

Physiologie- Neurophysiologie

Chapitre 2

Motricité somatique

Dr. Anne-Sophie JOB-CHAPRON
Dr. Sébastien BAILLIEUL

Objectifs pédagogiques du cours

- Objectif 1 : connaître l'anatomie fonctionnelle du système moteur
- Objectif 2 : comprendre les mécanismes de régulation de la motricité somatique, à l'échelle des systèmes nerveux central et périphérique.

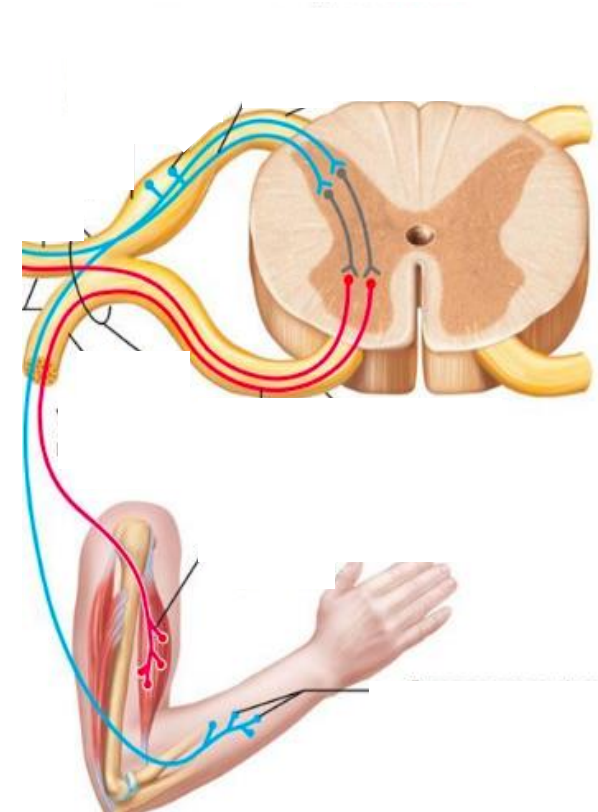
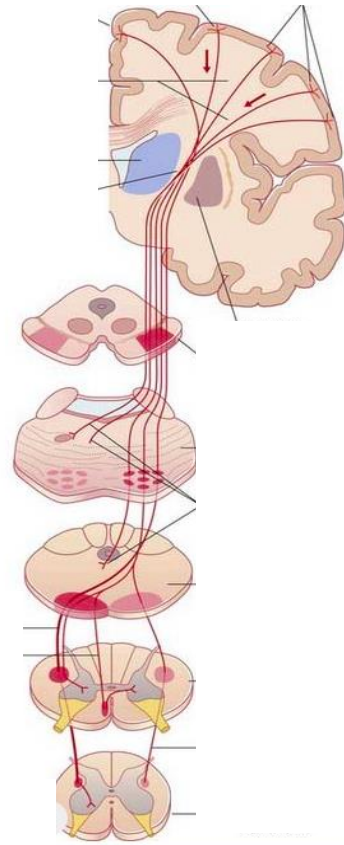
I INTRODUCTION

- **Système nerveux somatique:** par opposition au SNA
- Voie pyramidale : motoneurones de premier (central) et deuxième (périphérique) ordre
- **Trois types de mouvement**
 - **Réponses réflexes : inconscientes, régulation par des récepteurs sensitifs -> tonus**
 - **Réponses motrices rythmiques (respiration) en majorité inconscientes**
 - **Mouvements volontaires : contrôle central (conscient)**
 - Contrôle médullaire
 - Contrôle encéphalique
 - Rôle du cervelet et des noyaux gris centraux
 - Hierarchie Encéphale>TC>Moelle

II PRE REQUIS ANATOMIQUES

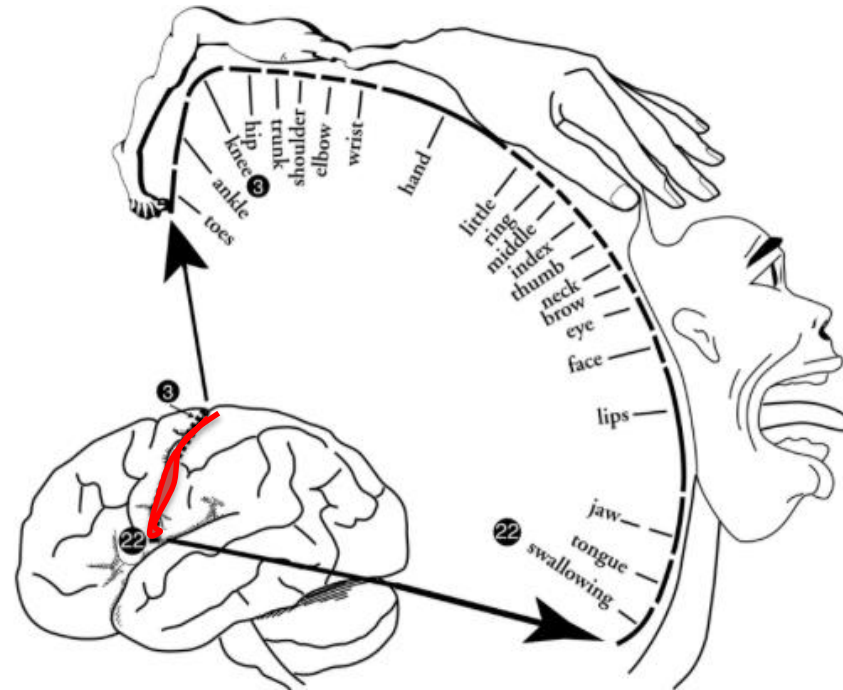
- Système moteur : voie pyramidale
Système descendant (SNC>SNP>JNM>muscle)

Deux motoneurones



II ORGANISATION ANATOMO FONCTIONNELLE

- Premier motoneurone : voie motrice centrale
 - Cortex moteur en avant du sillon central
 - Organisation somatotopique : homonculus de Penfield



II ORGANISATION ANATOMO FONCTIONNELLE

- Premier motoneurone : voie motrice centrale

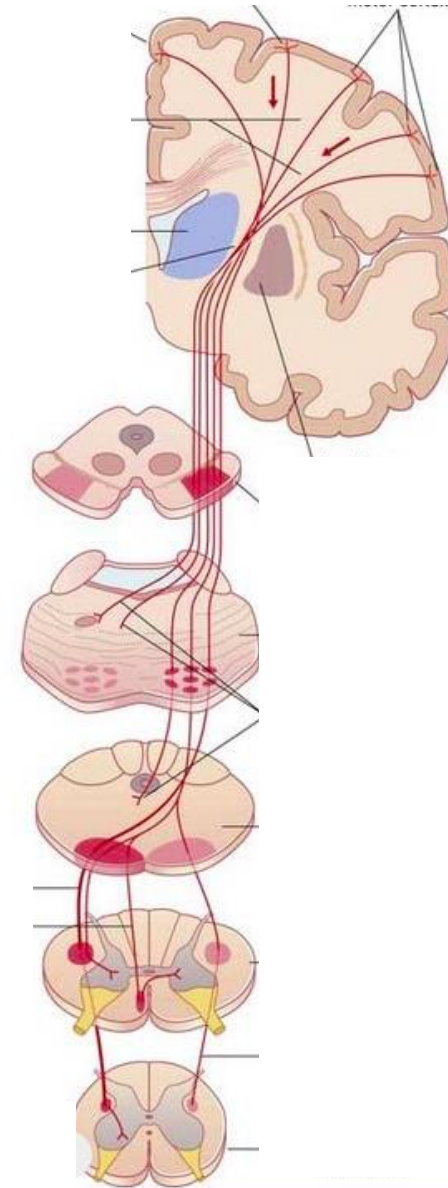
Cortex moteur

Substance blanche formant la capsule interne

Relais et décussation dans les pyramides bulbaires

Voies longues médullaires (controlatérales)

Corne antérieure de moelle



II ORGANISATION ANATOMO FONCTIONNELLE

Somatotopie médullaire dans la corne antérieure:

✓ Mésiolatérale

fibres mésiales -> muscles axiaux

fibres intermédiaires -> muscles des ceintures/proximaux

fibres latérales -> muscles distaux des membres

✓ Antéropostérieure

fibres antérieures : extenseurs

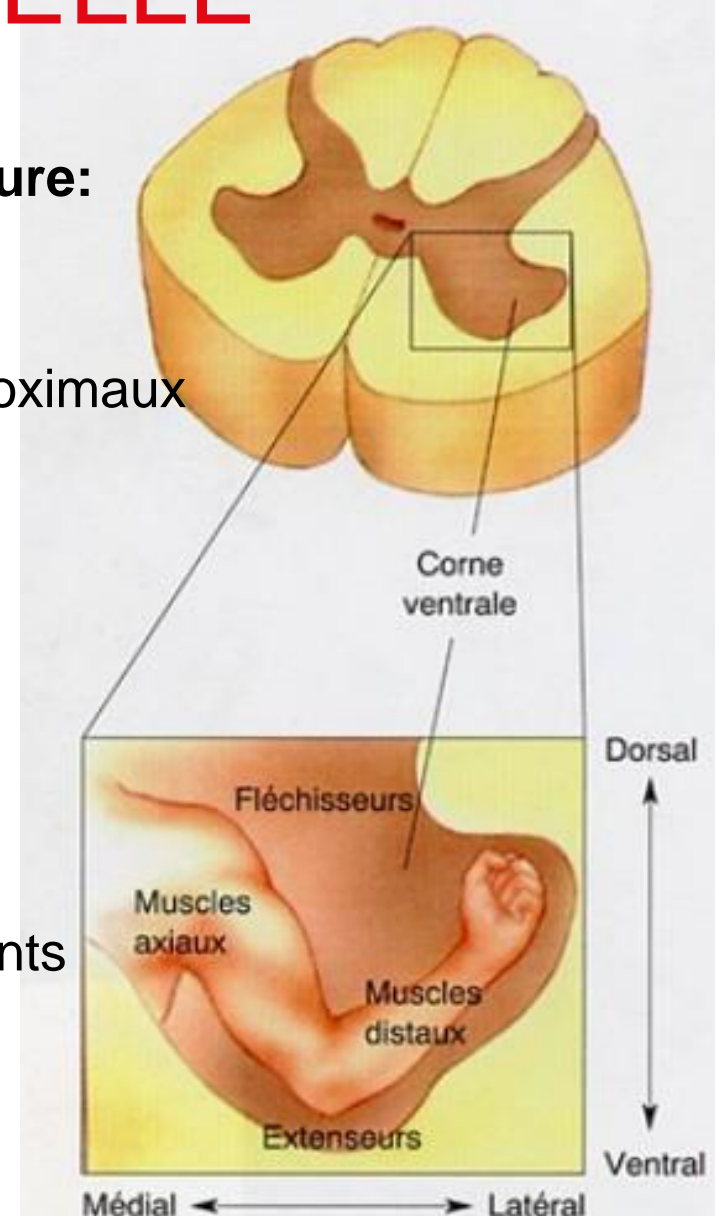
fibres postérieures fléchisseurs

Noyaux moteurs médullaires

Plurisegmentaires :

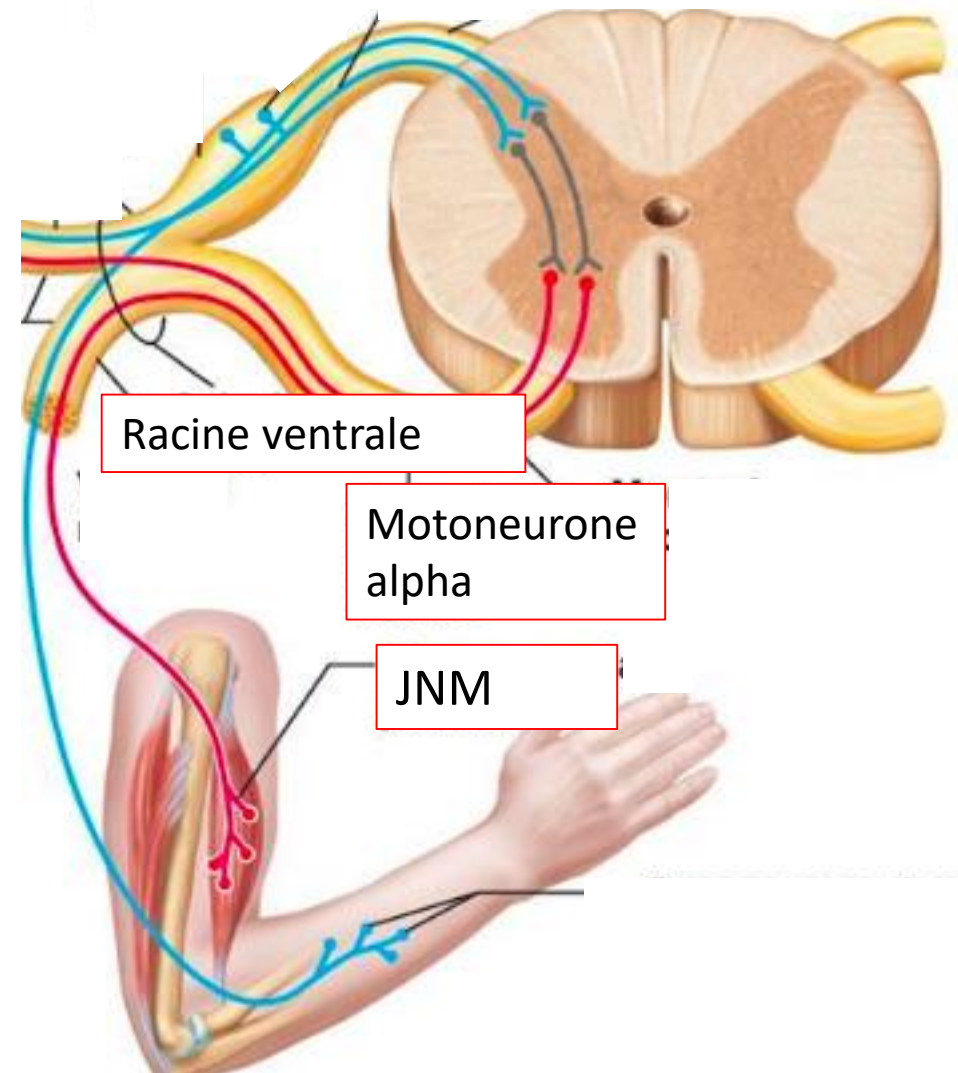
-au sein de plusieurs segments de moelle adjacents

- Coordination de muscles agonistes



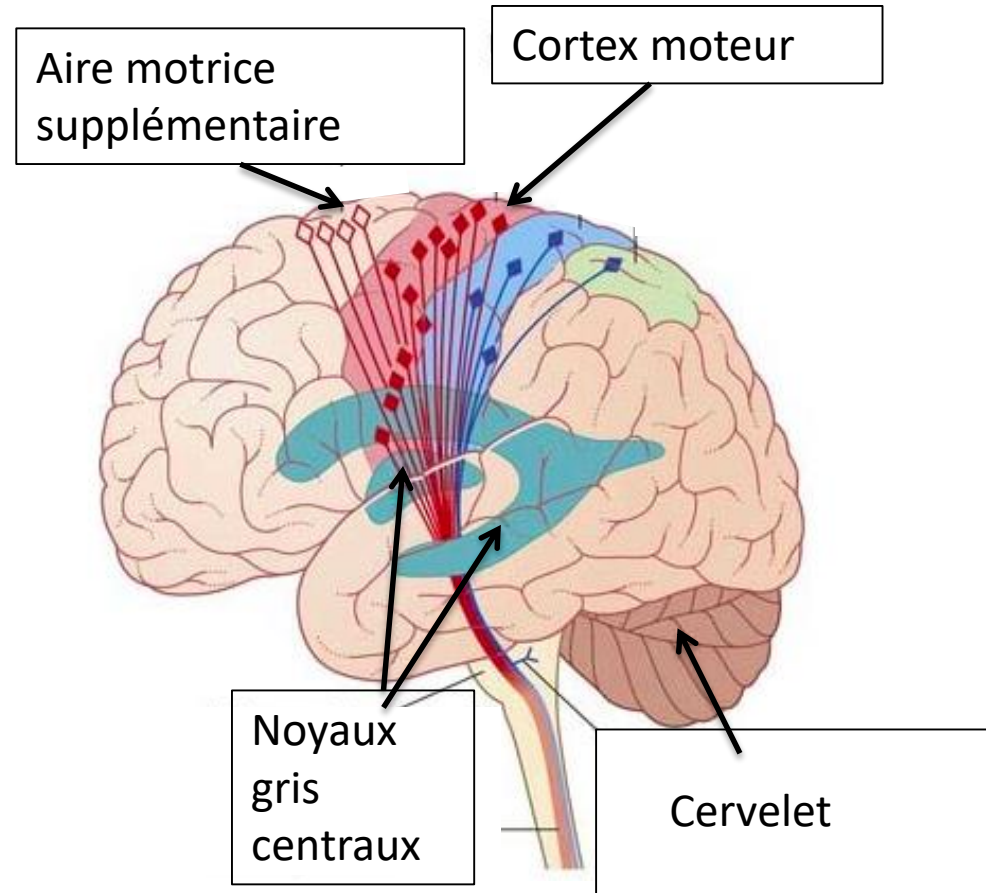
II ORGANISATION ANATOMO FONCTIONNELLE

- Second motoneurone (périphérique)
Synapse dans la corne antérieure
Motoneurone dans racine ventrale
Jonction neuromusculaire
Muscle



II ORGANISATION ANATOMO FONCTIONNELLE

- Autres voies motrices :



III REGULATION PERIPHERIQUE DU SYSTEME MOTEUR

- Régulation via les réponses réflexes
- Réponses simples, stéréotypées, non conscientes:
 - Maintien du tonus
 - Réflexes de défense
- Nécessite 5 éléments
 - Un récepteur : message physique -> PA
 - Un axone sensitif afférent
 - Un centre d'intégration (+/- complexe)
 - Un neurone efferent (motoneurone)
 - Un effecteur (muscle)
- Peut être mono ou polysynaptique selon centre d'intégration

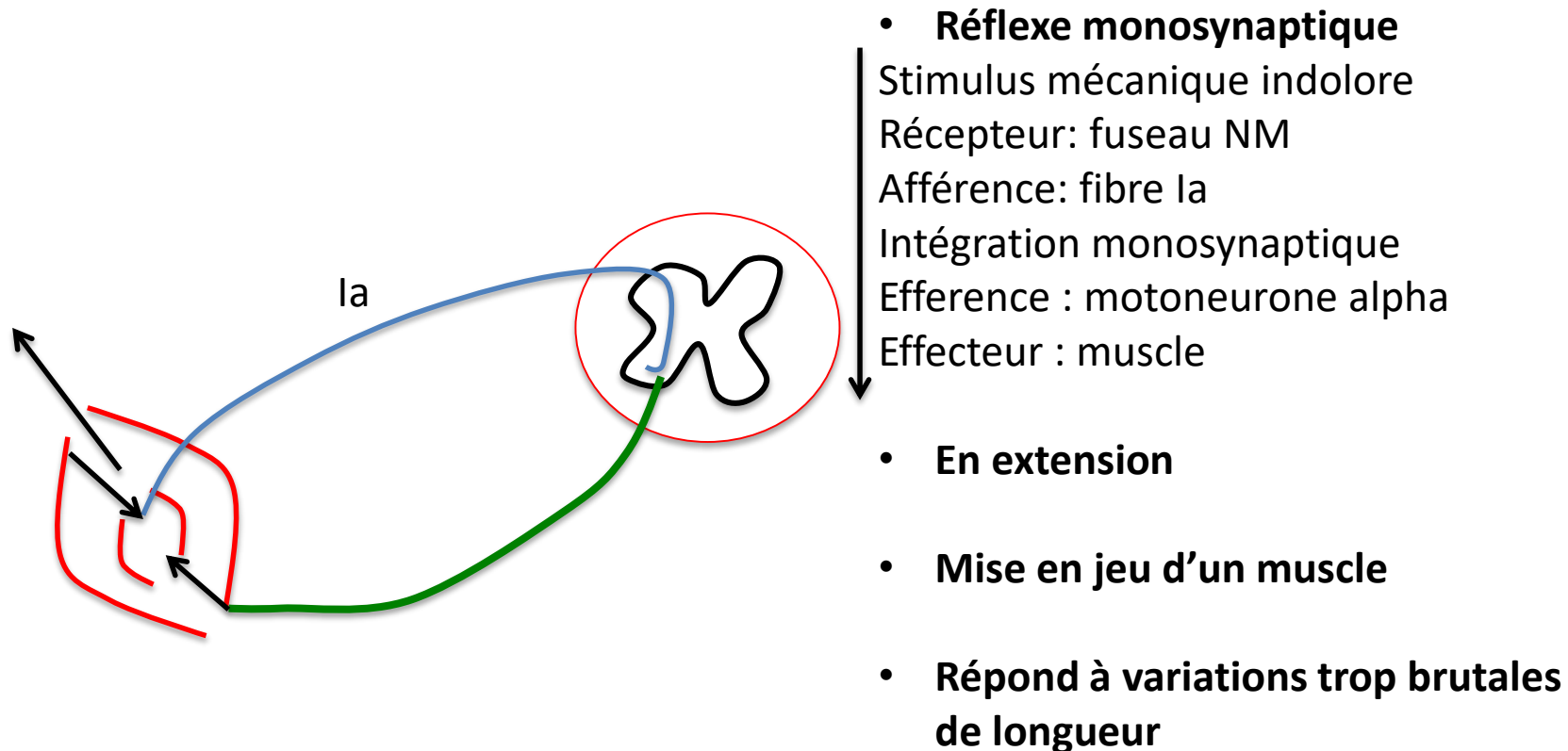
III REGULATION PERIPHERIQUE DU SYSTEME MOTEUR

- Deux principaux types de réflexes
 - Réflexes d'étirement (phasique et tonique)
Maintien du tonus
Lutte contre perturbations rapides
 - Réflexes de flexion (de défense)
Evitement de la douleur

III REGULATION PERIPHERIQUE DU SYSTEME MOTEUR

A. Réflexes d'étirement: oppose une contraction à l'étirement d'un muscle

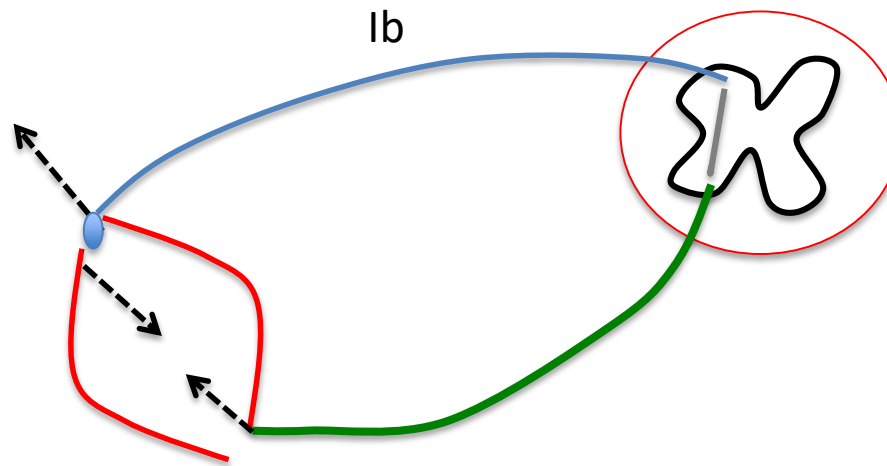
1. Réflexe d'étirement phasique ou réflexe myotatique



III REGULATION PERIPHERIQUE DU SYSTEME MOTEUR

A. Réflexes d'étirement: oppose une contraction à l'étirement d'un muscle

2. Réflexe d'étirement tonique



- **Réflexe polysynaptique**

Stimulus mécanique indolore

Récepteur: récepteur T de Golgi

Afférence: fibre Ib

Intégration polysynaptique
(interneurones)

Efference : motoneurone alpha

Effecteur : muscle

- **En extension**

- **Mise en jeu d'un groupe de muscles**

- **Régulation du tonus**

III REGULATION PERIPHERIQUE DU SYSTEME MOTEUR

B. Réflexes de défense : réflexes en flexion

- Réflexe polysynaptique
- Soustraction à un stimulus nociceptif pouvant nuire à l'intégrité de l'organisme

Stimulus douloureux (> nocicepteur)

Fibres A δ et C

Intégration polysynaptique

Coordination de différents groupes musculaires (via **innervation réciproque**)

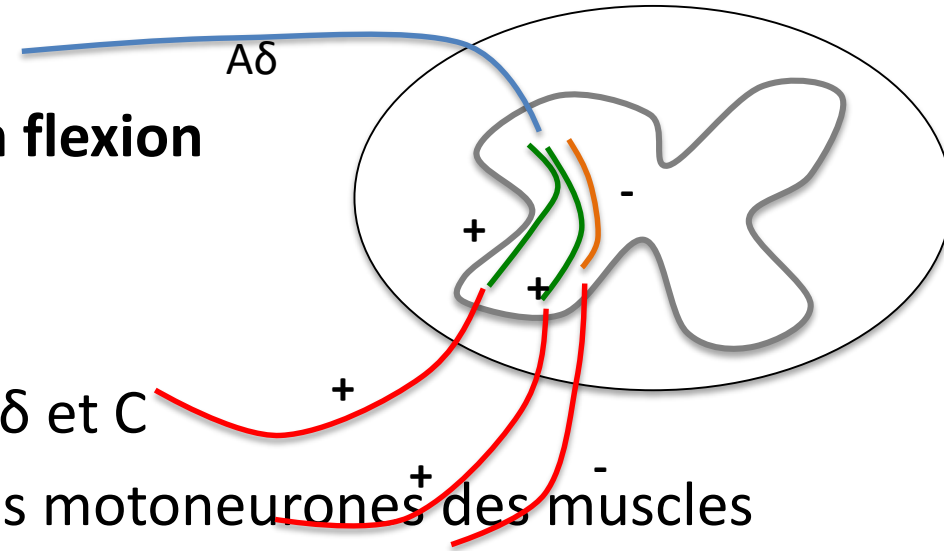
↓ Flexion des groupes musculaires proximaux (extension articulations distales chez l'homme)

III REGULATION PERIPHERIQUE DU SYSTEME MOTEUR

B. Réflexes de défense : réflexes en flexion

Innervation réciproque

- Stimulus douloureux >> Fibre A δ et C
>> projette (interneurones) sur les motoneurones des muscles du même étage médullaire
- Active un muscle mais aussi tous muscles agonistes (fléchisseurs)
Inhibe les muscles antagonistes via un interneurone inhibiteur
- **Réflexes d'étirement répondent aussi au principe d'innervation réciproque**

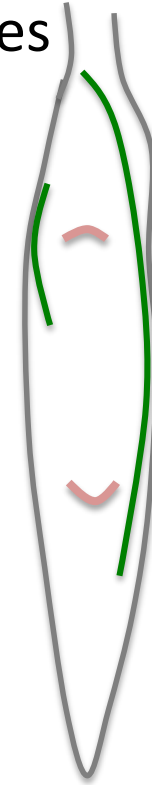


III REGULATION SPINALE DU SYSTEME MOTEUR

- Contrôle et coordination médullaire
- Entretien volontaire mais automatique de certaines activités motrices
- Principe d'économie

III REGULATION SPINALE DU SYSTEME MOTEUR

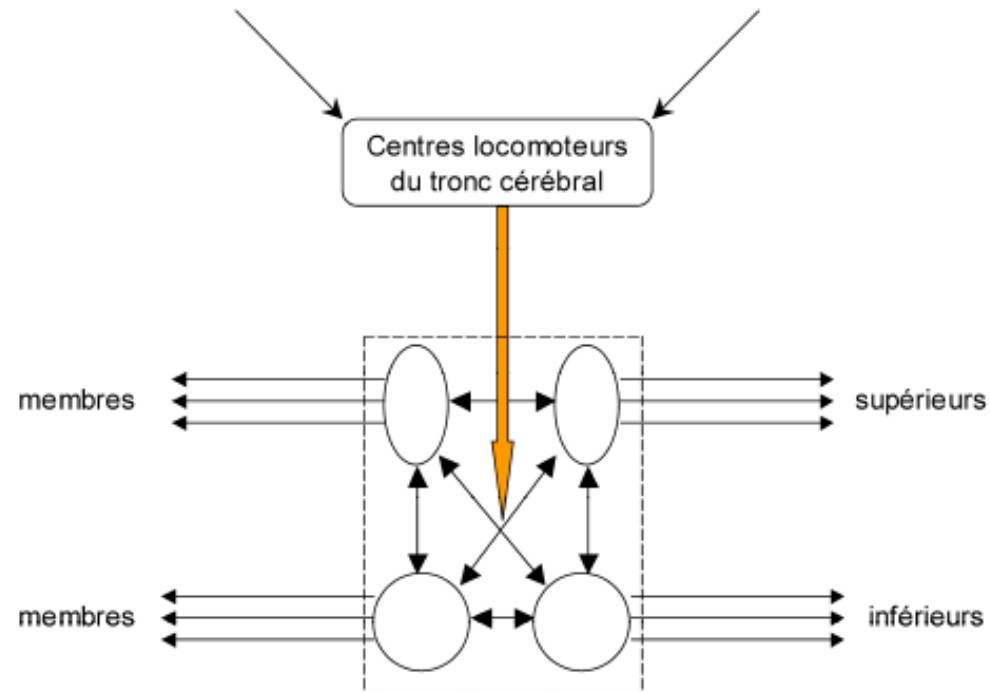
- Connexions intra-médullaires via interneurones
 - Commissuraux (D/G)
 - Propriospinaux plurisegmentaires :
- Groupes musculaires du même membre
- Coordination MS/MI



III REGULATION SPINALE DU SYSTEME MOTEUR

Contrôle et coordination médullaire

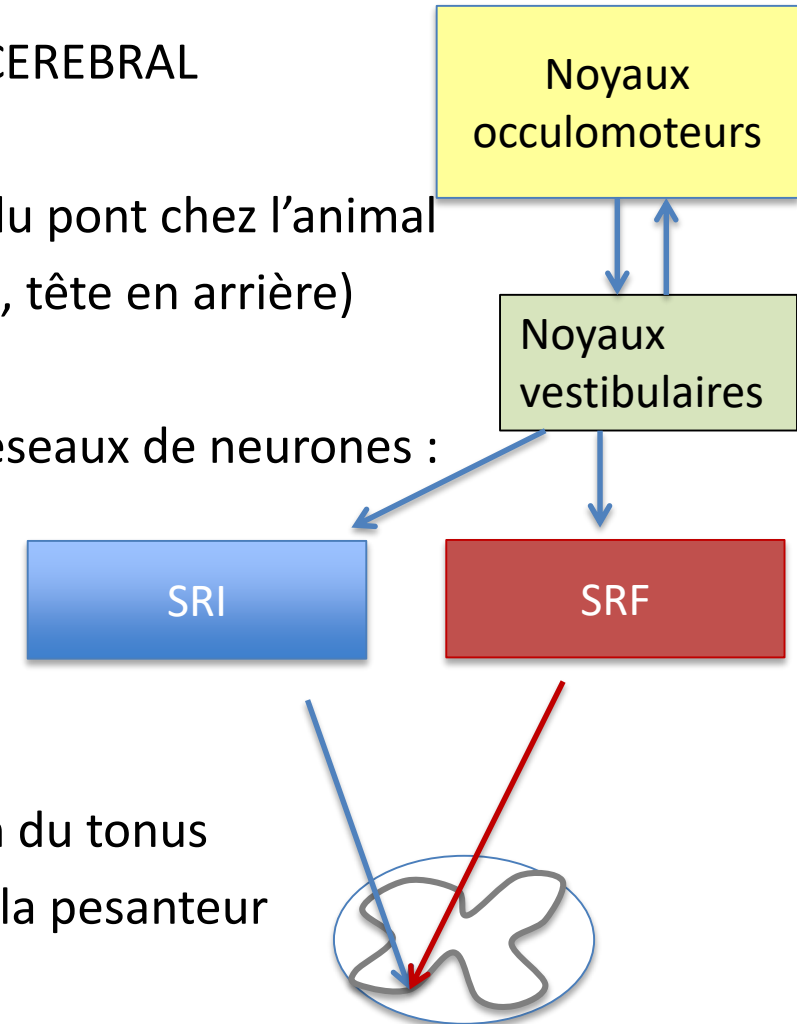
- Centre locomoteur de la marche



IV REGULATION SUPRA SPINALE DU SYSTEME MOTEUR

A/ REGULATION DU TONUS MUSCULAIRE: TRONC CEREBRAL

- Découverte fortuite (1898) lors d'une section du pont chez l'animal
>> Posture antigravitaire (Extension des 4 membre, tête en arrière)
- Contrôle par tronc cérébral du tonus via deux réseaux de neurones :
SRI (système réticulaire inhibiteur)
SRF (système réticulaire facilitateur)
- Projection sur la corne antérieure >> régulation du tonus
Afférences vestibulaires et oculaires : adaptation à la pesanteur



V CONTRÔLE CORTICAL DU MOUVEMENT

- **CORTEX MOTEUR PRIMAIRE (aire 4 de Broadman)**

Cortex précentral

Somatotopie (homonculus de Penfield)

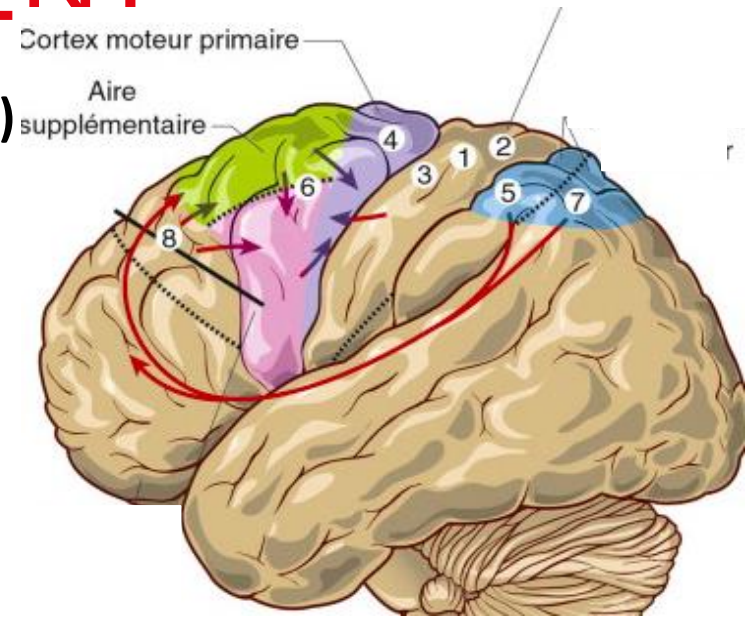
Neurones organisés en colonne corticale

PA précédant le mouvement

Double codage:

Fréquence des PA corticaux >> force du mouvement

Organisation en colonnes regroupant des motoneurones différents: les colonnes mises en jeu permettent d'organiser la direction du mouvement dans un ordre donné >> direction du mouvement selon les muscles mis en jeu



V CONTRÔLE CORTICAL DU MOUVEMENT

- **CORTEX PREMOTEUR (aire 6 de Broadman)**

Cortex en avant du cortex pré moteur

Organisation toujours somatotopique

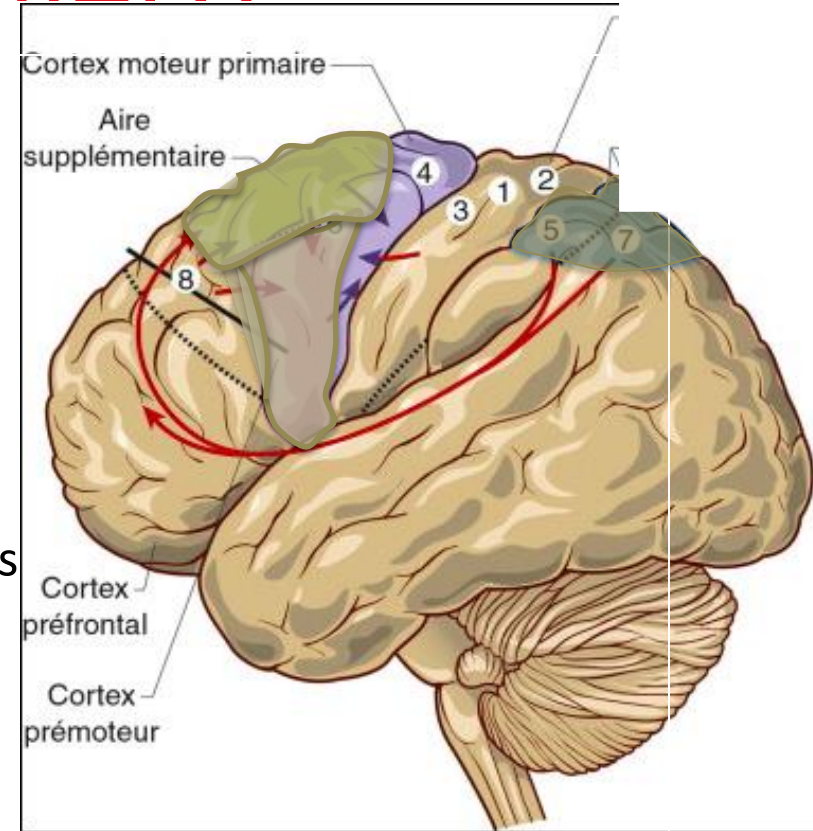
- Décision de mouvement en fonction de nombreuses afférences sensorielles
- Planification en réponse à des stimulus externes
- Neurones projetant sur le cortex moteur
- PA précédant les PA du cortex moteur

- **AIRE MOTRICE SUPPLEMENTAIRE**

En avant de l'aire 6 et à la face interne

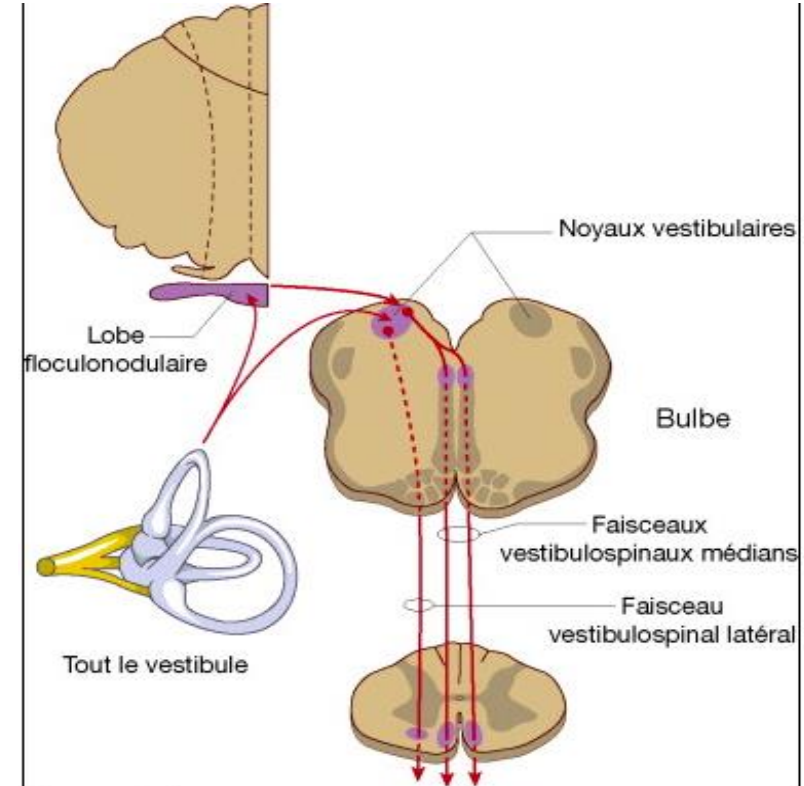
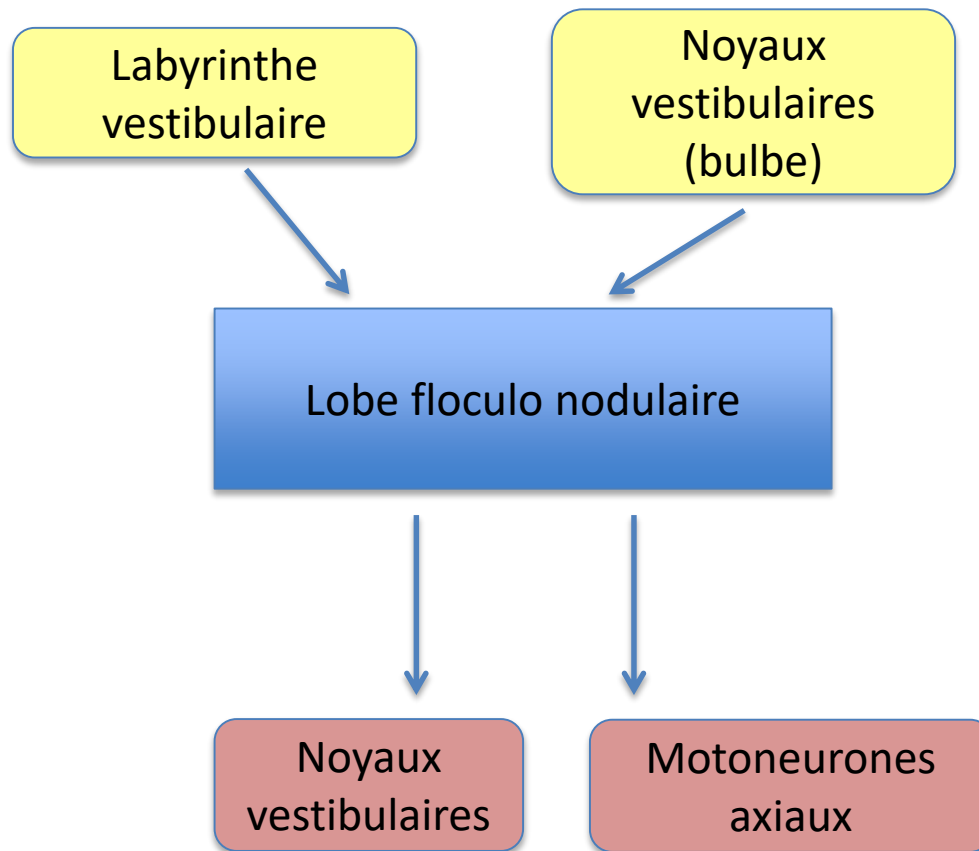
Planification du mouvement, déclenchement en réponse à une décision interne

Somatotopie propre également



VI CONTRÔLE CÉRÉBELLEUX DU MOUVEMENT

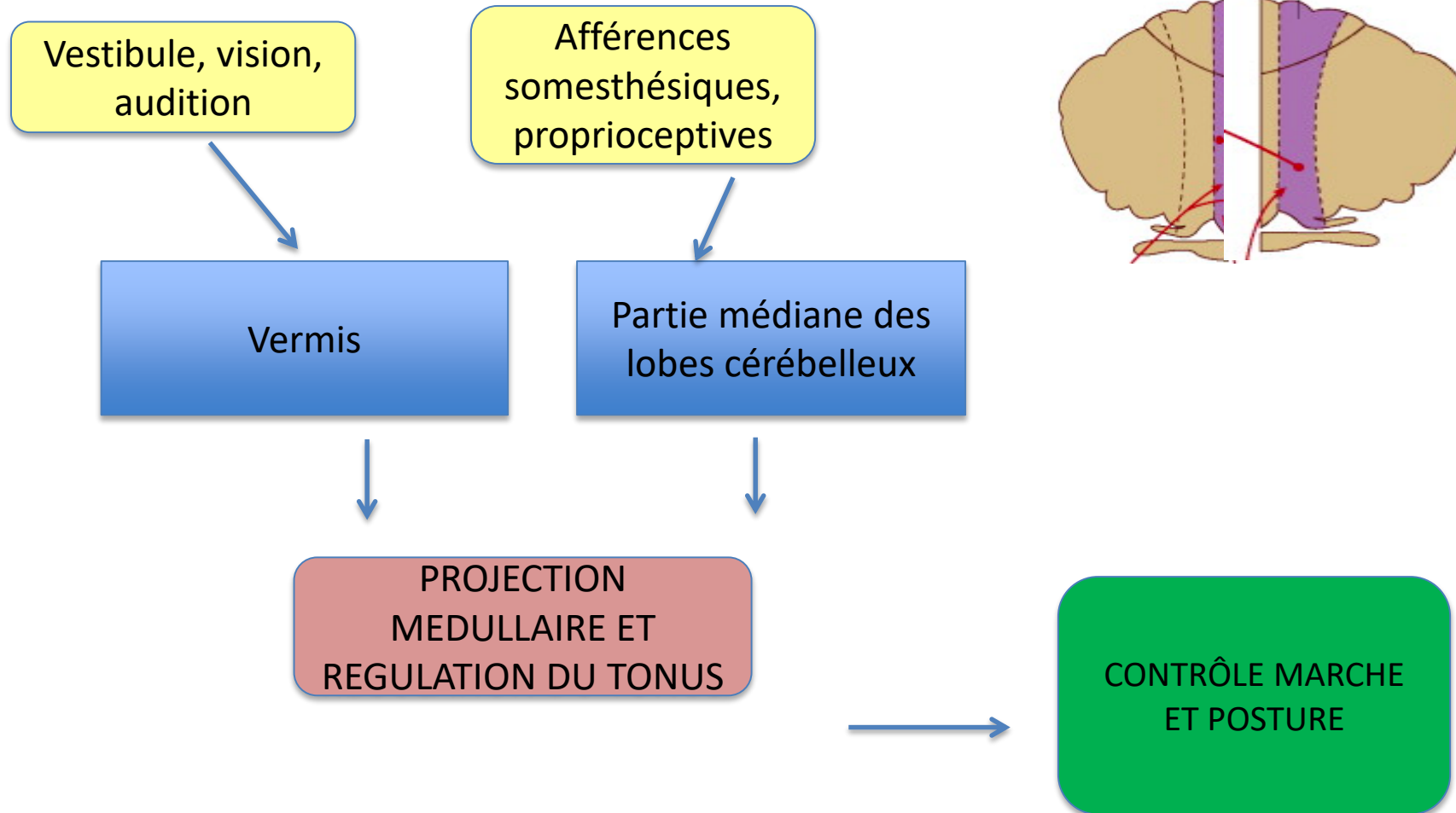
Vestibulo-cervelet: (archéo cervelet)



→ **EQUILIBRE
MOTRICITE
OCULAIRE**

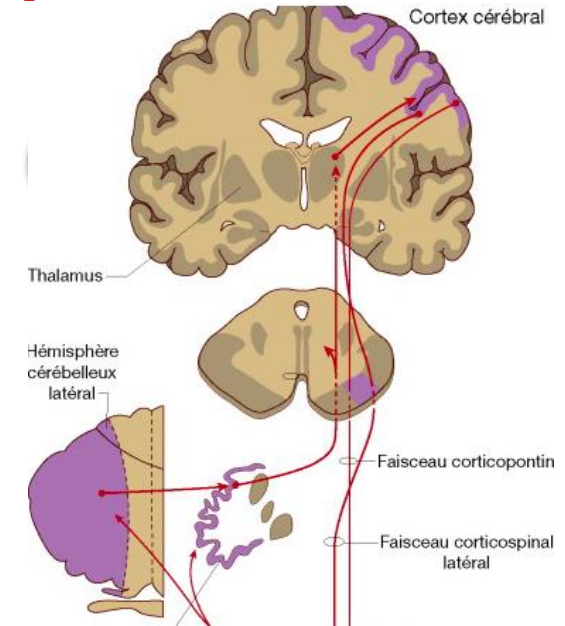
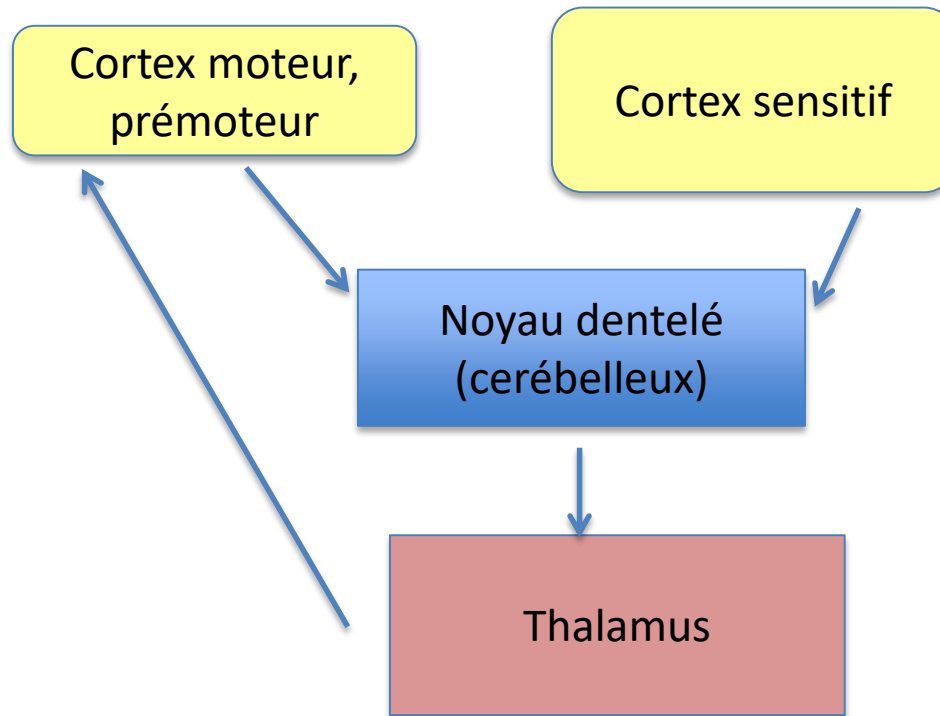
VI CONTRÔLE CÉRÉBELLEUX DU MOUVEMENT

Spino-cervelet (palléo cervelet):



VI CONTRÔLE CÉRÉBELLEUX DU MOUVEMENT

Cérébro (néo)-cervelet:



INITIATION DU MOUVEMENT
CONTRÔLE DU MOUVEMENT
EN COURS
« comparateur »

VII CONTRÔLE SOUS CORTICAL DU MOUVEMENT

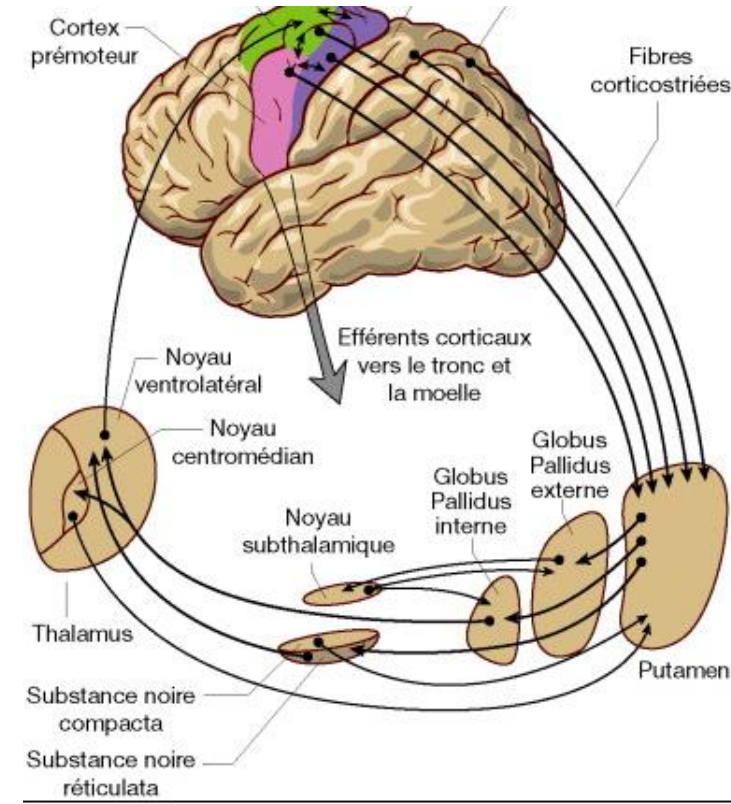
Noyaux gris centraux

Boucles cortico-sous-corticales

Projections corticales multiples

Décision de mise en jeu sélective lors
du mouvement,

Régulation de l'initiation du
mouvement



Messages essentiels

NGC: planification, initiation du mouvement

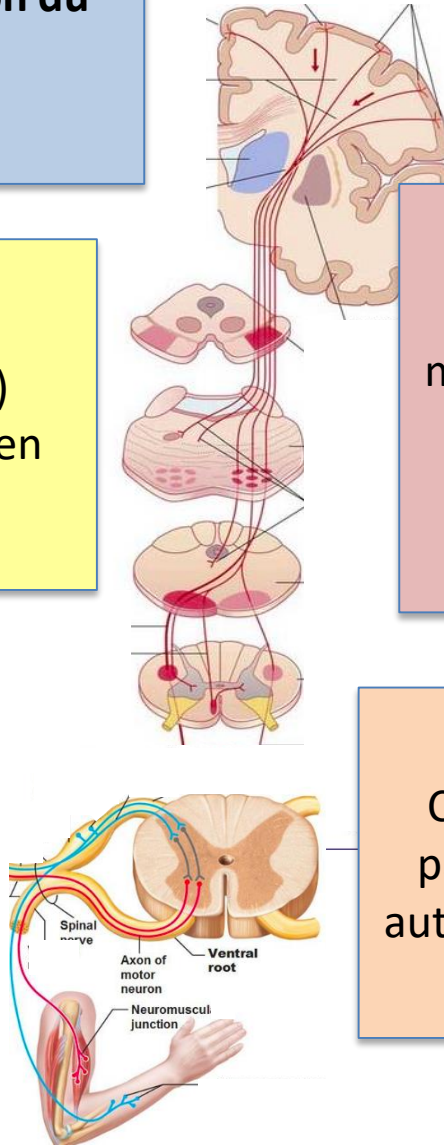
Cervelet: tonus musculaire, adaptation vestibulaire, planification, modulation de l'action en direct

Substances
réticulées (TC)
Marche, maintien
tonus

Régulation centrale
corticale (aire
motrice primaire, pré
motrice, AMS)
**Décision et
planification**

Réflexes: Régulation
périphérique
(intégration dans la
moelle)
Maintien tonus et de
positions des
membres

Contrôle spinal :
patterns moteurs
automatiques, tonus



Références bibliographiques

- **Neurophysiologie, de la physiologie à l'exploration fonctionnelle**
Jean-François Vibert, Alain Sebille, Marie-Claude Lavallard-Rousseau,
Leonor Mazières, François Boureau . Editions Elsevier
- **Neuroanatomie clinique et neurosciences connexes.** MJT.Fitzgerald, LJ
Folan-Curran , Editions Maloine
- Aphysionado
<https://sites.google.com/site/aphysionado/home/fonctionssn/systmoteur>

Mentions légales

L'ensemble de ce document relève des législations française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle. Tous les droits de reproduction de tout ou partie sont réservés pour les textes ainsi que pour l'ensemble des documents iconographiques, photographiques, vidéos et sonores.

Ce document est interdit à la vente ou à la location. Sa diffusion, duplication, mise à disposition du public (sous quelque forme ou support que ce soit), mise en réseau, partielles ou totales, sont strictement réservées à l'Université Grenoble Alpes (UGA).

L'utilisation de ce document est strictement réservée à l'usage privé des étudiants inscrits en Première Année Commune aux Etudes de Santé (PACES) à l'Université Grenoble Alpes, et non destinée à une utilisation collective, gratuite ou payante.