

Histoire naturelle du cerveau humain

Jacques-Michel ROBERT

C'est un anatomiste allemand WALDEYER qui a inventé le mot «chromosome» en 1880 (qui veut dire corps coloré), et c'est aussi lui qui a créé le mot «neurone». Je ne sais si l'on a célébré un «centenaire Waldeyer» mais aujourd'hui je voudrais dédier cette courte conférence à sa mémoire.

On connaît bien maintenant les ingrédients qui, lorsqu'ils manquent, empêchent le développement de la vie. La vie, c'est de l'eau, de l'énergie et des acides nucléiques.

$$\begin{array}{c} \mathbf{VIE =} \\ \\ \mathbf{H^2O} \\ + \\ \mathbf{énergie (photons)} \\ + \\ \mathbf{acides nucléiques (ADN-ARN)} \end{array}$$

Il n'y a pas de vie sans eau sur notre terre, pas de vie sans énergie (on pense tout de suite aux photons solaires) et pas de vie sans les acides nucléiques, l'ADN et l'ARN, dont j'aurai peut-être à dire quelques mots. Mais vous savez qu'ils existent et c'est l'essentiel. Alors des commencements à aujourd'hui, comment en est-on arrivé là ? Que s'est-il passé ? Comment va-t-on des premières molécules de la vie, la «soupe primitive», une «soupe» qui a duré longtemps seule puisque l'émergence des terres est relativement récente, jusqu'au cerveau humain .

Il y a des gens qui se sont amusés à reprendre le vieil aphorisme formulé par Haeckel en 1883 pour s'interroger : l'embryogénèse est-elle une courte récapitulation de l'évolution des espèces (la phylogénèse) ? A quelques détails près, l'adage d'Haeckel reste valable. Enfin on sait que Claude Bernard en 1865 a écrit «la vie est UNE».

Les premiers neurones de l'éponge sont atypiques. L'éponge de toilette, l'éponge «benthique» (1) , celle qui se niche au creux des profondeurs est un animal extraordinaire qui a «inventé» le tissu conjonctif. Avant l'éponge on ne trouve traces ni de tissu conjonctif ni de cellules nerveuses. Un nouveau bond en avant a été réalisé plus tard

(1) faune du "fond" des mers

au moment où est apparue la méduse. La méduse, par rapport à l'éponge, a choisi la liberté : elle peut utiliser soit une forme de reproduction «benthique», asexuée, qu'on appelle la strobilation soit une forme sexuée libre non fixée au fond comme les animaux benthiques. La première «liberté» c'est bien chez la méduse qu'elle se dessine. Quel changement est-il intervenu entre le neurone de l'éponge et celui de l'appareil de la méduse ? Chez l'éponge les cellules nerveuses sont diffuses sans spécialisation évidente. Chez les méduses, deux sortes de cellules nerveuses apparaissent qui nous intéressent beaucoup, nous médecins. Premièrement une méduse «voit» : elle possède des cellules spécialisées sensibles à la lumière et, deuxièmement elle possède des statocystes (1) -nous-mêmes en possédons dans nos canaux semi-circulaires au sein de notre oreille interne- : le mal de mer, les phénomènes de vertiges sont dus à leur hypersensibilité. Grâce à ces cellules nerveuses, la méduse a déjà ces qualités que vous connaissez et que nous redoutons : elle se dirige, elle attaque, elle «voit» la lumière et en cela réside une innovation très importante qu'on peut qualifier de décisive.

Des millions d'années ont passé puis s'est produit un phénomène extraordinaire qu'on ne s'est jamais vraiment expliqué et que je vais résumer au risque de faire sourciller les vrais savants en zoologie et en paléontologie mais que personne ne niera : les êtres vivants sont vertébrés ou invertébrés. A ce stade les animaux ont acquis une symétrie et un axe avec un «Avant» et un «Arrière». Certains, moins répandus, y ont échappé (c'est très difficile de savoir pourquoi) et ils présentent une symétrie radiaire, je veux parler des échinodermes (des oursins) et de l'étoile de mer. Mais si vous mettez ces cas particuliers de côté, que reste-t-il ? Des invertébrés et des vertébrés qu'un grand phénomène sépare : l'apparition d'une petite baguette de tissu conjonctif qui en soi n'a l'air de rien et qu'on appelle la chorde dorsale. Du jour où cette dernière est apparue le plan de l'organisation a été changé. J'ai étudié dans mes premières années de médecine un animal l'amphioxus sans mesurer tout son intérêt. Amphioxus, en grec, cela signifie «pointu des deux bouts». Il possède une ébauche de tube neural. L'amphioxus n'a pas d'encéphale. Lui aussi, comme la méduse, possède des yeux situés tout le long de la ligne latérale du corps.. La gouttière nerveuse à l'extrémité postérieure n'est pas fermée. (Chez un enfant qui naît avec une gouttière qui n'est pas fermée, on appelle cela un spina bifida). Chez l'amphioxus, l'ampoule

(1) étymologiquement "cellule de l'équilibre"

antérieure du tube est rudimentaire : anencéphalie et spina bifida. Par là , l'amphioxus s'inscrit dans la grande dichotomie caractéristique du règne animal : d'un côté, les animaux qui ont leur système nerveux «sur le ventre», c'est-à-dire entre la partie antérieure du corps et le tube digestif, on les appelle d'un terme générique les «hyponeuriens» et de l'autre les animaux dits «épineuriens» dont nous sommes, qui portent leur système nerveux «sur le dos». (Figure 1)

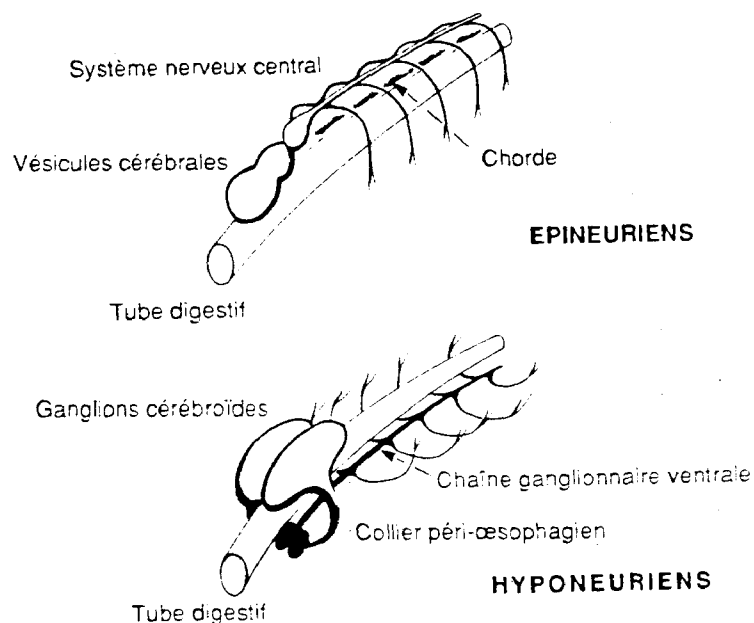


Figure 1

Certes les épineuriens ont conservé ce que l'on appelle le système nerveux autonome : tout ce qui fait battre le coeur, tout ce qui règle la tension, tout ce qui fait respirer automatiquement, tout ce qui ordonne le péristaltisme digestif en un mot tout ce qui se fait sans le cerveau, sans la conscience. Tout se fait avec ce reste de vieux tissu sans myéline. La myéline constituera un progrès ultérieur. Très peu d'invertébrés ont «inventé» la myéline alors que tous les vertébrés et tous les épineuriens sont dotés de nerfs à myéline, d'un système central et d'un système nerveux périphérique myélinisés.

Les épineuriens n'ont pas trouvé au cours des temps devant eux d'obstacle à la création de nouvelles couches de neurones à chaque fois qu'il s'est produit une mitose. Pour eux, chaque fois qu'un feuillet est venu remplacer un autre ou tout au moins le compléter, il a eu la possibilité de se développer «vers l'avant», au sein d'une cavité crânienne, d'où le perfectionnement incessant de l'encéphale du poisson à l'homme. Que le système nerveux d'un invertébré a-t-il trouvé en avant de lui ? Les langoustes, avec leurs palpes, leurs antennes, leurs antennules, les insectes avec leur trompe ont réalisé un perfectionnement qui a «occupé» toute la partie «avant» des chaînes nerveuses. Ils n'ont pas pu développer leur «cerveau» sur leur ventre comme ils auraient porté un goître. Le collier péri-oesophagien (**Figure 1**) est un «effort» de l'invertébré pour rester en relation avec ce qu'il vaut mieux appeler des «ganglions cérébroïdes» qu'un cerveau vrai (**Figure 1**). Je suis de ceux qui pensent qu'on n'a pas le droit de parler des termes «cerveau» ou «encéphale» lorsqu'il s'agit d'invertébrés. On a pu voir chez ceux-ci les deux extrêmes : ce que Cuvier appelait les acéphales, ce sont les mollusques, les huîtres, tous les bivalves. Ils possèdent trois ou quatre ganglions qui font qu'une huître qui n'a ni tête ni cerveau, peut contracter ou relâcher les muscles de ses valves, c'est à peu près tout. Les huîtres n'ont pas disparu de la surface du globe pour autant. Quand on se promène dans les collines entre Le Beausset et Bandol, on voit qu'il s'agit de montagnes faites de coquilles de moules et d'huîtres fossiles que la mer a apportées et l'on se dit : «malgré la casse, elles sont toujours là».

A l'autre extrémité du groupe des mollusques on trouve, très perfectionné, le seul invertébré chez lequel on puisse, pendant au moins un temps, développer un certain apprentissage, c'est la pieuvre Octopus, chère au Commandant Cousteau. Elle a huit tentacules et sait dans un aquarium expérimental reconnaître une partie électri­fiée (nocive) et l'autre pas (agréable). Elle apprend qu'il ne faut pas aller dans l'endroit électri­fié. Un céphalopode comme la pieuvre présente une autre curiosité d'origine inconnue : pourquoi les poulpes ont-ils un oeil qui ressemble à l'oeil des mammifères, c'est-à-dire un oeil caméculaire avec une chambre, une rétine, un cristallin ? C'est une des anomalies de l'évolution. Qu'est-ce que ce programme génétique (fabriquer chez le poulpe un oeil chez un embryon de type épineurien) est-il venu faire au milieu des céphalopodes ?

Les gènes de l'embryogénèse, ceux qui font qu'une mouche ou qu'une guêpe possèdent trois segments thoraciques, huit segments abdominaux, sont retrouvés presque identiques chez la souris, chez le rat et chez l'homme ? On a isolé une séquence protéique de 180 amino-acides codée par une séquence (ADN) de 60 nucléotides; le «degré d'homologie» entre les séquences génétiques qui segmentent le corps d'une mouche et celles qui segmentent les somites (1) d'un mammifère est particulièrement élevé.

Nous nous rapprochons de notre cible (le cerveau humain) avec les poissons. Quand je regarde une tête de brochet coupée le crâne ouvert, j'ai l'impression que le cerveau est un «grain de riz dans une cathédrale gothique». Une tête de brochet est composée de dents, d'un nez, d'une mâchoire fabuleuse. Si un architecte examinait cette tête de brochet, il aurait recours à des formules de bâtisseurs de cathédrales pour nous faire comprendre comment ces éléments s'articulent : il faut que la voûte du crâne soit très haute pour équilibrer la formidable mâchoire. Quant on examine le cerveau d'un poisson à la loupe, on observe que sa surface ne présente ni circonvolutions ni sillons (ce que les anatomistes latins appelaient respectivement Gyrus et Sulcus). Le cerveau de certains enfants débiles profonds ressemble malheureusement à ce cerveau rustique. Ces enfants vivent peu d'années et à l'autopsie on constate qu'ils sont lissencéphales. Il ne s'agit pas de l'anencéphalie que nous évoquions précédemment mais à proprement parler de lissencéphalie. C'est un cerveau humain qui s'est arrêté au stade de développement d'un cerveau de fœtus de trois mois. Les mitoses nécessaires pour aller au-delà ne se sont pas faites.

Quand le cerveau du fœtus humain développe entre 3 mois et la naissance, puis bien au-delà, ses circonvolutions, il creuse des sillons, fait «surgir» des circonvolutions parce qu'il «arrive» sans cesse des cellules en nombre important. On dit (mais je ne sais pas si c'est exact) qu'il y aurait 250.000 mitoses à la minute chez le fœtus humain pour édifier entre 3 et 5 mois ce cerveau qui va ensuite poursuivre sa maturation, après la naissance et au-delà. Donc à chaque moment-clé où se constituent certaines anomalies du système nerveux central et du cerveau en particulier (l'anencéphalie, le

(1) obtenus par la segmentation de l'embryon lors de son développement

spina bifida, la lissencéphalie) on retrouve l'analogie avec celui d'un animal autrefois fixé par l'évolution qui a parfaitement vécu mais qui n'a jamais pu «aller plus loin». On repense ici à Haeckel malgré les critiques dont il a été l'objet et aussi à ces conséquences qui font qu'on passe par des stades qui ont demandé des dizaines de millions d'années à l'évolution et qui surviennent très rapidement en 9 mois au maximum. Chez un foetus humain, au bout de deux mois, l'embryon humain, cerveau excepté, est presque entièrement terminé. A la fin du deuxième mois le coeur est en place, à la fin du troisième mois les reins définitifs sont en place et le cerveau se construit. Une comparaison : quelle est la grande différence entre l'embryologie du rein humain et celle du cerveau ? Chez un embryon humain de 5 ou 6 semaines, le rein est dans le cou (pronephros). Comme un architecte qui n'est pas content de son brouillon, la nature le déchire et n'en conserve rien ; le rein dans le cou disparaît. Au cours du deuxième mois, le rein se trouve dans le thorax (on l'appelle mesonéphros) : c'est le même système qu'un rein de grenouille ; de celui-ci il restera quelque chose qui va donner la trompe de Fallope chez la femme. C'est en quelque sorte de la «récupération». Comme dit François JACOB sous certains aspects, l'évolution, c'est une suite de «bricolages». (On récupère des pièces et on s'en sert pour la suite). Finalement s'installe le rein définitif qui va sécréter le liquide amniotique tant que l'enfant n'est pas né. La plupart de ses «vraies» excréments se font par la mère grâce au cordon ombilical. Si j'ai parlé de cette récapitulation un peu longuement c'est parce que dans le système nerveux de perfectionnement gagné depuis le poisson, nous n'avons rien perdu. Ainsi le cerveau s'est créé couche par couche, strate par strate. N'oublions pas que ces strates ne sont pas cloisonnées mais qu'il existe de grandes colonnes, de grands «câbles» qui réunissent ces strates successives dans le tronc cérébral et la moëlle épinière.

On ne peut pas comprendre l'histoire naturelle du cerveau humain si on n'a pas compris que nous autres, vertébrés, avons (en tant que foetus) commencé par avoir un «système poisson» d'allure lissencéphale. Mais par d'autres performances les poissons sont bien plus forts que nous : le nez du poisson ne sert pas à respirer car il a, pour cela, des branchies, mais il sert à son odorat : on a enfin compris pourquoi les saumons retournent à leur rivière natale. On sait les leurrer en mélangeant les odeurs de chacun des 36 fleuves du Canada, puis en tirant d'eux des extraits au parfum spécifique d'un fleuve. Les saumons marqués sont retournés «au nez» à leur premier habitat, et pas du tout parce que les femelles les «appelaient». Sur le plan de l'olfaction on a plutôt perdu donc par rapport aux poissons. Alors qu'un saumon est dit un «macrosmate», on nous désigne sous le terme de «microsmates».

Remontons dans le système nerveux d'arrière en avant, (ou de bas en haut chez un bipède) : tous les vertébrés ont une moelle épinière. Puis plus haut, il y a ce qui ressemble à la salle des machines d'un bateau : le bulbe rachidien. Quand on fait une ponction sous-occipitale pour une méningite, on fait très attention de ne pas aller trop loin parce qu'alors on piquerait le «noeud vital», «la machine». Un bulbe rachidien c'est ce qui nous permet de respirer quand nous dormons, ce qui communique au coeur un certain rythme, ce qui règle la pression artérielle. En 1954 on a amené des centaines de poliomyélitiques en train de mourir dans un service spécialisé où il n'y avait que deux ou trois «poumons d'acier». Il a bien fallu alors mobiliser tous les externes des hôpitaux pour, avec des vessies de caoutchouc qu'on gonflait et dégonflait alternativement à la main, maintenir en vie ces gens dont beaucoup ont survécu et nous rappellent ces moments horribles qu'ils ont connus. Quand le bulbe est envahi par le virus, (c'est le cas de certaines poliomyélites) tout s'arrête sur le plan vital.

Si l'on poursuit «l'ascension», on découvre des étages qui ne sont «arrivés» qu'avec les reptiles. Je m'en voudrais de «sauter» l'âge des amphibiens. Ils sont également très importants sur le plan cérébral. Comme leur nom l'indique, ils sont aquatiques pendant leur période larvaire, et après ils deviennent des adultes aériens et ils ont des poumons. Mais il ne suffit pas d'avoir un coeur qui bat et des poumons qui respirent, une tension artérielle qui se tient, il faut aussi une stabilité de la sexualité. Parmi tous les «vieux» animaux abordés plus haut, certains se développaient d'une façon non sexuelle. Le sexe féminin ou masculin est encore mal «fixé» chez les poissons. Avec les reptiliens, une nouveauté est à préciser : cette partie du cerveau dont Harvey Cushing disait «cet hypothalamus qui tiendrait sous mon ongle» contient le gonostat donc ce centre de commande et de régulation des hormones mâles et femelles avec le simple relais bien connu de l'hypophyse détrônée de son rôle de chef d'orchestre. Au même étage il y a d'autres mécanismes de régulation, l'un est particulier aux mammifères. On sait très bien qu'au-dessus de 44°, comme dans certaines crises de tétanos, le cerveau meurt. Il faut donc garder l'équilibre de la température, le thermostat. Les reptiles s'en moquent et l'appareil thermo-régulateur n'existe pas chez eux.

Il faut encore mentionner deux systèmes de régulation sans lesquels nous ne serions pas là : le mécanisme régulateur de la soif. Quand on détruit ce centre on boit des litres d'eau et puisqu'on les urine, il faut continuer à boire : cela s'appelle le diabète

insipide qui n'a rien à voir avec le diabète sucré. Le centre de la faim constitue l'autre mécanisme indispensable. On peut pour des raisons médicales ou psychologiques être un boulimique ou un anorexique. Ces maladies guérissent bien maintenant mais on sait que c'est un dérèglement "fonctionnel" qui frappe ces centres de la faim, de la soif, de la sexualité et de la température.

Un reptile ne pense pas et ne rêve pas. Michel Jovet a donné pour le MURS, sur ce sujet, il y a 8 ans, une conférence remarquable. Le rêve commence à peu près à ce niveau des Ages. Le sommeil, le rêve, le sommeil paradoxal, toute cette formidable circuiterie à base de sérotonine, sont en balance avec la substance «réticulée» du tronc cérébral qui assure la vigilance. Un navire doit rester en état de vigilance. Pour cela, diverses personnes prennent leur «quart». Ce n'est jamais la même personne, 24 heures sur 24. Un humain passe au lit près d'une moitié de sa vie. Le professeur Jovet a pu montrer qu'on pouvait diviser en deux phases notre sommeil avec d'un côté le sommeil profond dit «réparateur» d'un autre côté la période dite de «sommeil paradoxal» pendant laquelle (pour citer en exemple nos frères inférieurs), les chiens, les chats s'agitent, rêvent, courent après une proie fantôme. Selon Jovet ils «reprogramment» leurs souvenirs. Tout ceci pour vous dire que quand vous prenez un somnifère, méfiez-vous de ne pas détruire votre sommeil paradoxal. Il est bon de rêver (même si vous ne vous souvenez plus de vos rêves) parce que cela répond à un besoin physiologique.

Montons encore d'un étage. C'était le grand trou noir jusqu'à il y a quelques années, non pas sur le plan de l'anatomie (tous les anatomistes connaissaient bien le système limbique) mais sur le plan des fonctions de cet étage-là. Freud a occupé ce terrain en neurologue qu'il était au début de sa carrière. Qu'y a-t-il dans ce cerveau «intermédiaire» ? Il a retrouvé à ce niveau de l'inconscient des «scènes d'enfants». Souvenez-vous de l'Opus 15 de Schumann (Schumann est mort deux ans avant la naissance de Freud). Il avait retrouvé avant l'heure tout cet imaginaire que l'enfant se construit et phantasme.

On sait désormais que le «septum», cette cloison qui sépare les deux hémisphères, lorsqu'il est électriquement excité procure une sensation de plaisir. Les rats qui ont appris à appuyer sur une petite pédale qui envoie du courant dans une électrode plantée

dans le septum, (et qui, en quelque sorte font une sorte de «masturbation» du cerveau limbique) sont «contents». Quand on détruit cette région, on en fait des «tueurs». Cela explique que certaines tumeurs cérébrales de cette région peuvent se signaler au commencement par des comportements très graves avec des crimes «de sang». L'électro-encéphalogramme est un des premiers examens à faire lorsqu'on est en présence d'un flagrant délit de meurtre inexpliqué.

Venons-en maintenant à la mémoire. C'est très compliqué mais c'est en train de se simplifier. La circonvolution et le noyau hippocampique sont des comparateurs. Ces structures permettent de nous débarrasser la mémoire de tout ce qui pourrait l'encombrer : je prends l'image des feux de circulation, le soir, quand vous passez en voiture et que tous les feux sont verts ; vous allez de plus en plus vite et si vous allez trop vite, vous ne vous arrêtez pas au feu rouge parce que vous ne le remarquez pas. L'hippocampe est un comparateur qui vous avertit : attention prenez garde, il y a quelque chose d'anormal, ce qui devrait être vert est rouge, arrêtez-vous. En un mot c'est l'organe du «déjà-vu, jamais-vu,déjà- vu,jamais-vu». Et c'est un des premiers qui mûrit chez l'enfant, qui reconnaît le visage de sa mère avant six mois.

Essayons de nous remémorer notre premier souvenir. C'est peut être à deux ans, trois ans, la naissance d'un frère, un deuil, un déménagement. L'hippocampe fonctionnait certes déjà -heureusement- mais les structures plus complexes de la mémoire ne fonctionnaient pas encore. Les tubercules mamillaires qui ressemblent à des petites «mamelles» sont situées sous les ventricules cérébraux. Lorsqu'elles sont détruites, apparaissent des phénomènes inquiétants. C'est ce qui se passe dans une maladie proche du délirium tremens chez les grands alcooliques. Quelqu'un dont les tubercules mamillaires ont été détruits par l'alcool ne reconnaît plus personne. Comme cette personne veut garder une certaine contenance, elle «saute au cou» de tout le monde. C'est ce qui s'appelle la «fausse reconnaissance». Quand on fait leur autopsie (car malheureusement, il y a peu de chance de les sauver) on découvre ce syndrome décrit par Korsakoff qui vient d'une nécrose par l'alcool des tubercules mamillaires.

Entre tous ces différents étages existent aussi des circuiteries verticales très nombreuses de fibres rayonnantes, des voies latérales, des correspondances entre le haut et le bas. Tout cela fonctionne grâce aux molécules de neuro-transmetteurs dont Jacques Mallet vous parlera dans une prochaine conférence.

Le volume du cerveau humain s'élève à 1500 cm³ (Figure 2). Le poids du cerveau d'un enfant de deux ans c'est 80% du poids du cerveau de l'adulte qu'il sera. Le poids du cerveau d'un nouveau-né (qui pèse 20 fois moins qu'un adulte), c'est le quart du poids du cerveau de l'adulte. C'est fantastique de constater l'importance de cet organe qui pourtant n'est pas mûr, qui a tout à apprendre mais qui est construit pour ça. Aucun animal ne peut s'aligner avec lui.

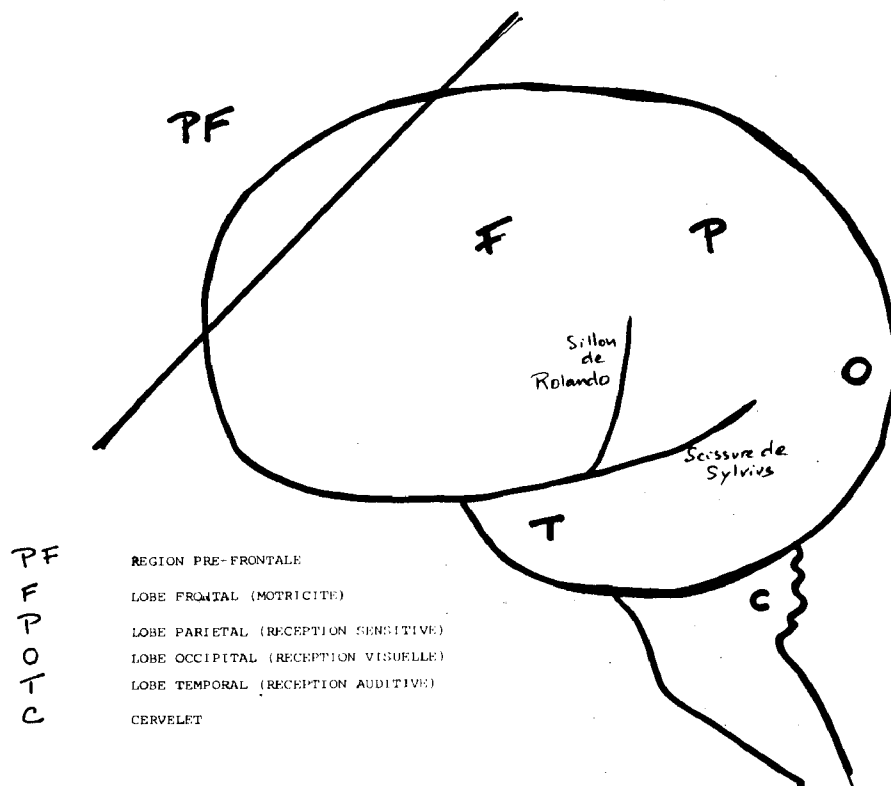


Figure 2

La dernière couche, le cortex, recouvre tous les étages de l'encéphale : il est en branchement sur les affects sensitifs et sensoriels, en contact avec la mémoire, avec l'apprentissage qui tisse les synapses. Ici vient se placer la théorie de Jean-Pierre Changeux pratiquement admise par tout le monde suivant laquelle il y a une sorte de choix sélectif des circuits. Si on ne fait rien passer dans le circuit, si on ne lui « apprend » rien, les synapses ne se forment pas et c'est fini. Le message ne passera peut-être plus jamais puisque la circuiterie ne s'établira pas.

Les synapses diminuent beaucoup en fonction de l'âge. Il y a des «moments» d'acquisition privilégiés à ne pas rater et à connaître en pédagogie.

Il y a six couches dans le cortex cérébral (sauf le globe olfactif où il n'y en a que trois). Les lettres sur le schéma de la figure 2 indiquent les principaux récepteurs. Les lobes occipitaux (O) constituent une sorte de rétine corticale: ils représentent l'endroit qui reçoit, qui analyse les images, «un prodigieux analyseur d'images». Un oiseau n'a pas de cortex développé et par lui-même l'oeil d'un oiseau est sensible seulement au déplacement, au mouvement des images. Seul le tronc cérébral est là pour analyser l'image. Un être humain est comme l'oiseau visuellement sensible au déplacement des objets, mais il possède en outre une vision plus élaborée. Les travaux récents à partir de la rétine ont valu deux années de suite des Prix Nobel à des américains qui nous ont appris des choses intéressantes à ce sujet : la façon dont travaille un cortex occipital pour décoder la couleur grâce aux cônes rétiniens qui sont des analyseurs de la couleur. L'analyse de couleur codée est transmise le long d'un câble avec un million de fibres dans le nerf optique, croisées avant leur entrée dans le cerveau gauche et dans le cerveau droit.

Toutes nos sensibilités profondes et superficielles arrivent dans le lobe pariétal (P). Le lobe temporal (T) est le «sommet» de la mémoire et aussi un carrefour d'associations entre ce qui est vu, ce qui est entendu, ce qui est intégré. C'est aussi la terminaison des voies qui viennent de l'ouïe. Il existe en pathologie des cécités musicales, il existe des surdités centrales : les oreilles fonctionnent bien, mais la projection sur les deux lobes temporaux ne se fait pas. La lettre F représente le lobe frontal proprement dit. Dans la scissure qui sépare le lobe temporal du lobe pariétal et frontal, une plus petite scissure qui se nomme la scissure de Rolando. La grande scissure s'appelle du nom de l'anatomiste qui l'a décrite : la scissure de Sylvius (Figure 2). Quand une artère sylvienne se bouche, c'est l'hémiplégie. Et quand vous bouchez une artère sylvienne ou une carotide chez un singe, il fait aussi une hémiplégie (comme l'être humain). C'est l'histoire naturelle du cerveau des primates. Ce que j'ai isolé (PF) sur le schéma n'est pas développé dans les espèces qui intéressent les primatologues : c'est le cortex «pré-frontal». Chez l'être humain, après la cérébralisation, il y a la frontalisation. Seul le cerveau humain a ce cortex pré-frontal.

Aux Eyzies de Tayac où vivaient les hommes de Cro-Magnon se trouve la statue de ce pêcheur de Cro-Magnon qui est censé «le» représenter. On dispose d'assez de crânes et de moulages endo-craniens pour savoir que le cortex pré-frontal de cet homme valait bien le nôtre avec ses neurones, ses circuits où il avait toutes ces possibilités, la **volonté** (parce que s'il n'existe pas certaines molécules chimiques naturelles particulières qui vous «tiennent le moral» vous n'avez pas de volonté), la **décision** (alors que la panique est quelque chose de contagieux, quelque chose qui n'est pas pensé). Et, puis la **possibilité d'exécution des ordres** et enfin la **créativité**. La créativité qui est vraiment le propre de l'homme.

Je voudrais terminer en vous disant ce qui se passe quand cette zone n'est plus là. Qu'est-ce qui se passe quand cette partie n'existe ou ne fonctionne plus ? Votre coeur bat, votre tension tient le coup, vous continuez à rêver, mais vous cessez de créer. Rappelez-vous Guy de Maupassant. Il est mort de paralysie générale (à cette époque, c'était le parasite de la syphilis dans les méninges du lobe pré-frontal qui le détruisait). Les derniers mots écrits de Guy de Maupassant furent : «le mouton qui...» et puis plus rien. Quand il voyait ses amis, il leur disait «je ne peux plus rien mettre après ces mots, je ne sais plus...» Quand tout un pan de cette mémoire associative s'est effondré, c'est devenu abominable. L'"hémiplégie" est déjà impressionnant, mais la démence elle, n'existe pas chez l'animal. La démence c'est le propre de l'histoire non «naturelle» mais «pathologique» d'un cerveau humain : la perte des facultés intellectuelles supérieures.

Lorsqu'un individu présente des troubles du comportement survenant assez brutalement il faut lui faire un électro-encéphalogramme, un fond d'oeil. J'ai récupéré dans des services psychiatriques des malades considérés comme des déments et qui en réalité présentaient une tumeur du lobe pré-frontal qu'on pouvait opérer. Par exemple, un méningiome c'est en soi bénin. Si vous l'enlevez à temps vous guérissez. Mais si vous ne l'enlevez pas vous en mourrez. Les boxeurs, ceux qui ont souvent été victimes du K. O. debout, évoluent souvent vers une démence dite alors post-traumatique. Pour les automobilistes, la ceinture évite le choc frontal dans le volant et dans le pare-brise avec des délabrements osseux graves.

Je voudrais pour conclure utiliser ce qu'on appelle en mathématiques «la théorie des ensembles». Imaginons, que le plus grand ensemble considéré est constitué par tout ce qui est vivant actuellement sur la planète : la biosphère (végétale et animale). Dans le premier sous-ensemble, nous mettrons les 5 milliards de cortex pré-frontaux des 5 milliards d'humains. Dans le deuxième sous-ensemble, prendra place tout le reste de ce qui est vivant sur terre et qui est sous la domination potentielle du premier. L'éducation concourt à créer des synapses là où il faut, quand il faut, et par qui il faut dans le premier sous-ensemble. Ainsi aurons-nous des enfants qui auront de plus en plus de connaissances bien classées et des cerveaux bien faits, chers à Montaigne. Voilà ma manière de conclure cette conférence, sur une note résolument optimiste.

Jacques-Michel ROBERT
Service de Génétique
Hôpital Hôtel-Dieu (Lyon)