

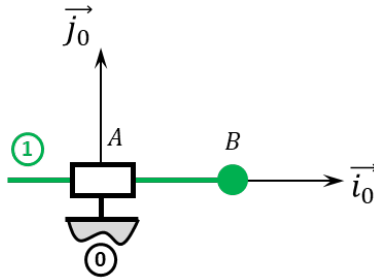
## Exercice 1 – Mouvement T – \*

B2-14

B2-15

C1-05

Soit le mécanisme suivant. On note  $\overrightarrow{AB} = \lambda(t) \overrightarrow{i_0}$ . On note  $m_1$  la masse du solide **1**. On note  $G$  le centre d'inertie de **1** tel que  $\overrightarrow{BG} = \ell \overrightarrow{j_1}$ . La pesanteur est telle que  $\overrightarrow{g} = -g \overrightarrow{i_0}$ . Un vérin pneumatique positionné entre **1** et **0** permet de maintenir **1** en équilibre.



**Question 1** Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.

**Question 2** Donner le torseur de chacune des actions mécaniques.

**Question 3** Simplifier les torseurs dans l'hypothèse des problèmes plans.

**Question 4** Proposer une démarche permettant de déterminer l'effort que doit développer le vérin pour maintenir **1** en équilibre.

Corrigé voir ??.

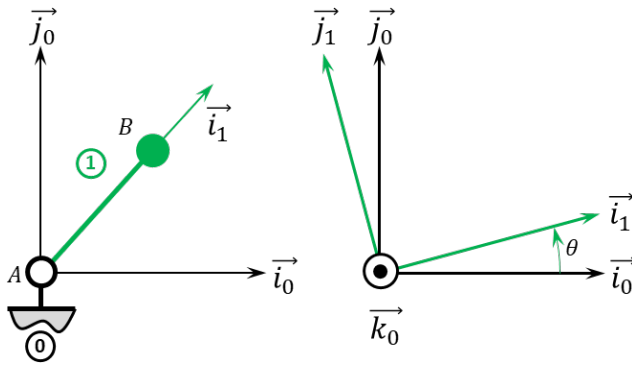
## Exercice 2 – Mouvement R \*

B2-14

B2-15

C1-05

Soit le mécanisme suivant. On a  $\overrightarrow{AB} = R \vec{i}_1$  avec  $R = 20 \text{ mm}$ . La liaison pivot est motorisée par un moteur dont l'action mécanique sur 1 est donnée par  $\vec{C}_m = C_m \vec{k}_0$ . On note  $m_1$  la masse du solide 1 et  $B$  son centre d'inertie. La pesanteur est telle que  $\vec{g} = -g \vec{j}_0$ .



**Question 1** Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.

**Question 2** Donner le torseur de chacune des actions mécaniques.

**Question 3** Simplifier les torseurs dans l'hypothèse des problèmes plans.

**Question 4** Proposer une démarche permettant de déterminer l'effort que doit développer le moteur pour maintenir 1 en équilibre.

Corrigé voir ??.

### Exercice 3 – Mouvement TT – \*

B2-14

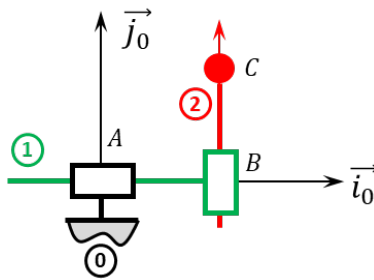
B2-15

C1-05

Soit le mécanisme suivant. On note  $\overrightarrow{AB} = \lambda(t) \overrightarrow{i_0}$  et  $\overrightarrow{BC} = \mu(t) \overrightarrow{j_0}$ .  $G_1 = B$  désigne le centre d'inertie de **1**, et  $m_1$  sa masse.  $G_2 = C$  désigne le centre d'inertie de **2** et  $m_2$  sa masse.

Un vérin électrique positionné entre **0** et **1** permet de maintenir **1** en équilibre. Un vérin électrique positionné entre **1** et **2** permet de maintenir **2** en équilibre.

On cherche à résoudre le problème **en statique**. L'accélération de la pesanteur est donnée par  $\overrightarrow{g} = -g \overrightarrow{j_0}$ .



**Question 1** Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.

**Question 2** Donner le torseur de chacune des actions mécaniques.

**Question 3** Simplifier les torseurs dans l'hypothèse des problèmes plans.

**Question 4** Proposer une démarche permettant de déterminer les efforts que doivent développer chacun des vérins pour maintenir le mécanisme en équilibre.

Corrigé voir ??.

## Exercice 4 – Mouvement RR \*

B2-14

B2-15

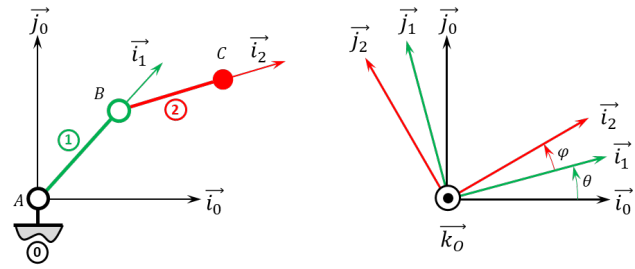
C1-05

Soit le mécanisme suivant. On a  $\overrightarrow{AB} = R \vec{i}_1$  avec  $R = 20 \text{ mm}$  et  $\overrightarrow{BC} = L \vec{i}_2$  avec  $L = 15 \text{ mm}$ . De plus :

- $G_1$  désigne le centre d'inertie de **1** et  $\overrightarrow{AG_1} = \frac{1}{2} R \vec{i}_1$ , on note  $m_1$  la masse de **1** ;
- $G_2$  désigne le centre d'inertie de **2** et  $\overrightarrow{BG_2} = \frac{1}{2} L \vec{i}_2$ , on note  $m_2$  la masse de **2**.

Un moteur électrique positionné entre **0** et **1** permet de maintenir **1** en équilibre. Un moteur électrique positionné entre **1** et **2** permet de maintenir **2** en équilibre.

L'accélération de la pesanteur est donnée par  $\vec{g} = -g \vec{j}_0$ .



**Question 1** Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.

**Question 2** Donner le torseur de chacune des actions mécaniques.

**Question 3** Simplifier les torseurs dans l'hypothèse des problèmes plans.

**Question 4** Proposer une démarche permettant de déterminer les couples que doivent développer chacun des moteurs pour maintenir le mécanisme en équilibre.

Corrigé voir ??.

## Exercice 5 – Mouvement RT \*

B2-14

B2-15

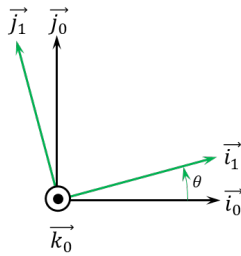
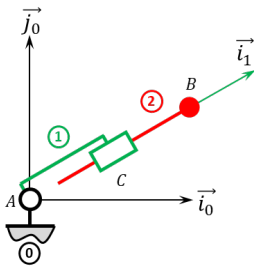
C1-05

Soit le mécanisme suivant. On a  $\overrightarrow{AB} = \lambda(t) \vec{i}_1$  et  $\overrightarrow{AC} = R \vec{i}_1$ . De plus :

- $G_1$  désigne le centre d'inertie de **1** et  $\overrightarrow{AG_1} = L_1 \vec{i}_1$ , on note  $m_1$  la masse de **1** ;
- $G_2 = B$  désigne le centre d'inertie de **2**, on note  $m_2$  la masse de **2**.

Un moteur électrique positionné entre **0** et **1** permet de maintenir **1** en équilibre. Un vérin électrique positionné entre **1** et **2** permet de maintenir **2** en équilibre.

L'accélération de la pesanteur est donnée par  $\vec{g} = -g \vec{j}_0$ .



**Question 1** Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.

**Question 2** Donner le torseur de chacune des actions mécaniques.

**Question 3** Simplifier les torseurs dans l'hypothèse des problèmes plans.

**Question 4** Proposer une démarche permettant de déterminer le couple et l'effort que doivent développer chacun des actionneurs pour maintenir le mécanisme en équilibre.

**Question 5** Proposer une démarche permettant de déterminer les efforts inconnus dans les liaisons.

Corrigé voir ??.

## Exercice 6 – Mouvement TR \*

B2-14

B2-15

C1-05

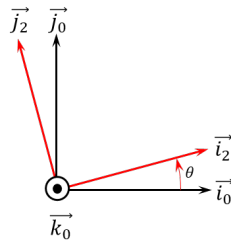
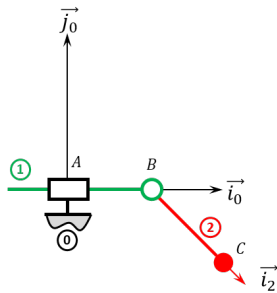
**Pas de corrigé pour cet exercice.**

Soit le mécanisme suivant. On a  $\overrightarrow{AB} = \lambda(t) \overrightarrow{i_0}$  et  $\overrightarrow{BC} = R \overrightarrow{i_2}$  avec  $R = 30 \text{ mm}$ . De plus :

- $G_1 = B$  désigne le centre d'inertie de **1**, on note  $m_1$  la masse de **1** ;
- $G_2 = C$  désigne le centre d'inertie de **2**, on note  $m_2$  la masse de **2**.

Un vérin électrique positionné entre **0** et **1** permet de maintenir **1** en équilibre. Un moteur électrique positionné entre **1** et **2** permet de maintenir **2** en équilibre.

L'accélération de la pesanteur est donnée par  $\vec{g} = -g \vec{j_0}$ .



**Question 1** Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.

**Question 2** Donner le torseur de chacune des actions mécaniques.

**Question 3** Simplifier les torseurs dans l'hypothèse des problèmes plans.

**Question 4** Proposer une démarche permettant de déterminer le couple et l'effort que doivent développer chacun des actionneurs pour maintenir le mécanisme en équilibre.

Corrigé voir ??.

## Exercice 7 – Mouvement RR 3D \*\*

B2-14

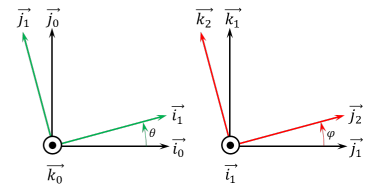
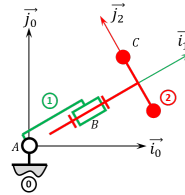
C1-05 Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit le mécanisme suivant. On a  $\overrightarrow{AB} = R \vec{i}_1$  et  $\overrightarrow{BC} = \ell \vec{i}_2 + r \vec{j}_2$ . On note  $R + \ell = L = 20 \text{ mm}$  et  $r = 10 \text{ mm}$ . De plus :

- $G_1 = B$  désigne le centre d'inertie de **1**, on note  $m_1$  la masse de **1** ;
- $G_2$  désigne le centre d'inertie de **2** tel que  $\overrightarrow{BG_2} = \ell \vec{i}_2$ , on note  $m_2$  la masse de **2**.

Un moteur électrique positionné entre **0** et **1** permet de maintenir **1** en équilibre. Un moteur électrique positionné entre **1** et **2** permet de maintenir **2** en équilibre.

L'accélération de la pesanteur est donnée par  $\vec{g} = -g \vec{j}_0$ .



**Question 1** Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.

**Question 2** Donner le torseur de chacune des actions mécaniques.

**Question 3** Proposer une démarche permettant de déterminer le couple et l'effort que doivent développer chacun des actionneurs pour maintenir le mécanisme en équilibre.

Corrigé voir ??.

## Exercice 8 – Mouvement RR 3D \*\*

B2-14

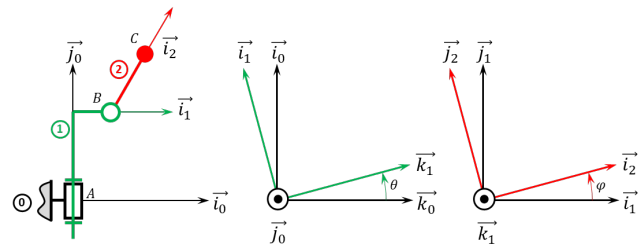
C1-05 Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit le mécanisme suivant. On a  $\overrightarrow{AB} = H \vec{j}_1 + R \vec{i}_1$  et  $\overrightarrow{BC} = L \vec{i}_2$ . On a  $H = 20 \text{ mm}$ ,  $r = 5 \text{ mm}$ ,  $L = 10 \text{ mm}$ . De plus :

- $G_1$  désigne le centre d'inertie de **1** tel que  $\overrightarrow{AG_1} = H \vec{j}_1$ , on note  $m_1$  la masse de **1** ;
- $G_2 = C$  désigne le centre d'inertie de **2**, on note  $m_2$  la masse de **2**.

Un moteur électrique positionné entre **0** et **1** permet de maintenir **1** en équilibre. Un moteur électrique positionné entre **1** et **2** permet de maintenir **2** en équilibre.

L'accélération de la pesanteur est donnée par  $\vec{g} = -g \vec{j}_0$ .



**Question 1** Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.

**Question 2** Donner le torseur de chacune des actions mécaniques.

**Question 3** Proposer une démarche permettant de déterminer le couple et l'effort que doivent développer chacun des actionneurs pour maintenir le mécanisme en équilibre.

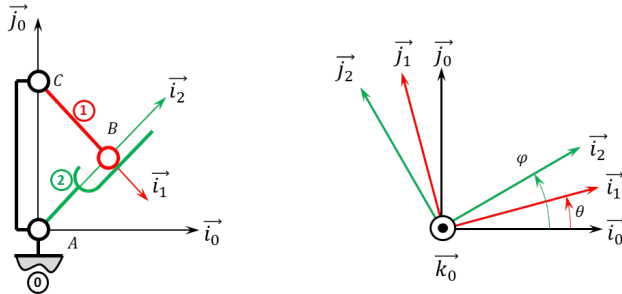
Corrigé voir ??.



## Exercice 9 – Barrière Sympact \*\*

C1-05

Soit le mécanisme suivant. On a  $\overrightarrow{AC} = H \overrightarrow{j_0}$  et  $\overrightarrow{CB} = R \overrightarrow{i_1}$ . De plus,  $H = 120 \text{ mm}$  et  $R = 40 \text{ mm}$ .



On néglige la pesanteur sur la pièce 1.

On note  $\{\mathcal{F}(\text{Moteur} \rightarrow 1)\} = \left\{ \begin{array}{c} \overrightarrow{0} \\ C_m \overrightarrow{k_0} \end{array} \right\}_{\forall P}$  l'action mécanique du moteur sur la pièce 1.

On note  $\{\mathcal{F}(\text{Ressort} \rightarrow 2)\} = \left\{ \begin{array}{c} \overrightarrow{0} \\ C_r \overrightarrow{k_0} \end{array} \right\}_{\forall P}$  l'action

mécanique d'un ressort couple sur la pièce 2. Le raideur du ressort est telle qu'il exerce un couple de 45 Nm pour un angle de rotation  $100^\circ$ . On considère que le couple est nul lorsque la pièce 2 est à la verticale ( $\varphi_0 = \frac{\pi}{2}$ ). Il est au maximum lorsque  $\varphi_f = 0$ .

On note  $\{\mathcal{F}(\text{Pes} \rightarrow 2)\} = \left\{ \begin{array}{c} -Mg \overrightarrow{j_0} \\ \overrightarrow{0} \end{array} \right\}_{\forall G}$  avec  $\overrightarrow{AG} = L \overrightarrow{i_2}$ .

**Question 1** Réaliser un graphe d'analyse.

**Question 2** Expliciter  $C_r$  en fonction des différents constantes ( $k$ ,  $\varphi_0$ ,  $\varphi_f$ ) et celles qui vous sembleraient utile.

**Question 3** Proposer une méthode permettant d'exprimer le couple moteur en fonction des autres actions mécaniques.

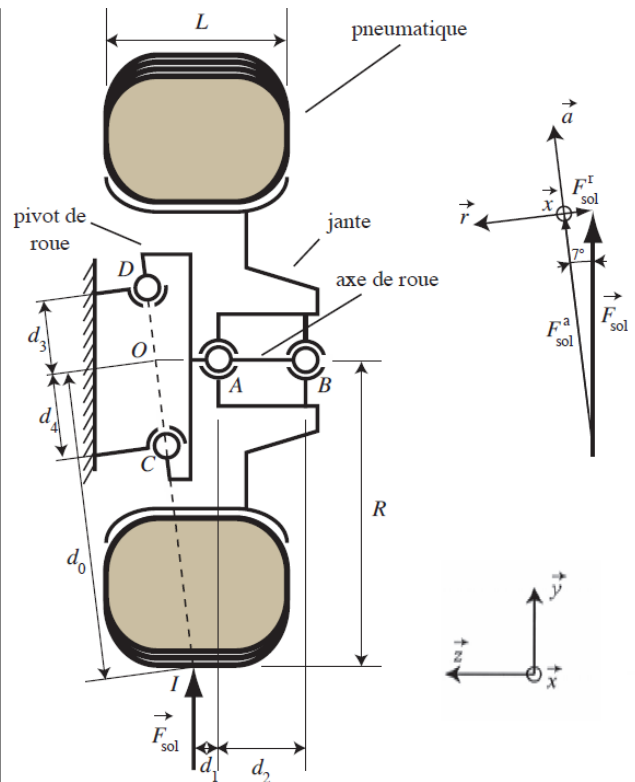
Corrigé voir ??.

Exercice 10 – Suspension automobile \*\*

B2-14

C1-05

On s'intéresse à la liaison entre l'axe de la toue et le châssis du véhicule. Les notations adoptées seront les suivantes :  $F_C^a$  (respectivement  $F_C^r$ ,  $F_C^x$ ) désignera la composante suivant  $\vec{a}$  (respectivement  $\vec{r}$ ,  $\vec{x}$ ) de l'effort extérieur exercé en  $C$ . On procédera de même pour le point  $D$ .



**Question 1** Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.

**Question 2** Peut-on résoudre complètement le système ? Pourquoi ?

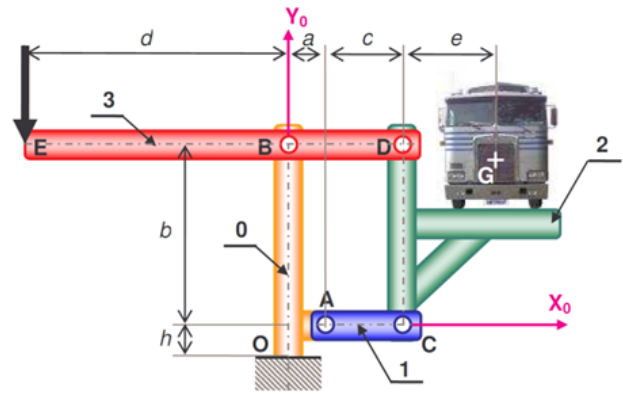
Corrigé voir ??.

Exercice 11 – Pèse camion \*\*

C1-05

On considère un bâti **0** auquel est attaché le repère  $\mathcal{R} = (O; \vec{x}_0; \vec{y}_0; \vec{z}_0)$ . Le champ de pesanteur est  $g = -g \vec{y}_0$ . La barre **1** est liée au bâti **0** par une liaison pivot parfaite d'axe  $(A, \vec{z}_0)$ . Le plateau porte camion **2** est lié à la barre **1** par une liaison pivot parfaite d'axe  $(C, \vec{z}_0)$ . Le levier **3** est lié au bâti **0** par une liaison pivot parfaite d'axe  $(B, \vec{z}_0)$ . Ce levier est également lié au plateau **2** par une liaison pivot parfaite d'axe  $(D, \vec{z}_0)$ . Le camion **4**, de centre de masse  $G$  et de masse  $M$  inconnue, repose sur le plateau **2**. L'action mécanique connue est caractérisée par :

$$\{\text{ext} \rightarrow 3\} = \left\{ \begin{array}{c} -F \vec{y}_0 \\ 0 \end{array} \right\}_E.$$



**Question 1** Tracer le graphe de structure. Définir le nombre d'inconnues statiques.

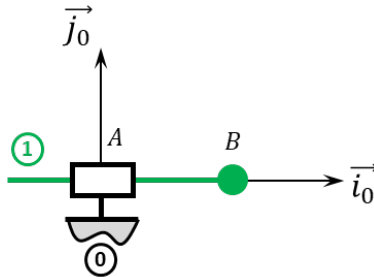
**Question 2** Donner la stratégie permettant de déterminer la valeur de  $F$  en fonction de  $M$ .

Corrigé voir ??.

## Exercice 12 – Mouvement T \*

C2-07

Soit le mécanisme suivant. On note  $\overrightarrow{AB} = \lambda(t) \overrightarrow{i_0}$ . On note  $m_1$  la masse du solide 1. On note  $G$  le centre d'inertie de 1 tel que  $\overrightarrow{BG} = \ell \overrightarrow{j_1}$  ( $\overrightarrow{j_1} = \overrightarrow{j_0}$ ). La pesanteur est telle que  $\overrightarrow{g} = -g \overrightarrow{i_0}$ . Un vérin pneumatique positionné entre 1 et 0 permet de maintenir 1 en équilibre.



On donne  $\{\mathcal{F}(\text{pes} \rightarrow 1)\} = \left\{ \begin{matrix} -m_1 g \overrightarrow{i_1} \\ \overrightarrow{0} \end{matrix} \right\}_G$  et  $\{\mathcal{F}(\text{ver} \rightarrow 1)\} = \left\{ \begin{matrix} F_v \overrightarrow{i_1} \\ \overrightarrow{0} \end{matrix} \right\}_A$ .

**Question 1** Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.

On isole 1 et on applique le théorème de la résultante statique en projection suivant  $\overrightarrow{i_0}$ .

**Question 2** Exprimer l'équation d'équilibre de la pièce 1.

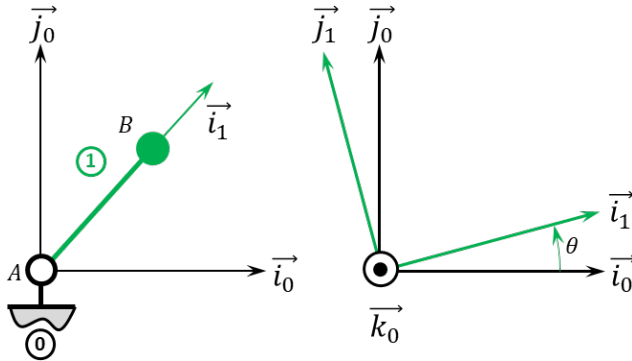
**Question 3** Déterminer l'ensemble des inconnues de liaison.

Corrigé voir ??.

### Exercice 13 – Mouvement R \*

C2-07

Soit le mécanisme suivant. On a  $\overrightarrow{AB} = R \vec{i}_1$  avec  $R = 20 \text{ mm}$ . La liaison pivot est motorisée par un moteur dont l'action mécanique sur 1 est donnée par  $\overrightarrow{C_m} = C_m \vec{k}_0$ . On note  $m_1$  la masse du solide 1 et  $B$  son centre d'inertie. La pesanteur est telle que  $\vec{g} = -g \vec{j}_0$ .



**Question 1** Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.

On donne  $\{\mathcal{F}(\text{pes} \rightarrow 1)\} = \left\{ \begin{matrix} -m_1 g \vec{j}_0 \\ 0 \end{matrix} \right\}_B$  et  $\{\mathcal{F}(\text{Mot} \rightarrow 1)\} = \left\{ \begin{matrix} 0 \\ C_m \vec{k}_0 \end{matrix} \right\}_A$ .

On isole 1 et on réalise un théorème du moment statique en A en projection sur  $\vec{k}_0$ .

**Question 2** Donner l'équation d'équilibre de la pièce 1.

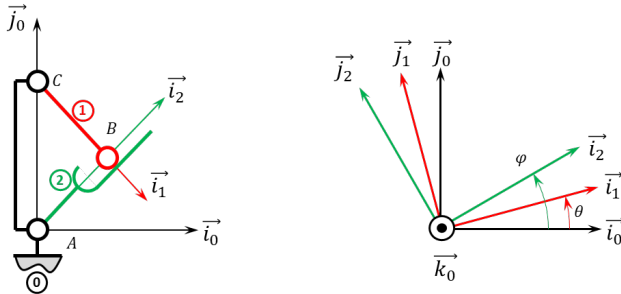
**Question 3** Déterminer l'ensemble des inconnues de liaisons.

Corrigé voir ??.

## Exercice 14 – Barrière Sympact \*\*

C2-07

Soit le mécanisme suivant. On a  $\overrightarrow{AC} = H \overrightarrow{j_0}$ ,  $\overrightarrow{CB} = R \overrightarrow{i_1}$  et  $\overrightarrow{AB} = \lambda \overrightarrow{i_2}$ . De plus,  $H = 120 \text{ mm}$  et  $R = 40 \text{ mm}$ .



On néglige la pesanteur sur la pièce 1.

On note  $\{\mathcal{F}(\text{Moteur} \rightarrow 1)\} = \left\{ \begin{array}{c} \overrightarrow{0} \\ C_m \overrightarrow{k_0} \end{array} \right\}_{\forall P}$  l'action mécanique du moteur sur la pièce 1.

On note  $\{\mathcal{F}(\text{Ressort} \rightarrow 2)\} = \left\{ \begin{array}{c} \overrightarrow{0} \\ C_r \overrightarrow{k_0} \end{array} \right\}_{\forall P}$  l'action

mécanique d'un ressort couple sur la pièce 2.

On note  $\{\mathcal{F}(\text{Pes} \rightarrow 2)\} = \left\{ \begin{array}{c} -Mg \overrightarrow{j_0} \\ \overrightarrow{0} \end{array} \right\}_{\forall G}$  avec  $\overrightarrow{AG} = L \overrightarrow{i_2}$ .

**Question 1** Réaliser un graphe d'analyse.

**Question 2** Proposer une méthode permettant d'exprimer le couple moteur en fonction des autres actions mécaniques.

**Question 3** Mettre en œuvre une méthode permettant d'exprimer le couple moteur en fonction des autres actions mécaniques.

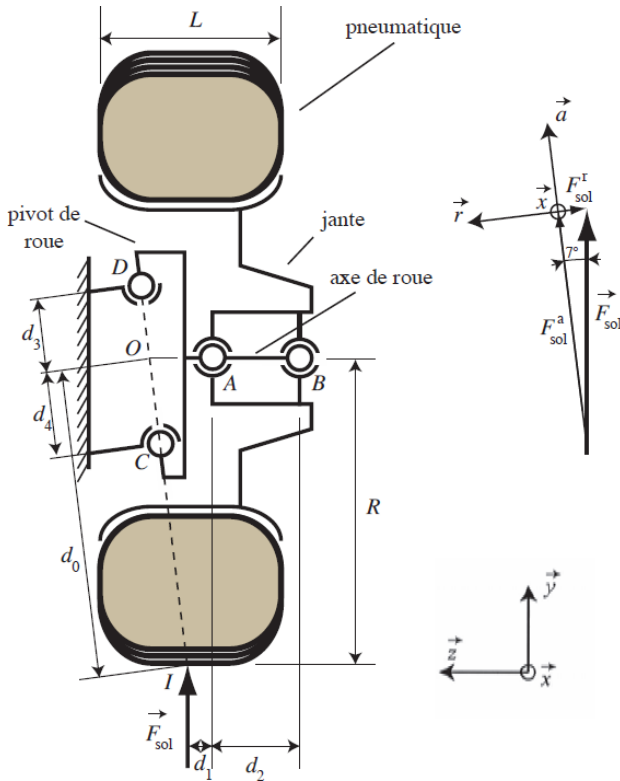
**Question 4** Tracer, en utilisant Python, l'évolution du couple moteur en fonction de l'angle de la manivelle. On prendra  $M = 1 \text{ kg}$  et  $L = 0,1 \text{ m}$

Corrigé voir ??.

## Exercice 15 – Suspension automobile \*\*

C2-07

On s'intéresse à la liaison entre l'axe de la toue et le châssis du véhicule. Les notations adoptées seront les suivantes :  $F_C^a$  (respectivement  $F_C^r, F_C^x$ ) désignera la composante suivant  $\vec{a}$  (respectivement  $\vec{r}, \vec{x}$ ) de l'effort extérieur exercé en C. On procédera de même pour le point D.



**Question 1** Réaliser le graphe des liaisons en faisant apparaître les actions mécaniques. Exprimer les torseurs des actions mécaniques de chacune des liaisons.

**Question 2** En isolant l'ensemble {pneumatique + jante + axe de roue}, écrire les équations issues du principe fondamental de la statique appliqué au point C, en projection sur les axes de la base  $(\vec{a}, \vec{r}, \vec{x})$  en fonction des composantes  $F_{sol}^a$  et  $F_{sol}^r$  et des dimensions  $d_0, d_3$  et  $d_4$ .

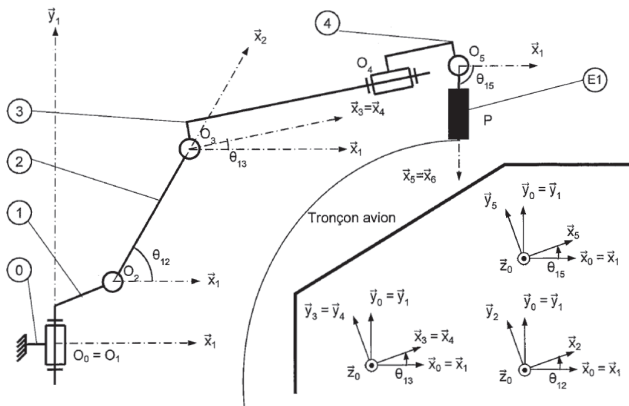
**Question 3** Résoudre littéralement le système.

Corrigé voir ??.

## Exercice 16 – Robot avion \*\*

C2-07

**Objectif** L'objectif est de déterminer le couple articulaire  $C_{12}$  à appliquer sur le bras 2 afin de garantir l'effort de perçage et l'effort presseur.



### Hypothèses :

- l'étude est réalisée pour une demi couture orbitale (couture supérieure) ;
- le repère  $\mathcal{R}_0(O_0; \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$  sera supposé galiléen ;
- $\vec{y}_0$  est l'axe vertical ascendant et  $\vec{g} = -g \vec{y}_0$  avec  $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$  ;
- toutes les liaisons sont supposées parfaites.

### Repérage et paramétrage

Le repère associé à l'embase fixe (0) est le repère  $\mathcal{R}_0(O_0; \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ ,  $\vec{y}_0$  étant l'axe vertical ascendant.

L'embase de rotation (1), en liaison pivot d'axe  $(O_1, \vec{y}_1)$ , par rapport au bâti (0), a pour repère associé le repère  $\mathcal{R}_1(O_1; \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$  tel que  $O_0 = O_1$ ,  $\vec{x}_0 = \vec{x}_1$ ,  $\vec{y}_0 = \vec{y}_1$ ,  $\vec{z}_0 = \vec{z}_1$ .

Le bras (2), en liaison pivot d'axe  $(O_2, \vec{z}_2)$  par rapport à l'embase de rotation (1), a pour repère associé le repère  $\mathcal{R}_2(O_2; \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$  tel que  $\vec{O}_1\vec{O}_2 = L_1 \vec{x}_1 + L_2 \vec{y}_1$ ,  $\vec{z}_1 = \vec{z}_2$  et  $(\vec{x}_1, \vec{x}_2) = (\vec{y}_1, \vec{y}_2) = \theta_{12}$ .

Le bras (3), en liaison pivot d'axe  $(O_3, \vec{z}_3)$  par rapport au bras (2), a pour repère associé le repère  $\mathcal{R}_3(O_3; \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_3)$  tel que  $\vec{O}_2\vec{O}_3 = L_3 \vec{x}_2$ ,  $\vec{z}_1 = \vec{z}_3$  et  $(\vec{x}_1, \vec{x}_3) = (\vec{y}_1, \vec{y}_3) = \theta_{13}$ .

Le bras (4), en liaison pivot d'axe  $(O_4, \vec{x}_4)$  par rapport au bras (3), a pour repère associé le repère  $\mathcal{R}_4(O_4; \vec{x}_4, \vec{y}_4, \vec{z}_4)$  tel que  $\vec{O}_3\vec{O}_4 = L_4 \vec{x}_3 + L_5 \vec{y}_3$ ,  $\vec{x}_3 = \vec{x}_4$  et  $(\vec{y}_3, \vec{y}_4) = (\vec{z}_3, \vec{z}_4) = \theta_{34}$ .

L'ensemble (E1) composé du bras (5), du poignet et de l'outil, en liaison pivot d'axe  $(O_5, \vec{z}_5)$  par rapport au bras (4), a pour repère associé le repère  $\mathcal{R}_5(O_5; \vec{x}_5, \vec{y}_5, \vec{z}_5)$  tel que  $\vec{O}_4\vec{O}_5 = L_5 \vec{x}_3$ ,  $\vec{z}_1 = \vec{z}_5$  et  $(\vec{x}_1, \vec{x}_5) = (\vec{y}_1, \vec{y}_5) = \theta_{15}$ .

La masse du bras (2) est notée  $M_2$  et la position du centre de gravité est définie par  $\vec{O}_2\vec{G}_2 = \frac{1}{2} L_3 \vec{x}_2$ .

La masse du bras (3) et du bras (4) est notée  $M_{34}$  et la position du centre de gravité est définie par  $\vec{O}_3\vec{G}_3 = \frac{1}{3} L_4 \vec{x}_3 + L_5 \vec{y}_3$ .

La masse de l'ensemble (E1) est notée  $M_{E1}$  et la position du centre de gravité est définie par  $\vec{O}_5\vec{G}_5 = L_7 \vec{x}_5$ .

L'extrémité de l'outil est définie par le point  $P$  définie par  $\vec{O}_5\vec{P} = L_8 \vec{x}_5$ .

Le torseur d'action mécanique lié au perçage sera noté :  $\{\mathcal{T}(\text{Tronçon (perçage)} \rightarrow E_1)\} = \begin{Bmatrix} -F & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{P, \mathcal{R}_5}$ .

Un effort presseur est de plus nécessaire pour le perçage optimal des deux tronçons. Le torseur d'action mécanique associé sera noté :  $\{\mathcal{T}(\text{Tronçon (presseur)} \rightarrow E_1)\} = \begin{Bmatrix} -P & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{P, \mathcal{R}_5}$ .

Le torseur couple modélisant l'action du moteur sur la pièce 1 sur 2 :  $\{\mathcal{T}(1_m \rightarrow 2)\} = \begin{Bmatrix} 0 \\ C_{12} \vec{z}_0 \end{Bmatrix}_{\forall P}$ .

La rotation entre les solides (0) et (1) est supposée bloquée dans la suite du sujet.

**Question 1** Réaliser le graphe de structure de l'ensemble en précisant les liaisons et les actions mécaniques extérieures.

**Question 2** Quel est l'ensemble  $\Sigma$  à isoler afin de déterminer le couple  $C_{12}$ .

**Question 3** Réaliser un bilan des actions mécaniques extérieures appliquées à  $\Sigma$  et écrire les éléments de réduction de chaque torseur d'actions mécaniques.

**Question 4** Quel théorème doit-être appliqué et sur quel axe de projection, pour déterminer le couple  $C_{12}$  ?

La configuration correspondant à la position extrême supérieure de la couture orbitale correspond aux angles suivants :  $\theta_{12} = 60^\circ$ ,  $\theta_{13} = -4^\circ$ ,  $\theta_{15} = -90^\circ$ .

Dans la suite de l'étude, l'angle  $\theta_{13}$  sera considéré nul.

**Question 5** Déterminer l'équation littérale du couple  $C_{12}$  en fonction de  $g$ ,  $F$ ,  $P$ ,  $M_2$ ,  $M_{34}$ ,  $M_{E1}$ ,  $L_3$ ,  $L_4$ ,  $L_5$ ,  $L_6$ ,  $L_7$ ,  $\theta_{12}$ ,  $\theta_{15}$ .

Les valeurs du robot considéré sont :

- $M_2 = 264 \text{ kg}$ ,  $M_{34} = 430 \text{ kg}$ ,  $M_{E1} = 150 \text{ kg}$ ,  $P = 150 \text{ N}$ ,  $F = 1000 \text{ N}$  ;
- $L_1 = 0,405 \text{ m}$ ,  $L_2 = 0,433 \text{ m}$ ,  $L_3 = 1,075 \text{ m}$ ,  $L_4 = 1,762 \text{ m}$ ,  $L_5 = 0,165 \text{ m}$ ,  $L_6 = 0,250 \text{ m}$ ,  $L_7 = 0,550 \text{ m}$ ,  $L_8 = 0,750 \text{ m}$ .

**Question 6** Déterminer alors la valeur du couple  $C_{12}$ .

La valeur limite supérieure du couple  $C_{12}$  est fixée par le constructeur à  $9000 \text{ Nm}$ .

**Question 7** Le choix du robot permettra-t-il de garantir les conditions d'assemblage dans cette position ? Justifier la réponse.

Corrigé voir ??.



**Exercice 17 – Vilebrequin \***

**B2-14** Pas de corrigé pour cet exercice.

**Question 1** Exprimer sous forme littérale l'expression de la position du centre d'inertie du solide.

**Question 2** Déterminer  $h$  pour que le centre d'inertie appartienne à l'axe de rotation  $(O, \vec{x})$  du vilebrequin.

**Question 3** Faire l'application numérique.

**Question 4** Exprimer le torseur de pesanteur sur le vilebrequin en  $G$  puis en  $O$ .