

Épistémologie

Cognition Incarnée : comment apparait-elle et quelles
peuvent être les applications clinique ?

► PLAN ◀

Introduction.....	P2
I) Description des concepts.....	P2
1) Contexte Historique.....	P3
a) Cognitivism.....	P3
b) Connexionisme.....	P6
2) Cognition Incarnée.....	P9
II) Applications Cliniques.....	P12
1) La main étrangère.....	P12
2) Le membre fantôme.....	P13
Conclusion.....	P18
Sources.....	P19

Introduction

Au cours de nos trois années en sciences cognitives nous avons survolé les différents courants scientifiques, nous avons donc voulu en apprendre un peu plus sur celui dans lequel nous sommes actuellement. De plus, outre la partie très philosophique, nous avons voulu l'appliquer à des exemples plus concrets et cliniques. Nous avons donc choisi de lier les courants de pensée et notamment celui de la cognition incarnée avec les applications médicales pour les membres fantômes et la main étrangère.

Dans un premier temps nous avons pris le parti de faire un rappel sur les deux principaux courants qui ont donné lieu à la création de la cognition incarnée soit le cognitivisme et le connexionnisme. Une fois ces bases posées nous avons choisi de l'appliquer.

Depuis PLATON, les philosophes se sont penchés sur le problème des relations corps/esprit, c'est-à-dire ont tenté de clarifier les rapports entre le cerveau du corps humain et l'esprit, ensemble des phénomènes et des facultés mentales. Le fameux exemple du problème de Molyneux pose la question de l'acquisition de la vision chez une personne aveugle : reconnaîtrait-elle le monde qui l'entoure avec sa vue retrouvée alors qu'elle est habituée à interagir avec ce monde via le toucher. Par extension on peut se demander qu'en serait-il de notre reconnaissance du monde sans corps ou dans un autre corps. L'interaction du corps et de l'esprit est devenue une question scientifique fondamentale au XX^{ème} siècle.

Les travaux des neurologues, des psychologues, des philosophes depuis le milieu du XX^{ème} siècle ont conduit, à travers le cognitivisme et le connexionnisme, à l'émergence d'une connaissance détaillée du fonctionnement du Cerveau, du traitement de l'information provenant du milieu extérieur, et ont donné à la Cognition une place centrale.

I) Description des concepts

Les sciences cognitives à partir du milieu du 20^{ème} siècle jusqu'au début du 21^{ème} vont être animées par trois **paradigmes** qui sont inclus dans le cognitivisme, le connexionnisme et les systèmes dynamiques incarnés. En rappelant qu'un paradigme comme le définit Thomas S. KUHN dans "*La structure des révolutions scientifiques*" est modèle cohérent de représentation du monde qui repose sur une base définie, soit un modèle théorique d'où émerge la réalité.

Nous allons voir que ces paradigmes, d'une manière générale ont tendance à s'opposer, mais l'un étant construit à partir d'une critique du précédent, ces paradigmes, à nos yeux, se complètent.

1) Contexte historique

a) Cognitivisme

Le cognitivisme (ou symbolisme, ou approche computationnelle) s'intéresse à l'esprit comparé à un ordinateur et la pensée, processus de traitement de l'information.

La cognition est actionnée par le **système de traitement de l'information (STI)** correspondant à la manipulation de symboles à partir de règles. Ce courant de pensée prédomine fortement des années 50 aux années 80.

La psychologie cognitive étudie l'ensemble des fonctions cognitives :

- La perception
- L'attention
- La mémoire
- Le langage
- Les activités intellectuelles

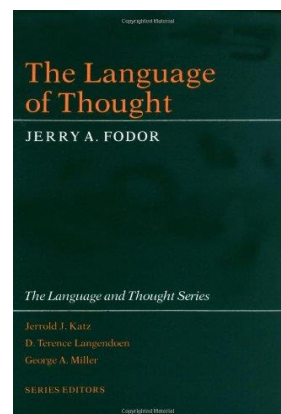


Le cognitivisme se développe un peu en même temps que la linguistique. En 1959, CHOMSKY psycholinguiste de 31 ans et **en opposition** au mouvement de pensée behavioriste, adresse à SKINNER que le behaviorisme appliqué à l'apprentissage de la linguistique est irréalisable et sans espoir. L'acquisition des compétences en linguistique ne peuvent pas être expliquées par le behaviorisme.

L'esprit humain est de moins en moins considéré comme une "boite noire"

En 1956, BRUNER (ayant travaillé sur des domaines comme la "catégorisation", les "stratégies mentales", un article "*A Study of thinking*", 1956) et MILLER (pour "limites du psychisme humain", "traitement logique", "mémoire de travail", article "*The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information*", 1956), ces deux chercheurs de Harvard, créent le terme de "**psychologie cognitive**". Leurs idées tournent autour d'"états mentaux", de "capacité de raisonnement", et "traitement de l'information" et leurs travaux étaient à l'époque révolutionnaires, voir hérétiques ! 1956 : Un séminaire réunit au MIT les chercheurs MILLER, CHOMSKY, SIMON, GARDNER, ainsi que d'autres chercheurs influents.

En 1975, le philosophe FODOR publie "*Le Langage de la pensée*" qui va faire date dans l'histoire des sciences cognitives. **Il présente un modèle de la pensée qui s'inspire de l'analogie avec le fonctionnement de l'ordinateur. La pensée est au cerveau ce que le logiciel informatique (software) est à la machine (hardware).**



Naissance d'un paradigme :

Les coups portés au behaviorisme dans les années 1950 et le développement des ordinateurs et de l'IA dans les années 1960 permettent l'avènement de l'approche cognitive (ou computationnelle) de l'esprit. **L'ordinateur devient la métaphore centrale pour décrire l'esprit humain** (métaphore dont on connaît aujourd'hui les limites). Cette métaphore amène ainsi les cognitivistes à considérer que les éléments du monde extérieur sont traduits en représentations internes, exactement comme le font les ordinateurs. Ces représentations symboliques internes sont ensuite manipulées selon certaines règles prédéterminées pour fournir des "sorties" ou des réponses appropriées. Autrement dit, **la pensée est un processus de traitement de l'information.**



Schéma représentant le traitement de l'information avec une entrée et une sortie

FODOR adopte la thèse dite "fonctionnaliste", concept de la "réalisation multiple". Le corps a donc ici une importance marginale. N'importe quelle structure peut faire l'affaire, tant qu'elle peut effectuer la même fonction, la même "computation" sur des symboles.

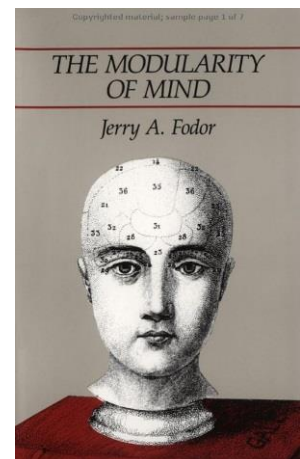
Dans sa version computationnelle extrême, le fonctionnalisme soutient que l'incarnation de l'organisme n'a aucune pertinence quant à la nature de son esprit. **C'est le « software », et non le « hardware », qui compte pour ce qui est de l'activité mentale** (à l'opposé des approches incarnées de la cognition)

En 1986, FODOR publie "La Modularité de l'esprit"

Pour lui, un module est donc :

- Spécifique à une opération précise
- Son fonctionnement est autonome, rapide et donc inconscient
- Il possède une localisation neuronale précise.

Les modules sont coordonnés par un système central. **Ce paradigme du traitement de l'information et de système central domine les sciences cognitives pendant 30 ans.** On utilise la métaphore du "cerveau = ordinateur" au-delà de l'analogie, c'est une théorie complète (au contraire de l'analogie du "telephone switchboard")





Ce modèle de traitement de l'information rencontre néanmoins des limites.

Les origines et les présupposés du paradigme du traitement de l'information restent non remis en questions pendant une longue période car considérés comme "seule solution". Le paradigme reste dominant pendant longtemps et s'encra énormément dans les esprits. L'idée de base selon laquelle le cerveau est une machine de traitement de l'information qui répond aux traits de l'environnement reste le noyau dur des neurosciences modernes et de leur vulgarisation auprès du public.

Cette approche est discutée par exemple par Roger PENROSE: *"Human intuition and insight [...] cannot be reduced to any set of computational rules."* Shadows of the Mind (1994)

Ou encore par Étienne Harnad (1994) *"Computation is just interpretable symbol manipulation ; cognition isn't"*

Pour VARELA, il y a aussi un problème de cadre de référence : la plus simple action cognitive exige un nombre de connaissances apparemment infini que nous prenons pour acquises, mais qui doivent être introduites dans l'ordinateur en détail, une par une (= "frame problem"). Il est donc trop compliqué de construire des "machine à résoudre les problèmes généraux" (GPS) avec cette manière de procéder.

Un autre problème est celui de la compréhension du sens. **La machine est incapable de "comprendre" ce qu'elle fait.** A partir des années 1980, le philosophe John R. SEARLE, développe une série d'arguments pour démontrer que **la machine ne pense pas car elle n'a pas accès au sens** (argument de la "chambre chinoise")

b) Connexionisme

Le cognitivisme avait pour but d'atteindre (et d'expliquer et simuler) les performances d'un expert adulte humain (en partant du principe de connaissances innées). Les chercheurs en viennent à penser qu'ils sont trop éloignés des modèles biologiques et que la forme la plus fondamentale d'intelligence est celle d'un bébé : il est capable d'apprendre et s'adapter avec la multitude de stimuli non connus qui lui sont fournis (acquisition). A partir de là, les considérations sont recentrées sur le cerveau.

Le connexionnisme, commence à remettre en question l'orthodoxie du cognitivisme au début des années 1980. **Il prend en compte le cerveau et essaie de comprendre la cognition avec des réseaux de neurones.** L'organisation cérébrale se redéfinirait comme telle :

- Pas de règles globales, des règles locales gèrent les opérations individuelles et des règles de changement gèrent les liens entre les éléments. (Exemple : règle de HEBB)
- Pas de dispositif logique central de traitement
- L'information ne paraît pas engrangée à des adresses précises.
- Un système cognitif fonctionne de manière appropriée quand les propriétés émergentes sont une solution adéquate pour une tâche donnée.
- Le **sens** n'est pas contenu dans le symbole, mais il émerge de l'activité d'un ensemble d'unités.
- Un concept ou une idée naît donc de cette émergence globale.

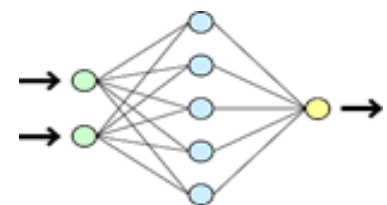
C'est une approche qui modélise les phénomènes mentaux et comportementaux comme des processus émergents de réseaux de neurones interconnectés

La cognition est considérée comme l'émergence d'états globaux dans un réseau de composantes simples, c'est-à-dire que les représentations symboliques (globales) se forment suite à une association des règles locales. Ce passage de local à global est appelé "**auto-organisation**" dans les années cybernétiques et de "**propriétés émergentes**" ou "dynamique des réseaux" ou de "réseaux non linéaires" ou de "systèmes complexes ».



A la fin des années 70, on reprend les idées des "réseaux de neurones" de McCULLOCH et PITTS élaborée dans les années 1950, suite aux conférences de Macy.

Ces conférences interdisciplinaires, à l'initiative du neurologue McCULLOCH de 1942 à 1956, vont définir la science générale du fonctionnement de l'Esprit, et seront à l'origine de la Cybernétique de N. WIENER, des Sciences Cognitives et des Sciences de l'Information.



Représentation d'un
réseau de neurones

L'expression "*connexionisme*" fut déjà utilisée par ROSENBLATT en 1958 (sous la forme de l'adjectif "connectionist").

La même année, ROSENBLATT crée le "Perceptron", appareil qui peut être considéré comme le premier des réseaux de neurones adaptatifs, c'est-à-dire dont les poids des connexions sont changés par "apprentissage". C'est un modèle inspiré des théories cognitives de Friedrich HAYEK et de Donald HEBB.

Le but du perceptron est d'associer une réponse à des signaux présentés en entrée. Le perceptron se compose, pour l'essentiel, de deux couches de neurones. À l'origine, la première couche était appelée la rétine du perceptron. La deuxième couche donne la réponse du perceptron à la stimulation donnée en entrée. Les cellules d'entrée sont reliées aux cellules de sortie grâce à des 'synapses'. Ce n'est donc pas une modélisation logique (top down), mais de l'exploration des ressources d'un réseau complexe d'éléments simples en interaction (bottom up).

L'analogie principale du connexionnisme est le réseau de nombreuses unités (ou "neurones artificiels") interconnectées entre elles. Cette approche, basée sur le traitement en parallèle de l'information, s'est donc développée avec **le souci de rapprocher la structure des modèles cognitifs de celle du cerveau**. Il s'agit donc d'une approche du bas vers le haut (bottom up), où l'on cesse de parler de représentations en termes de symboles pour les analyser plutôt en termes de liens entre de nombreux agents distribués, coopératifs et auto-organisés. Il faut aller au-delà des symboles, vers une représentation "**subsymbolique**"

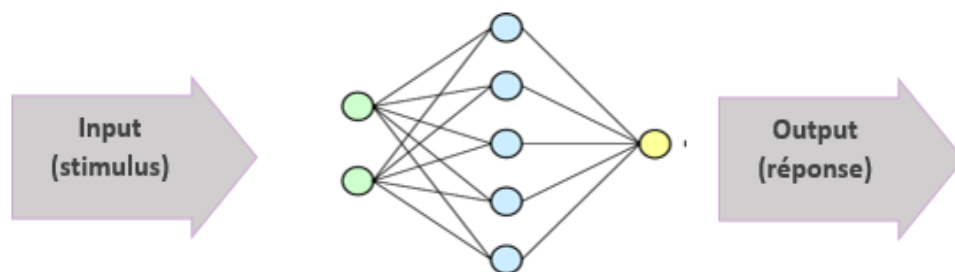


Schéma représentant un réseau de neurones avec une entrée et une sortie

Il va donc s'agir d'"**entraîner**" les neurones ou nœuds pour qu'ils acquièrent les informations plutôt que leur fournir les informations en codant tout. Cela a prouvé son efficacité dans certains domaines tels que la reconnaissance de formes, de visages, d'images. C'est pour ça qu'on peut dire que c'est de **l'apprentissage automatique** ou du **machine-learning**.

Vers 1980, RUMELHART et PARKER redécouvrent un algorithme : la technique de **rétropropagation du gradient** (*Backpropagation* en anglais), qui permet d'améliorer la performance des réseaux de neurones en réduisant l'erreur globale.

L'engouement pour le connexionnisme se déploie dans les années 80 pour plusieurs raisons :

- La proximité des modèles proposés avec les systèmes biologiques
- La généralisation possible des modèles (ils peuvent être appliqués à divers domaines : langage, vision, mouvements, etc)
- Le manque de connaissances en IA et neurosciences (reconnaissance rapide, mémoire associative, généralisation catégorielle)



Pourtant, les modèles proposés par le connexionnisme mettent du temps à se mettre en place et ne sont pas toujours à la hauteur des espérances.

Les systèmes connexionnistes sont réalisés sans aspect sensori-moteur avec l'environnement, ce sont seulement des sorties artificielles.

Pour le connexionnisme, comme pour le cognitivisme d'ailleurs, on présuppose que la cognition correspond à la **résolution de problèmes prédéfinis** et posés au système **de l'extérieur**. Ce présupposé tend à être remis en question.

Le connexionnisme considère que la pensée réside exclusivement dans les **processus inconscients** du sujet. La notion de représentation, jusqu'à là, plutôt ignorée, devient cruciale.

Le paradigme connexionniste ne prend pas bien en compte l'auto-évolution des processus mentaux. Par exemple au niveau de la mémoire, ce que nous vivons aujourd'hui influencera le rappel d'un souvenir qui, loin d'être toujours le même, sera **une reconstruction** à partir de l'état actuel du cerveau. Autre exemple : contrairement à une machine qui fabrique un objet qui n'a aucun effet sur le fonctionnement de la machine, **le cerveau est une machine dont les processus modifient en permanence le fonctionnement subséquent de ladite machine.**

Le but est de désormais concevoir les processus de manière non indépendante de leur environnement. C'est dans ce contexte qu'on va voir apparaître les idées de cognition incarnée.

2) Cognition Incarnée

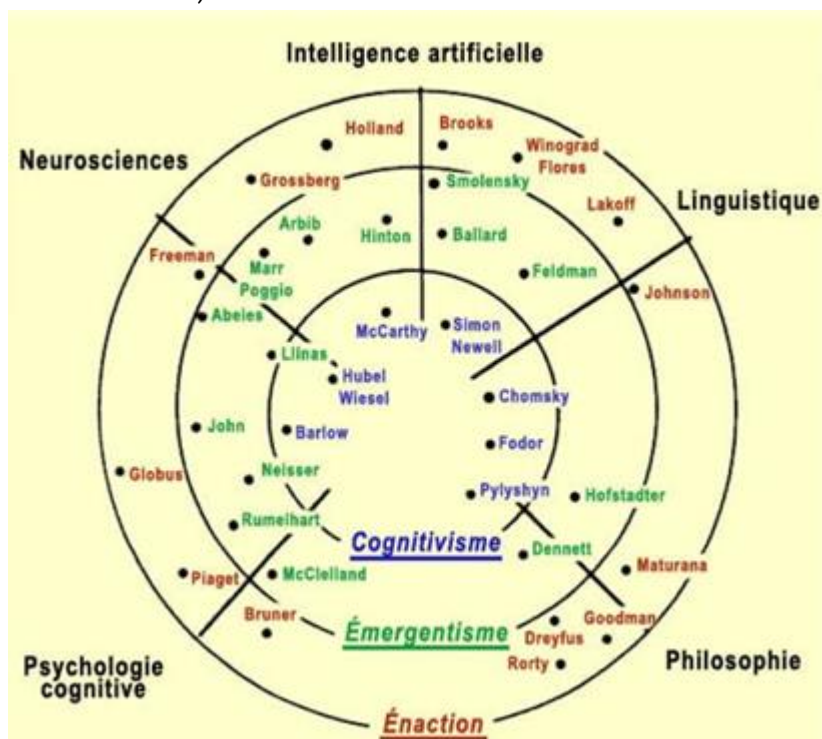
Les **systèmes dynamiques incarnés** (*Embodied dynamicism*), ou **cognition incarnée** ou **cognition située** vont critiquer les paradigmes du cognitivisme et du connexionnisme à partir du début des années 1990. MAIS certains concepts des paradigmes précédents sont quand même retenus.

On considère le cerveau comme indissociable de son référentiel corporel et spatio-temporel. Il y a donc une reconsidération des aspects biologiques et neurobiologiques. **On ne peut donc envisager une compréhension de la cognition si on la sépare de l'organisme pensant.** Cela mène à une vision moins abstraite de la cognition.

Schéma représentant la Cognition incarnée :



Voici un graphique de l'état des sciences cognitives vu par VARELA en 1991. ("émergentisme" = connexionnisme)

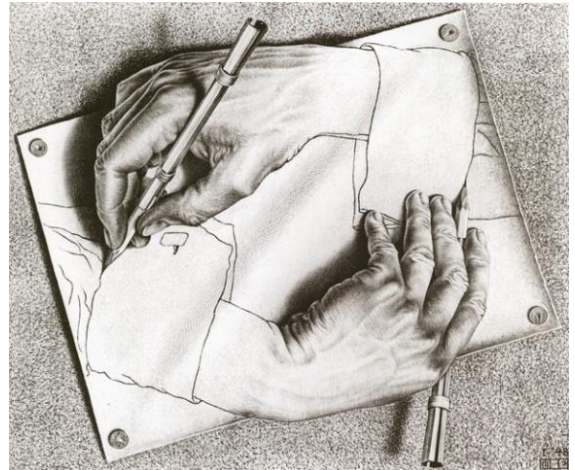


Ici « émergentisme » correspond au connexionnisme et "l'énaction" correspond aux systèmes dynamiques incarnés selon VARELA

Dans leur livre *"The Embodied Mind"* (ou *"L'inscription corporelle de l'esprit"*, en français) en 1991, VARELA, THOMPSON et ROSCH ne nient pas les apports du cognitivisme et du connexionnisme mais les jugent insuffisants pour expliquer **ce que cela signifie d'être humain dans les situations de la vie de tous les jours**.

La manipulation de symboles et les réseaux de neurones sont des apports conséquents mais qui ignorent totalement l'inscription corporelle.

Ainsi *"Tout comme le connexionnisme est né d'un cognitivisme soucieux d'établir un contact plus étroit avec le cerveau, ainsi le programme de l'énaction franchit-il une étape de plus dans la même direction; il vise à embrasser la **temporalité** de la cognition entendue comme histoire vécue, que cette dernière soit considérée au niveau de l'**individu** (l'ontogenèse), de l'**espèce** (l'évolution) ou des **structures sociales** (la culture)."* – The Embodied Mind



« Drawing Hands » de M. C. Escher
illustrant la citation de Jules Lequier

Ou encore **"faire et, en faisant, se faire"** – Jules Lequier

On peut donc définir l'**énaction** avec 5* grandes propriétés :

(*Ces 5 propriétés sont définies dans *"Mind in Life"* de THOMPSON, publié en 2007. Ce livre est un peu la suite de *"The Embodied Mind"* et THOMPSON a continué le projet de VARELA après sa mort.)

- 1- La cognition s'effectue par un organisme **incarné** (dans un corps) et **situé** (dans un environnement). La cognition de cet organisme naît de l'analyse **sensori-motrice** de l'environnement dans lequel il se trouve.
- 2- La cognition **s'incarne** donc dans un **corps** possédant un **système nerveux** considéré comme un **système dynamique**. Le système est capable de réaliser des activités cohérentes (et non plus de "traiter l'information" uniquement).
- 3- Le **monde** ou environnement dans lequel évolue l'organisme détermine cet organisme. L'un n'est pas séparable de l'autre par le fait de l'interaction sensorimotrice entre l'organisme et le monde.
- 4- Les organismes sont considérés comme des **agents cognitifs autonomes**. C'est-à-dire qu'ils s'**auto-génèrent**. La **vie** et la cognition ne sont pas séparables : c'est ce que VARELA et MATURANA appellent **"autopoïèse"**.
- 5- L'**expérience vécue** subjectivement par l'organisme est donc considérée comme primordiale (et non pas comme un épiphénomène –phénomène secondaire lié à un autre phénomène- comme jusque-là). **L'expérience vécue doit donc être étudiée scientifiquement comme n'importe quel autre processus cognitif.**

Le parcours universitaire de VARELA, riche en rencontres et enseignement de qualité, et ce durant une période mouvementée de l'histoire du Chili, lui permet de développer une grande ouverture d'esprit, un questionnement profond et de rencontrer des grands de la recherche dans les années 70 (il a 24 ans en 1970).

En 1971, il pose avec MATURANA le terme d'autopoïèse dans un article **"Autopoiesis : The Organization of Living Systems"**, un concept qui met un peu de temps à être accepté par la communauté scientifique.

Du grec "*auto*", soi et "*poiein*" produire, un système **autopoïétique** est un réseau complexe d'éléments qui régénèrent constamment, par leurs interactions et transformations, le réseau qui les a produits.

Cette notion est inspirée de la biologie cellulaire, où la cellule construit elle-même ses composants internes et sa membrane, servant respectivement à construire la membrane et protéger les composants internes.

L'idée derrière l'autopoïèse, c'est de constater qu'avant de pouvoir se reproduire ou d'évoluer, un système vivant doit d'abord être capable de **se maintenir en vie** de manière **autonome**. L'autopoïèse peut donc être vue comme un cas spécial d'**homéostasie**.

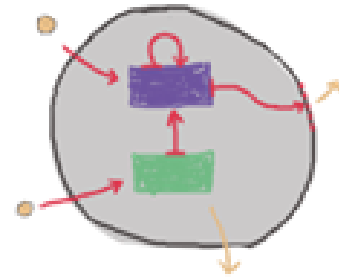


Schéma d'interaction
d'éléments au niveau cellulaire

Appliquée à l'énaction, l'autopoïèse défend le fait que vivre est un processus créateur de sens. **L'environnement détermine les actions et les actions déterminent l'environnement.** On est intrinsèquement concerné par le monde pour y chercher et y trouver de la signification. Dans cette perspective, 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, et ce sans être placé sous le joug de la "motivation".

Vivre est donc un processus créateur de sens.

II) Applications cliniques d'une cognition incarnée

Selon les paradigmes de cognition incarnée, la cognition se compose d'un schéma corporel qui est une représentation mentale de son propre corps par le biais de cette cognition et ce, en cohésion avec l'environnement pour former un tout cohérent.

Le cerveau va donc fédérer ces éléments.

Lorsque cette représentation est altérée par un phénomène physique (accident corporel ou cérébral), il existe alors un conflit entre la représentation mentale et la nouvelle réalité physique ; le cerveau ayant trop de mal à gérer cette incohérence, il va créer des illusions en nous donnant une image de notre corps en tant que souvenir physique.

Nous allons voir comment peuvent se traduire ces illusions.

1) La main étrangère

Ce syndrome se caractérise par le fait que notre main (plus souvent la gauche que la droite) commence à effectuer des mouvements alors que son propriétaire n'en a pas conscience. Le mouvement effectué par cette dernière peut être simple et anodin (comme ouvrir et fermer régulièrement son poing) et aller jusqu'à un conflit. Par exemple, il peut s'agir d'attraper violemment un objet qui se situe dans son autre main.

Ce syndrome est plus couramment appelé «**Alien Hand Syndrome**». Il peut intervenir dans divers cas comme une neurochirurgie (exemple de l'hémisphérectomie), une attaque cérébrale, une infection, un anévrisme ou dans le cas de maladies neurodégénératives.

Les aires associées à ce syndrome sont les lobes frontaux, occipitaux et pariétaux.

Commençons par un peu d'histoire, la première description de ce phénomène a été effectuée en 1908 par un neuropsychiatre allemand du nom de **Kurt GOLDSTEIN**. Sa patiente était une femme droitière ayant subi un accident vasculaire cérébral provoquant une paralysie de son côté gauche du corps (elle l'avait partiellement récupéré lorsqu'elle a consulté Dr GOLDSTEIN). Cependant, elle semblait décrire son bras gauche comme n'étant pas le sien. Elle avait le sentiment qu'il appartenait à une autre personne, qu'il était étranger à son propre corps et il effectuait des actions motrices qu'elle n'avait pas décidées. De plus, lorsque sa main agrippait un objet, elle n'en était pas consciente. Ce bras était donc incontrôlable. Cette patiente fut dans un premier temps diagnostiquée par Dr GOLDSTEIN comme paranoïaque. Suite à des observations supplémentaires, il s'est penché vers la probable existence d'un processus impliqué dans les mouvements involontaires.

Le nom **main étrangère** a été attribué en 1972 par deux français BRION et JERYDAK après des observations chez des patients avec des lésions cérébrales.

On peut distinguer deux types de syndromes, celui de la **main anarchique** et celui de la **main étrangère**. Tous deux présentent des mouvements inconscients et involontaires associés à un conflit entre les mains. La main anarchique est associée à des déficits moteurs, les patients ont conscience que c'est leur main bien

qu'ils soient gênés par les mouvements involontaires qu'elle produit. Par opposition au cas de la main étrangère où les patients ont plus de déficits sensoriels et se désolidarisent complètement de leur main.

La personne sujette au syndrome de la main étrangère perd tout sentiment de maîtrise, leur main agit en totale autonomie sans même qu'ils aient conscience qu'elle s'adonne à des activités motrices. Il existe donc un réel comportement d'opposition entre les deux mains. Celle qui est affectée sera perçue comme désobéissante et en dehors du contrôle volontaire.

Comment faire face à ce syndrome ? Certains patients décident de se lancer dans la personnification de leur main. La personnification consiste à rendre humain un objet ou une partie du corps. Dans le cas présent, les patients choisissaient de donner un petit nom à leur main et faire comme si elle était leur enfant en quelque sorte. DOODY et JANKOVIC ont eu une patiente qui s'amusait à demander à sa main d'arrêter de la pincer ou de faire tout autre chose. Des études ont abouti à la conclusion que souvent les personnalités plus heureuses faciliteraient la personnification de la main atteinte.

Ceci entre en effet complètement dans le thème de la cognition incarnée, le patient n'étant pas conscient des actions de sa main. Il en revient à se poser des questions quant à l'appartenance de son membre et au lien entre son esprit et son corps.

D'après l'imagerie médicale, on a pu constater que ce syndrome était notamment dû à des lésions principalement au niveau du corps calleux et du lobe frontal. Ce sont des zones cérébrales particulièrement impliquées dans la planification du mouvement. Il existe des variantes de ce syndrome qui ont la particularité d'avoir des actes moteurs complexes car on considère une des mains comme étant "dominante" (main normale). Des patients ont raconté leur histoire, comme par exemple une personne se servait de sa main dominante pour porter une cigarette à sa bouche mais elle se la faisait retirer et écraser par l'autre main. La personne comprenait ce geste par "Je ne devrais pas fumer". C'est comme si sa main étrangère veillait sur elle !

2) Le membre fantôme

Il s'agit d'un phénomène assez régulier qui survient après une amputation, 90% des personnes amputées sont victimes de ce phénomène.

C'est au XVI^{ème} siècle qu'est décrit pour la première fois ce que l'on appellera plus tard "**membre fantôme**" par **Ambroise PARÉ**, considéré comme étant le père de la chirurgie.

Ce phénomène est davantage étudié en 1874 par le docteur **WEIR-MITCHELL** qui va étudier des blessés de la guerre de Sécession. C'est lui qui proposa d'établir le terme "membre fantôme" à ce phénomène.

En 1939, il est également rapporté par **J. LHERMITTE** qui témoigne: « l'image de ma jambe est si nette et si permanente que, en vérité j'ai mon pied. Je vous le dis, je l'ai encore. Il y a des moments où je suis prêt à le gratter, surtout mon petit orteil. ».

On peut différencier deux types de sensations dues au membre fantôme, l'une va être la **douleur**, c'est celle que nous allons développer plus bas aussi appelée "**hallucino**se".

Dans le second cas, la présence de membre fantôme provoque uniquement la sensation de présence sans forcément de gêne physique importante.

Parfois, quand on cherche à soigner, il ne faut pas penser directement au corps car ce n'est pas de lui que le mal survient mais bel et bien de l'esprit. Dans le cas présent, la douleur ne vient pas d'un membre, d'un organe mais d'une illusion.

Le membre amputé est douloureux environ une fois sur deux c'est pourquoi il est important de trouver comment soigner les patients. Cette douleur si vive empêche le patient de porter une prothèse ou de se rééduquer de manière normale, ce qui mène fréquemment à une dépression.

Mais par quels moyens peut-on réussir à soigner l'esprit?

Le psychologue canadien **Ronald MELZACK**, spécialiste du traitement de la douleur, a imaginé une réorganisation fonctionnelle de certaines zones cérébrales dont les neurones, qui ne reçoivent plus d'informations du membre amputé, répondent à des stimulations tactiles d'autres parties du corps.

Le chercheur canadien a travaillé sur la genèse de la douleur chez les amputés. Est-ce le périphérique qui cause la douleur (état du moignon, vascularisation...), le système nerveux central ou le cerveau lui-même ? En 1992 il émet l'hypothèse d'une **neuromatrice**, un réseau de neurones fonctionnant en l'absence d'influx sensoriels, donnant l'impression que le membre amputé est toujours présent.

Il existerait donc une représentation « dormante » de nos membres.

Des études pharmacologiques ont été menées notamment en 1997 par **SHERMAN** qui a recensé pas moins de 60 traitements qui n'ont malheureusement pas eu l'effet escompté.

Il existe cependant un autre moyen que la pharmacologie pour soigner ce type de troubles : tromper l'esprit visuellement, notamment avec des techniques de réalité virtuelle.

Comment la réalité virtuelle peut-elle agir sur notre esprit?

D'après **GALLAGHER** on peut considérer le schéma corporel comme étant un "système de fonctions motrices" qui va opérer sous la conscience et l'intentionnalité, tout cela constitue l'inné. Le schéma corporel n'est pas pour autant figé, il peut évoluer et se perfectionner, il n'est pas une perception du corps Il écrit "l'image du corps est un ensemble complexe de représentations mentales qui implique une forme d'intentionnalité explicite et autoréférentielle". Cette image forme une partie du système intentionnel car elle est un ensemble de croyances.

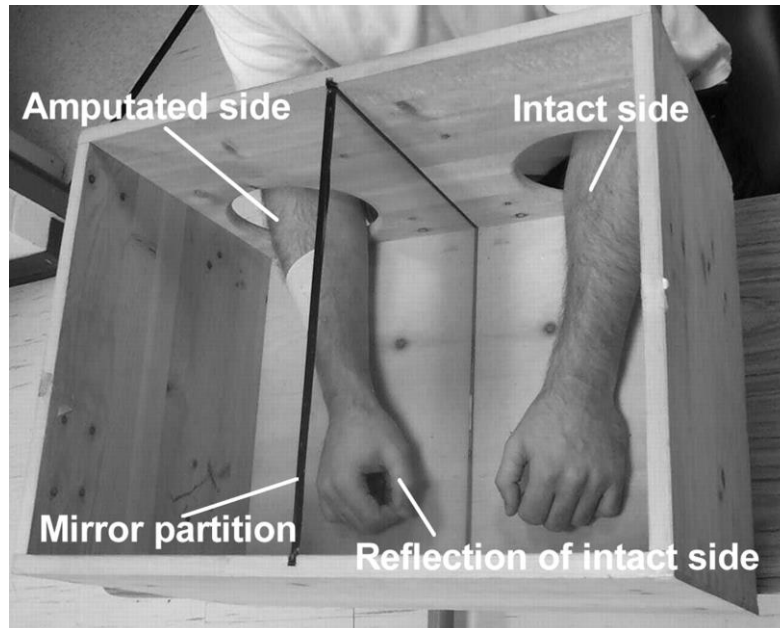
Ce schéma corporel nous est utile dans le sens où il va nous permettre une connaissance précise de notre corps.

Nous voulons en venir au fait que **l'amputation va en quelque sorte bousculer ce schéma corporel et l'image, la représentation de ce corps**. Bien évidemment des modifications sont censées s'opérer mais il y a un décalage qui fait que la représentation du corps se modifiera plus vite que le schéma corporel. C'est donc la perception différente du schéma corporel et de la représentation de son corps qui serait la cause du membre fantôme.

Deux techniques principales ont été trouvées afin de permettre à l'esprit de soigner ce phénomène.

La boîte avec miroir :

Elle a été inventée en 1998 par **RAMACHANDRAN et HIRSTEIN**, cet objet est constitué d'une boîte classique avec une ouverture sur le dessus, dans laquelle est mis un miroir vertical. Sur le côté de cette boîte on peut constater deux espaces vides où le patient doit insérer son membre fantôme et son membre "normal". Ainsi, quand le sujet regarde en face de lui, il a l'impression d'avoir encore ses deux membres complètement sains.

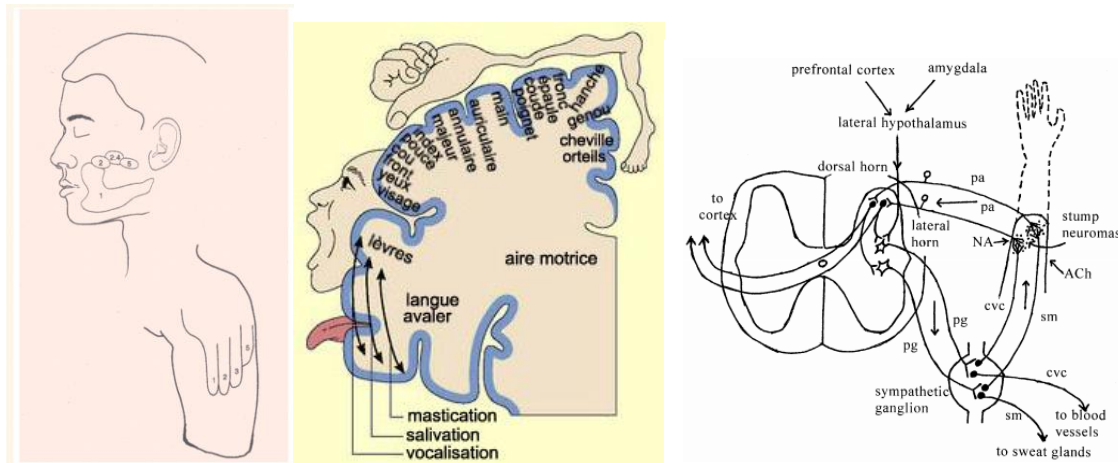


Boîte avec un miroir de RAMACHANDRAN

La deuxième étape consiste à demander au patient d'effectuer des mouvements symétriques. Grâce au miroir le cerveau va constater que le membre fantôme obéit au corps du patient. Il y a donc un feedback retourné qui va être positif.

Malheureusement, il existe quelques limites à cette méthode. Pour certains patients, la perception de leur membre fantôme est différente de leur membre sain. Ainsi, il n'y a pas de superposition entre l'image du corps et la perception du membre fantôme. Le patient ne reconnaît pas ce membre comme étant son membre fantôme et la thérapie de la boîte miroir n'a donc pas l'effet escompté. Pour compléter on peut signaler qu'il y a une différence nette entre l'image du corps et la perception de son corps. Pour guérir de ce syndrome, il faut qu'elles soient toutes deux en accord. Cependant, l'image du corps est aussi une perception et il y a donc un conflit si elles ne sont pas similaires. L'une des deux doit être inhibée et c'est la perception visuelle car l'image du corps est ancrée en la personne.

La deuxième limite à cette méthode est que d'après certaines études notamment celle de RAMACHANDRAN, il a été montré que dans le cerveau lorsque l'on perd l'un de ses membres, la zone qui était consacrée à ce dernier n'est plus stimulée de manière normale. Les zones adjacentes qui elles correspondent à d'autres parties du corps pas forcément liées à celle amputée commencent à coloniser la zone du membre amputé. Ainsi, lorsque les membres correspondant à la récente colonisation sont stimulés, il existe une sensation au niveau du membre fantôme qui est ressentie. Cette colonisation est ralentie par la thérapie de la boîte miroir, c'est pourquoi les chercheurs ont opté pour une autre technique, celle de la réalité virtuelle.



Déplacement de la zone originelle sensorimotrice, homunculus et schéma des liens membre/cerveau

La réalité virtuelle

La réalité virtuelle permet à l'utilisateur de percevoir un monde numériquement créé, un monde artificiel. **On va permettre à l'utilisateur de pouvoir inter-agir avec ce monde.** Elle est notamment utilisée pour soigner les phobies et nous allons voir comment elle est utilisée dans le cas des membres fantômes.

Ici, elle permet l'ajustement de la perception du membre fantôme ce qui va diminuer la différence entre le schéma corporel et l'image du corps.

En 2005, une étude a été effectuée par **MURRAY**, elle permettait d'évaluer les effets sur le membre fantôme. On commençait par poser des capteurs sur le membre opposé, puis l'expérience se déroulait en quatre étapes. On place la représentation visuelle du membre fantôme sur une zone qui va s'illuminer pendant toute l'expérience, ensuite on tape avec le membre sur une balle, on suit le mouvement d'un stimulus virtuel et on le dirige vers une cible.

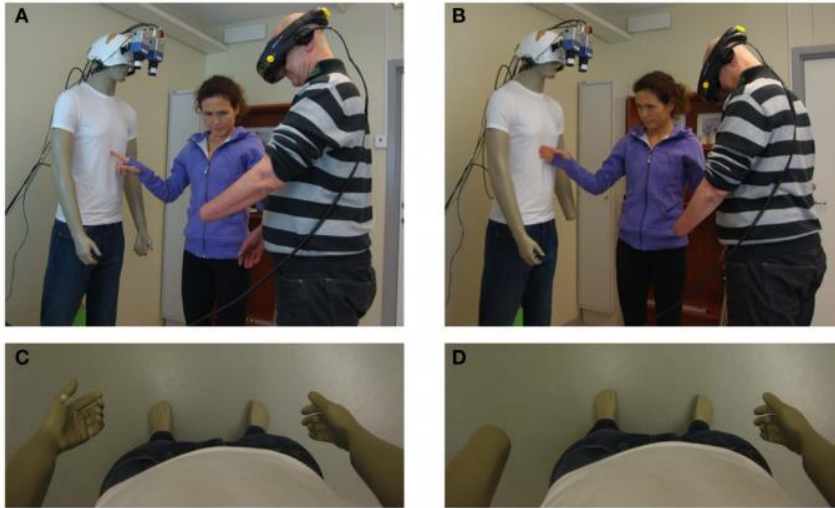
On se concentre ici principalement sur le schéma corporel, ici les actions menées ne sont pas à vide mais dirigées vers des objets.

Grace à cette technique, le sujet voit une amélioration de la douleur de son membre fantôme. Il y a une modification des sensations des muscles et articulations du membre bien que cela puisse aussi être dû à une attention plus grande qui va réduire la douleur

Henrik Ehrsson est connu dans la réalité virtuelle pour son expérience "Rubber Hand Illusion". Cette expérience consiste à mettre un Oculus Rift sur les yeux du participant. Ce dernier va voir une main qui n'est pas la sienne. Grâce à un pinceau qui va venir caresser sa main et une animation de pinceau qui va faire de même pour la main fictive le participant aura l'impression que c'est sa vraie main. Ainsi le cerveau sera dupé notamment lorsque de manière fictive une hache va s'approcher de la main. Généralement chaque participant a l'impression que c'est à sa vraie main que l'on veut s'en prendre.

Ce chercheur passionné par les illusions sensorielles s'amuse à créer des illusions chez ses patients parfois plus absurdes les unes que les autres. Mais son but est avant tout de permettre de meilleurs membres artificiels. Il a notamment dans l'une de ses expériences stimulé des points du moignon de personnes ayant été amputées. Immédiatement le ressenti du patient a été net : les doigts fantômes. Grâce à la caresse des doigts qui correspondaient à une main robotisée, ils sont provoqué l'illusion d'un vrai membre.

Ainsi, avec ce contrôle du cerveau à l'aide d'illusion permettrait d'accepter son corps tel qu'il nous semble être. Le lien entre le corps et l'esprit est donc assez subtile pour être berné.



Expérience de cognition incarnée mettant en place une sorte de casque de réalité virtuelle

Conclusion

Le cheminement épistémologique depuis un demi-siècle a abouti à la cognition incarnée, un paradigme qui considère le cerveau comme un organe vivant relié au corps, et plongé dans un environnement.

Toutes les idées qui nous viennent à l'esprit ont une composante corporelle issue de notre système perceptif, émotionnel et moteur : nos idées sont des formes, des couleurs, des odeurs, des colorations émotionnelles plus ou moins agréables ou désagréables.

Cette immersion phénoménologique a une incidence majeure sur la pensée, le psychisme : elle influence la cognition.

Le cerveau fédère notre schéma corporel et notre image du corps comme le montrent la main étrangère et le membre fantôme.

Nous nous sommes maintenant bien éloigné du dualisme cartésien pour lequel le corps et l'âme étaient définis comme deux « substances », deux individus distincts et existant indépendamment l'un de l'autre.

SOURCES

"The Brain the Changes Itself" Mike Sheerin, (37min35 Vilayanur RAMACHANDRAN, neuroscientifique de l'Université de Californie) https://youtu.be/bFC0m1P_cQQ

Florent COSTE « incarnation, cognition et représentation : comment les sciences cognitives pensent elles le corps » <http://traces.revues.org/4135?lang=fr>

"Immersive Virtual Reality as a Rehabilitative Technology for Phantom Limb Experience" MURRAY, 2005
<ftp://ftp.ict.usc.edu/arizzo/Phantom/Murray%20IVWR2005paper%20long%20version%20of%20CPB.pdf>

Concept scientifique : L'énaction, Fransisco VARELA et Cognition Incarnée (université de Montréal)
http://www.upopmontreal.com/wp-content/uploads/2011/12/II_COURS_5-6-d%C3%A9c-2011-v3-courte-pour-pdf.pdf

"The perception of fantoms limbs : The D.O Hebb lecture" V.S. Ramachandran and William Hirstein
<http://redwood.berkeley.edu/bruno/psc129/handouts/rama2.pdf>

"Pulling telescoped phantoms out of the stump': Manipulating the perceived position of phantom limbs using a full-body illusion", 2011 H. Henrik Ehrsson
<http://130.237.111.254/ehrsson/pdfs/Schmalzl%20et%20al.%202011.pdf>

"No causal link between changes in hand position sense and feeling of limb ownership in the rubber hand illusion", 2016 H. Henrik Ehrsson
<http://130.237.111.254/ehrsson/pdfs/Abdulkarim&Ehrsson2015inpress.pdf>

membres fantomes chez les non amputés
<http://www.livescience.com/28694-non-amputees-feel-phantom-limb.html>
<https://www.youtube.com/watch?v=98JEwfc4pto>
<http://ki.se/en/news/scientists-create-phantom-sensations-in-non-amputees>

aveugles Molyneux
<http://terrain.revues.org/5741>
<http://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00736648/document>

La cognition incarnée : origines et diversité – Pierre Steiner – FSC 2016
<https://youtu.be/At4P6jVCbiE?list=WL>