

## TD4 - Cinématique des solides

### Manège SPIN FLY

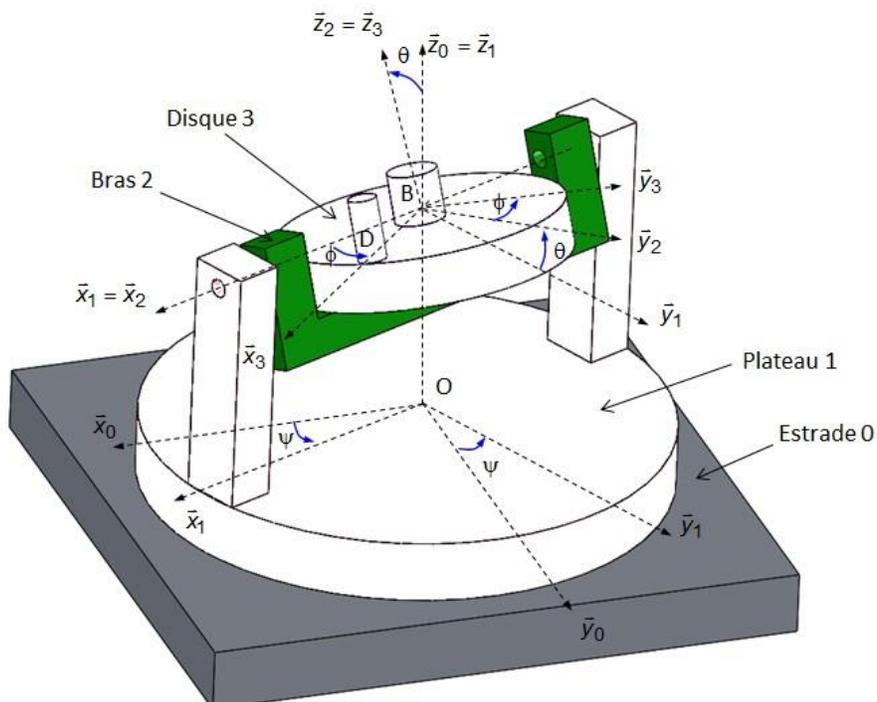
On s'intéresse au manège Spin Fly présent dans de nombreuses fêtes foraines. Les différents solides de la modélisation et leur repère associé sont décrits sur les figures ci-dessous :

Le système est constitué de quatre solides :

- **L'estrade 0** (plancher), de repère associé  $R_0(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ , fixe par rapport à la terre telle que l'axe  $(O, \vec{z}_0)$  soit dirigé suivant la verticale ascendante.
- **Le plateau 1**, de repère associé  $R_1(O, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ , en mouvement de rotation d'axe  $(O, \vec{z}_0)$  par rapport à l'estrade 0 tel que  $\vec{z}_0 = \vec{z}_1$  et  $(\vec{x}_0, \vec{x}_1) = \psi$ .
- **Le bras 2**, de repère associé  $R_2(B, \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$ , en mouvement de rotation d'axe  $(B, \vec{x}_1)$  par rapport au plateau 1 tel que  $\vec{OB} = b \cdot \vec{z}_0$  (avec b constant),  $\vec{x}_1 = \vec{x}_2$  et  $(\vec{y}_1, \vec{y}_2) = \theta$ .
- **Le disque 3**, de repère associé  $R_3(B, \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_3)$ , en mouvement de rotation d'axe  $(B, \vec{z}_2)$  par rapport au bras 2 tel que  $\vec{z}_2 = \vec{z}_3$  et  $(\vec{x}_2, \vec{x}_3) = \phi$ .



La position du point D du disque 3 est défini par :  $\vec{BD} = c \cdot \vec{x}_3$  (avec c constant).



On cherche ici à déterminer l'accélération subie par une personne dans le manège, et de vérifier que la limite supportable (sans déconfort) par l'homme d'une valeur de  $2g$  n'est pas dépassée.

**Q1 :** Réaliser des figures planes illustrant les 3 paramètres d'orientation. En déduire les vecteurs rotations.

**Q2 :** On note  $T_{D \in i / j}$  la trajectoire du point D appartenant au solide  $i$  par rapport au solide  $j$ . Déterminer les trajectoires  $T_{D \in 3 / 2}$ ,  $T_{D \in 2 / 1}$ ,  $T_{D \in 1 / 0}$  et  $T_{D \in 3 / 0}$ .

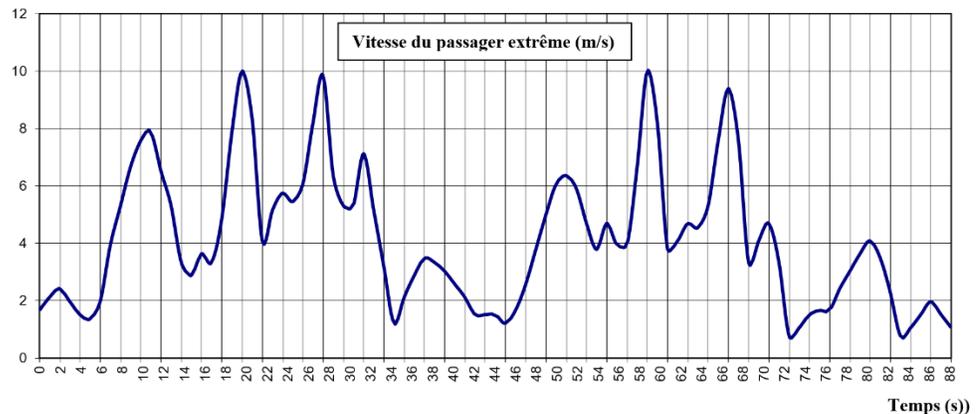
**NB :** Pour déterminer une trajectoire, il faut s'intéresser à la nature du mouvement en présence.

**Q3 :** Ecrire les 3 torseurs cinématiques décrivant les mouvements élémentaires du manège. (Les points d'application seront choisis de façon à minimiser les expressions des vecteurs vitesses.)

**Q4 :** Déterminer le vecteur vitesse  $\overrightarrow{V}(D \in 3/0)$ . Vérifier l'homogénéité du résultat.

**Q5 :** En déduire le torseur cinématique en D du mouvement du disque 3 par rapport à l'estrade 0.

**Q6 :** En utilisant la courbe de vitesse ci-dessous, déterminer la vitesse maximale d'un passager en **km/h**. Que constate-t-on ?



**Q7 :** Déterminer le vecteur accélération  $\overrightarrow{\Gamma}(D \in 3/0)$ . Vérifier l'homogénéité du résultat.

**Q8 :** Calculer la norme de l'accélération pour une position  $\psi$  et des vitesses  $\dot{\theta}$ ,  $\dot{\phi}$  constantes.

**Q9 :** Relever la valeur maximale de l'accélération du passager. A combien de **g** correspond-elle ? Que peut-on en conclure ?

