

Cerveau, corps, conscience et environnement : l'apport des sciences cognitives

« École des profs de philosophie »
Collège de Maisonneuve

20 janvier 2021



LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

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

Recherche -> site + blogue

www.lecerveau.mcgill.ca

Principes fondamentaux



Du simple au complexe

- ➔ Anatomie des niveaux d'organisation
- ➔ Fonction des niveaux d'organisation



Le bricolage de l'évolution

- ➔ Notre héritage évolutif



Le développement de nos facultés

- ➔ De l'embryon à la morale



Le plaisir et la douleur

- ➔ La quête du plaisir
- ➔ Les paradis artificiels
- ➔ L'évitement de la douleur



Les détecteurs sensoriels

- ➔ La vision



Le corps en mouvement

- ➔ Produire un mouvement volontaire

Nouveau! "L'école des profs"

Fonctions complexes



Au coeur de la mémoire

- ➔ Les traces de l'apprentissage
- ➔ Oubli et amnésie



Que d'émotions

- ➔ Peur, anxiété et angoisse
- ➔ Désir, amour, attachement



De la pensée au langage

- ➔ Communiquer avec des mots



Dormir, rêver...

- ➔ Le cycle éveil - sommeil - rêve
- ➔ Nos horloges biologiques



L'émergence de la conscience

- ➔ Le sentiment d'être soi

Dysfonctions



Les troubles de l'esprit

- ➔ Dépression et maniaque-dépression
- ➔ Les troubles anxieux
- ➔ La démence de type Alzheimer

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Accueil du site

Recherche -> blogue

Billets par catégorie



Abonnez-vous !

NOUVELLES RÉCENTES SUR LE CERVEAU



Lundi, 5 septembre 2016

« La cognition incarnée », séance 1 : Survol historique des sciences cognitives et présentation du cours



Comme promis il y a deux semaines, voici donc un bref aperçu du premier cours sur la

« cognition incarnée » que je donnerai mercredi à 18h au local A-1745 du pavillon Hubert-Aquin de l'UQAM. Et

Faire un don

nous permet de continuer

Après nous avoir appuyés pendant plus de dix ans, des resserrements budgétaires ont forcé l'INSMT à interrompre le financement du Cerveau à tous les niveaux le 31 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

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

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

Recherche -> site + blogue

www.lecerveau.mcgill.ca

Nouveau! "L'école des profs"

Principes fondamentaux



Du simple au complexe

- ➔ Anatomie des niveaux d'organisation
- ➔ Fonction des niveaux d'organisation



Le bricolage de l'évolution

- ➔ Notre héritage évolutif



Le développement de nos facultés

- ➔ De l'embryon à la morale



Le plaisir et la douleur

- ➔ La quête du plaisir
- ➔ Les paradis artificiels
- ➔ L'évitement de la douleur



Les détecteurs sensoriels

- ➔ La vision



Le corps en mouvement

- ➔ Produire un mouvement volontaire

Fonctions complexes



Au coeur de la mémoire

- ➔ Les traces de l'apprentissage
- ➔ Oubli et amnésie



Que d'émotions

- ➔ Peur, anxiété et angoisse
- ➔ Désir, amour, attachement



De la pensée au langage

- ➔ Communiquer avec des mots



Dormir, rêver...

- ➔ Le cycle éveil - sommeil - rêve
- ➔ Nos horloges biologiques



L'émergence de la conscience

- ➔ Le sentiment d'être soi

Dysfonctions



Les troubles de l'esprit

- ➔ Dépression et manie/dépression

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Recherche -> blogue

Billets par catégorie

Abonnez-vous !

NOUVELLES RÉCENTES SUR LE CERVEAU

Lundi, 5 septembre 2016

« La cognition incarnée », séance 1 : Survol des sciences cognitives et présentation du cours



Comme pendant les dernières semaines, bref aperçu du cours sur « cognition incarnée » je donnerai un aperçu au local A. Hubert-Ag

(cliquez ici pour les détails)

Fonctions supérieures, libre arbitre et éducation

Vers une cognition incarnée

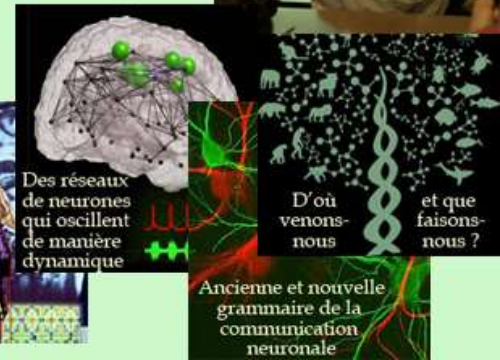
Des réseaux de neurones qui oscillent de manière dynamique

D'où venons-nous et que faisons-nous ?

Ancienne et nouvelle grammaire de la communication neuronale

"L'école des profs"

Cours intensifs de perfectionnement en neurosciences cognitives



3 niveaux d'explication

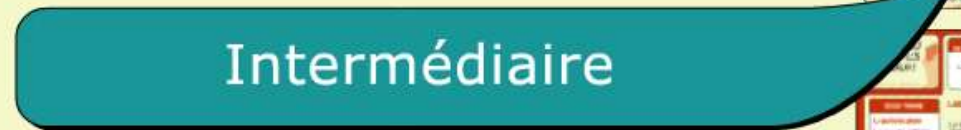
Niveau d'explication

Débutant

Intermédiaire

Avancé

◀ ◻ ▶



LE CERVEAU À TOUTES LES NIVEAUX!

Thème: **LE CERVEAU ET LA LANGUE**
Niveau: **CM2**

LES CENTRES DU CERVEAU

Le cerveau est un organe complexe qui contrôle toutes les activités de notre corps. Il est divisé en deux hémisphères, gauche et droit, qui sont reliés par le corps calleux.




LE CERVEAU À TOUTES LES NIVEAUX!

Thème: **LE CERVEAU ET LA LANGUE**
Niveau: **CM2**

LES CENTRES DU CERVEAU

Le cerveau est un organe complexe qui contrôle toutes les activités de notre corps. Il est divisé en deux hémisphères, gauche et droit, qui sont reliés par le corps calleux.



LE CERVEAU À TOUTES LES NIVEAUX!

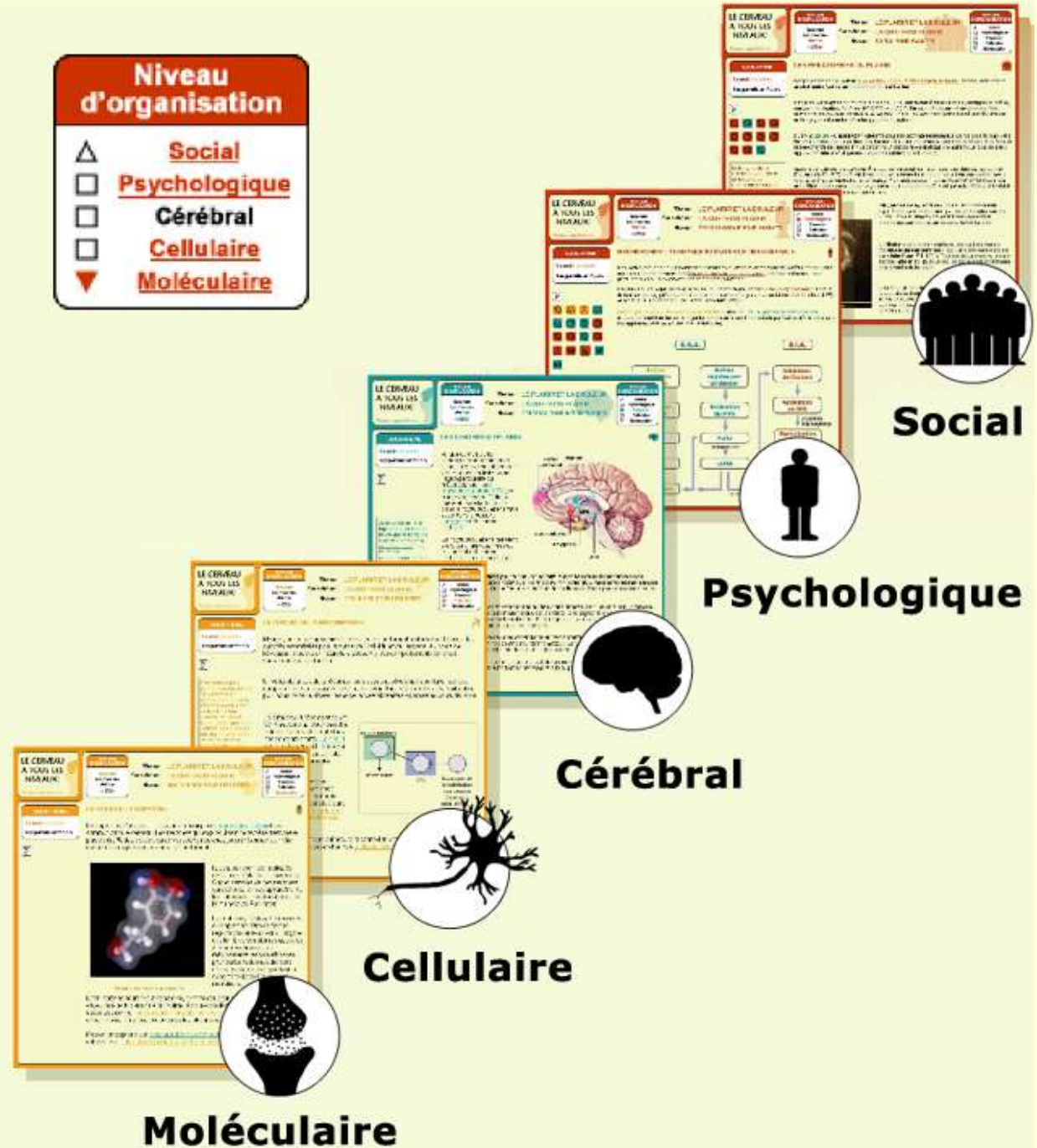
Thème: **LE CERVEAU ET LA LANGUE**
Niveau: **CM2**

LES CENTRES DU CERVEAU

Le cerveau est un organe complexe qui contrôle toutes les activités de notre corps. Il est divisé en deux hémisphères, gauche et droit, qui sont reliés par le corps calleux.



5 niveaux d'organisation



LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!

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

Recherche -> site + blogue

www.lecerveau.mcgill.ca

Nouveau! "L'école des profs"

Principes fondamentaux



Du simple au complexe

- ➔ Anatomie des niveaux d'organisation
- ➔ Fonction des niveaux d'organisation



Le bricolage de l'évolution

- ➔ Notre héritage évolutif



Le développement de nos facultés

- ➔ De l'embryon à la morale



Le plaisir et la douleur

- ➔ La quête du plaisir
- ➔ Les paradis artificiels
- ➔ L'évitement de la douleur



Les détecteurs sensoriels

- ➔ La vision



Le corps en mouvement

- ➔ Produire un mouvement volontaire

Fonctions complexes



Au coeur de la mémoire

- ➔ Les traces de l'apprentissage
- ➔ Oubli et amnésie



Que d'émotions

- ➔ Peur, anxiété et angoisse
- ➔ Désir, amour, attachement



De la pensée au langage

- ➔ Communiquer avec des mots



Dormir, rêver...

- ➔ Le cycle éveil - sommeil - rêve
- ➔ Nos horloges biologiques



L'émergence de la conscience

- ➔ Le sentiment d'être soi

Dysfonctions



Les troubles de l'esprit

- ➔ Dépression et maniaque-dépression
- ➔ Les troubles anxieux
- ➔ La démence de type Alzheimer

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

Accueil du site

Recherche -> blogue

Billets par catégorie



Abonnez-vous !

NOUVELLES RÉCENTES SUR LE CERVEAU

Lundi, 5 septembre 2016

« La cognition incarnée », séance 1 : Survol historique des sciences cognitives et présentation du cours



Comme promis il y a deux semaines, voici donc un bref aperçu du premier cours sur la « cognition incarnée » que je donnerai mercredi à 18h au local A-1745 du pavillon Hubert-Aquin de l'UQAM. Et

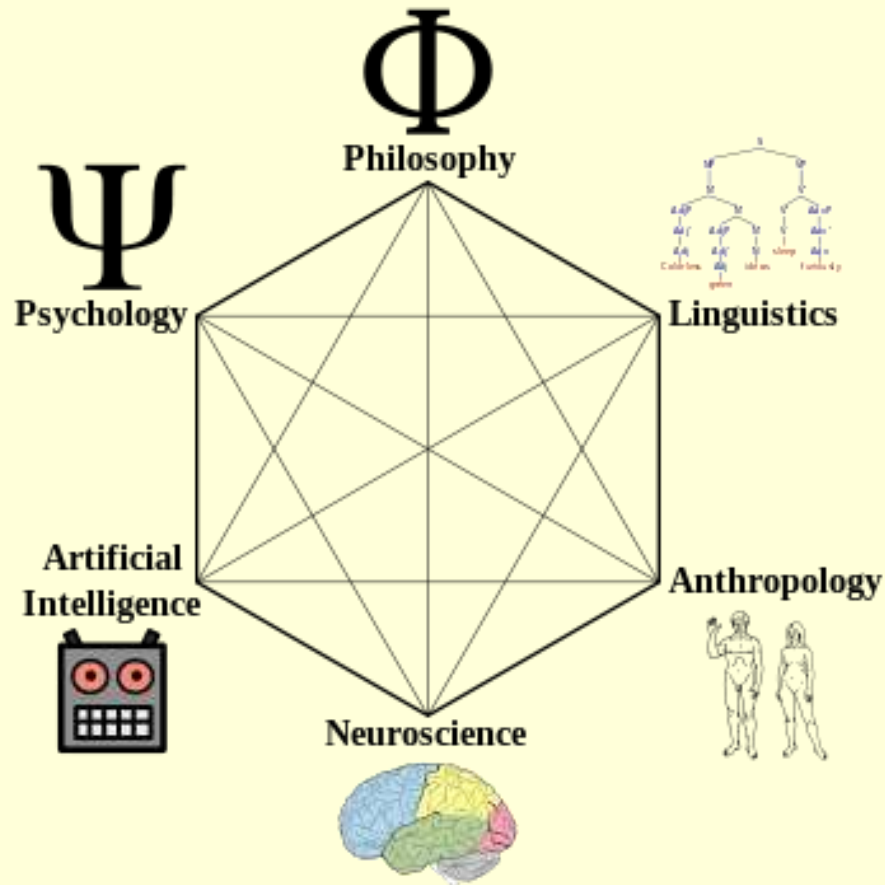
Faire un don

nous permet de continuer

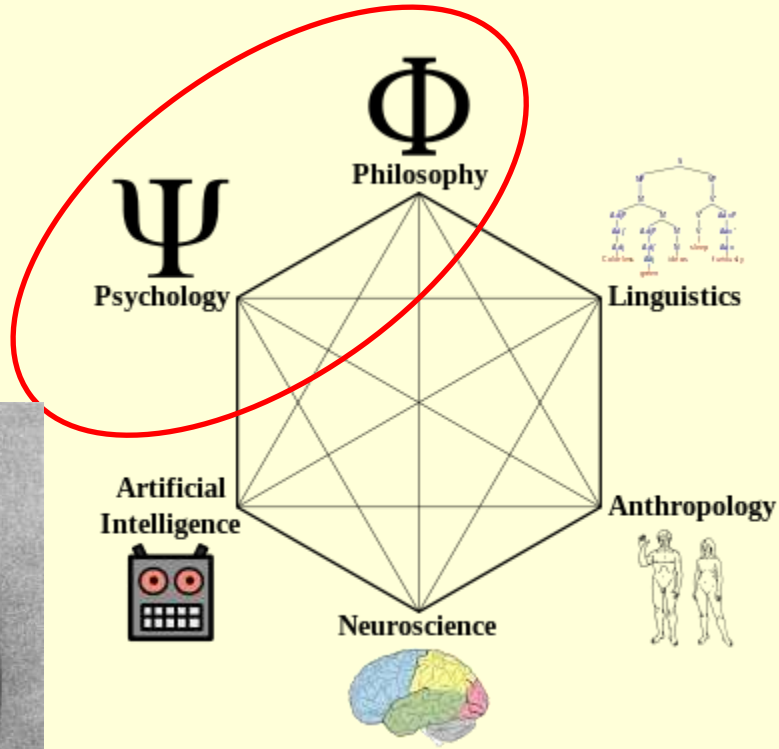
Après nous avoir appuyés pendant plus de dix ans, des resserrements budgétaires ont forcé l'INSMT à interrompre le financement du Cerveau à tous les niveaux le 31 mars 2013.

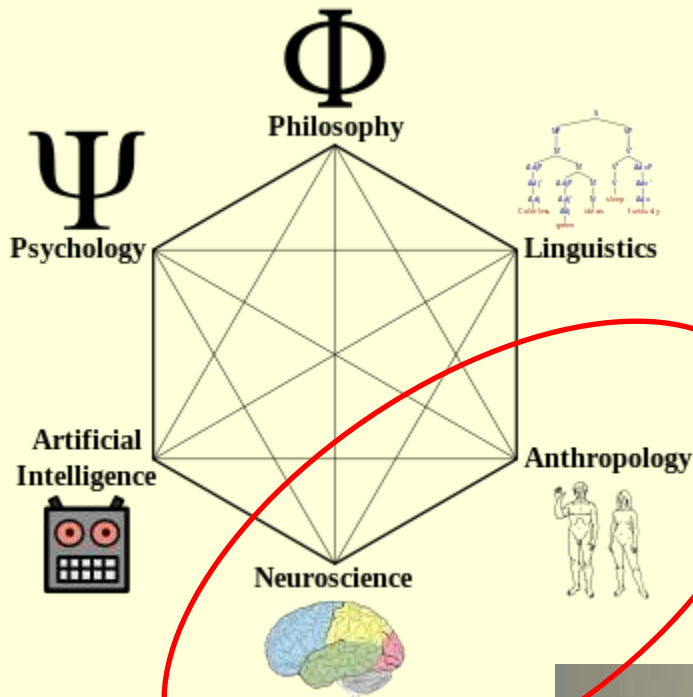
Malgré tous nos efforts (et malgré la reconnaissance de notre travail par les organismes approchés), nous ne sommes pas parvenus à trouver de nouvelles sources de

Les « **sciences cognitives** » dont je suis
un « généraliste » et
pas un « spécialiste »

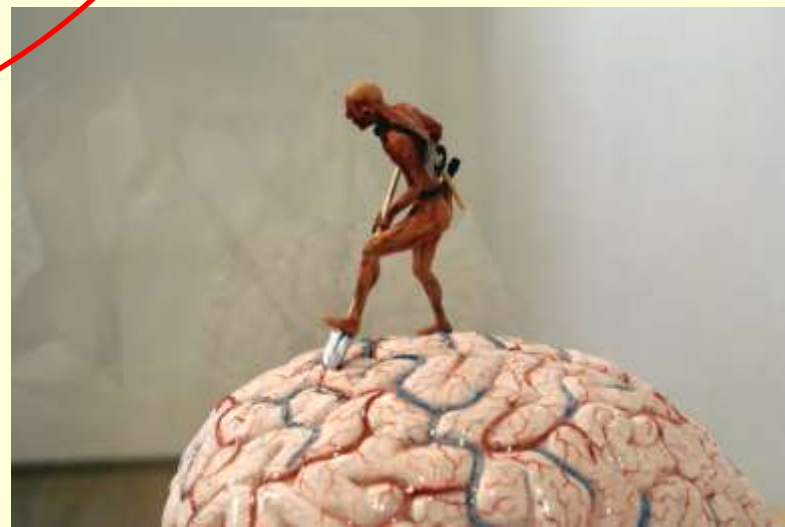


l'aspect « subjectif »
ou à la 1^{ère} personne





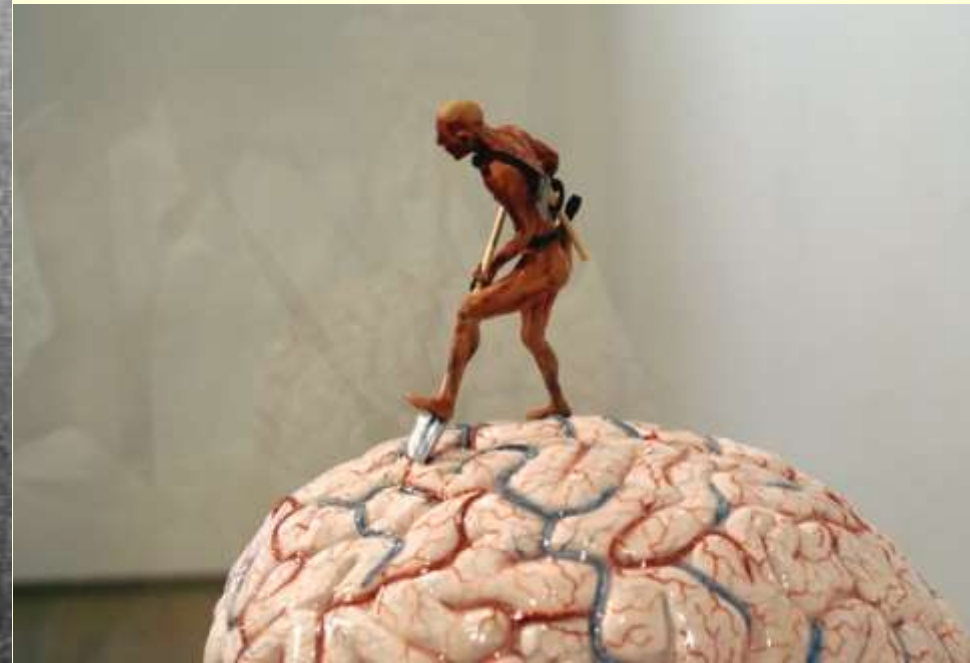
l'aspect « objectif »
ou à la 3^e personne





Le grand défi est de tenter de
relier cet aspect **subjectif** de
la pensée

à l'étude **objective**
du corps et du cerveau !



Et ce n'est pas d'hier
qu'on s'interroge là-dessus...

Le sujet proposé par Dany : « théories contemporaines de **l'esprit** »

Deux philosophes soulèvent des questions à propos desquelles j'aurais aimé vous entendre :

1) Thomas Nagel (« The **Mind-Body Problem** », dans *What Does It All Mean ?*, 1987) présente sa théorie du **double aspect** pour exprimer un **dualisme** entre la **conscience** et les **états physiques** du cerveau.

Où se situent les principaux désaccords sur la manière d'expliquer cette **émergence de la conscience** aujourd'hui ?

2) Francis Wolff ("Conclusion", dans *Notre humanité*, 2010) rappelle la distinction faite entre conscience psychologique (**awareness**) et conscience phénoménale (**consciousness**, lieu des **qualia** ressentis à la **1re personne**) et soulève le problème ainsi : toutes les fonctions de la conscience pourraient vraisemblablement être accomplies par une **conscience psychologique** sans **conscience phénoménale**. Il y aurait donc, selon lui, "une vérité du **dualisme**, invincible à toute forme de **réductionnisme**". Étant donné que la **conscience phénoménale** semble difficilement explicable en termes fonctionnels, s'explique-t-elle autrement ? Conserve-t-elle un élément de mystère aujourd'hui ?

Le sujet proposé par Dany : « théories contemporaines de **l'esprit** »

Deux philosophes soulèvent des questions à propos desquelles j'aurais aimé vous entendre :

1) Thomas Nagel (« **The Mind-Body Problem** », dans *What Does It All Mean ?*, 1987) présente la **conscience** en **dualisme**

Où se situer **émergence**

2) Francis W. White (« **The Mind-Body Problem** », dans *What Does It All Mean ?*, 1987) distingue la **conscience** phénoménale et le **comportement** et soulève le problème de la **conscience** vraisemblable sans **conscience**



expliquer cette

appelle la **conscience** et conscience **(1re personne)** la **conscience** pour la **psychologie** sans **nécessité** du **dualisme**,

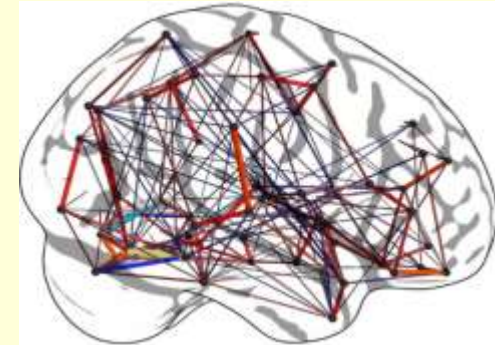
« **conscience** invincible à toute forme de **réductionnisme** ». Étant donné que la **conscience** **phénoménale** semble difficilement explicable en termes fonctionnels, s'explique-t-elle autrement ? Conserve-t-elle un élément de mystère aujourd'hui ?

Plan

Des théories **philosophiques**
sur la nature de la conscience



L'apport des **neurosciences** :
clarifications terminologiques et épistémologiques



Les sciences cognitives **incarnées** :
Autonomie
Couplage sensori-moteur
Sense-making
Quatre conséquences
à ce sense-making énéacté





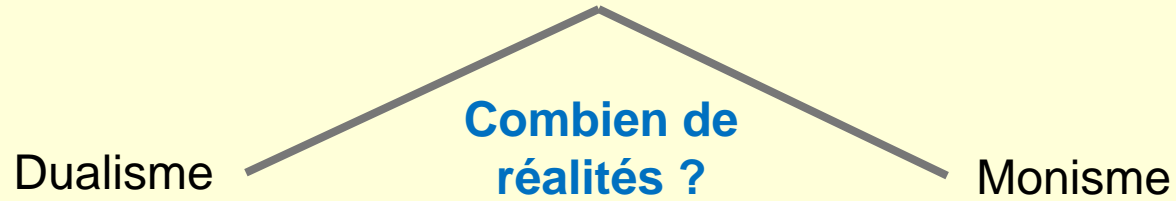
LES APPROCHES PHILOSOPHIQUES DE LA CONSCIENCE

https://lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d_12/d_12_p/d_12_p_con/d_12_p_con.html#2

https://lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i_12/i_12_p/i_12_p_con/i_12_p_con.html#2

https://lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a_12/a_12_p/a_12_p_con/a_12_p_con.html#2

Distinctions « ontologique » sur la conscience



Distinctions « ontologique » sur la conscience

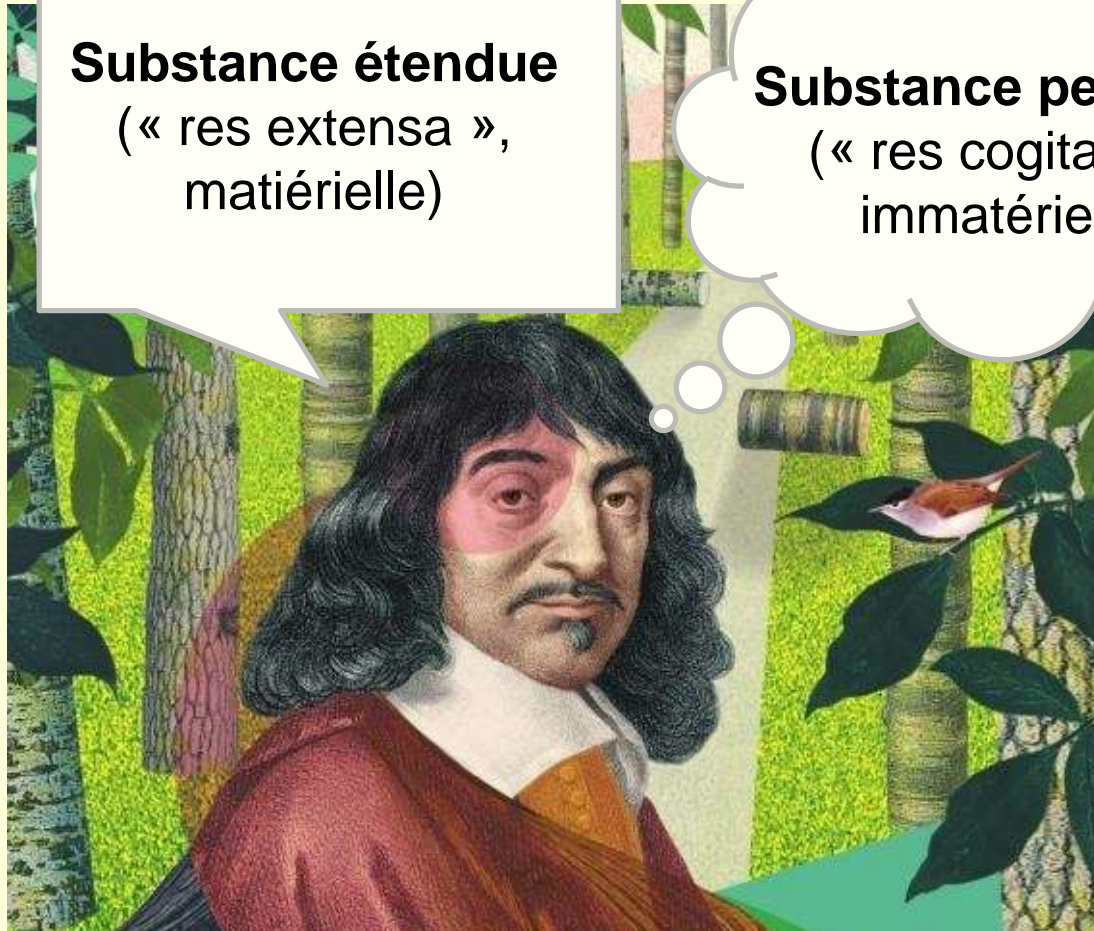
Dualisme

Monisme

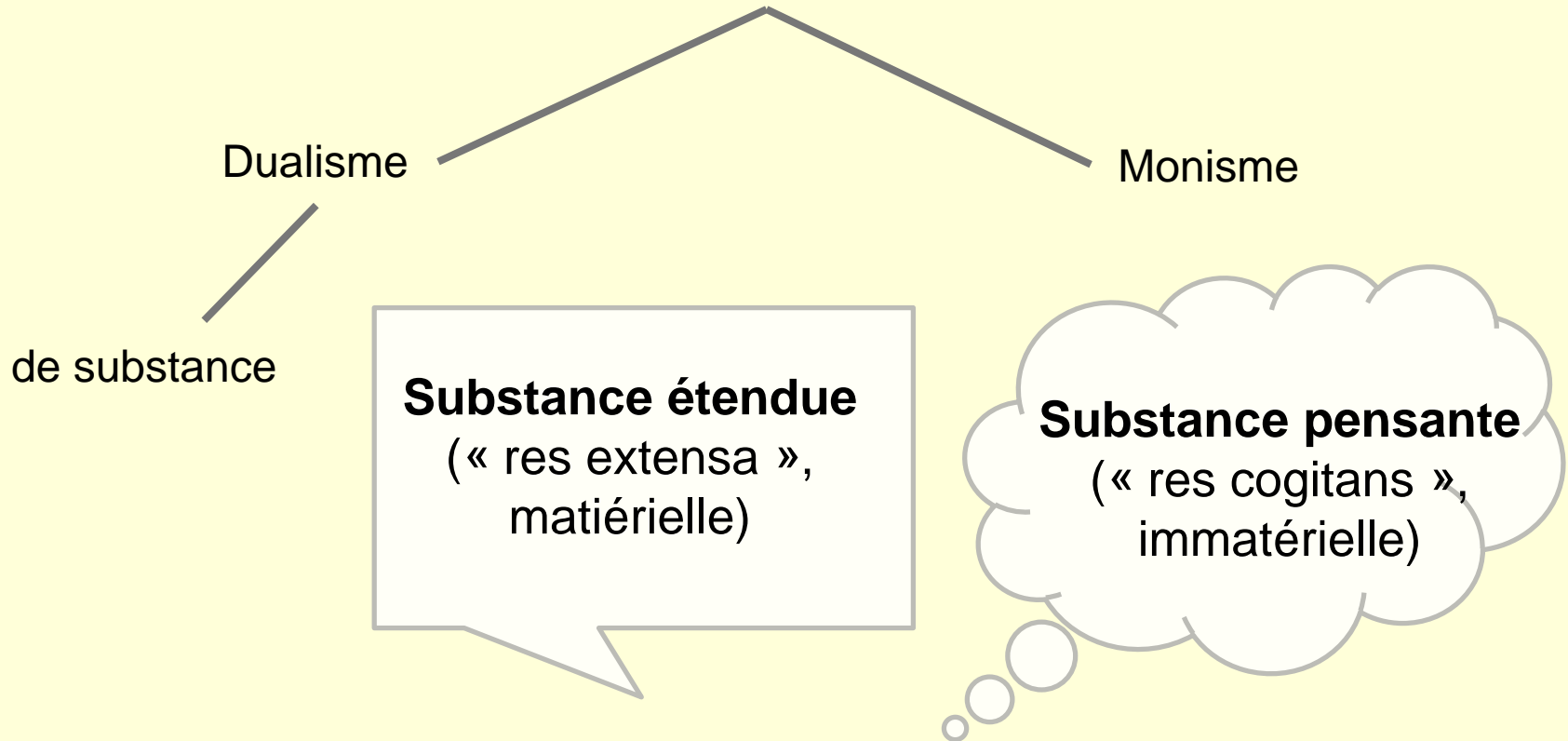
de substance

Substance étendue
(« res extensa »,
matérielle)

Substance pensante
(« res cogitans »,
immatérielle)



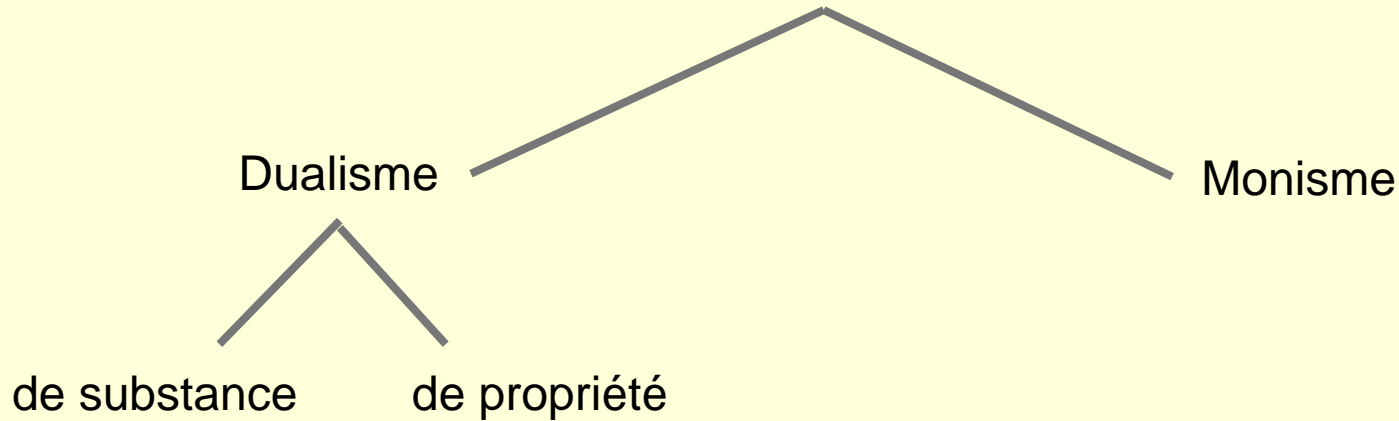
Distinctions « ontologique » sur la conscience



Mais si notre corps est une machine physique pilotée par un fantôme non physique, qui anime le fantôme lui-même ?

Et par quelle force influence-t-il le monde physique ?

Distinctions « ontologique » sur la conscience



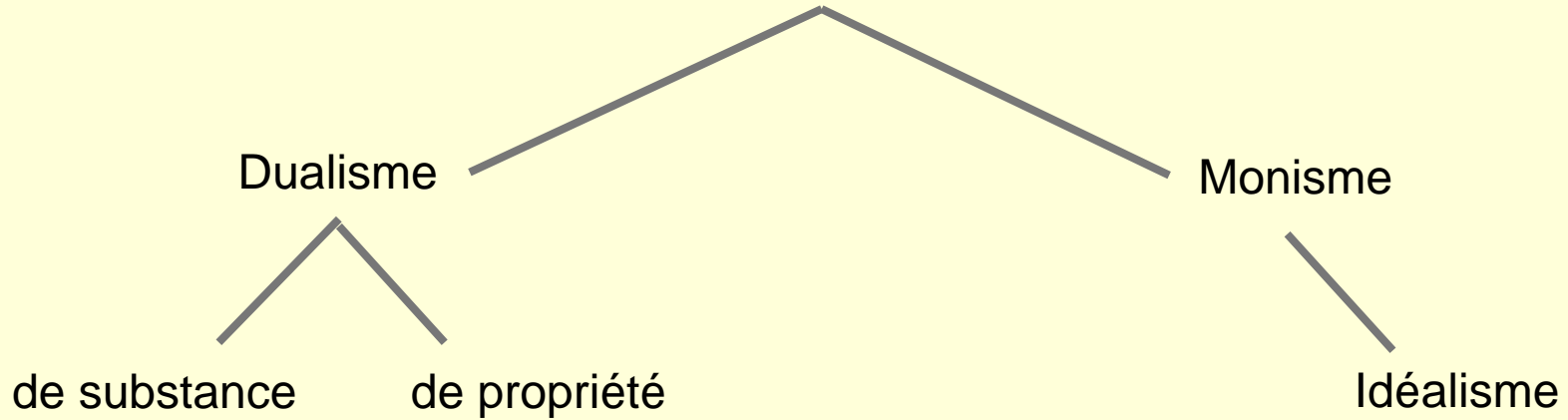
On admet que **tout est matière** mais que cette matière peut posséder **deux types de propriété** :

des propriétés **physiques** et des propriétés **mentales**, ces dernières n'étant **pas réductibles** aux premières.

Frank Jackson (1982) et son expérience de pensée où Marie l'experte en neurobiologie connaît quelque chose de nouveau sur la couleur le jour où elle devient capable de les voir...

- mène au **panpsychisme**, l'idée que toute matière (comme un thermostat) possède des propriétés conscientes, aussi infimes soient-elles. Absurde ?
- Retour en force depuis 15 ans avec l'« integrated information theory » !

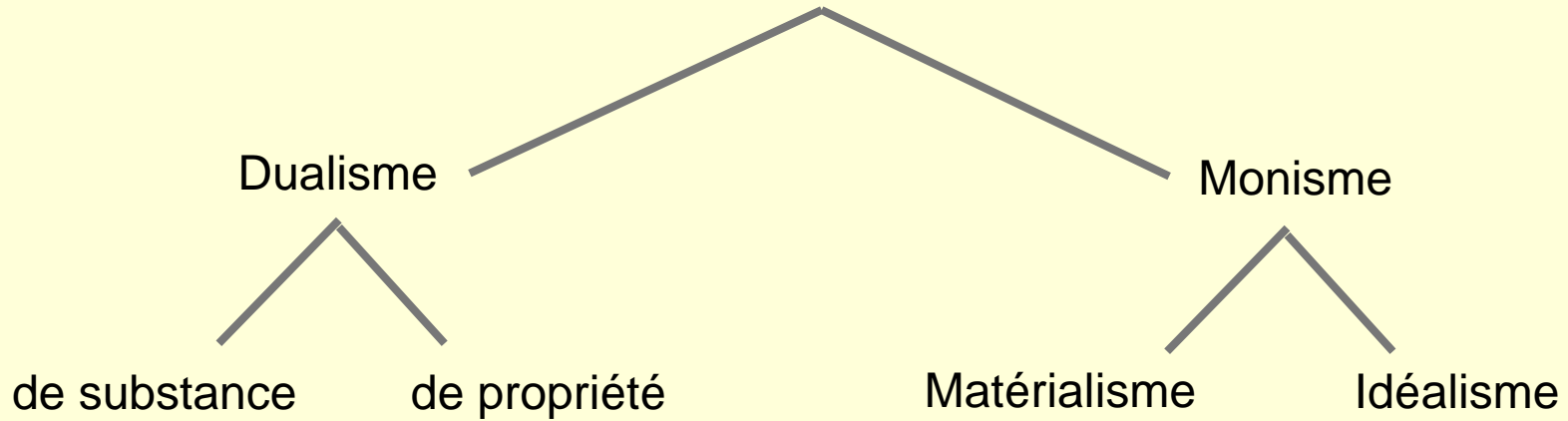
Distinctions « ontologique » sur la conscience



Il n'y a rien d'autre dans le monde que des **expériences conscientes**.

Le monde matériel est donc considéré comme une simple **illusion** de notre conscience.

Distinctions « ontologique » sur la conscience



QU'EST-CE QUE LA CONSCIENCE?

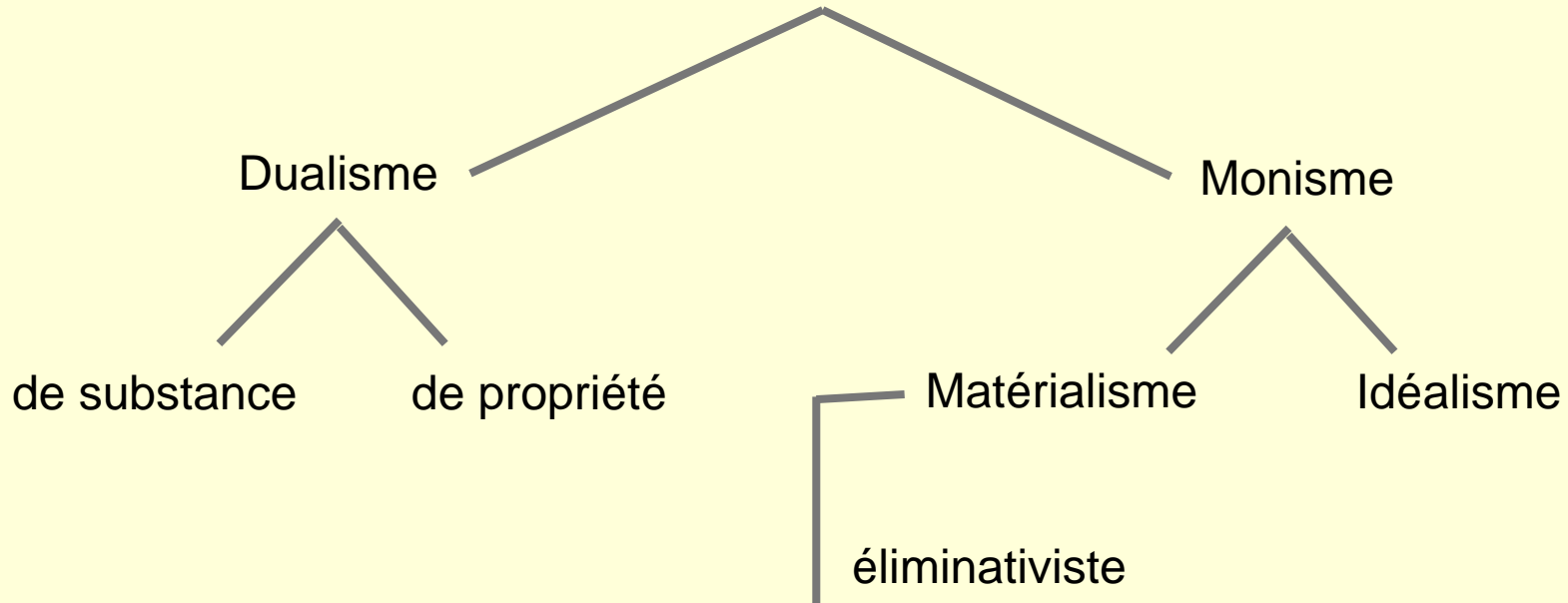
https://lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i_12/i_12_p/i_12_p_con/i_12_p_con.html

https://lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a_12/a_12_p/a_12_p_con/a_12_p_con.html

T. WOLFE, Charles. *Lire le matérialisme*.
Nouvelle édition. Lyon : ENS Éditions, 2020

<http://books.openedition.org/enseditions/15838>

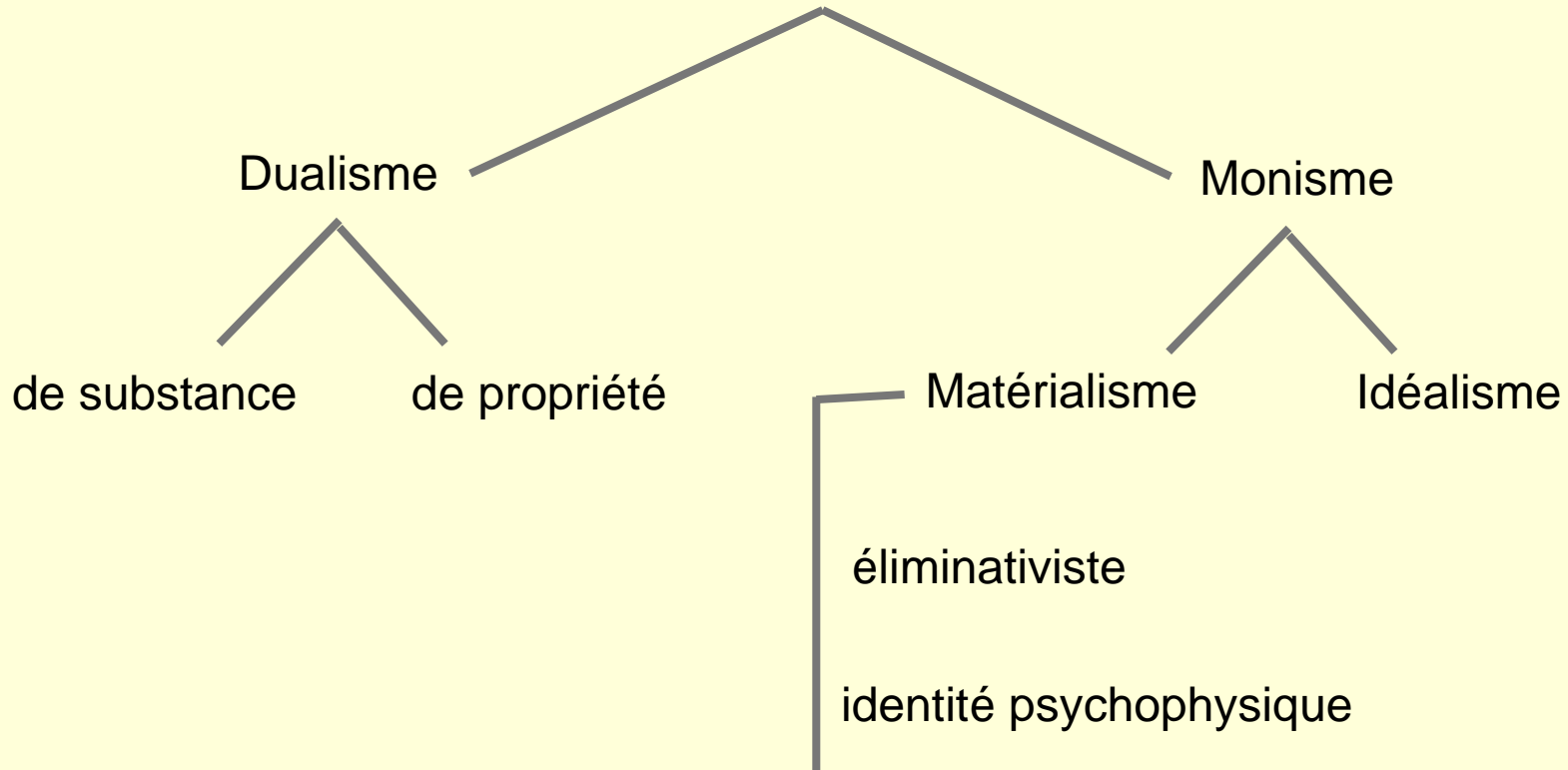
Distinctions « ontologique » sur la conscience



Les catégories **psychologiques** de nos états mentaux (désirs, intentions, croyances, etc.) ne seraient que **temporaires** et destinées à être **remplacées** par les modèles neurobiologiques à venir.

On ne dirait plus « j'ai mal », mais « j'ai de l'activité nerveuse dans telle fibre C qui active ma matrice cérébrale de la douleur »...

Distinctions « ontologique » sur la conscience



On conserve les catégories de nos états mentaux **conscients** mais on dit qu'ils sont identiques, et donc qu'on peut les réduire (**réductionnisme**) aux **processus neuronaux sous-jacents**, qui eux-mêmes peuvent être réduits à des phénomènes **chimiques**, qui peuvent être réduits à des phénomènes **physiques**.

La difficulté devient alors évidemment d'expliquer comment **l'objectif** et le **subjectif** peuvent être identiques considérant qu'ils **ont l'air si différents**.



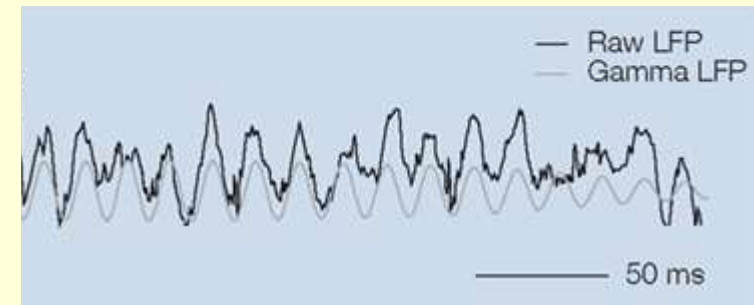
Le rouge que l'on ressent à la vue de cette pomme...

...c'est notre sentiment « subjectif » ou à la 1^{ère} personne.

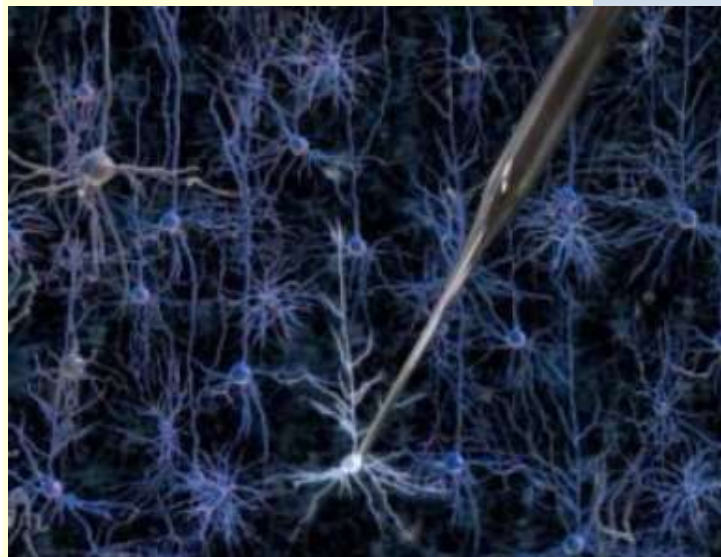
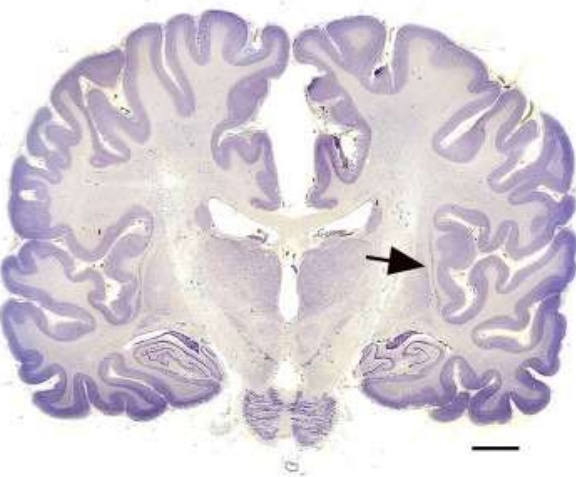


Mais il est où le rouge dans notre cerveau ?

Car si on regarde dans le cerveau, on voit des neurones qui sont parcourus par de l'activité électrique i.e. des ions qui traversent des membranes...!

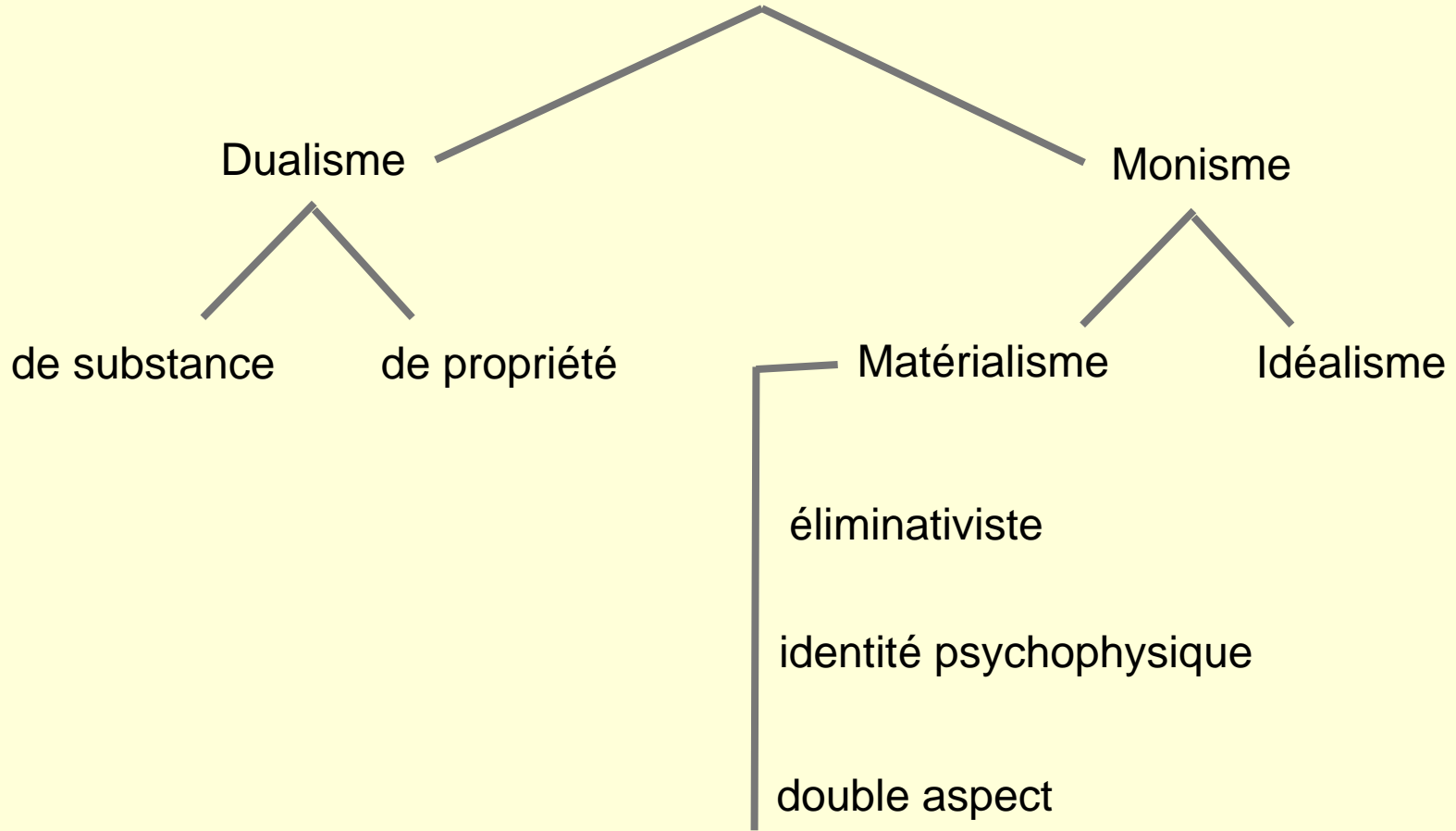


B

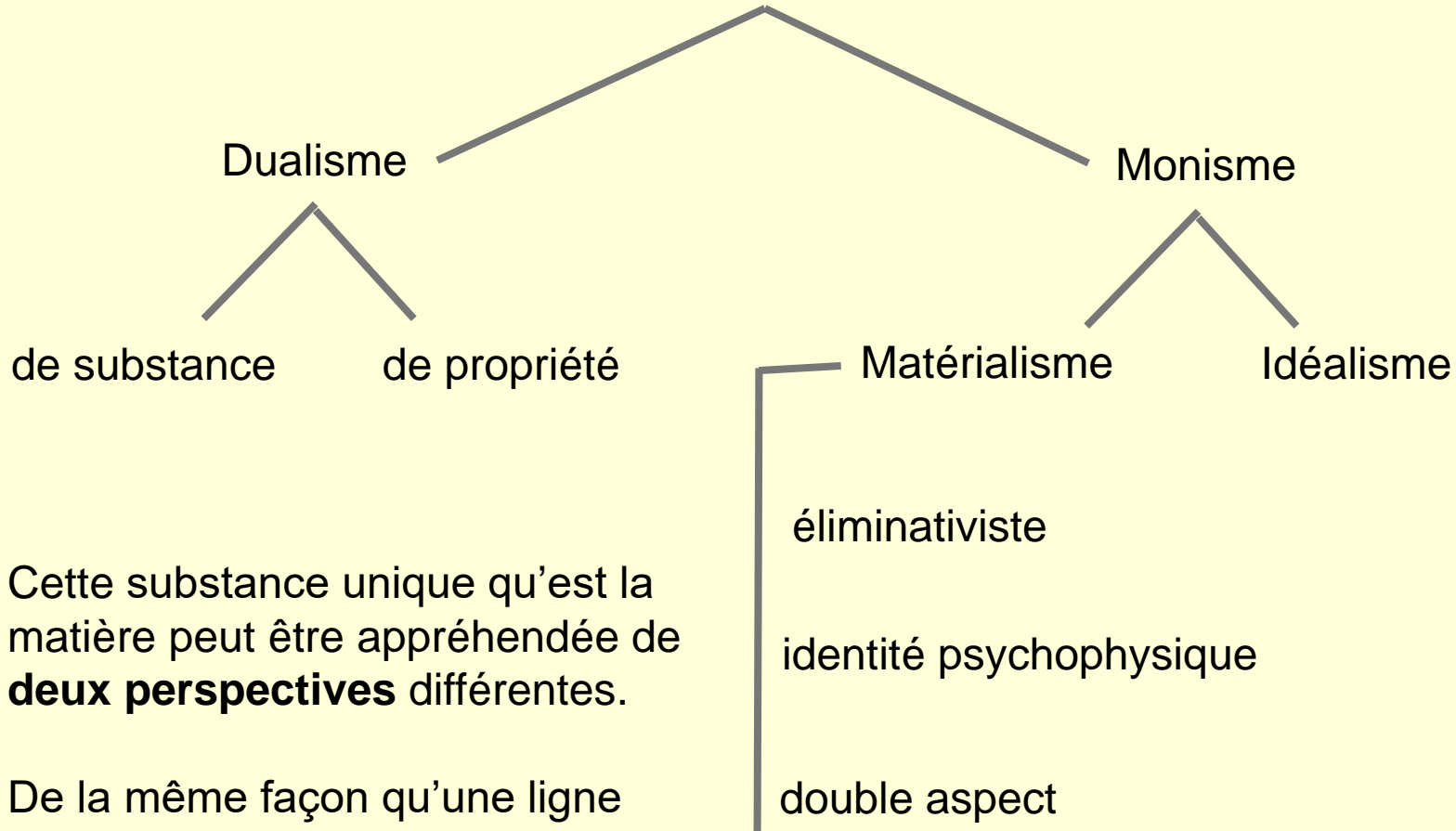


On peut donc avoir **deux perspectives différentes** sur la même matière organisée...

Distinctions « ontologique » sur la conscience



Distinctions « ontologique » sur la conscience



Cette substance unique qu'est la matière peut être appréhendée de **deux perspectives** différentes.

De la même façon qu'une ligne courbe peut à tout moment être décrite comme concave ou convexe, de même nos processus psychophysiques seraient **les mêmes** qu'on en parle du point de vue **physique** ou **mental**.

1) Thomas Nagel (« The **Mind-Body Problem** », dans *What Does It All Mean ?*, 1987) présente sa **théorie du double aspect pour exprimer un dualisme** entre la **conscience** et les **états physiques** du cerveau.

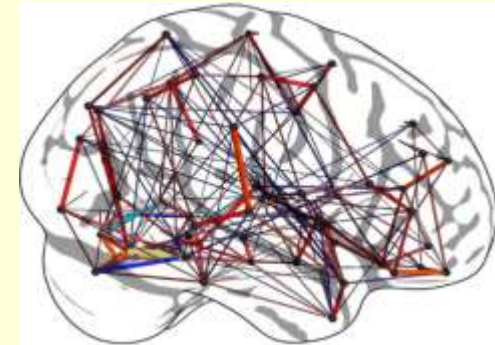
Plan

Des théories **philosophiques**
sur la nature de la conscience

- Quelques grands paradigmes matérialistes
des sciences cognitives depuis un siècle

L'apport des **neurosciences** :
clarifications terminologiques et épistémologiques

Les sciences cognitives **incarnées** :
Autonomie
Couplage sensori-moteur
Sense-making
Quatre conséquences
à ce sense-making énéacté



Le modèle **cartésien (dualiste)** de la pensée :



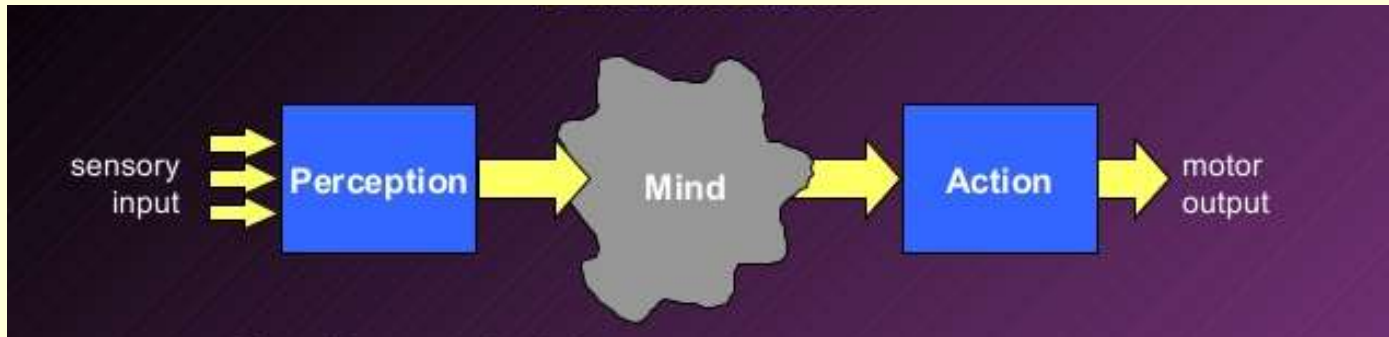
– Stop this metaphysical nonsense...



John Watson

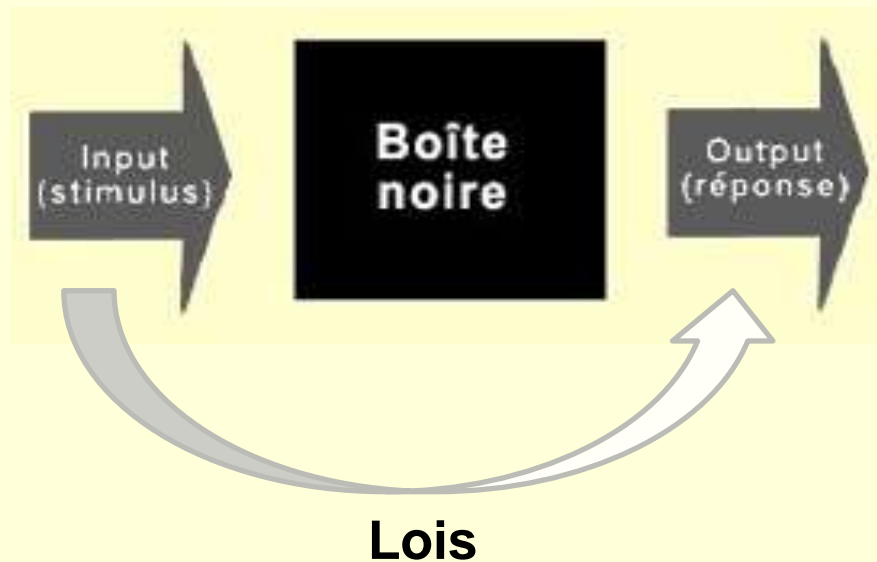
(Source : Paul Cisek
<http://www.slideshare.net/BrainMoleculeMarketing/uqam2012-cisek>)

Le modèle **cartésien (dualiste)** de la pensée :

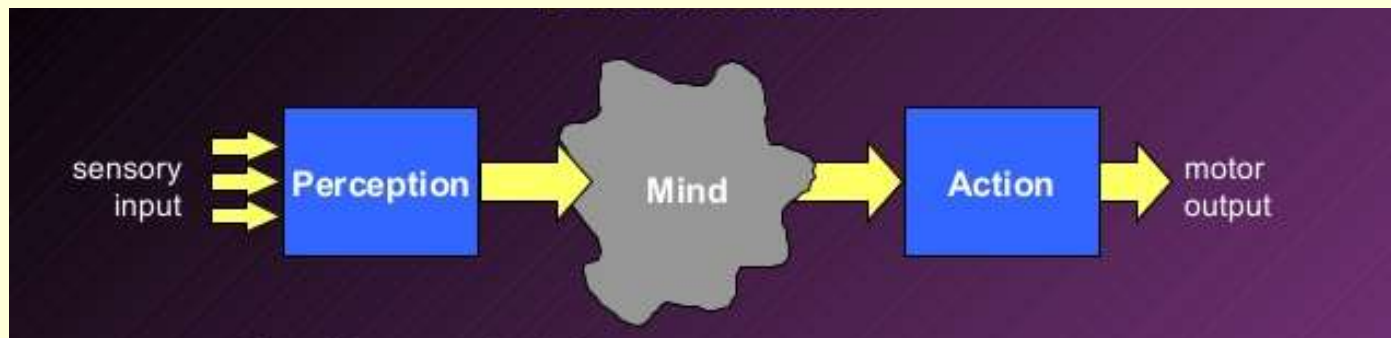


(Source : Paul Cisek
<http://www.slideshare.net/BrainMoleculeMarketing/uqam2012-cisek>)

À partir des années 1920 : **Behaviorisme** (une approche matérialiste)

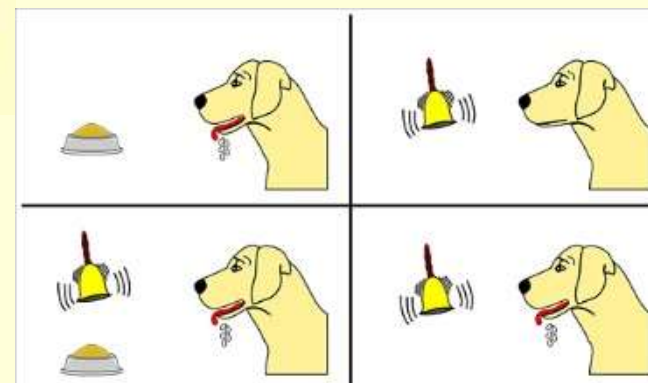
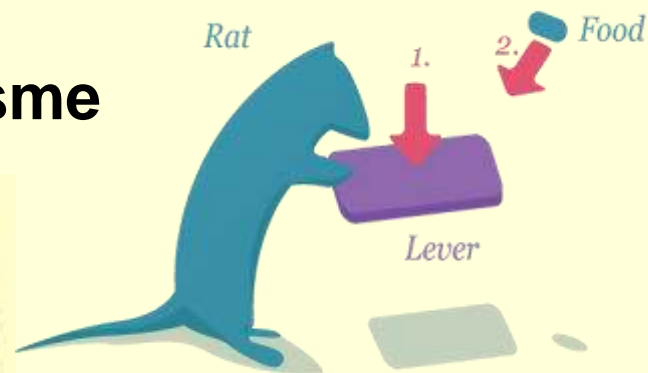
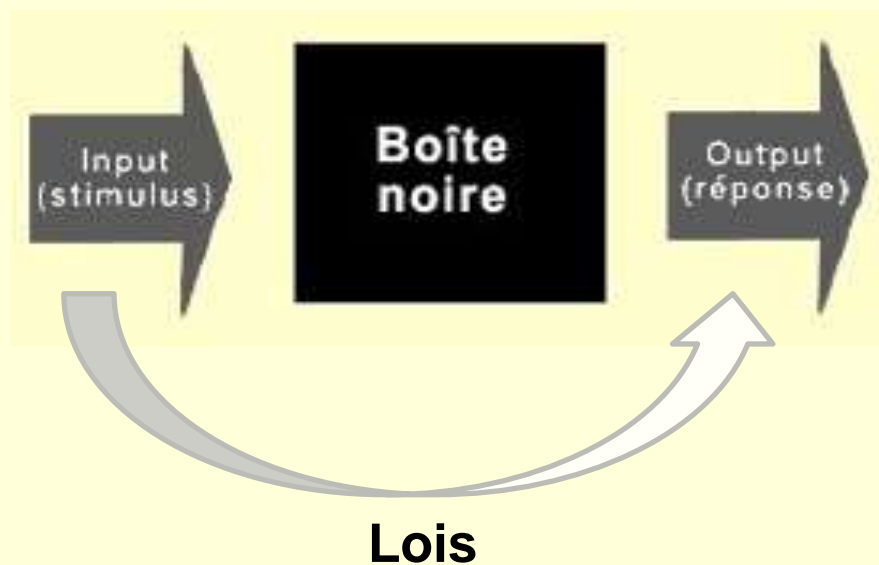


Le modèle **cartésien (dualiste)** de la pensée :



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

À partir des années 1920 : **Behaviorisme**



Un peu plus tard, vers le milieu du XX^e siècle se développe la **linguistique**, discipline consacré à l'une de nos capacités mentales les plus sophistiquées, **le langage**.

Une des critiques les plus sévères du béhaviorisme va venir du linguiste **Noam Chomsky** qui, en **1959**, affirme que « vouloir étendre le modèle béhavioriste de l'apprentissage à la linguistique est **sans espoir**. »

Pour lui, nos compétences linguistiques ne peuvent être expliquées sans faire appel à des **structures cognitives complexes** auxquelles on doit s'intéresser.



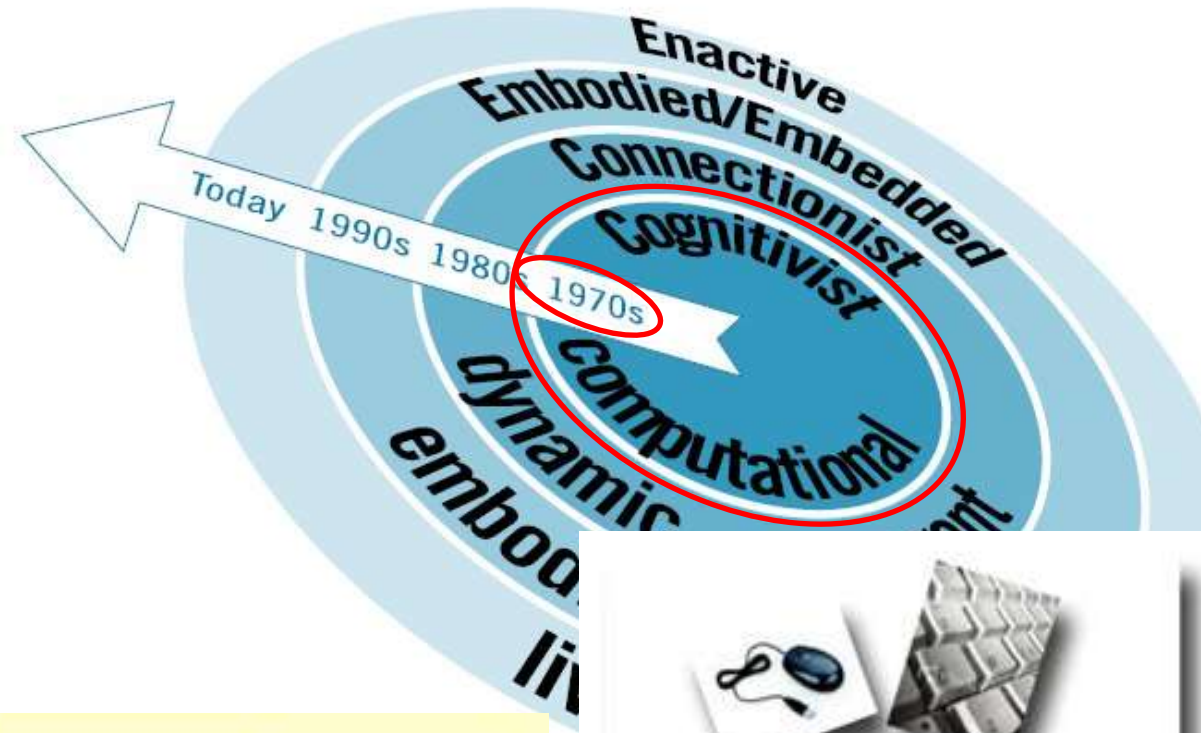
« **Fonctionnalisme** »
(toujours dans un
cadre matérialiste)

Admet des cas où
un même état
mental se
matérialise de deux
façons différentes
dans des cerveaux
différents ou même
des substrats non
neuronaux (ex.:
digital).

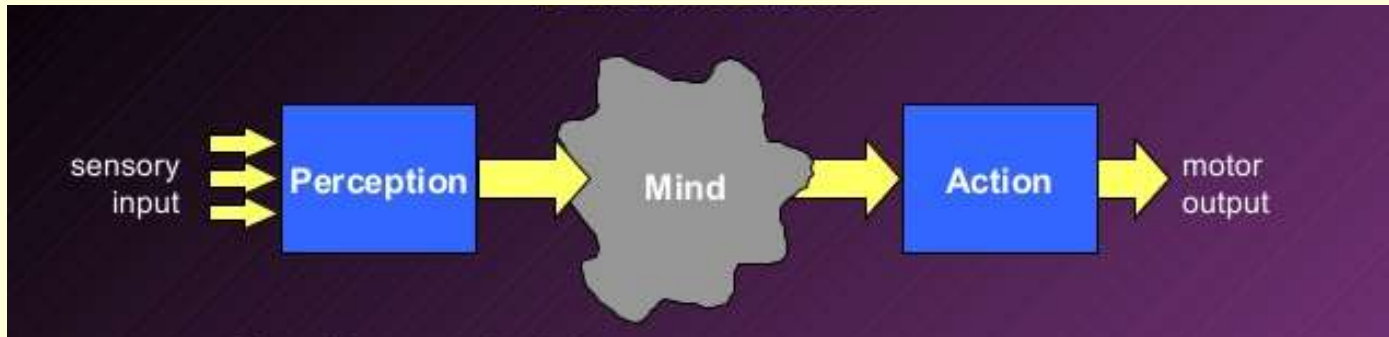
C'est l'ensemble
des relations de
cause et d'effet
entre les états
mentaux internes
qui importe ici.



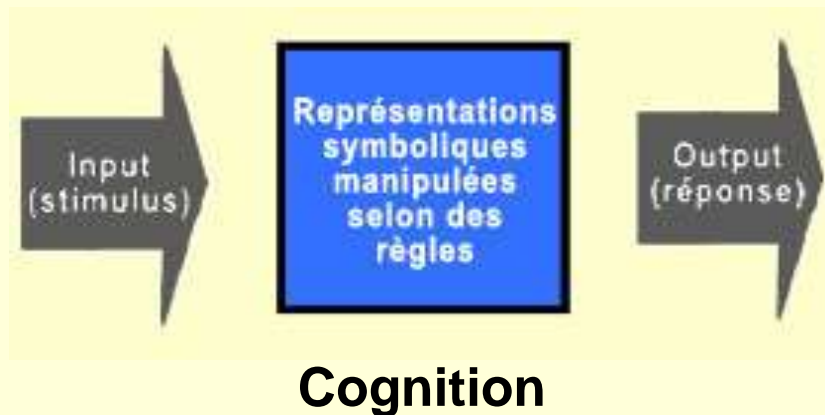
Cognition



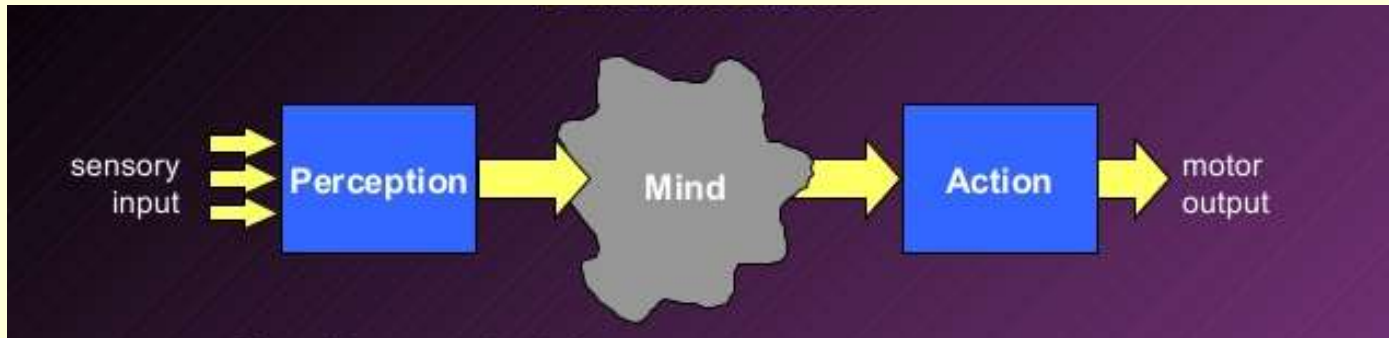
Le modèle **cartésien (dualiste)** de la pensée :



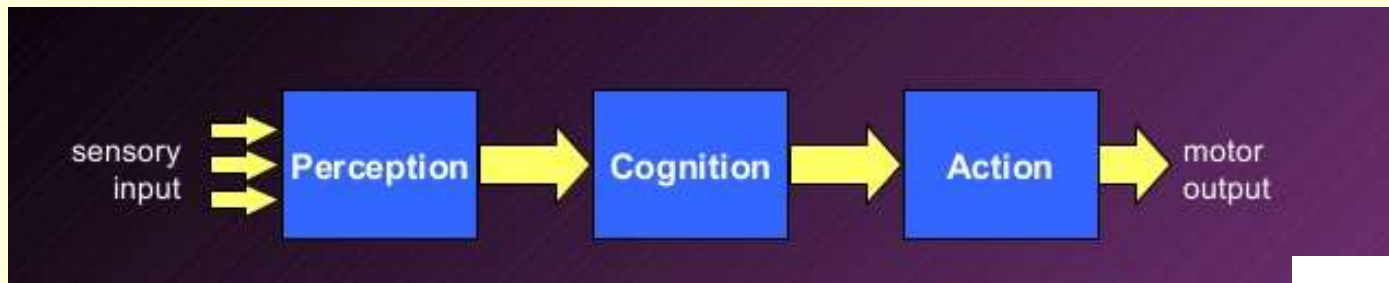
Le modèle **cognitiviste** :



Le modèle **cartésien (dualiste)** de la pensée :



Le modèle **cognitiviste** :



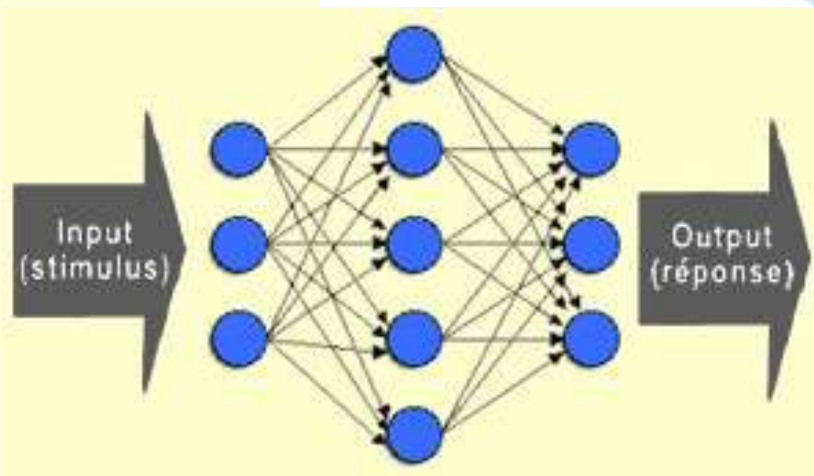
“the classical **sandwich** model of the mind”
- Susan Hurley



Le « **connexionnisme** »
(évidemment matérialiste)

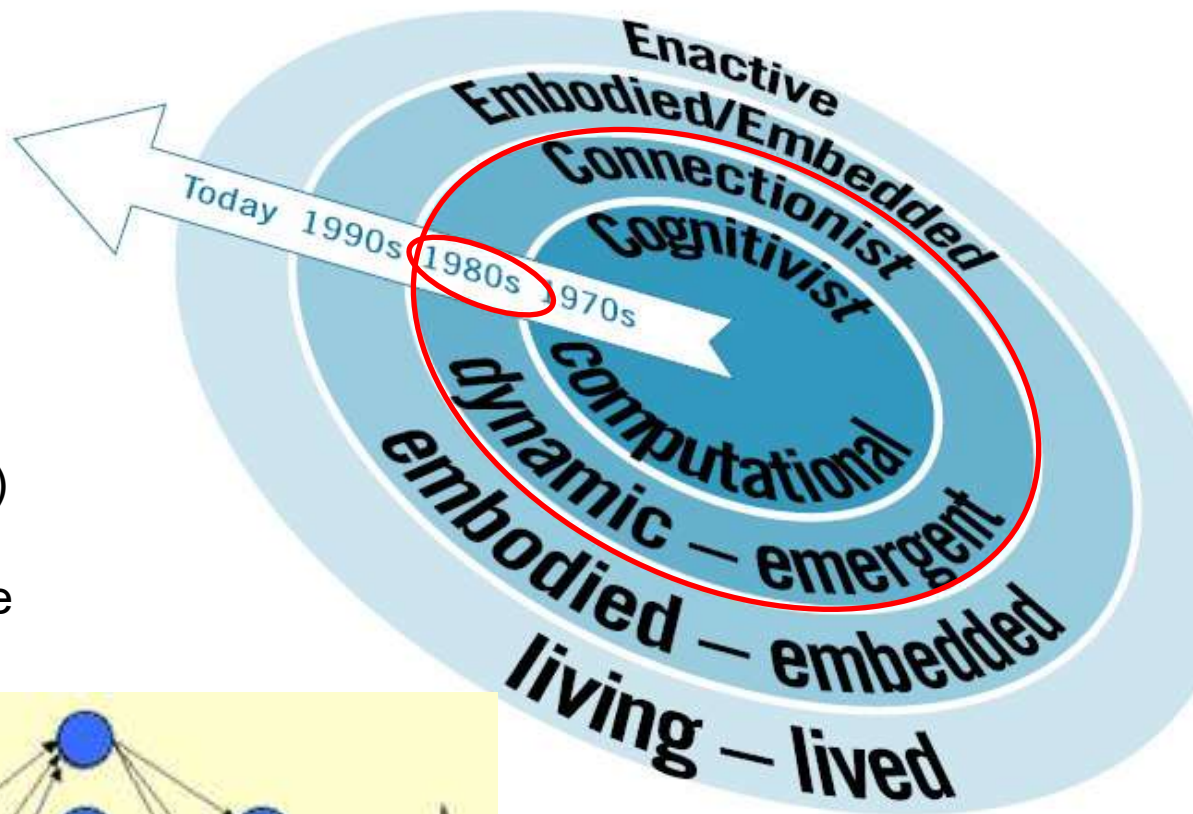
Des **composantes simples**
(neurones, neurones virtuels...)
dont l'efficacité des connexions
peut varier avec l'apprentissage

Le réseau se
reconfigure
au fil d'un
apprentissage
pour faire
émerger
une action
efficace.



Cognition

On parle de
« **propriétés
émergentes** ».



→ Donc on se rapproche
de l'organisation
physique du **cerveau**
avec l'influence
grandissante des
neurosciences
à la fin du XXe siècle.

The hierarchically mechanistic mind: A free-energy formulation of the human psyche

January 2019 Physics of Life Reviews

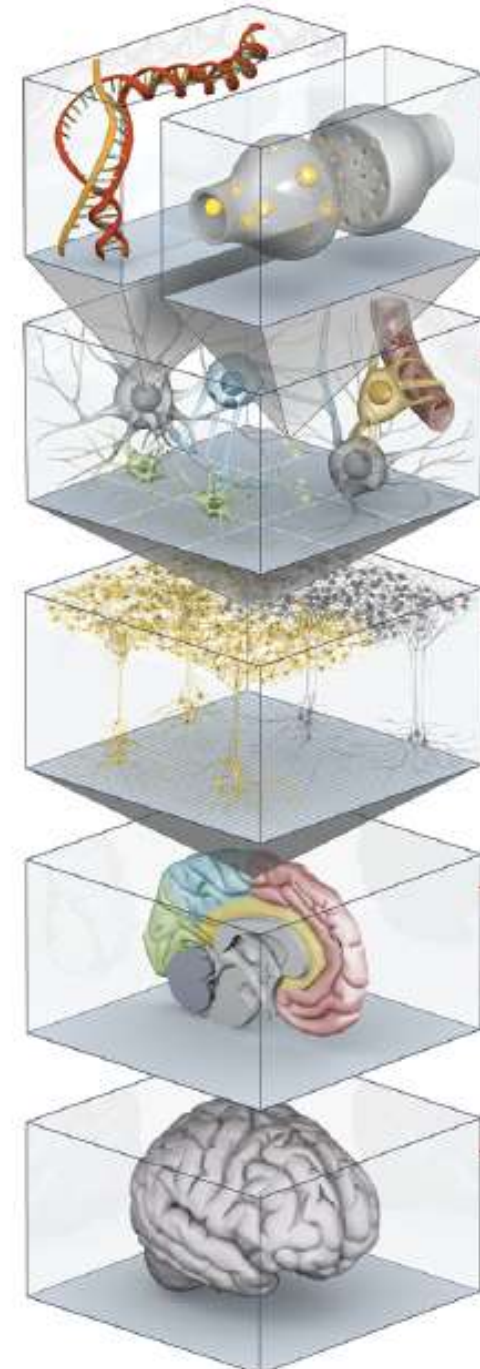
Paul B. Badcock, Karl J. Friston, Maxwell J.D. Ramstead

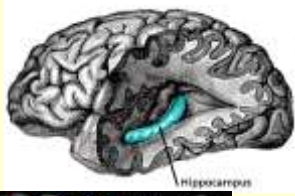
https://www.researchgate.net/publication/330701736_The_hierarchically_mechanistic_mind_A_free-energy_formulation_of_the_human Psyche

Traduction libre d'un extrait :

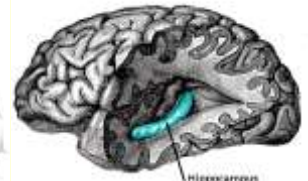
«...les études d'imagerie cérébrale en neurosciences ont fourni de nombreuses preuves que les réseaux corticaux humains présentent une structure imbriquée de type fractale, en **différents niveaux**

allant des microcircuits neuronaux dans les colonnes corticales, aux zones corticales aux niveaux intermédiaires, et aux grands réseaux distribués et hautement interconnectés dans l'ensemble du cerveau. »

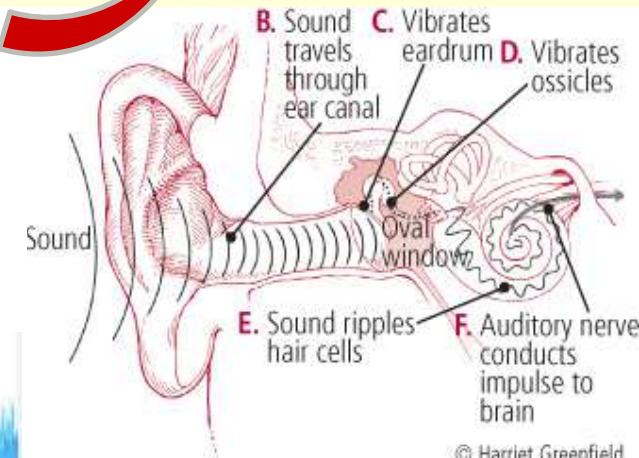
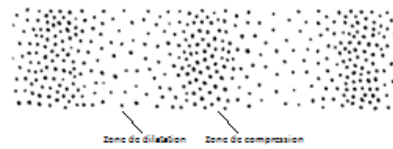
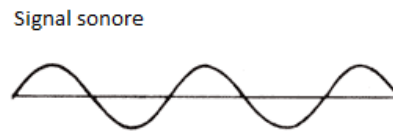
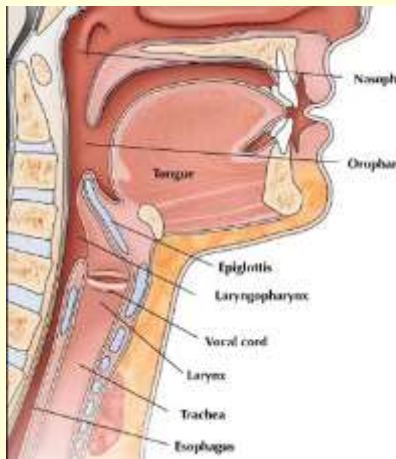
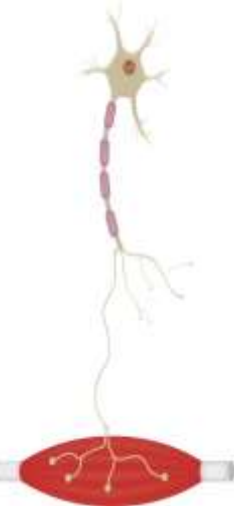
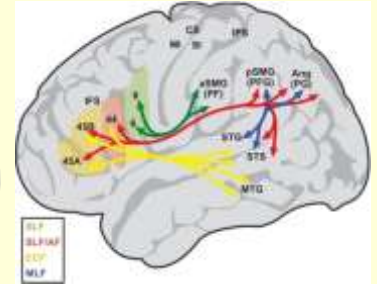
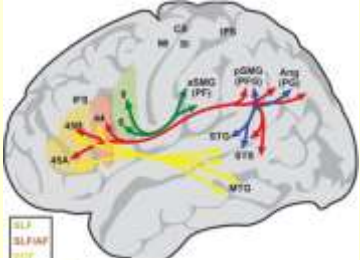




Hippocampus



Hippocampus



© Harriet Greenfield

Développement dans plusieurs domaines : **langage** mais aussi **conscience**...

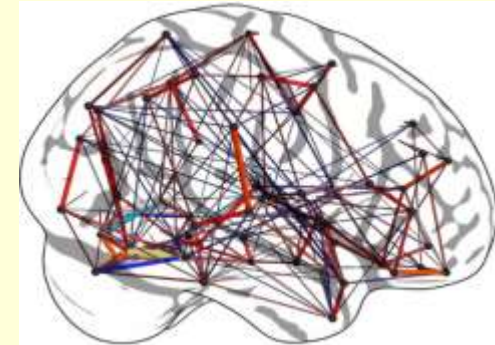
Plan

Des théories **philosophiques**
sur la nature de la conscience

- Quelques grands paradigmes matérialistes
des sciences cognitives depuis un siècle

L'apport des **neurosciences** :
clarifications terminologiques et épistémologiques

Les sciences cognitives **incarnées** :
Autonomie
Couplage sensori-moteur
Sense-making
Quatre conséquences
à ce sense-making énéacté



Clarification « **terminologique** »

→ il a plusieurs sens au mot
« conscience »

1) son **niveau**

...

1990

2) son **contenu**

1995

3) la **conscience de soi**

2000

2005

...

Clarification « **épistémologique** » (sur le type d'explication)

→ il y a plusieurs approches
méthodologiques pour l'étudier

1) « **où** dans le cerveau

2) « **comment** », i.e. par quel
mécanisme

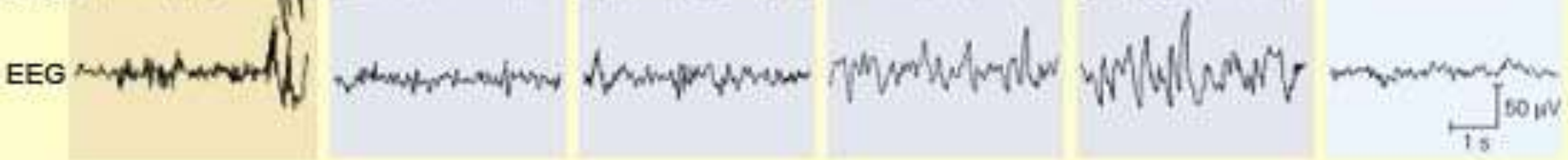
3) la question du « **quoi** », celle
des **cadres théoriques généraux**,

qui rejoint les questions
ontologiques de la philosophie

Clarification « **terminologique** »

→ il a plusieurs sens au mot
« conscience »

1) son **niveau** : être éveillé par
opposition aux situations où la
conscience diminue ou disparaît
(sommeil, coma, anesthésie).



ÉVEIL

I

II

III

IV

REM



SOMMEIL PROFOND



RÊVE



Quand on dort, on peut à la fois être **inconscient**, dans les stades **profonds du sommeil**,

et **conscient**, lors des **rêves** (où l'on ressent « *quelque chose* »).

Un rêve est donc une expérience consciente, mais **sans input** en provenance du **monde extérieur**.

Clarification « **terminologique** »

→ il a plusieurs sens au mot
« conscience »

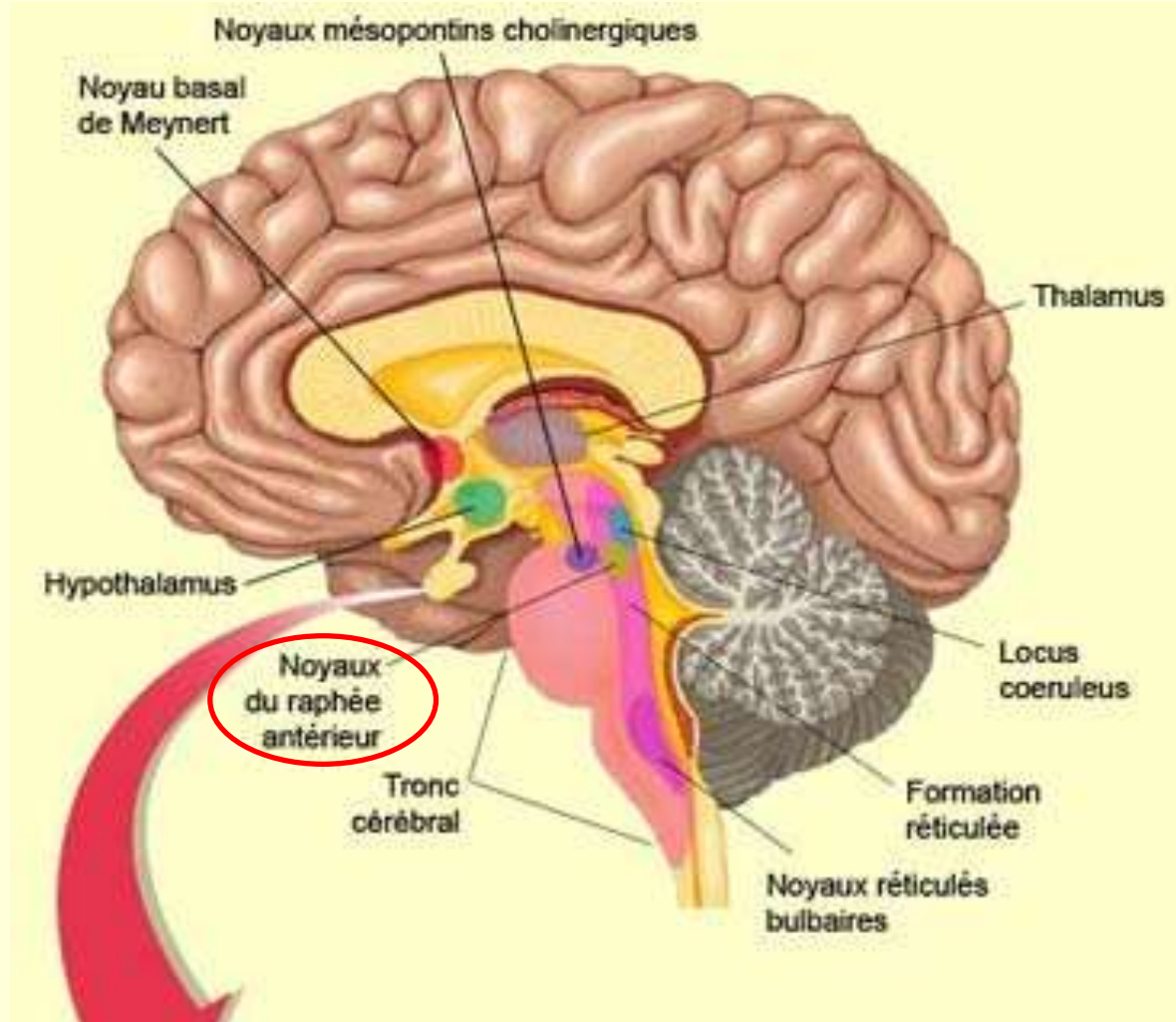
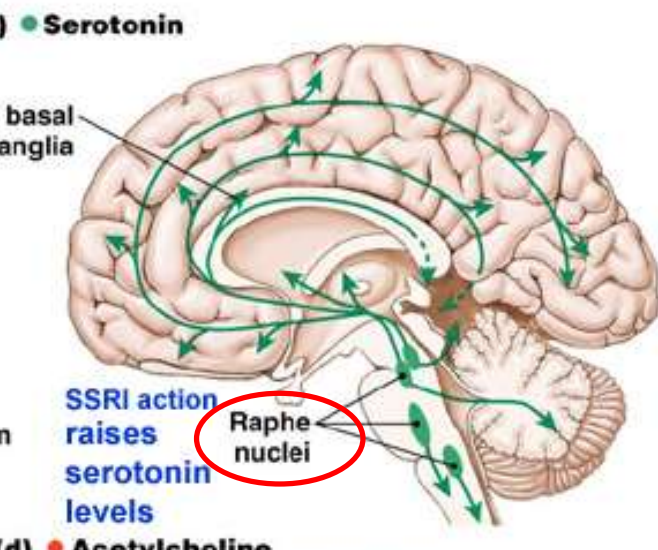
1) son **niveau** : être éveillé par opposition aux situations où la conscience diminue ou disparaît (sommeil, coma, anesthésie).

1) « **où** dans le cerveau »

Si on prend par exemple l'état conscient de **l'éveil**, on a pu montrer qu'il n'y avait pas un seul « centre de l'éveil » dans le cerveau mais bien un **réseau complexe et redondant** d'une **dizaine de groupes** de neurones répartis de l'hypothalamus au bulbe rachidien et dont l'activité contribue à nous maintenir éveillé.

Par exemple :

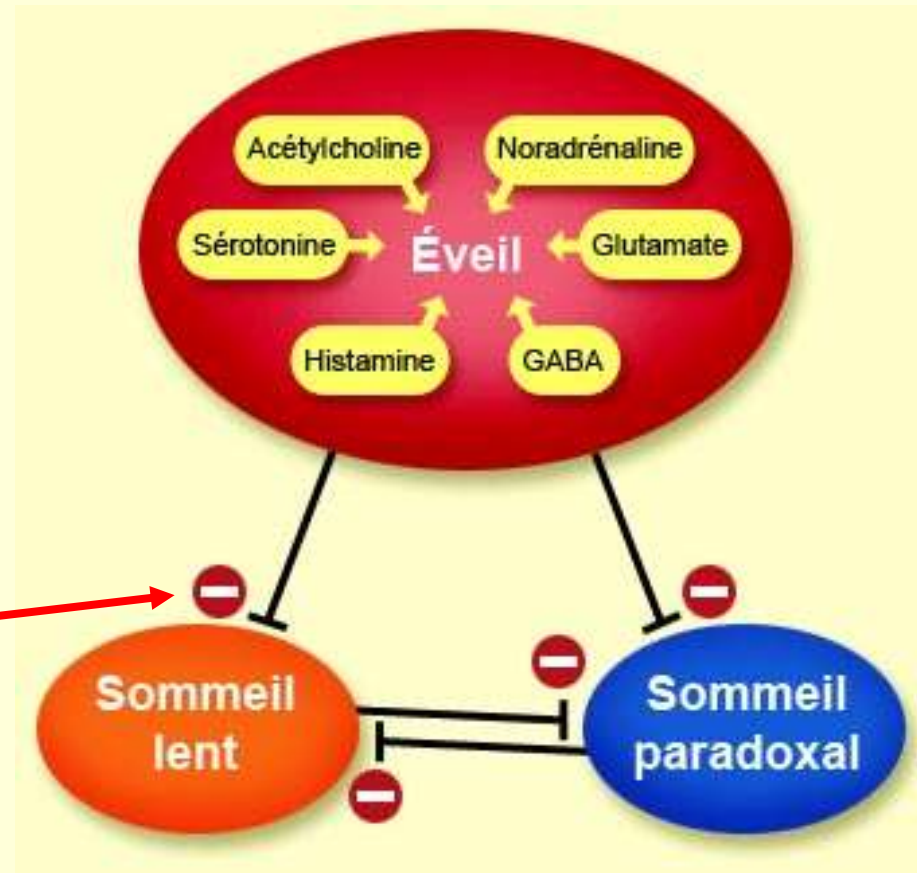
les noyaux du raphée antérieur envoient de la **sérotonine** très largement dans le **cortex**, ce qui contribue à l'éveil.



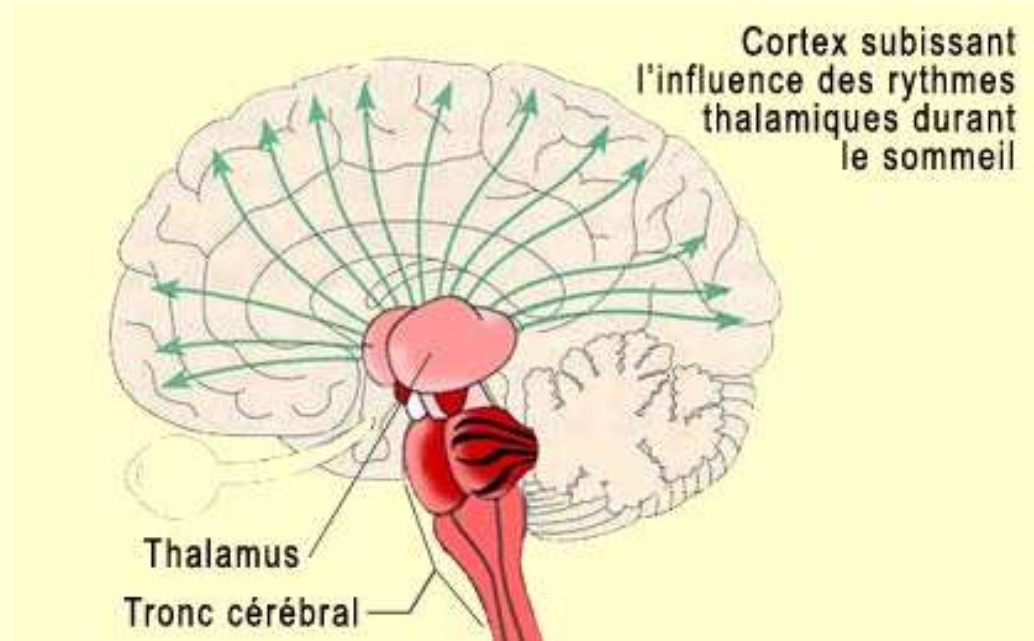
L'éveil est donc la conséquence d'une **augmentation générale de l'activité du cortex.**

Mais un deuxième mécanisme parallèle favorise l'éveil :

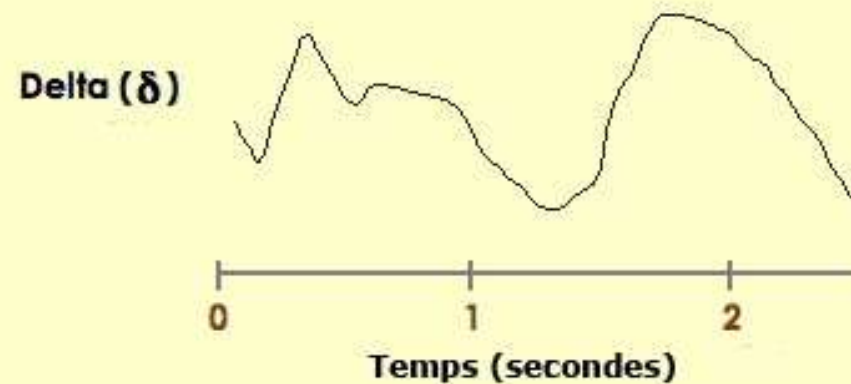
l'inhibition du sommeil.



Tous ces signaux d'éveil vont cesser de parvenir au cortex quand ils vont être interrompus au niveau du **thalamus**, la voie d'accès au cortex qui est grandement influencée par ces systèmes neuromodulateurs diffus du tronc cérébral.



Une activité rythmique se met alors en place dans les neurones thalamo-corticaux qui vont à leur tour induire leurs « ondes lentes » dans tout le cortex, le mettant dans un état où la conscience n'est plus possible.



Mais quel est cet « état » ? Et comment est-il produit ?

Clarification « **terminologique** »

→ il a plusieurs sens au mot
« conscience »

1) son **niveau** : être éveillé par opposition aux situations où la conscience diminue ou disparaît (sommeil, coma, anesthésie).

1) « **où** dans le cerveau »

2) « **comment** », i.e. par quel mécanisme



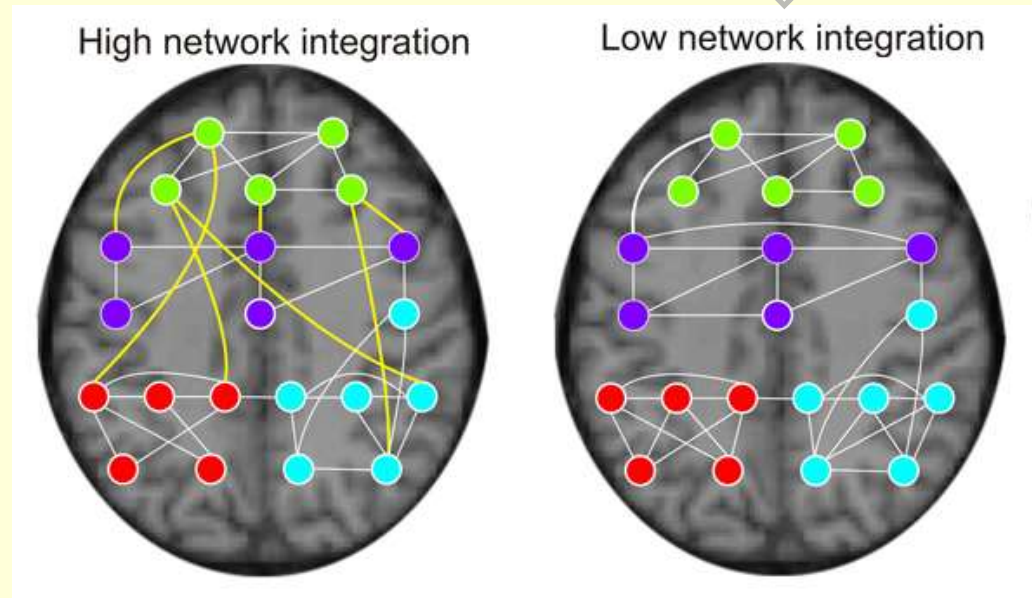
Dans une étude publiée en 2012, Habib Benali et ses collègues ont mesuré la **connectivité fonctionnelle** entre différentes régions du cerveau quand on s'endort en **sommeil profond** et qu'on **perd** conscience.

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



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

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



Exemple général tiré de https://www.researchgate.net/figure/Effects-of-pro-cognitive-drugs-on-network-integration-in-functional-brain-graphs-Left_fig3_230843802

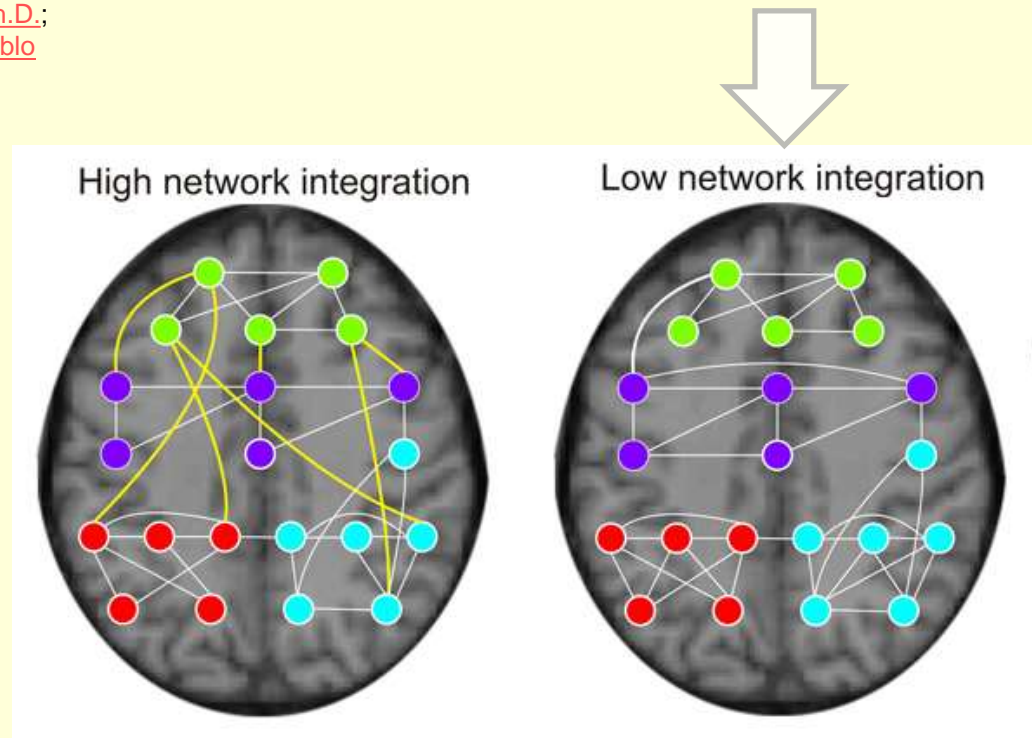
En passant, cela semble être la même chose avec **l'anesthésie générale** :

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

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

Anesthesiology, **November 2018**

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



Exemple général tiré de https://www.researchgate.net/figure/Effects-of-pro-cognitive-drugs-on-network-integration-in-functional-brain-graphs-Left_fig3_230843802

Clarification « terminologique »

→ il a plusieurs sens au mot
« conscience »

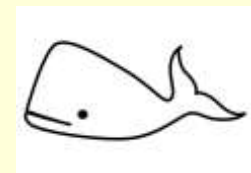
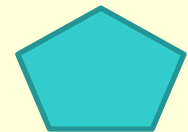
1) le fait d'être **éveillé**, par opposition aux situations où la conscience disparaît (sommeil, coma, anesthésie).

2) le fait d'avoir **accès** à ses pensées et au monde environnant.

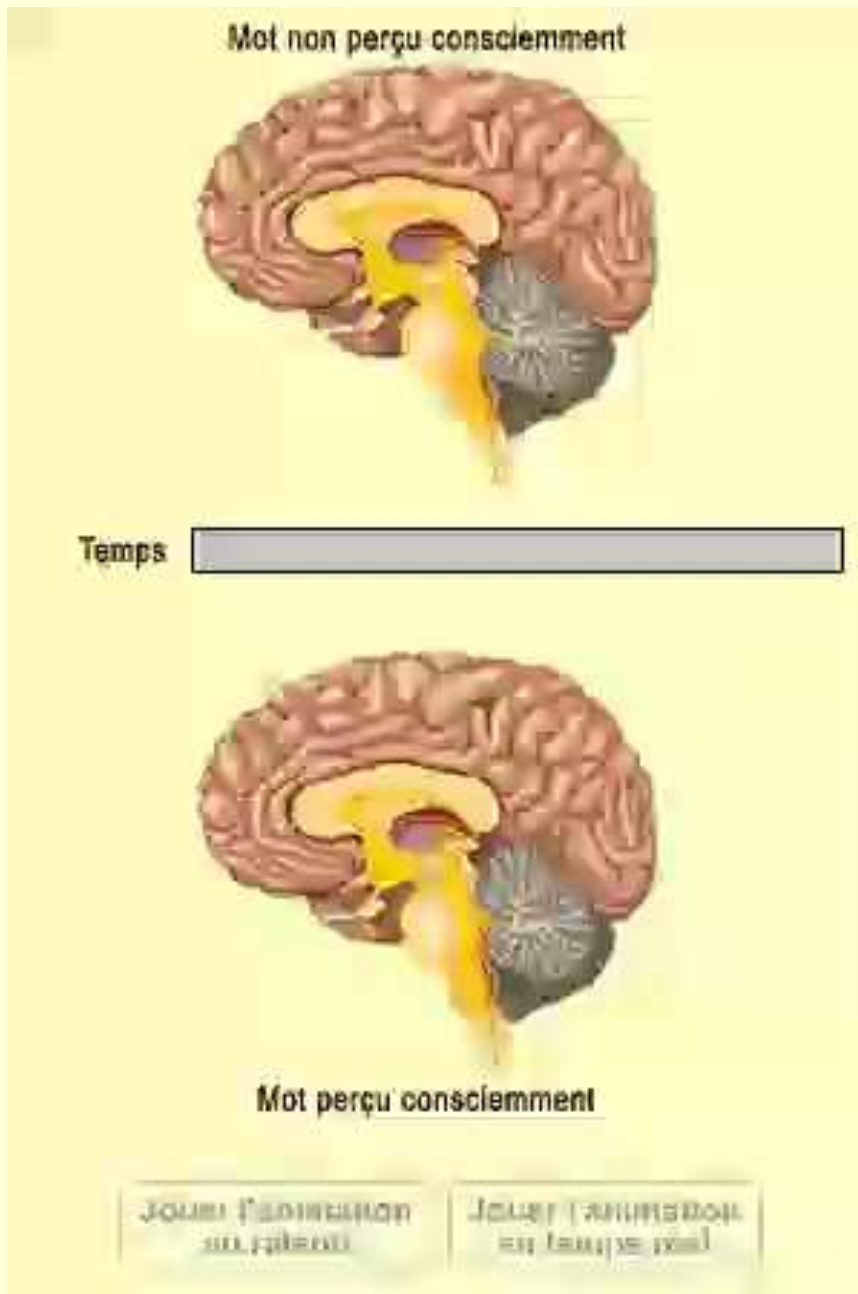
1) « **où** dans le cerveau »

Seuil de perception consciente de la vision,
exemple de durées :

- Forme géométrique : 10 ms
- Dessin (stylisé) : 21 ms
- Mot : 25 ms



Arbre



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

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

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

Clarification « **terminologique** »

→ il a plusieurs sens au mot
« conscience »

1) le fait d'être **éveillé**, par opposition aux situations où la conscience disparaît (sommeil, coma, anesthésie).

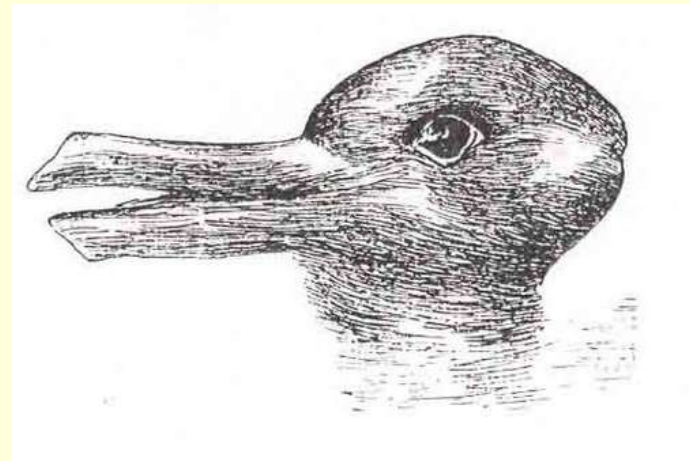
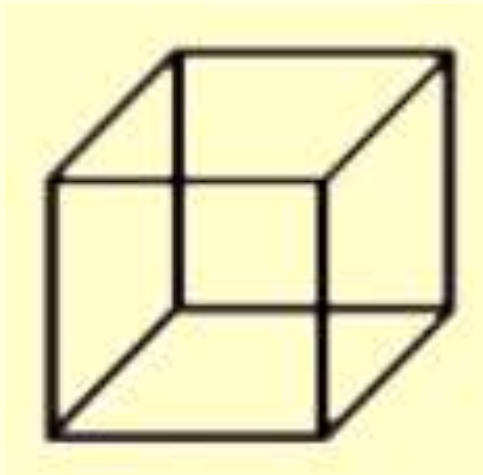
2) le fait d'avoir **accès** à ses pensées et au monde environnant.

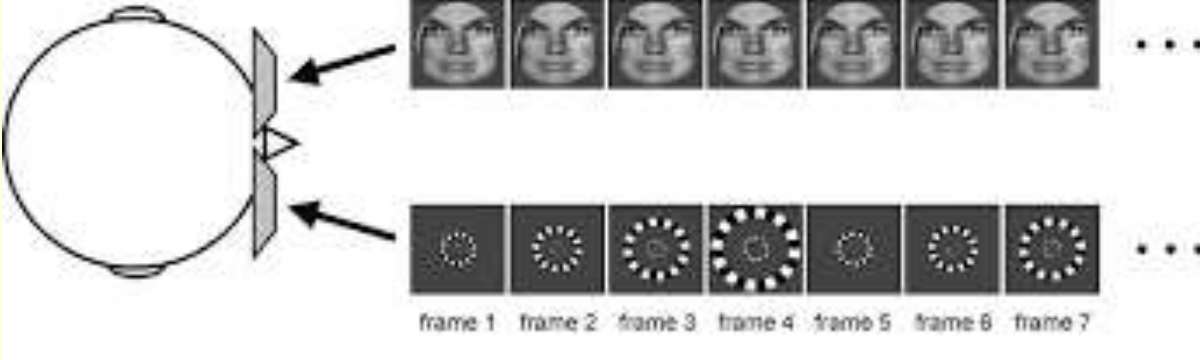
1) « **où** dans le cerveau »

2) « **comment** », i.e. par quel **mécanisme**

Pour étudier cela, on utilise souvent des situations où **la perception consciente change alors que le stimulus présenté, lui, ne change pas.**

Par exemple, les figures bistables :

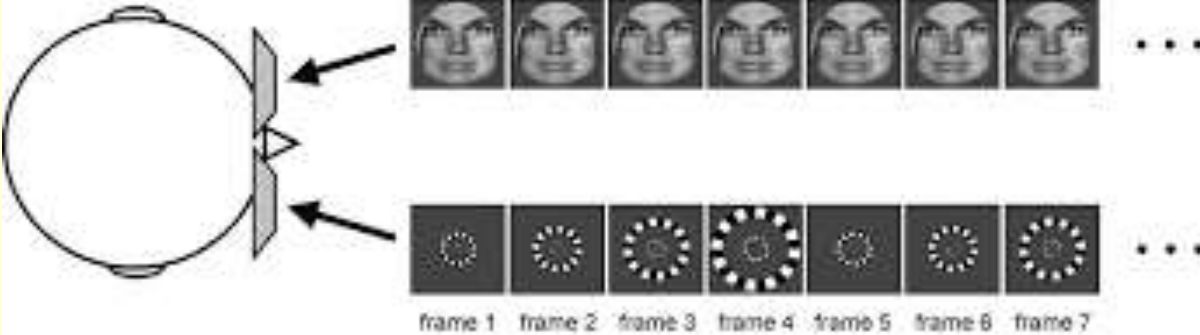




On peut aussi créer une rivalité binoculaire en regardant dans des oculaires qui donnent à voir une **image différente pour chaque oeil**.

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

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



Evan Thompson - "Waking, Dreaming, Being" at CIIS

<https://www.youtube.com/watch?v=IZyJODW4IQs>

Extrait vidéo : de 10:30 à 14:00 min. (3 min. 30 sec.)

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1053811904002757?via%3Dihub>



ELSEVIER

NeuroImage

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

Waves of consciousness: ongoing cortical patterns during binocular rivalry

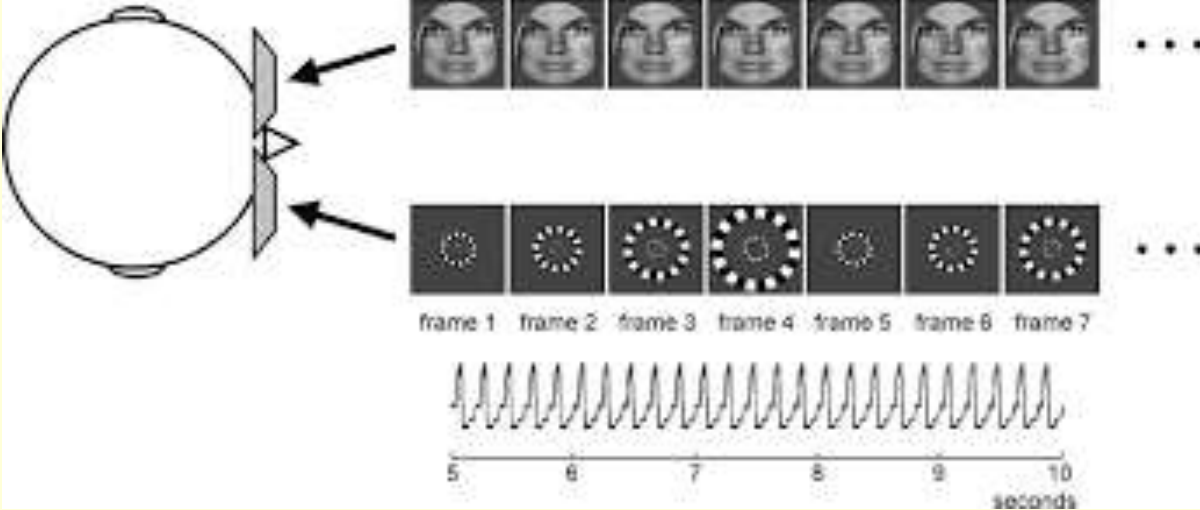
Diego Cosmelli,* Olivier David,¹ Jean-Philippe Lachaux, Jacques Martinerie, Line Garnero, Bernard Renault,* and Francisco Varela²

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

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

We present here ongoing patterns of distributed brain synchronous

is particularly interesting because, as in all multistable phenomena,

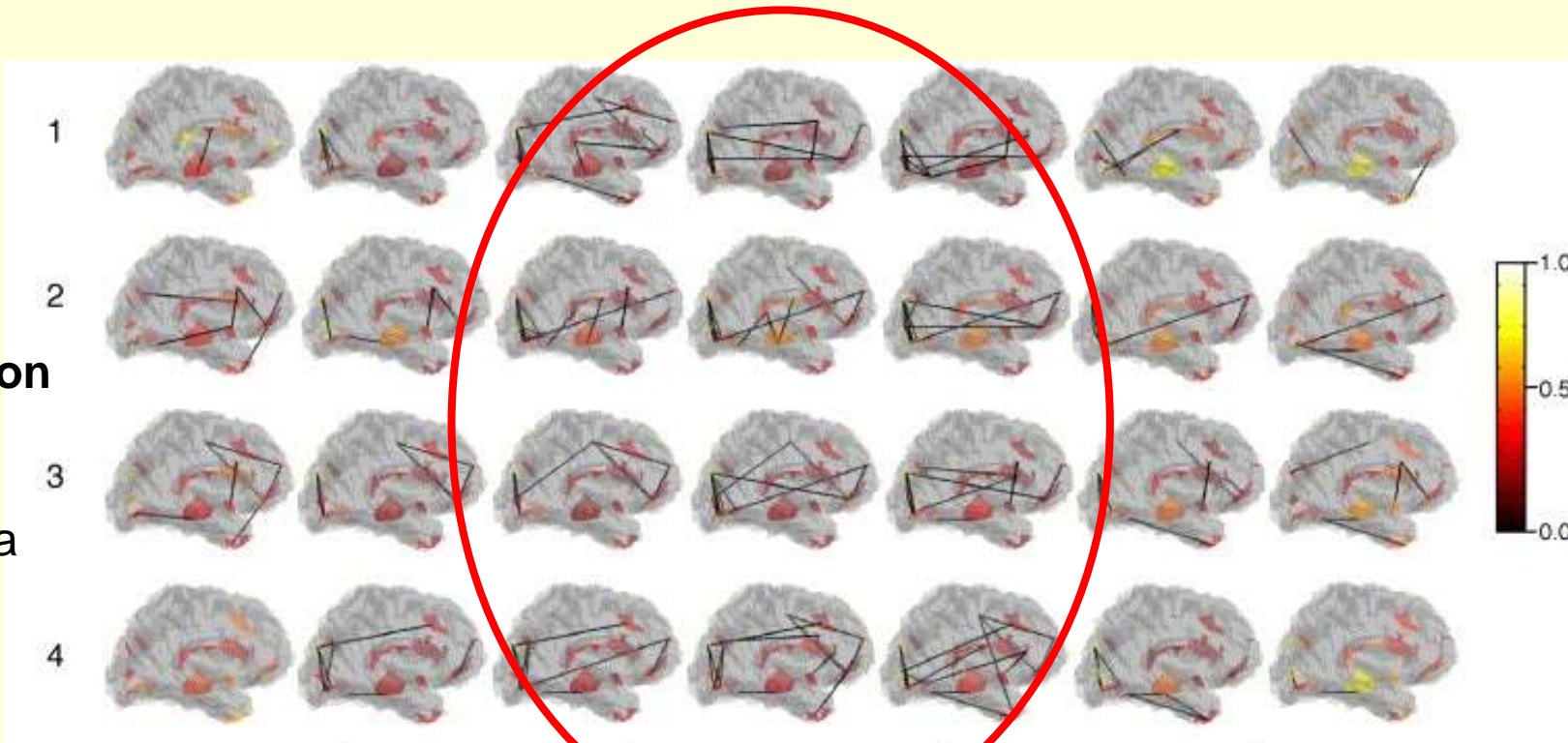


Cette **fréquence d'expansion des cercles concentriques** présentés à l'un des deux yeux, on peut la retracer dans l'activité neuronale de certaines régions du cerveau grâce à des techniques d'imagerie cérébrale.

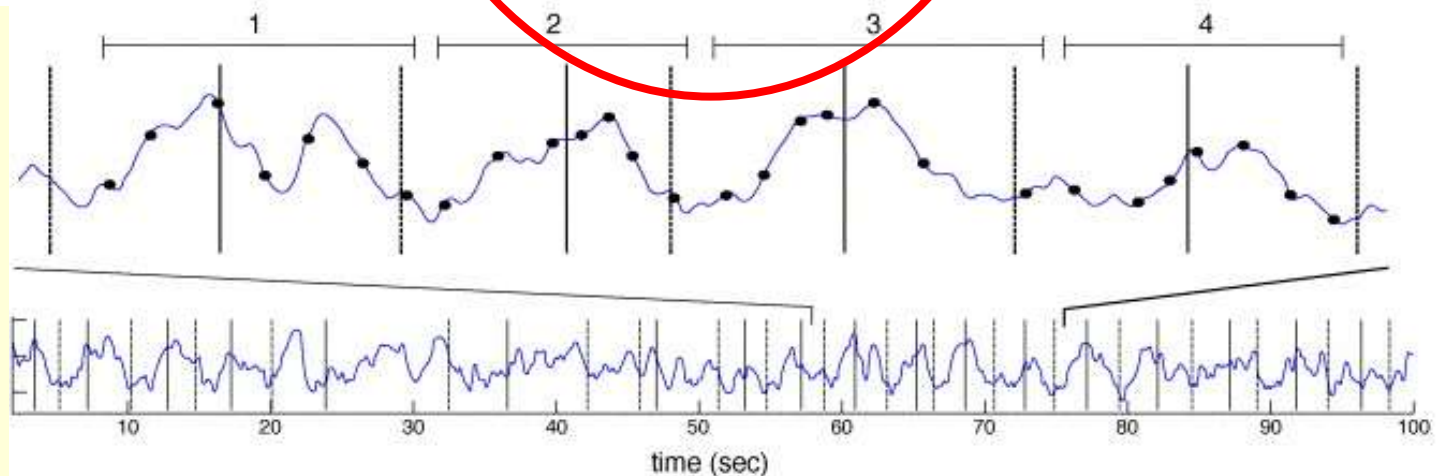
→ « a frequency tag »

→ Lignes noires relient régions dont l'activité est synchronisée

Pour les 4 moments analysés : **augmentation de la synchronie associée à la perception consciente**



→ **Sommets** : moment où sujet dit que la figure en expansion est perçue consciemment au maximum



→ Lignes noires relient régions dont l'activité est synchronisée

Pour les 4 moments analysés : **augmentation de la synchronie** associée à la **perception consciente**



→ Sommets : moment où sujet dit que la figure en expansion est perçue consciemment au maximum

Il n'y a **pas une région** particulière dont l'activité correspondrait à la perception consciente, mais bien de nombreuses régions (impliquées dans l'attention, la mémoire visuelle, la discrimination visuelle, etc) où l'on observe une **synchronisation d'activité** quand le stimulus est **perçu consciemment**.

Clarification « **terminologique** »

→ il a plusieurs sens au mot
« conscience »

1) le fait d'être **éveillé**, par opposition aux situations où la conscience disparaît (sommeil, coma, anesthésie).

2) le fait d'avoir **accès** à ses pensées et au monde environnant.

1) « **où** dans le cerveau »

2) « **comment** », i.e. par quel mécanisme

3) la question du « **quoi** », celle des **cadres théoriques généraux**

Je me contenterai de présenter très rapidement les **deux grandes théories** les plus débattues actuellement :

la théorie **de l'espace de travail global** (« global workspace theory », ou GWT), défendue entre autres par Stanislas Dehaene du Collège de France à Paris,

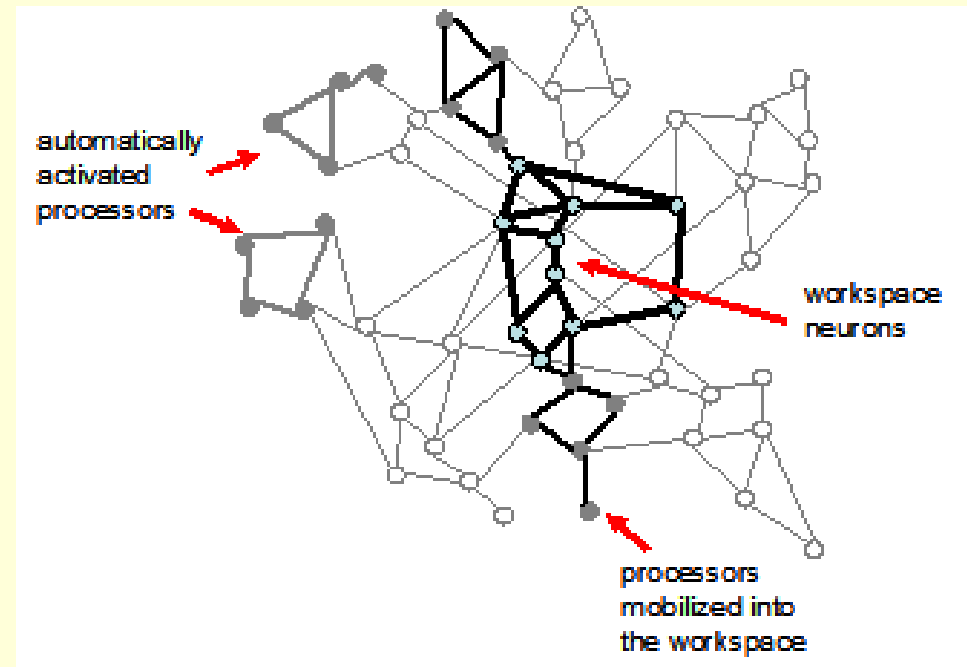
et la théorie **de l'information intégrée** (« integrated information theory », ou IIT), proposée par Giulio Tononi de l'Université du Wisconsin à Madison.

Théorie de l'espace de travail global (« global workspace theory », ou GWT)

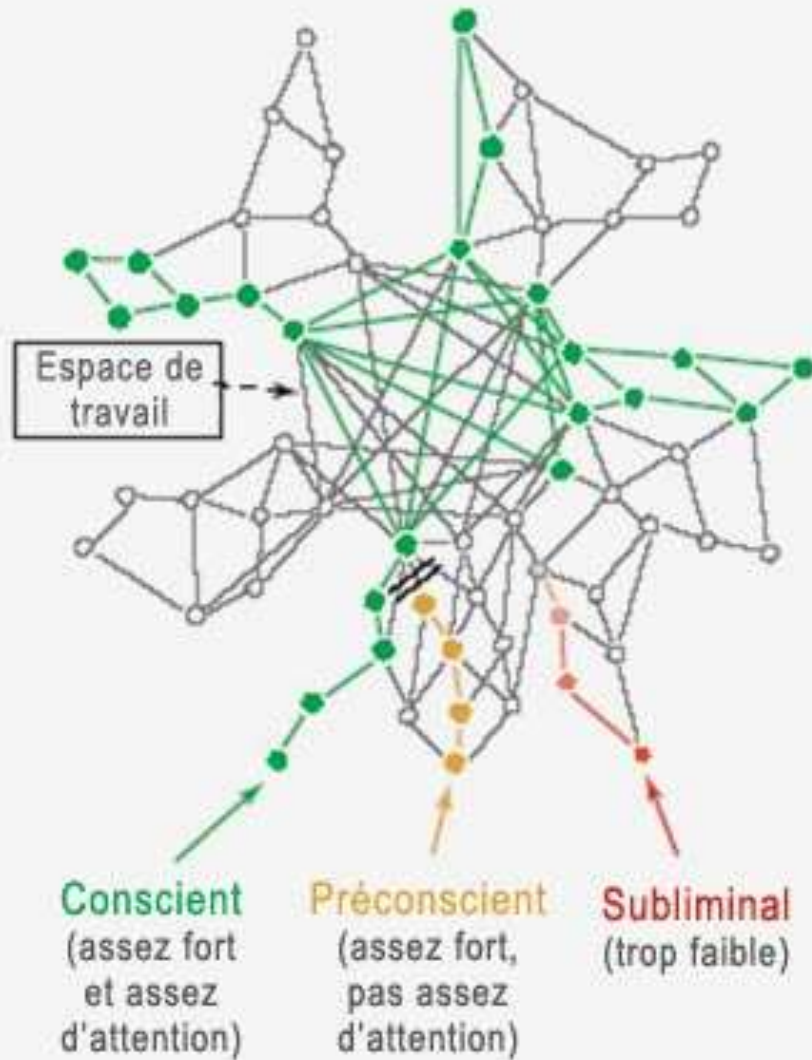
→ remonte aux premiers temps de l'intelligence artificielle où des données étaient rendues accessibles à un endroit du système (un « tableau noir » ou « blackboard ») pour permettre à des modules spécialisés de les utiliser.

→ à partir de 1988, le psychologue Bernard Baars postule qu'il en est de même pour le cerveau humain qui comprendrait plusieurs sous-systèmes (reliés à la perception, à l'attention, etc.) et qui fonctionnent **inconsciemment**.

→ quand ces différents sous-systèmes mettent en commun les résultats de leurs opérations dans un même «espace de travail global», elles deviennent **accessibles** pour l'ensemble du cerveau, et par conséquent, **conscientes**.

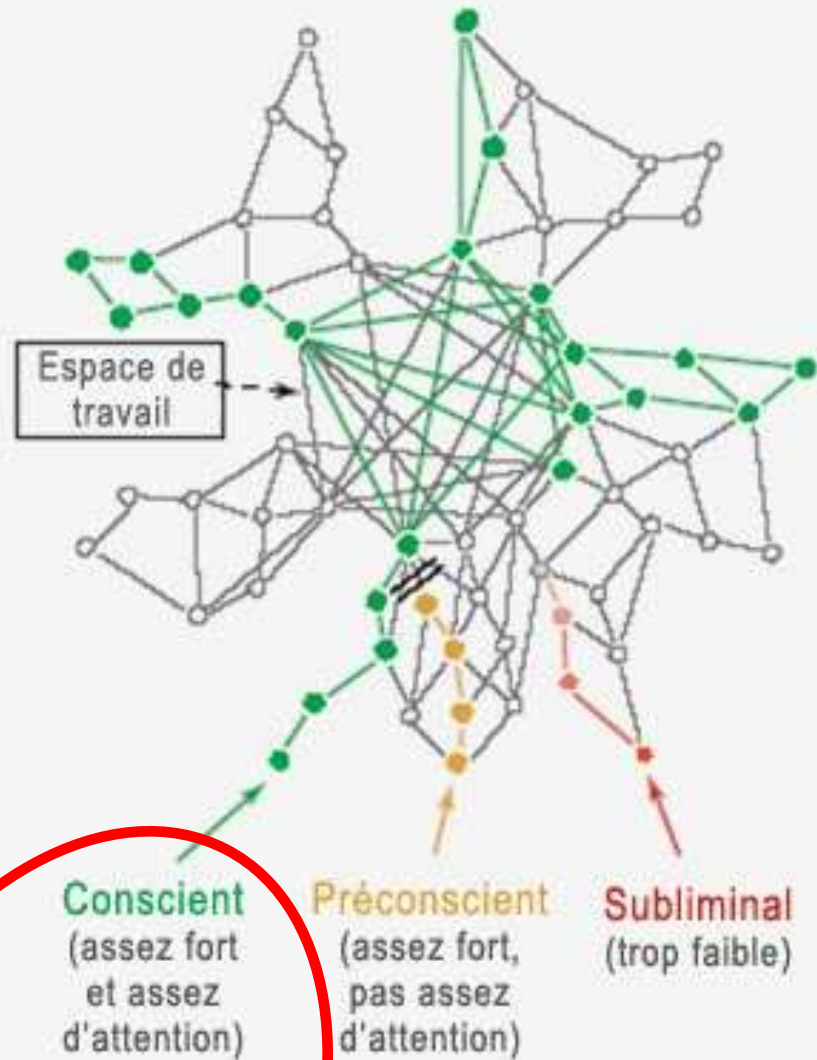


D'après
Dehaene
et al.
2006.

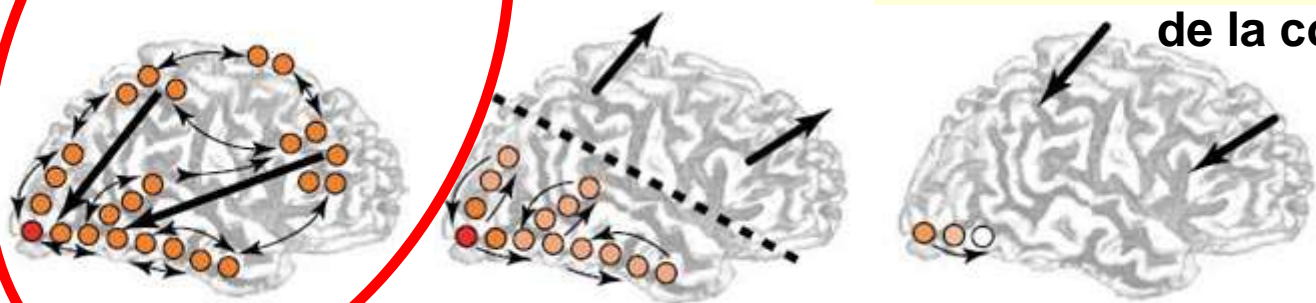


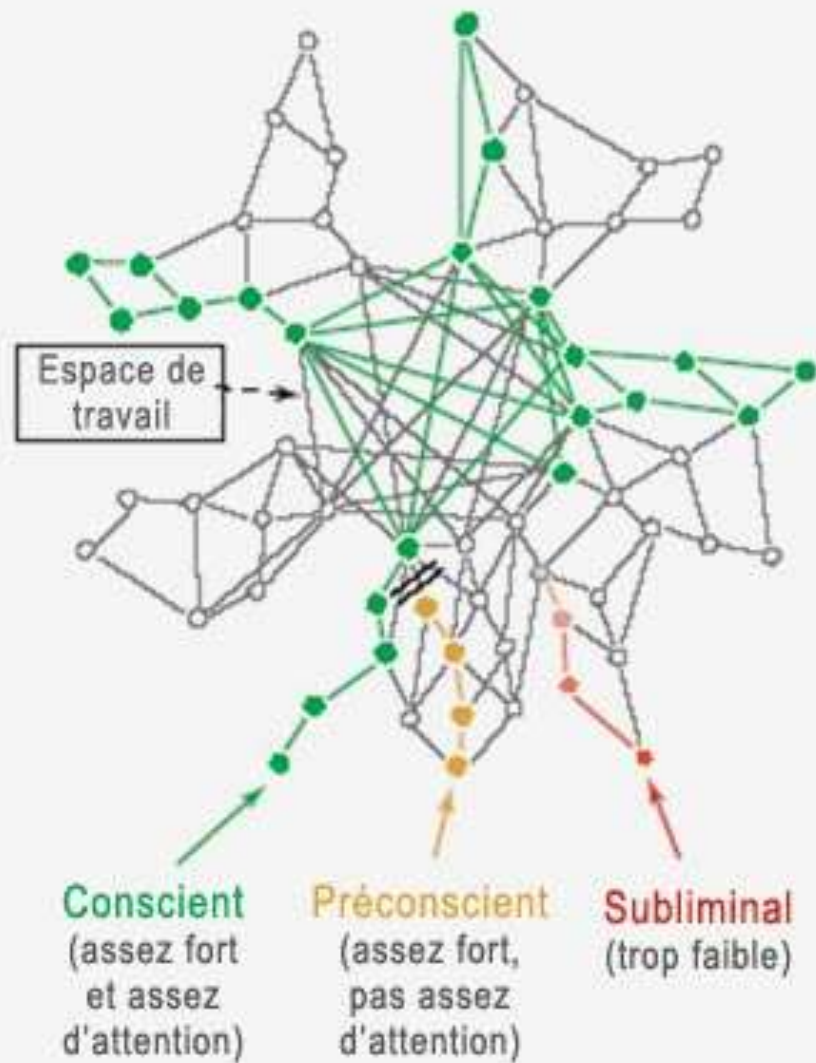
Vers le milieu des années 2000,
**Jean-Pierre Changeux et
Stanislas Dehaene**,
deux neurobiologistes, proposent
leur version de ce modèle.

Contrairement au modèle initial
de Baars qui ne faisaient que
distinguer un état conscient
de multiples états inconscients,
on distingue ici **trois états
d'activation possibles** :



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





« **Le “flux” de la conscience** semble formé d’une **série d’étapes “méta-stables”**, chacune consistant en la sélection d’un objet mental pertinent et son accès à un **espace de travail global.** »

Sigman & Dehaene, PLOS:Biologie, 2005

L'autre grand cadre théorique : La théorie de l'information intégrée de Tononi

Bien qu'il ait travaillé sur les interactions entre le thalamus et le cortex, Tononi **ne pense pas** que l'on puisse inférer l'existence de la conscience **à partir de systèmes physiques** contrairement à la théorie de l'espace de travail.

Il propose plutôt l'**approche inverse**: partir de l'expérience elle-même, en identifiant ses **propriétés essentielles**, puis en déduire quel type de propriétés les systèmes physiques doivent avoir pour rendre compte de ses propriétés essentielles.

What Is Consciousness?

Christof Koch

Nature, 09 May **2018**

<https://www.nature.com/articles/d41586-018-05097-x>

Consciousness: here, there and everywhere?

Giulio Tononi and Christof Koch, **2015**

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4387509/>



Prenons l'exemple de quelqu'un étendu sur un fauteuil qui perçoit consciemment la pièce où il se trouve avec son œil gauche !

Des propriétés essentielles de l'expérience consciente :

Intrinsic existence



Existence intrinsèque : chaque expérience consciente est réelle et existe dans sa propre perspective intrinsèque, indépendante des observateurs externes.



Des propriétés essentielles de l'expérience consciente :

Intrinsic existence



Composition



Composition : chaque expérience consciente est composée de multiples distinctions phénoménologiques (un livre, une couleur bleue, un livre bleu, le côté gauche d'un livre bleu, etc.)

Des propriétés essentielles de l'expérience consciente :

Intrinsic existence



Composition



Information



Information : chaque expérience consciente est spécifique et diffère d'un grand nombre d'expériences alternatives possibles que j'aurais pu avoir mais que je n'ai pas actuellement.

Des propriétés essentielles de l'expérience consciente :

Intrinsic existence



Composition



Information



Integration



L'intégration : chaque expérience consciente est unifiée, donc irréductible à des sous-ensembles qui seraient indépendants (je ressens une scène visuelle entière, pas le côté gauche du champ visuel indépendant du côté droit).

Autrement dit,

chaque discrimination consciente contient **beaucoup d'information**

car elle est à la fois « **intégrée** » (elle forme un tout cohérent)

et « **différenciée** » (elle est unique).

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

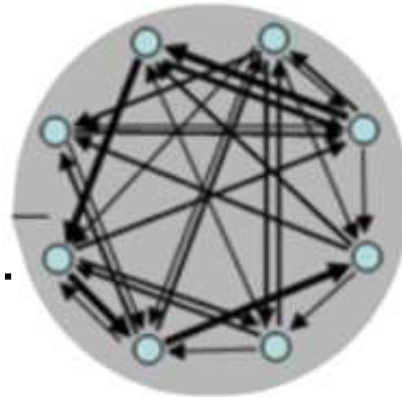
Cet « accord » réduit la capacité d'information du cerveau, comme cela se produirait également avec un livre dont les lettres sont toutes identiques.

no information



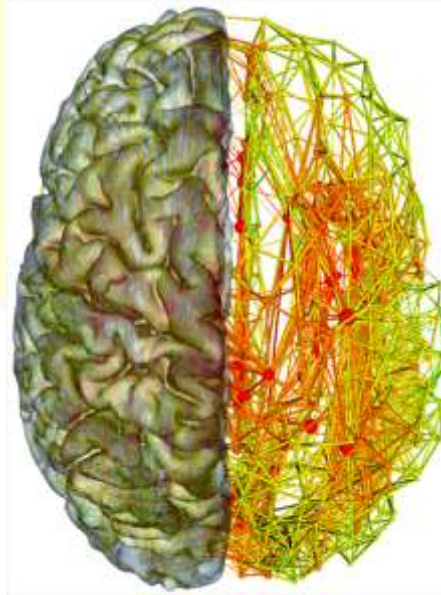
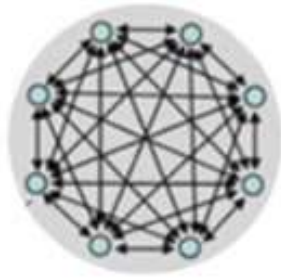
Quand on est éveillés, il y a **moins d'accord entre les neurones**.

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



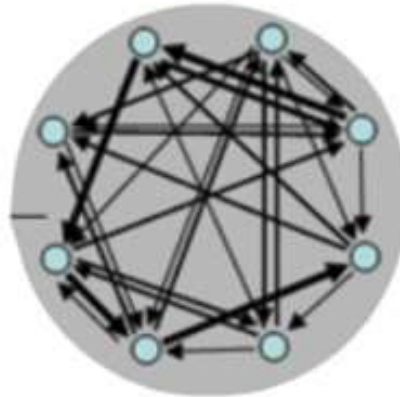
integration and information

no information



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

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

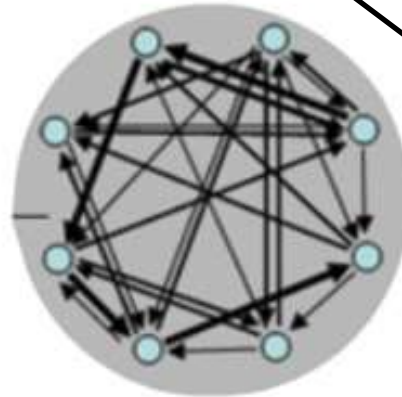
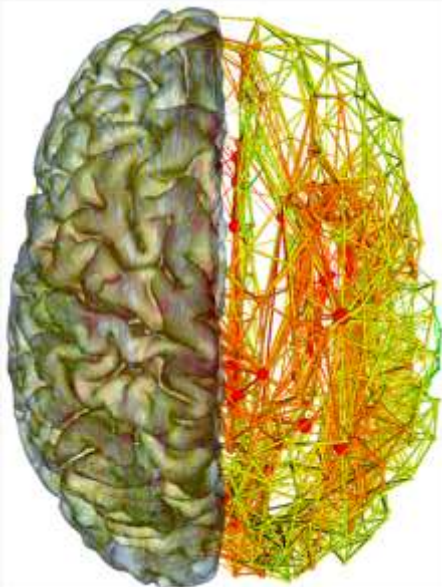
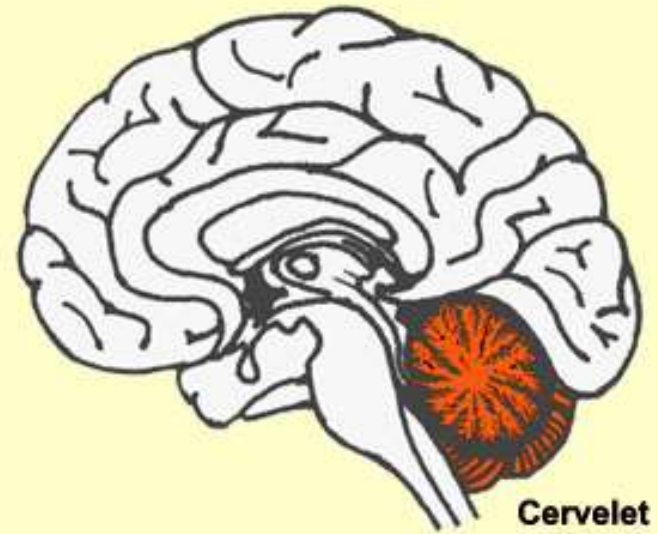


integration and information

Cervelet : → 69 milliards de neurones
sur 86 milliards

**Cortex
cérébral :**

- 16 milliards de neurones sur 86 milliards
- circuits fonctionnellement différenciés qui interagissent massivement et rapidement grâce à de nombreuses **boucles** de rétroaction



integration and information

Cervelet : → 69 milliards de neurones sur 86 milliards

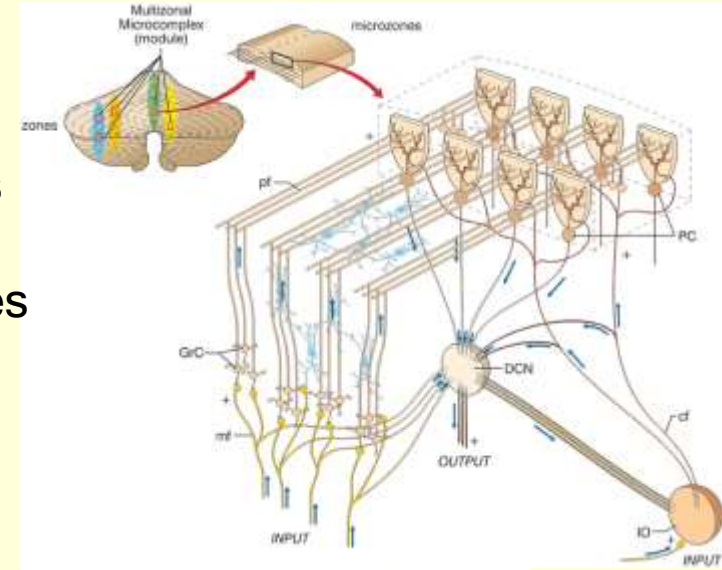
→ des centaines de petits circuits en parallèle pratiquement **indépendants** les uns des autres (« feedforward system »)

Cortex cérébral :

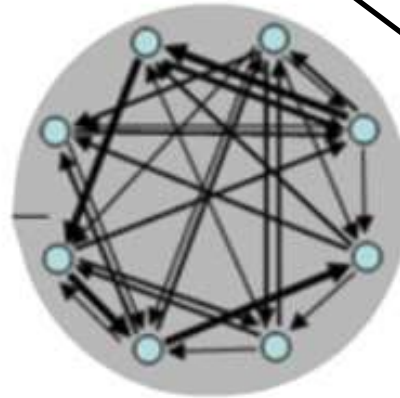
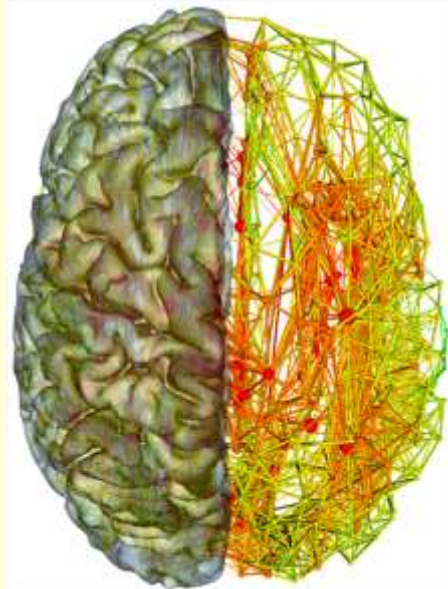
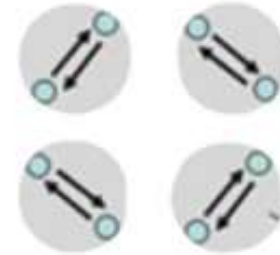
→ 16 milliards de neurones sur 86 milliards

→ circuits fonctionnellement différenciés qui interagissent massivement et rapidement grâce à de nombreuses **boucles de rétroaction**

→ conscience très peu affectée par lésions ou ablation (contrairement au cortex)



no integration



integration and information

Tononi postule que tout système complexe interconnecté par des relations causales va nécessairement ressentir « l'effet que ça fait » d'être ce système.

Autrement dit, il aura un **certain niveau** de conscience qui dépendra de sa complexité et du **niveau d'intégration** dont il est capable.

Ce niveau d'intégration, l'IIT cherche à le quantifier avec une valeur appelée Φ .

La technique « zap-and-zip »

(ou anesthésiée)

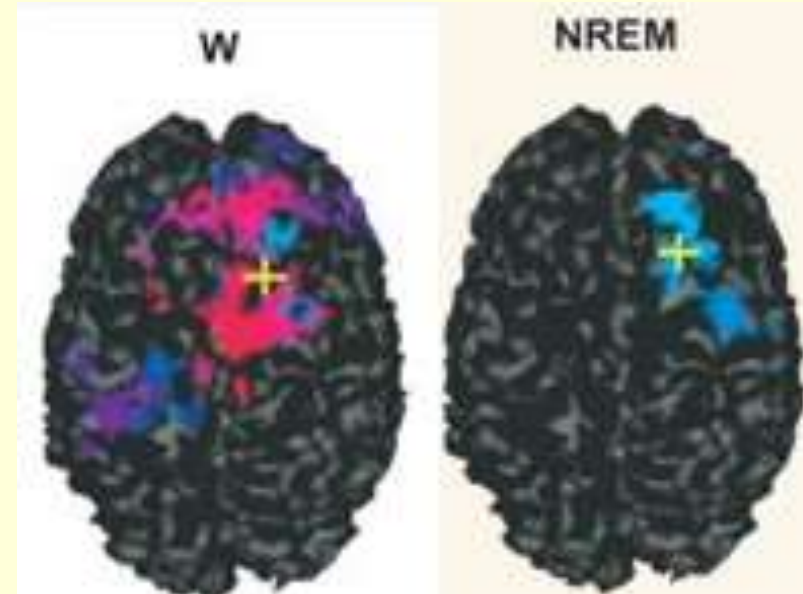
Zap :

avec la stimulation magnétique transcrânienne on va « zapper » certaines petites régions du cerveau et recueillir une « **réverbération** » plus ou moins étendue dans le reste du cerveau.

Zip :

plus l'enregistrement peut être compressable, plus sa valeur de Φ est basse, moins le cerveau est conscient.

(les états complexes associés à la conscience sont plus difficile à compresser)



“perturbational complexity index” entre **0,31 et 0,70**

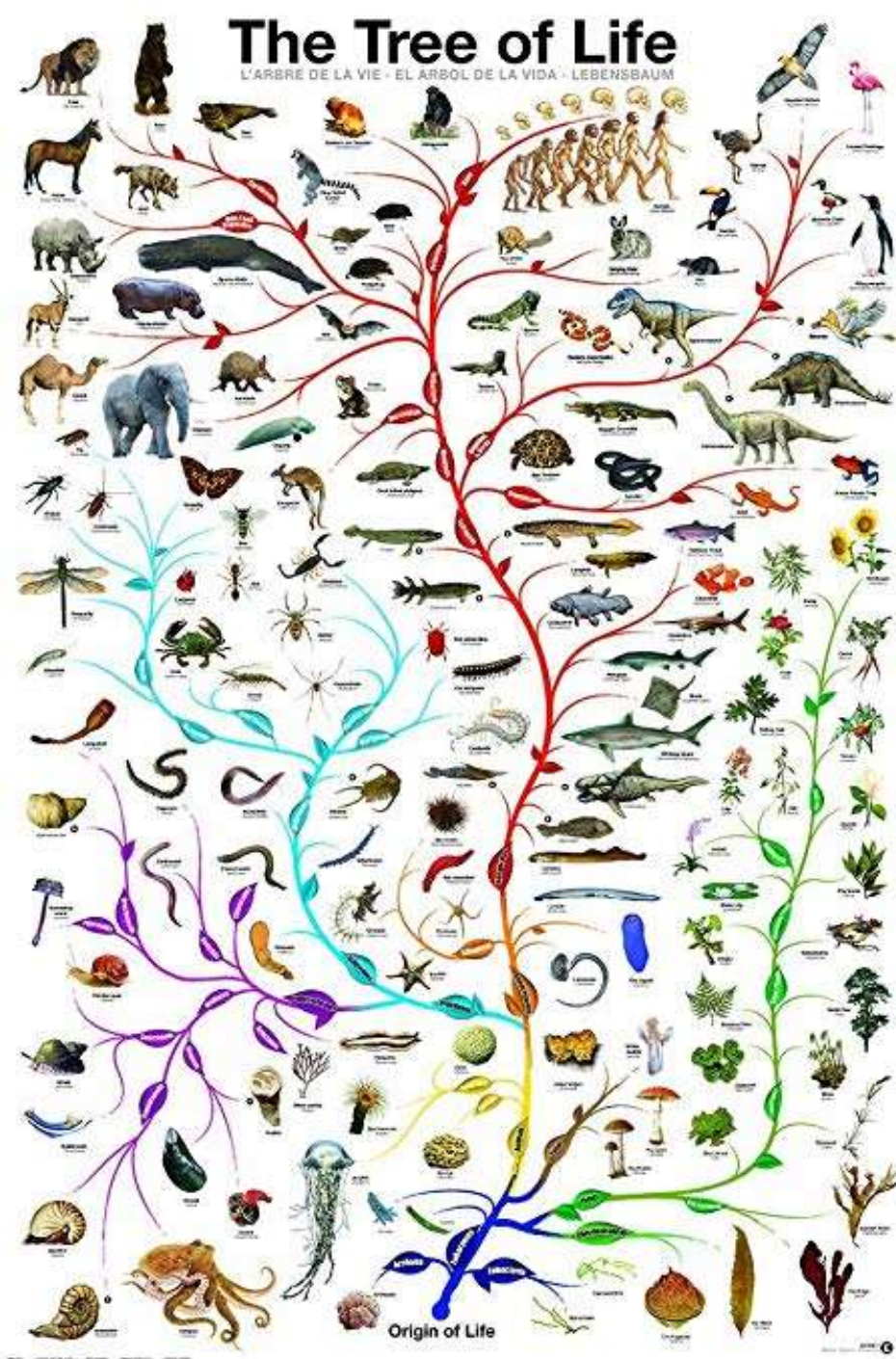
en bas de **0,31**

Selon la théorie de l'information intégrée :

- tout système avec **une valeur de Φ suffisamment élevée** - qu'il soit **biologique ou non biologique** - serait **conscient** (Tononi 2004).
- même un proton peut posséder phi, car un proton est un phénomène émergent issu de l'interaction de ses quarks. D'où le panpsychisme.
- **toute simulation**, même très sophistiquée, d'un cerveau humain sur un ordinateur **ne peut pas être consciente**, de la même manière qu'une simulation de l'attraction gravitationnelle d'un trou noir ne déformera pas l'espace-temps autour de l'ordinateur qui exécute ces calculs.

The Tree of Life

L'ARBRE DE LA VIE - EL ARBOL DE LA VIDA - LEBENSBAUM



- la conscience ne peut pas être « comptée »,
elle doit être **construite dans la structure même du système.**

The idea that everything from spoons to stones is conscious is gaining academic credibility

<https://qz.com/1184574/the-idea-that-everything-from-spoons-to-stones-are-conscious-is-gaining-academic-credibility/>

Séance 10 (17 juin 2020) : « Moi » conscient versus motivations inconscientes : notre espèce a-t-elle de l'avenir ?

https://lecerveau.mcgill.ca/flash/pop/pop_pres/Chap%2010%20%20Morale%20de%20l%20histoire%20notre%20espece%20a%20t%20elle%20de%20l%20avenir%20v5%20racourcie%20finale%20pour%20pdf.pdf

Plan

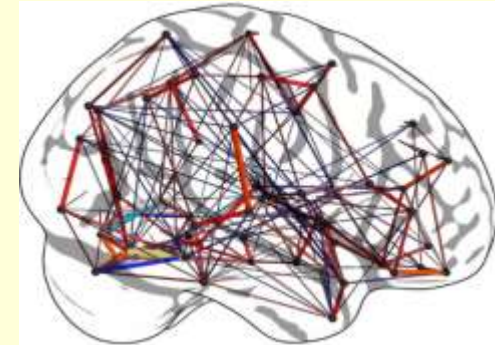
Des théories **philosophiques**
sur la nature de la conscience

- Quelques grands paradigmes matérialistes
des sciences cognitives depuis un siècle

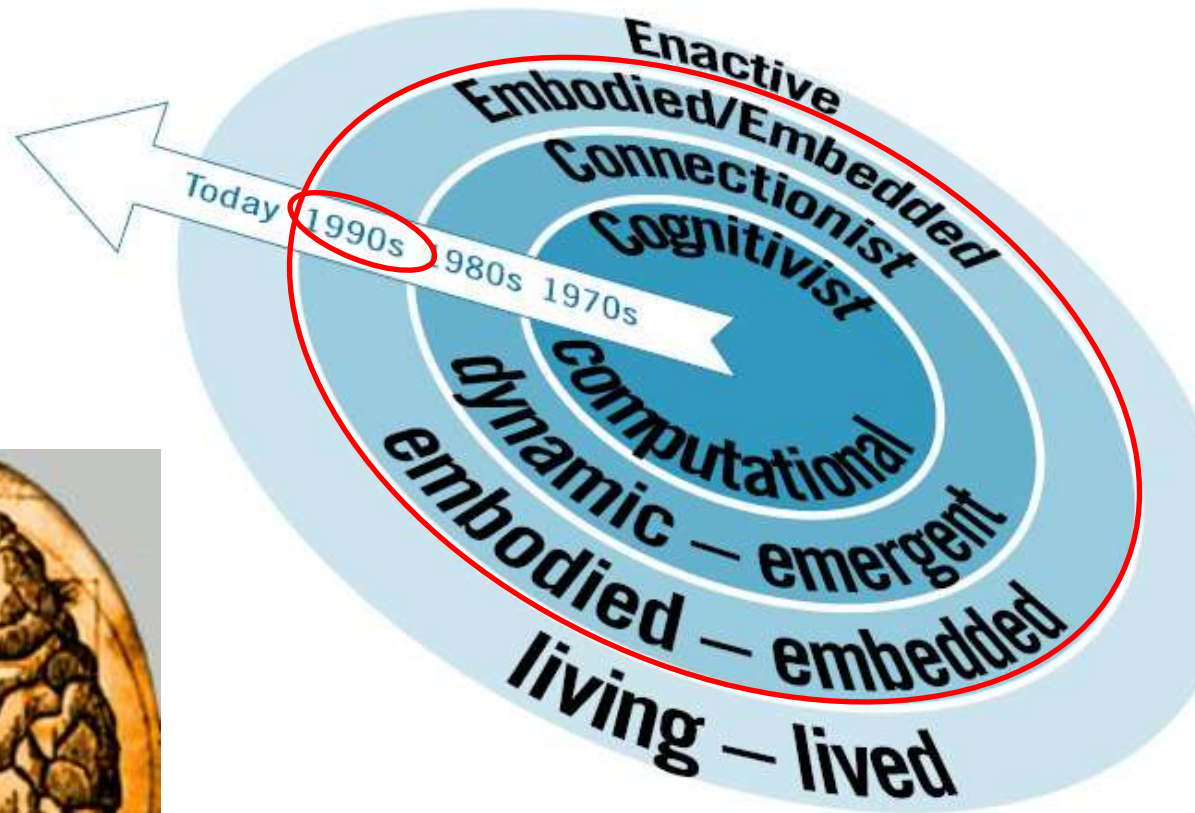
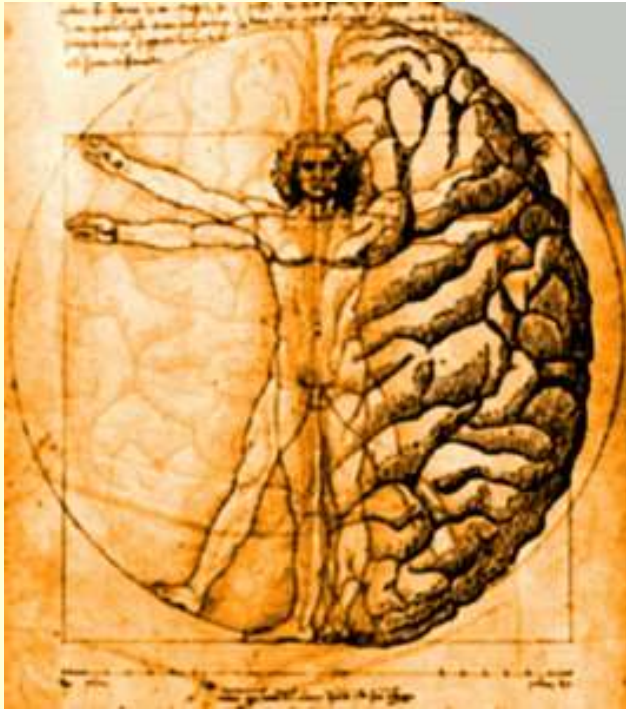
L'apport des **neurosciences** :
clarifications terminologiques et épistémologiques

Les sciences cognitives incarnées :

Autonomie
Couplage sensori-moteur
Sense-making
Quatre conséquences
à ce sense-making énéacté



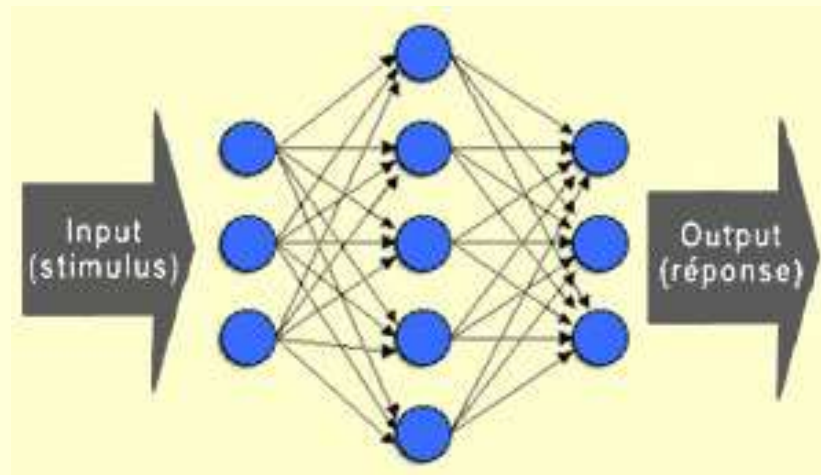
Cognition
« incarnée »
et située :



Tant pour les modèles **cognitivistes** que **connexionnistes** :



Inputs et outputs
désincarnés :

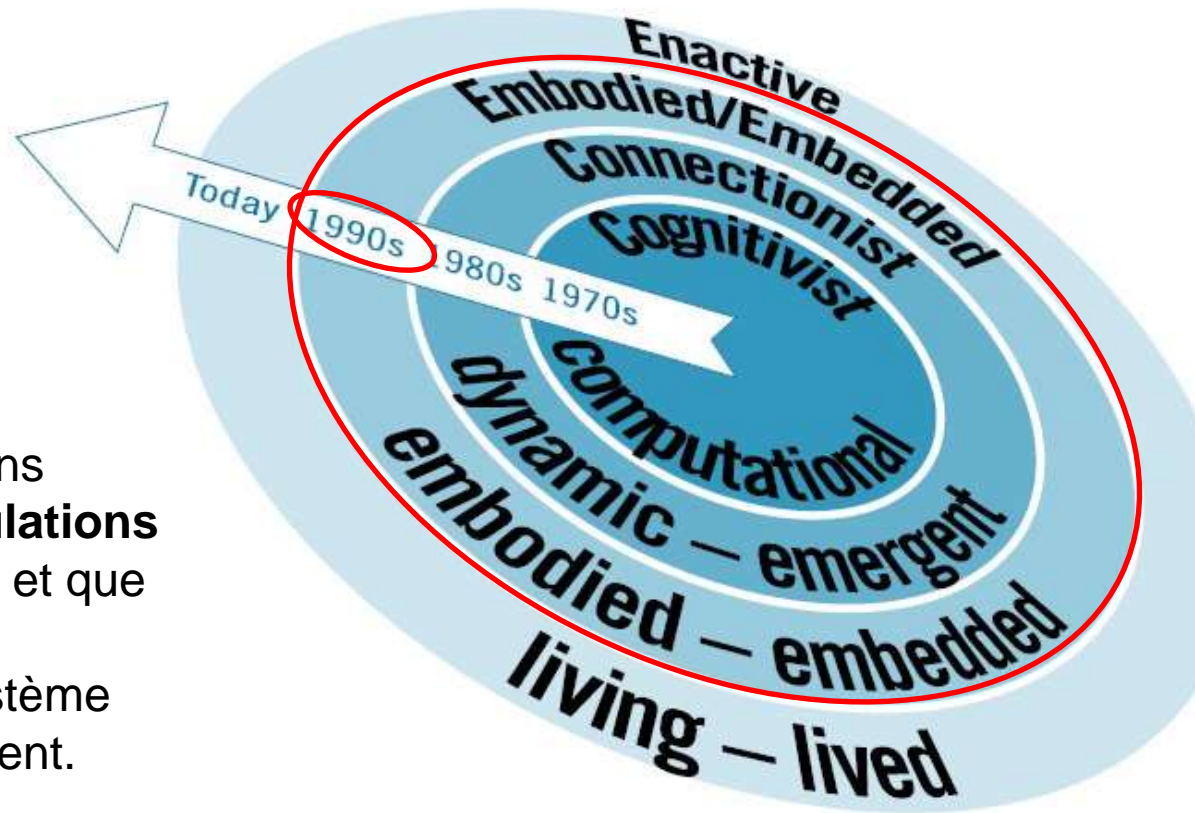


on ne tient pas compte
du **corps** où se trouve
le cerveau.

Cognition

Cognition « incarnée » et située :

→ Ne nie pas que les humains peuvent faire des **manipulations symboliques abstraites**, et que celles-ci se trouvent matérialisées dans un système **connexionniste** sous-jacent.



- Mais ces réseaux de neurones doivent pouvoir produire de la **signification** (car cognitivisme : vue étroite du “mind” comme “problem-solving machine”)
- celle-ci vient de l’impératif de **garder son corps en vie** en **agissant** sur son environnement (approcher ressources, fuir dangers)
- et ces actions vont se faire nécessairement à partir d’une **histoire** qui s’inscrit dans le corps et le cerveau d’un organisme.

4E Cognition

- Embodied
- Embedded
- Extended
- Enactive

Connectivity, Complexity, and 4-E Cognition

<https://www.upaya.org/2016/03/zen-brain-thompson-complexity-connectivity-4e-cognition-part-2a-n/>

Steps to an Embodied Cognitive Science of Mindfulness.

<https://www.youtube.com/watch?v=OJHCae1liAI&feature=youtu.be>

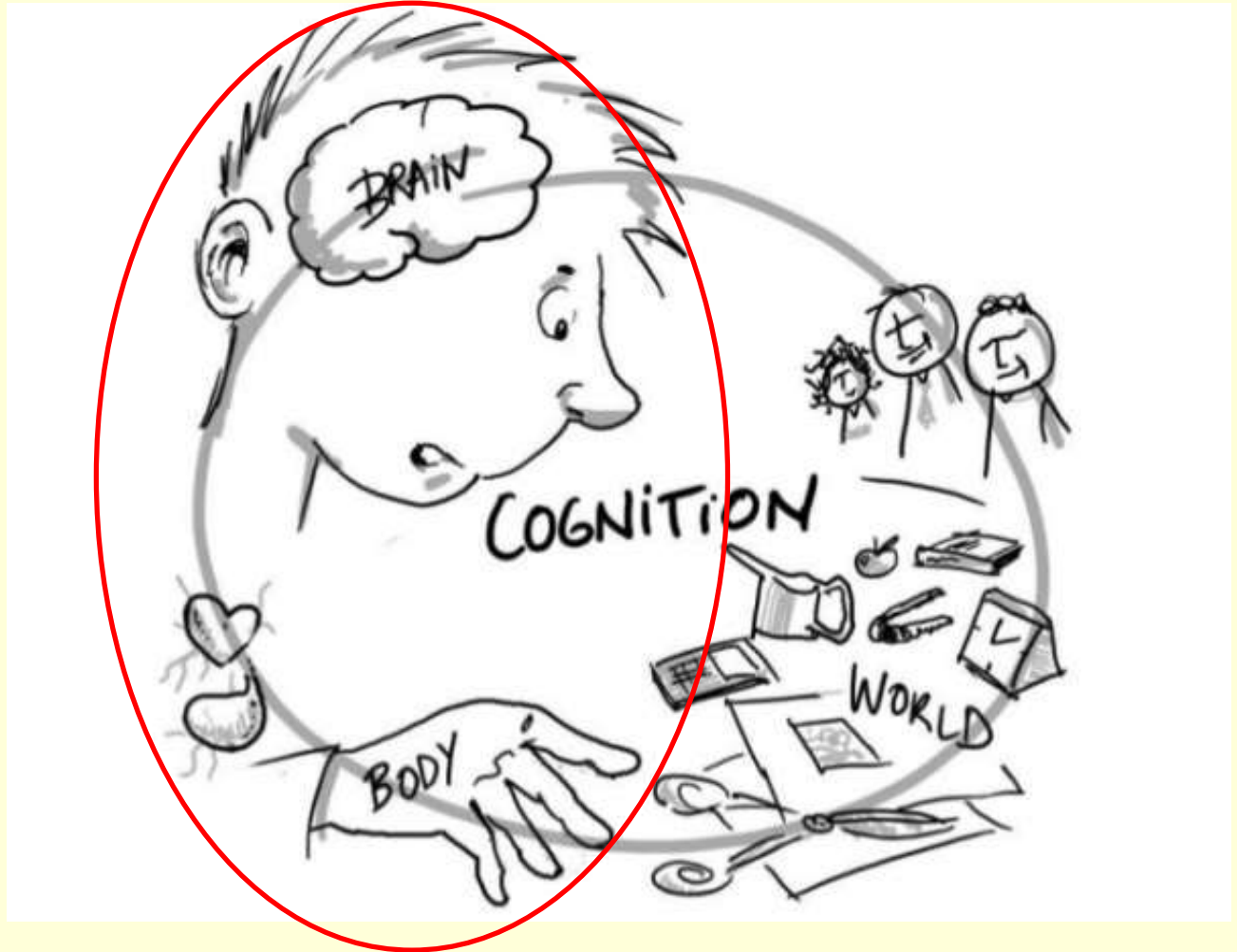
La cognition
« incarnée »
et située va
donner lieu à un
programme de
recherche où l'on
distingue souvent
4 grands aspects.



4E Cognition

- Embodied
- Embedded
- Extended
- Enactive

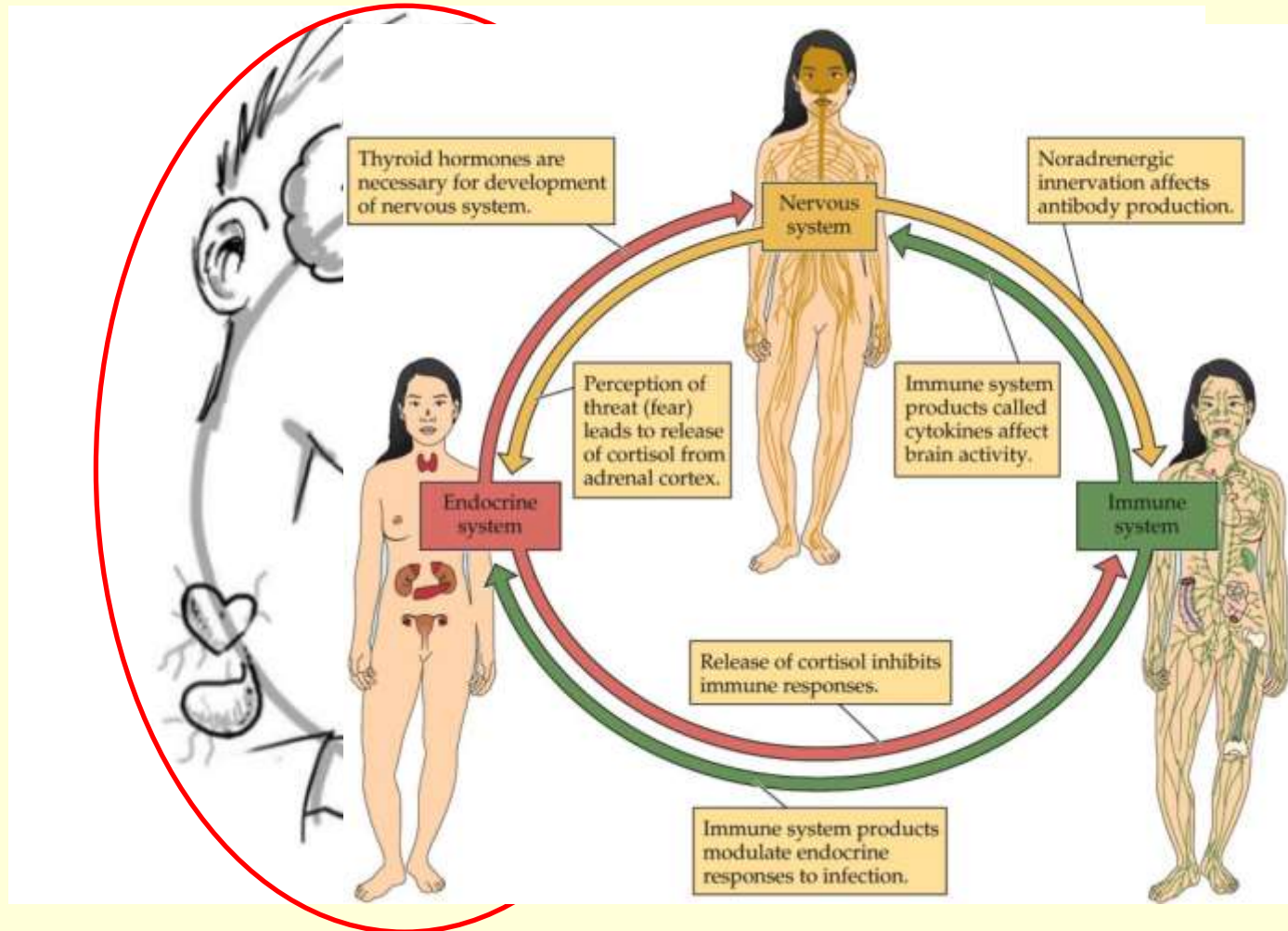
Incarnée



4E Cognition

- Embodied
- Embedded
- Extended
- Enactive

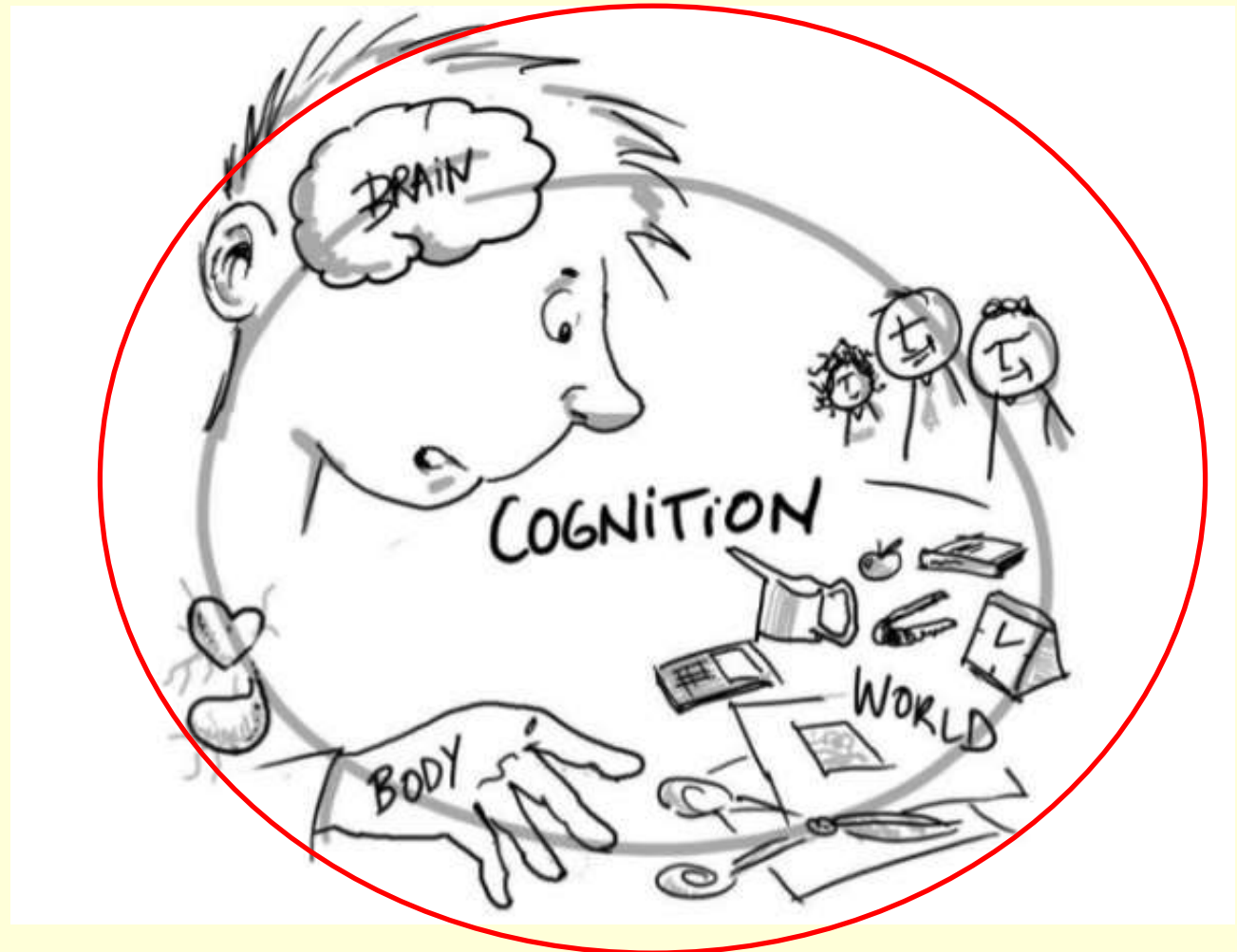
Incarnée



4E Cognition

- Embodied
- Embedded
- Extended
- Enactive

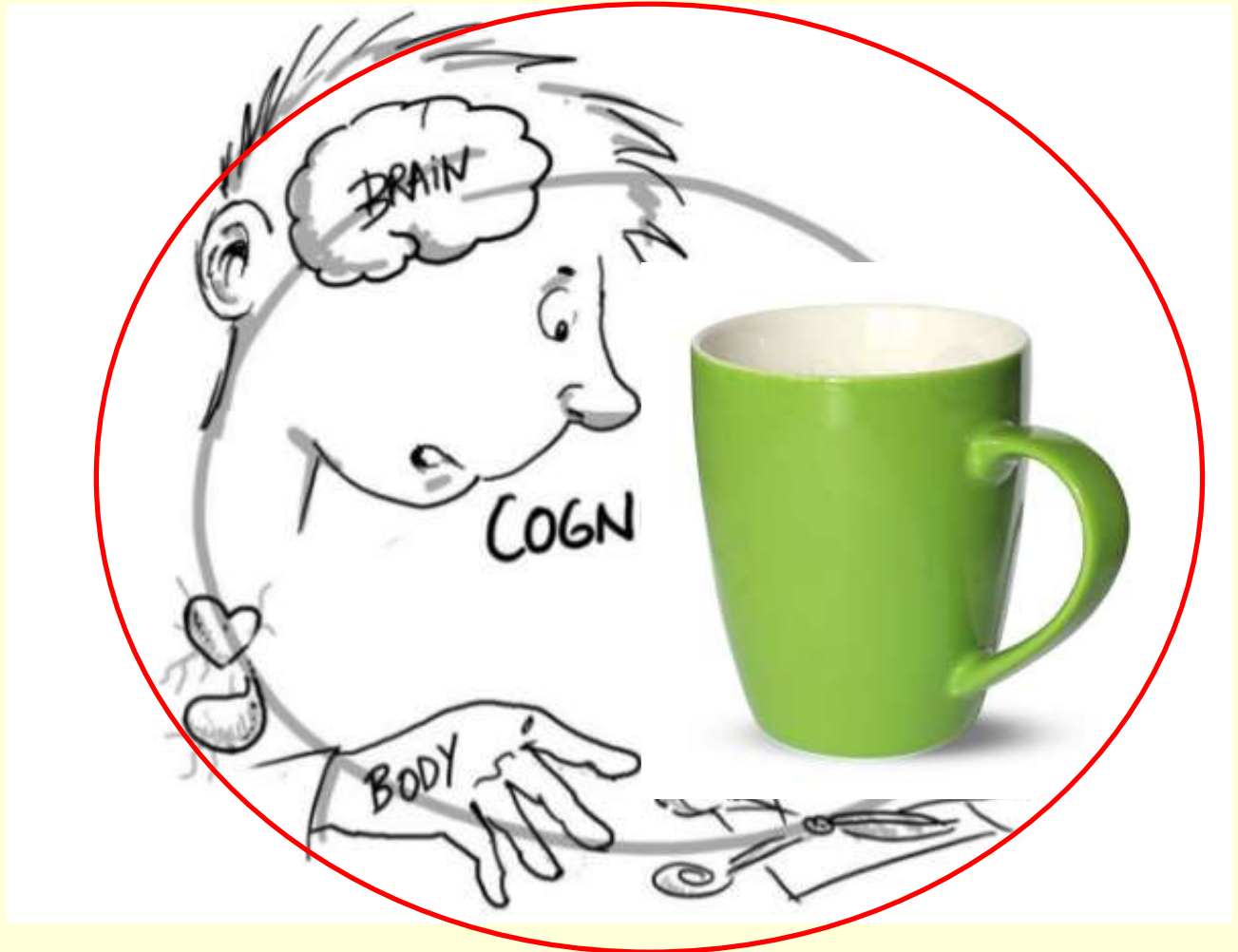
Incarnée
Située



4E Cognition

- Embodied
- Embedded
- Extended
- Enactive

Incarnée
Située

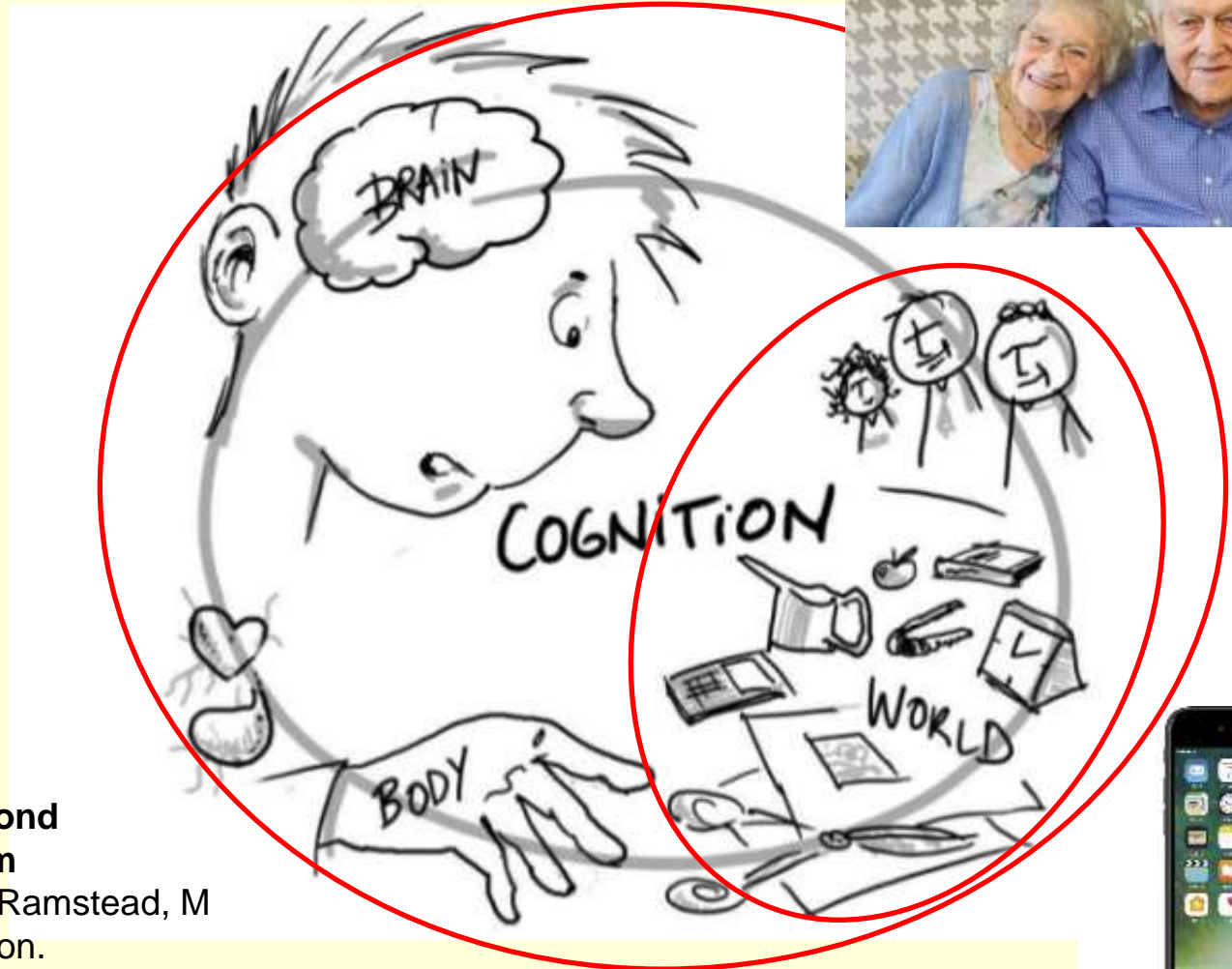


4E Cognition

- Embodied
- Embedded
- Extended
- Enactive

Incarnée
Située
Étendue

“This is the idea that the **boundaries of cognitive systems are nested and multiple** – and that, with respect to its study, cognition has **no fixed or essential boundaries.**”



Multiscale Integration: Beyond Internalism and Externalism

Synthese · **January 2019**. M Ramstead, M Kirchhoff, A Constant, K Friston.

https://www.researchgate.net/publication/330578698_Multiscale_Integration_Beyond_Internalism_and_Externalism?fbclid=IwAR03QOSB_oTUxpgjO_QJcCnJlR-qruLIdCRdrQ8nN827y4nUMYG7tXe89DR8

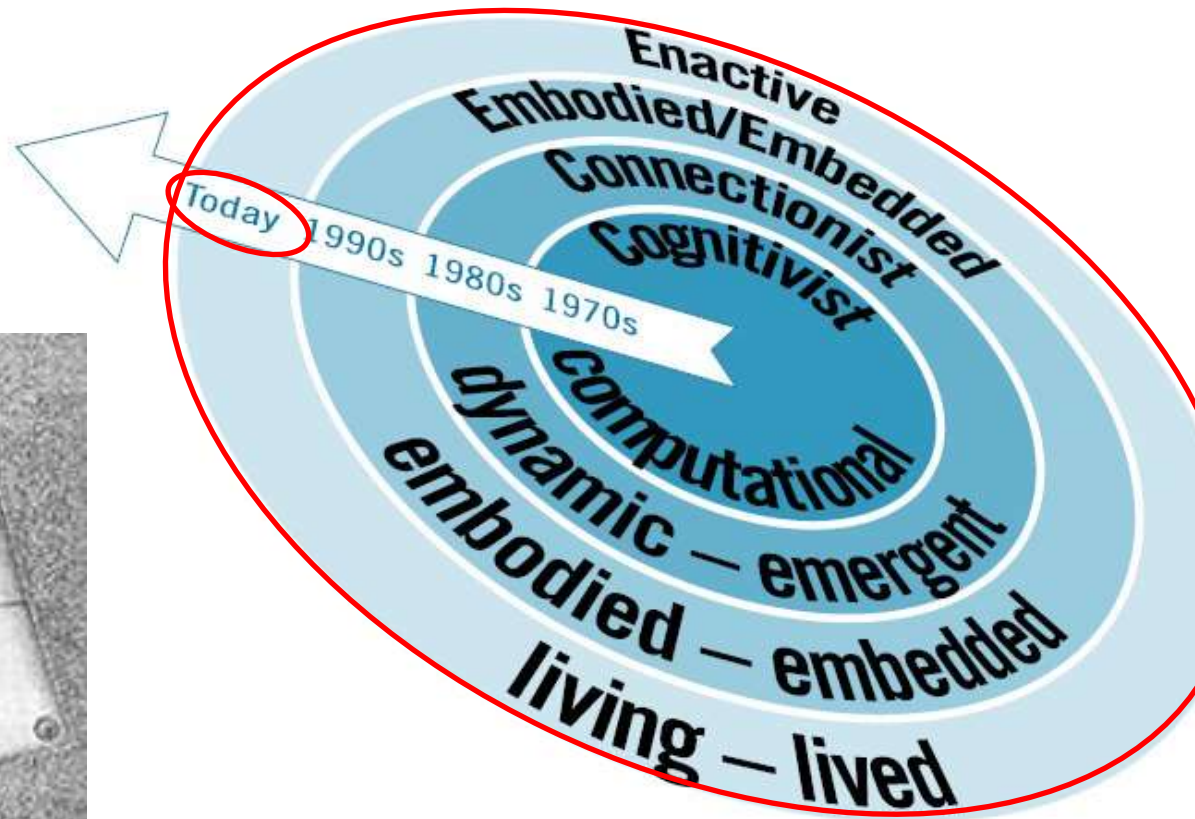
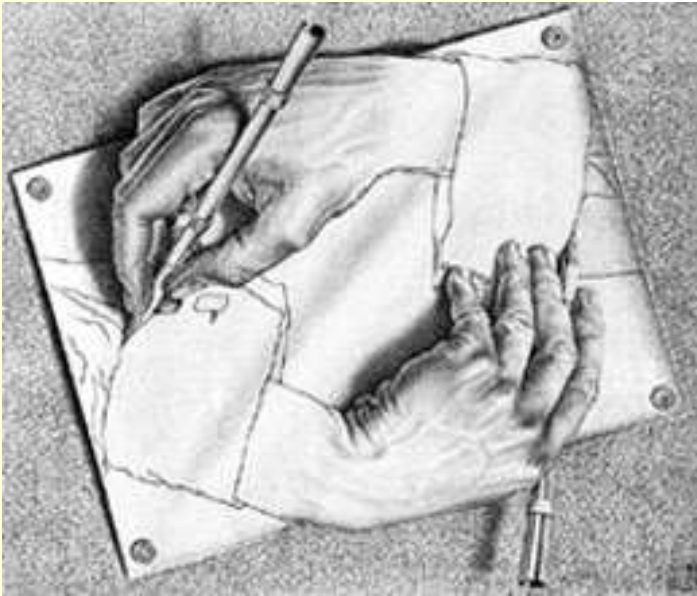
4E Cognition

- Embodied
- Embedded
- Extended
- Enactive

Incarnée
Située
Étendue
Énactive

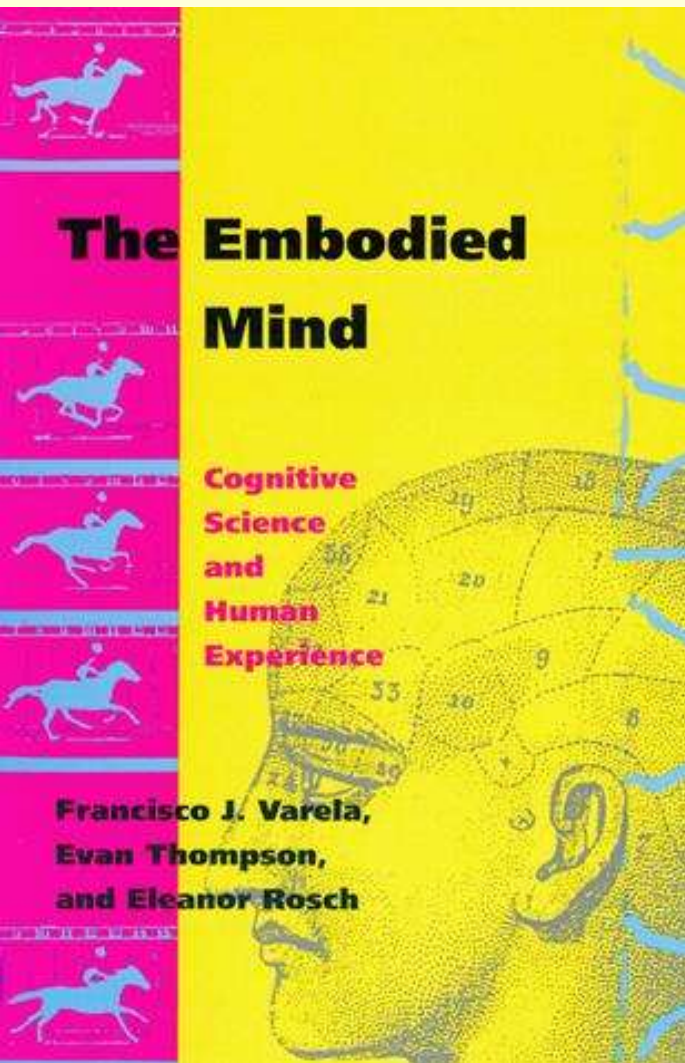


« Énaction »

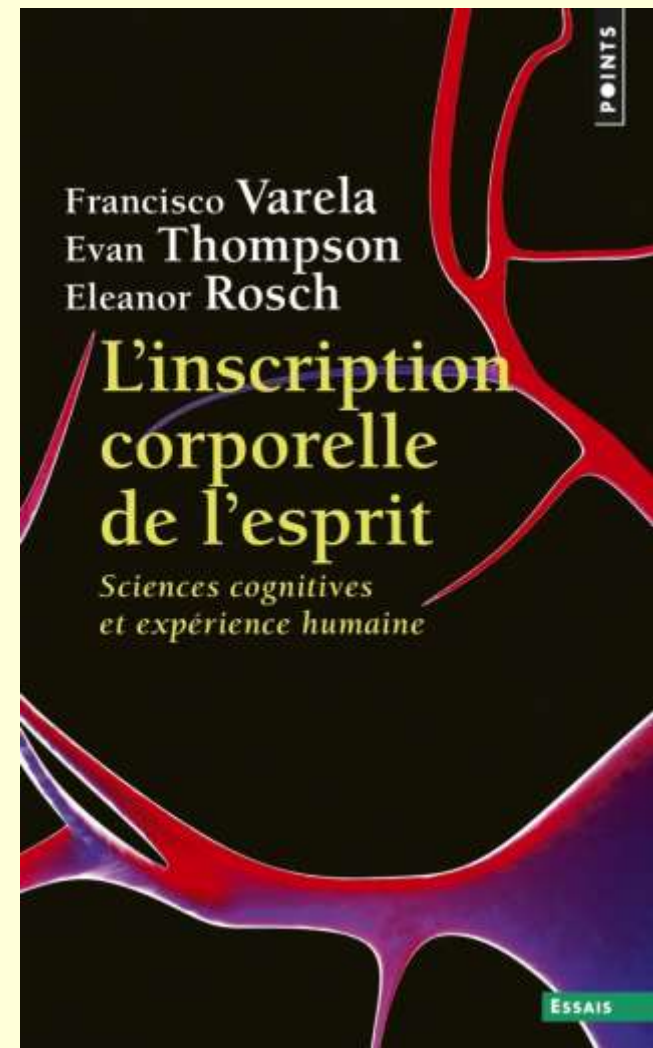


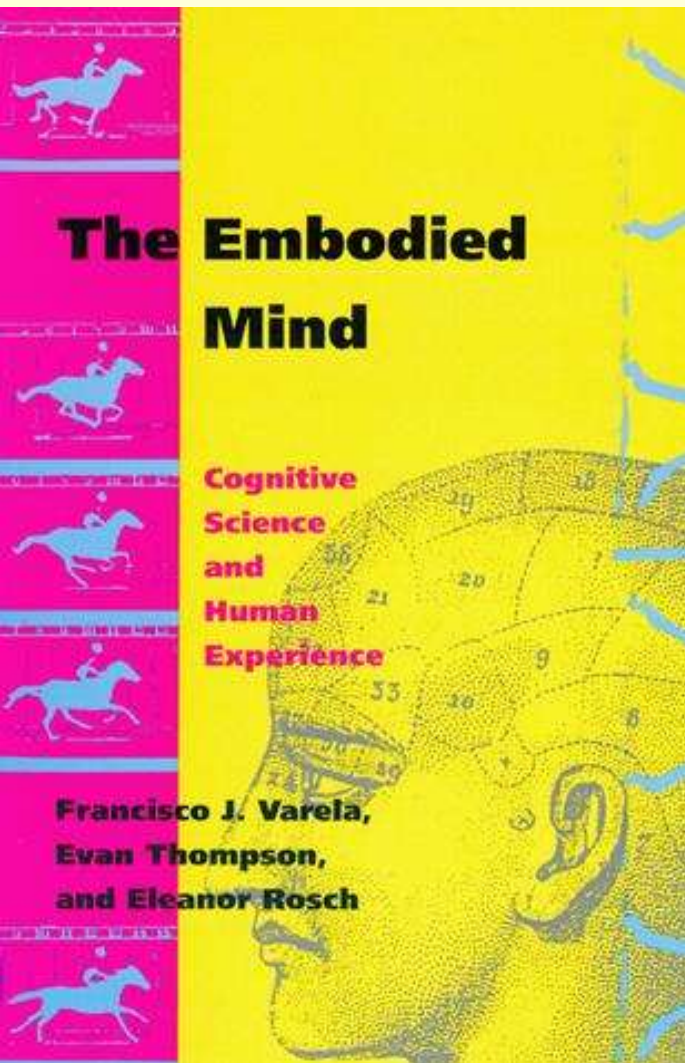
Cognition = embodied action

→ un organisme **vivant couplé** à son environnement de façon **dynamique** grâce à ses **boucle sensori-motrices** va faire **émerger** un monde de **significations** (au lieu de représenter une information déjà spécifiée à l'avance dans le monde)



1991





“cognition is ... the enactment of a world and a mind on the basis of a **history** of the variety of **actions** that a being in the world performs”

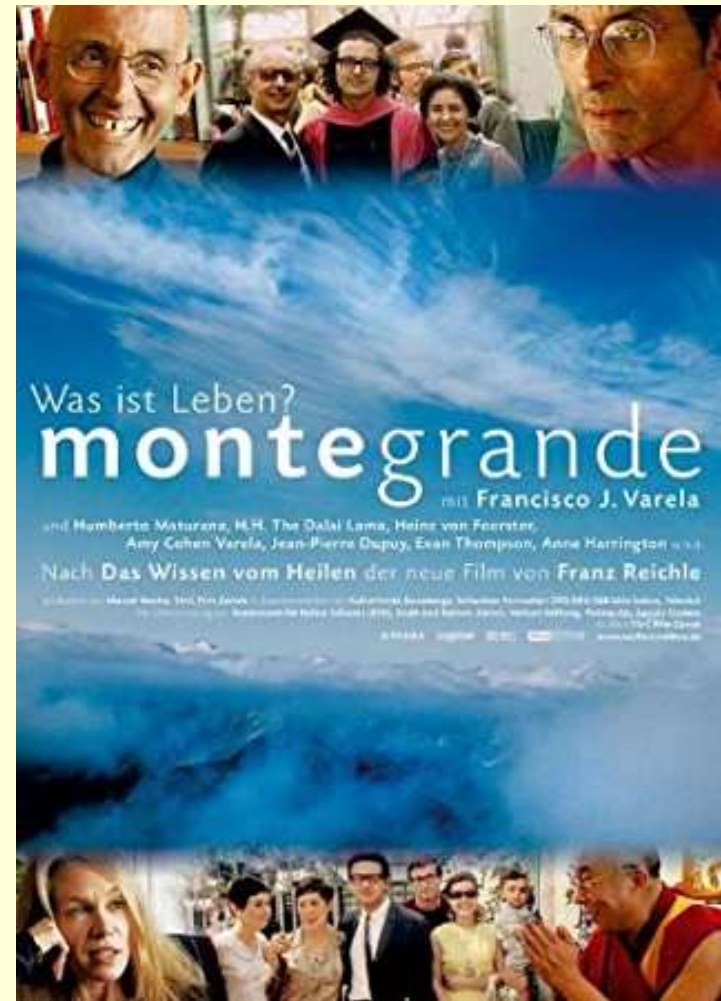
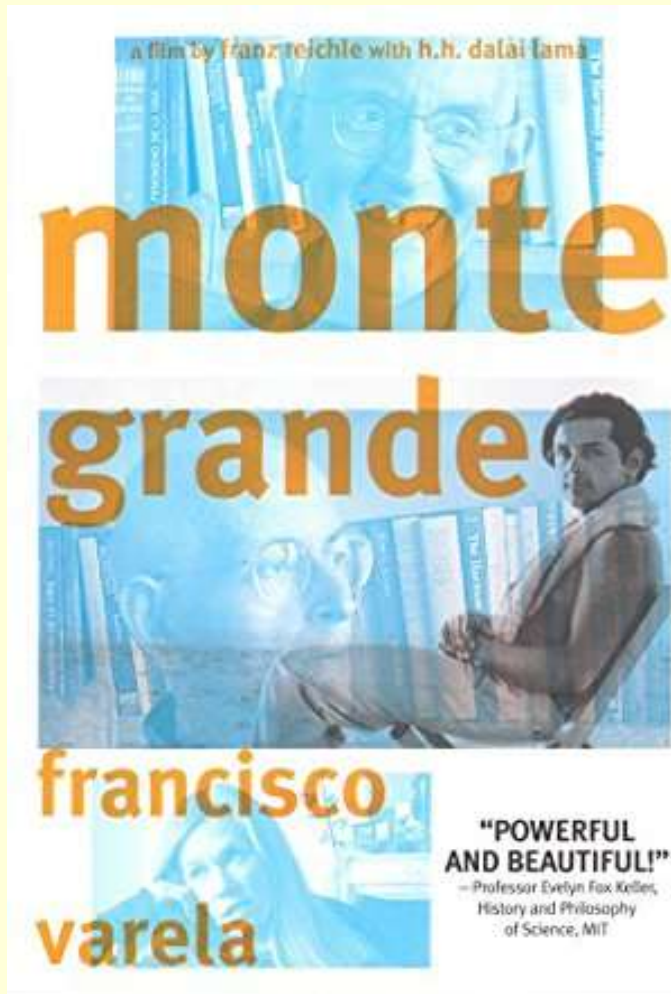
- Varela, Thompson, & Rosch, 1991, p. 9

1991

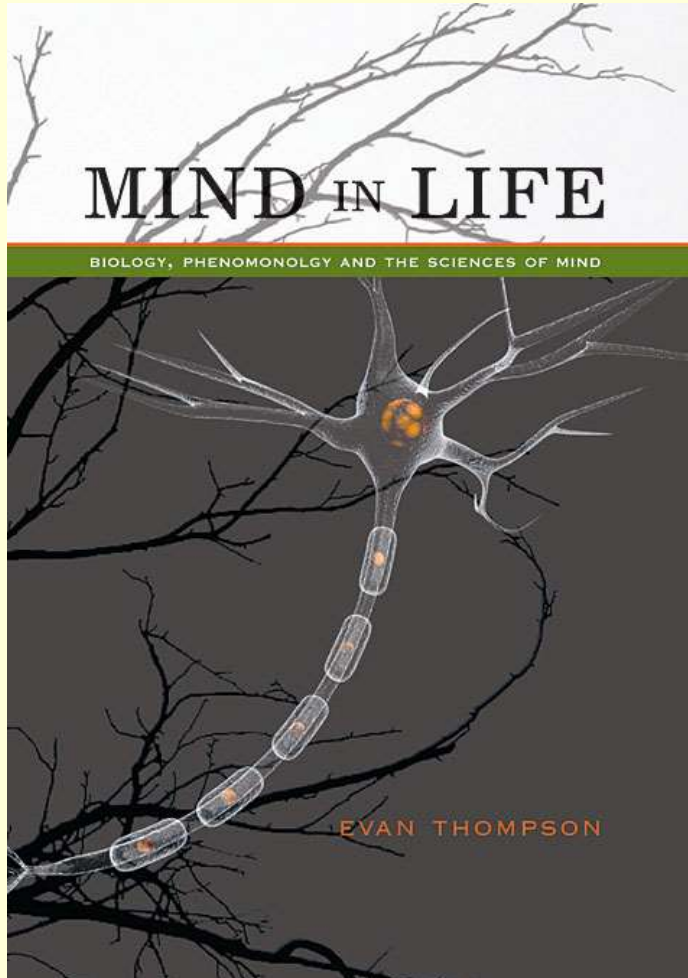
Monte Grande: What Is Life? (2004)

Director: [Franz Reichle](#)

How is it possible for body and mind to exist as an integrated whole?
the Chilean neurobiologist Francisco Varela devoted his entire life -
from childhood to death - to answering this question.



Mind in Life, de **Evan Thompson**, publié en **2007**, constitue un peu la « suite » de *The Embodied Mind* (Varela étant décédé en 2001).



« Mind in life » : une continuité entre la vie et la pensée

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2012/10/15/mind-in-life-une-continuite-entre-la-vie-et-la-pensee/>

Le terme **d'énaction** a été choisi pour tenter d'unifier sous une bannière unique **plusieurs idées interreliées** que Thompson expose dans *Mind in Life* (p13)

Cette approche permet d'expliquer la **subjectivité** humaine « from the ground up » c'est-à-dire à partir des **mécanismes et des propriétés élémentaires des êtres vivants.**

En m'inspirant aussi des travaux d'Ezequiel Di Paolo, je vais tenter de vous présenter **quelques-unes de ces idées.**

École d'été de San Sebastian. The future of embodied cognition (2011)

"Introduction to the summer school"

<https://vimeo.com/28944325>

Plan

Des théories **philosophiques**
sur la nature de la conscience

- Quelques grands paradigmes matérialistes
des sciences cognitives depuis un siècle

L'apport des **neurosciences** :
clarifications terminologiques et épistémologiques

Les sciences cognitives **incarnées** :

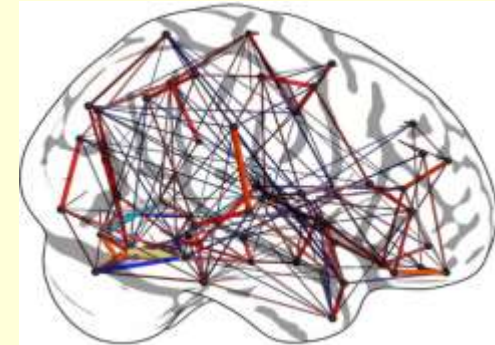
Autonomie

Couplage sensori-moteur

Sense-making

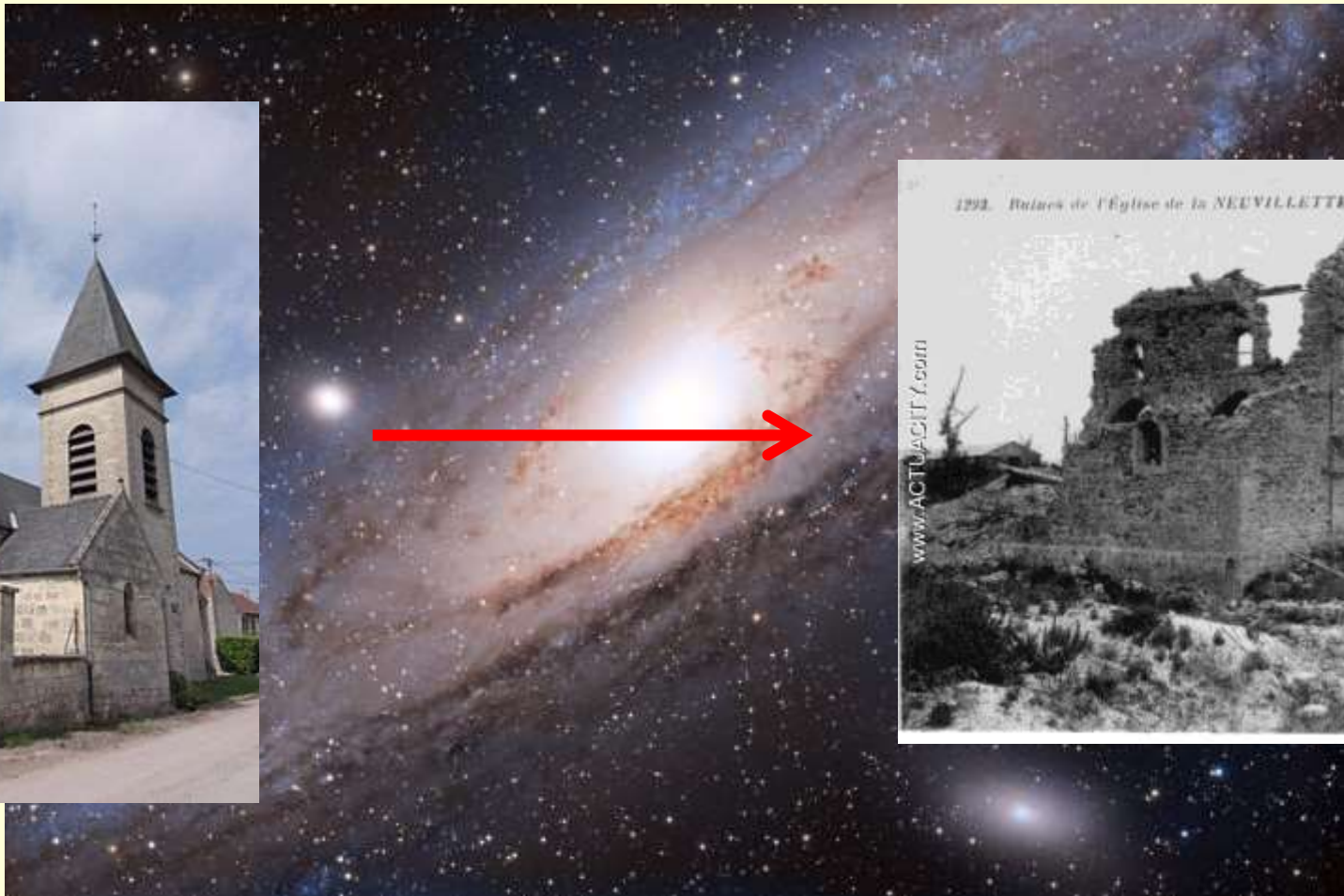
Quatre conséquences

à ce sense-making énéacté



2^e principe de la thermodynamique :

l'entropie (désordre) croît constamment





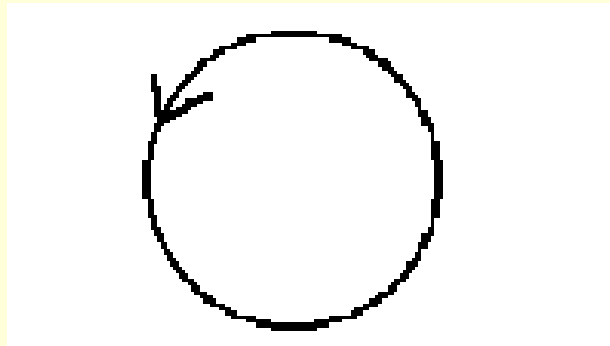
« La seule raison d'être d'un être vivant, c'est **d'être**,
c'est-à-dire de **maintenir sa structure.** »

- Henri Laborit

Les êtres vivants sont des agents **autonomes** qui génèrent et maintiennent activement l'organisation de leur structure.

= **autopoïèse**,

qui est un aspect propre à l'énaction
par rapport aux autres formes de cognition incarnée





Autopoïèse

Début des années 1970

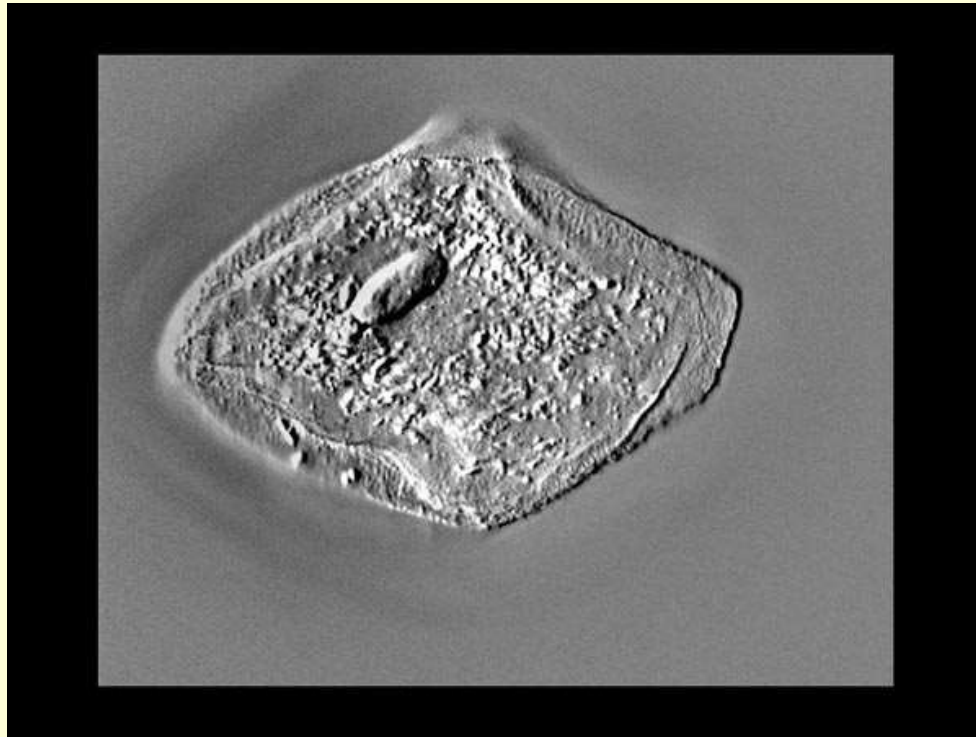
- Humberto Maturana
- Francisco Varela



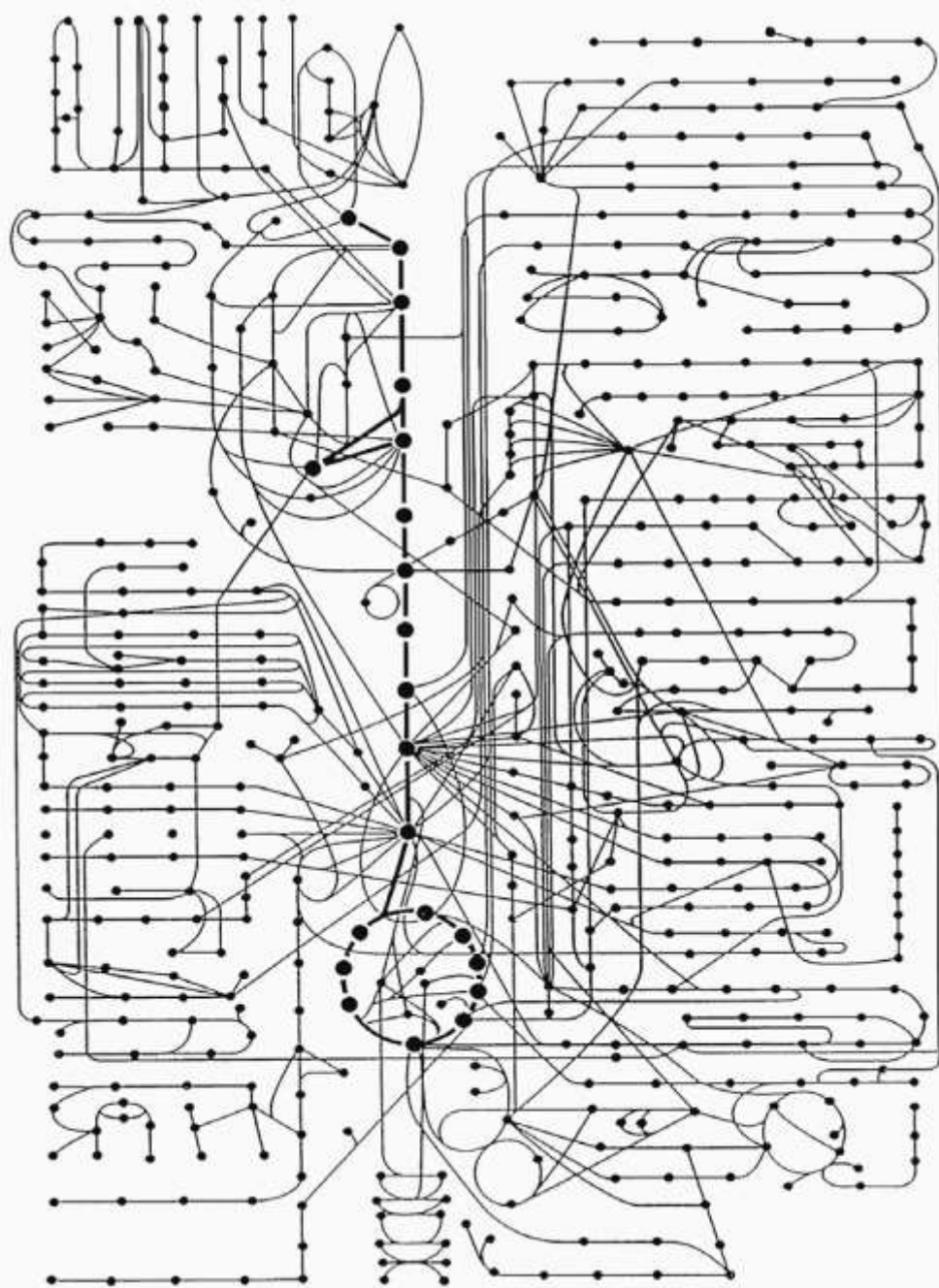
« Notre proposition est que les être vivants sont caractérisés par le fait que, littéralement, ils sont continuellement en train de **s'auto-produire**. »

- Maturana & Varela, *L'arbre de la connaissance*, p.32

« Un système autopoïétique est un **réseau complexe d'éléments** qui, par leurs interactions et transformations, **régénèrent constamment le réseau** qui les a produits. »

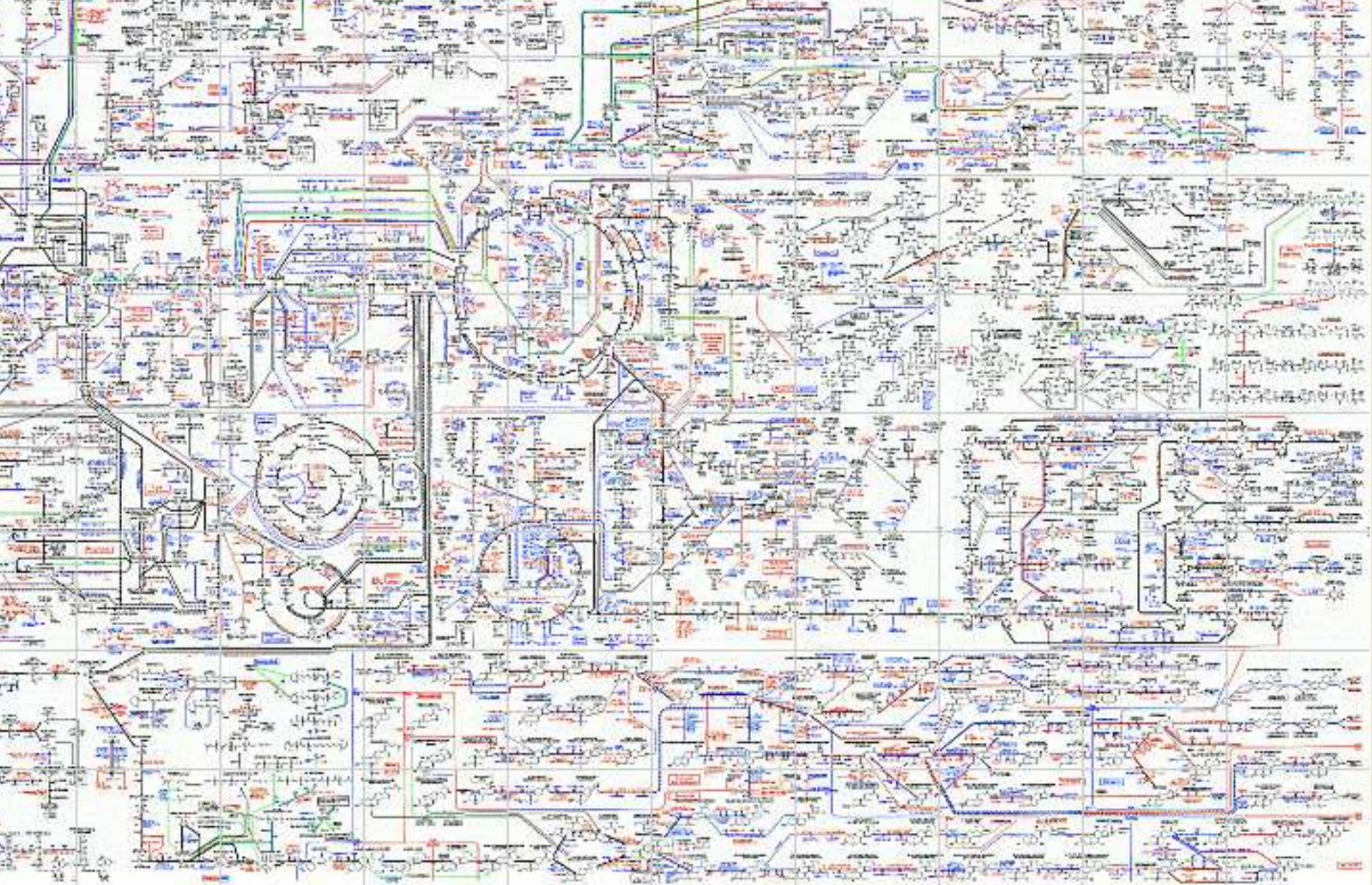


An image of a human buccal epithelial cell obtained using Differential Interference Contrast (DIC) microscopy
(www.canisius.edu/biology/cell_imaging/gallery.asp)



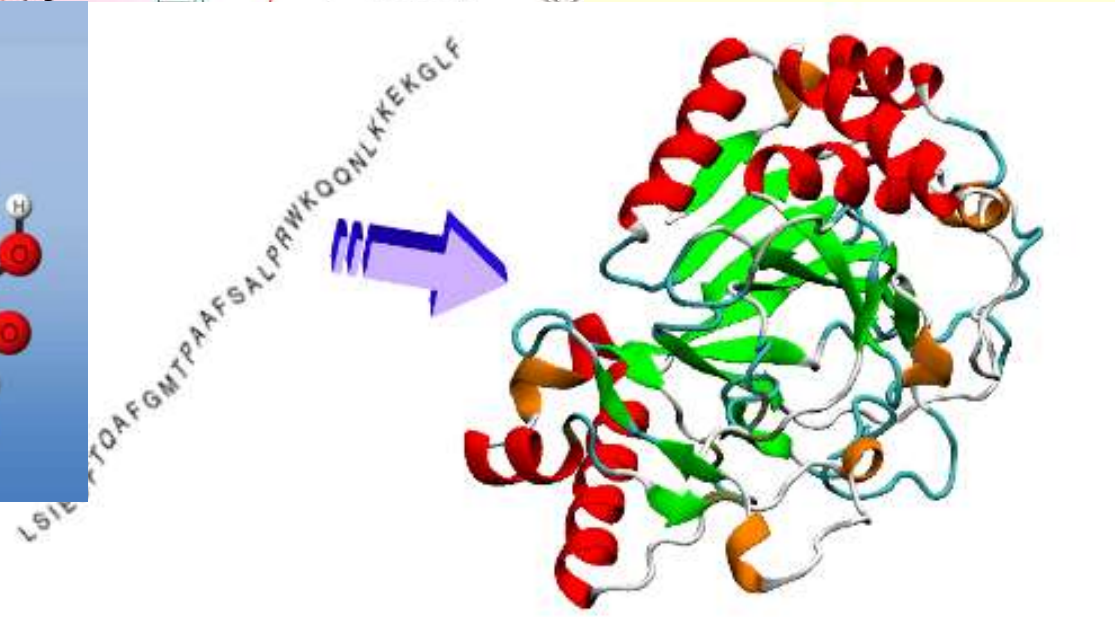
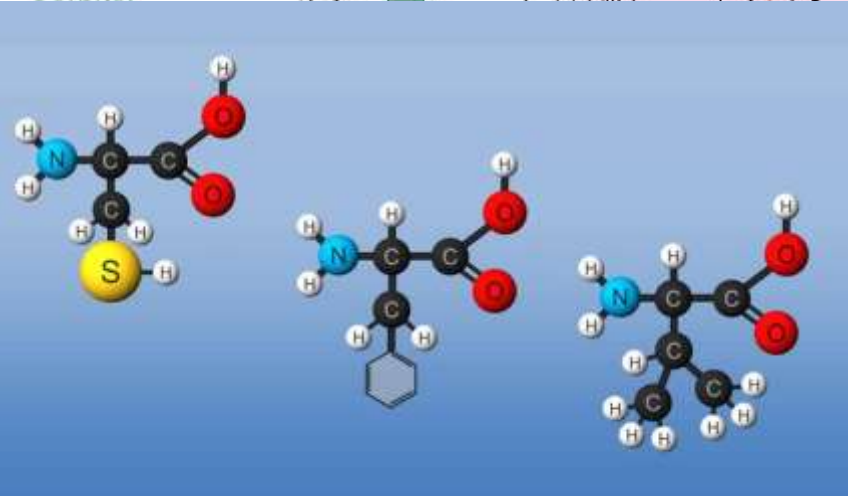
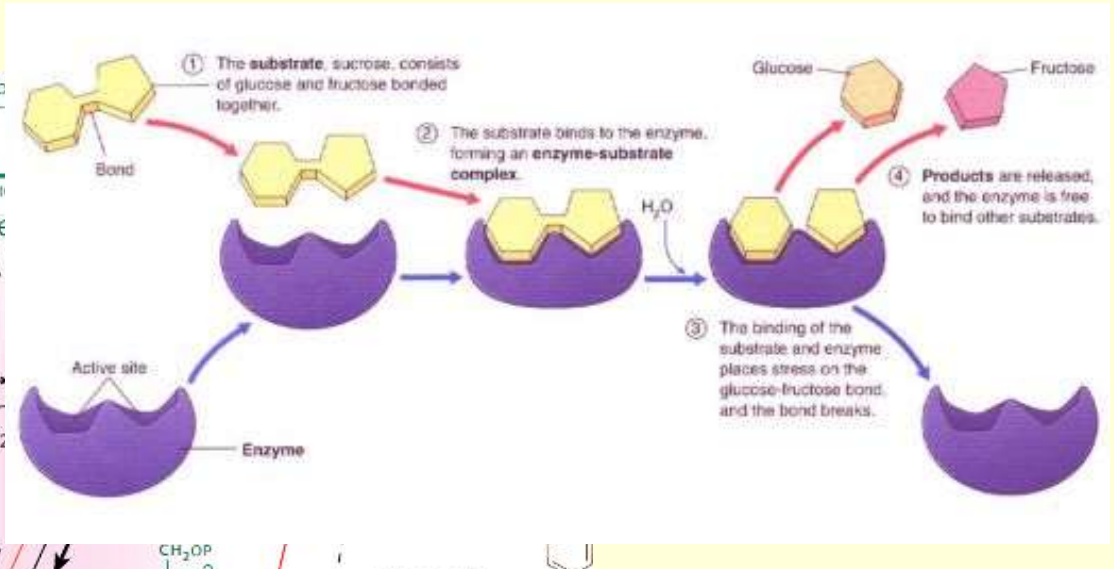
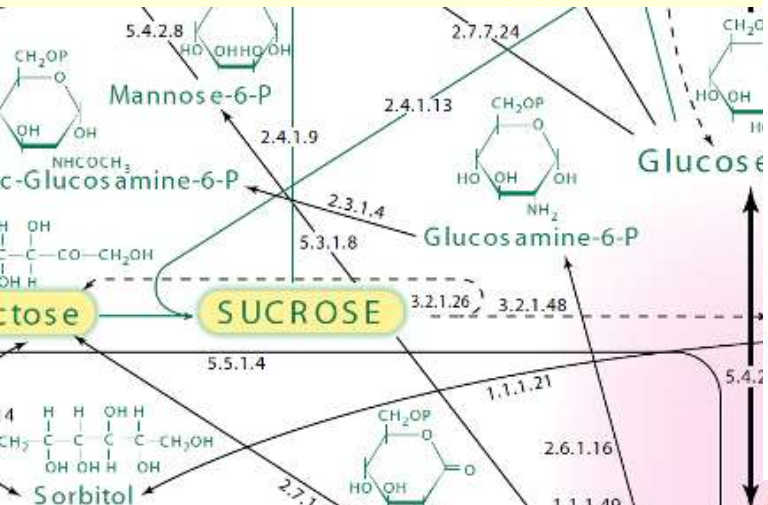
« un réseau »...

= des éléments qui entretiennent
des relations

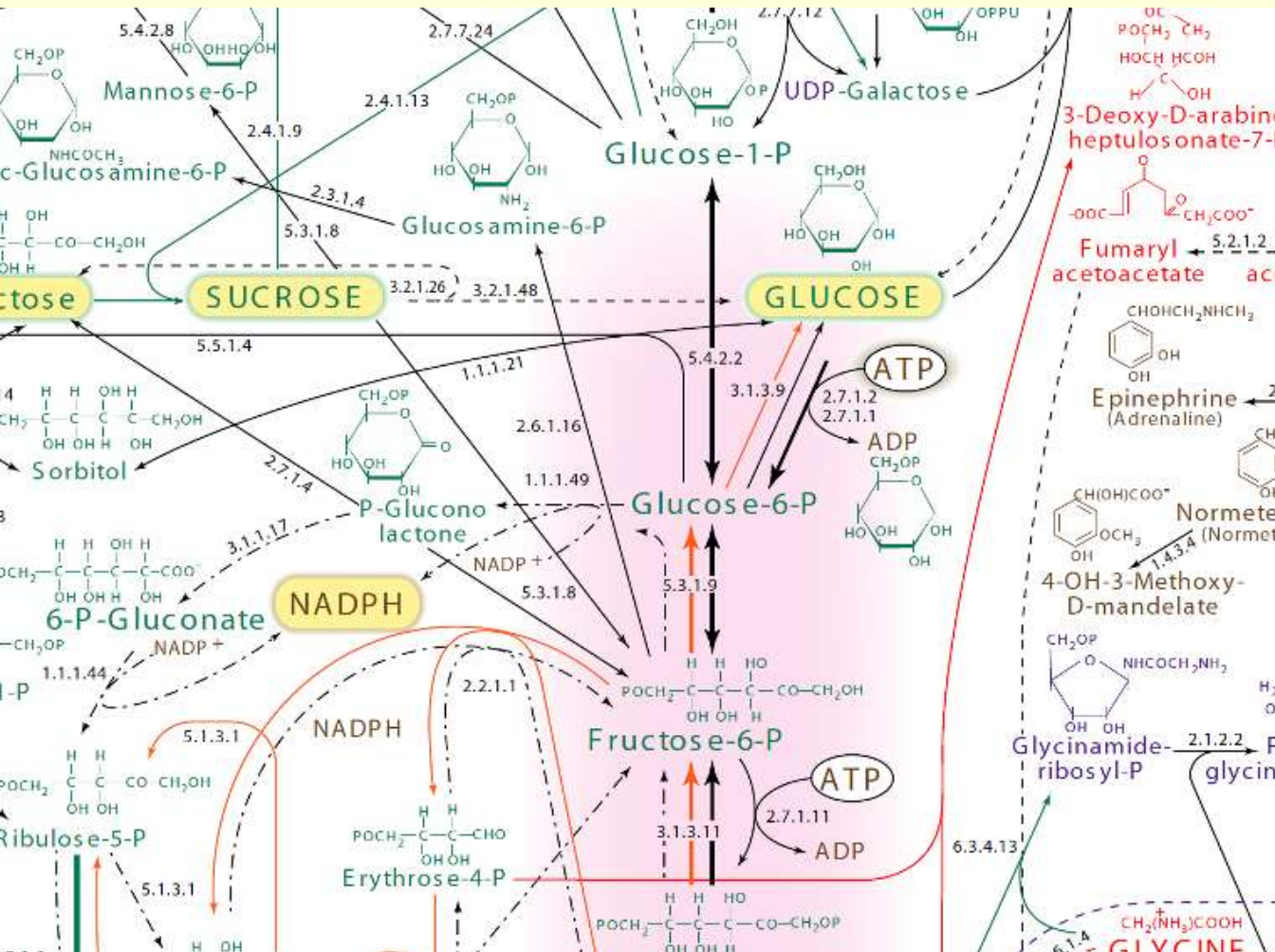


« un réseau complexe »... = cascades de réactions biochimiques dans une cellule

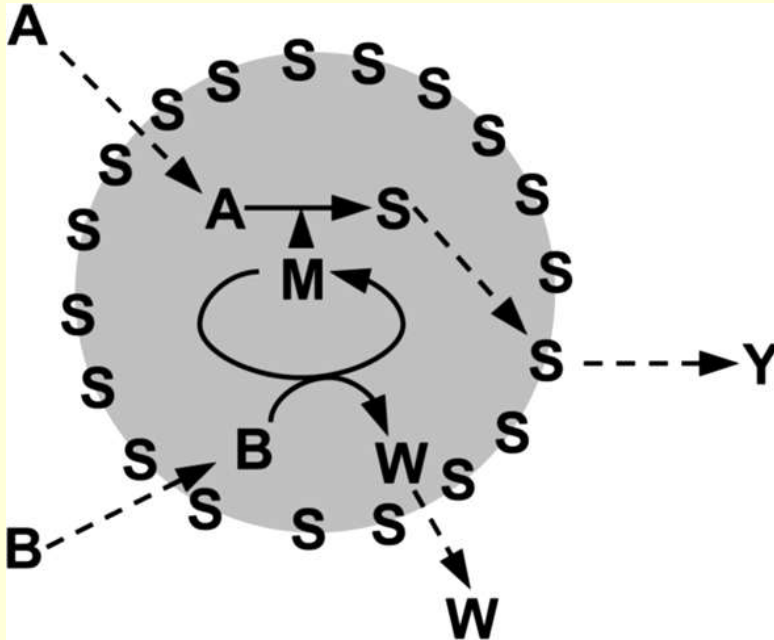
« un réseau complexe d'éléments »... : enzymes (protéines), ADN, etc.



« un réseau complexe d'éléments »... : enzymes (protéines), ADN, etc.



..qui régénèrent constamment, par leurs interactions et transformations, le réseau qui les a produits.



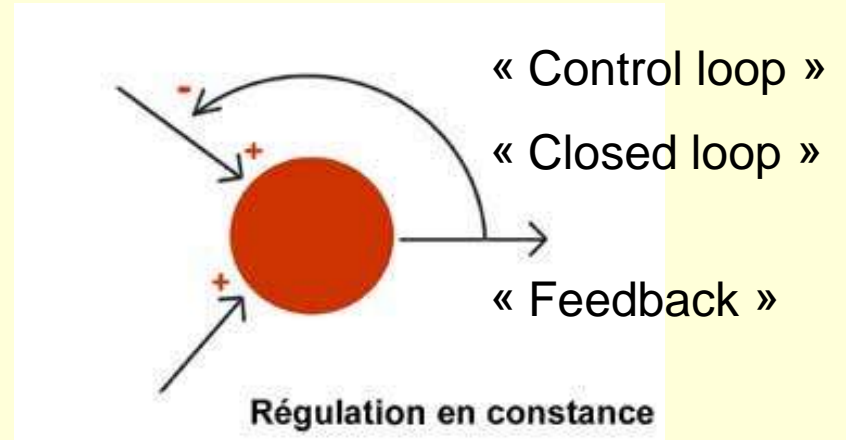
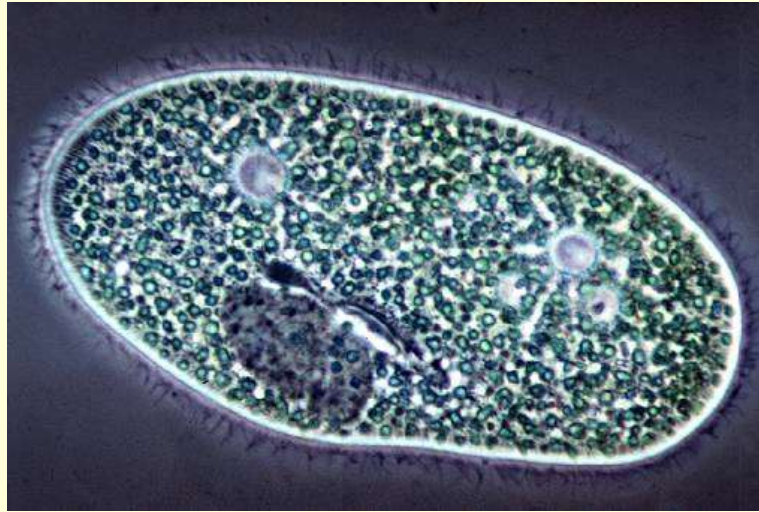
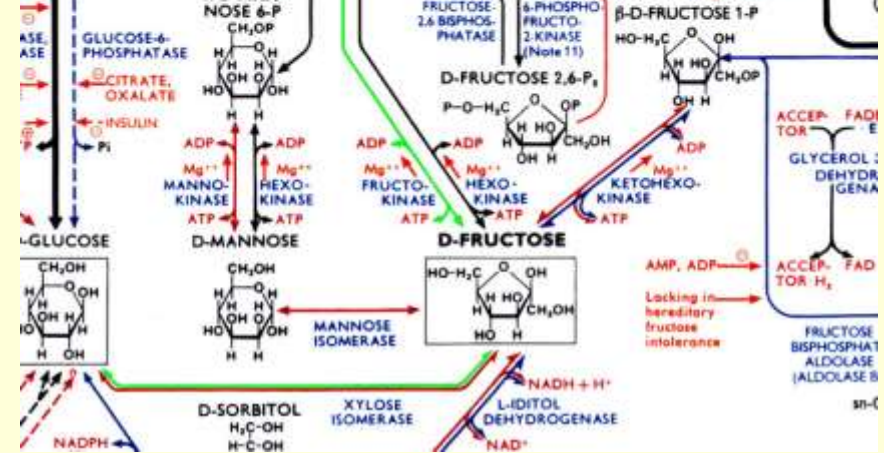
<http://www.humphath.com/spip.php?article17459>

Toute cellule est donc un **système ouvert** (du point de vue thermodynamique) qui :

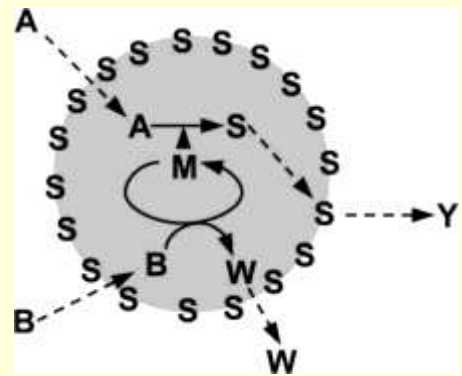
- a besoin de nutriments
- rejette des déchets
- construit sa propre **frontière** et tous ses **composants internes**.

Un système autopoïétique subit donc constamment des **changements** au niveau de ses **éléments structuraux** tout en **préservant son pattern général d'organisation**.

« Physiologie »

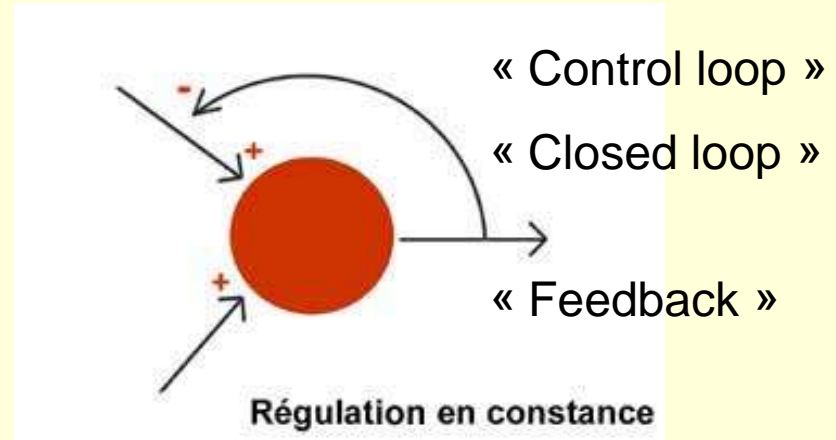
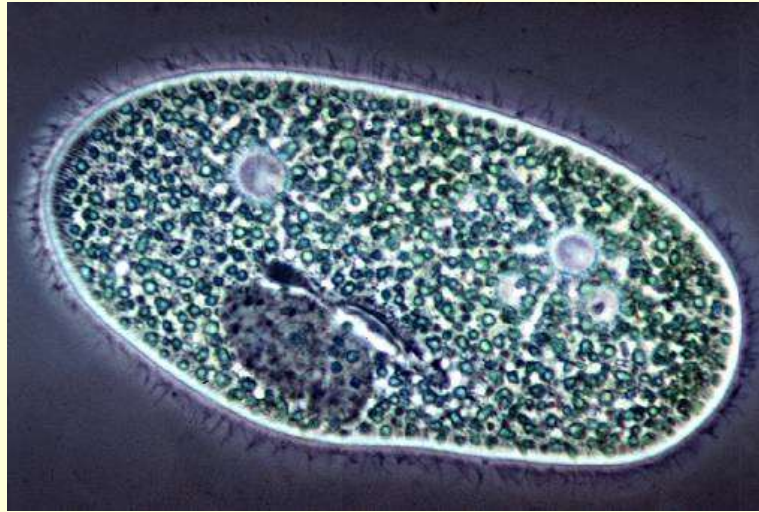
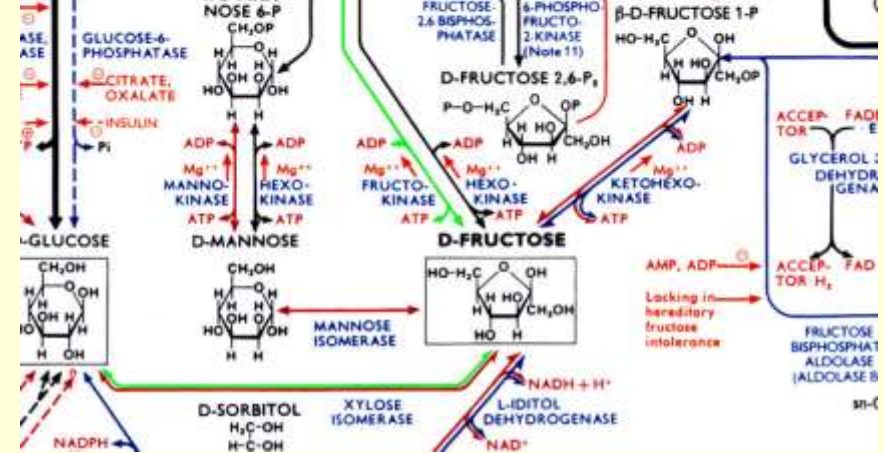


L'autopoïèse permet le maintien de la vie et l'autonomie.

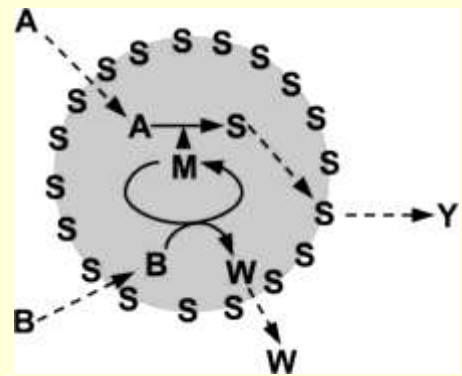


Grâce à d'innombrables boucles de régulation

« Physiologie »



L'autopoïèse permet le maintien de la vie et l'autonomie.

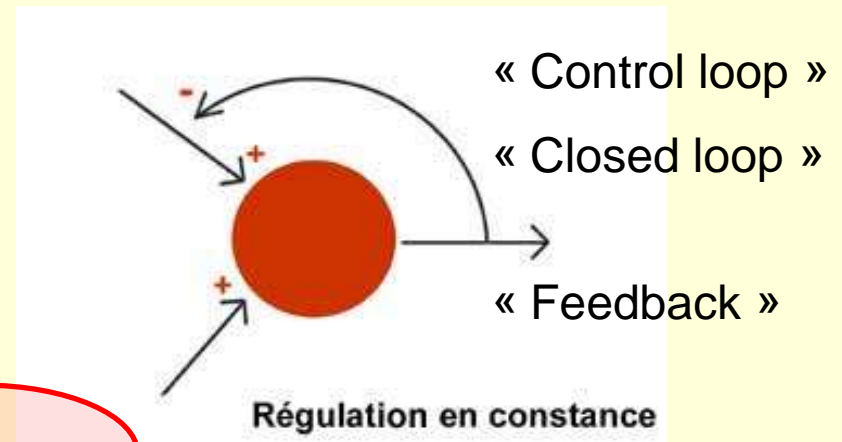
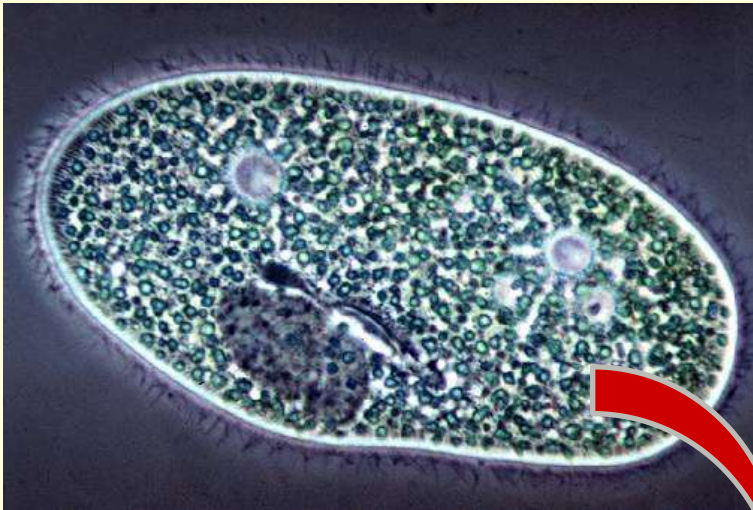


Mais tout être vivant est situé dans un environnement et a avantage à « tirer parti » de cet environnement (pas seulement le maintien interne)

« Comportement » :

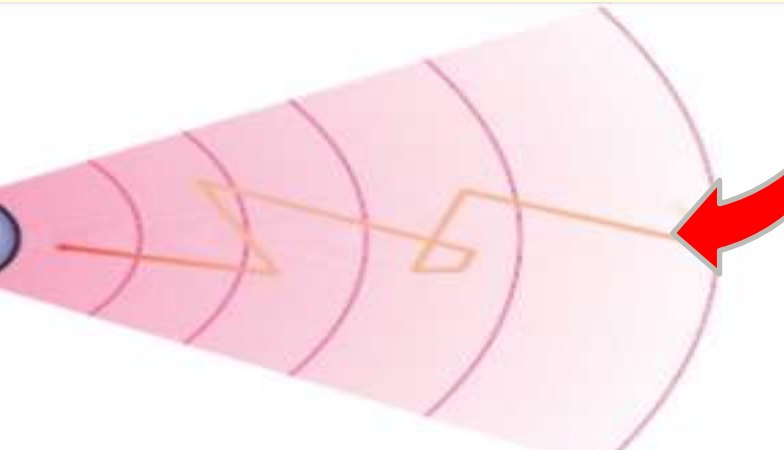
peut être pensé comme une autre **boucle de contrôle**,
mais à l'extérieur de l'organisme cette fois !

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



sucrose

Mais tout être vivant
est situé dans
un environnement
et a avantage à « **tirer parti** »
de cet environnement
(pas seulement le maintien interne)



« Comportement » :

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

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

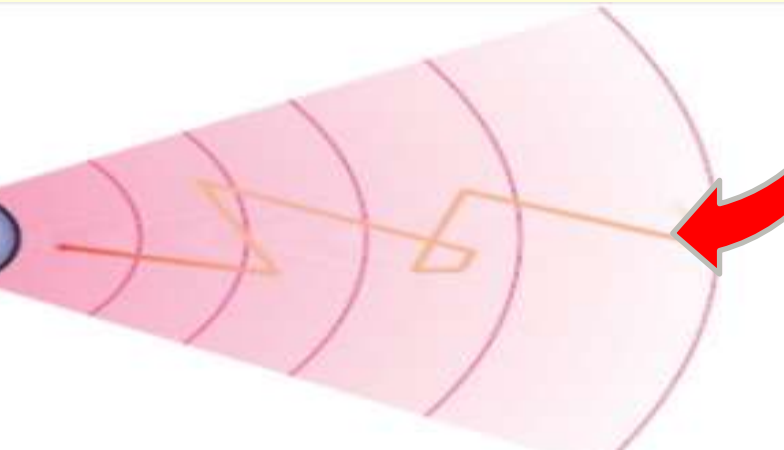
« behaviour as **control mechanism** » (Cisek)

« **adaptivity** » (Di Paolo)

“ a property that allows organisms to regulate themselves with respect to their conditions of viability”

« **active inference** » (Friston)

“an upper bound on the entropy or dispersion”



Plan

Des théories **philosophiques**
sur la nature de la conscience

- Quelques grands paradigmes matérialistes
des sciences cognitives depuis un siècle

L'apport des **neurosciences** :
clarifications terminologiques et épistémologiques

Les sciences cognitives incarnées :

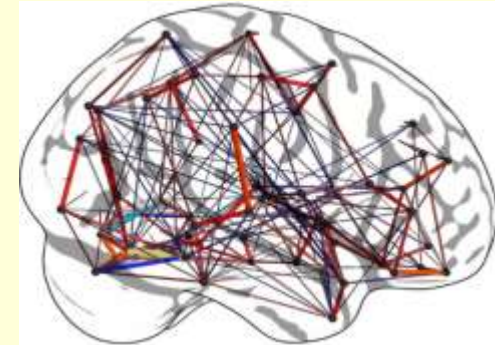
Autonomie

Couplage sensori-moteur

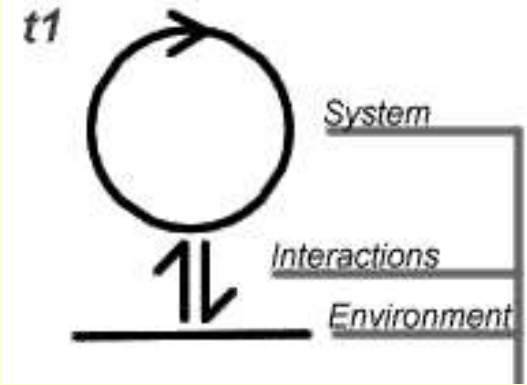
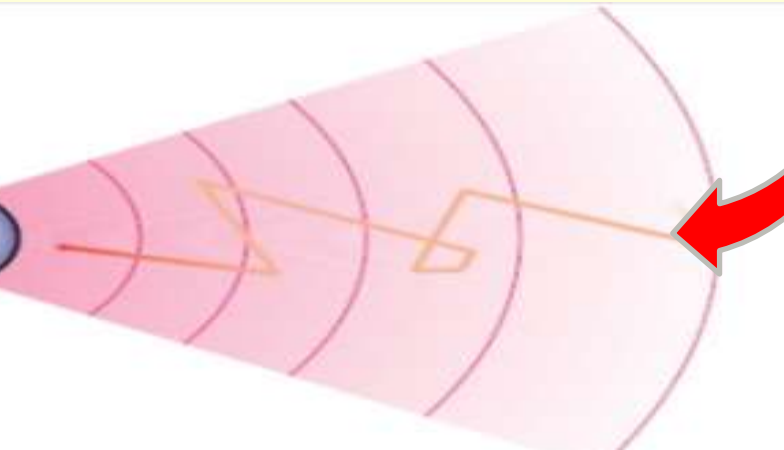
Sense-making

Quatre conséquences

à ce sense-making énéacté



Un organisme vivant est **couplé** à son environnement par ses boucles sensori-motrices



Un organisme vivant est **couplé** à son environnement par ses boucles sensori-motrices

Ce « couplage » sensori-moteur **module ou perturbe**,

mais ne détermine pas,

les patterns dynamiques d'une activité **endogène**.



Dans les organismes **multicellulaires**, ces couplages s'effectuent autant avec l'environnement qu'avec l'activité des autres cellules de l'organisme.

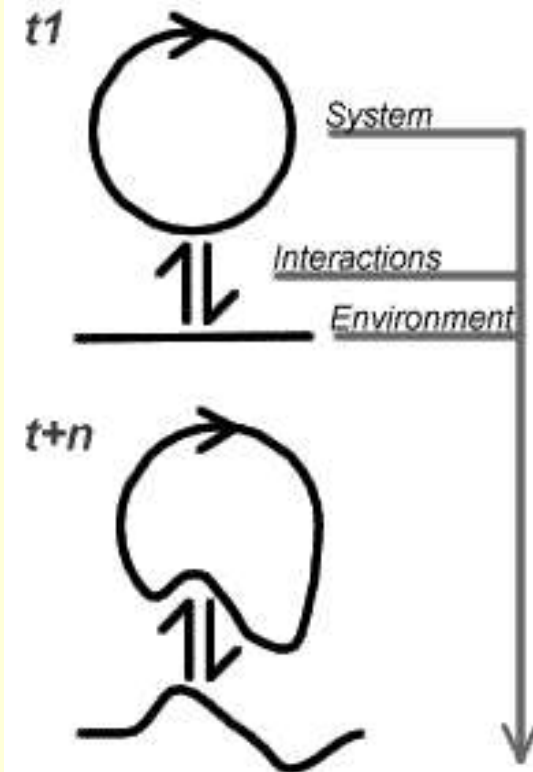
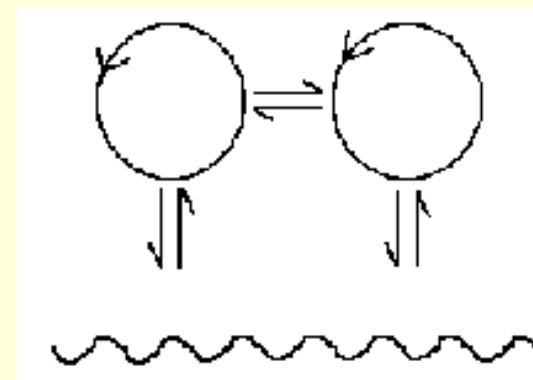
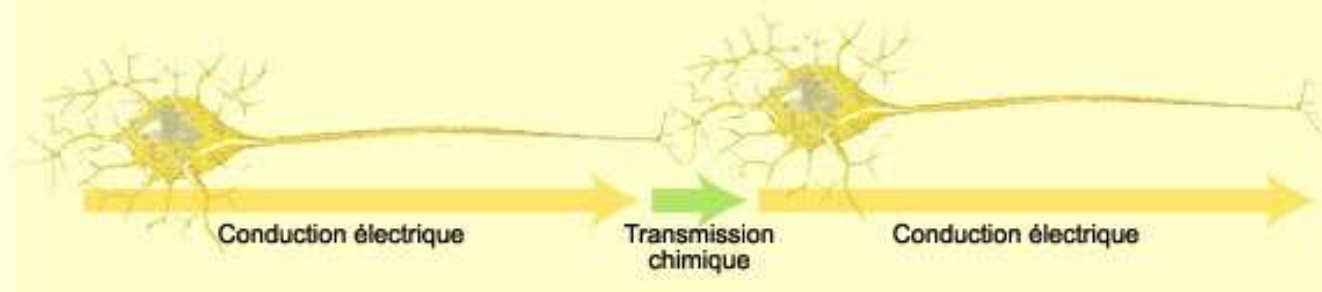


Figure 1: System - environment coupling

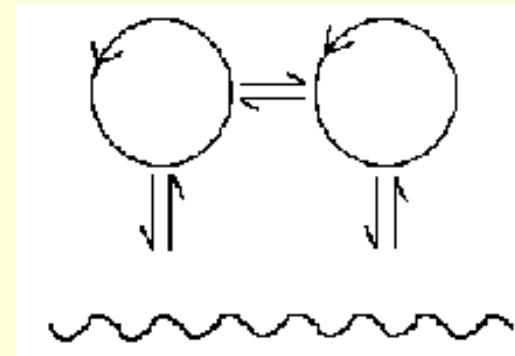


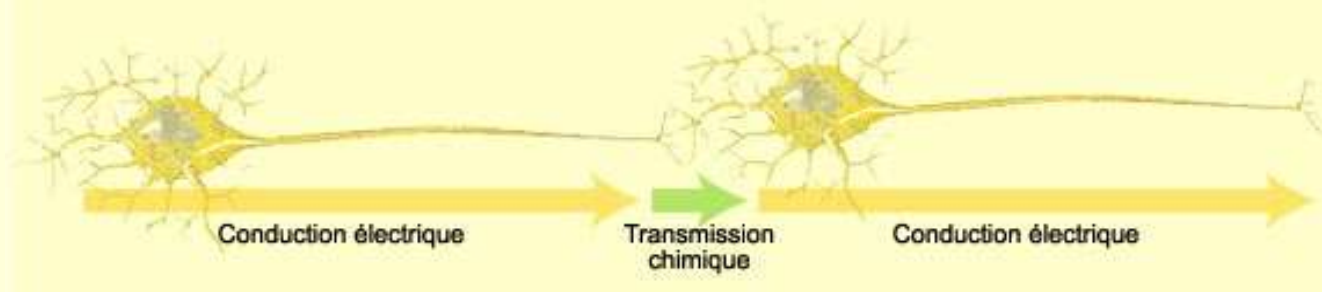


Dans les organismes multicellulaires animaux, les **cellules nerveuses** forment un **système dynamique autonome**,

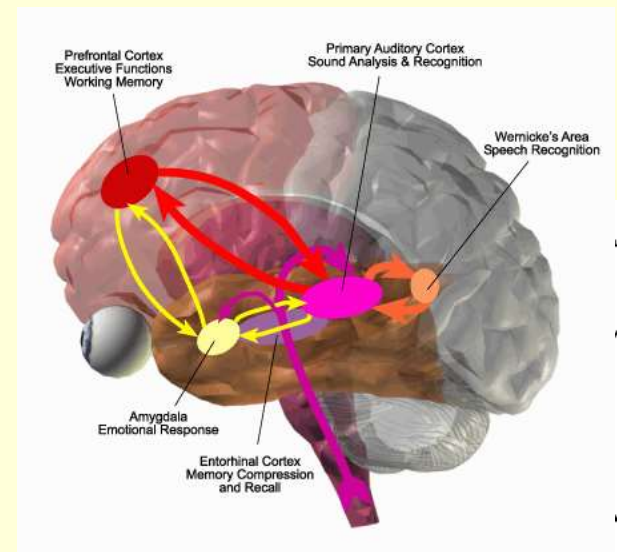
c'est-à-dire qu'elles génèrent et maintiennent un pattern d'activité cohérent (et signifiant...).

(i.e. au lieu d'être un pattern de réactions biochimiques, c'est un pattern d'activité nerveuse = des neurones qui coordonnent leur activité)





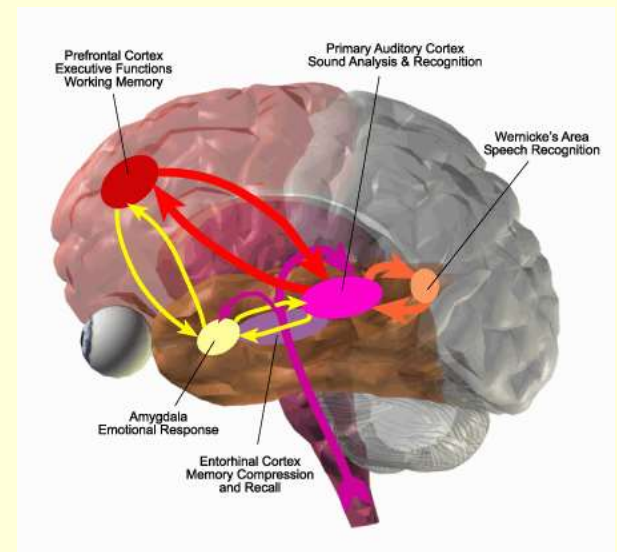
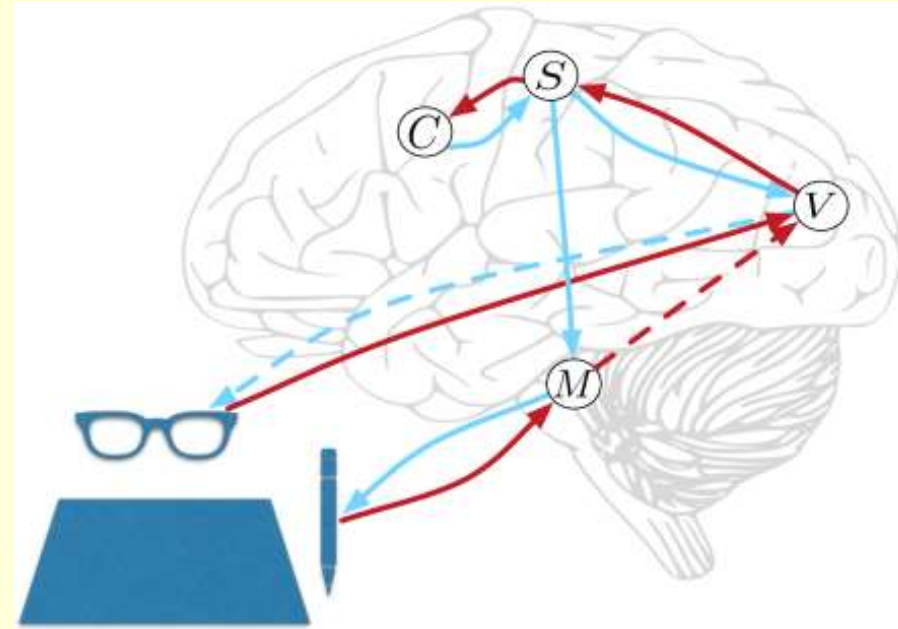
À l'échelle du cerveau entier, ces cellules nerveuses forment des réseaux **très bouclés** avec une importante **activité endogène**.



Et ce système dynamique,
lorsque perturbé par son environnement,

génère du sens en accord avec
son impératif de survie

(au lieu de traiter des représentations
symboliques d'un monde extérieur)



Plan

Des théories **philosophiques**
sur la nature de la conscience

- Quelques grands paradigmes matérialistes
des sciences cognitives depuis un siècle

L'apport des **neurosciences** :
clarifications terminologiques et épistémologiques

Les sciences cognitives incarnées :

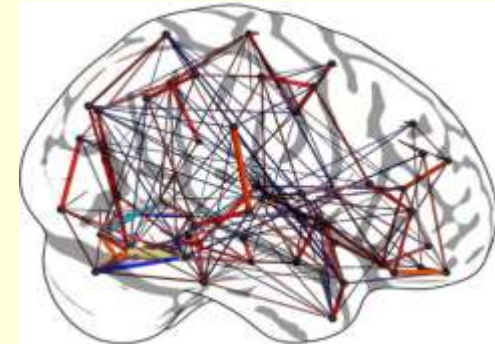
Autonomie

Couplage sensori-moteur

Sense-making

Quatre conséquences

à ce sense-making énéacté



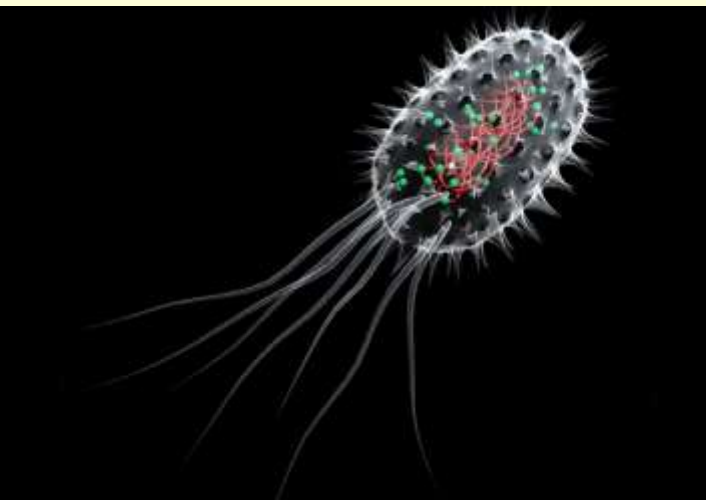
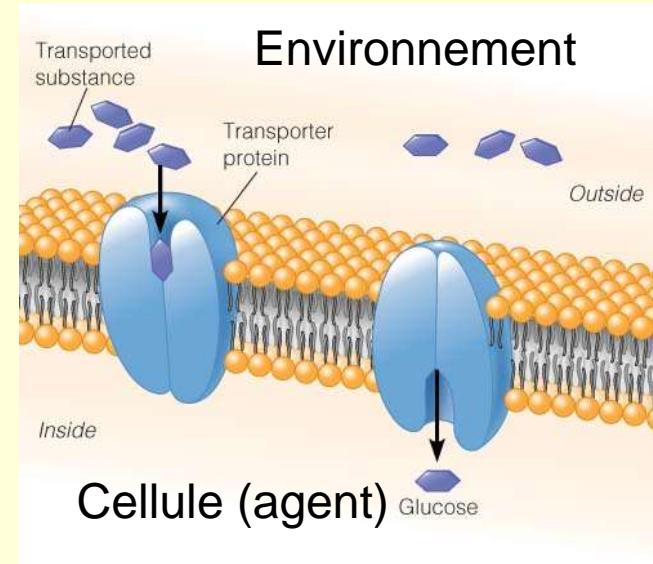
On ajoute la composante **temporelle** :

c'est de l'**histoire** de couplage d'un organisme avec son environnement qu'émerge la **signification** (« **sense-making** »).

Comment ?

Prenons une bactérie mobile qui nage dans un milieu aqueux en remontant un **gradient de sucrose**.

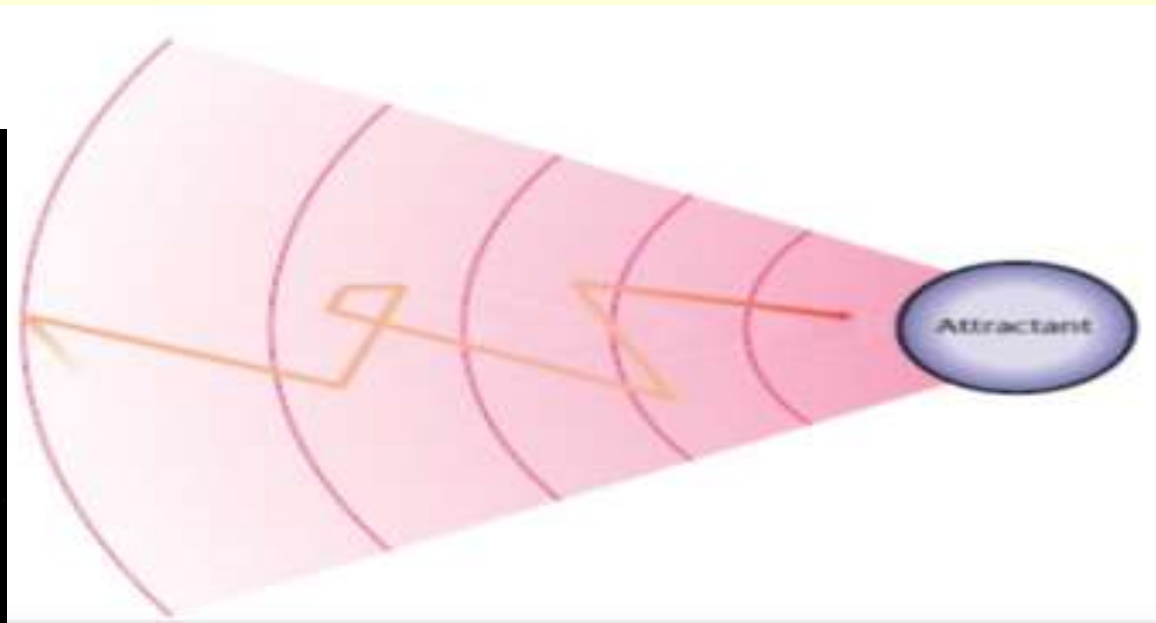
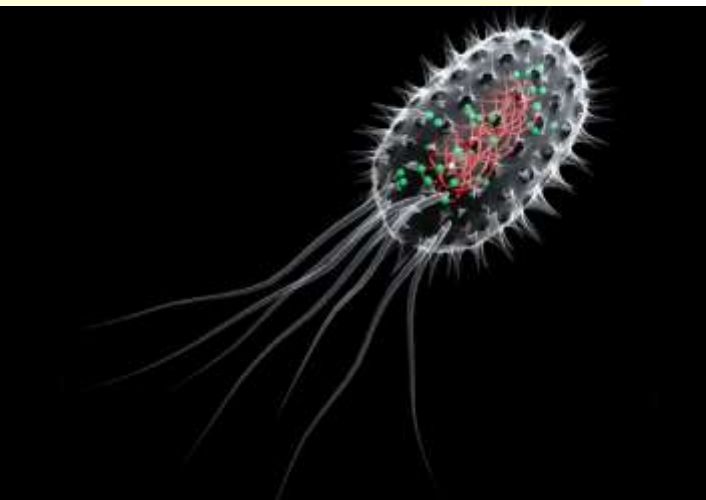
La bactérie nage au hasard jusqu'à ce qu'elle sente le gradient de molécules de sucre, grâce à un « **couplage** » de récepteurs sur sa membrane avec cette molécule.



Prenons une bactérie mobile qui nage dans un milieu aqueux en remontant un **gradient de sucrose**.

La bactérie nage au hasard jusqu'à ce qu'elle sente le gradient de molécules de sucre, grâce à un « **couplage** » de récepteurs sur sa membrane avec cette molécule.

Puis la bactérie va se mettre naturellement à remonter ce gradient pour avoir plus de sucre **parce qu'elle a les enzymes pour en soutirer de l'énergie !**



Le point important ici :

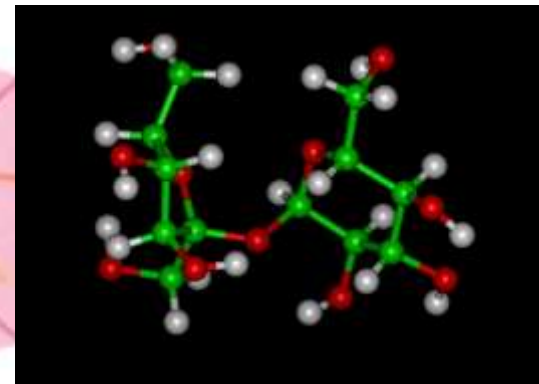
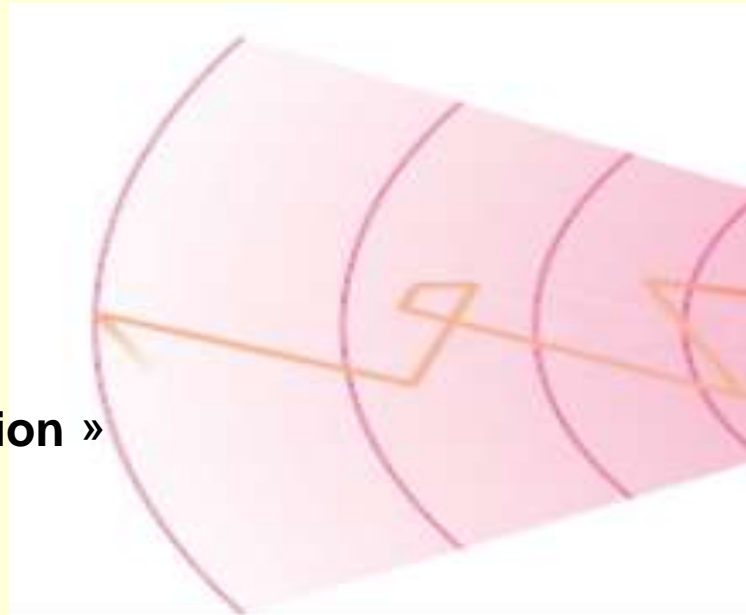
Le sucrose est une **molécule physicochimique** de l'environnement.

Son statut en tant **qu'aliment** n'est cependant **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 monde particulier que le corps (et le métabolisme) de la bactérie va « énoncer ».

Varela résume ceci en disant que grâce à l'autonomie de l'organisme, certains éléments de son environnement acquièrent un « **surplus de signification** » comparé au monde physicochimique.



Plan

Des théories **philosophiques**
sur la nature de la conscience

- Quelques grands paradigmes matérialistes
des sciences cognitives depuis un siècle

L'apport des **neurosciences** :
clarifications terminologiques et épistémologiques

Les sciences cognitives incarnées :

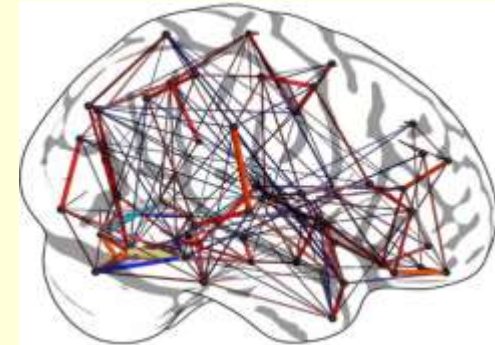
Autonomie

Couplage sensori-moteur

Sense-making

Quatre conséquences

à ce sense-making énéacté



Quatre conséquences :

1) **Sense-making is affective**

2) Une chose est bonne ou mauvaise pour TEL organisme

3) Systèmes de mémoires pour retenir les bons et les mauvais coups

4) Mind and life continuity thesis

Pour tous les organismes, uni ou multicellulaires, le sense-making implique que des choses de notre environnement vont acquérir un **sens positif, négatif** ou **neutre**.

Et cela va déclencher en nous ce qu'on appelle des **émotions** qui peuvent être agréables ou désagréables.

« Sense-making is **affective** »

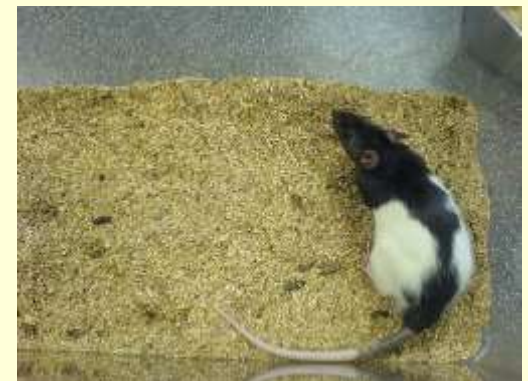
→ Cette dimension émotionnelle du sense-making amène donc un aspect **motivationnel**

c'est-à-dire une disposition à **agir**.

Les êtres vivants sont intrinsèquement **concerné par la monde**

et ont cette curiosité **d'explorer leur espace vital**

parce qu'ils ont besoin de trouver des éléments pour renouveler leur structure.



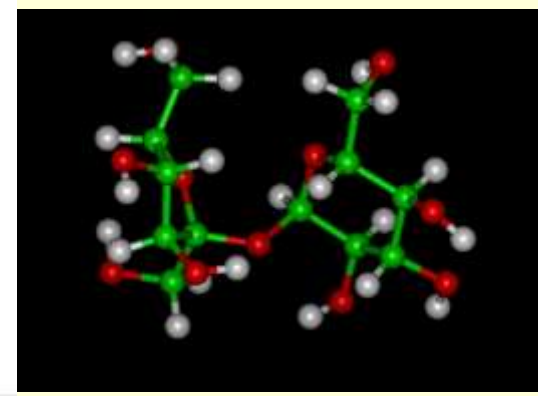
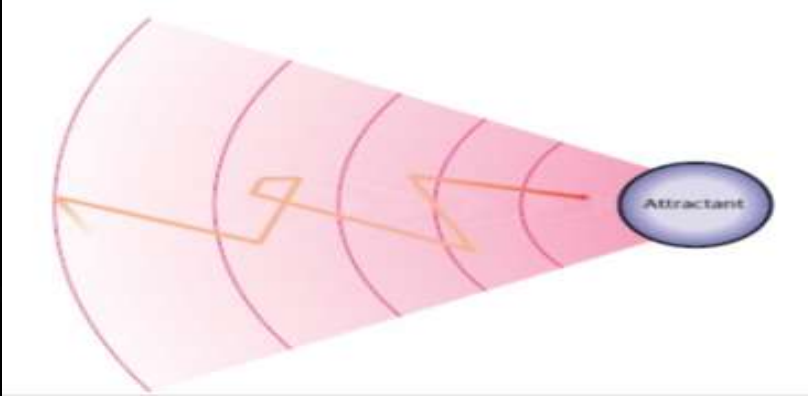
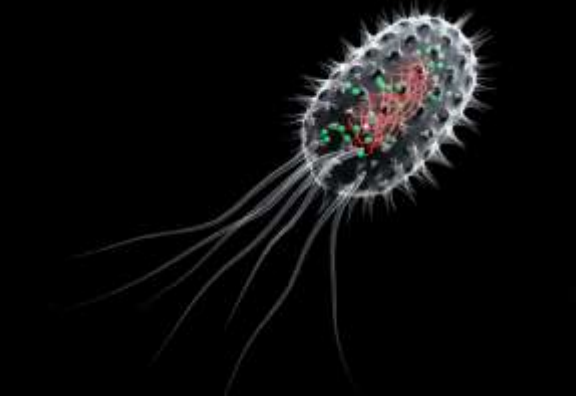
Quatre conséquences :

1) Sense-making is affective

2) Une chose est bonne ou mauvaise pour TEL organisme

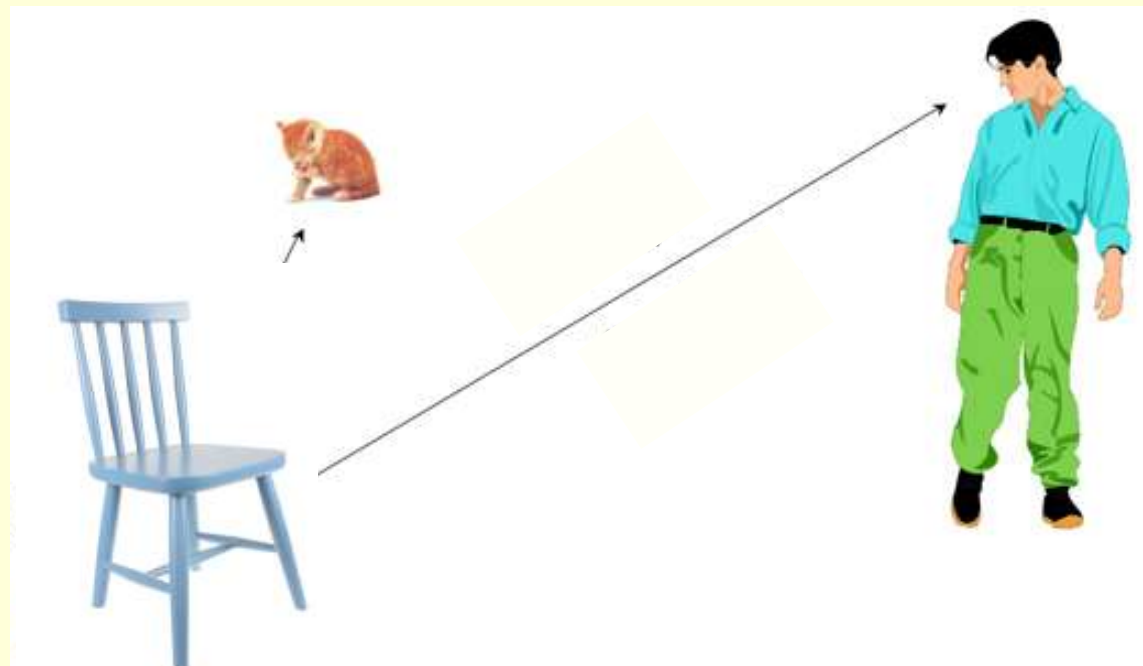
3) Systèmes de mémoires pour retenir les bons et les mauvais coups

4) Mind and life continuity thesis



On a vu que pour la bactérie, le statut d'aliment du sucrose est une caractéristique « **relationnelle** » liée à son **métabolisme** qui peut en soutirer de l'énergie.

Rejoint le concept d'« **affordance** » (J.J. Gibson) qui est une « possibilité d'action » qui dépend **à la fois** d'un objet et d'un organisme.

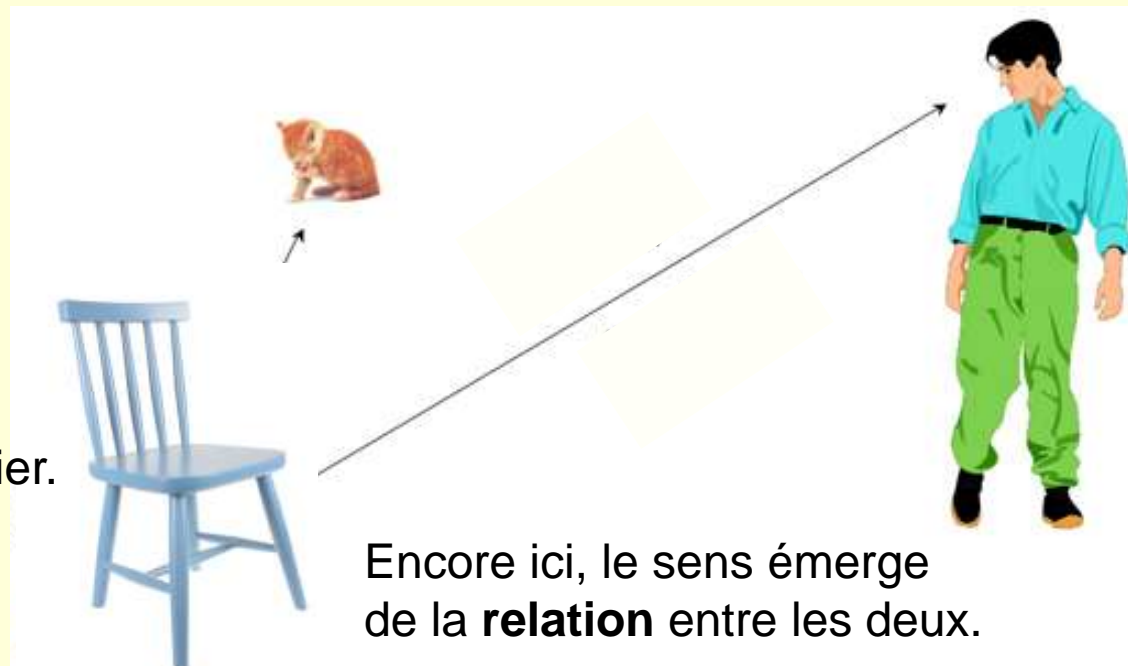


Rejoint le concept d'« **affordance** » (J.J. Gibson) qui est une « possibilité d'action » qui dépend **à la fois** d'un objet et d'un organisme.

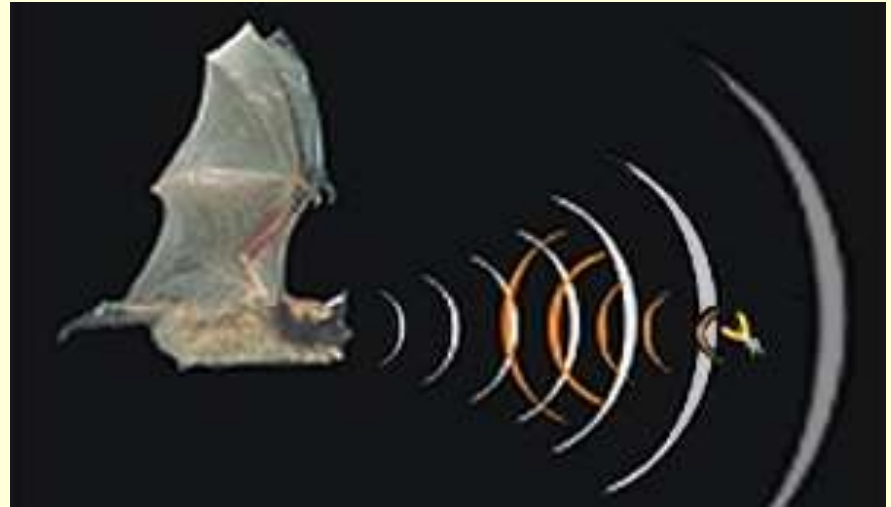
Chaise dans le « **monde physique** » :
objet avec 4 pattes,
une surface horizontale et un dossier.

Chaise dans le « **monde-milieu** » d'un chat :
opportunité de
pour se coucher,
obstacle, etc.

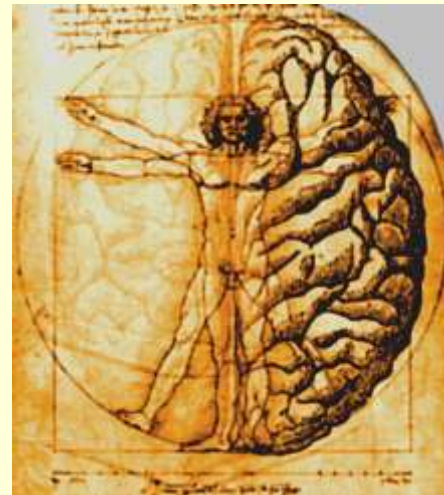
Chaise dans le « **monde-milieu** » (« umwelt ») d'un humain :
opportunité de s'asseoir



Encore ici, le sens émerge de la **relation** entre les deux.



Le « monde » qu'il font émerger est très différent du nôtre, parce qu'ils n'ont pas le même corps et le même appareil sensoriel.



La sensation de couleur est aussi **relationnelle** :

elle n'est ni entièrement donnée par le **monde physique**, ni déterminée uniquement par **nos mécanismes de perception**.

La couleur est énectée par la rencontre entre un type de système visuel particulier et certains stimuli électromagnétiques.



D'autres espèces ont développé **d'autres mondes perçus de la couleur**, qui sont **aussi viables** évolutivement parlant, parce qu'ils ont un système nerveux différents (dichromates, tétrachromates, pentachromates...).

Quatre conséquences :

1) Sense-making is affective

2) Une chose est bonne ou mauvaise pour TEL organisme

3) Systèmes de mémoires pour retenir les bons et les mauvais coups

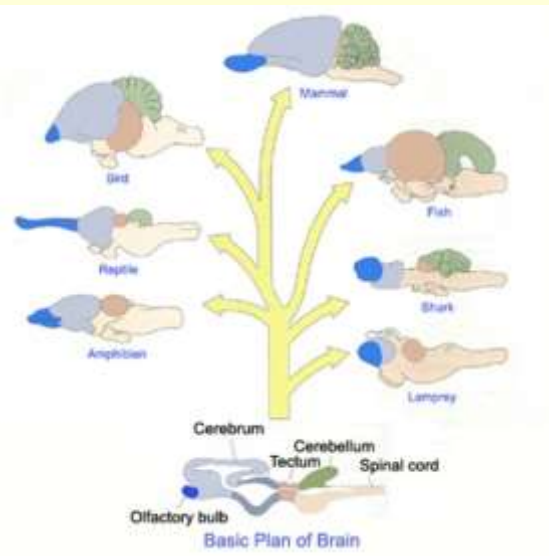
4) Mind and life continuity thesis

Histoire de couplages :

implique de **retenir** les bons et les mauvais coups, car avantageux

Donc pression sélective pour des systèmes de **mémoire**

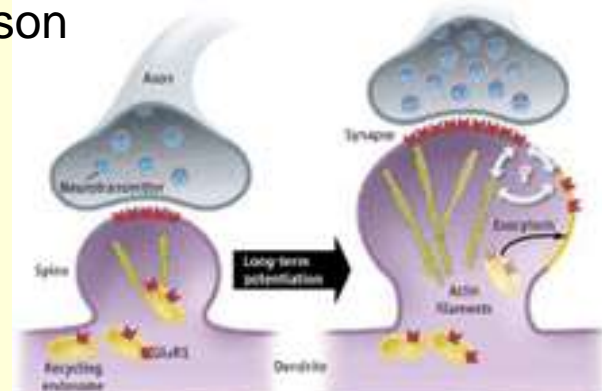
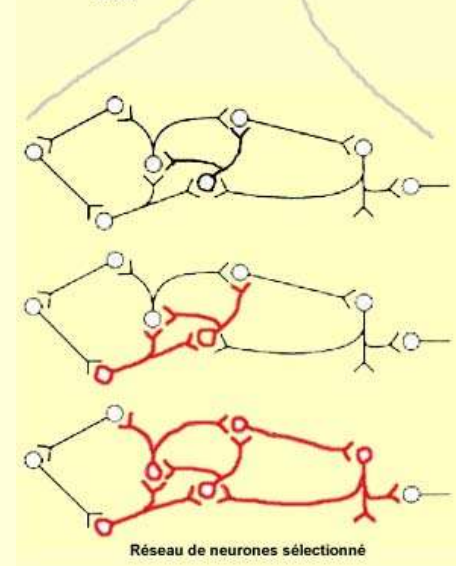
(qui vont apparaître par sélection naturelle...)



Une mémoire **génétique**, portée par l'**ADN**, qui est celle de l'espèce, des plans généraux du corps des individus de cette espèce.



Et différents systèmes de mémoire qui vont permettre à l'organisme **d'apprendre** durant sa vie, de modifier sa structure pour être plus efficace dans ses **actions** en fonction de son histoire de couplage.



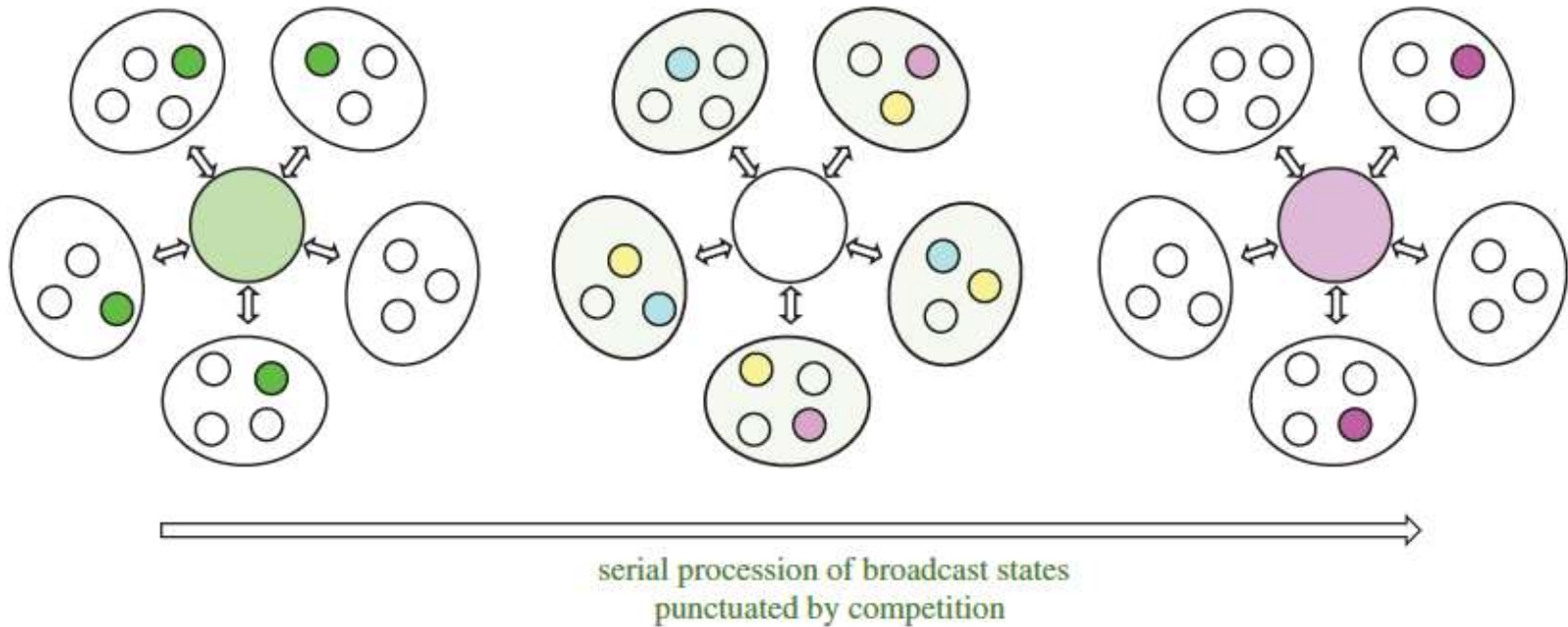


Il ne faut pas oublier que le cerveau est anatomiquement « surconnecté » et doit trouver une façon de **mettre en relation** (de « synchroniser » ?) à tout moment les meilleures « assemblées de neurones » pour faire face à une situation.





state-to-state transitions result from parallel competitive attractor dynamics



À tout moment, nous cherchons et sélectionnons de manière **implicite** (et donc **inconsciente**) la meilleure coalition neuronale, le meilleur réseau transitoire pour faire face à une situation donnée.

Quatre conséquences :

- 1) Sense-making is affective
- 2) Une chose est bonne ou mauvaise pour TEL organisme
- 3) Systèmes de mémoires pour retenir les bons et les mauvais coups
- 4) Mind and life continuity thesis

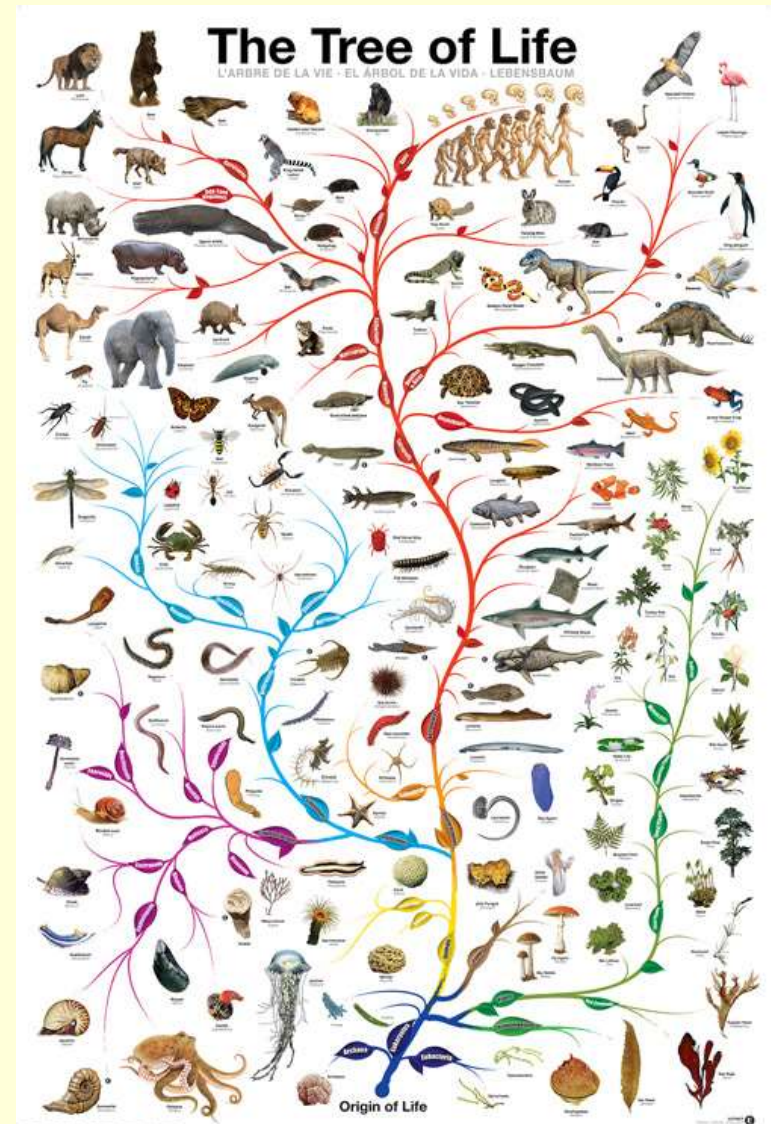
Si « **vivre est un processus créateur de sens.** »

Alors ce sense-making, il commence quand dans le déploiement de la vie durant l'évolution ?

« If we are concernful beings,
so can other lifeforms be.
Where's the cut ?
In life itself, Hans Jonas says. »

**Enaction, embodiment and the social invisible
(Ezequiel Di Paolo)**

https://www.youtube.com/watch?v=ATSq9EWlhDk&feature=emb_logo (2010 Enaction School)

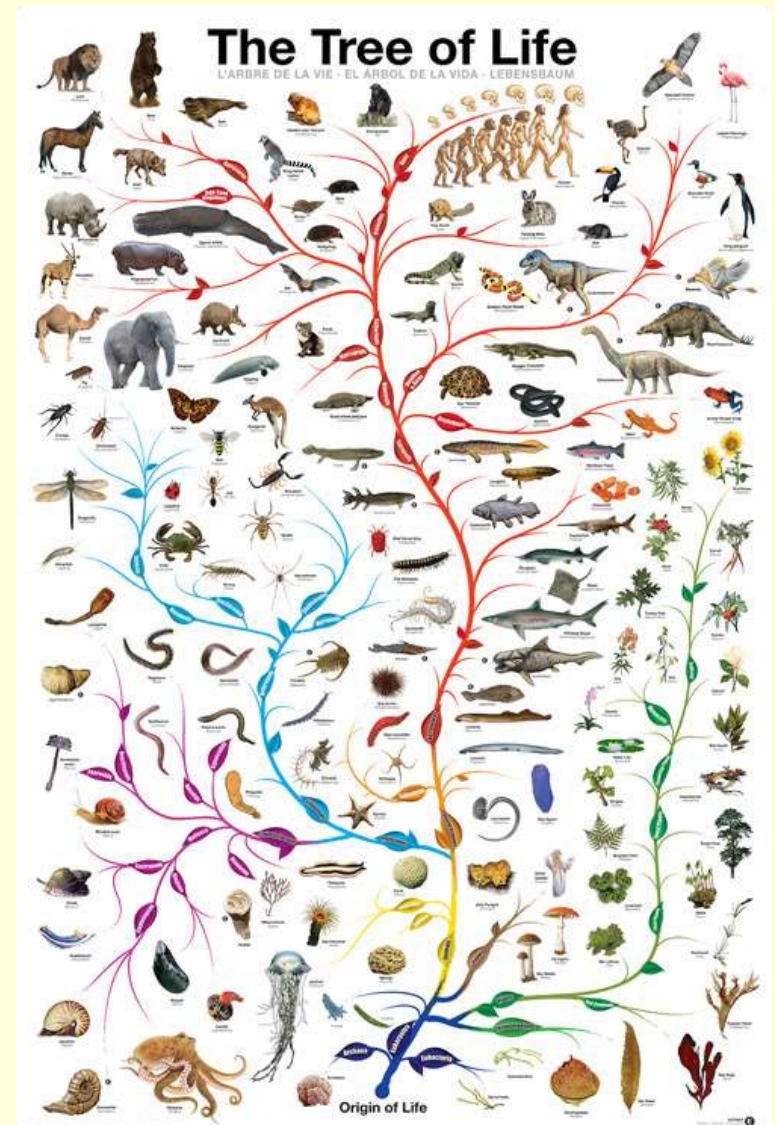


The “enactivist life-mind continuity thesis”

(une position propre à l’énaction de Varela, Thompson, Di Paolo...)

Les êtres vivants font émerger ou “énactent” leur propre « **domaine cognitif** » (l’exemple de la bactérie).

La **cognition** est donc vue comme quelque chose que possèdent **tous les organismes biologiques incarnés et autonomes**.



Linguistic Bodies

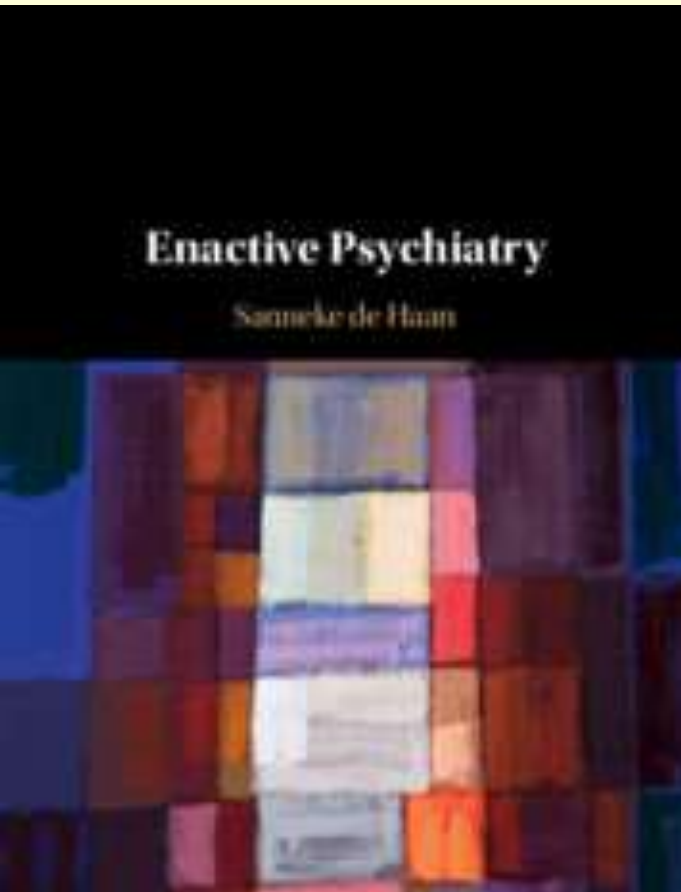
The Continuity between Life and Language

By [Ezequiel A. Di Paolo](#), [Elena Clare Cuffari](#) and [Hanne De Jaegher](#)

November 2018

<https://mitpress.mit.edu/books/linguistic-bodies#.W427swDwM1I.facebook>

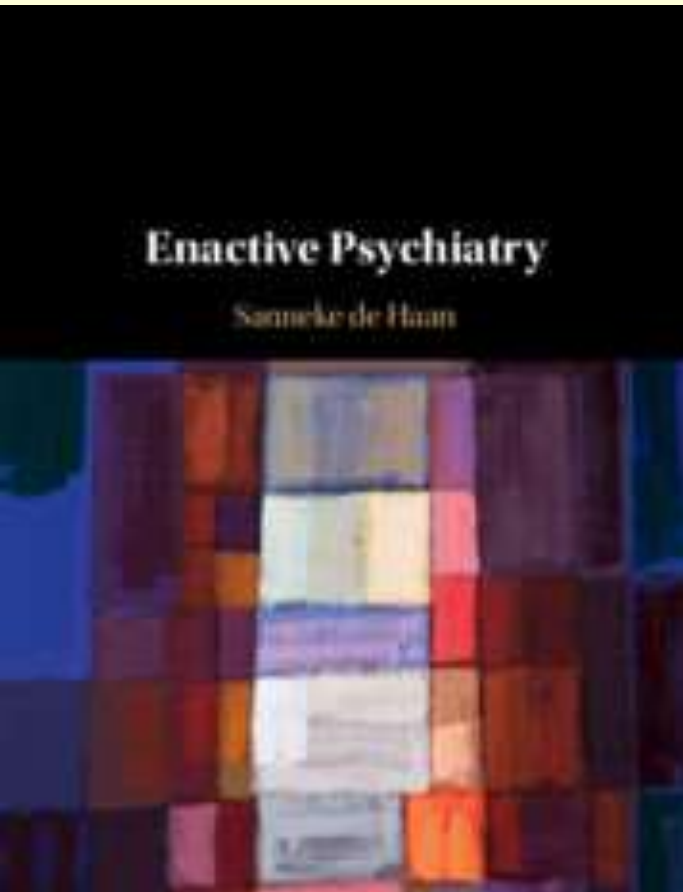
→ Autrement dit, le corps et le « mind » ne sont plus considérées comme deux entités ou processus distincts.



« Cognition and matter are not two separate things, rather, **matter in specific (self-organising) pattern is minded.** »

- Sanneke de Haan,
Enactive Psychiatry, **2020**.

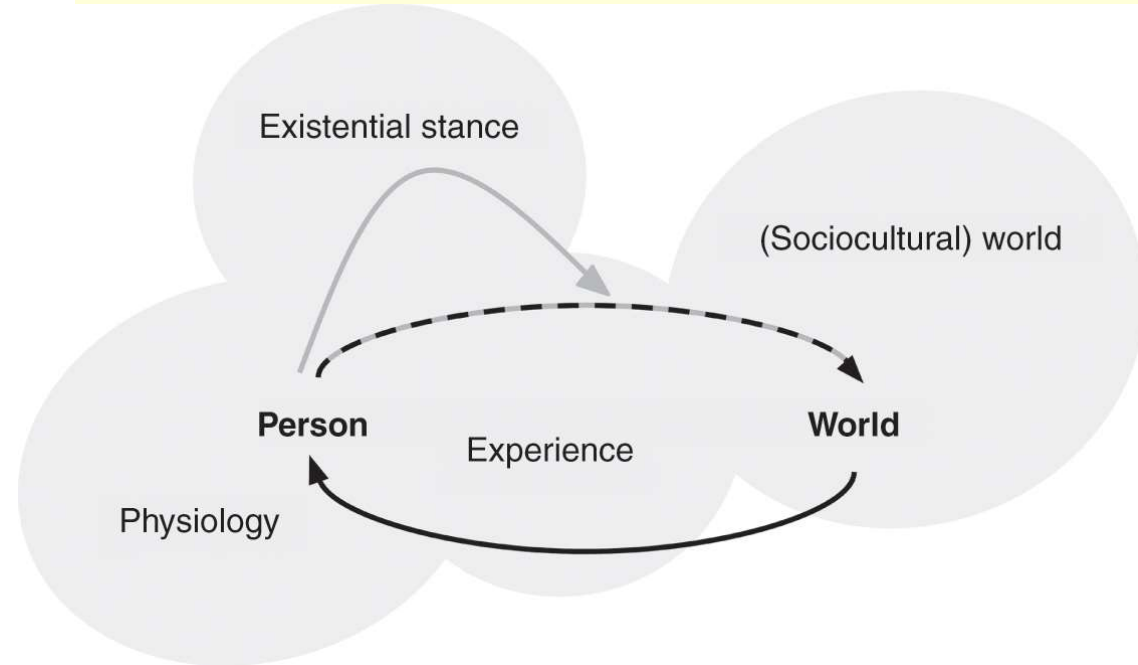
Je vais me servir d'un aspect important de cet ouvrage
en guise de conclusion :



« The mind [...] it is not hidden in the brain where it is causing actions;

the notion of « mind » instead refers to
**a type of interaction with
the environment. »**

- Sanneke de Haan,
Enactive Psychiatry, 2020.

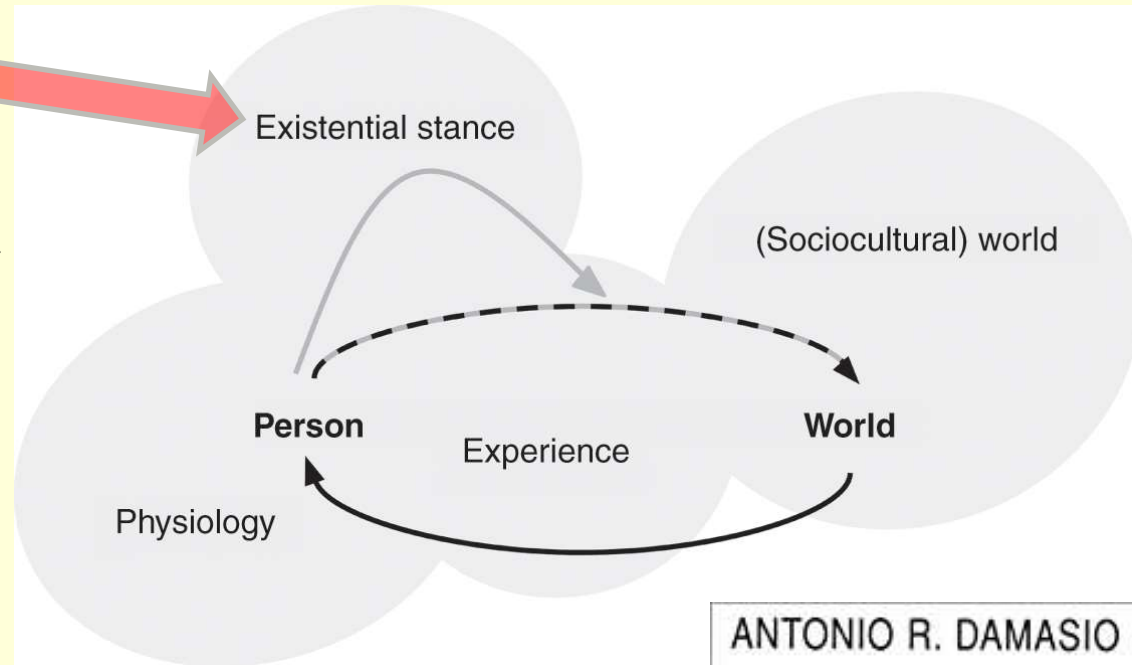


Je présente souvent l'approche **relationnelle de l'énaction** avec ce dessin que j'aime bien.

De Haan en utilise un autre qui montre l'intrication de 4 dimensions **d'un même grand système** où les êtres humains sont en interaction avec leur monde.

→ Au chapitre 5, elle explore la **dimension existentielle**:

- Marque le passage de « organismes - environnement » à « **personnes** (humaines) - **monde** »
- Par notre capacité « to take a stance », i.e. de prendre une **position réflexive** par rapport à nous-même dans le monde
- une **position « excentrique »** par rapport à la position « centrique » dans l'ici et maintenant des autres animaux
- « conscience de soi », « conscience réflexive », « conscience étendue », « *conscience autobiographique* » chez d'autres auteurs



ANTONIO R. DAMASIO

LE SENTIMENT MÊME
DE SOI

CORPS, ÉMOTIONS, CONSCIENCE



(2002)



Clarification « terminologique »

→ il a plusieurs sens au mot
« conscience »

1) son **niveau**

2) son **contenu**

3) la **conscience de soi**

What is consciousness, and could machines have it?

Stanislas Dehaene, Hakwan Lau, Sid Kouider
Science 27 Oct 2017:

Vol. 358, Issue 6362, pp. 486-492

https://science.sciencemag.org/content/358/6362/486?ijkey=7d1b8dfa0cc92e02ed7f31ac38d46d8c3f1a097a&keytype=tf_ipsecsha

C1: Disponibilité globale

Synonyme de ce que « nous avons à l'esprit »
(ou dans l'espace de travail global, pour Dehaene)
Signification transitive de la conscience (comme
dans « Le conducteur est conscient **de la route** »)

C2: Introspection ou « métacognition »

C'est l'aspect **réflexif** de la conscience.

Le cerveau humain devient capable d'évaluer
ses propres états conscients et d'obtenir des
information sur leur traitement actuel,
passé ou futur.

Clarification « terminologique »

→ il a plusieurs sens au mot
« conscience »

1) son **niveau**

2) son **contenu**

3) la **conscience de soi**

On pourrait continuer
encore longtemps...

Mais je vais m'arrêter ici
en vous remerciant
de votre attention !

What is consciousness, and could machines have it?

Stanislas Dehaene, Hakwan Lau, Sid Kouider
Science 27 Oct 2017:

Vol. 358, Issue 6362, pp. 486-492

https://science.sciencemag.org/content/358/6362/486?ijkey=7d1b8dfa0cc92e02ed7f31ac38d46d8c3f1a097a&keytype2=tf_ipsecsha

C1: Disponibilité globale

Synonyme de ce que « nous avons à l'esprit »
(ou dans l'espace de travail global, pour Dehaene)
Signification transitive de la conscience (comme
dans « Le conducteur est conscient **de la route** »)

C2: Introspection ou « métacognition »

C'est l'aspect **réflexif** de la conscience.

Le cerveau humain devient capable d'évaluer
ses propres états conscients et d'obtenir des
information sur leur traitement actuel,
passé ou futur.

Suggestions de lecture :

Petit article d'introduction présentant un court vidéo lui aussi introductif sur l'approche incarnée en science cognitive :

Notre corps-cerveau n'est pas un ordinateur

[Le cerveau à tous les niveaux](#)

Lundi 17 novembre 2014

<https://www.sciencepresse.qc.ca/blogue/2014/11/17/notre-corps-cerveau-nest-ordinateur>

Entrevue où Varela aborde sa critique du paradigme dominant du cognitivisme en sciences cognitives :

Le cerveau n'est pas un ordinateur

On ne peut comprendre la cognition si l'on s'abstrait de son incarnation

La Recherche, No. 308 Avril 1998, p.109-1

https://www.psychanalyse.com/pdf/VARELA_CERVEAU_PAS_UN_ORDINATEUR_1998_2p.pdf

Article très riche sur le personnage et le parcours de Varela :

FRANCISCO VARELA : "L'ESPRIT N'EST PAS UNE MACHINE"

<http://fredericjoignot.blogspot.com/archive/2006/06/23/francisco-varela-neurobiologiste-et-bouddhiste.html>

Sur des considérations plus vastes reliées à l'éthique :

Quel savoir pour l'éthique ?

De Francisco Varela

Recension de Fabrice Clément

https://www.persee.fr/doc/reso_0751-7971_1997_num_15_84_3101

Conférence qui couvre plusieurs aspects de l'excellent livre de Evan Thompson, *Mind in Life* (2017, disponible au complet en pdf ici <https://pdfs.semanticscholar.org/327d/9b415a06ebc8f21f2efbe7677661e604c79d.pdf> , la « suite » si l'on veut de *Embodied Mind* (Varela, Thompson, Rosch, 1991)

Mind in Life and Life in Mind

The Future of the Embodied Mind, San Sebastian, Sept. 8, 2011.

Evan Thompson

Power Point de la présentation :

<http://summerschool2011.esmcs.eu/wp-content/uploads/2011/08/ETHompsonSanSebastian2011.pdf>

Vidéo de la conférence :

<https://vimeo.com/28764018>

L'énaction située parmi d'autre forme de cognition incarnée radicale, sur mon blogue :

Lundi, 5 décembre 2016

« La cognition incarnée », séance 13 : **Les formes radicales de la cognition incarnée** (se servir du corps et de l'environnement pour penser)

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2016/12/05/6095/>

The Nature of Consciousness: A Neurophenomenological Approach

<https://www.youtube.com/watch?v=6K3o-TNJXyM>

The Neuroscience of Consciousness – with Anil Seth

<https://www.youtube.com/watch?v=xRel1JKOEbl>