

Ministère de l'enseignement supérieur
université Ferhat Abbas Sétif 1
faculté de Médecine - Laboratoire de Physiologie
Service de neurologie médicale -CHU Sétif

Cours de Physiologie

LE CORTEX MOTEUR

DrBELLOUZ .I

I.INTRODUCTION

L'ensemble des structures, et les voies qui interviennent dans le contrôle et la régulation du mouvement constituent les **systemes moteurs**.

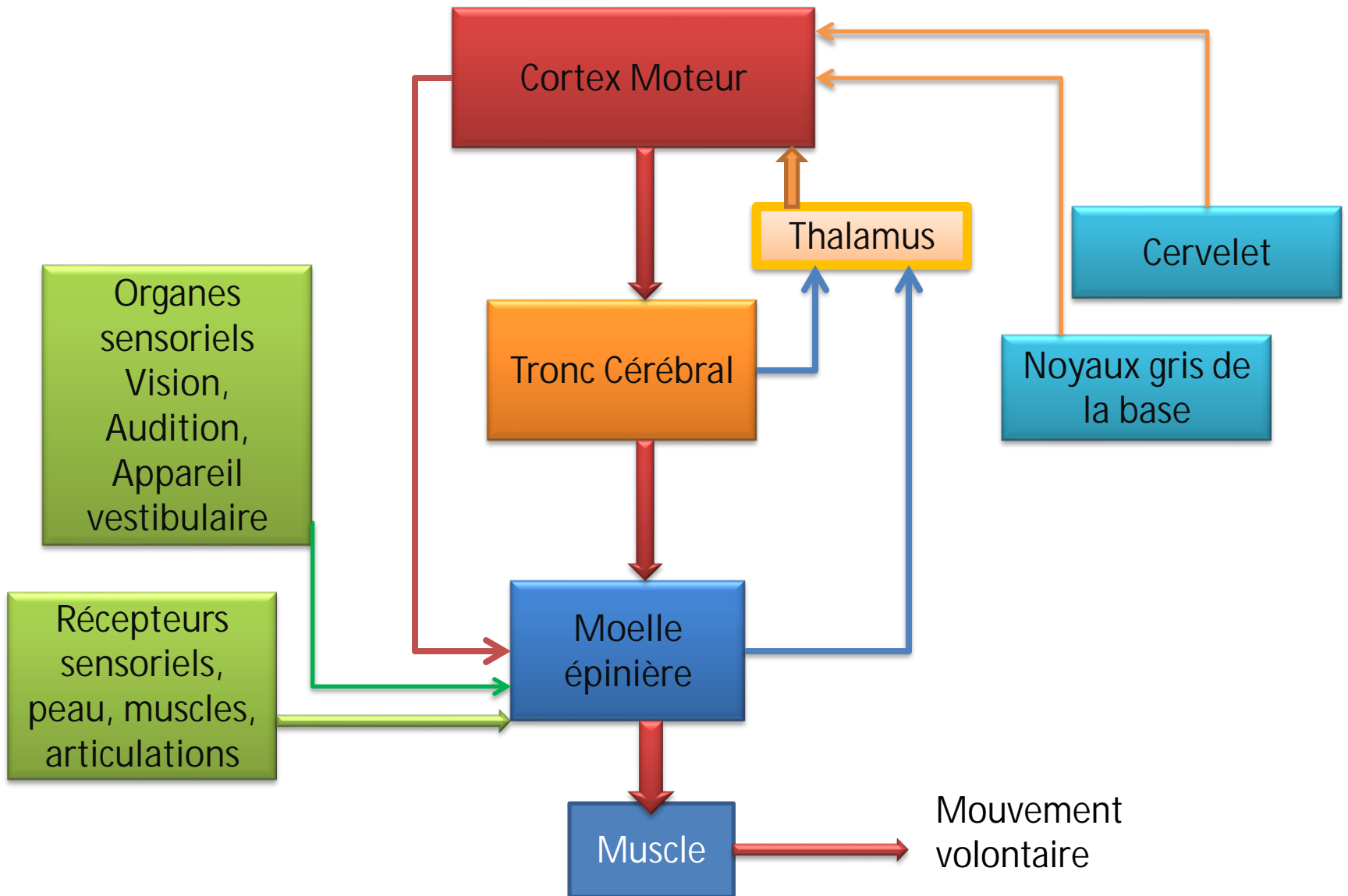
Les **systemes moteurs** peuvent accomplir différentes fonctions motrices :

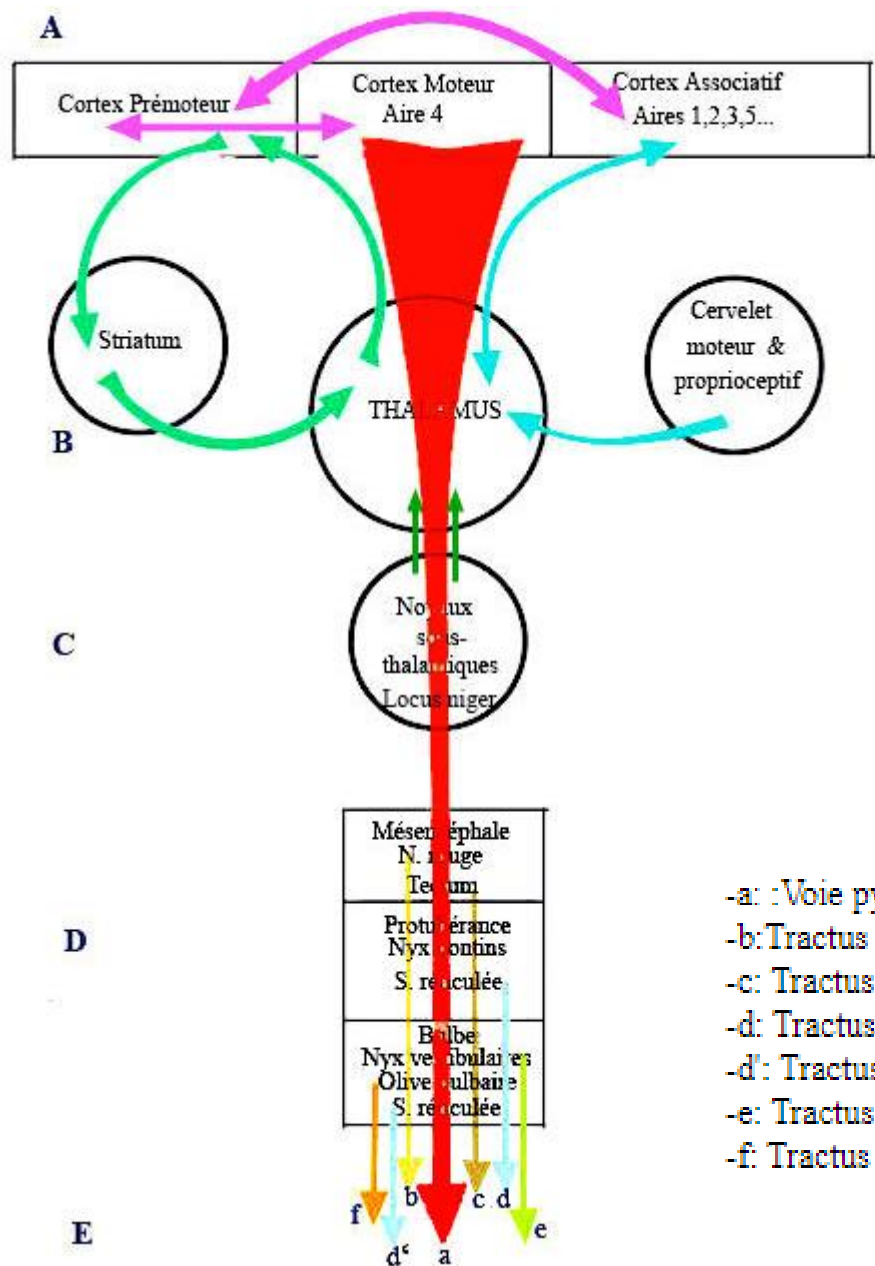
- Volontaires,
- Reflexes
- Automatiques : marche, déglutition, mastication

un **mouvement volontaire** passe par 3 étapes:

- La décision (intention d'effectuer un mouvement) , il faut d'abord identifier et localiser une cible
- La programmation (organiser un plan d'action)
- L' exécution (commande)

Le plan et l'exécution sont élaborés au niveau du cortex moteur, le faisceau corticospinal se charge de transfert des informations aux motoneurones de la corne antérieure pour générer en fin le mouvement.





Systèmes moteurs

- a: Voie pyramidale
- b: Tractus rubro-spinal
- c: Tractus tecto-spinal
- d: Tractus réticlo-spinal pontique
- d': Tractus réticlo-spinal bulbaire
- e: Tractus vestibulo-spinaux
- f: Tractus olivo-spina

- A: niveau cortical
- B: niveau sous-cortical
- C: niveau sous-thalamique
- D: niveau tronc cérébral
- E: niveau médullaire

II- HIERARCHIE DES SYSTEMES MOTEURS

Les systèmes moteurs sont organisés selon une hiérarchie qui comporte 3 niveaux:

(classification selon l'importance fonctionnelle)

1. La moelle épinière (niveau inférieur)
2. Le tronc cérébral (niveau intermédiaire)
3. Le cortex moteur (niveau supérieur)

II- HIERARCHIE DES SYSTEMES MOTEURS

1. La moelle épinière: niveau inferieur

- Contient des circuits de neurones qui exécutent le mouvement volontaire.
- L'exécution du mouvement se produit par l'intermédiaire du motoneurone alpha qui est la voie finale commune

II- HIERARCHIE DES SYSTEMES MOTEURS

2. Le tronc cérébral : niveau intermédiaire

- Contient des circuits qui contrôlent les mouvements de la tête et des yeux
- Reçoit des afférences du cortex cérébral et projette à la moelle épinière

II- HIERARCHIE DES SYSTEMES MOTEURS

3. Le cortex moteur est le niveau le plus élevé,

- Déclenche le mouvement volontaire
- Contrôle les faisceaux moteurs qui naissent dans le tronc cérébral (faisceaux extrapyramidaux)
- Projette directement a la moelle épinière à travers le **faisceau pyramidal**

III.ORGANISATION FONCTIONNELLE DU CORTEX MOTEUR

A- Critères d'identification d'une aire motrice corticale

3 critères:

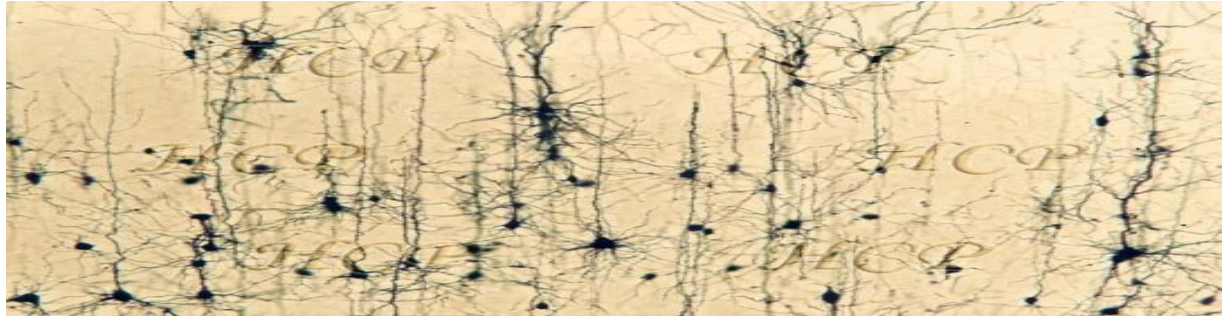
1- La stimulation par un faible courant électrique entraine une contraction musculaire

2- La destruction de cette région aboutit à la perte de cette fonction motrice

3- Cette région possède des efférences qui la connectent directement ou indirectement aux motoneurones de la moelle épinière.

B- Techniques d'exploration:

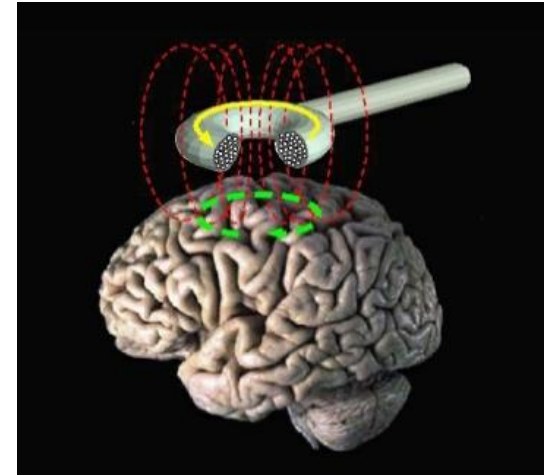
1. Histologie



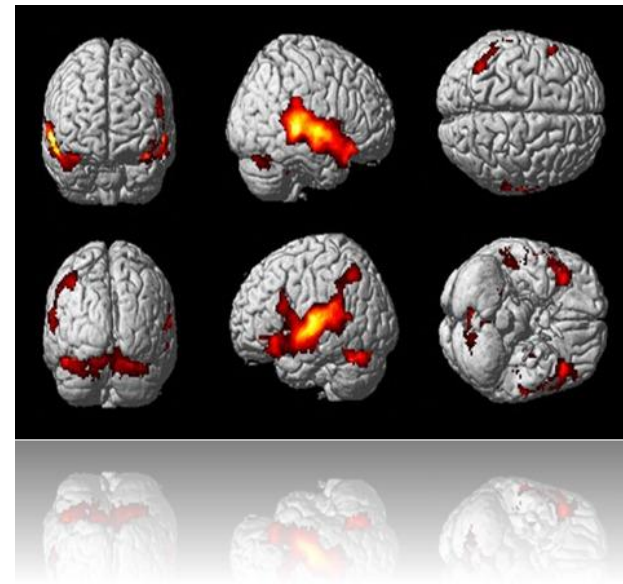
2. Techniques de Destruction

3. Electrophysiologie: Micro stimulation et enregistrement de l'activité des neurones corticaux

4. Stimulation magnétique transcorticale



5. IRM fonctionnelle



III.ORGANISATION FONCTIONNELLE DU CORTEX MOTEUR

C- Mise en évidence et organisation somatotopique du cortex moteur:

Plusieurs travaux sur le cortex moteur :

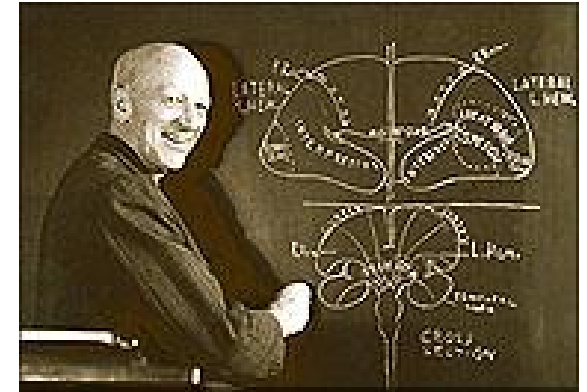
1870 Fritsch et Hitzig :

Stimulation électrique du cortex frontal chez le chien entraîne des mouvements de l'hémicorps controlatéral

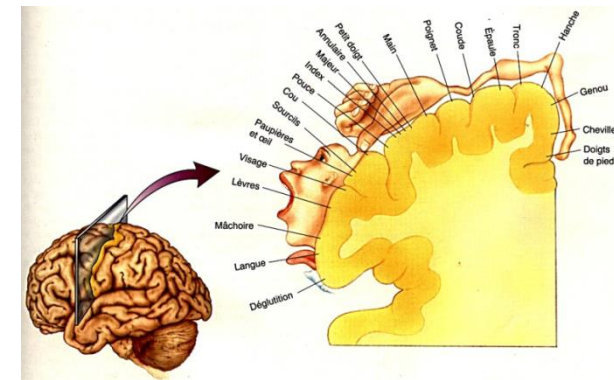
1925 Sherrington a démontré la même chose chez le singe.

1940-1950

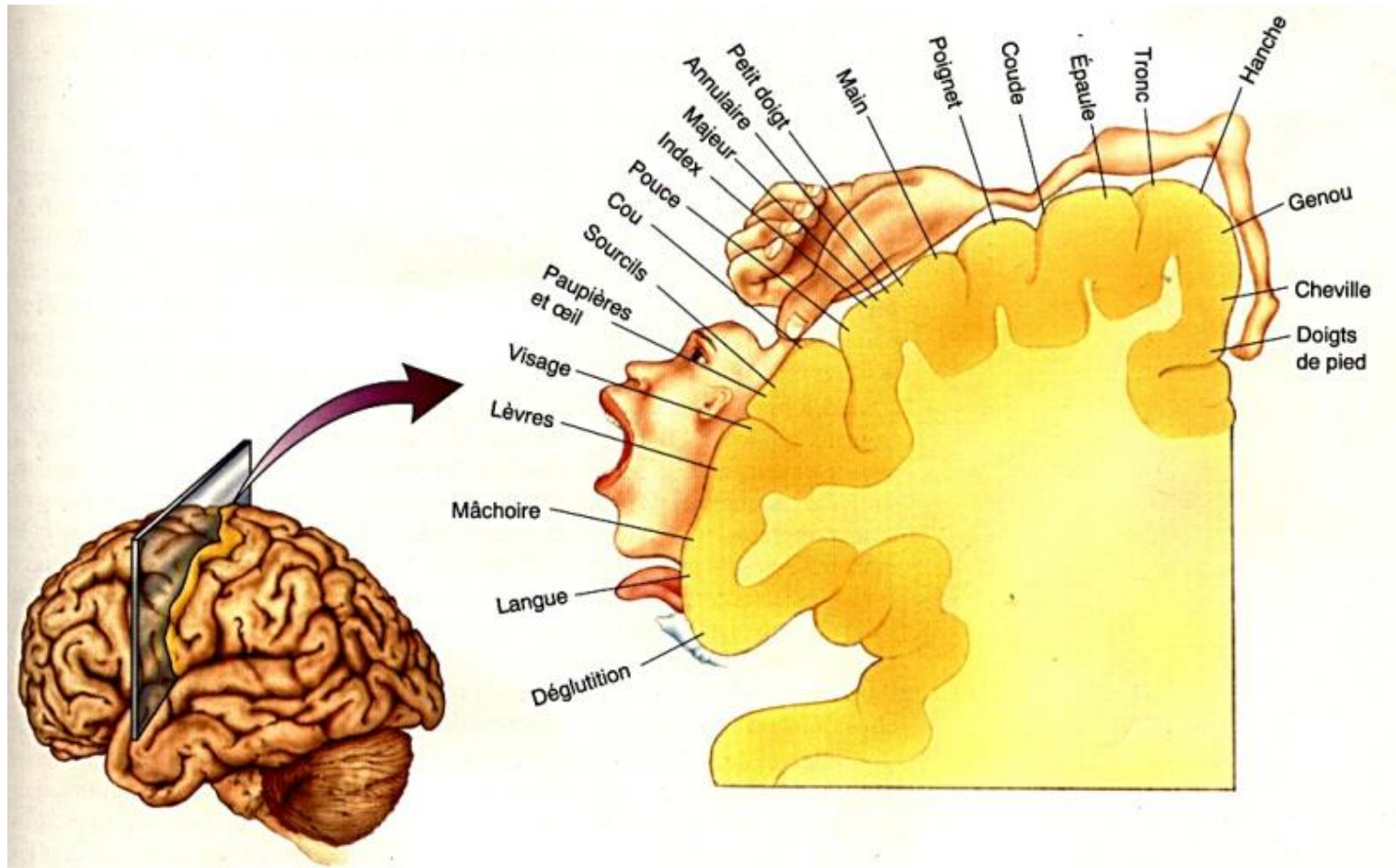
Confirmation de l'existence d'un cortex moteur chez l'homme par le neurochirurgien Penfield



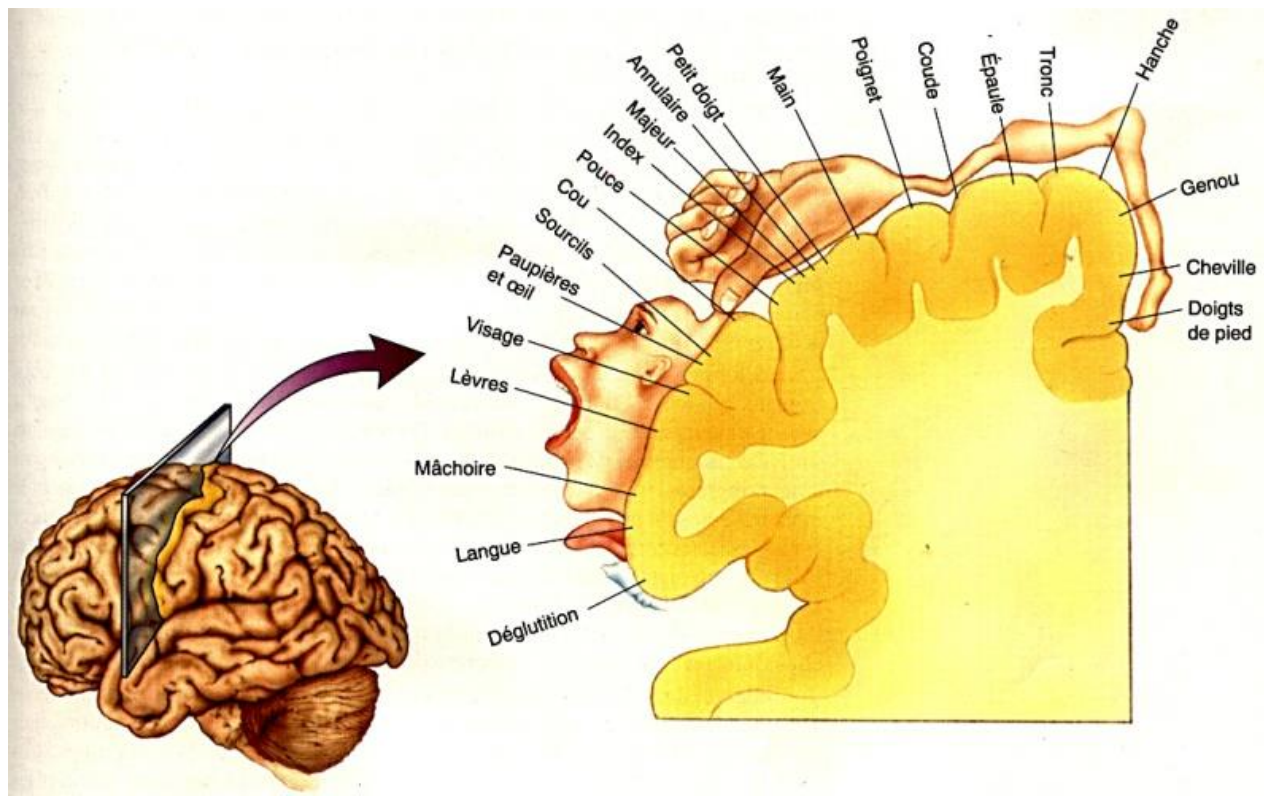
Il a démontré que chaque groupe musculaire de l'hémi-corps controlatéral est représenté au niveau de ce cortex moteur, (somatotopie)



- **l'homunculus moteur de Penfield** = une représentation du corps humain au niveau du cortex.



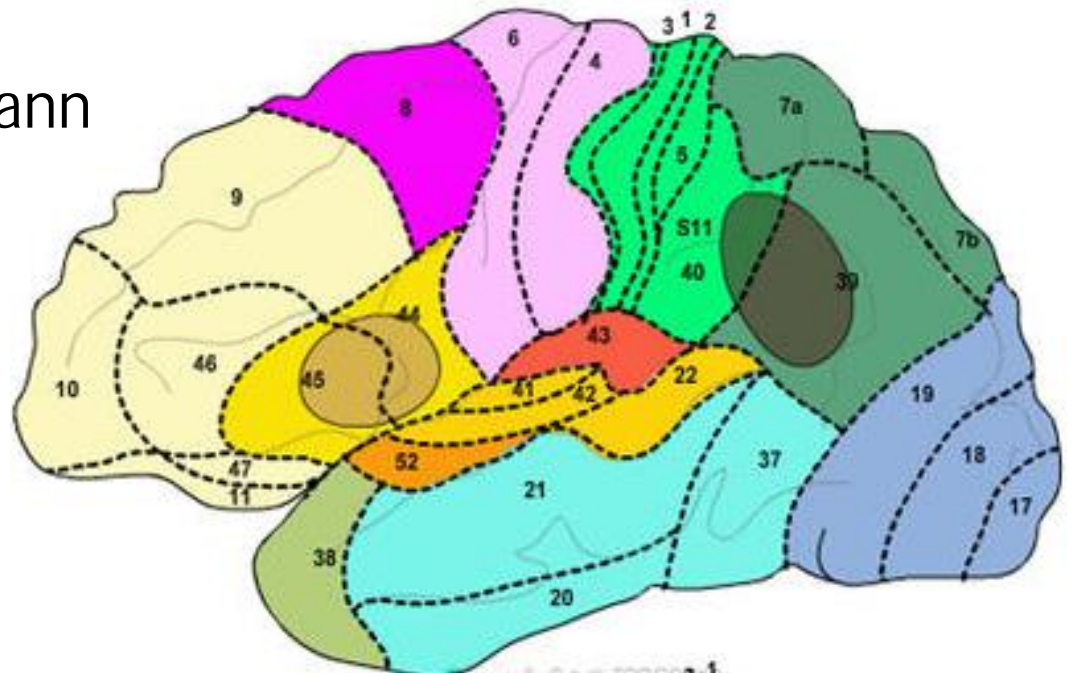
- Les doigts, les mains et la face ont des représentations disproportionnellement large dans les aires motrices du cortex parce qu'ils sont responsables de mouvements fins et précis



IV. Les Aires motrices:

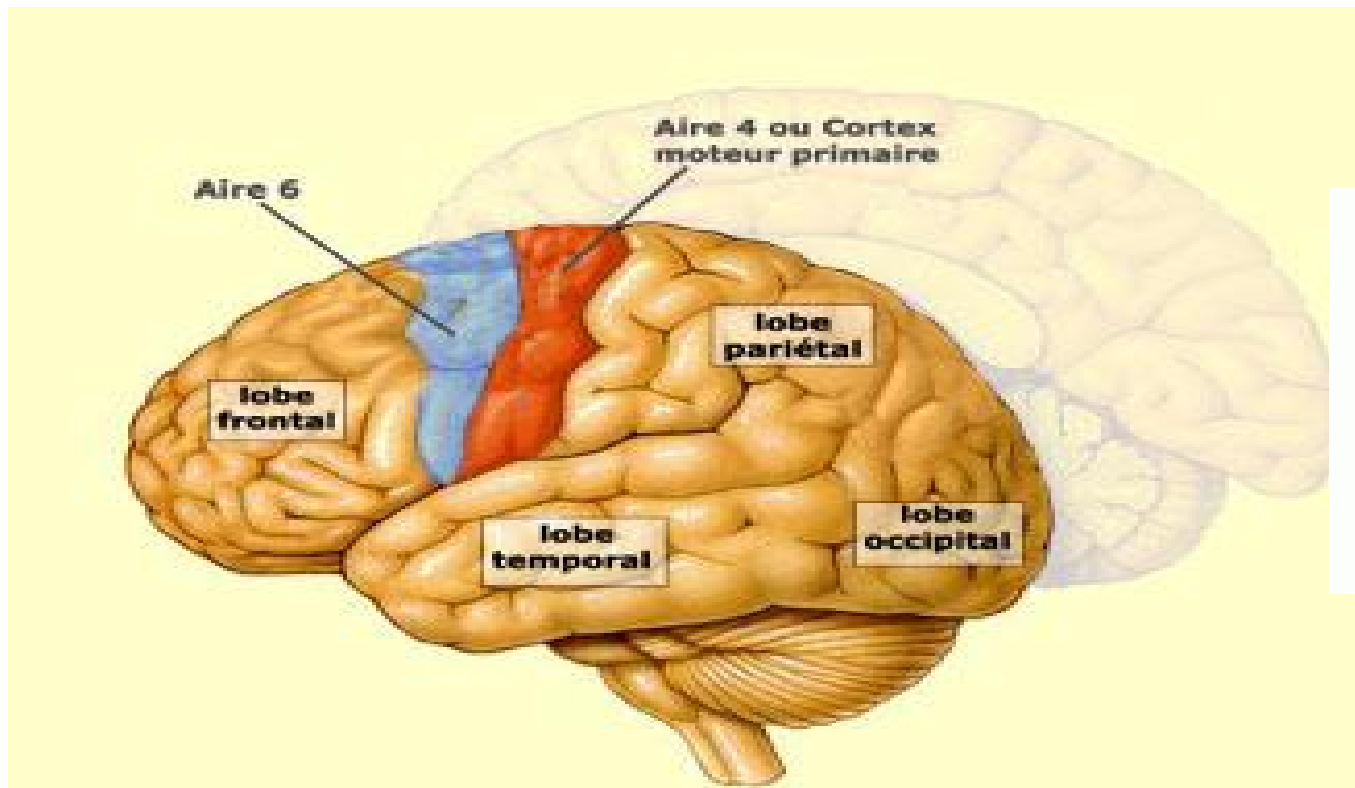
Une aire = Région délimitée du cortex cérébral selon une base cytoarchitectonique (même composition cellulaire et même fonction)

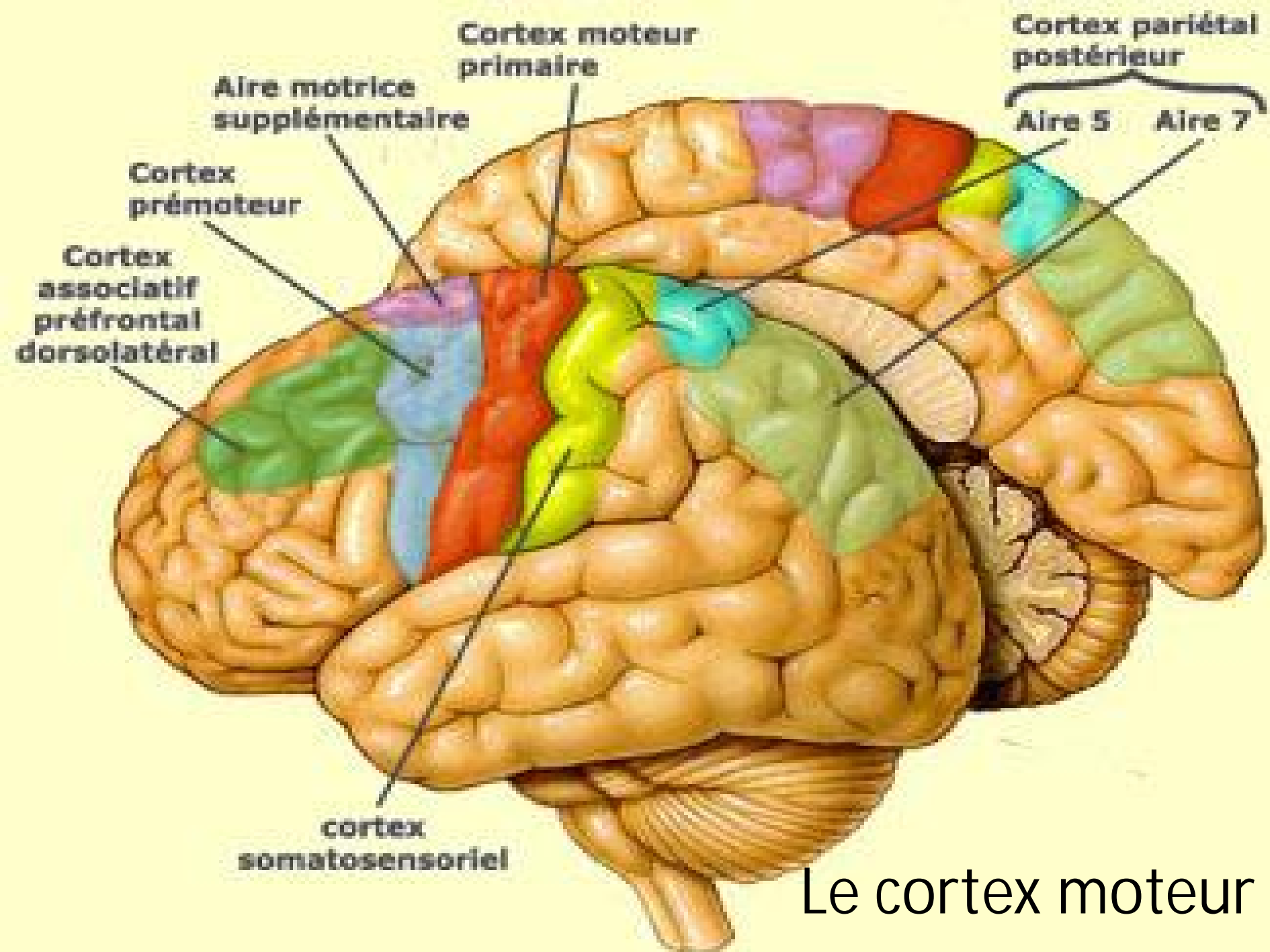
Il existe 52 aires de Brodmann



Le cortex moteur :

Situé dans le lobe frontal du cerveau, en avant de la scissure centrale (Rolando),



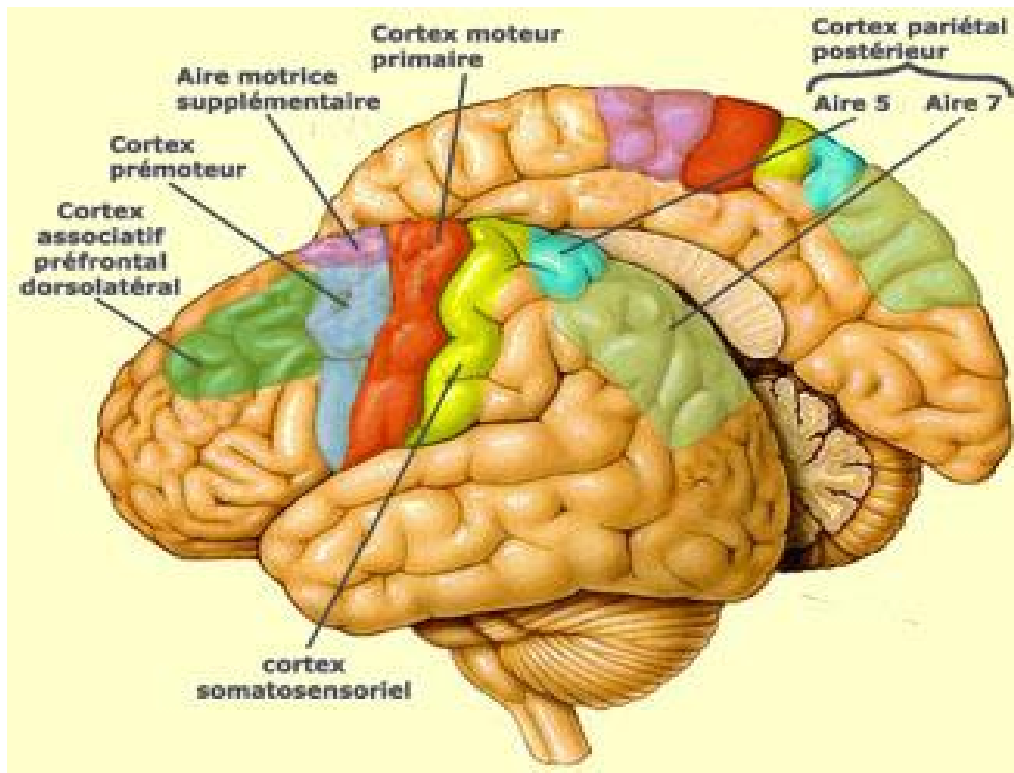


Le cortex moteur

Le cortex moteur :

Constitué :

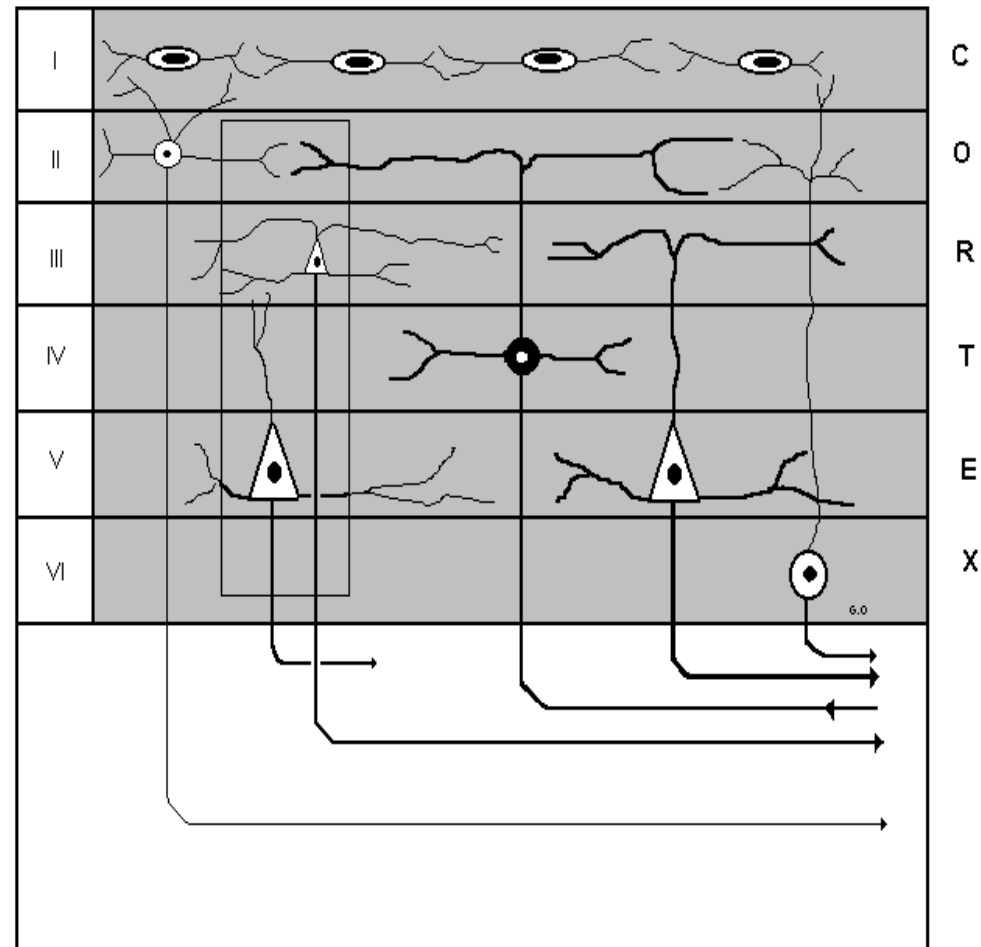
- Cortex moteur primaire (CMP) = l'aire 4
- Cortex prémoteur (CPM)= l'aire 6
- L'aire motrice supplémentaire (AMS)= l'aire 6



1. Le cortex moteur primaire CMP(M1)

L'aire 4 est structurée en 6 couches, caractérisée histologiquement par

- ✓ l'absence de la couche 4 de la classification cytoarchitectonique de Brodmann
- ✓ la présence, dans la couche V contient les cellules **pyramidales** ou **cellules géantes de Betz**.



classification cytoarchitectonique de Brodmann

1. Le cortex moteur primaire

Le cortex moteur primaire est la région où l'intensité de stimulation la plus faible produit des mouvements du côté controlatéral.

Le CMP contrôle :

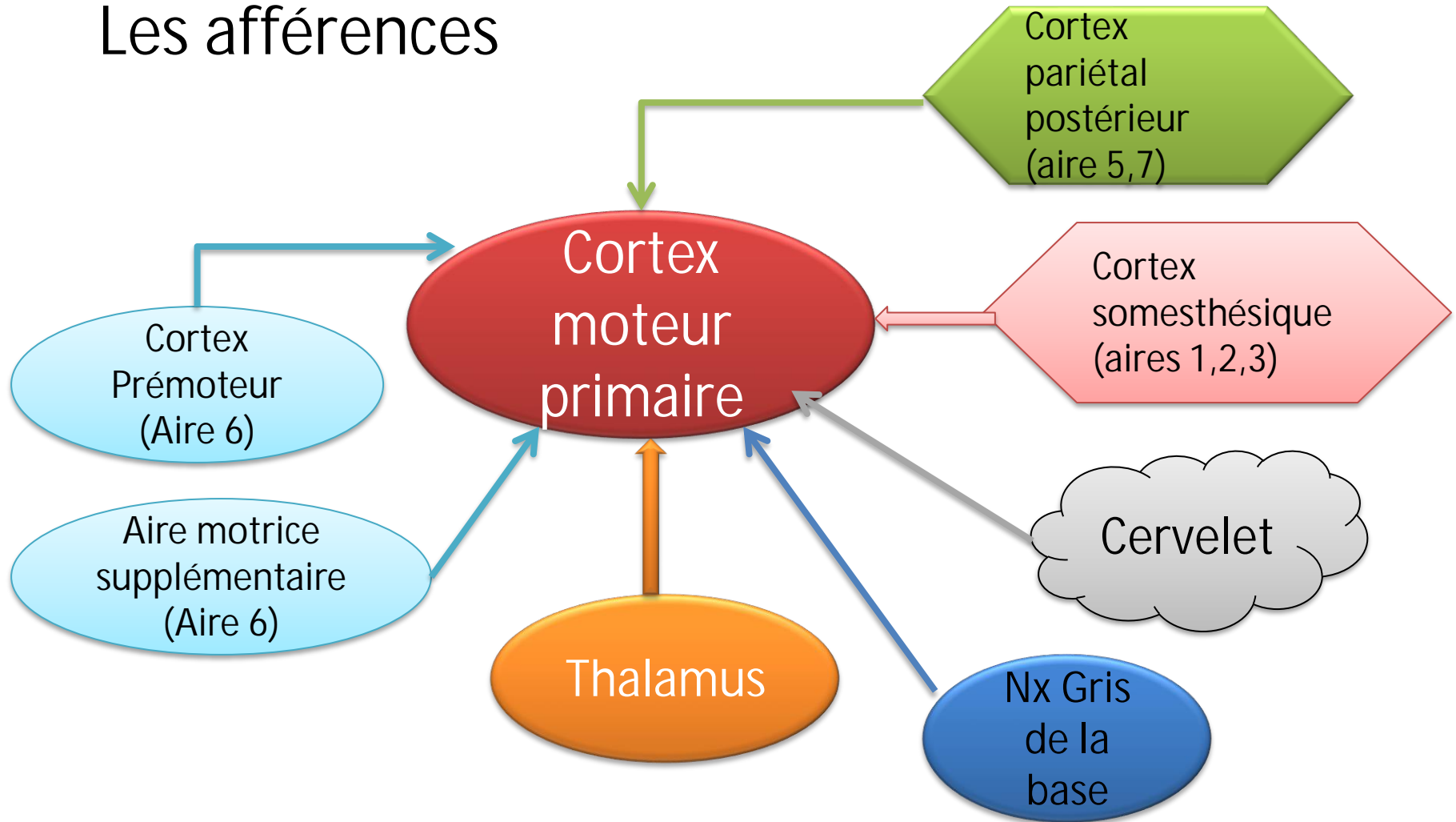
la force musculaire,

la vitesse du mouvement,

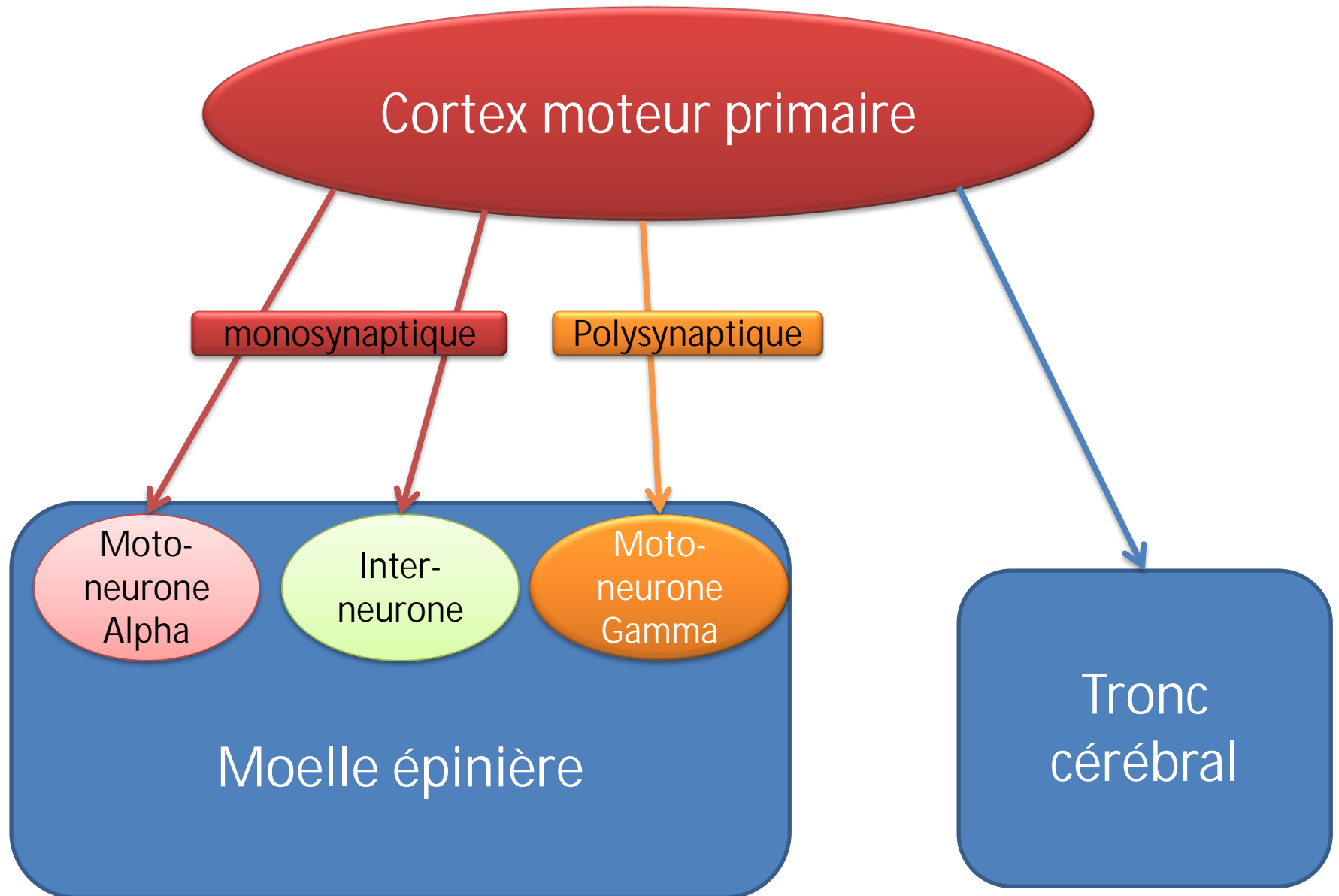
Permet d'effectuer des mouvements fins et précis.

L'aire 4 intervient dans l'exécution proprement dite du mouvement.

Les afférences



Les efférences:



Les expériences de stimulation du cortex moteur primaire (MI) :

- Ont montré que le cortex moteur primaire est organisé somatotopiquement, et a cette organisation somatotopique , s'ajoute une organisation en colonnes. .
- L'organisation somatotopique : confirmé par le travaux de Penfield et Jasper, lors d'interventions neurochirurgicales pour épilepsies.
Ils ont montré que la stimulation électrique ponctuelle de l'aire 4 entraînait des contractions musculaires dans des régions précises du corps (controlatéral).
- Cette représentation somatotopique donne une image déformée du corps ou la motricité fine des doigts de la main et les capacités de vocalisation et de langage sont plus développées.
- L'organisation en colonnes fonctionnelles : le cortex moteur est organisé en colonnes fonctionnelles parallèles, ces colonnes sont de 300 à 400 um d'un diamètre, et sont perpendiculaire à la surface du cortex. Chaque colonne constitue une unité fonctionnelle chargée de contrôler un muscle ou un groupe de muscles synergiques.

Les Effets de lésion de M1:

- Faiblesse musculaire (**parésie**) de l'hémi-corps controlatéral pouvant aller jusqu'à la paralysie.
- Déficit de coordination des mouvements plurisegmentaires
- Déficit des mouvements fins des doigts.

Après lésion de M1 :

il peut y'avoir une récupération → prise en charge de la fonction initialement assurée par cette aire par les aires corticales motrices adjacentes.

(Réorganisation des cellules et des connexions)

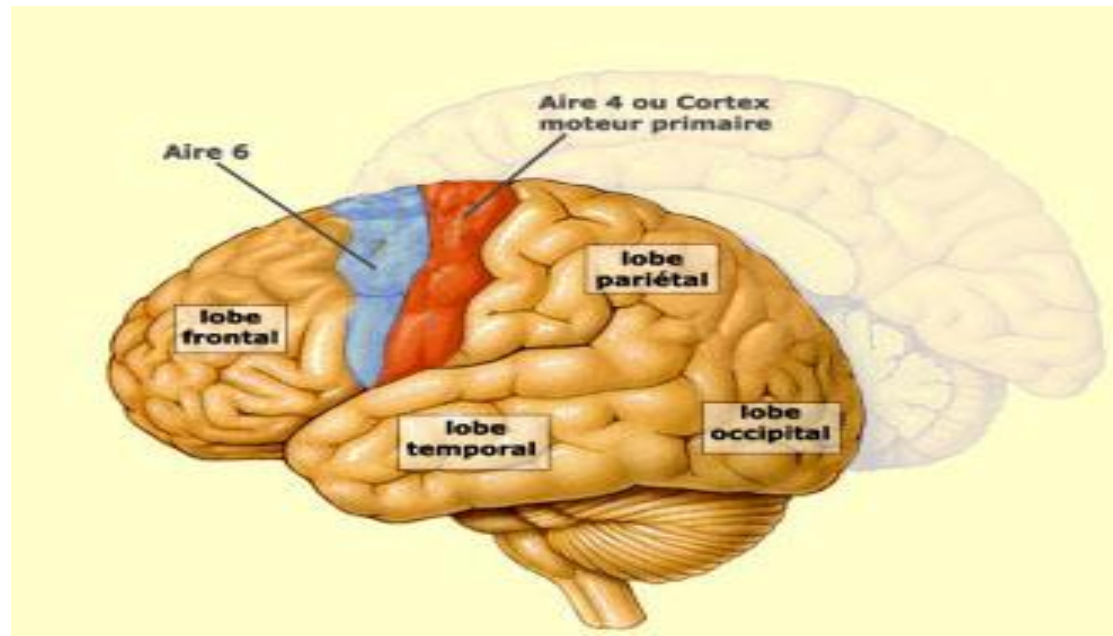
C'est la **plasticité corticale**

2. Le cortex prémoteur CPM :

Situé dans l'aire 6 de Brodmann, du côté latéral.

La stimulation entraîne des mouvements de la tête et du tronc

Intensité plus forte que celle utilisée pour stimuler le cortex moteur primaire.



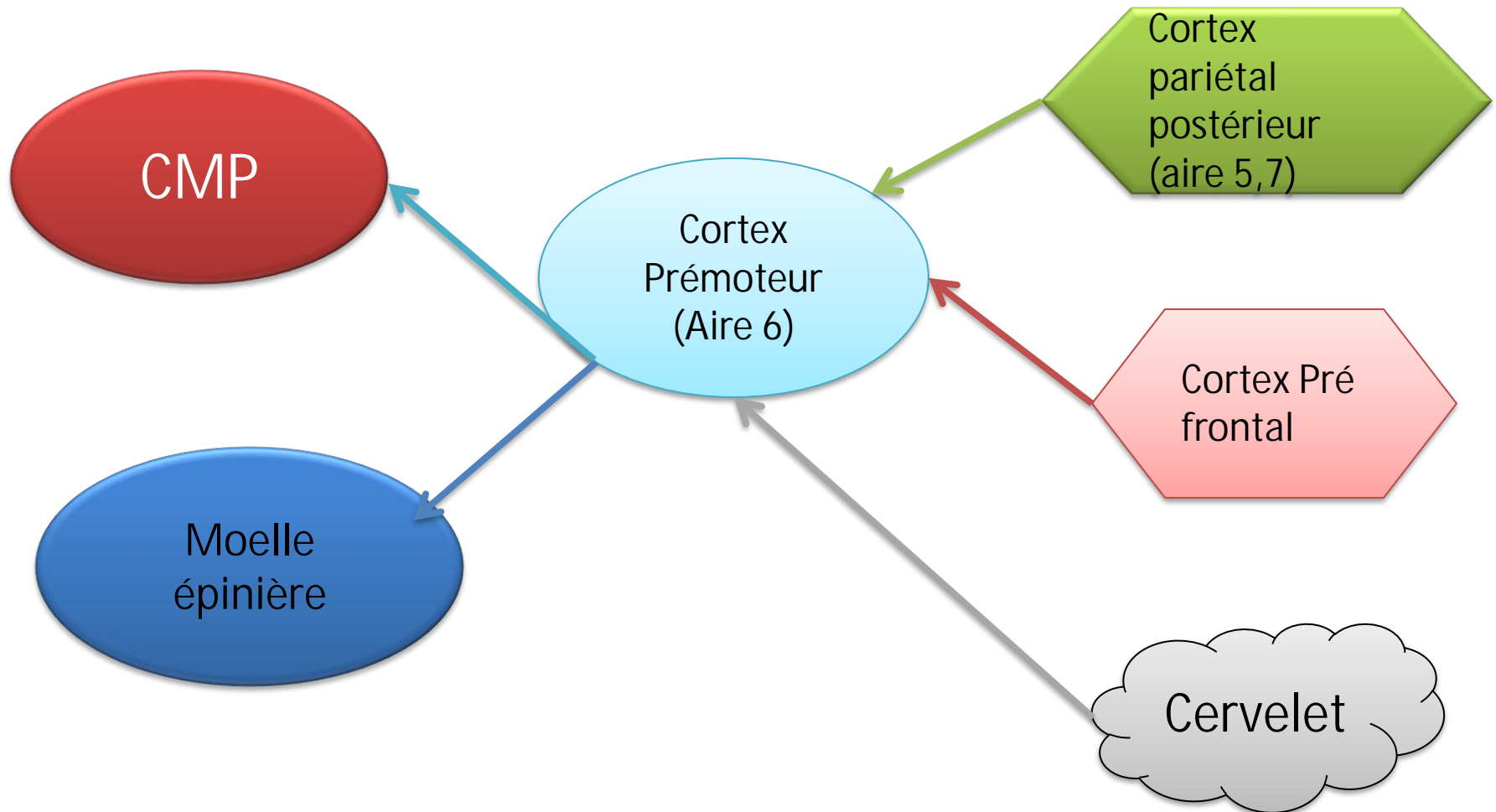
Le CPM Joue un rôle dans :

- Contrôle des muscles axiaux et proximaux (posture)
- Programmation du mouvement
(Sélectionne le programme moteur en fonction du contexte).
exp : positionner les épaules et les bras de façon que les mains se trouvent bien placées pour effectuer une tâche précise.
l'aire prémotrice développe une image motrice de la totalité du mouvement musculaire projeté. Cette image déclenche ensuite la succession des "programmes" d'activité musculaire
- Apprentissage d'associer un événement sensoriel particulier avec un mouvement spécifique

L'aire prémotrice intervient dans la planification et la programmation du mouvement

Les efférences

Les afférences



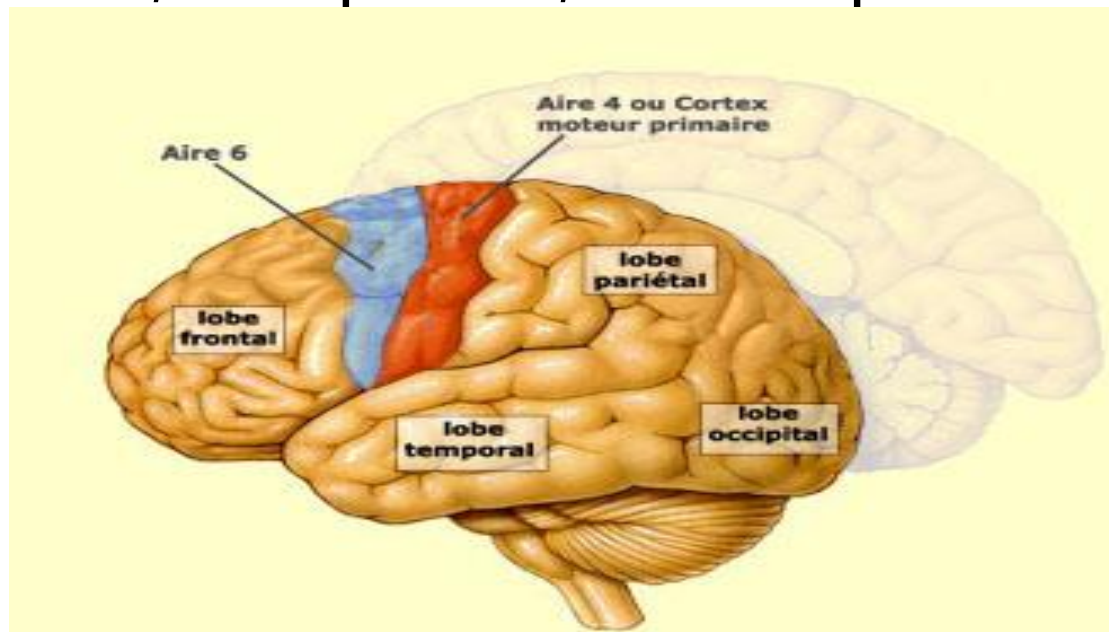
Lésion de CPM :

- Parésie proximale
- Apraxie (incapacité à programmer des séquences de mouvements complexes) Le sujet est parfaitement capable de faire des petits mouvements élémentaires simples, mais il est incapable de mouvements plus complexes tels que se coiffer ou se brosser les dents.
- Difficulté à initier le mouvement en réponse à un signal externe
- Difficulté d'apprentissage des tâches complexes

3. L'aire motrice supplémentaire (AMS)

Se situe dans l'aire 6 de Brodmann, du côté médian

La stimulation électrique = mouvements bilatéraux, complexes, durent plus longtemps

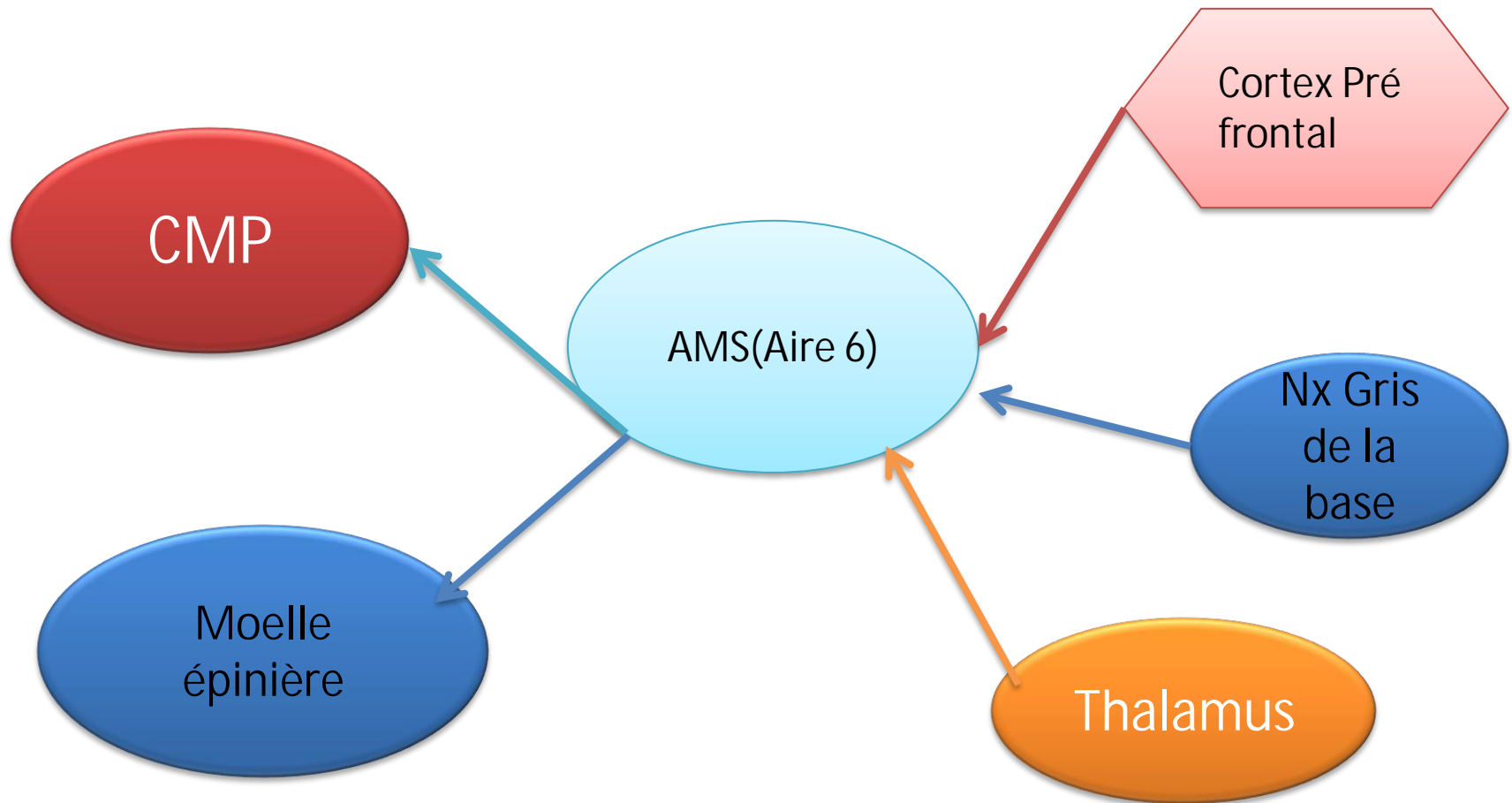


L'AMS est surtout impliquée dans:

- Les mouvements auto initiés (mémorisés)
exp : Signature
- Les tâches bimanuelles.
- Les séquences de mouvements (séquence de mouvements des doigts),
- Ajustements posturaux anticipateurs (maintient de l'équilibre)

Les efférences

Les afférences



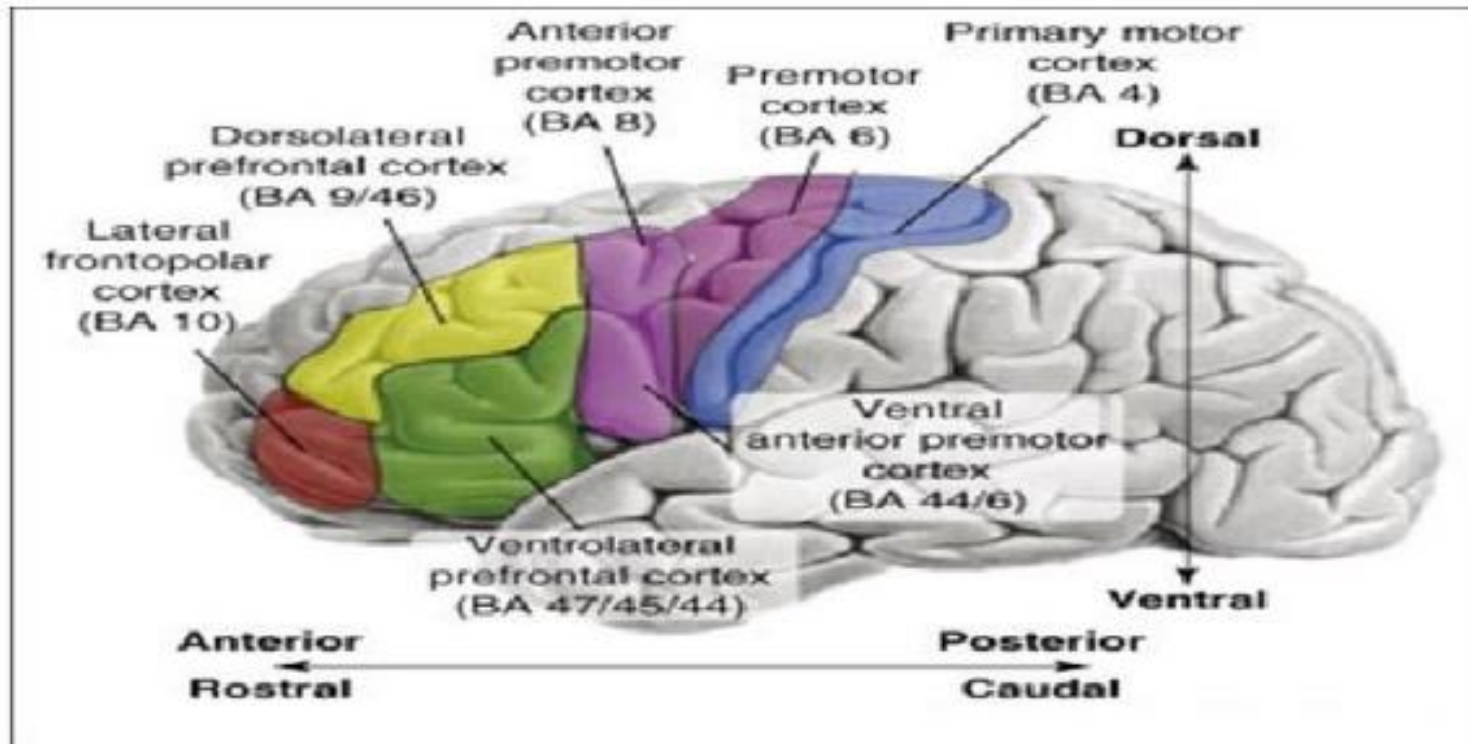
Lésion de l'AMS :

- Difficulté d'initiation motrice (akinesie, mutisme)
- Déficit de coordination bimanuelle
- Perte des ajustements posturaux anticipateurs

Régions motrices spécialisées

- Certaines régions corticales motrices sont hautement spécialisées dans le contrôle de certains types de mouvements :
- **Aire de Broca** : Située immédiatement en avant du cortex moteur primaire au-dessus de la scissure de Sylvius (aire 44 et 45 de Brodmann), spécialisée dans l'expression motrice du langage (langage parlé), la formation des mots.
- **Aires corticales des mouvements oculaires volontaires** : situées dans l'aire prémotrice du cortex préfrontal, juste au-dessus de l'aire de Broca, contrôle les mouvements oculaires volontaires et les mouvements de paupières controlatéraux. Elle reçoit des informations directement du lobe occipital et se projette en retour sur les colliculi supérieurs et la formation réticulée.
- **Aire de rotation de la tête** : Située au-dessus de la précédente, dans l'aire prémotrice, cette aire est en étroite relation avec l'aire des mouvements oculaires volontaires et permet l'orientation de la tête vers une cible visuelle.
- **Aire d'habileté manuelle** : Située dans l'aire prémotrice, immédiatement en avant des zones du cortex moteur primaire dévolu au contrôle des muscles des doigts et de la main, cette zone semble spécifiquement impliquée dans les gestes fins des mains. Une lésion de cette zone entraîne l'apraxie motrice caractérisée par des mouvements des mains désordonnés et sans but.

Régions motrices spécialisées



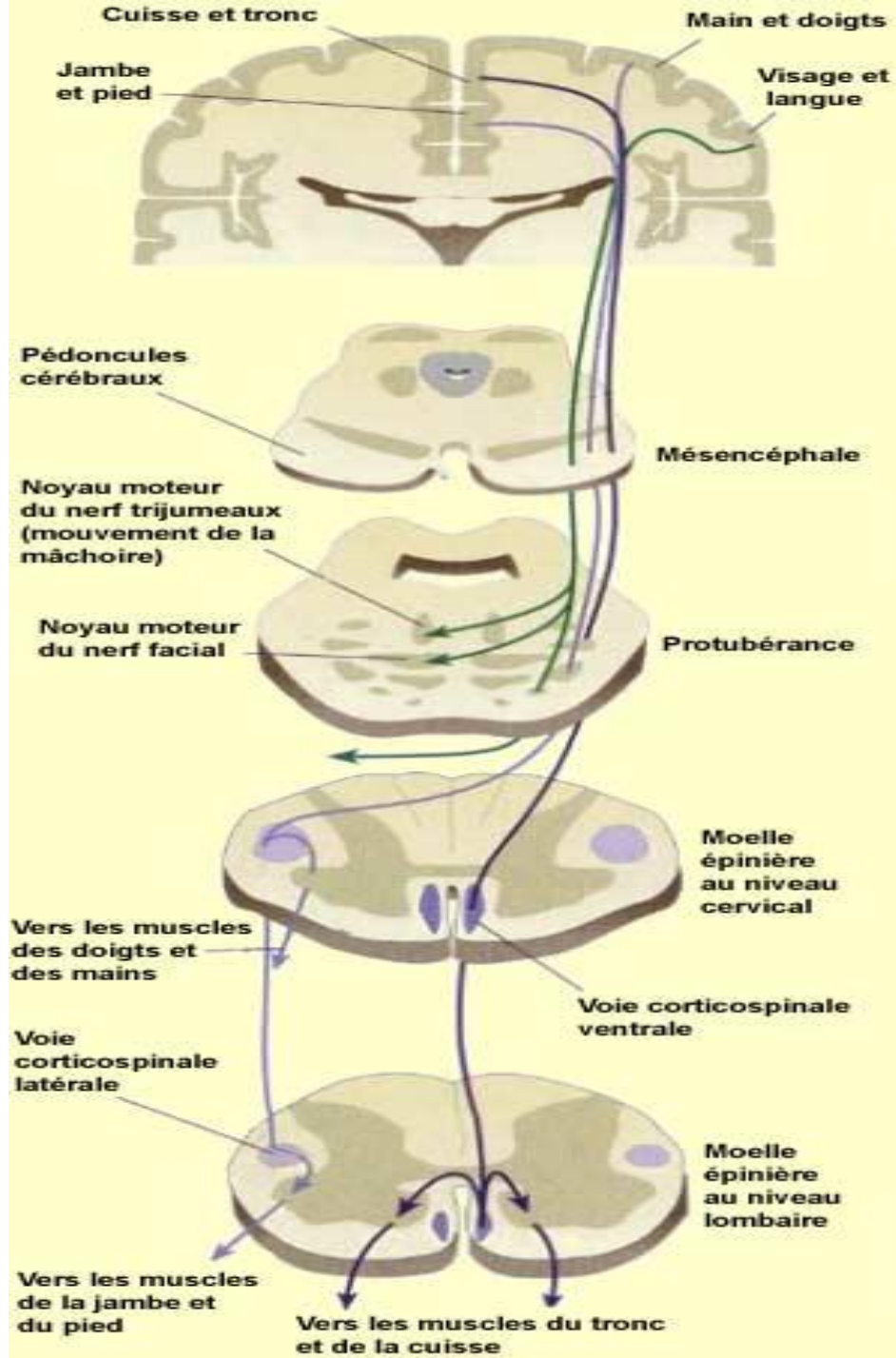
V- LES VOIES MOTRICES DESCENDANTES

1. FAISCEAU CORTICO-BULBAIRE

Origine: Couche V du CMP

Trajet:

- Les axones convergent vers la capsule interne,
- Passent par le mésencéphale
- Selon le noyau, ces axones se terminent de manière controlatérale (exp VII et XI) ou bilatérale (V) sur les noyaux moteurs des nerfs crâniens au niveau du tronc cérébral.
- Contrôlent les muscles du visage, de la mâchoire, de la langue et du pharynx



2. FAISCEAU CORTICOSPINAL = FAISCEAU PYRAMIDAL

Origine :

Cellules de Betz au niveau du cortex moteur

Trajet :

- Passent par la capsule interne, traversent le mésencéphale et le pont et
- se réunissent pour former un faisceau dense au niveau du bulbe qui prend l'allure d'une pyramide d'où son nom faisceau pyramidal.

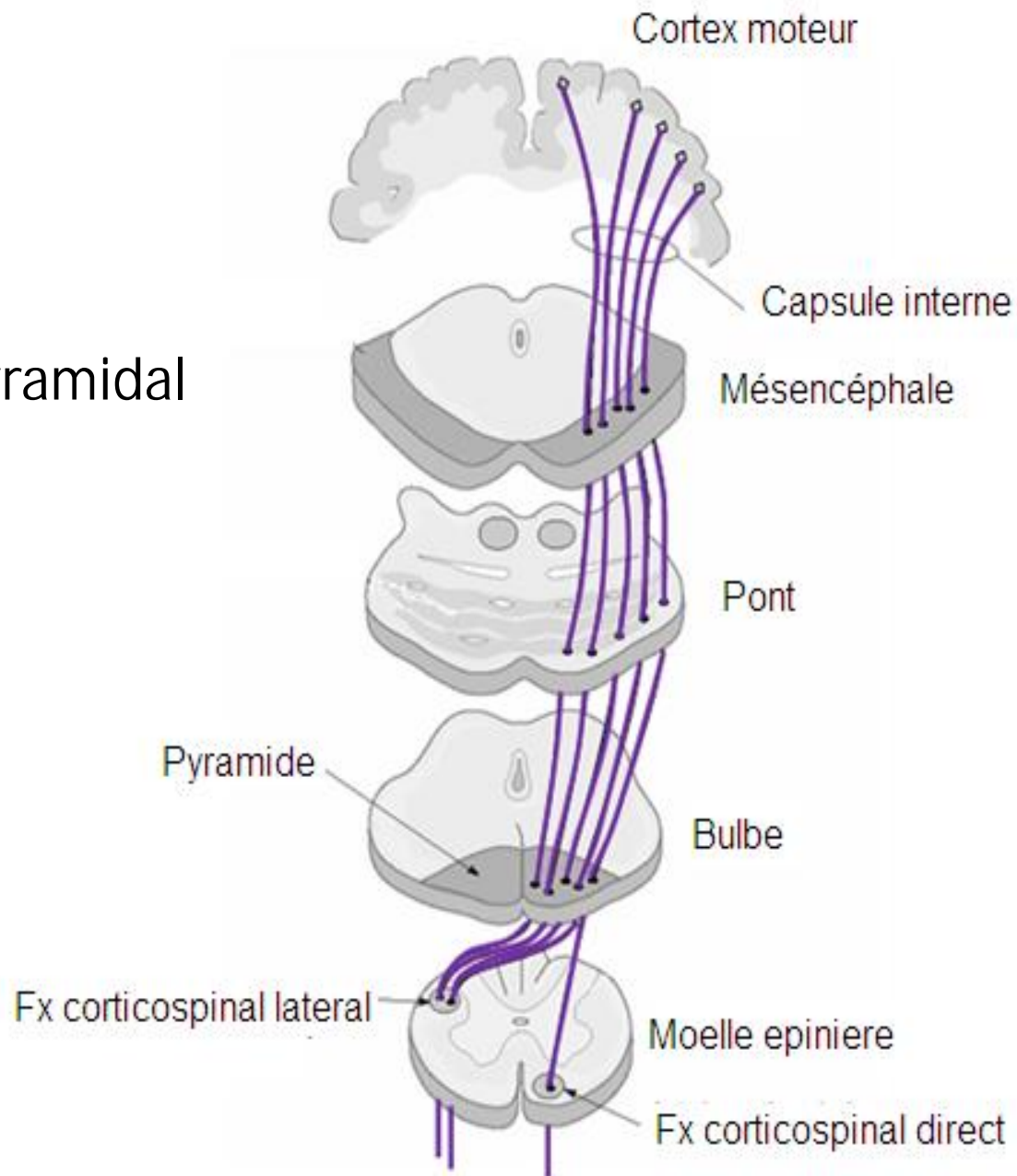
A la jonction entre le bulbe et la moelle épinière 90% des fibres du f. pyramidal vont croiser la ligne médiane dans la colonne latérale de la moelle épinière et forme le faisceau corticospinal latéral

Terminaison :

la corne antérieure ou ventrale où se trouvent les interneurones et les motoneurones γ et α qui contrôlent les muscles distaux.

Les 10% de fibres qui ne croise pas la ligne médiane au niveau du bulbe forme le faisceau corticospinal direct il descend du côté ipsilatéral dans la colonne antérieure de la moelle épinière

Faisceau pyramidal



Lésion du faisceau pyramidal

Le Faisceau pyramidal contient environ 1 million de fibres nerveuses au niveau de la pyramide bulbaire.

Impliqué dans les mouvements fin et précis de la main et doigts

Une lésion du faisceau pyramidal va entraîner un syndrome pyramidal :

➤ *Phase initiale*

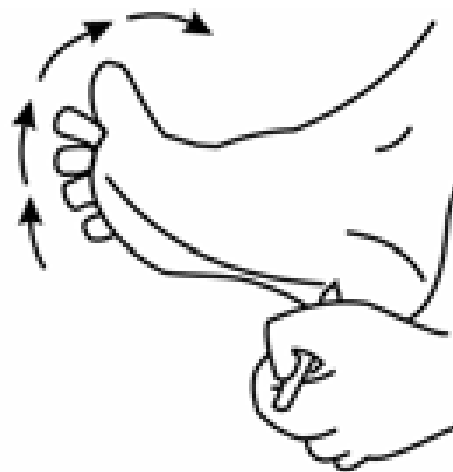
- Paralyse
- hypotonie
- aréflexie

➤ *Phase de paralysie spastique*

- Hémiparésie
- Hypertonie spastique
- Exagération des reflexes myotatiques
- Signe de Babinski



Réponse normale



Signe de Babinski

3. LE SYSTEME VENTROMEDIAN = SYSTÈME EXTRAPYRAMIDAL

Le système ventromedian ou extrapyramidal est constitué de 4 faisceaux descendants dont l'origine se situe au niveau du tronc cérébral

- Fx vestibulo-spinal
- Fx reticulo spinal
- Fx rubro spinal
- Fx tectospinal

Rôle dans le maintien de l'équilibre et de la posture du corps de façon reflexe

Lésion du système extrapyramidal

SYNDROME EXTRAPYRAMIDAL

➤ *Syndrome parkinsonien*

- Tremblement de repos
- Akinesie
- Hypertonie plastique

➤ *Mouvements anormaux (involontaires)*

- Dystonies
- tremblements
- Athétoses
- Myoclonies
- Tics
- Balisme et Hémiballisme
- Chorées
- Dyskinésies

CONCLUSION

Le cortex moteur primaire reçoit 2 types d'informations :
la commande venant du cortex pré moteur et une information sensorielle polymodale transitant par le cortex pariétal.
Il intervient essentiellement dans les mouvements volontaires fins et distaux des membres.

Le cortex prémoteur intervient dans de nombreux processus : sélection du programme moteur en fonction du contexte, apprentissage moteur, contrôle de la musculature axiale et proximale, contrôle des mouvements automatiques et semi-automatiques accompagnant le mouvement volontaire.

L'aire motrice supplémentaire organise précisément le programme moteur (durée, importance, chronologie des activations musculaires).
Le cortex pariétal organise le schéma spatio-temporel du mouvement volontaire.