Résol° de pb CCP PSI 2015

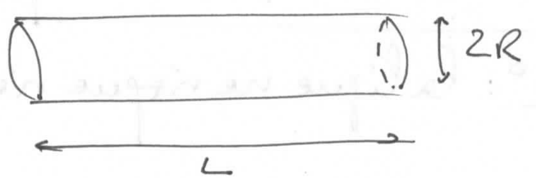
→ **S'approprier** : * courant $i = 25000\,A$ dans la ligne ⇒ effet Joule entraîne une augmentat° de température ΔT_{fondre}

* Effet Joule ≡ conversion de travail électrique $W_{élec}$ en énergie interne ΔU

* le bilan d'énergie est à effectuer sur la durée $\Delta t = 10\,ms$ pendant laquelle l'intensité i traverse la ligne

→ **Analyser** :

* réponse qu° 24 : on cherche ΔT_{fondre} d'un tronçon de ligne. Donc on définit comme système un tronçon de longueur L :



NB : pas besoin de définir un syst. méso. de longueur dx, car on ne cherche pas une dépendance de T avec la posit°, mais une variat° de T avec le tps.
⇒ pas besoin de "regarder" la ligne localement.

* Modèle simple d'étude : comme d'habitude on modélise le solide étudié par une phase condensée indilatable incompressible

⇒ $C_v \sim C_p$ et $\Delta U \sim \Delta H$

Le 1er ppe s'écrit : $\Delta U = W_{élec} + Q$
ou $\Delta H = W_{élec}$

$W_{pression} \simeq 0$ dans ce modèle car ligne indéformable. (transfo. isochore)

La durée de la transfo $\Delta t = 10\,ms$ étant courte, la diffusion thermique n'aura pas le temps de se mettre en place ⇒ transfo. adiabati^{que} $\boxed{Q = 0}$

* réponse qu° 25) et 26) : recensement grandeurs pertinentes + éq° associées

→ on veut faire apparaître ΔT_{foudre} dans le 1^{er} ppe traduisant l'effet Joule

→ dans ΔU : $\boxed{\Delta U = C\,\Delta T_{foudre}}$

et exprimons C en f° des données

$$C = c \times m \quad \text{avec } \underbrace{m}_{\text{masse syst}} = \rho \times \underbrace{V}_{\text{volume}}$$

d'où $C = c \times (d \times \rho_{eau}) \times (\pi R^2 L)$

$$\boxed{\Delta U = c\, d\, \rho_{eau}\, \pi R^2 L\, \Delta T_{foudre}}$$

→ c en $J K^{-1} kg^{-1}$; d sans unité ; ρ_{eau} en $kg\,m^{-3}$; L, R en mètres ; ΔT_{foudre} en K.

→ on veut faire apparaître I et Δt dans le 1^{er} ppe, qui sont les causes de ΔT_{foudre}

$$\boxed{W_{élec} = \int_{\Delta t} P_{élec}\, dt} = \int_{\Delta t} R_{élec}\, i^2\, dt = \underline{R_{élec}\, i^2 \Delta t}$$

car i supposée constante d'ap. énoncé.

Il reste à exprimer $R_{élec}$ en f° des données :

$R_{élec}$ dépend → de la géométrie du matériau / taille système

→ de sa conductivité élec

$$\boxed{R_{élec} = \frac{L}{\sigma (\pi R^2)}}$$

→ Réaliser : tous les calculs précédents font aussi partie de cette étape du raisonnement. Il nous reste à conclure :

1^{er} ppe sur notre syst : PC ; transfo adiabat^{ique}

$\Delta U = W_{élec}$

$$c\, d\, \rho_{eau}\, \pi R^2 L\, \Delta T_{foudre} = \frac{L}{\sigma(\pi R^2)}\, i^2 \Delta t$$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta T_{foudre} = \frac{i^2 \Delta t}{\sigma\, c\, d\, \rho_{eau} (\pi R^2)^2}}$$

AN : $\Delta T_{foudre} \sim 10^{-2}\,K$

Clc° : la ligne ne risque rien.

Valider

2

→ Longueur de diffusion dans le barreau pendant Δt : $L_c^2 = D \times \Delta t$

$$D = \frac{\lambda}{c \, (d \, \text{eau})}$$

$$L_c = \left[\frac{200 \times 10^{-2}}{2{,}7\,10^3 \times 945}\right]^{1/2}$$

$$\sim \left[\frac{1}{10^6}\right]^{1/2} \Rightarrow \boxed{L_c \sim 1\,\text{mm}}$$

CCl° : diffusion radiale négligeable car $1\,\text{mm} \ll 3\,\text{cm}$

le modèle ~~unidimensionnel~~ considérant T uniforme dans le tronçon est donc valide.

~~NB : [illegible]~~

→ même si il y a un peu de perte par convect° au contact avec l'air, cela n'a pas le tps de diffuser vers l'intérieur du tronçon.

→ De toute façon, la prise en compte des transferts thermiques ne peut que diminuer la valeur ΔT foudre calculée, et la conclusion reste la même : ΔT presque nulle

→ Transferts th.iques d'autant plus intenses que température varie beaucoup spatialt, or ici ΔT du tronçon fait que $T_{\text{tronçon}} \sim T_{\text{air}} \Rightarrow$ transferts th.iques sont bien ~ nuls.

Jaule !
Systè !! PCii !
1er ppe sur Δt !
avec Wélec !
sans Q !
C ! ANeau !
exp° C ! exp° Rélec !
exp° Wélec 2 Calcul + AN 2

14