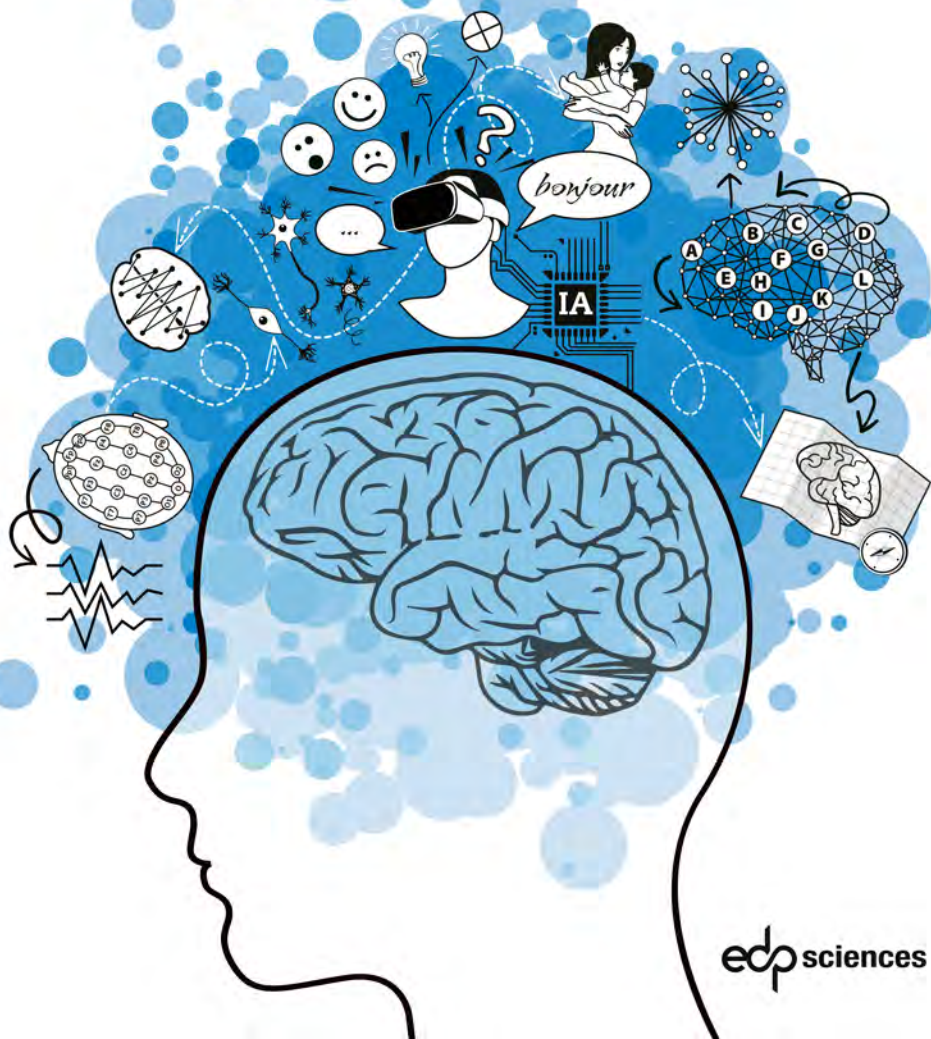


MES CERVEAUX
ET MOI

Philippe Menei

Voyage du cerveau gauche au cerveau droit



edp sciences

Voyage du cerveau gauche au cerveau droit

Philippe Menei

En réveillant un patient pendant son opération du cerveau pour poser sur ses yeux un casque de réalité virtuelle, Philippe Menei a réalisé une première chirurgicale dont le but est de cartographier l'hémisphère droit.

À la lumière des connaissances récentes, en particulier issues de la chirurgie du cerveau chez un patient éveillé, ce livre explique pourquoi et comment nos hémisphères cérébraux se sont spécialisés pour parler chacun son propre langage. Il revisite le mythe du cerveau droit/cerveau gauche et dévoile pourquoi une carte cérébrale atypique peut être à l'origine de difficultés... ou de super pouvoirs intellectuels.

À l'orée du transhumanisme, sera-t-il possible d'améliorer nos capacités cérébrales en stimulant notre hémisphère droit ? Dessiner la « carte du cerveau droit » permettra-t-il l'émergence de nouveaux traitements des troubles de la communication comme l'autisme ? Ou cette carte pourrait-elle être dérobée par des pirates et devenir notre point faible ?

Philippe Menei est neurochirurgien, chef de service au CHU d'Angers, professeur des universités et enseignant/chercheur à l'INSERM (U1232-CRCINA). Spécialisé dans les tumeurs cérébrales et le neuro-handicap, il introduit au bloc opératoire des approches issues des biotechnologies, de la nanomédecine et des neurotechnologies.



edp sciences
www.edpsciences.org

ISBN : 978-2-7598-2524-0



9 782759 825240

Voyage du cerveau gauche au cerveau droit

Scannez et découvrez :

Comment la chirurgie cérébrale d'aujourd'hui et de demain
va-t-elle prendre soin de nos langages ?



La cartographie cérébrale du langage non verbal |
Philippe Menei | TEDxNantes

Voyage du cerveau gauche au cerveau droit

PHILIPPE MENEI

 **edp sciences**

17, avenue du Hoggar – P.A. de Courtabœuf
BP 112, 91944 Les Ulis Cedex A

Collection « Mes cerveaux et moi » dirigée par Fabien Dworczak. Cette collection présente la multiplicité des travaux autour des Neurosciences : les applications pratiques, pédagogiques, médicales, sociales, politiques... qui en découlent. « Mes cerveaux et moi » décrit les nombreuses recherches actuelles dans différents domaines autour de la description de notre cerveau, de mes cerveaux et l'« individu » avec le rôle fondamental de l'« inné » dans les comportements les plus complexes.

Formé en neurosciences et en science politique, Fabien Dworczak poursuit ses recherches dans l'interaction entre ces deux « disciplines », en particulier dans le domaine des politiques publiques liées à la santé et à l'éducation en se focalisant sur les apports neuroscientifiques.

Dans la même collection :

Obésité : Au-delà de l'impasse, Lélia Bracco, 2018, ISBN : 978-2-7598-2154-9

Infertilité et cerveau ? Des clés pour concevoir ! Sandrine Alejandro

et Anne-Sophie Godefroy, 2019, ISBN : 978-2-7598-2272-0

Cerveau et apprentissage, Imen Miri, 2020, ISBN : 978-2-7598-2276-8

Cerveau et odorat – Comment (ré)éduquer son nez, Moustafa Bensafi
et Catherine Rouby, 2020, ISBN : 978-2-7598-2429-8

Composition et mise en pages : Patrick Leleux PAO

Illustrations : Philippe Menei

Couverture : Conception graphique de B. Defretin, Lisieux

Imprimé en France

ISBN (papier) : 978-2-7598-2524-0

ISBN (ebook) : 978-2-7598-2549-3

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays. La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective », et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

© EDP Sciences, 2021

SOMMAIRE

<i>Préambule</i>	7
1. Qu'avons-nous fait de nos hémisphères ?	11
Le pari de 500 francs.....	11
Peu de temps pour Tan	21
J'ai mis ton cerveau au courant	37
Ceci est une ouillette	42
À quoi pensent les saumons morts ?	56
À la mémoire de cette maman.....	69
Le neurone de Bill Clinton.....	74
Here's Johnny !.....	80
J'ai perdu la gauche	90
Le voyage astral.....	98
Le tango argentin	108
Skippy est mal connecté	125
Ne coupez pas	131
La Vierge et l'enfant	136
2. Comment en est-on arrivé là ?	143
Un, deux, trois... cerveau	143
Le mystère des pyramides.....	149
Le Girardinus aux yeux bleus	156
Les dinosaures étaient-ils droitiers ?.....	166
La mouche qui avait des pattes sur la tête	169
Un battement de cil	173
Les hyènes.....	177
Le posé du bébé par terre	180
Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme.....	183
Le twist de Yakovlev.....	188
3. Pourquoi certains sont-ils différents ?	193
Parle à mon cerveau droit, mon cerveau gauche est malade.....	193
Chérie regarde sur la carte.....	199
Sinister	203
À moitié endormi.....	206
<i>Homo insolitus</i>	213
Le syndrome du savant	219
Frappé par la foudre	223
Le lutin mélomane	226

4. Pour le meilleur ou pour le pire ?	231
Une drôle de bobine	231
Le casque de Dieu	234
L'énigme des allumettes	239
Les pirates de l'hémisphère droit	247
 <i>Conclusion</i>	 255
 <i>Remerciements</i>	 259
 <i>Références bibliographiques</i>	 261

PRÉAMBULE

Lorsqu'en 2016, nous avons réveillé un patient pendant son opération du cerveau pour poser sur ses yeux un casque de réalité virtuelle, nous étions loin de nous douter de l'emballement médiatique qui allait suivre. Cette intervention était une « première » certes, mais elle n'était qu'une étape de notre programme de recherche.

Il est maintenant possible de limiter les séquelles d'une opération du cerveau en réveillant le patient afin de dessiner, grâce à la stimulation électrique, une carte de ses fonctions cérébrales. Une carte qui va guider le chirurgien dans son geste.

Nous avons commencé comme beaucoup d'équipes par la cartographie de l'hémisphère gauche pour sauvegarder le langage verbal et l'écriture. Ce sont les suites inattendues d'une de ces opérations qui nous ont conduits à explorer en chirurgie éveillée l'autre hémisphère cérébral, dans le but de dessiner « la carte du cerveau droit ».

Dans ce livre, je vous invite à un voyage exploratoire, mêlant navigation et cartographie cérébrale, voyage entrepris il y a cent ans déjà par les neurochirurgiens¹. Voyage de l'hémisphère gauche

1. En clin d'œil, le titre de ce livre fait référence à *Voyage dans l'hémisphère austral, et autour du monde*, écrit au XVIII^e siècle par James Cook, navigateur, explorateur et cartographe britannique qui, en explorant le Pacifique, a permis de compléter la carte du monde.

à l'hémisphère droit durant lequel vous allez découvrir, je l'espère, nombre de choses surprenantes, comme celles contées par un petit crapaud à l'estomac fragile ou un patient qui sort de son corps.

Tout commence par l'asymétrie hémisphérique.

Les deux hémisphères de notre cerveau, apparemment identiques comme les cerneaux d'une noix, ont en fait un rôle différent. La répartition droite-gauche des fonctions cérébrales constitue un des grands mystères des neurosciences, qui a bien occupé les chercheurs depuis le XIX^e siècle et qui d'ailleurs les occupe encore, avec toujours les mêmes interrogations.

Qu'avons-nous fait, nous humains, de cette asymétrie cérébrale ? Chez la grande majorité d'entre nous, les droitiers, le langage verbal et la main dominante sont tous les deux contrôlés par l'hémisphère gauche. Il n'en fallait pas moins pour le qualifier d'hémisphère dominant. Vous verrez comment cela a été compris, petit à petit, parfois grâce au hasard, un peu grâce à la neurochirurgie, et beaucoup grâce aux progrès fantastiques de l'imagerie médicale.

Par opposition, l'hémisphère droit est devenu l'hémisphère mineur, une *terra incognita* longtemps délaissée. Il est pourtant essentiel, participant aussi à notre langage, mais à sa manière, tout en mélodie, émotion et espace.

Vous découvrirez pourquoi vouloir préserver ce langage très particulier nous a fait repenser nos procédures chirurgicales, en quoi la réalité virtuelle est devenue indispensable, et ce qui nous a amenés à réveiller les patients au bloc opératoire pour reproduire une vieille tradition du tango argentin.

D'autres questions nous ramènent à l'origine de notre humanité. Cette spécialisation entre hémisphères gauche et droit est-elle l'apanage de l'Homme ? Quand et comment est-elle apparue au cours de l'évolution ? Les éthologues, spécialistes du comportement animal et mes chercheurs préférés, se sont attaqués à cette question avec une imagination tout simplement incroyable, itinéraire rapide du Cambrien aux mouches qui tournoient autour de votre corbeille de

fruits. Des premières ébauches de la vie aux premiers hominidés, la nécessité de deux cerveaux s'est imposée. Partis d'un hémisphère « pour manger » et d'un autre « pour ne pas être mangés », nous sommes arrivés à deux hémisphères parlant chacun son propre langage, tout en échangeant l'un avec l'autre. Et finalement, si l'hémisphère dominant n'était pas celui que l'on croit ?

Nous avons tous la même répartition droite / gauche de certaines fonctions cérébrales. Presque tous en fait, certains sont différents. Dans les années 1970, des patients aux hémisphères cérébraux chirurgicalement séparés ont fait naître le mythe de deux hémisphères aux rôles opposés et de personnalités « cerveau droit » ou « cerveau gauche ». La réalité est à la fois plus complexe et plus surprenante. Elle explique pourquoi les hommes et les femmes se comportent différemment, pourquoi les gauchers sont le bout visible de l'iceberg, et pourquoi une carte cérébrale atypique peut être à l'origine de difficultés... ou de super-pouvoirs. Cabotage aux confins des neurosciences où des théories controversées sur le genre sont abordées.

Enfin, à l'orée du transhumanisme, sera-t-il possible d'améliorer nos capacités cérébrales en stimulant notre hémisphère droit ? Dessiner la « carte du cerveau droit » permettra-t-il l'émergence de nouveaux traitements des troubles de la cognition sociale comme l'autisme ? Et finalement, dans un futur pas si lointain dominé par les algorithmes et les multinationales de l'Internet, cette carte pourrait-elle être dérobée, et devenir notre point faible ?

Mais, reprenons depuis le début.

1

Qu'avons-nous fait de nos hémisphères ?

LE PARI DE 500 FRANCS

(OU LA LOCALISATION DES FONCTIONS CÉRÉBRALES)

En fait, l'idée de cartographier le cerveau est assez récente dans l'histoire de l'Homme. C'est compréhensible, on a longtemps pensé qu'il ne servait pas à grand-chose.

Pour les Mésopotamiens, les Hébreux et les Égyptiens, c'était le cœur qui était le siège de l'intelligence et des sentiments. D'ailleurs, lors de la momification, les Égyptiens, à travers une incision dans le flanc droit du mort, retiraient précautionneusement tous les organes internes, sauf le cœur qu'ils laissaient en place. S'ils l'enlevaient par mégarde, ils le remettaient en place après l'avoir entouré de bandes-lettes. Les autres organes, après avoir été lavés et embaumés, étaient soigneusement entreposés dans quatre vases aux effigies des fils d'Horus, un pour le foie, un pour l'estomac, un pour les poumons et le dernier pour les intestins.

Le cerveau, lui, n'avait pas droit à tous ces égards. Il était retiré en passant par le nez. Le plafond des fosses nasales est en effet le plancher de la boîte crânienne, ce qui permet aux neurochirurgiens, surtout depuis l'arrivée de l'endoscopie², d'aborder la face inférieure du cerveau à travers le nez. Mais le raffinement des embaumeurs n'était pas celui des neurochirurgiens. Après avoir fracturé la fine lame d'os séparant les fosses nasales du cerveau avec un crochet métallique, ils le ressortaient en bouillie à l'aide d'une spatule. Et oui, c'est la dure réalité, l'organe qui fait de nous ce que nous sommes ne sait pas bien se tenir. Il n'est pas très consistant, même très mou. Après la mort, il a carrément tendance à se liquéfier. Pas étonnant que le cœur ait pris les devants de la scène, beaucoup plus présentable, c'est vrai.

On peut facilement penser que les premiers hommes, chasseurs, avaient remarqué qu'il y avait deux façons de tuer rapidement une proie : l'atteindre dans la tête ou le cœur. Il est aussi facile d'imaginer la fascination qu'a pu exercer le cœur sur ces hommes, rempli de sang écarlate, encore empreint de pulsation chez un animal agonisant. Beaucoup plus impressionnant que cette masse blanchâtre, mollasse et immobile contenue dans la tête.

Quatre siècles avant J.-C., Aristote, grand philosophe grec dont le père était médecin, assène que le cœur est le siège des sensations, des passions et de l'intelligence. Le cerveau, pour lui, ne joue que le rôle de « refroidisseur » pour le sang chauffé par les émotions ! Aristote avait pourtant été un élève de Platon, qui, précurseur, avait imaginé que l'âme, immortelle, se logeait dans la tête. Peut-être une façon pour lui de « tuer » le père. Quoi qu'il en soit, cette ancienne vision « cardio-centrique » des fonctions que l'on appelle volontiers « fonctions supérieures » est restée ancrée dans notre inconscient, dans notre langage, véritable atavisme populaire, comme le rappellent

2. L'endoscopie ou fibroscopie est une méthode d'exploration visuelle médicale de l'intérieur d'une cavité inaccessible à l'œil. L'instrument utilisé, appelé endoscope ou fibroscope, est composé d'un tube optique muni d'un système d'éclairage.

les expressions « avoir bon cœur », « il est sans cœur », « le cri du cœur », « le cœur léger ».

Et puis tout le monde connaît le petit dessin du cœur, que l'on retrouve sur les jeux de carte, dans les émojis ou sur les teeshirts comme « I ♥ New York ». Tellement marketing, rouge, symétrique et plein de rondeurs. C'est vrai qu'une cervelle est moins séduisante.

Roi de pique et reine de cervelle ? Non décidément, cela ne le fait pas.

Quoi qu'aient dit Aristote et Platon, il est communément admis que c'est Alcméon de Crotona, un philosophe grec du VI^e siècle avant J.-C., qui a affirmé le premier que le cerveau est le siège des sensations. Cela ne l'a pas empêché de tomber dans l'oubli, voire y aurait peut-être un peu contribué ! À cette époque, cette affirmation était plutôt iconoclaste.

Mais l'idée fait finalement son chemin une centaine d'années plus tard grâce à deux médecins grecs, Érasistrate puis Hippocrate. Ce dernier a d'ailleurs localisé la pensée, l'intelligence et même l'âme dans les cavités du cerveau que l'on nomme les ventricules cérébraux, vision qui a longtemps persisté.

Finalement, petit à petit, par un cheminement intellectuel sinueux, la thèse « céphalo-centrique » va s'imposer, en particulier grâce à Galien (131 après J.-C.), qui a été après Hippocrate le grand médecin de l'Antiquité. On va enfin reconnaître le cerveau comme le maître des organes, siège de l'intelligence et des comportements. Le cœur est rétrogradé au titre de simple muscle (que mes collègues chirurgiens cardiaques me pardonnent...).

À propos de l'âme, il est intéressant de noter que, quand Descartes au XVII^e siècle la localise précisément dans le cerveau, il ne se mouille pas en faveur de l'hémisphère droit ni de l'hémisphère gauche, et choisit une structure médiane et unique, située entre les deux hémisphères : la glande pinéale³.

3. La glande pinéale, appelée aussi épiphyse, a la forme d'une pomme de pin (d'où l'adjectif *pinéale*) ou d'un petit cône d'environ 8 mm situé à l'arrière du cerveau, caché entre les deux hémisphères. Elle joue un rôle dans l'horloge biologique.

Au XVIII^e siècle, le rôle du cerveau dans les fonctions intellectuelles n'est plus discuté, et c'est une autre polémique très très chaude qui pointe son nez : localisationnistes *versus* unitaristes. L'école localisationniste affirme que certaines fonctions mentales, voire toutes, sont localisées dans des régions précises du cerveau ; l'autre, globaliste (ou holistique), affirme que le cerveau fonctionne comme un tout.

Cette polémique sera intense et durera tout le XIX^e siècle.

L'école globaliste est portée en France par Marie Jean Pierre Flourens. Grande stature, visage carré et sévère, front surmonté d'un accroche-cœur improbable. Il est médecin, anatomiste, embryologiste, physiologiste, académicien... et grand vivisecteur⁴ devant l'Éternel. On touche ici du doigt le côté obscur de cette époque riche de découvertes physiologiques. La description des expériences de Flourens, dans son livre publié en 1841, est proprement insoutenable, et franchement, il n'y a aucune raison que je ne partage pas avec vous le sentiment d'horreur qui m'a envahi. Court extrait, page 9 [1] :

« Je coupais sur un jeune chat tout l'arc supérieur des six dernières vertèbres dorsales, je fendis ensuite la dure-mère, l'arachnoïde, la pie-mère et la moelle épinière était ainsi mise à nu, je l'irritai alternativement par des piqûres et des pressions. À chacune des irritations, l'animal criait, il subissait des convulsions qui ébranlaient tout son corps, et, devenu furieux par les douleurs qu'il éprouvait, on avait toute la peine du monde à se garantir de ses griffes et de ses dents. »

C'est un fait à ne pas oublier, la souffrance animale a terriblement contribué aux connaissances médicales. Heureusement, les choses ont changé pour les animaux, du moins en expérimentation...

Mais revenons au XIX^e siècle et à Flourens. Ses expériences consistaient à enlever des parties de cerveau, à des pigeons, des canards,

4. Mode d'expérimentation qui consiste à pratiquer des interventions sur les animaux vivants, à l'époque sans anesthésie.

des poules, des lapins, des grenouilles, des chats, des chiens... Tout y passait. Mais ses conclusions sur le fait que « *la masse des hémisphères cérébraux est physiologiquement aussi homogène et équivalente que la masse d'une glande quelconque par exemple le foie* » venaient surtout des expériences qu'il avait conduit sur les pigeons. C'est en enlevant ainsi, couche par couche, des bouts de cervelet chez ces oiseaux, qu'il est amené à découvrir le rôle du cervelet sur l'équilibre. Et quand il s'attaque avec la même approche aux hémisphères cérébraux, il conclut que l'intensité des troubles provoqués dépend uniquement de la quantité de tissu cérébral enlevée, quelle que soit sa localisation. Ses résultats le confortent dans la vision globaliste du cerveau, vision alors partagée par de nombreux physiologistes et médecins en France et en Europe. Parmi eux, un certain Freud.

Les localisationnistes, eux, étaient convaincus qu'il existait dans le cerveau des zones spécialisées. Parmi eux, Vincenzo Malacarne, un Italien, décrit des zones spécialisées dans le cervelet, s'opposant ainsi frontalement aux travaux de Flourens. Mais c'est un neurologue allemand, vers 1800, qui fera longuement parler de lui, Franz Joseph Gall.

Ce bonhomme au large front, yeux écartés et fossette sur le menton, décrit très précisément la localisation de 27 fonctions cérébrales à la surface du cerveau, dont l'intelligence, la bienveillance, la gaité, l'estime de soi, l'amitié, l'instinct de reproduction, l'amour conjugal, l'amour de la gloire, le talent poétique ou la dévotion... Des fonctions dont certaines paraissent bien étranges dans notre XXI^e siècle, mais qui correspondaient aux critères éthico-sociaux de l'époque.

De plus, pour Gall, les reliefs du cerveau retentissent sur ceux du crâne. De fait, il pensait possible d'apprécier chez un individu le développement ou l'absence d'une fonction cérébrale donnée en analysant la forme du crâne (Fig. 1). Ce qu'on appelle la phrénologie était née [2]. C'est d'elle que vient la fameuse expression « avoir la bosse des maths », bien que la « zone des mathématiques » n'ait pas été décrite par Gall.

Parmi eux, Jean-Baptiste Bouillaud, qui s'est beaucoup intéressé aux troubles du langage liés à une lésion du cerveau, trouble que l'on appelle l'aphasie. Ces troubles passionnent tellement les médecins à cette orée du XIX^e siècle, que leur étude était devenue une spécialité, on parlait d'aphasiologie.

L'aphasie est un handicap terrible. Sous ce nom, on regroupe différents types de troubles du langage. Des troubles de l'expression, du patient totalement mutique, au patient coincé sur un mot, le répétant inlassablement. Parfois, le symptôme principal est le « manque du mot ». Vous savez, quand vous avez un mot sur le bout de la langue, que tous les synonymes, ou antonymes viennent, sauf le bon mot. Imaginez que cela soit constant, tout le temps, pour tous les mots.

Parfois, c'est une cumulation d'erreurs qui trouble le langage. Ces erreurs sont typiques, on les appelle des paraphasies, des paraphasies phonémiques (le patient dit par exemple « fourchette » au lieu de « fourchette ») ou sémantiques (le patient dit « cuillère » ou « couteau » au lieu de « fourchette »). Sur le versant de la compréhension, il existe parfois une impossibilité de comprendre le sens des mots, des phrases, ou même de lire. Le tableau le plus impressionnant est la jargonaphasie. Le patient, souvent très bavard et peu conscient de ses troubles, parle de façon incompréhensible un langage fait de paraphasies phonémiques et sémantiques, d'approximations et de circonvolutions langagières. On le croit confus ou délirant, alors qu'il est aphasique.

Jean-Baptiste Bouillaud, en bon localisationniste, après avoir observé un grand nombre de patients aphasiques, énoncera qu'il existe un centre du langage et qu'il est localisé dans les lobes frontaux, cette partie du cerveau située derrière le front.

L'anatomie du cerveau est déjà bien connue à cette époque. On distingue alors, et toujours, 4 lobes sur un hémisphère. Pour les décrire, il faut bien comprendre que l'ébauche du cerveau, lors de sa croissance chez l'Homme, s'est trouvée en quelque sorte limitée par la taille du crâne. Elle s'est donc enroulée de l'avant vers l'arrière formant un C (Fig. 2).

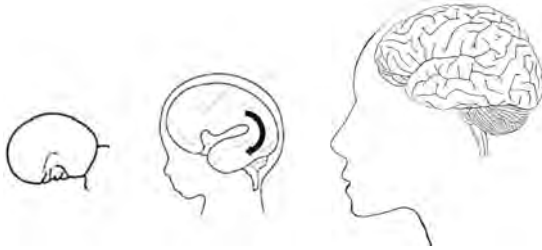


Fig. 2 | Enroulement de l'ébauche des hémisphères et plissement du cortex cérébral : embryon, fœtus et adulte.

La surface cérébrale se recouvre de neurones organisés en strates, c'est le cortex cérébral. La surface de ce cortex continue à croître plus vite que le volume du crâne. Le cortex n'a alors pas d'autres solutions que de se plisser, dessinant des circonvolutions cérébrales (appelées gyri, pluriel de *gyrus* en latin). Ces circonvolutions sont séparées par des sillons (appelés aussi sulci, pluriel du latin *sulcus*).

Ces plissements cérébraux sont différents dans l'hémisphère droit et l'hémisphère gauche, et chez chacun d'entre nous, aussi uniques et complexes que les empreintes digitales, ce qui complique singulièrement les choses quand on souhaite réaliser une cartographie cérébrale (Fig. 3).



Fig. 3 | Nos empreintes digitales, droites et gauches, sont uniques, comme les sillons de nos hémisphères (vue de dessus d'un cerveau, reconstruit à partir d'une IRM grâce au logiciel BrainVISA).

Les sillons les moins variables délimitent des régions du cerveau appelées lobes (Fig. 4). En reprenant la forme en « C » du cerveau, on

119. Chi RP, Snyder AW. Facilitate insight by non-invasive brain stimulation. *PLoS One*. 2011 Feb 2;6(2):e16655.
120. Aihara T, Ogawa T, Shimokawa T, Yamashita O. Anodal transcranial direct current stimulation of the right anterior temporal lobe did not significantly affect verbal insight. *PLoS One*. 2017 Sep 13;12(9):e0184749.
121. Rosen DS, Erickson B, Kim YE, Mirman D, Hamilton RH, Kounios J. Anodal tDCS to Right Dorsolateral Prefrontal Cortex Facilitates Performance for Novice Jazz Improvisers but Hinders Experts. *Front Hum Neurosci*. 2016 Nov 16;10:579.
122. Klaus J, Schutter DJLG. Putting focus on transcranial direct current stimulation in language production studies. *PLoS One*. 2018 Aug 23;13(8):e0202730.
123. Roy LB, Sparing R, Fink GR, Hesse MD. Modulation of attention functions by anodal tDCS on right PPC. *Neuropsychologia*. 2015 Jul;74:96-107.
124. Steenbergen L, Sellaro R, Hommel B, Lindenberger U, Kühn S, Colzato LS. “Unfocus” on focus: commercial tDCS headset impairs working memory. *Exp Brain Res*. 2016 Mar;234(3):637-643.
125. Willis ML, Murphy JM, Ridley NJ, Vercammen A. Anodal tDCS targeting the right orbitofrontal cortex enhances facial expression recognition. *Soc Cogn Affect Neurosci*. 2015 Dec;10(12):1677-1683.
126. D’Urso G, Ferrucci R, Bruzzese D, Pascotto A, Priori A, Altamura CA, Galderisi S, Bravaccio C. Transcranial direct current stimulation for autistic disorder. *Biol Psychiatry*. 2014 Sep 1;76(5):e5-6.
127. Karim AKMR, Proulx MJ, de Sousa AA, Karmaker C, Rahman A, Karim F, Nigar N. The right way to kiss: directionality bias in head-turning during kissing. *SciRep*. 2017 Jul 14;7(1):5398.
128. Jewell, G., & McCourt, M. E. Pseudoneglect: a review and meta-analysis of performance factors in line bisection tasks. *Neuropsychologia*. 2000;38(1):93-110.
129. Vergallito A, Riva P, Pisoni A, Romero Lauro LJ Modulation of negative emotions through anodal tDCS over the right ventrolateral prefrontal cortex. *Neuropsychologia*. 2018 Aug 5;119:128-135.
130. Zheng H, Huang D, Chen S, Wang S, Guo W, Luo J, Ye H, Chen Y. Modulating the Activity of Ventromedial Prefrontal Cortex by Anodal tDCS Enhances the Trustee’s Repayment through Altruism. *Front Psychol*. 2016 Sep 22;7:1437.

131. Li J, Liu X, Yin X, Li S, Wang G, Niu X, Zhu C. Transcranial Direct Current Stimulation Altered Voluntary Cooperative Norms Compliance Under Equal Decision-Making Power. *Front Hum Neurosci*. 2018 Jul 3;12:265.
132. Choy O, Raine A, Hamilton RH. Stimulation of the Prefrontal Cortex Reduces Intentions to Commit Aggression: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled, Stratified, Parallel-Group Trial. *J Neurosci*. 2018 Jul 18;38(29):6505-6512.
133. Leanza F, Balconi M. TV commercial and rTMS: can brain lateralization give us information about consumer preference? *Neuropsychological Trends*, 2017;21(1):65-80.