

1. *Conclusion de l'étude des réflexes et programmes moteurs médullaires :*
  - *Section médullaire aiguë : quadriplégie flasque et hypotonie*
  - *Restent des réflexes et des programmes moteurs élaborés, mais cablés, stéréotypés*
2. *Donc rôles des centres moteurs supérieurs :*
  - *Donner le tonus musculaire de base*
  - *Sélectionner les programmes moteurs médullaires, activer tel ou tel circuit*
  - *Les adapter aux circonstances et aux besoins (et se laisser adapter par eux)*
3. *Applications physiopathologiques : syndrome pyramidal, syndromes extra-pyramidal*

## **I – Organisation périphérique et médullaire**

### **A- Unités motrices**

- Unité motrice (UM) : ensemble constitué par un **motoneurone**, sa **fibre nerveuse** et toutes les **fibres musculaires** qu'il innervent

Il s'agit donc **d'une unité anatomique**, mais aussi **fonctionnelle** : un élément mis en jeu en bloc, sans fractionnement possible

= correspond au quantum de force que peut développer un muscle

- **Taille** des unités motrices liées à la **précision** des mouvements dans lesquels est impliqué le muscle

Ex :

muscles oculomoteurs : 10 à 20 FM/UM

muscles des mains : 100 à 200 FM/UM (mouvements fins, précis et gradués)

Ext des mb inf : 1000 à 2000 FM/UM (mouvements puissants, peu graduables)

- **Chevauchement du territoire des UM**

### **B- Myotomes et noyaux moteurs**

- Un **myotome** = ensemble des muscles innervés par une racine motrice (segment médullaire)

- Innervation d'un muscle par **un nerf mais par plusieurs racines** :

→ innervation **pluri-radiculaire** : noyau moteur d'un muscle étalé à plusieurs segments médullaires

Rôle des plexus : rassembler des fibres d'origine segmentaire différentes dans un même nerf

- Conditionne le territoire des troubles moteurs en pathologie : faiblesse, amyotrophie localisées au territoire de distribution de la racine ou du nerf touché : indiquent par leur topographie le site de lésion

### **Diagnostic différentiel racine/nerf**

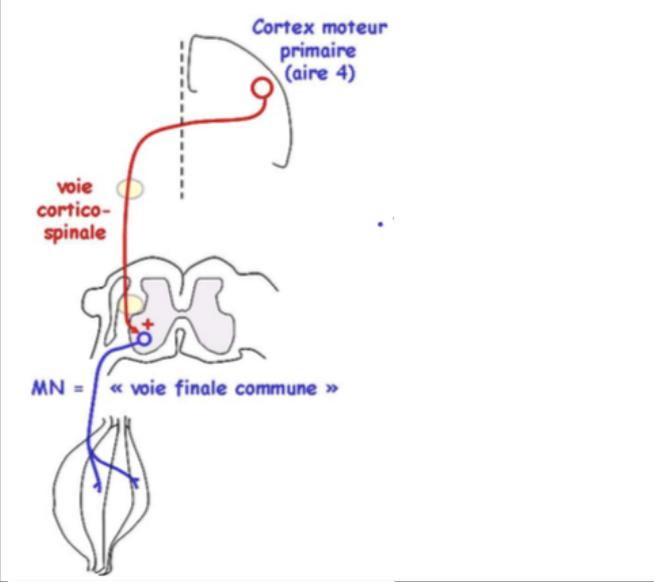
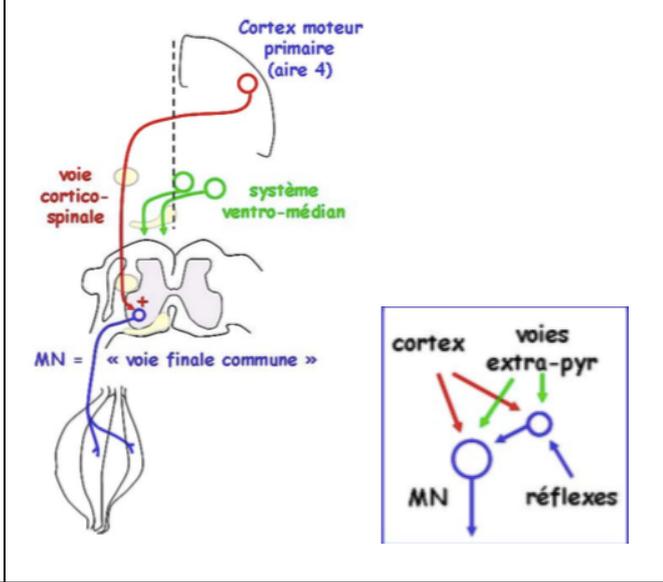
- muscles effectivement innervés par plusieurs racines

- La **section du nerf** entraîne **paralysie complète et atrophie** de ces muscles, mais pas la section d'une seule de leurs racines (car ils restent innervés par les autres racines) = mauvais indicateurs des lésées  
C'est le cas notamment des muscles à cheval sur deux myotomes (innervation bi-radiculaire)

- Muscles qui reçoivent une innervation prédominante d'une racine, souvent noté comme tri-radiculaire mais une racine prédomine sur les autres : se comportent comme s'ils étaient mono-radiculaire (appelés **muscles marqueurs** de cette racine)

- Altérés lorsque la racine principale est lésée
- Quasi normaux lorsque la lésion touche les autres racines

## C- Voies motrices descendantes

	<b>Voie cortico-spinale (pyramidale)</b>	<b>Système ventro-médian</b> (voie extra-pyramidale) Réticulo-spinales, vestibulo-spinales et tecto-spinales
Origine	1/3 cortex moteur primaire 1/3 cortex pré-moteur 1/3 pariétal ascendante	Tronc cérébral
Décussation	Bulbaire pour ¾ des fibres	A chaque segment
Trajet	Colonne latérale de la moelle = faisceau pyramidal croisé	
Connexion	Monosynaptique excitatrice des neurones moteurs cortico-spinaux (1 <sup>er</sup> neurone) avec les motoneurones (2 <sup>ème</sup> neurone) des cornes antérieures de la moelle	Met poly synaptique avec les motoneurones spinaux par les interneurons des circuits réflexes
Fonction	<b>Motricité volontaire fine, distale</b> : petits PPSE qui nécessitent une facilitation donnée par les autres voies	<b>Facilitation</b> de base des motoneurones, qui conditionne l'action des neurones cortico-spinaux <b>Motricité proximale et axiale</b> <b>Equilibre et posture</b>
		

## II – Examen EMG de détection

Techniques utilisées au cours de l'examen EMG

- Par stimulodétection avec des électrodes de surface : visent à apprécier le nombre global de fibres fonctionnelles dans un muscle ou un nerf  
Etude de la conduction nerveuse motrice  
Etude de la conduction sensitive  
Etude de la transmission neuro-musculaire
- Technique de détection : à l'aiguille : vise à étudier l'organisation fonctionnelle des unités motrices dans une petite région du muscle = EMG proprement dit

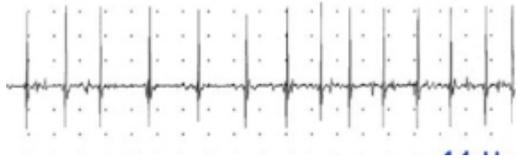
## A- EMG de détection (aiguille) : au repos

- Normal : pas d'activité spontanée
- Atteinte périphérique : détection de **fibrillation** : potentiel de fibre musculaire de petite amplitude = décharge spontanée (anormale) de fibres musculaires = signes d'atteinte nerveuse périphérique ou d'atteinte musculaire (myopathie)
- Atteinte centrale : pas de fibrillation (intégrité des UM) mais **activité spontanée** faite de potentiel d'UM (hypertonie, rigidité)

## B- EMG normal

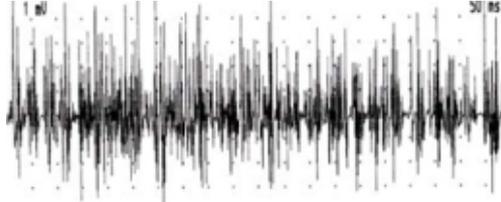
### 1. Contraction volontaire faible

- Tracé simple : un **potentiel d'unité motrice** (PUM) = somme des potentiels de fibres musculaire de l'UM transmis à l'aiguille, battant à faible fréquence
- Mesure du PUM : amplitude durée et forme



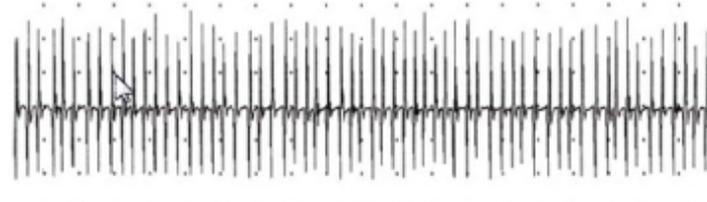
### 2. Contraction forte

- **Recrutement temporo-spatial** : accélération des PUM (recrutement temporel : accélération des décharges des fibres déjà activées) et apparition de nouveaux PUM (recrutement spatial par activation de nouvelles fibres/UM)
- **Tracé interférentiel** (due à la différence de forme des PUM car pas issus des mêmes fibres/UM)



### 3. Atteintes neuropathiques

- **Tracé pauvre en PUM** = manque d'unités motrices fonctionnelles avec accélération compensatoire
- **Augmentation d'amplitude et de durée des PUM** restants = augmentation du nombre de fibres musculaire par unité motrice = signe de **ré-innervation collatérale**



### 4. Atteintes myopathiques

- **Tracé micro-volté** : trop riche pour la force (compensatoire du désordre initial) = conséquence indirecte du manque de fibres musculaires fonctionnelles
- **Réduction de durée et d'amplitude des PUMs** = manque de fibres musculaires fonctionnelles par unité motrice



## II – Organisation du cortex moteur primaire

### A- Somatotopie

- **Aire motrice primaire (aire 4) : frontale ascendante**

Organisation en **colonnes**. Une colonne pour un groupe de motoneurones (d'unités motrices) d'un muscle ou de quelques muscles concourant à atteindre un même objectif = une même fonction

Représentation topographique des différents muscles du corps avec conservation des voisinages

→ **Schéma corporel moteur**

- **Phénomène d'agrandissement** : représentation d'un muscle proportionnel à la  **finesse des mouvements**

qu'accomplit le muscle avec plasticité

Gros muscle : faible surface allouée : 1 colonne pour beaucoup de motoneurones spinaux = mouvements grossiers puissants

Muscles à mouvements fins : grande surface allouée, peu de motoneurones spinaux par colonne

## **B- Rôle fonctionnel de l'aire motrice primaire**

- **Activation de régions localisées de l'aire 4**

Stimulation électrique faible : contraction d'un muscle controlatéral

Des crises d'épilepsie localisées ont une expression sur l'hémicorps controlatéral

- **Lésion de l'aire 4** (ou de la voie cortico-spinale)

- Parésie : perte du contrôle volontaire fin des muscles controlatéraux correspondants (au max : hémiparésie controlatérale)

- Mais PAS de paralysie : les muscles concernés peuvent se contracter au sein d'une motricité globale

- **Rôle dans la motricité fine consciente** (mouvement dans une direction) : l'aire motrice primaire permet la contraction volontaire sélective d'un muscle ou même d'une unité motrice (discrimination spatiale) mais s'appuie sur une motricité plus globale : coordination de plusieurs muscles par les noyaux du tronc cérébral ; le cortex pré-moteur et les noyaux gris centraux + contrôle par le cervelet

## **C- Potentiels évoqués moteurs (PEM)**

- Principe : par une stimulation magnétique transcranienne : création d'un champ électrique en profondeur qui active le cortex moteur

Recueil des réponses provoquées sur les muscles contro-latéraux

- En pratique : stimulation d'un nerf ériphérique puis des racines, puis du cortex moteur controlatéral

Mesure de la latence et de l'amplitude des réponses motrices + calcul des temps de conduction

- Pathologie :

- Augmentation de la latence, réduction d'amplitude ou disparition de réponses
- Explorent les voies motrices centrales

## **III – Places des autres centres cérébraux**

### **A- Cortex prémoteur et cortex frontal**

- **Cortex prémoteur : aire 6**

Rôle : **planification des mouvements volontaires** : spécifie les caractéristiques de l'action qui va être réalisée (même si seulement à l'état d'intention)

Mise en jeu **AVANT le début du mouvement**

Stimulation entraîne les **mouvements coordonnés complexes**

Associé à :

- **Aire motrice supplémentaire** : contrôle de la motricité distale via le faisceau corticospinal
- **Aire pré-motrice** : influence la musculature proximale via les voies réticulo-spinales

- **Cortex préfrontal : projection sur l'aire 6**

Rôle : **prise de décision** sur les actions à réaliser, anticipation des conséquences

Associé à :

- **Cortex pariétal postérieur** (représentation du corps)
- **Noyaux gris centraux**

### **B- Noyaux gris centraux**

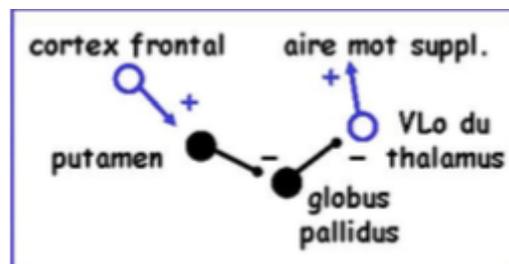
- **Ensemble de noyaux profonds** :

- Ganglions de la base : striatum (noyau caudé + putamen) globus pallidus et noyau sous thalamique + noyau ventrolatéral du thalamus et locus niger

Reçoivent les infos du cortex frontal et activent l'aire motrice supplémentaire qui sélectionnent et déclenchent les mouvements volontaires.

### - Boucle motrice :

- Cortex frontal
- Putamen
- Globus pallidus
- NVL du thalamus
- Aire motrice supplémentaire

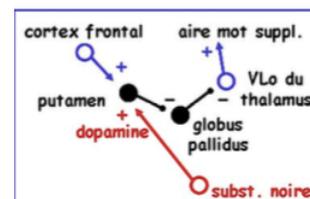
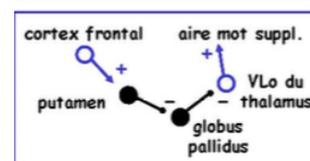
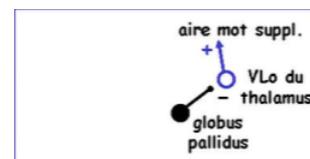


### Boucle motrice des noyaux gris centraux

- Au repos : inhibition (GABA) du NVL du thalamus par le Globus Pallidus = repos
- Décision de mouvement : le cortex active le putamen qui inhibe le globus pallidus : libération du NVL du thalamus : activation de l'aire motrice supplémentaire → mouvements

### - Pathologie :

- Chorée de Huntington : dégénérescence putamen et globus pallidus → hyperkinésie
- Maladie de Parkinson : dégénérescence de la voie nigro-striale dopaminergique : désinhibition du globus pallidus → akinésie



## C- Cervelet

- Rôle global : contient 50 % des neurones de l'encéphale

### Contrôle la précision et la coordination des mouvements

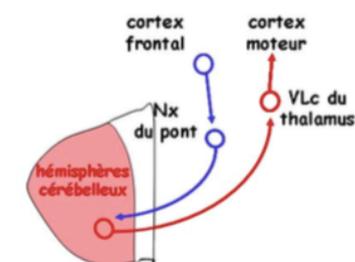
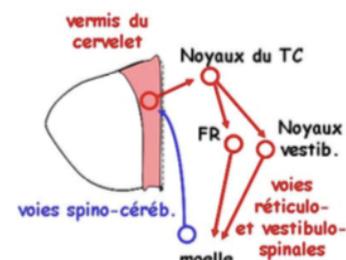
Lésion : ataxie (sans paralysie)

### - Partie médiane :

- **Vermis + partie médiane des hémisphères** reçoivent des projections de la moelle via les faisceaux spino-cérébelleux (somatotopie)
- Contrôle des noyaux du tronc cérébral (fastigial et emboliforme) et de là les voies réticulo tecto et vestibulo spinales  
→ **tonus musculaire, équilibre et posture**

- **Hémisphères cérébelleux** : projections massives du cortex vers les hémisphères cérébelleux via un relais dans les noyaux du pont

En retour, projection des hémisphères cérébelleux vers le cortex moteur via le NVL du thalamus



## Synthèse

- **Un axe de commande** : du cortex préfrontal aux muscles

- **Deux systèmes de contrôle** et de mise en forme :

- Noyaux gris centraux
- Cervelet

### - Boucles réflexes

- Via la moelle
- Via le tronc cérébral

