

## 0.1 Déterminer la loi de mouvement dans le cas où les efforts extérieurs sont connus – TEC

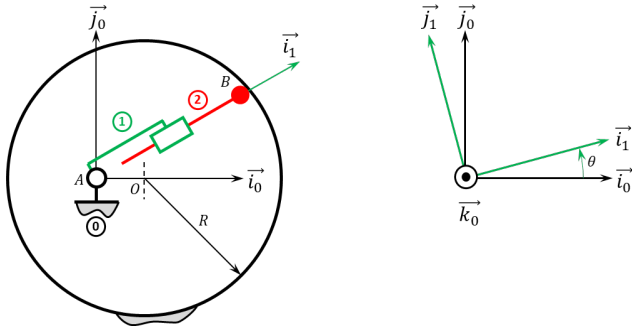
### Exercice 1 – Pompe à palettes \*

**C2-09** Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit le mécanisme suivant. On a  $\overrightarrow{AO} = e \vec{i}_0$  et  $\overrightarrow{AB} = \lambda(t) \vec{i}_1$ . De plus  $e = 10 \text{ mm}$  et  $R = 20 \text{ mm}$ . Le contact entre 0 et 2 en B est maintenu en permanence (notamment par effet centrifuge lors de la rotation de la pompe). De plus, on note :

- $G_1 = A$  le centre d'inertie du solide 1,  $m_1$  sa masse et  $I_{G_1}(1) = \begin{pmatrix} A_1 & 0 & 0 \\ 0 & B_1 & 0 \\ 0 & 0 & C_1 \end{pmatrix}_{\mathcal{R}_1}$  sa matrice d'inertie;
- $G_2$  le centre d'inertie du solide 2 tel que  $\overrightarrow{BG} = -\ell \vec{i}_1$ ,  $m_2$  sa masse et  $I_{G_2}(2) = \begin{pmatrix} A_2 & 0 & 0 \\ 0 & B_2 & 0 \\ 0 & 0 & C_2 \end{pmatrix}_{\mathcal{R}_2}$  sa matrice d'inertie.

On note  $C_m \vec{k}_0$  le couple moteur agissant sur le solide 1,  $F_h \vec{i}_1$  l'action du fluide sur 2 (le fluide agissant sur les solides 1 et 2).



**Question 1** Tracer le graphe d'analyse en indiquant l'ensemble des actions mécaniques agissant sur les différents solides.

**Question 2** Déterminer l'ensemble des puissances intérieures.

**Question 3** Déterminer l'ensemble des puissances extérieures.

**Question 4** Déterminer  $\mathcal{E}_c(1+2/0)$ .

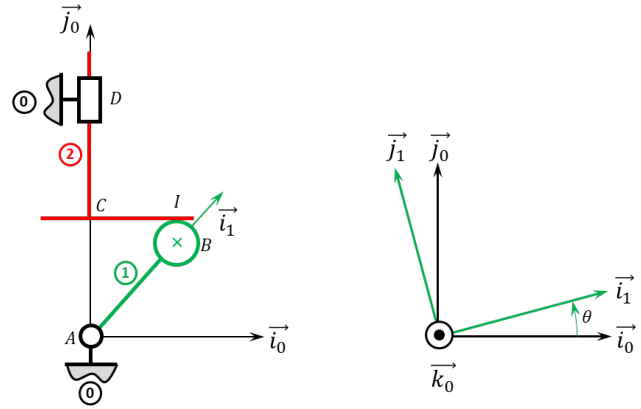
**Question 5** Déterminer la loi de mouvement en appliquant le théorème de l'énergie cinétique.

Corrigé voir 1.

### Exercice 2 – Pompe à pistons radiaux \*

**C2-09** Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit le mécanisme suivant. On a  $\overrightarrow{AB} = e \vec{i}_1$  et  $\overrightarrow{BI} = R \vec{j}_0$  et  $\overrightarrow{AC} = \lambda(t) \vec{j}_0$ . De plus,  $e = 10 \text{ mm}$  et  $R = 20 \text{ mm}$ . Le contact entre 1 et 2 en B est maintenu en permanence par un ressort suffisamment raide (non représenté) positionné entre 0 et 2.



**Question 1** Tracer le graphe des liaisons.

**Question 2** Exprimer  $\lambda(t)$  en fonction de  $\theta(t)$ .

**Question 3** Exprimer  $\dot{\lambda}(t)$  en fonction de  $\dot{\theta}(t)$ .

**Question 4** On note  $S$  la section du piston 2. Exprimer le débit instantané de la pompe.

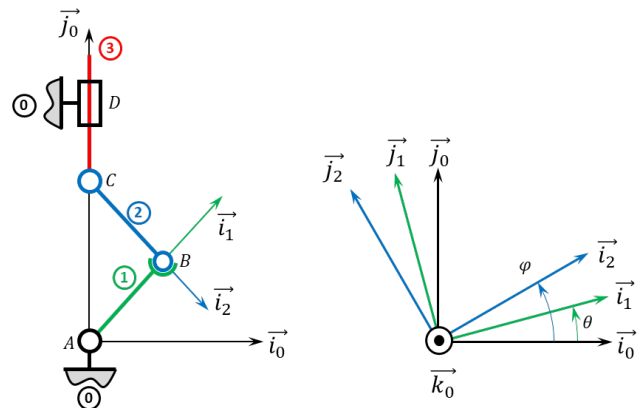
**Question 5** En utilisant Python, tracer le débit instantané de la pompe pour un tour de pompe pour  $e = 10 \text{ mm}$  et  $R = 10 \text{ mm}$  ainsi que pour  $e = 20 \text{ mm}$  et  $R = 5 \text{ mm}$ . La fréquence de rotation est  $\dot{\theta}(t) = 100 \text{ rad s}^{-1}$ , la section du piston est  $S = 1 \text{ cm}^2$ .

Corrigé voir 2.

### Exercice 3 – Système bielle manivelle \*\*

**C2-09** Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit le mécanisme suivant. On a  $\overrightarrow{AB} = R \vec{i}_1$ ,  $\overrightarrow{CB} = L \vec{i}_2$  et  $\overrightarrow{AC} = \lambda(t) \vec{j}_0$ .



**Question 1** Tracer le graphe des liaisons.

**Question 2** Exprimer  $\lambda(t)$  en fonction de  $\theta(t)$ .

**Question 3** Exprimer  $\dot{\lambda}(t)$  en fonction de  $\dot{\theta}(t)$ .

**Question 4** En utilisant Python, tracer la vitesse du piston en fonction du temps. La fréquence de rotation est  $\dot{\theta}(t) = 100 \text{ rad s}^{-1}$ , on prendra  $R = 10 \text{ mm}$  et  $L = 10 \text{ mm}$ , puis  $L = 20 \text{ mm}$  et  $L = 30 \text{ mm}$ .

**Question 5** En utilisant Python, tracer l'accélération du piston en fonction du temps en utilisant les mêmes valeurs que dans la question précédente. On utilisera une dérivation numérique.

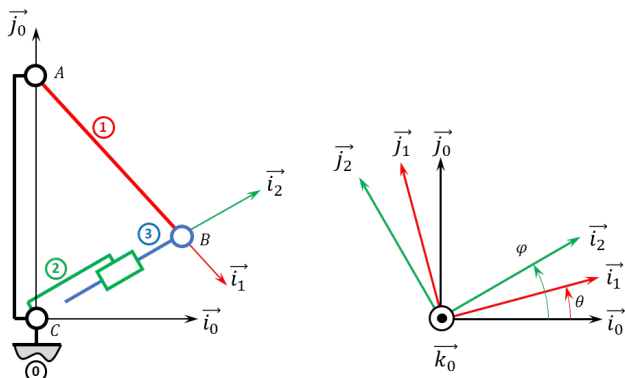
Corrigé voir 3.

### Exercice 4 – Pompe oscillante \*

**C2-09**

**Pas de corrigé pour cet exercice.**

Soit le mécanisme suivant. On a  $\overrightarrow{AB} = R \vec{i}_1$  et  $\overrightarrow{CA} = H \vec{j}_0$ . De plus,  $R = 10 \text{ mm}$  et  $H = 60 \text{ mm}$ . Par ailleurs, on note  $\overrightarrow{CB} = \lambda(t) \vec{i}_2$



**Question 1** Tracer le graphe des liaisons.

**Question 2** Exprimer  $\lambda(t)$  en fonction de  $\theta(t)$ .

**Question 3** Exprimer  $\dot{\lambda}(t)$  en fonction de  $\dot{\theta}(t)$ .

**Question 4** Exprimer le débit instantané de la pompe.

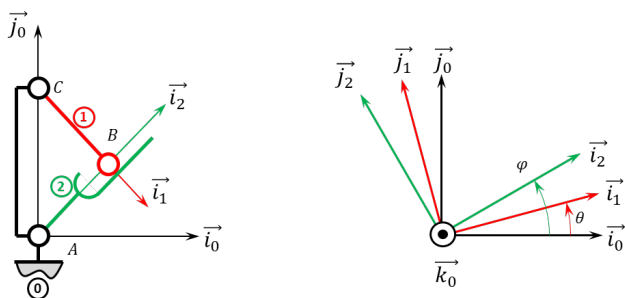
**Question 5** En utilisant Python, donner le débit instantané de la pompe pour un tour de pompe pour un piston de diamètre  $D = 10 \text{ mm}$ .

Corrigé voir 4.

**Exercice 5 – Barrière Sympact \***

**C2-09** Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit le mécanisme suivant. On a  $\overrightarrow{AC} = H \vec{j}_0$  et  $\overrightarrow{CB} = R \vec{i}_1$ . De plus,  $H = 120 \text{ mm}$  et  $R = 40 \text{ mm}$ .



**Question 1** Tracer le graphe des liaisons.

**Question 2** Exprimer  $\varphi(t)$  en fonction de  $\theta(t)$ .

**Question 3** Exprimer  $\dot{\varphi}(t)$  en fonction de  $\dot{\theta}(t)$ .

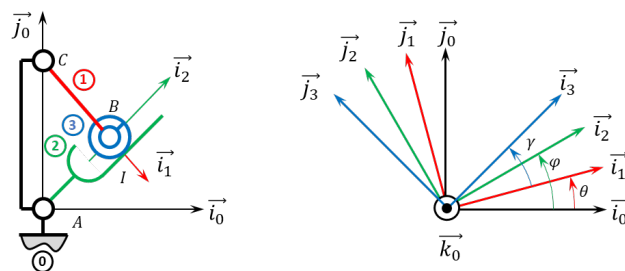
**Question 4** En utilisant Python, tracer  $\dot{\varphi}(t)$  en fonction de  $\dot{\theta}(t)$ . On considérera que la fréquence de rotation de la pièce 1 est de 10 tours par minute.

Corrigé voir 5.

**Exercice 6 – Barrière Sympact avec galet \*\***

**C2-09** Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit le mécanisme suivant. On a  $\overrightarrow{AC} = H \vec{j}_0$  et  $\overrightarrow{CB} = R \vec{i}_1$ . De plus,  $H = 120 \text{ mm}$  et  $R = 40 \text{ mm}$ .



**Question 1** Tracer le graphe des liaisons.

**Question 2** Exprimer  $\varphi(t)$  en fonction de  $\theta(t)$ .

**Question 3** Exprimer  $\dot{\varphi}(t)$  en fonction de  $\dot{\theta}(t)$ .

**Question 4** En utilisant la condition de roulement sans glissement au point I, déterminer  $\gamma(t)$  et  $\dot{\gamma}(t)$ .

**Question 5** En utilisant Python, tracer  $\dot{\varphi}(t)$  en fonction de  $\dot{\theta}(t)$ . On considérera que la fréquence de rotation de la pièce 1 est de 10 tours par minute.

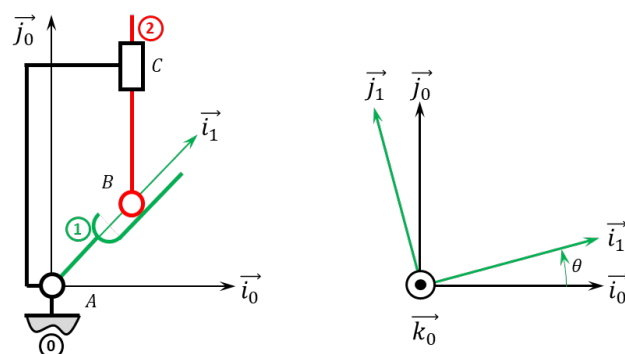
Corrigé voir 6.

**Exercice 7 – Poussoir \***

**C2-09**

**Pas de corrigé pour cet exercice.**

Soit le mécanisme suivant. On a  $\overrightarrow{AC} = L \vec{i}_0 + H \vec{j}_0$ ,  $\overrightarrow{AB} = \lambda(t) \vec{i}_1$  et  $\overrightarrow{BC} = \mu(t) \vec{j}_0$ . De plus,  $H = 120 \text{ mm}$ ,  $L = 40 \text{ mm}$ .



**Question 1** Tracer le graphe des liaisons.

**Question 2** Exprimer  $\mu(t)$  en fonction de  $\theta(t)$ .

**Question 3** Exprimer  $\dot{\mu}(t)$  en fonction de  $\dot{\theta}(t)$ .

**Question 4** En utilisant Python, tracer  $\dot{\mu}(t)$  en fonction de  $\dot{\theta}(t)$ . On considérera que la fréquence de rotation de la pièce 1 est de 10 tours par minute.

Corrigé voir 7.

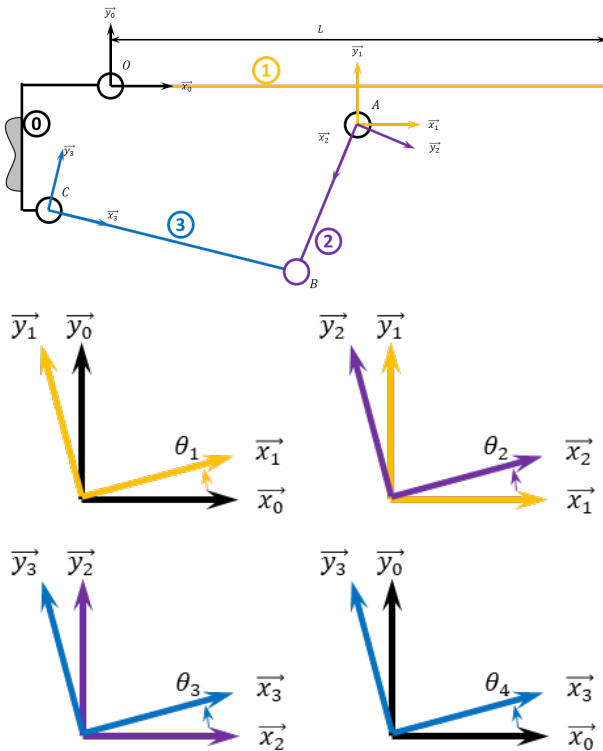
**Exercice 8 – Système 4 barres \*\***

**C2-09** Pas de corrigé pour cet exercice.

On a :

- $\overrightarrow{OA} = a \vec{x}_1 - f \vec{y}_1$  avec  $a = 355 \text{ mm}$  et  $f = 13 \text{ mm}$ ;
- $\overrightarrow{AB} = b \vec{x}_2$  avec  $b = 280 \text{ mm}$ ;
- $\overrightarrow{BC} = -c \vec{x}_3$  avec  $c = 280 \text{ mm}$ ;
- $\overrightarrow{OC} = -d \vec{x}_0 - e \vec{y}_0$  avec  $d = 89,5 \text{ mm}$  et  $e = 160 \text{ mm}$ ;

Corrigé voir 9.



**Question 1** Tracer le graphe des liaisons.

**Question 2** Exprimer  $\theta_1(t)$  en fonction de  $\theta_4(t)$ .

**Question 3** Exprimer  $\dot{\theta}_1(t)$  en fonction de  $\dot{\theta}_4(t)$ .

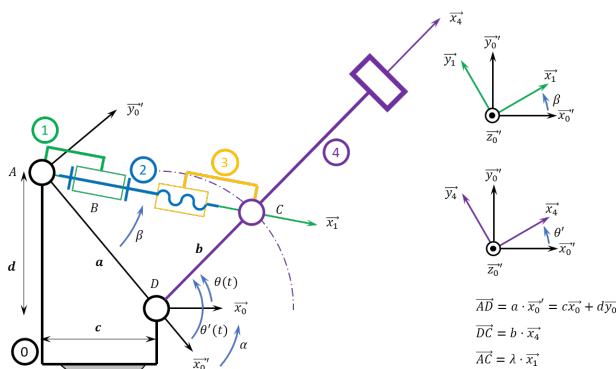
**Question 4** En utilisant Python, tracer  $\dot{\theta}_1(t)$  en fonction de  $\dot{\theta}_4(t)$ . On considérera que la fréquence de rotation de la pièce 1 est de 10 tours par minute.

Corrigé voir 8.

### Exercice 9 – Maxpid \*\*\*

**C2-09** Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit le schéma suivant.



Par ailleurs  $a = 107,1 \text{ mm}$ ,  $b = 80 \text{ mm}$ ,  $c = 70 \text{ mm}$ ,  $d = 80 \text{ mm}$ . Le pas de la vis est de 4 mm.

**Question 1** Tracer le graphe des liaisons.

**Question 2** Exprimer  $\theta(t)$  en fonction de  $\lambda(t)$ .

**Question 3** Exprimer  $\dot{\theta}(t)$  en fonction de  $\dot{\lambda}(t)$ .

**Question 4** Exprimer  $\dot{\theta}(t)$  en fonction de  $\omega(t)$ , vitesse de rotation du rotor moteur 2 par rapport au stator 1.

**Question 5** En utilisant Python, tracer  $\dot{\theta}(t)$  en fonction de  $\omega(t)$ . On considérera que la fréquence de rotation de la pièce 2 par rapport à 1 est de 500 tours par minute.

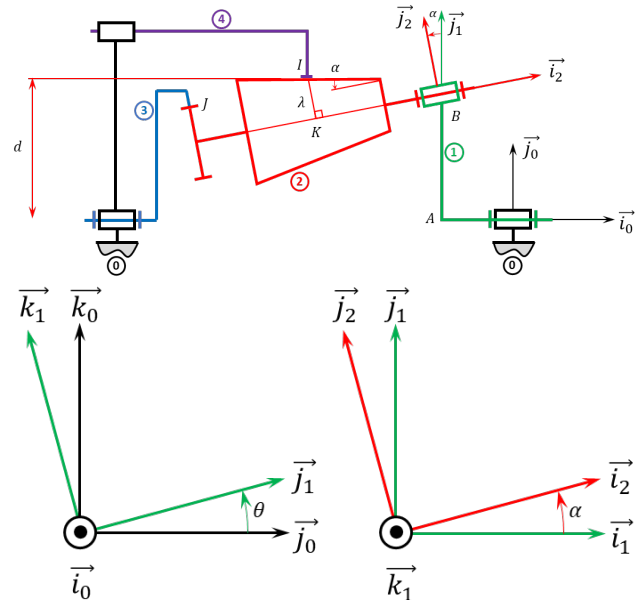
1. Les éventuelles erreur de texte font partie intégrante de la difficulté :).

### Exercice 10 – Variateur de Graham<sup>1\*\*\*</sup>

D'après ressources de Michel Huguet.

**C2-09** Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit le schéma suivant.



On note  $\overrightarrow{AJ} = -L \vec{i}_0 + \frac{d_3}{2} \vec{j}_2$  et  $\overrightarrow{KJ} = -\ell \vec{i}_2 + \frac{d_2}{2} \vec{j}_2$ .

Soit  $\mathcal{R} = (A; \vec{i}_0, \vec{j}_0, \vec{k}_0)$  un repère lié au bâti 0 du variateur. L'arbre moteur 1 et l'arbre récepteur 3 ont une liaison pivot d'axe  $(A, \vec{i}_0)$  avec le bâti 0. On pose  $\overline{\Omega}(1/0) = \omega_1 \vec{i}_0$  et  $\overline{\Omega}(3/0) = \omega_3 \vec{i}_0$ .

Soit  $\mathcal{R}_1 = (A; \vec{i}_0, \vec{j}_1, \vec{k}_1)$  et  $\mathcal{R}_2 = (B; \vec{i}_2, \vec{j}_2, \vec{k}_1)$  deux repères liés respectivement à 1 et 2 tels que  $\overrightarrow{AB}$  ait même direction que  $\vec{j}_1$ . On pose  $\alpha = (\vec{i}_1, \vec{i}_2)$  constant.

Le satellite 2 a une liaison pivot d'axe  $(B, \vec{i}_2)$  avec 1. 2 est un tronc de cône de révolution d'axe  $(B, \vec{i}_2)$  de demi angle au sommet  $\alpha$ . On pose  $\overline{\Omega}(S_2/S_1) = \omega \vec{i}_2$ .

La génératrice de 2 du plan  $(O, \vec{i}_0, \vec{j}_1)$  la plus éloignée de l'axe  $(O, \vec{i}_0)$  est parallèle à  $\vec{i}_0$ . Notons  $d$  sa distance à l'axe  $(O, \vec{i}_0)$ .

2 roule sans glisser au point I, sur une couronne 4, immobile par rapport à 0 pendant le fonctionnement. Le réglage du rapport de variation s'obtient en déplaçant 4 suivant l'axe  $(O, \vec{i}_0)$ .

Soit K le centre de la section droite du tronc de cône passant par I. On pose  $B\vec{I} = \lambda \vec{j}_2$ . À l'extrémité de 2 est fixée une roue dentée de  $n$  dents, d'axe  $(B, \vec{i}_2)$ , qui engrène avec une couronne dentée intérieure d'axe  $(A, \vec{i}_0)$ , de  $n_2$  dents, liée à 3.

**Question 1** Tracer le graphe des liaisons.

**Question 2** En exprimant que 2 roule sans glisser sur 4 au point I, déterminer  $\omega$  en fonction de  $\omega_1$ ,  $d$  et  $\lambda$ .

**Question 3** Quelle relation obtient-on entre  $\omega_1$ ,  $\omega_3$  et  $\omega$  en exprimant l'engrènement des deux roues dentées? (c'est à dire que 2 et 3 roulent sans glisser l'un sur l'autre en J).

**Question 4** En déduire le rapport de variation  $\frac{\omega_3}{\omega_1}$  du mécanisme en fonction de  $\lambda$ ,  $d_2$ ,  $d_3$  et  $d$ .

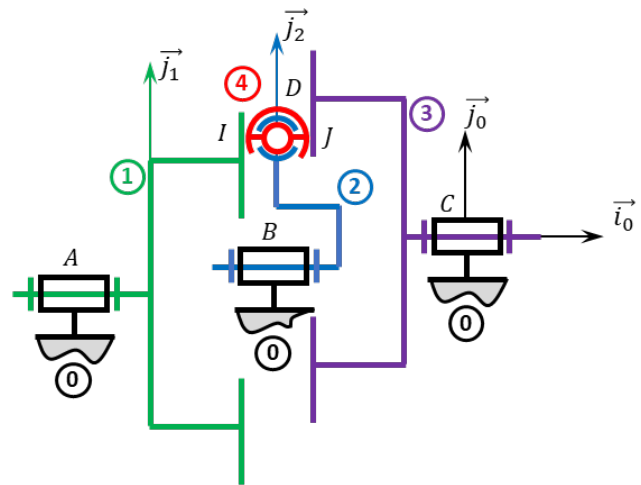
**Question 5** Tracer la courbe représentative du rapport de variation  $\frac{\omega_3}{\omega_1}$  du mécanisme en fonction de  $\lambda$ , sachant que  $\frac{n}{n_3} = \frac{d_1}{d_3}$ ,  $d = 55 \text{ mm}$  et que  $\lambda$  varie entre  $\lambda_{\min} = 12 \text{ mm}$  et la valeur  $\lambda_{\max} = 23 \text{ mm}$ .

Corrigé voir 11.

### Exercice 11 – Variateur à billes ★★★★★

**C2-09** Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit le schéma suivant.



**Question 1** Tracer le graphe des liaisons.

**Question 2** Déterminer la loi entrée – sortie.

Corrigé voir 11.