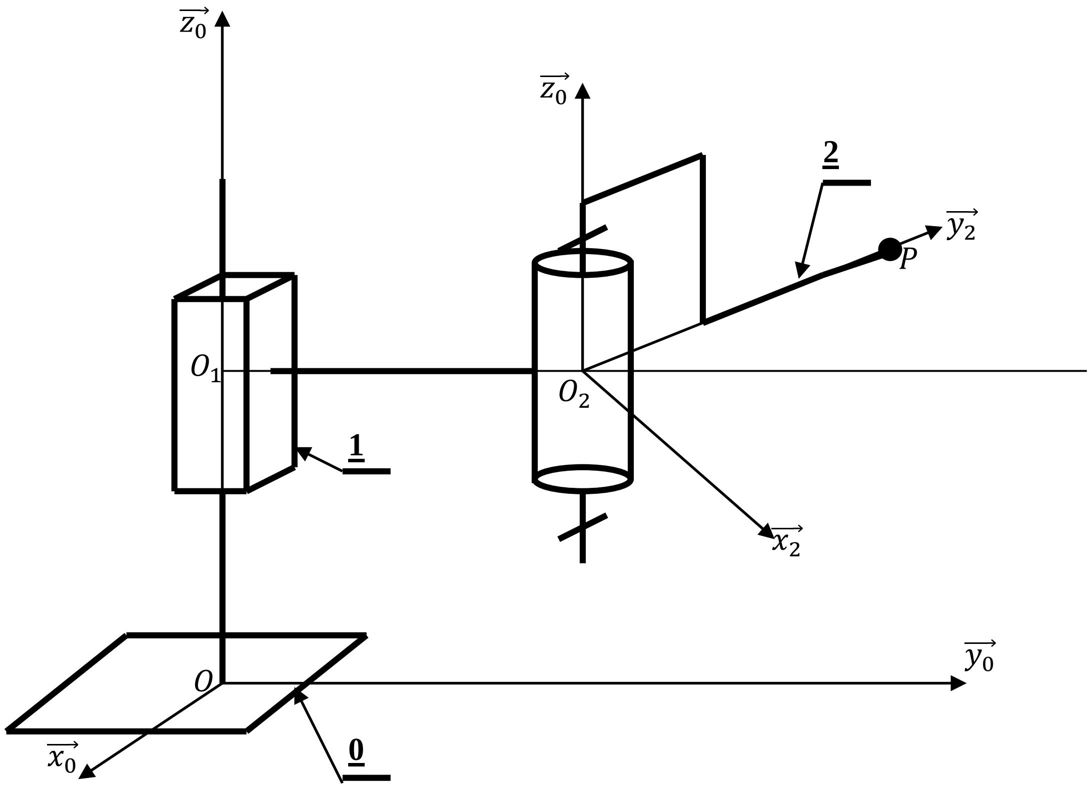
Exercice 1 : **Manutention assistée**

Le schéma cinématique ci-dessous représente la cinématique d'un outil d'assistance à opérateur, qui va suivre les mouvements de celui-ci, en limitant ses efforts. On note :

- $R(O,\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0})$ le repère associé au bâti **0**
- $R_1(O_1,\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0})$ le repère associé à la coulisse **1**, avec $\overrightarrow{OO_1} = z_1(t).\overrightarrow{z_0}$
- $R_2(O_2,\overrightarrow{x_2},\overrightarrow{y_2},\overrightarrow{z_0})$ le repère associé à la poignée **2**, avec $\overrightarrow{O_1O_2} = L.\overrightarrow{y_0}$, $\theta_2(t) = (\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{y_2})$ et $\overrightarrow{O_2P} = N.\overrightarrow{y_2}$



Q 1 : Poser le problème en utilisant les outils dédiés : graphe de liaison et figure plane

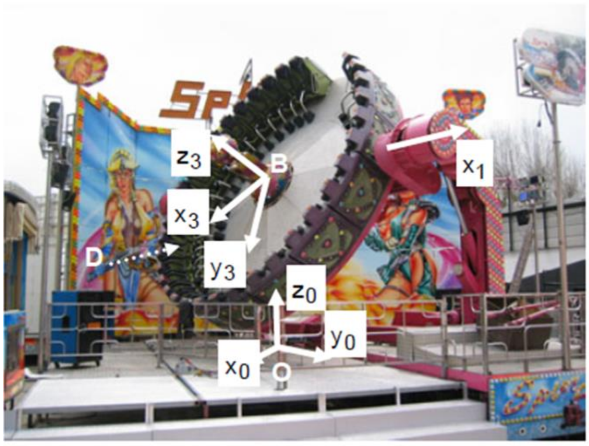
Q 2 : Exprimer $\overrightarrow{\Omega(2/1)}$ et $\overrightarrow{V(O_1 \in 1/0)}$

Q 3 : Calculer $\overrightarrow{V(P \in 2/R_2)}$, $\overrightarrow{V(P \in 2/1)}$, $\overrightarrow{V(P \in 1/0)}$ et $\overrightarrow{V(P \in 2/0)}$

Q 4 : Calculer $\overrightarrow{\Gamma(P \in 2/0)}$

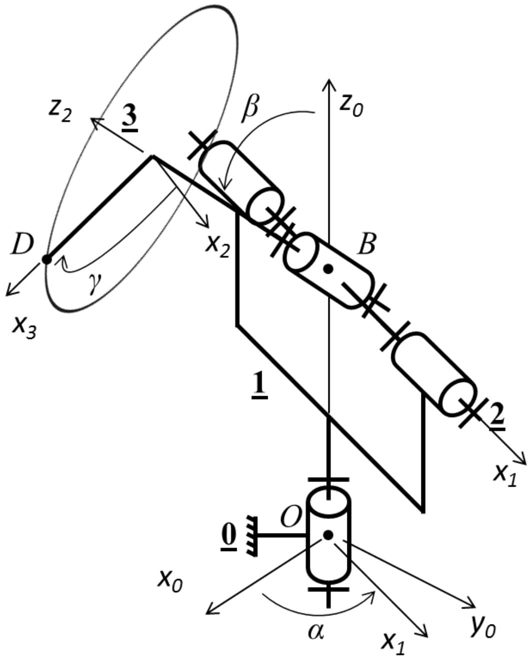
Exercice 2 : **Manège Spinfly**

L'étude consiste à déterminer l'accélération subie par une personne située sur un siège du disque **3** et de vérifier que, pour un mouvement donné, l'accélération latérale limite supportable par l'homme d'une valeur de 1,5 g n'est pas dépassée.



Le manège Spinfly est constitué, selon le schéma cinématique ci-contre de 4 solides :

- l'estrade **0**, de repère $R_0(O,\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0})$ tel que l'axe $(O,\overrightarrow{z_0})$, soit dirigé suivant la verticale ascendante,
- le plateau **1**, de repère $R_1(O,\overrightarrow{x_1},\overrightarrow{y_1},\overrightarrow{z_1}=\overrightarrow{z_0})$ en mouvement de rotation d'axe $(O,\overrightarrow{z_0})$ par rapport à l'estrade **0**, avec $\alpha=(\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{x_1})$,
- le bras **2**, de repère $R_2(B,\overrightarrow{x_2}=\overrightarrow{x_1},\overrightarrow{y_2},\overrightarrow{z_2})$, en mouvement de rotation d'axe $(B,\overrightarrow{x_2})$ par rapport au plateau **1**, avec $\overrightarrow{OB}=b\,\overrightarrow{z_0}$, b = 3,5 m et $\beta=(\overrightarrow{y_1},\overrightarrow{y_2})$,
- le disque **3**, de repère $R_3(B,\overrightarrow{x_3},\overrightarrow{y_3},\overrightarrow{z_3}=\overrightarrow{z_2})$, en mouvement de rotation d'axe (B, z_2) par rapport au bras **2**, avec$\gamma=(\overrightarrow{x_2},\overrightarrow{x_3})$.



La position de la personne est matérialisée par le point D, avec $\overrightarrow{BD}=c.\overrightarrow{z_2}+d.\overrightarrow{x_3}$, c = 0,5 m et d = 3,2 m.

Q 1 : Déterminer la position du point D dans le repère R_0.
Q 2 : Définir la trajectoire T(D,3/2).
Q 3 : Déterminer les vecteurs vitesse de rotation 1/0, 2/1 et 3/2. En déduire $\overrightarrow{\Omega(3/0)}$.
Q 4 : Les trois angles α,β,γ correspondent-ils aux angles d'Euler ?
Q 5 : Déterminer l'expression littérale de $\overrightarrow{V(D\in 3/0)}$ par deux méthodes :
  a. par dérivation du vecteur position de D
  b. par composition et changement de point.

.

Soit $\vec{G}=\vec{g}-\vec{\Gamma}(D,3/0)$ le vecteur qui caractérise le nombre de « *G* » qui s'applique sur la personne en *D*. On rappelle que $\vec{g}=-g.\overrightarrow{z_0}$est l'accélération de la pesanteur.

On considère le mouvement particulier suivant : $\beta = \dfrac{\pi}{2}$, $\dot{\beta} = 0$ et les vitesses $\dot{\alpha}$ et $\dot{\gamma}$ sont constantes telles que $\dot{\alpha} = 0,25$ tr/s et $\dot{\gamma} = 0,5$ tr/s .

Q 6 : Déterminer l'expression littérale de l'accélération latérale subie par la personne $G_y = \vec{G}.\vec{y}_3$.

Q 7 : Le mouvement envisagé est-il supporté par la personne ?

Exercice 3 : **Robot manipulateur**

Le schéma plan de la figure 1 représente la cinématique du robot ci-contre.

On associe à chaque solide **i** une base $(\vec{x_i}, \vec{y_i}, \vec{z_i})$. Les liaisons et le paramétrage des différents bras du robot sont les suivant :

- : liaison pivot d'axe $(A, \vec{z})$; on pose $\alpha = (\vec{x_0}, \vec{x_1})$
- 0-2 : liaison pivot d'axe $(A, \vec{z})$; on pose $\beta = (\vec{x_0}, \vec{x_2})$
- 1-3 : liaison pivot d'axe $(B, \vec{z})$, tel que $\overrightarrow{AB} = L\vec{x_1}$
- 2-4 : liaison pivot d'axe $(E, \vec{z})$, tel que $\overrightarrow{EA} = D\vec{x_2}$
- 3-4 : liaison pivot d'axe $(C, \vec{z})$, tel que $\overrightarrow{EC} = L\vec{x_4}$

Par ailleurs, $\overrightarrow{CB} = D\vec{x_3}$ et $\overrightarrow{BJ} = H\vec{x_3}$

Les mouvements du robot sont commandés par deux moteurs :

Le solide **1** a son mouvement de rotation commandé par le moteur **M1**, $\alpha \in \left[\frac{\pi}{3}; \frac{2\pi}{3}\right]$

Le solide **2** a son mouvement de rotation commandé par le moteur **M2**, $\beta \in \left[-\frac{\pi}{4}; \frac{\pi}{4}\right]$

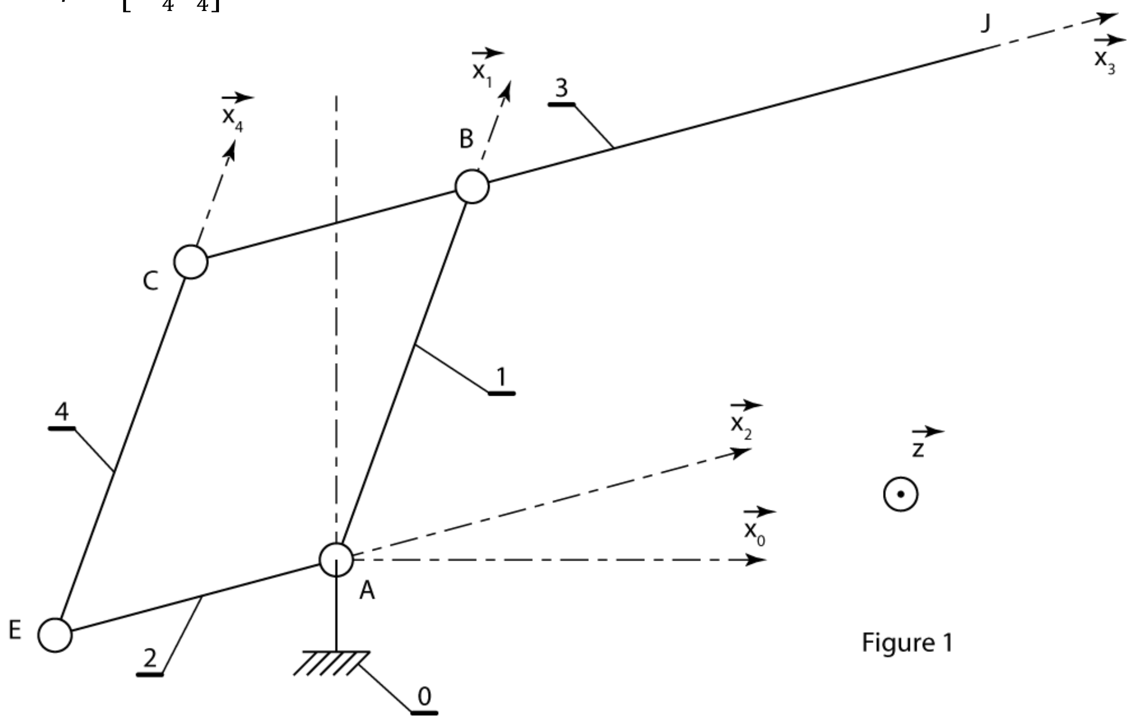


Figure 1

Valeurs numériques :

D=0,44m ; L=0,6m ; H=0,8m ;

Les moteurs tournent à une vitesse nominale de 750tr/min.

<u>Première partie</u> : étude du cas où β=0 et le moteur **M₂** à l'arrêt

Q 1 : Déterminer pour les mouvements suivant, les vecteurs vitesse de rotation et vitesse du point :

a. <u>**2**</u> par rapport à <u>**0**</u>, au point A :
b. <u>**1**</u> par rapport à <u>**0**</u>, au point A :
c. <u>**4**</u> par rapport à <u>**0**</u>, au point E :
d. <u>**3**</u> par rapport à <u>**0**</u>, au point B :
e. <u>**3**</u> par rapport à <u>**1**</u>, au point B :
f. <u>**3**</u> par rapport à <u>**4**</u>, au point C :

Q 2 : Déterminer le vecteur vitesse du point J appartenant à <u>**3**</u>, par rapport à <u>**0**</u> : $\overrightarrow{V(J \in 3/0)}$

Q 3 : Sur la figure 2, déterminer et tracer la trajectoire des points B et J dans <u>**0**</u>

Q 4 : Représenter graphiquement $\overrightarrow{V(J \in 3/0)}$, pour la position $\alpha = \frac{\pi}{3}$, en utilisant une échelle des vitesses de 10m/s pour 10mm.

<u>Deuxième partie</u> : étude du cas où $\alpha = \frac{\pi}{3}$ et le moteur **M₁** à l'arrêt

Q 5 : Déterminer pour les mouvements suivant, les vecteurs vitesse de rotation et vitesse du point :

a. 1 par rapport à 0, au point A :
b. 2 par rapport à 0, au point A :
c. 4 par rapport à 0, au point E :
d. 3 par rapport à 0, au point B :
e. 3 par rapport à 1, au point B :
f. 3 par rapport à 2, au point E :

Q 6 : Déterminer le vecteur vitesse du point J appartenant à <u>**3**</u>, par rapport à <u>**0**</u> : $\overrightarrow{V(J \in 3/0)}$

Q 7 : Déterminer le C.I.R. de <u>**3**</u> par rapport en <u>**0**</u>. En déduire et tracer, sur la figure 3 la trajectoire du point J dans <u>**0**</u>.

Q 8 : Représenter graphiquement $\overrightarrow{V(J \in 3/0)}$, pour la position β=0, en utilisant une échelle de 10m/s pour 10mm.

<u>Troisième partie</u> : Les deux moteurs fonctionnent.

Q 9 : Déterminer l'expression du vecteur vitesse du point J appartenant à <u>**3**</u>, par rapport à <u>**0**</u> : $\overrightarrow{V(J \in 3/0)}$

Q 10 : Tracer sur la figure 2 la surface liée à <u>**0**</u> dans laquelle se déplace le point J lorsque α et β varient dans leurs limites respectives.

Figure 2

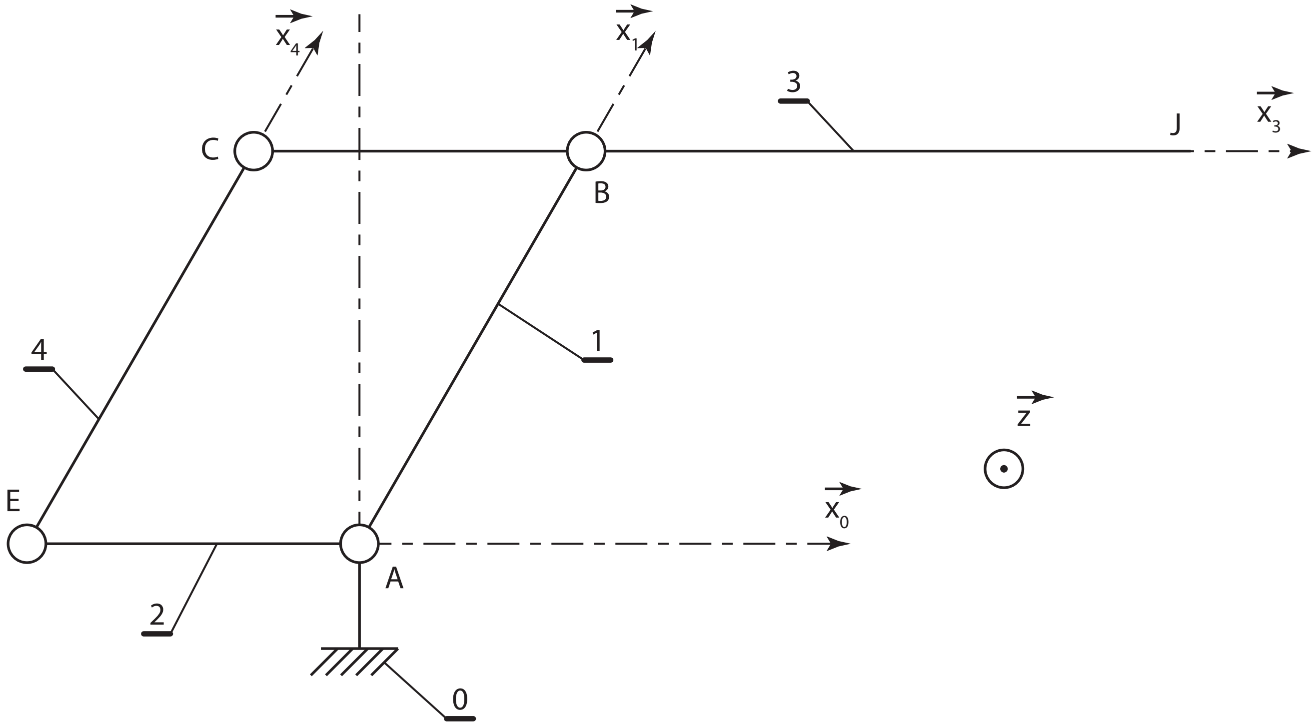


Figure 3