

Expérimenter, Modéliser, Résoudre**DOSHYDRO**

L'activité principale de ce TP consiste à mesurer, identifier et vérifier les caractéristiques dynamiques du système de mise en mouvement de la pompe afin de dimensionner correctement la motorisation du système.



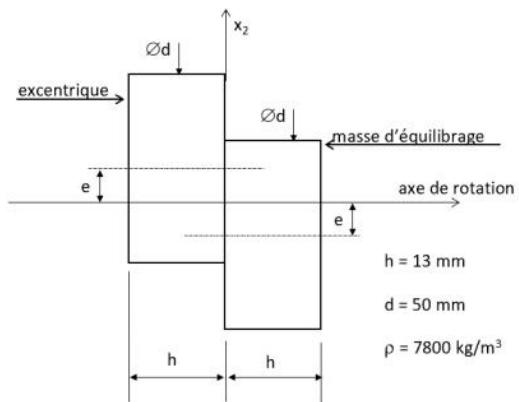
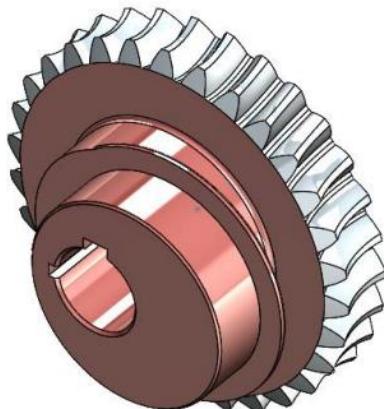
1 – Présentation et problématique industrielle

Différents systèmes de pompage sont utilisés dans l'industrie :

- Les pompes de circulation, utilisées pour mettre en mouvement un fluide (vidange de cuve, transvasement, circulation du lubrifiant sur machines-outils ...).
- Les pompes doseuses qui ont pour objectif d'alimenter un processus de fabrication continu en maîtrisant la quantité de produit apportée. C'est ce type de pompe qui est étudié dans ce TP.

Les pompes doseuses sont munies d'un dispositif de transformation de mouvement permettant d'assurer un dosage précis du produit pompé. Ce dispositif permet à la fois de transformer la rotation du moteur en une translation alternative du piston et de régler la course du piston afin de régler le débit de la pompe. C'est ce mécanisme cinématique qui est étudié dans ce TP.

2 – Modélisation de la roue excentrique



La roue excentrique est-elle équilibrée statiquement ? Expliquer à partir de la définition.

La roue excentrique est-elle équilibrée dynamiquement ? Expliquer à partir de la définition.

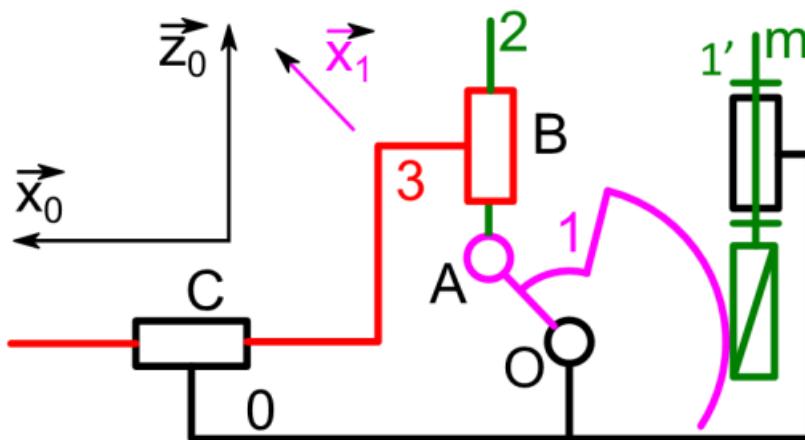
3 – Détermination analytique de la puissance du moteur et des pertes par frottement

Examiner les courbes de pression de refoulement et de déplacement du piston pour différents débits et différents réglages de la soupape de retenue (jusqu'à 6 bars)



Remettre la pression à 0 bars avant d'éteindre la pompe à la fin d'un essai.

Comment varient la pression et le déplacement en fonction du réglage ? Pour une pression maxi de 6 bars et un débit de 100%, que remarque-t-on ?



On rappelle que $V_{30} = -e \cdot \omega_{10} \cdot \sin(\theta_{10})$

Le rapport de réduction du réducteur roue vis est 1/10 (4 filets / 40 dents) et $N_{1,0} = 1440 \text{ tr/min}$.

L'excentricité vaut $e = 7,5 \text{ mm}$.

La masse de l'ensemble en translation 3 est estimée à 2 kg.

L'inertie $[I(1)_{0,y_0}]$ de la roue excentrique autour de (O, \vec{y}_0) est évaluée à $6 \cdot 10^{-4} \text{ kg.m}^2$, sa masse à 1 kg.

Le centre de gravité de 1 se situe entre O et A à moins de 2 mm de l'axe de rotation.

$$\overrightarrow{OA} = e \cdot \vec{x}_1 \quad \theta_{10} = (\vec{x}_0, \vec{x}_1) \quad S_{eq} = 0,0033 \text{ m}^2$$

On considère que la phase du mouvement qui nous intéresse est $\theta_{10} \in [-90^\circ, +90^\circ]$ (la came de réglage - non représentée ici - limite la course du piston à un peu moins (8 mm) d'une excentricité).

La modélisation du système est donnée sur la figure précédente (voir aussi le plan d'ensemble dans le **DOSSIER TECHNIQUE**): en phase refoulement, la crosse 012 entraînant le piston 010, ces deux pièces sont symbolisées par le solide 3.

On note p la pression de refoulement, pression effective sur la membrane du piston de surface S_{eq} et m_i la masse de chaque solide i.

On s'intéresse uniquement à la phase de refoulement.

Toutes les liaisons sont supposées parfaites, les torseurs statiques utiles seront exprimés dans la base $(\vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$. Les actions de pesanteur ne sont pas à prendre en compte mais on ne néglige aucune masse.

Isoler 3 et écrire l'équation dynamique permettant d'exprimer la composante X_{23} du torseur d'inter-efforts de la liaison L_{23} .

Remarque : Pour le calcul de $\overrightarrow{\Gamma_{G_3 \in 3/0}}$, il faut d'abord calculer $\overrightarrow{V_{B \in 1/0}}$ à partir de $\overrightarrow{V_{A \in 1/0}}$ puis $\overrightarrow{V_{B \in 3/0}}$ à partir de $\overrightarrow{V_{B \in 3/2}}$ et de $\overrightarrow{V_{B \in 2/0}}$. On peut en déduire $\overrightarrow{V_{G_3 \in 3/0}}$ (solide en translation).

Que devient X_{23} si la vitesse de rotation du moteur est constante ?

Dans la suite du problème, on suppose que **la vitesse de rotation du moteur est constante**.

Isoler 2 et déterminer les composantes X_{12} et Z_{12} du torseur d'inter-efforts de la liaison L_{12}

Remarque : B est le centre d'inertie du solide 2.

Appliquer le théorème de l'énergie cinétique à l'ensemble {1,1'} et en déduire le couple moteur C_m

Remarque : On rappelle que le rapport de réduction du système roue et vis sans fin est 1/10.

Vérifier l'expression de C_m en appliquant le théorème de l'énergie cinétique à $E = \{1', 1, 2, 3\}$

Déterminer la puissance instantanée P_m du moteur en phase de refoulement en fonction de p et θ .

Tracer avec Python la courbe de variation P_m en fonction de θ .

En supposant $p = cste$, déduire de cette hypothèse la puissance approchée P_a et déterminer la puissance nominale du moteur (puissance moyenne) en prenant un rendement mécanique global de 0,8.

Évaluer les pertes par frottement dans la glissière 2/1 et dans le pivot 1/0 ($f = 0.1$).

En supposant un rendement du réducteur roue vis voisin de 0.3, tracer sous Python la courbe de la puissance requise sur l'arbre moteur durant la phase d'entraînement ainsi que celle de la puissance perdue.

4 – Détermination expérimentale de la puissance du moteur et des pertes par frottement

A partir des essais réalisés précédemment, proposer un modèle pour la pression $p(\theta)$.
Préciser les valeurs extrêmes.

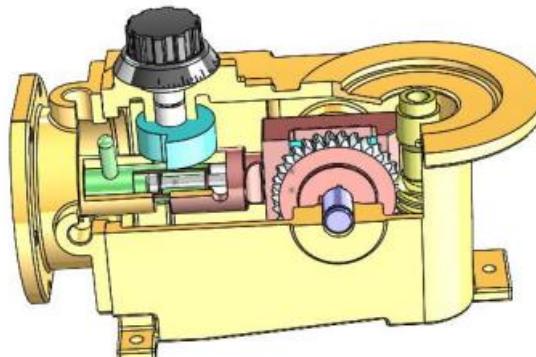
Déterminer les valeurs de l'effort sur le piston.

Déterminer et tracer avec Python la courbe de puissance à partir des grandeurs mesurées.

Relever la puissance électrique consommée.

En déduire une valeur du rendement de l'ensemble de pompage (moteur et pompe)

5 – Détermination par simulation numérique du couple moteur et de la puissance mécanique globale



Faire une première simulation permettant de déterminer la vitesse de déplacement du piston pour une vitesse de rotation constante de la roue (144 tr/min) ou de la vis (1440 tr/min) selon la complexité du modèle présent.

Réaliser une courbe d'effort correspondant à celui relevé lors de l'expérience et correspondant à une pression de 2 bars sur le piston. Utiliser cette courbe comme entrée au niveau du piston.

Calculer et afficher la courbe du couple moteur nécessaire sur la roue (ou la vis) lors du mouvement

Quelle différence-y a-t-il entre l'étude statique et l'étude dynamique ? Conclure.

A l'aide de la simulation numérique, déterminer la puissance globale moyenne lors du mouvement du système dans la configuration précédente.

6 – Validation

Comparer pour le couple moteur et la puissance mécanique globale, les résultats obtenus à partir des mesures expérimentales et ceux obtenus par les calculs analytiques et par la simulation numérique. Calculer les écarts et estimer d'où ils peuvent provenir

