

# **Etude des propriétés musculaires chez l'enfant Paralysé Cérébral spastique**

**Propriétés structurelles et visco-élastiques du  
faisceau médial du muscle gastrocnémien**

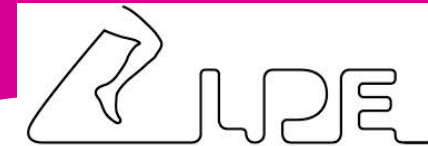
**Clément BOULARD**

**Masseur-Kinésithérapeute**

**Service MPR Pédiatrique**

**Laboratoire de physiologie de l'Exercice EA 4338**

**Séminaire R4P - 20 et 21 mars 2015**



# Problématique

- Paralysie Cérébrale (PC): lésion cérébrale précoce survenant sur un cerveau en développement.
- Troubles primaires: déficit de commande motrice, hypertonie spastique... sur un squelette en croissance

→ **Rôle de la croissance (Svehlik et al.2011)**

- Troubles secondaires: rétractions musculo-tendineuses, déformations ostéo-articulaire...
- Troubles tertiaires

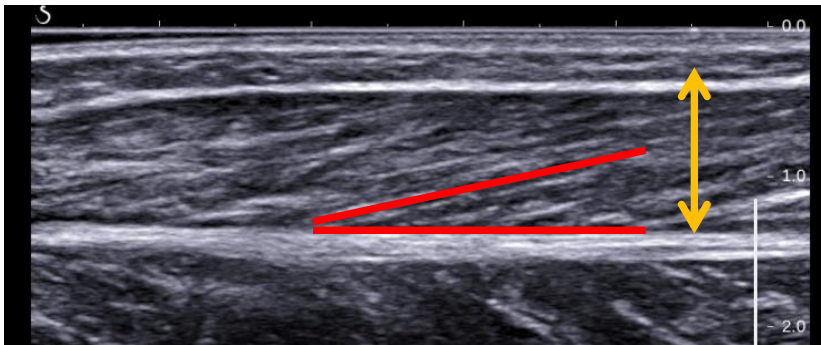
→ **Modifications des propriétés musculaires sur un muscle hypertonique spastique et parétique:**

-structurelles

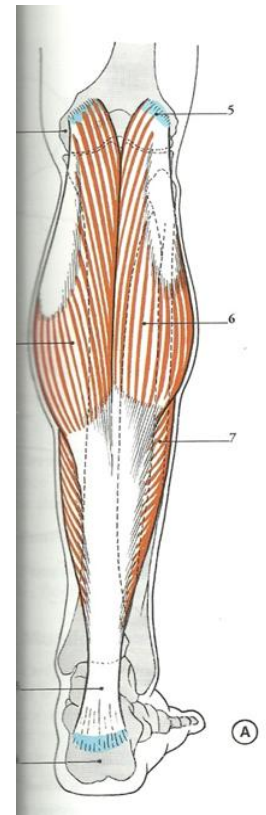
-visco-élastiques

# Objet d'étude

- Muscle souvent déficitaire (parésie, spasticité), donc souvent traité (toxine, chirurgie...) et **donc souvent étudié**
- Muscle superficiel et penné : **intérêt de l'échographie**



Faisceau médial muscle gastrocnémien: vue sagittale



Muscle gastrocnémien  
*Kamina*

# Etude de la structure musculaire

- Chez l'enfant PC spastique;

↙ Volume, épaisseur et aire de section axiale (*Barett et al. 2010*)

→ **faiblesse musculaire**

↙ Longueur corps musculaire, allongement tendon d'Achille (*Barett et al. 2010, Barber et al 2011*)

→ **rétraction musculo-tendineuse**

Augmentation de la matrice extra-cellulaire (collagène) (*Booth et al. 2010*)

→ **augmentation de la viscosité**

Altérations propriétés structurelles dès le jeune âge

→ **enfants de 3 à 5 ans (*Barber et al. 2011*)**

# Etude de la structure musculaire

- Reproductibilité des mesures:

- d'épaisseur musculaire

- d'angle de pennation

établies dans diverses populations.

→ **Absence de données de reproductibilité chez l'enfant PC : Objectif de l'étude (M2 2013-2014).**

- **Résultats chez l'enfant hémiplégique cérébral infantile:**

- Reproductibilité intra-observateur des paramètres échographiques 2D (CV<10%) au repos et à l'étirement

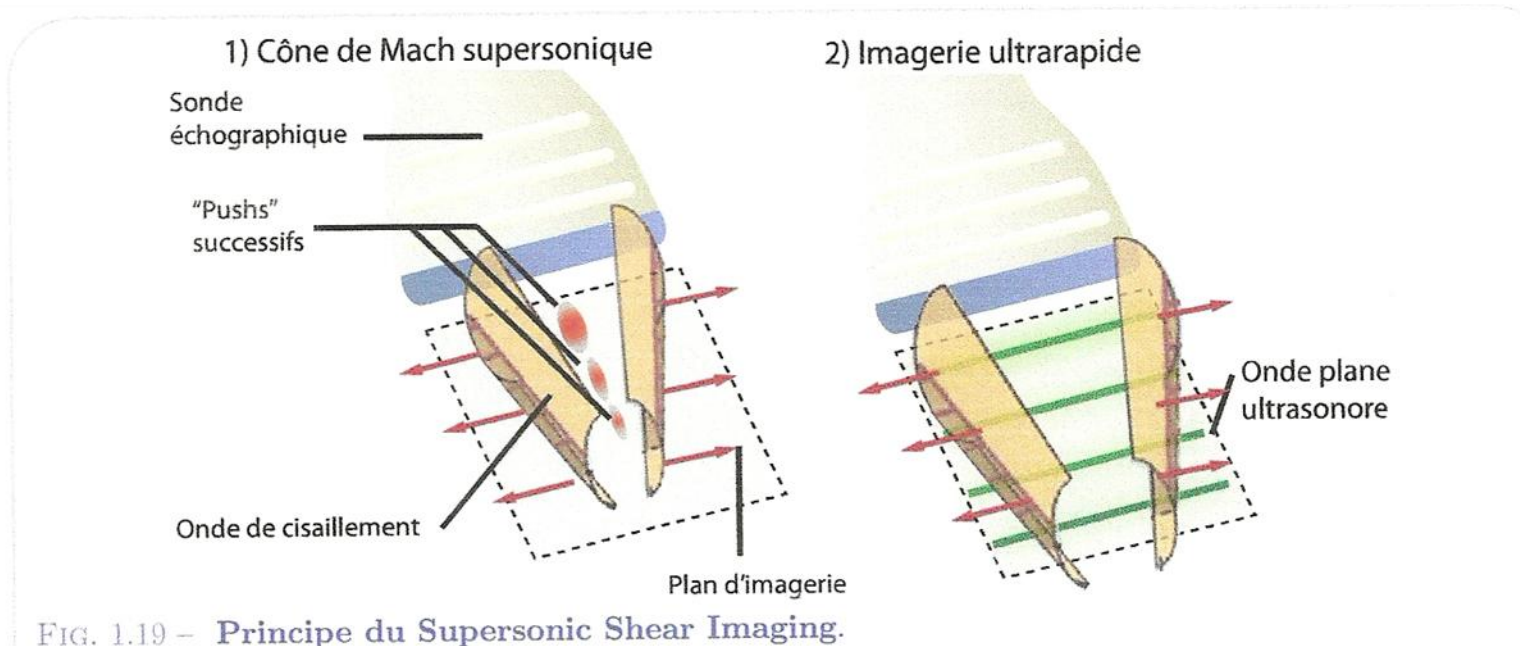
- Reproductibilité inter-observateur de l'épaisseur musculaire au repos et à l'étirement (CV<10%).



# Etude des propriétés visco-élastiques

- Sonoélastométrie:

- Supersonic Shear Imaging: principe



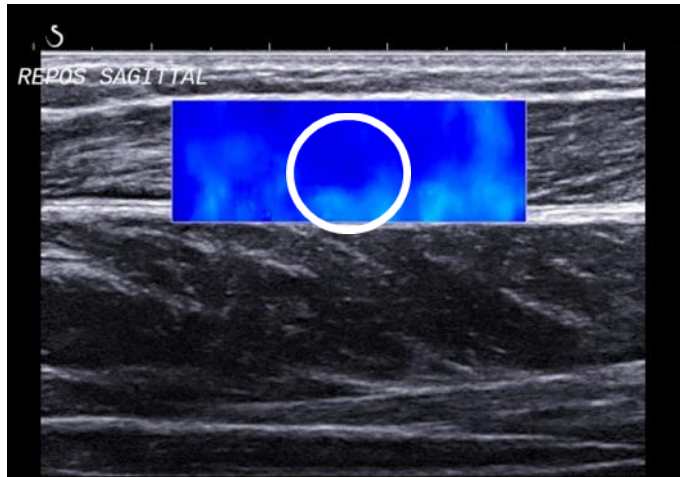
$$\text{Module d'élasticité} = \mu = \rho c^2$$

D'après Deffieux 2008

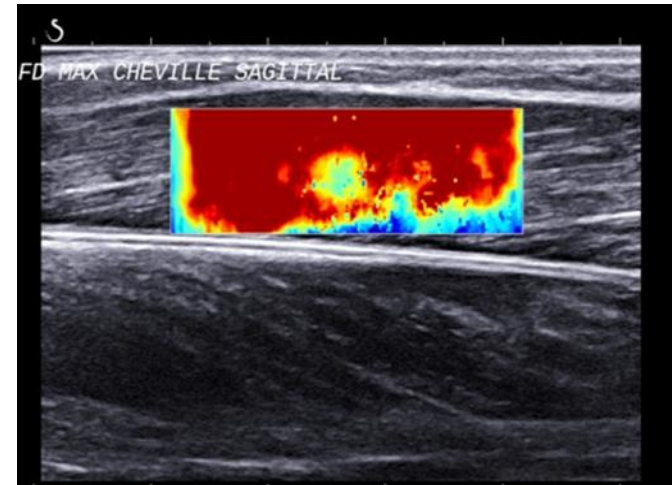
$\rho$  = masse volumique des tissus biologiques = 1000 kg/m<sup>3</sup>  
 $c$  = vitesse de propagation des ondes de cisaillement en m/s

# Etude des propriétés visco-élastiques

Elastométrie: cartographie d'élasticité (coupe longitudinale)



**Equin spontané**



**Flexion dorsale maximale passive**

# Etude des propriétés visco-élastiques

- Propriétés visco-élastiques; valide chez le sujet sain (*Maisetti 2012*)
- Mesure du module d'élasticité (Supersonic Shear Imaging):
  - reproductible en condition de repos (*Lacourpaille 2013*) et d'étirement musculaire (*Maisetti 2012*) chez l'adulte sain
  - Absence d'étude de reproductibilité dans la littérature sur un muscle hypertonique spastique.
  - Objectif secondaire de l'étude



# Etude des propriétés visco-élastiques

- Résultats:
  - Reproductibilité intra-observateur du module d'élasticité ( $CV < 10\%$ ) au repos
  - Absence de reproductibilité inter-observateur du module d'élasticité au repos ( $11\% < CV < 12\%$ )
  - Absence de reproductibilité intra- et inter-observateur du module d'élasticité à l'étirement ( $21\% < CV < 30\%$ )

# Conclusion

- Evaluation des propriétés musculaires structurelles en échographie 2D reproductible chez l'enfant PC
- Mesure du module d'élasticité en élastométrie (SSI) reproductible au repos sur un muscle hypertonique spastique chez l'enfant PC

➔ Intérêt lors du suivi clinique des enfants PC

➔ Intérêt lors d'évaluation des traitements:  
toxine botulique, plâtre d'allongement,  
chirurgie, rééducation...

# Merci de votre attention



# Critères d'inclusions

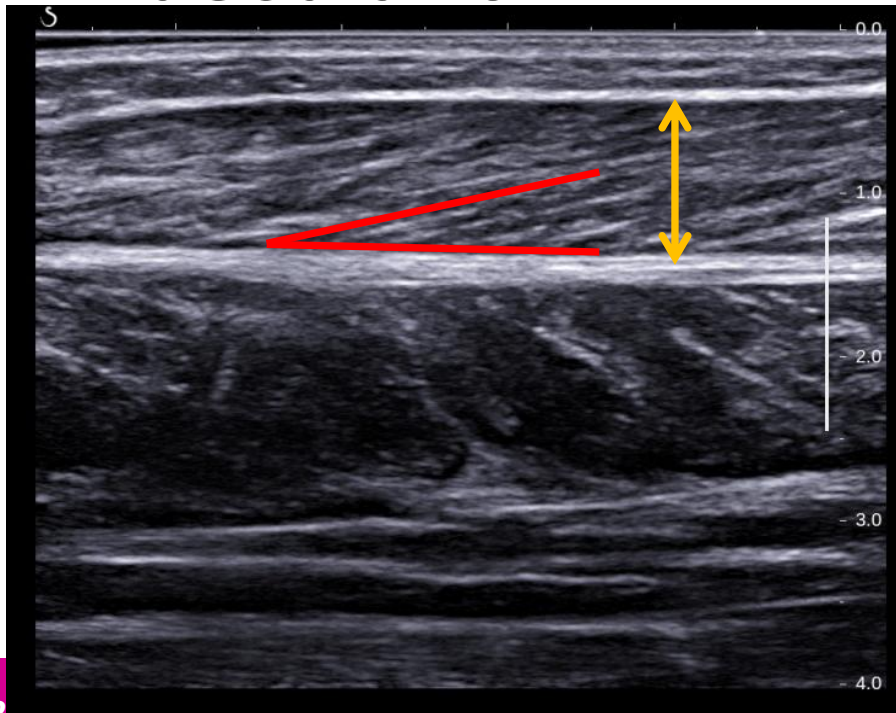
- Enfants PC, hémiplégique cérébrale infantile
- GMFCS I à II
- Spasticité du muscle gastrocnémien plégique  $\geq$  XI, VII sur l'échelle de Tardieu
- Garçons âgés de 5 à 12 ans et filles de 5 à 11 ans selon courbe de croissance
- Compréhension et respect des consignes
- Consentement

# Critères d'exclusions

- Affection musculaire concomitante
- Injection de toxine botulique au niveau du muscle gastrocnémien  $\leq 3$  mois
- Plâtre d'allongements  $\leq 3$  mois
- Thérapeutique à visée musculaire  $\leq 3$  mois
- Intervention chirurgicale membre parétique

# Longueur des fascicules musculaires

- Facilement calculable à l'aide de l'angle de pennation et de l'épaisseur musculaire.



$$F = \frac{T}{\sin \theta}$$

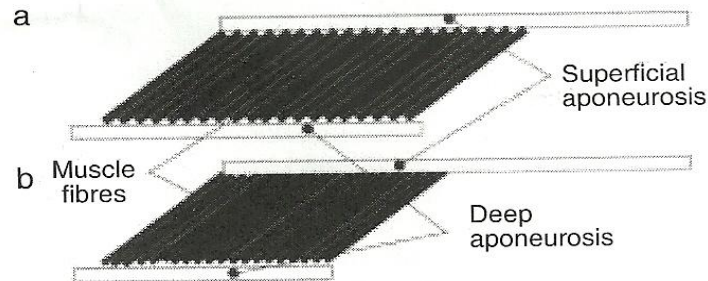
F=longueur fasciculaire  
T= épaisseur musculaire  
θ=angle de pennation

# Théorie du raccourcissement musculaire

- Raccourcissement du corps musculaire

→ atrophie fibres musculaires

→ ~~raccourcissement fibres musculaires~~



*Figure 5: Simple planar representation of morphology and architecture of medial gastrocnemius belly. Diagram depicts two muscles with an identical number of fibres (20), same fibre length, and same superficial and deep aponeurosis angles. In (a) fibres are 33% greater in diameter than in (b). Muscle belly in (a) is clearly longer. Figure illustrates that, in pennate muscle, muscle fibre diameter is a determinant of whole muscle belly length.*

# Théorie du raccourcissement musculaire

- Chez l'enfant PC, 2 théories s'opposent.
- **Shortland et al (2002);**  $\frac{\text{lg fasciculaire}}{\text{lg segment de mbre}}$

Groupe diplégique VS contrôle: pas de différence significative de longueur fasciculaire normalisée.

- **Malaya et al (2004);** même résultats chez l'hémiplégique cérébrale infantile.





# Théorie du raccourcissement musculaire

- **Mohagheghi et al (2007):**
  - chez l'hémiplégique cérébral infantile,  
    ↘ longueur fasciculaire de 18%  
côté parétique/côté non parétique.
  - utilisation du paramètre en valeur absolue.
  - côté non parétique=membre contrôle interne.
  - groupe hémiplégique, n=8