

td	td ST 4.1	TSI1 (Période 4)
	Modèle local d'une action mécanique	45 min
	Cycle 9 : Statique	5 semaines

ANALYSER Isoler un système et justifier l'isolement.
ANALYSER Justifier le choix d'un matériau et/ou d'un procédé.
MODELISER Caractériser les grandeurs associées utiles à la modélisation.
MODELISER Proposer une modélisation des liaisons avec leurs caractéristiques géométriques.
MODELISER Modéliser une action mécanique.
RESOUDRE Déterminer les actions mécaniques en statique.
CONCEVOIR Dimensionner un composant des chaînes fonctionnelles.

Rédigé à partir du Concours CCP TSI 2006

La figure 1 ci-après présente la décomposition du cycle de la marche humaine. Elle est à la base de la modélisation qui a pour but de la reproduire sur le robot. Dans la suite du sujet, nous nous intéresserons exclusivement à la phase de poussée qui est repérée sur la figure.

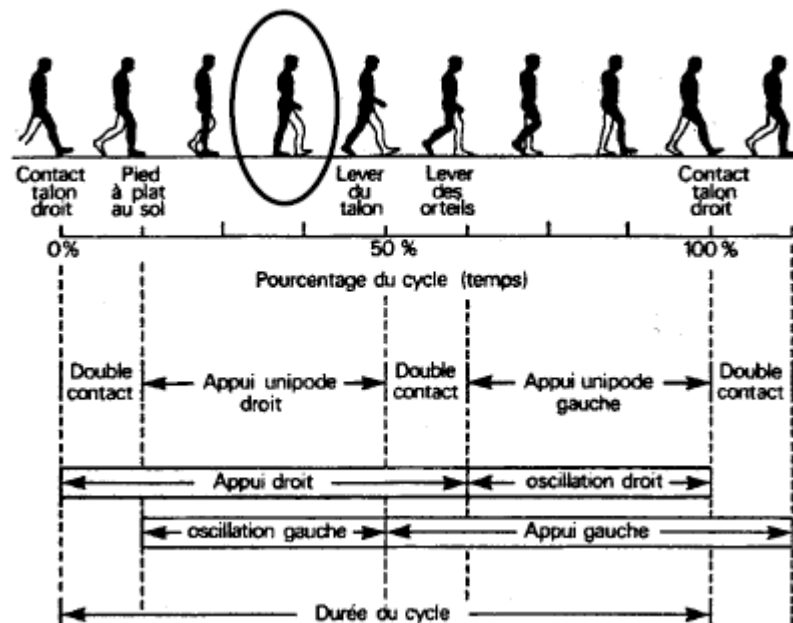


Figure 1 - Le cycle de marche

Durant cette phase :

- dans un premier temps une jambe se déplace jusqu'à ce que son pied quitte le contact avec le sol ;
- ensuite la deuxième jambe fléchit ;
- sous l'effet de ces deux mouvements, le centre de gravité du robot, initialement à la verticale des deux pieds, se déplace ;
- lorsque la verticale du centre de gravité du robot ne rencontre plus la surface de contact du pied, le robot est déséquilibré et prêt à basculer autour de l'extrémité avant du pied ;
- il en résulte un mouvement de rotation du robot autour de l'extrémité avant du pied, jusqu'à ce que le deuxième pied entre à nouveau en contact avec le sol et que l'équilibre soit à nouveau rétabli.

Cette dernière phase est symbolisée dans la figure 2 suivante.

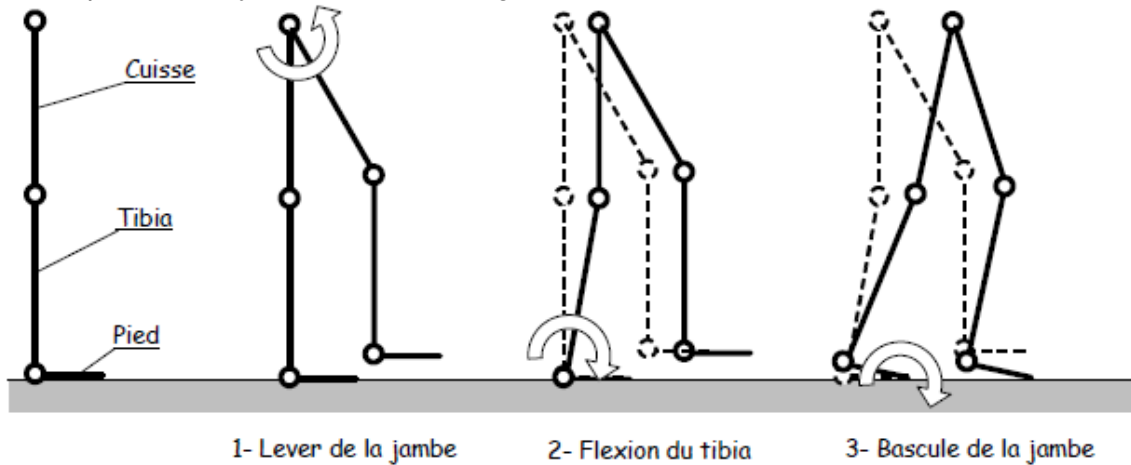


Figure 2 - Modèle cinématique

On assimile le robot à un assemblage plan de 7 segments indéformables (voir figure 3):

- deux « pieds » : 5 (O_2A) et 6 (O_6B), chacun considéré comme une plaque homogène, de longueur $2a = 90$ mm, de masse $m = 0,15$ kg ;
- deux « tibias » : 1 (O_2O_3) et 4 (O_6O_5), chacun considéré comme une tige homogène, de longueur $2L = 220$ mm, de masse $M = 2$ kg ;
- deux « cuisses » : 2 (O_3O_4) et 3 (O_5O_4), identiques aux deux tibias ;
- un « tronc » réduit : 7, assimilé à une masse ponctuelle $p = 0,6$ kg, concentré au point O_4 .

Ces segments sont articulés entre eux par des liaisons pivots d'axes parallèles à y .

Ils se déplacent les uns par rapport aux autres grâce à des actionneurs non représentés sur le schéma.

La figure 3 suivante représente le robot dans une position intermédiaire caractérisée par les deux angles α et β :

α = rotation d'axe (O_2, y), du tibia 1 par rapport à la verticale z ,

β = rotation d'axe (O_4, y), de la cuisse 3 par rapport à la verticale z .

Données :

- $\overline{O_2A} = \overline{O_6B} = 2a.\vec{x}$
- $\overline{O_3O_4} = \overline{O_6O_5} = 2L.\vec{z}$
- $\overline{O_2O_3} = 2L.\vec{z}_1$
- $\overline{O_4O_5} = 2L.\vec{z}_2$
- Masse de chacun des segments 1, 2, 3 et 4 :
 $M = 2$ kg
- Masse de chacun des pieds 5 et 6 : $m = 0,15$ kg
- Masse du tronc, concentrée en O_4 : $p = 0,6$ kg

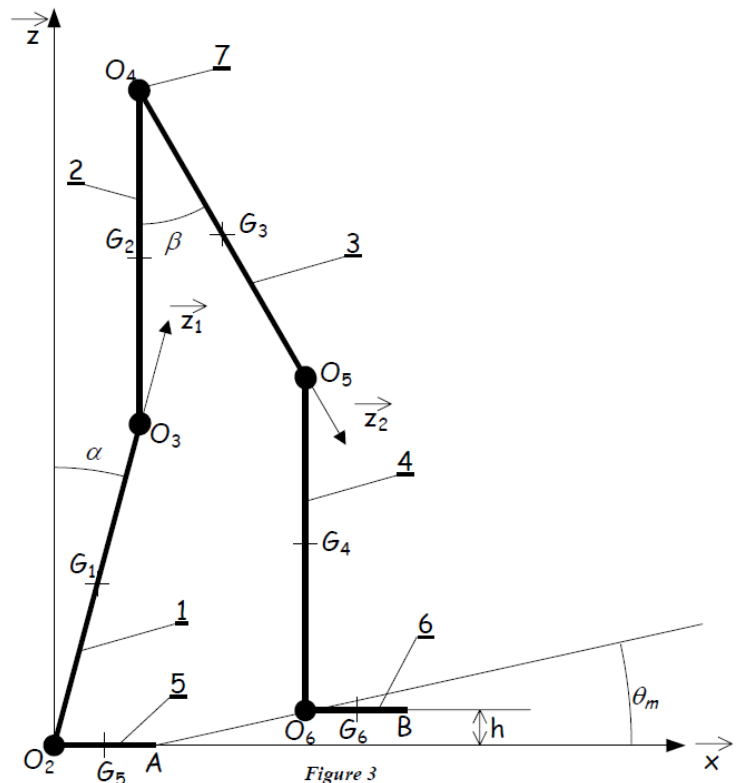


Figure 3

TRAVAIL DEMANDÉ

- 1) L'action du sol sur le pied 5 est assimilée à un glisseur appliqué en un point I, d'abscisse x , compris entre O_2 et A. Soit x_G l'abscisse du centre de gravité G du système articulé. Justifier que l'on doit avoir nécessairement $x = x_G$ pour que le robot, soumis à 2 forces, soit en équilibre.

- 2) Quelle est la valeur maximale que peut prendre x ?

- 3) Exprimer littéralement la coordonnée x_G du centre de gravité G du système articulé, en fonction de a , L , α , β , m , p et M .

L'analyse de la marche humaine permet d'évaluer la valeur moyenne de β .

On donne $\beta = -30^\circ$, $2a = 90$ mm, $2L = 220$ mm.

- 4) Exprimer x_G en fonction de α uniquement (on projetera la fermeture géométrique $AO_2O_3O_4O_5O_6$ sur z puis sur x).

- 5) Dédire des questions précédentes la valeur maximale de α .
Calculer la hauteur h du pied 6.
Calculer l'angle θ_m qui correspond à la rotation maximale du robot autour du point A.