

**INGENIERIE MECANIQUE
LICENCE SPI 1**

Examen du 20/05/2021
Aucun document autorisé
Durée 1h30

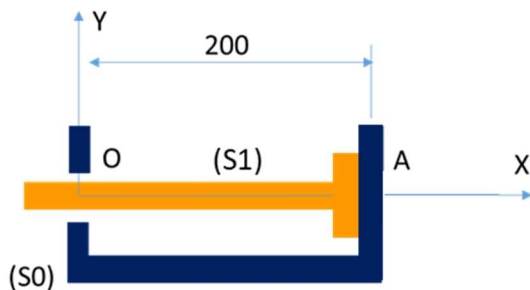
EXERCICE 1 (30 mn)

On considère le guidage d'un arbre réalisé à l'aide de deux liaisons supposées parfaites.

La première est une liaison linéaire annulaire d'axe (O, \vec{X}) et la seconde est une liaison plane de normale $(A, -\vec{X})$. Cette dernière est représentée, dans le repère choisi, par le torseur de liaison :

$$T_a = \begin{Bmatrix} Xa & 0 \\ 0 & Ma \\ 0 & Na \end{Bmatrix}_A$$

Les dimensions utiles sont indiquées sur le schéma en millimètres.

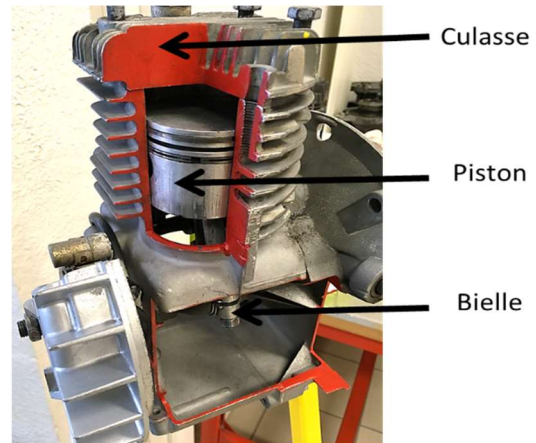


Travail demandé :

- ❶ Déterminer, avec la convention d'écriture donnée avec T_a , le torseur mécanique de la liaison en O, soit T_o
- ❷ Déterminer le torseur de la liaison en A quand il est observé depuis le point O.
- ❸ La liaison équivalente à l'assemblage de ces deux liaisons admet pour torseur la somme des deux torseurs initiaux. Reconnaissez-vous la liaison ainsi obtenue ?

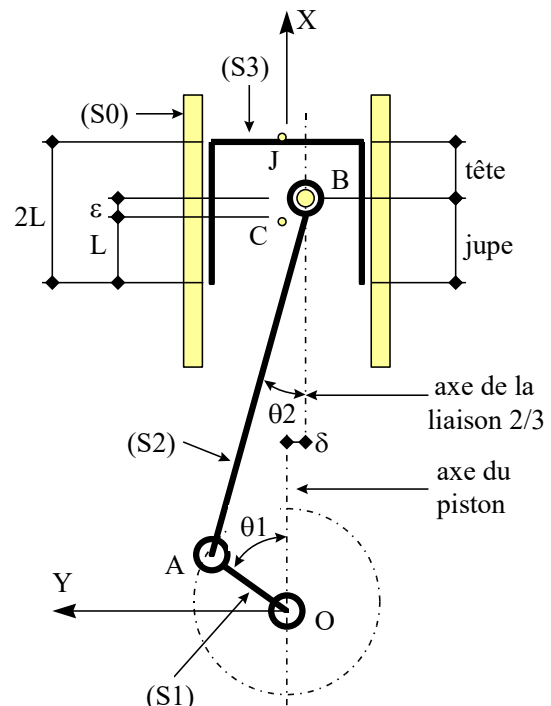
EXERCICE 2 (60 mn)

La photographie ci-dessous représente un moteur à explosion 4 temps.

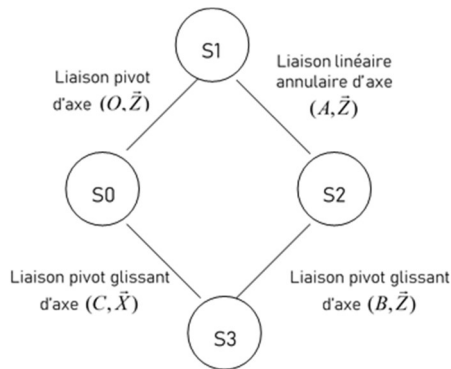


Ce mécanisme est modélisé sous la forme d'un schéma cinématique où l'on reconnaît le classique système bielle-manivelle.

La figure fournit aussi le paramétrage de l'embellage.



L'analyse géométrique du moteur permet d'établir le graphe des liaisons suivant :



Par construction l'axe de la liaison piston-bielle (S2-S3) est décalé de :

- δ par rapport à l'axe du piston suivant \vec{Y} ,
- ε par rapport à la mi-longueur du piston suivant \vec{X} .

La valeur de θ_2 n'est pratiquement pas affectée par ces décalages.

On suppose que les liaisons sont sans jeu et sans frottement.

On néglige les actions dynamiques.

On appelle R la force qui résulte de la pression du gaz « P_g » sur la face supérieure du piston, R étant normale à celle-ci.

On appelle F la force agissant de S2 sur S3, dont les composantes sont données dans un torseur ci-dessous en fonction de R et de θ_2 .

Les résultantes des actions de contact sont dans le plan $(O; \vec{X}, \vec{Y})$.

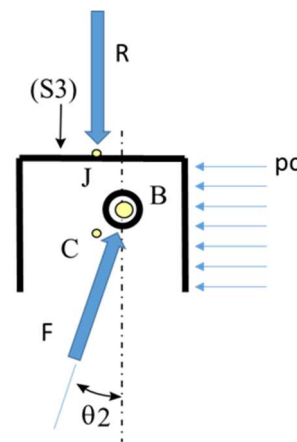
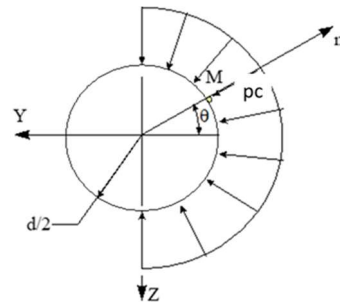
Avec ces hypothèses les torseurs d'actions mécaniques s'écrivent :

$$T(gaz/3) = \left\{ \begin{array}{c|c} -R & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}_J$$

$$T(2/3) = \left\{ \begin{array}{c|c} R & 0 \\ -R \cdot \tan \theta_2 & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}_B$$

$$T(0/3) = \left\{ \begin{array}{c|c} 0 & 0 \\ R \cdot \tan \theta_2 & 0 \\ 0 & R(-\delta + \varepsilon \cdot \tan \theta_2) \end{array} \right\}_C$$

On suppose que la répartition de la pression de contact entre le piston et le cylindre est uniforme, comme sur la figure suivante.



Le diamètre du piston est d , sa hauteur est $2L$.

Travail demandé :

❶ Calculer l'effort R si $P_g = 2,5 \text{ MPa}$ quand la bielle est inclinée de θ_2 si $d = 50 \text{ mm}$.

❷ Déterminer l'expression de la pression de contact « p_c » exercée par S0 sur S3 en fonction de R , L , d et θ_2 .

❸ On admet que la vitesse du piston relativement à la culasse est égale à 20 m/s quand la bielle est inclinée de θ_2 .

Calculer la puissance aréolaire dissipée dans la liaison piston/culasse en $[W/mm^2]$ si $\theta_2 = 30^\circ$ et $L = 25 \text{ mm}$.

❗ Si la puissance aréolaire est supérieure au facteur de grippage on risque la détérioration du piston. Choisir, en justifiant, l'image qui illustre le mieux la détérioration qui correspond à notre problème.



A



B



C