

## Examen de fin du premier semestre Systèmes Techniques Automatisés

Partie Mécanique des solides indéformables  
Sections : M.P.2 & P.C.2

N.B : Cette partie doit être traitée sur une feuille séparée

### Étude d'un Mécanisme de levage

Le mécanisme schématisé ci-dessous représente un dispositif de levage constitué d'un vérin de corps (1) et de tige (2) et d'un levier (3) en mouvement par rapport au bâti (0). La translation de la tige vérin (2) provoque le basculement du levier (3) et la montée de la charge située au point  $C$ .

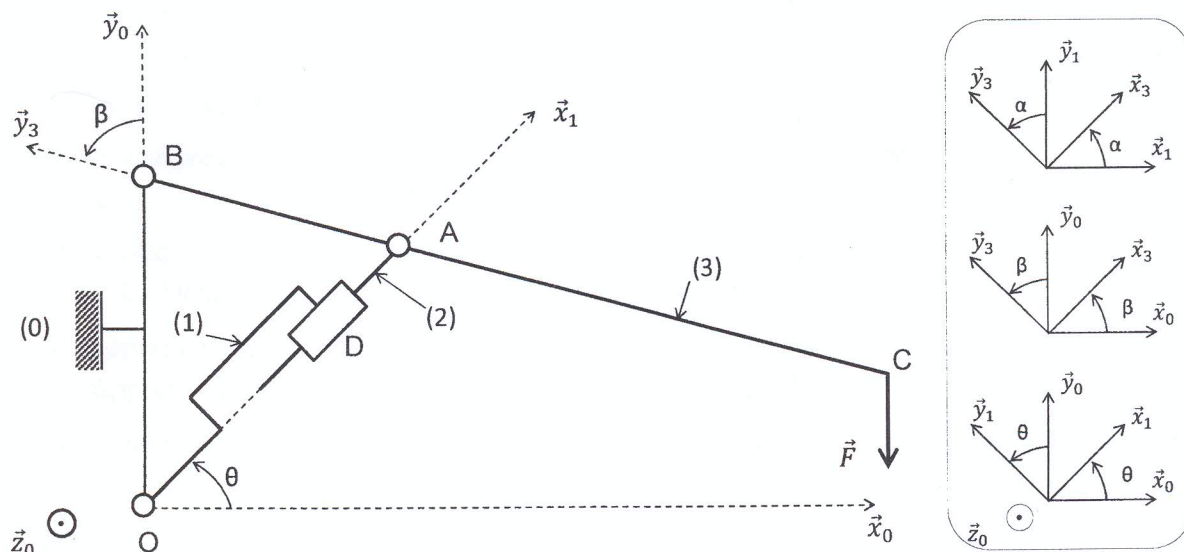


FIGURE 1 – Schémas cinématique minimal du dispositif de levage

On propose le paramétrage suivant :

- Le repère  $R_0(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$  lié au bâti (0) ;
- Le repère  $R_1(O, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_0)$  lié au corps du vérin (1), avec  $\theta = (\vec{x}_0, \vec{x}_1) = (\vec{y}_0, \vec{y}_1)$  ;
- Le repère  $R_2(A, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_0)$  lié à la tige du vérin (2) ;
- Le repère  $R_3(B, \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_0)$  lié au levier (3), avec  $\beta = (\vec{x}_0, \vec{x}_3) = (\vec{y}_0, \vec{y}_3)$ .

## Hypothèses

- Le repère  $R_0(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$  lié au bâti (0) est supposé galiléen ;
- Le corps du vérin (1) est de centre d'inertie  $G_1$ , de masse  $m_1$  et de moment principal d'inertie  $I_1$  par rapport à l'axe  $(O, \vec{z}_0)$  ;
- La tige (2) est de masse  $m_2$  de centre de masse  $G_2$  et de moment principal d'inertie  $I_2$  par rapport à l'axe  $(G_2, \vec{z}_0)$  ;
- Le levier (3) est de masse  $m_3$  de centre de masse  $G_3$  et de moment principal d'inertie  $I_3$  par rapport à l'axe  $(B, \vec{z}_0)$  ;
- Toutes les liaisons sont supposée parfaite ;
- On néglige l'action de la pesanteur devant les autres actions mécaniques ;
- L'action du fluide (non représentée) sur la tige du vérin (2) est modélisée par le torseur suivant :

$$\{\tau(fluide \rightarrow 2)\}_{G_2} = \begin{Bmatrix} F_v & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{B_1}$$

- La charge à soulever exerce sur le levier (3) une force  $\vec{F} = -F\vec{y}_0$  appliquée au point  $C$  ;
- On considère le système plan. Le torseur d'action mécanique transmissible par la liaison entre les solides  $(i)$  et  $(j)$  en un point  $M$  sera noté dans une base  $B_k(\vec{x}_k, \vec{y}_k, \vec{z}_k)$  comme suit :

$$\{\tau(i \rightarrow j)\}_M = \begin{Bmatrix} X_{ij} & 0 \\ Y_{ij} & 0 \\ 0 & N_{ij} \end{Bmatrix}_{B_k}$$

On donne :

$$\begin{aligned} \vec{OA} &= (\lambda(t) + d) \vec{x}_1, \vec{AB} = a\vec{y}_3, \vec{OB} = b\vec{y}_0, \vec{CB} = L\vec{y}_3, \vec{OD} = h\vec{x}_1 \\ \vec{OG}_1 &= c\vec{x}_1, \vec{OG}_2 = \lambda(t)\vec{x}_1, \vec{BG}_3 = -e\vec{y}_3 \end{aligned}$$

## Étude cinématique

L'objectif de l'étude cinématique est de déterminer la variation de la vitesse de rotation du levier (3) en fonction de la vitesse d'ouverture de la tige du vérin.

- 1) Déterminer les vecteurs instantanés de rotations  $\vec{\Omega}(1/0)$  et  $\vec{\Omega}(3/0)$ .
- 2) Déterminer le torseur cinématique du mouvement de (2) par rapport à (1) au point A.
- 3) Déterminer par composition de mouvement le vecteur vitesse  $\vec{V}(A \in 2/0)$ .
- 4) Déterminer le torseur cinématique du mouvement de (3) par rapport à (0) au point B. En déduire le vecteur vitesse  $\vec{V}(A \in 3/0)$ . L'exprimer dans la base  $B_1$ .
- 5) Déterminer les relations qui relient  $\dot{\beta}$ ,  $\dot{\lambda}$  et  $\dot{\theta}$ .