

Psychophysiology : CM n°2&3

Mise en place du cerveau humain Phylogénèse et ontogénèse

La phylogénèse est l'étude de l'évolution au fil des espèces et l'ontogénèse est le développement au sein d'une espèce. On peut établir une sorte de parallélisme entre les deux.

Phylogénèse :

Notion d'évolution :

Darwin et la « théorie du hasard » :

Les individus adaptés à l'environnement ont survécu contrairement aux individus non adaptés. Les espèces sont donc de plus en plus adaptées. Il a été introduit une notion de hasard selon laquelle auraient été introduites des mutations génétiques qui ont conditionné la sélection naturelle.

Classification des espèces :

Elle a évolué au cours du temps. Elle était faite avant d'être basée sur les ressemblances morphologiques alors qu'elle se base beaucoup plus maintenant sur l'étude de fragments d'ADN.

Comportements et système nerveux : perspective évolutive :

Exemples :

Chez les chauves-souris, on distingue deux catégories selon leur comportement de nutrition : gobage d'insecte ou extraction de nectar de fruits. Dans le premier cas il n'y a pas de démarche de recherche de nourriture contrairement à la deuxième catégorie qui implique un traitement de l'information, tri etc. On a constaté que le cerveau est beaucoup plus volumineux dans le deuxième cas avec certaines structures plus développées.

Chez les oiseaux on fait aussi la différence entre ceux qui vocalisent et ceux qui produisent des chants appris (canari par exemple). On a constaté que la partie antérieure du cerveau est plus développée pour le deuxième cas.

Le développement du cerveau et surtout de certaines structures du cerveau est lié d'une certaine manière à l'élaboration des comportements.

Structure du système nerveux chez les vertébrés :

D'une manière générale, plus on monte dans l'échelle de l'évolution, plus le volume total du cerveau est important et également plus les hémisphères cérébraux prennent de l'importance, plus le cortex se développe (plus plissé) et plus l'arborisation dendritique est riche.

Les vertébrés et invertébrés ont presque tous une architecture s'apparentant à système nerveux central et périphérique avec généralement un cerveau. Les neurones sont plus nombreux chez les vertébrés mais plus gros chez les invertébrés car ils réalisent des intégrations directes d'informations. Beaucoup de neurones chez les mammifères ont une gaine de myéline contrairement aux invertébrés mais ils ont des axones géants permettant aussi une information rapide (pour la fuite par exemple). Enfin, chez les vertébrés, le système nerveux central est protégé par les os alors que chez les invertébrés il est situé autour du système digestif.

Evolution du cerveau et comportements :

Théorie des trois cerveaux (Mc Lean, 1950) :

Selon lui le cerveau se développe en trois cerveaux qui s'empilent les uns sur les autres, chacun correspondant à des comportements de plus en plus complexes. Dans l'ordre : le cerveau reptilien (archicortex ou mésencéphale), le système limbique (paléocortex ou paléomammalien) et le cortex (néocortex ou neomammalien).

Plus les espèces sont complexes, plus il y a d'empilement de structures. Pour les espèces n'ayant pas de néocortex, certaines fonctions sont assurées de façon plus rudimentaire par le système limbique. Chez les espèces plus avancées, on trouve donc des reliquats de structure qui assuraient certaines fonctions dans les couches plus profondes.

Taille du cerveau / dimension du corps : facteur d'encéphalisation :

On croyait que le cerveau de l'Homme était le plus grand mais l'éléphant par exemple a un cerveau deux fois plus grand. On a donc calculé le rapport entre cerveau et taille du corps mais là encore il y a incohérence (même ratio chez l'Homme).

et la souris par exemple). On a donc appliqué une échelle logarithmique pour comparer le poids du cerveau par rapport au poids corporel.

Une droite de régression a pu être établie et on constate que plus une espèce est évoluée, plus elle se trouve dans une partie éloignée de cette droite. Cette distance est le facteur d'encéphalisation. On constate alors que certaines catégories se situent pour tous leurs éléments au dessus de la droite (mammifères, oiseaux) ou en dessous (reptiles).

Exemple du comportement de reproduction : on a constaté que le comportement de reproduction par exemple était lié au facteur d'encéphalisation. Les poissons ont une fécondation externe, les œufs ne sont pas protégés. Chez les oiseaux, il y a contact entre le mâle et la femelle et une annonce de protection avec la coquille. Enfin, chez les mammifères, en plus du contact mâle – femelle, il y a protection du petit dans le ventre de la mère.

Hominidés :

Australopithèques (3 millions d'années) : le volume du cerveau est de 450cm^3 , ce qui est comparable aux grands singes. Ils ne fabriquaient pas d'outils et évoluaient dans de petits groupes nomades (20 à 30 individus). Ce ne sont probablement pas les ancêtres de l'Homme actuel mais une autre branche.

Homo Habilis (2 millions d'années) : 640cm^3 . Correspondant à l'âge de pierre avec fabrication des premiers outils.

Homo Erectus (1,5 – 2 millions d'années) : 700 à 1400cm^3 . C'est le premier à se redresser et pratiquer la marche bipède. Correspond à la découverte du feu.

Homo Sapiens Sapiens (20000 ans) : 1400 à 1500cm^3 .

Comparaison Homo Sapiens Sapiens / Chimpanzé :

Aires corticales sensorielles et motrices de la main plus étendues chez l'Homme.

Régions néocorticales de la production et de la perception de la parole plus étendue chez l'Homme.

Spécialisation des hémisphères chez l'Homme.

Aires sensorielles et surtout aires associatives plus étendues chez l'Homme.

Facteur d'encéphalisation plus élevé chez l'Homme.

Surface du cortex de 1 à 2m^2 chez l'Homme contre moins d' 1m^2 chez le Chimpanzé. De plus, les lobes frontaux représentent 30% du volume du cortex chez l'Homme contre 15 à 17% chez le Chimpanzé.

Ontogenèse :

Le poids du cerveau augmente significativement pendant les 5 premières années de la vie. Il augmente ensuite légèrement jusqu'à environ 20ans, reste stable jusqu'à 35ans puis diminue. On ne sait pas exactement pourquoi le poids du cerveau diminue.

Développement prénatal marqué par la formation des neurones :

De la gouttière au tube neural :

Au stade embryonnaire (14 jours) on a simplement une membrane dont la couche externe s'appelle ectoderme. A un point donné, cette couche va s'épaissir pour former la plaque neurale qui va se plier pour former une gouttière. Aux alentours de 25 jours, cette plaque va se refermer et former le tube neural qui deviendra le système nerveux central (schéma ? ? ?).

Les grandes étapes du développement du système nerveux (p12) :

Neurogenèse : prolifération des cellules qui dure tout au long du développement prénatal mais surtout au tout début.

Migration des cellules : les neuroblastes sont les précurseurs des neurones et vont migrer le long du tube neural (puis du système nerveux central) pour se placer et donner les diverses structures.

Différenciation cellulaire : formation des différents types de cellules et de neurones.

Synaptogenèse : allongement pour former axones et dendrites (cette phase se poursuit après la naissance).

Apoptose (mort cellulaire) : ce phénomène est inné et nécessaire pour former de nouvelles structures (par exemple les cellules qui forment les boursoufflures qui deviendront les mains doivent mourir pour laisser se former les mains).

Réarrangement synaptique : phase qui se déroule principalement après la naissance.

Du stade à trois vésicules au stade à cinq vésicules : mise en place des différentes structures du système nerveux (p11) :

Après la formation du tube neural, il va y avoir formation de deux boursoufflures pour former donc trois vésicules (vers la 4^{ème} semaine). Une semaine après, on aura un tube neural avec 5 vésicules. La forme générale ne changera pas par la suite mais il y aura simplement croissance tout au long du développement pré-natal. Vers la 6^{ème} semaine, le tube neural va se courber au niveau cervical et pour séparer les hémisphères cérébraux du reste du système nerveux central.

Développement du cerveau / cortex (page 10) :

Vers 3 mois, on distingue la tête du fœtus et il va y avoir flexion du télencéphale (car le cerveau manque de place dans la boîte crânienne) qui va donner la scissure de Sylvius. A 6 mois, le cortex est lisse mais on a la scissure de Sylvius et de

Rolando. A 7 mois, les grandes scissures sont dessinées et il commence à y avoir des sillons et gyri. Dans les deux derniers mois, la prolifération de cellules et neurones va provoquer la gyrification du cortex qui prendra son aspect final. Chez les prématurés, le développement se poursuivra dans les premiers temps après la naissance. L'apoptose accompagne souvent le développement des synapses (dans les derniers mois de développement). Cette synaptogenèse est le résultat du développement des axones de neurones qui rentrent en contact avec d'autres. On ne sait pas très bien comment se déroule ce premier contact.

Développement post-natal marqué par le développement dendritique et l'augmentation des connexions nerveuses :

Il est marqué par une multiplication des connexions synaptiques entre neurones censés être tous présents (même s'il semblerait qu'il y ait possibilité de création de nouveaux neurones).

Glie : myélinisation (3 mois avant la naissance et après la naissance) :

C'est surtout après la naissance que les grands axones (des neurones moteurs par exemple) se myélinisent. La communication entre les structures devient de plus en plus rapide.

Neurones : ramification et synaptogenèse :

Il y a des étapes décisives pendant lesquels l'absence de contact entre des neurones peut provoquer des absences fonctionnelles irréparables (par exemple l'absence de contact au niveau de l'air primaire de la vision peut engendrer une cécité malgré le bon développement des yeux). Ces étapes se font grâce aux contacts du bébé avec son environnement. Les contacts avec chaque nouvelle stimulation engendrent des nouveaux contacts synaptiques.

Il y a dans un second temps réarrangement synaptique avec renforcement ou régression synaptique selon l'environnement et les stimulations. On ne sait pas si les synapses qui ont régressé restent ou non mais on pense qu'il en reste quelque chose pour prendre le relais après la disparition de synapses due à la mort neuronale.

D'un individu à l'autre, l'emplacement des sillons est légèrement différent. Un neurone peut être connecté à plusieurs dizaines de milliers d'autres neurones.

Salma mouelhi guizani
Maitre assistante