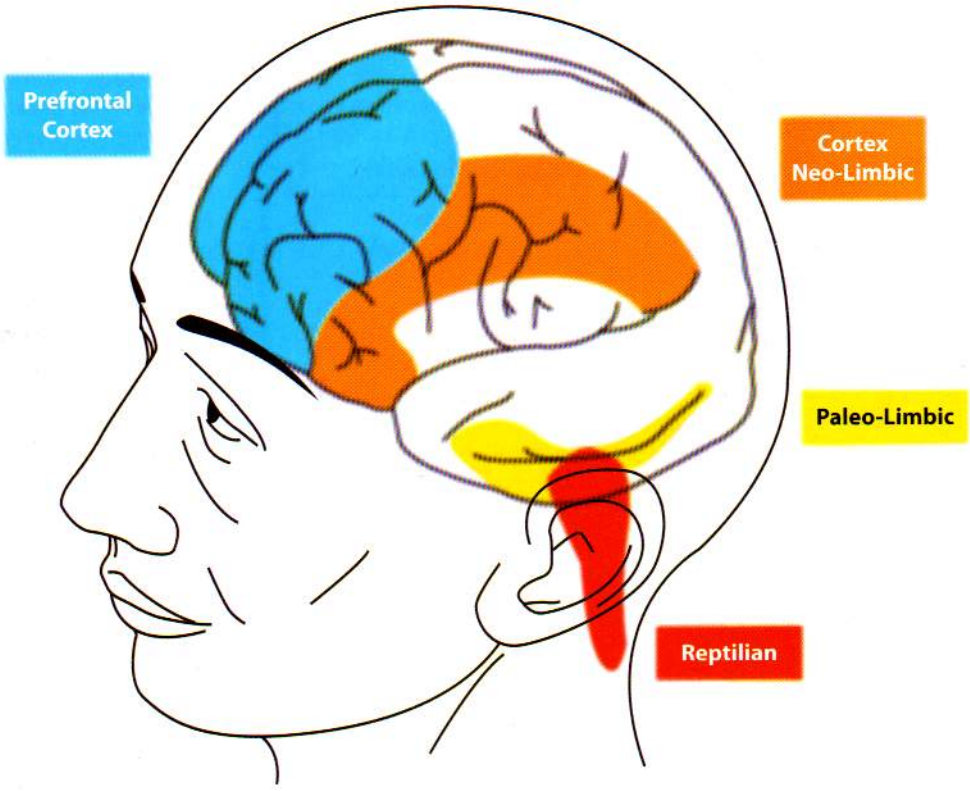
Le mythe des trois cerveaux

Dans le crâne des humains coexisteraient trois cerveaux : le cerveau reptilien, un cerveau de mammifère et un néocortex proprement humain. Cette théorie simple et éclairante a connu son heure de gloire et reste très populaire. Le problème est qu'elle est fausse...



LE GRAND RÉCIT DU CERVEAU TRIUNIQUE a été forgé par Paul MacLean au début des années 1950. Cette théorie des « trois cerveaux en un » allait connaître ensuite un succès mondial à partir des années 1970.

Selon cette théorie, le cerveau humain s'est construit au cours de l'évolution en trois grandes étapes :

1) Le cerveau reptilien. Situé sur le tronc cérébral, il est responsable des comportements archaïques liés à la survie : se nourrir, se reproduire, fuir ou combattre. Ces comportements instinctifs et réflexes seraient fortement stéréotypés et ritualisés. Ce sont les comportements de base des reptiles et des poissons.

2) Le cerveau limbique, venu se greffer sur le cerveau reptilien. Par système limbique, P. MacLean désignait la partie centrale du cerveau (composée de nombreux noyaux et ganglions) (1), qui fut dès lors considérée comme le « centre des émotions ». Outre celui des émotions de base – peur, colère, plaisir... –, le système limbique était considéré comme le siège des comportements de maternage que l'on observe chez les mammifères, permettant la vie en commun et les soins parentaux à l'égard de leurs petits.

3) Le néocortex, apparu plus tardivement dans l'évolution, est la partie du cerveau située sur la couche externe des deux hémisphères cérébraux. Particulièrement développé chez les primates supérieurs (dont les humains), il était clair pour P. MacLean que le néocortex était le siège des activités cognitives les plus élaborées.

JEAN-FRANÇOIS DORTIER

Cerveau reptilien, cerveau mammalien et néocortex : comme l'indique le sous-titre du livre de P. MacLean, *Les Trois Cerveaux de l'homme* (Robert Laffont, 1990), « trois cerveaux hérités de l'évolution coexistent difficilement sous le crâne humain ».
S'ils cohabitent difficilement, c'est que chacun de ces trois cerveaux cherche à faire valoir ses droits. De temps à autre, le cerveau reptilien impose sa loi et l'humain redevient un animal fruste, mû par ses instincts de survie.
Parfois, le système limbique prend les commandes et nous nous comportons comme des mammifères sociaux, avec nos comportements claniques et les émotions associées, comme cette chatte qui déborde d'affection pour ses petits et devient une furie sauvage face aux menaces. Ainsi, pour le cerveau limbique le monde se divise en deux : ami ou ennemi.
Enfin, le néocortex, dernier venu et la plus sophistiquée des structures cérébrales, est responsable des fonctions cognitives les plus élaborées, et cherche à prendre des décisions sages et mesurées.
L'écrivain Arthur Koestler le dira à sa manière, plus imagée : *« Pour parler allégoriquement de ces trois cerveaux dans le cerveau, on peut imaginer que le psychiatre qui fait étendre son patient lui demande de partager le divan avec un cheval et un crocodile* (2). »

Le cerveau reptilien n'est pas ce que l'on croit

Cette histoire des trois cerveaux, simple et éclairante, allait connaître un grand succès populaire. Outre A. Koestler, elle fut reprise par Carl Sagan et d'autres vulgarisateurs scientifiques puis poursuivie dans les séminaires de formation. Ce modèle permettait de rendre compte de la complexité des comportements humains, tiraillés entre instincts archaïques, émotions et intelligence. Encore aujourd'hui, de nombreux auteurs, parfois même dans la communauté scientifique, lui accordent quelque crédit.
Le problème est que cette théorie se révèle fausse. Elle ne correspond plus ni aux données de la neuroanatomie du cerveau, ni à la théorie de l'évolution. Elle donne en fait une image erronée de la façon dont est organisé le cerveau humain, mais également celui des reptiles ou des mammifères.

Tout d'abord, le cerveau reptilien n'est pas celui que l'on croit. Le cerveau des reptiles (des serpents aux crocodiles) ne se réduit pas à quelques structures de base. Depuis les années 1980, il a été démontré par exemple que les reptiles possèdent l'équivalent d'un système limbique et un cortex (appelé pallium) comme tous les vertébrés. Si l'on sait peu de choses sur les émotions que pourrait ressentir un reptile, on sait en tout cas que plusieurs d'entre eux, comme les crocodiles, manifestent des comportements maternels très développés : la mère protège ses petits comme le font la plupart des mammifères. Le cas des oiseaux contredit encore plus nettement le modèle du cerveau triunique. Les oiseaux, issus de la lignée des reptiliens (ce sont les descendants des dinosaures), sont connus

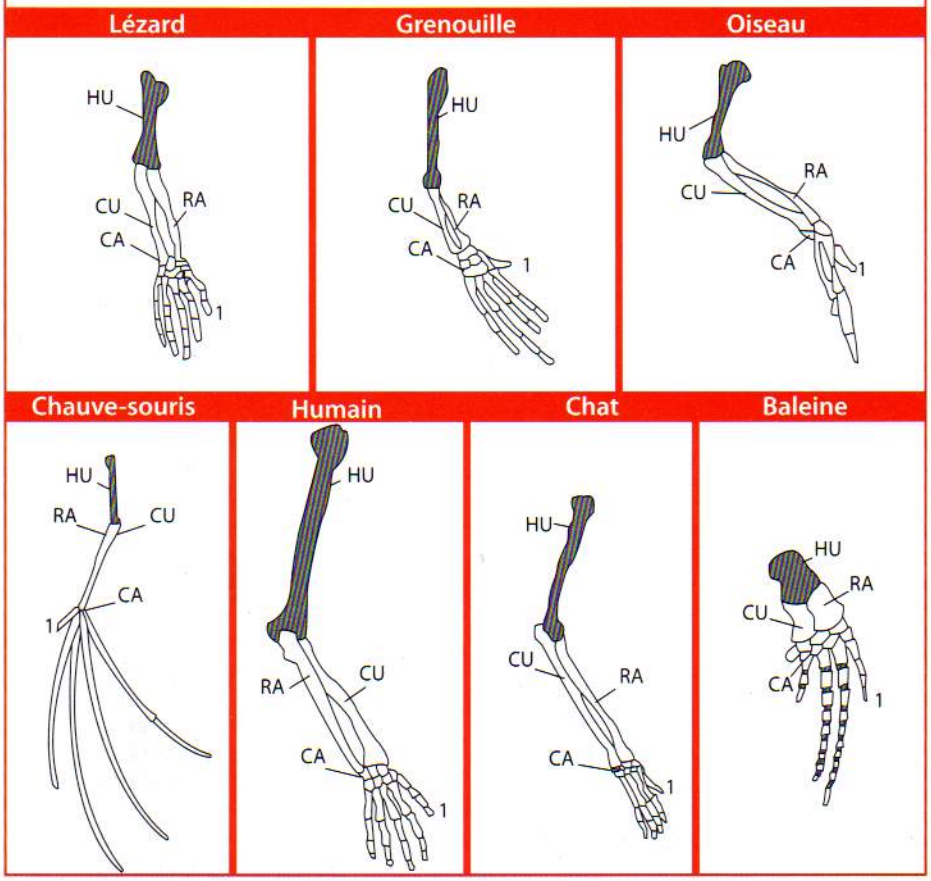
La théorie des trois cerveaux ne correspond plus aux données de la neuroanatomie du cerveau.

pour des comportements parentaux bien plus développés que ceux de nombreux mammifères. Comment expliquer ces conduites s'ils n'étaient dotés que d'un cerveau « reptilien », réduit à quelques réactions de survie ? De même, les capacités d'apprentissage, de mémorisation et les embryons de culture dépistés chez de nombreuses espèces d'oiseaux ne sont plus à démontrer (3). Pour s'occuper de leurs petits, construire un nid, fabriquer des outils, apprendre leur chant..., il faut un cerveau bien plus complexe que l'imaginait P. MacLean (4).
Autre révision : les approches actuelles du système limbique conçu comme « centre des émotions » ne correspondent plus aujourd'hui aux conceptions de P. MacLean. Le cerveau émotionnel, qu'il situait dans les régions sous-corticales, implique en partie des régions du cerveau situées dans le tronc cérébral. Réciproquement, une partie du système limbique est impliquée dans des aptitudes cognitives élaborées : c'est le cas de l'hippocampe, l'un des sièges de la mémorisation et de l'apprentissage (5).
En fait, P. MacLean a construit son modèle du cerveau reptilien « archaïque » à partir d'une conception de l'évolution datant d'un siècle. Il s'est en particulier appuyé sur les travaux de Ludwig Edinger, pionnier de la neuroanatomie comparée. Cet anatomiste allemand désignait le cerveau des reptiles et des oiseaux comme « archaïque » et celui des mammifères comme « nouveau » (ou « néo »).
L'idée d'une superposition de structures a été abandonnée au profit d'une vision plus « buissonnante » de l'évolution. Voyons de quoi il s'agit.

Les quatre pôles du cerveau des vertébrés

L'évolution du cerveau est envisagée désormais sur un autre modèle : la même structure fondamentale du cerveau existe chez les membres de la classe des vertébrés que sont les poissons, les reptiles, les oiseaux et les mammifères. Ce qui change d'un ordre animal à l'autre ou d'une espèce à l'autre est le développement relatif de telle ou telle structure. Pour bien comprendre ce que cela signifie, arrêtons-nous un instant sur cette classe des vertébrés.
Les poissons, les reptiles, les oiseaux, les mammifères (dont les humains) y appartiennent tous et partagent des caractéristiques anatomiques communes. Cette anatomie commune se retrouve dans le plan d'organisation du squelette : une colonne vertébrale avec des membres et terminée par un crâne. Les membres eux-mêmes sont composés sur un même schéma en quatre parties *(figures p. 16)*. Les membres des vertébrés – la nageoire du poisson, l'aile de l'oiseau, les pattes des mammifères ou les bras des humains –, bien qu'apparemment différents, reposent en fait sur une même structure de base.
Sur le plan physiologique aussi, les organismes sont bâtis sur des systèmes communs. Il en va ainsi des hormones, qui jouent un rôle déterminant dans nos conduites. Chez tous les vertébrés, qu'ils soient poissons, lézards, oiseaux, rats ou humains, pourtant éloignés sur le plan de l'évolution, l'organisme dépend de la thyroïde, de l'hypophyse (qui régule

Vertébrés : une structure unique



Comparaison des membres de sept vertébrés.
Ailes, pattes, nageoires, bras : une seule et même structure.
HU : humérus, CU : cubitus, RA : radius, CA : carpe, 1 : pouce.

les hormones de la croissance), des gonades sexuelles (spermatozoïdes et ovaires). Au niveau cognitif, nous disposons d'un appareil sensoriel – vue, odorat, toucher – qui repose sur des principes similaires.

Il en va de même pour le cerveau de tous les vertébrés : il est composé d'un petit nombre de structures fondamentales (les cinq vésicules). Partons de l'anatomie du cerveau humain : on peut le décomposer grossièrement en quelques parties principales. Voyons lesquelles. Si le cerveau humain était un chou-fleur, on pourrait distinguer :

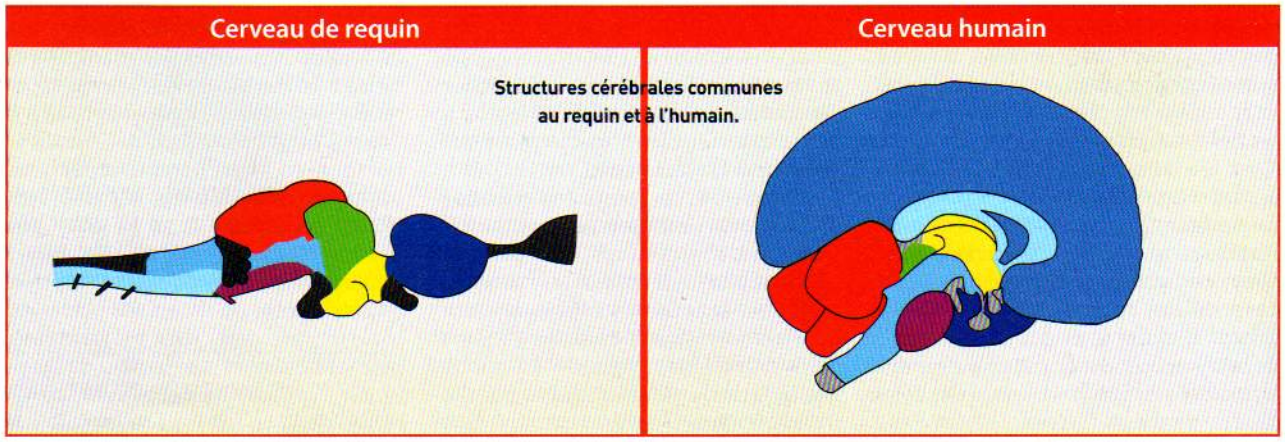
- le tronc cérébral (c'est la tige du chou-fleur), formé du bulbe rachidien, du pont et du mésencéphale ;
- le cervelet, qui est accroché à l'arrière du tronc ;
- le tronc débouche sur une grappe formée de plusieurs ganglions. Cette partie centrale, qui forme le cœur du cerveau, est composée du système limbique (amygdale, hippocampe, fornix) ; s'y intègrent aussi des parties du diencéphale (thalamus et hypothalamus). Cette région est dite « sous-corticale » car elle est placée sous le cortex ;
- enfin le cortex qui coiffe le tout. C'est la partie extérieure, la plus grosse de notre chou-fleur. Il est divisé en deux hémisphères, eux-mêmes composés de quatre grands lobes : occipital, pariétal, temporal et frontal.

Toutes ces structures sont présentes chez les vertébrés, même si leur répartition et leur volume sont différents entre le requin et l'humain par exemple *(schéma ci-dessous)*.

Ainsi les lézards possèdent bien l'équivalent d'un cortex (le pallium) où sont traitées les informations visuelles, olfactives ou motrices. De même, l'hippocampe, important dans la mémorisation et l'apprentissage, est présent chez les oiseaux contrairement à ce que pensait P. MacLean [7].

L'humain a surdéveloppé certaines structures

Ce qui change d'une espèce à l'autre est le volume respectif des différentes fonctions [7]. Chaque espèce a plus ou moins développé certaines structures et les capacités cognitives qui leur sont associées : l'odorat chez les uns, l'ouïe chez les autres ; la mémoire, le sens de l'orientation, les capacités de communication sont plus ou moins élaborés selon qu'une espèce est sociale ou non. Il existe autant de cerveaux que de formes d'intelligence. Mais toutes sont composées à partir d'un petit nombre de structures et fonctions communes.



Structures cérébrales communes au requin et à l'humain.

Ce qui rend le cerveau humain

Depuis que l'on s'intéresse à l'organisation du cerveau, de nombreuses raisons ont été avancées pour expliquer la singularité de celui des humains.

En matière cérébrale – comme dans d'autres domaines –, ce n'est pas la taille qui compte ! Longtemps, on a cru que ce que qui faisait la spécificité du cerveau humain était d'être « gros » (1,6 kg en moyenne) par rapport à celui du chimpanzé (0,4 kg). Mais à cette aune, nous sommes largement dépassés par l'éléphant ou la baleine. Le cerveau du cachalot, par exemple, pèse entre 6 et 7 kg, il est donc cinq fois plus que le nôtre.

Serait-ce donc sa taille relative (ou « coefficient d'encéphalisation », c'est-à-dire le gros rapport entre le volume du cerveau et le volume du corps) qui compte ? Dans ce cas, si le coefficient d'encéphalisation des humains est bien le double de celui des chimpanzés, il faut s'incliner devant le singe-écureuil ou encore le dauphin, qui ont un rapport taille du cerveau/taille du corps plus élevé que le nôtre.

Le nombre de neurones serait-il un meilleur candidat pour définir la principale spécificité du cerveau humain ? Avec 100 milliards de neurones, notre cerveau dépasse largement celui de la grenouille (160 000 neurones) mais se trouve distancé par celui de l'éléphant qui en possède le double (200 milliards). Même si l'on ne prend en compte que le nombre de neurones du cortex, la baleine en compte le triple (30 milliards) par rapport à l'humain (11 milliards).

Le néocortex des humains se différencie toutefois de celui des autres primates par un nombre de circonvolutions bien supérieur (il atteint une surface de 1 600 cm²), ce qui lui donne son allure beaucoup plus plissée.

Si l'on veut comprendre ce qui distingue nettement le cerveau humain de celui de ses cousins mammifères, il faut donc chercher ailleurs. L'une des pistes se trouve à l'avant du cerveau, dans la zone dite « frontale », qui a connu chez l'humain un développement extraordinaire.

L'expansion du lobe frontal

Le lobe frontal est donc cette zone du cerveau située à l'avant du cerveau (d'où son nom). La découverte des principales fonctions du lobe frontal est due au grand psychologue russe Alexandre Luria (1902-1977), élève d'Ivan Pavlov et de Lev Vygotsky, et pionnier de la neuropsychologie. À partir des années 1960, A. Luria a consacré la plupart de ses travaux au lobe frontal. Ses découvertes sur le sujet font encore référence. Le premier, il a compris le rôle du lobe frontal dans les conduites d'anticipation et de planification d'activités.

A. Luria montrera que le lobe frontal est également le siège de la pensée abstraite, du raisonnement complexe, ainsi que du contrôle du comportement. Depuis les travaux pionniers d'A. Luria, les connaissances sur le lobe frontal ont beaucoup progressé, même s'il reste bien des questions à résoudre.

Le lobe frontal est composé de plusieurs sous-parties dont le cortex préfrontal qui nous intéresse le plus ici. Il occupe la plus grande partie du lobe frontal et se charge des principales fonctions intellectuelles supérieures. Le cortex préfrontal est d'abord lié à la « mémoire de travail ». Celle-ci est impliquée dans une foule d'opérations intellectuelles complexes : on l'utilise pour prévoir un repas, effectuer un calcul mental, rechercher ses clés, écrire une lettre, jouer aux échecs, planifier un projet, etc.

Tous ces types d'activités supposent par ailleurs de la « concentration », une forme d'attention soutenue très particulière qui implique de mettre en sommeil toutes les informations en provenance du monde extérieur (qu'il s'agisse des sons ou des images) pour se concentrer sur ses pensées. Voilà pourquoi pendant que l'on effectue un calcul mental complexe, on a besoin de faire silence ou de lever les yeux pour s'isoler dans ses pensées.

Grand ordonnateur de la pensée réfléchie, le cortex préfrontal assure par ailleurs une autre fonction centrale dans nos conduites : la régulation des émotions. Penser, réfléchir, créer des idées exige donc de « mettre en veilleuse » le monde extérieur afin de « lire dans ses pensées ». Ne serait-ce pas cela qui fait le propre de la pensée humaine ?

Selon cette nouvelle approche, on sait qu'il ne faut pas chercher une structure nouvelle, mais plutôt un mode d'organisation particulier et l'essor de certaines fonctions. L'un des candidats privilégiés est le lobe frontal. Il représente l'une des caractéristiques majeures du cerveau humain. ■ **J.-F.D.**

Si le cerveau humain s'est développé de façon particulière (de même que toutes les autres espèces ont leurs particularités), ce n'est pas en ayant ajouté un nouvel étage à l'architecture cérébrale des vertébrés, mais en ayant simplement surdéveloppé certaines structures. Reste à voir lesquelles *(encadré ci-dessus)*.

Le modèle de P. MacLean est donc aussi simple et populaire que faux. On doit toutefois lui reconnaître d'avoir eu des vertus pédagogiques indéniables, celles d'avoir popularisé l'idée que le cerveau est un produit de l'évolution et qu'il est composé de structures différentes présentes chez d'autres espèces. C'est déjà beaucoup. Après tout, il vaut mieux parfois des idées fausses ou approximatives que pas d'idée du tout. ■

NOTES

(1) Le mot « limbique » (du latin *limbus*, bord) avait déjà été proposé par Paul Broca.

(2) A. Koestler, *Janus*, 1978, rééd. Calmann-Lévy, 1994. Il avait déjà popularisé la thèse de P. McLean dans *Le Cheval dans la locomotive*, 1967, rééd. Calmann-Lévy, 1994.

(3) Voir J.-F. Dortier, « À quoi pensent les oiseaux ? », *Sciences Humaines*, n° 190, février 2008.

(4) Pour accéder à un développement très intéressant sur l'organisation du cerveau de l'oiseau, consulter www.ornithomedia.com/pratique/debuter/debut_art42_1.htm

(5) Pour en savoir plus : http://lecerveau.mcgill.ca/flash/capsules/histoire_bleu01.html

(6) Consulter http://neurobiotaxis.livejournal.com/757.html?thread=7157

(7) Il est possible aussi que certaines zones aient changé de fonction.