

Pl: Chap 5 Phys NP 2019.

Conscience hivernale de l'épave de glace

1- On applique le ~~principe~~ ^{autre} principe de la couche de glace comprise entre z et $z+dz$.
On définit $\rho(z,t) = \rho(z,t) \rho_0$ le facteur densité de courant thermique et le flux $\phi(z,t)$ traversant une section S de matériau dans le sens de z .
 $\phi(z,t) = \int_S \rho(z,t) dz = \int_S \rho(z,t) dz$

$$\phi(z,t) = \rho(z,t) S = - \lambda \frac{\partial T}{\partial z}$$

$$dU = \rho_0 S dz (T(z,t) - T(z,t))$$

$$\begin{aligned} \rho_0 S dz \frac{\partial T}{\partial t} &= [\phi(z,t) - \phi(z+dz,t)] dz \\ &= - \frac{\partial \phi}{\partial z} dz \\ &= - \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} dz \end{aligned}$$

$$\rho_0 S \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}$$

(2)

2- $\frac{\partial T}{\partial t} = D \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}$ avec $D = \frac{\lambda}{\rho_0 c_p}$ diffusivité thermique de la glace.

$\frac{\partial T}{\partial t} \propto \frac{T^*}{\Delta t}$ $\frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \propto \frac{T^*}{(\Delta z)^2}$ $T^* = \text{variate de } T$

Donc $\Delta t \propto (\Delta z)^2$

Il faut attendre un temps $\Delta t \propto (\Delta z)^2$ pour constater que T ne dépend pas du temps. Les évolutions des températures extérieures (par ex) se font sur un temps caractéristique Δt , on pourra considérer le régime quasi-stationnaire.

3- Si on appelle T_0 la température de surface de la glace. On vérifie $\frac{\partial T}{\partial z} = 0$ dans la glace.

Donc $T(z) = \frac{T_0 - T_\infty}{2} + \frac{T_0}{2}$

$\phi = - \lambda \frac{\partial T}{\partial z} = - \lambda \frac{T_0 - T_\infty}{2}$

Pos de finitien $T_0 - T_\infty = \lambda \phi$

$\lambda \phi = \frac{T_0 - T_\infty}{2}$

(1)

De même, pour l'eau liquide: $h_e = \frac{1}{2} \frac{e}{\text{de } L}$

3- le flux thermique sortant de l'interface glace-air prend vau $\Phi = h_s(T_g - T_a)$

$$\frac{15}{\Phi_H} \frac{T_g}{\Phi_H} = \left[\frac{1}{h_s} - h_i \right]$$

4- faisons un bilan d'enthalpie entre x et $x+dx$ sur la couche dx d'eau qui se solidifie de masse $dm = \rho_s dx dg$

$$dH = -dm h_f = -\rho_s dx dg h_f = -\sum h_{f, \text{eau}} dx dg$$

PR régime = $\Phi_e - \Phi_H$

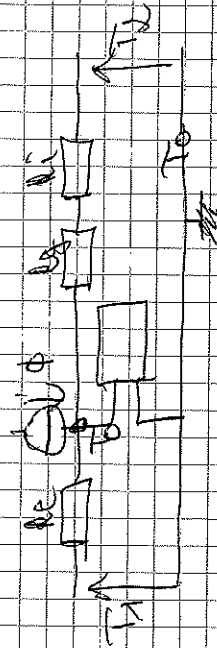
glace	$\frac{1}{h_s} - \Phi_H$	$\rho_s dx dg$
eau	$\frac{1}{h_e} - \Phi_e$	

D'où $\Phi = \frac{T_a - T_e}{h_e} - \frac{T_g - T_a}{h_s + h_i}$

D'où $\rho_s dx dg \frac{d\Phi}{dx} = \frac{T_g - T_a}{h_e} + \frac{T_g - T_a}{h_s + h_i}$

D'où le schéma donné avec

$\Phi = \rho_s dx dg \frac{d\Phi}{dx}$



(4)

5- $\rho_s dx dg \frac{d\Phi}{dx} = \frac{T_g - T_a}{h_s} + \frac{T_g - T_e}{h_e}$

$\frac{e}{dx} \Rightarrow \frac{dx}{dx} + \frac{1}{h_e}$

$\rho_s dx dg \frac{d\Phi}{dx} = \frac{T_g - T_e}{h_s} + \frac{1}{h_e}$

$\rho_s dx dg \left(\frac{dx}{dx} + \frac{1}{h_e} \right) dg = (T_g - T_e) dx$

En intégrant entre $x=0$ où $dx=0$ et $x=L$ où $dx=L$, on obtient

$\rho_s dx dg \left(\frac{dx}{dx} + \frac{1}{h_e} \right) = (T_g - T_e) L$

$\rho_s dx dg \left(\frac{dx}{dx} + \frac{1}{h_e} \right) = (T_g - T_e) L$

$\frac{dx}{dx} dg \left(\frac{dx}{dx} + \frac{1}{h_e} \right) = \frac{dx}{dx} dg \left(\frac{dx}{dx} \right) L$

En posant $dg = \frac{dx}{h_e}$

$$\frac{dx}{dx} dg = \frac{dx}{dx} \frac{dx}{h_e} = \frac{dx^2}{h_e}$$

On a $\frac{dx}{dx} dg \left(\frac{dx}{dx} + \frac{1}{h_e} \right) = \frac{dx^2}{h_e}$

6- $\frac{dx}{dx} dg + \frac{dx}{dx} dg = 0$

$A = \frac{dx}{dx} + \frac{1}{h_e} \frac{dx}{dx}$

(5)

$$z_g = -\frac{B_g}{2g} + \frac{1}{2} \sqrt{B_g^2 + 4 \frac{E}{g}}$$

$$z_g = +\frac{B_g}{2} \left(-1 + \sqrt{1 + 4 \frac{E}{B_g^2}} \right)$$

1^{er} régime : $B_g \ll z_g$

$$z_g(t) \approx \frac{B_g}{2} \left(-1 + 1 + 2 \frac{E}{B_g^2} \right)$$

$$z_g(t) \approx \frac{E}{B_g}$$

Croissance linéaire et donc
est très rapide de la phase

2^{ème} régime : pour $t \gg B_g$

$$z_g(t) \approx \frac{B_g}{2} \left(-0,5 + \sqrt{1 + \frac{E}{B_g^2}} \right)$$

la croissance de la couche de
phase est de plus en plus lente

