

DS01

INSTRUCTIONS

Durée 3h.

Calculatrice autorisée.

Les trois parties sont indépendantes. Il est conseillé de répartir votre temps de la façon suivante :

- 2h00 pour la partie A : Manège à sensation MIØLNYR,
- 1h00 pour la partie B : Dessin de définition,

Vous ferez attention à la lisibilité de ce que vous écrivez et à mettre en évidence les résultats et conclusion des questions.

Partie A : MANEGE A SENSATIONS MIØLNYR



Miølnyr est une attraction à sensation du parc Festiland situé au nord de Caen. Mise en en service en 2017 pour les 20 ans du parc, Miølnyr s'inspire de la mythologie nordique. Miølnyr, est le marteau de Thor, dieu de la foudre et du tonnerre. Selon la légende, il aurait été forgé par les nains Brokk et Eitri.

L'attraction est composée de 8 marteaux sur lesquels embarquent 2 passagers pour une durée de 2 à 3 *min* environ. Chaque marteau tourne autour d'un axe horizontal et l'ensemble des 8 marteaux tournent autour d'un axe vertical.

La norme sur les attractions à sensations impose des règles en matière d'accélération subie par les passagers. En effet le corps humain tolère très bien de fortes accélérations dans l'axe de la colonne vertébrale et dans l'axe ventre / dos. En revanche, le corps humain est beaucoup moins tolérant aux accélérations latérales (de droite à gauche ou inversement) qui peuvent s'avérer très dangereuse. Les valeurs limites imposées par la norme sont données dans le tableau ci-dessous :

	Dans l'axe de la colonne vertébrale	Dans l'axe ventre / dos	Dans l'axe latéral (de droite à gauche et inversement)
Accélération limite (<i>g</i>)	$\pm 3 \text{ g}$	$\pm 2 \text{ g}$	$\pm 0,1 \text{ g}$
Accélération limite ($m \cdot s^{-2}$)	$\pm 39,25 \text{ m} \cdot s^{-2}$	$\pm 29,43 \text{ m} \cdot s^{-2}$	$\pm 0,98 \text{ m} \cdot s^{-2}$



Objectifs

- Analyser le besoin satisfait par l'attraction,
- Analyser les mouvements lors d'un cycle complet de l'attraction,
- Vérifier le respect de la norme sur les accélérations à ne pas dépasser pour les passagers.

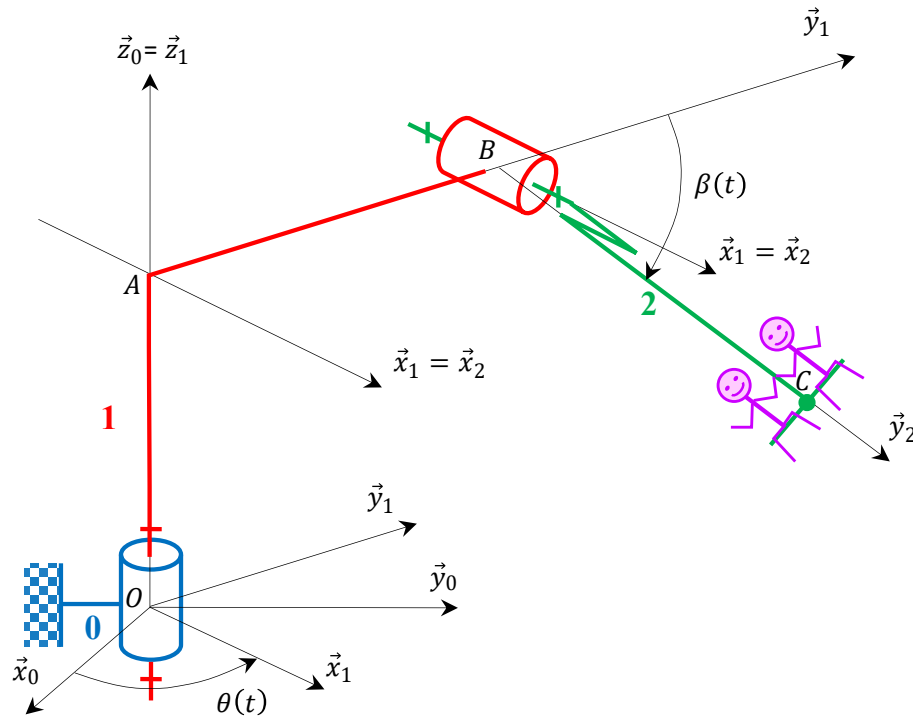
A1 Analyse du besoin satisfait par l'attraction

Question 1 : Par une phrase simple donner la matière d'œuvre de l'attraction ainsi que sa valeur ajoutée.

Question 2 : Par une phrase simple exprimer le besoin satisfait par l'attraction.

A2 Description de la cinématique de l'attraction et paramétrage

Afin de simplifier le problème, l'étude sera réalisée en ne prenant en compte qu'un seul marteau. La figure ci-dessous donne un schéma cinématique simplifié de l'attraction.



En se limitant à un seul marteau, l'attraction est constituée de 3 solides et des 2 passagers :

- Le bâti 0 qui est fixe,
- Le solide 1 en liaison pivot avec le bâti 0 d'axe $(O, \vec{z}_0)$. Le mouvement de 1/0 est une rotation d'axe $(O, \vec{z}_0)$ et l'angle de rotation est $\theta(t)$,
- Le solide 2 en liaison pivot avec le solide 1 d'axe $(B, \vec{x}_1)$. Le mouvement de 2/1 est une rotation d'axe $(B, \vec{x}_1)$ et l'angle de rotation est $\beta(t)$,
- Les passagers sont attachés sur une nacelle solidaire du solide 2 fixée au point C. On fait l'hypothèse que les accélérations au point C correspondent à celles subies par les passagers, avec :
- La direction de l'axe de la colonne vertébrale est portée par le vecteur $\vec{y}_2$,
- La direction ventre / dos est portée par le vecteur $\vec{x}_2$,
- La direction de l'axe latéral est portée par le vecteur $\vec{z}_2$.

On donne également :

$$\overrightarrow{OA} = h \cdot \vec{z}_0, \quad \overrightarrow{AB} = R \cdot \vec{y}_1, \quad \overrightarrow{BC} = L \cdot \vec{y}_2, \quad \text{avec } h = 4,5 \text{ m}, R = 3 \text{ m et } L = 4,5 \text{ m}.$$

A3 Vérification de la norme sur les accélérations subies par les passagers

Question 3 : Tracer les figures de changement de base.

Question 4 : En déduire les vecteurs rotations correspondants.

Question 5 : Donner l'expression du vecteur position du point C par rapport au référentiel $\mathcal{R}_0$.

Question 6 : Montrer que le vecteur vitesse $\vec{V}_{C/\mathcal{R}_0}$ s'écrit :

$$\vec{V}_{C/\mathcal{R}_0} = -(R + L \cdot \cos(\beta)) \cdot \dot{\theta}(t) \cdot \vec{x}_1 + L \cdot \dot{\beta}(t) \cdot \vec{z}_2$$

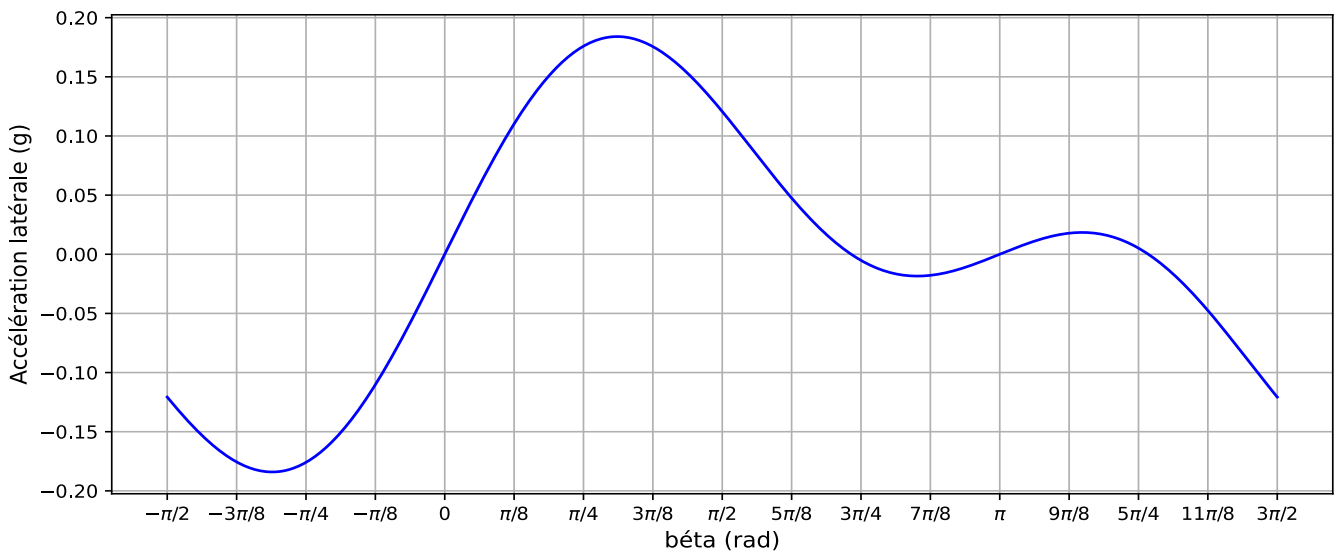
Pour la suite on suppose que les vitesses de rotations $\dot{\theta}(t) = \dot{\theta}$ et $\dot{\beta}(t) = \dot{\beta}$ sont constantes.

Question 7 : Calculer $\vec{\Gamma}_{C/\mathcal{R}_0}$.

Question 8 : Montrer que le vecteur accélération $\vec{\Gamma}_{C/\mathcal{R}_0}$ est donné dans le référentiel $\mathcal{R}_2$ par :

$$\vec{\Gamma}_{C/\mathcal{R}_0} = \begin{pmatrix} 2.L.\sin(\beta).\dot{\beta}.\dot{\theta} \\ -L.\dot{\beta}^2 - (R + L.\cos(\beta)).\dot{\theta}^2.\cos(\beta) \\ (R + L.\cos(\beta)).\dot{\theta}^2.\sin(\beta) \end{pmatrix}_{\mathcal{R}_2}$$

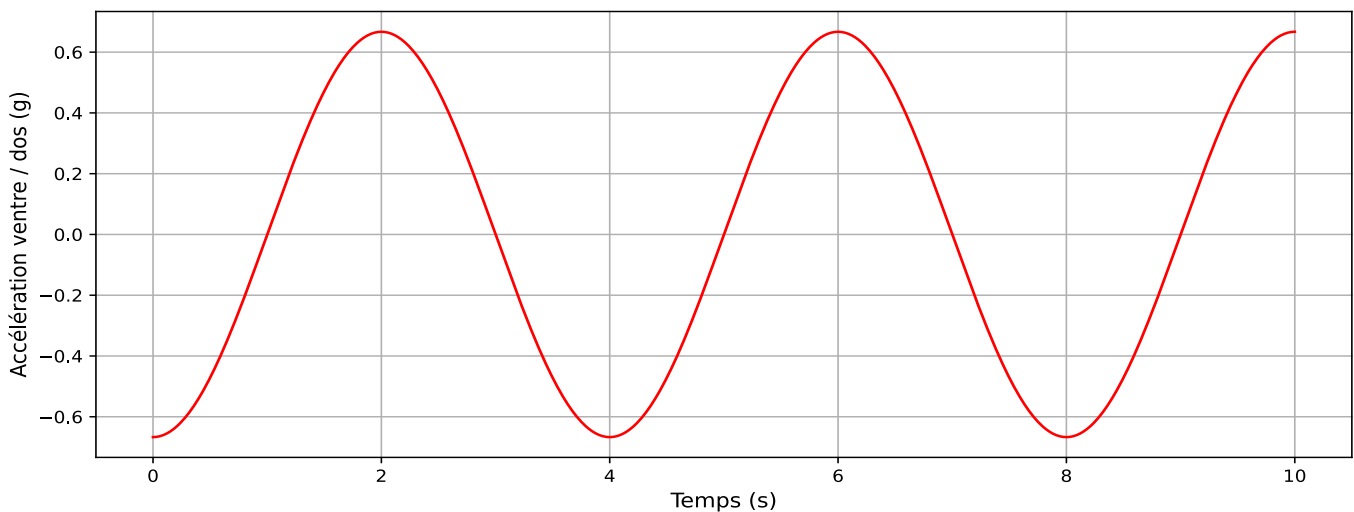
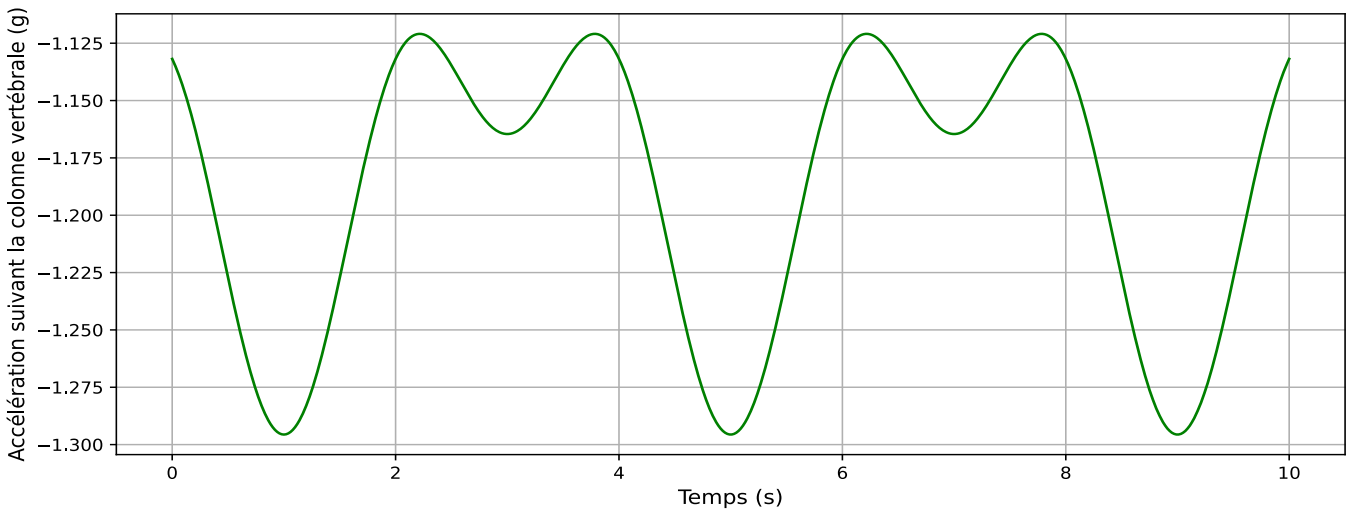
La figure ci-dessous donne l'accélération latérale subie par un passager au point C pour une vitesse $\dot{\theta} = 6 \text{ tr. min}^{-1}$.

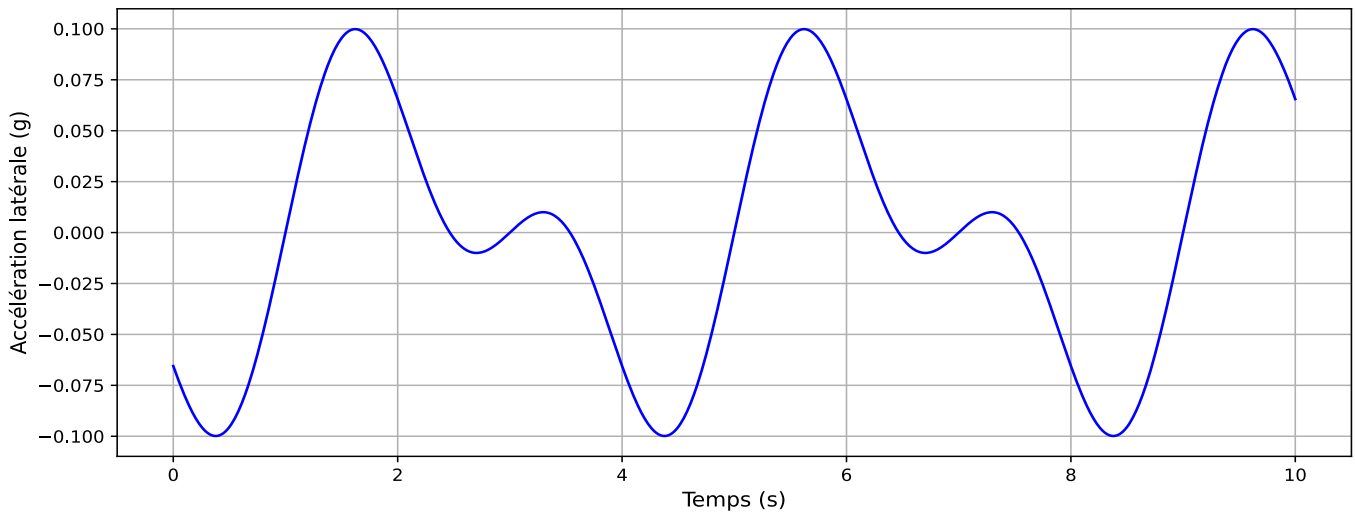


Question 9 : Pour quelles valeurs β_{max} de β l'accélération latérale est-elle maximale en norme ?

Question 10 : Pour cette valeur β_{max} de β , déterminer la valeur maximale de la vitesse $\dot{\theta}_{max}$ admissible au regard de la norme sur les attractions à sensations. Faire l'application numérique et donner le résultat en rad. s^{-1} puis en tr. min^{-1} .

On donne ci-dessous les tracés des accélérations pour $\dot{\theta}_{max} = 4,42 \text{ tr. min}^{-1}$ et $\dot{\beta} = 15 \text{ tr. min}^{-1}$.

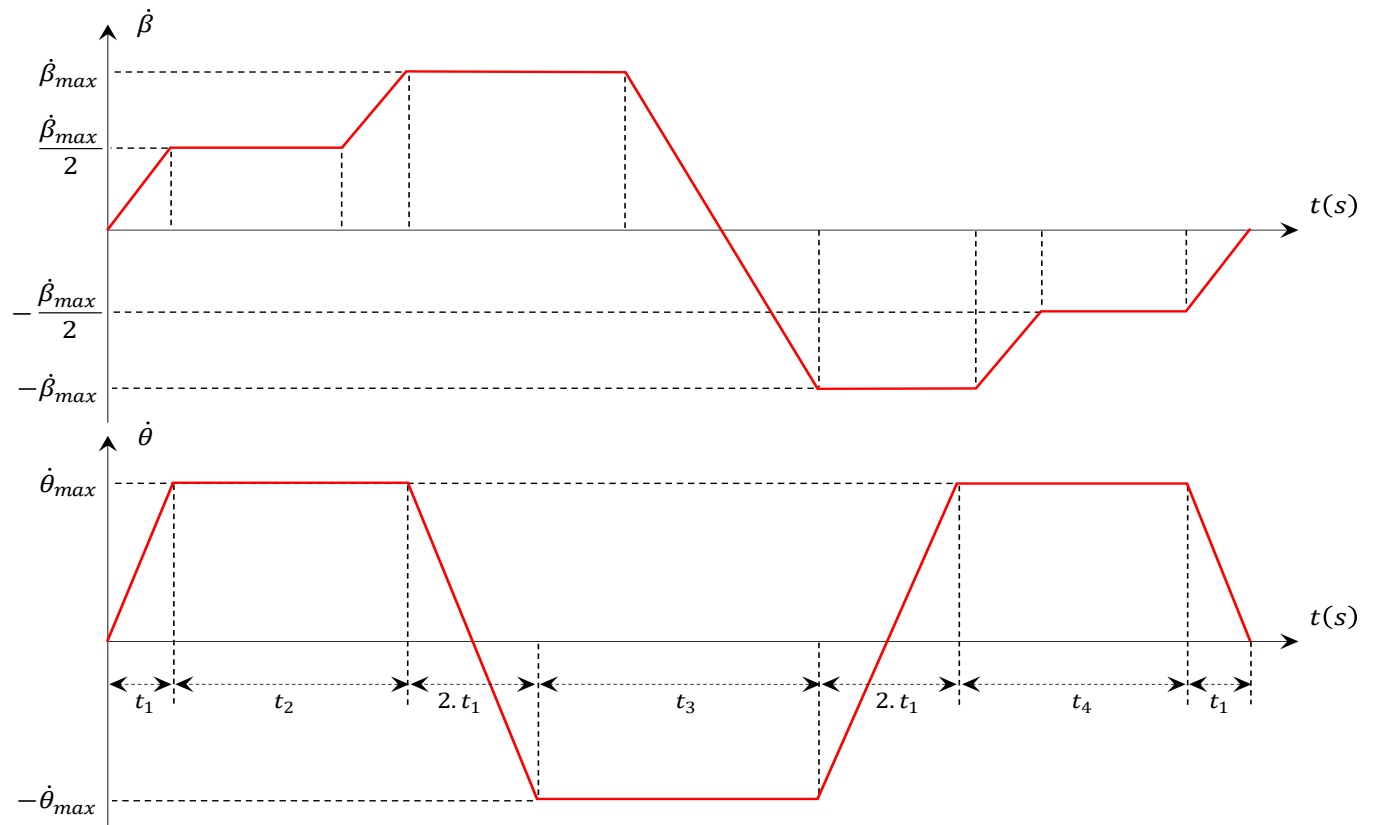




Question 11 : En vous appuyant sur les courbes ci-dessus, conclure sur le respect des accélérations subies par les passagers au regard de la norme sur les attractions à sensations.

A4 Analyse d'un cycle de fonctionnement

On donne ci-dessous l'évolution des vitesses de rotation $\dot{\theta}$ et $\dot{\beta}$ en fonction du temps pour un cycle complet.



Les données sont les suivantes :

- On suppose qu'à $t = t_0 = 0$, la position angulaire $\theta(t_0) = 0$,
- $\dot{\theta}_{max} = 4,42 \text{ tr. min}^{-1} = 0,46 \text{ rad. s}^{-1}$,
- $\ddot{\theta}_{max} = 0,08 \text{ rad. s}^{-2}$,
- Les phases de durée t_2 , t_3 et t_4 sont telles que $t_2 = t_3 = t_4$, et sur chacune de ces phases, l'attraction fera 3 tours, soit $\theta = 3 \text{ tr.}$

Question 12 : Justifier que l'accélération angulaire $\ddot{\theta}(t)$ est constante pour $t \in [t_0; t_1]$? En supposant que l'accélération $\ddot{\theta}(t) = \ddot{\theta}_{max}$ pour $t \in [t_0; t_1]$, en déduire le temps t_1 en fonction des données.

Question 13 : Déterminer la position angulaire $\theta(t)$ pour $t \in [t_0; t_1]$ et pour $t \in [t_1; t_1 + t_2]$ en fonction de $\dot{\theta}_{max}$ et t_1 .

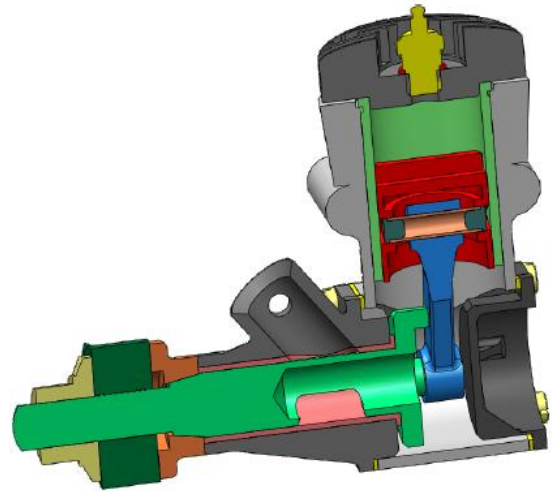
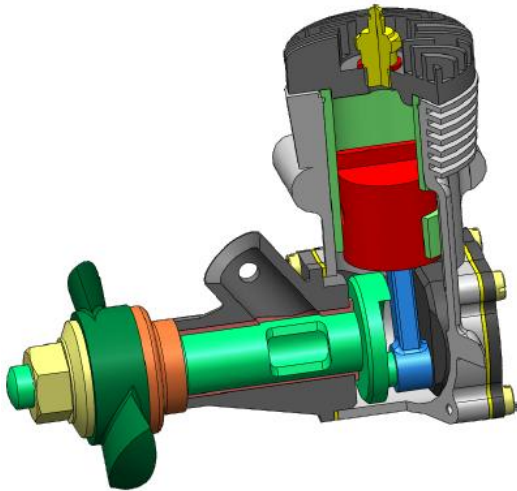
Question 14 : Déterminer le temps t_2 afin de respecter les données du problème.

Question 15 : En déduire le temps de cycle T_{cycle} total de l'attraction. Est-il conforme à la durée de l'attraction annoncée dans la présentation ?

Partie B : DESSIN DE DEFINITION

B1 Micromoteur

On étudie un micromoteur thermique utilisé dans le modélisme :



On donne une représentation 3D et une vue de face du piston.

Question 16 : Compléter la vue de gauche (avec les arrêtes cachées).

Question 17 : Réaliser la vue de dessus (avec les arrêtes cachées).

Question 18 : Réaliser la coupe A-A.

B2 Poussoir pour contacteur de porte (Ressource X. Pessoles)

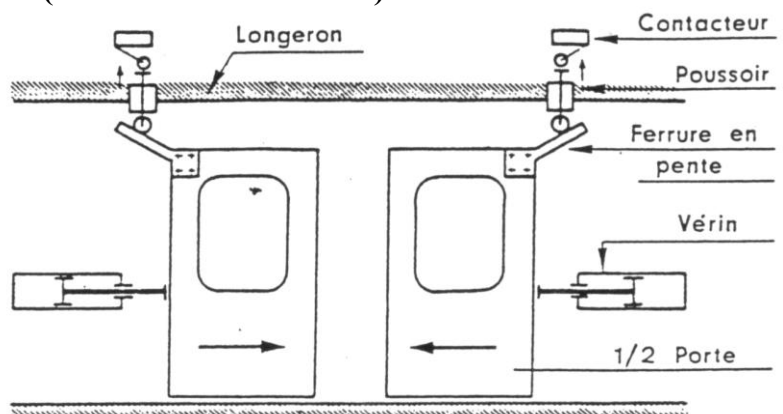
B2.1 Mise en situation

- Cet appareil s'intègre dans un dispositif de sécurité destiné à donner l'information « porte fermée » sur un train urbain.

- Le dessin d'ensemble fourni à la page suivante représente le poussoir. Il permet de faire la liaison entre la ferrure en pente et le contacteur avec une possibilité de réglage aisé du déclenchement électrique.

Question 19 : Donner la désignation normalisée de la pièce 6.

Question 20 : Quelle est la course de la tige 2.



B2.2 Dessin de définition de la tige 2

La vue considérée comme vue de face est la vue correspondant à la coupe AA du dessin d'ensemble (à gauche du dessin d'ensemble).

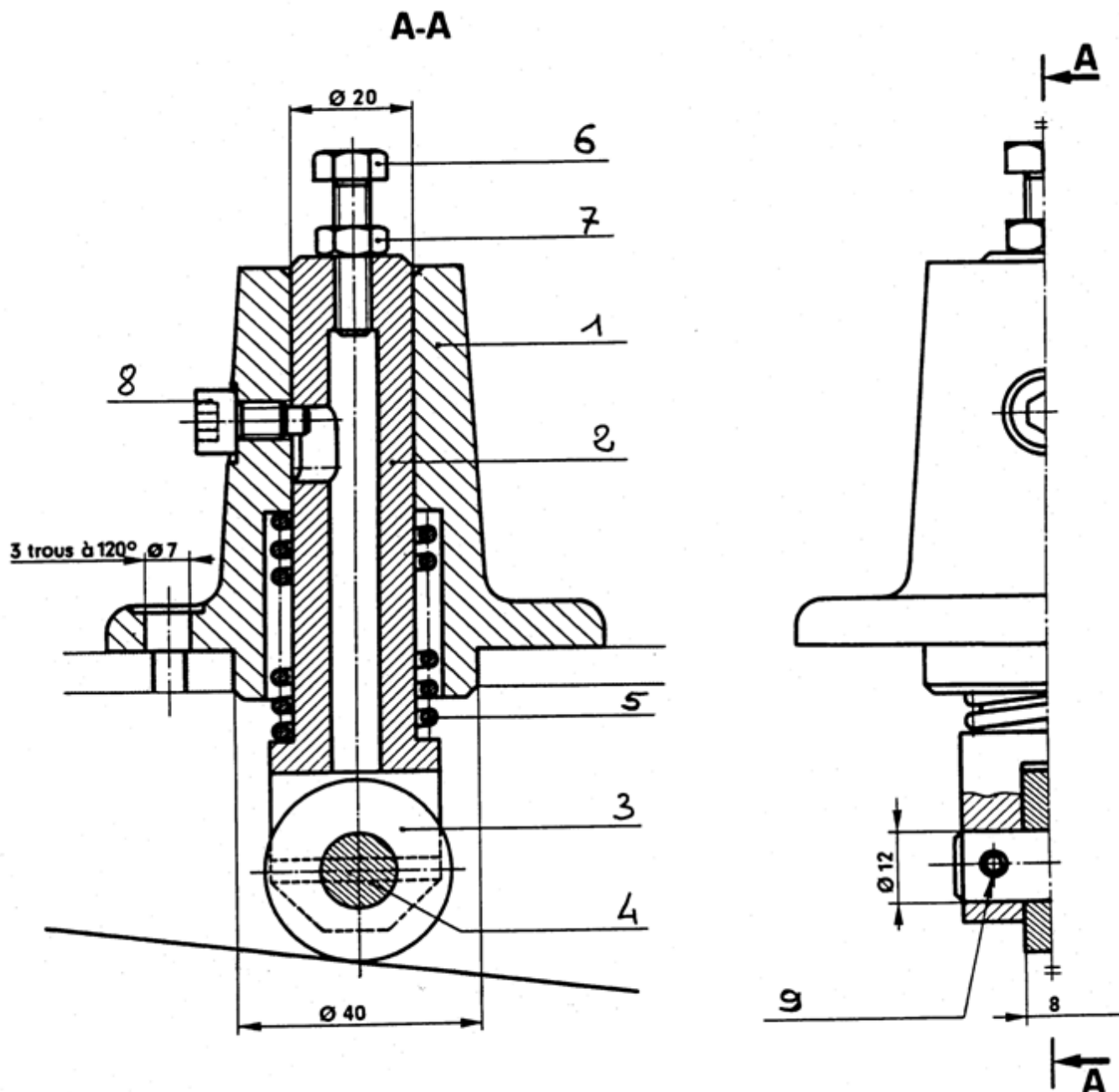
Question 21 : ✎ **Dessin tige 2 :** sur le document réponse : vue de face en coupe AA, vue de gauche, et vue de dessous. Les arrêtes cachées ne seront pas représentées.

B2.3 Assemblage du poussoir sur le longeron

Le poussoir 2 est fixé sur le longeron 10 par 3 vis CHC M6 - 12 à 120°. Ces vis ne sont pas représentées sur le dessin d'ensemble fourni à la page suivante.

Question 22 : ✎ **Dessin assemblage vissé :** sur le document réponse, compléter la représentation locale d'une de ces vis.

B2.4 Dessin d'ensemble poussoir pour contacteur de porte



REP	NB	DESIGNATION
9	1	Goupille Mécanindus diamètre 4 long 25
8	1	Vis CHC M6 à béton long
7	1	Écrou H M6
6	1	
5	1	Ressort 7 spires
4	1	Axe
3	1	Roulette
2	1	Tige
1	1	Corps