

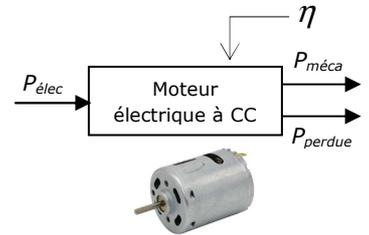


# ENERGETIQUE

Principe de conservation  
Rendement énergétique

## EXERCICE 1

On considère un moteur à courant continu soumis à une tension  $U = 12\text{ V}$  et traversé par un courant  $I = 1,25\text{ A}$ . On mesure également sur le rotor une vitesse de rotation  $N = 850\text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$  et un couple moteur  $C_m = 0,155\text{ N} \cdot \text{m}$ .



a) Calculer en  $W$  la puissance électrique absorbée  $P_{elec}$ .

$$P_{elec} = U \cdot I = 12 \times 1,25 = 15\text{ W}$$

b) Calculer en  $W$  la puissance mécanique disponible sur le rotor  $P_{meca}$ .

$$P_{meca} = C_m \cdot \omega_m \quad \text{avec} \quad \omega_m = \frac{\pi \cdot N_m}{30} = \frac{850 \times \pi}{30} = 89\text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$P_{meca} = 0,145 \times 89 = 12,9\text{ W}$$

c) Calculer en  $W$  la puissance perdue  $P_{perdue}$ .

⇒ Ecrire le principe de conservation.

Le principe de conservation implique :

$$P_{elec} = P_{meca} + P_{perdue} \Leftrightarrow P_{perdue} = P_{elec} - P_{meca} = 15 - 12,9 = 2,1\text{ W}$$

d) Calculer le rendement énergétique  $\eta$  du moteur.

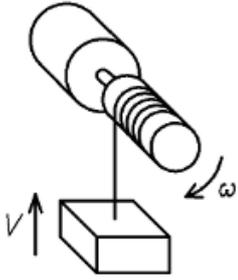
Par définition du rendement, on a :  $\eta = \frac{P_{utile}}{P_{consommée}}$  avec :

- $P_{utile}$  la puissance mécanique disponible sur le rotor (mouvement de rotation), notée jusque là  $P_{meca}$ .
- $P_{consommée}$  la puissance électrique absorbée, notée  $P_{elec}$ .

Ainsi,

$$\eta = \frac{P_{utile}}{P_{consommée}} = \frac{P_{meca}}{P_{elec}} = \frac{12,9}{15} = 0,86 \quad (86\%)$$

## EXERCICE 2



On considère un système de levage composé d'un moteur à courant alternatif alimenté sous une tension efficace  $U = 230\text{ V}$  et d'un câble s'enroulant sur un cylindre entraîné en rotation par le rotor du moteur.

Au bout du câble est attachée une charge  $P = 1500\text{ N}$  se déplaçant vers le haut à la vitesse  $V = 4\text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ .

Avec un wattmètre, on mesure la puissance électrique consommée ; on trouve  $P_{\text{elec}} = 150\text{ W}$ .

a) Calculer en  $W$  la puissance mécanique  $P_{\text{méca}}$  correspondant au déplacement de la charge  $P$  à la vitesse  $V$ .

La charge  $P$  se déplace en translation sur la verticale.

$$P_{\text{méca}} = P \cdot V = 1500 \times 0,067 = 100\text{ W}$$

**Remarque :** on ne s'est pas préoccupé ici du signe (+ ou -) de la puissance, et ce n'est pas un problème. Cela dit, on peut observer que la charge est dirigée vers le bas alors que la vitesse est vers le haut. Donc, si on veut bien se rappeler un instant de la formule générale  $P = \vec{F} \cdot \vec{V} = F \cdot V \cdot \cos \alpha$ , on a ici un angle de  $\alpha = 180^\circ$  entre les vecteurs, donc un cosinus égale à  $-1$ , et donc une puissance négative. Cela traduit simplement le fait que la charge  $P$  n'est pas motrice pour assurer le déplacement à la vitesse  $V$  (vers le haut) ; elle est résistante...

b) Calculer le rendement énergétique  $\eta$ .

$$\eta = \frac{P_{\text{méca}}}{P_{\text{elec}}} = \frac{100}{150} = 0,67 \quad (67\%)$$

## EXERCICE 3

Une pompe (2) entraînée en rotation par un moteur électrique (1) assure la circulation d'un liquide dans une conduite horizontale.

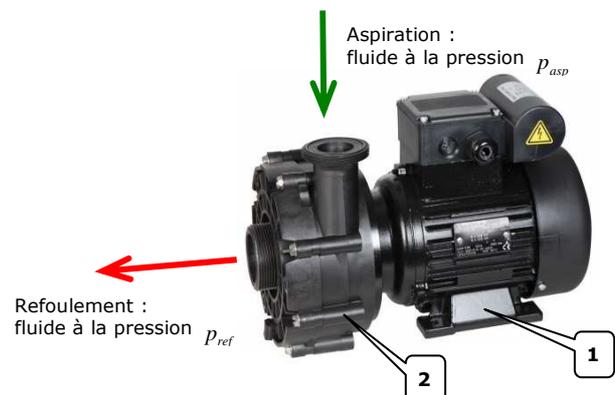
Des manomètres placés en amont et en aval de la pompe donne les pressions suivantes :

$$p_{\text{asp}} = 30\text{ bar} \text{ et } p_{\text{ref}} = 40\text{ bar}.$$

Un débitmètre donne :  $Q = 4\text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ .

a) Concernant le moteur :

- ⇒ sa fonction est de **convertir** l'énergie.
- ⇒ il **consomme** de l'énergie (ou puissance) sous forme **électrique**.
- ⇒ Il **fournit** de l'énergie (ou puissance) sous forme **mécanique (mouvement de rotation)**.



Plaque signalétique sur le moteur

		16015 ANGOULÊME	
		FRANCE	
MOTEUR ASYNCHRONE - NFC 51-111 NOV.79			
Type	LS 90 Lz	595257/3	
kW	1,5	cos φ	0,78
		ΔV	230
		A	6,65
		rd%	76
		λY	400
		A	3,84
t/min	1440	iso/classe	F amb°C 40
Hz	50	ph	3
		S.	S1
Roulements Made in			
Autres Pièces Made in FRANCE			

b) A partir de la plaque signalétique du moteur, donner :

⇒ le rendement du moteur :  $\eta_m = 0,76$

⇒ la puissance utile délivrée sur le rotor :  $P_m = 1,5 \text{ kW}$

type	LS 90 L2	595
1,5	cos	0,76
	rd%	76
1440		F

c) Calculer en  $\text{kW}$  la puissance  $P_{\text{conso}}$  consommée par le moteur.

$$\eta_m = \frac{P_{\text{méca}}}{P_{\text{élec}}} \Leftrightarrow P_{\text{élec}} = \frac{P_{\text{méca}}}{\eta_m} = \frac{1,5}{0,76} = 1,97 \text{ kW}$$

type	LS
kW	1,5
	cos
h/min	1440

Concernant la pompe :

⇒ le débit au refoulement est  plus petit  égal  plus grand que celui à l'aspiration.  
 Quel principe permet de dire cela ? **principe de conservation de la masse**

⇒ la pression au refoulement est  plus petite  égale  plus grande que celle à l'aspiration.

⇒ elle consomme de l'énergie (ou puissance) sous forme **mécanique (mouvement de rotation)**.

⇒ elle fournit de l'énergie (ou puissance) sous forme **hydraulique (augmentation de la pression)**.

⇒ sa fonction est de **convertir** l'énergie mais on peut dire aussi d'**augmenter** la pression.

d) D'où provient l'énergie que consomme la pompe ? **du moteur !**

e) Calculer en  $\text{W}$  la puissance hydraulique  $P_{\text{hydro}}$  de la pompe.

$$P_{\text{hydro}} = Q \cdot \Delta p$$

Avec :

$$Q = 4 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \equiv \frac{4}{3600} = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\Delta p = p_{\text{ref}} - p_{\text{asp}} = 40 - 30 = 10 \text{ bar} \equiv 10 \cdot 10^5 = 10^6 \text{ Pa}$$

Soit :

$$P_{\text{hydro}} = Q \cdot \Delta p = 1,1 \cdot 10^{-3} \times 10^6 = 1,1 \cdot 10^3 \text{ W}$$

f) Calculer le rendement  $\eta_p$  de la pompe.

$$\eta_p = \frac{P_{\text{hydro}}}{P_{\text{méca}}} = \frac{1,1 \cdot 10^3}{1,5 \cdot 10^3} = 0,73 \quad (73 \%)$$

g) Calculer le rendement énergétique global  $\eta$  de l'installation.

Compte tenu de l'ensemble des données disponibles, on a deux façons de faire :

A l'entrée de l'installation, on a la puissance électrique :  $P_{elec} = 1,97 \text{ kW}$

A la sortie de l'installation, on a la puissance hydraulique :  $P_{hydro} = 1,1 \text{ kW}$

Le rendement global vaut donc :

$$\eta = \frac{P_{hydro}}{P_{elec}} = \frac{1,1}{1,97} = 0,558 \quad (55,8 \%)$$

On peut aussi utiliser le fait que le système se compose du moteur électrique et de la pompe et que le rendement de ces composants est connu :

$$\eta = \prod \eta_i = \eta_m \times \eta_p = 0,76 \times 0,73 = 0,555 \quad (55,5 \% ; \text{écart du aux différents arrondis})$$

h) Réaliser le schéma-bloc du flux d'énergie de l'installation.

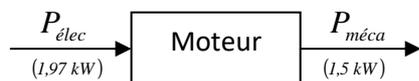
On a initialement de la puissance électrique :

$$\begin{array}{c} P_{elec} \\ \longrightarrow \\ (1,97 \text{ kW}) \end{array}$$

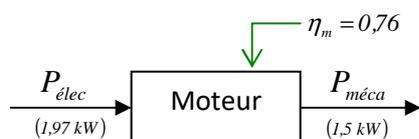
Cette puissance électrique entre dans le moteur :



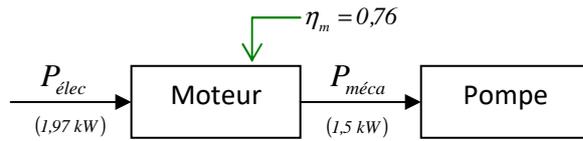
Le moteur convertit la puissance électrique en puissance mécanique :



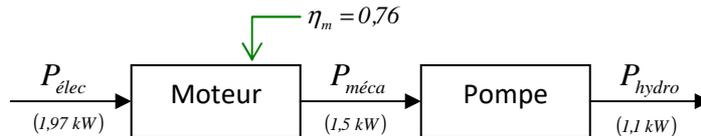
Il le fait avec un certain rendement :



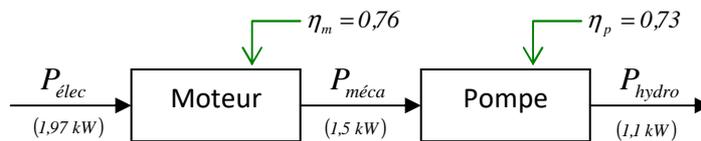
La puissance mécanique entre dans la pompe (elle fait tourner l'axe de la roue à aube)



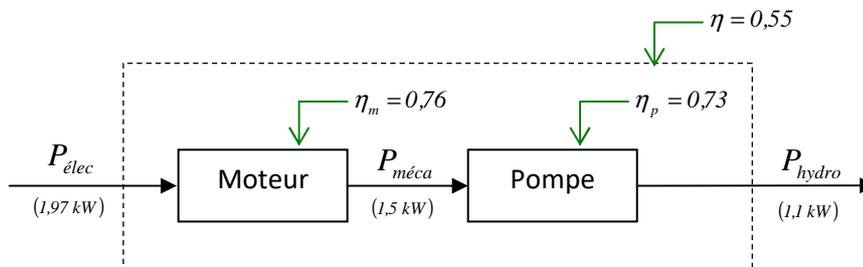
La pompe convertit l'énergie mécanique en énergie hydraulique (gradient de pression)



Elle fait cette conversion avec un certain rendement



On matérialise le système dans sa globalité :



Et voilà !

#### EXERCICE 4

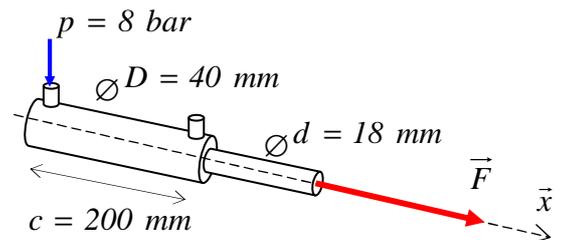
Le vérin ci-contre développe une force de poussée de 80 daN. La sortie complète de sa tige (200 mm) dure 2 secondes.

a) Calculer la vitesse  $v$  de sortie de la tige.

La sortie de tige correspond à une course  $c = 200 \text{ mm}$  ; avec une durée  $t = 2 \text{ s}$ , la vitesse, supposée constante, vaut :

$$v = \frac{c}{t} = \frac{0,2}{2} = 0,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

*on s'est tout de suite ramené au système d'unités MKS.*



**b)** Calculer la puissance mécanique  $P_{méca}$  disponible.

$$P_{méca} = F \times V = 800 \times 0,1 = 80 \text{ W}$$

*la poussée a été directement convertie en N.*

**c)** Calculer l'aire  $S$  de la surface sur laquelle la pression pneumatique s'applique.

La surface à considérer est celle associée au grand diamètre  $D$  (et non celle de la couronne de diamètre  $D$  et  $d$ ). On a donc :

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \times 0,04^2}{4} = 1,26 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

*le diamètre  $D$  a été converti en m.*

**d)** Calculer le débit d'air  $Q$  dans le vérin.

$$Q = S \cdot v = 1,26 \cdot 10^{-3} \times 0,1 = 1,26 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

**e)** Calculer la puissance pneumatique  $P_{pneu}$ .

$$P_{pneu} = Q \cdot \Delta p = 1,26 \cdot 10^{-4} \times 8 \cdot 10^5 = 100 \text{ W}$$

**f)** Calculer le rendement  $\eta$  du vérin.

$$\eta = \frac{P_{méca}}{P_{pneu}} = \frac{80}{100} = 0,80$$

(80 %)