

## Exercice 3 : Frein à eau

### Description

Un moteur est essayé à l'aide d'un frein à eau (figure 1). Dans cet appareil, l'énergie mécanique est transformée en énergie interne par l'intermédiaire de la dissipation, comme dans l'expérience de Joule. Pour un régime de fonctionnement, défini par la vitesse de rotation  $N$ , on mesure le couple moteur  $T_m$ , le débit-volume  $\dot{V}$  d'eau alimentant le frein et la température  $T_1$  de l'eau à l'entrée.

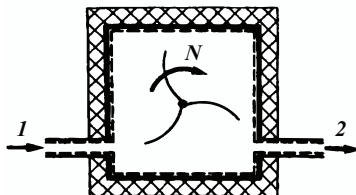


FIGURE 1 – Frein à eau.

### Hypothèses

- Le système est parfaitement calorifugé.
- Les énergies cinétique et potentielle à l'entrée 1 et à la sortie 2 sont égales.
- Le régime est permanent.
- L'eau est un fluide incompressible.
- La pression ne change pas entre l'entrée 1 et la sortie 2.

### Données

- Température de l'eau à l'entrée :  $T_1 = 10^\circ\text{C}$
- Masse volumique de l'eau :  $\rho = 1000\text{ kg m}^{-3}$
- Chaleur spécifique de l'eau :  $c = 4.19\text{ kJ K}^{-1}\text{ kg}^{-1}$
- Débit-volume de l'eau :  $\dot{V} = 0.01\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$
- Vitesse de rotation du moteur :  $N = 1200\text{ tours min}^{-1}$
- Couple moteur :  $T_m = 4905\text{ N m}$

### Question

1. Calculer la température de l'eau à la sortie du frein (utiliser  $dh = cdT$ ).

## Solution

### 1. Température de l'eau à la sortie du frein

Considérons le système ouvert délimité par la frontière en traits pointillés. Compte tenu des trois premières hypothèses, le premier principe (sous forme de puissance) donne :

$$\dot{E}^+ + \dot{M}_1 h_1 - \dot{M}_2 h_2 = 0$$

Le bilan de masse donne, compte tenu de la troisième hypothèse :

$$\dot{M}_1 = \dot{M}_2 = \dot{M} = \rho \dot{V}$$

En utilisant :

$$dh = c dT$$

Nous avons :

$$h_2 - h_1 = c(T_2 - T_1)$$

Enfin, la puissance mécanique du moteur est exprimée par :

$$\dot{E}^+ = T_m \frac{2\pi N}{60}$$

En portant ces expressions dans la première équation, nous obtenons la température de l'eau à la sortie du frein :

$$T_2 = T_1 + \frac{\dot{W}^+}{\rho c \dot{V}}$$
$$T_2 = T_1 + \frac{2\pi}{60} \frac{T_m N}{\rho c \dot{V}} = 24.7^\circ \text{C}$$