

# DE LA PHYSIOLOGIE NEUROMOTRICE A LA NEURO-ORTHOPEDIE

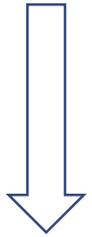
DES national de MPR – Module 1



Camille Cormier

CHU de Toulouse - Service des Explorations Fonctionnelles Physiologiques

# LA NEURO-ORTHOPÉDIE

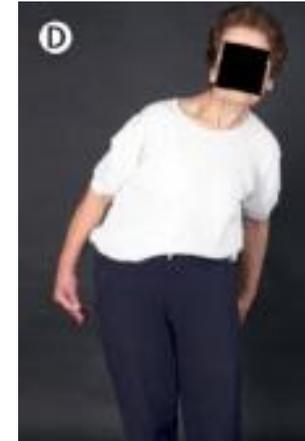


Poliomyélite

Paralysie cérébrale

Aujourd'hui

- Pathologies neurologiques centrales > périphériques
- Acquisées > Evolutives
  - AVC +++, Paralysie cérébrale, Blessés médullaires
  - SEP, Ataxie spino-cérébelleuse, Parkinson... HDA



*Doherty 2011*



*De toutes nos forces (2013)*

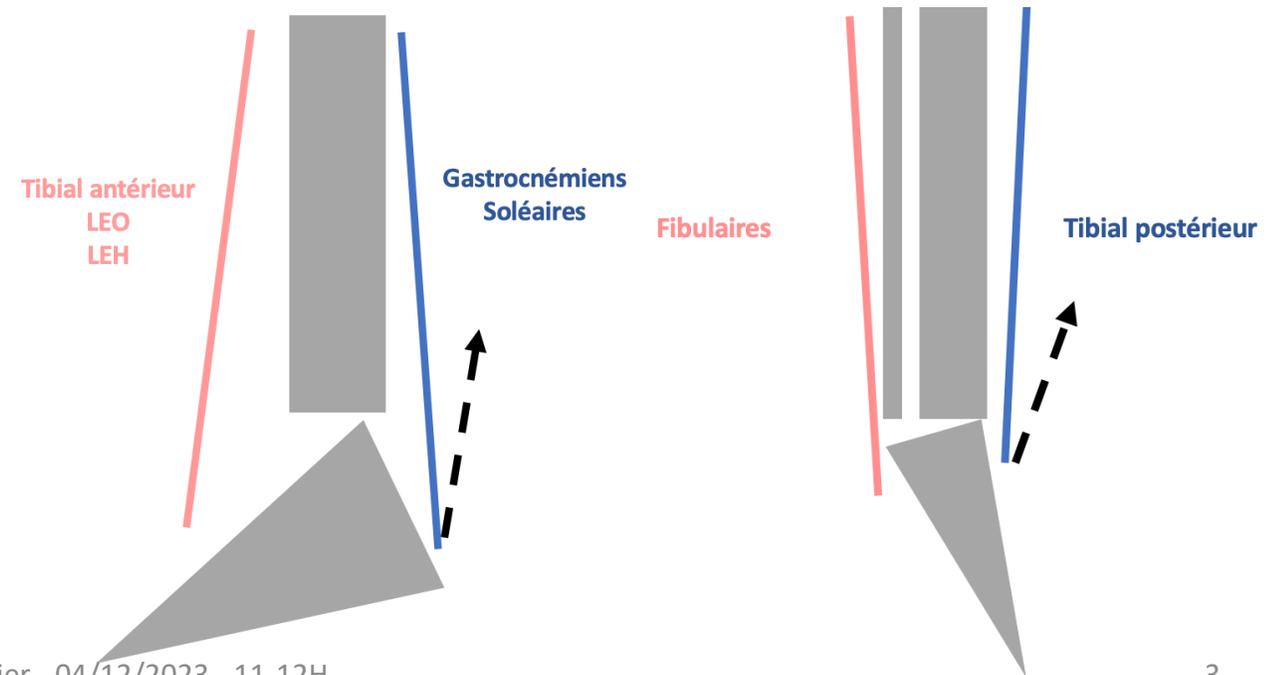


# DÉFORMATIONS NEURO-ORTHOPÉDIQUES & LÉSIONS DU SNC

Parésie spastique (*Gracies 2005*)



Exemple : le pied varus équin



# QUELS TRAITEMENTS ?



Suppléance

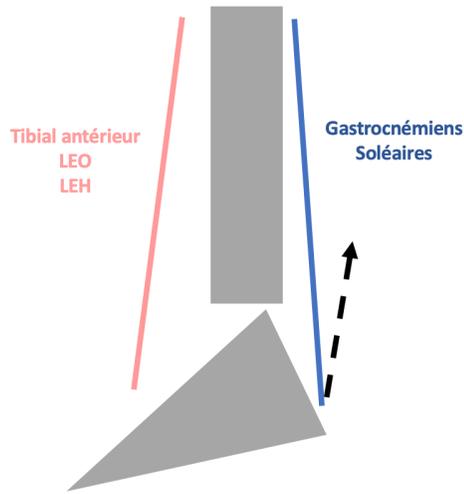


Renforcement



Chirurgie de transfert

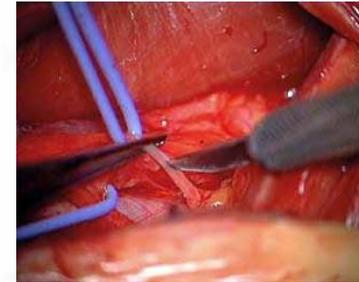
Renforcement / suppléance  
des muscles parétiques



Affaiblissement / Allongement  
des muscles hyperactifs /  
rétractés

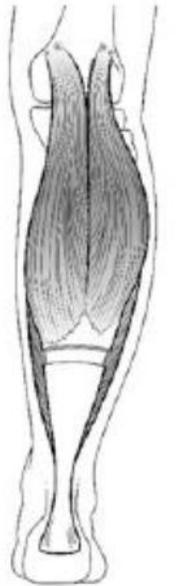


TBA



Neurotomies

2. Strayer



Distal  
gastrocnemius  
recession



Baclofène



Etirements

Allongements  
musculo-  
tendineux

# PHYSIOPATHOLOGIE DE LA SPASTICITÉ

- Spasticité

= Augmentation vitesse dépendante du réflexe d'étirement (Lance, 1980)

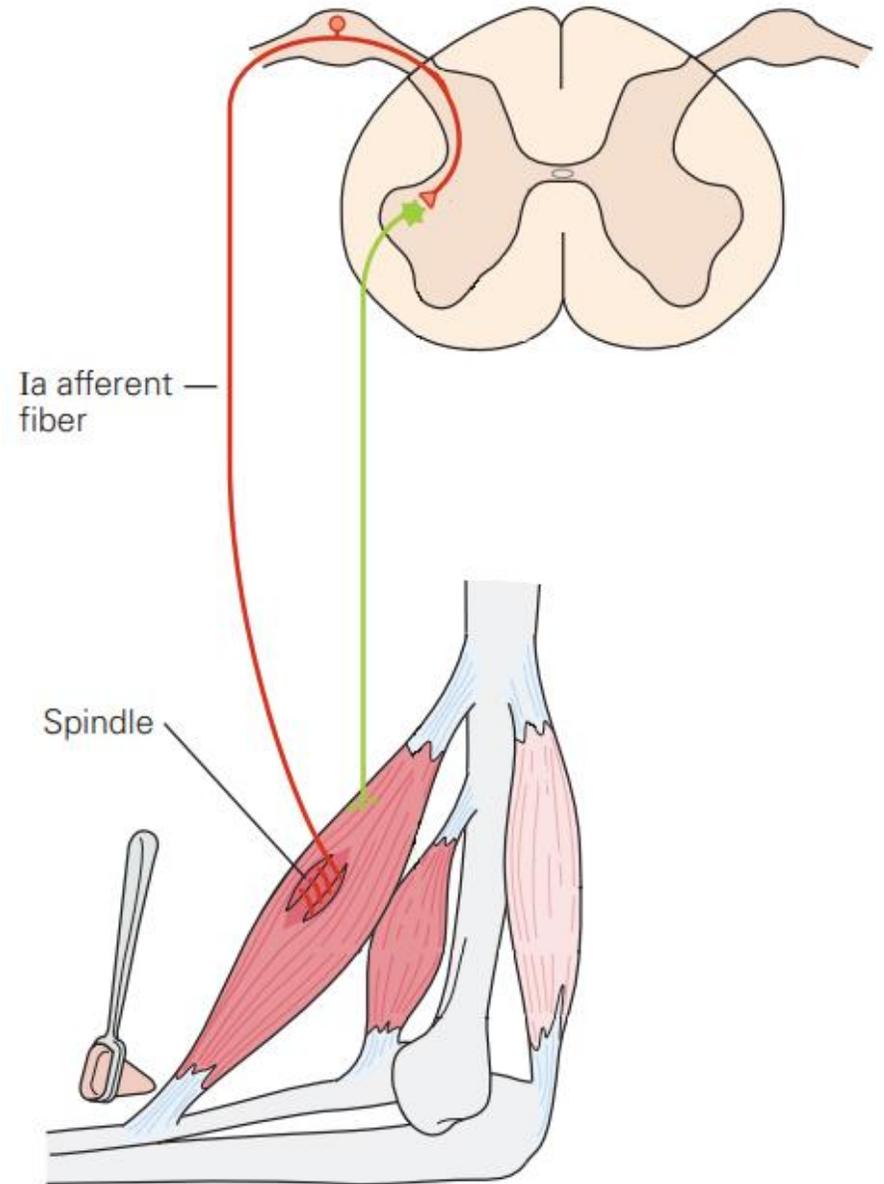
➤ Syndrome pyramidal



# RÉFLEXE MYOTATIQUE

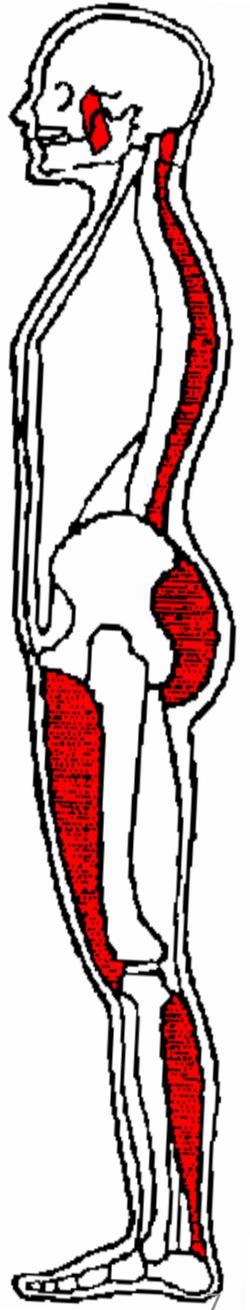
- Fuseau neuro-musculaire
  - Innervation sensitive Ia
  
- Motoneurone  $\alpha$

## B Monosynaptic pathways (stretch reflex)



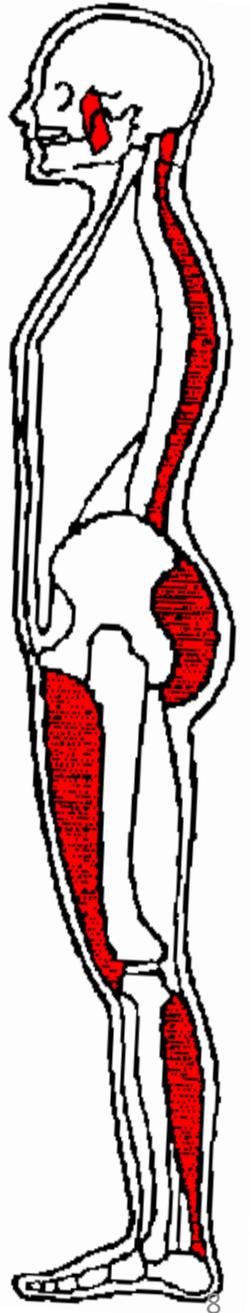
# RÔLE DU RÉFLEXE MYOTATIQUE

- Maintien postural
  - Mécanisme inconscient
  - Une contrainte = la gravité
  - Des effecteurs = Muscles extenseurs antigravitaires
- Comment est contrôlé le tonus des muscles antigravitaires ?
  - Contrôle spinal :
    - Réflexe myotatique => **mm antigravitaires plus riches en FNM**
    - + influence d'autres réflexes (inhibition récurrente, inhibition réciproque, réflexe myotatique inverse, réflexes de flexion homolatéral et d'extension controlatéral)
  - Modulation supra-spinale du gain du réflexe myotatique

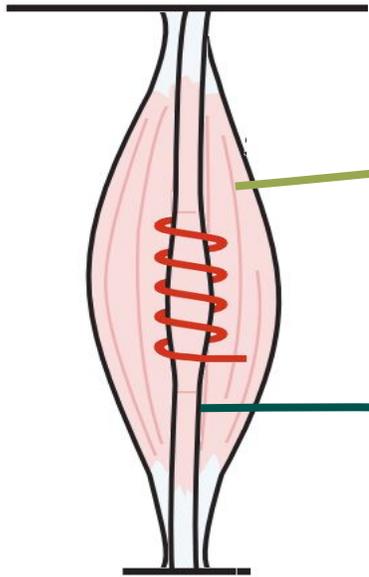


# PHYSIOPATHOLOGIE DE L'HYPERACTIVITÉ SPASTIQUE

- Modification du contrôle supra-spinal du tonus des muscles antigravitaires
  - Rôle du motoneurone gamma
    - Niveau de coactivation sous la dépendance d'un contrôle supraspinal
  - Voies motrices médiales
    1. Tractus cortico-spinal médial
    2. Tractus vestibulo-spinaux (médial et latéral)
    3. Tractus réticulo-spinaux



# RÔLE DU MOTONEURONE GAMMA



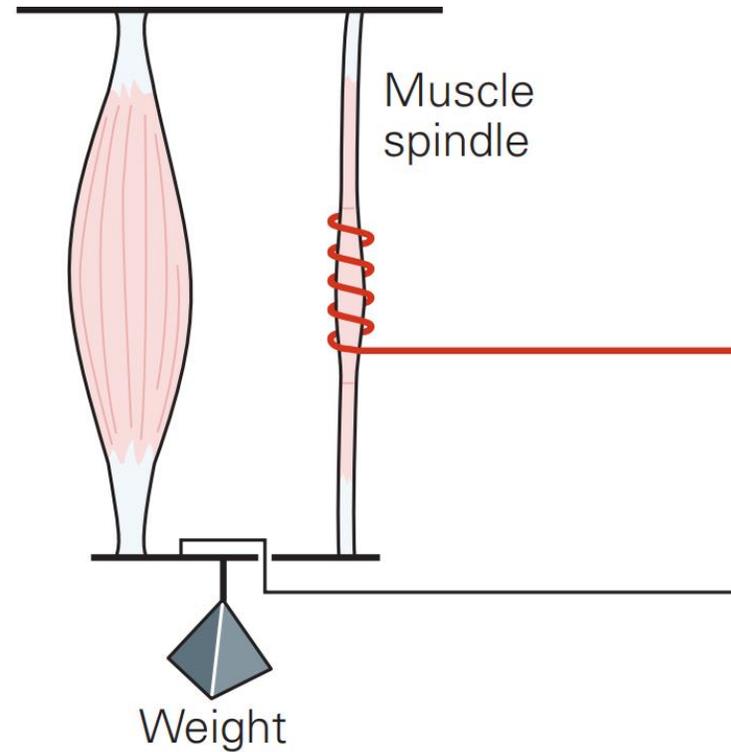
## Motoneurone $\alpha$

- Innervation fibres extrafusales

## Motoneurone $\gamma$

- Innervation fibres intrafusales

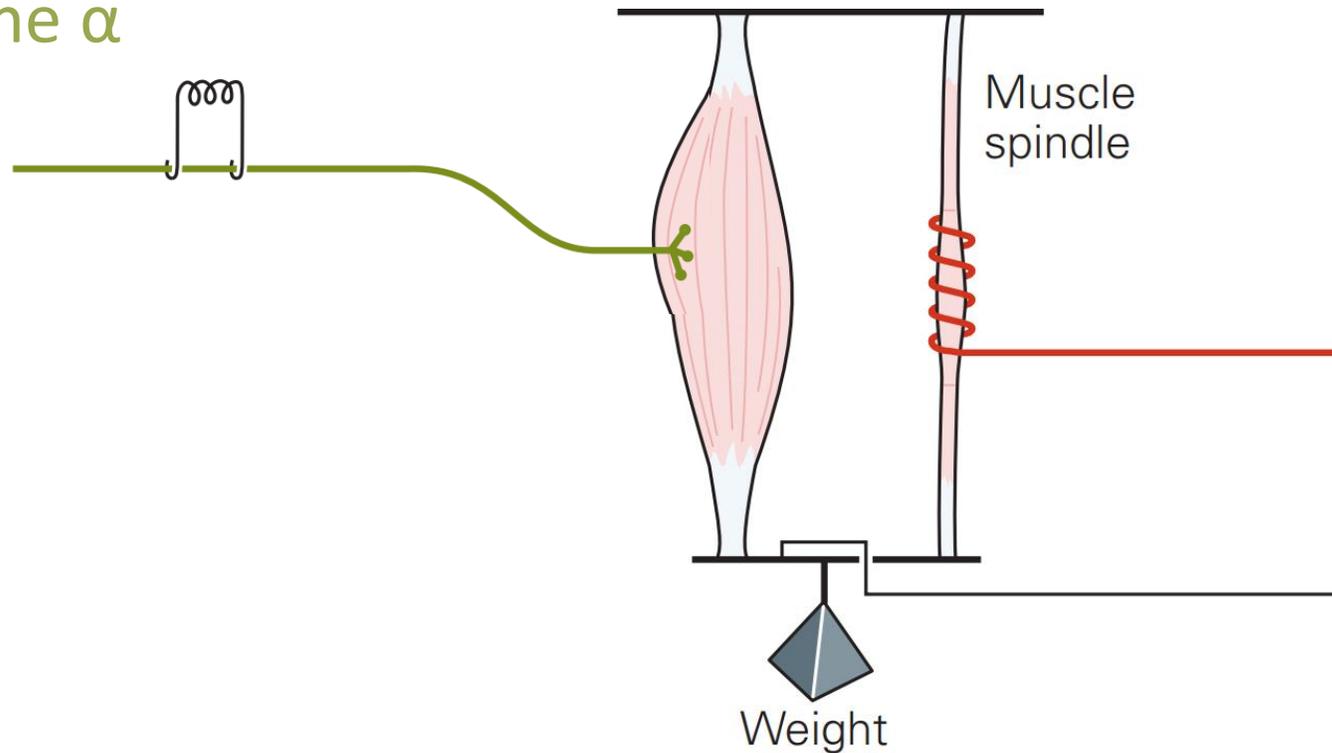
# RÔLE DU MOTONEURONE GAMMA



# RÔLE DU MOTONEURONE GAMMA

Contraction musculaire volontaire

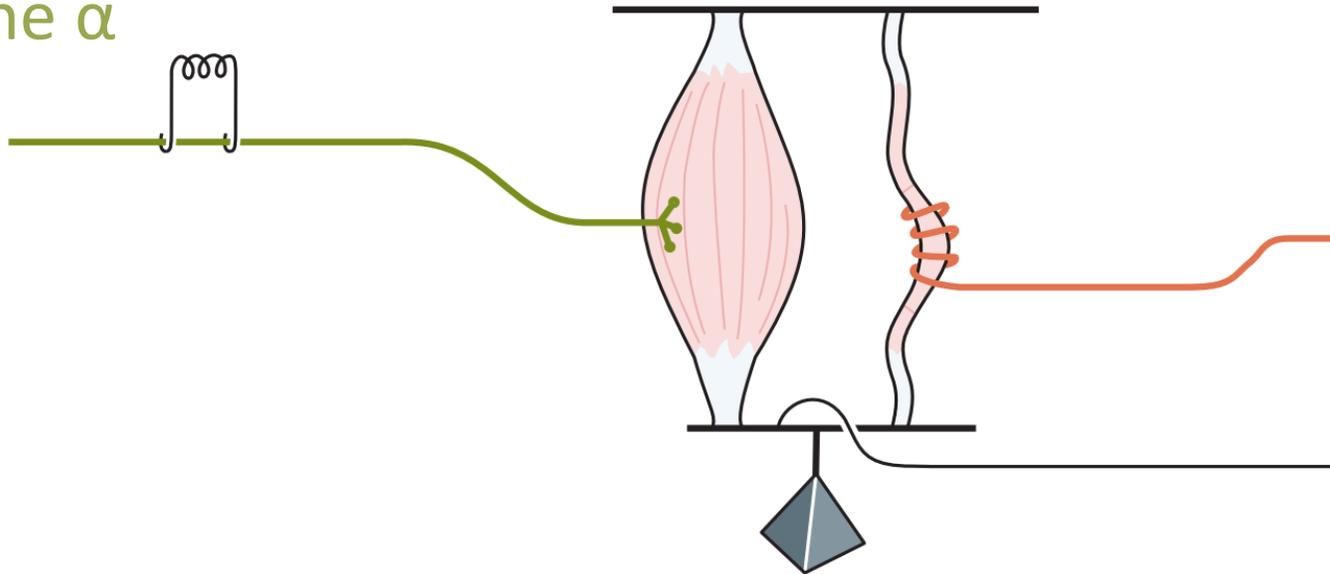
Motoneurone  $\alpha$



# RÔLE DU MOTONEURONE GAMMA

Contraction musculaire volontaire => raccourcissement des fibres musculaires

Motoneurone  $\alpha$

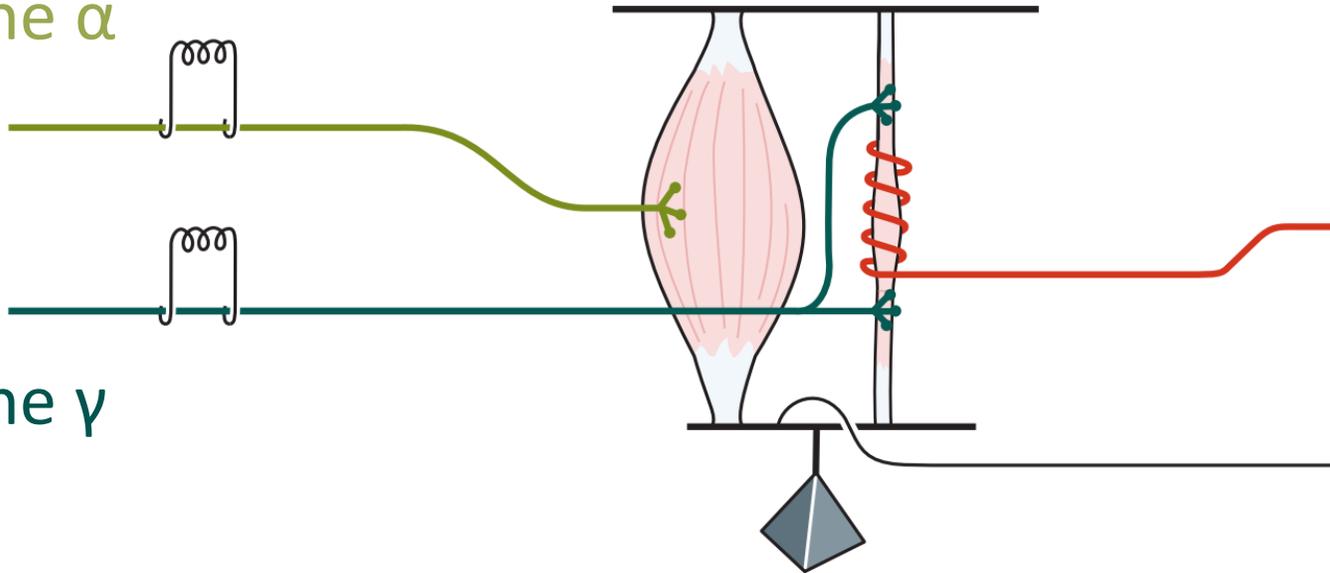


Raccourcissement du fuseau  
=> diminution du tonus ?

# RÔLE DU MOTONEURONE GAMMA

Contraction musculaire volontaire => raccourcissement des fibres musculaires

Motoneurone  $\alpha$



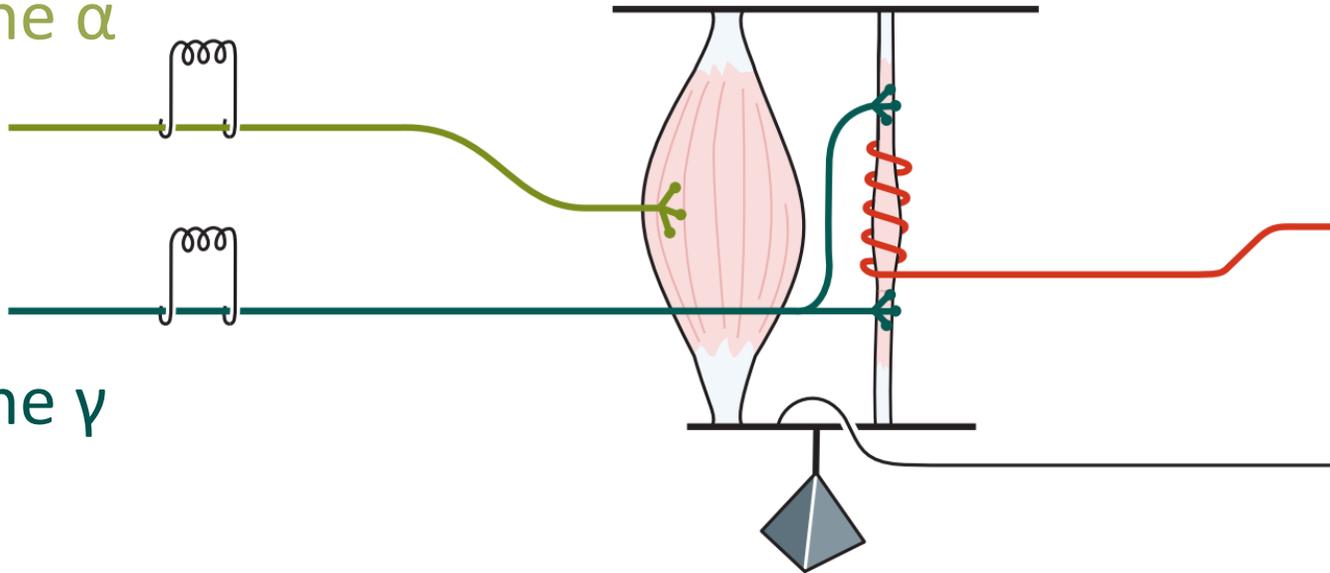
Motoneurone  $\gamma$

Raccourcissement du fuseau  
=> diminution du tonus ?

Raccourcissement des fibres  
intrafusales situées aux  
extrémités

# RÔLE DU MOTONEURONE GAMMA

Motoneurone  $\alpha$



Motoneurone  $\gamma$

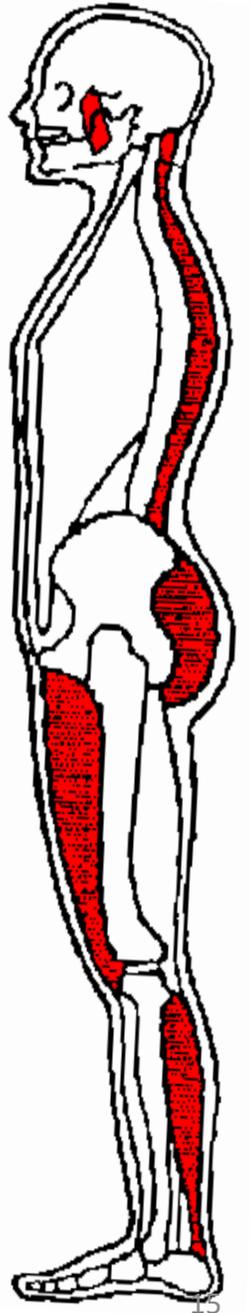
Lors d'une contraction musculaire, il y a de manière physiologique une co-activation des Mn  $\alpha$  et  $\gamma$

- Maintien de la sensibilité à l'allongement du FNM

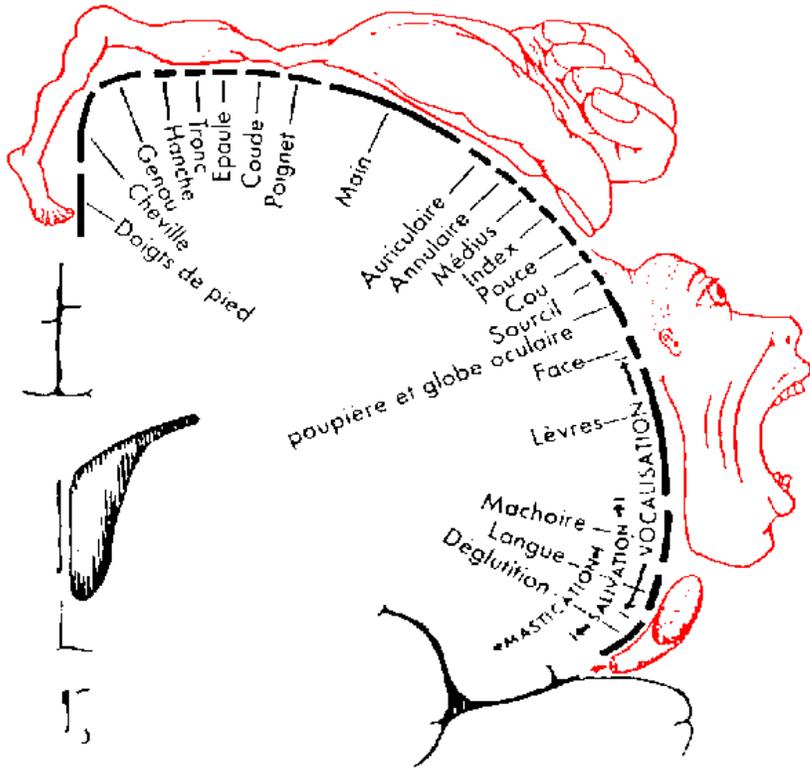
= CO-ACTIVATION  $\alpha\gamma$

# PHYSIOPATHOLOGIE DE L'HYPERACTIVITÉ SPASTIQUE

- Modification du contrôle supra-spinal du tonus des muscles antigravitaires
  - Rôle du motoneurone gamma
    - Niveau de coactivation sous la dépendance d'un contrôle supraspinal
  - Voies motrices médiales
    1. Tractus cortico-spinal médial
    2. Tractus vestibulo-spinaux (médial et latéral)
    3. Tractus réticulo-spinaux



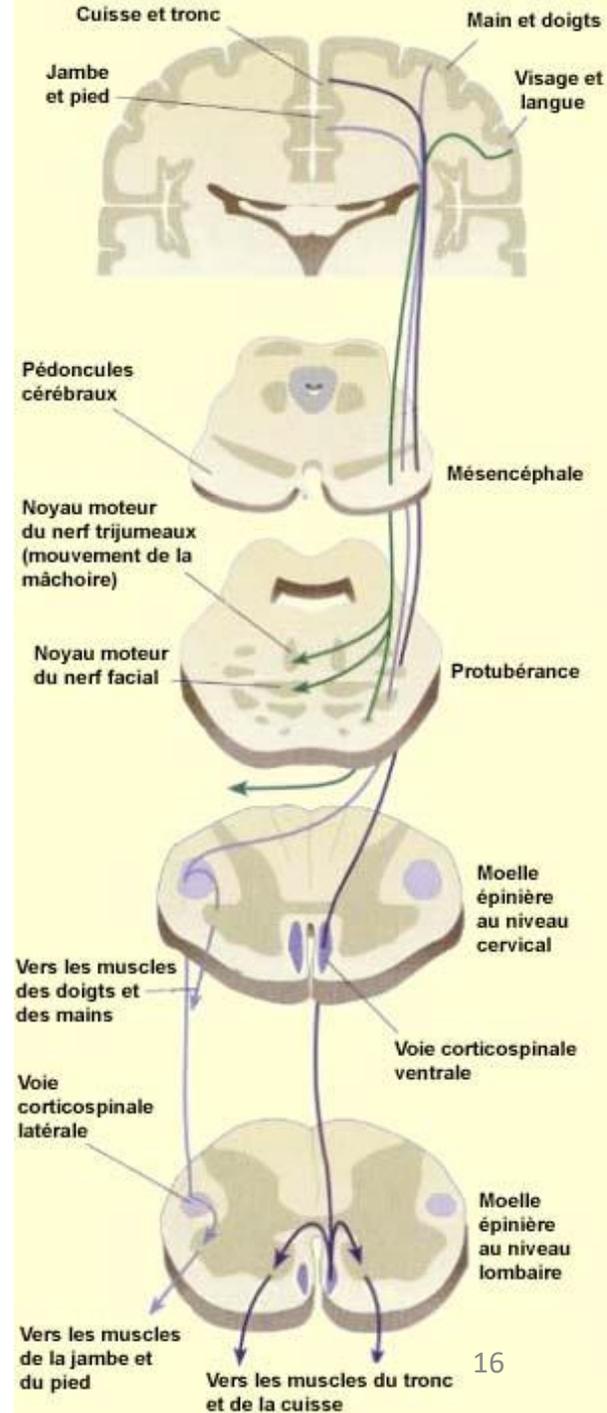
# FAISCEAU CORTICO-SPINAL



## FAISCEAU CORTICO-SPINAL

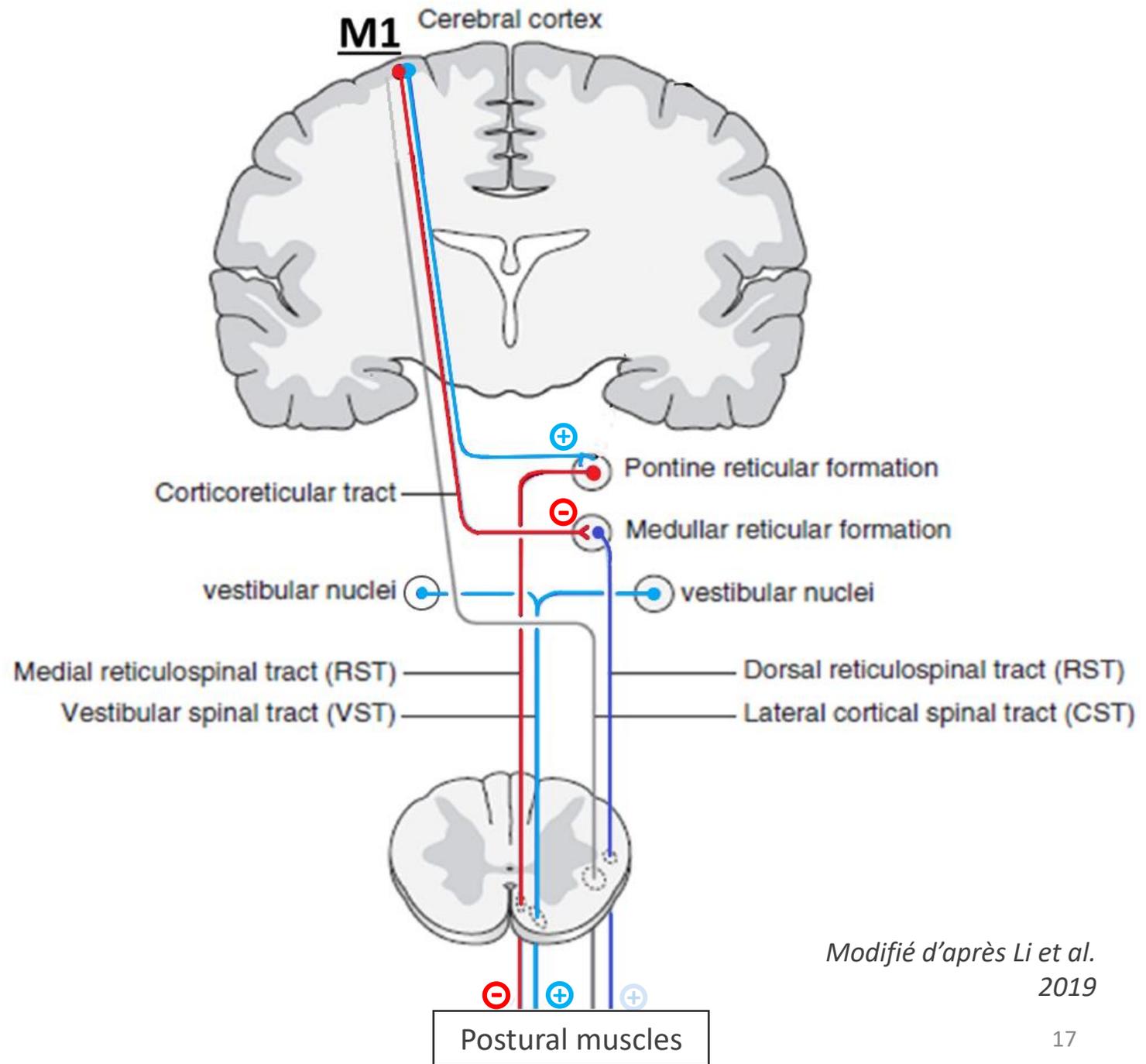
Décusse à 80% à la partie inférieure du bulbe

- FCS Latéral croisé
  - Motricité fine distale
- FCS Ventral direct
  - Muscles axiaux et proximaux



# VOIES MOTRICES MÉDIALES

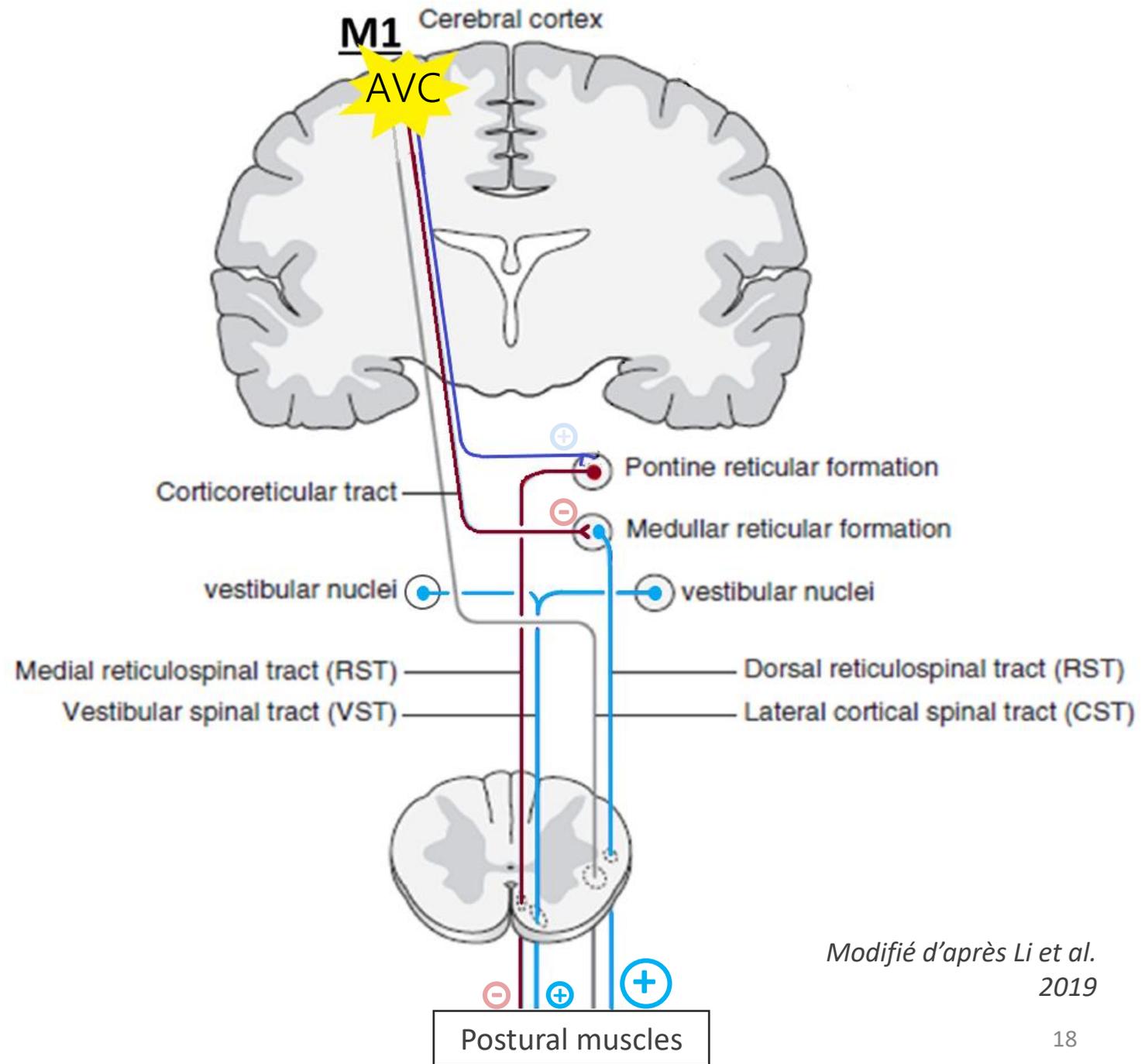
- Tractus réticulospinaux
  - Pontique : facilitateur
  - Bulbaire : inhibiteur
- Faisceau cortico-réticulé
  - Inhibe la FR pontique excitatrice
  - Active la FR bulbaire inhibitrice



Modifié d'après Li et al.  
2019

# VOIES MOTRICES MÉDIALES

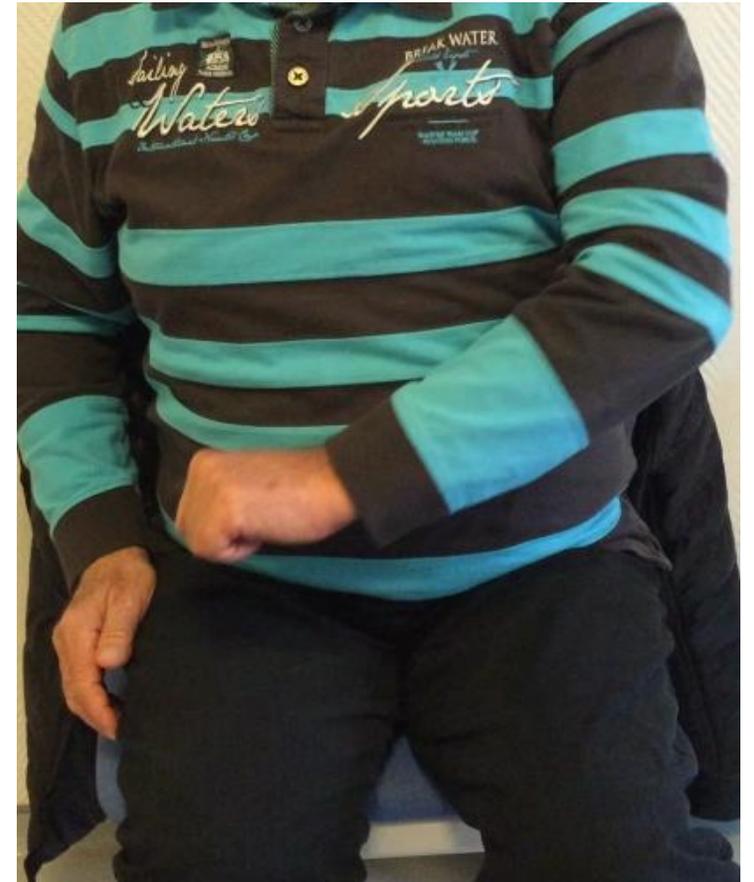
- Tractus réticulospinaux
    - Pontique : facilitateur
    - Bulbaire : inhibiteur
  - Faisceau cortico-réticulé
    - Inhibe la FR pontique excitatrice
    - Active la FR bulbaire inhibitrice
- Hyperactivation des Mn alpha
- Hyperactivation des Mn gamma
- Augmentation du gain du réflexe myotatique



Modifié d'après Li et al.  
2019

# ECHELLE DE TARDIEU MODIFIÉE

<i>Qualité de la réaction musculaire (X)</i>	
0	Pas de résistance tout au long du mouvement passif
1	Discrète augmentation de la résistance au cours du mouvement passif sans que l'on puisse ressentir clairement un ressaut à un angle précis
2	Ressaut franc interrompant le mouvement passif à un angle précis, suivi d'un relâchement
3	Clonus épuisable (< 10 s lorsque l'on maintient l'étirement) survenant à un angle précis
4	Clonus inépuisable (> 10 s lorsque l'on maintient l'étirement) survenant à un angle précis
<i>Angle ou apparaît la réaction musculaire (Y)</i>	
	La mesure est rapportée à la position d'étirement minimale pour chaque articulation (correspondant à l'angle 0), à l'exception de la hanche où la mesure est rapportée à la position de repos anatomique



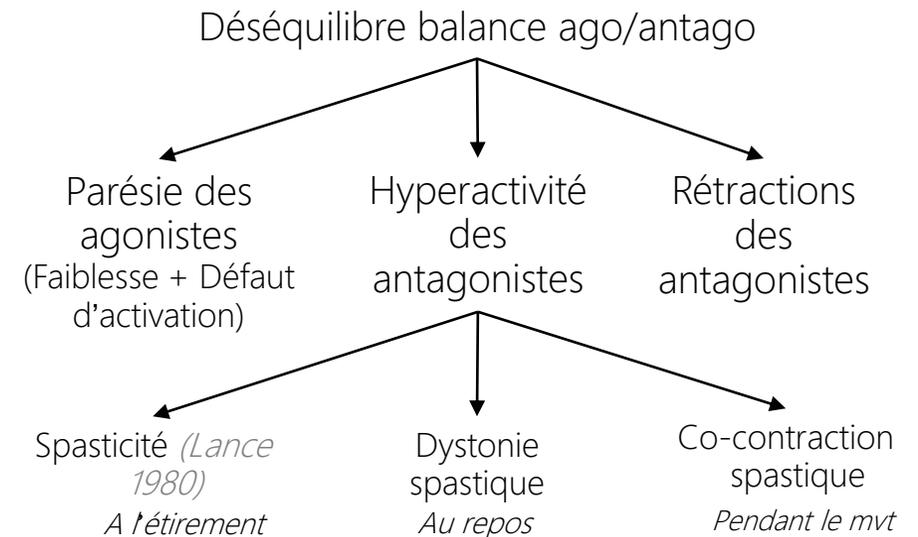
# GÉNÈSE DES DÉFORMATIONS NEURO-ORTHOPÉDIQUES

Parésie spastique (*Gracies 2005*)

**C'est rarement la spasticité qui est gênante**

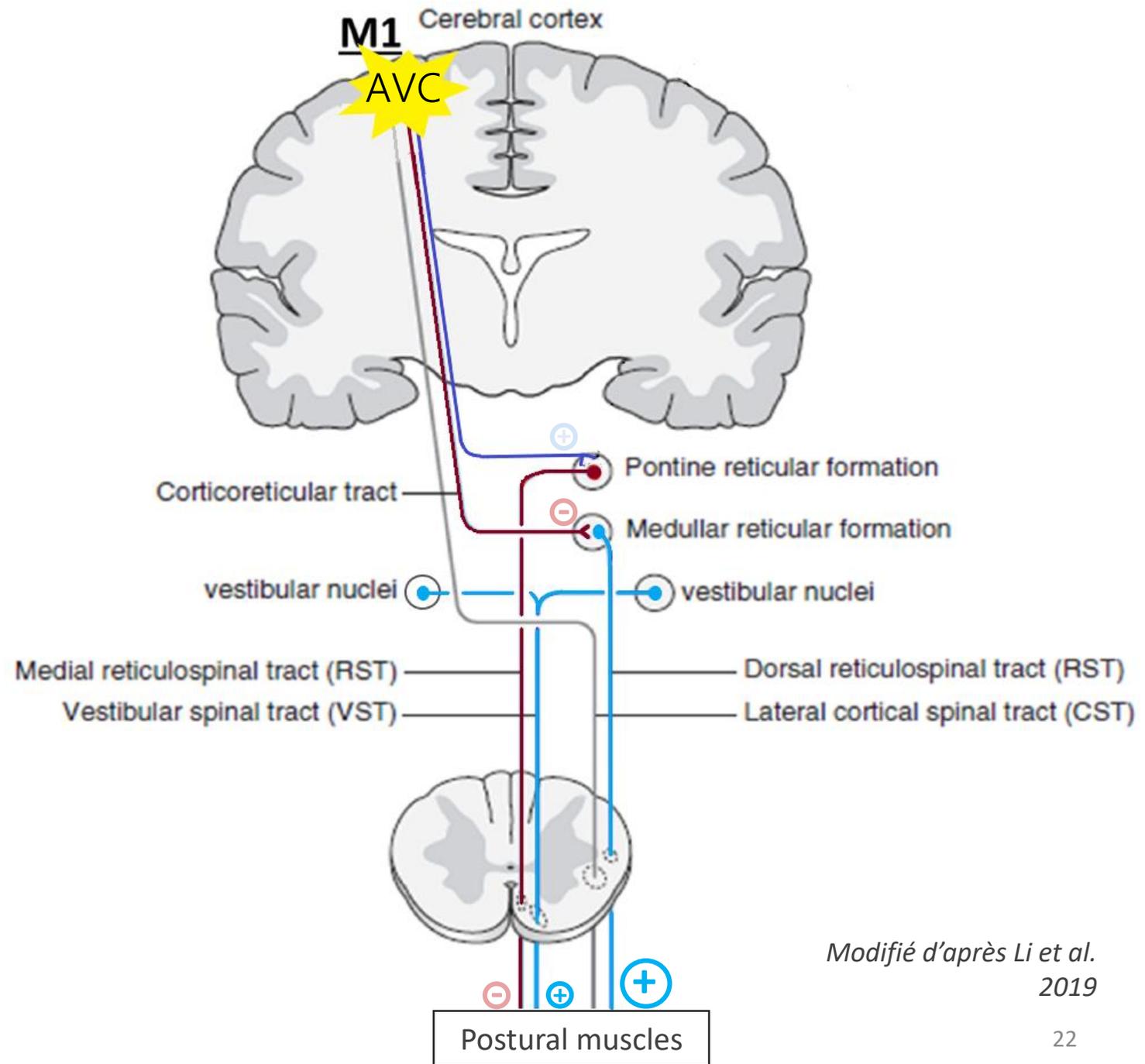
**Pas de corrélation entre spasticité, dystonie spastique et co-contractions spastiques**

**Physiopathologie de la dystonie spastique et des cocontractions spastiques ?**



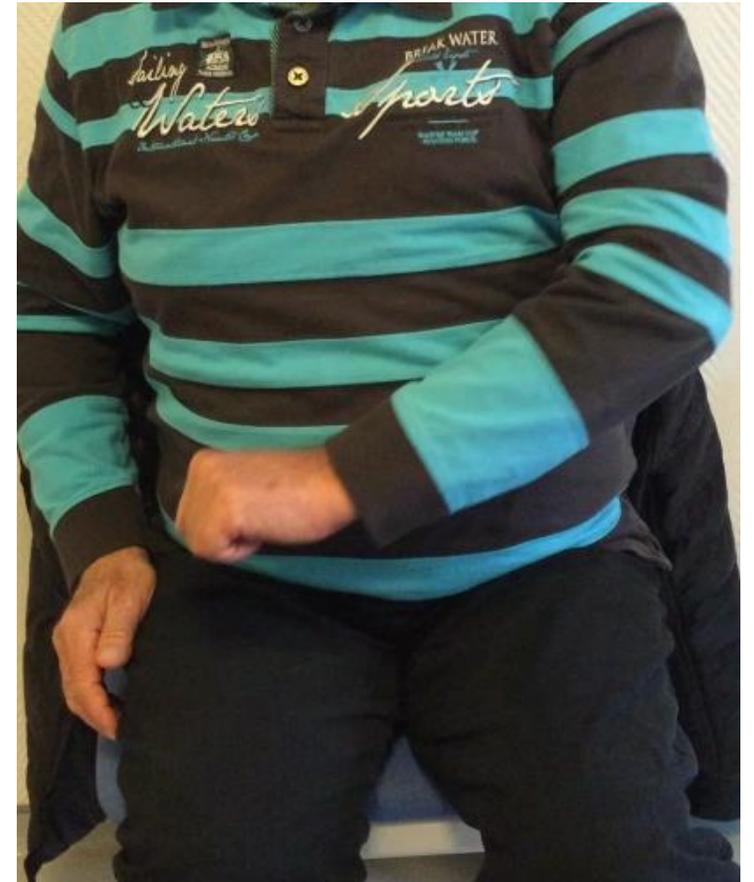
# VOIES MOTRICES MÉDIALES

- Tractus réticulospinaux
  - Pontique : facilitateur
  - Bulbaire : inhibiteur
- Faisceau cortico-réticulé
  - Inhibe la FR pontique excitatrice
  - Active la FR bulbaire inhibitrice
- Hyperactivation des Mn alpha
  - Augmentation du tonus musculaire de repos
- Hyperactivation des Mn gamma



Modifié d'après Li et al.  
2019

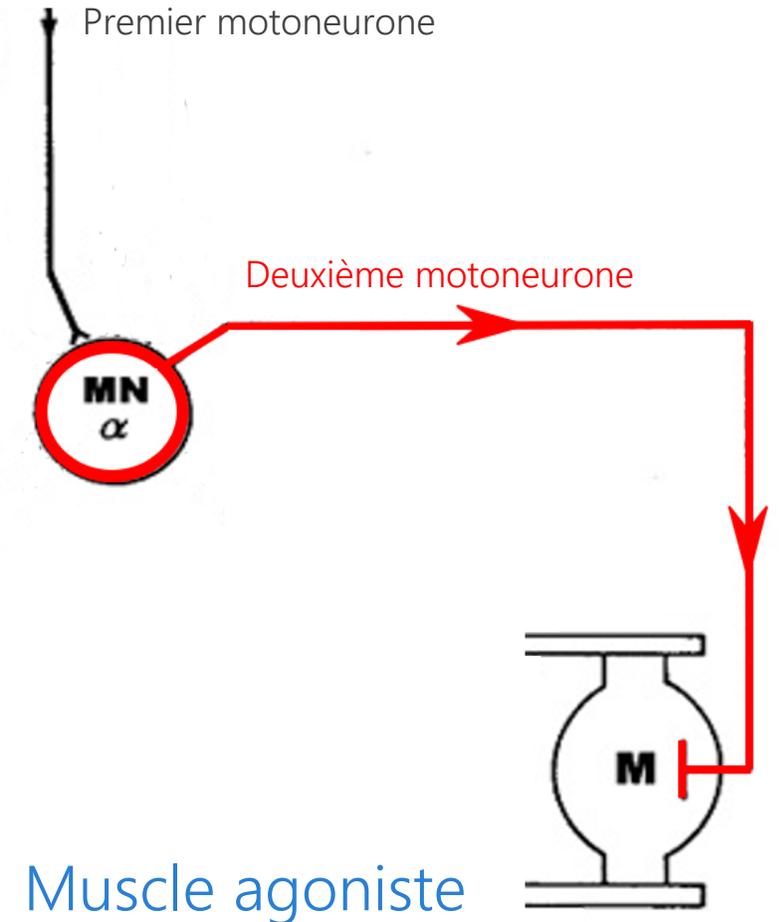
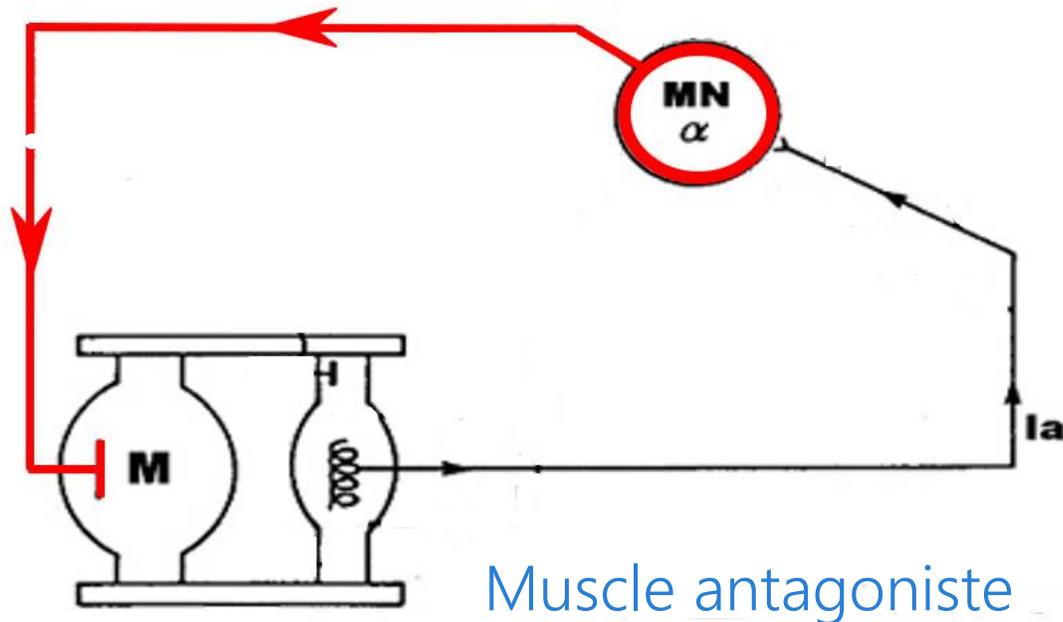
# EVALUATION DE LA DYSTONIE SPASTIQUE





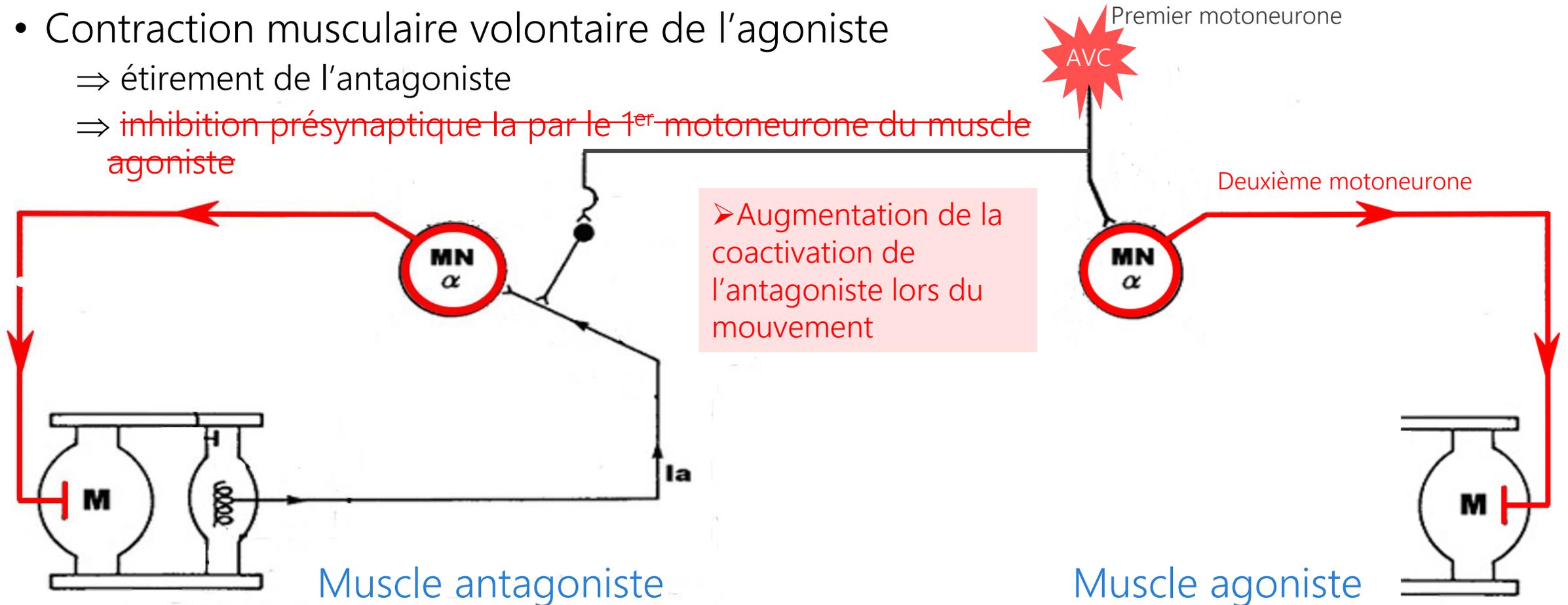
# MODULATION SUPRASPINALE DU GAIN DU RÉFLEXE MYOTATIQUE

- Contraction musculaire volontaire de l'agoniste
  - ⇒ étirement de l'antagoniste
  - ⇒ mise en jeu du réflexe myotatique ?



# MODULATION SUPRASPINALE DU GAIN DU RÉFLEXE MYOTATIQUE

- Contraction musculaire volontaire de l'agoniste
  - ⇒ étirement de l'antagoniste
  - ⇒ ~~inhibition présynaptique~~ par le 1<sup>er</sup> motoneurone du muscle agoniste





# EVALUATION DES COCONTRACTIONS SPASTIQUES

- Examen clinique : LAMA
  - Testing moteur : Held > MRC
- Apports de l'analyse instrumentale

## *Cotation de Held et Pierrot-Desseilligny*

Évaluation de la commande de l'hémiplégique  
Held et Pierrot-Desseilligny

La force est appréciée selon une cotation de 0 à 5.

**0**: absence de contraction

**1**: contraction perceptible sans déplacement du segment

**2**: contraction entraînant un déplacement quel que soit l'angle parcouru

**3**: le déplacement peut s'effectuer contre une légère résistance

**4**: le déplacement s'effectue contre une résistance plus importante

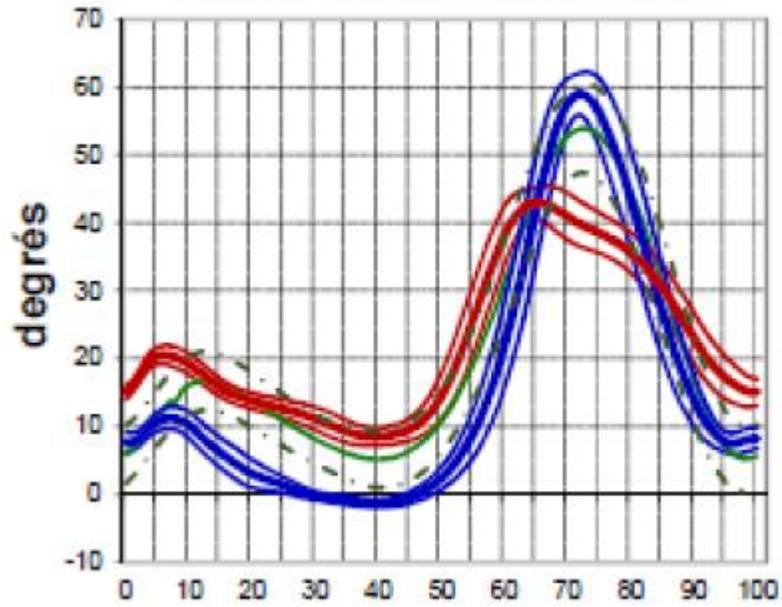
**5**: le mouvement est d'une force identique au côté sain

Préciser la position du patient et le cas échéant, la position de facilitation.

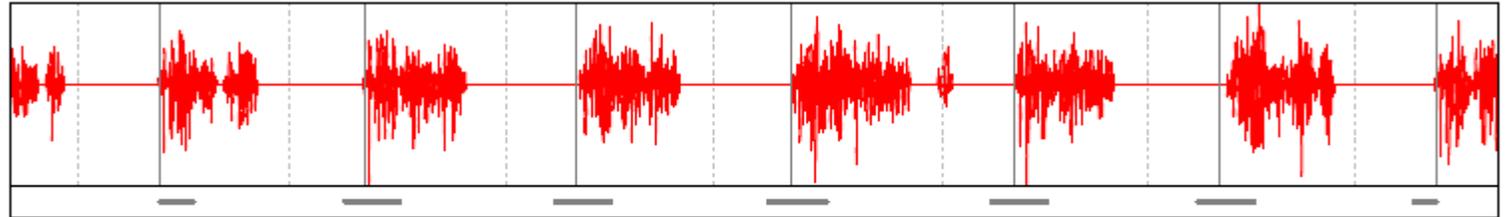
Préciser si le mouvement est sélectif ou s'il y a apparition de syncinésies.



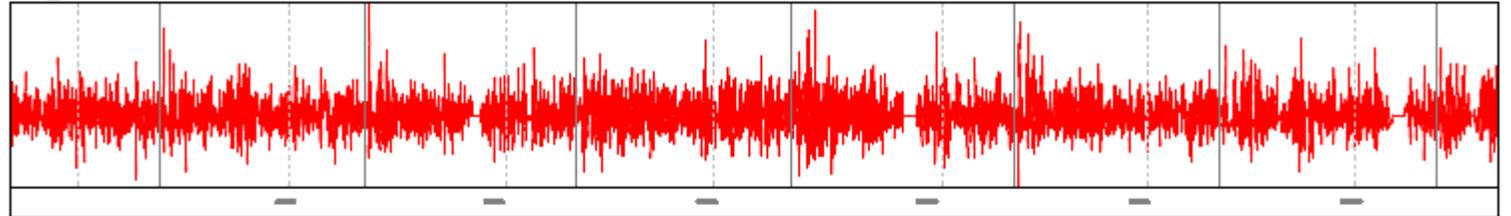
# Knee Flex/Extension



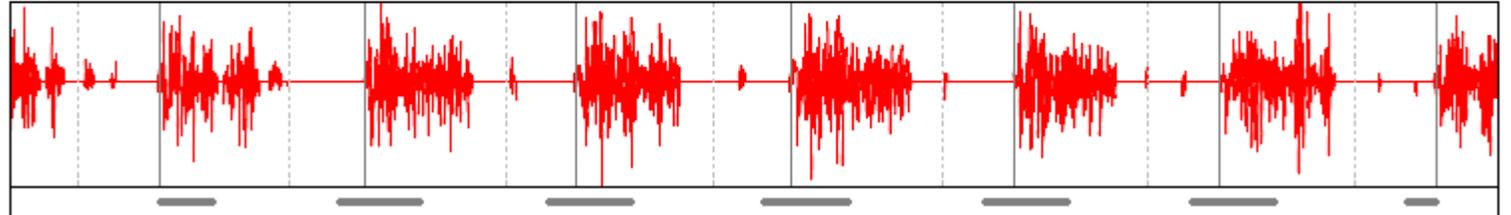
VE\_G Vastus Lateralis Max: 23.085 uV Min: -29.415 uV Frames 354 To 1616



DA\_G Rectus Femoris Max: 27.087 uV Min: -17.175 uV Frames 354 To 1616



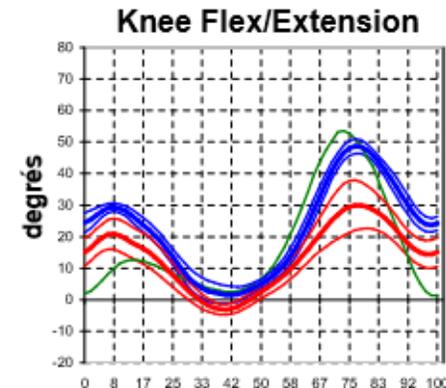
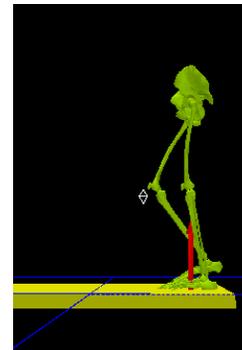
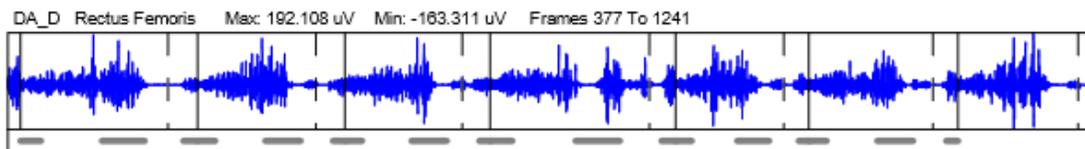
VI\_G Vastus Medialis Max: 15.907 uV Min: -21.246 uV Frames 354 To 1616



# EVALUATION NEURO-ORTHOPÉDIQUE

## Analyse des déformations

- Maîtriser l'anatomie fonctionnelle et la physiologie du mouvement
- Choisir des échelles adaptées à ce que vous souhaitez mesurer <https://www.cofemer.fr/cofemer/gestionPagesWebStandard.do?dispatchMethod=affiche&pagId=59>
  - Tardieu ou Ashworth ?
  - MRC ou Held ?
- Observer vos patients ++ (c'est rarement la spasticité qui est gênante !)
  - Dystonie spastique
  - Cocontractions spastiques
- Analyse instrumentale du mouvement
- Blocs moteurs

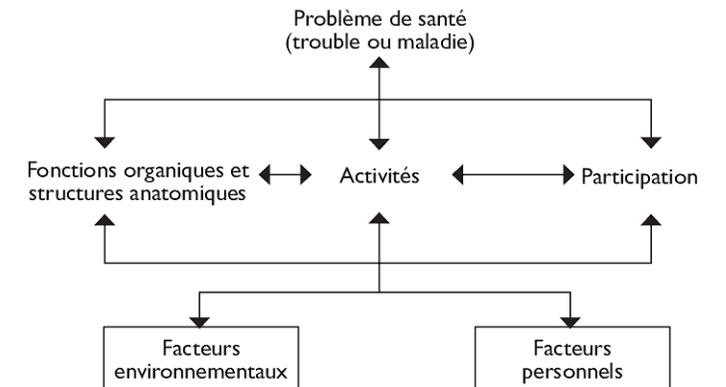


# EVALUATION NEURO-ORTHOPÉDIQUE

- Mais toute déformation n'est pas à traiter
  - Prioriser les cibles musculaires en TBA
  - Les déformations peuvent être utiles !
    - Ex : pied varus équin



## Evaluation multidimensionnelle



Approche centrée sur les objectifs +++



# DE LA PHYSIOPATHOLOGIE NEUROMOTRICE A LA NEURO-ORTHOPEDIE

DES national de MPR – Cours d'introduction



Camille Cormier

CHU de Toulouse - Service des Explorations Fonctionnelles  
Physiologiques

