Séance du 11 octobre 2021

Le Cerveau un organe comme les autres ?

Brigitte RIMLINGER
Médecin psychiatre d'exercice libéral

MOTS-CLÉS
Cerveau, conscience, inconscient, neurosciences, santé mentale, biomarqueurs.

RÉSUMÉ

Le cerveau un organe comme les autres ?

Depuis quarante ans, l'essor des neurosciences a permis d'observer « la planète cerveau » et de faire de cet organe extrêmement complexe un enjeu de recherche avec des investissements financiers massifs et concurrentiels, afin de mieux soigner les pathologies cérébrales et de développer l'intelligence artificielle.

L'accent sera mis sur les neurosciences de la cognition qui interrogent la question de la conscience et de l'inconscient aux frontières discutées avec la philosophie et la psychanalyse.

Malgré ces spectaculaires avancées, les données épidémiologiques inquiètent : les maladies mentales sont devenues, en 2018, la première cause d'invalidité au monde.

L'homme serait-il aujourd'hui devenu un Janus à deux cerveaux ?

L'un, objet de recherche, courtisé par les neurosciences et l'intelligence artificielle, l'autre, souffrant de maladie mentale, délaissé dans sa prise en charge par les pouvoirs publics et restant stigmatisé par la société.

KEY WORDS
Brain, consciousness, unconscious, neuroscience, mental health, biomarkers.

ABSTRACT

Is the brain an organ like any other?

For forty years, the development of neurosciences has made it possible to observe the brain, and to make this extremely complex organ a research subject generating massive and competitive financial investments in order to better treat cerebral pathologies and to develop artificial intelligence.

The focus will be on the neurosciences of cognition which question the subject of consciousness vs the unconscious, discussed at the frontiers of philosophy and psychoanalysis.

Despite these spectacular advances, epidemiological data is worrying: in 2018 mental illness became the leading cause of disability in the world.

Has the man of today become a two-brained Janus?

One, a research object, courted by neurosciences and artificial intelligence, the other suffering from mental illness, neglected in his care by the public authorities whilst remaining stigmatized by society.

1. Introduction

Pour mettre en perspective l'ampleur de ce questionnement, nous commencerons cet exposé par une allocution du 2 avril 2013 :

«*L'humanité est parvenue à identifier des galaxies qui sont à des milliards d'années lumière d'ici, à étudier des particules plus petites qu'un atome, mais elle n'a toujours pas élucidé le mystère de ce kilo et demi de matière qui se trouve entre les deux oreilles »*

Ainsi, Barack Obama, lors de son discours de l'état de l'Union, lançait-il le projet Brain (Brain Research through Advencing innovative Neurotechnologies), programme de recherche visant à cartographier le fonctionnement du cerveau humain avec une enveloppe de départ de 100 millions de dollars. Les ambitions de ce projet étaient de développer les technologies essentielles pour produire des images dynamiques du cerveau montrant comment les cellules individuelles et les circuits neuronaux complexes interagissent à la vitesse de la pensée en cartographiant ses voies électriques. Il serait ainsi plus facile de comprendre des maladies comme l'Alzheimer, le Parkinson, l'autisme et la schizophrénie et de progresser en intelligence artificielle.

L'autre argument était économique, comparant ce programme au Human genome project, débuté en 1990, pour cartographier le génome humain ou « *chaque dollar investi avait rapporté 140 dollars à l'économie américaine* ».

Ce projet était très différent du Human Brain project concurrent, annoncé fin janvier 2013, fédérant plus de 80 institutions de recherche européennes et internationales et visant à construire une simulation numérique en copiant le fonctionnement cérébral.

Le coût du projet de 10 ans (2013- 2023) était estimé modestement à 1.19 milliards d'euros. Il est coordonné par l'École Polytechnique de Lausanne. Une composante bottom up « visait à caractériser tous les composants du cerveau, leur agencement et leur intégration en circuits fonctionnels ».Une composante topdown visait à « éclaircir les circuits neuronaux à l'origine des fonctions cognitives, en s'appuyant sur des expériences en neuropsychologie cognitive et en imagerie cérébrale, complétées par la modélisation mathématique » [1]

Le cerveau, un organe comme les autres ?

Toutes les données scientifiques en font certainement le plus **complexe**. Le vertige des nombres l'atteste : Cent milliards de neurones, dix mille synapses par neurone, donc un million de milliard de connections nerveuses dans un environnement de cellules gliales dix fois plus nombreuses que les neurones en interaction constante avec les autres organes et l'environnement.

2. Le cerveau dans l'histoire de la médecine

Aujourd'hui, tous les scientifiques s'accordent sur le fait que la pensée est produite par l'activité du cerveau, pourtant la préhistoire et l'histoire ancienne ont longtemps considéré le cœur, et non le cerveau, comme l'organe essentiel de la pensée et des émotions. Dans l'épopée de Gilgamesh, écrite il y a 4000 ans en Irak, ou dans le RIK-Veda, hymne en sanskrit de 3200 ans, le cœur est considéré comme le siège de la pensée. Persistent aujourd'hui des traces dans notre langage (par exemple : apprendre par cœur) [2].

La première mise en cause de cette vision centrée sur le cœur s'est produite dans la Grèce Antique : Les premières affirmations documentées sont le fait de l'école de médecine de Kos et de son représentant, Hippocrate.

Pour les auteurs de « La maladie sacrée » qui traitait de l'épilepsie « *Tous devraient savoir que la source du plaisir, de la gaieté, n'est autre que le cerveau* ».

« *Le cerveau est aussi le siège de la folie et du délire, des peurs qui nous assaillent souvent la nuit mais parfois aussi le jour. C est là, que se trouvent les causes de l'insomnie et du somnambulisme, des trous de mémoire, de l'amnésie et des agitations insensées... Pour ces raisons, je regarde le cerveau comme l'organe ayant le plus de puissance dans l'homme, car il nous est, quand il se trouve sain, l'interprète des effets que l'air produit : Or l'air lui donne de l'intelligence…. Quand l'homme attire en lui le souffle, ce souffle arrive d'abord au cerveau, et c'est de cette façon que l'air se disperse dans le reste du corps, laissant dans le cerveau sa partie la plus active, celle qui est intelligente et connaissante* » [3]

Voilà donc le cerveau reconnu par Hippocrate comme le centre directeur de notre vie intellectuelle et morale. Comme médecin, Hippocrate passe de la psychophysiologie à la psychopathologie : tout dérangement mental, fut-il aussi banal qu'un rêve agité, traduit un dérangement cérébral.

Mais le cerveau fut, à nouveau, détrôné par le cœur selon la théorie Aristotélicienne :

« *L'âme est la cause et l'origine du corps vivant* »

Étudiant le développement embryonnaire du poulet et constatant que la première structure qui manifestait une activité vivante était le cœur, il fallait aussi y localiser l'âme.

Le rôle du cerveau n'était pas pour autant négligé par Aristote qui y voyait un contrepoids thermique, le cœur étant chaud, et en mouvement permanent, soit deux caractéristiques essentielles à la vie, alors que le cerveau est froid et immobile. [4]

Il fallut attendre 400 ans pour que des preuves incontestables en faveur du rôle du cerveau soient apportées par un des grands médecins de la civilisation occidentale : Galien de Pergame (130-200) : S'appuyant sur la dissection de nombreux animaux, il reformula, à partir de ses observations, les descriptions anatomiques et les théories physiologiques.

Cela lui permit de réfuter l'hypothèse aristotélicienne : « *Le toucher indique que l'encéphale est toujours plus chaud que l'air ambiant* » dit- il dans son œuvre sur « L'utilité des parties du corps » [5].

Galien compte sept paires de nerfs qui prennent leur origine dans le cerveau et le tronc cérébral et qui lient l'encéphale aux organes des sens et à certains muscles et viscères. Il démontre que le cerveau est « *l'organe auquel aboutissent toutes les sensations, où naissent toutes les fantaisies de l'imagination et toutes les pensées de l'intelligenc*e ».

Le « bon tempérament » est synonyme des équilibres élémentaires : froid et chaud, sec et humide, mais c'est à un autre facteur dans la continuité de la pneuma psychique, à laquelle Hippocrate rapportait la « perfection de la pensée », que Galien attribue le plus d'importance, *l'esprit animal : spiritus animalis.*

Quelle était cette théorie ?

L'air, que nous inspirons, contient un principe vital : l'esprit vital, qui passe par les poumons vers la chambre gauche du cœur en se mêlant à la partie la plus fine du sang veineux, forme le sang artériel. Tandis que le sang des veines nourrit les organes, le sang artériel les anime et les chauffe. Après être arrivé au cerveau, le sang artériel est filtré et l'esprit vital passe des vaisseaux au ventricules cérébraux : Ce pneuma représente désormais *l'esprit animal,* le pneuma psychique que Galien tient responsable de

l'intelligence. Circulant dans les nerfs cet esprit transmet au cerveau les impressions sensorielles et permet aux muscles de se contracter [5].

En partant de cette théorie, le Moyen âge est arrivé à une localisation ventriculaire spéculative des facultés mentales illustrée par une gravure en bois du XVIe siècle : Dans les deux ventricules latéraux résidaient la perception et l'imagination, dans le troisième la réflexion et le jugement, dans la quatrième la mémoire (figure 1).

Pendant plus de mille ans, les travaux de Galien seront une référence incontournable pour l'anatomie et la physiologie du cerveau. Il fallut attendre la révolution scientifique, entre le XV^{e} et le XVII^{e} siècle, « le siècle rebelle » de Singer avec les inventions de l'imprimerie, du télescope, du microscope, pour bouleverser la conception de l'univers et du corps humain.

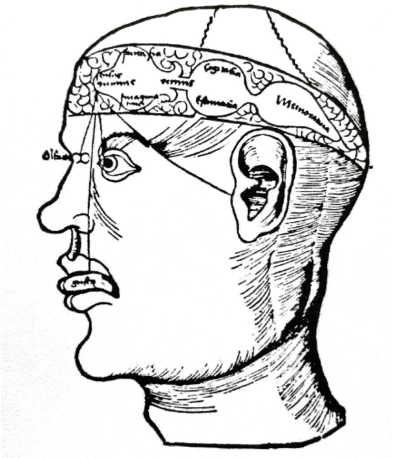

Figure 1 : *La théorie des trois ventricules* représentés par Gregor Reisch dans *Aepitoma omnis phylosphia* [1504]

La découverte de la circulation du sang, publiée en 1628 par William Harvey, représenta un succès éclatant de la pensée mécaniciste mettant à mal le système galénique.

À laquestion de Shakespeare dans Le Marchand de Venise : « Dis moi ou siège l'illusion, est-ce dans le cœur, ou dans la tête ? », les scientifiques ont, par la suite, répondu la tête, plus précisément le cerveau utilisant pour en expliquer le fonctionnement du Cerveau devenu Machine les métaphores technologiques de leur époque : hydraulique et pneumatique pour Descartes impressionné par les automates des jardins royaux, télégraphique au XIX^{e} siècle avec la découverte de cellules nerveuses répondant aux stimulations électriques, puis en central téléphonique avec la découverte des neurones et des synapses. Depuis les années 1950, nos conceptions sont dominées par des concepts importés de l'informatique vers la biologie : boucle de rétroaction, codage de l'information, calcul. La métaphore cerveau / ordinateur s'est généralisée.

3. Cerveau et conscience.

Qu'en est il de la conscience ? La conscience est-elle une affaire de sciences ou, autrement dit, le cerveau peut il se penser lui même et se rapporter ses propres états mentaux ?

Considérée pendant des millénaires comme immatérielle, notre représentation de la conscience reste très marquée par le dualisme Cartésien (Res cogitans « substance immatérielle, inétendue et sans partie» versus Res extensa, le corps,défini par son étendue, sa forme et son mouvement explicable par les lois physiques). Ce dualisme fut régulièrement critiqué par nos pairs (Antonio Damasio / l'erreur de Descartes). Pourtant, Descartes fut un pionnier extraordinaire du matérialisme et de la tentative d'explication des états psychologiques du cerveau.

Dans le traité inachevé de ″L'homme" rédigé dans les années 1630 et publié de façon posthume nous pouvons lire (figure 2) [6].

Son autre traité « Les passions de l'âme », publié en 1649, interroge le mystère de l'union corps-esprit.

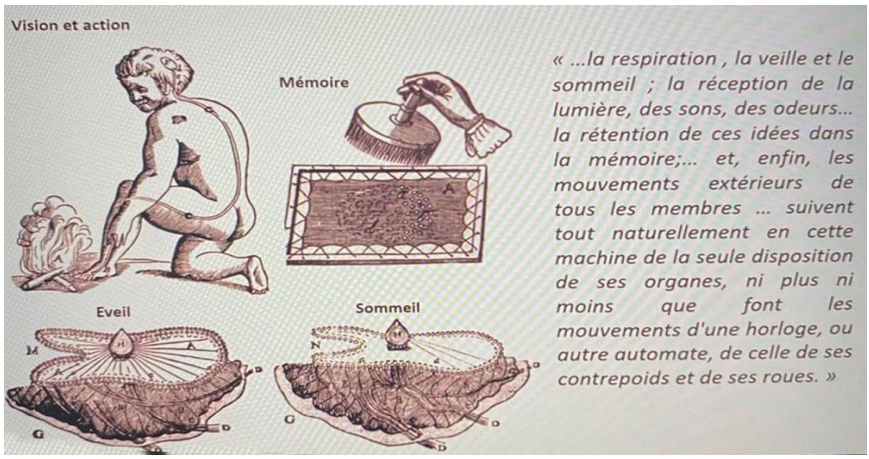

Figure 2 : *L'HOMME* de René Descartes

ll théorise ses propres « esprits animaux » qui sont de nature matérielle et corpusculaire.

Ils sont formés par les corpuscules les plus subtils du sang, qui sortent des artères du cerveau, en passant par les pores des vaisseaux, vers la structure qui occuperait le centre du cerveau, la glande pinéale, et sont dirigés à l'intérieur des nerfs vers tous les muscles des nerfs. Les passions, qu'étudient Descartes, sont en réalité les actions du corps sur l'âme. Dans sa théorie, les esprits animaux viennent perturber la glande pinéale causant du trouble à l'âme qui peut pousser le corps à agir de façon inappropriée. [7]

Il faut noter toute la modernité de Descartes : il affirme que, pour sauvegarder l'indépendance de la pensée et garantir à l'homme une connaissance du réel, il est nécessaire de connaitre les passions et de les contrôler pour en faire le meilleur usage.

Nous verrons par la suite que ces anticipations matérialistes vont trouver une confirmation inattendue, grâce aux découvertes des neurosciences : les esprits animaux étant devenus, au XX^{e} siècle, les neurotransmetteurs.

La phrénologie inventée par Gall, vers la fin du XVIII^{e} siècle, dans la perspective, largement illusoire, de pouvoir deviner les capacités intellectuelles et les valeurs morales des individus à travers l'étude des bosses de leur crâne, a contribué à jeter un certain discrédit au projet de lire le contenu de l'esprit.

Il a fallu attendre le milieu du XX^{e} siècle avec AlanTuring, John Von Neuman, et l'arrivée de l'informatique contemporaine, pour comprendre qu'une machine peut produire de la parole, de la flexibilité et de l'‘intelligence, nos iphones ou la victoire du système AlphaGo, conçu par DeepMind contre le champion du jeu de go, en témoignent aujourd'hui.

L'autre révolution des années 70 fut la naissance des neurosciences cognitives, fruit du regroupement des sciences du système nerveux et de l'essor des sciences cognitives aux États-Unis.

Au moment de la parution, en 1983, de « L'Homme neuronal » du Pr Jean Pierre Changeux, la biologie moléculaire est reine : *Le psychisme,* écrit Changeux*, a une anatomie et une biologie* [8].

Quelques années plus tard, le développement de l'imagerie fonctionnelle par résonance magnétique (**Irmf),** obtenant in vivo des cartes des activations cérébrales, a permis une voie d'accès privilégié au fonctionnement de l'esprit- cerveau.

Qu'en est- il des états subjectifs ? Est ce que la science peut les objectiviser ?

L'expérience fondatrice de Benjamin Libet sur «Le libre Arbitre», en 1983, a montré, grace à des enregistrements EEG et EMG sur des volontaires sains, qui observaient une horloge et notaient précisément le moment où ils décidaient de bouger un doigt, que l'activité cérébrale associée à un acte volontaire précède l'expérience de l'intention d'agir d'environ 300 millisecondes. [9]

Depuis, le développement de techniques combinées (Irmf, potentiels évoqués, magnétoencéphalographie, électrodes intracrâniennes) ont permis d'avancer l'hypothèse que *la conscience est le résultat de calculs objectifs inconscients*.

Pour illustrer cela trois expériences de *perceptions visuelles* sont proposées :

– Experience du Motion-induced blindness (figure 3)

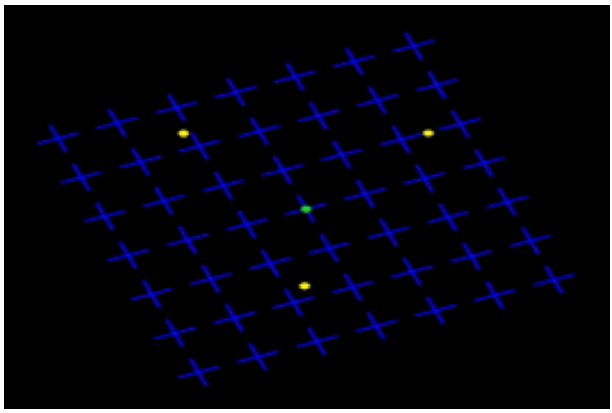

Figure 3 : Motion-induced blindness [10] (https://www.youtube.com/watch?v=Hfrb94mKCJw)

En fixant le point vert central, les points jaunes disparaissent. Le cerveau prend une décision. Si il y a points fixes sur la rétine tout se passe comme si il y a avait des salissures sur le capteur et il les élimine.

– Expérience de l'échiquier d'Adelson (figure 4)

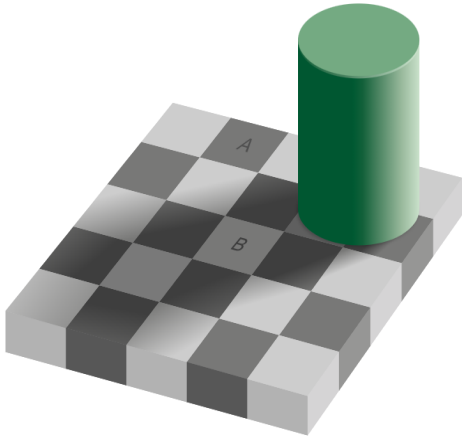

Figure 4 : échiquier d'Adelson (https://www.youtube.com/watch?v=eAPgvoyBC8A)

Sur le plan objectif, les 2 cases sont identiques (grises), subjectivement une est grise, l'autre blanche : notre cerveau corrige automatiquement.

– Image subliminale générique d'Antenne 2 (figure 5)

Figure 5 : *Générique de l'émission d'Antenne 2 avec le visage de François Mitterrand* (1988)

Illustration de perception subliminale. Il existe une possibilité de manipuler la conscience subjective avec un mot présent sur la rétine en présentant très brièvement l'image et en la faisant précéder et suivre par deux autres images appelées « masques ».

Peut-on identifier le moment et les lieux cérébraux de la prise de conscience ? À quel moment fonctionne la reapportabilité de l'expérience à soi-même ?

Les enregistrements de l'activité cérébrale de la perception par l'IRMf permettent de visualiser les films de la perception subliminale et de la perception consciente : Résultats : jusqu'à deux dixièmes de secondes, les deux films cérébraux sont identiques avec l'activation de l'aire occipitale visuelle, ce qui correspond à un premier temps inconscient. Le deuxième temps est très différent avec l'accès de l'information au réseau fronto-pariétal exclusivement pour l'expérience consciente, comme si les régions du réseau de la conscience se mettaient à converser avec des réseaux longue distance de façon intégrée et différenciée (figure 6).

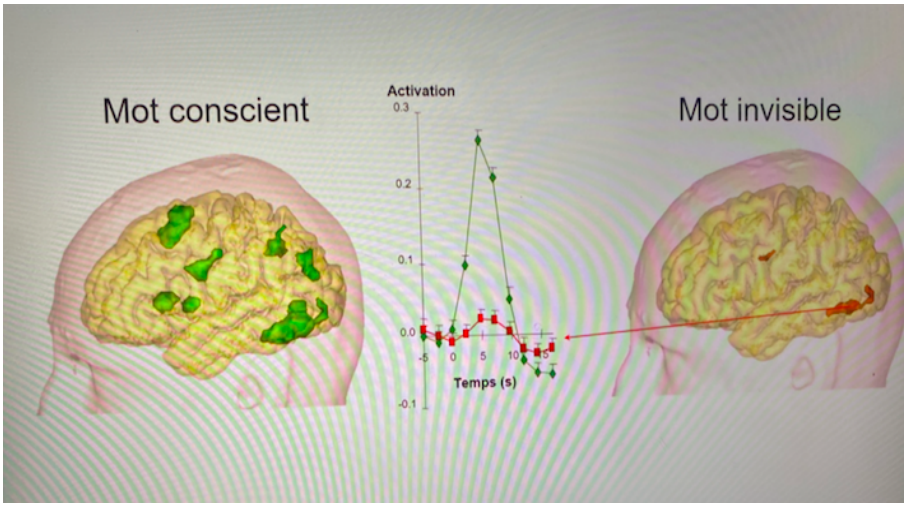

Figure 6 : Adapté de Dehaene et al, Nature Neuroscience, 2001.

IL existe une grande différence entre un mot non conscient traité de façon automatique par des circuits automatiques spécialisés et un mot conscient qui génére un

embrasement d'activité, se diffuse dans tous les circuits cérébraux jusqu'aux aires du langage qui permettent de les nommer et de l'utiliser de façon flexible.

Les mesures d'activité cérébrale nous ont appris l'extraordinaire étendue du traitement non conscient de notre cerveau.

Il existe un début de convergence sur " un modèle conscience", depuis les années 1960

La conscience serait associée à :

- Un système de supervision central,
- À capacité limitée,
- Nécessitant des boucles lentes réentrantes et descendantes « top down », par opposition au traitement ascendant « botton up » rapide et non conscient des données sensorielles.
- Un espace interne de synthèse, de maintien et de partage des données : L'espace de travail neuronal global.

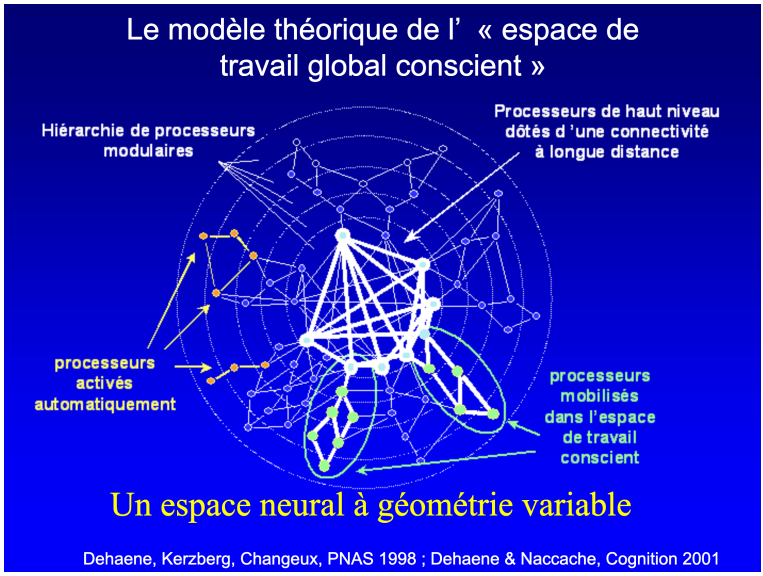

Figure 7 : l'espace de travail global conscient

La théorie de cet espace de travail neuronal global (*GNW : Global Neuronal Workspace*) a été développée par les neuroscientifiques français, Jean Pierre Changeux et Stanislas Dehaene, selon laquelle la conscience émerge lorsqu'une information est reprise par de multiples sous systémes du cerveau (figure 7). [11]

Ce qui est appellé "l'accés à la conscience" est *la disponibilité globale d'une information qui la rend accessible à tous les processeurs et donc rapportable* à nous même et aux *autres*.

L'accés à la conscience correspondrait à l'*ignition soudaine* de neurones longs, distribués de façon particulièrement denses dans les cortex préfrontaux et pariétaux.

Durant la perception consciente, le GNW se stabilise pour une durée minimale, dans un état *réverbérant et métastable,* et distribue cette information au reste du cortex.

Le même processeur peut participer à des traitements conscients et non conscients, le mode conscient se caractérisant par une *amplification descendante* et une mise en *synchronie* avec les neurones de l'espace neuronal global.

Ces neurones sont le siége d'une activité spontanée permanente, une série temporelle d'états métastables, modulée par des signaux ascendants d'éveil et des signaux selectifs de renforcement.

4. Conscience et inconscient

Ce modèle d'espace de travail global permet de donner un éclairage à deux aspects de la conscience :La conscience au sens intransitif " consciouness" : je suis conscient, et la conscience au sens transitif " je suis conscient de quelque chose".

Ces deux facettes de la conscience renvoient à des aspects différents de l'espace de travail global. "Être conscient " nécessite un espace de travail anatomiquement et fonctionnellement normal, alors que l'intentionnalité (au sens phénomènologique) renvoie au mécanisme de prise de conscience d'un objet mental représenté initialement dans un processeur périphérique. Les neurosciences nous permettent donc de confirmer que nous avons une vie mentale **inconsciente** extrèmement riche : perceptions inconscientes qui peuvent atteindre le niveau de la sémantique du sens des choses, des codages des informations émotionnelles et motrices (figure 8).

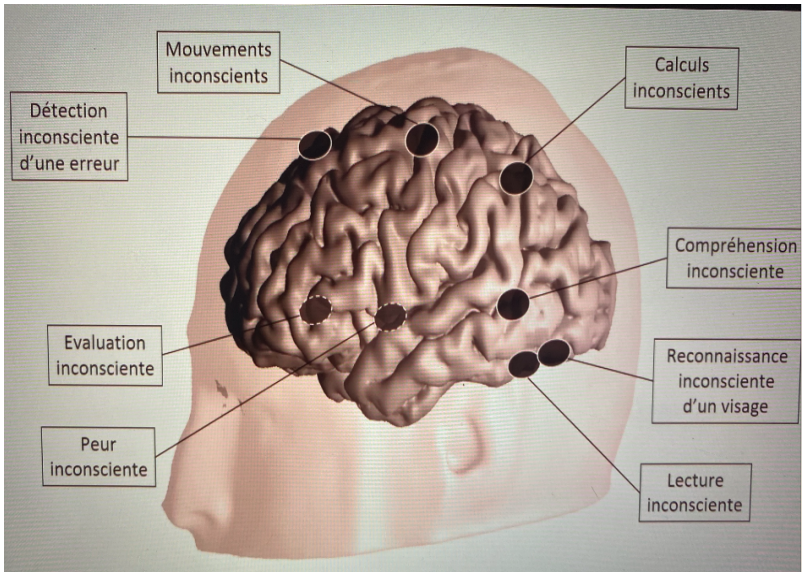

Figure 8 : Le réseau fronto-cingulo-pariétal du GNW s'active à l'occasion de la prise de conscience de multiples processus cognitifs.
(Dehaene, Naccache *et al., Nature Neuroscience,2001*)

Mais aussi de confirmer qu'il est possible d'ellaborer une esquisse de théorie de la conscience qui apparait comme une communication de réseaux cérébraux à longue distance, intégrée, complexe et differenciée.

Ces deux univers *conscients* et *inconscients* sont interpénétrés.

Une tentative de taxonomie des *inconscients cognitifs,* postulés par le modéle du GNW en 4 catégories, a été ellaborée :

- *L'inconscient de structure* : information codée dans la structure du systéme nerveux, dans son architecture fonctionnelle mais non représentée par une activité électrique des neurones. Cette structure recevrait de nombreuses informations codées, mais non

représentées, qui génèreraient en permanence des modifications par des pondérations synaptiques. Les apprentissages ou les expériences émotionelles seraient ainsi inscrites durablement.

- *L'inconscient représenté* mais *non connecté* au GW.
- *L'inconscient représenté* et *connecté* au GW.
- *L'inconscient représenté, connecté* au GW *amplifiable* mais *non amplifié***.**

L'une des propriétés les plus inattendues de certaines représentations mentales inconscientes est la sensibilité aux effets de la pensée consciente, à travers les mécanismes génèraux du contrôle mental, ce qui confirme en imagerie fonctionnelle l'expérience subjective des psychothérapies.

Pour autant, ces non conscients cognitifs sont-ils superposables à l'Inconscient Freudien ?

L'approche originale de Lionel Naccache, dans son ouvrage "Le nouvel inconscient", compare Freud à un "Christophe Colomb des neurosciences" qui, découvrant des mécanismes de fonctionnement de « l'espace conscience », les attribuaient au continent inconscient. [12]

Freud déplie successivement trois usages du mot inconscient : [13]

Descriptif, en l'opposant au conscient,

Dynamique, fondé sur le modèle de l'hypnose et des travaux de Mesmer et Charcot : Un ordre reçu sous hypnose s'exécute au réveil sans que le sujet en ait conscience. Il fait un rapprochement, quant à leurs significations, entre les rêves, les lapsus, les symptômes, ce que Lacan désignera plus tard comme *« les formations de l'inconscient* ». Selon Freud, seules les pensées « dynamiques », chargées d'une énergie libidinale, agissent sur l'inconscient : cela restreint le champ de tout de ce qui est non conscient et exclut ce qui n'est pas refoulé mais seulement latent : subconscient.

En système articulé : Pratiquant l'analyse, il découvre les résistances qui s'opposent à la levée du refoulement et en vient à concevoir l'inconscient comme un système articulé, ordonné par des lois particulières où les pensées inconscientes précèdent les conscientes.Dès lors il faut distinguer dans l'individu *« le sujet de l'inconscient* » et le « *moi »*. Qui n'est autre que le sujet du philosophe. [14]

Enfin, à côté des désirs inconscients s'exprimant dans les rêves ou les symptômes, il aura à tenir compte des pulsions que nous n'appréhendons que par leur représentation verbale ou leur mise en acte. Dans son écrit métapsychologique, en 1915, Pulsions et destins des pulsions, Freud donne la définition suivante « *Le concept de pulsion nous apparait comme un concept limite entre le psychique et le somatique*, *comme le représentant psychique de*s *excitations issues de l'intérieur du corps et parvenant au psychisme*, *comme mesure de l'exigence de travail qui est imposé au psychique en conséquence de sa liaison au corporel »*. Il s'en suivra la construction de sa deuxième topique avec le moi, le ça et le surmoi.

Quelles sont les *convergences* entre la première topique Freudienne et l'organigramme cognitif ?

En premier lieu, *la richesse de l'inconscient* et la distinction en trois sous catégories : Conscience, Subconscience, Inconscient.

En second lieu, le statut *originairement inconscient* de toute représentation mentale : Freud opère la révolution copernicienne renversant l'idée d'un moi conscient et volontaire.

Dans *"Note sur l'inconscient en psychanalyse"***,** Freud affirme "*Appelons maintenant "consciente" la représentation qui est présente à notre conscience et dont nous nous avisons*"

Nous retrouvons cette idée centrale dans *"Introduction à la psychanalyse"* "*Chaque processus (psychique) fait d'abord partie du système psychique de l'inconscient et il peut ensuite, dans certaines circonstances, passer dans le système du conscient*".

Cette formulation est en parfaite cohèrence avec la description neuroscientifique de la dynamique des représentations mentales, notamment dans le champ de la perception.

En troisième lieu, le rôle de *l'attention* dans la prise de conscience et de la prise de décision. Lorsqu'un objet visuel est projeté sur nos rétines, notre cortex visuel élabore de multiples représentations non conscientes et pour les concepteurs du GNW c'est, grâce à un processus d'amplification attentionnelle, que certaines de ces représentations accédent à nôtre conscience.

Nous retrouvons ce même mécanisme attentionnel de prise de conscience en lisant ce passage dans *"L'interprétation des rêves"* **:** "*Le fait de devenir conscient dépend de l'orientation d'une certaine fonction psychique*, *l'**attention** qui, semble-t-il, ne peut être dispensée qu'en certaines quantités, et qui peut être détournée des pensées en question par d'autres buts*. *Notre réflexion consciente nous montre que notre attention suit une voie déterminée. Si nous rencontrons sur notre route une réflexion qui ne résiste pas à la critique*, (..) *nous laissons tomber l'investissement d'attention. Or, il semble bien que les pensées abandonnées puissent suivre leur cours sans que l'attention se reporte sur elles ; elles ne la forcent que lorsqu'elles atteignent une intensité particulièrement élevée*" [15].

Ce concept, concernant la perception, se retrouve dans le champ de la prise de décision de l'action : Les travaux de Benjamin Libet précèdemment cités, concernant la prise de décision, ont confirmé que, lorsque nous décidons consciemment d'une action, nous sélectionnons parmi les innombrables actions potentielles, qui sont inconsciemment représentées, celle qui correspond à nos motivations conscientes. Décider correspondrait donc à un processus de sélection et non de création.

Toutefois, *les divergences* restent nombreuses, nous l'avons constaté dans la formulation de la deuxième topique. Nous mettrons l'accent sur le concept théorique de **refoulement** comme processus de contrôle inconscient, qui permet d'inhiber ou d'exclure certaines représentations mentales sur la base de décisions stratégiques.

Le refoulement est *« un processus supposé par moi et je l'ai considéré prouvé par l'existence indéniable de la résistance* » écrivait Freud dans **«** *Cinq leçons de psychanalyse* **»** [16]. Le refoulement est un mécanisme de défense qui met à distance les pulsions inconciliables avec le « moi », la pulsion se caractérisant par des représentations.

Dans l'œuvre de Freud, la notion de refoulement apparait donc comme corrélative de celle de l'inconscient. Ce sont, dans les années 1911-1915, que le fondateur de la psychanalyse précise une théorie articulée du refoulement en plusieurs séquences :

- La première : refoulement originaire, portant sur les signes et représentations de la pulsion et création d'un premier noyau inconscient qui fonctionnera comme un pôle d'attraction.
- La seconde : le refoulement dans l'après coup, alliant à cette attraction une répulsion qui s'attaque directement à la pulsion.
- La troisième : le retour du refoulé sous forme de symptômes : actes manqués, lapsus, rêves.

Pour Freud, le refoulé est bien réel, mais sa réalité psychique n'est pas anatomique, ancrée dans un espace physique : il s'agit d'un transfert d'énergie au sens psychique et non physique du terme.

Les neuroscientifiques opposent au *refoulement inconscient* le concept de *contrôle mental conscient* illustré

par l'épreuve de STROOP (1935) (figure 9)

Figure 9 : test de Stroop (1935)

Si l'on vous présente les mots colorés suivants " jaune bleu orange noir" dont certains seraient écrits à l'encre rouge et d'autres à l'encre verte, et si on vous demande de dénommer le plus rapidement possible la couleur de l'encre utilisée pour les écrire, nous savons, depuis 1935, que nous commettons plus d'erreurs et plus de temps de lecture pour les essais incongruents (exemple : rouge écrit à l'encre verte) que pour les essais congruents (exemple : rouge écrit à l'encre rouge).

Cela illustre qu'il existe, dans notre esprit, des processus automatiques qui échappent à notre contrôle : En essayant d'analyser la couleur de l'encre utilisée pour écrire le mot"vert", on ne peut empêcher le mot vert d'accéder à notre conscience, car le processus de lecture s'est automatisé.

Dans cette épreuve, nous comprenons bien que le contrôle conscient permet de répondre correctement sans pour autant entraver le processus automatique de lecture.

Tout processus controlé exige *d'être* conscient, les processus automatiques, eux, ayant la possibilité de survenir inconsciemment : Cette propriété a été illustrée par une expèrience de Phil Merikle, en 1995, avec une variante de l'épreuve de Stroop (figure 10).

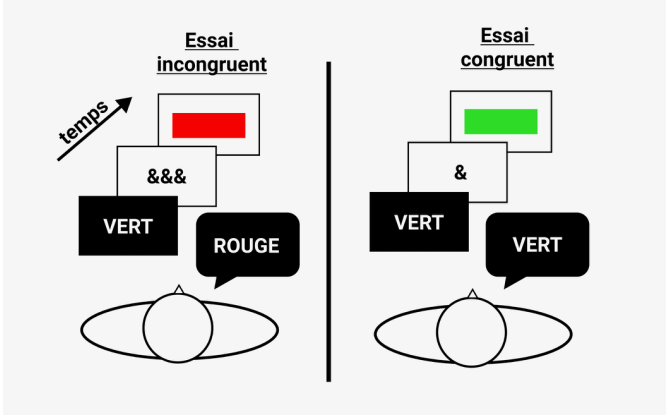

Figure 10 : L'effet Stroop revisité par Merikle

Les sujets doivent dénommer la couleur de l'encre d'un rectangle coloré précédé par un nom de couleur qui est consciemment visible mais auquel ils ne doivent pas répondre. Lorsque les deux informations (le nom de couleur et la couleur du rectangle) sont incongruentes (exemple de gauche), les sujets répondent plus rapidement que lorsqu'elles sont congruentes (exemple de droite). C'est l'effet Stroop, découvert par Stroop, en 1935.

Plutôt que de présenter un mot de couleur coloré contenant lui-même l'information pertinente, (la couleur de l'encre) et l'information parasite (le mot écrit), Merikle décida d'afficher deux stimuli successifs à chaque essai.Tout d'abord, le mot "rouge" ou"vert" apparaissait en blanc sur fond d'écran noir, puis, immédiatement après, un petit rectangle de couleur verte ou rouge était flashé au centre de l'écran. Point important les probabilités de survenue du mot rouge et du mot vert étaient égales (50%) et indépendantes de la couleur du rectangle qui allait ensuite apparaître. Autrement dit, les mots ne prédisaient absolument pas la couleur du rectangle qui allait apparaître. Dans un premier temps l'effet Stroop fut confirmé : les sujets répondaient plus rapidement aux essais congruents dans lesquels le mot et la couleur correspondaient à la même réponse. Dans un second temps, Merikle, sans informer les participants, introduisit un biais : 80% des essais devenaient incongruents. Quand le mot rouge apparaissait, on pouvait prédire dans 80% des essais que le rectangle aurait la couleur verte. Les participants s'adaptérent et répondirent plus facilement aux essais incongruents, le mot devenant un prédicteur de la bonne réponse à apporter.

Comment affirmer que c'est effectivement la prise de conscience qui permit ce nouveau mode de contrôle ? Grâce à la troisième condition expérimentale : Les essais mot/rectangle étaient identiques mais le mot était présenté de façon subliminale.

Les participants refonctionnaient par effet Stroop : Ils répondaient plus lentement pour les essais incongruents. Le mot masqué était traité de manière inconsciente et ne pouvait être utilisé pour une stratégie consciente.

Pour les neuroscientifiques, les processus de contrôle relévent de la conscience.

L'état actuel du couple neurosciences-psychanalyse est donc sous le mode d'une séparation d'esprit mais non de corps : Lacan affirme la coupure radicale entre deux psychismes : l'un, physiologique qui est liée à l'aptitude du cerveau à se saisir du langage et accessible à l'imagerie médicale, l'autre, externe qui est fonction du discours dans lequel baigne le sujet.

« *L'inconscient c'est le discours de l'Autre* ». Pour Lacan l'un est l'ordinateur, l'autre le logiciel.

Le cerveau un organe comme les autres ? Objet passionnant de recherche et de controverses acharnées, la complémentarité des approches reste à renforcer, la souffrance psychique supportant mal la garde alternée.

5. Neurosciences et santé mentale

Comme cela a été souligné dans l'introduction, l'une des cibles principales de la recherche concerne les soins des maladies du cerveau.

Le cerveau est il un organe qui, de part sa complexité serait plus fragile et deviendrait plus malade que les autres ?

Selon les statistiques de l'Institut du Cerveau, une personne sur huit en Europe sera concernée par une pathologie du systéme nerveux. Avec le vieillissement de la population, ce chiffre va encore augmenter. [17]

Un tiers de la population Européenne, soit 179 millions d'individus, est touché par, au moins, un trouble du cerveau.

Les pathologies du système nerveux représentent un tiers du coût humain des maladies en Europe, soit 800 milliards d'euros pour l'Europe, en 2010.

L'accent sera mis sur " l'épidémie" des troubles mentaux.

Devançant les prévisions de l'OMS, qui le prévoyait pour 2020, les troubles mentaux sont devenus, en 2018, la première cause d'invalidité mondiale. 25 % de la population mondiale sera concernée à un moment de sa vie par un trouble mental.

L'épidémie du COVID a généré un véritable tsunami psychiatrique avec une augmentation des épisodes dépressifs et anxieux et des tentatives de suicide, particulièrement chez les adolescents : Nous pouvons évoquer l'hypothèse que les consignes sanitaires d'isolement social et de restriction de mobilité physique, qui reproduisent les conséquences comportementales d'un épisode dépressif, ont, sur un modèle de feed-back cognitif, créé des conditions expérimentales de dépression.

5.1 En quoi les avancées des neurosciences font aujourd'hui progresser la prise en charge des pathologies psychiatriques ?

Les années 80 furent très prometteuses grâce au déploiement d'un nouvel arsenal pharmacologique : Depuis 1958, les antidépresseurs étaient essentiellement des antidépresseurs tricycliques et les IMAO (inhibiteurs de la monoamine oxydase), avec une efficacité sélective et de nombreux effets secondaires.

En1983, Gérard Le Fur synthétise le premier antidépresseur de type ISRS (inhibiteur sélectif de la recapture de la sérotonine) : L'Indalpine commercialisé sous le nom d'Upstène. Je me souviens de ce moment marquant où, remplaçant un confrère psychiatre et ayant prescrit deux semaines auparavant ce nouvel antidépresseur, le patient et sa famille étaient venus au petit matin me remercier de ce " miracle" qui le faisait sortir, après 30 ans, du tunnel de sa dépression.

L'année suivante, l'américain Eli Lilly lancera son ISRS, la Fluoxétine : le Prozac surnommé " la pilule du bonheur" devenu un véritable phénomène de société. L'ouvrage de Peter Kramer *Prozac : le bonheur sur ordonnance,* questionnant l'usage étendu de ce produit hors du strict champ des troubles de l'humeur, comme médicament de confort apportant une sorte " d'édredon émotionnel".

L'autre révolution fut la mise à disposition des Antipsychotiques atypiques, comme la Clozapine, sous-classe pharmacologique des neuroleptiques, qui modifia radicalement la trajectoire des jeunes patients souffrant de troubles psychotiques, grâce à leur efficience leur permettant de maintenir une insertion familiale et socio-professionnelle.

Mais depuis les années 2000, la psychopharmacologie est en berne.

En 2012, Hans Christian Fibiger, psychiatre ayant joué un rôle prépondérant dans l'industrie pharmaceutique, constatait "*La psychopharmacologie est en crise. Les données sont sans appel. En dépit de décennies de recherche et de milliards de dollards investis, aucune molécule ciblant un mécanisme nouveau n'a été mise sur le marché depuis trente ans*". [18]

En 2010, les entreprises pharmaceutiques, GlaxoSmithKline et Astrazeneca, annoncaient qu'elles cessaient toute recherche sur le développement de médicaments pour les troubles de la santé mentale.

Comme le dit le sociologue Britannique, Nikolas Rose, " *le pipeline à nouveaux médicaments est désespérement vide*".

Pour exemple, la dernière AMM (autorisation de mise sur le marché), en 2019, de l'Union Européenne pour un antidépresseur,est à base de Kétamine (Eskétamine) par voie intranasale (SPRAVATO) indiqué dans les états dépressifs résistants, ce qui ouvre, certes, d'autres voies de recherche que l'hypothése monoaminergique des 70 dernières années, mais on ne peut parler de" nouveau " médicament pour la kétamine qui fut découverte en 1962.

En paralléle, la prévalence vie entière des maladies mentales augmente : en France elle est de 18%, soit environ 12 millions de personnes, apparemment plus élevée que celle de l'Union Européenne(15,7%) [19]

L'expression de la souffrance mentale se modifie : Les pathologies de l'inhibition ont laissé place aux pathologies du déficit de controle (troubles borderline, addictions multiples).

Dans les classes, les élèves bégues ont laissé la place au enfants souffrant de TDAH (Trouble du Déficit de l'Attention avec ou sans Hyperactivité). Les prises en charge en sont complexifiées.

Face à cette " crise" s'ajoute celle de la perte d'attractivité, depuis 2012, de cette spécialité déjà sous dotée, pour les futurs internes en médecine avec 17% des places en psychiatrie restées vacantes en 2019 ce qui a généré une enquête par l'Affep (Association des étudiants en médecine de France) pour comprendre les raisons de ce désamour [20]

Est-ce lié, entre autre, au fait que, contrairement à d'autres disciplines, la psychiatrie, déjà sous dotée, reste dans sa pratique un exercice quasiment exclusivement clinique alors que d'autres organes bénéficient de marqueurs paracliniques rassurant les praticiens et les patients et facilitant les prises en charges?

5.2 À la recherche de biomarqueurs en santé mentale

Un biomarqueur est une donnée objectivement mesurable et aisément accessible apportant une indication prédictive et/ou pronostique sur un processus pathologique et sa réponse thérapeutique.

Il existe de véritables avancées, car l'approche neuroscientifique a mis en évidence une grande diversité de biomarqueurs pertinents pour répondre aux enjeux de la psychiatrie : génétiques, cognitifs et psychologiques, électrophysiologiques, de neuro-imagerie, biologiques : salive, urine, sang, liquide cérébro-spinal (LCS) incluant les marqueurs de chronobiologie et de l'axe hypothalamohypophysaire. Dans la mesure où la neuro-inflammation apparaît comme un facteur ou un corrélat de la physiopathologie des affections mentales, une attention particulière est portée aux biomarqueurs de l'inflammation chronique dans le champ de l'immunopsychiatrie.

Par ailleurs des études récentes se tournent vers le microbiote. Des anomalies intestinales sont rapportées dans les troubles psychiatriques : trouble bipolaire, schizophrénie, autisme, TOC.

Des données expérimentales chez l'animal associent les perturbations de l'axe cerveau-intestin-système immunitaire à une dysbiose intestinale. Le rôle possible de probiotiques sur la perméabilité intestinale conforte la théorie centrée sur le système entérique neuronal. Ces explorations pourraient aussi ouvrir de nouvelles stratégies thérapeutiques [21].

On ne peut exclure que la présence de biomarqueurs de l'inflammation chronique dans beaucoup de maladies mentales tienne à la chronicité de la maladie et non pas à une cause spécifique.

Malgré ces avancées, on ne dispose toujours pas de biomarqueurs liés à une physiopathologie claire de telle ou telle maladie mentale.

Il n'est pas possible de recommander à un pratricien de recourir à un validateur externe pour conforter ou infirmer un diagnostic.

Pourtant des biomarqueurs stables s'expriment dans certaines maladies psychiatriques [22] : Les marqueurs génétiques (STA1, SKA2) dans les conduites suicidaires, la diminution de temps de latence dans le test Mis match Negativity dans l'autisme, l'endophénotype déficit d'inhibition du réflexe du sursaut lié au géne CHRNA7 dans la schizophrénie.

À l'ère de la médecine personnalisée, il est désormais important de reconsidérer les phénotypes cliniques en tenant compte des stades d'évolution de la maladie (clinical staging) : du stade à risque au stade constitué et résistant : Pour le trouble bipolaire, la

chronobiologie (sommeil et rythmes circadiens), le système immunitaire et l'axe hypothalamo-hypophyso-surrrénalien (cortisol) ou encore l'endophénotype qui lie la reconnaissance des émotions et le géne CACNAC1. Pour les troubles du comportement alimentaire, la génétique et l'épigénétique, l'axe hypothalamo- gonadotrope ou les dosages sanguins de leptine et de ghréline. Pour les conduites suicidaires, la génétique et en particulier l'endophénotype qui associe impulsivité et récepteur 5-HT1B. Ce dysfonctionnement sérotoninergique pourrrait être confirmé par la baisse du 5-HIAA dans le liquide cérébrospinal ou encore la diminution du cholestérol et du BDNF dans le sang.

Le cerveau est-il un organe comme les autres ? Indéniablement relié aux autres avec notre intestin qui apparait comme un " deuxième cerveau", nos futurs médecins pourtant s'en détournent : Selon un sondage mené par l'Affep, en 2020, auprés de 800 étudiants de deuxième cycle, deux tiers des externes pensaient que choisir la psychiatrie revenait "à faire une croix sur la médecine conventionnelle" comme si ce cerveau n'était décidement pas un organe comme les autres [20].

À côté de ce cerveau, difficile à réparer, se profilent aussi des programmes de recherche pour un cerveau augmenté voire dopé.

En miroir du progrès des neurosciences et des biotechnologies, la révolution numérique a relancé les recherches sur l'intelligence artificielle et les ambitions transhumanistes, dans la Silicon Valley de Ray Kurzweil « Télécharger un cerveau humain signifie scanner tous les détails essentiels et les installer ensuite sur un système de calcul suffisamment puissant. Ce processus permettrait de capturer l'intégralité de la personnalité d'une personne, sa mémoire, ses talents, son histoire ».

6. Conclusion

Le cerveau un organe comme les autres ?

Oui, nous avons constaté dans cet exposé les mêmes tentatives médicales de descriptions anatomiques et fonctionnelles en fonction des séquences de l'histoire de la médecine.

Aujourd'hui, le cerveau est très courtisé par les politiques qui investissent dans les neurosciences et l'intelligence artificielle, celle-ci cherchant à l'imiter, et le convoitant pour piloter ses robots humanoïdes.

Mais, dans le domaine de la santé mentale, le cerveau *malade* est un organe orphelin dans son expression bio-psycho-sociale, délaissé par l'industrie pharmaceutique, par les futurs médecins, sous doté par les pouvoirs publics et toujours stigmatisé par la société.

REFERENCES

[1] info@humainbarinproject.eu

[2] Lind, R (2007), *The seat of conscientiousness in ancient Litterature* (Londres, Mc Farland) pp. 57-8

[3] *Œuvres complètes d'Hippocrate* (1849), traduction E. Littré (Paris, J-B Baillère)

[4] Gross, C. (1995) *The Neuroscientist1* 1 : 254-250

[5] Galien, *De usu partium/ De l'utilité des parties du corps humain*, livre 8, ch.3, cité d'après Daremberg

[6] Descartes R. *L'homme* […], Paris (Le Gras),1664)

[7] *Œuvres de Descartes*, vol 11, Paris (Vrin) 1967, p119.

[8] *l'Homme neuronal,* Paris, Fayard, 1983.

[9] Libet B, C Gleason, Wright, Pearl. Time of conscious intention to act in relation to onset in cerebral Activity readiness potential **(**). The unconscious initiation of freely voluntary act*. Brain. 1983,10,623-642***.**

[10] Grindley, G. C.; Townsend, Valerie (1 June 1965). "Binocular masking induced by a moving object". *Quarterly Journal of Experimental Psychology. 17 (2): 97–109.*

[11] Dehaene, S., Kersberg, M., Changeux (1998) "A neuronal model of a global workspace in effortful cognitive tasks", *proceedings of the National Academy of sciences, USA,95, P.14529-14534.*

[12] Lionel Naccache « Le *Nouvel Inconscient Freud, Christophe Colomb des neurosciences »* Édition Odile Jacob.

[13] Freud S, Métapsychologie, Gallimard 1952-*Notes sur l'inconscient*, O.C. Vol. XI, PUF Paris 1998

[14] Freud, S (1972), *la technique psychanalytique,* Paris, PUF.

[15] Freud, S. (1987), « L*'interprétation des rêves »* Paris, PUF.

[16] Freud, S (1985), *Cinq psychanalyses,* Paris, PUF

[17] https://institut du cerveau-icm.org

[18] Fibiger, H. (2012), *Schizophrenia Bulletin* 38/649-50

[19] Chevreul K, PrigentA, Bournaud A, et al. The cost of mental disorders in France. *Eur Neuropsychoppharmacol2013;870-86*

[20] Affep : sondage « Attractivité de la psychiatrie » 2020.

[21] Debré P. L'homme microbiotique. *Paris : Edition Odile Jacob ; 2015.p288*

[22] B. Bioulac, P. Debré, J.J. Hauw, F. Galibert., *Biomarkers in psychiatric disorders, 2020*, rapport 19-13.