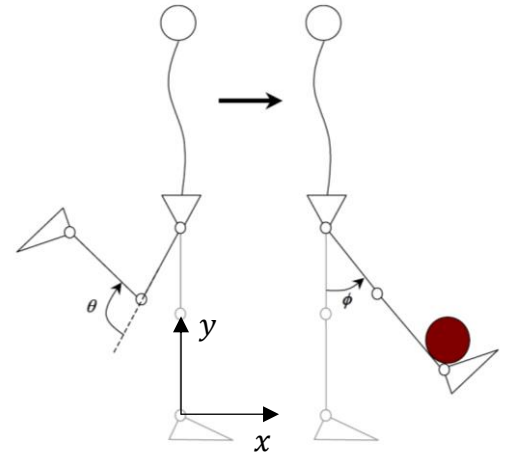


TD 5 : Energie mécanique lors d'un tir en football

Lors d'une frappe au football, l'ensemble de la chaîne cinématique du membre inférieur (cuisse, jambe, pied) est mobilisée de manière coordonnée.

Les données cinématiques des segments « cuisse » et « jambe+pied » d'un sujet de 1,80 m et 80 kg sont données en fonction du temps, exprimées dans un repère orthonormé lié au sol.

Les vitesses angulaires sont en $^{\circ}/s$; les positions du centre de gravité (CG) en m ; la vitesse du CG en m/s.



| temps (s) | Vitesse angulaire | | CG Cuisse | | CG Jambe | | Vitesse CG | |
|-----------|-------------------|-------|-----------|-------|----------|-------|------------|-------|
| | Hanche | Genou | x | y | x | y | Cuisse | Jambe |
| 0.000 | 0 | 0 | -0.049 | 0.770 | -0.401 | 0.694 | 0.000 | 0.000 |
| 0.025 | 36 | 0 | -0.048 | 0.769 | -0.399 | 0.693 | 0.040 | 0.090 |
| 0.050 | 139 | 0 | -0.042 | 0.768 | -0.383 | 0.689 | 0.275 | 0.621 |
| 0.075 | 287 | 0 | -0.024 | 0.765 | -0.343 | 0.682 | 0.703 | 1.603 |
| 0.100 | 430 | 0 | 0.006 | 0.763 | -0.274 | 0.679 | 1.203 | 2.775 |
| 0.125 | 506 | 222 | 0.045 | 0.768 | -0.188 | 0.681 | 1.583 | 3.420 |
| 0.150 | 478 | 794 | 0.084 | 0.782 | -0.124 | 0.649 | 1.667 | 2.625 |
| 0.175 | 362 | 1328 | 0.114 | 0.801 | -0.061 | 0.536 | 1.415 | 2.644 |
| 0.200 | 216 | 1324 | 0.133 | 0.816 | 0.075 | 0.399 | 0.961 | 5.488 |
| 0.225 | 100 | 798 | 0.141 | 0.826 | 0.230 | 0.341 | 0.513 | 6.182 |
| 0.250 | 35 | 277 | 0.145 | 0.830 | 0.311 | 0.337 | 0.212 | 3.255 |

On donne aussi les données anthropométriques pour ces 2 segments.

| | | | | Pos. CG / Longueur segm. | | |
|------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------------|--------------------------|---------|------------------------------------|
| | Definition | Masse segment / Masse totale | Longueur segment / Longueur totale | Proximale | Distale | Rayon de giration/Longueur segment |
| Cuisse | Gd troch. / condyle fém. | 0,1 | 0,245 | 0,433 | 0,567 | 0,323 |
| Jambe+pied | Condyle fém. / malléole | 0,061 | 0,285 | 0,606 | 0,394 | 0,416 |

1. Déterminer la masse, le rayon de giration et le moment d'inertie des 2 segments.
2. En déduire les valeurs d'énergie potentielle, d'énergie cinétique de rotation et d'énergie cinétique de translation au centre de masse des segments, à $t=0,1$ s et $t=0,2$ s.

Attention : la vitesse angulaire de rotation de la jambe par rapport au repère de l'étude n'est pas directement égale à la valeur donnée dans la colonne 2 !

3. Calculer l'énergie mécanique totale des 2 segments pour ces deux instants.
4. Comment interpréter les variations d'énergie mécanique au cours du tir ?

| | | t=0,1 s | t=0,2 s |
|-----------------|-------|---------|---------|
| Cuisse | E_p | | |
| | E_c | | |
| | E_m | | |
| Jambe + pied | E_p | | |
| | E_c | | |
| | E_m | | |