

DENIS RICHE

Avec la collaboration de Jihad Tanios

Comment le microbiote gouverne notre cerveau



**LE CERVEAU,
UN DEUXIEME INTESTIN**

B

DENIS RICHÉ

Avec la collaboration de Jihad Tanios

Comment le microbiote gouverne notre cerveau

**LE CERVEAU,
UN DEUXIÈME INTESTIN**



Pour toute information sur notre fonds et les nouveautés
dans votre domaine de spécialisation, consultez notre site web :
www.deboecksuperieur.com

© De Boeck Supérieur s.a., 2021
Rue du Bosquet, 7 – B-1348 Louvain-la-Neuve

Maquette intérieure : PAO Patrick Leleux

Tous droits réservés pour tout pays.

Il est interdit, sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, de reproduire (notamment par photocopie) partiellement ou totalement le présent ouvrage, de le stocker dans une banque de données ou de le communiquer au public, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit.

Dépôt légal :

Bibliothèque nationale, Paris : janvier 2021

Bibliothèque royale de Belgique : 2021/13647/003

ISBN : 978-2-8073-2997-3

Je tiens à remercier trois personnes qui ont suivi cet ouvrage au cours de sa réalisation, et dont les commentaires, les avis et les encouragements m'ont permis de garder à la fois le fil conducteur du projet et sa cohérence, tout en m'assurant que je restais compréhensible. Ceci fut possible en dépit de l'ambiance particulière du confinement, durant lequel j'ai rédigé l'essentiel de ce manuscrit. Je tiens donc à remercier Jiji Tanios, grand agitateur d'idées qui me pousse souvent dans mes derniers retranchements, Thibaut Demangeat et Alina Tepes.

À Jules-Adrien, Ambre et Mallaury.

AVANT-PROPOS

Cet ouvrage constitue le dernier d'un triptyque de 8 années, au cours desquelles je me suis peu à peu écarté du statut de « spécialiste » de la micronutrition de l'exercice, pour oser m'aventurer dans des domaines moins évidents, mais où le quotidien de mon activité en cabinet m'amenait de plus en plus. Le premier opus *Ne nourrissez plus votre douleur* décrivait les liens étroits existant entre les perturbations de la sphère digestive, l'immunité, et les processus sensoriels, et plus particulièrement ceux en lien avec la douleur.

Avec mon second livre *L'épinutrition du sportif* je suis allé plus loin. En analysant la nature des problèmes rencontrés au quotidien, et qu'il fallait tenter de prendre en charge, j'en suis venu à cette évidence : leur fréquence augmentait fortement, et cela résultait principalement de la « pression » environnementale. Celle-ci tient essentiellement à trois facteurs : l'appauvrissement des sols, les atteintes faites au microbiote et enfin la pollution. En me donnant le temps de la réflexion, il m'est apparu que changer cette situation incombait davantage aux décideurs qui avaient largement contribué à cette situation, qu'aux patients qui la subissaient, ou même aux thérapeutes qui l'affrontaient du mieux qu'ils pouvaient. Cette dimension socio-politique amenait à placer le débat à un autre niveau, et imposait de me placer davantage en « lanceur d'alerte » qu'en expert développant des données fondamentales déconnectées de la vraie vie.

Cette tendance s'est accentuée dans ce troisième ouvrage, où j'ai décortiqué la question de l'influence de ces perturbations sur

le fonctionnement du cerveau, et de là sur la capacité à décider, à gérer les émotions, à identifier le stress. Autrement dit, cela m'incitait à me questionner sur le fait que l'organisation et le fonctionnement du monde actuel contribue, ou pas, à optimiser l'intelligence, et donc l'indépendance d'esprit et de pensée des individus. En empêchant la pleine expression de l'intelligence collective, ces facteurs entretiennent ce statu quo désespérant. Le contexte du Covid dans lequel j'ai écrit ce livre, et la manière dont la crise sanitaire fut (et est encore) gérée, donnent tout son sens à ce questionnement.

Enfin, au stade où m'amènent mes réflexions au moment de relire ces pages, il me paraît évident que la suite de mon activité d'auteur va forcément intégrer davantage une dimension plus globale, ainsi que l'urgence environnementale et climatique. Le mal-être crée la souffrance, dont découle la pathologie. Ne s'occuper que de cette dernière ne reviendrait alors qu'à poser des rustines, même très efficaces, sur la coque du « Titanic ». Toutes mes préoccupations convergent désormais sur les moyens dont chacun de nous peut disposer pour permettre au navire d'arriver à bon port.

Sommaire

Introduction	IX
Chapitre 1. M. Le Cerveau, veuillez vous présenter !	1
Chapitre 2. M. Le Cerveau, que mangez-vous ?	25
Chapitre 3. M. Le Cerveau, comment vous développez-vous ?	53
Chapitre 4. M. Le Cerveau, pourquoi déraisonnez-vous ?	83
Chapitre 5. M. Le Cerveau, pourquoi êtes-vous stressé ?	125
Chapitre 6. M. Le Cerveau, le sport vous fait-il du bien ?	157
Chapitre 7. M. Le Cerveau, comment vous protéger ?	183
Conclusion	211
Renvois bibliographiques	219

Introduction

QUAND LES SPORTIFS NE MONTRENT PLUS L'EXEMPLE

Les champions constituent une population que la majorité des gens, qu'il s'agisse de béotiens amateurs de sport ou de professionnels œuvrant au côté d'athlètes, s'accordent à considérer comme des individus différents. Ils leur attribuent des vertus psychiques, un mental hors norme, qui serait leur apanage et échapperait au commun des mortels. Ces qualités qui les distinguent sont-elles innées, immuables ? Quand des journalistes fustigent le « manque de mental » de certains footballeurs ou que d'autres, à l'inverse, vantent les vertus de « guerriers » d'athlètes émérites, de quoi parlent-ils exactement ? Décrivent-ils deux populations différenciées de manière permanente en raison de qualités que certains possèderaient, ou auraient développées, à l'inverse des autres ? Ou au contraire chaque sportif peut-il passer tout à tour par ces deux états ? Et si oui, pourquoi et comment ?

Cela n'est guère débattu. Or, si tout le monde évoque le « mental », qui sait exactement comment le cerveau fonctionne et comment les logiciels de la motivation ou de l'abnégation s'installent ? Peu d'individus ont étudié la neurologie ou l'anatomie du cerveau. Il n'empêche ; pléthore de nouveaux prophètes de la forme cherchent à développer

le mental et la motivation de leurs élèves comme s'il s'agissait finalement de muscles invisibles qui gonfleraient à force de se contracter sous des barres virtuelles. Il en va de même dans le domaine de la santé publique, où des messages très persuasifs visent à faire changer les comportements des populations. « Pour votre santé, mangez cinq fruits et légumes par jour. Évitez de manger trop gras, trop sucré, trop salé... » Mouche ton nez et dis bonjour à la dame ! Ces injonctions reposent sur le postulat qu'il suffit de savoir et de vouloir pour pouvoir. Autrement dit, en éduquant et en « aidant à pouvoir » par l'intermédiaire d'un coaching expert, on rendrait les choses obligatoirement possibles. L'expertise en question, le plus souvent, consiste simplement en l'expression d'une force de persuasion contagieuse...

Évidemment, cela suscite une forte culpabilité chez ceux qui savent quoi faire, veulent le faire, mais n'y arrivent décidément pas, tel ce fumeur qui remet toujours au lendemain l'achat de son dernier paquet, ou telle cette personne pour qui grignoter est « plus fort qu'elle ». Son échec l'amènera alors à se sentir dépassée par le professionnel de la santé qui veille sur son alimentation et expie le moindre péché de délinquance alimentaire selon le modèle judéo-chrétien. Pour résumer, la plupart des techniques qu'ils proposent font appel à des aspects motivationnels ou à la conscience, et font abstraction du fait qu'il ne s'agit que d'une partie minoritaire des structures cérébrales. De surcroît, ce sont rarement elles qui entendent et qui décident, comme nous le verrons plus loin. Cela explique en partie l'échec des campagnes de sensibilisation menées à vaste échelle.

Mais le champion se montre-t-il toujours aussi exemplaire qu'on l'imagine sur ce plan-là ? N'y a-t-il pas quelques exemples récents, dans le sport français, de champions réputés jusqu'ici invulnérables, et soudainement devenus défaillants ?

Le mental d'un(e) champion(ne) est-il invulnérable ?

Prenons le cas de Marie-José Pérec, triple championne olympique du 400 m, à Barcelone (1992) et Atlanta (1996), et du 200 m (à Atlanta), et qui a flanché avant la finale olympique de Sydney. Les gazettes, à l'époque, ont fait les choux gras de l'affaire : selon elle victime de

menaces, elle décide de quitter l'Australie juste avant de disputer les premières séries du 400 m, où elle apparaîtra sur le tableau des résultats du stade olympique avec un « DNS » (*Did Not Start*, soit « n'a pas démarré »), portant internationalement atteinte à la fois à sa dignité et à son intégrité, au point que le public en vint très vite à oublier ses exploits passés (quoique récents). Malgré les tentatives des représentants de son équipementier, sa décision est prise et elle quitte le pays. Lors d'une escale à Singapour, elle et son compagnon sont traqués par des dizaines de journalistes et une altercation éclate entre celui-ci et un photographe un peu trop zélé. Ce dérapage, qui fera la une de tous les journaux en Australie et en France, se règlera finalement au poste de police. L'incident sera ensuite traité par l'ambassade de France et Pérec rentrera au pays.

À l'époque, sa fuite a été perçue par beaucoup d'observateurs comme la conséquence de son incapacité à envisager une défaite prévisible. Bref, elle aurait manqué de mental... Pourtant, préalablement triple championne olympique, elle avait largement prouvé des aptitudes hors normes. Mais visiblement pas cette fois-ci. Cette faiblesse, survenue brutalement, a évidemment ouvert la porte à toutes les spéculations possibles.

Alors, comment comprendre ce paradoxe ? Cela a-t-il à voir avec des molécules qui circuleraient dans notre corps et viendraient moduler notre comportement, nos pensées, nos émotions, notre réaction au stress ? Et sait-on d'où proviennent ces messagers, et dans quelles conditions ils se forment ? Au-delà de ces points précis, d'autres questions se posent immanquablement : les aspects techniques et mentaux de l'activité ne concernent-ils pas aussi le cerveau ? Les émotions sont-elles sans influence sur ceux-ci ? Ou encore : la fatigue physique influe-t-elle sur les performances cognitives et sur les émotions ? Enfin, alors qu'on pointe régulièrement l'influence d'événements extérieurs « visibles » (insulte, défi qui se présente) comme constituant des sources du stress, qu'on surmonterait en se préparant mentalement à les affronter, ne peut-on pas se demander si ce stress est seulement lié aux événements extérieurs, ou si au contraire des scénarios propres à chacun, inscrits ou enfouis dans les méandres du cerveau, ne surgiraient

pas à des moments clefs pour provoquer cet état où la raison semble se perdre ? Et dans ce cas, que faire pour reprendre le dessus ?

Loin de constituer un cas à part, la « gazelle des Antilles » a partagé cette défaillance mentale avec d'autres noms illustres. Comment ne pas penser aux coups de tête de Zinedine Zidane, victorieux lors de la Coupe du monde de 1998, calamiteux huit ans plus tard sur les dernières minutes de la finale disputée contre l'Italie ? Le même joueur s'est ainsi montré capable de rester maître de ses nerfs et de crucifier les Brésiliens, mais aussi de succomber – huit ans plus tard – à la colère au moment où un adversaire a tenté de le déstabiliser en insultant un membre de sa famille, pratique courante dans ce milieu. D'ailleurs, ceci avait déjà dû se produire dix mille fois au cours de sa carrière, sans que cela ait influé d'une quelconque manière sur ses réactions. Alors pourquoi cette défaillance du mental à ce moment-là ? Comment expliquer ce passage à l'irrationnel ?

Comment fonctionne le mental ? Ou comment fonctionne le cerveau ?

Pour éclaircir cette énigme, il nous est nécessaire de considérer la structure du cerveau, son fonctionnement, les acteurs qui gouvernent son activité, les facteurs qui influent sur lui, en particulier – comme on le sait aujourd'hui – ceux qui participent au fonctionnement de notre système immunitaire. Principalement localisés dans notre intestin, en communication constante avec les bactéries qui colonisent celui-ci, ces acteurs influencent grandement le développement du cerveau, son fonctionnement ultérieur, les atteintes qui l'affecteront au cours de la vie, et même le risque de maladies neurodégénératives qui le dégraderont ensuite.

Ce flux d'informations qui détermine la mise en place de toutes nos activités cérébrales commence très tôt, en période foétale, et de récents travaux soulignent l'importance extrême du microbiote maternel vis-à-vis du bon déroulement de ces processus. Sans une microflore équilibrée, nulle possibilité de disposer d'un cerveau performant, comme l'ont montré des études menées sur des souris élevées dans

une bulle, qui garderont des aptitudes cognitives très restreintes (1). Ceci nous ramène au point de départ : dans quelle mesure nos agissements, nos pensées, nos choix, notre libre arbitre, voire notre quotient intellectuel dépendent de l'harmonie des bactéries intestinales ? Certainement d'une manière extrêmement importante. Une image pédagogique très en vogue présente l'intestin comme étant le « deuxième cerveau », du fait de sa richesse en neurones, qui interpelle les chercheurs depuis le début de ce siècle. Mais cette expression, largement reprise et vulgarisée, que le langage populaire a intégré comme une évidence, ne va guère plus loin que le constat anatomique sur lequel elle repose : le tube digestif renferme énormément de neurones ! En revanche, d'un strict point de vue évolutionniste, c'est le monde bactérien microscopique de la future maman qui semble conditionner l'efficacité de notre matière grise, et de ce point de vue, je défends ici l'idée selon laquelle le cerveau, sous sa forme la plus aboutie, n'existe que grâce à ces micro-organismes, d'où le sous-titre de ce livre : *Le cerveau, un deuxième intestin*. Ceci ne nous aide pas encore à comprendre pourquoi ces deux champions évoqués en ouverture de cet ouvrage ont à ce point flanché de manière imprévisible ni à savoir si on aurait pu l'anticiper. C'est l'objet de cet opus : remettre en perspective les déterminants vraiment cruciaux de la fonction cérébrale. Finalement, comprendre comment les intestins de nos deux champions fonctionnaient au moment de ces deux épisodes, et surtout pourquoi ces inexplicables dysfonctionnements ?

M. Le cerveau, veuillez vous présenter!

Le cerveau constitue un organe d'une évidente complexité. Il régit une quantité innombrable de fonctions et se cache sous une structure qui le rend invisible (contrairement aux mains, aux yeux ou aux pieds). Il recèle une importante part de mystère, de sorte qu'on n'hésite pas à parler de « boîte noire » à son sujet, en référence à cet appareil qui enregistre le moindre processus survenant dans un avion, et dont le fonctionnement intime semble comporter une part de magie.

Une multitude de questions se pose aussitôt, et certaines vont bien au-delà du cadre de la biologie. L'homme semble disposer d'un cerveau plus élaboré que celui de certains animaux et manifeste des compétences acquises au cours des millénaires, que lui-même nomme « intelligence », et qui lui permettent (à ses yeux) de se différencier de ceux-ci. Pour résumer, il décrète que savoir exécuter telle ou telle tâche constitue un signe d'intelligence, et comme lui seul y parvient, il se considère donc plus intelligent que les animaux.

Présentation philosophico-anthropologique du cerveau

Certes, comme nous le verrons plus loin, certaines aptitudes plus complexes nous sont apparues au fil du temps et ont contribué à l'évolution survenue depuis l'australopithèque jusqu'à l'homme moderne. Ce progrès est-il mesurable? Philosophiquement, ou d'un point de

vue anthropologique, cela serait rassurant ; de fait, peut-on « peser » cette différence ou la voir à l'œil nu ? L'idée paraît aujourd'hui saugrenue, mais il n'en a pas toujours été ainsi. Les siècles précédents ont connu une frénésie de théories vaguement inspirées de l'anatomie, élaborées dans le but avoué, justement, de calibrer l'intelligence. Citons par exemple la phrénologie, fondée par Franz Joseph Gall (1758-1828). Elle vise à identifier les caractéristiques d'un individu en fonction de la forme de son crâne, et même si cette approche semble surannée, il en reste quelques traces dans nos esprits, comme avec la « bosse des maths » par exemple. D'autres pensent pour leur part que la balance aiderait à établir une hiérarchie des intelligences. Ainsi, au cours du ^{xx}^e siècle, on pouvait encore lire des travaux comparant le poids de cet organe chez des individus au fonctionnement élaboré à ceux d'autres individus étiquetés « aliénés », ou enfin à ceux d'animaux.

Les conclusions n'ont pas toujours été parlantes, les autopsies ayant par exemple établi que le cerveau d'Anatole France pesait seulement 1 kg, contre le double pour l'écrivain russe Tourgueniev. Et Einstein ? Avec un organe moins lourd que la moyenne, il n'aurait pas gagné ce concours... Mais allons plus loin ; si, malgré tout, un cerveau plus performant pesait plus lourd, cela ne nous indiquerait pas pour autant ce qui, dans celui-ci, apporte ce surcroît de compétence. D'autres interrogations surgissent : cette différence anatomique, et sans doute fonctionnelle, a-t-elle toujours existé, ou au contraire l'évolution a-t-elle vu se creuser un écart croissant entre l'homme et les autres animaux ? Quels sont les processus qui y ont présidé ? Nous reste-t-il encore des morceaux de cerveau d'animal et, en cas de réponse affirmative, leur arrive-t-il de prendre le dessus sur le nôtre, qui apparaît plus abouti ? Et dans quelles circonstances ?

Questionnement éthique

L'éthique est également questionnée ; le cerveau se développe de manière progressive en période foetale, et cette construction très organisée, qui se déroule sous l'influence majeure d'éléments extérieurs, conduit à se demander dans quelle mesure des facteurs

environnementaux peuvent également interférer avec ce processus. On pense évidemment à l'influence de la pollution, mais – comme on le verra plus loin – les infections ou le stress jouent aussi, tout comme le monde bactérien de la mère au moment de la grossesse. Sait-on également déterminer de manière indiscutable à partir de quel instant le cerveau est suffisamment développé pour considérer que le corps qui l'abrite est déjà un être vivant ? Et inversement, en quoi la « mort cérébrale » se distingue-t-elle de la mort ou de la vie ? Les chercheurs, faute de pouvoir trancher de manière claire sur ces points essentiels, ont laissé les hommes de loi poser un cadre qui, loin de revêtir un contour similaire dans tous les pays, va varier en fonction du contexte religieux, politique et moral qui traverse les strates de la société. Finalement, ce n'est pas parce que des textes encadrent l'avortement ou la fin de vie et donnent un cadre légal aux actes que l'on sera certains que la science, maintenant ou plus tard, ne contredira pas les positions prises.

Dans l'introduction de ce livre, j'ai fait référence à deux champions ayant dans un contexte très demandeur, montré des signes de faiblesse, trahis par leur cerveau. Dans quelle mesure les connaissances relatives au développement du cerveau, tel qu'il s'est déroulé au fil de l'évolution, pourraient nous aider à comprendre ce qui s'est passé ? Le sportif en panne de mental a donc exprimé des signes d'incompétence en lien avec le fonctionnement de sa boîte noire... Faisant fi des considérations biologiques qui expliqueraient le travail du cerveau dans toutes les circonstances où le mental a failli, les psychologues ou préparateurs mentaux se sont rabattus sur ce qu'on percevait de plus visible, à savoir les actions, les comportements et les émotions.

La plupart des approches apparues ces dernières décennies dans leurs domaines de compétence visent à modifier directement ceux-ci au moyen de techniques par lesquelles, dans le domaine de la diététique, des addictions ou du sport de haut niveau, on n'hésite pas à faire appel à un surcroît de motivation. Notons ce fait curieux ; dans ce domaine de la préparation mentale, beaucoup d'acteurs de terrain ont référence au « mental » sans jamais le définir, ni localiser quelle partie du cerveau le conditionne, ni quelles influences peuvent l'affecter. On voit donc bien s'imposer à nous la nécessité d'étudier comment il se

forme et évolue... et comment ce processus peut déterminer par la suite ce que nous faisons, pensons et ressentons.

Une évolution qui dépasse notre imagination

Comment concevoir qu'un être humain adulte, doté des incroyables compétences intellectuelles que lui confère son cerveau, puisse se développer à partir d'un simple embryon, et que la symphonie de cette construction puisse se dérouler sans la moindre fausse note ? Tout débute avec la rencontre d'un spermatozoïde et d'un ovule, qui vont fusionner. Il va s'ensuivre la formation de la première cellule. Celle-ci détient déjà l'ensemble des informations nécessaires à l'élaboration d'un nouvel individu. Et au cours du développement progressif du fœtus, les cellules apparues par divisions successives à partir de l'originelle vont peu à peu se différencier en lignées, qui présentent des caractéristiques distinctes, et formeront plus tard des organes aux fonctions très spécifiques. Si on sait décrire ce phénomène, on cherche encore qui tient la baguette de chef d'orchestre.

Développement foetal du cerveau

C'est ensuite lors de la vie foétale, puis durant l'enfance et l'adolescence que le cerveau se développera et que le câblage neuronal qui le caractérise se mettra progressivement en place. Ainsi, dès la cinquième semaine de grossesse, on peut déjà observer une ébauche rudimentaire du système nerveux. On distingue le tube neural qui se forme, alors qu'on commence à reconnaître les grandes régions du futur cerveau. Chacune des quatre zones qui apparaissent, et qu'on nomme les « lobes », sera plus tard vouée à une ou plusieurs fonctions spécialisées (voir figure 1). Ainsi, le lobe frontal situé à l'avant du crâne se chargera de la motricité, le lobe pariétal correspondra à la sensibilité. Plus en arrière encore, le lobe occipital constituera le futur siège de la vision. Enfin, sous la tempe, le lobe temporal se trouve notamment chargé de l'audition, de l'olfaction et de la mémoire. L'établissement précis des fonctions de ces différents lobes s'est appuyé sur les observations faites à partir de patients ayant subi des traumatismes, porteurs de lésions localisées sur

des zones restreintes du cortex, et chez qui ces atteintes donnaient lieu à l'altération, voire à la disparition de certaines fonctions.

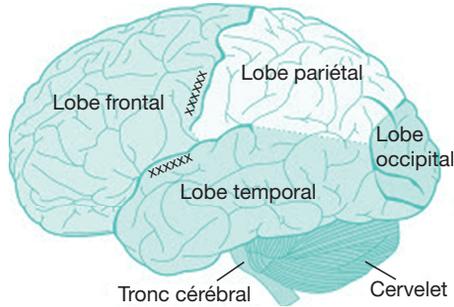


Figure 1. Les différents lobes du cerveau.

Cette figure décrit une vue latérale gauche du cerveau. Le cortex est découpé en zones anatomo-fonctionnelles : ainsi, le cortex frontal est la zone des processus cognitifs, de la réflexion. Pour sa part, le cortex pariétal constitue la zone des mouvements et des sensations corporelles (ce qu'on nomme l'esthésie). Sur le côté, le cortex temporal, situé juste derrière l'oreille, représente la zone de l'audition, alors que le cortex occipital est celle de la vision. Notons enfin que le cervelet est la zone dédiée à l'équilibre et la coordination des mouvements, alors que le tronc cérébral contient les fonctions vitales de la régulation neuro-végétative, comme les fonctions respiratoires et cardiaques. Il travaille de manière totalement indépendante de la volonté ou de la conscience.

La myélinisation des neurones

Au cours du deuxième mois de grossesse, le cerveau se structure en deux hémisphères. La *myélinisation* des neurones (c'est-à-dire la constitution de la gaine isolante qui les entoure), sans laquelle le système nerveux ne s'avèrerait pas opérationnel, commence à partir de la 30^e semaine et se poursuit jusque l'âge adulte (50). L'augmentation rapide du poids du cerveau, qui est constatée durant la deuxième moitié de la grossesse et pendant les deux premières années de la vie extra-utérine, coïncide avec ces phénomènes. Pour situer l'ampleur du processus, souvenons-nous qu'au

21^e jour de gestation, le cerveau représente 90 % de la masse de l'embryon. Cette valeur descend à 70 % au 3^e mois de grossesse, à 40 % chez le nouveau-né, et enfin à 2 % du poids de l'adulte (voir figure 2). Les scientifiques estiment par ailleurs que, lors de la vie intra-utérine, on crée 250 000 neurones à la minute. Beaucoup d'entre eux disparaîtront par la suite.

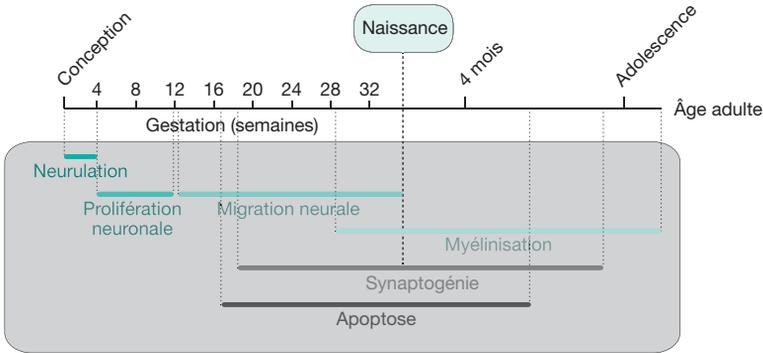


Figure 2. Chronologie du développement du cerveau humain.

Migration des neurones et apoptose

On constate que les processus en jeu se déroulent de manière séquentielle ; la prolifération neuronale précède deux autres phénomènes qui se mettront en place simultanément, à savoir la migration des neurones, qui cesse à la naissance, et l'apoptose (mort programmée) de certains d'entre eux, qui se poursuit au cours des premières années de la vie. Ces deux phénomènes participent à l'optimisation des réseaux, avec un renforcement des connexions utiles et une disparition de celles qui ne servent pas. Enfin, la formation de synapses (zone de contact entre neurones) et la myélinisation (la formation du câblage) constituent les dernières étapes, qui continueront jusqu'à l'âge adulte. Au programme génétique inné s'ajoute systématiquement l'influence de facteurs extérieurs (nutrition, stress, stimulation intellectuelle et émotionnelle), sans lesquels le cerveau du nouveau-né ne deviendrait jamais opérationnel.

Certains neurones disparaîtront après la 16^e semaine de gestation (dans le cadre d'un processus de mort programmée qui se nomme

l'*apoptose* (comme on le voit sur la figure 2), ce qui n'empêche pas le développement progressif des compétences du cerveau. Ainsi, ce ne sera pas tant la masse de neurones que la constitution d'un câblage très complexe qui soutiendra les fonctions cérébrales. Cette activité colossale doit bénéficier d'apports nutritionnels appropriés, dont les plus importants, dès le deuxième trimestre de grossesse, concernent une famille bien particulière de lipides dont il sera encore question plus loin : les acides gras polyinsaturés, en particulier ceux de la famille « oméga-3 » (46).

Du cerveau du reptile à celui du prix Nobel

Sur les quatre derniers millions d'années, le cerveau humain a connu une progression étonnante (17). À l'époque la plus reculée, les australopithèques auraient possédé, d'après les éléments en possession des scientifiques, une capacité cérébrale comprise entre 410 et 450 cm³. Ces individus se distinguaient par une face proéminente, et se trouvaient dotés d'une voûte crânienne très abaissée. Ils présentaient également un fort prognathisme ; cependant, la mâchoire a progressivement reculé au cours de l'évolution.

Homo habilis

Le successeur de l'australopithèque, que les paléontologues dénomment *Homo habilis*, aurait présenté une capacité cérébrale plus importante, de l'ordre de 650 cm³. En corrélation avec cette particularité, il aurait aussi disposé d'habiletés manuelles supérieures, d'où le nom qu'on lui a donné. Sur le plan anatomique, il aurait déjà présenté des traits relativement communs avec l'homme moderne, alors que d'autres, hérités de l'australopithèque, conservent un caractère plus primitif. Il s'agissait donc d'un individu « intermédiaire ». Sans doute omnivore, il possédait un système masticateur plus proche du nôtre. Cette diversification alimentaire n'a pas été sans influence sur le développement de cet organe, puisque certains micronutriments, délivrés en quantité accrue, viendront enrichir l'aptitude à la neurogenèse !

Cette influence tient à la fois aux effets propres que ces micronutriments exercent sur le cerveau, mais aussi à ceux de ces nouveaux choix alimentaires sur le « microbiote » (15). En effet, les tailles respectives des populations bactériennes présentes dans l'intestin fluctuent en fonction de nos choix alimentaires. Or, des messages permanents provenant de ce monde bactérien viennent moduler les connexions, le développement neuronal et le maintien de certains réseaux. De ce fait, en diversifiant son régime, cet *Homo habilis* a renforcé le dialogue constructif existant entre le microbiote et les neurones.

Homo sapiens et Neanderthalensis

Poursuivant notre remontée du temps, nous trouvons ensuite *Homo erectus*. Sa capacité crânienne variera entre 780 cm³ pour les plus anciens (présents sur Terre il y a environ 1,7 million d'années), jusqu'à 1 250 cm³ pour les plus récents (qui y vivaient il y a 500 000 ans). La taille du cerveau poursuivra son évolution, à mesure que nous nous rapprochons de l'époque actuelle ; ainsi, il atteindra 1 450 cm³ en moyenne chez *Homo sapiens*, et jusqu'à 1 600 cm³ chez *Neanderthalensis*. Pour autant, les chercheurs s'accordent à considérer que, bien que doté d'un cerveau plus gros, les capacités cognitives de ce dernier n'ont jamais égalé celles de son prédécesseur. Cela confirme bien, comme je l'évoquais plus haut, que la taille de la boîte crânienne ne constitue pas un critère décisif permettant de juger des aptitudes cognitives de l'individu.

Conscience, imagination et innovation

Notons qu'à mesure qu'on se rapproche des temps modernes, il acquiert ce que l'on nomme aujourd'hui la conscience, ainsi qu'une imagination artistique et une capacité à innover sans équivalent dans la nature. C'est d'ailleurs cette particularité qui lui permet, et à lui seul, d'entrer dans l'abstraction, de construire « mentalement » un projet, d'y consacrer sa motivation et d'élaborer un environnement dédié à celui-ci. En ce sens, il s'agit bien d'avoir du « mental ». Mais l'intervention du cerveau, dans ce contexte, ne se limite pas à cela. Nous verrons plus loin que d'autres territoires plus anciens, dépositaires de « valeurs », de positionnements grégaires (la place dans la tribu) ou

en lien avec la gestion des stress peuvent aussi moduler l'action d'un individu à un instant T (18). De surcroît, sa capacité à se représenter une situation potentiellement stressante, par exemple parce qu'elle échappe au contrôle du sujet, peut générer des comportements caractéristiques de fuite, de lutte ou d'inhibition, qui par certains côtés nous rappellent fichtrement les attitudes des deux champions évoqués en ouverture de ce livre.

De récents travaux, menés sur le singe, ont permis de comprendre que le développement du cerveau s'est trouvé favorisé par le passage d'une vie solitaire à un fonctionnement en groupe ou en tribu. En effet, la réalisation de tâches complexes se trouve améliorée chez le primate lorsqu'il se trouve en présence de congénères, et cela s'accompagne d'une activité métabolique accrue dans les aires cérébrales concernées (35). Notons que la plupart des aptitudes du cerveau moderne sont mises à contribution pour réaliser les tâches qu'impose la pratique du sport de haut niveau : concentration, attention, mémorisation, abstraction, gestion du stress, contrôle de la frustration, sommeil réparateur, anticipation, motricité fine...

La possibilité d'en tirer la quintessence dépendra de la façon dont les facteurs qui modulent le développement et l'activité cérébrale auront pu exercer leur influence, et ce à tout moment de la vie ; que ce soit au moment où les champions se trouvaient encore dans le ventre de leur mère ou à l'instant où leurs pieds quittent les starting-blocks. Courir le marathon en 2 heures n'a finalement été possible que parce que les facteurs environnementaux et les effets de l'entraînement ont permis d'exprimer au mieux les potentialités génétiques de l'athlète, dans le cadre de ce qu'on nomme l'épigénèse (44). Mais pour combien de temps encore l'homme pourra-t-il y parvenir ? Les perturbateurs environnementaux ne sonnent-ils pas déjà le glas du cerveau moderne et du mythe d'un homme du futur à l'intelligence extraterrestre ?

Un cerveau à étages

Loin de se développer de manière homogène au fil du temps, le cerveau a au contraire connu une évolution par poussées, un peu comme

les phases de glaciation ou les ères géologiques, et il convient plutôt de le voir comme un organe constitué de strates. Certains évoquent même les « trois cerveaux », tant les fonctions attachées aux différents étages apparus au cours de l'évolution s'avèrent différenciées (18, 32). Ce modèle, dont nous détaillons les principes ci-dessous, s'avère fondamental pour comprendre comment s'organise la réponse aux situations nouvelles ou perturbatrices, et nous apportera peut-être déjà quelques clés pour comprendre ce qui a pu se passer dans la tête des deux champions évoqués en fil conducteur de ce livre.

En 1970, le physiologiste Paul MacLean a permis une grande avancée des concepts. Il a en effet modélisé les connaissances acquises sur cet organe pour proposer le modèle du cerveau « triunique ». Sa vision, très avant-gardiste au moment de la publication de ses écrits, a connu un vif écho et a par exemple servi de cadre de réflexion à Arthur Koestler dans *The Ghost in the Machine*, publié en 1967 (27). Dans cet ouvrage, ce dernier explore les rouages de la violence de l'homme, qu'il aide à mieux comprendre en se référant aux interactions complexes existant entre ces strates cérébrales. MacLean a conceptualisé un modèle novateur, dans lequel il représente cet organe selon trois couches qui se sont superposées avec l'évolution (voir figure 3), d'où l'image des « trois cerveaux ».

Le cerveau reptilien

Le premier serait le « reptilien » qui, comme son nom l'indique, serait caractéristique des reptiles et se serait constitué il y a 400 millions d'années. On le désigne également sous le nom de cerveau archaïque ou primitif. Il remonterait à l'époque où des poissons sortirent de l'eau et devinrent batraciens. Au niveau purement anatomique, il correspond chez l'être humain au tronc cérébral. Bien protégé, en profondeur, il s'agit de la structure cérébrale la plus susceptible de résister à un traumatisme crânien. Le tronc cérébral contribue de manière essentielle à la survie de l'individu et de l'espèce. Il doit garantir le maintien des fonctions indispensables, telles que le contrôle de la respiration, du rythme cardiaque, de la température ou des échanges hydriques et ioniques, sans lesquels les cellules meurent.

Par ailleurs, il assure la satisfaction des besoins primaires, ou besoins vitaux, tels que l'alimentation, le sommeil, la reproduction. Il est enfin responsable de l'instinct de conservation et de certains réflexes de défense comme la morsure des serpents, l'envol des oiseaux face à des menaces, et il se manifeste chez l'homme dans certaines situations de stress, durant lesquelles il adoptera les comportements classiques que constituent la fuite, la lutte ou encore l'inhibition (29).

Typiquement, ce cerveau primitif de reptile entraîne des comportements stéréotypés, préprogrammés, sans doute sous l'influence de gènes spécifiques. Une même situation, un même stimulus entraînera toujours la même réponse, notamment face à des menaces. Comme le note Jacques Fradin (18), « le stress animal défensif provient d'un niveau cérébral qui fonctionne de manière essentiellement inconsciente et instinctive, ne nécessitant aucun apprentissage, et n'en permettant aucun, ce qui explique le caractère peu contrôlable, du moins directement, des vécus et impulsions qui en proviennent ».

Le cerveau limbique

Le second est qualifié de « limbique » ou paléomammalien ; propre aux mammifères, dotés de particularités fonctionnelles différentes (voir plus loin), il est, pour sa part, apparu il y a 65 millions d'années. Il se trouverait à l'origine de notre système limbique, qui constitue le siège des émotions. Quand on l'observe plus en détail, on note qu'il inclut les circuits de la mémoire et de l'apprentissage. Enfin, le système limbique englobe l'axe neuroendocrinien : l'hypothalamus et l'hypophyse. Il coordonne donc toutes les fonctions de l'organisme en fonction des influences biologiques intérieures et extérieures. Il peut ainsi programmer toutes les réponses stéréotypées à mettre en œuvre face à un danger imminent, ou à une situation perçue comme telle.

À l'échelle individuelle, il permet de fixer les apprentissages. Il « gère le connu et le déjà vu » (18). À l'échelle du groupe, il pose les premières bases de la vie en société, et a permis une organisation stable

d'individus relativement semblables en troupeau ou en tribu. Chez l'homme du ^exxi siècle, il peut déterminer certains comportements en fonction du positionnement grégaire que l'individu a intégré au cours de sa vie. Des stratégies de soumission ou de domination peuvent ainsi sembler exister de manière innée et se révéler dans des contextes très exigeants, tels que le sport de haut niveau. Il peut déterminer en partie la nature du rapport entre l'entraîneur et l'athlète, et certaines mises sous influence qu'on voit régulièrement dénoncées.

Cette influence du mode grégaire a été parfaitement illustré dans des expériences très dérangeantes, réalisées il y a plus d'un demi-siècle par le psychologue américain Stanley Milgram (34). De 1960 à 1963, il conduisit une série de travaux comportant plusieurs variantes, visant à estimer à quel point un individu peut se plier aux ordres d'une autorité qu'il accepte si les injonctions qu'on lui adresse entrent en contradiction avec sa conscience. L'expérience de Milgram passa à la postérité à partir de 1963.

Comment se déroulait-elle ? L'expérimentateur, qui représentait l'autorité, demandait de manière directive à un sujet de faire réciter des mots à un élève, et si celui-ci se trompait, il devait lui infliger des chocs électriques. La puissance de ces chocs augmentait davantage à chaque erreur. En fait, l'élève était un acteur simulant l'électrocution, les décharges étant virtuelles. Selon les cas, certains participants continuaient à infliger les chocs jusqu'au maximum prévu (450 V) en dépit des plaintes de l'acteur, obéissant ainsi aux ordres de l'expérimentateur, tandis que d'autres refusaient de se soumettre à l'autorité, en accord avec leur conscience. En 1962, au vu de ces résultats troublants (65 % des volontaires ont délibérément envoyé une décharge fictive faisant perdre connaissance à l'élève), l'American Psychological Association décida de suspendre son adhésion à la société savante à cause de questions concernant l'éthique de ses expériences. Les résultats surprenants et assez inquiétants, mais aussi la méthode, ont provoqué à l'époque de nombreux remous au sein de la communauté des psychologues et de l'opinion publique. Cela éclairait d'un jour nouveau les comportements observés sous l'Occupation, alors encore dans toutes les mémoires, et rappelait la phrase



Comment le microbiote gouverne notre cerveau

🗨️ **Celui qui n'a pas le ventre en ordre pense de travers** 🗨️

Lao Tse

Depuis une dizaine d'années, nous savons que le monde bactérien de la mère conditionne et influence le développement neuronal de l'enfant. Nous savons aussi que de nombreuses hormones sécrétées par le cerveau le sont aussi par l'intestin.

Denis Riché propose d'**explorer l'axe somato-psychique**, l'axe psychosomatique ayant été largement traité. Vous allez découvrir le sens ascendant : l'**intestin** qui **gouverne le fonctionnement du cerveau**.

Cet ouvrage associe **nutrition, micronutrition, neurosciences, psychologie, sociologie, anthropologie** et **environnement**. C'est le point de départ d'une multitude de réflexions et de travaux, et en particulier, sur l'accompagnement des hauts potentiels à s'accomplir au quotidien. Un réseau d'experts est né autour de Denis Riché, et la suite s'annonce passionnante.

Bon voyage sur la route Intestin-Cerveau.

Denis Riché est titulaire d'un doctorat de physiologie humaine, option nutrition. Il enseigne au D.U. « NMES » à Poitiers et intervient aux D.U. « Préparation physique », « Préparation mentale » à Poitiers, au D.U. « Micronutrition » à Strasbourg, « Micronutrition et Alimentation-santé » à Dijon. Il a créé la revue « Sport & Vie », exerce en cabinet et intervient comme consultant dans le domaine du sport de haut niveau. Il a écrit de nombreux ouvrages, dont plusieurs aux éditions de Boeck Supérieur : ayant sorti ces dernières années : « Micronutrition, exercice et santé », « Ne nourrissez plus votre douleur » et « L'épinutrition du sportif ».

ISBN : 978-2-8073-2997-3



9 782807 329973

deboeck **B**
SUPERIEUR

www.deboecksuperieur.com