

---

# Faculté de médecine d'Annaba

---

Bases  
neurophysiologiques

---

Dr A.Benahmed

---

# Introduction

---

Le système nerveux est divisé en système nerveux central et système nerveux périphérique :

- **Le système nerveux central** comprend :
  - **La Moelle Epinière** : La moelle épinière, est une partie du système nerveux central contenue dans le canal rachidien de la colonne vertébrale, elle joue un double rôle :
    - Une fonction de conduction des informations, par l'intermédiaire des voies motrices (descendantes) et des voies sensitives (ascendantes)
    - Un centre d'intégration des reflexes
  - **L'encéphale** : qui comprend ; les hémisphères cérébraux, les noyaux gris de la base, le cervelet, et le tronc cérébral.
- **Le système nerveux périphérique** comprend : les nerfs crâniens et les nerfs rachidiens qui partent du système nerveux central pour innerver le reste de l'organisme.

**les neurones** représentent l'unité fonctionnelle de transfert d'information au niveau du système nerveux.

les neurones présentent deux propriétés électriques fondamentales ;

- **L'excitabilité** : dû à la présence de **potentiel de repos important**, le **potentiel d'action** suite à une stimulation .

Le potentiel d'action est composé de trois phases :

- **Phase de dépolarisation** : dû à une entrée massive de  $\text{Na}^+$
  - **Phase de repolarisation** : diminution de la entrée du  $\text{Na}^+$  et en même temps une sortie du  $\text{K}^+$ .
  - **post-hyperpolarisation** : dû à une fuite accrue (sortie) d'ions  $\text{K}^+$ . Puis l'activité de la pompe  $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATP}$  ase rétablit le potentiel à son état de repos.
- **La conduction** : est la capacité des axones de transmettre les informations.

Les neurones communiquent entre eux par l'intermédiaire de structures spécialisées appelés **synapses**, on distingue ;

- Synapse neuroneuronal : axosomatique , axodendritique, axoaxonique.
- Synapse neuromusculaire
- Synapse neuroendocrine

Quelques soit le type de synapse le **schémas générale de fonctionnement synaptique** est le même ;

- 1) L'arrivée de potentiel d'action au niveau de l'élément présynaptique, provoque l'ouverture des canaux calciques voltage-dépendants et l'entrée du calcium.
- 2) L'entrée du calcium au niveau de l'élément présynaptique entraîne la fusion des vésicules synaptiques avec la membrane présynaptique et la libération du neurotransmetteur par exocytose dans la fente synaptique.
- 3) Les molécules de neurotransmetteurs libérés dans la fente synaptique vont se fixer sur des récepteurs spécifiques localisés au niveau la membrane postsynaptique.
- 4) La fixation du neurotransmetteur sur son récepteur modifie la perméabilité membranaire de l'élément postsynaptique aux ions et selon la nature de la synapse excitatrice ou inhibitrice détermine la nature de ces ions.
  - *Lorsqu'une synapse est excitatrice, la fixation du médiateur sur les récepteurs postsynaptiques entraîne, une augmentation la perméabilité de la membrane postsynaptique vis-à-vis des ions sodium et des ions potassium, entraînant une dépolarisation. Lorsque le potentiel de membrane atteint le seuil, un potentiel d'action peut être engendré.*
  - *Lorsque la synapse est inhibitrice, la combinaison du médiateur chimique avec les molécules du site récepteur entraîne une augmentation de perméabilité de la membrane postsynaptique aux ions potassium (et chlore). Ce qui entraîne l'hyperpolarisation de la membrane.*
- 5) D'une façon concomitante le neurotransmetteur seront soit : réabsorbé par les éléments présynaptiques, dégradé sous l'effet d'enzymes, ou il diffuse dans l'espace synaptique.

Les principaux neurotransmetteurs sont :

| Nom                        | Types récepteurs antagonistes                                   | Mécanisme d'action postsynaptique                         | Principaux sites de libération                                                                                                       | Applications clinique                                                |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| <b>Acétylcholine (ACh)</b> | Nicotiniques (N1—N2)<br>Muscariniques (M1, M2)                  | Canal cationique<br><br>AMPC<br>(P3                       | Plaquette motrice<br>Système para-sympathique<br>Fibre préganglionnaire, du système ortho sympathique, striatum, cortex, hippocampe. | Déficit en ACH :<br>Cortex : maladie l'Alzheimer<br>JNM : myasthénie |
| <b>Dopamine (DA)</b>       | D1<br>D2<br><br>D3<br>D4<br>D5                                  | AMPC, IF3, DAG<br>AMPC, canaux Na et Ca<br>?<br>?<br>AMPC | Striatum, système limbique, cortex, hypothalamus.                                                                                    | Déficit en dopamine au niveau du striatum : maladie de parkinson     |
| <b>Noradrénaline (NA)</b>  | $\alpha$ 1<br>$\alpha$ 2<br>$\beta$ 1<br>$\beta$ 2<br>$\beta$ 3 | IP3<br>AMPC<br>AMPC<br>AMPC<br>AMPC                       | Fibre postgang. du système orthosympathique, cortex, hippocampe, amygdale, cervelet, hypothalamus, bulbe.                            | Cocaïne et amphétamines potentialisent ses effets                    |
| <b>Adrénaline (A)</b>      | id.NA                                                           | id.NA                                                     | id.NA                                                                                                                                |                                                                      |
| <b>Sérotonine (5-HT)</b>   | 5-HT<br>5-HT                                                    | AMPC<br>AMPC                                              | Cortex, hypothalamus,                                                                                                                | Impliqué dans le sommeil et                                          |

|                                                                            |                                              |                                                                 |                                                                                  |                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <b>ou 5-hydroxy-tryptamine</b>                                             | 5-HT<br>5HT<br>5-HT<br>5-HT<br>5-HT          | 1P3<br>AMPc<br>Canal<br>cationique<br>AMPc                      | épiphyse, tronc<br>cérébral, moelle<br>épineière.                                | l'humeur : son<br>taux est élevé<br>dans la<br>schizophrénie   |
| <b>Histamine</b>                                                           | H1 , H2                                      |                                                                 | Hypothalamus                                                                     | Impliqué dans la<br>régulation de<br>sommeil                   |
| <b>Glycine</b>                                                             | Récepteur à la<br>glycine                    | Canal chlore                                                    | Moelle épineière,<br>tronc cérébral                                              |                                                                |
| <b>Acide -γ-amino<br/>butyrique<br/>(GABA)</b>                             | GABA<br>GABA                                 | Canal chlore<br>Protéine G,<br>AMPc                             | Cortex,<br>striatum,<br>hippocampe,<br>thalamus,<br>tronc cérébral,<br>cervelet. | Agonistes : utilisé<br>dans le<br>traitement de<br>l'épilepsie |
| <b>Acides aminés<br/>excitateurs<br/>Glutamate<br/>(Glu)<br/>Aspartate</b> | NMDA<br>AMPA<br>KA (kaïnate)<br>quisqualate) | Canal<br>cationique<br>Canaux Na, K<br>Canaux Na, K<br>IP3, DAG | Cortex,<br>hippocampe,<br>cervelet,<br>striatum.                                 | Antagonistes :<br>traitement de<br>l'épilepsie                 |

# La somesthésie

---

La somesthésie est la sensibilité aux diverses excitations subies par le corps à l'exception de celles provenant des organes sensoriels.

L'information somesthésique est recueillie par des récepteurs localisés au niveau : peau (extérocepteurs), tendons et articulation (proprioception) et au niveau des viscères (intérocepteurs).

Ces récepteurs convertissent de l'énergie d'un stimulus physique ou chimique en signaux électriques (potentiels d'actions) utilisables par le système nerveux. Ce phénomène est appelé la transduction.

Puis l'information somesthésiques sera véhiculée par vois spécifiques vers les centres supérieurs.

1) Pour la sensibilité du corps l'information est véhiculée par deux systèmes :

- La voie cordonnale postérieure (lemniscale) : véhicule la sensibilité extéroceptive tactile épicrotique (sensibilité tactile fine et discriminative, toucher et vibrations de la peau) et proprioceptive consciente (position des membres).
- La voie antérolatéral (extra-lemniscale) support de la sensibilité extéroceptive tactile protopathique (tact grossier) et thermo-algique.

Ces deux voies transmettent les informations vers les noyaux ventro-postéro-latéraux du thalamus.

2) Pour la sensibilité de la face est véhiculée par le nerf trijumeau, par ces trois branches sensitives : nerfs ophtalmique, maxillaire et mandibulaire, qui font relais avec les noyaux ventro-postéro-médian du thalamus.

Puis u thalamus les informations somesthésiques se projettent sur la partie inférieure de la face latérale du gyrus post central selon une somatotopie.

# La motricité :

---

Ils existent plusieurs niveaux hiérarchiques de la motricité :

**1. Premier niveau :** les reflexes médullaires (spinaux) qui sont par définition des réactions inconscientes, involontaires et stéréotypées de l'organisme à une stimulation.

- Le réflexe myotatique (ou réflexe à l'étirement), est la contraction d'un muscle consécutive à son propre allongement.
- Le réflexe ipsilatéral de flexion, la contraction réflexe simultanée muscles fléchisseurs d'un membre consécutive a une stimulation nociceptive (piqûre, pincement, écrasement, brûlure, etc....) appliqué aux téguments de ce membre.

Ces reflexes sont soumises a un contrôle spinale (segmentaire ou inter segmentaire ) , et supraspinal par les faisceaux descendants .

**2. Deuxième niveau : le cervelet**

Le cervelet est divisé en 03 parties

- **Vestibulocervelet :** joue un rôle très important dans contrôle des réactions posturales d'équilibration et dans le contrôle des mouvements conjugués de la tête et des yeux. Commande de l'équilibre et des mouvements des yeux (vestibulocérébellum) :
- **Spinocervelet :** le spinocervelet contrôle l'activité posturale et l'exécution des mouvements soit volontaire ou automatique : synergie contrôle de la vitesse, de la force, de l'amplitude et de la direction du mouvement (spinocérébellum)
- **Cérébrocervelet :** le cérébrocervelet participe à la programmation motrice.

**3. Troisième niveau :** Les noyaux gris de la base

Les noyaux gris de la base (ou les ganglions de la base) consistent en un ensemble de noyaux qui jouent un rôle majeur dans le contrôle du mouvement volontaire. Ce rôle consiste principalement à moduler la sortie vers le cortex moteur pour planifier et exécuter des mouvements harmonieux.

#### 4. Quatrième niveau :le cortex cérébral

Il existe trois régions motrices au niveau du cortex cérébral :

- L'aire motrice primaire (MI), qui correspond à l'aire 4 de Brodmann, le cortex moteur est organisé en colonnes fonctionnelles parallèles, et perpendiculaire à la surface du cortex. Chaque colonne constitue une unité fonctionnelle chargée de contrôler un muscle ou un groupe de muscles synergiques. L'aire motrice primaire se charge de l'exécution des mouvements.
- Le cortex prémoteur (aires 6 et 8 de Brodmann) L'aire corticale prémotrice prépare un plan moteur
- Aire motrice supplémentaire (AMS) ou le cortex moteur secondaire (M II). L'aire supplémentaire prépare la coordination des mouvements complexes bilatéraux.

## Le langage

---

Grace a au données anatomoclinique on a pu localiser les aires corticales responsables de langage :

- L'aire de Broca situé au niveau du cortex prémoteur de l'hémisphère gauche « l'hémisphère dominant»; cette aire contrôle les muscles de bouche, les lèvres et le larynx. La lésion de cette aire provoque l'aphasie motrice de Broca.
- Aire de Wernicke située à proximité du cortex auditif, au niveau du cortex pariétal postérieur associatif, les lésions de cette aire provoque l'aphasie sensitive de Wernicke .

**aphasie** désigne la perte partielle ou complète de l'utilisation du langage sans altération des facultés cognitives .



# La Mémoire :

---

La mémoire est par définition : les capacités du cerveau à stocker une information et de la restituer à volonté.

Les différentes catégories de la mémoire

On distingue la mémoire à court terme et la mémoire à long terme.

Mémoire à court terme : Elle est appelée également **mémoire de travail**. C'est la capacité à garder des informations pendant des périodes de quelques secondes à quelques minutes. Permet par exemple de suivre une conversation, de retenir un numéro de téléphone ou la position d'un objet dans l'espace.

La mémoire de travail a une capacité de stockage limitée, « **l'empan mnésique** », qui selon les langues varie de 6 à 9 unités.

Mémoire à long terme : C'est la rétention d'informations, pendant des jours, des semaines, voire toute la vie.

La **mémoire déclarative** : Elle concerne le stockage de données qui peuvent émerger de la conscience et qui sont exprimées le plus souvent par le langage, d'où le terme de **déclaratif**.

La **mémoire non déclarative ou procédurale** : concerne l'apprentissage d'une habileté motrice ou d'un comportement et n'est pas accessible à la conscience.

**Les structures cérébrales impliquées dans les processus mnésiques sont le lobe temporal, les structures limbiques et les lobes frontaux et préfrontaux**

# Sommeil et vigilance

---

Il y a 02 états la veille et le sommeil ; ces deux états s'alternent grâce a deux facteurs :

- Externes, c'est l'alternance lumière et obscurité, rythmes acquis (les habitudes, école, travail par exemple).
- Internes: L'horloge interne représenté essentiellement par l'hypothalamus.

Il ya plusieurs niveaux de vigilance, par ordre de vigilance croissante, on distingue : le sommeil profond, le sommeil léger, la somnolence, la veille diffuse et la veille attentive, au-delà il y a l'hyperexcitation.

A chacun de ces niveaux de vigilance est associé un état de fonctionnement du système nerveux parfaitement corrélé à l'activité électroencéphalographique .

Mécanismes nerveux de sommeil et l'éveil :

## 1. Mécanismes de l'éveil

### a) L'éveil cortical :

La formation réticulée mésencéphalique : est le point de départ de fibres cholinergiques atteignant l'ensemble du cortex cérébral ; responsable de la désynchronisation corticale. Cette structure est activée par les axones noradrénergiques provenant : du locus coeruleus et du raphé dorsalis .

### b) L'éveil comportemental : est assuré par le système nigro-strié (dopamine) et l'hypothalamus postérieur (histamine).

## 2. Mécanismes de l'endormissement et le sommeil à ondes lentes :

- **L'endormissement** intervient quand les systèmes d'éveil sont mis au repos. Cette mise au repos est assuré par ; la diminution progressive de l'activité du raphé dorsalis, qui entraîne la mise au repos du locus coeruleus et la formation réticulée mésencéphalique , les deux systèmes d'éveil corticaux.

## 3. Mécanismes du sommeil paradoxal : il survient lorsque le noyau raphé dorsalis est complètement inactif.

Le sommeil paradoxal est caractérisé par une atonie posturale, des mouvements rapides des yeux.