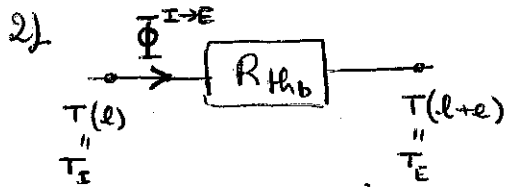


## TD: Transferts thermiques

### 2. Isolant thermique ballon d'eau chaude



$$R_{th_b} = \frac{\ln\left(\frac{l+e}{l}\right)}{2\pi\lambda h} = 1,04 \cdot 10^{-4} \text{ K}\cdot\text{W}^{-1}$$

3) • pour l'isolant seul:  $R_{th_i} = \frac{\ln\left(\frac{l+e+e'}{l+e}\right)}{2\pi\lambda' h}$

laine de verre  $R_{th_i}' = 1,17 \text{ K}\cdot\text{W}^{-1}$  ; polystyrène  $R_{th_i}'' = 0,37 \text{ K}\cdot\text{W}^{-1}$

•  $R_{tot} = R_{th_b} + R_{th_i}$

### 3. Cuisson d'un œuf d'autruche

$$\tau_{\text{Autruche}} = (25)^{2/3} \times \tau_{\text{Paule}} = 27 \text{ min}$$

### 4. Ailette de refroidissement

1)  $\hat{m}$  syst qu'en cours

mais  $\delta Q = \delta Q_{\text{cond}} + \delta Q_{\text{cc}}$   
↳ loi de Newton

2).  $T(x) = (T_c - T_0)e^{-x/\delta} + T_0$  ← utiliser les cdtz aux limites

3).  $P_{\text{tot dissippée par ailette}} = \sqrt{2(a+b)h\lambda ab} \cdot (T_c - T_0)$

4).  $P_{\text{dissippée par } N^2 \text{ ailettes } (a \times b)} = N^2 \cdot \sqrt{2(a+b)h\lambda ab} \cdot (T_c - T_0)$  → ⊕ élevée → ⊕ efficace

$P_{\text{dissippée par 1 ailette } (N \times N \times b)} = N^{3/2} \sqrt{2(a+b)h\lambda ab} \cdot (T_c - T_0)$

### 5 Igloo

$$e_{\min} = \frac{2\pi\lambda R^2 \Delta T_{\min}}{P - 2\pi\lambda R \Delta T_{\min}} = 23 \text{ cm}$$

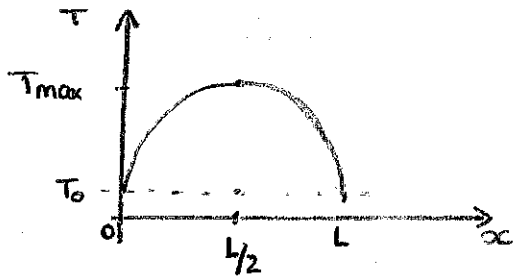
avec  $\Delta T_{\min} = T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}$  ;  $P = 50 \text{ W}$   
min metabolisme  
" "  
" -20°C  
10°C

### 6 Fusible

1)  $\hat{m}$  byss qu'en cours

mais  $\delta W = \delta W_p + \delta W_e$   
" "  
" ↳ travail électrique ;  $\delta W_e = \frac{dx}{\gamma S} I^2 dt$

2)  $T(x) = -\frac{I^2}{8\lambda S^2} \cdot \frac{x^2}{2} + \frac{I^2}{8\lambda S^2} \cdot \frac{L}{2} \cdot x + T_0$  ← en utilisant les cdt aux limites



3) fuse débute en  $x = \frac{L}{2}$

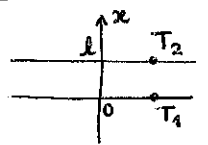
$$S = \frac{I_{\max} \cdot L}{\sqrt{8\lambda(T_F - T_0)}} = 1,6 \text{ mm}^2$$

4)  $\Phi(x) = -\frac{RI^2}{2}$  flux effectivement fourni par le fil métallique au cuivre  
 $= -\frac{P_e}{2}$  ←  $p_e$  élec. reçue par résistance électrique équivalente au fil  
 l'autre 1/2 évacuée en  $x=L$ .

### 7 Croûte continentale

1). absence de roches radioactives  $\Rightarrow J_{th} = \lambda \cdot \frac{T_1 - T_2}{l} = 0,39 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$

2). prise en compte " "  $\Rightarrow \lambda \frac{d^2T}{dx^2} = -\sigma_u$



3).  $T(x) = -\frac{\sigma_u}{2\lambda} x^2 + \left(\frac{\sigma_u l}{2\lambda} + \frac{T_2 - T_1}{l}\right)x + T_1 \Rightarrow J_{th}'(x=l) = \lambda \left(\frac{\sigma_u l}{2\lambda} + \frac{T_1 - T_2}{l}\right) = 52,9 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$

## 8 Effet de cave - Onde thermique sinusoïdale

1)  $T(x,t)$  vérifie l'éq de la diffusion thermique sans source:  $\frac{\partial T}{\partial t} = D \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$

$f(x)$  vérifie  $\frac{d^2 f}{dx^2} = \frac{j\omega}{D} \cdot f(x)$  avec  $D = \frac{\lambda}{\rho c}$

$\hookrightarrow f(x) = a e^{-x/\delta} e^{-jx/\delta} \leftarrow$  avec les cdt aux limites

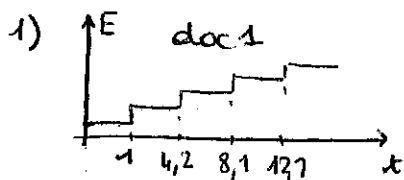
$\Rightarrow T(x,t) = T_0 + \underbrace{a e^{-x/\delta}}_{\text{amplitude}} \cos(\omega t - \frac{x}{\delta})$

2) variat<sup>n</sup> journalière de température en  $x=50 \text{ cm} = 0,54^\circ\text{C} \ll 15^\circ\text{C}$

$\omega = \dots$

$\delta = 15 \text{ cm}$

## 9 Maquette de maison



1<sup>o</sup> progressive de la puissance de chauffage

$P = \frac{E^2}{R}$

2)  $\Delta T = R_{th} \cdot \underset{\substack{\text{perros} \\ \text{11 en RS} \\ P_{\text{chauffage}}}}{P} \Rightarrow R_{th} = 6,4 \text{ k.W}^{-1}$

3)  $R_{th}$  dépend | du matériau  $\rightarrow \lambda$   
de la géométrie  $\rightarrow e, S$

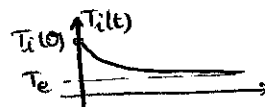
$R_{th} \uparrow \text{ si } \lambda \downarrow$   
 $\text{ si } S \downarrow$   
 $\text{ si } e \uparrow$

4) dans l'ARIS

$\frac{dT_i}{dt} + \frac{T_i}{R_{th} \cdot C} = \frac{T_e}{R_{th} \cdot C}$

$\tau = R_{th} \cdot C$

$T_i(t) = (T_i(0) - T_e) e^{-t/\tau} + T_e$



5) Cas de chauffe



$\frac{du_c}{dt} + \frac{u_c}{RC} = \frac{E}{RC}$

$u_c \rightarrow T_i - T_e$

$\frac{E}{R} \rightarrow P$

Cas de refroidissement



$\frac{du_c}{dt} + \frac{u_c}{RC} = 0$

6.a) on a  $\frac{R}{R_e} = \frac{1}{10} = 10\% \rightarrow u_{c\infty} = 0,99 \cdot E < E = 5 \text{ V}$

6.b) on a  $\tau \approx RC = 10 \text{ s} \rightarrow$  durée charge  $\approx 50 \text{ s} \gg$  durée d'acq = 100 ms !