

# DYNAMIQUE DES SYSTEMES MECANIQUES

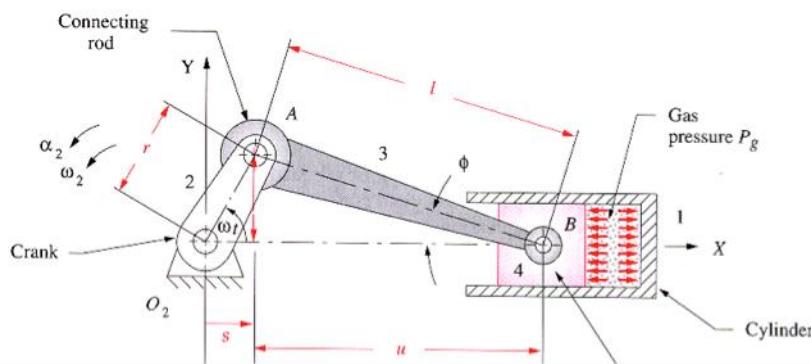
## Exercices semaine 3

### Exercice 1 : Compresseur à piston

Objectifs d'apprentissage : Détermination de lois d'espace, discréétisation d'inertie et caractérisation d'efforts d'inertie.

#### Enoncé

Soit le système manivelle-bielle-piston du compresseur volumétrique représenté dans le schéma ci-dessous. Le compresseur est entraîné par un couple moteur  $Q_m$



En choisissant l'angle de la manivelle avec l'axe X comme coordonnée généralisée  $q(t)$  du mécanisme :

1. Déterminer la loi d'espace du piston en fonction de la coordonnée généralisée
2. Déterminer l'équation de mouvement cinématique en utilisant la discréétisation de masse de la bielle
3. Quelle est l'inertie réduite du mécanisme? Est-ce que le système est uniforme ?
4. Indiquer les forces d'inertie (forces en x et y) du compresseur à piston illustré ci-dessous en fonction de la coordonnée généralisée ( $q=\omega t$ ). Pour ce faire discréétiser la masse de la bielle et de la manivelle.

*Indice:*

Considérer l'expansion de Taylor suivant pour simplifier la racine dans le point 1.1 :

$$\sqrt{1 - \delta} \approx 1 - \frac{\delta}{2}$$

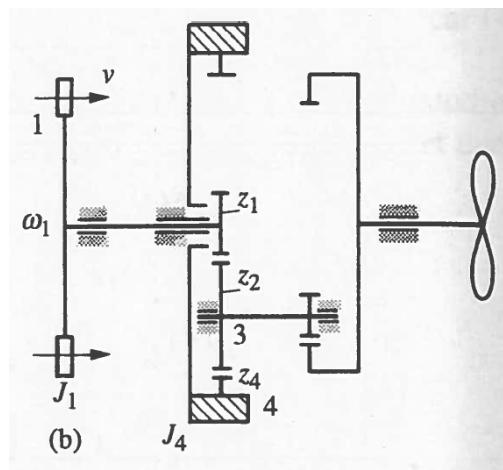
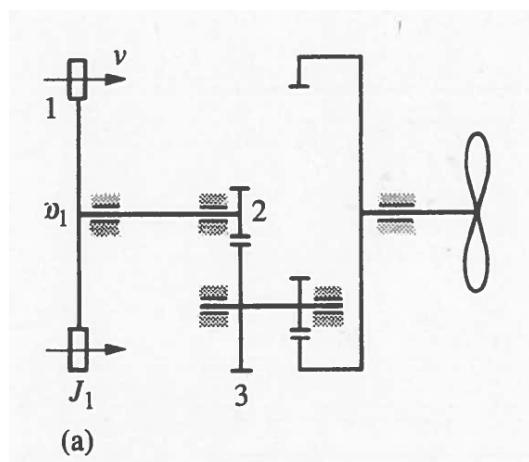
## Exercice 2 : Equilibrage d'un entraînement à hélice

Objectifs d'apprentissage : Equilibrage des efforts d'inertie selon une direction

### Enoncé

Un problème intéressant est l'équilibrage du couple d'inertie libre d'un système de propulsion à hélice à entraînement par turbine à vapeur (Figure (a) ci-dessous). Lors du démarrage du système de propulsion l'accélération rotationnelle génère un couple de réaction important qu'on souhaiterait équilibrer. Conceptuellement cet équilibrage se fait par un ajout de l'inertie  $J_4$  qui engrène sur  $z_2$  par une denture intérieure (Figure b).

Trouvez une expression pour l'inertie  $J_4$  pour annuler le couple d'inertie libre lors de l'accélération du système de propulsion. L'inertie de l'arbre 3 vaut  $J_3$ . On négligera l'arbre et l'engrenage portant l'hélice.



## Exercice 3 : Moteur 4 cylindres boxer

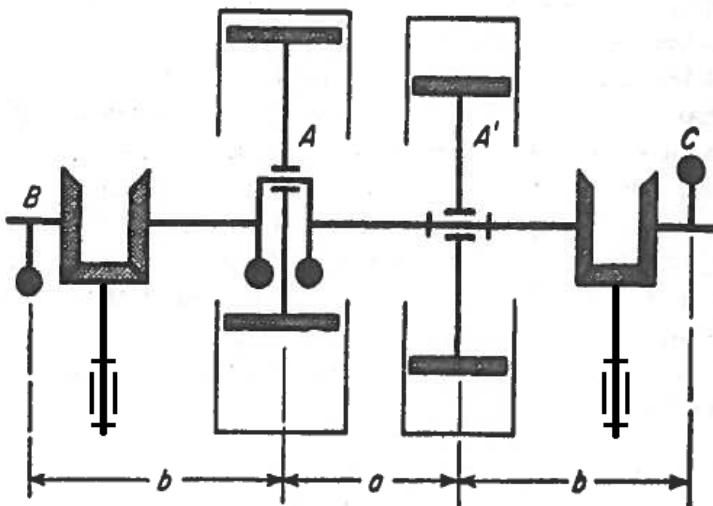
Objectifs d'apprentissage : Equilibrage des efforts d'inertie selon deux directions

### Enoncé

Le schéma ci-dessous représente un moteur boxer où la manivelle est partagée par les deux pistons opposés. La première manivelle est à  $0^\circ$  la deuxième à  $90^\circ$ . On part du principe que l'intégralité de la partie co-rotative des efforts d'inertie des pistons (et une partie des bielles) chacun de masse  $m_T$  est compensée et équilibrée sur le vilebrequin et qu'il reste alors, par couple de pistons, une force contra-rotative d'amplitude :

$$|F_T| = 2 \frac{m_T r w^2}{2} = m_T r w^2$$

à équilibrer.



L'équilibrage se fait par deux masses (B et C) contrarotatives qui sont directement entraînées par le vilebrequin avec un rapport de transmission de valeur absolue unitaire.

Calculer les forces nécessaires en B et en C et leurs phases respectives pour équilibrer à la fois les forces et les couples de 1er ordre de cette machine.