

## TD 03



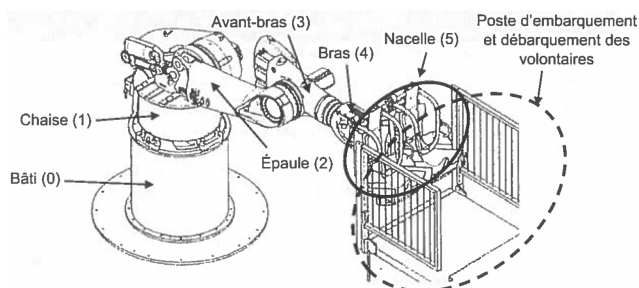
### Danse avec les robots

ICNA 2017

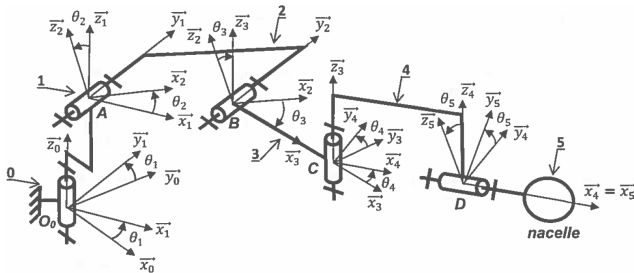
#### Savoirs et compétences :

« Danse avec les robots » est une attraction du Futuroscope de Poitiers. Le principe consiste à attacher deux personnes au bout d'un bras de robot 5 axes. Les personnes sont ainsi remuées au rythme de la musique.

On appelle nacelle l'ensemble de solides composé des sièges, des harnais de sécurité et des 2 volontaires.



On donne sur la figure suivant le schéma cinématique spatial d'un des robots avec le paramétrage associé aux différents solides et aux liaisons.



L'ensemble des repères sont considérés orthonormés directs.

- On note  $\mathcal{R}_0 = (O_0; \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$  le repère supposé galiléen associé au sol de la salle de spectacle, appelé bâti 0.
- On note  $\mathcal{R}_1 = (O_0; \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$  le repère associé à la chaise 1 et  $\theta_1 = (\vec{x}_0, \vec{x}_1) = (\vec{y}_0, \vec{y}_1)$  l'angle de rotation de la chaise 1 par rapport au bâti 0.
- On note  $\mathcal{R}_2 = (A; \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$  le repère associé à l'épaulle 2,  $\vec{O_0A} = a\vec{x}_0 + b\vec{x}_1$  et  $\theta_2 = (\vec{x}_1, \vec{x}_2) =$

$(\vec{z}_1, \vec{z}_2)$  l'angle de rotation de l'épaulle 2 par rapport à la chaise 1.

- On note  $\mathcal{R}_3 = (B; \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_3)$  le repère associé à l'avant-bras 3,  $\vec{AB} = c\vec{x}_2$  et  $\theta_3 = (\vec{x}_2, \vec{x}_3) = (\vec{z}_2, \vec{z}_3)$  l'angle de rotation de l'avant-bras 3 par rapport à l'épaulle 2.
- On note  $\mathcal{R}_4 = (C; \vec{x}_4, \vec{y}_4, \vec{z}_4)$  le repère associé au bras 4,  $\vec{BC} = d\vec{x}_3$  et  $\theta_4 = (\vec{x}_3, \vec{x}_4) = (\vec{y}_3, \vec{y}_4)$  l'angle de rotation du bras 4 par rapport à l'avant-bras 3.
- On note  $\mathcal{R}_5 = (D; \vec{x}_5, \vec{y}_5, \vec{z}_5)$  le repère associé à la nacelle 5,  $\vec{CD} = e\vec{x}_4$  et  $\theta_5 = (\vec{y}_4, \vec{y}_5) = (\vec{z}_4, \vec{z}_5)$  l'angle de rotation de la nacelle 5 par rapport au bras 4.

Le centre de gravité de la nacelle 5 (siège + volontaire + harnais) est tel que  $\vec{DG} = f\vec{x}_4 + h\vec{z}_5$ .

On définit la position du point G dans la base  $\mathcal{R}_0 = (\vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$  telle que  $\vec{O_0G} = x\vec{x}_0 + y\vec{y}_0 + z\vec{z}_0$ .

**Question 1** Tracer les figures planes de changement de repère.

**Question 2** Exprimer la position du point G suivant  $\vec{x}_0$ .

**Objectif** Valider que l'exigence d'accélération est satisfaite : l'accélération ressentie doit être au maximum de 3,5 g.

**Question 3** Exprimer la vitesse du point G dans son mouvement par rapport au repère galiléen associé à 0, notée  $\vec{V}(G \in 5/0)$ .

On limite désormais l'étude dans au cas où  $\theta_2 = 1,45 \text{ rad s}^{-1}$ ,  $\theta_3 = \theta_4 = \theta_5 = 0$ .

**Question 4** Exprimer l'accélération du point G dans son mouvement par rapport au repère galiléen associé à 0, notée  $\vec{\Gamma}(G \in 5/0)$ .

**Question 5** Conclure quant au respect de l'exigence d'accélération ressentie.

## TD 03

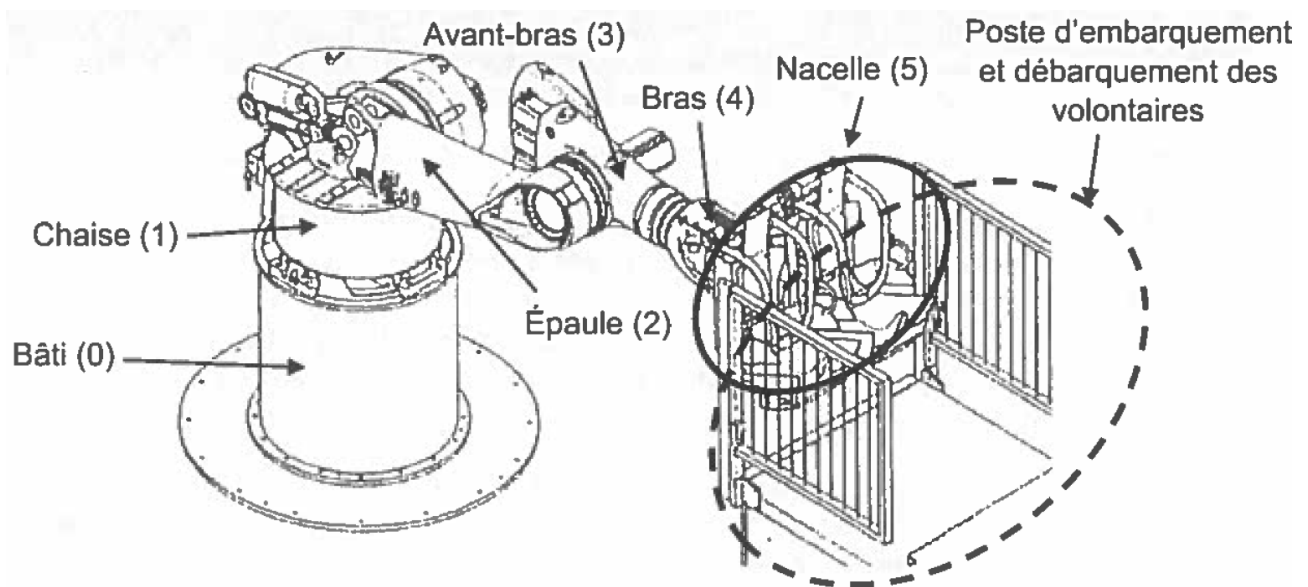


## Danse avec les robots

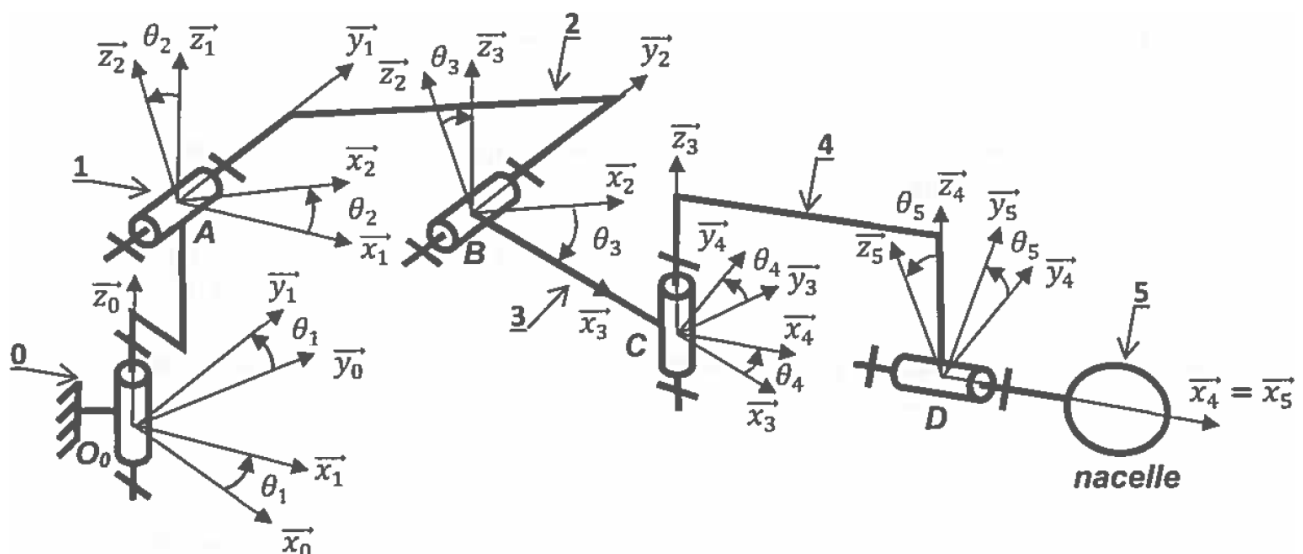
ICNA 2017

## Savoirs et compétences :

« Danse avec les robots » est une attraction du Futuroscope de Poitiers. Le principe consiste à attacher deux personnes au bout d'un bras de robot 5 axes. Les personnes sont ainsi remuées au rythme de la musique. On appelle nacelle l'ensemble de solides composé des sièges, des harnais de sécurité et des 2 volontaires.



On donne sur la figure suivant le schéma cinématique spatial d'un des robots avec le paramétrage associé aux différents solides et aux liaisons.



L'ensemble des repères sont considérés orthonormés directs.

- On note  $\mathcal{R}_0 = (O_0; \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$  le repère supposé galiléen associé au sol de la salle de spectacle, appelé bâti 0.

- On note  $\mathcal{R}_1 = (O_0; \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$  le repère associé à la chaise **1** et  $\theta_1 = (\vec{x}_0, \vec{x}_1) = (\vec{y}_0, \vec{y}_1)$  l'angle de rotation de la chaise **1** par rapport au bâti **0**.
- On note  $\mathcal{R}_2 = (A; \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$  le repère associé à l'épaule **2**,  $\vec{O_0A} = a \vec{z}_0 + b \vec{x}_1$  et  $\theta_2 = (\vec{x}_1, \vec{x}_2) = (\vec{z}_1, \vec{z}_2)$  l'angle de rotation de l'épaule **2** par rapport à la chaise **1**.
- On note  $\mathcal{R}_3 = (B; \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_3)$  le repère associé à l'avant-bras **3**,  $\vec{AB} = c \vec{x}_2$  et  $\theta_3 = (\vec{x}_2, \vec{x}_3) = (\vec{z}_2, \vec{z}_3)$  l'angle de rotation de l'avant-bras **3** par rapport à l'épaule **2**.
- On note  $\mathcal{R}_4 = (C; \vec{x}_4, \vec{y}_4, \vec{z}_4)$  le repère associé au bras **4**,  $\vec{BC} = d \vec{x}_3$  et  $\theta_4 = (\vec{x}_3, \vec{x}_4) = (\vec{y}_3, \vec{y}_4)$  l'angle de rotation du bras **4** par rapport à l'avant-bras **3**.
- On note  $\mathcal{R}_5 = (D; \vec{x}_5, \vec{y}_5, \vec{z}_5)$  le repère associé à la nacelle **5**,  $\vec{CD} = e \vec{x}_4$  et  $\theta_5 = (\vec{y}_4, \vec{y}_5) = (\vec{z}_4, \vec{z}_5)$  l'angle de rotation de la nacelle **5** par rapport au bras **4**.

Le centre de gravité de la nacelle **5** (siège + volontaire + harnais) est tel que  $\vec{DG} = f \vec{x}_4 + h \vec{z}_5$ .

On définit la position du point  $G$  dans la base  $\mathcal{R}_0 = (\vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$  telle que  $\vec{O_0G} = x \vec{x}_0 + y \vec{y}_0 + z \vec{z}_0$ .

**Question 1** Tracer les figures planes de changement de repère.

**Correction**

**Question 2** Exprimer la position du point  $G$  suivant  $\vec{x}_0$ .

**Correction**

**Objectif** Valider que l'exigence d'accélération est satisfaite : l'accélération ressentie doit être au maximum de 3,5 g.

**Question 3** Exprimer la vitesse du point  $G$  dans son mouvement par rapport au repère galiléen associé à **0**, notée  $\vec{V}(G \in 5/0)$ .

**Correction**

On limite désormais l'étude dans au cas où  $\dot{\theta}_2 = 1,45 \text{ rad s}^{-1}$ ,  $\theta_3 = \theta_4 = \theta_5 = 0$ .

**Question 4** Exprimer l'accélération du point  $G$  dans son mouvement par rapport au repère galiléen associé à **0**, notée  $\vec{\Gamma}(G \in 5/0)$ .

**Correction**

**Question 5** Conclure quant au respect de l'exigence d'accélération ressentie.

**Correction**