

### 3.3 Diffusion thermique-Exercice 26

On se frotte énergiquement les mains l'une contre l'autre pour se réchauffer. Evaluer l'élévation de température de l'épiderme engendrée par cette action en une minute.

Données :

- Capacité thermique massique de l'eau  $4200 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- Conductivité thermique de l'eau  $0,6 \text{ W. m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- Quand on frotte une main sur l'autre on peut considérer que :
  - On exerce une force de pression de  $30 \text{ N}$
  - En  $1 \text{ s}$  une main effectue quatre aller-retours de  $4 \text{ cm}$  d'amplitude à la vitesse de  $30 \text{ cm.s}^{-1}$  par rapport à l'autre main
  - Le coefficient de frottement de glissement est  $0,2$
- La profondeur caractéristique de la diffusion thermique est  $d = \sqrt{\frac{\lambda}{\rho c}} t$

- On suppose la main 1 fixe et la main 2 en mouvement à la vitesse  $v$
- La main 1 exerce la force de contact  $\vec{T} + \vec{N}$  sur la main 2
- Loi de Coulomb du frottement de glissement :  $T = fN$  avec  $f = 0,2$  et  $N = 30 \text{ N}$
- Puissance de la force de contact :  $P = T v = f N v$
- Cette puissance se transforme en puissance thermique reçue par les deux mains : la main 2 reçoit  $P/2$
- La main 2 reçoit l'énergie :  $E = P.t/2$  pendant  $t = 1 \text{ minute}$
- Cette énergie va chauffer la couche de surface  $S$  et d'épaisseur  $d$ . On prend  $S = 15 \text{ cm} \times 8 \text{ cm} = 0,012 \text{ m}^2$
- En assimilant la peau à de l'eau de masse volumique  $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$ , on a :  $E = \rho S d c \Delta T$

- D'où l'élévation de température :  $\Delta T = \frac{P t}{2 \rho S d c} = \frac{f N v t}{2 \rho S d c}$  avec  $d = \sqrt{\frac{\lambda}{\rho c}} t$

A.N :  $\Delta T = 0,4^\circ\text{C}$

