

FACULTE DE MEDECINE DE BATNA
LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE
Dr: GUEDJATI MR
Responsable du module de physiologie
2^{ème} année de médecine.

PHYSIOLOGIE DU SYSTEME NERVEUX CENTRAL

PLAN :

I- INTRODUCTION / RELATION STRUCTURES – FONCTIONS.

II- LE SYSTEME NERVEUX PERIPHERIQUE SOMESTHESIE:

- **La réception**
 - A- les récepteurs périphériques**
 - B- la classification de la réception**
 - C- les fibres nerveuses**
- **La somesthésie.**

III- LA DOULEUR

IV- LA VISION

V- L' AUDTION

VI- L' ELECTROGENESE CORTICLE:

- A- l'éveil.**
- B- le sommeil.**
- C- Le cycle éveil/ sommeil.**

VII- ETUDE DE LA MOTRICITE:

- A- Les réflexes.**
- B- Le fuseau neuromusculaire.**
- C- Contrôle de la motricité par le cervelet.**
- D- Contrôle de la motricité par le cerveau.**

I- GENERALITES – RELATION STRUCTURE / FONCTIONS :

Le système nerveux central SNC, reçoit continuellement des informations par des voies afférentes, de deux portions périphériques : SNA, et le système de relation.

Le SNC examine, évalue, et intègre les informations reçues, mais aussi répond par des messages efférents.

Il comprend l'encéphale et la moelle épinière. **Schéma : 1.**

Le système nerveux périphérique est constitué des fibres nerveuses groupées en nerfs crâniens, rachidiens et végétatifs.

1. La moelle épinière :

C'est le premier centre nerveux, elle assure trois fonctions principales :

- Centre récepteur et effecteur de chaque étage métamérique du corps humain.
- C'est le premier centre intégrateur des messages nerveux.
- C'est une voie de conduction des messages nerveux (ascendants et descendants).

La moelle épinière comprend deux structures selon leur architecture on reconnaît :

La substance blanche, qui elle-même comprend :

- Les cordons postérieurs : exclusivement ascendants comprenant les faisceaux de GOLL et BURDACH, **responsable de la sensibilité profonde consciente (sens de position d'une partie du corps ; mais responsable aussi du tact épicrotique, donc du tact fin et discriminatif).**
- Les cordons latéraux : qui représentent les **voies ascendantes de la sensibilité thermoalgésique, et les voies descendantes du fuseau pyramidal croisé.**
- Les cordons antérieurs : qui comprend, **les voies descendantes motrices** ; du faisceau pyramidal direct et le faisceau tecto – vestibulo – olivo – rubrospinal extrapyramidal des **voies descendantes.**

b- La substance grise qui comprend :

- Les cornes postérieures recevant des **relais de la sensibilité thermoalgésique.**
- Les cornes latérales d'où émergent les fibres pré ganglionnaires **sympathiques** (D₁ – L₂) et pré ganglionnaires **parasymphatiques** (S₂ – S₄).
Cours de 1 AM.
- Les cornes antérieures qui reçoivent, **les influx nerveux provenant du SN, les informations sensorielles des récepteurs périphériques et les influx des motoneurones des fibres extrafusales.**

2. L'encéphale :

Il désigne aussi le prosencéphale qui comprend des structures externes (Tronc cérébral et cervelet) c'est le télencéphale et des structures profondes c'est le diencéphale.

Tronc cérébral : comprend trois étages :

- Pédoncules cérébraux : Mésencéphale.
- Protubérance ou mésencéphale : Pont.
- Bulbe rachidien.

Les **noyaux des X paires crâniennes** (au nombre de 12) siègent au niveau du bulbe de même que les **centres de la vigilance** ; les noyaux de la formation réticulée, les voies descendantes réticulospinales et le locus cœruleus.

b- Cervelet : situé en arrière du tronc cérébral et lui est relié par trois paires de pédoncules cérébelleux, qui contribuent à l'apprentissage et le contrôle du mouvement.

c- Hémisphères cérébraux : on reconnaît quatre lobes, frontal, pariétal, temporal et occipital, sur lesquelles figures anatomiquement l'Homunculus (Petit homme). On reconnaît aussi VI couches de la superficie à la profondeur.

Un rôle fonctionnel est attribué à l'architecture de BRODMANN, dont on cite les aires somesthésique et moteurs primaires.

d- Structures profondes :

- Noyaux gris :

- Striatum : avec putamen et noyau caudé.
- Pallidum.
- Noyaux accumbens.
- Amygdales.

- Diencéphale : Thalamus, hypothalamus et le système limbique impliqué dans l'apprentissage, la mémoire et les émotions.

- Ventricules : nous citons ici III et IV qui communiquent entre eux par le trou de MONRO et l'aqueduc de SILVIUS.

Ainsi notre système nerveux central est comparé à un système régulateur apte à recevoir, analyser, et intégrer toute information venant de notre organisme et de son environnement et à renvoyer aux organes effecteurs toute information nécessaire à la vie de l'être humain.

Schéma : 2

La partie réceptrice de l'information correspond au système nerveux sensitif chargé de coder l'information captée par les récepteurs ; quand elle est issue du milieu extérieur elle est appelée information extéroceptive ; quand elle provient de l'intérieur de l'organisme elle est dite intéroceptive.

Le centre d'intégration est représenté par le SNC ou névraxe, à ce niveau les informations effectrices sont élaborées.

La partie effectrice est représentée par un système nerveux moteur, qui lie le centre et l'effecteur périphérique (muscle squelettique – muscle lisse – certaines glandes et les récepteurs du système nerveux autonome).

L'arc réflexe paraît simple et peut l'être ainsi comme il peut être complexe.

II- LA SOMESTHESIE :

A/ INTRODUCTION :

On appelle somesthésie la sensibilité somatique consciente ; elle permet à l'homme la reconnaissance du monde extérieur, que se soit à l'intérieur de l'organisme ou bien à l'extérieur de ce dernier.

Cliniquement on distingue deux types de récepteurs :

- Superficiels : TACT- CHAUD – FROIDS -PIQURE - DOULEUR.
- Profonds : PREHENSION AVEUGLE - POSITION DES ARTICULATIONS.

PHYSIOLOGIQUEMENT on distingue trois types de récepteurs de la sensibilité.

Schéma:3.

* **EXTEROCEPTEURS** : du milieu extérieur :

- a- **mécanorécepteurs.**
- b- **thermorécepteurs.**
- c- **télérecepteurs.**
- d- **chémorécepteurs.**

* **INTEROCEPTEURS** : végétatifs

- a- **barorécepteurs.**
- b- **Chémorécepteurs.**
- c- **Osmorécepteurs**

* **PROPRIORECPTEURS** :

- a- **fuseau neuromusculaire.**
- b- **Récepteurs articulaires (de GOLGI).**

Le codage de l'information dépend des aspects quantitatifs et discriminatoires, ce ci en fonction de l'intensité du stimulus ; de sa durée ; de sa localisation ; et de sa nature. La transmission est dépendante de la nature des fibres :

Les groupes I - II sont myélinisées ; rapides ; discriminatives.

Les groupes III - IV sont peu ou pas myélinisées lentes. Voir tableau : 1

Le système de sensibilité somatique conscient : somesthésie, permet à l'homme d'être avertis lors des modifications du milieu extérieur et engendre une adaptation locale régionale ou générale. Deux dispositifs anatomiques – fonctionnels, font le lit de cette sensibilité consciente :

- Le système lemniscal ; qui empreinte le ruban de REIL ou lemnisque médian.
- Le système extra lemniscal : spinothalamique ; en dehors du même ruban.

Schéma: 4.

B/ SYSTEME LEMNISCAL :

La voie lemniscale a pour rôle d'envoyer des informations précises vers le cortex. Cette information est de nature discriminatoire : tactile ou bien due à un déplacement des articulations.

Fac-med-bat-labo-physiologie/ Dr : GUEDJATI

L'origine de l'information est mécanique ; extéroceptive ou proprioceptive.

1- Les récepteurs sont:

- MEISSNER (toucher)
- Corpuscules de PACCINI (pression et vibration)
- Corpuscules de RUFFINI et de GOLGI (position des articulations).

Le rôle de ces récepteurs est de :

- ❖ localiser la stimulation.
- ❖ discriminer deux stimulations.
- ❖ apprécier la direction et l'amplitude des mouvements.
- ❖ Reconnaître une pallesthésie : stimulation répétitive.
- ❖ Reconnaître une stéréognosie : reconnaître la forme.
- ❖ Reconnaître une baresthésie : évaluer le poids.

2- Les fibres sont de conduction rapide, au niveau du ganglion rachidien.

3- Les centres :

- La moelle par la corne postérieure entre la fibre afférente. Trois voies :

a- Le faisceau spinocervical qui reçoit l'information des follicules pileux et des nocicepteurs.

b- Voie post synaptique des colonnes dorsales qui reçoit l'information des corpuscules de Pacini, celle des mécano nocicepteurs à adaptations lente et celle des nocicepteurs.

c- Le faisceau spinocerebelleux dorsal : provenant des neurones situés dans la couche dorsale (VII) et dans la corne dorsale lombosacrée qui reçoivent l'information des muscles et des articulations.

Pour (a) et (b) leur axones cheminent dans la colonne dorsale jusqu'aux noyaux des colonnes dorsales de là, la projection passe par le lemnisque médian vers le noyau thalamique VPL controlatéral pour atteindre le cortex somesthésique.

- Le bulbe le premier relais se fait au niveau du bulbe ; les fibres lombaires, sacrées, dorsales inférieures se terminent dans le noyau de GOLL ; les fibres cervicales et dorsales supérieures se terminent dans le noyau de BURDACH.
- Cervelet est un relais accessoire.

- Tronc cérébral, les fibres provenant du bulbe croisent la ligne médiane de REIL (lemnisque médian) traversant le tronc cérébral jusqu'au deuxième relais synaptique au niveau du thalamus (noyau ventro postéro latéral).
- Le cortex les fibres gagnent l'aire somesthésique primaire (SI) ; et l'aire somesthésique secondaire (SII). **Schéma: 4 A.**

Fac-med-bat-labo-physiologie/ Dr : GUEJATI

C/ SYSTEME EXTRA LEMNISCAL:

C'est globalement la voie de la sensibilité douloureuse et de la sensibilité thermique.

1- Les récepteurs :

- du froid de KRAUSS (plus nombreux).
- du chaud (moins nombreux).
- de la douleur NOCICEPTEURS (cf. cours de la douleur).
- plus la voie de la fatigue musculaire, de la sensation sexuelle, le tact grossier, la sensibilité viscérale, le chatouillement et le prurit.

2- Les fibres amyéliniques de gros diamètre ; myélinisées fines.
L'information est récoltée d'un territoire précis : DERMATOME.

3- Centres :

- La moelle premier relais synaptique, au niveau de la corne postérieure, précisément les couches III - IV de REXED et les couches II - III de la substance gélatineuse de ROLANDO.
Une partie des fibres traverse la ligne médiane au niveau de la région épendymère de la moelle c'est le faisceau spinothalamique en croissant de DEJERINE.
L'autre partie reste ipso latérale du corps cellulaire qui lui donne naissance.
- Le bulbe deux voies : - néo spinothalamique qui projette des fibres à gros diamètre solidaires du faisceau lemniscal(dans le bulbe) ; le relais se fait dans le noyau ventro postéro latéral ; la projection se fait dans l'aire somesthésique primaire(SI), en allant par la partie postérieure c'est l'aire somesthésique secondaire(SII).
- paléo spinothalamique les fibres sont spinothalamiques et réticulothalamiques le relais se fait dans le noyau médian du thalamus.

La voie extra lemniscale est à transmission multi synaptique, ce système n'est pas sure ; fatigable ; moins résistant aux stimulations répétitives ; très sensible aux anesthésiques et aux variations du niveau de vigilance ; projection au niveau du SNC peu précise.

D/ SENSIBILITE DE LA FACE :

1- Les trois branches du V véhiculent la sensibilité de la face :

- nerf ophtalmique
- nerf maxillaire inférieur
- nerf maxillaire supérieur.

Les corps cellulaires de ces nerfs forment le ganglion de GASSER.

2- Le centre est bulbaire :

Noyau principal (tact)

- Noyau bulbo spinal (thermo algésique).
- Noyau pontique principal qui gagne la voie lemniscale (noyau VPL-VPMEIAN) et ce ci de façon bilatérale jusqu'au cortex somesthésique.

Fac-med-bat-labo-physiologie/ Dr : GUEJATI

E/ DONNEES PATHOLOGIQUES :

1-Le tabès : c'est une lésion du cordon postérieur (syphilis) : troubles majeurs de la sensibilité profonde avec ataxie par dégradation de la sensibilité articulaire avec talonnement de la marche instabilité du demi tour debout yeux fermés pieds joints le sujet tombe.

2-Le syndrome de BROWN SEQUARD : hémisection horizontale de la moelle ; au dessous de la section :

- paralysie ipsilatérale.
- disparition de la sensibilité tactile et kinesthésie du coté lésé.
- sensibilité douloureuse persiste avec intensité mal localisée.

III/ LE CERVEAU SENSITIF :

A/ INTRODUCTION : Chez l'être humain les neurones sont de trois types, sensoriels ; moteurs ; et intermédiaires.

Entre 10 à 1000 milliards de neurones existent dans le SNC de l'homme, organisés sous forme d'un réseau ; le réseau est développé à partir de la portion antérieure du tube neuronal embryonnaire, qui donne trois renflements, les vestibules primitifs.

Elles correspondent au RHOBONCEPHALE ou cerveau postérieur, MESENCEPHALE ou cerveau médian, PROSENCEPHALE ou cerveau antérieur.

B/ FONCTIONS SENSORIELLES DU CERVEAU : La connaissance du monde extérieur relève de deux mécanismes centraux, la sensation qui permet l'analyse élémentaire du stimulus et la perception qui permet l'identification ou GNOSIE.

1-LOCALISATIONS DES AIRES CORTICALES SENSORIELLES : Schéma : 5

En 1900 FLECHSIG avait établi la notion de centre primaire sensoriel ; aire 1 rolandique ; Aire 2 planum temporal ; aire 3 cortex occipital, ces trois zones correspondent aux aires somesthésique, auditive et visuelle.

En 1909 BRODMANN établi la cartographie du néocortex (**schéma : 5**) par coloration des corps cellulaires.

En 1940-1950 ROSE et WOOLSEY établissent par techniques électrophysiologiques, une autre cartographie des aires sensorielles primaires en faisant autrement une somatotopie dans les aires somesthésiques. **Schéma : 6.**

En 1970 ALLMAN et KAAS ainsi que JONES et POWELL ont montrés qu'il existe au niveau du cortex trois grandes régions à modalités sensorielles, une région visuelle « V » qui Compte une dizaine d'aires, une région sensorielle « S », subdivisée au moins en quatre ou cinq aires, et une région auditive « A ».

2-ORGANISATION TOPOGRAPHIQUE DE LA REPRESENTATION SENSORIELLE :

***Aires somesthésiques :**

Dans la circonvolution pariétale ascendante qui borde en arrière la scissure de rolando, toute stimulation tactile active une région corticale très délimitée.

La surface cutanée capable d'activer un neurone est petite mais la représentation topographique est trop grande.

Cet aspect touche les parties distales (**schéma : 6**), de ce fait l'image ne reflète pas la représentation réelle mais l'importance biologique de la surface.

Fac-med-bat-labo-physiologie/ Dr : GUEDJATI

L'aire somesthésique est l'aire la plus étendue et la plus organisée sur le plan somatotopique.

Chez l'Homme ; sa capacité discriminative est la plus élevée.

Elle reçoit des messages véhiculés dans les faisceaux des cordons médullaires postérieurs eux mêmes activés par des stimuli cutanés superficiels (sensibilité extéroceptive), le déplacement articulaire (sensibilité kinesthésique) et l'étirement fusorial (sensibilité proprioceptive).

La stimulation de cette aire provoque des PARESTHESIES ; leur destruction provoque HEMANESTHESIE controlatérale.

Schéma : 7a l'information paraît être faite en priorité dans des aires en parallèle (SI, SII, orbitaire).

***Cortex visuel :**

La stimulation de l'œil avec un éclair de brève durée provoque une variation de potentiel dans l'aire visuelle primaire (VI) situé dans le champ 17 de BRODMANN au niveau du lobe occipital.

La représentation topographique corticale est doublement inversée (droite - gauche, haut - bas).

Plusieurs régions peuvent s'étendre dans les champs 18 et 19 de BRODMANN V1- V2-V3-V4 selon la position anatomique. Il n'existe pas de rétinotopie mais une multiplicité de représentation du champs visuel avec pour chaque aire un rôle (couleur, forme, contraste, mouvement, direction). **Schéma : 7b.**

***Cortex auditif :**

La stimulation de l'organe de CORTI avec un clic sonore évoque une variation de potentiel dans l'aire corticale auditive. Celle-ci siège dans la zone temporale du cortex enfouie dans la scissure de SYLVIUS.

L'aire auditive primaire 41 - 42 de BRODMANN reçoit totalement des afférences qui se répartissent en colonne perpendiculaire à la surface corticale selon la fréquence des ondes

IV - PHYSIOLOGIE DE LA DOULEUR

A/ INTRODUCTION :

On définit la douleur comme une perception particulière, due à l'activité de récepteurs spécifiques, rapportée à une partie du corps et accompagnée d'une émotion déplaisante et intense, entraînant une envie de soustraire l'organisme au stimulus ou d'inactiver ce stimulus. (IASP).

Ou encore « une sensation désagréable et une expérience émotionnelle en relation avec un dommage tissulaire présent ou potentiel ou décrit dans ces termes. »

La douleur est diversement décrite par le sujet ; lui donnant différents critères de la simple sensation de pression à la sensation la plus terrifiante, oppressante, fulgurante et angoissante. C'est cette difficulté à caractériser le contenu des sensations perçues qui rend les définitions de la douleur imprécises : **SIGNE SUBJECTIF**.

La douleur peut être déclenchée par de nombreux stimuli mécaniques ; électriques ; ou inflammatoires mais aussi de l'application des substances dites « **ALGOGENES**. » : histamine, prostaglandines, bradykinines, ions H⁺, ions K⁺, sérotonine, substance P.

Une douleur peut être déclenchée par des phénomènes d'allodynie ; par un stimulus non nociceptif, et d'hyperalgie c'est-à-dire sensibilité exagérée du nocicepteur.

Les neurophysiologiques de la douleur restent à expliquer dans un but de prise en charge plusieurs théories:

- 1. Spécifique : un système organisé par ses récepteurs et ses propres voies jusqu'aux centres nerveux.**
- 2. Non spécifique interaction entre les sensations.**
- 3. Gâte contrôle système à portion.**

B/ RECEPTION PERIPHERIQUE DE LA DOULEUR :

- a) LES RECEPTEURS :** Ce sont les terminaisons libres appelés nocicepteurs ce sont des récepteurs polyvalents recevant des sensations plurivalentes sous réserve de certaines variations du seuil d'excitabilité. Leur spécificité dépend du diamètre des fibres qui leur donnent naissance. On distingue :
 - nocicepteur polymodaux : fibres C

- Mecanonocicepteurs : fibres A delta.
- b) LES FIBRES AFFERENTES :
- FIBRES A -alpha et bêta : myélinisées de grande vitesse de conduction.
 - Fibres A – delta : peu myélinisées ; vitesse de conduction moyenne ; siège articulaire ou musculaire (du groupe III).
 - Fibres C : non myélinisées ; lentes ; nombreuses 60-90% DES FIBRES CUTANÉES. (groupe IV).

Selon le seuil d'intensité du stimulus la réponse douloureuse varie :

Fac-med-bat-labo-physiologie/ Dr : GUEDJATI

- faible intensité : A alpha et bêta sont stimulées, avec spécificité de la sensation tactile.
- intensité moyenne : recrutement supplémentaire des A delta, réponse brève tolérable et localisée.
- intensité forte : deux sensations successives réponse rapide A delta intolérable (épi critique) ou diffuse ou lente (fibres C) de 2-3 secondes (protopatique).

C/ PROJECTION SPINALE DES FIBRES PERIPHERIQUES :

C'est dans la corne dorsale que les fibres cheminant l'influx nociceptif achèvent leur trajet en passant par la racine postérieure.

La corne postérieure est un lieu de choix pour le contrôle de la douleur.

- -Les fibres fines occupent au niveau de la jonction radiculo-médullaire une position latéroventrale et se subdivisent en branches ascendantes et descendantes ; avant de ne se terminer dans la substance gélatineuse de Rolando. **Schéma: 8.**
- -Les fibres de gros calibre sont situées dans la partie médiodorsale et se terminent dans les couches III - V de REXED.
- -Les afférences musculaires évitent la substance gélatineuse (SG) et se terminent dans les couches IV - V, les afférences viscérales se terminent dans les couches I – II – VII- X de REXED.

D/ PROJECTION SUPRASPINALE DE LA DOULEUR :

Deux voies :

- ❖ Spinothalamique : -hétérogène - médiane – issue des couches I – V -présente un relais thalamique. Fait de deux parties :
 - 1- Néo Spinothalamique : VPL jusqu'à l'aire somesthésique primaire (SI).
 - 2- Spinothalamique : spécifique dans l'alerte douloureuse.
- ❖ Spinoréticulaire : originaire des couches VII – VIII son trajet est mal individualisé ; spinal ; bulbaire ; thalamique ; cortical.

Son rôle est dans le comportement d'éveil à la douleur et une modulation de l'information nociceptive.

E/ MODULATION ET CONTROLE DU MESSAGE AFFERENT :

1. Le contrôle segmentaire : (GATE CONTROLE) **Schéma: 9.**
Au niveau de la couche II de REXED précisément la substance gélatineuse de ROLANDO un contrôle inhibiteur débute par deux types de fibres :

- ❖ De gros diamètre qui tendent à empêcher la douleur de passer par le guichet au niveau des cellules en T.
- ❖ De petit diamètre qui tendent à faire passer l'information douloureuse. La régulation est pré synaptique.

2. Le contrôle descendant de la douleur : supra segmentaire. **Schéma: 10.**

Fac-med-bat-labo-physiologie/ Dr : GUEDJATI

Les structures centrales sont alertées par le système lemniscal engendrent une réponse modulatrice, l'action inhibitrice s'effectue au niveau de la substance grise périaqueducale et le noyau raphé médian.

C'est le faisceau réticulospinal qui sécrète la sérotonine qui donne l'effet analgésique. D'autres structures agissent aussi sur la moelle en inhibant la douleur, cortex moteur ; noyau codé ; rhinencéphale ; hypothalamus.

3. Neuromédiateur des afférences: **Schéma : 11**

- ❖ -Les peptides :
Au nombre de vingt, surtout dans le ganglion rachidien et les couches I et II, présent dans les fibres fines et myélinisées.

On cite : CALCITONINE, CHOLECYCTOKININE, ARGININE VASOPRESSINE, OXYTOCINE.

- ❖ -Les acides aminés excitateurs : Avec des PPSE rapides dans la corne postérieure ; on cite ; L- glutamate, N-méthyl-aspartate.

4. Modulation pharmacologique :

- ❖ -Les opiacées : La morphine est un analgésique central ces récepteurs se trouvent au niveau de la substance gélatineuse de ROLANDO – substance grise périaqueducale du tronc cérébral -thalamus médian - système lemniscal.
- ❖ -Les peptides endogènes « morphines likes » :
 - L'enképhaline qui a un effet morphinique analgésique moins important que celui de la morphine ; type met -enképhaline et leu- enképhaline.
 - Les endorphines effet analgésique plus important que celui de l'enképhaline (30 fois supérieure).

V - L'AUDITION

A/ INTRODUCTION :

L'audition est fondée sur les principes du son et de la physiologie de l'oreille externe, moyenne et interne ainsi que des régions de l'encéphale qui interviennent dans l'analyse de l'information acoustique.

L'énergie sonore se transmet par l'intermédiaire des vibrations des molécules du milieu. Les ondes sonores mesurées en fonction du temps, présentent une alternance rapide de pression qui oscille continuellement entre les pressions élevées au moment des compressions, et les pressions faibles au moment des raréfactions.

La différence de pression des molécules d'air entre les zones de compression et les zones de raréfaction détermine l'amplitude de l'onde.

La fréquence de la vibration de la source sonore détermine la hauteur du son.

La gamme complète des fréquences audibles chez l'être humain s'étend de 20Hz à 20000Hz.

B/ TRANSMISSION DU SON DANS L'OREILLE :

1-La première étape de l'audition consiste en la pénétration des ondes sonores dans le conduit auditif externe.

La forme du pavillon de l'oreille et celle du conduit auditif externe aident à amplifier et à diriger le son, les ondes retentissent sur les cotés et le fond du conduit auditif ; l'oreille se remplit de vibration d'ondes de pression. **Schéma: 1.**

Les molécules d'air poussent contre la membrane tympanique, la faisant vibrer à la même pression que l'onde sonore. Cette membrane extrêmement sensible répond à toutes les vibrations de pression des ondes sonores. Cette réponse est fonction du son de basse fréquence (réponse lente) ; de haute fréquence (réponse rapide).

2-La deuxième étape de l'audition est la transmission de l'énergie sonore provenant de la membrane tympanique à travers la cavité de l'oreille moyenne jusqu'à l'oreille interne appelée limaçon osseux ou cochlée ; conduit en forme d'escargot logé dans l'os temporal et rempli de liquide.

Une chaîne de trois osselets, le marteau ; l'enclume et l'étrier fonctionnent comme un piston et communiquent les mouvements de la membrane tympanique à la fenêtre ovale qui recouvre l'orifice séparant l'oreille moyenne de l'oreille interne. **Schéma: 2**

La force totale qu'exerce une onde sonore sur la membrane tympanique est transmise à la fenêtre ovale, aidée par l'effet du levier des osselets.

Cet effet permet de protéger l'oreille interne contre les stimuli sonores intenses et améliore l'audition dans certaines bandes de fréquence.

-C'est au niveau de la cochlée que se trouvent les cellules réceptrices ; divisée en deux par le canal cochléaire, la rampe vestibulaire rempli de liquide responsable de l'équilibre et la rampe tympanique responsable de l'audition.

Fac-med-bat-labo-physiologie/ Dr : GUEDJATI

Ainsi quand une onde sonore parcourt le canal auditif appuie sur la membrane tympanique, la chaîne des osselets, pousse l'étrier contre la membrane recouvrant la fenêtre ovale la membrane se courbe du côté de la rampe vestibulaire. **Schéma: 3.**

C/ TRANSMISSION DE L'INFORMATION AUDITIVE DE L'OREILLE VERS LE SNC : Schéma: 4

Un côté du canal cochléaire est formé par la membrane basilaire à laquelle s'attache l'organe de CORTI ce dernier contient les cellules réceptrices de l'oreille.

Des ondes de pression traversent le canal cochléaire entraînant la vibration de la membrane basilaire.

Les cellules réceptrices (ciliées) sont des mécanorécepteurs pourvues des structures en forme de poils les stéréocils saillant à une extrémité.

Quand les ondes de pression font vibrer la membrane basilaire les cellules se déplacent entraînant l'ouverture des canaux sodiques d'où dépolarisation.

Cette dépolarisation entraîne la libération du neurotransmetteur le glutamate, activant les neurones afférents du nerf cochléaire.

Les axones pénètrent dans le tronc cérébral et font synapse avec des interneurons, l'information se transmet à travers le thalamus vers le cortex auditif (voir le chapitre : cerveau sensitif).

VI- LA VISION

A/ INTRODUCTION :

Les yeux sont constitués d'une composante optique, qui focalise l'image visuelle sur les récepteurs de l'œil et d'une composante nerveuse, qui transforme l'image visuelle reçue en un profil de décharge neuronale.

Les récepteurs de l'œil sont sensibles seulement à cette toute petite partie du vaste spectre des radiations électromagnétiques que nous appelons lumière visible.

Une onde est reconnue comme étant une énergie radiante avec une longueur d'onde et une fréquence. Les longueurs d'ondes sont capables de stimuler l'œil s'étendent de 400 nm à 700 nm.

Dans l'œil ; l'image de l'objet regardé se forme sur la rétine, une mince couche de tissu neuronal tapissant le fond du globe oculaire, elle contient les cellules réceptrices de la lumière : photorécepteurs. **Schéma: 16.**

Le cristallin et la cornée sont des systèmes optiques qui focalisent l'image sur la rétine. Les rayons lumineux sont déviés de telle sorte qu'ils cheminent dans une nouvelle direction, pour en fin se termine de façon inversée sur la rétine (de haut en bas et de droit à gauche).

On appelle ce phénomène l'accommodation. **Schéma : 17**

B/ LE PROCESSUS DE LA VISION :

1. Relation structure / fonction :

Les cellules réceptrices portent le nom de bâtonnet et de cônes en raison de la forme de leurs extrémités sensibles à la lumière. **Schéma:18.**

Les bâtonnets sont extrêmement sensibles à la lumière faible (éclairage faible) ; les cônes sont moins sensibles et ne répondent qu'à une lumière plus vive.

Ces photorécepteurs contiennent des molécules de pigment qui absorbent la lumière.

- Dans les bâtonnets : il s'agit de la RHODOPSINE.
- Dans les cônes : il s'agit de trois types d' OPSINE, qui sont en relation avec le spectre lumineux (OPSINE SPECIFIQUE). **Schéma: 19**

Chaque pigment comprend une protéine appartenant à un groupe de protéine intrinsèque appelée « opsine » qui entoure une molécule de chromophore.

Le chromophore constitue la partie du pigment sensible à la lumière présente dans les quatre pigments : le « RETINAL », c'est un aldéhyde de la vitamine « A ».

L'opsine diffère pour les quatre pigments en fonction de la longueur d'onde.

Fac-med-bat-labo-physiologie/ Dr : GUEDJATI

2. L'activation des photorécepteurs :

La lumière active le rétinal provoquant une modification de sa configuration, ce qui favorise la liaison de la molécule d'opsine à la protéine « G », cette dernière active une phosphodiésterase (PDE).

La (PDE) hydrolyse le GMPc et diminue sa concentration dans la cellule ainsi les canaux sodiques se ferment, il en résulte une hyper polarisation associée à une sortie du calcium. L'hyper polarisation se propage jusqu'à l'extrémité de la cellule et diminue la libération du neuromédiateur indiquant que la cellule a absorbé la lumière.

A l'obscurité ; le GMPc augmente dans la cellule, les canaux s'ouvrent il y'a dépoliarisation et libération du neuromédiateur, la cellule absorbe la lumière.

C/ VOIES NERVEUSES DE LA VISION : Schéma: 20.

VII- L' ELECTOGENESE CORTICALE EVEIL/ SOMMEIL

A/ INTRODUCTION:

C'est l'emplacement des électrodes sur le scalp reliées à un amplificateur rattaché à un oscillographe ; qui a permis de faire le premier enregistrement graphique de l'activité électrique du cerveau (EEG).

Chez le sujet normal les yeux fermés l'EEG montre l'existence des ondes (α) de 8 à 12 cycles / seconde qui surviennent par bouffées ; chez le même sujet les yeux ouverts les grandes ondes alpha disparaissent et l' EEG montre des ondes petites irrégulières (β).

L'EEG porte un grand intérêt clinique. Parmi ces buts :

- Déterminer la distribution de l'activité électrique sur de larges zones du cortex.
- Observer l'activité qui peut apparaître simultanément en différents points du cerveau.

L'activité corticale varie d'un sujet à un autre et en fonction de différentes situations physiologiques (éveil /sommeil).

B/ ELECTROGENESE CORTICALE:

Pour atteindre les objectifs d'un EEG, on prend six électrodes d'enregistrement ; on place sur le scalp plusieurs électrodes reliées par paires au amplificateur.

On obtient des ondes avec des fréquences et des amplitudes variables :

- 1- **Les ondes alpha (α)** : -fréquence entre 08 à 12 cycles/s.
-surviennent en fuseau.
-amplitude augmente puis diminue en moyenne 50 micros volt.
-varie d'un cycle à l'autre.
-siège occipital et pariéto-occipital.
-diminues ou disparaissent lors de l'activité visuelle ou mentale.
- 2- **Les ondes téta (θ)**: -fréquence entre 04à 07 cycles/s.
-amplitude de 10microvolt.

-siège pariétal et temporal.

- 3- **Les ondes delta (δ)** : - fréquence entre 0,1 à 0,5 cycles/s.
- amplitude de 100 microvolts.
- apparaissent lors du sommeil et l'hyperpnée.
- peuvent traduire un processus tumoral cérébral elles sont lentes.

4- **Les ondes bêta (β)** : - fréquence 14 à 30 cycles/s.
- amplitude faible inférieure à 50 microvolts.
- apparaissent lors de l'ouverture des yeux ou lorsque le sujet exerce une activité intellectuelle.

Fac-med-bat-labo-physiologie/ Dr : GUEDJATI

L'étude stratigraphique du cortex couplé à celle de l'enregistrement unitaire des cellules pyramidales a montré l'existence de trois générateurs :

- **Générateur "A"** : situé dans les 500 μm superficiels de l'écorce cérébrale son activité se traduit par des phénomènes négatifs sans variation de décharge cellulaire.
- **Générateur "B"** : plus profond 900 à 1000 μm avec une activité positive.
- **Générateur "C"** même profondeur que B avec une activité de surface lente et négative.

TOUS CES GENERATEURS SONT MODULES PAR DES AFFERENCES DU THALAMUS.

C/ ETAT DE VIGILANCE ET CYCLE EVEIL / SOMMEIL :

1- L' EVEIL :

MAGOUN a mené une expérience et avait prouvé que la stimulation du tronc cérébral induit une désynchronisation de l'électroencéphalogramme (EEG).

Selon MAGOUN le système réticulaire ascendant ou système activateur ascendant (SAA) reçoit tout au long de son trajet des afférences provenant des grandes voies somesthésique auditives ; visuelles ; viscérales et somatiques, son trajet passe par la protubérance jusqu'au thalamus.

Pour MAGOUN le centre de l'éveil ou de la vigilance est le SAA.

2- LE SOMMEIL :

PIERON suppose qu'une théorie pourrait expliquer le sommeil, l'être vivant s'endormait par truchement de toxines produites par le fonctionnement cérébral diurne.

MAGOUN et MORUZZI : un système de bombardement des messages de l'éveil (SAA) entraîne l'endormissement.

1979 VINCENT définit le sommeil comme étant la perte naturelle réversible et plus ou moins complète des rapports sensitivomoteurs avec le monde extérieur.

RECHTSCHAFFEN et KALES donnèrent une classification du sommeil :

➤ **Stade 0 : éveil détendu :**

- Prédominance d'ondes α sur la région occipitale.

➤ **Stade1 :**

- Ralentissement, fractionnement puis disparition des ondes α .
- apparition des ondes θ de faible amplitude.

Fac-med-bat-labo-physiologie/ Dr : GUEDJATI

- l'activité musculaire périphérique disparaît mais le tonus persiste dans la musculature axiale et des extenseurs.
- les mouvements oculaires sont lents et sporadiques.

➤ **Stade2 : sommeil léger :**

- rythme θ dominant.
- des ondes monophasiques et bi phasiques amples survenant spontanément ou en réponse à un stimulus auditif : complexes K, et des fuseaux ou spindles de 12 à 18 cycles/s d'amplitude croissante s'installent.
- les mouvements oculaires disparaissent. Le tonus axial persiste.

➤ **Stades 3 et 4 : C'est le sommeil profond :**

- des ondes δ occupant 20 à 50 % du tracé (**stade3 : sommeil plus profond**) et 50 à 100% du tracé (**stade4 : sommeil à ondes lentes**).
- tonus musculaire est fortement diminué.

➤ **Stade5 : C'est le sommeil paradoxal** ou à ondes rapides avec deux phases :

- **Tonique** :- persistant durant toute la durée du sommeil paradoxal avec une désynchronisation de l'éveil de l'EEG (rythme β) plus une atonie musculaire totale.
- **Phasique** : avec des mouvements oculaires rapides isolées ou groupées en bouffées et en quelques secondes brèves et inorganisées. (La même description intéresse les muscles périphériques).

3- LE CYCLE EVEIL – SOMMEIL :

JOUVET 1963 -1973 propose une théorie monoaminergique du cycle éveil sommeil.

Les structures sous tendant l'éveil restent jusqu'à nos jours centrées sur la formation réticulaire du tronc cérébral (FRAA) à côté du thalamus et de l'hypothalamus postéro latéral, ces trois structures projettent leur terminaisons cholinergiques dans le cortex.

Les structures bulbaires quant à elles sont adrénergiques et commandent l'état d'éveil associé aux réactions végétatives.

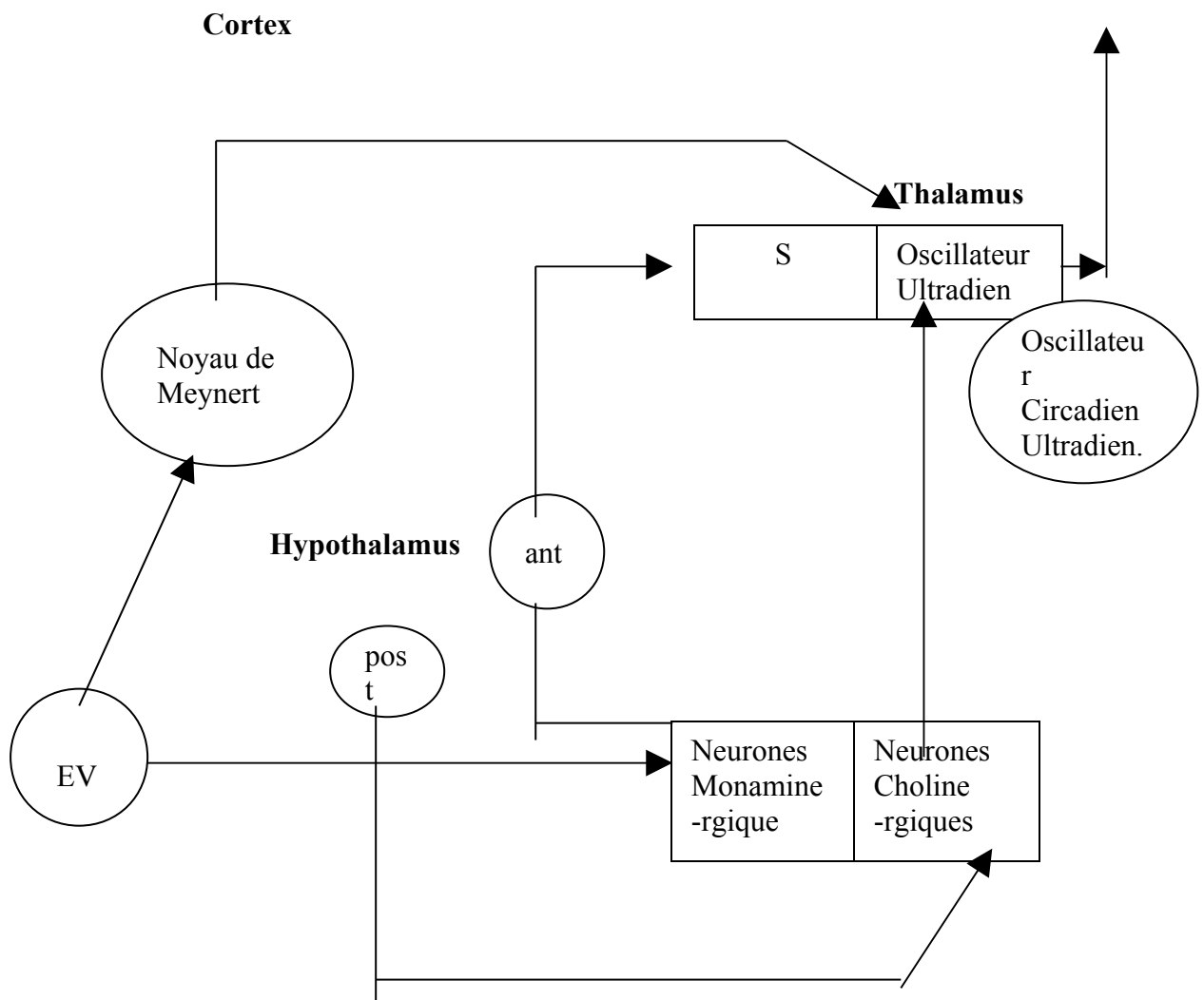
Le sommeil lent est fortement contrôlé par le noyau sérotoninergique (5HT) du raphé. Ce sommeil est débuté par la stimulation par l'hypothalamus antérieur (noyau préoptique).

L'horloge biologique circadienne responsable de l'alternance éveil sommeil existe certainement dans l'hypothalamus précisément dans les noyaux suprachiasmatiques et ventromédian.

Une autre horloge joue un rôle similaire à celui de l'hypothalamus, l'épiphyse sécrète un dérivé de la sérotonine (5HT), la mélatonine.

ACHERMANN en 1990 puis MASSAQUOI – Mc CARLEY en 1992 proposent un schéma des systèmes régulateurs de l'éveil et du sommeil

Fac-med-bat-labo-physiologie/ Dr : GUEDJATI



VIII- ETUDE DE LA MOTRICITE :

A/ LES REFLEXES SPINAUX :

a-Introduction :

La moelle épinière est un centre nerveux à la base d'activité réflexe qu'elle soit somatique ou végétative.

C'est le lieu de passage obligatoire de la plupart des afférences et éfférences.

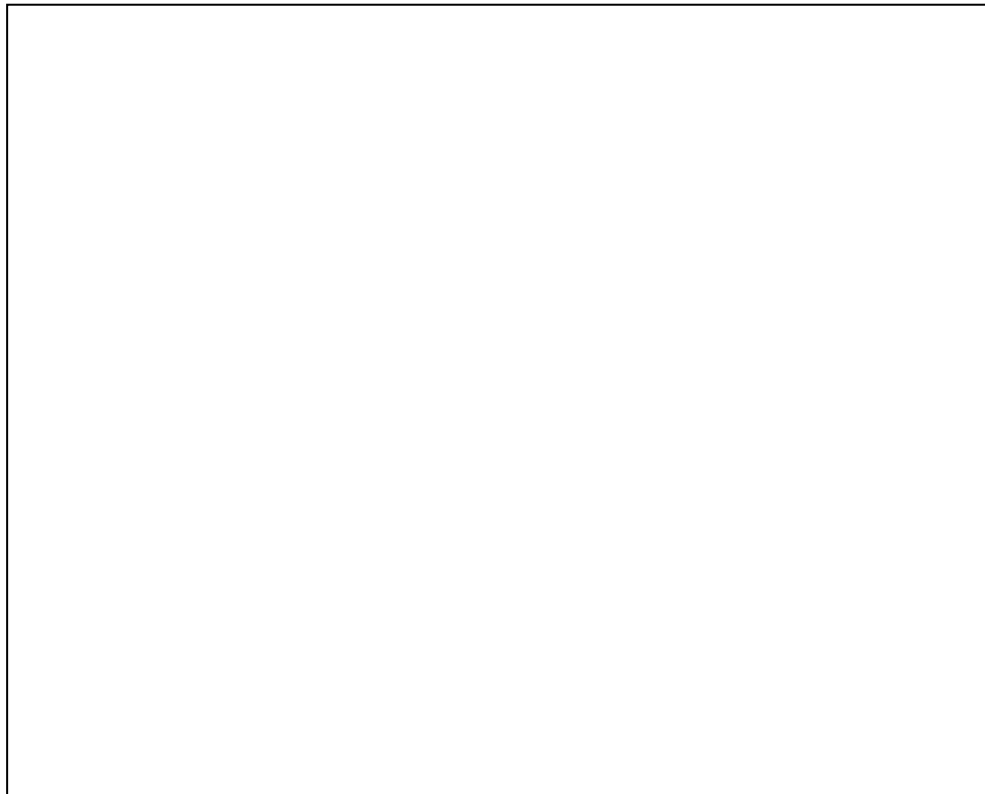
Elle présente deux renflements cervical et lombaire.

Elle se distingue par deux parties : centrale de couleur grise c'est la base des fonctions réflexes ; l'autre périphérique de couleur blanche c'est la base des fonctions de conduction.

Trois parties sont décrites au niveau de la substance grise :

- la corne postérieure : fonctions somato-sensitives.
- la corne intermédiaire : fonctions viscéro-sensitivo-motrice.
- la corne antérieure : fonctions somatomotrice.

REXED avait proposé dix couches : Schéma : 22



b- Les réflexes :

➤ Les réflexes à point de départ musculéux tendineux :

Ils sont dus à l'activation des fibres du groupe I issues des récepteurs annulaires du fuseau neuromusculaire (Ia) et des récepteurs tendineux de GOLGI (Ib) situés dans les tendons et les cloisons aponévrotiques intra musculaires.

Ces récepteurs sont sensibles à l'étirement musculaire, avec des seuils d'activation basse pour les fibres (Ia) et plus élevée pour les fibres (Ib).

L'étude des réflexes à point de départ musculéux tendineux demande une connaissance des mécanismes de fonctionnement du **fuseau neuromusculaire**.

Le fuseau neuromusculaire : est une structure de quelques millimètres de long, située dans la masse charnue des muscles, en parallèle aux fibres musculaires.

Appelé ainsi ; du faite de l'existence d'une capsule conjonctive, renflée ; dans sa partie équatoriale ; et qui contient :

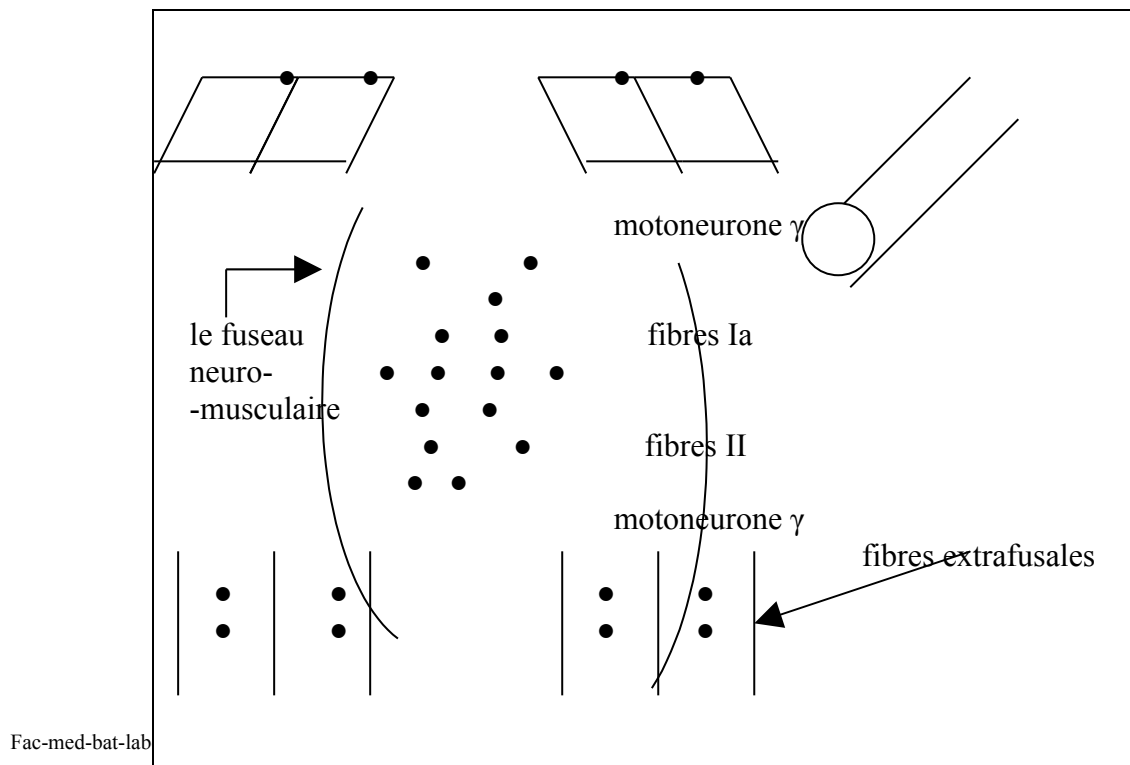
- ❑ Des éléments nerveux : terminaisons nerveuses des fibres sensibles ; et des terminaisons axonales, des motoneurones.
- ❑ Des éléments musculaires : myofibrilles intra fusales (minces et courtes).

Les fibres intra fusales sont deux types :

- Les fibres à sac : caractérisées par un amas nucléaire dans leur région équatoriale.
- Les fibres à chaîne : du faite de la dispersion des noyaux en file selon leur grand axe.

C'est à ce niveau, de cette structure que s'effectue la transduction de l'information.

La transduction du récepteur chargé normalement de transmettre le degré de tension du muscle, aux centres (moelle) est modulée par des motoneurones γ ; spécifiquement ces fibres et permettent une fusomotricité indépendante de celle des myofibrilles extra fusoriales, innervées par les motoneurones α . Schéma : 23 Structure du fuseau neuromusculaire.

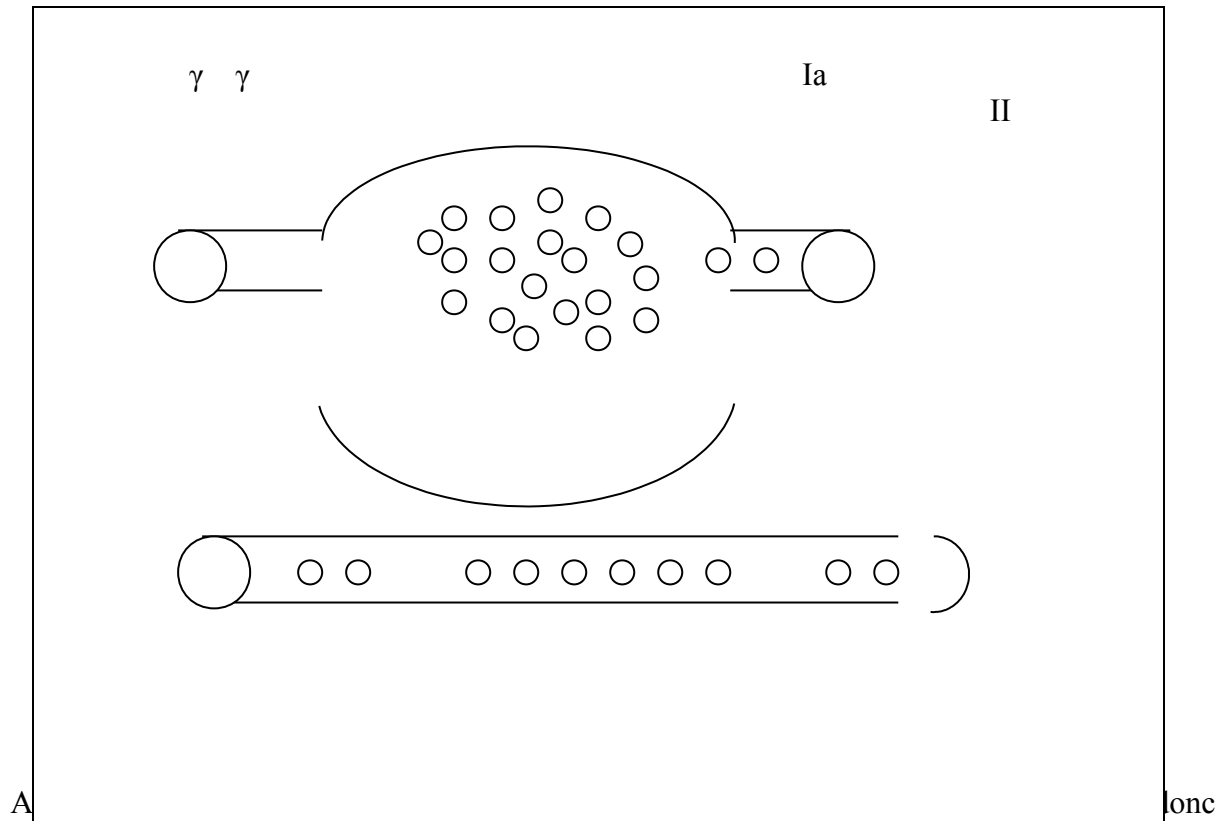


La transduction fusoriale est très sélective, car les motoneurones γ sont de deux groupes :

1. γ statique innervent les deux types de fibres.
2. γ dynamique innervent les fibres à sac.

Les terminaisons sont deux types :

- Les terminaisons primaires des fibres Ia dites annulospiralée parce que enroulées autour des fibres intra fusales dans la région équatoriale.
- Les terminaisons secondaires des fibres II situées exclusivement sur les fibres à chaîne. Schéma : 24



ils codent la longueur du muscle et la vitesse de l'étirement. Ils interviennent dans la perception consciente des mouvements.

Les récepteurs secondaires « fibres II » : sont sensibles au degré de l'étirement et (+-) la vitesse de l'étirement.

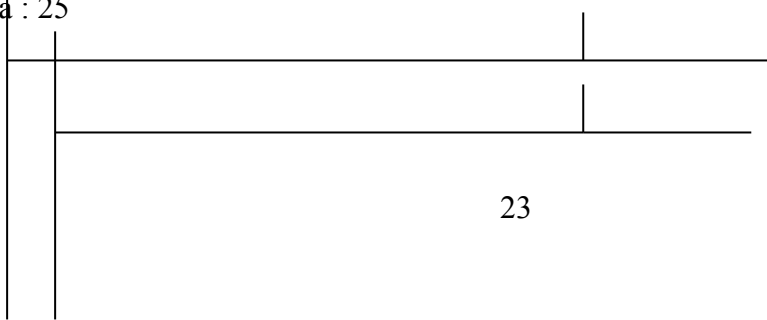
L'activité des γ statiques est une augmentation de décharge des deux terminaisons pendant la phase statique et réduit la décharge dynamique des récepteurs primaires.

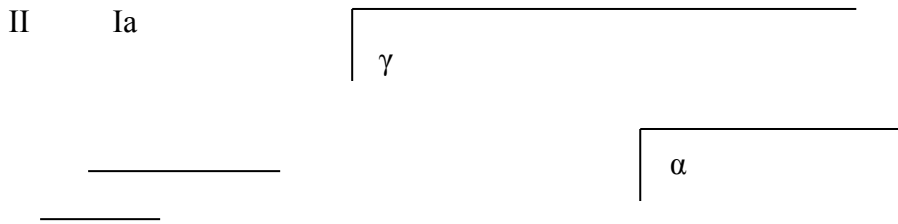
L'activité des γ dynamiques renforce l'étirement de façon exclusive des terminaisons primaires pendant la phase d'étirement.

La fusomotricité permet de régler le gain de réflexe moteur en utilisant la longueur et la tension musculaire. Le cerveau connaît le niveau d'exécution d'un ordre moteur et établit une comparaison d'écart et corrige le déroulement. (Voir régulation de la motricité par le cerveau).

Fac-med-bât-labo-physiologie/ Dr : GUEDJATI

Schéma : 25



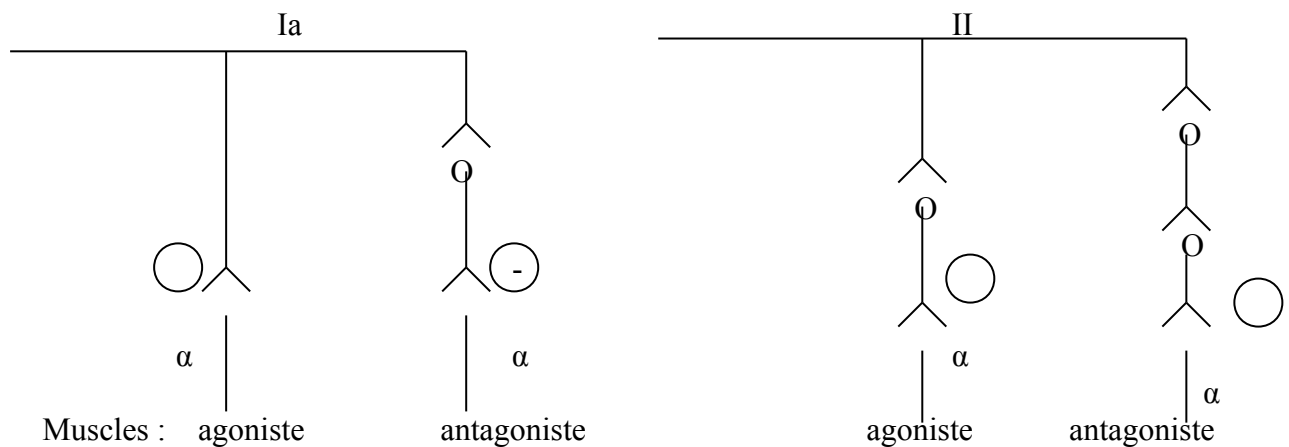


1- REFLEXE MYOTATIQUE :

C'est la contraction réflexe d'un muscle en réponse à son propre **étirement** lorsque celui-ci n'active que les fibres annulo-spiralés du fuseau neuromusculaire.
 Ce réflexe est déclenché par la percussion tendineuse (récepteurs tendineux de GOLGI) avec un marteau réflexe.
 La voie afférente est constituée par les fibres Ia dont les corps cellulaires sont situés dans les ganglions rachidiens.

Les axones de ces fibres s'articulent de façon mono synaptique dans la Couche IX avec la voie efférente du même muscle, les motoneurones α agonistes.
 La période de latence est brève la contraction a une amplitude proportionnelle à l'étirement.
 On peut le voir au niveau des muscles fléchisseurs ou extenseur.
 Il est à la base du tonus musculaire et du maintien de la position debout.

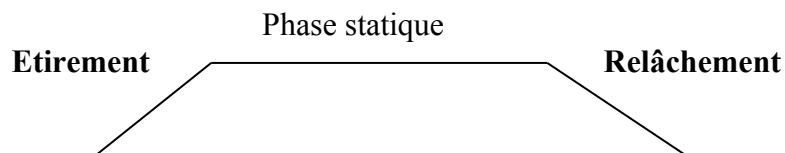
Schéma : 26



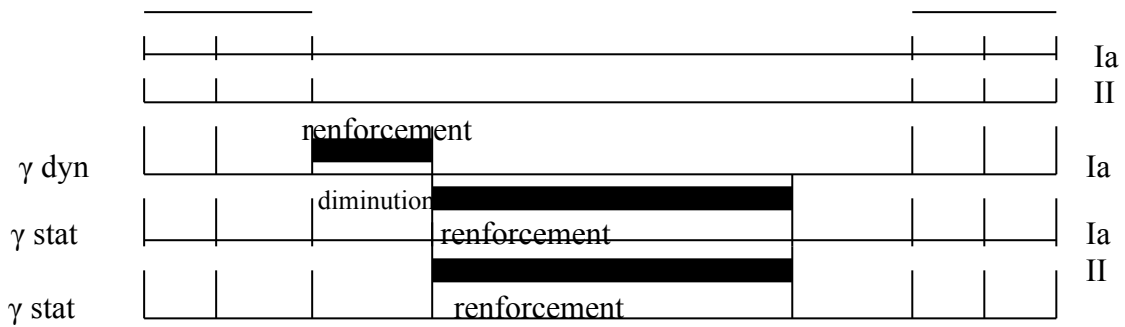
Fac-med-bat-labo-physiologie/ Dr : GUEDJATI

Ce réflexe dépend des propriétés du fuseau neuromusculaire et de la fusomotricité γ .
 Schéma : 25

La figure suivante montre le mode d'action de cette fusomotricité :

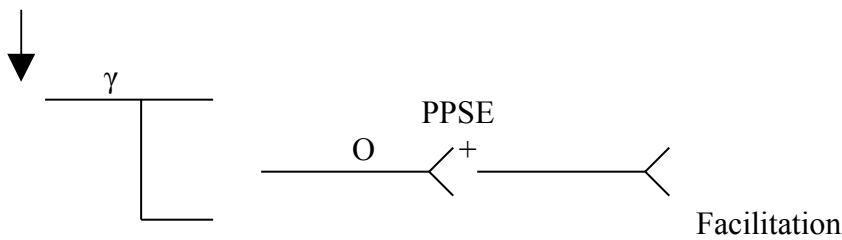


Phase dynamique



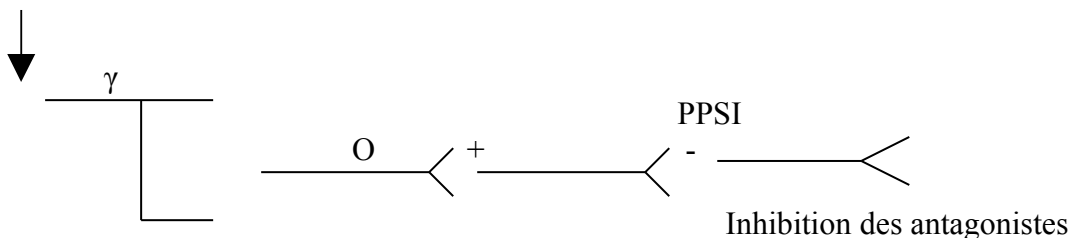
Dans un but de s'opposer aux modifications de la longueur du muscle, l'étirement brusque provenant d'une stimulation intense de la moelle à partir des fibres Ia (arc monosynaptique) ; réalise la composante phasique de ce réflexe dont le point de départ est les terminaisons primaires du fuseau. Cette composante joue un rôle important dans l'examen neurologique. Le réflexe tonique active certainement les deux types de terminaison (Ia-II) de nature statique et continue, les jonctions neuronales spinales sont polysynaptiques les réponses sont lentes maintenant le muscle en position statique. l'illustration typique est celle de la posture.

2- REFLEXE DE FACILITATION DES SYNERGIES : Schéma : 28



Dans la substance grise les axones des fibres Ia issues du muscle émettent des collatérales, dont certaines font synapse dans la couche IX avec des motoneurones des muscles synergistes. Ceci s'explique par les phénomènes de convergence par formation d'un PPSE, ce qui permet d'assister le muscle agoniste une fois la charge musculaire augmentée.

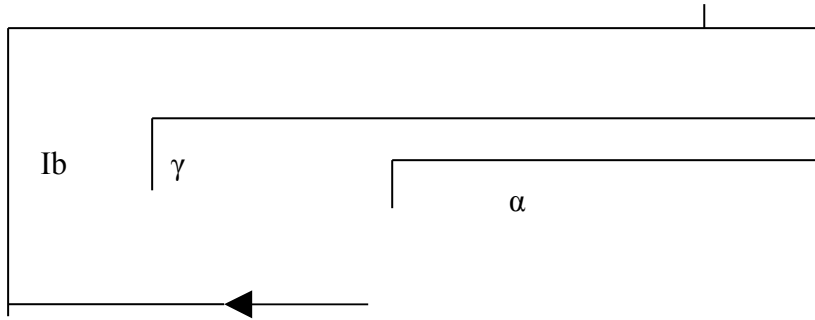
3- REFLEXE D'INHIBITION DES ANTAGONISTES : Schéma : 29



Fac-med-bat-labo-physiologie/ Dr : GUEDJATI

C'est un réflexe qui accompagne le réflexe myotatique. Il est déclenché par des collatérales Ia de l'agoniste, qui excitent des l'inter neurones courts de la couche VII, qui inhibent les motoneurones des muscles antagonistes, il permet une aide au muscle agoniste.

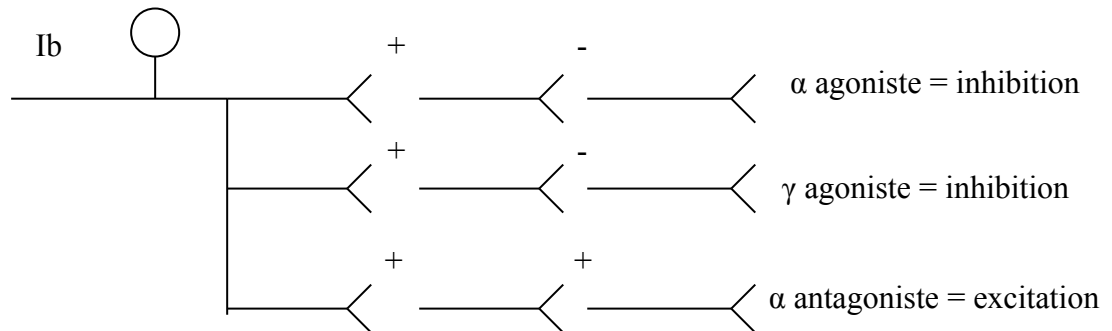
4- REFLEXE MYOTATIQUE INVERSE : Schéma : 30



La stimulation des récepteurs de GOLGI ; entraîne la propagation d'un PA dans les fibres Ib, dont les corps cellulaires se trouvent dans le ganglion spinal.

Des collatérales des axones font synapse dans la couche VII avec des interneurones et produisent trois effets :

- *inhibition des motoneurones α .
- *inhibition des motoneurones γ .
- *excitation des motoneurones α des muscles antagonistes.



récepteurs tendineux de GOLGI

Fac-med-bat-labo-physiologie/ Dr : GUEDJATI

➤ **Les réflexes à point de départ cutané** : Schéma : 31.

Les fibres sont du groupe : II ($A\alpha \beta$) et III - IV ($A\delta$ -C)

1- REFLEXE D'EXTENSION HOMOLATERALE :

Une stimulation non nocicéptive, des téguments ; le simple contact de la plante des pieds, avec le sol déclenche, une contraction réflexe des différents groupes musculaires extenseurs des trois segments du membre homolatéral.
Ce réflexe est appelé réaction magnétique, elle est prolongée et diffuse.

2- REFLEXE DE FLEXION HOMOLATERALE :

Une stimulation nocicéptive des téguments, piqûre ou brûlure, provoque une réaction du membre stimulé ; par contraction des muscles fléchisseurs, cette contraction dure pour un délai plus long ; que la stimulation est supprimée.

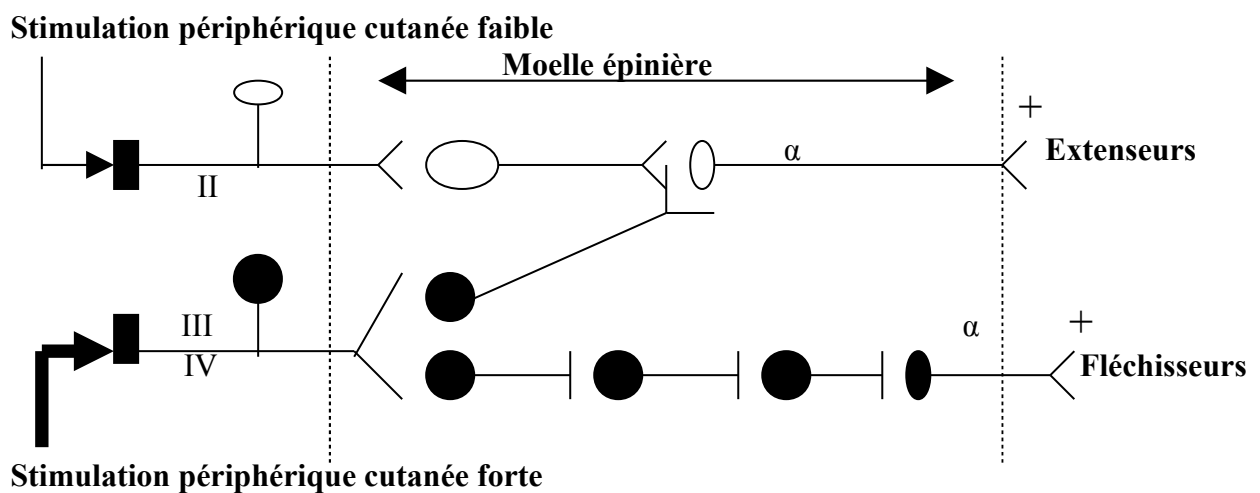
Ce-ci s'explique par l'existence des phénomènes de divergence.

D'est une réaction de défense soumise à un contrôle supra spinal. (Voie descendante cortico spinale pyramidale intérêt clinique, signe de BABINSKI).

3- REFLEXE D'EXTENSION CROISEE :

La stimulation cutanée supra normale peut entraîner un réflexe de flexion qui déclenche en plus une contraction généralisée des muscles extenseurs controlatéraux avec relâchement associé des fléchisseurs de ce membre.

C'est un réflexe d'intégration posturale qui permet de maintenir la statique car le poids est supporté par un membre alors que l'autre se soustrait à une stimulation nocicéptive.



Fac-med-bat-labo-physiologie/ Dr : GUEDJATI

c- Intérêts cliniques :

Le principe de l'innervation réciproque de Sherrington est basé sur le mode de fonctionnement des réflexes à point de départ musculo-tendineux (réflexe myotatique et réflexe d'inhibition des antagonistes).

Les réflexes d'étirement sont explorés cliniquement par les réflexes ostéotendineux ou par les techniques électrophysiologiques (étude du réflexe de Hoffmann ou réflexe H) ;

La percussion du tendon rotulien déclenche un brusque étirement du muscle quadriceps et de là un réflexe qui se traduit par une contraction du muscle et une extension de la jambe.

Si le circuit est interrompu il y'aurait une diminution périphérique de ce réflexe.

Si à l'inverse, le réflexe d'étirement est exagéré (vif) il peut s'agir soit d'une atteinte médullaire soit d'une atteinte hémisphérique (voir plus loin le syndrome pyramidal). Voir cours d'anatomie = voie pyramidale et extrapyramidale.

Tout en faisant intervenir les motoneurones γ , lorsque il y'a exagération du réflexe d'étirement phasique, on parle cliniquement de spasticité ; lorsque le réflexe d'étirement intéresse la tonicité on par d'hypertonie.

L'exploration des réflexes à point de départ cutané (extension et flexion homolatérales) permet de vérifier les voies descendantes pyramidales.

Le réflexe cutané plantaire homologue du réflexe d'extension homolatérale obtenu par stimulation mécanique non nociceptive de la plante du pied se traduit par une flexion des orteils et de l'avant du pied. S'il y'a atteinte de la voie pyramidale les phénomènes constataient sont une extension lente du gros orteil et écartement des autres orteils en éventail : c'est le signe de Babinski.

C/ LE CONTROLE DE LA MOTRICITE PAR LE CERVELET :

a- Introduction :

ROLANDO, en 1809 à la suite d'une lésion expérimentale du cervelet, avait observé des troubles moteurs homolatéraux sans déficit sensoriel ni intellectuel.

FLOURENS, en 1824 établit la notion de centre de coordination des mouvements.

LUCIANI, en 1891 décrit le cervelet comme étant le **dynamogène**.

Les **anatomistes** divisent le cervelet en deux lobes antérieur comprenant 05 lobules antérieurs et 04 lobules postérieurs, numérotés de I jusqu'à XI, ces lobes forment le corps du cervelet. Le lobe X forme l'archéocervelet ou flocculonodulaire.

Cette subdivision est transversale. **Schéma : 1**

Le fonctionnement du cervelet fait intervenir une structure fonctionnelle par subdivision longitudinale, médio latérale en trois zones. **Schéma : 2**

1. -Médiane ou VERMIS OU PALEOCERVELET.
2. Intermédiaire.
3. -Hémisphérique ou NEOCERVELET.

Chaque zone possède des noyaux ; fastigial ; interposé ; dentelé, tous sous corticaux.

b- Organisation cellulaire fonctionnelle :

Les cellules afférentes sont deux :

- Les fibres grimpantes : du fait de leur ascension anatomique tout au long des cellules de purkinje, en faisant des synapses simples ; action ponctuelle et puissante.
- Les fibres moussues : dont les terminaisons évoquent l'aspect foliaire des mousses, elles excitent des cellules granulaires, les grains du cervelet. **Schéma : 3**

Ce dernier se comporte comme un inter neurone excitateur.

Deux types de cellule contribuent à cette structure fonctionnelle :

- les cellules de GOLGI
- les cellules à corbeille.

Leurs synapses se font au niveau la couche moléculaire par les fibres parallèles.

L'unité fonctionnelle effectrice est la cellule de PURKINJE.

L'organisation des voies efférentes est comme suite :

-le noyau fastigial agit sur les extenseurs de la musculature axiale et posturale par les voies vestibulo spinales et réticulospinales ; originaire du tronc cérébral, à un degré moindre par le cortex moteur.

-Les noyaux interposés contrôlent les muscles fléchisseurs des membres et la musculature du cou, en relation avec le tronc cérébral et le cortex sensitivomoteur.

-Le noyau dentelé est en relation avec le cortex cérébral ; son action se fait par l'intermédiaire des voies pyramidales et extra pyramidales. Voir cours d'anatomie de la 2^{ème} AM.

Fac-med-bat-labo-physiologie/ Dr : GUEDJATI

c- Fonctions motrices du cervelet :

Trois types de fonctions capitales sont attribués au cervelet :

*TONUS * POSTURE ET EQUILIBRE *MOUVEMENT VOLONTAIRE.

1- L'Action tonique : Schéma : 4

L'activité sur les structures en aval : noyau rouge, noyau vestibulaire, noyau thalamique et formation réticulée entretient un état de facilitation permanente d'où une tonicité dans les voies motrices.

Un système de modulation au niveau cérébelleux s'effectue par les afférences excitatrices sensorielles et inhibitrices sur les cellules de purkinje, cette régulation se fait sur la boucle γ .

2- La Coordination posturale :

C'est grâce à un mécanisme d'assistance ou de coordination par le vermis et la partie intermédiaire qu'il y'a un contrôle de la motricité par le cervelet ; ainsi une sélection du moment où les messages sont transmis à la moelle modulant l'intensité d'une flexion ou d'une extension.

Le mode est celui du gain de réflexe par exemple chez un sujet qui fixe un point de l'espace, la rotation de la tête s'accompagne d'une rotation des yeux en sens opposé.

C'est un rôle de coordination des mouvements et de la posture dévolu au cervelet.

3- Le Contrôle du mouvement volontaire :

C'est pendant la phase préparatoire d'un mouvement que s'effectue la commande du geste, l'activité du noyau dentelé et celle du néocortex, précède l'activité du noyau interposé cette dernière coïncide avec le début du mouvement d'où assistance au geste(programmation).

L'exécution d'un mouvement demande un programme de position, déterminé par le rapport de tension entre les muscles agonistes et antagonistes autour d'une articulation, et programme dynamique pour accélérer et freiner le mouvement ; ce programme dynamique est assuré par le cervelet en contrôlant les fibres γ et α .

D/ LE CONTROLE DE LA MOTRICITE PAR LE CERVEAU:

a- Organisation générale :

Si le tronc cérébral et la moelle sont des centres les plus automatisés, l'existence à leur niveau de réseaux pacemaker et d'inter neurones situés sur les circuits réflexes permet aux centres supérieurs de choisir des programmes préexistants pour obtenir une activité finalisée.

C'est au niveau du cortex qu'il y a construction d'un mouvement impliquant une mise en jeu hiérarchique.

En 1870 FRITSCH – HITZIG et FERRIER EN 1876 ont décrits au niveau de la circonvolution frontale ascendante : aire 4 et aire 6 de BRODMANN , en avant de la scissure de ROLANDO le centre moteur primaire, cette région représente la voie principale des sorties motrices du cortex. **Schéma : 5**

Le contrôle de la motricité a été étudié en 1860 par Broca, qui constatait que la lésion du côté du lobe frontal de l'hémisphère gauche entraînait une aphasie ce qui paralyse partiellement les muscles nécessaires à la phonation. La parole est lente et laborieuse mais l'articulation est altérée et pourtant d'autres fonctions motrices peuvent être assurées par la même musculature (chewing-mastication et mobilisation de la langue).

Le déficit porte sur le programme d'exécution : l'anarthrie.

Quelques années plus tard 1874, Wernicke a identifié une autre zone corticale située au niveau du lobe temporal toujours dans l'hémisphère gauche entre les deux aires auditives et visuelles. L'aphasie constatée porte sur le choix des mots.

Le déficit porte plus tôt sur la conception du langage.

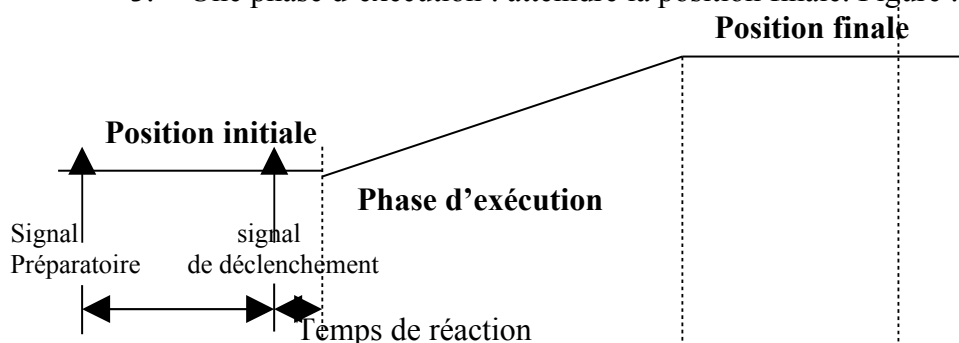
L'organisation des mouvements se fait par une succession d'étapes et se déroulant dans des structures nerveuses différentes décrit par ALLEN et TSUKAHARA cent ans plus tard en 1974.

Deux événements :

- programmation.
- Exécution.

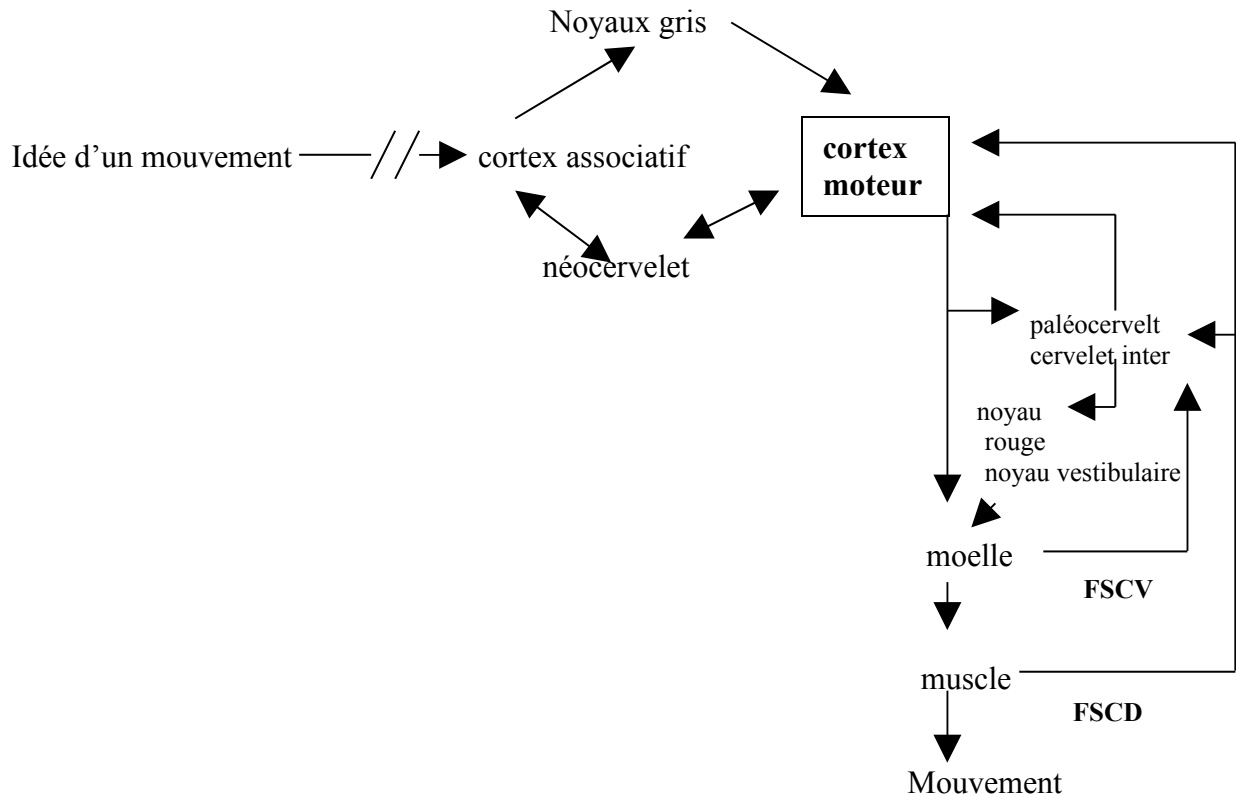
Plusieurs phases sont nécessaires à l'exécution d'un mouvement :

1. -Une phase de préparation : à partir d'une position initiale préparatoire au mouvement.
2. -Une phase d'initiation : déclenchée par le second signal ; dit de déclenchement, correspondant à la période de latence entre signal de début et exécution
3. -Une phase d'exécution : atteindre la position finale. Figure :1.



Fac-med-bat-labo-physiologie/ Dr : GUEDJATI

La figure : 2 montre l'organisation d'un acte moteur depuis son élaboration jusqu'à son exécution.



b- CORTEX MOTEUR PRIMAIRE :

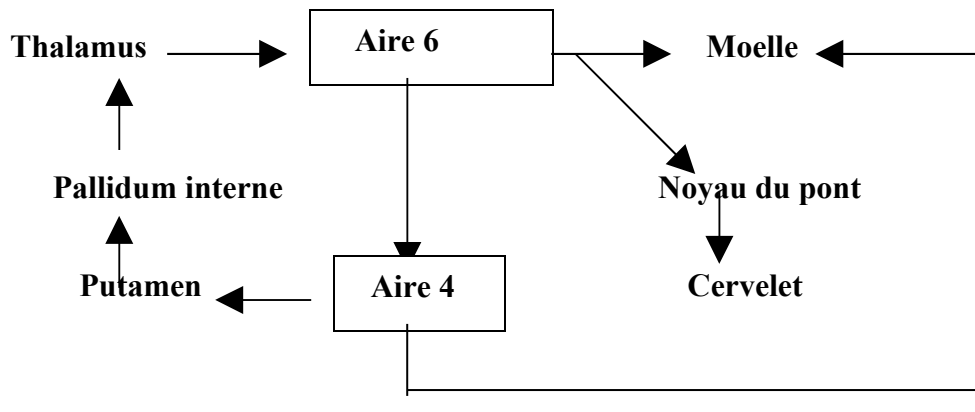
- Les afférences sont thalamocorticales de nature somesthésique, elles peuvent être cutanées d'origine palmaire à partir de la peau adjacente aux muscles. Elles sont également proprioceptives à partir du fuseau neuromusculaire.
- C'est le premier centre cortical responsable d'une sélectivité centrale.
- Les cellules effectrices, sont de type pyramidal ; elles agissent au niveau spinal par deux voies :
 - 1) La voie directe est faite d'un réseau spinal d'inter neurones avec probablement des relais sous corticales (tronc cérébral, noyaux gris centraux).
 - 2) La voie extrapyramidale est divisée en deux voies descendantes ; médiane :
 - Les faisceaux vestibulospinal et réticulospinal médian : responsables de la musculature axiale et proximale.
 - Les faisceaux rubrospinal et réticulospinal latéral pour la voies latérale commandant la musculature proximale.

Fac-med-bat-labo-physiologie/ Dr : GUEDJATI

c- AIRE MOTRICE SUPPLEMENTAIRES :

Elle appartient à l'aire 6 de BRODMANN se localisant dans la partie inter hémisphérique.

Le rôle principal de cette aire est : l'exécution d'un mouvement (indépendamment du cortex moteur primaire), l'autre rôle est la préparation du mouvement.
 Cette aire se situe en amont de l'aire 4 de BRODMANN considérée par certains comme le centre volontaire de la motricité.
 Cette aire a un rôle de coordination motrice entre les deux hémisphères et dans l'enchaînement des mouvements.



d- NOYAUX GRIS CENTRAUX :

Les noyaux gris de la base sont l'ensemble des structures sous corticales, elles constituent l'origine des voies extra pyramidales, deux parties :

*NEOSTIATUM : noyau codé et putamen : fonctions associatives.

*PALEOSTRIATUM : pallidum interne et externe, noyau sous thalamique et locus Niger : fonctions effectrices.

La base de l'étude de cette partie du cerveau est avant tout anatomoclinique, on se référant à la maladie de PARKINSON : elle se caractérise par une destruction des noyaux gris de la base spécifiquement le locus NIGER ; avec défaut de sécrétion de la dopamine, le résultat est :

- rigidité, due à l'**hypertonie musculaire**.

-**akinésie**, de la face avec absence de mimique.

-**tremblement**, de repos lors de la posture, disparaît lors de l'exécution du mouvement. Ce signe implique la lésion du noyau rouge.