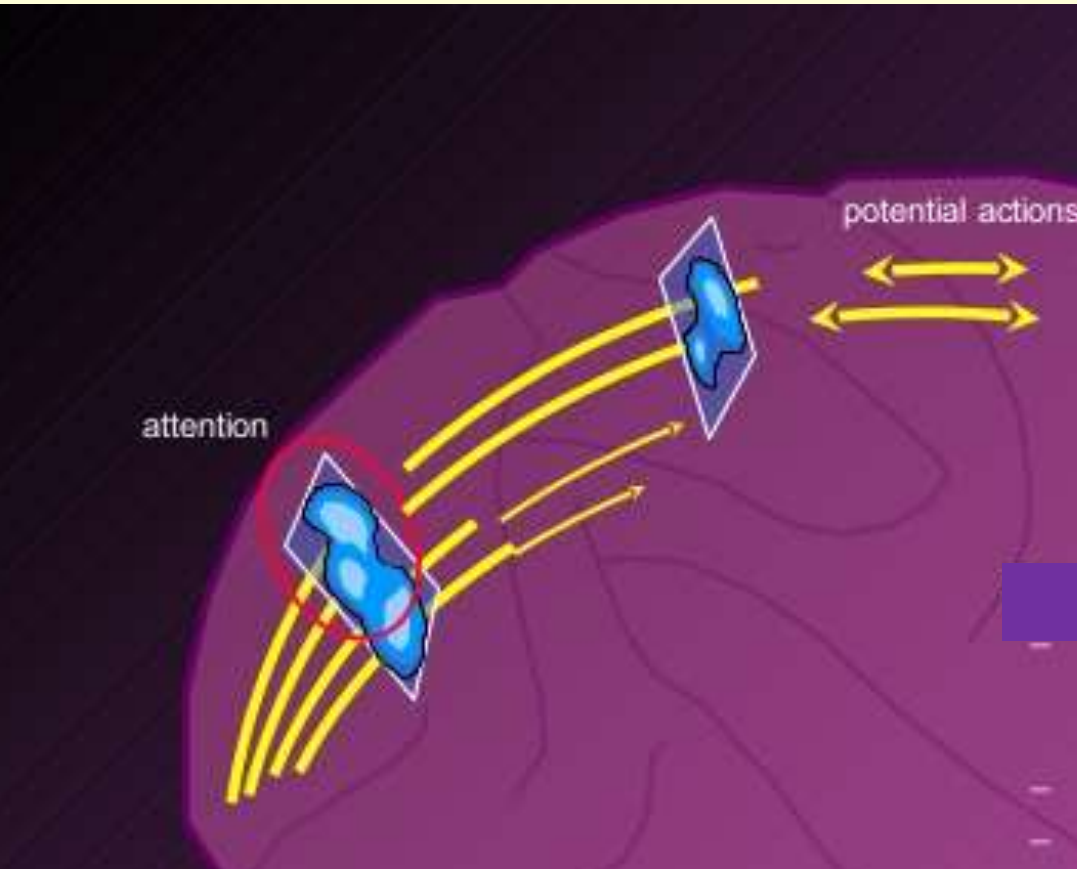
(A)



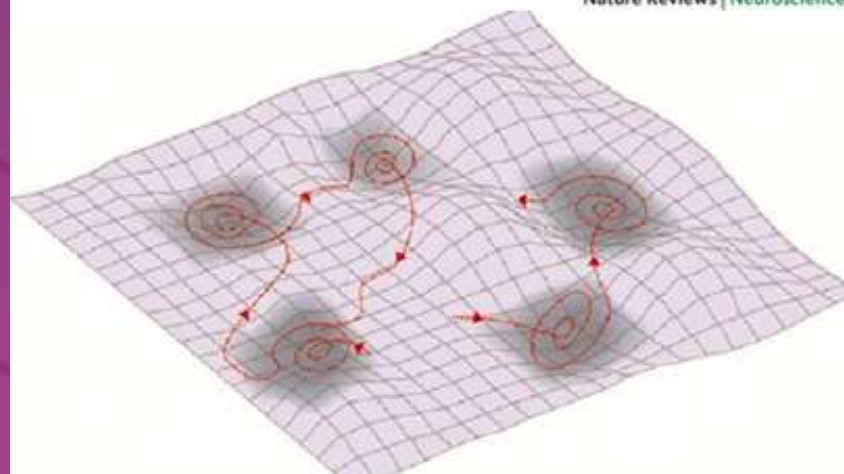
Différentes assemblées de neurones  
sont sélectionnées par  
les affordances du moment...

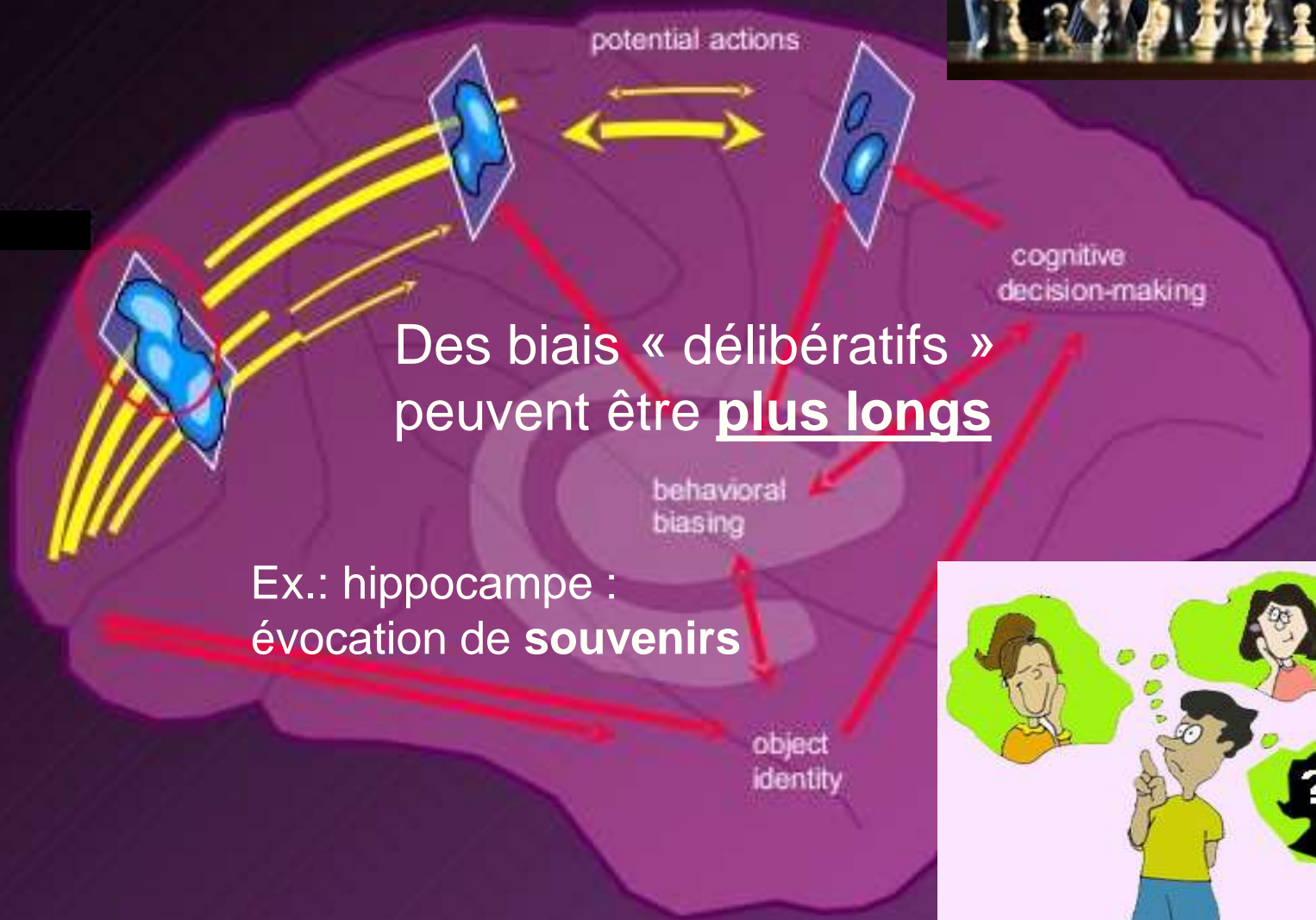


...et entrent « en compétition »,  
avec une qui s'impose et « décide » du comportement



Nature Reviews | Neuroscience





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



cognitive decision-making

Execution

object identity

predicted feedback

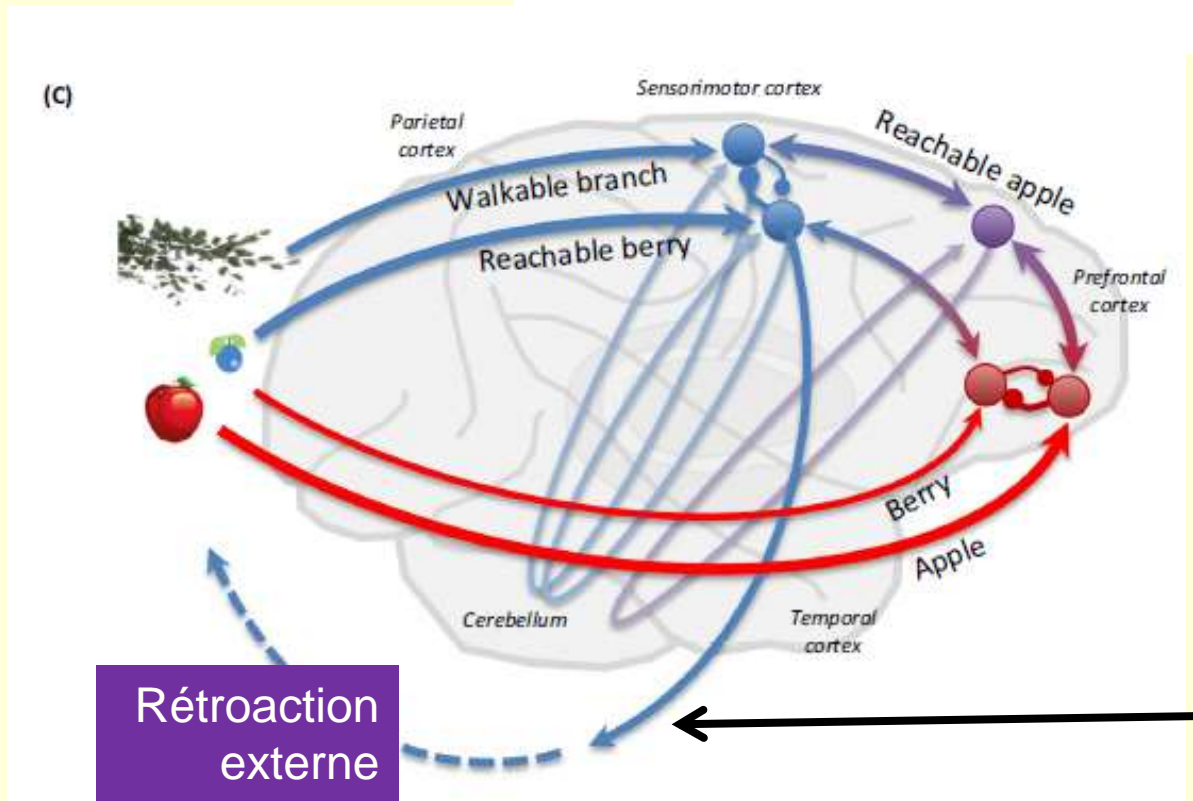
potential actions

motor command



Rétroaction externe

On l'avait vu avec l'exemple du singe qui se met à marcher sur la branche vers la pomme



Rétroaction  
externe

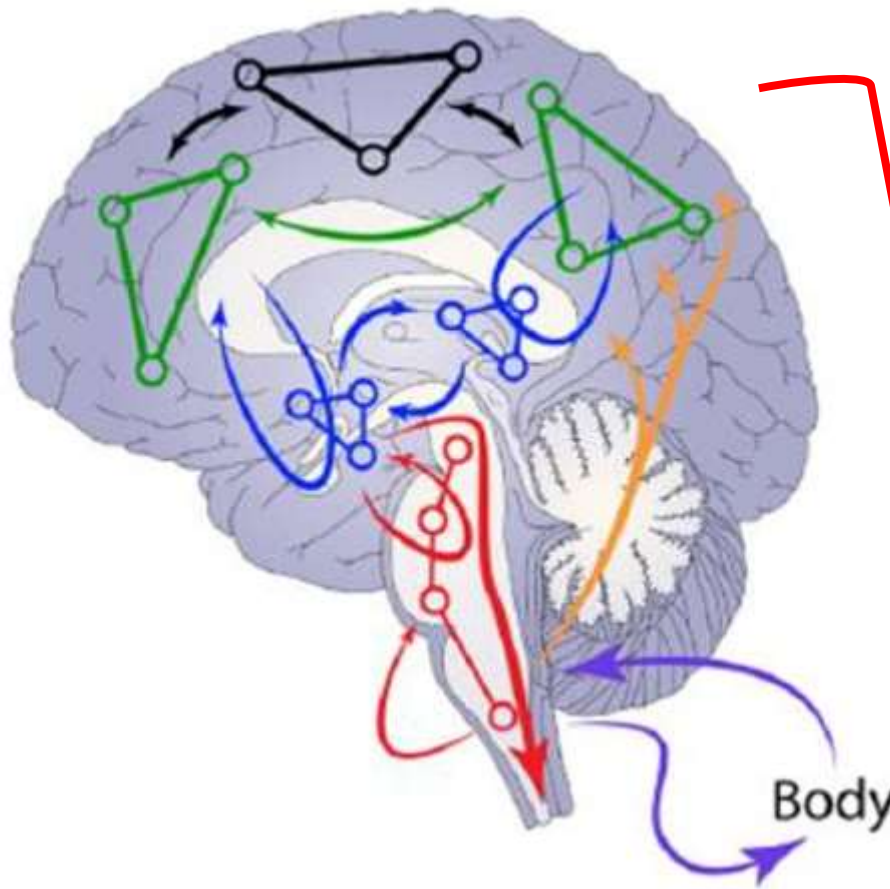
mais comme la branche plie et ne supporte pas son poids, il a **peur**, et opte plutôt pour le petit fruit bleu, un plan moteur moins risqué.



## Séance 5 :



## cerveau entier

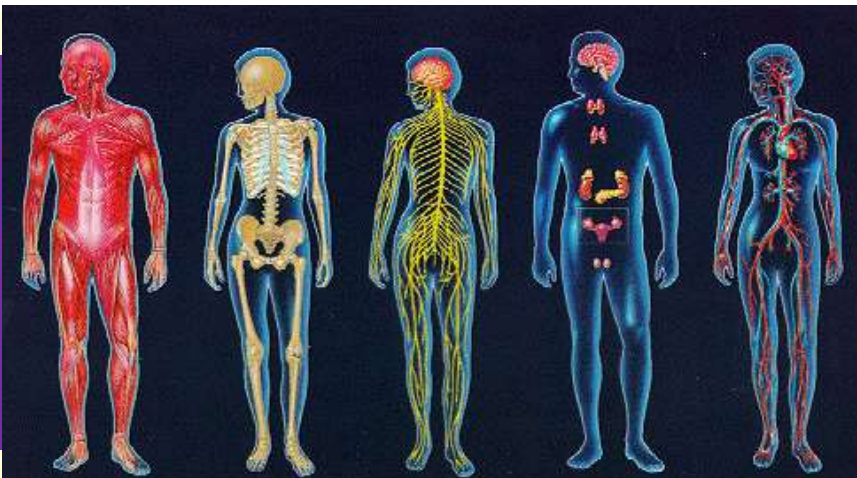


Il faudra considérer les bases neuronales des **émotions** avec ce qu'on sait aujourd'hui des **grands principes organisationnels des réseaux cérébraux** :

une architecture cérébrale **non modulaire**, avec une **forte superposition** de réseaux **dynamiques** (« réutilisation neuronale ») et **sensibles au contexte**.

Mais aussi **rétroaction interne** :

Besoins physiologiques du corps



Mais revenons encore un peu en arrière avant d'arriver là...

# Plan du cours

Intro :

Des boucles de contrôle hors du corps, mais aussi dans le corps

Deux grands systèmes pour ces deux types de contrôle :  
nerveux et endocrinien

La signification des choses  
dépend du corps particulier qu'on doit maintenir en vie

L'origine évolutive de différentes émotions :  
sentir la valeur des choses

Les émotions à la lumière du cerveau prédictif

L'effet placebo :  
prédire qu'on va aller mieux pour vraiment aller mieux

**Après la pause et quelques questions/échanges:**

Les effets néfastes du stress chronique sur le corps-cerveau

Pendant longtemps :

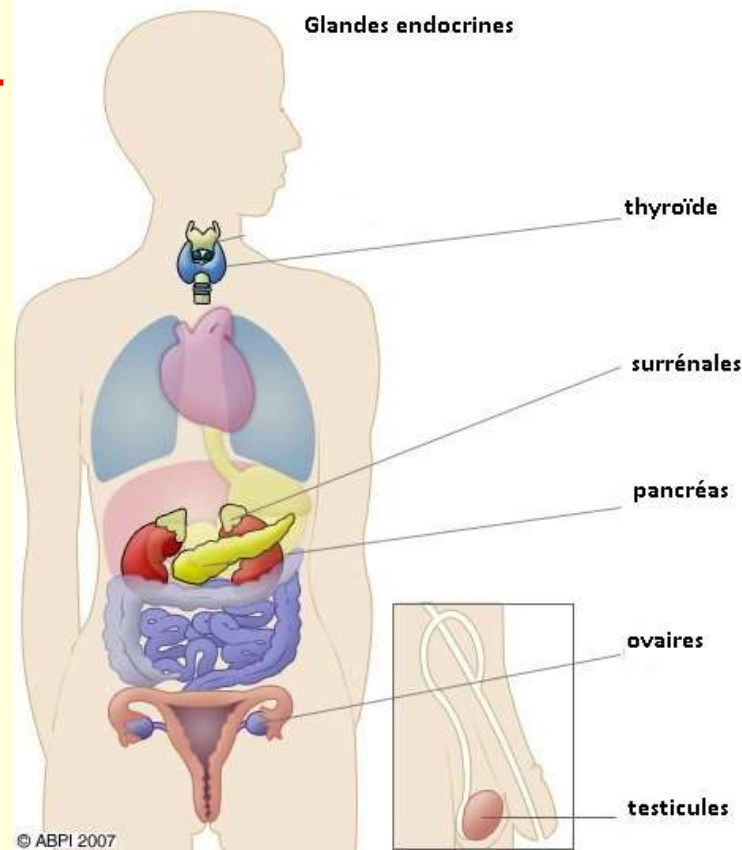
Cerveau

neurotransmetteurs

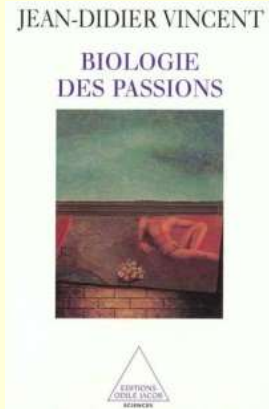


Corps

hormones



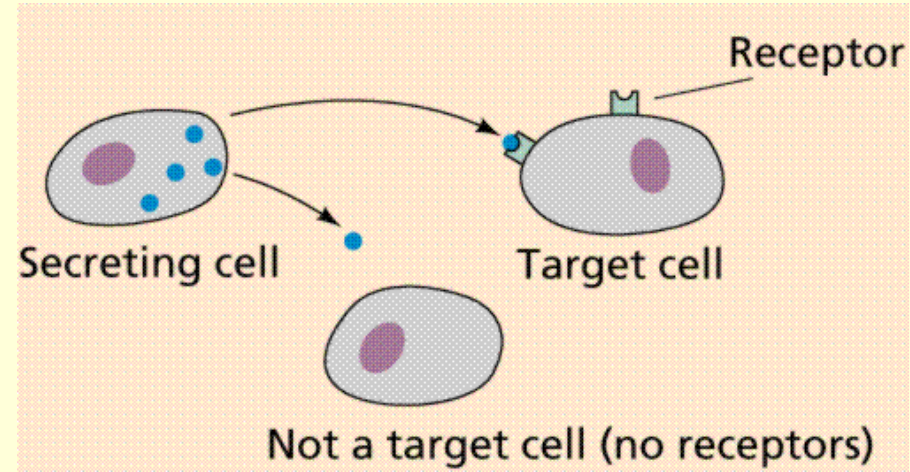
Ce qui n'est pas étonnant dans une perspective **évolutive**...



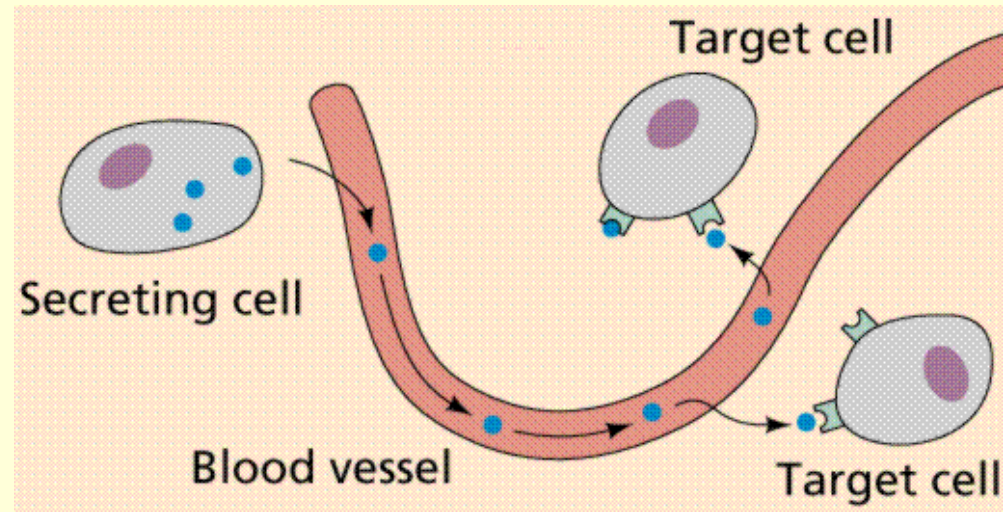
« *Les substances chargées de la communication sont présentes dans l'être vivant avant même que ne soient différenciés les [grands systèmes].*

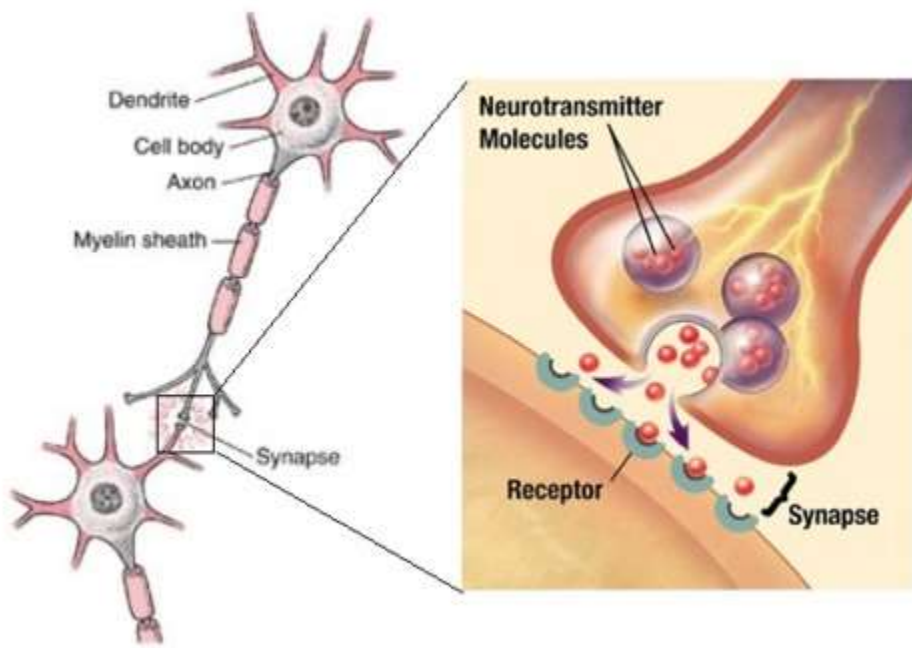
*Hormones et neurotransmetteurs **devancent** l'apparition des systèmes endocrines et nerveux. » (p.105)*



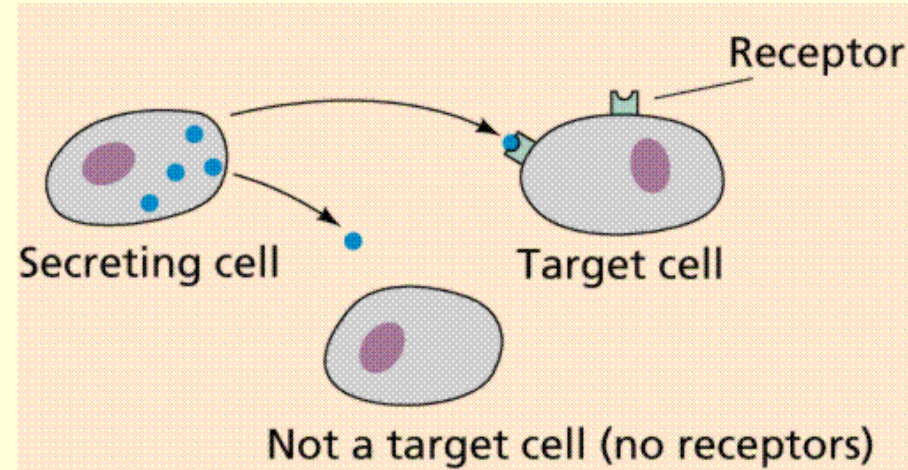


**Hormones !**  
(système endocrinien)



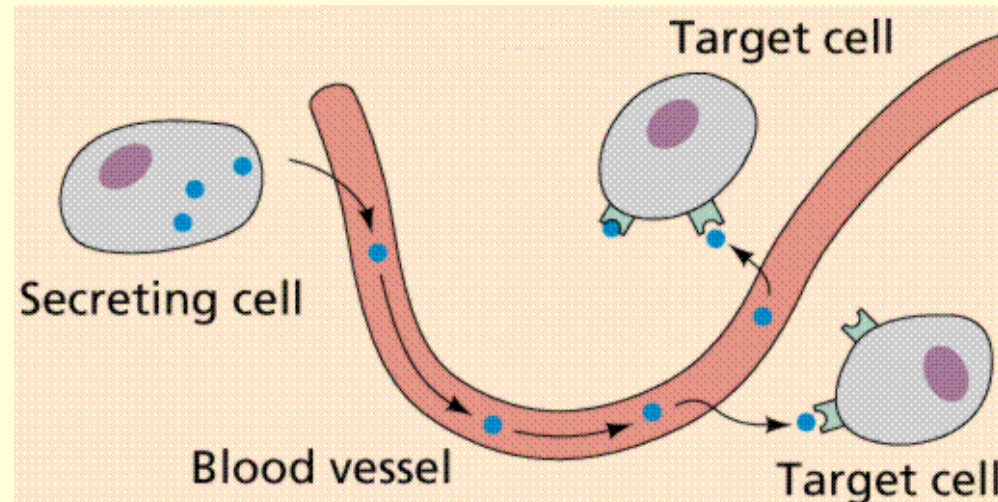


...mais aussi neurotransmetteurs et récepteur des neurones du **système nerveux !**

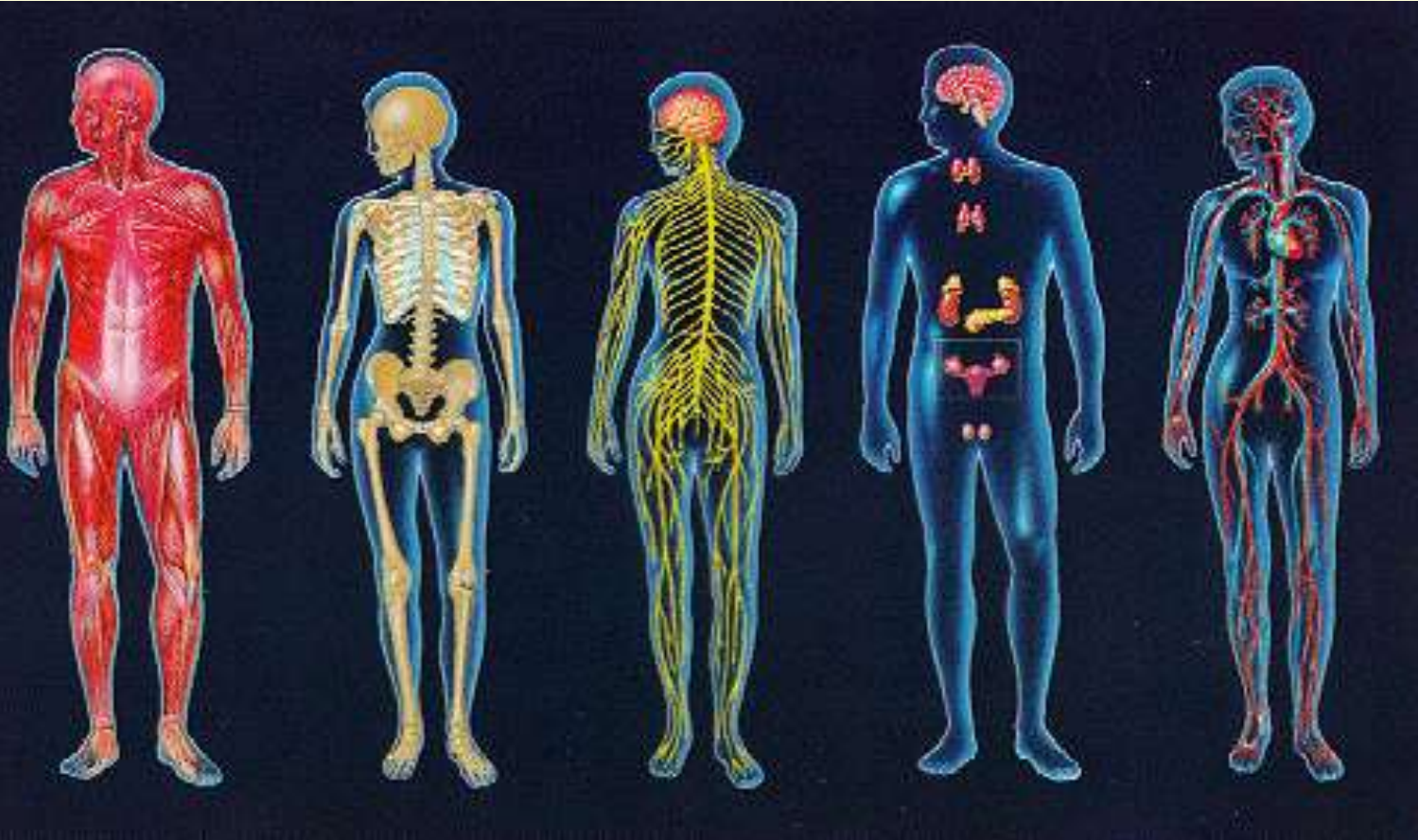


« Les mêmes substances sont **à la fois hormones et neurotransmetteurs** selon une confusion des rôles qui nous est maintenant familière. »

**Hormones !**  
(système endocrinien)



Et parmi tous les grands systèmes du corps humain,



Musculo-squelettique

Nerveux

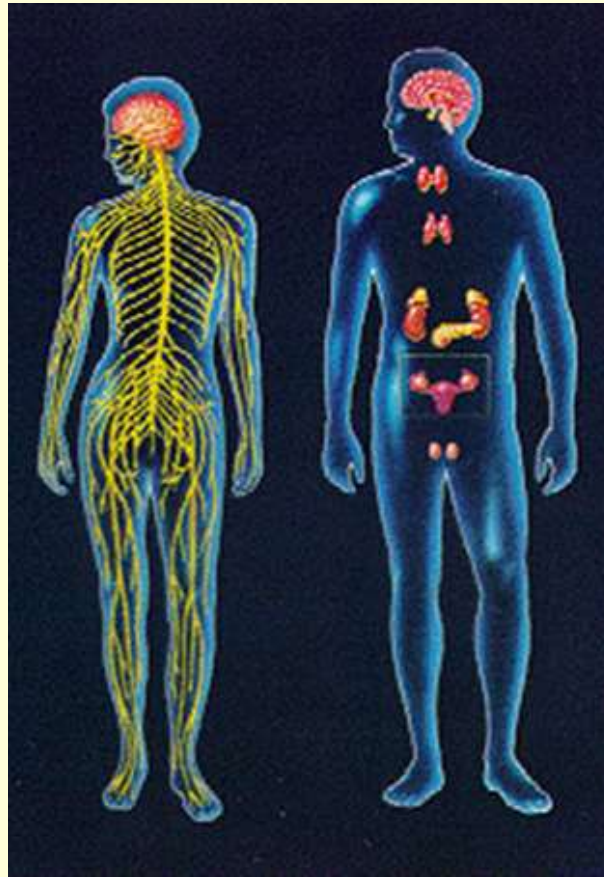
Endocrinien

Circulatoire

Immunitaire



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



**Nerveux**

**Endocrinien**

Éventuellement,  
va devoir être aidé par :

Système **nerveux**

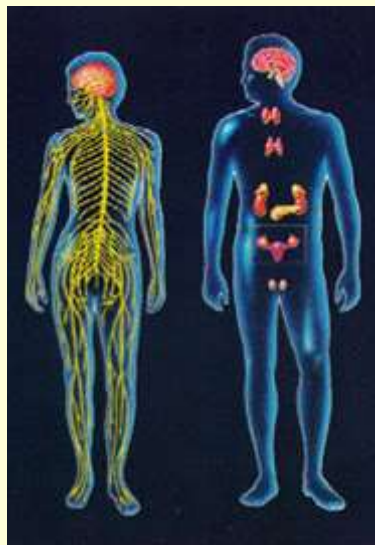
=

autonomie motrice

pour trouver leurs ressources  
dans l'environnement

Donc boucles sensori-motrices

Donc **comportements**



Système **endocrinien**

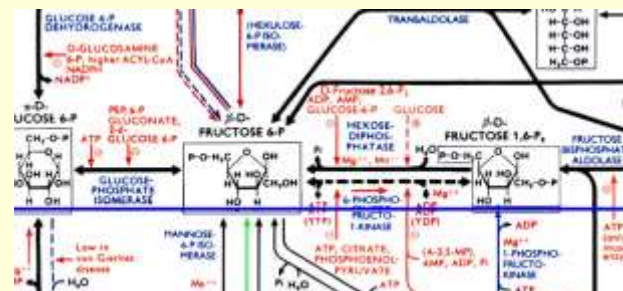
=

Équilibre métabolique

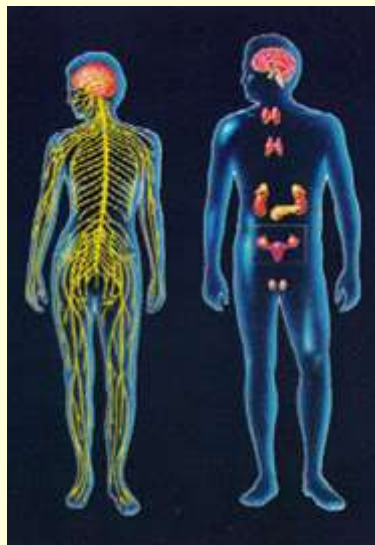
de l'environnement  
interne

Donc boucles de rétroaction  
biochimiques

Donc **régulations  
hormonales**



Éventuellement,  
va devoir être aidé par :



Système **nerveux**

=

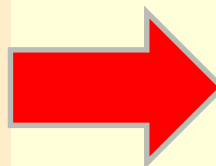
autonomie motrice

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**

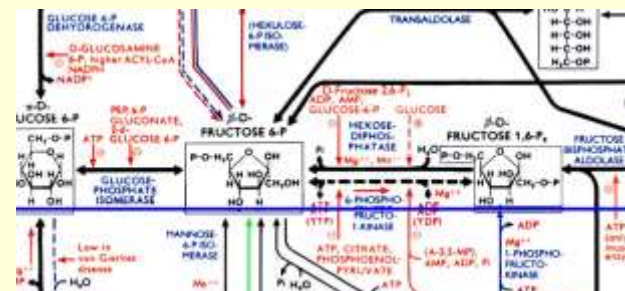
=

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

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



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

**Les 2 systèmes travaillent donc  
toujours ensemble et en parallèle  
pour assurer « l'homéostasie ».**

Par une réponse  
comportementale  
(système nerveux)



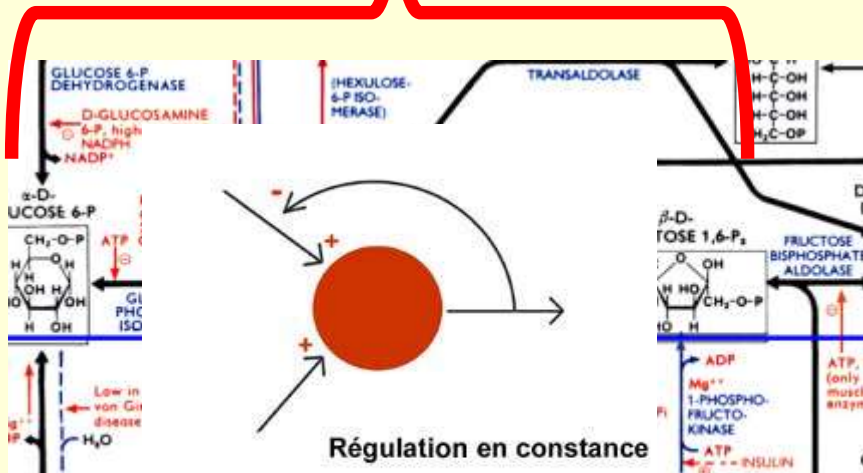
Par une réponse  
métabolique  
(système endocrinien)

## La réponse métabolique

= « l'homéostasie »

= équilibre du milieu intérieur

= la « physiologie »



Rappelons que le métabolisme d'une simple bactérie est soumis à d'innombrables mécanismes de contrôle

avec de nombreuses boucles de rétroaction.

Par une réponse  
comportementale  
(système nerveux)



Par une réponse  
métabolique  
(système endocrinien)

## La réponse métabolique

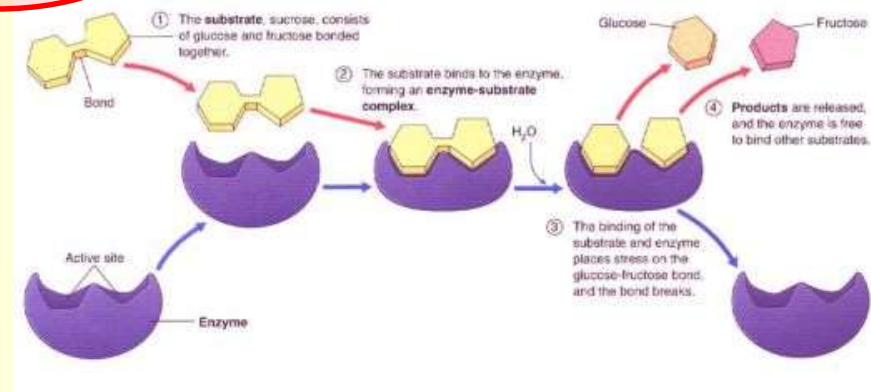
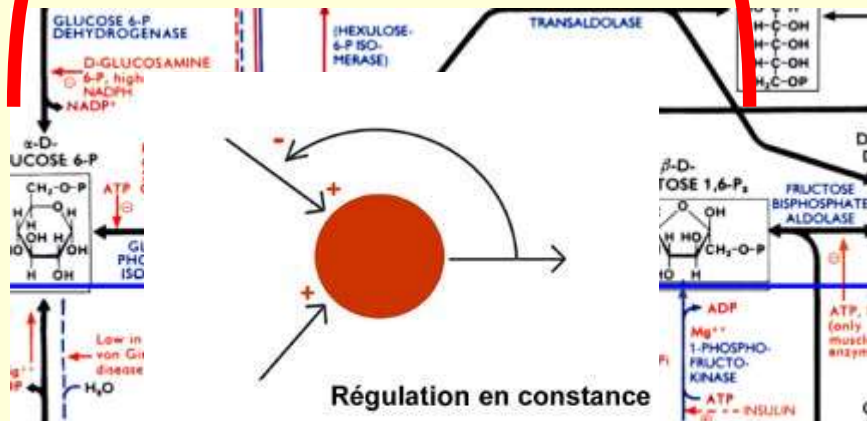
= « l'homéostasie »

= équilibre du milieu intérieur

= la « physiologie »



sucrose



Par une réponse  
comportementale  
(système nerveux)



Par une réponse  
métabolique  
(système endocrinien)

Mais comme on l'a vu,  
le **comportement** aussi participe à

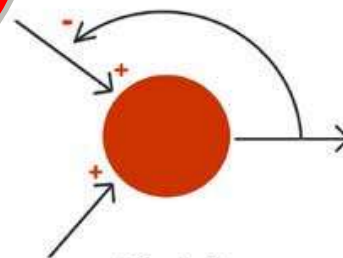
« l'homéostasie »



sucrose

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

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

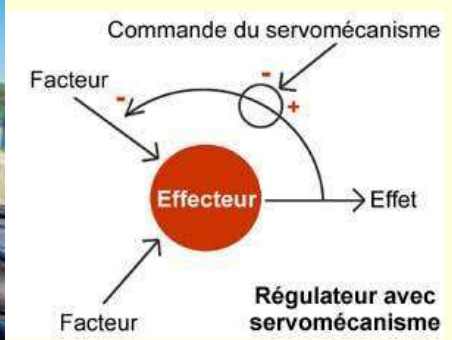
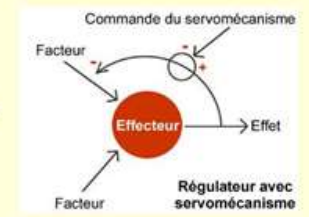
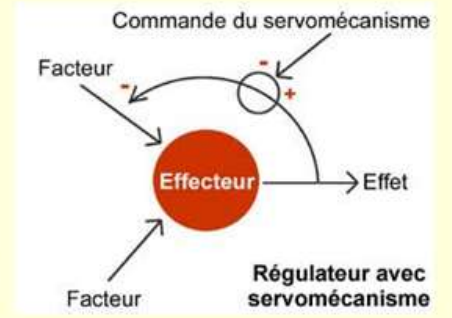
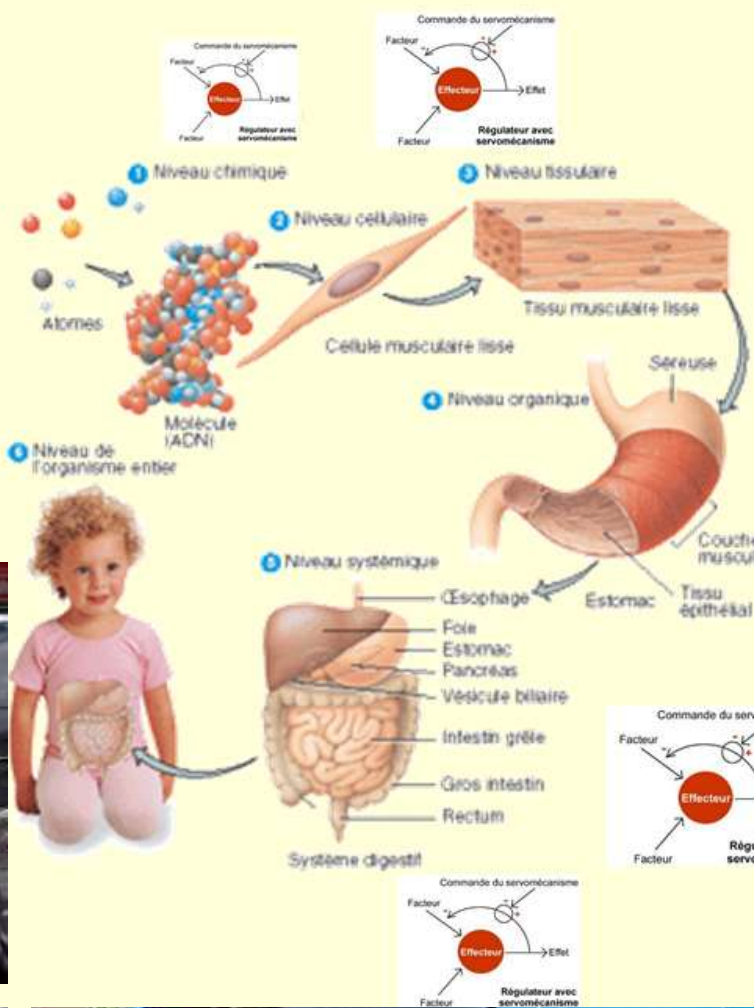


Régulation en constance



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

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



# Plan du cours

Intro :

Des boucles de contrôle hors du corps, mais aussi dans le corps

Deux grands systèmes pour ces deux types de contrôle :  
nerveux et endocrinien

La signification des choses  
dépend du corps particulier qu'on doit maintenir en vie

L'origine évolutive de différentes émotions :  
sentir la valeur des choses

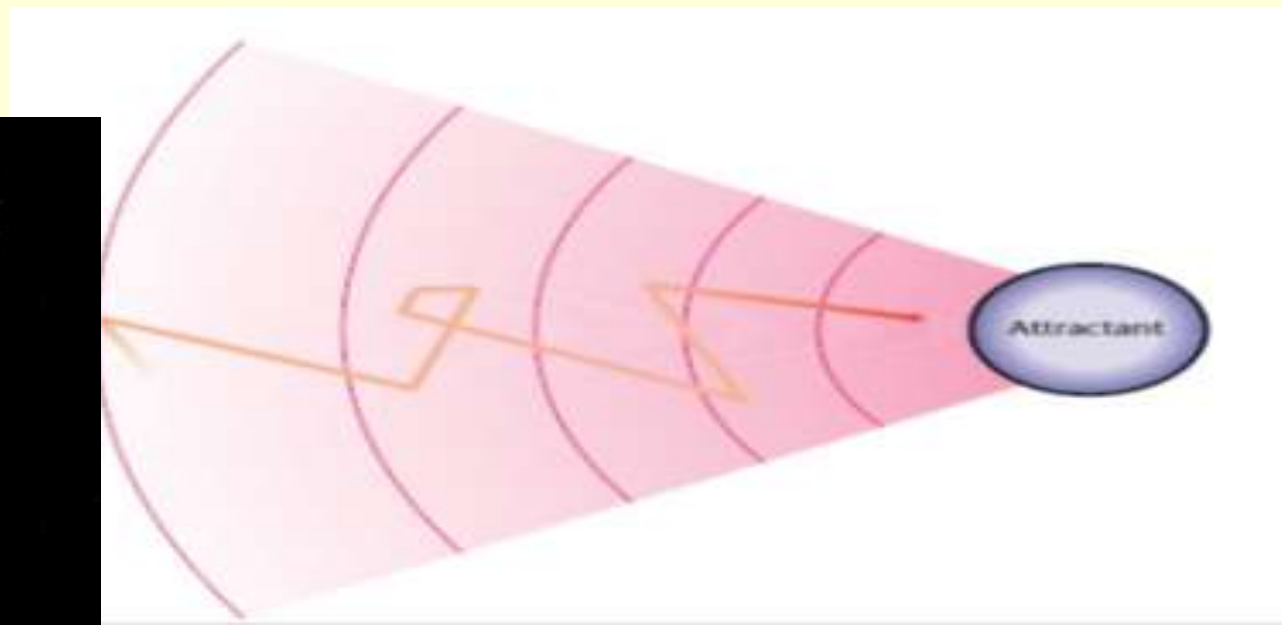
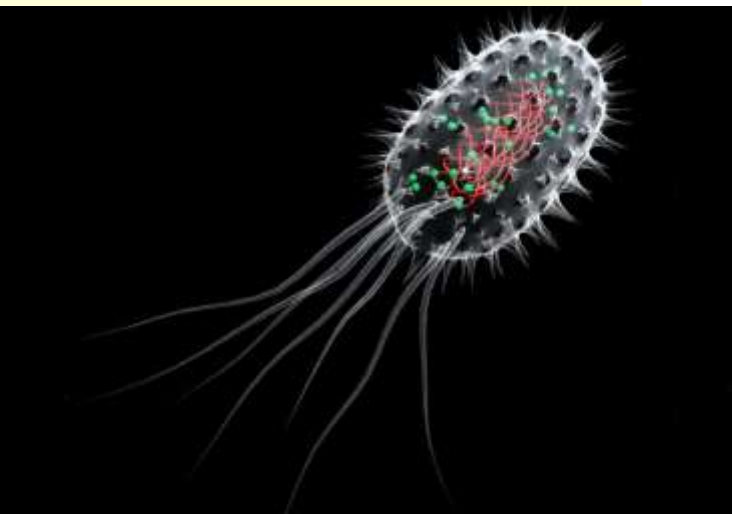
Les émotions à la lumière du cerveau prédictif

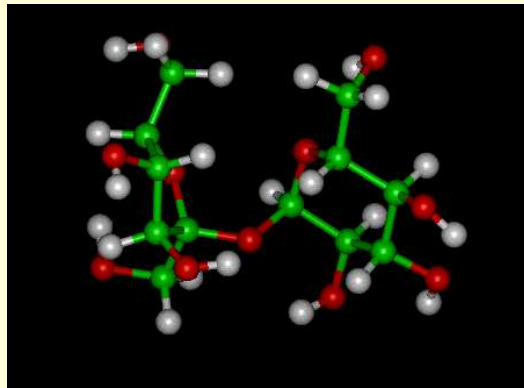
L'effet placebo :  
prédire qu'on va aller mieux pour vraiment aller mieux

**Après la pause et quelques questions/échanges:**

Les effets néfastes du stress chronique sur le corps-cerveau

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





Le point important ici : bien que le **sucrose** est un réel élément de cet environnement physicochimique, son statut comme **aliment**, lui, ne l'est pas.

Le sucrose en tant qu'aliment **n'est pas intrinsèque au statut de sucrose en tant que molécule**. C'est plutôt une caractéristique « relationnelle », liée au métabolisme de la bactérie (qui peut l'assimiler et en soutirer de l'énergie).

Le sucrose n'a donc **pas de signification ou de valeur comme nourriture en soi**, mais seulement dans ce milieu particulier que le corps (et le métabolisme) de la bactérie amène à exister.

Francisco Varela résume ceci en disant que grâce à l'autonomie de l'organisme (ici la bactérie), son environnement a un « **surplus de signification** » comparé au monde physicochimique.

Les significations particulières (valeurs positives ou négatives) que l'on retrouve dans ce monde sont donc le **résultat des actions d'un organisme particulier**.

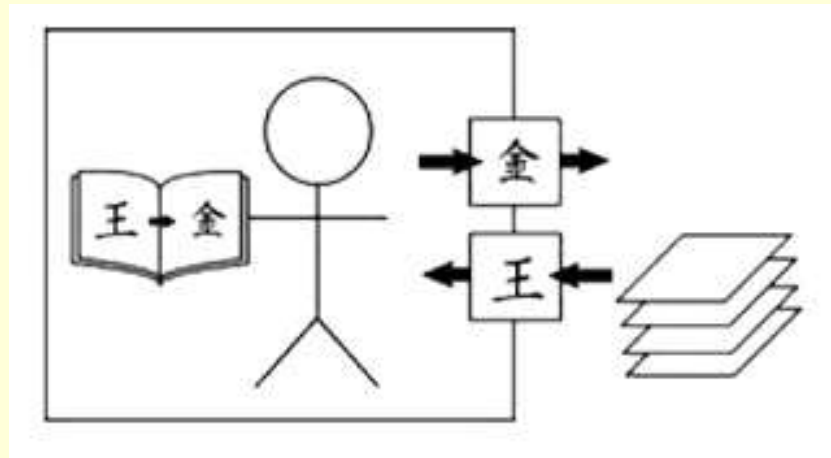
La signification et la valeur des choses **ne préexiste donc pas** dans le monde physique, mais est mise de l'avant (« **éactés** ») par les organismes.

Par conséquent, **vivre** est un processus créateur de sens.

Avec l'ancien paradigme qui considérait la cognition **sans tenir compte du corps**, il y avait plusieurs problèmes dont celui de la **provenance de la signification**.

Autrement dit, **d'où nous vient le sens** (positif ou négatif) que nous accordons aux choses (ou aux énoncés langagiers) ?

La fameuse expérience de pensée de la **chambre chinoise** de Searle :



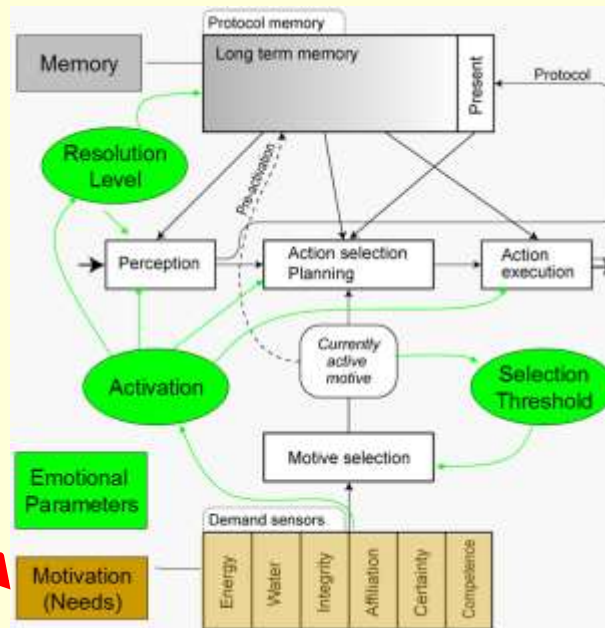
Du point de vue de la cognition incarnée, **cette signification ne peut provenir que de l'environnement au sens large, incluant le corps**.

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

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



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



→ Cette motivation pour l'action a beaucoup à voir avec les **émotions**

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

# Plan du cours

Intro :

Des boucles de contrôle hors du corps, mais aussi dans le corps

Deux grands systèmes pour ces deux types de contrôle :  
nerveux et endocrinien

La signification des choses  
dépend du corps particulier qu'on doit maintenir en vie

L'origine évolutive de différentes émotions :  
sentir la valeur des choses

Les émotions à la lumière du cerveau prédictif

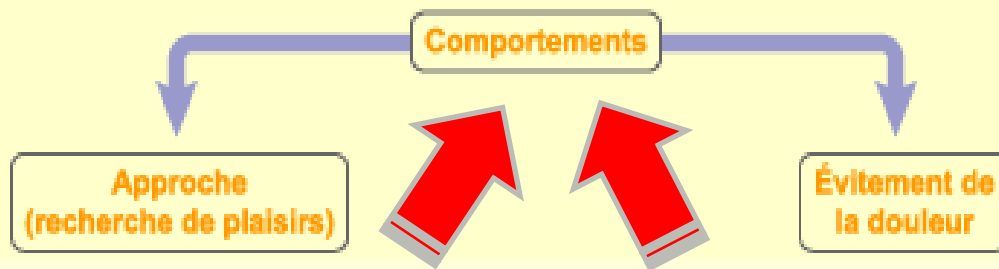
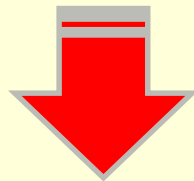
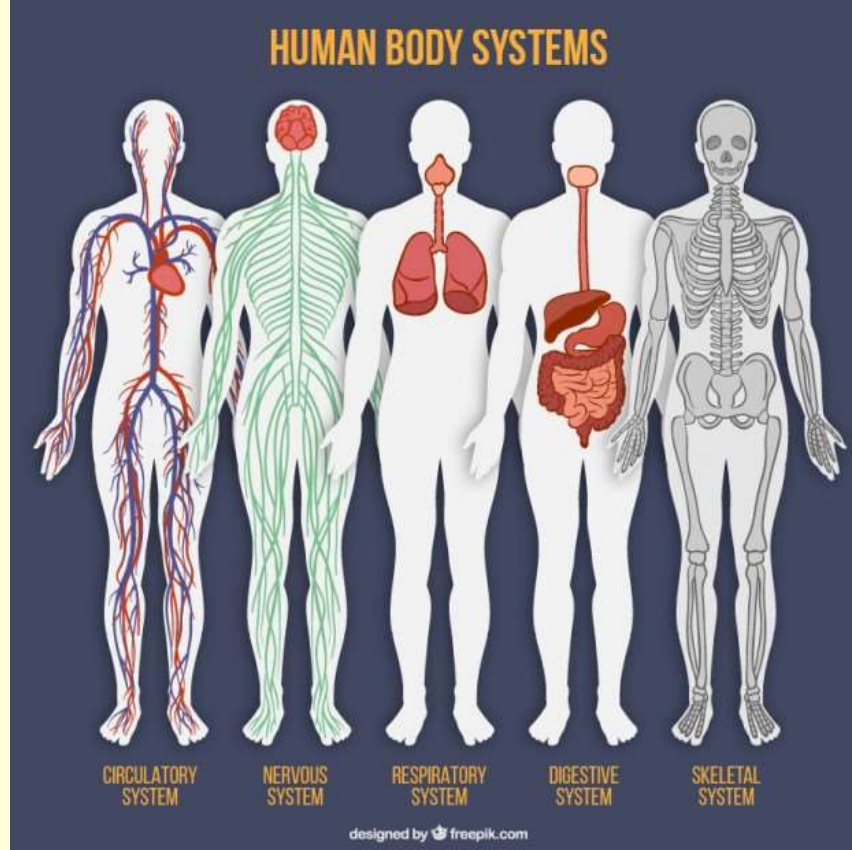
L'effet placebo :  
prédire qu'on va aller mieux pour vraiment aller mieux

**Après la pause et quelques questions/échanges:**

Les effets néfastes du stress chronique sur le corps-cerveau



Car on a des  
régulations **internes**  
dans le corps  
et **externes** à  
l'extérieur du corps  
(nos comportements)

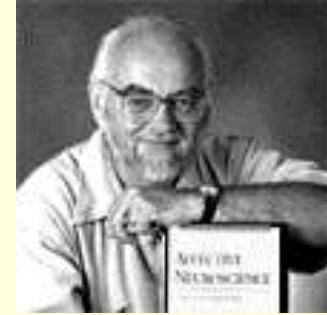


Signification positive

Signification négative

**L'origine des émotions :**

nous faire sentir la  
**valeur** des choses  
pour notre organisme;  
et nous inciter à **agir**  
en conséquence !



## Aux origines des émotions : les neurosciences affectives

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2012/12/03/2254/>

En **1998**, **Jaak Panksepp** publiait un ouvrage de référence dont le titre, “**Affective Neuroscience**” (les neurosciences affectives, en français), allait devenir l’expression consacrée pour ce « jeune » champ de recherche qui étudie les **mécanismes neuronaux derrière nos émotions**.

Panksepp plaide pour une véritable **réhabilitation des structures cérébrales sous corticales** associées aux 7 émotions primaires qu’il distingue et sans lesquelles notre cortex ne pourrait fonctionner convenablement.

Ces systèmes émotionnels, Panksepp les présente souvent **des plus anciens aux plus récents, évolutivement parlant**.

À commencer par la **RECHERCHE des ressources** nécessaire à la survie qui se traduit par un comportement exploratoire associé à ce qu'on a appelé le circuit de la récompense, avec une structure cérébrale importante appelée noyau accumbens.



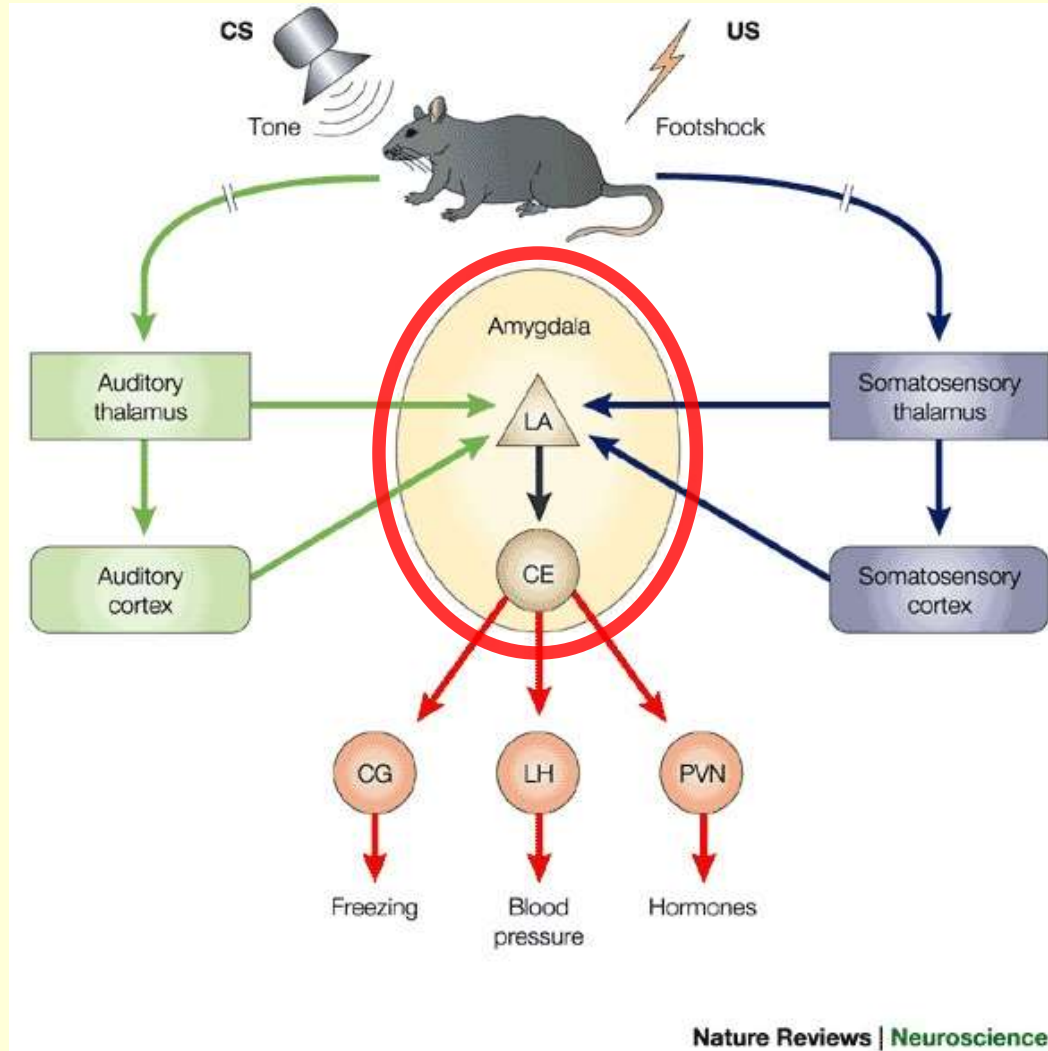
À commencer par la **RECHERCHE des ressources** nécessaire à la survie qui se traduit par un comportement exploratoire associé à ce qu'on a appelé le circuit de la récompense, avec une structure cérébrale importante appelée noyau accumbens.

Puis vient le risque de rencontrer un prédateur durant cette exploration, d'où la **PEUR**, un second système émotionnel impliquant l'amygdale qui permet de mobiliser nos ressources pour prendre **la fuite**.





Amygdala = peur ?



Nature Reviews | Neuroscience

[https://www.researchgate.net/publication/11523425\\_Parallels\\_between\\_cerebellum\\_and\\_amygdala-dependent\\_conditioning](https://www.researchgate.net/publication/11523425_Parallels_between_cerebellum_and_amygdala-dependent_conditioning)



**Amygdale = peur ?**

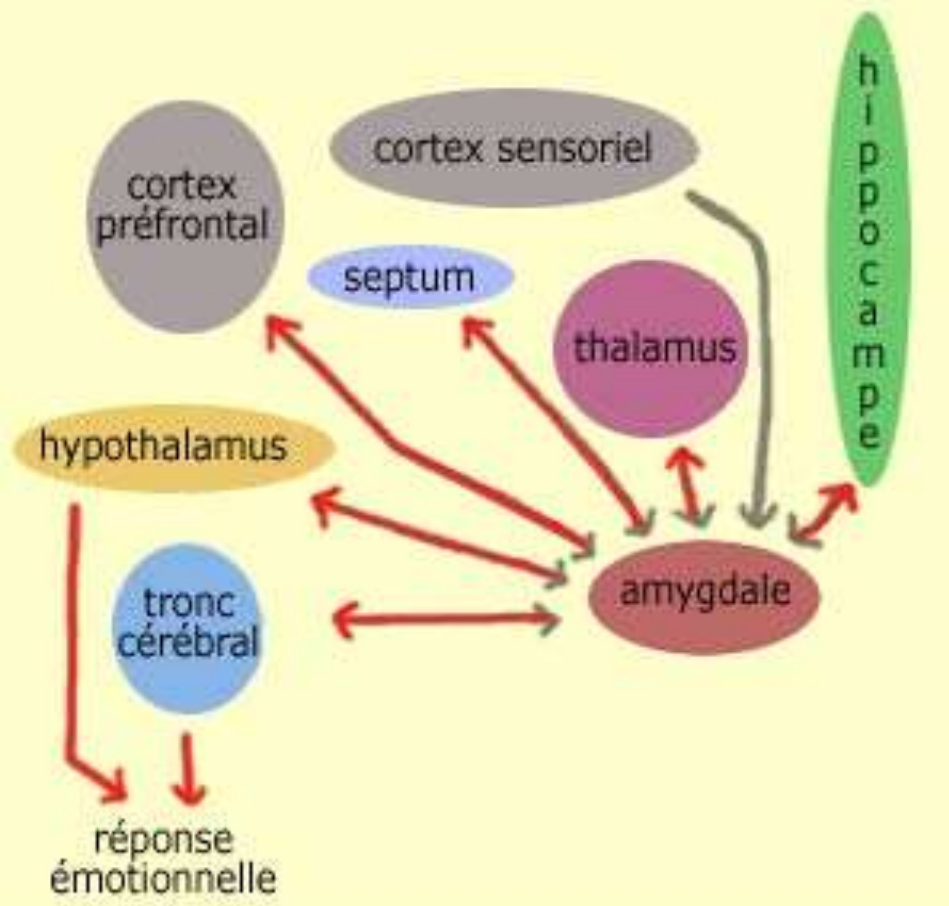




Amygdale ~~X~~ peur ?

**Non. Amène une composante de « préoccupation » qui, en collaboration avec d'autres régions, va correspondre à différents états affectifs.**

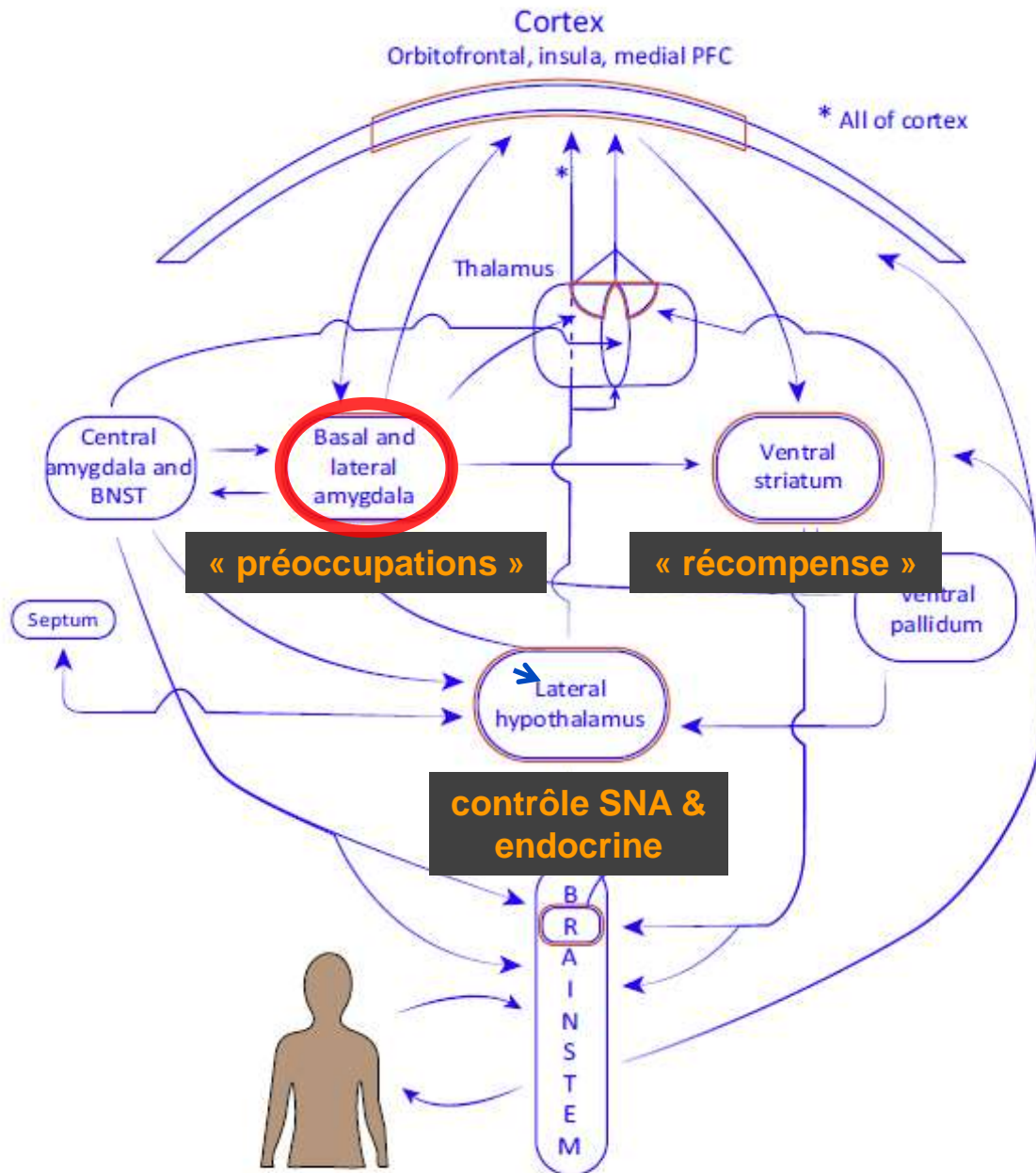




**de « préoccupation »** qui, en collaboration avec d'autres régions, va correspondre à différents états affectifs.







Autrement dit,  
**l'amygdale n'agit pas seule :**

**elle s'intègre dans différents circuits cérébraux impliquant plusieurs structures,**

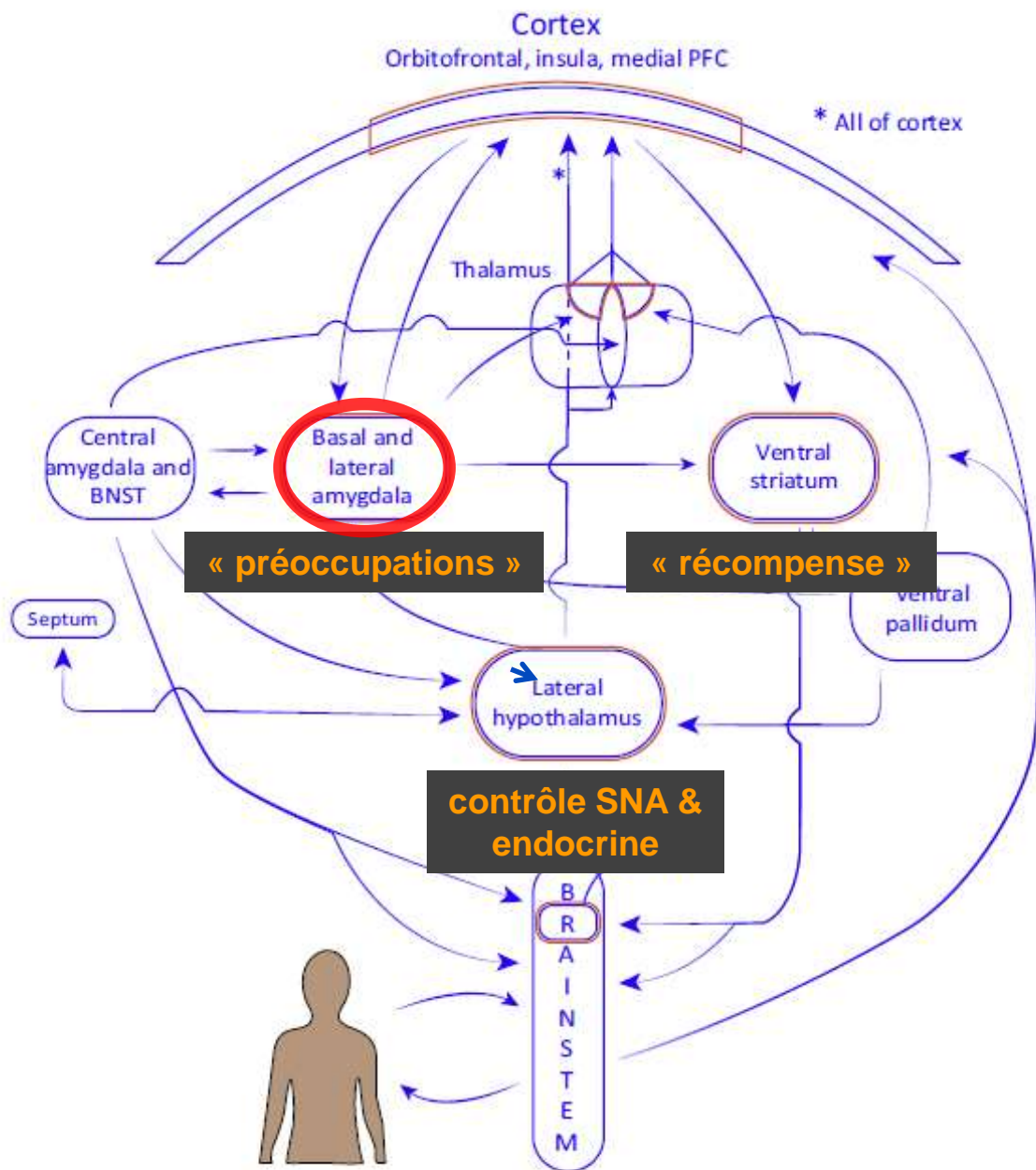
ici dans un réseau relié aux **émotions.**

### **A Network Model of the Emotional Brain**

Luiz Pessoa

Trends Cogn Sci. **2017** May; 21(5): 357–371

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5534266/>



a 'functional diversity profile'

For example, in the case of the **amygdala** mentioned above, it would involve **arousal, vigilance, novelty, attention, value determination, and decision making, among others.**

**A Network Model of the Emotional Brain**

Luiz Pessoa

Trends Cogn Sci. **2017** May; 21(5): 357–371

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5534266/>

→ la **RECHERCHE** des **ressources** nécessaire à la survie

→ la **PEUR**, qui permet de mobiliser nos ressources pour faire face à la menace

Si la fuite s'avère impossible devant une menace imminente, la **COLÈRE** permet d'agresser votre agresseur, de **le combattre**.

“**reactive aggression** is the ultimate behavioral expression of anger and thus we can begin to understand anger by understanding reactive aggression.”

**Considering anger from a cognitive neuroscience perspective**

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3260787/>

R. J. R. Blair (2012)



→ la **RECHERCHE** des **ressources** nécessaire à la survie

→ la **PEUR**, qui permet de mobiliser nos ressources pour faire face à la menace

Si la fuite s'avère impossible devant une menace imminente, la **COLÈRE** permet d'agresser votre agresseur, de **le combattre**.

Avec la **peur** et la **colère**, on a donc les deux composantes essentielles de la réponse dite « **fight or flight** » (la fuite ou la lutte)...



Car pendant longtemps, notre environnement a été **hostile**

et nos réactions physiologiques associées à la fuite  
ou à la lutte ont été une nécessité pour **sauver sa peau !**



Action  
requisie par  
un danger

Fuite

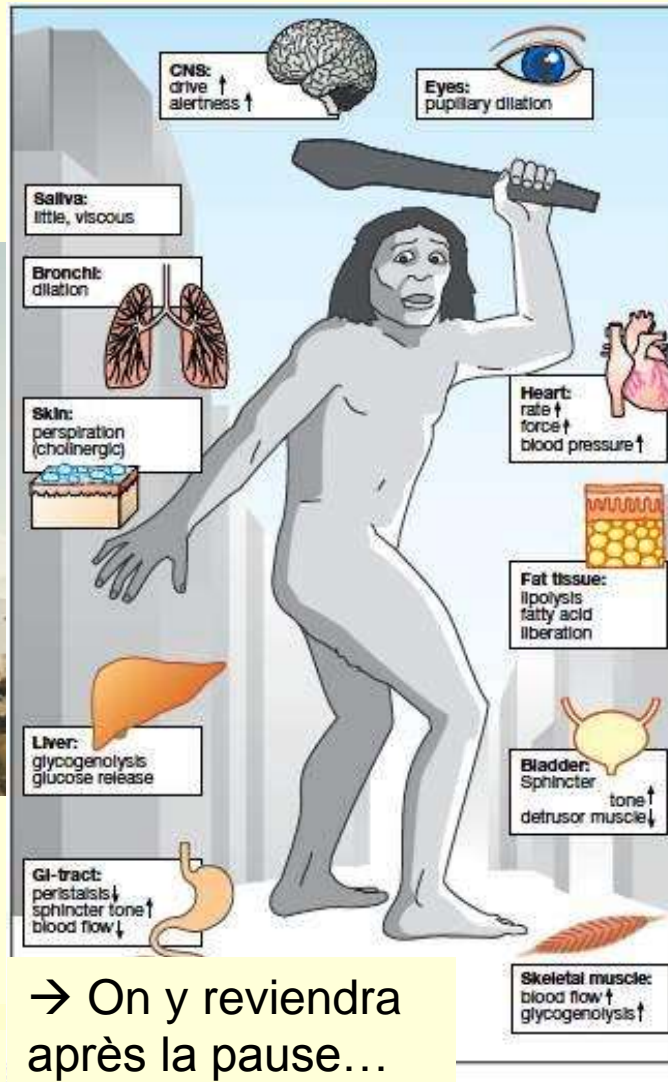
si impossible

Lutte



Car pendant longtemps, notre environnement a été **hostile**

et nos réactions physiologiques associées à la fuite ou à la lutte ont été une nécessité pour **sauver sa peau !**



La perception par le cerveau d'un danger met en branle dans **tout le corps** plusieurs mécanismes favorisant la **fuite ou la lutte**



dirigeant par exemple plus de ressources aux muscles et au système cardiorespiratoire.

→ On y reviendra après la pause...

→ la **RECHERCHE** des **ressources** nécessaire à la survie

→ la **PEUR**, qui permet de mobiliser nos ressources pour faire face à la menace

→ la **COLÈRE**, pour se protéger...

...ou pour **protéger les objets gratifiants trouvés !**



Car n'étant pas seuls à chercher des ressources, **d'autres peuvent vouloir nous prendre** celles qu'on a trouvées.



La **COLÈRE** provoquée cette fois par la **frustration** (plutôt que par la menace) s'est aussi avérée une réponse adaptative dans ces situations.

→ la **RECHERCHE des ressources** nécessaire à la survie

→ la **PEUR**, qui permet de mobiliser nos ressources pour faire face à la menace

→ la **COLÈRE**, pour se protéger...

...ou pour **protéger les objets gratifiants trouvés !**

...ou encore suite à une autre sorte de **frustration** :

- quand quelqu'un ne fait pas ce qu'on voudrait qu'elle fasse





→ la **RECHERCHE** des **ressources** nécessaire à la survie

→ la **PEUR**, qui permet de mobiliser nos ressources pour faire face à la menace

→ la **COLÈRE**, pour se protéger...

...ou pour **protéger les objets gratifiants trouvés !**

...ou encore suite à une autre sorte de **frustration** :

- quand quelqu'un ne fait pas ce qu'on voudrait qu'elle fasse
- quand on fait quelque chose et qu'on s'attend à une récompense mais qu'on ne la reçoit pas.

### **Two Monkeys Were Paid Unequally:**

Excerpt from Frans de Waal's TED Talk

<https://www.youtube.com/watch?v=meiU6TxysCg>



→ la **RECHERCHE** des ressources nécessaire à la survie

→ la **PEUR**, qui permet de mobiliser nos ressources pour faire face à la menace

→ la **COLÈRE**, pour se protéger...

...ou pour **protéger les objets gratifiants trouvés !**

...ou encore suite à une autre sorte de **frustration** :

- quand quelqu'un ne fait pas ce qu'on voudrait qu'elle fasse
- quand on fait quelque chose et qu'on s'attend à une récompense mais qu'on ne la reçoit pas.



→ la **RECHERCHE des ressources** nécessaire à la survie

→ la **PEUR**, qui permet de mobiliser nos ressources pour faire face à la menace

→ la **COLÈRE**, pour se protéger, pour protéger les objets gratifiants trouvés, etc.

Une fois notre survie assurée,  
l'essentiel devient alors de transmettre nos gènes en nous **reproduisant**.

Plusieurs émotions vont agir comme moteur pour chercher un partenaire sexuel, en conquérir un, puis s'y attacher assez longtemps pour élever les enfants.

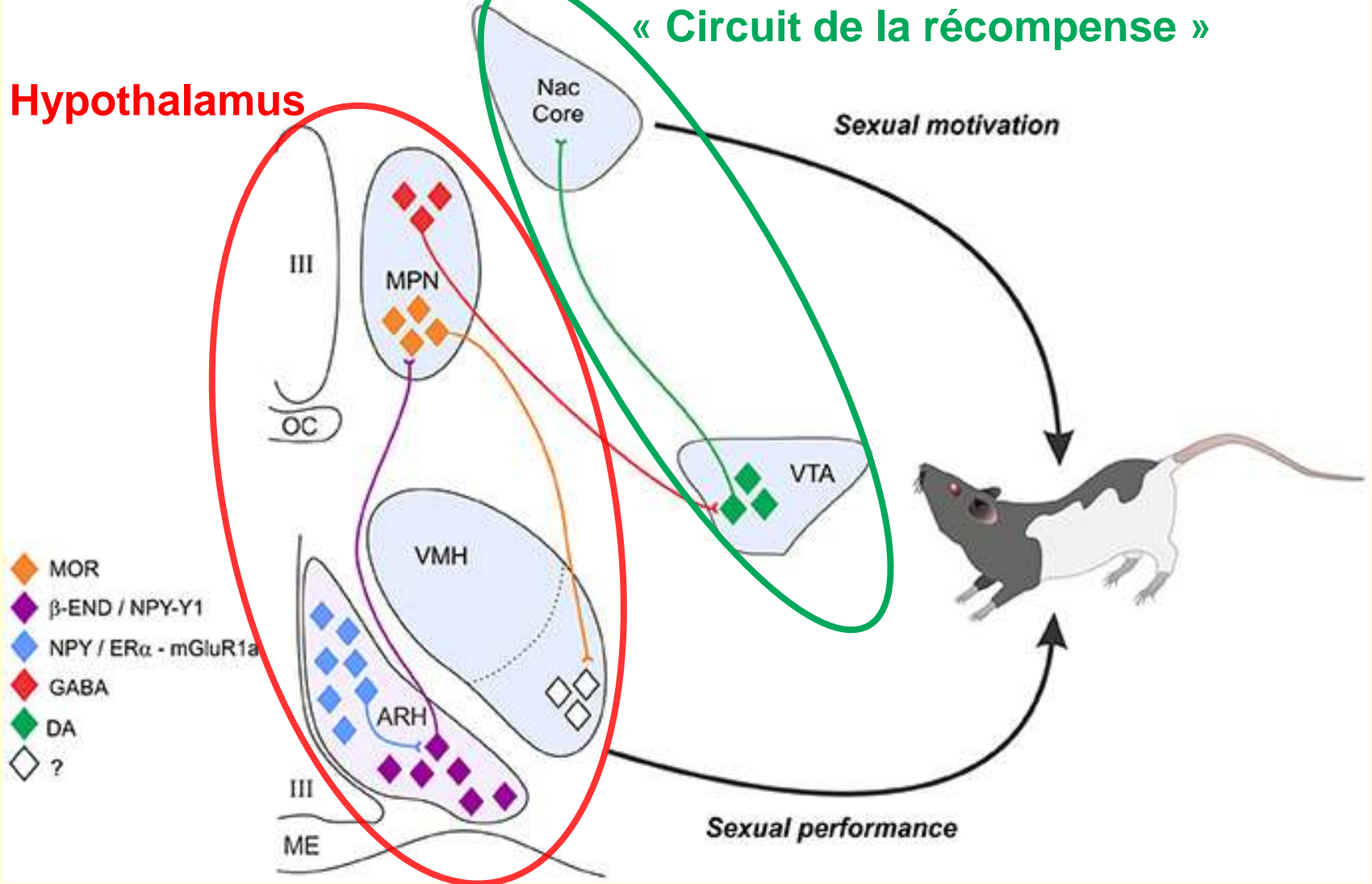
C'est la redoutable triade « **désir, amour romantique, attachement** », décrite par exemple dans les travaux de l'anthropologue Helen Fisher.

On retrouve sensiblement la même chose dans la séquence évolutive des émotions de Panksepp qui met l'emphase sur :

→ **le DÉSIR SEXUEL**

# « Circuit de la récompense »

## Hypothalamus



**The estradiol induction of sexual receptivity in the female rat is indicated by lordosis behavior.**

In : Integrating Neural Circuits Controlling Female Sexual Behavior

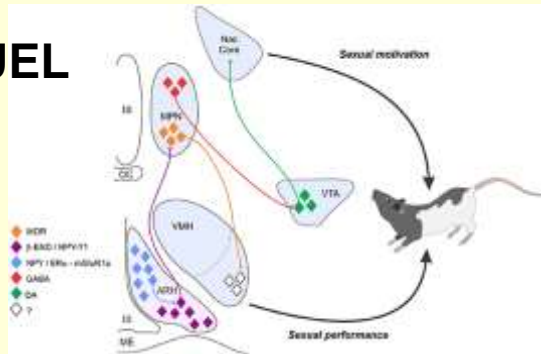
Paul E. Micevych<sup>1,2\*</sup> and Robert L. Meisel<sup>3</sup>

Front. Syst. Neurosci., 08 June 2017 |

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnsys.2017.00042/full>

On retrouve sensiblement la même chose dans la séquence évolutive des émotions de Panksepp qui met l'emphase sur :

→ le **DÉSIR SEXUEL**



→ le **SOIN à sa progéniture** (susceptible de générer panique-anxiété-dépression)



le « **JEU** » (qui est la répétition pour la recherche des ressources, etc.)

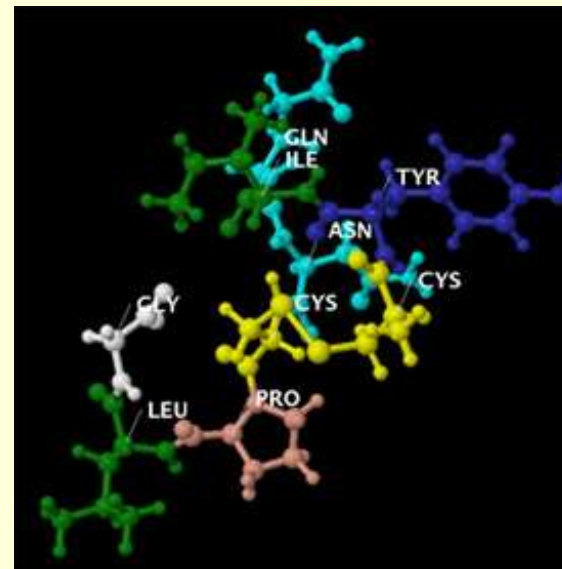




# L'ocytocine,

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

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



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

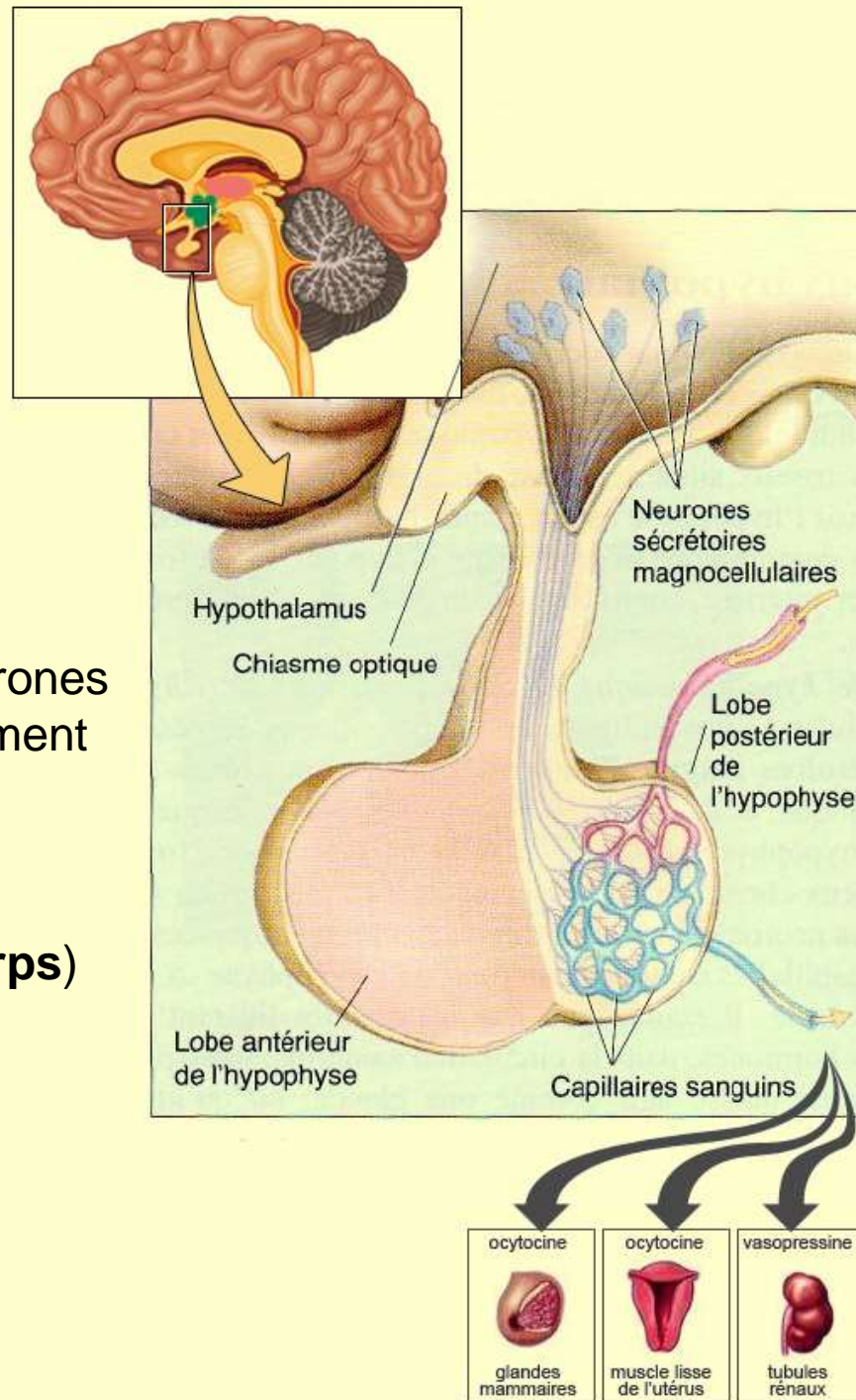
**Ocytocine et autres engouements : rien n'est simple**

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

# L'ocytocine

est sécrétée par des neurones hypothalamiques directement dans le lobe **postérieur** de l'hypophyse

(et donc **dans tout le corps**)





# Neuroscience: The hard science of oxytocin

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

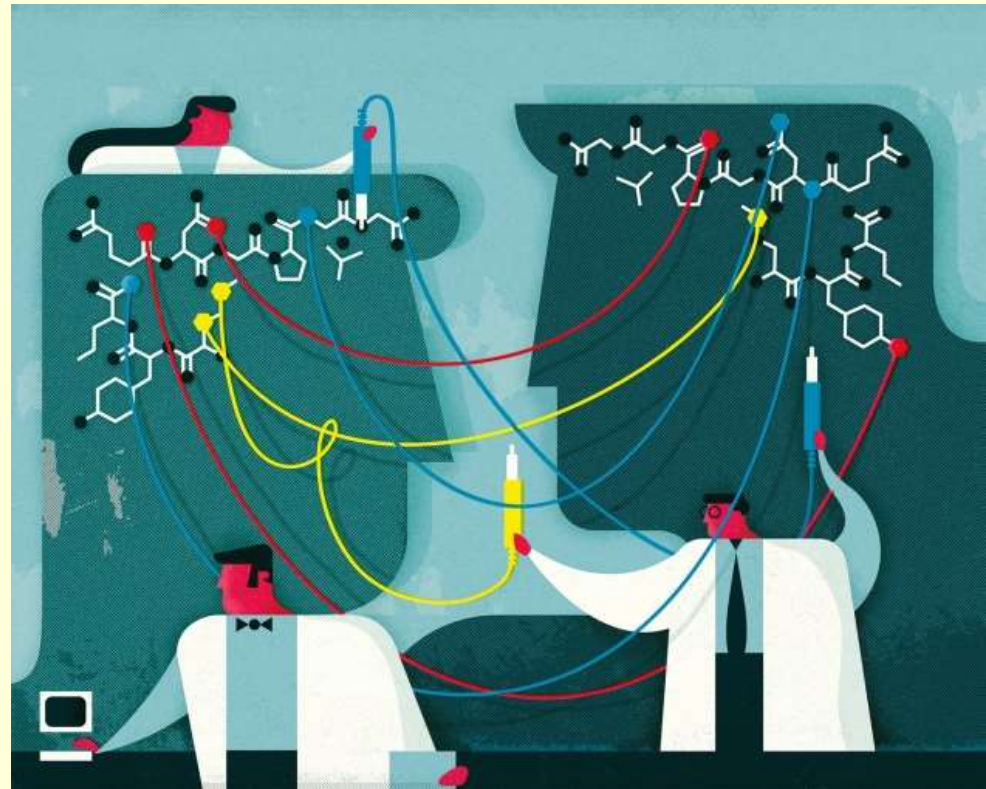
24 June 2015

→ À mesure que les études avancent sur l'ocytocine, l'hormone est en train de perdre sa réputation de simple produit chimique favorisant les câlins.

**Par exemple**, on sait maintenant que l'ocytocine augmente la confiance, la générosité et la coopération envers « Nous » mais **plus d'agressivité envers « Eux »**.

(Behave, p.319)

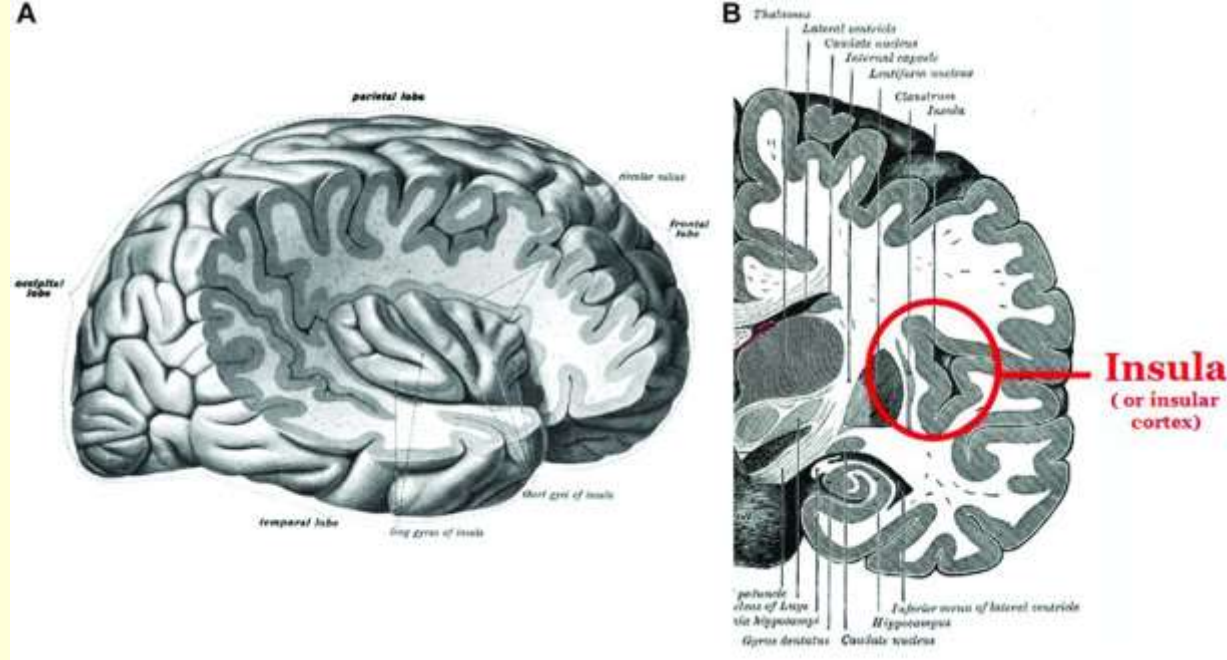
À propos de cette distinction du « Nous » versus « Eux » que semble faire notre cerveau...



→ activée par un **dégoût** alimentaire

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

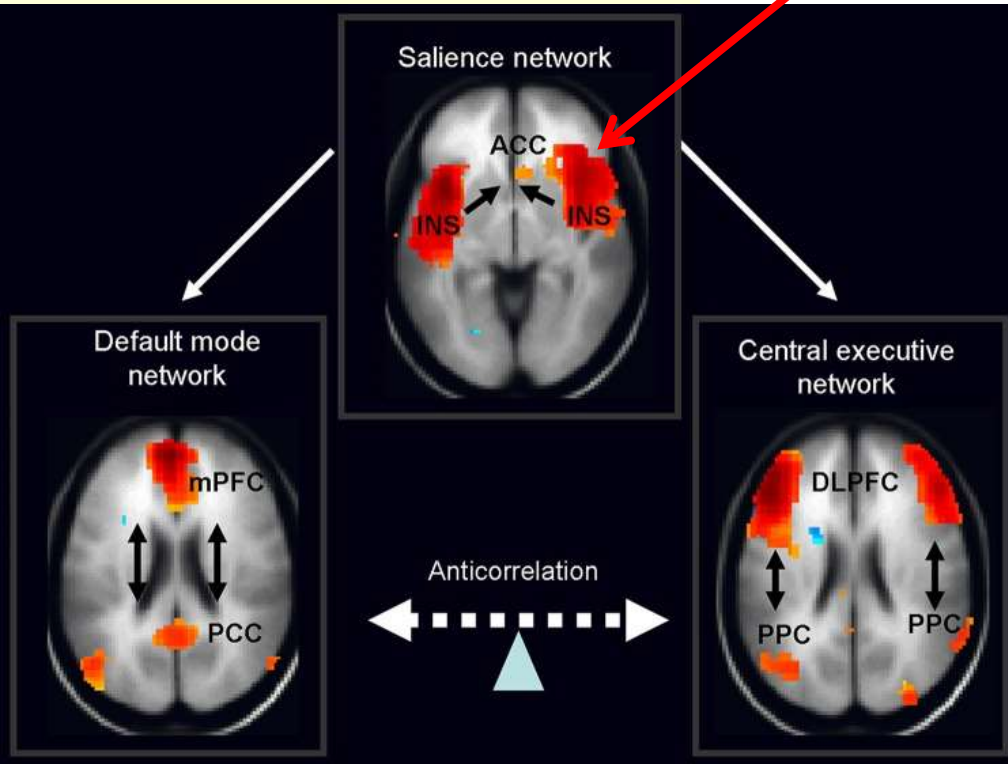
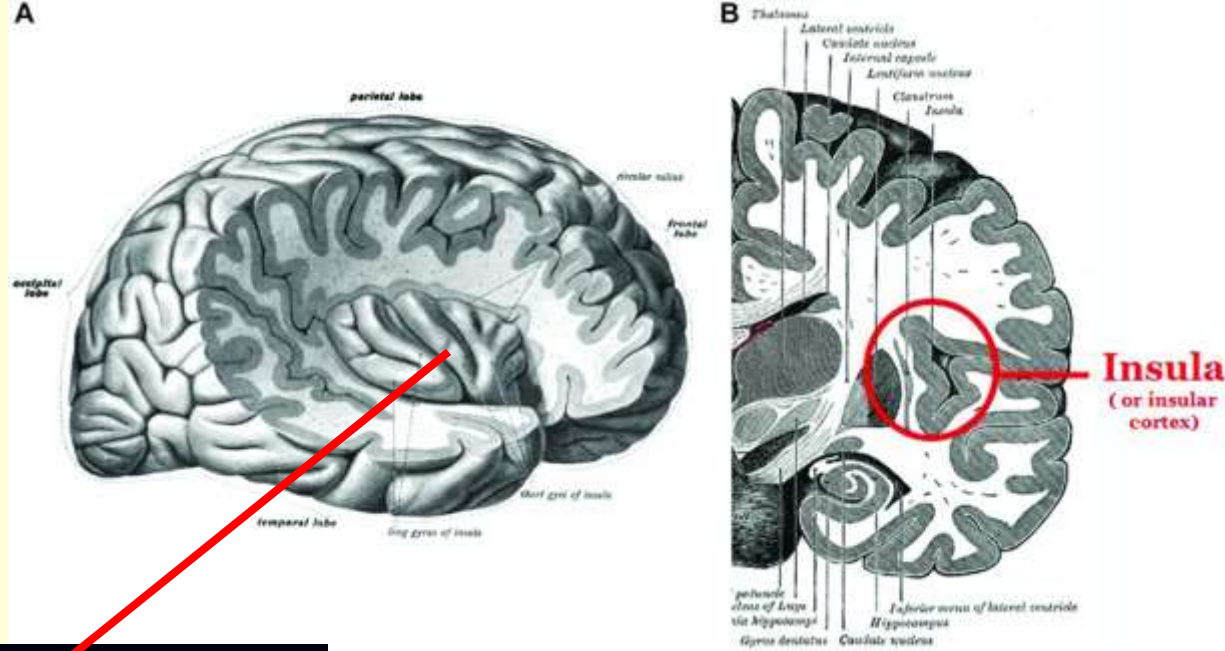
Un autre exemple de **recyclage neuronale...**



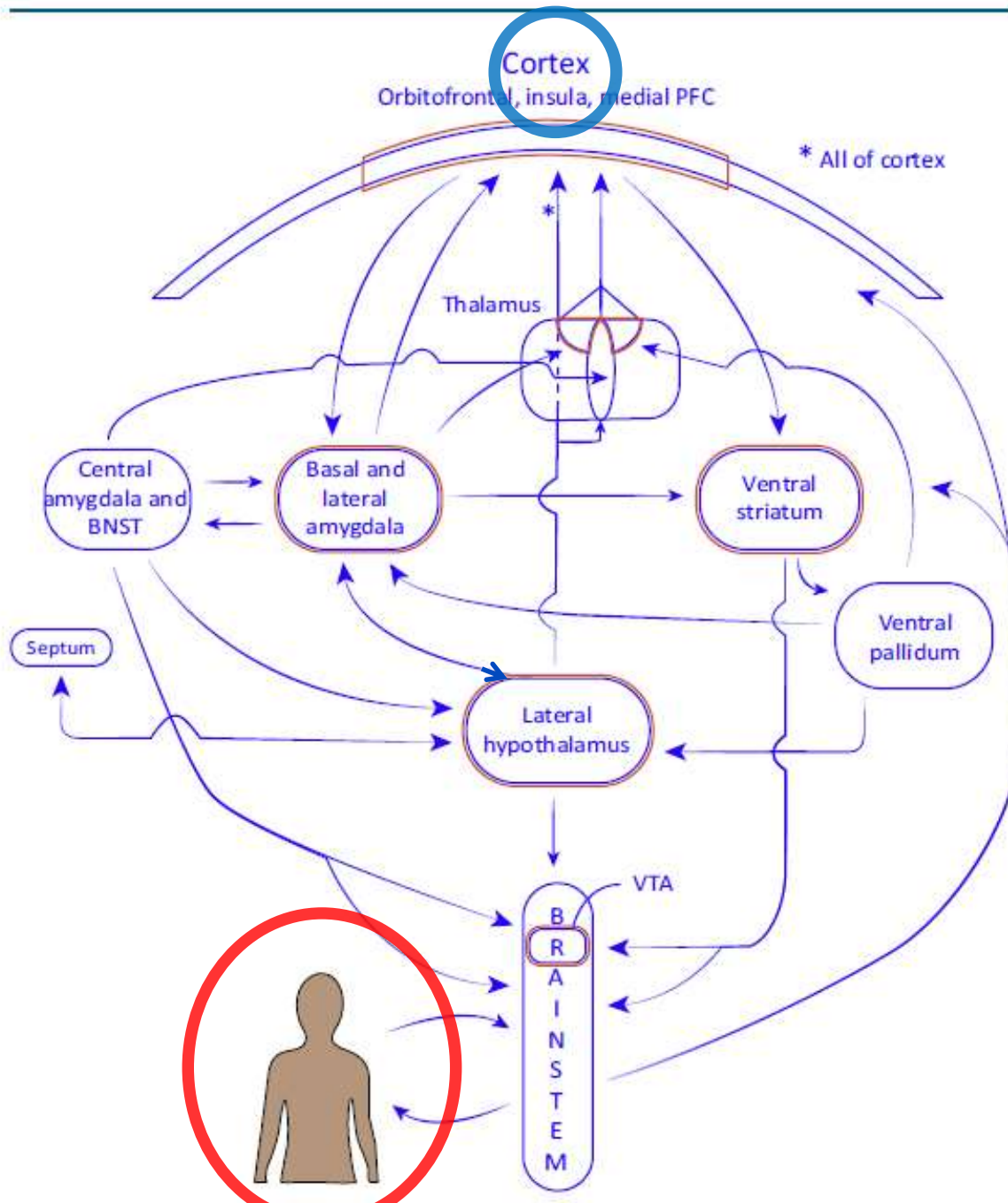
→ activée par un **dégoût** alimentaire

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

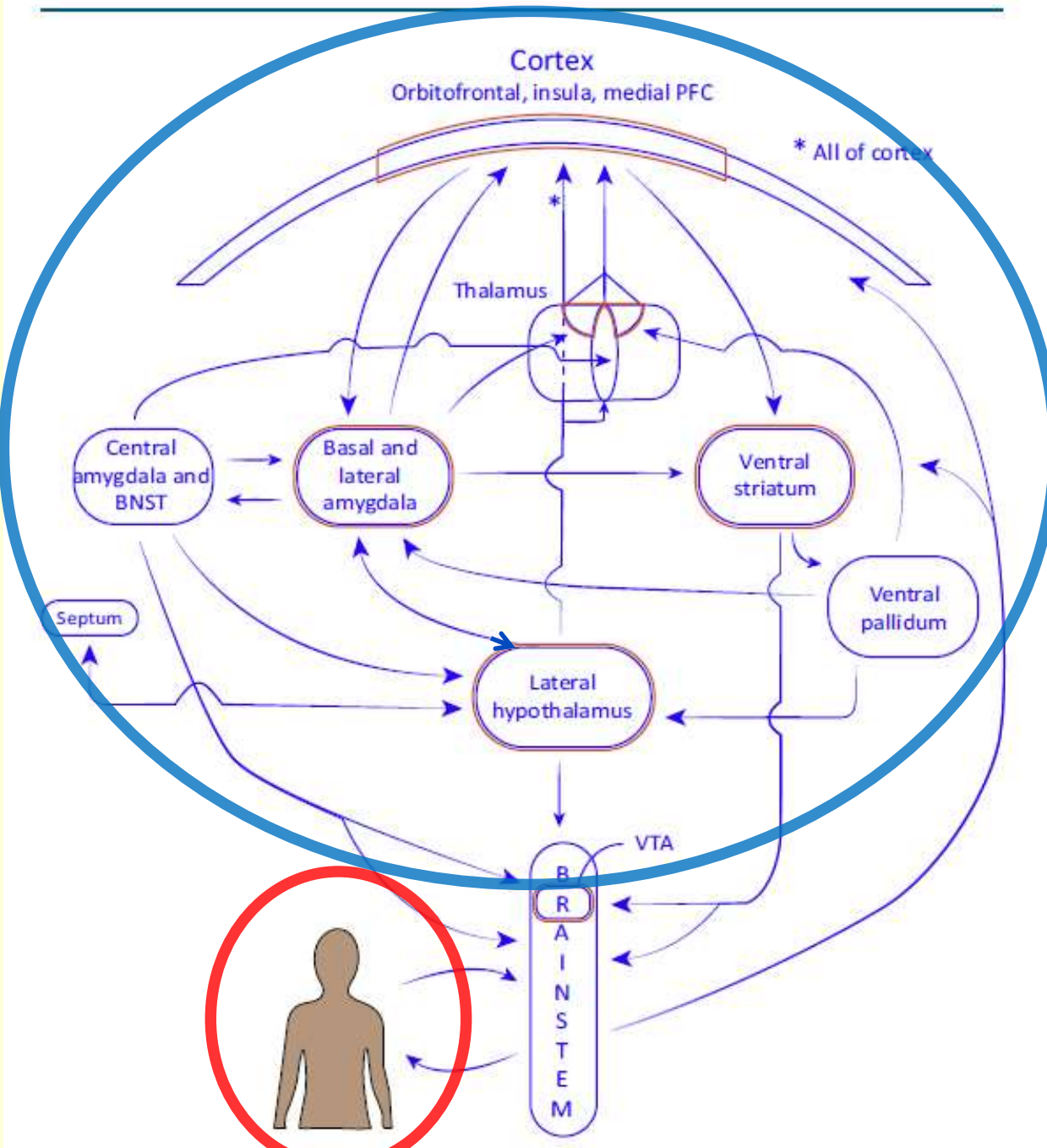
Un autre exemple de **recyclage neuronale**...



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



The **insula** is a brain structure implicated in **disparate** cognitive, affective, and regulatory functions, including **interoceptive** awareness, **emotional** responses, and **empathic** processes.



Au début des années 1960, Schachter et Singer injectent de **l'adrénaline** à des sujets (augmentant ainsi leur état physiologique d'éveil). Ceux-ci rapportent alors ressentir soit de la colère, soit de l'allégresse, dépendamment du **contexte** où ils se trouvent.

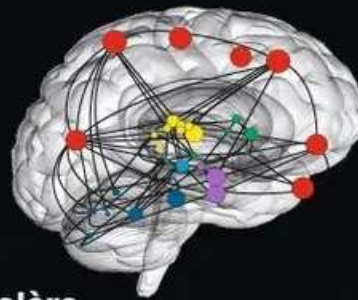
→ **Expérience émotionnelle :**

combinaison de **facteurs physiologiques** et de leur **évaluation cognitive** ("cognitive appraisal")

# Notre cerveau au crible de 5 grandes émotions

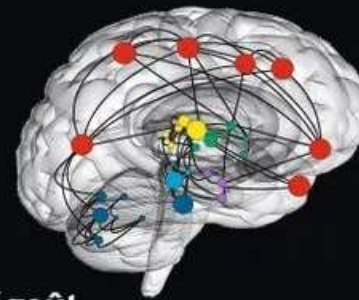
Exit la zone de la peur, de la joie ou du dégoût. Chaque émotion active une multitude de régions cérébrales distribuées aussi bien dans le cerveau profond que dans le cortex, sa partie supérieure.

- Cortex
- Thalamus
- Ganglions de la base
- Amygdale
- Cervelet
- Hippocampe
- Connexions neuronales



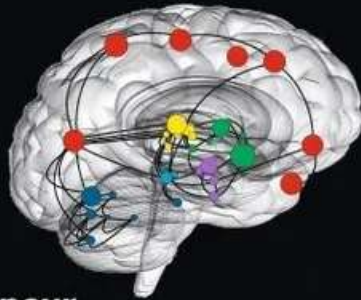
## La colère

Elle mobilise le cervelet central, ce qui suggère une attention tournée vers des objectifs. Mais sa signature est semblable à celle de la peur, au niveau du cortex et de l'amygdale.



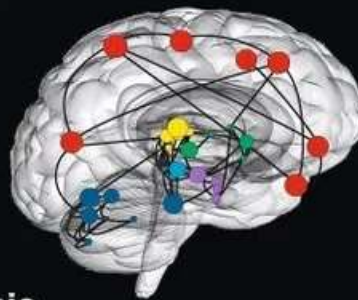
## Le dégoût

La co-activation du cortex et du striatum (cerveau profond) est cohérente avec la production d'une action immédiate et sans finesse. Signature partagée, au niveau du cortex, avec la joie.



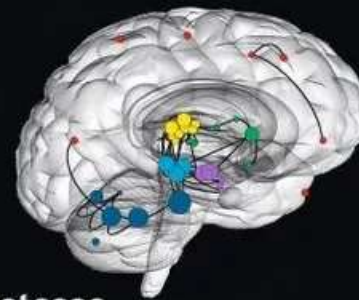
## La peur

La composante visuelle et sous-corticale est importante, avec l'activation de la partie de l'amygdale impliquée dans la mémoire associative. Les zones de la planification sont peu activées.



## La joie

Le "réseau limbique" (attribution de valeurs positives aux événements) est très activé. Les réseaux corticaux de la planification et l'amygdale (intégration de signaux extérieurs) sont peu activés.



## La tristesse

Elle coïncide avec une activité impliquant des boucles rétroactives du cervelet et du tronc cérébral (sans le cortex). Amygdale (stimuli externes) et réseaux de la planification sont en sommeil.

source : Tor Wager, University of Colorado

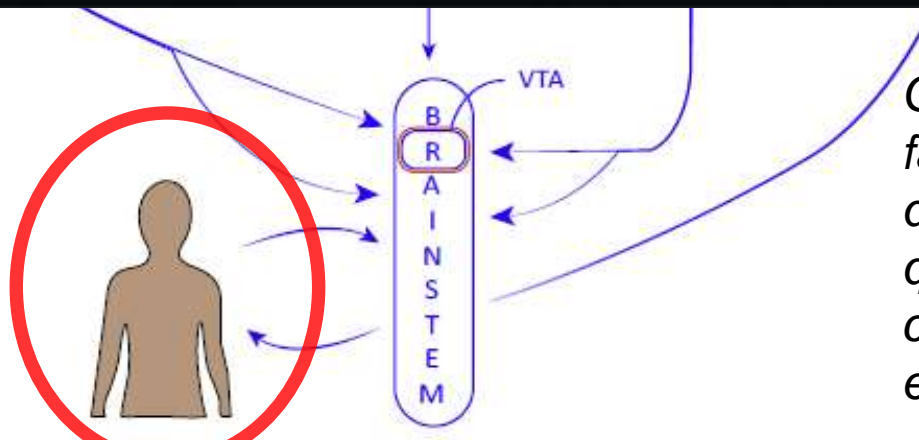
# A Bayesian Model of Category-Specific Emotional Brain Responses

Tor D. Wager et al.

PLoS Comput Biol. 2015 Apr; 11(4):

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4390279/>

<https://www.science-et-vie.com/questions-reponses/existe-t-il-vraiment-un-siege-des-emotions-dans-le-cerveau-53072>

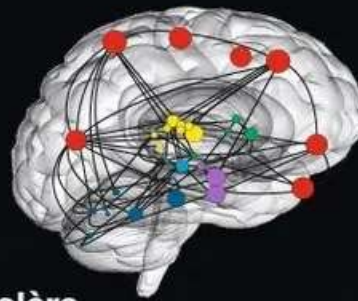


Chaque émotion correspondrait en fait à une recette composée à partir d'ingrédients **non spécifiques** que sont l'ensemble des processus cognitifs, affectifs, perceptifs et moteurs de base". - Tor Wager

# Notre cerveau au crible de 5 grandes émotions

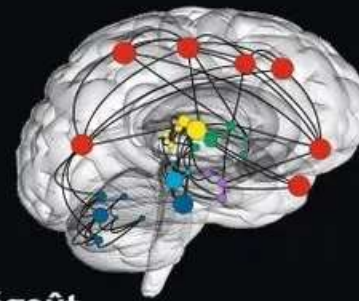
Exit la zone de la peur, de la joie ou du dégoût. Chaque émotion active une multitude de régions cérébrales distribuées aussi bien dans le cerveau profond que dans le cortex, sa partie supérieure.

- Cortex
- Thalamus
- Ganglions de la base
- Amygdale
- Cervelet
- Hippocampe
- Connexions neuronales



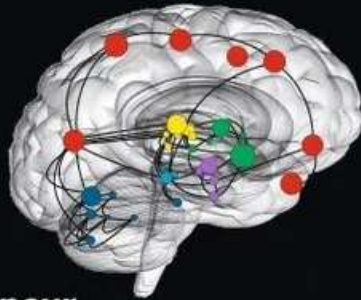
## La colère

Elle mobilise le cervelet central, ce qui suggère une attention tournée vers des objectifs. Mais sa signature est semblable à celle de la peur, au niveau du cortex et de l'amygdale.



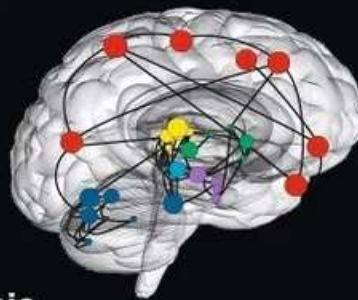
## Le dégoût

La co-activation du cortex et du striatum (cerveau profond) est cohérente avec la production d'une action immédiate et sans finesse. Signature partagée, au niveau du cortex, avec la joie.



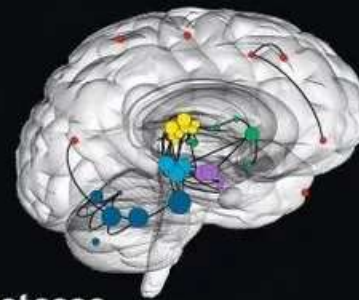
## La peur

La composante visuelle et sous-corticale est importante, avec l'activation de la partie de l'amygdale impliquée dans la mémoire associative. Les zones de la planification sont peu activées.



## La joie

Le "réseau limbique" (attribution de valeurs positives aux événements) est très activé. Les réseaux corticaux de la planification et l'amygdale (intégration de signaux extérieurs) sont peu activés.



## La tristesse

Elle coïncide avec une activité impliquant des boucles rétroactives du cervelet et du tronc cérébral (sans le cortex). Amygdale (stimuli externes) et réseaux de la planification sont en sommeil.

source : Tor Wager, University of Colorado

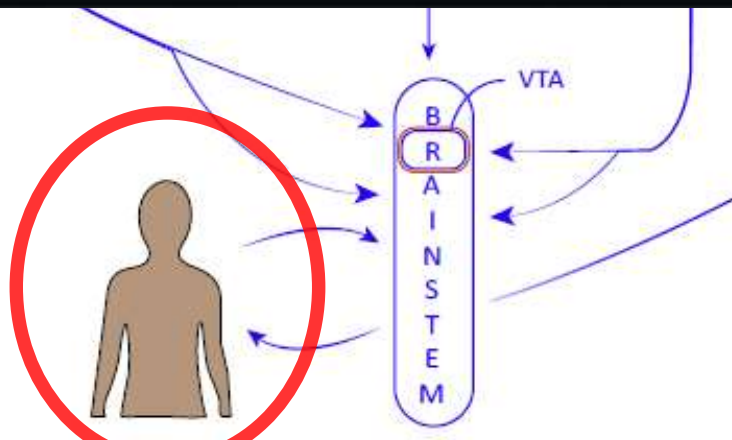
# A Bayesian Model of Category-Specific Emotional Brain Responses

Tor D. Wager et al.

PLoS Comput Biol. 2015 Apr; 11(4):

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4390279/>

<https://www.science-et-vie.com/questions-reponses/existe-t-il-vraiment-un-siege-des-emotions-dans-le-cerveau-53072>

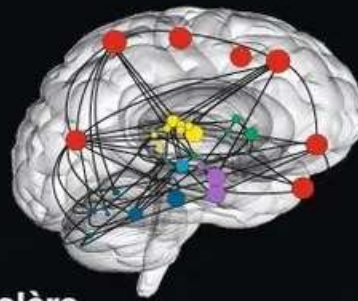


- l'amygdale montre des activations significatives pour chacune des cinq émotions testées (et s'active avec une égale intensité pour la peur et la colère)
- joie et dégoût présentent une signature très semblable au niveau du **cortex**

# Notre cerveau au crible de 5 grandes émotions

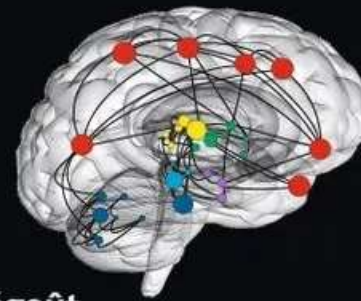
Exit la zone de la peur, de la joie ou du dégoût. Chaque émotion active une multitude de régions cérébrales distribuées aussi bien dans le cerveau profond que dans le cortex, sa partie supérieure.

- Cortex
- Thalamus
- Ganglions de la base
- Amygdale
- Cervelet
- Hippocampe
- Connexions neuronales



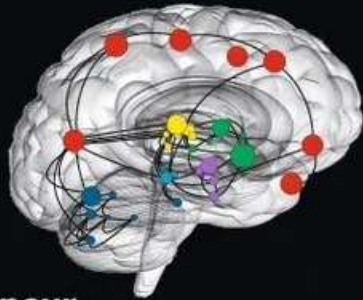
## La colère

Elle mobilise le cervelet central, ce qui suggère une attention tournée vers des objectifs. Mais sa signature est semblable à celle de la peur, au niveau du cortex et de l'amygdale.



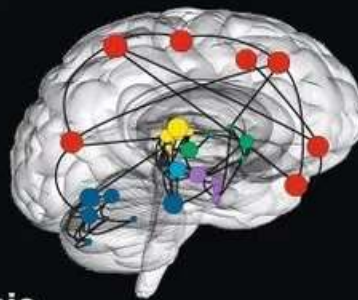
## Le dégoût

La co-activation du cortex et du striatum (cerveau profond) est cohérente avec la production d'une action immédiate et sans finesse. Signature partagée, au niveau du cortex, avec la joie.



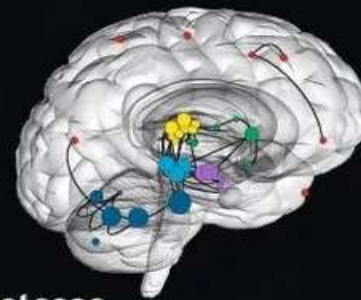
## La peur

La composante visuelle et sous-corticale est importante, avec l'activation de la partie de l'amygdale impliquée dans la mémoire associative. Les zones de la planification sont peu activées.



## La joie

Le "réseau limbique" (attribution de valeurs positives aux événements) est très activé. Les réseaux corticaux de la planification et l'amygdale (intégration de signaux extérieurs) sont peu activés.



## La tristesse

Elle coïncide avec une activité impliquant des boucles rétroactives du cervelet et du tronc cérébral (sans le cortex). Amygdale (stimuli externes) et réseaux de la planification sont en sommeil.

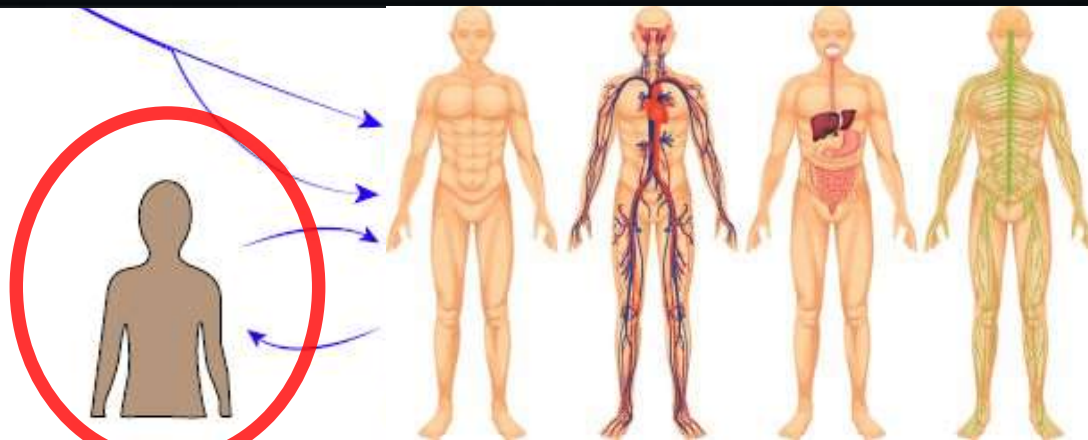
source : Tor D. Wager, University of Colorado

# A Bayesian Model of Category-Specific Emotional Brain Responses

Tor D. Wager et al.

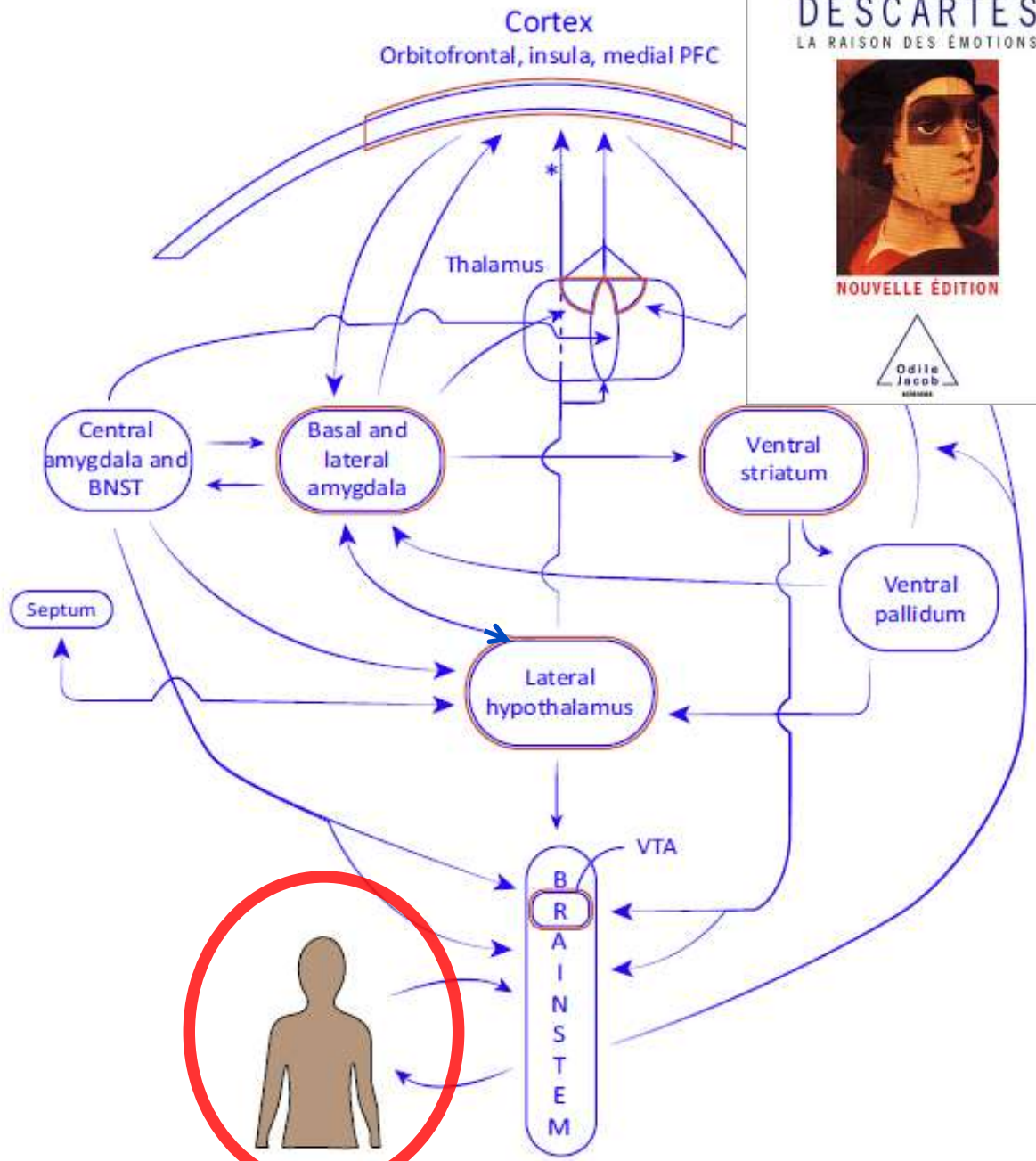
PLoS Comput Biol. 2015 Apr; 11(4): <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4390279/>

<https://www.science-et-vie.com/questions-reponses/existe-t-il-vraiment-un-siege-des-emotions-dans-le-cerveau-53072>



→ Idem pour le corps : les changements qui s'y produisent sont divers et variés selon les émotions





ANTONIO R. DAMASIO

L'ERREUR DE  
DESCARTES  
LA RAISON DES ÉMOTIONS



NOUVELLE ÉDITION



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

→ nos raisonnements les plus abstraits **s'enracinent dans notre perception corporelle**.

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

Le fait de « **marquer** » d'une **valeur affective** l'information perceptuelle en provenance de l'environnement extérieur

permet d'en **évaluer** l'importance pour la **survie** de l'organisme.

L'origine des **émotions** :

nous faire sentir la **valeur** des choses pour la survie de notre organisme;

et nous inciter à **agir** en conséquence !

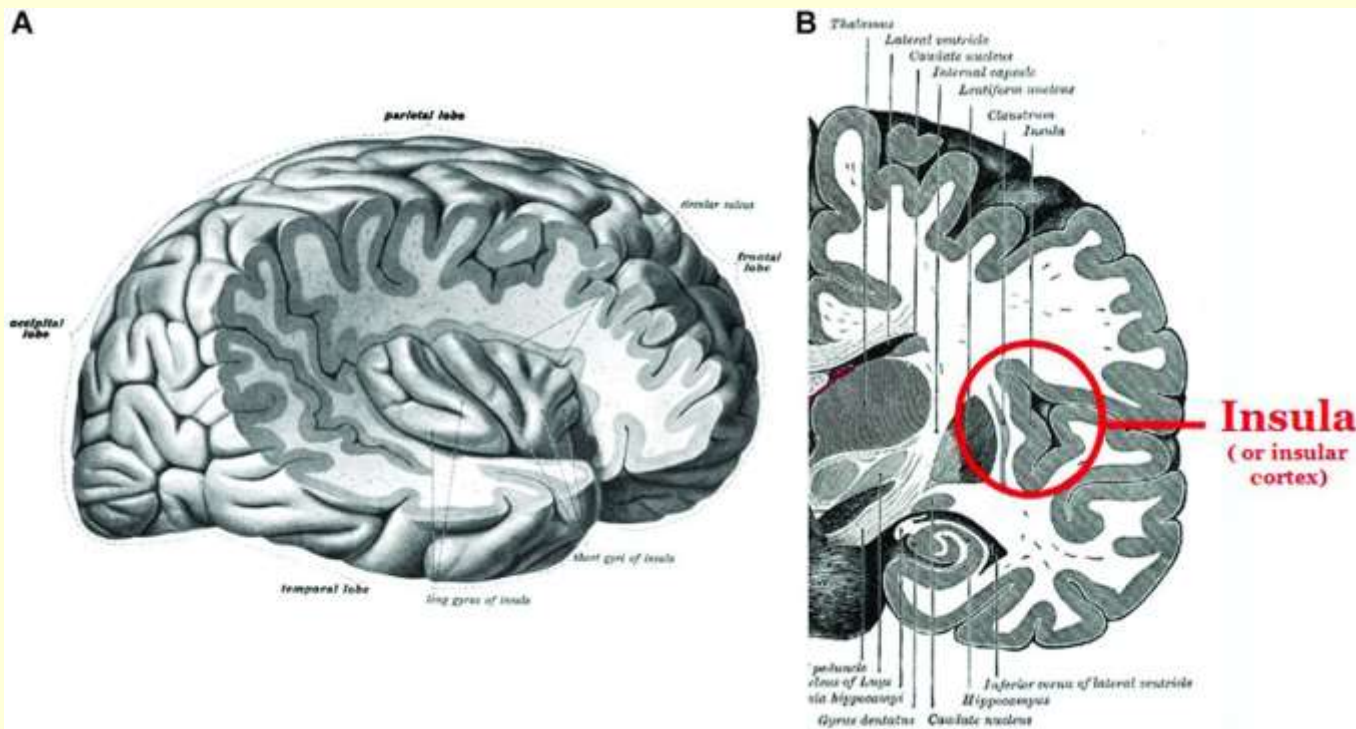
18 mars 2013

## Nos sentiments pourraient se passer de l'insula

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

Damasio publie un article dans *Nature Neuroscience* où il note que plusieurs observations ne sont pas très compatibles avec son idée première voulant que **l'insula soit la plateforme essentielle de nos émotions**

(et de nos **sentiments** (« feeling ») qui sont pour lui les **pensées conscientes** que le cerveau génère compte tenu de ce qu'il perçoit de l'état du corps) .



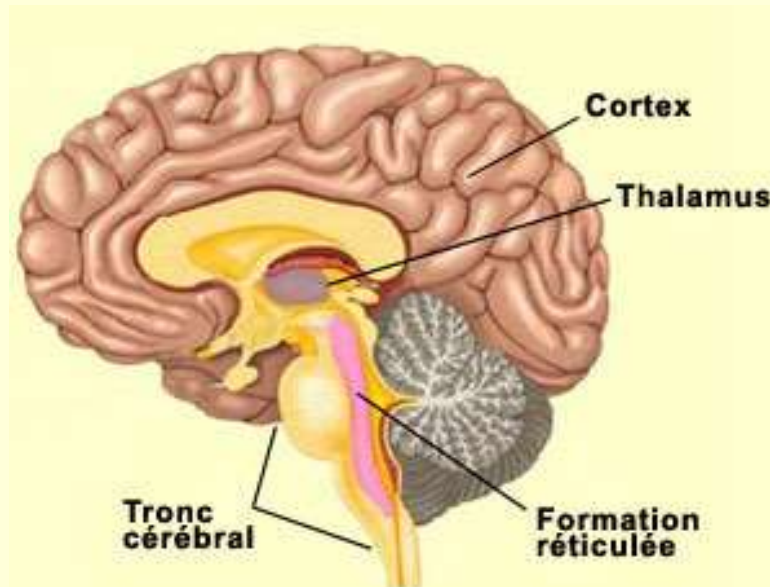
18 mars **2013**

## Nos sentiments pourraient se passer de l'insula

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

Damasio publie un article dans *Nature Neuroscience* où il note que plusieurs observations ne sont pas très compatibles avec son idée première voulant que **l'insula soit la plateforme essentielle de nos émotions**

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



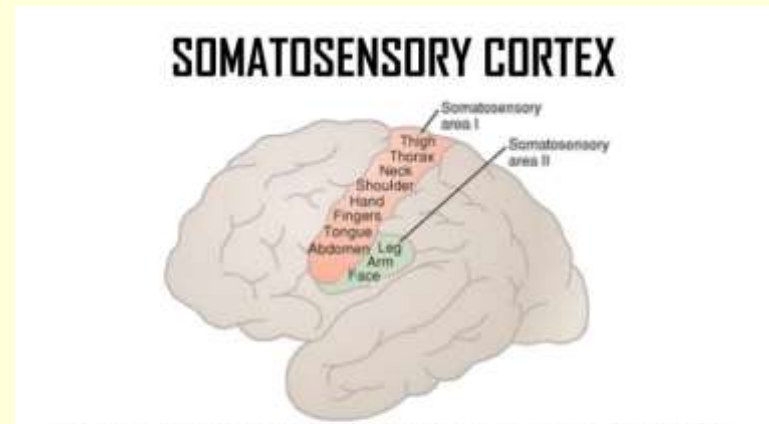
18 mars **2013**

## Nos sentiments pourraient se passer de l'insula

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

Damasio publie un article dans *Nature Neuroscience* où il note que plusieurs observations ne sont pas très compatibles avec son idée première voulant que **l'insula soit la plateforme essentielle de nos émotions**

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



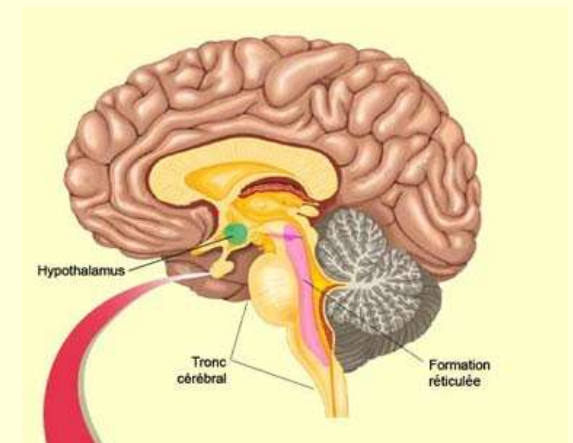
18 mars **2013**

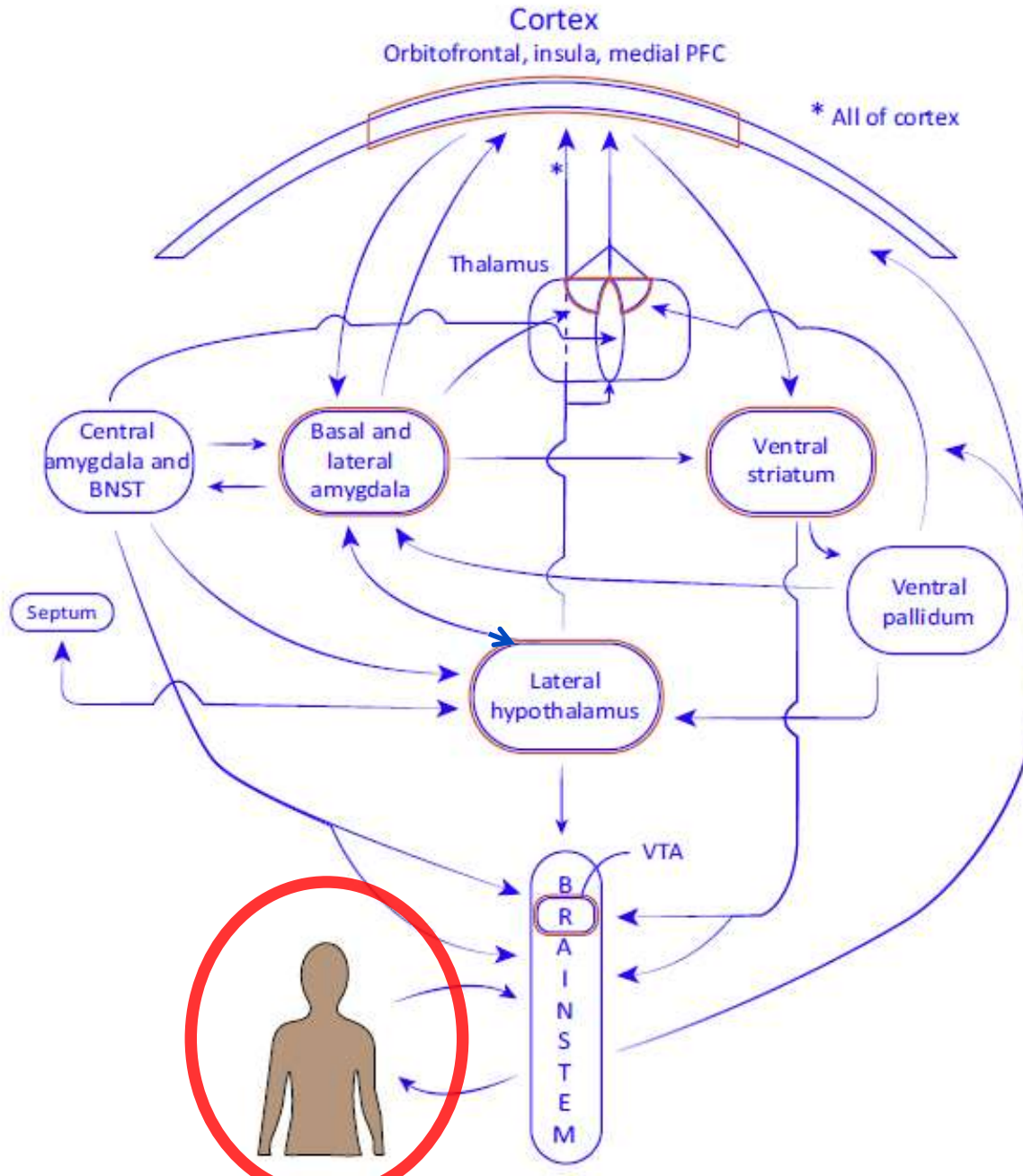
## Nos sentiments pourraient se passer de l'insula

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

Damasio publie un article dans *Nature Neuroscience* où il note que plusieurs observations ne sont pas très compatibles avec son idée première voulant que **l'insula soit la plateforme essentielle de nos émotions**

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





“Complex cognitive-emotional behaviours have their basis in dynamic coalitions of networks of brain areas,

**none of which** should be conceptualized as **specifically affective or cognitive”**

(Pessoa 2008)

# Plan du cours

Intro :

Des boucles de contrôle hors du corps, mais aussi dans le corps

Deux grands systèmes pour ces deux types de contrôle :  
nerveux et endocrinien

La signification des choses  
dépend du corps particulier qu'on doit maintenir en vie

L'origine évolutive de différentes émotions :  
sentir la valeur des choses

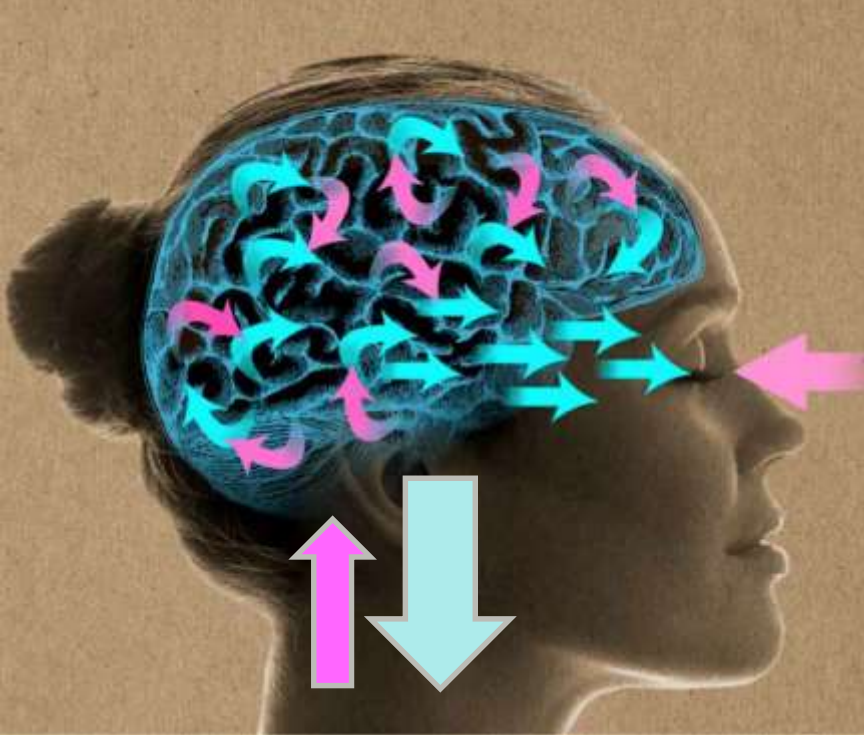
**Les émotions à la lumière du cerveau prédictif**

L'effet placebo :  
prédire qu'on va aller mieux pour vraiment aller mieux

**Après la pause et quelques questions/échanges:**

Les effets néfastes du stress chronique sur le corps-cerveau





Il devient même possible de reconsidérer les émotions à la lumière du grand cadre théorique du cerveau prédictif,

mais avec des prédictions tournées vers l'intérieur du corps.

## **Interoceptive inference, emotion, and the embodied self**

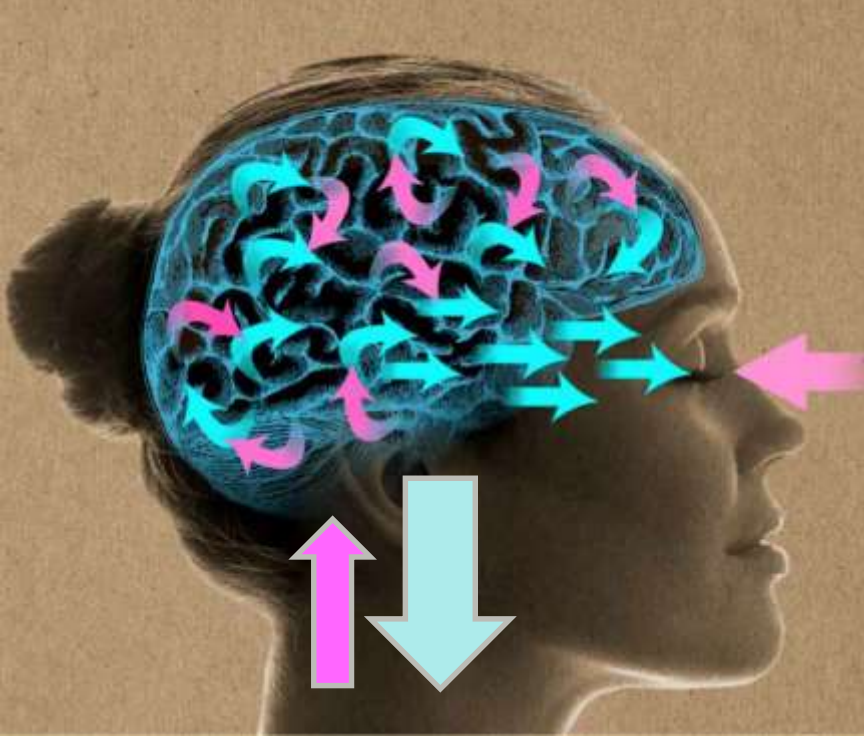
AnilK.Seth, Trends in Cognitive Sciences, November 2013, Vol.17, No.11

<https://www.fil.ion.ucl.ac.uk/~karl/Interoceptive%20inference%20emotion%20and%20the%20embodied%20self..pdf>

...**'interoceptive inference'** conceives of subjective feeling states (emotions) as **arising from actively-inferred generative (predictive) models of the causes of interoceptive afferents.**

It generalizes 'appraisal' theories that view emotions as emerging from cognitive evaluations of physiological changes.

It is hypothesised to engage an extended autonomic neural substrate with emphasis on the anterior insular cortex (AIC) as a comparator.

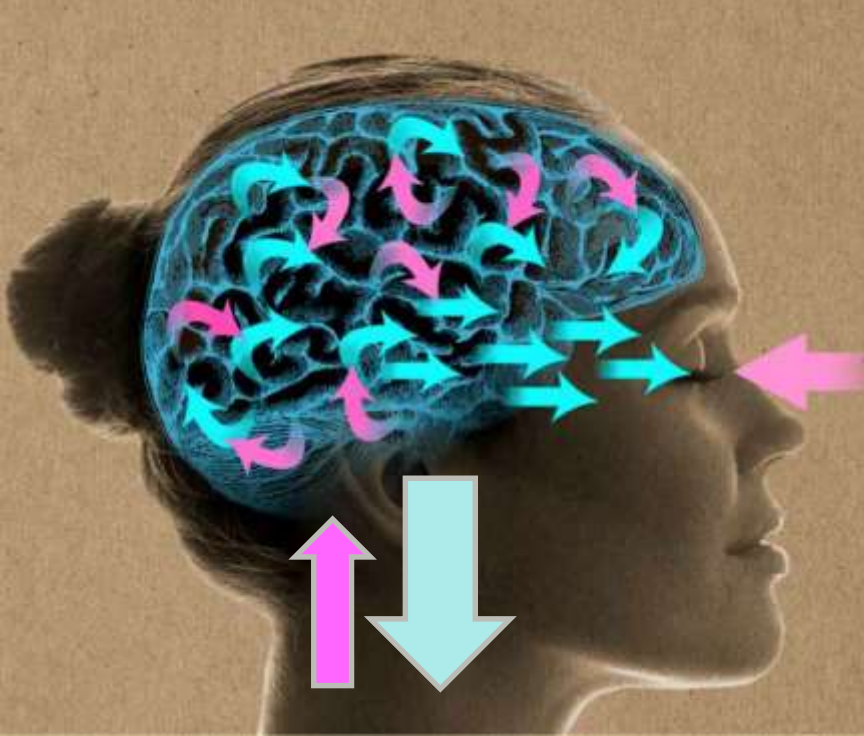


“We create our emotions from bodily sensations, past experiences, and from learning emotional concepts from our parents and cultural upbringing.

In short, our emotions are not reactions to the world, but **an invention of our brain to explain the cause of our sensations and actions.**”

- Lisa Feldman Barrett,  
director of Northeastern University's  
Interdisciplinary Affective Science Laboratory

- Notre cerveau peut donner **différentes significations** aux changements sensoriels qu’il perçoit dans notre corps **dépendamment du contexte** : si vous sentez votre cœur battre fort pendant que vous courez, ce n’est pas aussi alarmant que la même chose en lisant cette phrase, par exemple.
- L’anecdote de Barrett qui devient attirée par un garçon qui ne l’attirait pas trop durant leur premier rendez-vous suite à toutes sortes de sensations somatiques... qui s’avéreront le soir les premiers symptômes d’une grippe!



“We create our emotions from bodily sensations, past experiences, and from learning emotional concepts from our parents and cultural upbringing.

In short, our emotions are not reactions to the world, but **an invention of our brain to explain the cause of our sensations and actions.**”

- Lisa Feldman Barrett,  
director of Northeastern University's  
Interdisciplinary Affective Science Laboratory

→ Notre cerveau peut donner **différentes significations** aux changements sensoriels qu’il perçoit dans notre corps **dépendamment du contexte** : si vous sentez votre cœur battre fort pendant que vous courez, ce n’est pas aussi alarmant que la même chose en lisant cette phrase, par exemple.

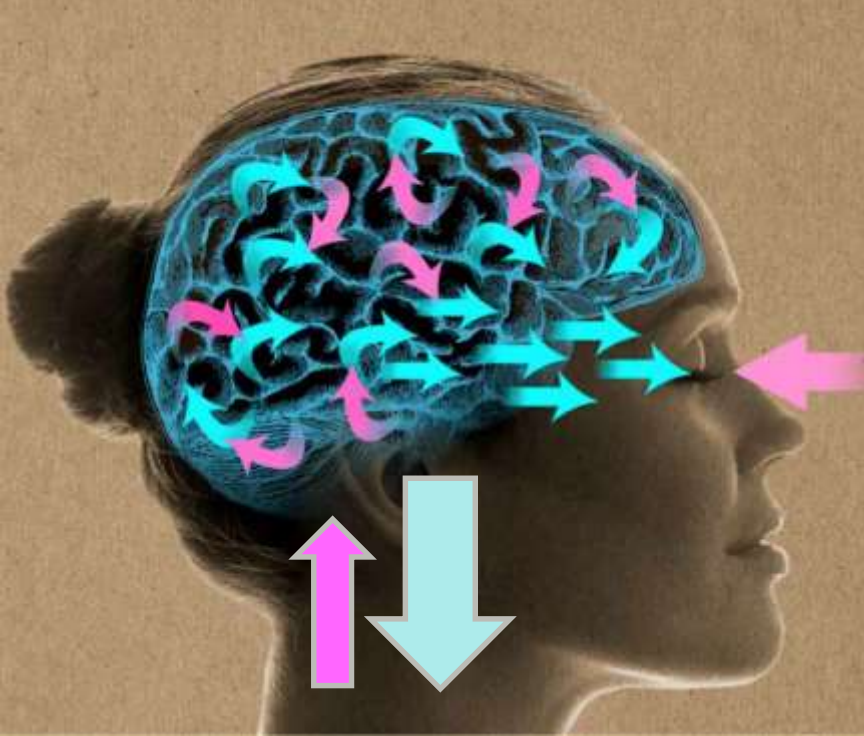
### Emotion forte et prédisposition amoureuse

<https://www.psychologie-sociale.com/index.php/fr/experiences/influence-engagement-et-dissonance/248-emotion-forte-et-predisposition-amoureuse>

### Some evidence for heightened sexual attraction under conditions of high anxiety.

Dutton, D. G.; Aron, A. P. 1974 <https://psycnet.apa.org/record/1975-03016-001>





**"From your brain's perspective,  
your body is just another source  
of sensory input,"**

**- L. F. Barrett**

[https://tonic.vice.com/en\\_us/article/qvpa5/would-someone-born-and-raised-in-solitary-have-any-emotions?utm\\_campaign=sharebutton](https://tonic.vice.com/en_us/article/qvpa5/would-someone-born-and-raised-in-solitary-have-any-emotions?utm_campaign=sharebutton)

En résumé, **tout ce qui se passe dans notre corps,  
le cerveau va en être informé en retour.**

**Et les simulations mentales que notre cerveau génère  
constamment affectent le reste du corps par toutes  
sortes de « processus descendants » bien concrets...**

**...comme l'effet placebo !**

# Plan du cours

Intro :

Des boucles de contrôle hors du corps, mais aussi dans le corps

Deux grands systèmes pour ces deux types de contrôle :  
nerveux et endocrinien

La signification des choses  
dépend du corps particulier qu'on doit maintenir en vie

L'origine évolutive de différentes émotions :  
sentir la valeur des choses

Les émotions à la lumière du cerveau prédictif

L'effet placebo :  
prédire qu'on va aller mieux pour vraiment aller mieux

**Après la pause et quelques questions/échanges:**

Les effets néfastes du stress chronique sur le corps-cerveau

## L'effet placebo :

“the most replicated experiment in the history of science.”

Du latin « je plairai », le terme **placebo** vient des protocoles visant à tester de nouveaux médicaments.



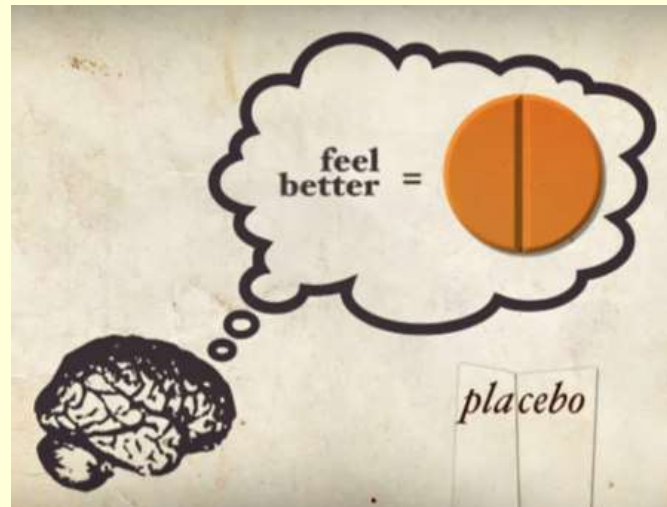
Lors de ces tests pharmacologiques, on compare toujours deux groupes de patients pour voir si le médicament est efficace : un premier groupe qui reçoit le médicament, et un autre groupe qui reçoit une pilule en tout point semblable, **mais ne contenant pas la molécule active du médicament.**

Si la comparaison des mesures effectuées sur les deux groupes montre ensuite une différence significative en faveur du groupe qui a reçu le médicament, alors on peut affirmer que celui-ci a un réel effet physiologique.

Mais voilà qu'en appliquant ce protocole, on s'est aperçu d'un phénomène pour le moins surprenant : **la substance considérée comme inerte avait parfois des effets bénéfiques en rapport avec les effets « attendus »** de l'administration du médicament.



En d'autres termes, les patients qui croyaient avoir pris le médicament, mais n'avaient eu que du sucre, **allaient mieux** !



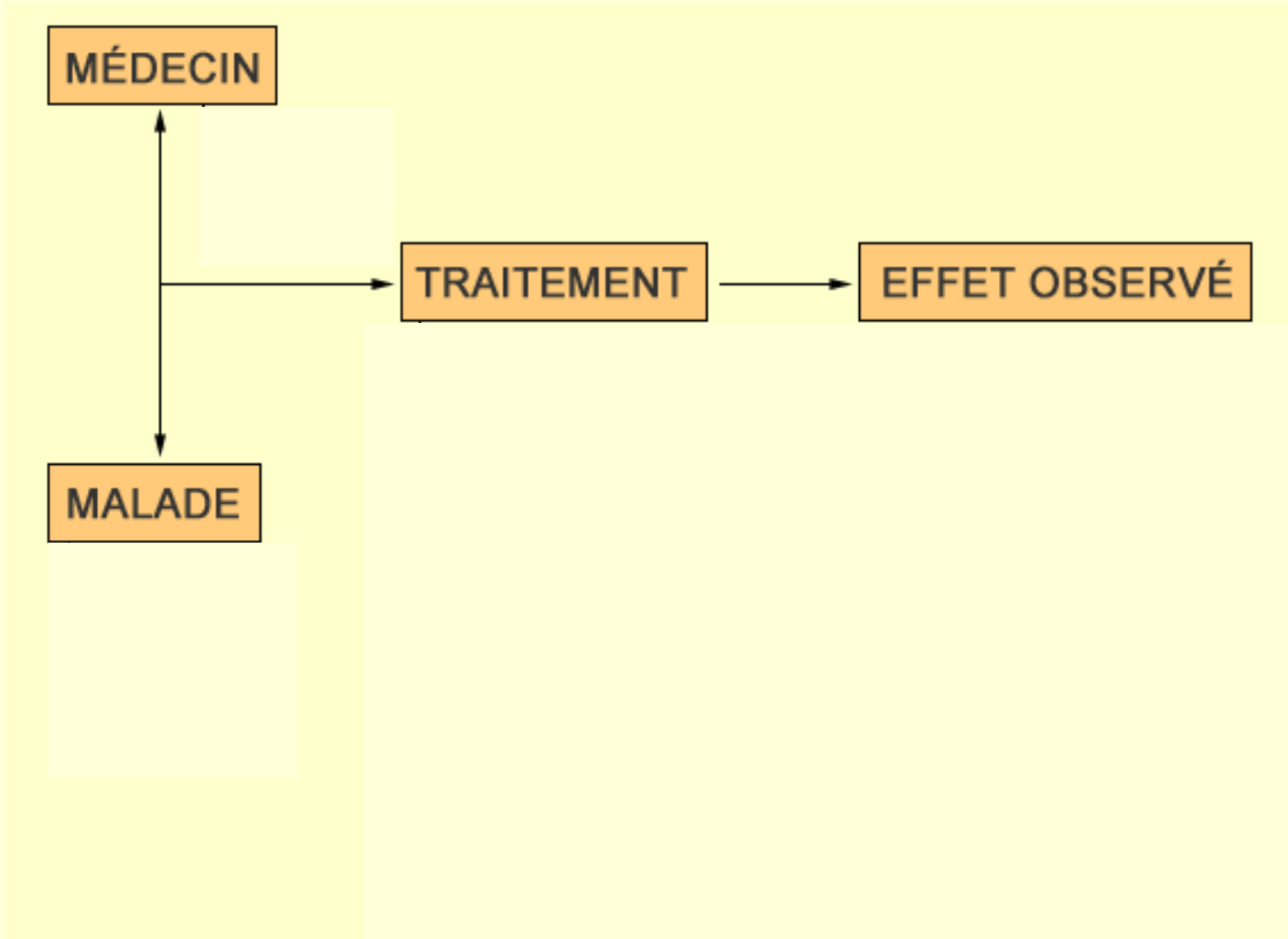
**L'effet placebo se fonde donc sur une tromperie, ou plutôt, auto-tromperie, car tout part de la conviction du patient que le traitement qui lui est administré sera efficace.**

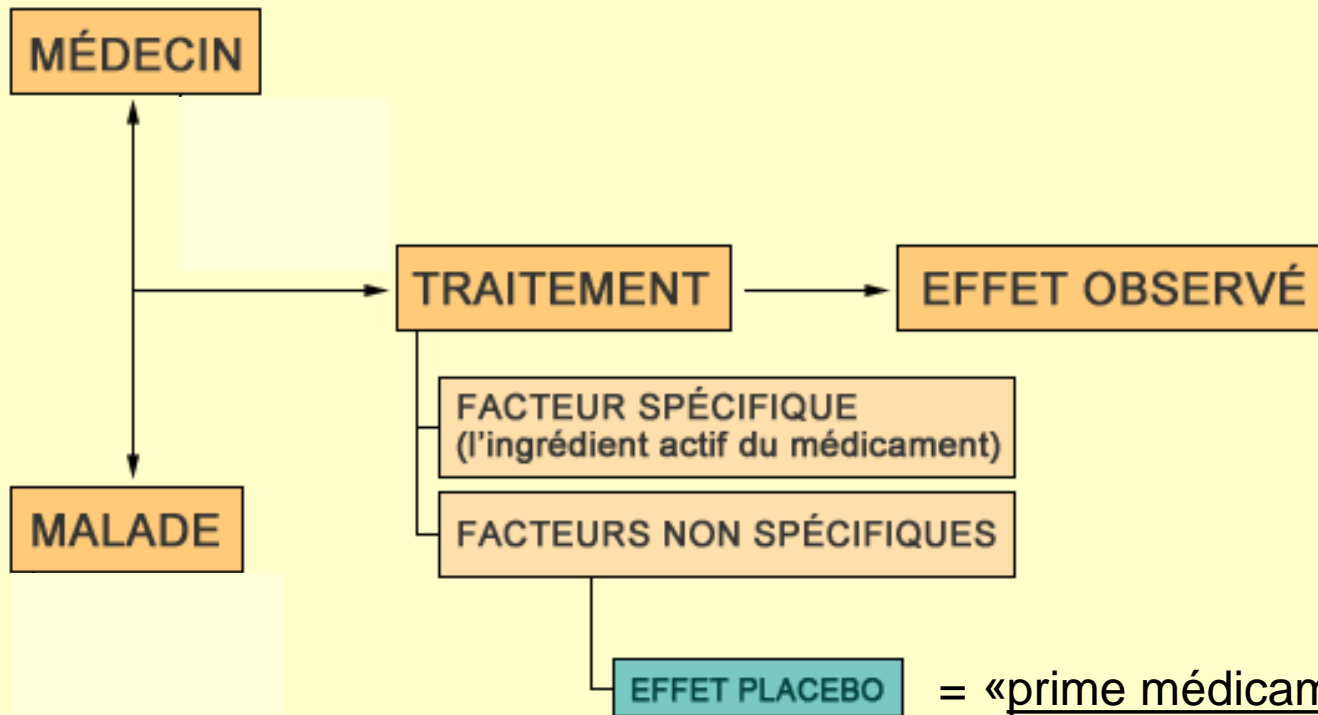
Mais comment une simple **pensée** générée dans le **cerveau** peut-elle avoir un effet sur le **corps** ?

Ce dont on a parlé jusqu'ici dans cette présentation n'y est pas étranger...

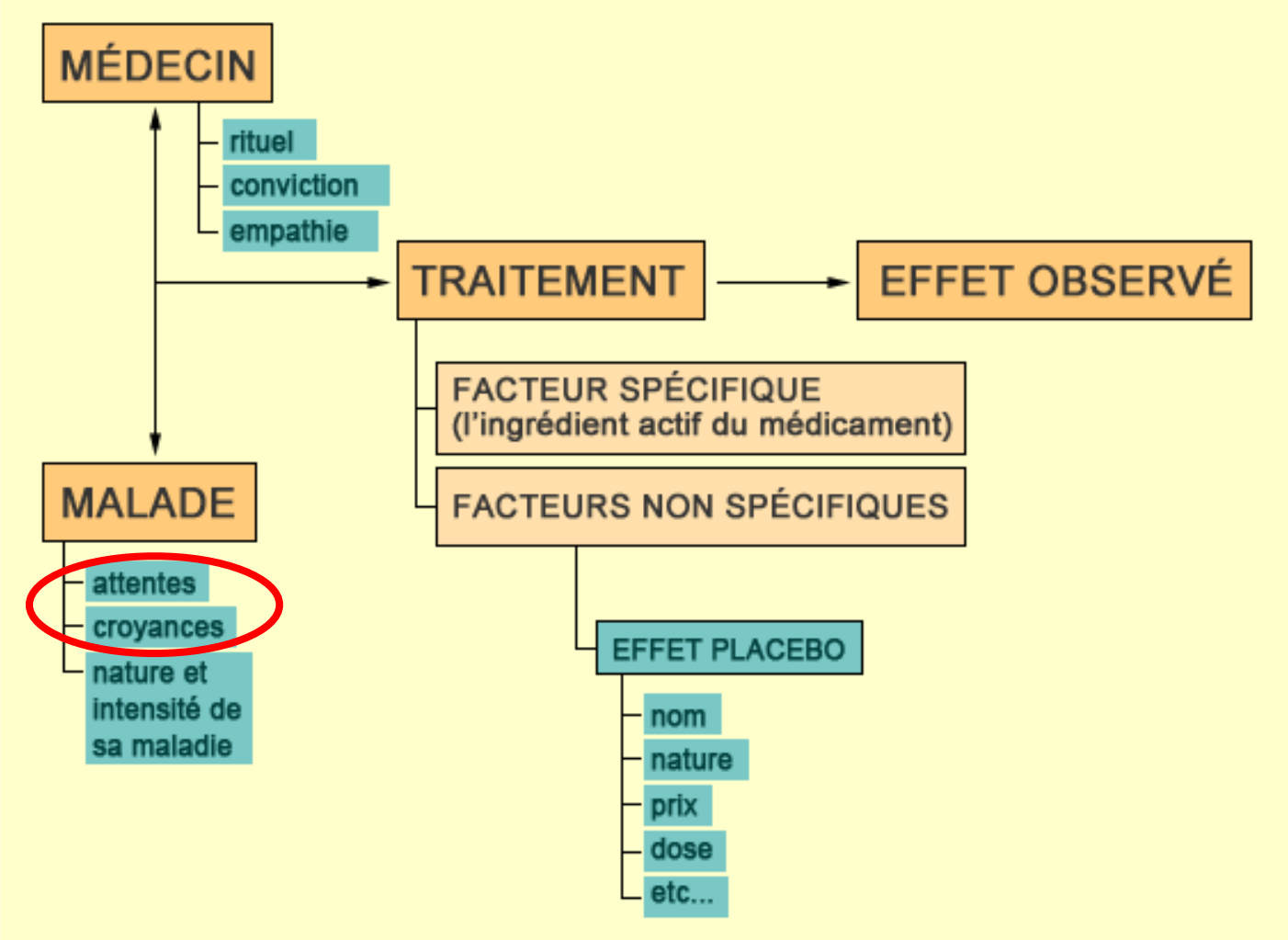


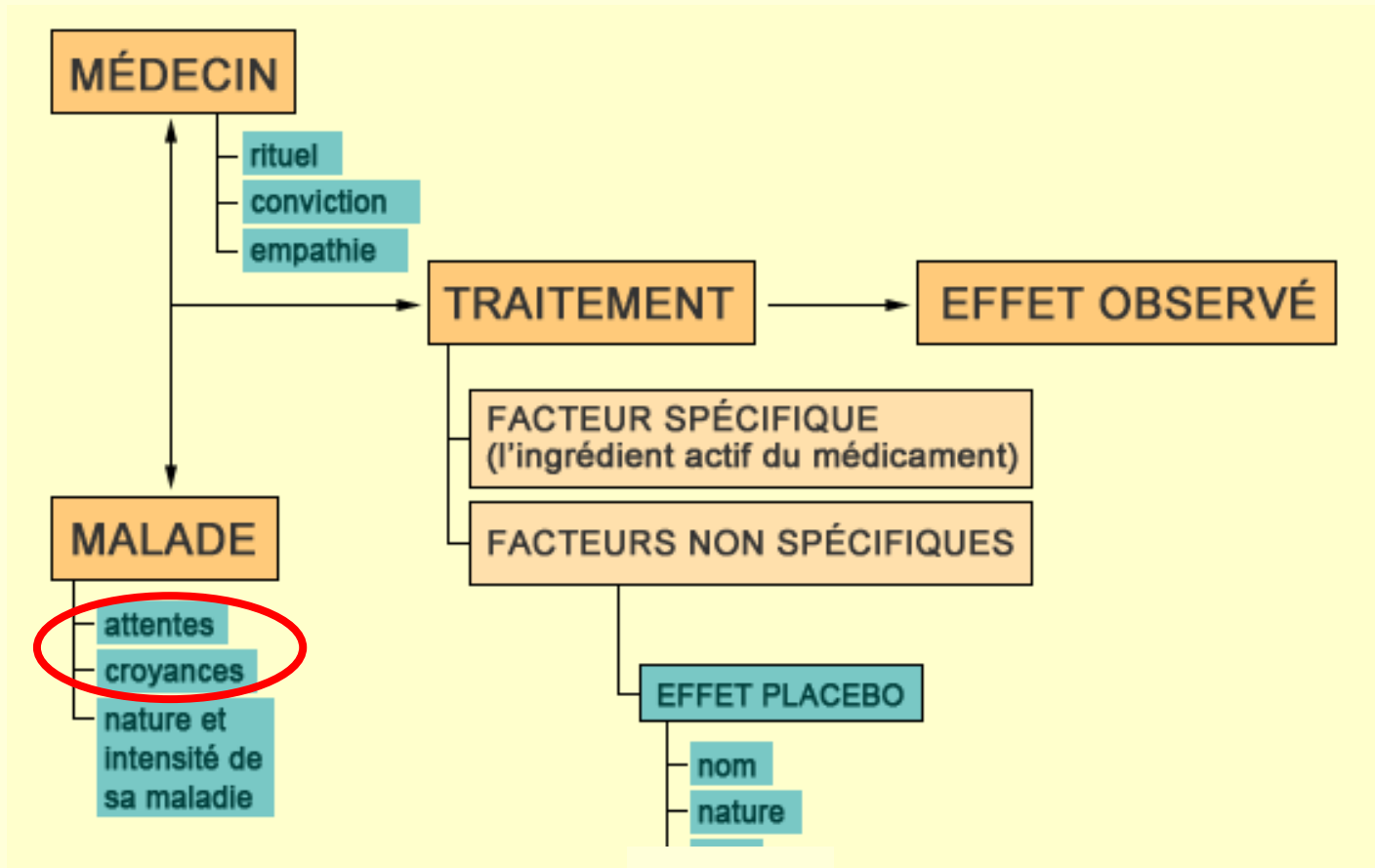
L'effet placebo s'inscrit dans un acte thérapeutique complexe.





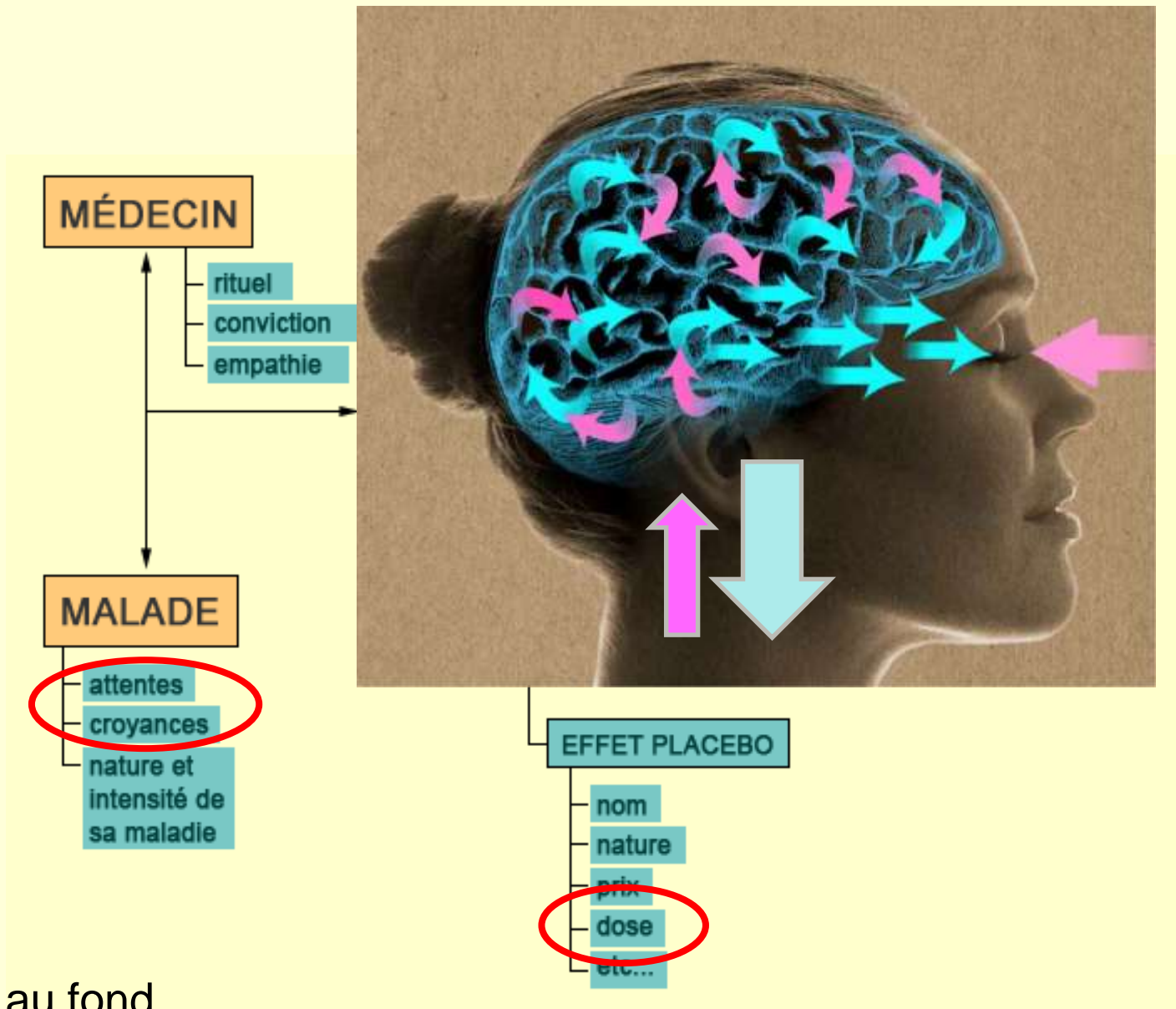
**EFFET PLACEBO** = «prime médicamenteuse»  
qui, en s'ajoutant aux effets spécifiques de l'ingrédient actif d'un médicament, peut augmenter considérablement l'efficacité de celui-ci.





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.



Car au fond,  
« **avoir des attentes** » n'est-ce pas un peu « **faire des prédictions** » ?

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.



# Tripping on nothing: placebo psychedelics and contextual factors

Jay A. Olson<sup>1</sup> · Léah Suissa-Rocheleau<sup>2</sup> · Michael Lifshitz<sup>3</sup> · Amir Raz<sup>1,4</sup> · Samuel P. L. Veissière<sup>1,5</sup>

Psychopharmacology, **16 January 2020**

[https://www.researchgate.net/publication/338675819\\_Tripping\\_on\\_nothing\\_Placebo\\_psychedelics\\_and\\_contextual\\_factors](https://www.researchgate.net/publication/338675819_Tripping_on_nothing_Placebo_psychedelics_and_contextual_factors)

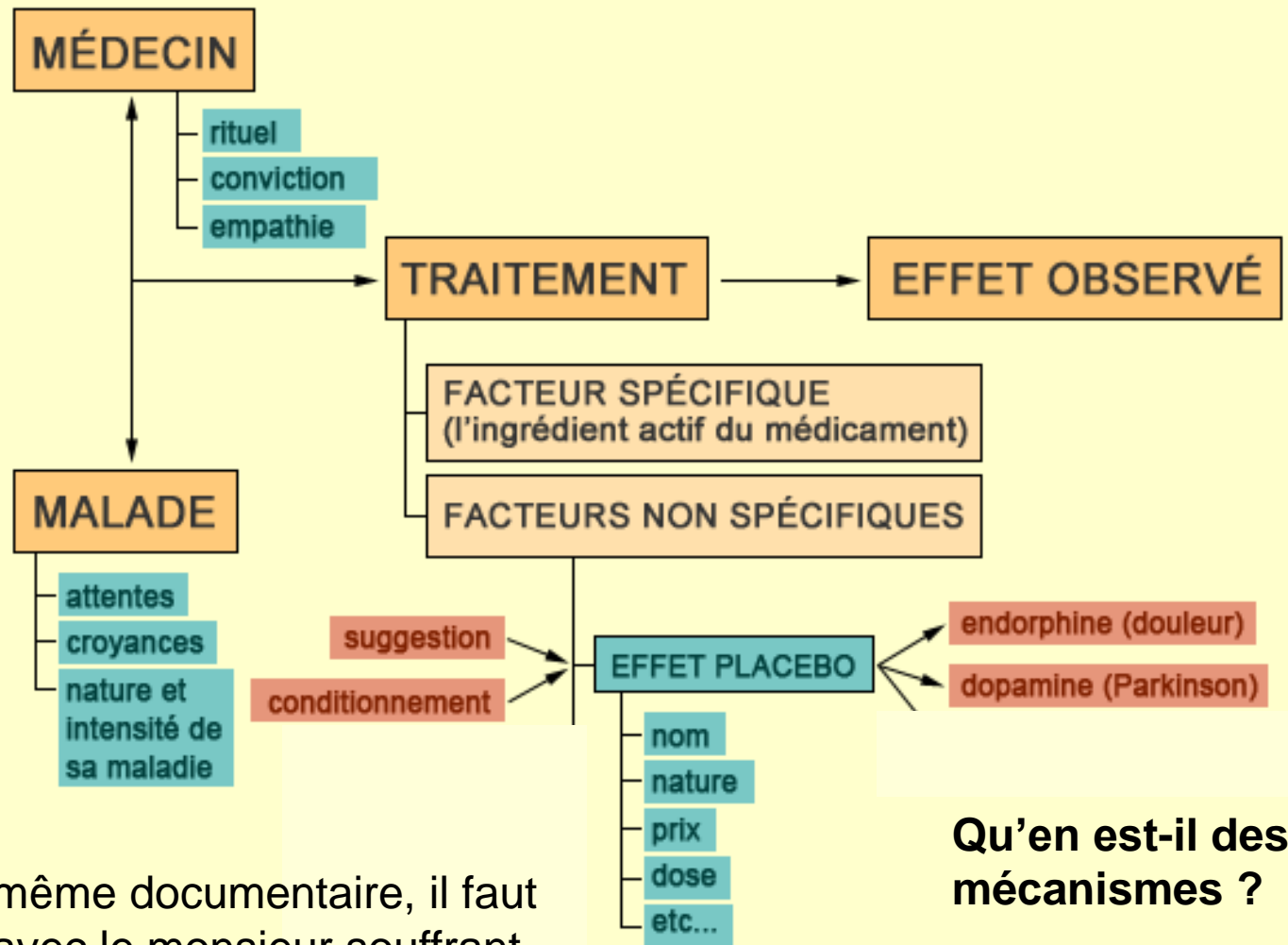
On a donné à 33 étudiants un comprimé en leur disant que c'était de la **psilocybine**, une molécule **hallucinogène** dont on voulait voir si elle avait un effet sur la créativité.

Et on leur a dit que leur état de conscience risquait fort d'être modifié dans les heures qui allaient suivre.

**Mais tous ont reçu un placebo.**

Puis les étudiants ont participé à une « *fête psychédélique typique* » (peintures aux murs, DJ, lumière colorée, projections visuelles, etc).

**61 % des participants ont signalé des répercussions sur leur état psychique**, allant de légers changements à des effets similaires à la prise d'une dose modérée ou élevée d'une substance psychédélique réelle (peinture qui bouge sur les murs, impression que la gravité est plus ou moins forte, etc.)



Qu'en est-il des mécanismes ?

→ Toujours dans le même documentaire, il faut voir la séquence avec le monsieur souffrant de **Parkinson** qui va mieux à partir du moment où on crée une attente qu'il peut avoir « de bonnes chances » de tomber dans la cohorte qui reçoit le traitement (alors que tout le monde reçoit des placebos...)

→ L'analogie avec l'enfant et le cadeau convoité à Noël

→ les enfants : très sujet à l'effet placebo (le Band-Aid...)



# How Placebos Change the Patient's Brain,

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

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

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 pour la douleur

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](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 n'y aurait pas UN effet placebo mais DIFFÉRENTS TYPES d'effets placebo avec des **mécanismes très variés**;

Pour le soulagement de la **douleur** par effet placebo, il y a au moins deux mécanismes de connus :

- un qui implique les **opioïdes** endogènes (endorphines, etc.)
- un qui implique les **cannabinoïdes** endogènes (anandamide)

Même choses pour les **migraines causées par les hautes altitudes** : plusieurs mécanismes d'action de l'effet placebo ont été découverts.

*[Placebo Effects: Understanding the mechanisms in health and disease](#)* by Fabrizio Benedetti

*[The Patient's Brain: The neuroscience behind the doctor-patient relationship](#)* by Fabrizio Benedetti

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

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

**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.

Et derrière nos motivations,  
il y a des « **émotions** »,  
donc des **liens intimes avec le corps...**

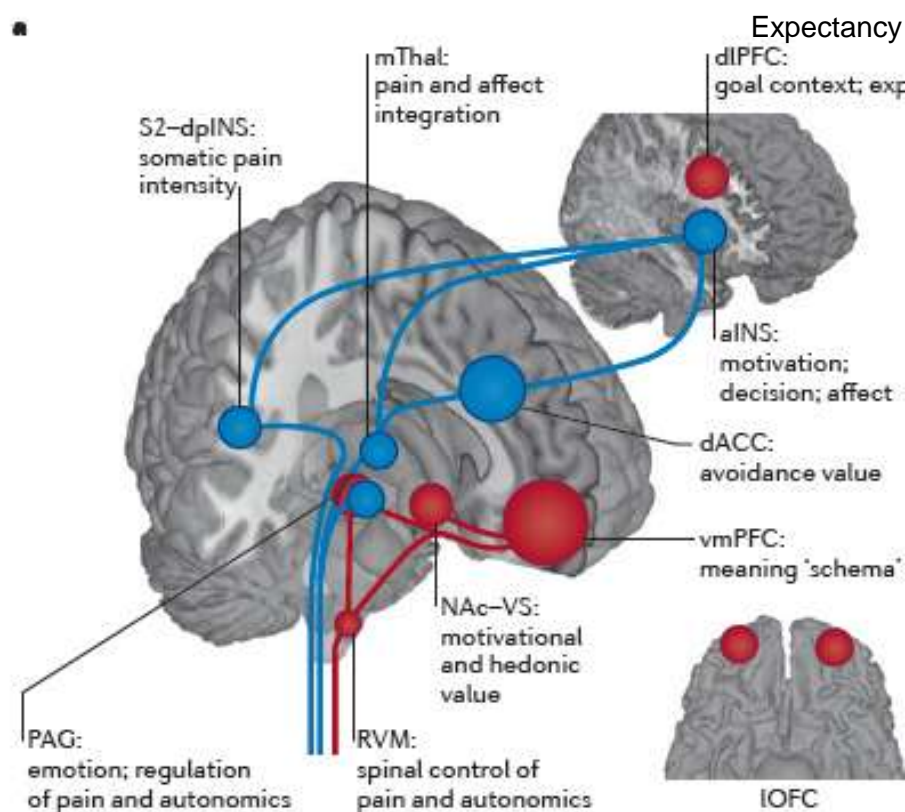


Figure 3 | The neurophysiology of placebo analgesia. a | An overview of the brain regions involved in the placebo effects on pain and their potential functions in this context. The areas shown in blue respond to painful stimuli and, on that basis, are expected to show reduced responses to pain after 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

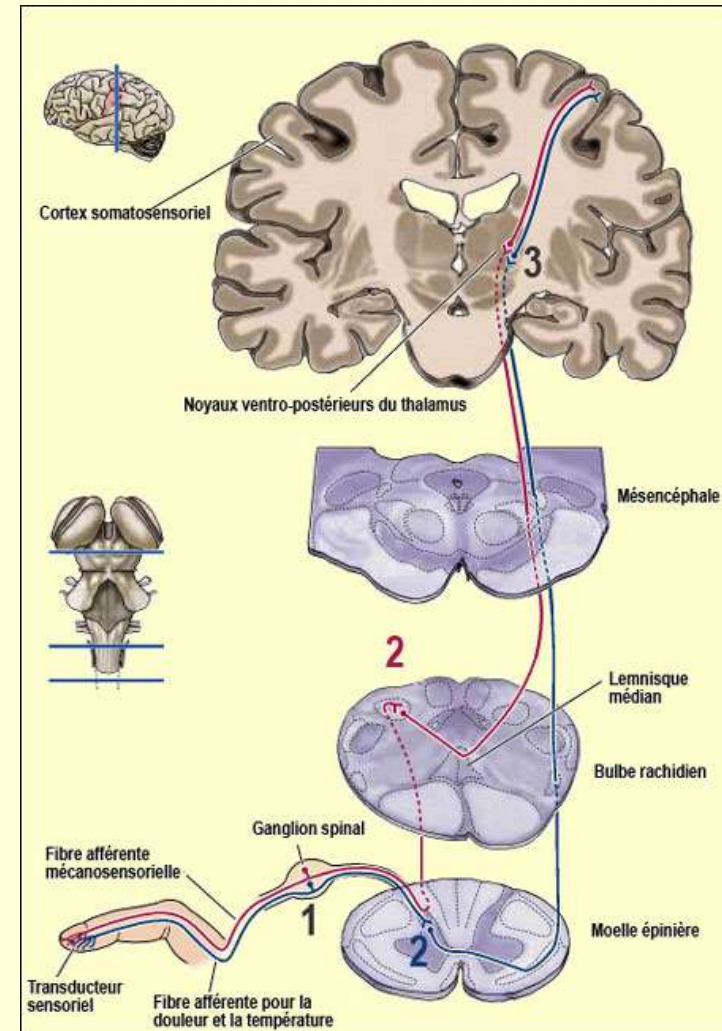
Les régions cérébrales impliquées dans les phénomènes placebo ont donc **des voies de communication privilégiées avec le reste du corps.**

Comme celles qui **activent les voies inhibitrices descendantes de la douleur** dans la moelle épinière, par exemple.

La réponse placebo semble ainsi être un cas typique de contrôle « de haut en bas » (« top down »).

(ou de « prédiction » des états corporels, pour le dire dans le vocabulaire du cerveau prédictif)

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

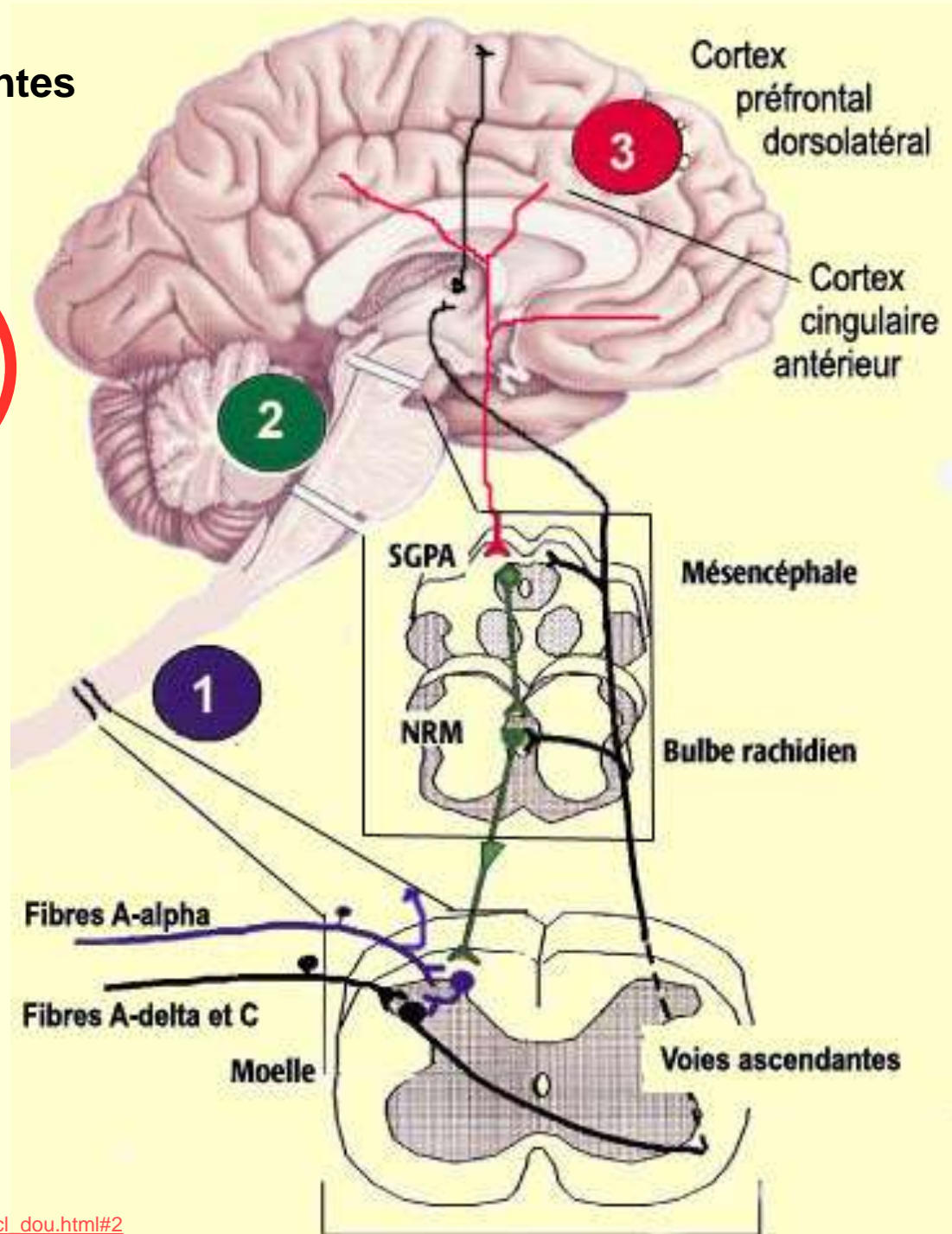


## Voies inhibitrices descendantes de la douleur

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

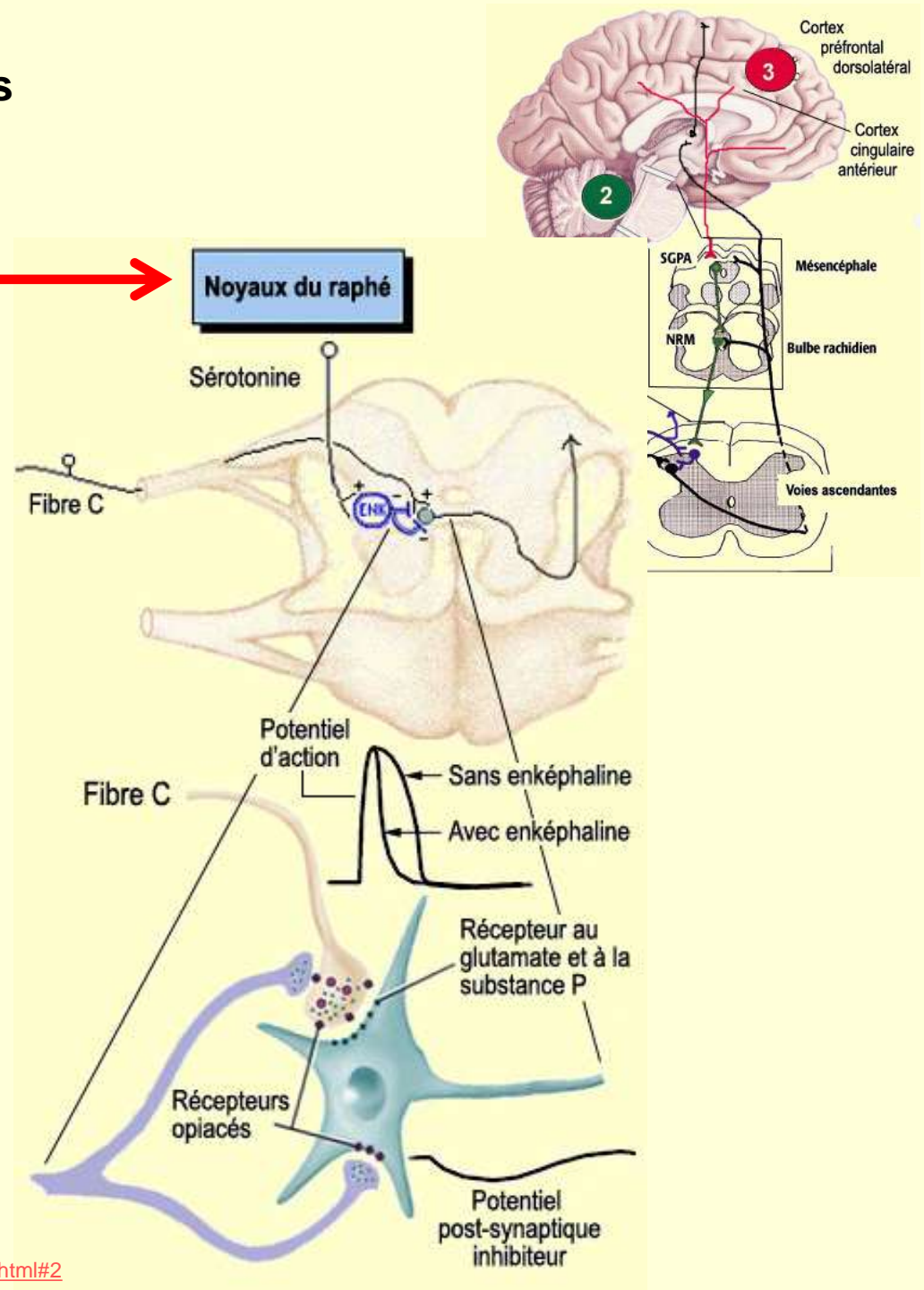




# Voies inhibitrices descendantes de la douleur

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

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



# Plan du cours

Intro :

Des boucles de contrôle hors du corps, mais aussi dans le corps

Deux grands systèmes pour ces deux types de contrôle :  
nerveux et endocrinien

La signification des choses  
dépend du corps particulier qu'on doit maintenir en vie

L'origine évolutive de différentes émotions :  
sentir la valeur des choses

Les émotions à la lumière du cerveau prédictif

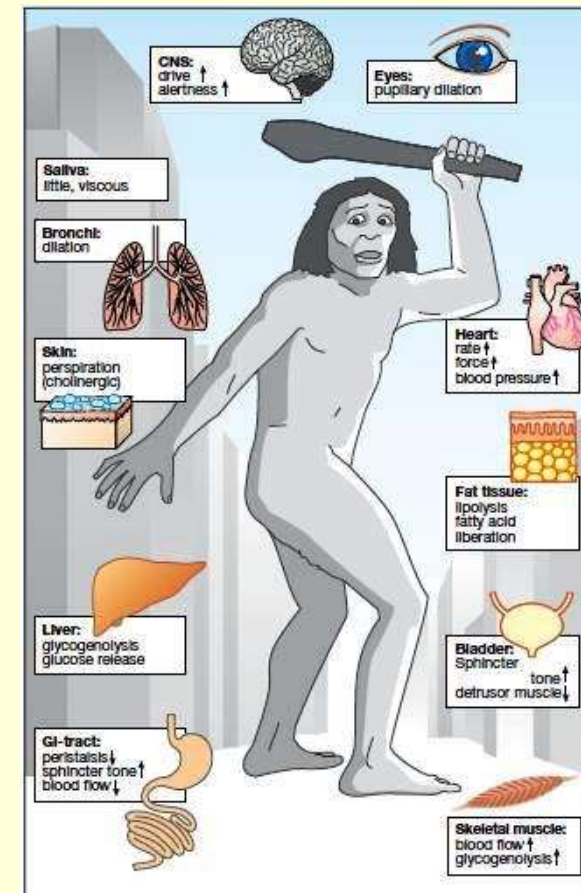
L'effet placebo :  
prédire qu'on va aller mieux pour vraiment aller mieux

**Après la pause et quelques questions/échanges:**

**Les effets néfastes du stress chronique sur le corps-cerveau**

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

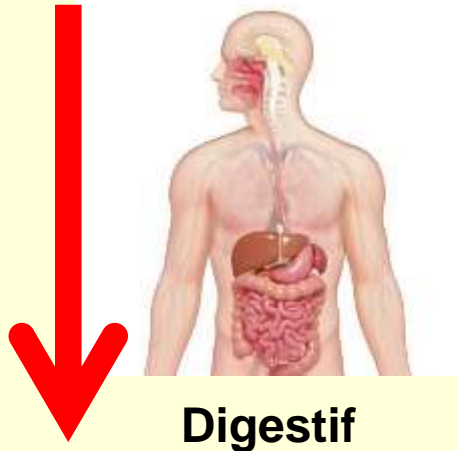
Que ce soit pour **fuir** ou, s'il ne peut pas, pour **se battre**, il y aura de vastes remaniements nerveux et hormonaux chez l'individu menacé pour allouer le plus de ressources possible aux muscles et au système cardiorespiratoire.



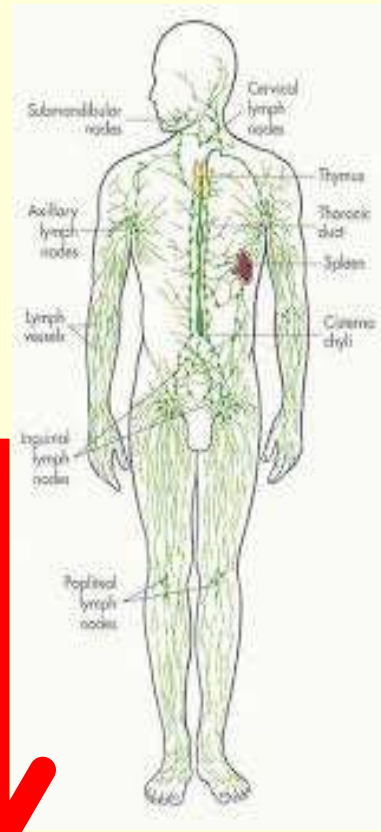
A. Responses to sympathetic activation

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.

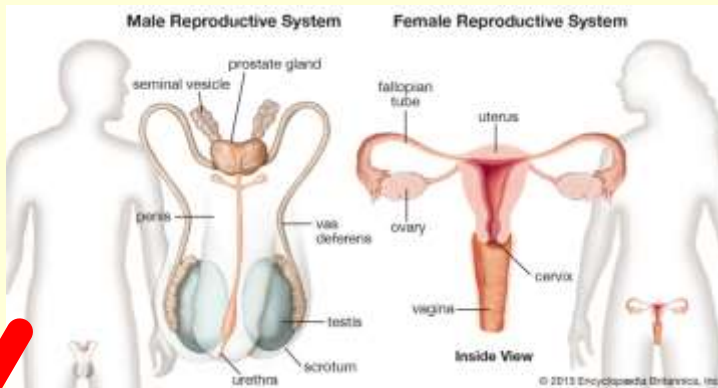
Cela aura peu d'effet si la fuite ou la lutte élimine la présence du prédateur et que tout revient à la normale après ce stress de **courte durée** (ou « stress aigu »).



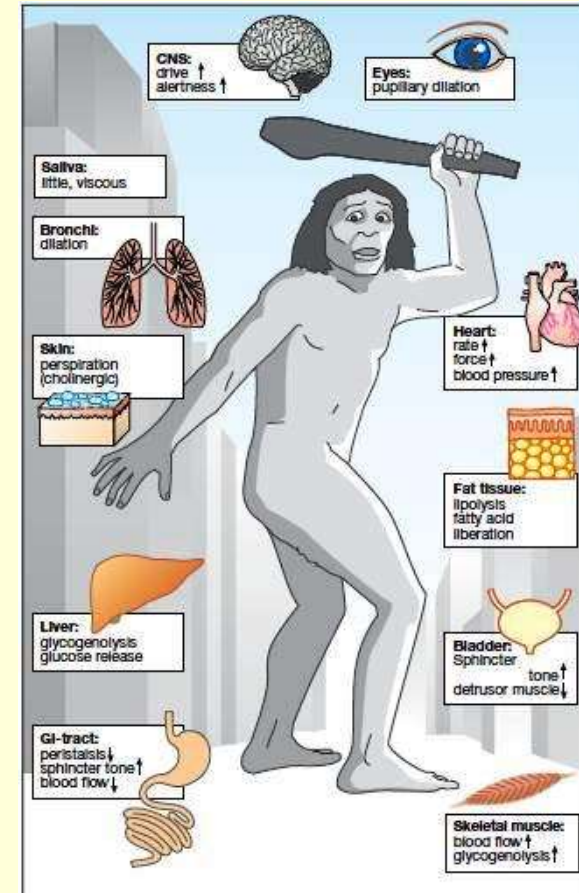
**Digestif**



**Immunitaire**



**Reproducteur**



A. Responses to sympathetic activation



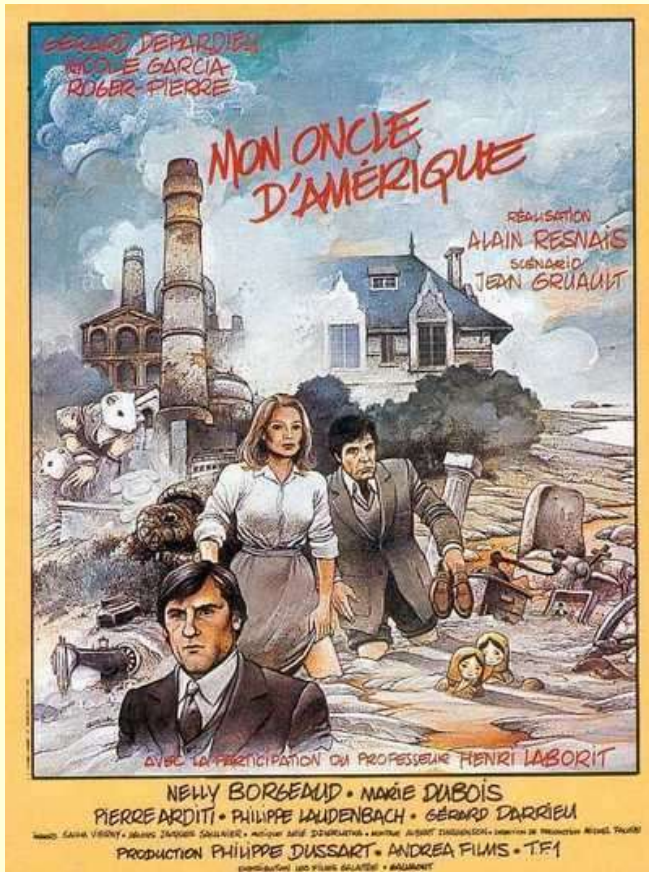
Même chose dans une troisième situation où un rongeur traversant un champ ouvert, par exemple, aperçoit un oiseau de proie au-dessus de lui.

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

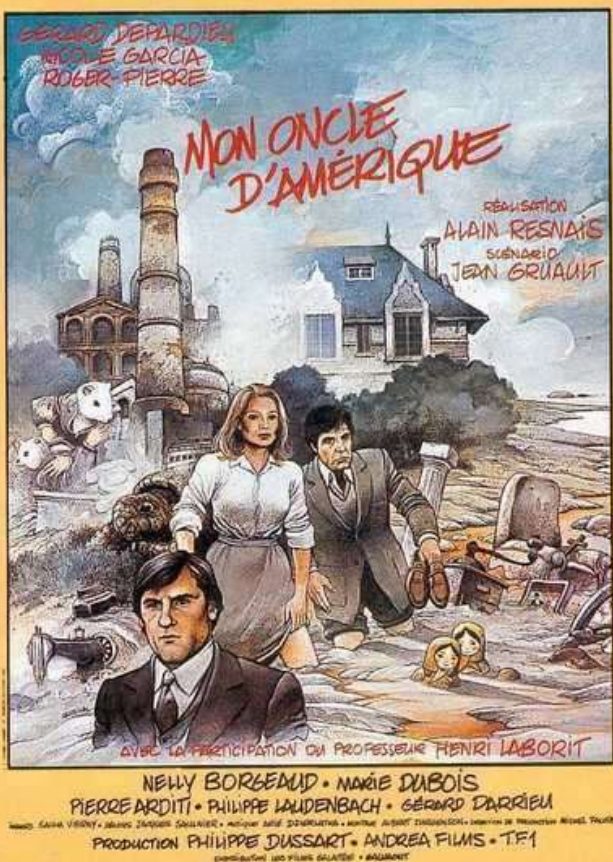
Si c'est le cas, encore une fois le stress **aigu** ne dure pas et le rongeur en est quitte pour une bonne frousse.

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



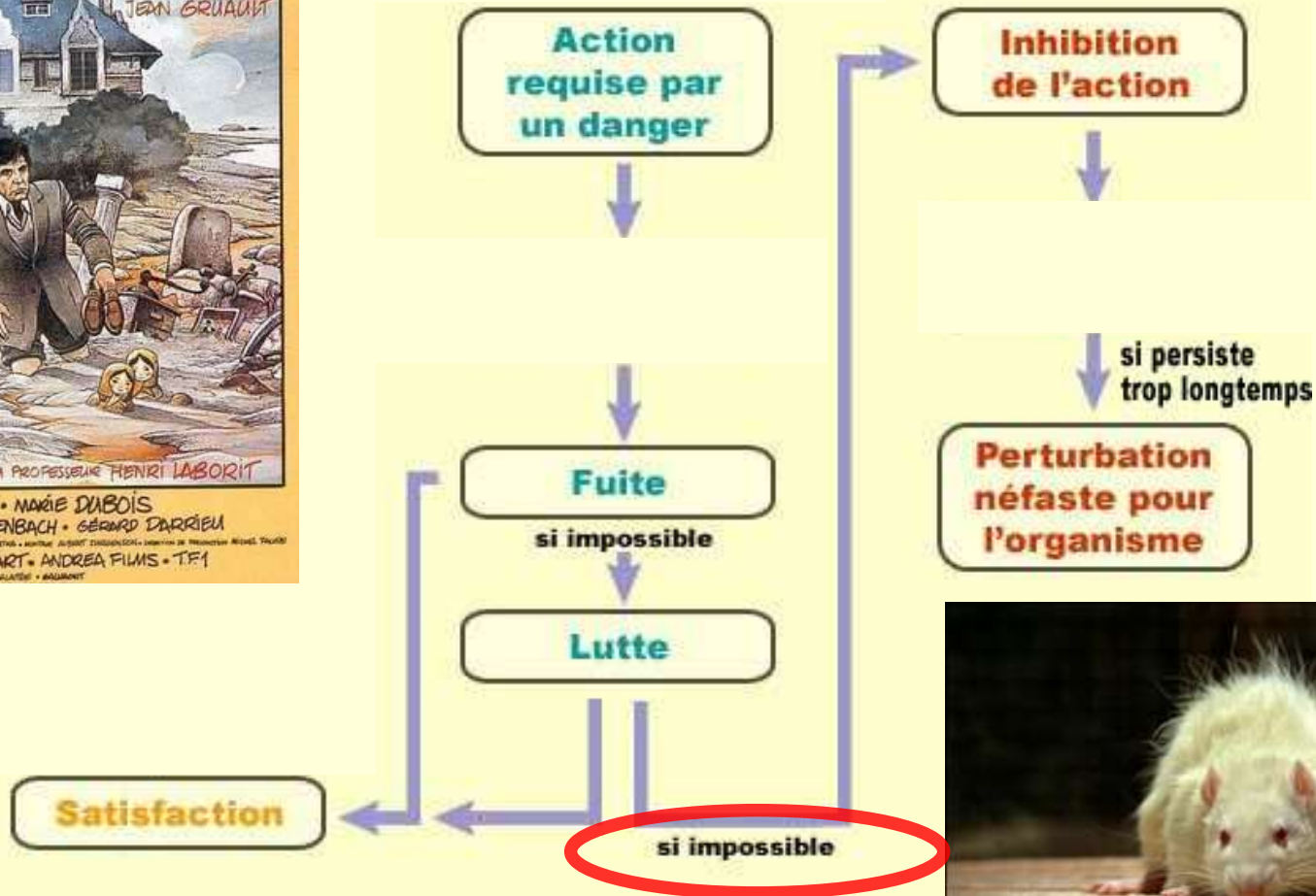
Fuite  
si impossible



Lutte

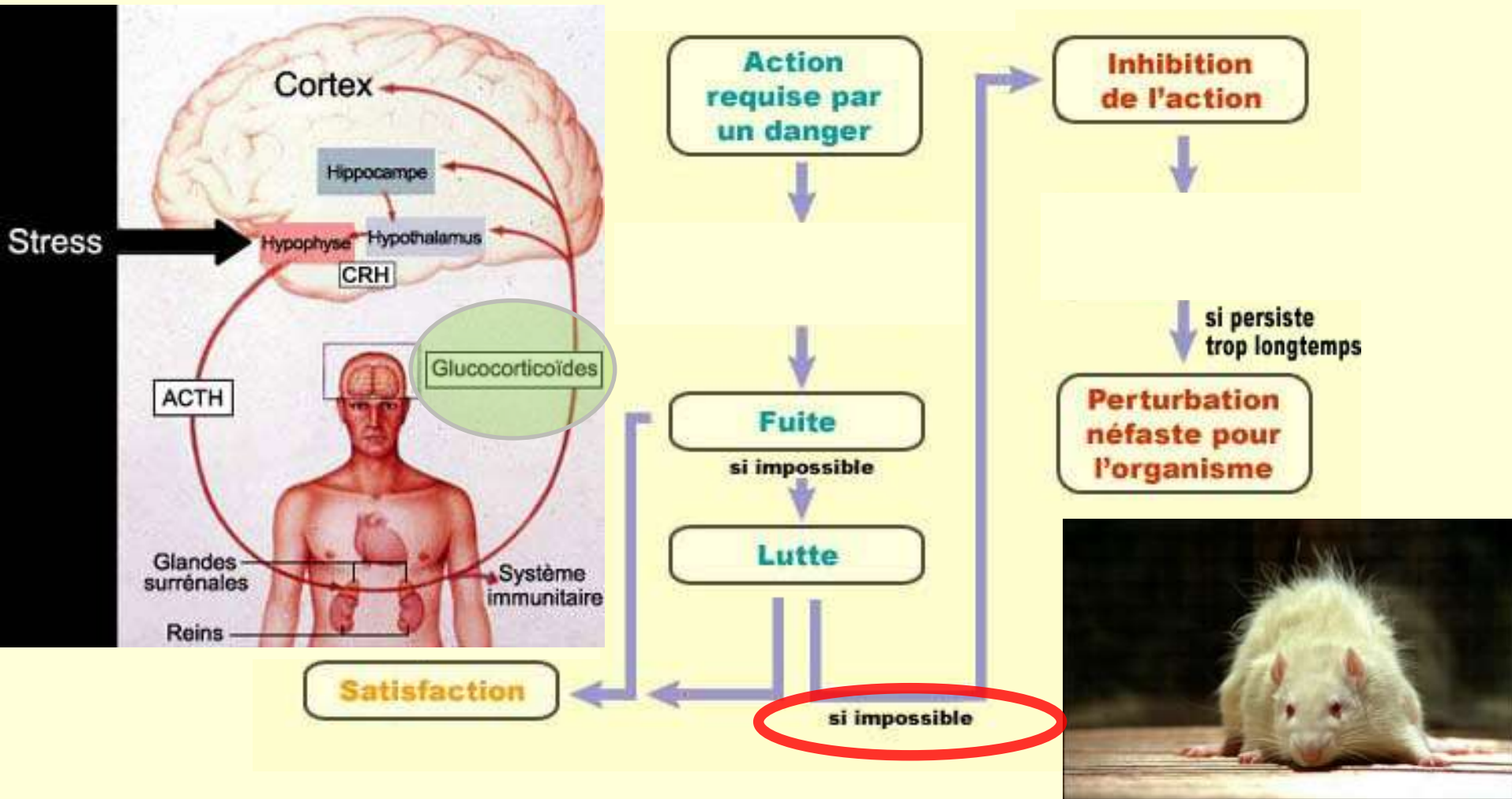
Satisfaction







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

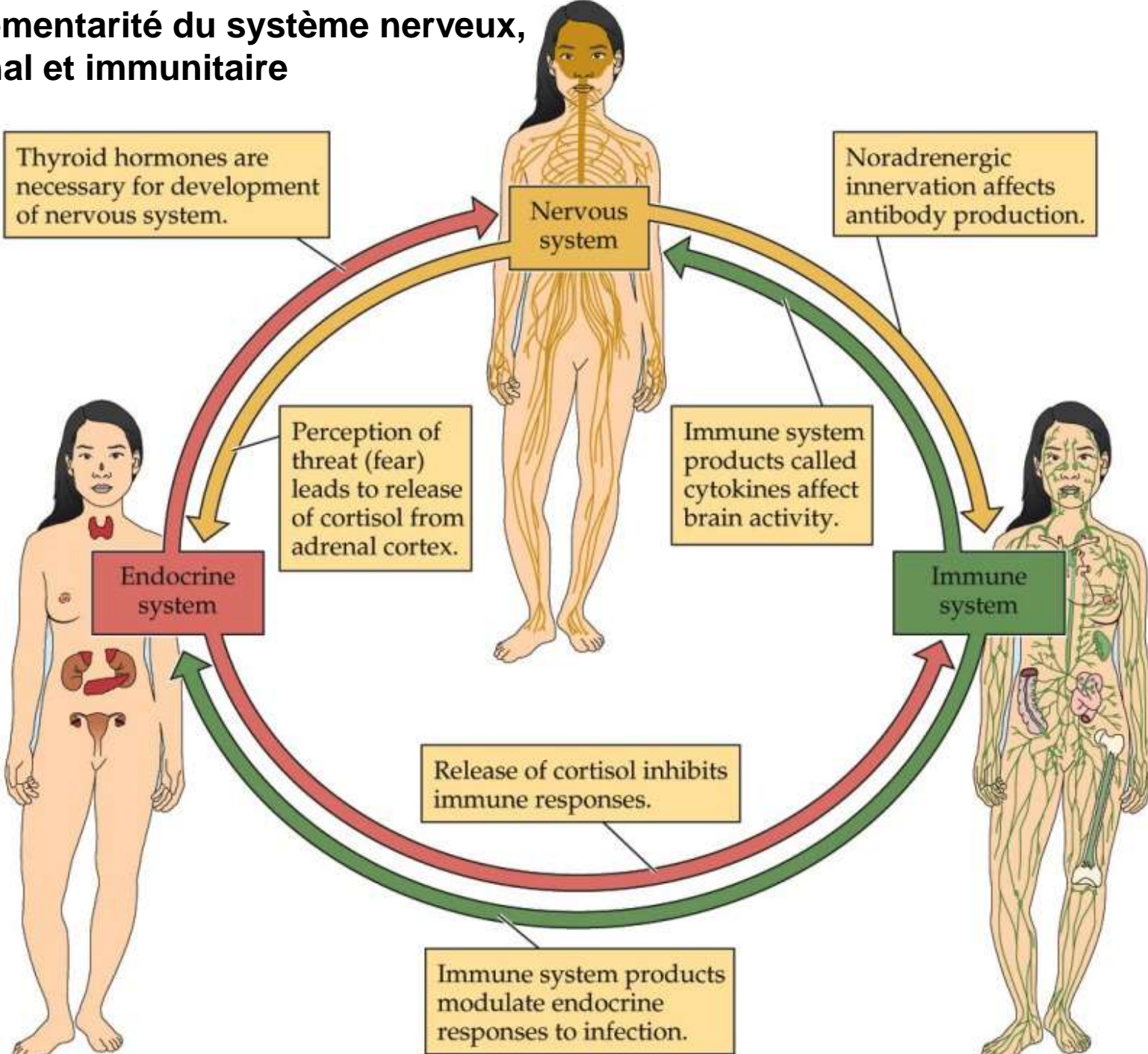


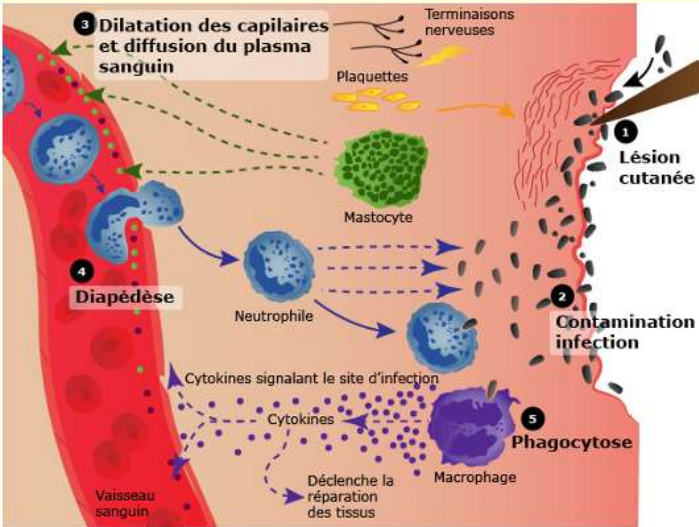


Les **ressources** moindres allouées durant un stress chronique au système immunitaire lui feront alors un tort considérable et ouvrira la porte à de nombreuses pathologies.



# Complémentarité du système nerveux, hormonal et immunitaire





**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...**

→ Exemple d'étude récente sur le stress et **les fonctions immunitaires**

## **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>

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

Ce qui nous ramène à **l'inhibition de l'action chez l'humain** où les hiérarchies sont souvent très présentes dans notre vie sociale.



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)

“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

# 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**...





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

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 !).

[ séance #10,  
le 17 juin prochain ]



Et pour cela, faut d'abord s'interroger sur le **langage**, ce qu'il nous permet de faire en termes de coordination ou de manipulation des comportements,

et comment il nous donne relativement **peu accès à l'essentiel** de nos émotions et motivation à l'origine de ces comportements.

[ **séance #9, le 20 mai prochain** ]



**Merci !**