

De l'eau circule à l'intérieur d'un tuyau de diamètres intérieur  $d$  et extérieur  $D$ . Le coefficient de conductivité thermique du matériau est noté  $\lambda$ . On supposera la température de l'eau dans la conduite constante, égale à  $\theta_1 = 65 \text{ }^\circ\text{C}$ .

L'air extérieur est à la température  $\theta_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Les contacts aux interfaces eau-tuyau et tuyau-air sont supposés idéaux. On étudie le système en régime permanent.

1. À l'aide d'un bilan d'énergie, montrer que le vecteur densité volumique de courant thermique dans les parois du tuyau s'écrit sous la forme  $\vec{j} = \frac{A}{r} \cdot \vec{u}_r$ , avec  $A$  une constante.
2. À l'aide de la loi de Fourier, en déduire une expression de  $A$  en fonction de  $T_0$ ,  $T_1$ ,  $\lambda$ ,  $d$  et  $D$ .
3. On considère une longueur de  $50 \text{ m}$  de tuyau  $d - D = 12 - 14 \text{ mm}$  en cuivre, caractérisé par  $\lambda = 400 \text{ SI}$ . Sachant que l'on paye le Kilo Watt.heure environ  $20 \text{ ct}$  d'euro, estimer le coût des pertes sur une année.