

Td 5 - CI-4: Prévoir et supprimer les contraintes de montage d'un système.

Théorie des mécanismes

LYCÉE CARNOT (DIJON), 2013 - 2014

Germain Gondor

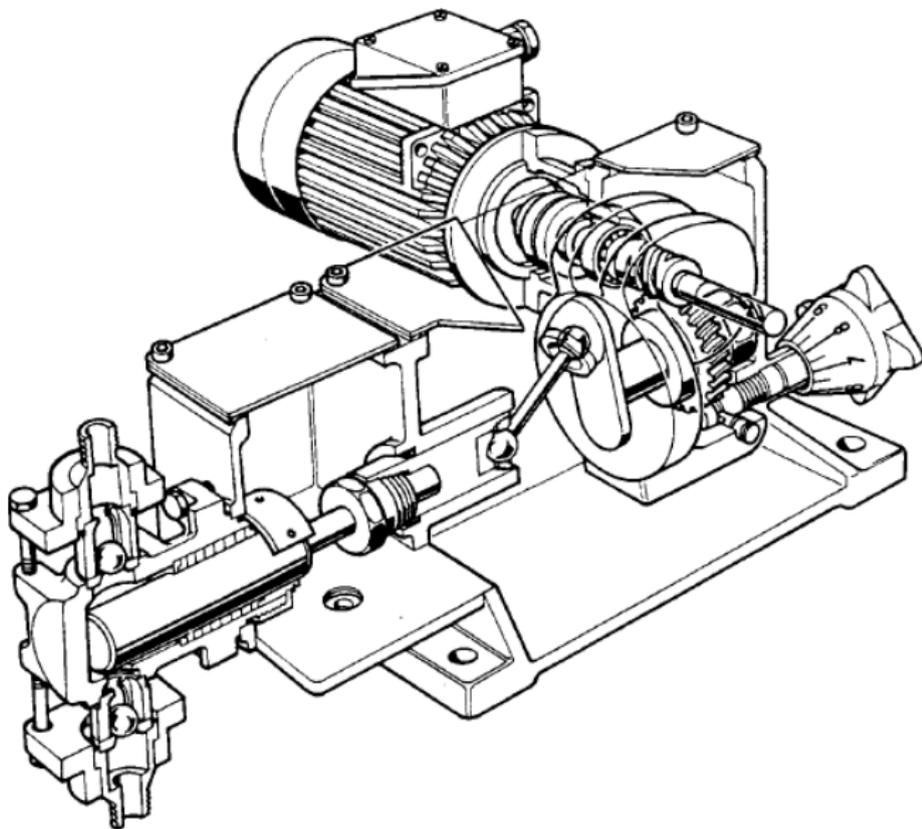
Sommaire

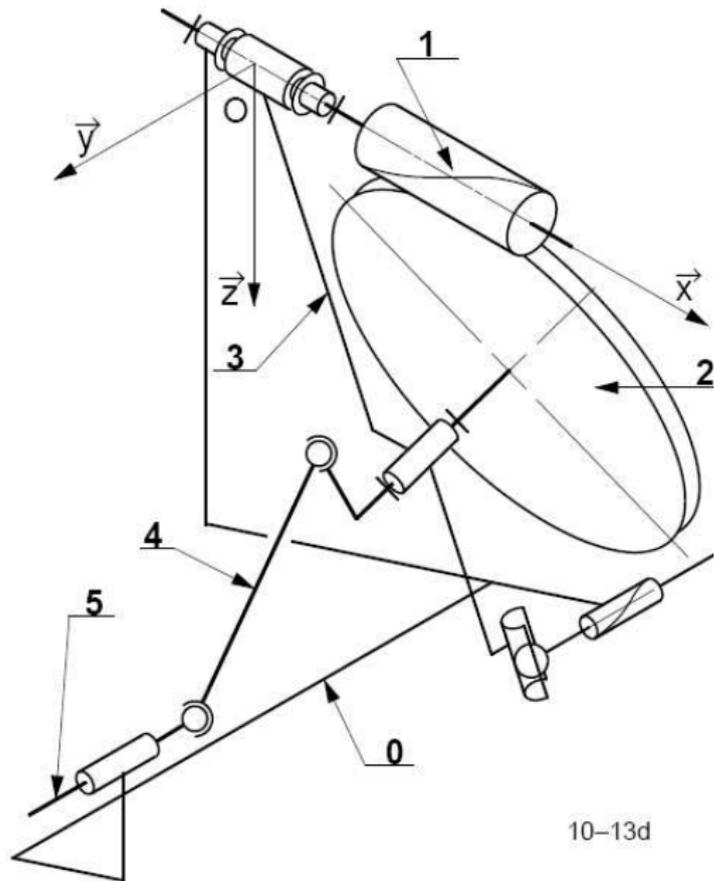
- 1 Pompe Dosapro
- 2 Correction de tilt d'une optique adaptative
- 3 Mécanisme à barre
- 4 Épandeur
- 5 Plateforme Stewart
- 6 Étude du poste de déroulement de la ligne LG37

Sommaire

- 1 Pompe Dosapro
- 2 Correction de tilt d'une optique adaptative
- 3 Mécanisme à barre
- 4 Épandeur
- 5 Plateforme Stewart
- 6 Étude du poste de déroulement de la ligne LG37

Pompe Dosapro





10-13d

- Q - 1 :** *Déterminer le nombre cyclomatique ν du mécanisme.*
- Q - 2 :** *A partir d'une analyse des mobilités utiles et internes, déterminer le degré de mobilité cinématique du mécanisme.*
- Q - 3 :** *Déterminer degré d'hyperstatisme du mécanisme.*

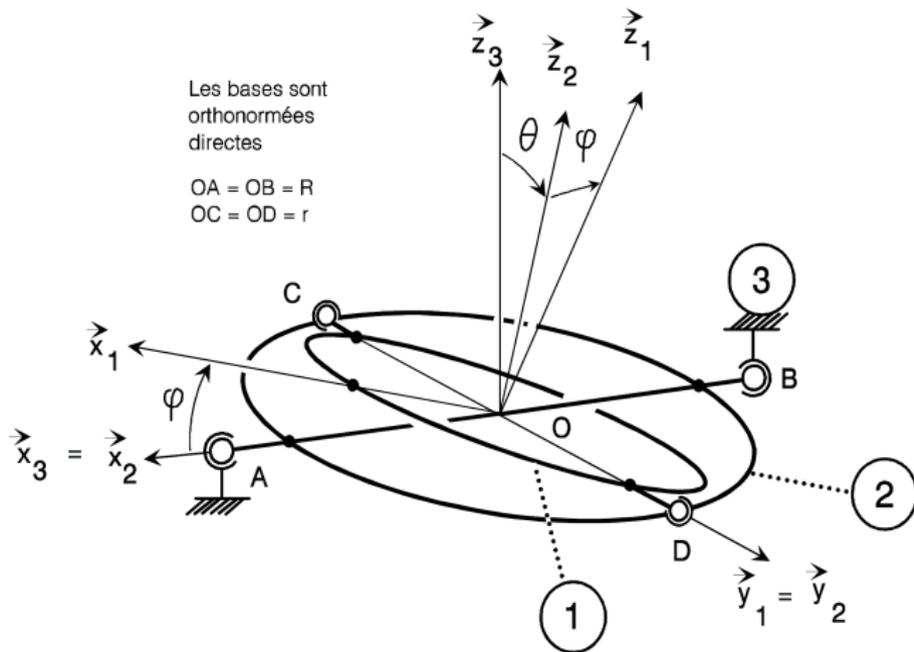
Sommaire

- 1 Pompe Dosapro
- 2 Correction de tilt d'une optique adaptative
- 3 Mécanisme à barre
- 4 Épandeur
- 5 Plateforme Stewart
- 6 Étude du poste de déroulement de la ligne LG37

Lors de l'étude de la partie opérative, la première préoccupation est de contrôler la capacité mécanique de la monture du miroir à corriger les tilts.

On s'intéresse donc aux liaisons entre la monture et le bâti.





Les liaisons réelles définies dans le dossier technique ont été modélisées par des liaisons normalisées.

Q - 1 : *Construire le graphe des liaisons.*

Q - 2 : *Déterminer les liaisons équivalentes $\mathcal{L}_{1/2}$, $\mathcal{L}_{2/3}$ et $\mathcal{L}_{1/3}$.*

Q - 3 : *Déterminer les degrés de mobilités internes et utiles.*

Q - 4 : *Déterminer le degré d'hyperstatisme du système.*

Q - 5 : *Quel est l'intérêt de ce degré d'hyperstatisme.*

Sommaire

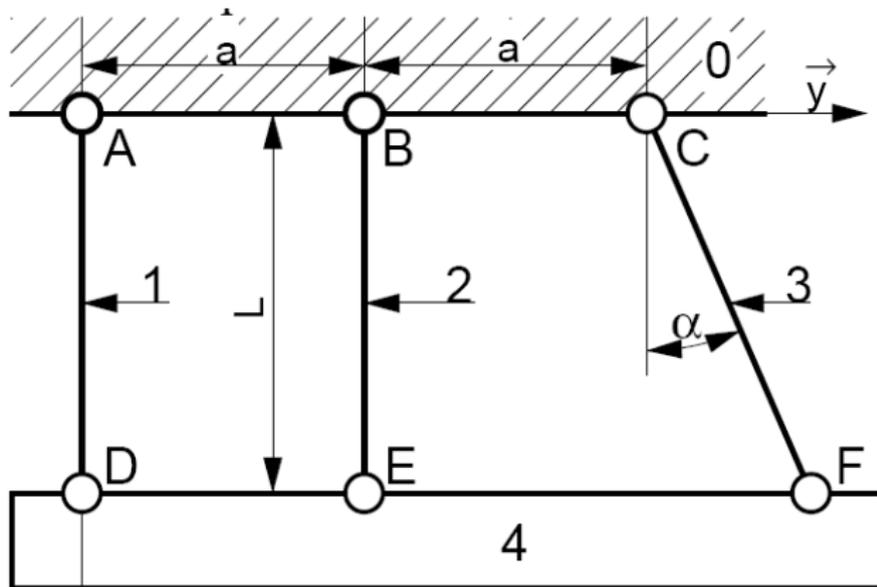
- 1 Pompe Dosapro
- 2 Correction de tilt d'une optique adaptative
- 3 Mécanisme à barre
 - Présentation
 - Cas des liaisons pivot
 - Cas des liaisons rotules
- 4 Épandeur
- 5 Plateforme Stewart
- 6 Étude du poste de déroulement de la ligne LG37

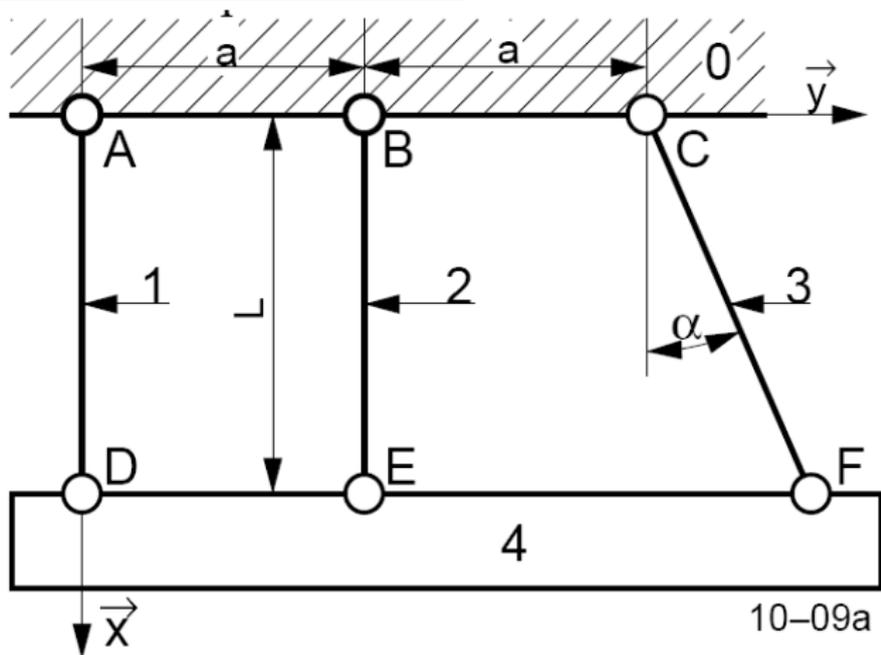
Mécanisme à barre

Q - 1 : Construire le graphe de structure

Q - 2 : Déterminer le degré d'hyperstatisme

Faire l'étude avec des liaisons pivots puis avec des liaisons rotules.





$$\left. \begin{array}{l} N_L = 6 \\ p = 5 \end{array} \right\} \Rightarrow v = N_L - p + 1 = 2 \Rightarrow E_C = 6.v = 12$$

Le mécanisme ne possède pas de mobilité interne et lorsque $\alpha \neq 0$, le mécanisme est bloqué. Il en résulte que la mobilité cinématique est de 1 si $\alpha = 0$ et 0 sinon.

$$l_c = 6 \quad \text{donc} \quad h = m_c + E_c - l_c = \begin{cases} 7 & \text{si } \alpha=0 \\ 6 & \text{si } \alpha \neq 0 \end{cases}$$

Les degrés d'hyperstatismes sont liés au parallélismes des 6 barres (donc 5 degrés d'hyperstatisme) et à la longueur de la troisième barre. De plus, dans le cas où une mobilité cinématique est souhaitée, il faut de plus que l'angle α soit nul.

Déterminons le rang du systèmes d'équations cinématiques pour connaître le degré d'hyperstatisme et la mobilité cinématique. Construisons donc la fermeture cinématique (0-2-4-1-0) et (0-4-3-2-0).

$$\left\{ \mathcal{V}'_{1/0} \right\}_A = \begin{Bmatrix} \omega_{10} \cdot \vec{Z} \\ \vec{0} \end{Bmatrix} \quad \left\{ \mathcal{V}'_{2/0} \right\}_B = \begin{Bmatrix} \omega_{20} \cdot \vec{Z} \\ \vec{0} \end{Bmatrix} \quad \left\{ \mathcal{V}'_{3/0} \right\}_C = \begin{Bmatrix} \omega_{30} \cdot \vec{Z} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$$

$$\left\{ \mathcal{V}'_{4/1} \right\}_D = \begin{Bmatrix} \omega_{41} \cdot \vec{Z} \\ \vec{0} \end{Bmatrix} \quad \left\{ \mathcal{V}'_{4/2} \right\}_E = \begin{Bmatrix} \omega_{42} \cdot \vec{Z} \\ \vec{0} \end{Bmatrix} \quad \left\{ \mathcal{V}'_{4/3} \right\}_F = \begin{Bmatrix} \omega_{43} \cdot \vec{Z} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$$

$$-\left\{ \mathcal{V}'_{2/0} \right\} - \left\{ \mathcal{V}'_{4/2} \right\} + \left\{ \mathcal{V}'_{4/1} \right\} + \left\{ \mathcal{V}'_{1/0} \right\} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

$$-\left\{ \mathcal{V}'_{2/0} \right\} - \left\{ \mathcal{V}'_{4/2} \right\} + \left\{ \mathcal{V}'_{4/3} \right\} + \left\{ \mathcal{V}'_{3/0} \right\} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

Plaçons les deux fermetures au point B

$$\begin{aligned}
 \vec{V}_{(B \in 2/0)} &= \vec{0} \\
 \vec{V}_{(B \in 1/0)} &= \vec{V}_{(A \in 1/0)} + \overrightarrow{BA} \wedge \vec{\Omega}_{(1/0)} = \vec{0} + (-a.\vec{y}) \wedge \omega_{10}\vec{z} = -\omega_{10}.a.\vec{x} \\
 \vec{V}_{(B \in 3/0)} &= \vec{V}_{(C \in 3/0)} + \overrightarrow{BC} \wedge \vec{\Omega}_{(3/0)} = \vec{0} + (a.\vec{y}) \wedge \omega_{30}\vec{z} = \omega_{30}.a.\vec{x} \\
 \vec{V}_{(B \in 4/1)} &= \vec{V}_{(D \in 4/1)} + \overrightarrow{BD} \wedge \vec{\Omega}_{(4/1)} = \vec{0} + (L.\vec{x} - a.\vec{y}) \wedge \omega_{41}\vec{z} \\
 &= -\omega_{41}.(a.\vec{x} + L.\vec{y}) \\
 \vec{V}_{(B \in 4/2)} &= \vec{V}_{(E \in 4/2)} + \overrightarrow{BE} \wedge \vec{\Omega}_{(4/2)} = \vec{0} + (L.\vec{x}) \wedge \omega_{42}\vec{z} = -\omega_{42}.L.\vec{y} \\
 \vec{V}_{(B \in 4/3)} &= \vec{V}_{(F \in 4/3)} + \overrightarrow{BF} \wedge \vec{\Omega}_{(4/3)} = \vec{0} + (L.\vec{x} + (a + L.\tan(\alpha)).\vec{y}) \wedge \omega_{43}\vec{z} \\
 &= \omega_{43}.((a + L.\tan(\alpha)).\vec{x} - L.\vec{y})
 \end{aligned}$$

$$\left\{ \begin{array}{rcccccc} 0 & + & 0 & + & 0 & + & 0 & = & 0 \\ 0 & + & 0 & + & 0 & + & 0 & = & 0 \\ -\omega_{20} & + & (-\omega_{42}) & + & \omega_{41} & + & \omega_{10} & = & 0 \\ 0 & + & 0 & + & -\omega_{41}.a & + & (-\omega_{10}).a & = & 0 \\ 0 & + & (-\omega_{42}).L & + & (-\omega_{41}).L & + & 0 & = & 0 \\ 0 & + & 0 & + & 0 & + & 0 & = & 0 \\ 0 & + & 0 & + & 0 & + & 0 & = & 0 \\ 0 & + & 0 & + & 0 & + & 0 & = & 0 \\ -\omega_{20} & + & (-\omega_{42}) & + & \omega_{43} & + & \omega_{30} & = & 0 \\ 0 & + & 0 & + & \omega_{43}.(a + L.\tan(\alpha)) & + & \omega_{10}.a & = & 0 \\ 0 & + & (-\omega_{42}).L & + & (-\omega_{43}).L & + & 0 & = & 0 \\ 0 & + & 0 & + & 0 & + & 0 & = & 0 \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{llll} -\omega_{20} & -\omega_{42} & +\omega_{41} & +\omega_{10} = 0 \\ 0 & +0 & -\omega_{41}.a & -\omega_{10}.a = 0 \\ 0 & -\omega_{42}.L & -\omega_{41}.L & +0 = 0 \\ -\omega_{20} & -\omega_{42} & +\omega_{43} & +\omega_{30} = 0 \\ 0 & +0 & +\omega_{43}.(a + L.\tan(\alpha)) & +\omega_{10}.a = 0 \\ 0 & -\omega_{42}.L & -\omega_{43}.L & +0 = 0 \end{array} \right.$$

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & a & a & 0 & 0 \\ 0 & L & L & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & a + L \cdot \tan(\alpha) & a \\ 0 & L & 0 & 0 & L & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \omega_{20} \\ \omega_{42} \\ \omega_{41} \\ \omega_{10} \\ \omega_{43} \\ \omega_{30} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Déterminons le rang du système:

$$\begin{aligned}
 \text{rang} \left(\begin{pmatrix} -1 & -1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & a & a & 0 & 0 \\ 0 & L & L & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & a + L \cdot \tan(\alpha) & a \\ 0 & L & 0 & 0 & L & 0 \end{pmatrix} \right) &= \text{rang} \left(\begin{pmatrix} -1 & -1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & a + L \cdot \tan(\alpha) & a \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \right) \\
 \text{rang} \left(\begin{pmatrix} -1 & -1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & a + L \cdot \tan(\alpha) & a \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \right) &= \text{rang} \left(\begin{pmatrix} -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & a + L \cdot \tan(\alpha) & a \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \right) \\
 \text{rang} \left(\begin{pmatrix} -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & L \cdot \tan(\alpha) & a \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \right) &= \text{rang} \left(\begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & L \cdot \tan(\alpha) & a \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \right) \\
 &= 4 + \text{rang} \left(\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ L \cdot \tan(\alpha) & a \end{pmatrix} \right)
 \end{aligned}$$

Dans le cas des liaisons rotules, le nombre d'inconnues cinématiques est porté à 18. La rotation de chacune des barres apporte un degré de mobilité interne. Il en résulte que:

$$m_u = h + I_c - E_c - m_i = h + 18 - 12 - 3 = h + 3 \geq 3$$

Déterminons le rang du systèmes d'équations cinématiques pour connaître le degré d'hyperstatisme et la mobilité cinématique. Construisons la fermeture cinématique (0-2-4-1-0) et (0-4-3-2-0).

$$\left\{ \mathcal{V}'_{1/0} \right\} = \underset{A}{\begin{pmatrix} p_{10} & 0 \\ q_{10} & 0 \\ r_{10} & 0 \end{pmatrix}} \quad \left\{ \mathcal{V}'_{2/0} \right\} = \underset{B}{\begin{pmatrix} p_{20} & 0 \\ q_{20} & 0 \\ r_{20} & 0 \end{pmatrix}} \quad \left\{ \mathcal{V}'_{3/0} \right\} = \underset{C}{\begin{pmatrix} p_{30} & 0 \\ q_{30} & 0 \\ r_{30} & 0 \end{pmatrix}} \underset{B}$$

$$\left\{ \mathcal{V}'_{4/1} \right\} = \underset{D}{\begin{pmatrix} p_{41} & 0 \\ q_{41} & 0 \\ r_{41} & 0 \end{pmatrix}} \quad \left\{ \mathcal{V}'_{4/2} \right\} = \underset{E}{\begin{pmatrix} p_{42} & 0 \\ q_{42} & 0 \\ r_{42} & 0 \end{pmatrix}} \quad \left\{ \mathcal{V}'_{4/3} \right\} = \underset{F}{\begin{pmatrix} p_{43} & 0 \\ q_{43} & 0 \\ r_{43} & 0 \end{pmatrix}} \underset{B}$$

$$-\left\{ \mathcal{V}'_{2/0} \right\} - \left\{ \mathcal{V}'_{4/2} \right\} + \left\{ \mathcal{V}'_{4/1} \right\} + \left\{ \mathcal{V}'_{1/0} \right\} = \left\{ 0 \right\}$$

$$-\left\{ \mathcal{V}'_{2/0} \right\} - \left\{ \mathcal{V}'_{4/2} \right\} + \left\{ \mathcal{V}'_{4/3} \right\} + \left\{ \mathcal{V}'_{3/0} \right\} = \left\{ 0 \right\}$$

Sommaire

- 1 Pompe Dosapro
- 2 Correction de tilt d'une optique adaptative
- 3 Mécanisme à barre
- 4 Épandeur
- 5 Plateforme Stewart
- 6 Étude du poste de déroulement de la ligne LG37

Épandeur

Le schéma cinématique ci-dessous représente un épandeur d'engrais. L'arbre **1** est lié par un double joint de cardan à la prise de force d'un tracteur. En sortie, l'arbre **3**, qui a un mouvement de rotation alternative, porte le distributeur d'engrais situé dans un plan perpendiculaire à (O, \vec{y}_0) .

Définition des repères

$R_0(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ repère lié au bâti **0**

$R_1(A, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ repère lié à la pièce **1** tel que: $\psi = (\vec{y}_0, \vec{y}_1)$ et $\vec{x}_0 = \vec{x}_1$

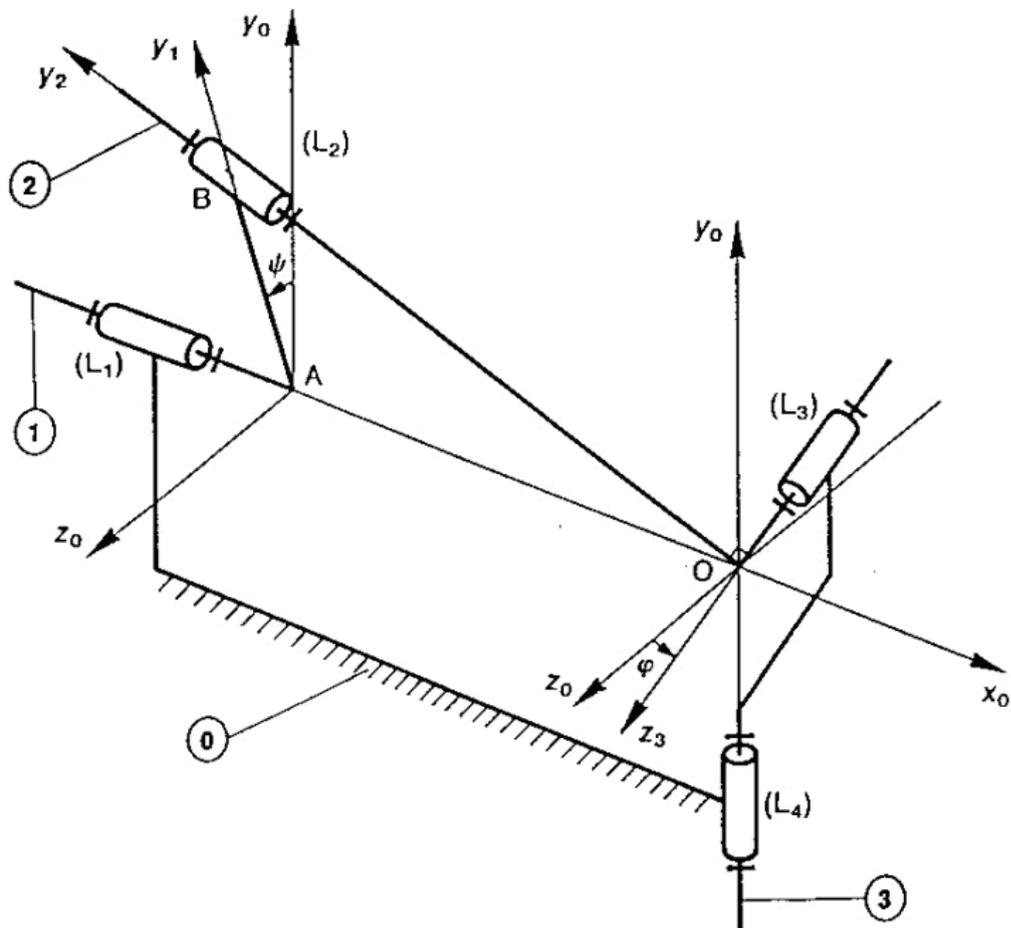
$R_2(O, \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$ repère lié à la pièce **2** tel que: $\alpha = (\vec{z}_3, \vec{z}_2)$ et $\vec{y}_3 = \vec{y}_2$

$R_3(O, \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_3)$ repère lié à la pièce **3** tel que: $\varphi = (\vec{z}_0, \vec{z}_3)$ et $\vec{y}_0 = \vec{y}_3$

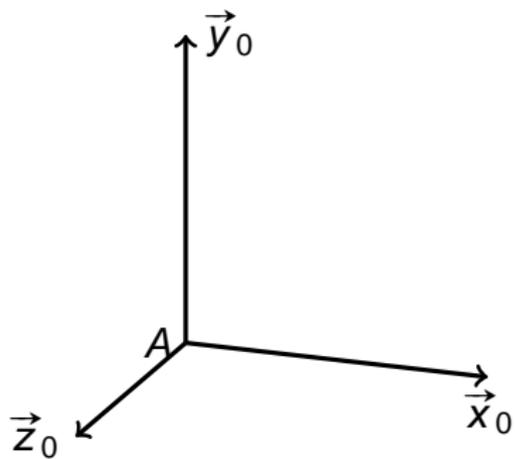
De plus $\vec{y}_2 \cdot \vec{z}_1 = 0$ et $(\vec{y}_1, \vec{y}_2) = \theta$ qui est constant.

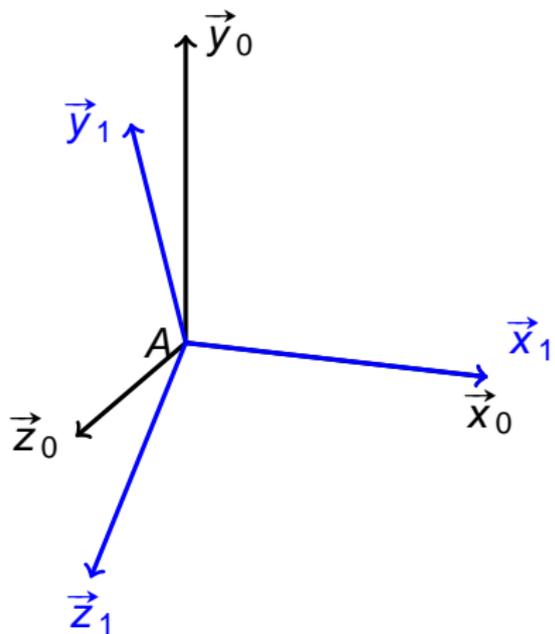
Paramétrage des constantes

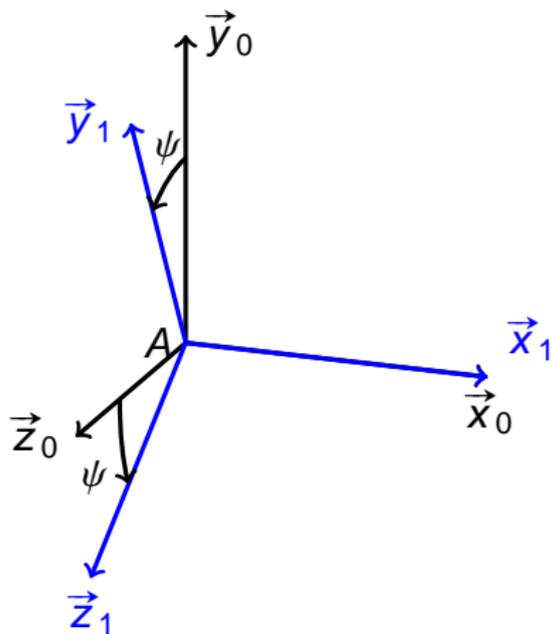
$$\vec{AB} = b \cdot \vec{y}_1 \quad ; \quad \vec{OA} = -a \cdot \vec{x}_0$$

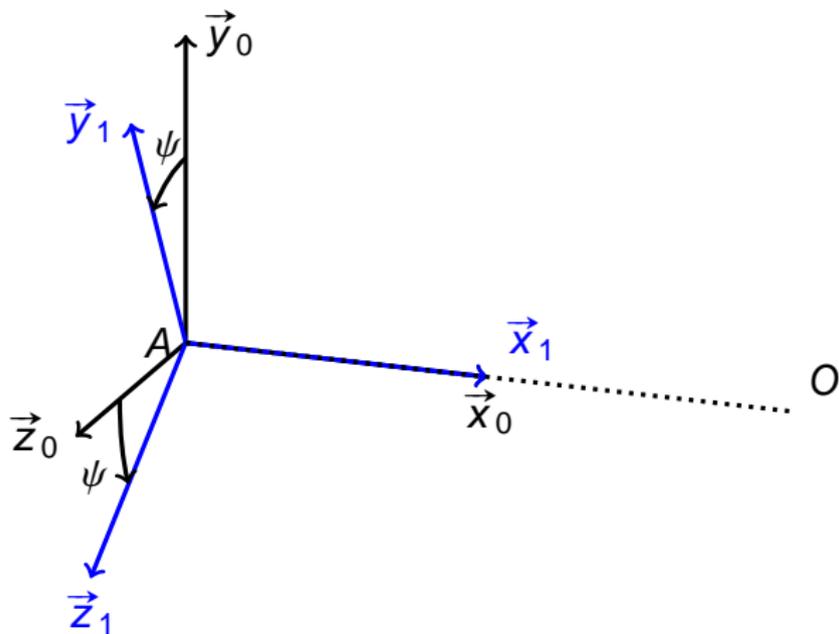


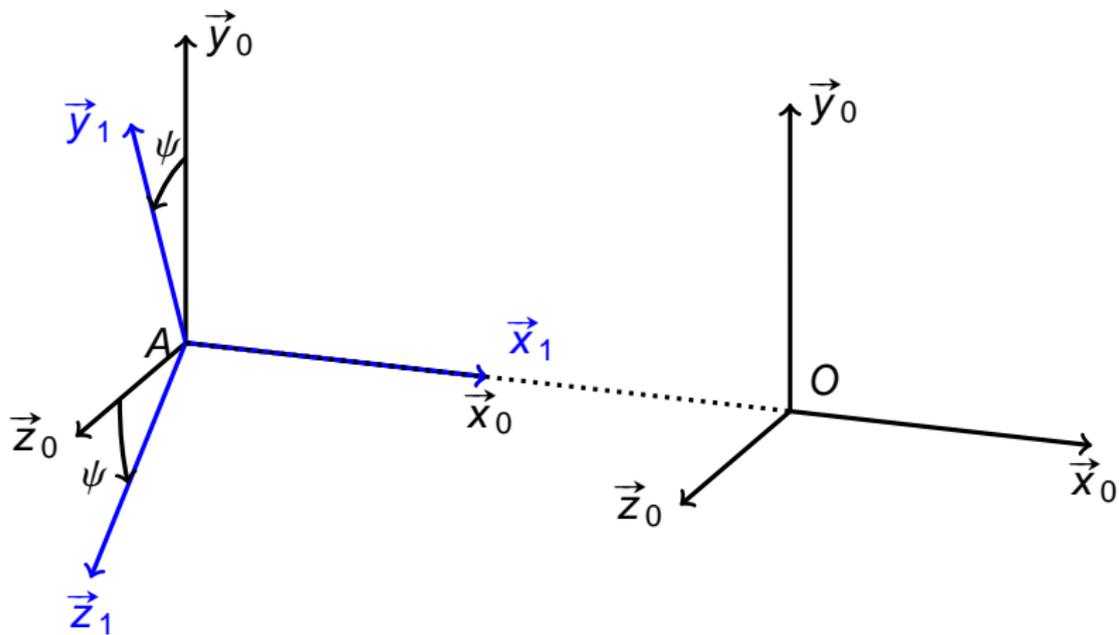
- Q - 1 :** *Déterminer la loi entrée-sortie en écrivant une fermeture cinématique.*
- Q - 2 :** *Retrouver cette loi en écrivant une relation liée à une propriété géométrique du mécanisme.*
- Q - 3 :** *Déterminer le degré d'hyperstatisme.*
- Q - 4 :** *Déterminer la liaison équivalente aux liaisons en série \mathcal{L}_3 et \mathcal{L}_4 entre **0** et **2**.*
- Q - 5 :** *Proposer une modification pour rendre le système isostatique.*

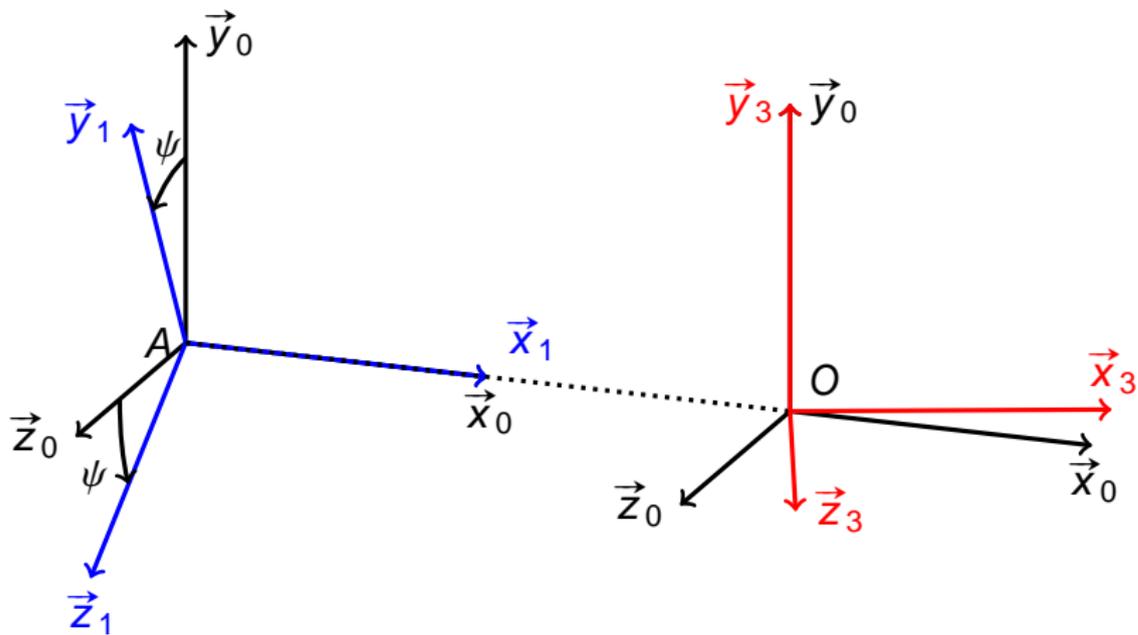


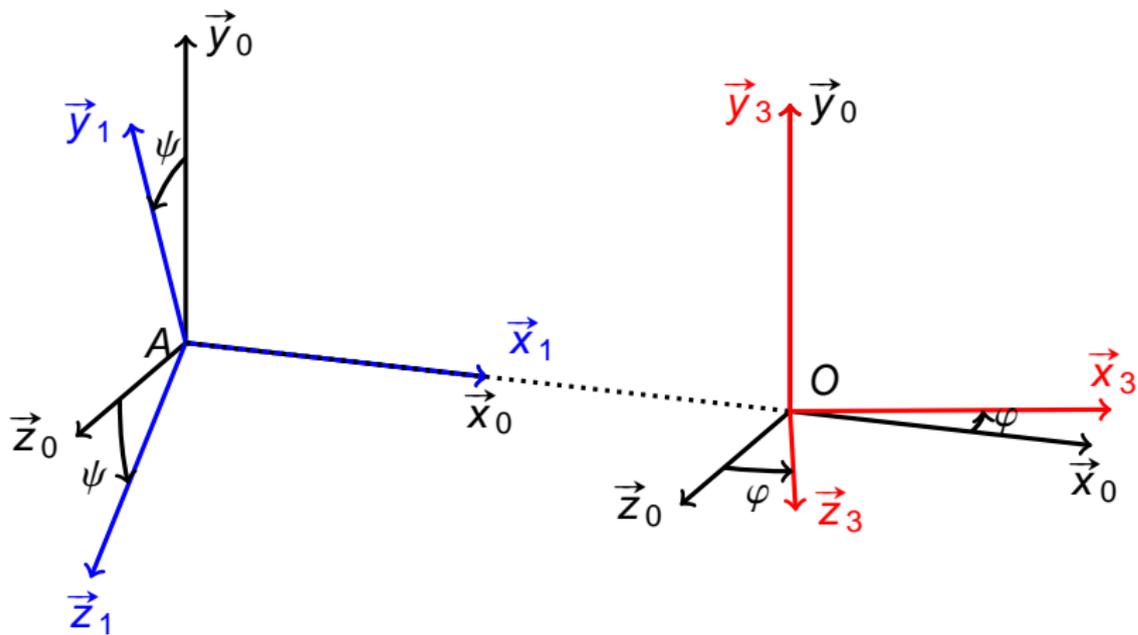


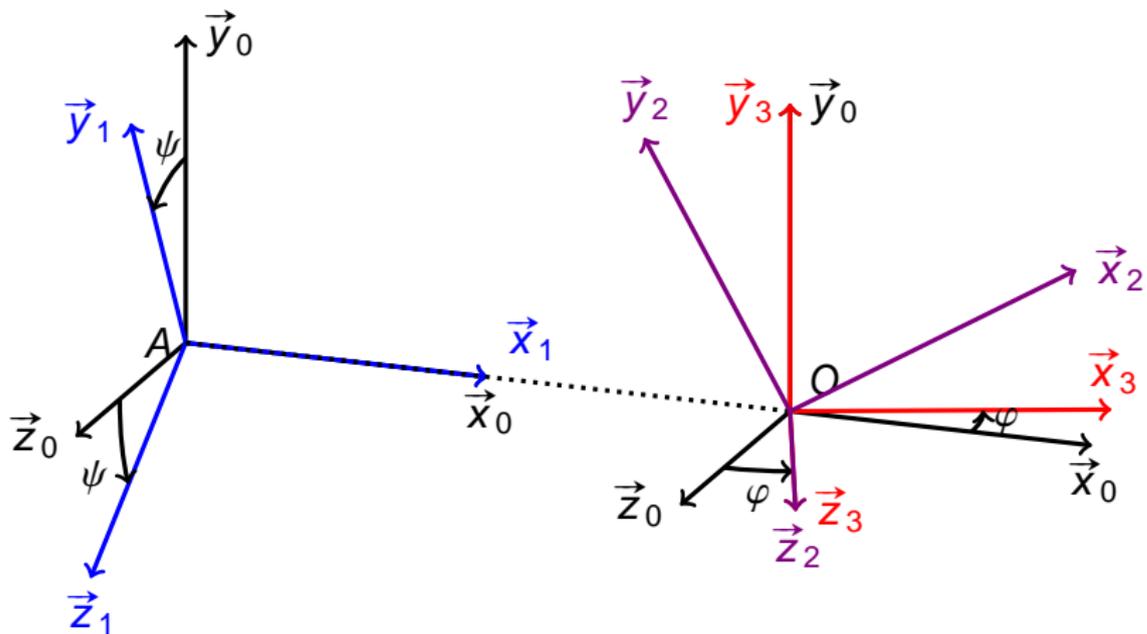


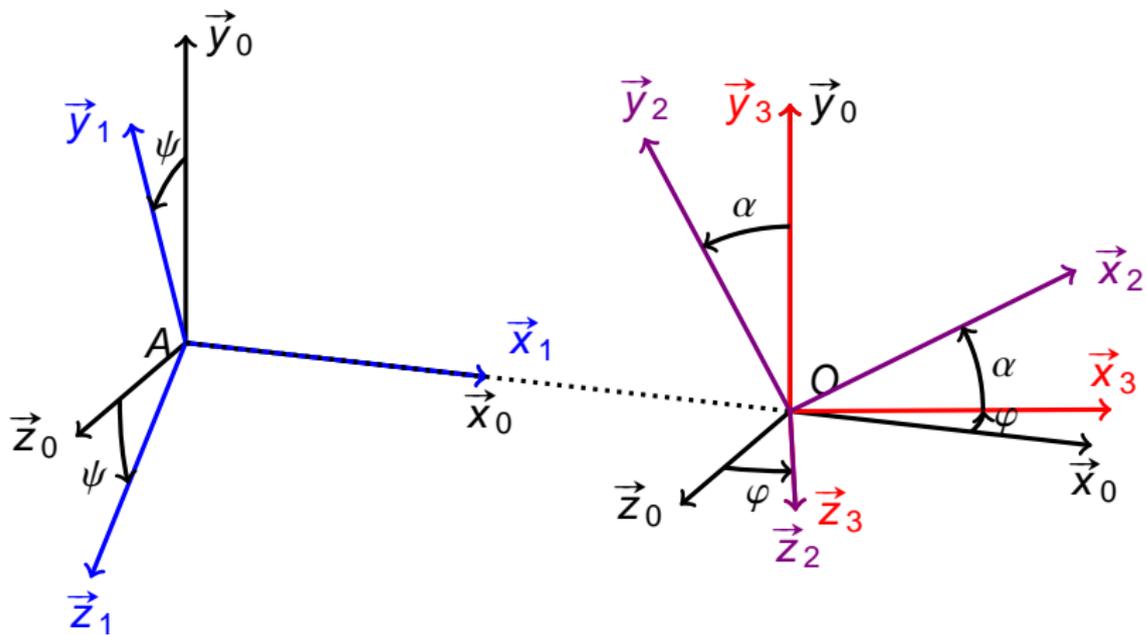


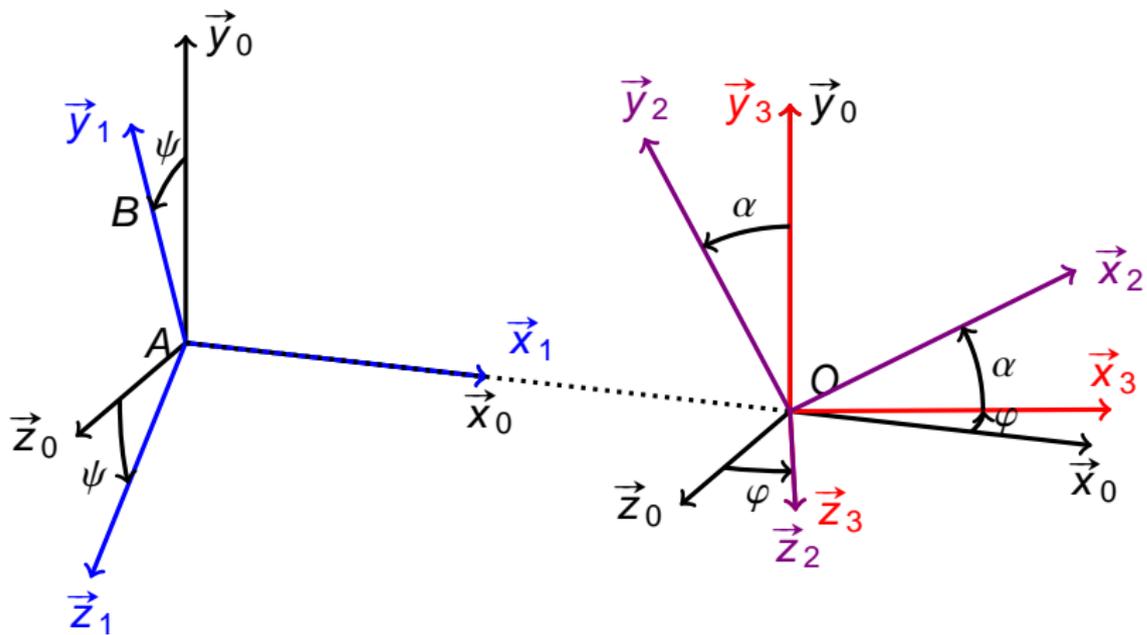


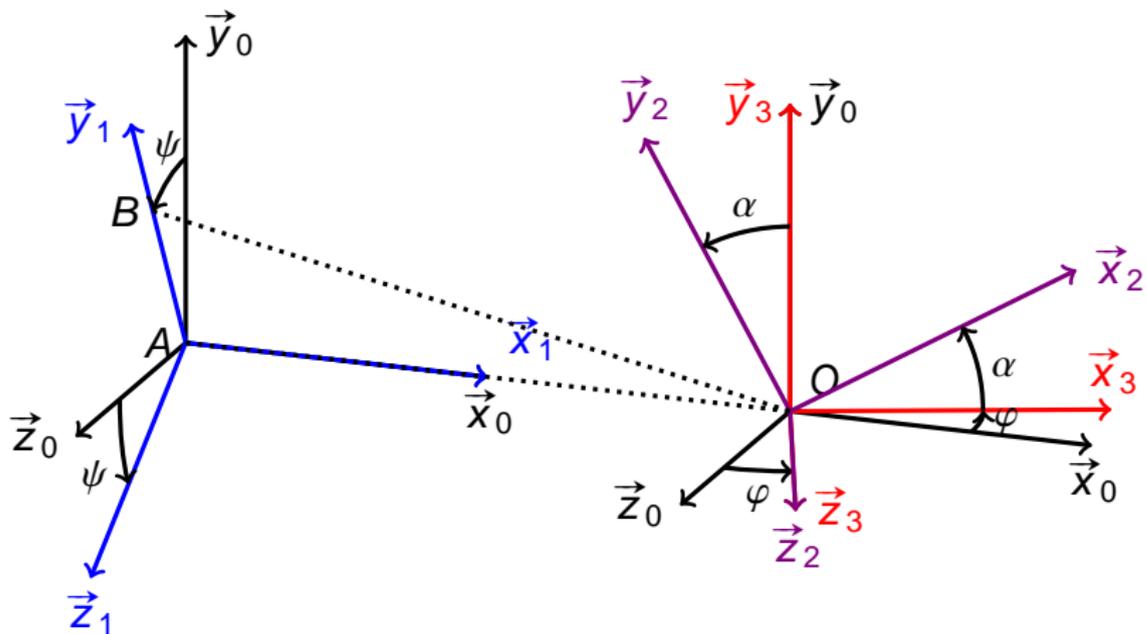




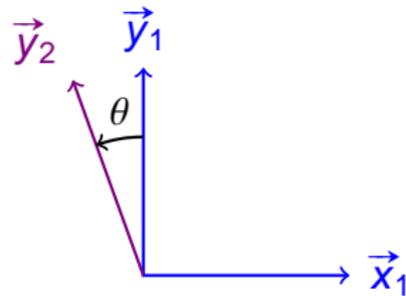
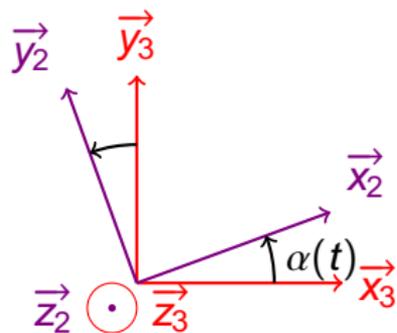
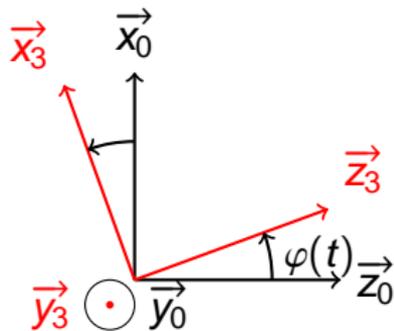
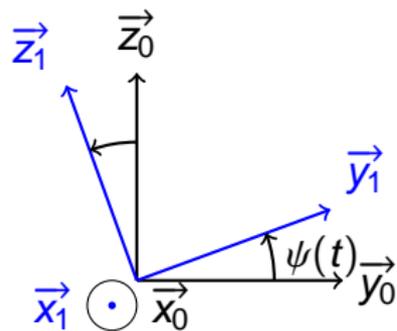








Figures géométrales



Bilan cinématique

$$\left\{ \mathcal{V}_{1/0} \right\} = \underset{O}{\left\{ \begin{array}{c} \dot{\psi}(t) \cdot \vec{x}_0 \\ \vec{0} \end{array} \right\}} \quad \left\{ \mathcal{V}_{3/0} \right\} = \underset{O}{\left\{ \begin{array}{c} \dot{\varphi}(t) \cdot \vec{y}_0 \\ \vec{0} \end{array} \right\}}$$

$$\left\{ \mathcal{V}_{2/1} \right\} = \underset{O}{\left\{ \begin{array}{c} \omega_{21} \cdot \vec{y}_2 \\ \vec{0} \end{array} \right\}} \quad \left\{ \mathcal{V}_{2/3} \right\} = \underset{O}{\left\{ \begin{array}{c} \dot{\alpha}(t) \cdot \vec{z}_2 \\ \vec{0} \end{array} \right\}}$$

Bilan cinématique

$$\left\{ \mathcal{V}'_{1/0} \right\} = \underset{O}{\left\{ \begin{array}{c} \dot{\psi}(t) \cdot \vec{x}_0 \\ \vec{0} \end{array} \right\}} \quad \left\{ \mathcal{V}'_{3/0} \right\} = \underset{O}{\left\{ \begin{array}{c} \dot{\varphi}(t) \cdot \vec{y}_0 \\ \vec{0} \end{array} \right\}}$$

$$\left\{ \mathcal{V}'_{2/1} \right\} = \underset{O}{\left\{ \begin{array}{c} \omega_{21} \cdot \vec{y}_2 \\ \vec{0} \end{array} \right\}} \quad \left\{ \mathcal{V}'_{2/3} \right\} = \underset{O}{\left\{ \begin{array}{c} \dot{\alpha}(t) \cdot \vec{z}_2 \\ \vec{0} \end{array} \right\}}$$

$$\left\{ \mathcal{V}'_{2/3} \right\} + \left\{ \mathcal{V}'_{3/0} \right\} = \left\{ \mathcal{V}'_{2/1} \right\} + \left\{ \mathcal{V}'_{1/0} \right\}$$

Bilan cinématique

$$\left\{ \mathcal{V}'_{1/0} \right\} = \underset{O}{\left\{ \begin{array}{c} \dot{\psi}(t) \cdot \vec{x}_0 \\ \vec{0} \end{array} \right\}} \quad \left\{ \mathcal{V}'_{3/0} \right\} = \underset{O}{\left\{ \begin{array}{c} \dot{\varphi}(t) \cdot \vec{y}_0 \\ \vec{0} \end{array} \right\}}$$

$$\left\{ \mathcal{V}'_{2/1} \right\} = \underset{O}{\left\{ \begin{array}{c} \omega_{21} \cdot \vec{y}_2 \\ \vec{0} \end{array} \right\}} \quad \left\{ \mathcal{V}'_{2/3} \right\} = \underset{O}{\left\{ \begin{array}{c} \dot{\alpha}(t) \cdot \vec{z}_2 \\ \vec{0} \end{array} \right\}}$$

$$\left\{ \mathcal{V}'_{2/3} \right\} + \left\{ \mathcal{V}'_{3/0} \right\} = \left\{ \mathcal{V}'_{2/1} \right\} + \left\{ \mathcal{V}'_{1/0} \right\}$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \dot{\alpha}(t) \cdot \vec{z}_2 + \dot{\varphi}(t) \cdot \vec{y}_0 = \omega_{21} \cdot \vec{y}_2 + \dot{\psi}(t) \cdot \vec{x}_0 \\ \vec{0} + \vec{0} = \vec{0} + \vec{0} \end{array} \right.$$

$$\begin{aligned}
 \text{Or } \vec{y}_2 &= \cos(\theta) \cdot \vec{y}_1 - \sin(\theta) \cdot \vec{x}_1 \\
 &= -\sin(\theta) \cdot \vec{x}_0 + \cos(\theta) \cdot [\cos(\psi) \cdot \vec{y}_0 + \sin(\psi) \cdot \vec{z}_0] \\
 \text{et } \vec{z}_2 &= \vec{z}_3 = \cos(\varphi) \cdot \vec{z}_0 + \sin(\varphi) \cdot \vec{x}_0
 \end{aligned}$$

$$\text{d'où } \begin{cases} \dot{\alpha} \cdot \sin(\varphi) = -\omega_{21} \cdot \sin(\theta) + \dot{\psi} \\ \dot{\varphi} = \omega_{21} \cdot \cos(\theta) \cdot \cos(\psi) \\ \dot{\alpha} \cdot \cos(\varphi) = \omega_{21} \cdot \cos(\theta) \cdot \sin(\psi) \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \dot{\varphi} = \omega_{21} \cdot \cos(\theta) \cdot \cos(\psi) \\ \dot{\alpha} \cdot \cos(\varphi) = \dot{\varphi} \cdot \tan(\psi) \\ \dot{\varphi} \cdot \tan(\psi) \cdot \tan(\varphi) = -\dot{\varphi} \cdot \frac{\tan(\theta)}{\cos(\psi)} + \dot{\psi} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \dot{\psi} = \dot{\varphi} \cdot \left[\tan(\psi) \cdot \tan(\varphi) + \frac{\tan(\theta)}{\cos(\psi)} \right]$$

$$\begin{aligned}
 \text{Or } \vec{y}_2 &= \cos(\alpha) \cdot \vec{y}_3 - \sin(\alpha) \cdot \vec{x}_3 \\
 &= \cos(\alpha) \cdot \vec{y}_0 - \sin(\alpha) \cdot [\cos(\varphi) \cdot \vec{x}_0 - \sin(\varphi) \cdot \vec{z}_0] \\
 \text{et } \vec{z}_2 &= \vec{z}_3 = \cos(\varphi) \cdot \vec{z}_0 + \sin(\varphi) \cdot \vec{x}_0
 \end{aligned}$$

$$\text{d'où } \begin{cases} \dot{\alpha} \cdot \sin(\varphi) = -\omega_{21} \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos(\varphi) + \dot{\psi} \\ \dot{\varphi} = \omega_{21} \cdot \cos(\alpha) \\ \dot{\alpha} \cdot \cos(\varphi) = \omega_{21} \cdot \sin(\alpha) \cdot \sin(\varphi) \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \dot{\alpha} = \omega_{21} \cdot \sin(\alpha) \cdot \tan(\varphi) \\ \dot{\psi} = \omega_{21} \cdot \sin(\alpha) \cdot \tan(\varphi) \cdot \sin(\varphi) + \omega_{21} \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos(\varphi) \\ \omega_{21} = \frac{\dot{\varphi}}{\cos(\alpha)} \end{cases}$$

$$\text{donc } \dot{\psi} = \dot{\varphi} \cdot \frac{\tan(\alpha)}{\cos(\varphi)}$$

$$\begin{aligned}
 0 &= \vec{y}_2 \cdot \vec{z}_2 = \begin{vmatrix} -\sin(\theta) \\ \cos(\theta) \cdot \cos(\psi) \\ \cos(\theta) \cdot \sin(\psi) \end{vmatrix}_{\mathcal{B}_0} = \begin{vmatrix} \sin(\varphi) \\ 0 \\ \cos(\varphi) \end{vmatrix}_{\mathcal{B}_0} \\
 &= -\sin(\theta) \cdot \sin(\varphi) + \cos(\theta) \cdot \sin(\psi) \cdot \cos(\varphi)
 \end{aligned}$$

$$-\dot{\psi} \cdot \cos(\theta) \cdot \cos(\varphi) \cdot \cos(\psi) = \dot{\varphi} \cdot [-\sin(\theta) \cdot \cos(\varphi) - \cos(\theta) \cdot \sin(\psi) \cdot \sin(\varphi)]$$

$$\dot{\psi} = \dot{\varphi} \cdot \left[\frac{\tan(\theta)}{\cos(\psi)} + \tan(\psi) \cdot \tan(\varphi) \right]$$

Expression explicite de la sortie

$$0 = -\sin(\theta) \cdot \sin(\varphi) + \cos(\theta) \cdot \sin(\psi) \cdot \cos(\varphi)$$
$$\Rightarrow \tan(\varphi) = \frac{\sin(\psi)}{\tan(\theta)}$$

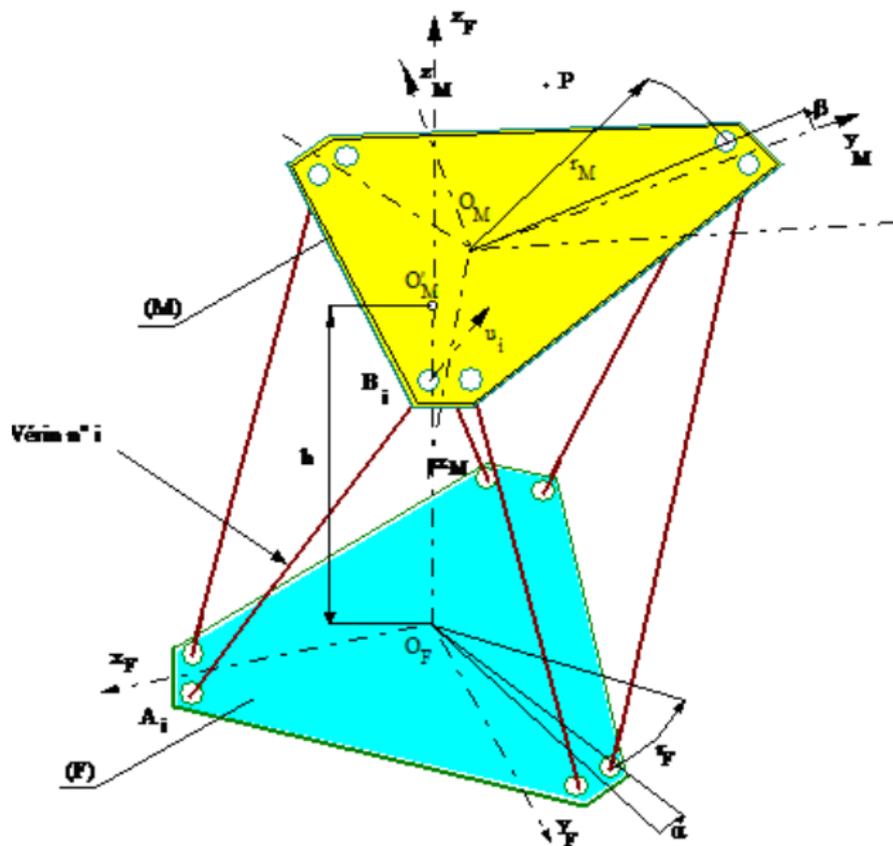
$$\dot{\psi} = \dot{\varphi} \cdot \left[\frac{\tan(\theta)}{\cos(\psi)} + \tan(\psi) \cdot \tan(\varphi) \right] = \dot{\varphi} \cdot \left[\frac{\tan(\theta)}{\cos(\psi)} + \tan(\psi) \cdot \frac{\sin(\psi)}{\tan(\theta)} \right]$$

$$\dot{\varphi} = \dot{\psi} \cdot \frac{\cos(\psi) \cdot \tan(\theta)}{\tan(\theta)^2 + \tan(\psi) \cdot \sin(\psi)}$$

Sommaire

- 1 Pompe Dosapro
- 2 Correction de tilt d'une optique adaptative
- 3 Mécanisme à barre
- 4 Épandeur
- 5 Plateforme Stewart
- 6 Étude du poste de déroulement de la ligne LG37

Plateforme Stewart



Q - 1 : *Tracer le graphe des liaisons.*

Q - 2 : *Donner le degré de mobilité utile.*

Q - 3 : *Donner le degré de mobilité interne.*

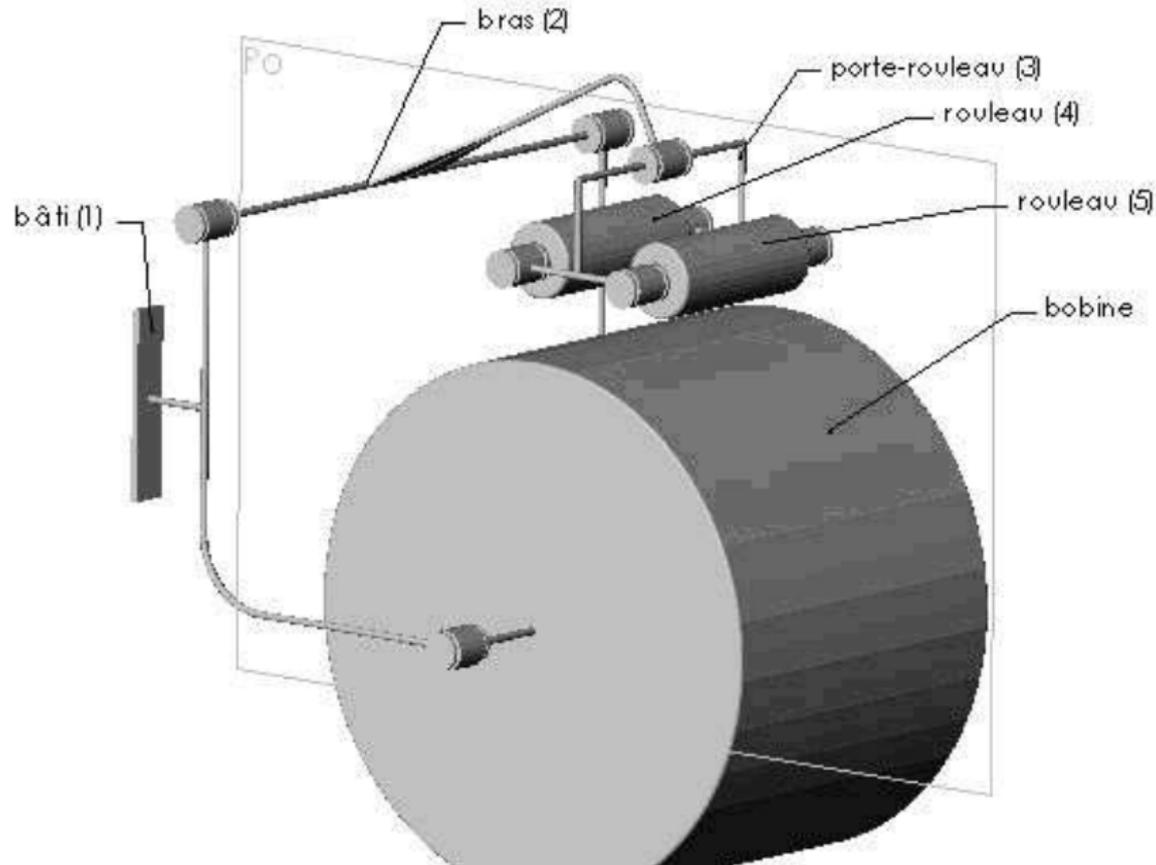
Q - 4 : *Déterminer le degré d'hyperstatisme de ce mécanisme.*

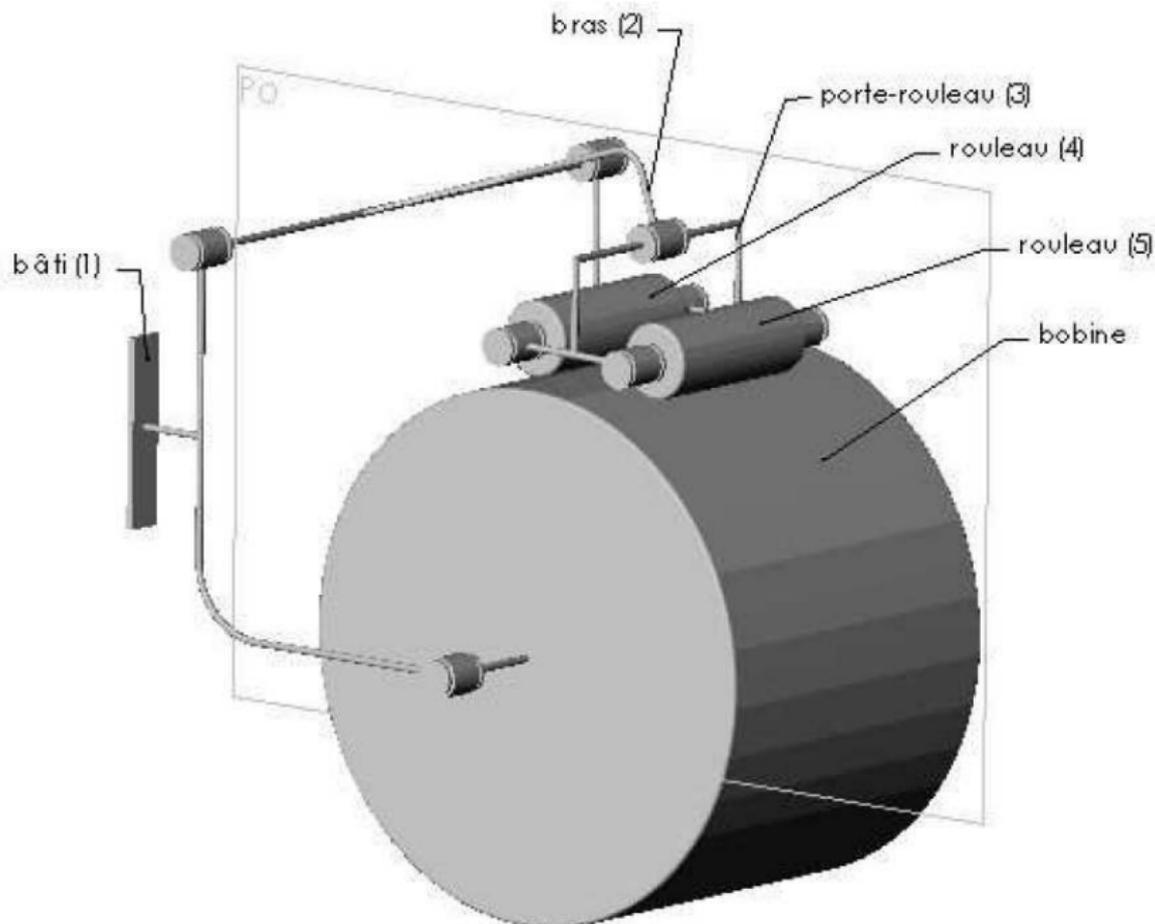
Q - 5 : *Proposer une solution pour éliminer les mobilités internes du mécanismes tout en conservant le même degré d'hyperstatisme.*

Sommaire

- 1 Pompe Dosapro
- 2 Correction de tilt d'une optique adaptative
- 3 Mécanisme à barre
- 4 Épandeur
- 5 Plateforme Stewart
- 6 Étude du poste de déroulement de la ligne LG37

Étude du poste de déroulement de la ligne LG37





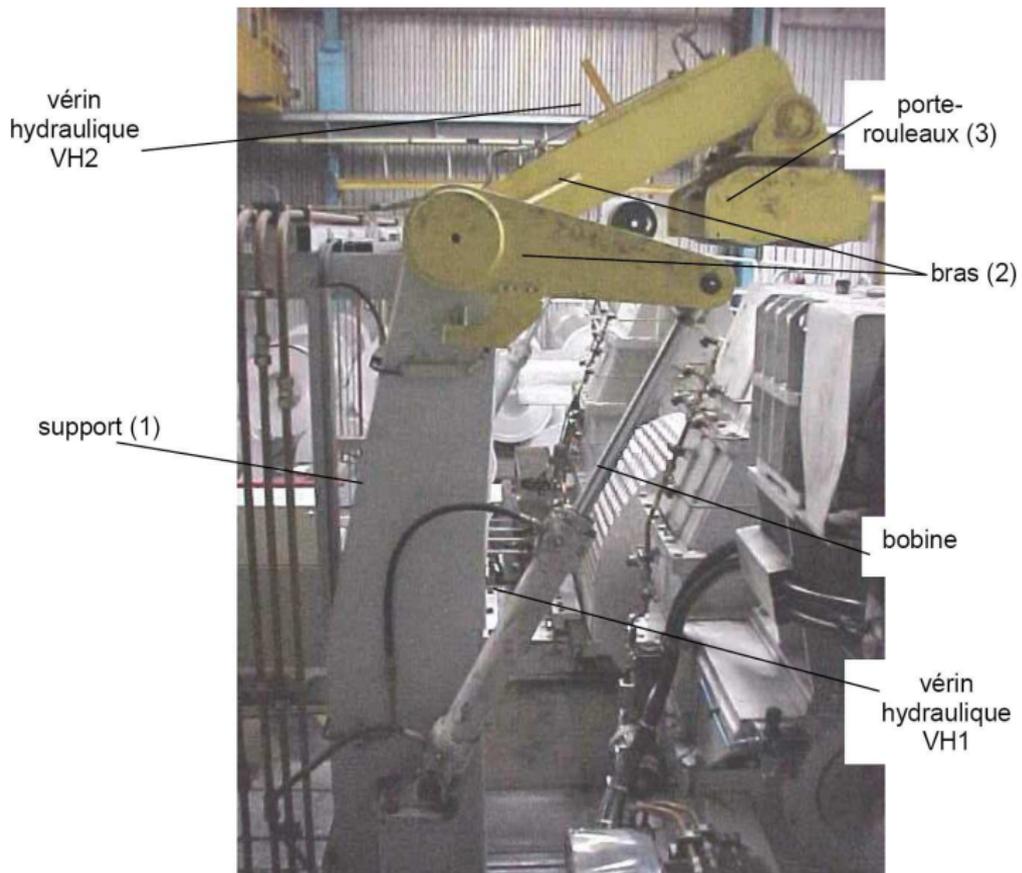
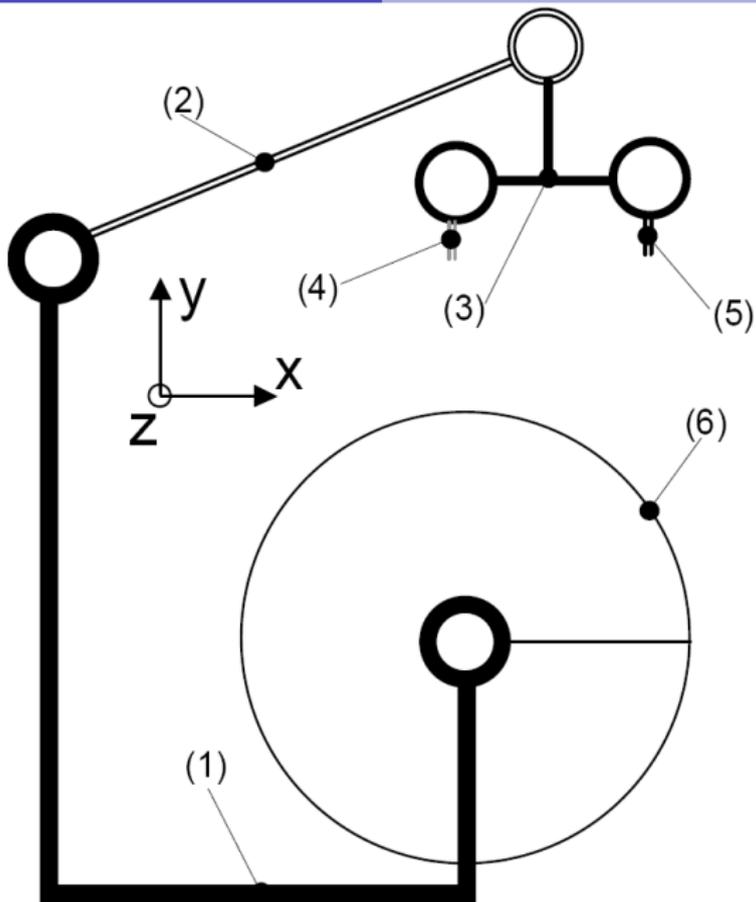
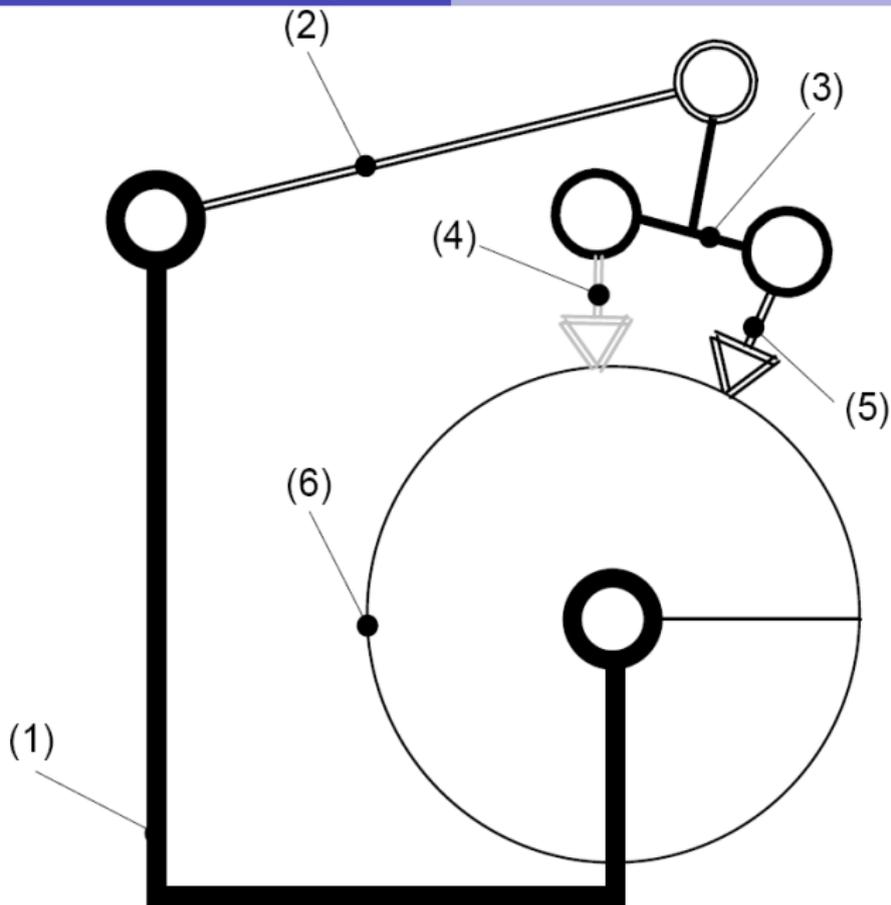


Photo 5 vue du bras porte rouleau

- Q - 1 :** *Établir le graphe de structure dans la configuration " sans contact ". On prendra soin de faire apparaître **toutes** les liaisons (y compris celles en parallèle). On adopte la convention d'écriture suivante: $\mathcal{L}_{i/j}$ désigne la liaison entre **i** et **j**.*
- Q - 2 :** *Déterminer le degré de mobilité total $m_c = m_u + m_i$ de cette chaîne complète dans cette configuration. Quel est alors le degré h d'hyperstatisme ?*
- Q - 3 :** *Déterminer par la méthode cinématique, les liaisons équivalentes existant entre le support **1** et le bras **2**, la tête **3** et le rouleau **4** et la tête **3** et le rouleau **5**.*
- Q - 4 :** *Pour chacune des liaisons $\mathcal{L}_{1/2}$, $\mathcal{L}_{3/4}$ et $\mathcal{L}_{3/5}$, donner un modèle cinématique à deux liaisons qui soit équivalent et isostatique. On proposera une solution sous la forme d'un schéma cinématique.*



Configuration sans contact



Configuration avec contacts

L'étude préliminaire se poursuit en ramenant le système dans le plan médian vertical (Po). Les deux figures représentent les schémas cinématiques minimaux pour les deux configurations où l'on a remplacé les liaisons en parallèle par leur liaison équivalente.

Q - 5 : *Quelle est la nature géométrique du contact entre chacun des rouleaux 4 et 5 et la bobine 6 ? En déduire le nom de la liaison cinématique correspondante. Proposer un paramétrage géométrique de cette liaison sous la forme d'un schéma.*

Dans la configuration "avec contact", on admet que la mobilité utile de la chaîne est nulle et que sa mobilité interne est de 3.

- Q - 6 :** *Préciser quelles sont ces mobilités internes. Déterminer le degré d'hyperstatisme de la chaîne complexe toujours considérée comme spatiale.*
- Q - 7 :** *Quelles sont les conséquences cinématiques de cet hyperstatisme pour la nature du contact entre rouleaux et bobine ?*
- Q - 8 :** *Proposer une modification simple du mécanisme afin de le rendre isostatique dans le cas contact.*