

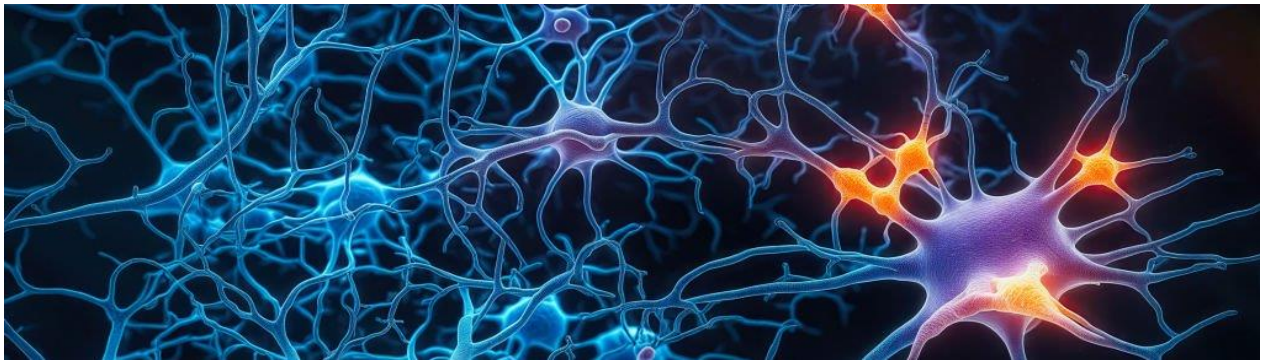
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
زيادة التعلم، العالم، والنهضة العلمية
**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**
جامعة 20 أوت 1955- سكيكدة
UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



Faculté des Sciences
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

COURS DE NEUROBIOLOGIE

Dédié aux étudiants de Sciences biologiques Master 2 Biochimie appliqué.



Réalisé par: Dr BENDJEDID MADIHA

Année universitaire 2024/2025

Avant-propos

La neurobiologie est la science qui étudie le système nerveux, du point de vue de sa structure que son fonctionnement depuis l'échelle moléculaire jusqu'au niveau des organes comme le cerveau et ces réseaux complexes, voir l'organisme tout entier, en passant par les mécanismes de formation, de plasticité synaptique et les fonctions cognitives essentielles telles que la perception, la mémoire, la prise de décision, les émotions...ect . Elle s'intéresse aussi bien au développement du système nerveux qu'aux dysfonctionnements qui peuvent entraîner des maladies neurologiques. La neurobiologie s'appuie sur des approches interdisciplinaires, ces connaissances ouvrent la voie à des applications dans la médecine, la psychologie, l'éducation et même le droit, en éclairant les mécanismes cérébraux impliqués dans la volonté, la motivation et les troubles cognitifs.

Ce cours a pour objectif de connaître les différentes parties du système nerveux ainsi l'aspect chimique, bioélectrique et les pathologies affectant ce système. Le polycopié est répartie en quatre chapitres. Le chapitre un est basé sur des notions générales sur le système nerveux, le chapitre deux électrophysiologie du système nerveux et le fonctionnement des neurones, le troisième chapitre est chimie du système nerveux et le quatrième est pathologies du système nerveux résultant des anomalies ou dysfonctionnement de certaines parties de ce système. En plus des cours s'ajoute les travaux dirigés. Ce cours est destiné aux étudiants de master 2 biochimie appliquées, ainsi qu'à tous ceux qui dans d'autres disciplines, s'intéressent à cette science.

Sommaire

Chapitre 1 : Notions générales sur le système nerveux

1. Subdivisions du système nerveux.....	1
2. Morphologie des Neurones.....	3
3. Variétés de Neurones	4
4. Plasticité neuronale.....	5
5. La fibre nerveuse et ses gaines.....	6
6. les organes nerveux : structure et repartition du tissu nerveux.....	7
7. Classification neurophysiologique des fibres nerveuses.....	9
8. Le cerveau.....	10
8.1. Situation du cerveau et éléments de protection.....	10
8.2.-Morphologie externe du Cerveau.....	12
8.3. Morphologie interne du Cerveau.....	17
9. Cervelet.....	21
10. Le tronc cérébral.....	22
11. La moelle épinière.....	23
12. Vascularisation artérielle.....	24
13. Les fonctions supérieures.....	25
13.1. La mémoire	25
13.2. La conscience	26
13.3. Le sommeil	27

Chapitre 2 : Electrophysiologie du système nerveux

1. Les cellules gliales.....	29
1.1.1. Les astrocytes.....	29
1.1.2. Les oligodendrocytes.....	30
1.1.3. La microglie	30
1.4. Les épendymocytes.....	30
1.5. Cellules de Schwann.....	31
2. La Biologie du neurone.....	31
2.1. Métabolisme du neurone.....	32
2.2. La dégénérescence wallerienne.....	32
2.3. Articulations entre les neurones: (les synapses).....	33

2.4. Mise en évidence de l'influx nerveux.....	34
2.5. La transmission synaptique.....	39

Chapitre 3 : Chimie du système nerveux

1. Les neurotransmetteurs.....	43
2. Classification des neurotransmetteurs.....	43
3. Métabolisme des neurotransmetteurs.....	44
3.1. L'Acétylcholine (le mémorisateur).....	44
3.2. Les catécholamines.....	46
3.3. La serotonine.....	47
3.4. Glutamate et Aspartate.....	48

Chapitre 4 : Pathologies du système nerveux

Accident vasculaire cerebral AVC

1. Généralités	
2. AVC ischémique :	50
2.1. Causes.....	50
2.2. Physiopathologie :	51
3. AVC hémorragique :	51

La maladie d'Alzheimer

1. Généralités :	
2. Physiopathologie.....	52
3. Facteurs de risque :.....	52
4. Les symptômes.....	53

La maladie de Parkinson

1. Généralités :.....	52
2. Physiopathologie.....	53
3. Les symptômes.....	54

L'hydrocéphalie

1. Généralités :.....	55
2. Physiopathologie.....	55
3. Les symptômes.....	55
4. Traitement.....	56

LES TRAVAUX DIRIGÉS

TD 1.....	57
TD 2.....	59
TD 3.....	63
TD 4.....	66
TD 5.....	68
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	70

Chapitre 1 : Notions générales sur le système nerveux

Introduction

Pour se mouvoir et survivre, les animaux et l’homme doivent être informés de l’état du milieu extérieur dans lequel ils sont situés et dans lequel ils doivent organiser leur comportement (chaîne fonctionnelle : information - traitement de l’information - action).

1. Subdivisions du système nerveux

Les appareils anatomiques responsables de ces fonctions essentielles sont les appareils de la vie de relation qui se composent de:

- a) - l’appareil de la locomotion (squelette, articulations, muscles),
- b)-l’appareil de l’innervation
- c) - l’appareil sensoriel (organes du toucher, du goût, de l’olfaction, de la vue et de l’audition).

Ces appareils sont sous la dépendance du système nerveux cérébro-spinal qui comprend le système nerveux central et le système nerveux périphérique.

De plus, les régulations du milieu intérieur, qu’elles soient humorales, sécrétoires, vaso -motrices ou viscérales dépendent d’un système nerveux particulier, appelé système nerveux végétatif ou autonome, comprenant lui-même deux parties :

- le système nerveux orthosympathique,
- le système nerveux parasymphathique.)

En résumé, les différentes parties du système nerveux peuvent être disposées dans le tableau 1

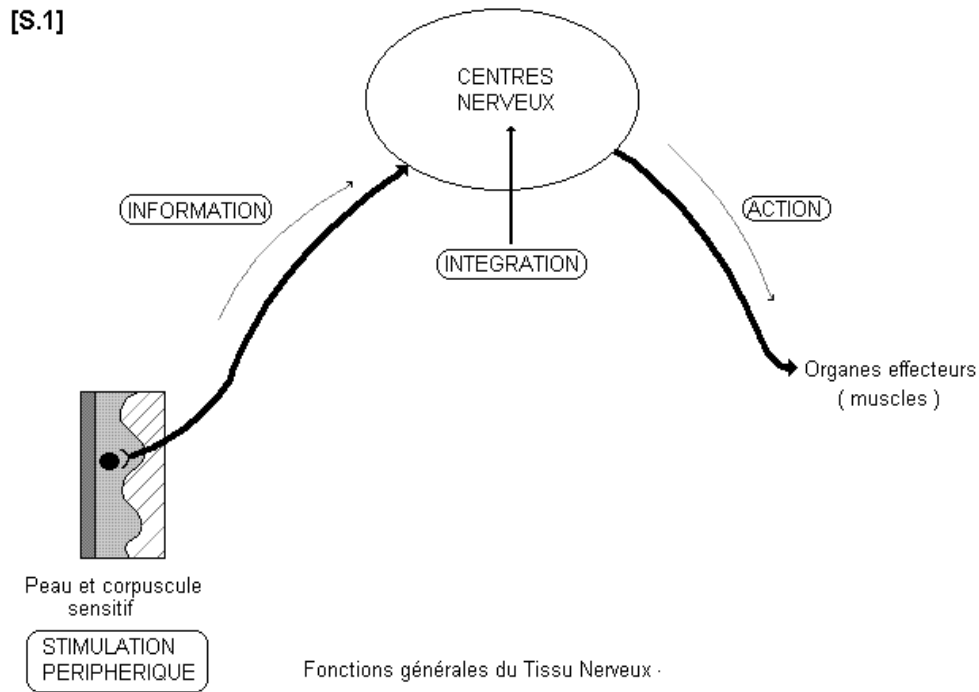
Tableau 1: subdivision du système nerveux

S.N. CÉREBRO - SPINAL Syst. nerveux de la vie de relation avec le milieu extérieur	SYSTEME NERVEUX CENTRAL: CERVEAU, TRONC CÉREBRAL, CERVELET, MOELLE ÉPINIÈRE	FONCTION MOTRICE Innervation des fibres muscul. <u>striées</u>	FONCTION SENSITIVE Innervation somatique sensitive et sensorielle
	SYSTEME NERVEUX PÉRIPHÉRIQUE Nerfs spinaux, plexus, Troncs nerveux périphériques (N. Médian, N. Sciatique, etc....) ----- Nerfs crâniens: - N. somitiques - N. branchiaux		
S.N. VEGETATIF OU AUTONOME Syst. nerveux de la régulation du milieu intérieur (viscères, glandes)	PARTIE PARA - SYMPATHIQUE	Innervation des fibres muscul. <u>lisses</u>	Innervation sensitive viscérale et glandulaire
	PARTIE SYMPATHIQUE (anc. ortho-sympathique)		

LE TISSU NERVEUX

Le tissu qui constitue le substratum du système nerveux est très spécialisé dans sa morphologie et dans ses fonctions.

Il est hautement spécialisé dans la réception des excitations (ou stimuli) venant du milieu extérieur. Ces informations sont transmises sous la forme d'influx nerveux aux centres fonctionnels chargés d'élaborer une réponse, qui est adressée aux organes effecteurs. De plus, une multitude d'informations parviennent au niveau des centres nerveux qui en font la synthèse et construisent une réponse adaptée, immédiate ou différée (stockée en mémoire). Cette assimilation d'informations diverses s'appelle **INTEGRATION**.



L'intégration concerne les fonctions très supérieures comme la conscience, le langage, la mémoire et l'apprentissage.

LA CELLULE NERVEUSE

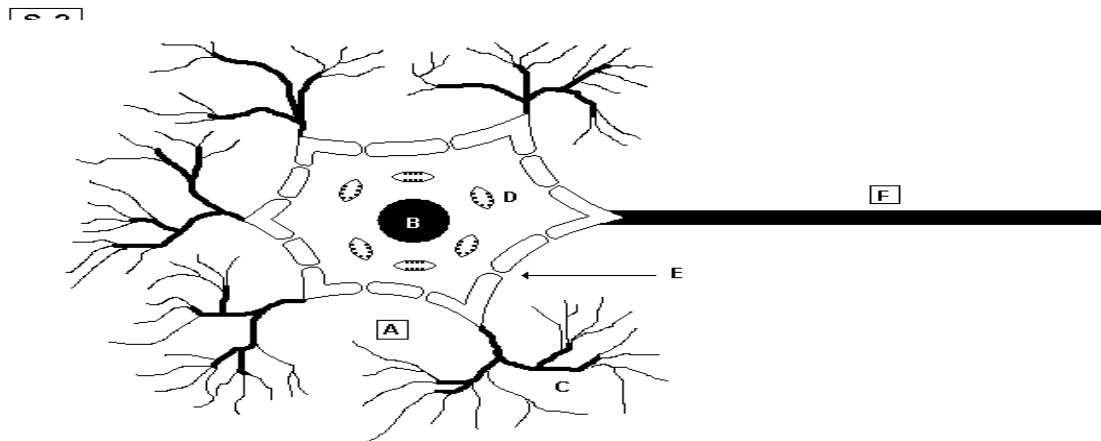
.1.- Caractères généraux

La cellule nerveuse s'appelle neurone. Le neurone dérive d'une cellule souche embryonnaire

appelée neuroblaste. Notre capital de neurones étant fixé dès la naissance, aucune autre division de la cellule souche ne pourra donner de nouveaux neurones. Toute destruction de neurones après la naissance est définitive. Le neurone est une unité fonctionnelle traversée par l'influx nerveux dans un seul sens : il est donc polarisé. C'est aussi une unité trophique car tout segment du neurone qui est séparé du corps cellulaire dégénère et disparaît.

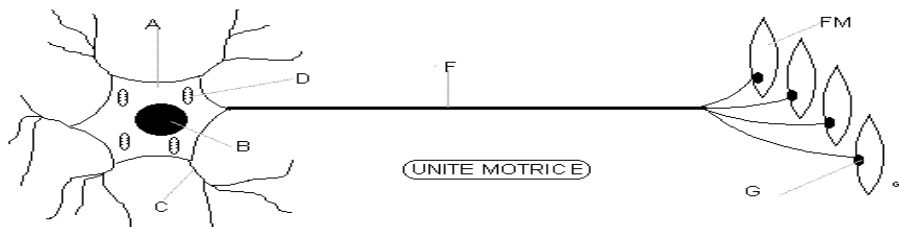
2. Morphologie des Neurones

Il convient de distinguer le corps cellulaire et ses expansions.



- La cellule nerveuse - Morphologie

A : Corps cellulaire. B : Noyau. C : Dendrite. D : Mitochondries. E : canaux ou pores membranaires
F : Axone.



La cellule nerveuse motrice (motoneurone), son axone et les fibres musculaires qui en dépendent constituent l'UNITE MOTRICE.

A: Corps cellulaire B: Noyau C: Dendrites F: Axone FM: Fibres Musculaires
G: Plaque motrice des fibres musculaires

Figure1: l'unité motrice

L'unité motrice

a) le **corps cellulaire ou péricaryone** entoure un gros noyau. Le corps cellulaire a souvent une forme étoilée. Sa membrane est formée de deux couches de molécules de phospho-lipides présentant des orifices ou canaux (ou pores membranaires), permettant les échanges ioniques

(Na⁺), (K⁺) et (Cl⁻) avec l'extérieur de la cellule. Le cytoplasme contient des inclusions : des mitochondries, petits organes intra-cellulaires qui fournissent l'énergie nécessaire au métabolisme cellulaire et des inclusions sécrétoires appelées corps de Nissl ou substance tigroïde. Ces inclusions disparaissent avec la fatigue nerveuse et au cours de la dégénérescence. Le cytoplasme contient aussi de la mélanine sous forme de pigments jaunâtres et noirs. Il existe enfin des inclusions spécifiques qui sont les neurofibrilles. Elles sont libres ou anastomosées entre elles. On a pensé qu'elles jouaient un rôle dans la conduction et la transmission de l'influx nerveux à l'intérieur du corps cellulaire.

b) **Les expansions** sont de deux sortes et elles partent du corps cellulaire. Ce sont :

- ▶ les dendrites, prolongements protoplasmiques ramifiés.
- ▶ l'axone, prolongement unique qui possède des branches collatérales et se termine par une arborisation de fibres dont chacune des branches aboutit à la plaque motrice d'une fibre musculaire, dans le cas d'un axone moteur. L'ensemble du corps cellulaire, de l'axone et des fibres musculaires qui en dépendent, constitue l'UNITE MOTRICE. Recouvert de ses gaines, l'axone prend le nom de cylindraxe ou fibre nerveuse. Les nerfs sont donc formés d'une multitude de fibres nerveuses groupées en faisceaux.

On peut se faire une idée des proportions relatives des différentes parties d'un neurone en multipliant artificiellement leur dimension réelle par mille. Ainsi un gros motoneurone lombaire aurait les dimensions suivantes :

- ▶ Le corps cellulaire aurait le volume d'un pamplemousse.
- ▶ Les dendrites auraient 2 à 5 mètres de long
- ▶ Le cylindraxe des neurones les plus longs, serait un câble d'un kilomètre de long et de deux centimètres de diamètre. C'est le cylindraxe ou axone qui a pour fonction de conduire l'influx nerveux.

.3. Variétés de Neurones

a) Les neurones multipolaires. Situés dans le névraxe, ce sont les plus nombreux et les plus typiques. Ils sont de forme étoilée. Ils ressemblent au neurone pris pour type de description. Ils ont un seul axone mais plusieurs dendrites. Les influx nerveux parviennent au corps cellulaire par les multiples pôles dendritiques pour se diriger vers l'axone.

b) Les neurones bipolaires. Ils possèdent un seul dendrite et un seul axone. Le sens de la

propagation de l'influx nerveux se fait toujours du dendrite vers l'axone. De tels neurones existent dans la rétine.

c) Les neurones en T semblent être unipolaires. En fait, leur forme spéciale résulte d'un accolement partiel entre le dendrite et l'axone. Ces cellules en T existent dans les ganglions spinaux. Ce sont les corps cellulaires des premiers neurones sensitifs.

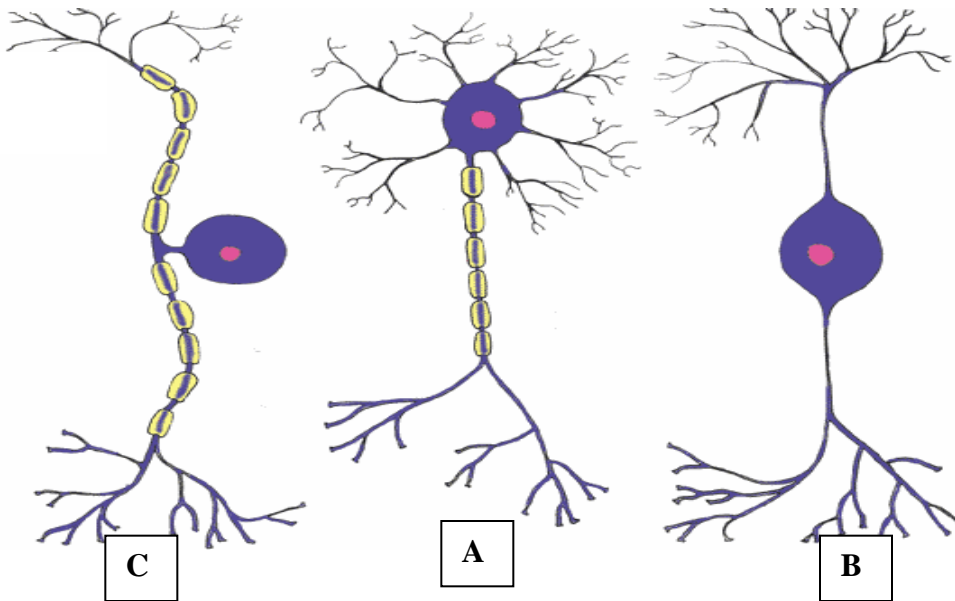


Figure 2: variétés de neurones
A: neurone multipolaire, **B:** neurone bipolaire **C:** neurone en T

4. - Plasticité neuronale

Bien que hautement spécialisée chez l'adulte, la cellule nerveuse est capable d'adaptations synaptiques pendant les périodes embryonnaire et fœtale, ainsi que dans la première décennie de la vie. Les circuits synaptiques, propres à un individu et supports de ses fonctions cérébrales, se construisent pendant cette période. Ceci souligne l'importance des facteurs nutritionnels et éducatifs, à ce moment là.

De plus, à l'âge adulte, les réseaux synaptiques gardent une capacité relative d'adaptation dans les circonstances suivantes. :

En cas de déficit neuronal partiel, fonctionnel ou organique, les réseaux peuvent, si les lésions locales le permettent, se réorganiser dans des circuits voisins, assurant ainsi des récupérations partielles ou des suppléances (Ex : suppléances des déficits sensoriels). C'est le rôle thérapeutique de la Rééducation fonctionnelle.

Il semble exister, en plus, une sensibilité accrue aux neuro-médiateurs dans les neurones actifs.

5. La fibre nerveuse et ses gaines

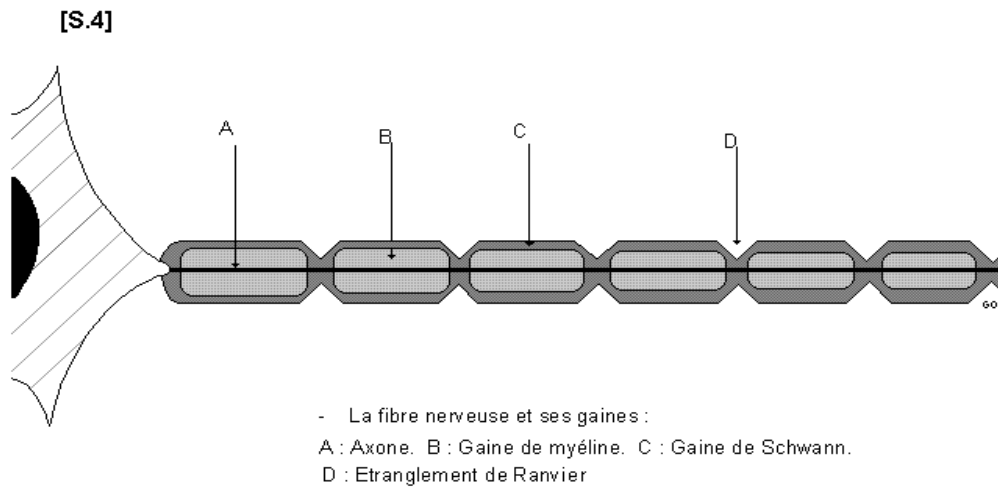
La fibre nerveuse ou cylindraxe n'est autre que le prolongement d'un neurone (axone) entouré de gaine. Il existe deux sortes de gaines isolée ou associée entourant la fibre nerveuse : la gaine de myéline et la gaine SCHWANN ou neurilèmme.

Il existe donc quatre types de fibres nerveuses :

- ▶ les fibres sans myéline ni gaine de Schwann : ce sont les fibres nues qui existent pendant le développement de l'embryon.
- ▶ les fibres sans myéline mais à gaine de Schwann : ce sont les fibres de REMAK. Elles constituent les nerfs végétatifs (nerfs viscéraux). Elles sont de couleur grise.
- ▶ les fibres myélinisées sans gaine de Schwann : ce sont les fibres de la substance blanche du système nerveux central et du nerf optique.
- ▶ les fibres myélinisées avec gaine de Schwann : elles sont abondantes dans tous les nerfs périphériques. Ce sont les plus typiques et les plus perfectionnées.

La myéline est un mélange de lipides phosphorés. Elle donne à la fibre nerveuse une couleur blanc-mat caractéristique. Elle est considérée comme une réserve nutritive pour le cylindraxe et elle joue le rôle d'un isolant électrique. Elle protège la fibre nerveuse des courants d'influx venant des fibres voisines. La gaine de myéline présente des incisures (incisures de SCHMIDT-LANTERMANN) et des étranglements appelés noeuds de RANVIER.

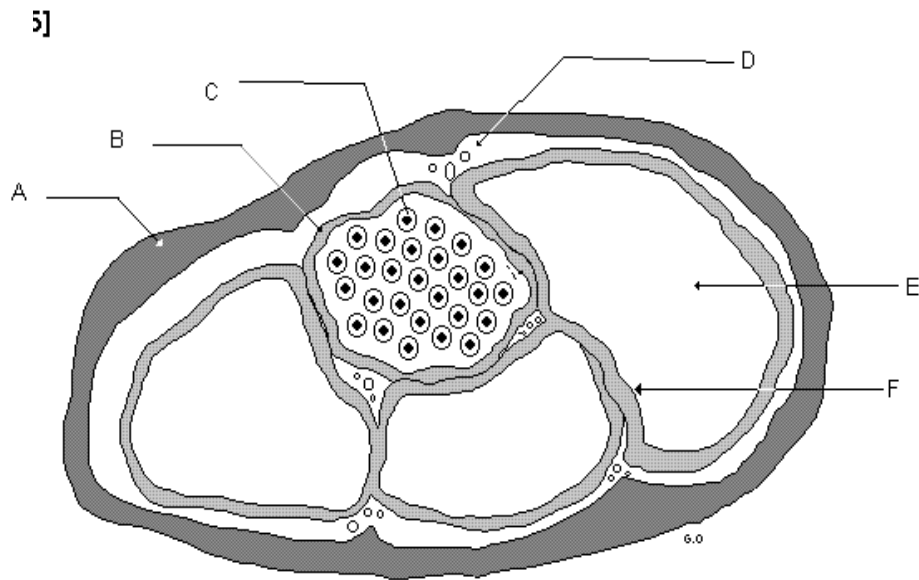
La gaine de SCHWANN recouvre la gaine de myéline. Elle est formée de cellules plates soudées entre elles (c'est un Syncytium). Il existe un noyau ovalaire entre chaque étranglement de RANVIER.



6. les organes nerveux : structure et repartition du tissu nerveux

6.1. Structure des Nerfs périphériques

Ce sont des cordons blancs, cylindriques ou aplatis, plus ou moins volumineux, durs, résistants et difficilement extensibles. Microscopiquement, ils sont formés de faisceaux de fibres nerveuses appelés faisceau de KRAUSE, entourés d'une gaine conjonctive (le périnèvre) qui envoie des cloisons appelées endonèvres. Il existe un tissu conjonctif appelé épinèvre autour du nerf. A l'intérieur du nerf, entre les faisceaux de Krause, courent des vaisseaux sanguins et lymphatiques (appelés vasa nervorum). Un traumatisme local peut provoquer un hématome interstitiel dans les gaines du nerf. Les nerfs en s'éloignant du lieu de leur naissance diminuent progressivement de calibre en donnant des branches collatérales.



Coupe de Nerf périphérique -

- Coupe de nerf périphérique :
 A : Epinèvre. B : Périnèvre. C : Fibres nerveuses. D : Vasa Nervorum.
 E : Faisceau de Krause. F : Endonèvre.

6.2.- Structure des organes du système nerveux central

Ils sont formés de deux substances : la substance grise et la substance blanche.

► la substance grise : périphérique et superficielle, au niveau du cerveau et du cervelet, elle est centrale dans la moelle épinière. Elle est composée des corps cellulaires des neurones, des dendrites et de la partie initiale des axones. Toutes les fibres qui pénètrent dans la substance grise perdent leur gaine de myéline.

► la substance blanche est profonde dans le cerveau et le cervelet. Elle est superficielle au niveau de la moelle épinière. Elle est formée de fibres nerveuses myélinisées. Elle est de ce fait plus ferme et plus résistante que la substance grise.

6.3. - La névroglie

A côté des neurones, cellules hautement spécialisées, on trouve dans les organes nerveux du tissu de soutien, tissu de remplissage appelé névroglie. Elle contient plusieurs types de cellules (Astrocytes, oligodendrocytes et microgliocytes). Globalement, la névroglie forme une matière interstitielle interposée entre les capillaires sanguins et le tissu nerveux. Elle prend aussi l'aspect d'un épithélium de revêtement dans les cavités du système nerveux, par exemple le canal de

l'épendyme dans la moelle ou les ventricules dans les hémisphères cérébraux. . De plus elle joue un rôle sécrétoire, car elle forme des pelotons épithéliaux appelés plexus choroïdes et elle intervient dans la sécrétion du liquide cérébro - spinal (ou liquide céphalo-rachidien).

En outre, c'est la névroglie (oligodendrocytes) qui est à l'origine des gaines de SCHWANN et de myéline. Contrairement aux apparences, ce tissu de soutien n'est pas un tissu conjonctif car il a la même origine embryonnaire que les neurones. En bref, c'est un tissu nerveux de soutien, de liaison et de revêtement. La névroglie joue un rôle trophique car elle est le milieu intermédiaire entre les vaisseaux et les neurones.

Les recherches actuelles montrent que certaines de ses cellules (les astrocytes) assurent une régulation du transfert des neurotransmetteurs dans les synapses.

7. Classification neurophysiologique des fibres nerveuses

Il convient de distinguer séparément les fibres sensibles et les fibres motrices.

Les fibres sensibles

Il existe 4 catégories différenciées selon leur calibre et leur vitesse de conduction nerveuse.

- a) Groupe I : ce sont des fibres myélinisées de gros calibre. Elles transportent les influx de la sensibilité proprioceptive inconsciente.
- b) Groupe II : moins volumineuses, elles transmettent les influx de la sensibilité tactile épicrotique et proprioceptive consciente. La sensibilité proprioceptive consciente (ou sens articulaire ou sens des positions) est aussi la sensibilité profonde des Cliniciens.
- c) Groupe III : moins volumineuses et à vitesse de conduction lente, elles transmettent les influx des sensibilités thermiques.
- d) Groupe IV : fibres très minces, sans gaine de myéline, elles jouent un rôle dans la transmission de la douleur

Les fibres motrices

Il existe dans les nerfs périphériques deux sortes de fibres nerveuses motrices dont les corps cellulaires sont dans la substance grise de la moelle. Les corps cellulaires sont appelés motoneurones. On distingue :

- a)- des motoneurones Alpha (alphaphasiques et alphasoniques) dont l'axone innerve les fibres musculaires squelettiques et sont responsables de l'activité musculaire du mouvement.

b) - des motoneurones gamma qui innervent la partie musculaire des fuseaux neuro - musculaires et sont responsables de la régulation du tonus musculaire.

8. LE CERVEAU

C'est l'étage le plus élevé dans la hiérarchie fonctionnelle du système nerveux central. Il est spécialement développé chez l'homme. Son poids moyen est de 1400 à 1800 grammes.

1. Situation du cerveau et éléments de protection

1.1 la loge osseuse

Le cerveau est placé dans la boîte crânienne où il repose sur la base du crâne et il est recouvert par la voûte. Il existe des fractures de la voûte et des fractures de base

1.2. - la loge fibreuse

Une toile fibreuse très épaisse appelée dure-mère tapisse la face interne du crâne et forme un repli sous le cerveau appelé : tente du cervelet. Elle forme aussi un repli vertico - sagittal entre les deux hémisphères du cerveau constituant une cloison médiane appelée : faux du cerveau. Ainsi se trouvent délimitées deux loges fibreuses : en haut la loge cérébrale qui contient les deux hémisphères du cerveau, en bas la loge cérébelleuse (ou fosse crânienne postérieure) qui contient le cervelet et le tronc cérébral.

1.3 - les méninges

Le cerveau est recouvert de trois méninges :

* la dure-mère est la méninge la plus épaisse.

* l'arachnoïde tapisse la face interne de la dure-mère

* la pie-mère tapisse la surface du cerveau en épousant étroitement les replis, les scissures et les circonvolutions du cerveau. Entre l'arachnoïde et la pie-mère se trouve l'espace sub-arachnoïdien qui est occupé par le liquide cérébro-spinal

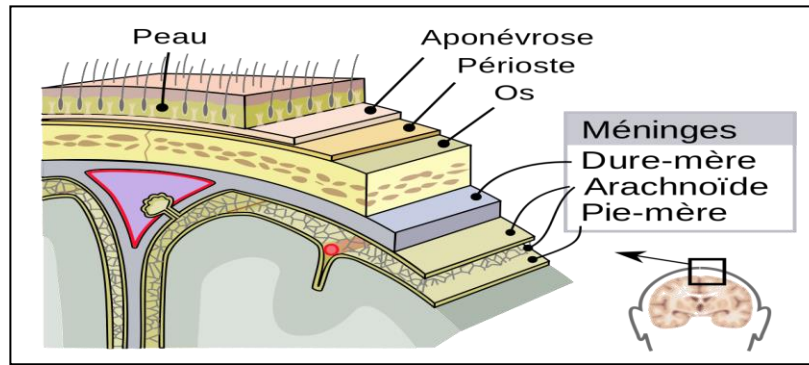


Figure 3: formations de protection du cerveau

1.4. La loge liquidienne : liquide cérébro - spinal

Le névraxe baigne totalement dans le liquide cérébro-spinal, qui est situé à l'extérieur et à l'intérieur du névraxe. On peut distinguer deux départements : un département interne (ou central) et un département externe (ou périphérique).

a- Le département interne (ou central)

Au niveau de l'encéphale, il est constitué par quatre ventricules : Les ventricules latéraux, dans les hémisphères cérébraux, le troisième ventricule entre les deux thalamus, et le quatrième ventricule dans le tronc cérébral.

Ces cavités communiquent entre elles. Le trou de Monro fait communiquer les ventricules latéraux, et le troisième ventricule. L'aqueduc du mésencéphale (ou de Sylvius) fait communiquer le troisième ventricule et le quatrième. L'hydrocéphalie de l'enfant résulte d'un obstacle à la libre circulation liquidienne, le plus souvent par rétrécissement de l'aqueduc de Sylvius. Au niveau de la moelle, ce département comprend le canal de l'épendyme qui est partiellement virtuel, en principe plus ou moins oblitéré pendant l'adolescence. L'épithélium qui tapisse la paroi interne des cavités est étanche. Il existe donc une barrière biologique entre le tissu nerveux et le liquide cérébro-spinal.

b- Le département externe (ou périphérique)

Il est représenté par l'ensemble des espaces sub-arachnoïdiens. Certaines portions intracraniennes de ces espaces sont plus vastes. Elles sont appelées, citernes ou lacs. Exemples : citerne basilaire, lac cérébelleux supérieur et lac cérébelleux inférieur. Les deux départements communiquent par le trou de Magendie, à la face dorsale du tronc cérébral.

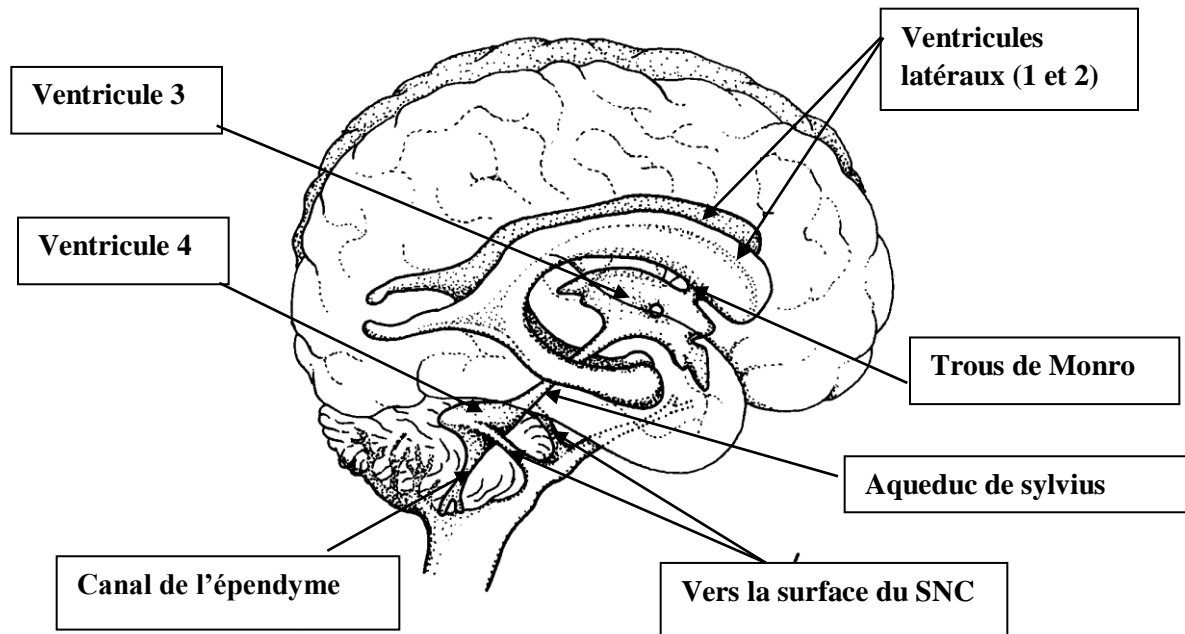


Figure 4: Vues en trois dimensions des ventricules cérébraux (vue latérale droite)

c- Biologie du liquide cérébro-spinal

Il est sécrété en permanence par les plexus choroïdes, qui sont des formations névrogliales de structure glomérulaire. La filtration dans le sens sang / liquide cérébro-spinal est très sélective. Il existe donc une véritable barrière hémato-méningée qui assure, au système nerveux central, la stabilité de son milieu. Le liquide cérébro-spinal circule en permanence et il est résorbé par voie veineuse au niveau du secteur périphérique. Son volume total est de 150ml. Il est renouvelé en totalité trois à quatre fois par jour. Il présente une circulation lente, favorisée par l'effort et la posture. Cette circulation peut être étudiée par l'emploi de produits isotopiques. Le liquide cérébro-spinal peut être prélevé par ponction lombaire, au cours de laquelle on peut mesurer sa pression (10 à 15cm. d'eau). Le liquide prélevé peut être soumis à une analyse chimique, cytologique, bactériologique et sérologique.

2. Morphologie externe du Cerveau

Le cerveau a la forme générale d'un ovoïde à grand axe antéro - postérieur. Il est composé de deux hémisphères séparés par un profond sillon médian (fissure longitudinale du cerveau, anciennement : scissure inter - hémisphérique) et reliés entre eux par des ponts de tissu nerveux

(les commissures inter-hémisphériques). La surface des hémisphères est constituée d'un "manteau" (pallium) de substance grise très plissée (alors qu'au niveau de la moelle et du tronc cérébral, la substance grise est centrale autour du canal de l'épendyme). Cette substance grise périphérique et superficielle constitue l'écorce cérébrale ou cortex. Elle présente de nombreux plis dont les plus profonds et les plus constants s'appellent sillons (scissures).

2.1. - Face latérale de l'hémisphère cérébral

On distingue chez l'homme 3 sillons principaux (anc. scissures) sur la face latérale de chaque hémisphère.

- * le sillon central (ou scissure) de Rolando

- * le sillon latéral) ou scissure de Sylvius

- * le sillon occipital transverse ou scissure perpendiculaire externe (ou scissure pariéto-occipitale) qui est plus rudimentaire sur la face externe.

Les scissures délimitent des lobes : le lobe frontal, le lobe pariétal, le lobe temporal, le lobe occipital. La surface des lobes est parcourue par des sillons moins profonds que les scissures. Ces sillons délimitent de gros plis de substance grise appelés circonvolutions cérébrales (circonvolution cérébrale = Gyrus). Ainsi, la circonvolution frontale ascendante s'appelle : Gyrus pré-central, et la circonvolution pariétale ascendante : Gyrus post - central. Les bords du sillon latéral dissimulent une profonde dépression - la fosse latérale - qui contient un lobe particulier appelé *lobe de l'insula* qui possède 5 petites circonvolutions. La fonction de ce lobe profond paraît se rapporter aux sensibilités conscientes d'origine viscérales.

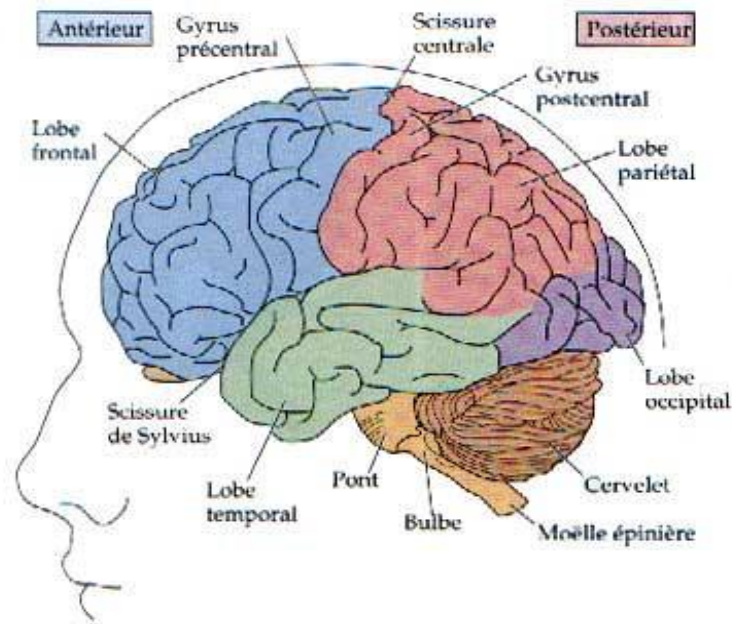
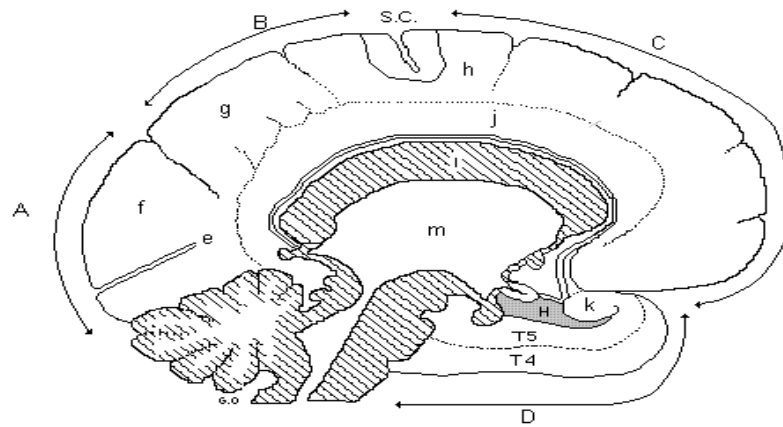


Figure 5: face latérale de hemisphere gauche

2.2. - Face médiale de l'hémisphère

La face médiale de l'hémisphère n'est visible que par section des commissures inter-hémisphériques (très spécialement par section du corps calleux) et par ouverture du 3ème ventricule. Sur la face médiale, on distingue une circonvolution corticale particulière, appelée *circonvolution limbique* ou *gyrus cingulaire* délimité par le sillon du cingulum (scissure callosomarginale). Cette circonvolution est enroulée autour de la partie profonde de l'hémisphère. La partie inférieure de la circonvolution limbique est enroulée sur elle-même. Elle est formée en bas par la 5ème circonvolution temporale, dont l'extrémité s'enroule en forme de crochet (*Uncus*). Elle est située contre un repli profond, appelé **HIPPOCAMPE**. C'est une circonvolution inversée, repliée vers l'intérieure du cerveau, formant relief dans la cavité du ventricule latéral. Cette région de l'hippocampe contient les structures fonctionnelles de la mémoire. Au-dessus de la circonvolution limbique, on distingue le lobe frontal dont la partie postérieure est appelée *lobule para-central*. Sur la face médiale du lobe pariétal se trouve le lobule quadrilatère et sur la face médiale du lobe occipital se trouve le **CUNEUS**, délimité par le sillon pariéto-occipital et le sillon calcarin, zone de projection corticale de la vision.



A : lobe occipital. B : lobe pariétal. C : lobe frontal. D : lobe temporal.
 S.C. : sillon central. H : hippocampe.
 e : sillon calcarin. f : cuneus. g : lobule quadrilatère. h : lobule para-central.
 i : corps calleux. j : gyrus cingulaire. k : uncus.
 T5 : 5ème circonvolution temporale. T4 : 4ème circonvolution temporale

Figure 6: hemisphere cerebral gauche (face médiale)

2.3. Face inférieure des hémisphères

Sur la face inférieure du lobe frontal, on voit la présence des trois premières circonvolutions frontales, contre lesquelles sont appliqués le *bulbe olfactif* et le *tractus olfactif* (I ère paire des nerfs crâniens). Sur la face inférieure du lobe temporal, on trouve la face inférieure des 3ème, 4ème et 5ème circonvolutions temporales, ainsi que la circonvolution de l'hippocampe. Au centre de la face inférieure du cerveau, entre les deux hémisphères, se trouve l'*isthme de l'encéphale* qui correspond à la jonction du tronc cérébral et du cerveau. C'est à cet endroit que se trouvent le chiasma optique et le début des bandelettes optiques. Dans l'espace interpédonculaire, on voit le relief des *tubercules mamillaires* et le pédicule de la glande hypophyse (*tige de l'hypophyse*).

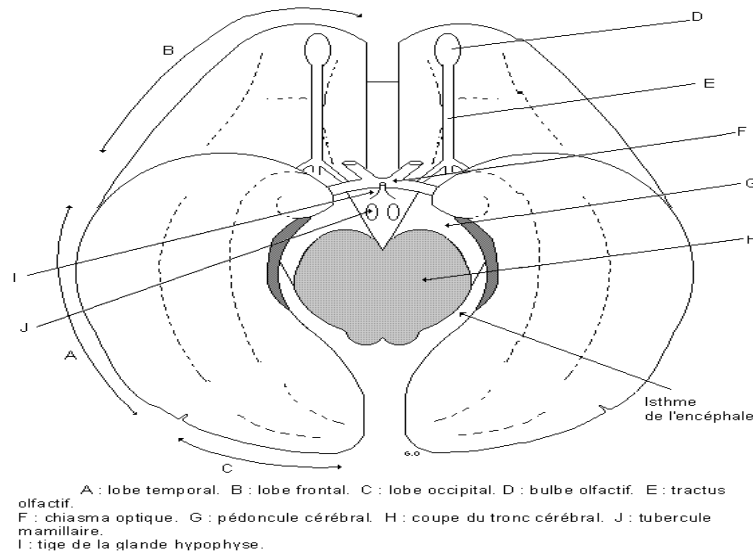


Figure 7 : Face inférieure des hémisphères

2.4. Les commissures inter -hémisphériques

Elles contiennent des fibres nerveuses qui établissent des relations entre les deux hémisphères cérébraux. Ces fibres sont appelées, fibres d'association inter -hémisphériques. Ce sont : le corps calleux, le fornix, la commissure blanche antérieure, la commissure blanche postérieure.

a - Le corps calleux

C'est une formation qui appartient au néo-cortex. Le corps calleux a la forme d'une lame épaisse de substance blanche, à disposition sagittale et disposée entre les deux hémisphères. Il présente une extrémité antérieure (le genou), un corps et une partie postérieure (le bourrelet). La face supérieure est au fond de la fissure longitudinale du cerveau (scissure inter- hémisphérique). La face inférieure répond au fornix (trigone) et aux ventricules latéraux.

Les fibres nerveuses du corps calleux réunissent les territoires corticaux des deux lobes frontaux (forceps minor), des deux lobes pariétaux et des deux lobes occipitaux (forceps major). Il existe des aires cérébrales symétriques mais non reliées fonctionnellement par des fibres calleuses. Elles sont appelées aires primaires. Toutes les autres régions sont connectées par des fibres calleuses. Elles sont appelées aires associatives.

b - Le fornix (ou Trigone)

C'est une formation qui appartient au paléo-cortex. Elle est formée de deux cordons de fibres nerveuses, appelés piliers, enroulés d'avant en arrière, et accolés dans leur partie moyenne. L'ensemble a la forme d'un X. Chaque cordon relie l'hippocampe au tubercule mamillaire, du même côté. Quelques fibres sont croisées. Le fornix est placé sous le corps calleux.

c - La commissure blanche antérieure

C'est une formation qui appartient à l'archéo-cortex et qui relie les deux lobes temporaux en passant devant les piliers antérieurs du fornix. Elle relie les deux noyaux amygdaliens (placés dans le lobe temporal) qui appartiennent aux systèmes olfactif et limbique.

d - La commissure blanche postérieure

Formation transversale, de structure très complexe, qui contient des fibres d'association entre les noyaux des nerfs crâniens, et entre les deux moitiés du mésencéphale et du diencéphale.

3.- Morphologie interne du Cerveau

Sous le cortex se trouve la substance blanche centrale au sein de laquelle sont situés de volumineux noyaux gris. Ce sont des centres sous-corticaux appelés noyaux gris centraux. Ils sont composés des corps striés et de la couche optique ou thalamus. Enfin au centre du cerveau se trouve un système de cavités appelées ventricules qui ne sont autres que des dilatations régionales du canal de l'épendyme primitif.

3.1.- Le cortex cérébral ou substance grise périphérique ou écorce.

L'écorce grise représente le néo-cortex. Epaisse d'environ 4mm, elle recouvre toute la surface extérieure des hémisphères et s'enfonce entre les circonvolutions en suivant les lèvres des scissures et des sillons. Elle est formée de cellules nerveuses disposées en 6 couches. Certaines sont des cellules d'association, d'autres des cellules réceptrices des sensibilités et des activités sensorielles, d'autres enfin, les plus grandes, sont des cellules motrices. Ces dernières sont appelées cellules pyramidales en raison de leur forme. En plus de cette disposition laminaire, les connexions neuronales dans le cortex sont disposées en colonnes verticales, contenant des

neurones différents, mais qui concernent les mêmes territoires périphériques. Cette disposition apporte des capacités fonctionnelles complémentaires au niveau des aires motrices, sensibles et sensorielles. La disposition en colonnes a surtout été étudiée dans les aires visuelles, mais il est vraisemblable qu'elle existe dans tous les territoires corticaux. Les colonnes sont des modules de traitement interposés entre l'entrée et la sortie du signal d'information. Nombre de neurones : " Le cortex est une structure constituée de six couches interconnectées, contenant quelque dix milliards de neurones, et environ un million de milliards de connexions.

3.2.- La substance blanche centrale

Elle occupe l'espace compris entre le cortex, les noyaux gris centraux et les ventricules. On lui distingue plusieurs territoires appelés *capsule extrême*, *capsule externe*, *capsule interne*, *centre ovale*. Cette substance blanche contient des fibres nerveuses myélinisées issues des cellules du cortex ou y parvenant. La substance blanche contient aussi, en particulier dans le centre ovale, des fibres d'association intra-hémisphériques et inter-hémisphériques. La capsule interne est formée par le passage de faisceaux nerveux dont le plus important est **le faisceau pyramidal** (voie motrice principale). Ce faisceau occupe le bras postérieur de la capsule. Une partie du faisceau est située dans le genou de la capsule, et s'appelle, de ce fait, *faisceau géniculé*. Les fibres motrices issues du cortex pré-central présentent une torsion dans le centre ovale et se disposent dans *le bras postérieur de la capsule interne* selon une somatotopie précise (voir schéma).

3.3.- Les noyaux gris centraux

Ce sont les corps striés et la couche optique ou thalamus.

3.3.1.- Les corps striés ou striatum.

Chaque corps strié est formé de 3 noyaux gris : le noyau caudé, le noyau lenticulaire et le claustrum ou avant-mur. Le noyau lenticulaire est lui-même formé de deux parties : la partie externe s'appelle putamen. Elle forme avec le noyau caudé : le néo-striatum. La partie interne s'appelle pallidum, qui forme le paléo-striatum. Ce sont des centres sous-corticaux de la fonction motrice. Ils sont responsables de la motricité automatique, accompagnant l'exécution du mouvement volontaire. Ils sont en connexion avec le cortex moteur, au-dessus, et avec les noyaux sous-jacents. Avec le Thalamus, ils forment le Paléocéphale.

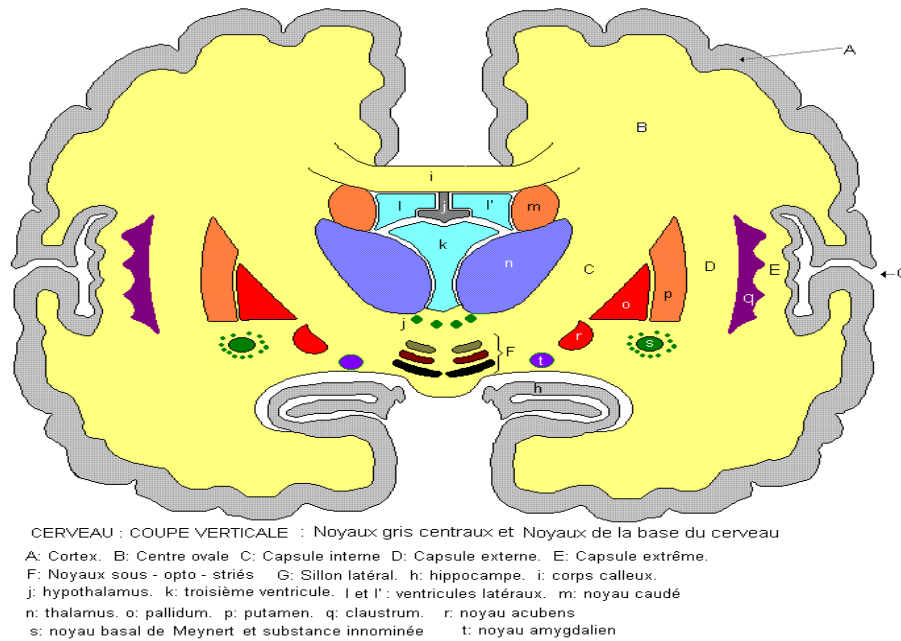


Figure 8: morphologie interne du cerveau substance blanche centrale et substance grise (écorce et noyaux gris centraux)

3.3.2. - La couche optique ou thalamus

Volumineuse, elle est située dans la partie la plus profonde de l'hémisphère, de chaque côté du 3ème ventricule. La couche optique est en fait composée de la coalescence de plusieurs noyaux, séparés par une mince lame médullaire interne. Globalement, cette masse de substance grise est le grand carrefour auquel aboutissent toutes les sensibilités et les impressions sensorielles. C'est un véritable centre de triage qui répartit ensuite les informations sur les différentes zones du cortex. Le thalamus contient de nombreux noyaux :

- a) - des noyaux spécifiques qui projettent leurs fibres sur les aires primaires du cortex. Les plus importants d'entre eux sont, le noyau latéro-ventral postérieur (noyau sensitif) où aboutissent les sensibilités cutanées (lemniscales et extra - lemniscales), et deux noyaux moteurs : le noyau latéro-ventral intermédiaire, le noyau latéro -ventral antérieur.
- b) - des noyaux non spécifiques, qui projettent leurs fibres sur les aires associatives du cortex. Le plus volumineux est le noyau médian dorsal qui joue un rôle dans les manifestations émotives.
- c) - Le système thalamique diffus : ce sont des petits noyaux situés dans les lames médullaires internes qui séparent les noyaux principaux. Au plan physiologique, ils sont un prolongement de la substance réticulée du tronc cérébral, et jouent un rôle dans l'éveil de l'activité corticale

(vigilance, attention, mémorisation). Leur fonction paraît équivalente à celle d'un filtre électronique.

Il existe, de ce fait, de nombreuses fibres de connexion entre le thalamus et le cortex, fonctionnant dans les deux sens et formant la couronne rayonnante (corona radiata).

3.3.3. - L'hypothalamus

Le bas-fond du 3ème ventricule contient, répartis dans l'épaisseur de ses parois, plusieurs noyaux de substance grise qui appartiennent au système nerveux végétatif. Aussi les fonctions de l'hypothalamus sont-elles multiples et concernent :

- * les mouvements de l'eau intra et extra-cellulaire
- * le métabolisme des glucides, des protéides et des lipides,
- * la régulation thermique
- * la régulation de l'émotivité
- * les fonctions sexuelles
- * le sommeil.

En bref, l'hypothalamus est l'étage fonctionnel le plus élevé du système nerveux végétatif (cerveau végétatif). Situé dans la base du cerveau, il est en connexion :

► en haut, avec le lobe limbique (cerveau instinctif) et les aires pré-frontales (expression caractéristique). Il existe à ce niveau et traversant l'hypothalamus, un important faisceau d'association qui relie le télencéphale à la substance réticulée du tronc cérébral (faisceau médian du télencéphale).

► en bas, avec les noyaux végétatifs de la substance réticulée du tronc cérébral (noyaux parasympathiques). C'est à ce niveau que s'établissent les équilibres neuro-végétatifs et leur pathologie (sympathicotomie et parasympathicotomie).

De plus, sous l'hypothalamus et en étroite relation anatomique et physiologique avec lui, se trouve la glande hypophyse (relations neuro-endocriniennes par neuromédiateurs hypothalamiques).

3.3.4. - Enfin, à la jonction du tronc cérébral et du cerveau se trouvent *les noyaux sous-opto-striés et les Ganglions de la base du Cerveau* Ce sont : la zona incerta, le corps de Luys, le locus

niger (pars compacta / pars reticulata), le noyau amygdalien, le noyau acubens, le noyau basal de Meynert, et la substance innominée

9. LE CERVELET

Le cervelet est un centre nerveux régulateur de la fonction motrice, au sens large (mouvement + posture + équilibre). Situé directement en arrière du tronc cérébral. Il occupe avec celui-ci la fosse cérébrale postérieure en dessous de la tente du cervelet. Il est amarré au tronc cérébral par trois paires de pédoncules cérébelleux : Supérieurs, inférieurs et moyens.

Le cervelet se divise en trois lobes principaux: Antérieur, postérieur et nodulo-flocculaire. Ces lobes se subdivisent en dix lobules par des sillons secondaires. On décrit au cervelet une région centrale (médiante): le vermis cérébelleux, et trois paires de noyaux gris : dentelés, interposés et fastigiux

Il a aussi un cortex périphérique et des noyaux gris centraux qui comportent les corps cellulaires des neurones, Il a deux hémisphères cérébelleux: droit et gauche, ainsi que plusieurs sillons qui délimitent des lobes. Les sillons du cervelet sont plus profonds] que ceux du cerveau, ce qui élargit énormément la surface du cortex cérébelleux qu'on estime d'ailleurs à 75% de celle du cortex cérébral. Le cervelet présente beaucoup de similitudes avec le cerveau

Le tissu nerveux du cervelet se présente sous 3 aspects :

- une substance grise périphérique, très plissée, appelée écorce cérébelleuse
- une substance blanche, en situation profonde.
- des noyaux gris centraux de substance grise.

Le cervelet reçoit des informations de tous les segments du névraxe (moelle épinière, tronc cérébral, cerveau). Il traite ces informations pour donner, aux programmes moteurs du mouvement, une organisation chronologique et somatotopique (organisation temporo-spatiale). Il assure ainsi la régulation :

- des activités musculaires du mouvement volontaire global
- des activités musculaires toniques de la posture
- des activités musculaires réflexes du maintien de l'équilibre.

10. Le tronc cérébral

Est une structure anatomique de l'encéphale qui lie différents éléments du système nerveux: cerveau, cervelet et moelle épinière. Il joue un rôle vital par le nombre des fonctions essentielles que ses noyaux régulent, dont la respiration et le rythme cardiaque. C'est aussi une région de passage des voies sensitives et motrices, ainsi qu'un centre de contrôle de la douleur . Il constitue également une zone d'émergence de la majorité des nerfs crâniens. On lui distingue trois portions qui sont de haut en bas: le mésencéphale, la protubérance annulaire et le bulbe rachidien.

10.1. Le mésencéphale : Le mésencéphale (ou cerveau moyen) est la zone du tronc cérébral qui est directement liée au cerveau par l'intermédiaire des pédoncules cérébraux. En arrière de ces deux se trouve le tegmentum qui contient l'aqueduc de Sylvius, ce dernier relie le troisième au quatrième ventricule. Le mésencéphale contient en arrière les tubercules quadrijumeaux (tectum) qui sont essentiels pour des fonctions telles que la vision et l'audition.

10.2. La protubérance annulaire : La protubérance annulaire (ou pont de Varole) est la partie intermédiaire du tronc cérébral. Elle joue un rôle important dans la motricité notamment par sa position de relai entre le cerveau et le cervelet, elle contribue également aux fonctions autonomes et à la sensibilité du visage (c'est à ce niveau que se trouvent le noyau et l'émergence du nerf trijumeau). Le pont de Varole est relié au cervelet par une paire de pédoncules cérébelleux moyens [64] et il délimite la face antérieure (ou plancher) du quatrième ventricule [64].

10.3. Le bulbe rachidien : Le bulbe rachidien (ou myélencéphale) est la partie du tronc cérébral qui se continue par la moelle épinière en bas. On y trouve les olives bulbaires ainsi que les pyramides bulbaires (formations où passent les fibres cortico-spinales du faisceau pyramidal). Le bulbe ou moelle allongée contient des centres de contrôle végétatif vitaux tels que les centres respiratoires. Il se termine en bas par la décussation pyramidale, une zone de croisement des fibres du faisceau cortico-spinal.

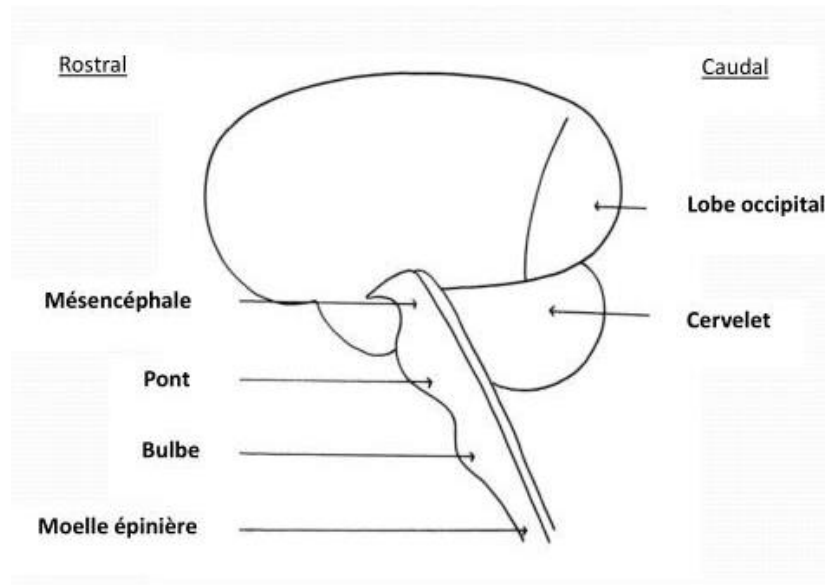


Figure 9: morphologie du cervelet et du tronc cerebral

11. La moelle épinière

La moelle épinière est bien protégée au sein du canal rachidien qui creuse la colonne vertébrale. Chez l'adulte, elle est d'environ 42 cm chez la femme et 45 cm chez l'homme. La moelle épinière est à l'origine de tous les nerfs rachidiens qui sont au nombre de 31 paires. La moelle épinière, comme l'encéphale, est entourée de méninges : La pie-mère, l'arachnoïde et la dure-mère. Elle baigne dans du LCR, et elle est creusée au centre par un trou rudimentaire (le canal épendymaire). Sur une coupe transversale, la moelle épinière présente une région centrale: La substance grise qui regroupe les corps des cellules nerveuses, et une partie périphérique: La substance blanche qui est constituée par les prolongements axonaux et leur gaine de myéline. La substance grise prend la forme d'un papillon avec deux cornes antérieures abritant les corps des motoneurons et deux cornes postérieures qui reçoivent les fibres sensibles. Au niveau de la moelle dorso-lombaire, il existe également des cornes latérales pour les corps cellulaires des fibres sympathiques. La substance blanche est organisée en trois paires de cordons (antérieurs, postérieurs et latéraux). On reconnaît également à la moelle: un sillon ventral qui est le plus marqué, un sillon postérieur et deux sillons latéraux à partir desquels vont naître deux paires de

racines nerveuses, une antérieure (motrice) et l'autre postérieure (sensitive). Ces deux racines vont se réunir pour former un nerf rachidien.

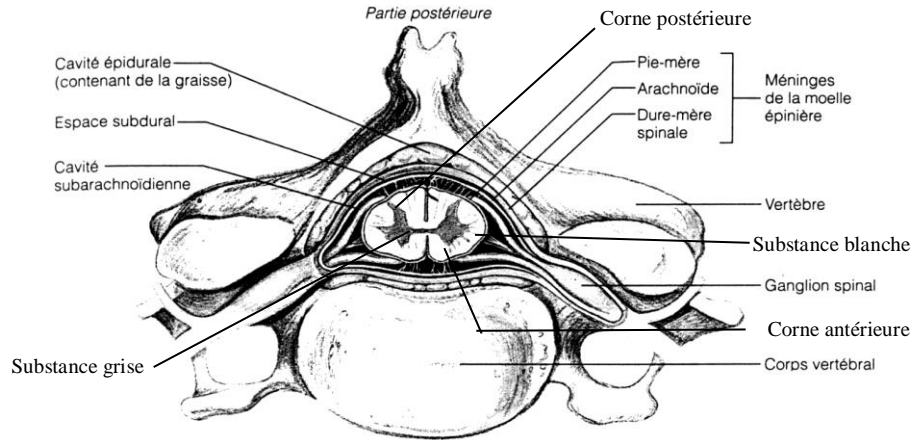


Figure 10 : coupe transversal de la moelle épinière

12. Vascularisation artérielle

Toute la vascularisation artérielle du cerveau est tributaire de deux systèmes artériels: Les deux artères carotides internes en avant, et les deux artères vertébrales ou système vertébro-basilaire en arrière. Ces quatre grands axes sont reliés entre eux à plusieurs étages notamment à la base du cerveau par le polygone de Willis. Ce cercle anastomotique fonctionne comme un système de sécurité, si un des axes se montre déficient, l'apport sanguin des autres compense cette déficience. De ce cercle anastomotique naissent les artères cérébrales principales. Les carotides internes donnent deux branches essentielles: la cérébrale antérieure qui vascularise la partie interne de l'hémisphère cérébrale, et la cérébrale moyenne

13. Les fonctions supérieures

En dehors des fonctions afférentes (sensitives) et efférentes (motrices), le SNC (le cerveau en particulier) est responsable de l'élaboration de fonctions hautement compliquées et plus difficiles à étudier qu'on appelle généralement: les fonctions supérieures. Ces fonctions regroupent des processus très complexes comme la mémoire et l'apprentissage, le langage, la conscience, le jugement et autres fonctions de l'esprit.

13.1. LA MEMOIRE

La mémoire joue un rôle déterminant dans notre vie. Sans mémoire il n'y aurait aucun sens à la vie. La mémoire est le moyen de se situer dans le temps, c'est le tissu qui façonne l'histoire de chacun.

1. Définitions : La mémoire se définit comme la capacité de capter, de coder, de conserver et de pouvoir restituer une information donnée. On confond souvent la mémoire avec l'apprentissage. Même si ces deux processus sont souvent liés, il est utile de mentionner que l'apprentissage ne s'applique essentiellement qu'à la phase d'acquisition et de stockage des souvenirs. Le rappel implique une restitution active de l'information, alors que la reconnaissance requiert seulement de décider si une chose parmi d'autres a été préalablement rencontrée

2. Mécanismes de la mémoire : Plusieurs structures nerveuses jouent un rôle primordial dans la mémoire : L'hippocampe joue un rôle clef dans la mémoire. Il permet de recueillir constamment les données des différentes aires sensorielles (visuelles, auditives, somatosensorielles...), en sélectionner les plus marquants, les lier en un seul épisode d'événements au lieu de demeurer une collection de souvenirs séparés et les redistribuer aux aires appropriées.

Les personnes ayant subi une ablation des deux hippocampes ne peuvent plus enregistrer de nouveaux souvenirs dans leur mémoire à long terme, mais ils conservent leur capacité à se rappeler des anciens souvenirs avant l'intervention chirurgicale. Certains souvenirs personnels très intenses mettent en jeu ce qu'on appelle la mémoire émotive. Celle-ci impliquerait en plus de

l'hippocampe une autre structure du système limbique: l'amygdale, une région connue pour gérer nos réactions de peur. Plusieurs autres structures du système limbique contribuent à encoder nos souvenirs de façon durable. Le cheminement d'une information à mémoriser à long terme suit le circuit de Papez, celui-ci lie hippocampe, fornix, corps mamillaires, thalamus antérieure et gyrus cingulaire. La mémoire procédurale ne solliciterait pas du tout l'hippocampe. Elle serait plutôt associée à des modifications dans le cervelet, les ganglions de la base et le cortex moteur. Le cortex préfrontal joue un rôle primordial dans la mémoire de travail. Aucun neurone isolé ne contient en lui-même l'information nécessaire à la restitution d'un souvenir. Le cerveau retient les données grâce à la formation de nouveaux réseaux. Ces réseaux sont modifiables grâce à la formation de nouvelles synapses ou le renforcement d'autres. Celles-ci auraient bien pu exister avant, mais leur fonctionnement aurait été inefficace.

13.2. LA CONSCIENCE

1. Définition :

La conscience peut définir plusieurs choses :

- Le pouvoir de focaliser son attention;
- L'état d'éveil;
- La faculté d'abstraction;
- La faculté de verbalisation, c'est-à-dire d'exprimer les événements par des mots;
- La capacité d'élaborer des projets et d'établir de nouvelles relations mentales à partir d'expériences passées;
- La prise de conscience du soi;
- La faculté d'établir des valeurs...

2. L'inconscient: Parler du cerveau et de la conscience nous mène à parler de l'inconscient. Le cerveau possède en effet une multitude de circuits spécialisés qui traitent à chaque moment environs 1 milliard de données par seconde sur différents aspects de notre environnement. Ce n'est qu'une quantité infiniment petite de ces données qui émerge dans notre conscient.

3. Le Sommeil:

Tout état de rupture de la conscience n'est pas pathologique, car à l'inverse des comas, des syncopes ou des lipothymies qui ont des origines pathologiques certes, le sommeil constitue un état de rupture physiologique de la conscience

4. Mécanismes : La conscience met en œuvre la mémoire à court terme, les processus évoluant dans la mémoire à long terme. Plusieurs structures cérébrales contrôlant la conscience dans le sens de l'éveil sont bien connues. D'abord la formation réticulée, dont le niveau d'activité influence notre état de vigilance, de veille et de sommeil. En effet, être éveillé nécessite une interaction entre la formation réticulée et d'autres structures cérébrales notamment le cortex cérébral. Pour cette raison, les voies ascendantes de la formation réticulée sont nommées: Système réticulé ascendant activateur ou SRAA. Ensuite le thalamus, la gare de triage de tous les signaux en provenance du corps. Et finalement le cortex cérébral, dont l'importance est cruciale pour toutes les formes de perception et de contrôle des mouvements volontaires. La protubérance, les noyaux du raphé et le locus cœruleus sont aussi des structures impliquées dans le maintien de la conscience primaire. Pour qu'il y ait conscience, il semble donc qu'il doit y avoir échange ou résonance entre différentes régions du cerveau. Grâce aux techniques d'imagerie cérébrale fonctionnelle, on peut voir les étapes qui mènent à l'émergence d'une image mentale consciente.

13. 3. LE SOMMEIL

Le sommeil est une perte de conscience physiologique qui se distingue du coma par sa réversibilité. En effet, même dans les stades les plus profonds du sommeil, un stimulus suffisamment fort peut être perçu par le cerveau et réveiller le dormeur. L'alternance veille-sommeil correspond à l'un des cycles fondamentaux chez l'homme et chez pratiquement tous les animaux: le rythme circadien. Nous dormons au moins le tiers de notre vie [41], cela suffit pour prouver l'importance du sommeil. Chez un adulte normal, la durée moyenne du sommeil est de 7 à 8 heures de sommeil par jour

1. Phases du sommeil : L'hypnogramme (EEG du sommeil) permet d'enregistrer l'activité des neurones corticaux à l'aide d'électrodes disposées dans des endroits précis du cuir chevelu. L'EEG a permis de distinguer deux phases essentielles du sommeil:

1.1 .Le sommeil lent: subdivisé en 4 phases: Le stade I correspond à l'endormissement ou la somnolence, le stade II au sommeil léger et les stades III et IV correspondent au sommeil profond. est aussi dit sommeil réparateur

1.2. sommeil paradoxal: qui sert à consolider les processus de mémoire et de l'apprentissage, il joue aussi un rôle dans les émotions et les traits de personnalité, enfin il est le support privilégié des rêves

2. Mécanismes du sommeil

Biologie du sommeil : Deux processus doivent se superposer correctement dans l'organisme pour que l'on puisse s'endormir:

- Le rythme circadien, réglé par notre horloge biologique, et qui orchestre la sécrétion cyclique de plusieurs hormones dont la mélatonine , impliquée dans le sommeil.
- L'accumulation de substances hypnogènes durant la journée, substances qui induisent une envie de dormir ne disparaissant qu'avec le sommeil, comme la sérotonine qui est secrétée par l'hypothalamus antérieur et qui inhibe l'hypothalamus postérieur. L'un des facteurs hypnogènes les plus étudiés est l'adénosine, une petite molécule issue de la dégradation de l'ATP (substrat énergétique principal des cellules). L'adénosine agit aussi comme neuromodulateur au niveau de nombreuses synapses dans le cerveau. Des antagonistes naturels des récepteurs de l'adénosine comme la caféine du café ou la théophylline du thé sont des substances bien connues pour leur effet stimulant. L'activité de l'hypothalamus postérieur diminue naturellement au cours du sommeil, relâchant alors moins d'histamine.

Chapitre 2 : Electrophysiologie du système nerveux

INTRODUCTION

Le névraxe constitue un axe nerveux à l'intérieur de l'organisme, il se compose de: **l'encéphale** logé dans la boîte crânienne et la **moelle épinière** dans sa partie caudale logée dans la colonne vertébrale. L'organisation du tissu nerveux regroupe la totalité des centres de perception, de commande et d'association du névraxe composé de deux types de cellules: **Nevroglies** et **Neurones**

1. Les cellules gliales

Jusqu'à 10 fois plus nombreuses que nos 100 milliards de neurones. Elles procurent aux neurones leur nourriture, Les supportent et les protègent. Elles éliminent aussi les déchets et certaines accélèrent la conduction du potentiel d'action en agissant comme gaine électriquement isolante (gaine de myéline) pour certains axones. SNC (4 grands types de cellules gliales)

1.1. Les astrocytes

De forme étoilée, les astrocytes :

Assurent un support mécanique aux neurones.

Approvisionnent en nutriments

Assurent l'équilibre du milieu extracellulaire en ions (K^+ ,...)

Digèrent et éliminent aussi de petits débris

Participent à la plasticité et au fonctionnement cérébral

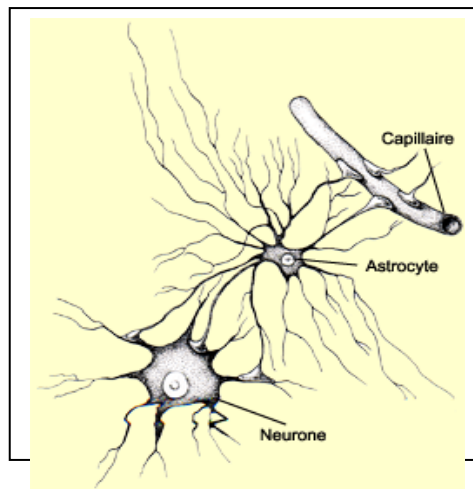


Figure 11 : La cellule gliale Astrocyte

1.2. Les oligodendrocytes

Dans le SNC, les oligodendrocytes constituent la gaine de myéline qui entoure de nombreux axones, c'est une gaine isolante qui accélère la propagation des Pas

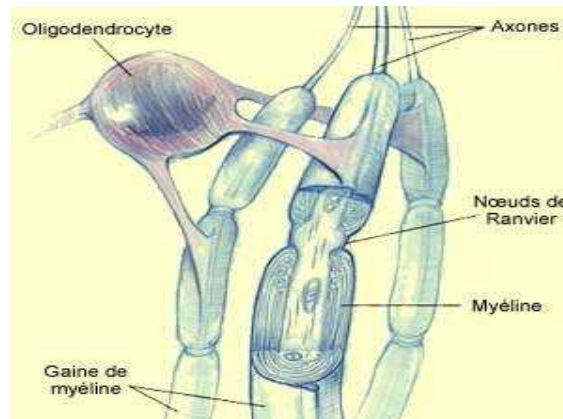


Figure 12 : La cellule gliale oligodendrocyte

1.3. La microglie

(cellules microgliales) constitue la première ligne de défense contre les envahisseurs étrangers. Ce sont les « macrophages » du cerveau. Contrairement aux neurones et aux autres cellules gliales, les cellules microgliales n'ont pas une origine ectodermique. Origine mésodermique

1.4. Les épendymocytes

Ont une forme cubique ou cylindrique, souvent ciliés et forment un épithélium simple, tapissent les cavités centrales du SNC. Assurent la sécrétion du liquide céphalo-rachidien-

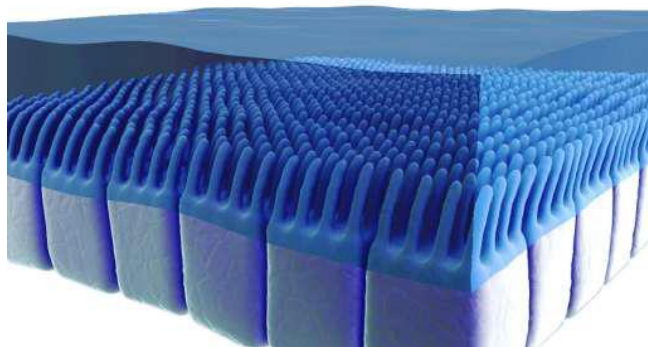


Figure13 : La cellule gliale épendymocyte

1.5. Cellules de Schwann:

pour la fabrication de la myéline SNP. (oligodendrocytes dans le SNC). rôle trophique et nourricier des axones. Elles permettent d'accélérer la vitesse de l'influx nerveux rôle très important régénération des axones.

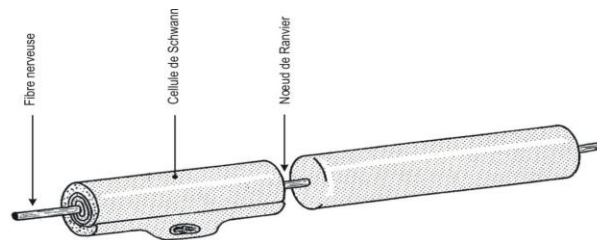


Figure 14 : La cellule gliale de schwann

2. La Biologie du neurone

Le neurone est constitué de :

- Soma ou périkaryon
- Dendrites sont courtes, nombreuses et très ramifiées
- Axone prend naissance au niveau du cône d'implantation situé à la base du soma, il est long et se termine par une arborisation terminale.

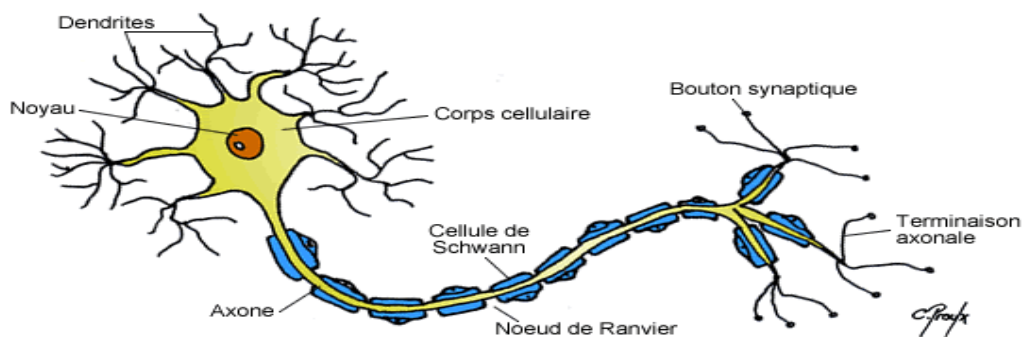


Figure15 : morphologie générale de neurone

2.1. Métabolisme du neurone

-Le métabolisme du neurone est semblable à celui des autres cellules. Mais étant très différencié il n'est pas capable de multiplication. Son métabolisme est principalement basé sur la présence de glucose, d'oxygène et de co-facteurs vitaminiques.

-Deux substances lui sont spécialement indispensables : ce sont les vitamine B 1 (ou Thiamine) et PP (Pellagra Preventing).

-La vitamine B1 assure l'utilisation complète des glucides et son absence provoque des neuropathies carencielles avec sclérose et dégénérescence des neurones.

-L'avitaminose PP, appelée Pellagre, provoque chez l'homme des troubles nerveux et mentaux par neuropathie et encéphalopathies carencielles.

-Le neurone respire activement et il est très sensible à la privation d'oxygène. Les neurones du cerveau sont les plus vulnérables à l'anoxie et 3 minutes d'anoxie totale peuvent provoquer des lésions cérébrales irréversibles

2.2. La dégénérescence wallerienne

Lorsque le corps cellulaire d'un neurone est détruit, la fibre nerveuse dégénère totalement.

Lorsque la fibre nerveuse est sectionnée, la partie distale, c'est à dire la partie qui est séparée du corps cellulaire, dégénère. C'est le phénomène de la dégénérescence wallerienne. Par contre la partie proximale, c'est à dire celle qui est restée en rapport avec le corps cellulaire, peut régénérer

La dégénérescence et régénération nerveuse

La régénération nerveuse peut se présenter de différentes façons.

- Si la fibre nerveuse n'est pas sectionnée, mais comprimée (neuropraxie par hématome ou oedème interstitiel), l'influx nerveux est temporairement interrompu. La récupération spontanée survient dans un délai de 6 à 8 semaines.

-Si la fibre nerveuse est interrompue avec conservation de ses gaines de SCHWANN et de myéline, la régénération se fait normalement à la vitesse approximative d'un millimètre par jour, et la fibre retrouvera son trajet normal en suivant les gaines.

-Si les gaines sont interrompues, la fibre nerveuse peut repousser dans des gaines de voisinage et présenter éventuellement des fausses routes.

-Si les gaines sont interrompues et les deux segments très écartés, les fibres n'étant plus guidées se recourbent en pelotons ou en boules appelés névromes, qui sont spécialement douloureux.

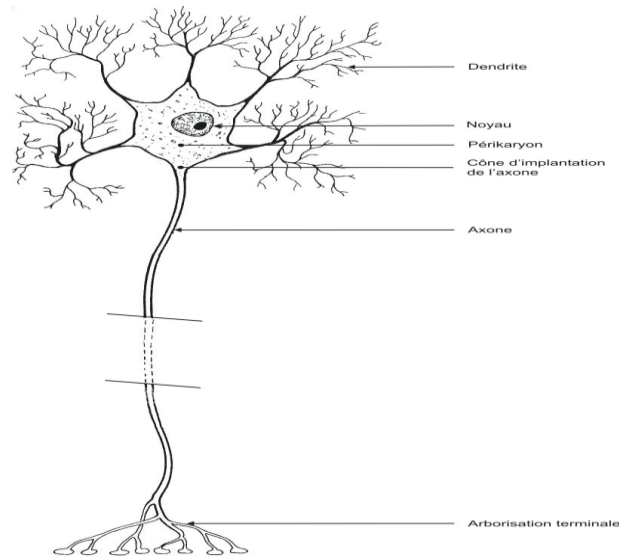


Figure 16 : morphologie générale de neurone

2.3. Articulations entre les neurones: (les synapses)

2.3.1. Synapses centrales :

L'ensemble du système nerveux central est constitué de multiples chaînes de neurones disposées bout à bout et en relation réciproque par leur pôle contraire. L'arborisation de l'axone est en effet en rapport avec les dendrites ou le corps du neurone suivant. Les connexions entre les neurones sont appelées synapses. Il existe donc des synapses axo-somatiques et des synapses axo-dendritiques. Certaines sont excitatrices, et d'autres, inhibitrices, assurant ainsi la régulation de la transmission synaptique.

Notion de densité synaptique : il existe environ 6000 synapses pour un motoneurone. La transmission de l'influx nerveux dans la synapse se fait grâce à la libération locale de substance chimique (adrénaline, acétylcholine, dopamine etc...). Ces substances sont appelées médiateurs chimiques ou neuro-transmetteurs.

2.3.2. Synapses périphériques : Elles sont représentées par la synapse neuro - musculaire de la plaque motrice des fibres musculaires.

2.4. Mise en évidence de l'influx nerveux

L'influx nerveux résulte d'une variation transitoire, de l'ordre d'une milliseconde, de la répartition des ions situés de part et d'autre de la membrane cellulaire.

Dans le cas d'un neurone sensitif, l'influx nerveux prend naissance au niveau d'un récepteur périphérique et se propage le long de la fibre nerveuse jusqu'à son arborisation terminale. La naissance de l'influx nerveux est donc la conséquence de phénomènes physico-chimiques qui ont lieu au niveau du récepteur.

Dans le cas d'un neurone moteur, l'influx nerveux prend naissance à la jonction du corps cellulaire et de l'axone. Il est la conséquence de phénomènes physico-chimiques intervenus au niveau du corps cellulaire à la suite d'une stimulation du neurone moteur par un autre neurone.

Comme toutes les cellules de l'organisme, le neurone possède une composition chimique intracellulaire différente de celle du milieu extracellulaire. Les charges électriques ne sont pas réparties de la même manière de part et d'autre de la membrane ce qui provoque une différence de potentiel (ddp) transmembranaire que l'on appelle **potentiel de membrane (PM)**.

2.4.1. Le potentiel de repos

Tant que les deux électrodes se trouvent dans le milieu extracellulaire, leur différence de potentiel est nulle dès que la microélectrode perce la membrane et pénètre à l'intérieur de la fibre, on observe une chute du potentiel qui se stabilise aux alentours de -60 mV. C'est cette **négativité du milieu intracellulaire par rapport au milieu** extracellulaire qui correspond au potentiel de repos

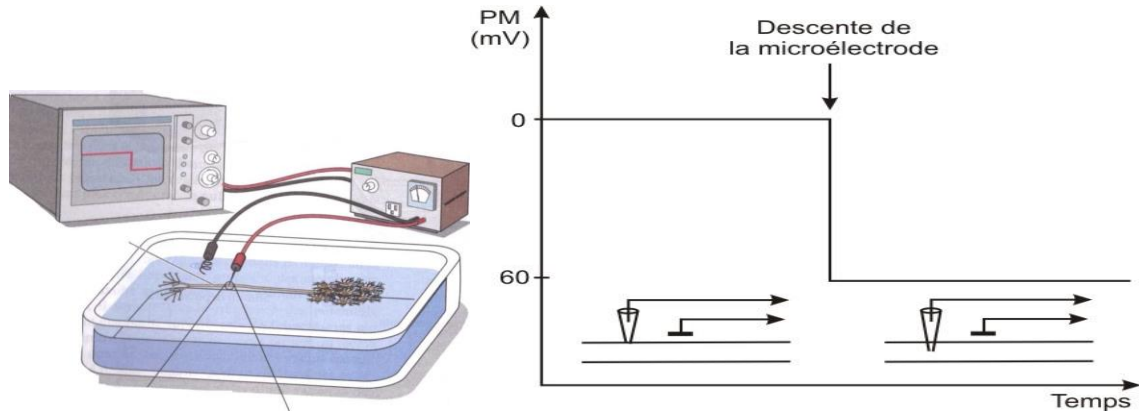


Figure 18: potentiel de repos dans l'axone géant de calmar

Deux notions sont très importantes à retenir,

Le gradient de concentration

dans les milieux biologiques, les molécules ont tendance à diffuser des milieux de forte concentration vers les milieux de basse concentration, suivent leur gradient de concentration.

Le gradient électrique

les molécules de charge positive vont diffuser vers les milieux de charge négative et vice versa. souvent, ces molécules se trouvent partagées. Elles vont alors diffuser d'une manière équilibrée selon ces deux gradients. Elles suivent alors un **gradient électrochimique**

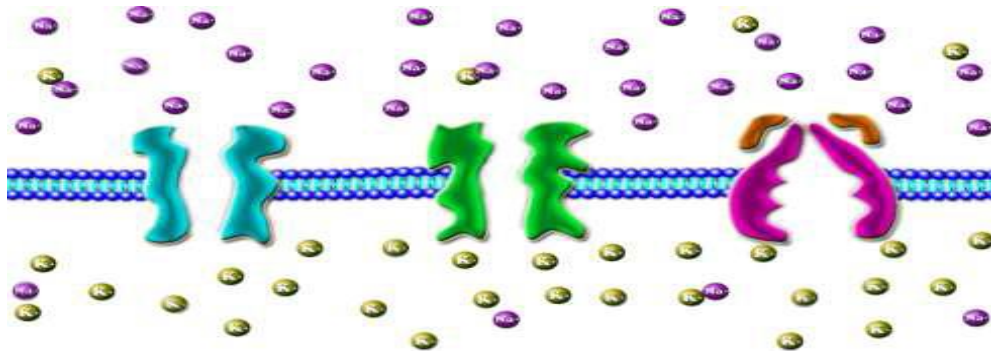


Figure 19 : Canaux et pompes au niveau de la membrane plasmique des neurones

- La diffusion des ions se fait grâce au **canaux spécifiques**.

Les canaux de potassium sont très perméables

Les canaux de sodium peu ou pas perméables.

Les molécules de K^+ intracellulaires suivent leur gradient chimique et sortent vers le milieu extracellulaire en apportant de plus en plus de charges positives avec elles, le milieu intracellulaire de la membrane se trouve donc chargé négativement ce qui limite la diffusion des molécules de potassium.

- On trouve une pompe $Na^+-K^+-ATPase$ qui mobilise activement et à chaque consommation d'une molécule d'ATP 3 ions de sodium à l'extérieur de la cellule contre 2 ions de K^+ à l'intérieur
- Remplit la cellule de potassium et la vide de sodium

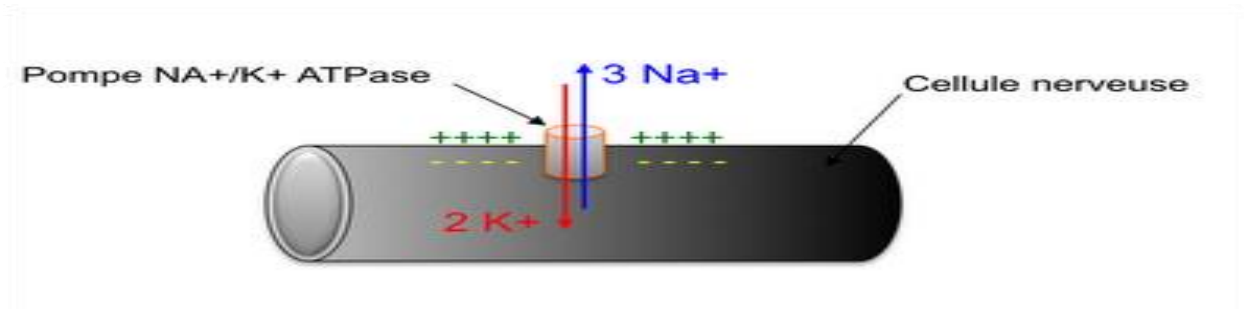
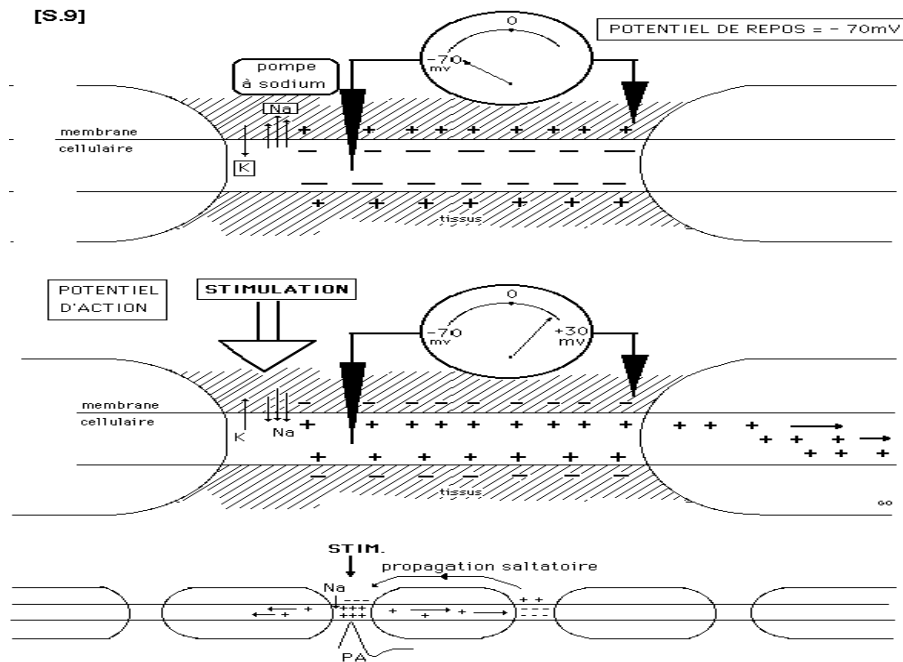


Figure 20: mobilisation d'une charge positive à l'extérieur de la cellule nerveuse

- A chaque intervention elle mobilise un bilan d'une charge positive vers l'extérieur de la cellule
- Engendre une différence de potentiel électrique entre le milieu extracellulaire chargé positivement et le milieu intracellulaire de charge négative.
- On appelle ce potentiel trans-membranaire: **le potentiel de repos**



2.7.2. - Potentiel de repos, Potentiel d'action et propagation de l'influx nerveux

2.4.2. Potentiel d'action

Lorsque la membrane est soumise à une stimulation électrique ou à l'action d'un neurotransmetteur chimique

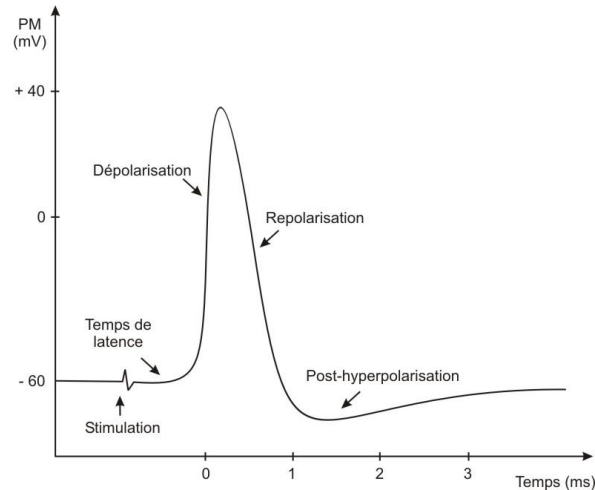
- Le rejet actif du sodium diminue, cesse, puis s'inverse.
- La concentration de Na intra-cellulaire augmente (blocage de la pompe à sodium).
- La vitesse de passage des ions K à travers la membrane cellulaire est plus petite que la vitesse de passage des Na.
- En conséquence une certaine quantité d'ions Na pénètre dans la cellule avant qu'une égale quantité d'ions K n'en sorte.

L'équilibre est temporairement rompu.

On assiste à une dépolarisation de la fibre nerveuse qui se traduit par l'apparition d'un potentiel d'actions

Lorsque le potentiel de membrane a retrouvé son niveau de repos, l'activité de la pompe à sodium reprend.

C'est un temps consommateur d'énergie.



-Il faut noter que si l'apparition du potentiel d'action est liée à l'intensité de la stimulation, une fois le **seuil critique** atteint, il est immédiatement maximal. En effet, y

- soit l'intensité de stimulation est insuffisante pour atteindre le seuil critique, on dit qu'elle est **infraliminaire** – et le potentiel d'action n'apparaît pas.

- soit l'intensité de stimulation est suffisante pour atteindre le seuil critique, on dit qu'elle est **supraliminaire** – et le potentiel d'action est immédiatement maximal.

-On dit que la fibre obéit à la loi du tout ou rien. Ce potentiel, qui correspond à une modification temporaire de la polarité membranaire comprend trois phases :

- une première phase de **dépolarisation** extrêmement brève puisqu'elle ne dure qu'une fraction de milliseconde et qui se traduit par une brusque inversion du potentiel de membrane (on passe en moyenne de -60 mV à $+40$ mV) ;

- une seconde phase de **repolarisation** un peu plus lente qui permet au potentiel de membrane de revenir à son niveau de repos ;

- une troisième phase de **post-hyperpolarisation** encore plus lente (plusieurs millisecondes) et de très faible amplitude pendant laquelle les concentrations ioniques intracellulaires retrouvent leurs valeurs initiales.

La propagation

La gaine de myéline constitue un isolant mais elle présente de distance en distance des interruptions complètes, ce sont les étranglements de RANVIER. Ou s'effectuent les échanges ioniques du potentiel d'action.

Au point de stimulation, l'intérieur de la fibre nerveuse est très positif et les ions positifs se répandent de part et d'autre du site de stimulation vers les autres étranglements de RANVIER. Leur présence provoque l'ouverture des pores de la membrane cellulaire permettant à nouveau la pénétration d'ions sodium et une dépolarisation qui provoque un autre potentiel d'action. Ainsi, de segment en segment, le potentiel d'action est entretenu tout le long de la fibre nerveuse. L'influx nerveux parcourt toute la fibre nerveuse par propagation saltatoire, et atteint l'arborisation terminale. La transmission de l'influx se fait à vitesse constante le long d'une fibre nerveuse normale plus le diamètre de l'axone est grand plus le signal se propage vite.

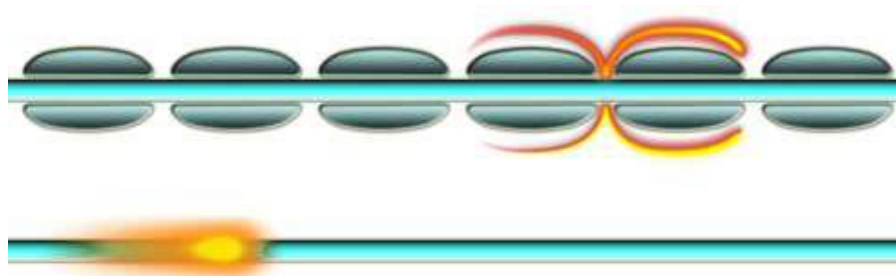


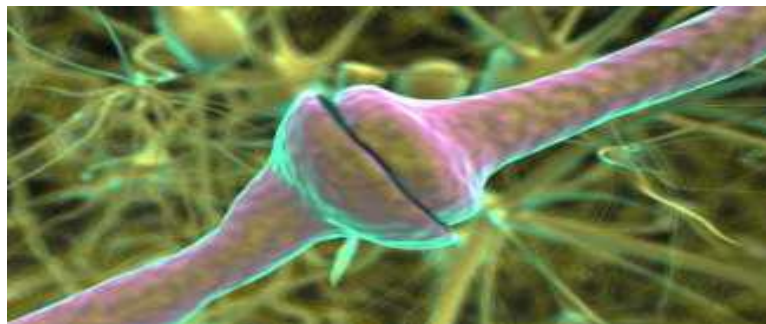
Figure 20 : propagation de l'influx nerveux

2.5. La transmission synaptique

2.5.1. La synapse:

(du grec *syn* = ensemble et *haptein* = toucher, saisir ; signifiant *connexion*) désigne une zone de contact fonctionnelle qui s'établit entre deux neurones, ou entre un neurone et une autre cellule (cellules musculaires)

Deux types :



A. Les synapses électriques :

Constituent des jonctions communicantes entre certains neurones, rôle important lors du développement et se transforment souvent après en synapses chimiques. Chez l'adulte, elles sont limitées à quelques régions de l'encéphale.

B. Les synapses chimiques :

Les plus répandues, le signal y circule par sécrétion de médiateurs chimiques appelés: neurotransmetteurs ou neuromédiateurs. Un effet excitateur (acétylcholine – glutamate) ou inhibiteur (GABA). Un neurone peut sécréter plus d'un type de neurotransmetteur. Le fonctionnement beaucoup plus complexe. Toutes les synapses interneuronales (on dit également neuro-neuroniques) présentent invariablement la même organisation de base :

- un élément présynaptique appartenant à un premier neurone,
- une fente synaptique séparant les deux neurones,
- un élément post-synaptique appartenant à un deuxième neurone

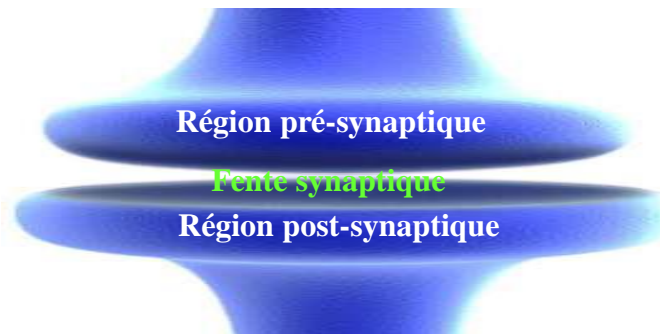


Figure 21: morphologie générale d'une synaps

2.5.2. Fonctionnement de la synapse chimique

Les synapses chimiques étant toujours fonctionnant à l'aide d'un neurotransmetteur,

Au niveau présynaptique, la terminaison axonale forme un petit renflement ou bouton terminal qui présente trois caractéristiques :

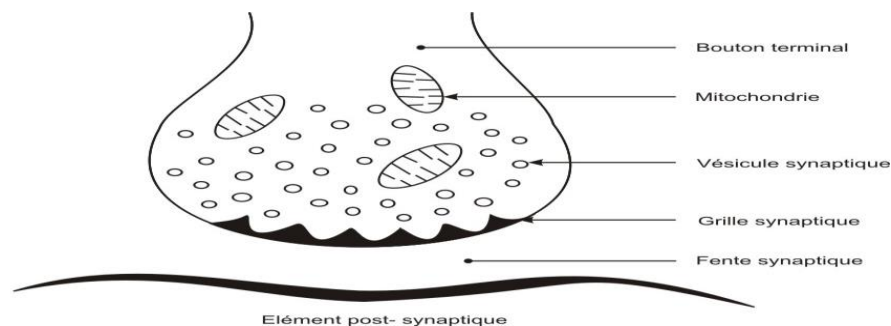
- il est riche en mitochondries ;
- il renferme de nombreuses vésicules qui peuvent contenir plus de 10 000 molécules de neurotransmetteur ;
- sa membrane présente une organisation particulière du cytosquelette impliqué dans les processus d'exocytose.

Au niveau post-synaptique l'élément nerveux (dendrite, soma) ne renferme pas de vésicule mais présente également une région sous-membranaire à une organisation particulière du cytosquelette permettant l'ancrage des récepteurs sur lesquels se fixent les neurotransmetteurs.

La fente synaptique

Occupe l'espace entre les deux régions membranaires présentant une distance en moyenne de 20 à 50 nm, elle ne présente pas de différenciation morphologique particulière.

- La synthèse** du neurotransmetteur dans l'élément présynaptique,
- Le stockage** du neurotransmetteur dans la terminaison présynaptique,
- La libération** du neurotransmetteur dans la fente synaptique,
- La combinaison** du neurotransmetteur avec les récepteurs postsynaptiques,
- L'inactivation** du neurotransmetteur après dissociation du complexe récepteur-neurotransmetteur.



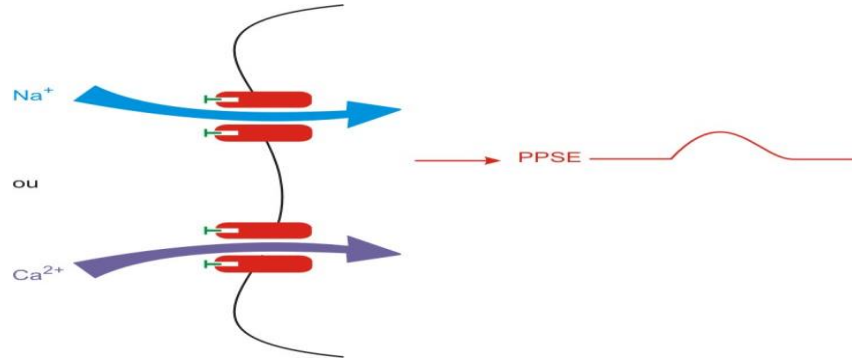
L'arrivée d'un PA à la terminaison présynaptique

- la dépolarisation membranaire
- l'ouverture de canaux au calcium.
- l'entrée de Ca^{2+} en raison du gradient électrique et de concentration
- une augmentation de la concentration de calcium intracellulaire
- activation de certaines protéines
- ce qui provoque migration des vésicules jusque la membrane.
- Libération de leur contenu (NT) par exocytose dans la fente synaptique.
- Le neurotransmetteur présentant une forte affinité avec les récepteurs post-synaptique.
- récepteurs sont des protéines-canaux chimiodépendantes,

2.5.2.1. Synapse excitatrice

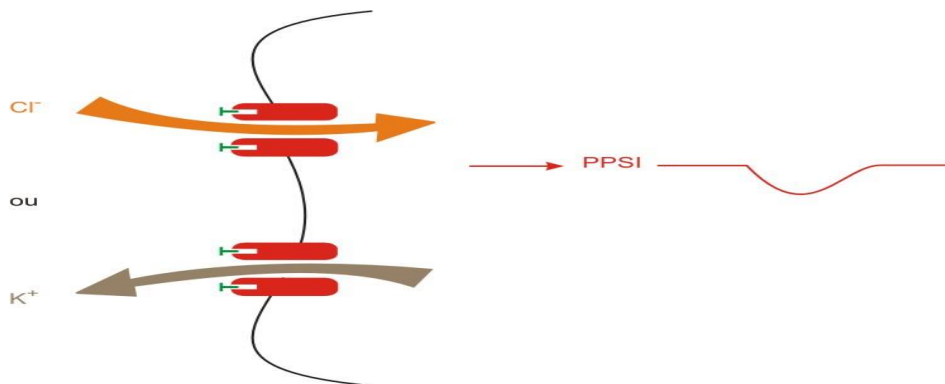
Le NT ouvre une protéine-canal au sodium ou au calcium.

Il s'ensuit une augmentation de cations intracellulaires ce qui a pour effet de provoquer une dépolarisation locale qu'on qualifie de **potentiel post-synaptique excitateur (PPSE)**.



2.5.2.2. Synapse inhibitrice

le NT ouvre une protéine-canal au chlore ou au potassium ce qui a pour effet de provoquer une hyperpolarisation locale (par entrée de chlore ou sortie de potassium) qu'on qualifie de **potentiel post-synaptique inhibiteur (PPSI)**.



Il reste ensuite à inactiver le neurotransmetteur

- soit il est **dégradé** par une enzyme spécifique dans la fente synaptique ;
- soit il est **recapté** par la terminaison présynaptique et peut ainsi être réutilisé.

Chapitre 3 : Chimie du système nerveux

Introduction

Le système nerveux avec ses structures différentes nécessite des molécules chimiques et des réactions métaboliques pour maintenir l'homéostasie. Grâce à ces molécules, la signalisation chimique est devenue possible pour générer notre conduite comportementale, émotionnelle et cognitive. En revanche, un stress par l'environnement externe (angoisse, drogue) peut perturber le métabolisme cérébral et nous mettent dans un état de mauvaise adaptation avec l'environnement. Parmi les molécules qui transmettent l'information, on trouve **les neurotransmetteurs**.

A l'état normal, l'influx nerveux (potentiel d'action), se transmet d'un neurone à un autre neurone ou une autre cellule, via les synapses soit sous forme électrique ou chimique via les neurotransmetteurs.

1. Les neurotransmetteurs

Les neurotransmetteurs sont des signaux chimiques libérés dans la fente synaptique par les terminaisons présynaptiques et utilisés comme support de la communication neuronale. Leur nombre dépasse la centaine. Ces substances se lient à des récepteurs spécifiques postsynaptiques et provoquent une brève modification du potentiel de membrane de la cellule cible.

2. Classification des neurotransmetteurs

2.1. Selon la structure on distingue :

Acétylcholine (ACh)

.Amines biogènes

Sérotonine (5-HT)

Histamine

Catécholamines : Adrénaline (AD)

Noradrénaline (NA)

Dopamine (DA)

.Acides aminés

Acide- gamma- amino butyrique (GABA)

Glutamate

Glycine

Peptides

endorphine, dinorphine, enképhalines,

Takychinines : Substance P, neurokinine A, Somatostatine

Peptide intestinal vasoactive (VIP)

Choléocystokinine (CCK)

.Gaz

Monoxyde d'azote (NO)

Monoxyde de carbone (CO)

2.2. Selon la fonction

Effet excitateur ou inhibiteur

Inhibiteurs : GABA , Glycine

Excitateurs : glutamate

Excitateur ou inhibiteur selon le récepteur

Ex : **ACh** : excitateur muscle squelettique

Inhibiteur, muscle cardiaque

2.3. Mécanisme d'action direct ou indirect

Direct : ouverture des canaux ionique

Ex : ACh, acides aminés neurotransmetteur

Action indirecte : Second messenger

Ex : amines biogènes et peptides.

3. Métabolisme des neurotransmetteurs.

3.1. L'Acetylcholine (le mémorisateur)

L'acétylcholine est le seul neurotransmetteur majeur qui n'est pas fabriqué à partir d'un acide aminé (constituant de base des protéines). Il est synthétisé à partir d'une substance de l'alimentation, la choline, et de la forme active de l'acide pantothénique (vitamine B5).

L'acétylcholine est un neurotransmetteur « à tout faire » qui intervient dans le contrôle des mouvements, y compris le pouls, ainsi qu'une multitude de fonctions physiologiques. C'est aussi le messager chimique de la mémoire.

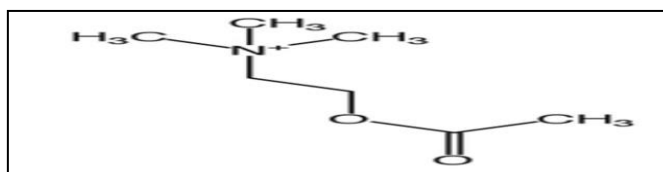


Figure 22 : structure chimique de l'Ach

Les régions du cerveau qui offrent la plus forte densité de neurones utilisant la choline, sont celles qui dégénèrent dans la maladie d'Alzheimer. Même chez la personne en bonne santé, on sait qu'avec l'âge, l'organisme fabrique moins d'acétylcholine. Cette situation est à l'origine de troubles de la mémoire, manque de concentration, oublis.

Synthèse

L'acétylcholine est synthétisée dans les terminaisons axonales à partir de la **choline** et de **l'acétylcoenzyme A**

-Acétyl CoA présent dans les mitochondries provenant de la dégradation du glucose en pyruvate, lui-même transformé en acétyl CoA par la pyruvate déshydrogénase, enzyme mitochondriale.

-La choline est captée par les terminaisons axonales localisé spécifiquement au niveau des terminaisons

La présence de choline dans le milieu extracellulaire est due à la dégradation de l'acétylcholine précédemment libérée et à l'apport de choline par le sang (dégradation des phospholipides membranaires, alimentation).

La réaction de synthèse de l'acétylcholine est catalysée par la choline acétyltransférase (CAT), enzyme cytoplasmique synthétisée dans le corps cellulaire des neurones et apportée jusqu'aux terminaisons axonales par le transport axonal antérograde.

L'acétylcholine, synthétisée dans le cytoplasme des terminaisons axonales, est transportée activement dans des vésicules synaptiques où elle est stockée

Libération

Lorsque la membrane de l'élément présynaptique est dépolarisée par l'arrivée d'un potentiel d'action (PA), les canaux Ca^{2+} sensibles au voltage s'ouvrent, provoquant une entrée d'ions Ca^{2+} , et une augmentation de la concentration intracellulaire en Ca^{2+} , facteur indispensable au déclenchement de l'exocytose.

Ainsi, l'exocytose d'une vésicule synaptique entraîne la **libération** de l'acétylcholine dans la fente synaptique

L'acétylcholine se **fixent** sur des récepteurs spécifiques

Dégradation

L'acétylcholine présente dans la fente synaptique est dégradée par l'acétylcholinestérase (AChE). L'AChE est une glycoprotéine synthétisée dans le corps cellulaire et apportée jusqu'aux

terminaisons par le transport axonal rapide. Elle hydrolyse l'acétylcholine en choline et acide acétique. ainsi la choline libérée est recaptée par la terminaison présynaptique.

-Pour résumer, l'acétylcholine commande la capacité à retenir une information, la stocker et la retrouver au moment nécessaire.

Lorsque le système qui utilise l'acétylcholine est perturbé apparaissent des troubles de la mémoire, voire dans les cas extrêmes des formes de démence.

Pour favoriser la synthèse de l'acétylcholine

-Il faut augmenter ses apports en choline, un précurseur (avec les vitamines B9 et B12) de l'acétylcholine. Les meilleures sources de cholines sont le jaune d'oeuf, la viande, le foie, le soja, le germe de blé, les crucifères et les céréales

- On distingue deux récepteurs des récepteurs cholinergiques : **nicotiniques** et **muscariniques**.

4.2. Les catécholamines

La dopamine, la noradrénaline (NA) et l'adrénaline sont des catécholamines (noyau catéchol = noyau benzène avec 2 groupements hydroxyles substitués adjacents).

Dopamine : (le moteur): Les réseaux dopaminergiques du cerveau sont étroitement associés aux comportements d'exploration, à la vigilance, la recherche du plaisir et l'évitement actif de la punition (fuite ou combat).

La noradrénaline module l'attention, l'apprentissage et facilite la réponse aux signaux de recompense

Adrenaline (le stresser): l'adrénaline est le neurotransmetteur qui prépare l'organisme à une réaction du type «fuir» ou «faire face».

Synthèse

Elles sont synthétisées à partir d'un précurseur commun : la L-tyrosine. La L-tyrosine, acide aminé qui provient de l'alimentation, est présente dans le sang, passe la barrière hémato-encéphalique et est captée par les neurones catécholaminergiques .

Dégradation

Les catécholamines présentes dans la fente synaptique sont en grande partie (70% de la NA) recaptées par les neurones catécholaminergiques et les cellules gliales. Elles sont dégradées par des enzymes spécifiques : les monoamines oxydases (MAO) mitochondriales et la catéchol-O-méthyl-transférase (COMT) présente dans la fente synaptique et dans le cytoplasme des cellules. Les métabolites des catécholamines se retrouvent dans le liquide céphalo-rachidien et dans les urines. Le taux de ces métabolites est utilisé en clinique comme index de l'activité des neurones catécholaminergiques centraux et périphériques

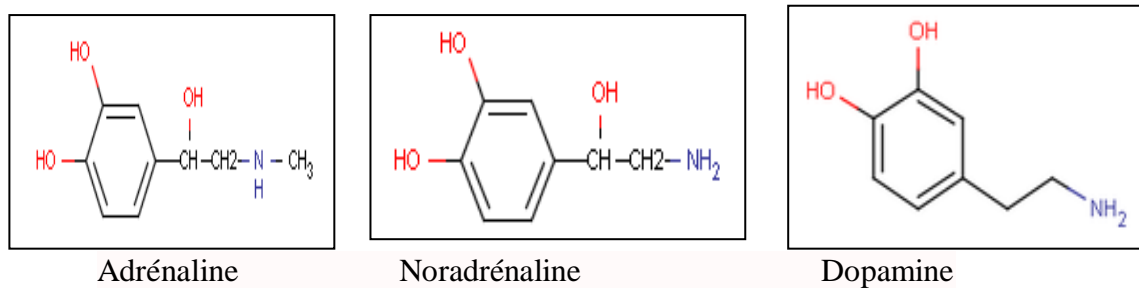


Figure 23: structure chimique des catécholamine

3.3. LA SEROTONINE

Synthèse :

La sérotonine ou 5-hydroxytryptamine (5-HT) est synthétisée à partir du tryptophane, acide aminé neutre qui provient de l'alimentation et passe la barrière hémato-encéphalique. La disponibilité du tryptophane est un facteur limitant de la synthèse de la 5-HT. Elle dépend des variations circadiennes de la concentration en tryptophane dans le sang (discontinuité des repas) et de la concentration sanguine des autres aminés neutres (tyrosine, phénylalanine) qui entrent en compétition avec le tryptophane au niveau du transporteur. Le tryptophane est ensuite hydroxylé en 5-hydroxytryptophane (5-HTP) par la tryptophane hydroxylase (TP-OH), enzyme cytoplasmique inhibée par la parachlorophénylalanine (PCPA). Le 5-HTP est enfin décarboxylé pour donner la 5-HT.

Dégradation :

La 5-HT présente dans la fente synaptique est recaptée puis dégradée par les monoamines oxydases (MAO) mitochondriales en 5-HIAA, métabolite de la 5-HT se retrouvant dans le liquide céphalo-rachidien et dans les urines, utilisé en clinique comme index de l'activité des neurones sérotoninergiques.

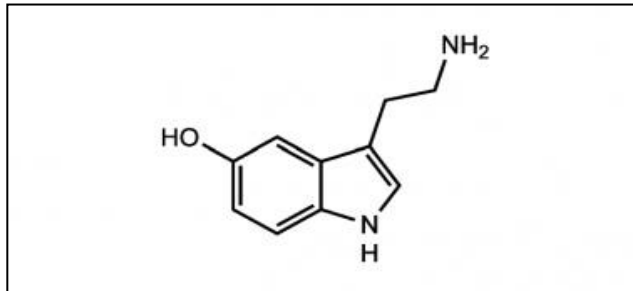


Figure 24: Structure chimique de la sérotonine

3.4. Glutamate et Aspartate**Les acides aminés excitateurs :****Synthèse :**

Le glutamate a pour principal précurseur la glutamine, mais il peut aussi être synthétisé à partir de l'aspartate. La glutamine est synthétisée dans les cellules gliales par la glutamine synthétase à partir du glutamate recapté de la fente synaptique. La glutamine est ensuite captée par les terminaisons axonales et transformée en glutamate par la glutaminase, enzyme mitochondriale. La recapture de la glutamine est une étape limitante de la synthèse du glutamate. L'activité de la glutaminase est contrôlée par le glutamate par un mécanisme de rétrocontrôle inhibiteur.

Chapitre 4 : Pathologies du système nerveux

Accident vasculaire cerebral AVC

1. Généralités :

Le cerveau représente moins de 2% du poids du corps humain. Cependant, il reçoit à lui seul plus de 16% de tout l'apport sanguin de ce dernier. C'est un organe d'une activité métabolique très élevée, il nécessite plus de 20% de l'apport énergétique de tout le corps. Malheureusement, Le cerveau ne dispose que de très faibles réserves en énergie (oxygène et glucose) . Les neurones meurent au bout de quelques minutes en cas d'absence d'apport énergétique [105]. Si un neurone meurt, il y a de très faibles chances à ce qu'il soit remplacé. C'est pour cette raison que le maintien de l'apport vasculaire cérébral est d'une importance capitale

L'accident vasculaire cérébral (AVC ou attaque cérébrale) est une interruption soudaine du flux sanguin d'une région du cerveau se compliquant par des troubles neurologiques. Selon leur nature, on distingue entre deux entités d'accidents vasculaires: L'AVC ischémique, par obstruction d'un vaisseau sanguin (80% de l'ensemble des AVC), et l'AVC hémorragique qui provoque un saignement dans le cerveau (20% des AVC).

2. AVC ischémique :

2.1. Causes :

Un AVC ischémique est la conséquence d'une occlusion d'une artère qui vascularise le cerveau (artère cérébrale, carotide interne ou système vertébro-basilaire). Cela entraîne un infarctus cérébral (ou ramollissement cérébral). Cette obstruction peut avoir plusieurs origines :

- Un athérome obstructif,
- Un enclavement d'un caillot formé localement ou d'origine cardiaque,
- Une déchirure de la paroi artérielle (dissection),
- Une compression par une tumeur ...

2.2. Physiopathologie :

Une interruption sévère et prolongée du débit sanguin cérébral même dans une petite région du cerveau entraîne une hypoxie tissulaire conduisant à:

- Des modifications métaboliques (glycolyse anaérobie, formation d'acide lactique),
- La libération excessive du glutamate, un neurotransmetteur qui à concentration élevée est très toxique pour les cellules nerveuses
- Un dysfonctionnement des pompes Na^+/K^+ à l'origine d'une entrée de Ca^{++} en intracellulaire . L'ensemble de ces perturbations entraîne une cascade d'activations enzymatiques et une accumulation des métabolites acides et des radicaux libres cytotoxiques conduisant à des lésions cellulaires irréversibles. Les anomalies membranaires et les troubles de la perméabilité capillaire se compliquent d'un œdème cérébral observé au niveau de la zone ischémique. En plus de l'impact direct de l'hypoperfusion cérébrale sur la région ischémique, ces complications métaboliques vont s'étendre à la région avoisinante qu'on appelle la zone de pénombre. Le ramollissement cérébral d'origine ischémique peut se compliquer secondairement d'un saignement au niveau de la lésion: on parle alors de ramollissement hémorragique

3. AVC hémorragique :

L'AVC hémorragique est dû à la rupture d'un vaisseau sanguin qui est souvent endommagé (une malformation artério-veineuse ou un anévrisme) et soumis à une pression sanguine excessive. Le tabac et l'alcool sont les facteurs qui fragilisent le plus les vaisseaux sanguins. Lors d'un AVC hémorragique, Un hématome se forme rapidement provoquant des signes neurologiques focaux d'apparition brutale en rapport avec les structures cérébrales détruites ou comprimées. L'œdème qui se constitue autour de l'hématome aggrave la compression du cerveau dans la boîte crânienne et entraîne ou accroît une hypertension intracrânienne (HTIC). La boîte crânienne étant inextensible, les structures nerveuses sous pression peuvent s'engager sous la faux du cerveau ou à travers le trou occipital menaçant le pronostic vital. Parfois lors d'un AVC hémorragique, il y a une libération massive des ions de calcium, ceci induit un vasospasme brutal qui peut être à l'origine d'autres accidents ischémiques.

La maladie d'Alzheimer

1. Généralités :

La maladie d'Alzheimer est une pathologie neurodégénérative qui touche différentes régions de l'encéphale. Il s'agit de la principale cause de démence (réduction acquise, progressive, profonde et irréversible des fonctions cognitives) chez les personnes âgées. Cette maladie tire son nom du Dr Aloïs Alzheimer qui, en 1907, décrit pour la première fois les altérations anatomiques observées dans le cerveau d'une patiente de 51 ans, Auguste D. En 1901, le Dr Alzheimer demande à la patiente de lui dire son nom, Auguste essaye de s'en rappeler mais il n'y arrive pas, c'est alors qu'elle lève les yeux, regarde le docteur et dit "j'ai perdu moi-même".

2. Physiopathologie :

Le processus neurodégénératif responsable de la maladie correspond à la formation (entre les neurones) de plaques amyloïdes (plaques séniles), et à l'intérieur des neurones d'agrégats de protéines tau qui forment des dégénérescences neurofibrillaires. Ces deux phénomènes provoquent une destruction neuronale massive qui se manifeste macroscopiquement par une atrophie corticale [185, 196]. Chez les patients atteints de la maladie d'Alzheimer, le cerveau peut perdre 8 à 10% de son poids tous les dix ans, contre 2% chez un sujet sain [203]. L'atrophie corticale s'accompagne d'une dilatation des ventricules cérébraux et des sillons corticaux. La perte neuronale affecte particulièrement les systèmes cholinergiques [80] (néocortex, cortex entorhinal, amygdale, hippocampe, noyau basal de Meynert [50, 119, 172]), noradrénergiques (locus cœruleus) et sérotoninergiques (noyau Raphé)

3. Facteurs de risque :

Les causes exactes de la maladie d'Alzheimer sont encore inconnues, mais on suppose que des facteurs environnementaux (Aluminium et métaux lourds dont le mercure) et génétiques y contribuent. Des mutations dans au moins quatre gènes prédisposant à la maladie d'Alzheimer ont été identifiées. Parmi les facteurs de risque de développer la maladie d'Alzheimer on trouve:

- L'âge est le facteur de risque le plus important. En vieillissant, les mécanismes naturels sont moins efficaces.
- Les maladies cardiovasculaires: Tous les facteurs de risque des maladies cardiovasculaires (comme l'hypertension) sont aussi des facteurs de risque de la maladie d'Alzheimer.
- Les antécédents familiaux et génétiques.
- Sexe féminin
- Le diabète

- Les traumatismes du crâne

4. Les symptômes

-Le premier symptôme de la maladie d'Alzheimer est la perte des souvenirs des événements récents (amnésie), celle-ci se manifeste initialement par des distractions mineures qui s'accroissent progressivement avec la progression de la maladie, tandis que les souvenirs anciens sont relativement préservés.

-Par la suite, les déficits cognitifs s'étendent aux domaines du langage (aphasie), de l'organisation des mouvements (apraxie), de la reconnaissance visuelle (agnosie visuelle) et des fonctions exécutives (telles que la prise de décision et la planification), ces derniers symptômes reflètent en particulier le processus pathologique de dégénérescence atteignant les lobes frontaux du cerveau.

-Ces changements psychologiques influent sur les qualités humaines essentielles et pour cette raison la maladie d'Alzheimer est quelquefois décrite comme une maladie où les victimes subissent la perte des qualités qui forment l'essence de l'existence humaine.

La maladie de Parkinson

1. Généralités :

La maladie de Parkinson a été décrite pour la première fois en 1817 par un médecin anglais James Parkinson dont elle a gardé le nom. Il s'agit d'une affection dégénérative du système nerveux central responsable de troubles essentiellement moteurs d'évolution progressive. Ses causes sont mal connues. Les symptômes de cette maladie est la conséquence de la perte de neurones du locus niger et d'une atteinte des faisceaux nigro-striés . La maladie débute habituellement entre 45 et 70 ans. C'est la deuxième maladie neurodégénérative, après la maladie d'Alzheimer. La maladie de Parkinson se distingue des syndromes parkinsoniens qui sont généralement d'origines diverses, généralement plus sévères et répondent plus ou moins au traitement.

2. Physiopathologie :

Il s'agit d'une affection neurodégénérative qui se caractérise par la mort prématurée des neurones, essentiellement ceux de la substance noire (substantia nigra - locus niger). Cette partie de l'encéphale, logée à la jonction mésencéphale-diencéphale, est impliquée dans le contrôle du mouvement en partie grâce à la sécrétion d'un neurotransmetteur: la dopamine. La perte des neurones dopaminergiques fait qu'il n'y a plus de dopamine en quantité

suffisante au niveau du striatum, et l'évolution progressive explique comment la maladie passe inaperçue pendant de nombreuses années. Les premiers signes cliniques n'apparaissent qu'après la destruction d'au moins 70% environ des neurones du locus niger. Avec le temps, d'autres structures nerveuses peuvent être touchées, impliquant d'autres neurotransmetteurs et responsables du contrôle d'autres facultés telles que la mémoire, les émotions, l'équilibre, la pression artérielle, les sphincters et la sexualité

3. Les symptômes

Au début de la maladie, les symptômes se caractérisent par leur aspect unilatéral. Ces symptômes incluent:

- **Tremblements:** Ils se manifestent surtout au repos, persistent même lors du sommeil et s'aggravent par l'émotion. Ils affectent surtout les membres supérieurs, en particulier les mains, la tête ne tremble pas. Ils constituent souvent une gêne sociale mais causent rarement un handicap majeur.
- **Akinésie:** C'est la difficulté d'initier un mouvement ou de le poursuivre, perte des mouvements automatiques.
- **Rigidité du corps:** l'excès de tension dans les muscles se traduit par une rigidité permanente, une augmentation de la résistance aux mouvements, une démarche à petits pas, des chutes, des pertes d'équilibre et une courbure vers l'avant de la colonne vertébrale.
- **Disparition des mimiques faciales:** Le visage devient inexpressif.

pression artérielle, les sphincters et la sexualité

3. Les symptômes

Le traitement de la maladie de Parkinson a connu des progrès considérables mais il est encore purement symptomatique.

-**Medicamenteux:** La lévodopa ou L-dopa est un précurseur de la dopamine, utilisé en thérapeutique car la dopamine ne traverse pas la barrière hémato-encéphalique. La L-dopa est transformée en dopamine dans le cerveau et couvre les besoins au niveau des régions en manque de celle-ci.

-**La stimulation cérébrale profonde:** Quand les médicaments n'apportent plus les bénéfices l'implantation d'électrodes reliées à un stimulateur (pacemaker) dans certaines régions du cerveau afin d'améliorer le fonctionnement des régions endommagées.

- La rééducation physique.

L'hydrocéphalie

1. Généralités :

L'hydrocéphalie est le plus souvent l'expression mécanique de la présence d'une autre atteinte à la santé, par exemple un spina bifida, qui résultera en une distension des ventricules cérébraux et de l'espace sous-arachnoïdien sous la pression du liquide céphalorachidien (LCR) qui ne peut circuler normalement (hydrocéphalie obstructive). Elle peut aussi être secondaire à un problème de résorption du LCR (hydrocéphalie communicante). Ces deux formes d'hydrocéphalie sont les plus fréquentes chez l'enfant et chez l'adulte. Chez la personne âgée, l'hydrocéphalie à pression normale est celle qui est vue le plus fréquemment. L'accumulation d'une quantité excessive de LCR causera la distension active des ventricules cérébraux et de l'espace sous-arachnoïdien, produisant une hyperpression sur le cerveau.

2. Physiopathologie

Le liquide céphalo-rachidien, qui baigne le cerveau, est sécrété par les plexus choroïdes (30%), le revêtement épendymaire des ventricules cérébraux (30%), les espaces sous-arachnoïdiens intracrâniens (20%) et les espaces sous-arachnoïdiens spinaux (20%). Cette production de LCR est nécessaire pour la protection du cerveau. Le LCR est la résultante d'un processus de filtration dynamique et équilibré de sécrétion et de résorption, qui est régulé pour l'obtention d'une pression intracrânienne déterminée. Toute obstruction ou défaut de résorption fait en sorte que le LCR s'accumule de façon excessive dans les ventricules cérébraux et dans l'espace sous-arachnoïdien pour produire l'hydrocéphalie. Il arrive aussi qu'une hypersécrétion de LCR soit en cause, mais cette condition est beaucoup plus rare.

3. Symptômes

Selon l'étiologie de l'hydrocéphalie, son apparition sera brutale. Les signes et symptômes qui la caractériseront seront donc tout autant observables progressivement ou plus soudainement. Ils seront variables selon l'âge de la personne atteinte, mais surtout parce que les fontanelles crâniennes seront ouvertes ou fermées.

-Chez le nourrisson ou l'enfant ayant les fontanelles ouvertes, la distension du crâne, le front bombant, les fontanelles tendues, la dilatation des veines épicroâniennes et les yeux en coucher de soleil pourront être observés. Les indicateurs d'une augmentation de la pression intracrânienne pourront être : § refus du biberon, § irritabilité, § pleurs aigus et incontrôlables, § maux de tête, §

vomissements, § altération de l'état général alors que le nourrisson est plutôt léthargique, § regard en coucher de soleil et/ou strabisme, § vision diminuée et œdème papillaire (signes plus tardifs).

- **Chez l'enfant ayant les fontanelles fermées et chez l'adulte**, le périmètre crânien pourra être augmenté, plus légèrement, et les signes d'une hyperpression intracrânienne pourront être observés : § vomissements en jet, § céphalées, § troubles du caractère, § altération de la vigilance, § baisse du rendement scolaire ou au travail, § fatigue, § ataxie, § signes pyramidaux, § troubles de motricité oculaire, § œdème papillaire

4. Traitement

- Dans un premier temps, pour réduire temporairement la pression exercée par le liquide céphalorachidien, un drainage ventriculaire ou une série de ponctions lombaires peuvent être envisagés. D'ailleurs, dans le cas de l'hydrocéphalie à pression normale, la ponction lombaire fait souvent office de traitement.

- Autrement, le traitement habituel pour l'enfant ou l'adulte ayant une hydrocéphalie progressive est la dérivation du liquide céphalorachidien grâce à un tube de plastique (shunt) reliant le ventricule latéral droit du cerveau à la cavité péritonéale ou à l'oreillette droite du cœur. Cette dérivation permet au LCR d'être ainsi résorbé ailleurs que dans le cerveau. Ce tube permet la circulation du LCR dans une seule direction, hors du cerveau, et amènera une diminution de la pression intracrânienne. Il sera laissé à demeure, même s'il devient éventuellement inutile, en raison des risques de saignements ou de traumatisme.

- Quand le shunt est installé dès que l'hydrocéphalie est constatée et que les fontanelles sont encore ouvertes, le crâne pourra reprendre une circonférence normale pour s'ajuster à la taille du cerveau. Dans certains cas, notamment lorsque l'hydrocéphalie est causée par une sténose de l'aqueduc de Sylvius, la ventriculostomie endoscopique du 3^e ventricule, soit la création d'une entaille entre ce dernier et l'espace sous-arachnoïdien, peut être envisagée pour drainer le liquide céphalorachidien. Par ailleurs, si la pose du shunt entraîne une infection, une antibiothérapie sera administrée et le shunt possiblement remplacé.

TRAVAUX DIRIGÉS

TD 1

Anatomie fonctionnelle du système nerveux

Le système nerveux comporte deux divisions principales, soit **le système nerveux central (SNC)** et **le système nerveux périphérique (SNP)**.

Le SNC est composé de l'encéphale (cerveau, cervelet et tronc cérébrale) et de la moelle épinière dont les fonctions sont : intégration et corrélation des informations sensorielles entrantes, génération des pensées et des émotions et la formation et stockage des souvenirs.

Le SNP est composé de nerfs crâniens et rachidiens qui proviennent respectivement de l'**encéphale** et de **la moelle épinière**. Le **SNP** permet le transport et la conduction de l'information entre le SNC et les différentes parties du corps.

Le SNP est relié au SNC par des récepteurs sensoriels situés dans différentes parties du corps.

L'élément d'entrée des nerfs du SNP composé de neurones sensitifs ou afférents qui conduit l'influx nerveux depuis les récepteurs sensoriels situés dans les différentes parties du corps vers le SNC. L'élément de sortie du SNP est composé de neurones moteurs ou efférents qui conduisent l'information depuis le SNC vers les organes effecteurs (muscles et glandes).

Le SNP est subdivisé en deux parties : système nerveux somatique (SNS) et système nerveux autonome ou végétatif (SNA).

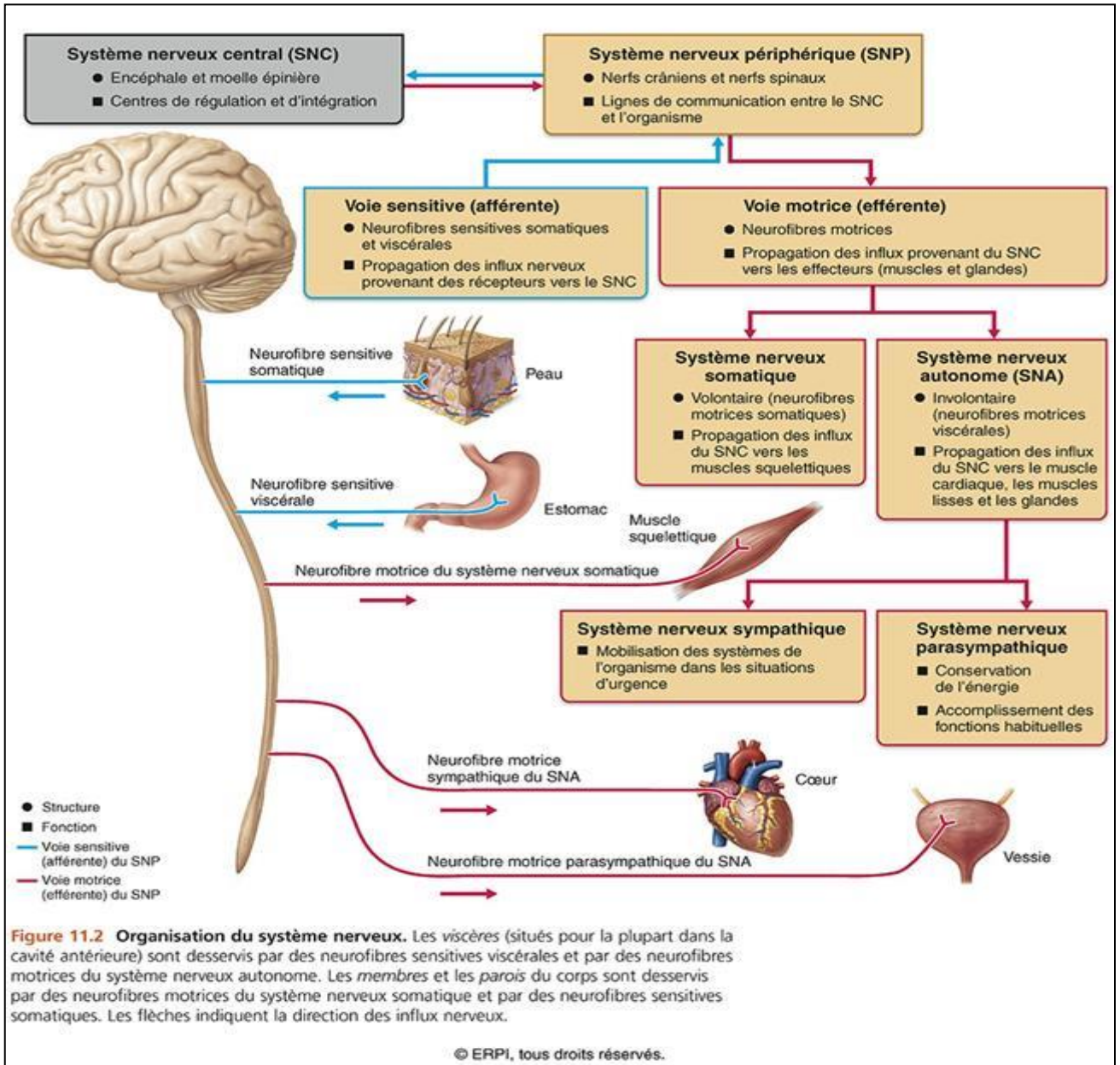
Dans le SNS, les neurones sensitifs qui conduisent l'information depuis récepteurs sensoriels de la paroi du corps vers le SNC, cependant, les récepteurs efférents conduisent l'influx nerveux depuis le SNC vers les muscles squelettique seulement.

Cette partie du SNP est **volontaire** car les réactions sont maîtrisées consciemment.

Dans le SNA, les neurones sensitifs afférents transportent l'influx nerveux depuis les récepteurs des viscères vers le SNC, alors que les neurones moteurs efférents conduisent l'influx nerveux le SNC vers les muscles lisses, cardiaques et les glandes. Cette partie est **involontaire**.

Le SNA contient deux parties, partie sympathique et parasympathique.

La partie sympathique est caractérisée par la dépense énergétique et l'augmentation des battements cardiaques, alors que la partie parasympathique conserve l'énergie et réduit les battements cardiaques



TD 2**ORGANISATION FONCTIONNELLE DU CORTEX CEREBRALE****1. Fonctions motrices****1.1. Aire 4 (aire somato – motrice):**

L'aire 4 correspond à la plus grande partie du gyrus pré-central (circonvolution frontale ascendante). A son niveau sont situées les grandes cellules pyramidales de BETZ qui sont le point de départ des axones qui constituent le faisceau pyramidal. A noter que la partie la plus élevée de l'aire 4 se prolonge sur la face médiale de l'hémisphère. Tout au long de l'aire 4 il existe une véritable somatotopie fonctionnelle. Chacune des régions de l'aire 4 représente un territoire corporel dont la surface corticale est d'autant plus grande que ce territoire a une grande importance fonctionnelle. Ainsi la surface correspondant à la main est très grande et, plus spécialement, la surface correspondant au pouce. Cette représentation schématique du corps humain à la surface du cortex moteur s'appelle "*homonculus de Penfield*"

*** Aire motrice supplémentaire**

Au niveau du lobule para-central (face médiale de l'hémisphère), il existe un territoire moteur particulier appelé *aire motrice supplémentaire* (AMS). Elle possède, comme l'aire 4, une somatotopie complète. C'est une aire motrice associative qui paraît se rapporter au projet du mouvement (prévision et représentation du mouvement à exécuter). L'EEG a montré qu'il existe une activité corticale précédant le mouvement apparent.

1.2. Aire 6 (aire psycho - motrice) :

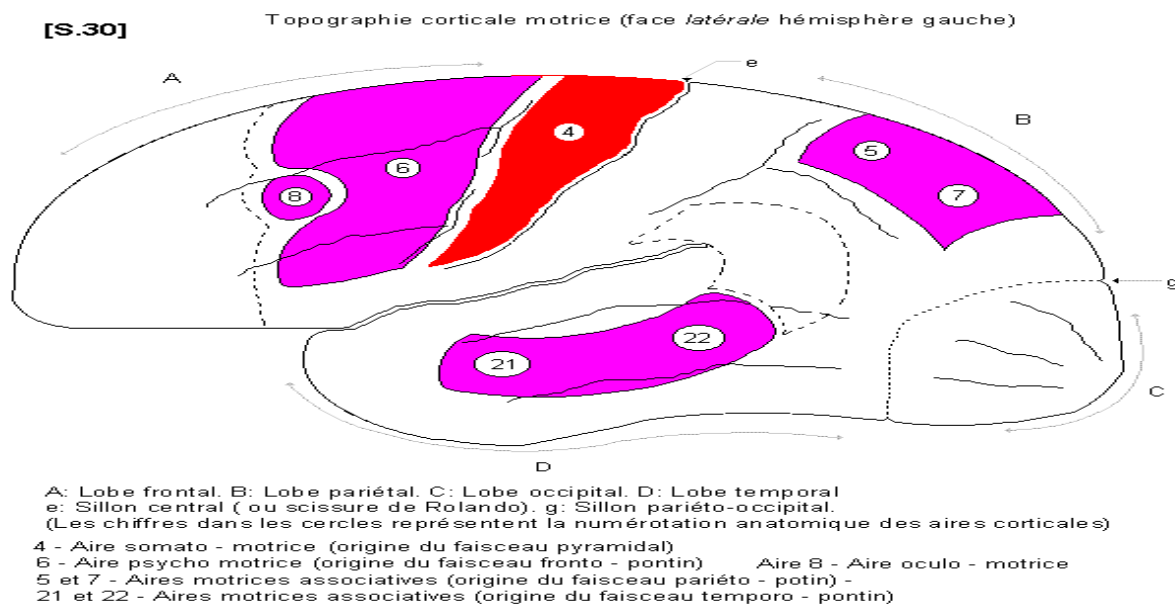
En avant de l'aire 4 se trouve un vaste territoire cortical moteur correspondant à l'aire 6, appelée aire pré-motrice. C'est une zone d'intégration motrice qui correspond au point de départ du faisceau fronto-pontin. Elle concerne la commande du mouvement volontaire global (et coordonné). Elle est donc impliquée dans la construction des chaînes musculaires cinétiques assurant le support et la conduite du mouvement volontaire vers son objectif de précision.

1.3. Aire 8 (aire oculo-motrice) :
 En avant de l'aire 6, il existe un petit territoire moteur spécialisé qui est l'aire 8 ou aire oculo-motrice responsable des mouvements synergiques des yeux.

1.4. Aires 5 et 7
 Ce sont des territoires moteurs corticaux associatifs au niveau du lobe pariétal, donnant le *faisceau pariéto - pontin*. Ces aires sont en relation étroite de proximité avec les aires pariétales de la somesthésie, puis avec l'aire 40 dans la région du pli courbe. Le résultat de *cette intégration assure le déroulement normal du mouvement par reconnaissance de l'espace extra - corporel.

Sa pathologie, dans l'hémisphère dominant, entraîne une méconnaissance spatiale du mouvement et une héli - négligence motrice, du côté opposé à la lésion.

1.5. Aires 21 et 22.
 Ce sont des territoires moteurs corticaux associatifs au niveau du lobe temporal, mais en relation de proximité avec les aires visuelles du lobe occipital. Ces territoires donnent le faisceau temporo-pontin. Ce dernier intervient dans les ataxies à prédominance axiale et, indirectement, sur les mouvements cortico-oculo-céphalogyres (aire 22). Le lobe temporal est aussi le lieu des foyers d'épilepsie temporale.



2. Fonctions sensitives et sensorielles

La topographie sensitive et sensorielle du cortex cérébral a des caractères très particuliers. On distingue en principe trois localisations concentriques pour une même projection sensitive et sensorielle.

- Il existe une *zone de réception primaire* corticale où émerge le signal neuro-physiologique (provenant de la rétine, par exemple).
- Autour de la zone primaire, sont disposés des neurones de structure particulière qui correspondent à la prise de conscience de la nature du signal et de ses paramètres. C'est la *zone de perception*.
- Enfin, à la périphérie, il existe une troisième zone de neurones spécialisés qui correspondent à l'analyse du message sensoriel, à son identification et à sa reconnaissance. C'est la *zone d'interprétation*.

Il existe, en principe, trois centres concentriques qui sont : le centre de réception primaire, le centre de perception consciente et le centre d'interprétation. Les territoires qui sont placés autour du centre de la réception primaire sont appelés zones psychiques ou *zones de gnosie*. Ce sont des territoires associatifs et intégratifs.

En bref, il existe une diffusion corticale du message sensoriel, qui s'accompagne d'un changement de nature par intellectualisation et enrichissement symbolique. A noter que les déficits sensoriels (ex. cécité) peuvent être partiellement compensés par extension fonctionnelle des zones de gnosie des territoires sensitifs environnants (somesthésie tactile, spatiale, et audition). Il existe donc, au niveau cortical, des suppléances possibles qui, bien que partielles, doivent pouvoir être développées par des procédés éducatifs appropriés. (Exemple : Chez l'aveugle, la perception du monde extérieur peut - être enrichie par le développement très précoce des perceptions non - visuelles : tactiles, auditives, olfactives).

2.1. Les aires corticales de la vision :

On distingue ainsi dans le lobe occipital les aires sensorielles de la vision. L'aire 17 est le centre de réception primaire, l'aire 18 est l'aire de perception et l'aire 19, la plus périphérique, est l'aire d'interprétation. Ces trois territoires se retrouvent sur la face médiale de l'hémisphère de part et d'autre du sillon calcarin.

2.2. Les aires corticales de l'audition :

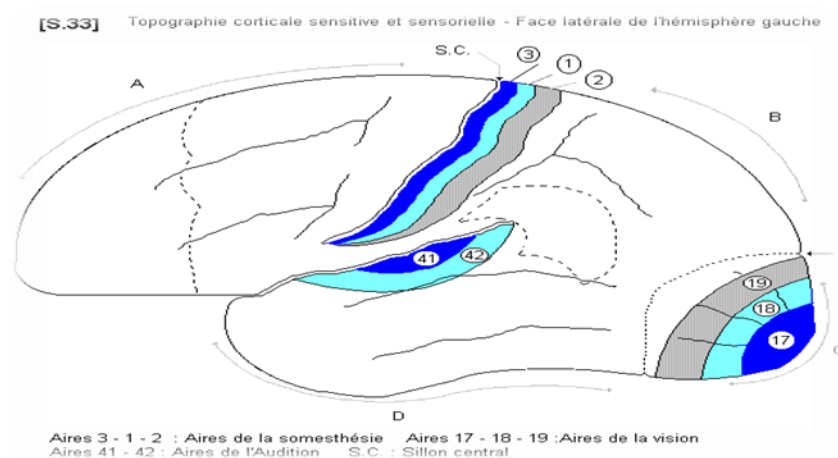
Les centres sensoriels de l'audition sont placés au niveau des premières circonvolutions du lobe temporal. On distingue ici seulement deux territoires : l'aire 41 est l'aire de réception primaire et l'aire 42 correspond aux zones de gnosie.

2.3. Les aires corticales de la somesthésie :

La sensibilité générale se projette au niveau du cortex du lobe pariétal, en arrière du sillon central (scissure de Rolando). On distingue là aussi à son niveau, trois territoires successifs : l'aire 3 correspond à la réception primaire et les aires 1 et 2 correspondent aux aires psychiques. Il existe au niveau de ce territoire, sur le gyrus post-central (circonvolution pariétale ascendante) une topographie somatotopique tout à fait comparable à celle de l'homonculus de Penfield. Ce sont aussi des centres associatifs de la reconnaissance des formes et de leur disposition spatiale.

2.4. Les aires corticales de l'olfaction :

Les aires de l'olfaction sont placées sur la face médiale de l'hémisphère au niveau de la circonvolution limbique et au niveau de la région de l'hippocampe. On distingue deux territoires olfactifs situés dans l'aire 24 et dans l'aire 38, qui correspondent aux deux racines du tractus olfactif.



TD 3:**FONCTIONS ASSOCIATIVES**

Elles couvrent environ 80% du cortex chez l'homme (10% chez le rat), ce qui témoigne de leur importance évolutive et fonctionnelle.

Elles traitent les informations de toutes les aires spécifiques motrices, sensibles et sensorielles. Elles assument ainsi l'intégration de nombreuses informations différentes (par leur nature et leurs paramètres neurophysiologiques). Cette capacité de traitement des signaux aboutit à la construction de programmes de reconnaissance et d'action sur l'environnement.

Les conséquences fonctionnelles des déficits pathologiques dans ces territoires corticaux sont des **agnosies** et des **apraxies**.

1. Les aires corticales pré - frontales :

Il existe, au niveau du cortex, une zone très particulière, située dans la partie la plus ventrale des lobes frontaux. Ce sont les aires pré - frontales 9 et 10. Leur signification physiologique précise est mal connue. On sait seulement qu'elles représentent le lieu d'élaboration des caractères de la personnalité. Elles concernent aussi les activités intellectuelles de la concentration et de la prévision, ainsi que la régulation de l'humeur (cyclo-thymie : dépression, euphorie). Il s'agit de territoires complexes qui sont en fait des aires associatives, abondamment reliées au lobe limbique, au thalamus et à l'hypothalamus.

Les lésions pré - frontales se caractérisent donc par des modifications caractérielles : perte du dynamisme naturel, perte la concentration, des capacités prévisionnelles, perte de l'initiative et de la décision et perte de l'affectivité, avec conservation des aptitudes intellectuelles fondamentales (raisonnement). En bref, il s'agit d'un état de passivité et de neutralité psycho-affective. (Etiologies : Traumatismes crânio - cérébraux frontaux, Méningiome frontal opéré).

2. Les aires corticales du polygone du langage

On distingue enfin au niveau du cortex des territoires particuliers sensoriels et moteurs qui sont spécialisés dans les fonctions du langage et de l'écriture (centres du langage et de l'écriture.) On distingue :

- **des centres moteurs.** Ce sont :

* **le centre de l'écriture** : il est placé en avant de la circonvolution frontale ascendante au voisinage des territoires moteurs qui correspondent au membre supérieur et à la main. Sa lésion pathologique provoque l'**agraphie**.

* **le centre du langage** : il est situé au pied de la circonvolution frontale ascendante, au voisinage des territoires moteurs du larynx. C'est l'**aire de Broca** de l'hémisphère gauche, située dans le territoire artériel de la portion initiale de l'artère cérébrale moyenne (ou art. sylvienne) Il s'agit de la composante motrice du langage. Sa lésion provoque l'**anarthrie** (impossibilité d'émettre des sons organisés). C'est un langage lent, désorganisé, laborieux, en style télégraphique élémentaire, appelé en clinique « locution non fluente » ou « jargon ».

- **des centres de reconnaissance** :

* **le centre de la surdité verbale** : il est situé dans le lobe temporal, en arrière des centres de projection de l'audition. C'est l'**aire de Wernicke** de l'hémisphère gauche, située dans le territoire artériel de la portion distale de l'artère cérébrale moyenne (ou a. sylvienne). Il s'agit de la composante cognitive du langage, qui concerne le sens du langage. Sa lésion entraîne l'incompréhension des paroles entendues, car elles ne sont pas reconnues. Il s'agit, en fait d'un trouble complexe du langage, associant diverses formes (logorrhée, paraphasie, erreur du mot, manque ou recherche du mot) appelé Aphasie de Wernicke, par lésion dans le lobe temporal postérieur. Mais l'aphasie de Wernicke donne un langage qui paraît normal dans sa construction, et qui appelé en clinique « locution fluente ». Les accidents vasculaires cérébraux dans le territoire de l'artère cérébrale moyenne sont souvent responsables de nécrose ischémique corticale (ou ramollissent cérébral) au niveau des aires de Broca et de Wernicke.

* *le centre de la cécité verbale* : il est situé dans une zone intermédiaire entre le lobe pariétal et le lobe occipital. Sa lésion entraîne l'incompréhension des mots écrits ou imprimés, car ils ne sont pas reconnus.

L'ensemble de ces quatre centres constitue **le polygone du langage**. Il existe entre eux de nombreuses fibres d'association (dont le faisceau arqué, situé dans le territoire du pli courbe) qui relie les aires de Wernicke et de Broca). En effet, on entend et on comprend ses propres paroles, de même que l'on voit et que l'on comprend sa propre écriture. Il faut noter que ce polygone du langage, bien que bilatéral, n'est fonctionnel qu'à gauche chez les droitiers (et à droite chez les gauchers). Pour expliquer cette fonction unilatérale, on pense que les phénomènes moteurs et psychiques du langage, dont le synchronisme est très délicat, nécessitent la prédominance d'un hémisphère sur l'autre. C'est ainsi que s'expliqueraient certaines formes de bégaiement par non - prédominance d'un hémisphère sur l'autre.

Ces constatations posent le problème plus général de la spécialisation fonctionnelle des aires associatives de chacun des hémisphères.

Les aires associatives de l'hémisphère dominant (le gauche chez les droitiers) paraissent plus aptes aux *fonctions procédurales*, c'est-à-dire au traitement séquentiel et analytique des informations et, par conséquence, plus aptes aux raisonnements déductifs et logiques (les mathématiques par exemple).

Au contraire, les mêmes territoires dans l'autre hémisphère, paraissent plus aptes aux *fonctions déclaratives*, c'est à dire au traitement global et intuitif des informations, considérées comme un tout. Ce serait le lieu de la reconnaissance analogique des images sensorielles - visuelles - sonores - olfactives - gustatives (notion de l'espace environnant, des formes, des couleurs, de la musique, et de leurs nuances).

TD 4**Noyaux gris centraux - Centres et voies motrices**

Les noyaux gris centraux sont constitués par le corps strié et la couche optique ou thalamus. Ils jouent un rôle important dans la fonction motrice et dans le contrôle de son déroulement. En effet, toute activité motrice n'est pas volontaire. Il existe à l'intérieur du mouvement normal une grande participation d'activités motrices automatiques qui résultent très principalement des fonctions des noyaux gris centraux, situés dans le paléocéphale. Leurs voies neurologiques particulières constituent les voies motrices extra - pyramidales dont les faisceaux de sortie atteignent plus bas, tous les segments de la moelle épinière. Au niveau des noyaux gris centraux, ces voies constituent les circuits striataux.

-Les circuits striataux

Les différentes connexions des noyaux gris centraux entre eux et avec le cortex, décrivent plusieurs systèmes de boucles de régulation de l'activité motrice, dont la participation est indispensable à l'exécution normale du mouvement. Ces connexions sont assurées par des voies et des synapses qui mettent en jeu des neuro-médiateurs et des récepteurs spécifiques.

On distingue actuellement 5 boucles de régulation :

- le circuit striatal principal (CSP) : il est cortico-strio-thalamo-cortical.

- les quatre circuits striataux accessoires (CSA) :

* 1er CSA : néo-striatum, pallidum, noyau latéro-ventral intermédiaire du thalamus et retour au cortex.

* 2è CSA : boucle pallido-sous-thalamo-striée : elle relie le pallidum au corps de Luys et à la zona incerta.

* 3è CSA : c'est la boucle strio-nigrique qui est impliquée dans la physio-pathologie de la maladie de Parkinson.

* 4è CSA : boucle strio-nigro-thalamique et retour au néo-striatum et retour au néo-striatum.

(A noter, l'organisation générale en boucles de contrôle ou de rétro - action).

- les systèmes d'entrée dans les circuits striataux :

Le cortex du cerveau projette des fibres sur le paléocéphale (sur le néo-striatum puis, au delà, sur le pallidum). Ce sont les voies cortico -striées.

-les systèmes intra - striataux :

C'est le circuit striatal accessoire 1. Il relie le néo- striatum (Noyau caudé/Putamen) au paléo - striatum (Pallidum/noyaux latéro - ventraux du thalamus).

- les systèmes de sortie des circuits striataux :

Les corps striés sont en relation avec les noyaux sous-jacents : noyaux sous opto -striés et, au delà, avec la substance réticulée. Ce sont les voies strio - réticulaires.

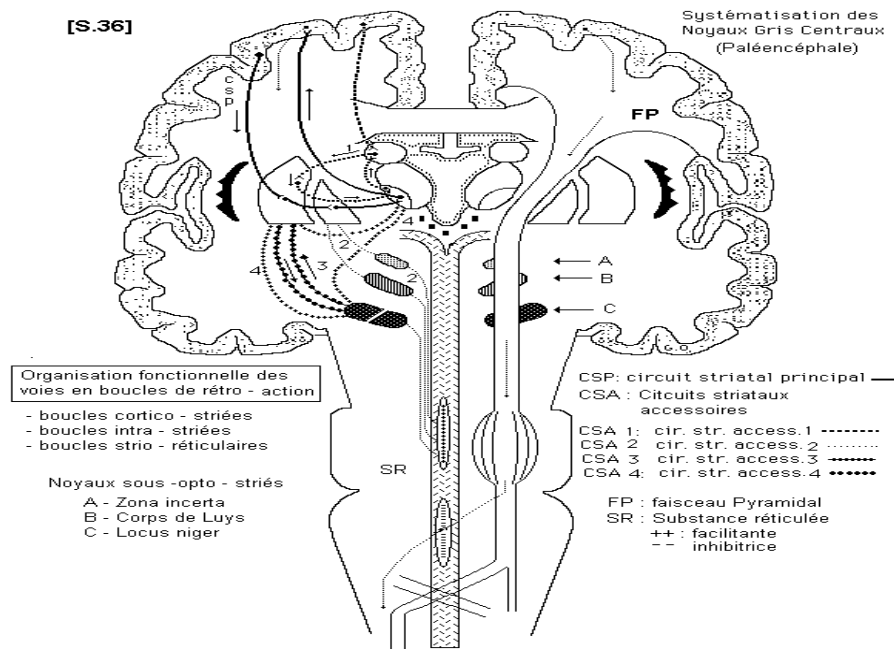


Figure : systematisation des noyaux gris centraux

TD 5:**LE SYSTÈME LIMBIQUE**

Il est constitué par un ensemble de centres nerveux très profonds, au centre du cerveau, abondamment reliés entre eux, mais aussi avec les aires corticales associatives, le thalamus , l'hypothalamus, et les aires pré- - frontales.

Fonctionnellement, les territoires du lobe limbique sont responsables de l'organisation des comportements instinctifs fondamentaux et de l'expression des émotions et des motivations, assurant la protection de l'individu et la survie de l'espèce. C'est le domaine de l'instinct. En

bref, il s'agit des trois fonctions primordiales qui sont :

- ▶ vivre (motivations alimentaires)
- ▶ Survivre (en cas de menace, deux comportements opposés, combattre ou fuir - Instinct de sauvegarde ou de conservation).
- ▶ Se reproduire (sexualité)

Anatomie du système limbique

Au plan du développement phylogénétique, il correspond à l'association de l'archencéphale et du paléencéphale.. Il comprend les organes suivants :

- ▶ L'appareil olfactif
- ▶ L'hippocampe ventral,
- ▶ Le noyau amygdalien (ou complexe amygdalien) : c'est un noyau gris situé dans l'épaisseur du lobe temporal au niveau de l'uncus
- ▶ La région septale, avec les noyaux du septum (aire 25) située dans la partie basse de la face médiale du lobe frontal et sous le bec du corps calleux (gyrus sous - calleux). Les noyaux profonds (noyaux du septum, dont le noyau accubens). Ce sont des éléments très actifs de la physiologie du lobe limbique (attirance, appétit, satisfaction).
- ▶ Le grand lobe limbique: formé par : le gyrus cingulaire et la circonvolution para-hippocampique ou T 5

Anatomie fonctionnelle

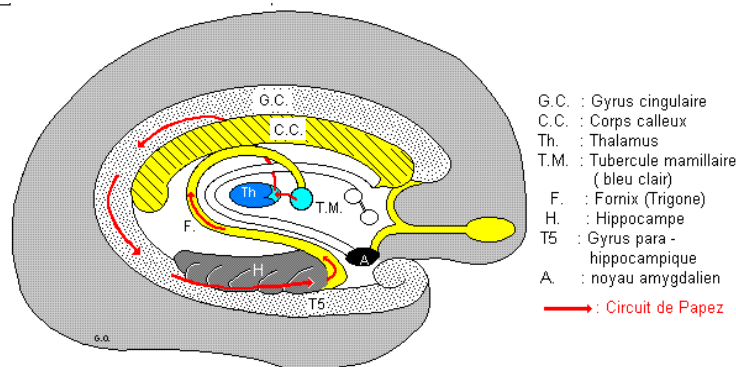
Cet ensemble est le siège de deux manifestations du comportement :

A - C'est le **centre de la manifestation des émotions**, se rapportant soit aux motivations alimentaires (attirance, appétit) soit aux instincts de conservation en cas de danger (combattre ou fuir, c'est-à-dire agressivité, ou répulsion), soit aux instincts fondamentaux de la sexualité. Les voies sont représentées par la bandelette semi-circulaire assurant le circuit SEPTUM / AMYGDALÉ. Les expériences neuro - physiologiques ont montré que les stimulations des noyaux du septum, étaient génératrices de sensations de plaisir ou de satisfaction.

Au contraire, la stimulation du noyau amygdalien est génératrice de sensations d'agressivité (combat) ou de crainte (fuite). Toutes ces manifestations fondamentales étant en rapport avec la vie végétative, on comprend que le système limbique échange de nombreuses relations avec l'hypothalamus et la substance réticulée. Il est aussi en relation avec les aires associatives sensorielles du cortex et spécialement les aires pré-frontales qui ont des fonctions psycho-affectives se rapportant avec la personnalité des individus. Toutes ces régions sont inter - connectées, dans les deux sens.

B - C'est aussi le **centre de la mémoire**.

A l'intérieur du système limbique, il existe, en plus, une boucle fermée sur elle-même, utilisant le tubercule mamillaire, le noyau antérieur du thalamus, le gyrus cingulaire, la région de l'hippocampe et le fornix. Ce circuit, décrit par **Papez**, est responsable de la *mémoire de fixation*. Une interruption de ce circuit provoque une amnésie antérograde (seuls les souvenirs anciens sont conservés, mais il ne peut s'en constituer de nouveaux.).



Les éléments anatomiques du circuit de Papez

Système limbique :

- 1: Fornix, 2: bandelette semi-circulaire, 3: Aire septale, 4: hippocampe, 5: Noyau amygdalien.
- 6: grand lobe limbique de Broca (gyrus cingulaire + gyrus para-hippocampique).
- H: hippocampe, Th: Thalamus.

References bibliographique

Pritchard T.C. Alloway K.D. (2002) Neurosciences médicales. De Boeck Université Bruxelles

Schmidt R.F. Dudel J. Jänig W. et Zimmermann M. Neurophysiologie

Livre de Biologie humaine. Tortora et Grabowski

<https://www.anatomie-humaine.com/-Neuro-Anatomie-fonctionnelle-.html>

[https://moodle.luniversitenumérique.fr/pluginfile.php/2727/mod_resource/content/1/co/module Neurosciences Psychologie L1 5.html](https://moodle.luniversitenumérique.fr/pluginfile.php/2727/mod_resource/content/1/co/module_Neurosciences_Psychologie_L1_5.html)

http://neuromatiq.com/livre/neuromatiq_livre.pdf

<https://www.yumpu.com/fr/document/view/16527826/physiologie-du-neurone-ici-universite-lille-1>

Gilles Bourbonnais cours compensateurs neurophysiologie *université laval*

Physiologie humaine, Auteur : Lauralee Sherwood, Alain Lockhart, Traduction : Alain Lockhart, Edition : 2, Editeur : De Boeck Université, 2006, Pages : 629 pages.

Pocket atlas of human anatomy: based on the international nomenclature, Auteur : Heinz Feneis, Wolfgang Dauber, Edition : 4, illustrée, Editeur : Thieme, 2000, Pages : 500 pages.

Dale Purves, *Neurosciences & Cognition*, De Boeck Supérieur, 25 septembre 2015, 960 p. (ISBN 2807314929), p. 1-960

Neurologie, Auteur : Anne Bertrand, Stéphane Epelbaum, Edition : 2, Editeur : Elsevier Masson, 2009, Pages : 446 pages.