

**Physique
Générale :
Mécanique**

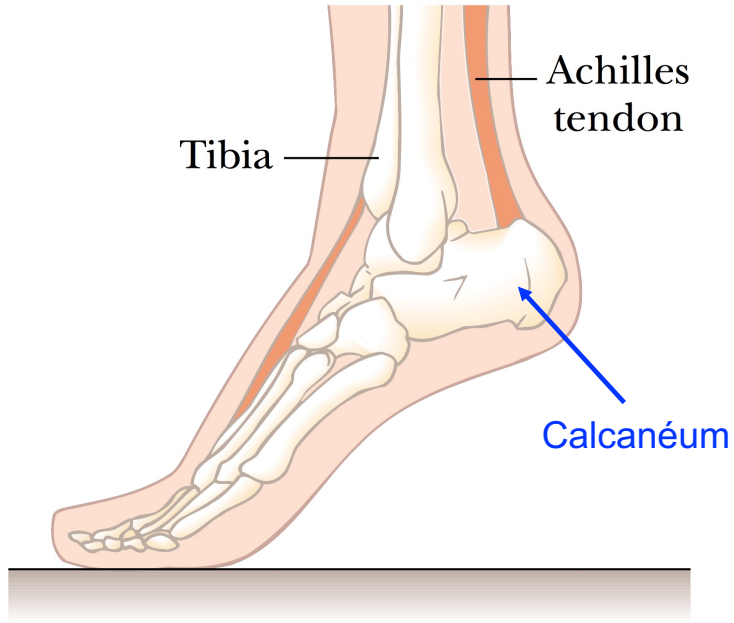
**12.01: Problème
résolu: Statique:
Equilibre sur la
pointe des pieds**

**Sections
SC, GC & SIE , BA1**

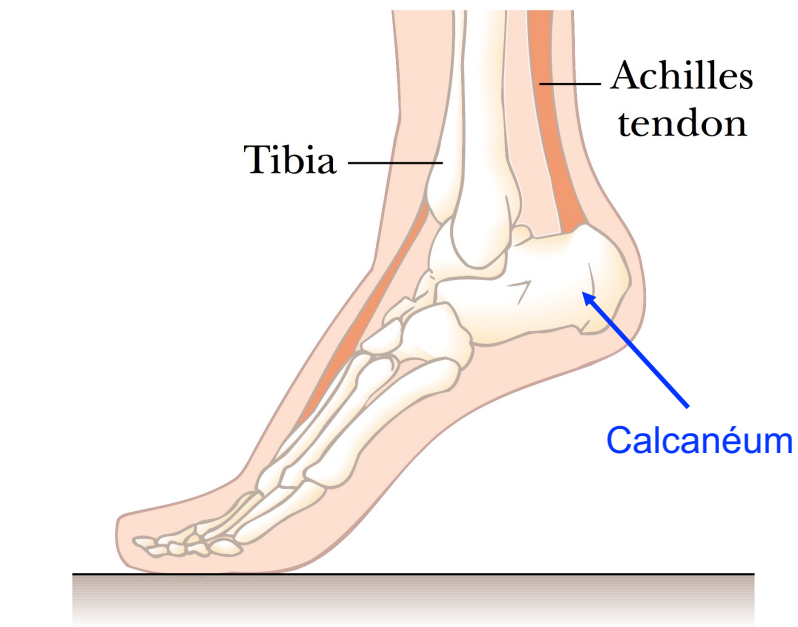
Dr. J.-P. Hogge

Swiss Plasma Center

**École polytechnique
fédérale de
Lausanne**



- Une personne de poids p se tient sur la pointe de pieds.
- Estimer les forces exercées par le tibia et le tendon d'Achille sur le calcanéum.

■ Référentiel:

- Laboratoire

■ Système(s):

- Corps entier
-
- Le pied seul

■ Contraintes:

- Pas de contrainte particulière

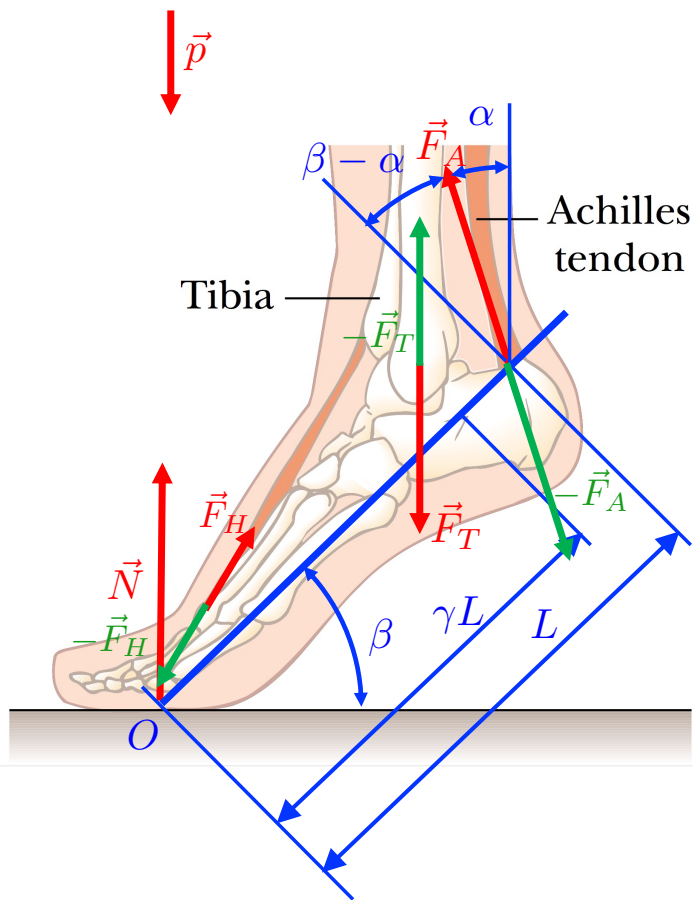
■ Equations utilisables:

- Equations d'équilibre:

$$\sum \vec{F}^{\text{ext}} = 0$$

$$\sum \vec{M}_O^{\text{ext}} = 0$$

- On modélise le pied comme une tige rigide



■ Forces extérieures au syst 'corps':

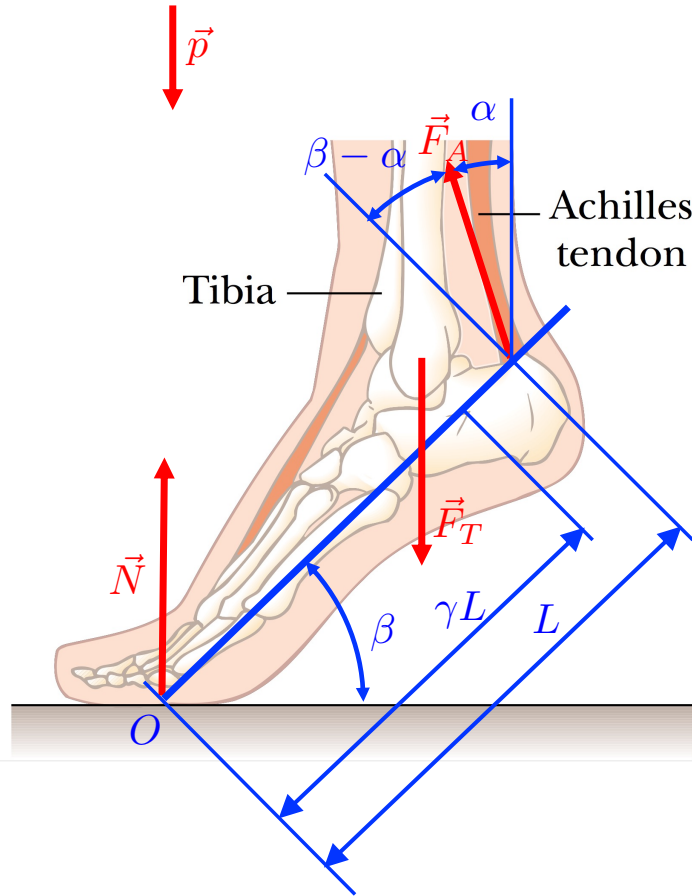
- $\vec{N}$: Force de soutien du sol
- $\vec{p}$: Poids de la personne

■ Forces extérieures au syst. 'pied'

- $\vec{N}$: Force de soutien du sol
- $\vec{F}_T$: Force tibia $\rightarrow$ calcanéum
- $\vec{F}_A$: Force tendon $\rightarrow$ calcanéum
- $(\vec{F}_H : \text{Force tendon} \rightarrow \text{orteils})$

■ On définit encore:

- L Distance entre le point d'appui sur le sol et le point d'attache du tendon
- γL Distance jusqu'au tibia
- α Angle entre le tendon et la verticale
- β Angle d'élévation du pied



- Equation de Newton appliquée au système 'Corps':

$$\sum \vec{F}^{\text{ext}} = M\vec{a}_G = 0$$

$$\vec{p} + \vec{N} = 0$$

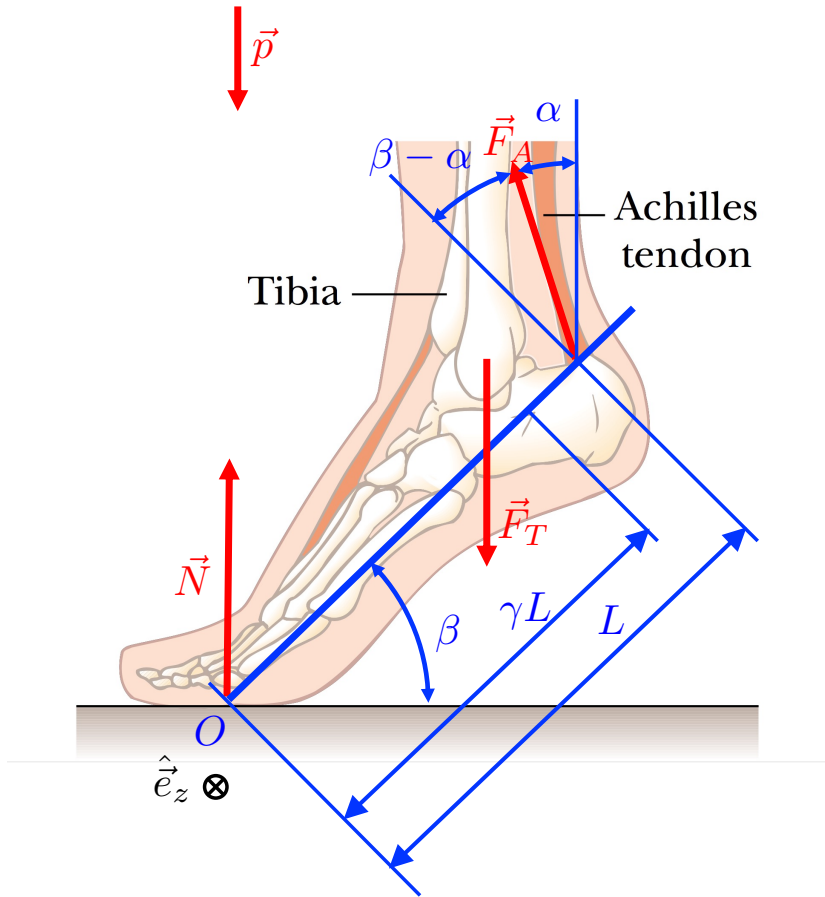
- Equation de Newton appliquée au système 'pied':

$$\vec{N} + \vec{F}_T + \vec{F}_A = 0$$

on projette sur l'axe vertical et on remplace N par p:

$$p + F_A \cos \alpha - F_T = 0$$

$$F_T = F_A \cos \alpha + p$$



- Théorème du moment cinétique appliqué au système 'pied' au point O:

$$\sum \vec{M}_O^{\text{ext}} = 0$$

$$F_T \gamma L \cos \beta \hat{e}_z - F_A L \cos(\beta - \alpha) \hat{e}_z = 0$$

avec $F_T = F_A \cos \alpha + p$

$$F_A = p \frac{\gamma \cos \beta}{\cos(\alpha - \beta) - \gamma \cos \alpha \cos \beta}$$

- Application:

$$\beta = 35^\circ, \alpha = 7^\circ, \gamma = 0.8$$

$$F_A \simeq 2.82 p$$

$$F_T \simeq 3.8 p$$