

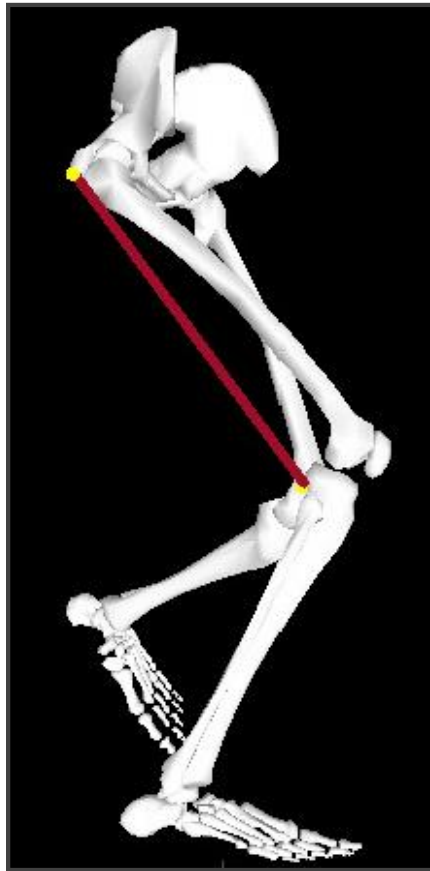
# **Introduction à l'analyse musculaire**

---

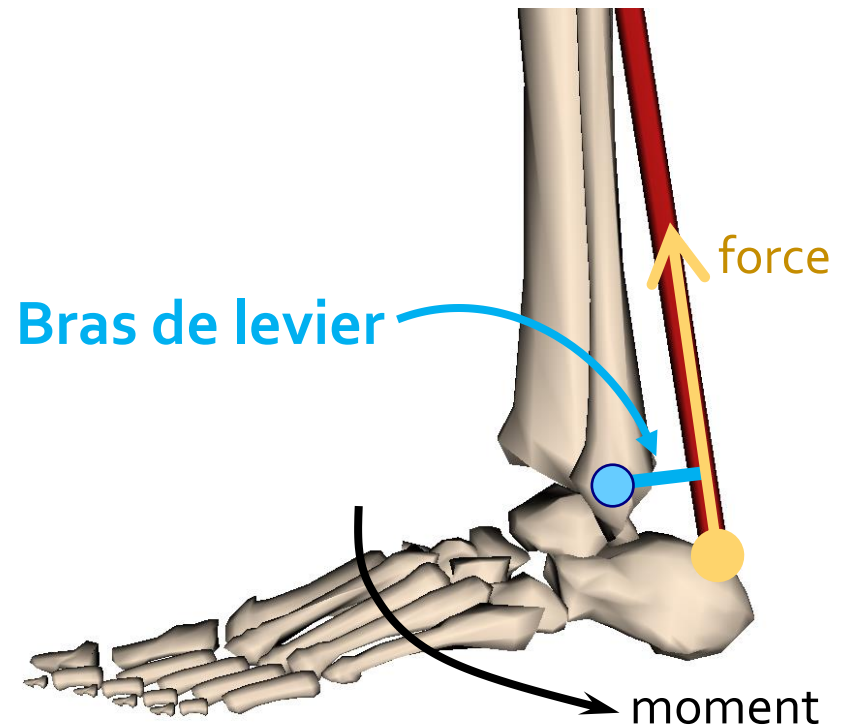
**OpenSim Workshop**

# Géométrie musculo-tendineuse

Longueur du musculo-tendon

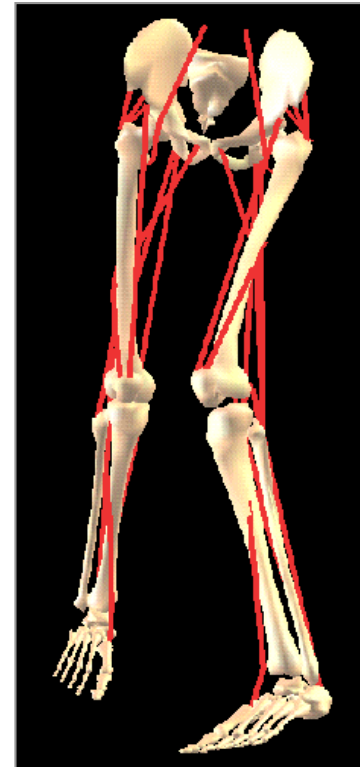
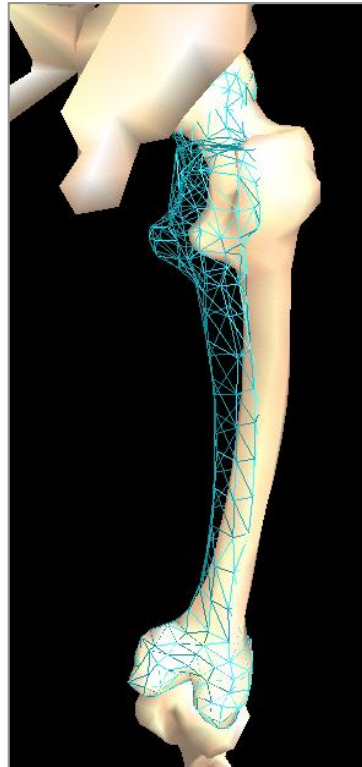


Bras de levier du musculo-tendon



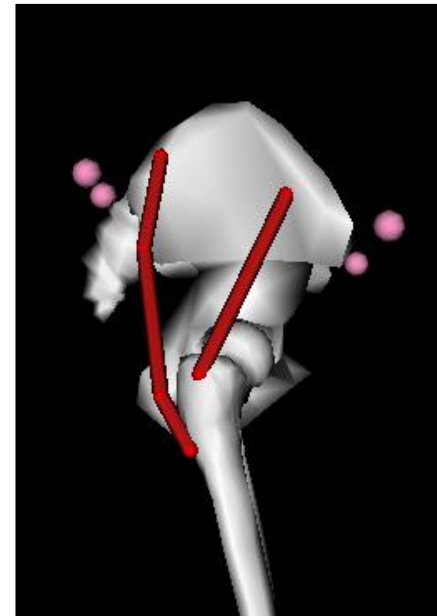
## Bras de levier des muscles

Exemple: Quels muscles ont un bras de levier permettant la **rotation interne de la hanche**?

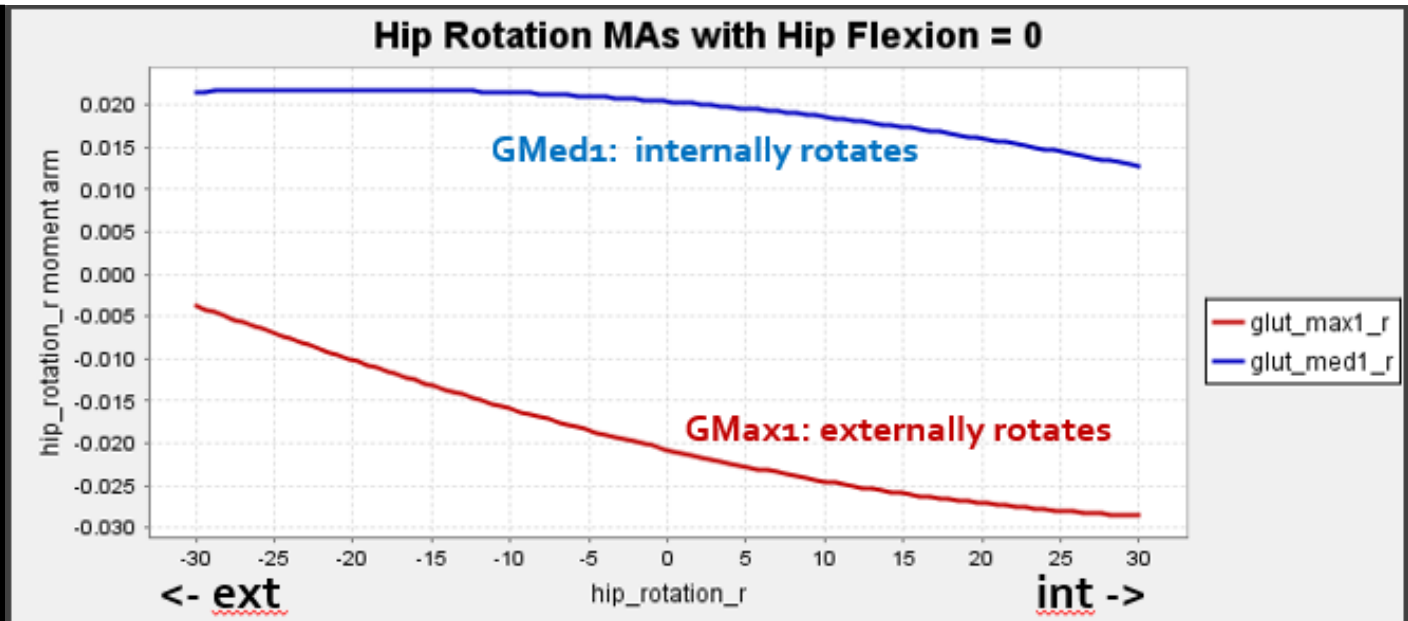
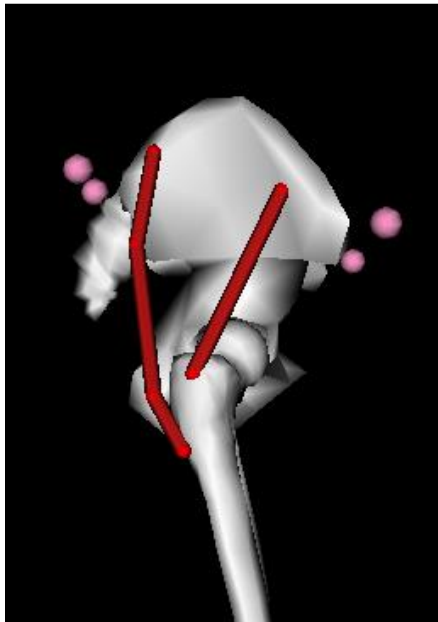


## Utiliser l'outil génération de graphique

- Tracer la courbe "bras de levier de la rotation interne de la hanche versus rotation de la hanche" entre  $-30^\circ$  et  $+30^\circ$
- Tools>plot:
  - **Y quantity**: moment arm>hip\_rotation\_r
  - **X quantity**: hip\_rotation\_r
  - **Muscles**: select "glut\_max1\_r" and "glut\_med1\_r"
  - **Advanced**: xmin = -30, xmax = 30

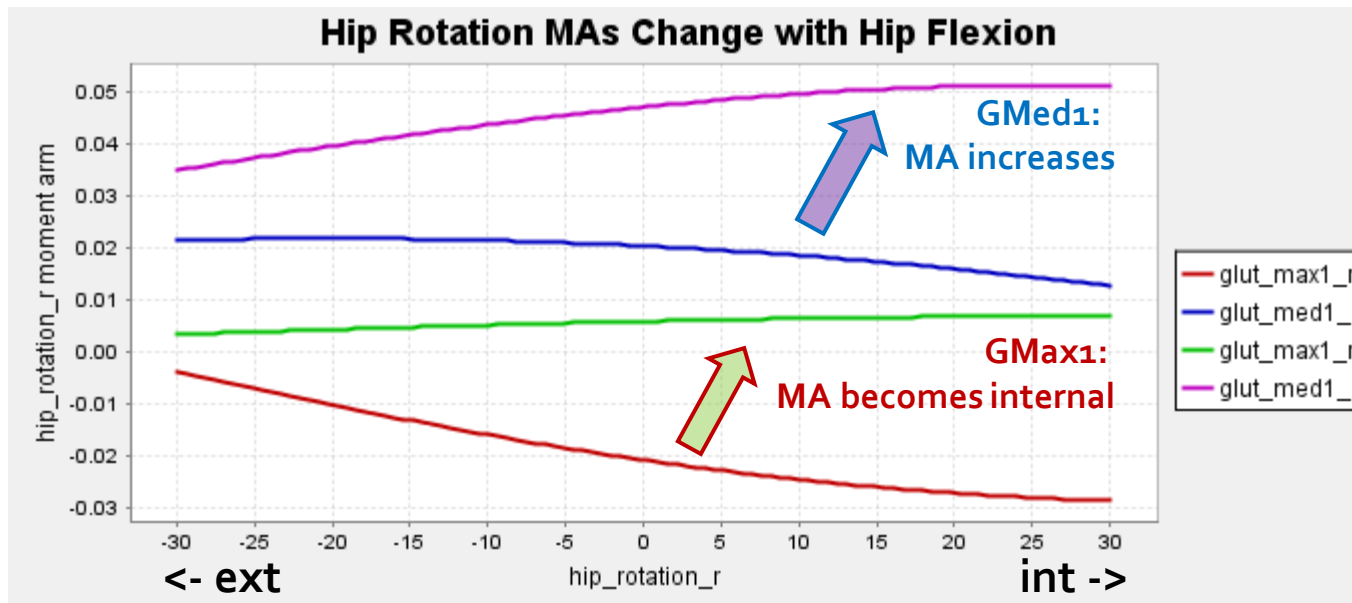


# Utiliser l'outil génération de graphique



## Utiliser l'outil génération de graphique

- Comment les bras de leviers de rotation de la hanche changent-ils avec la rotation de la hanche?
- Régler hip\_flexion\_r = 50 dans la fenêtre Coordinates

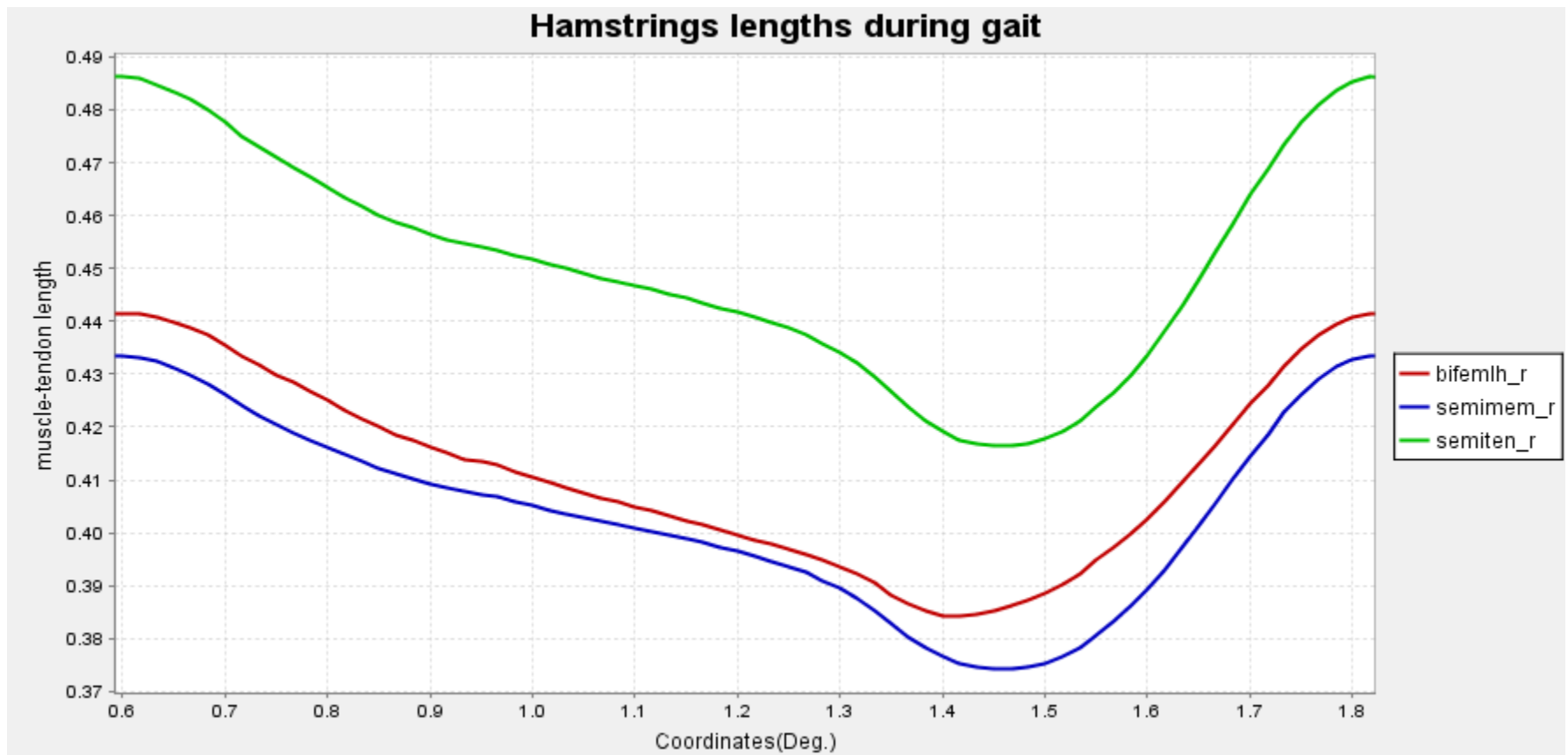


## Longueur du musculo-tendon

- Exemple: comment varie la longueur de l'ischio-jambier sur un cycle de marche?
- Le mouvement (fichier .mot) peut être importé de HandsOnMaterial>5\_Muscle\_Analysis folder
- Tools>plot
  - Y-Quantity: muscle-tendon length
  - Muscles: "semimem\_r", "semiten\_r", "bifemlh\_r"
  - X-Quantities: Select "Coordinates(Deg.)"

# Longueur du musculo-tendon

- Exemple: comment varie la longueur de l'ischio-jambier sur un cycle de marche?

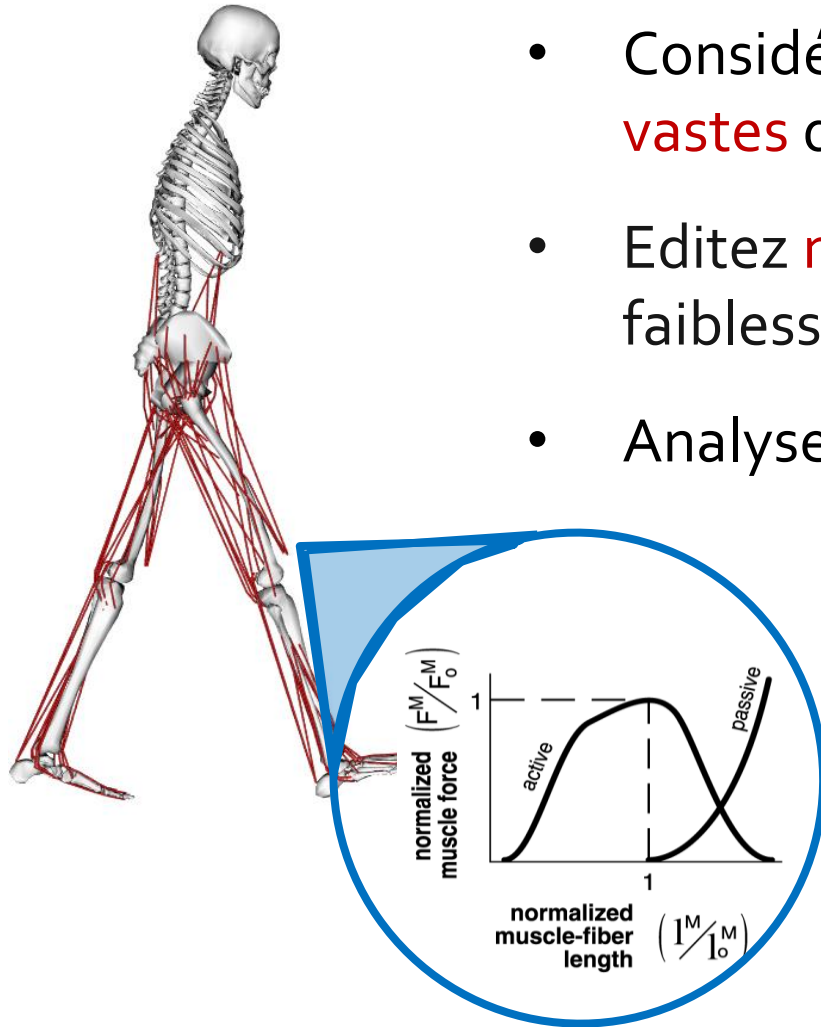




# Simulation de la fragilité des quadriceps après une PTG

## Ce que vous allez faire:

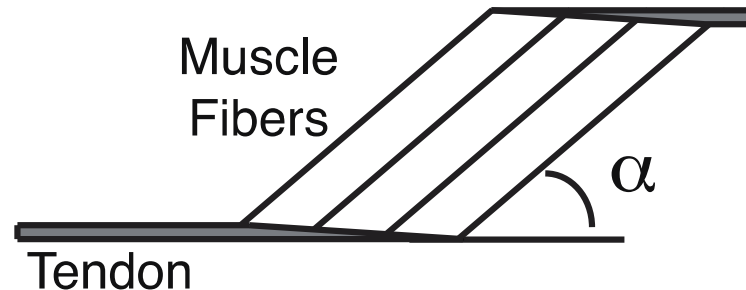
- Considérez uniquement le droit antérieur et les vastes de la jambe gauche
- Editez max isometric force pour simuler une faiblesse
- Analysez les conséquences biomécaniques



*Combien de moment actif le quadriceps perd-il avec une PTG?*

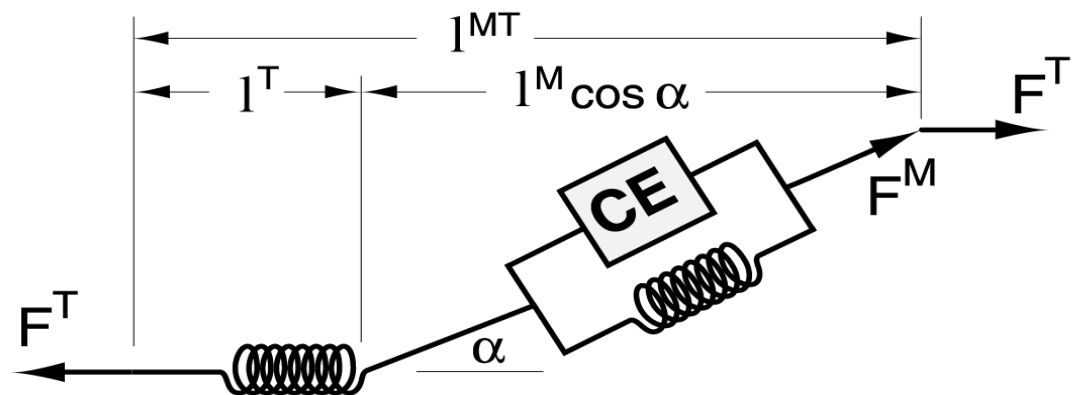
# Modélisation des efforts musculaires dans OpenSim

Les muscles sont modélisés par un groupe de **fibres** attachées au **tendon** avec un **angle de pennation**  $\alpha$

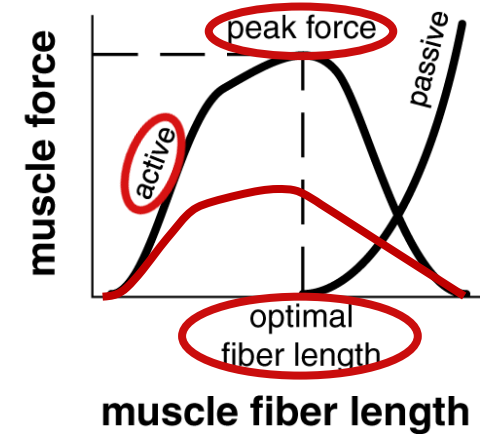
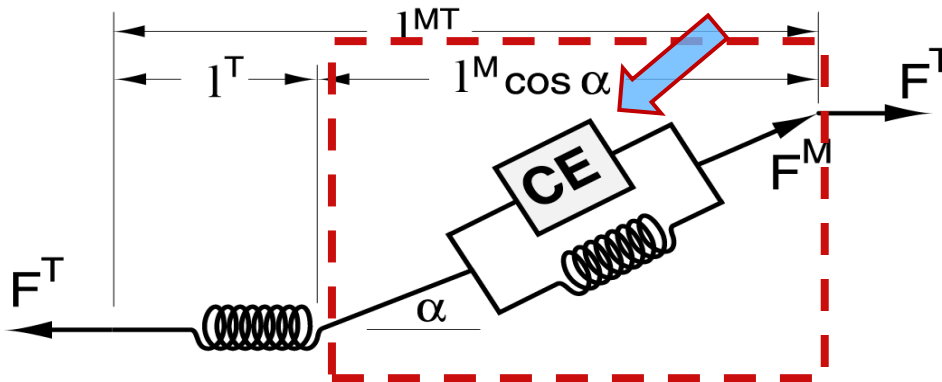


## **Le modèle de Hill:**

Le muscle se compose d'un **élément contractile** et d'un **élément élastique parallèle**, en serie avec un **tendon élastique**



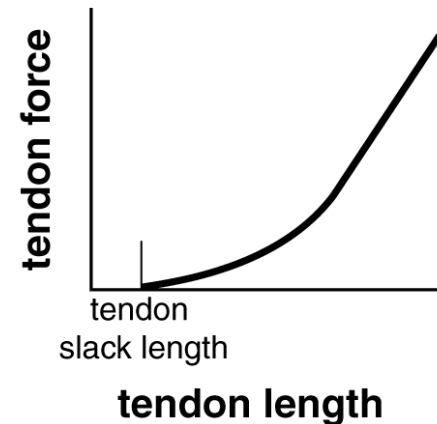
# Modélisation des efforts musculaires dans OpenSim



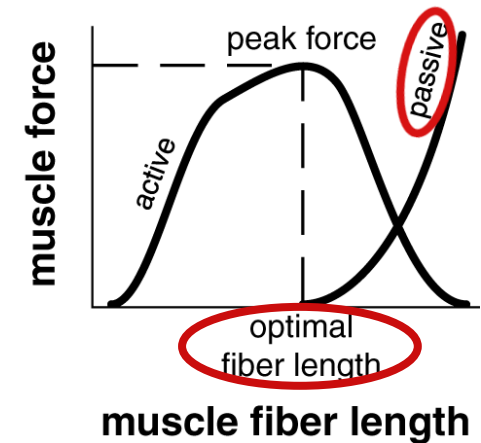
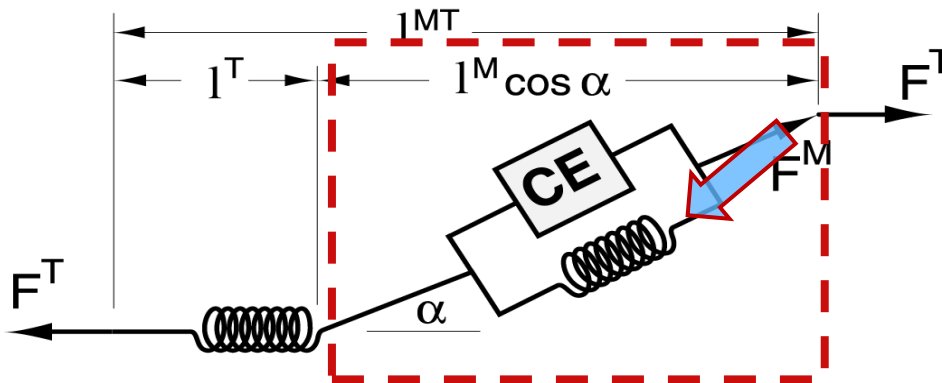
Le muscle est un actionneur complexe:

Il produit un **effort actif** jusqu'à une certaine **valeur pic** dépendant de:

- La longueur des fibres
- L'activation



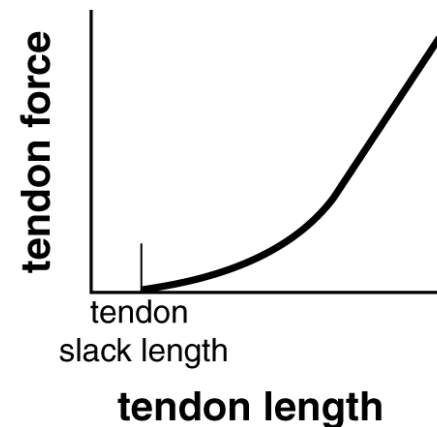
# Modélisation des efforts musculaires dans OpenSim



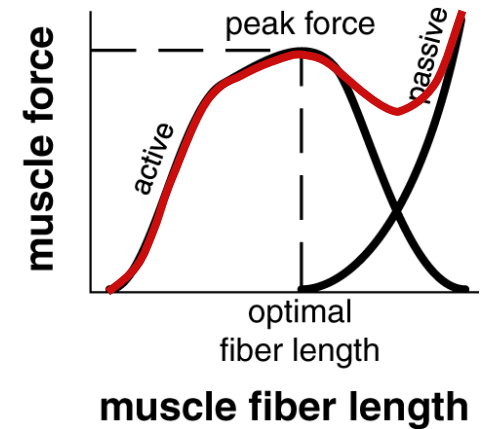
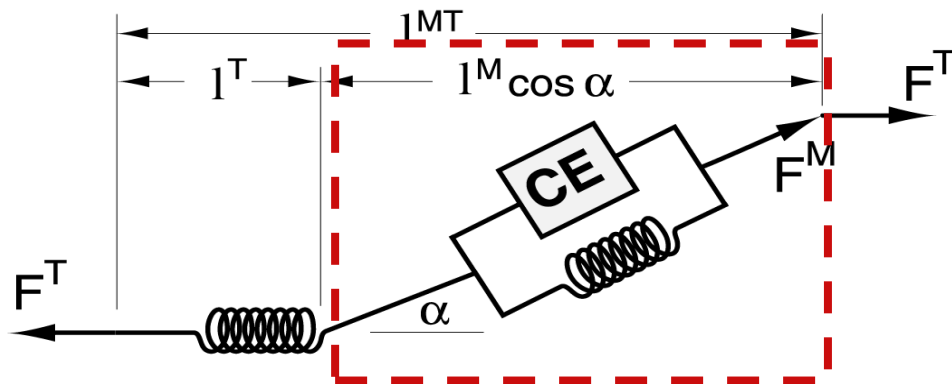
Le muscle est un actionneur complexe:

Il produit un **effort passif** indépendant de l'activation mais dépendant de:

- **La longueur des fibres**

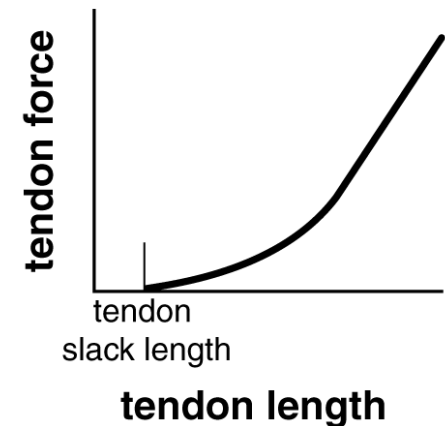


# Modélisation des efforts musculaires dans OpenSim

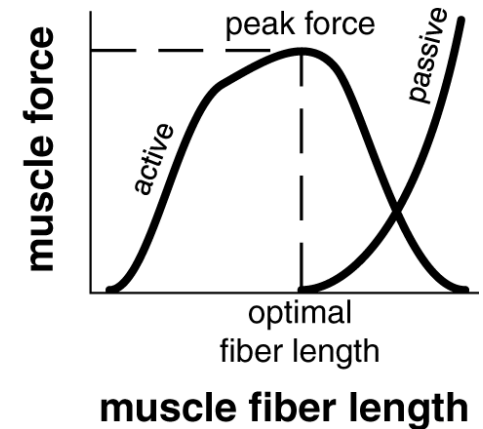
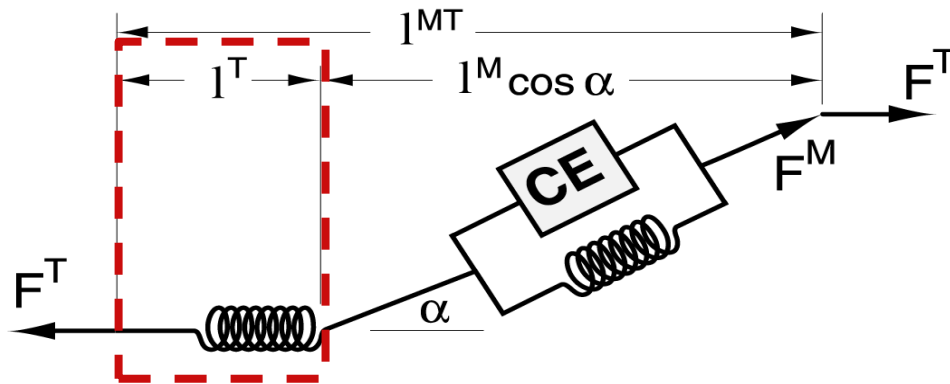


Le muscle est un actionneur complexe:

force **totale** = force **active** + force **passive**

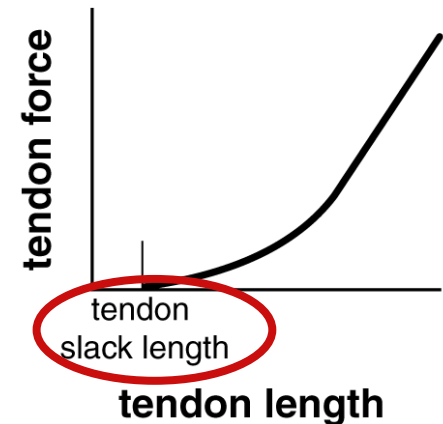


# Modélisation des efforts musculaires dans OpenSim



Le tendon est un élément passif:

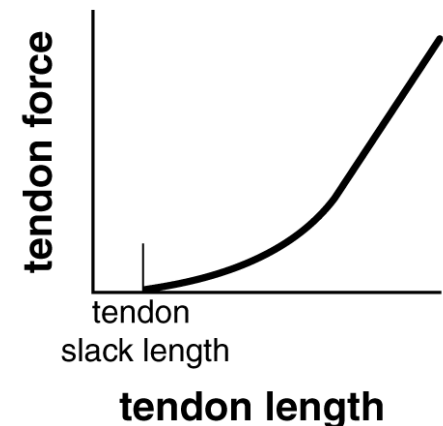
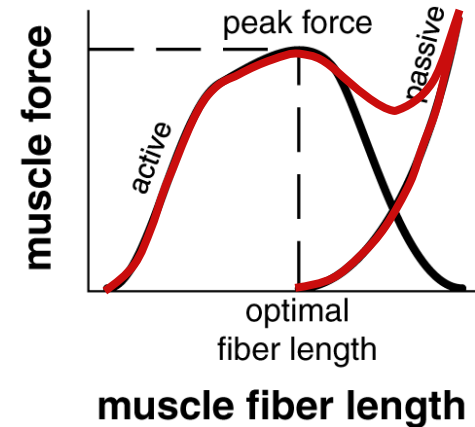
Il transmet les efforts quand il est étiré au-delà de la **slack length**



# Calculer les moments générés par les muscles

moment = bras de levier x effort musculaire

- Quand le muscle est passif (activation = 0%), le moment généré représente la **résistance passive** au mouvement de l'articulation
- Quand le muscle est activé au maximum (activation = 100%), le moment généré résulte d'un **effort isométrique maximal** de contraction



# Graphique des moments passifs et actifs

Avec le modèle à l'échelle:

- Tracer **le moment articulaire passif** (passive joint moment) **du quadriceps**
- Tracer **le moment articulaire actif maximum** (maximum active joint moment) **du quadriceps**

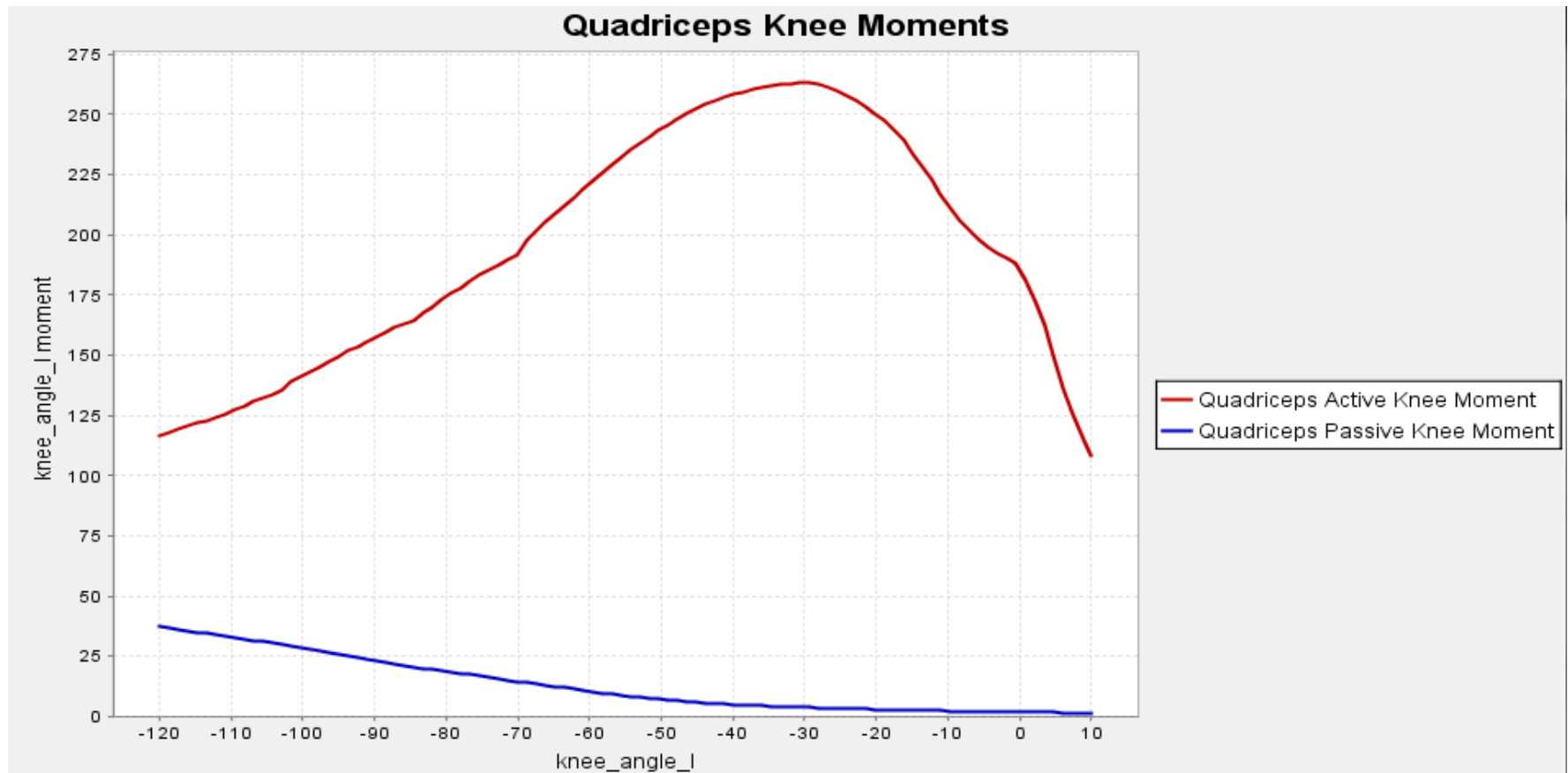
Questions:

- *À partir de quel angle du genou les moments passifs augmentent-ils ?*
- *Comparer les valeurs des moments actifs et passifs maximum.*



# Graphique des moments passifs et actifs

- Utilisation de l'outil graphique

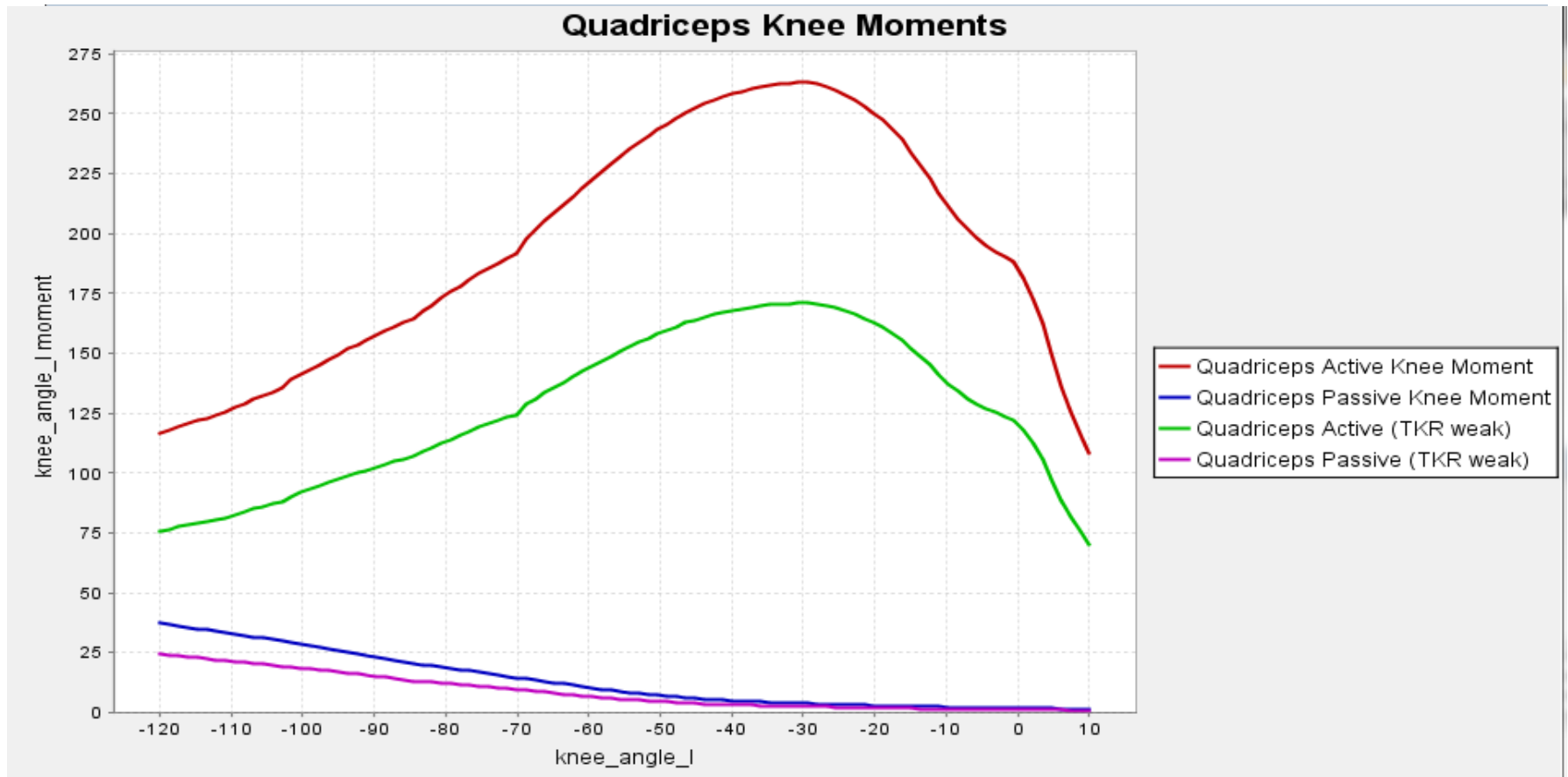


## **Implémenter la faiblesse du quadriceps**

- Réduire de 35% (Marra et al. J Biomech Eng, 2015) la force isométrique maximale du quadriceps du côté de la PTG (gauche):
  - rectus femoris: from 1169 N to 760 N
  - vastus intermedius: from 1365 N to 887 N
  - vastus lateralis: from 1871 N to 1216 N
  - vastus medialis: from 1294 N to 841 N
- Exemple de script pour réduire la force des muscles en utilisant l'API OpenSim fourni
- Quel est l'effet de la PTG sur les moments passifs et actifs des extenseurs du genou?

# Implémenter la faiblesse du quadriceps

- Tracer dans la même fenêtre

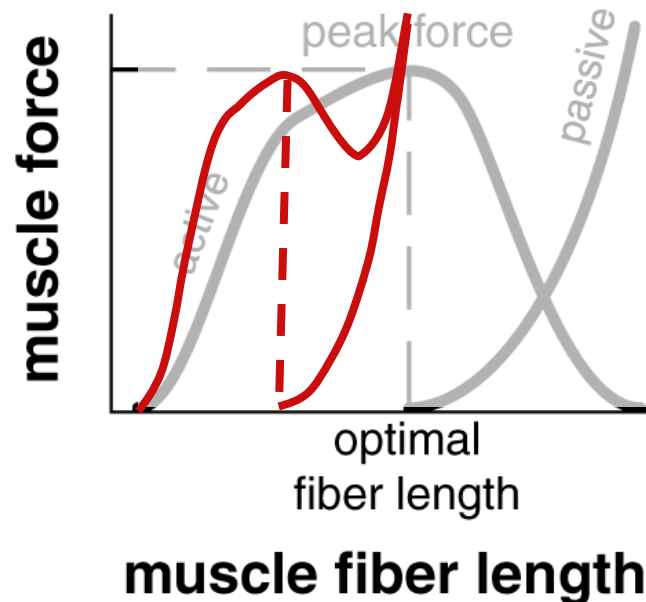


## **Explorer l'outil d'analyse musculaire**

- Qu'arrive-t-il aux moments articulaires passifs si vous réduisez la longueur de fibre optimale?
- Qu'arrive-t-il aux moments articulaires passifs si vous allongez la tendon slack length?

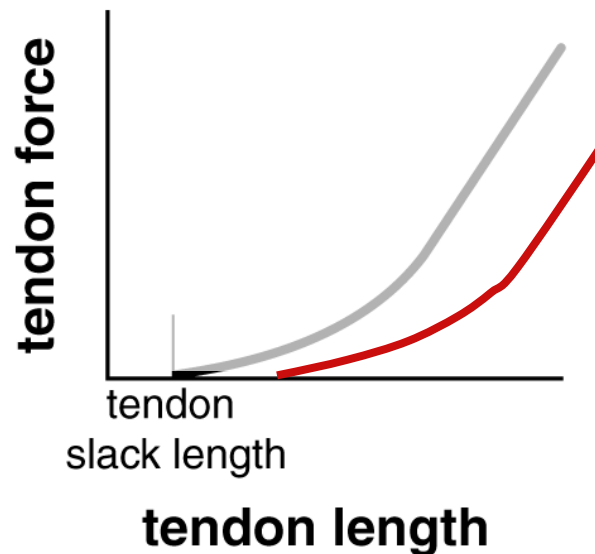
## Réduction de la longueur de fibre optimale

- Les moments articulaires passifs vont augmenter en raison de l'élongation des fibres anormalement courtes.
- Ceci peut être utilisé pour simuler une contracture.



## Allongement de la tendon slack length

- Une tendon slack length plus grande réduira les moments articulaires passifs en permettant au tendon de s'étirer plus pour une même longueur du musculo-tendon.
- Ceci peut être utilisé pour simuler des procédures d'allongement des tendons.



## **Ressources supplémentaires et tutoriels**

- GCMAS 2015 ressources et tutoriels détaillés utilisant des données de CP disponibles ici:  
<https://simtk-confluence.stanford.edu/display/OpenSim/GCMAS+Tutorial+2015>
- Ressources additionnelles, incluant des tutoriels avancés, disponibles ici:  
<https://simtk-confluence.stanford.edu/display/OpenSim/Examples+and+Tutorials>