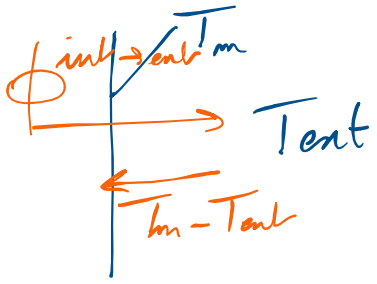
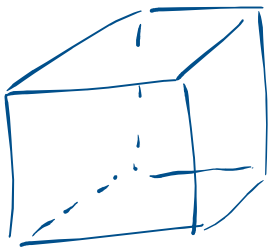
TP n° 7 - diffusion thermique

Q1) Loi de Newton $\Phi^{int \to ext} = hS(T_{int} - T_{ext})$

$$\boxed{R_{cc} = \frac{1}{hS}}$$



Q2)



système = boîte

1er principe à la boîte entre t et $t+dt$

$dU = \delta\mathcal{W} + \delta Q$ (volume constant)

avec $dU = C\,dT$ où C = capacité thermique du système

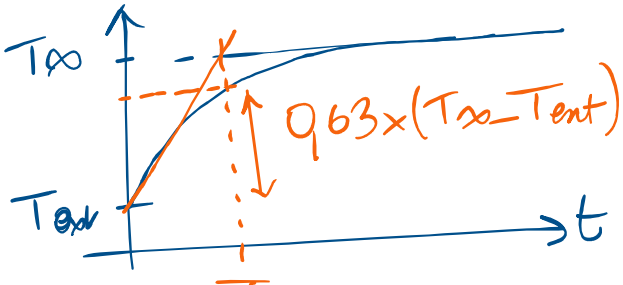
$\delta Q = \mathcal{P}\,dt + \Phi^{ext \to int}\,dt$ (puissance fournie par la lampe et reçue par le système) $= -\Phi^{int \to ext}$

$$C\,dT = \mathcal{P}\,dt - \frac{(T - T_{ext})}{R_{cc}}dt \Rightarrow \boxed{\frac{dT}{dt} + \frac{1}{R_{cc}C}T = \frac{\mathcal{P}}{C} + \frac{T_{ext}}{R_{cc}C}}$$

On identifie $\tau = R_{cc}C$ et $T_\infty = T_{ext} + \mathcal{P}R_{cc}C$.

Q3) $T(t) = Ke^{-t/\tau} + T_\infty$ $\quad T(0) = T_{ext} = K + T_\infty$

$$\boxed{T(t) = (T_{ext} - T_\infty)e^{-t/\tau} + T_\infty}$$

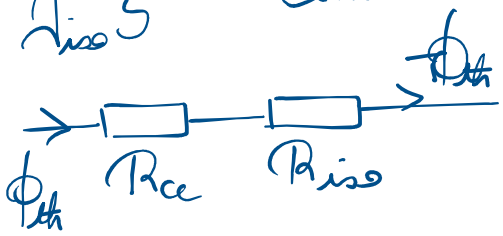


Q4) On reconnaît l'équation différentielle de la charge du condensateur

$\mathcal{P} + \frac{T_{ext}}{C} \leftrightarrow E$; $R \leftrightarrow R_{cc}$; $C \leftrightarrow C$; $T(t)$

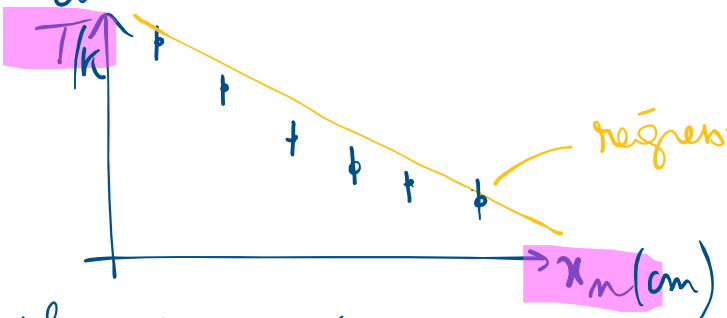
Q5] Avec l'isolant $R_{iso} = \frac{e}{\lambda_{iso} S}$ → épaisseur de l'isolant

$\tau = (R_{cu} + R_{iso}) C$



II Barre calorifugée

Allures de $T(x_m, t)$: les températures n'évoluent plus au cours du temps, donc le régime stationnaire est atteint.



⚠ PAS DE r²

En RS, T n'évolue pas de façon affine avec x_m, donc l'hypothèse calorifugée n'est pas valide, le manchon de mousse ne fait pas tout le tour.

Q6] $D_{th} = \frac{\lambda_{Al}}{\rho_{Al} c_{Al}} = 5 \cdot 10^{-5}\ m^2 \cdot s^{-1}$

Q6 $\tau \sim \frac{L^2}{D_{th}}$ → L de la barre

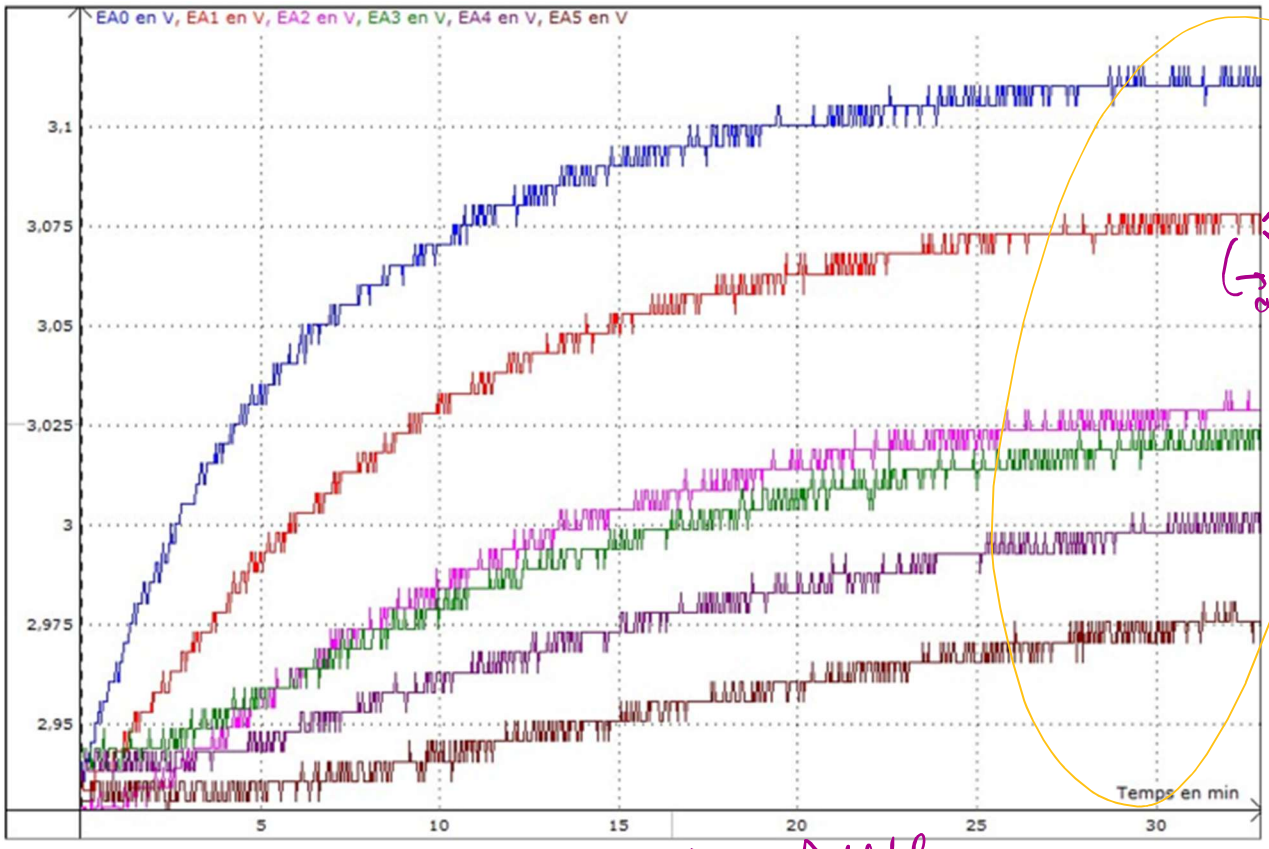
$\tau \sim 28$ min

$L = 40$ cm

⚠ Ce n'est pas un temps caractéristique comme défini pour les régimes transitoires du 1er ordre.
Ici ce τ donne la durée d'évolution de la température dans la barre

Q10] $\frac{d^2T}{dx^2} = 0 \Rightarrow \boxed{T(x) = Ax + B}$

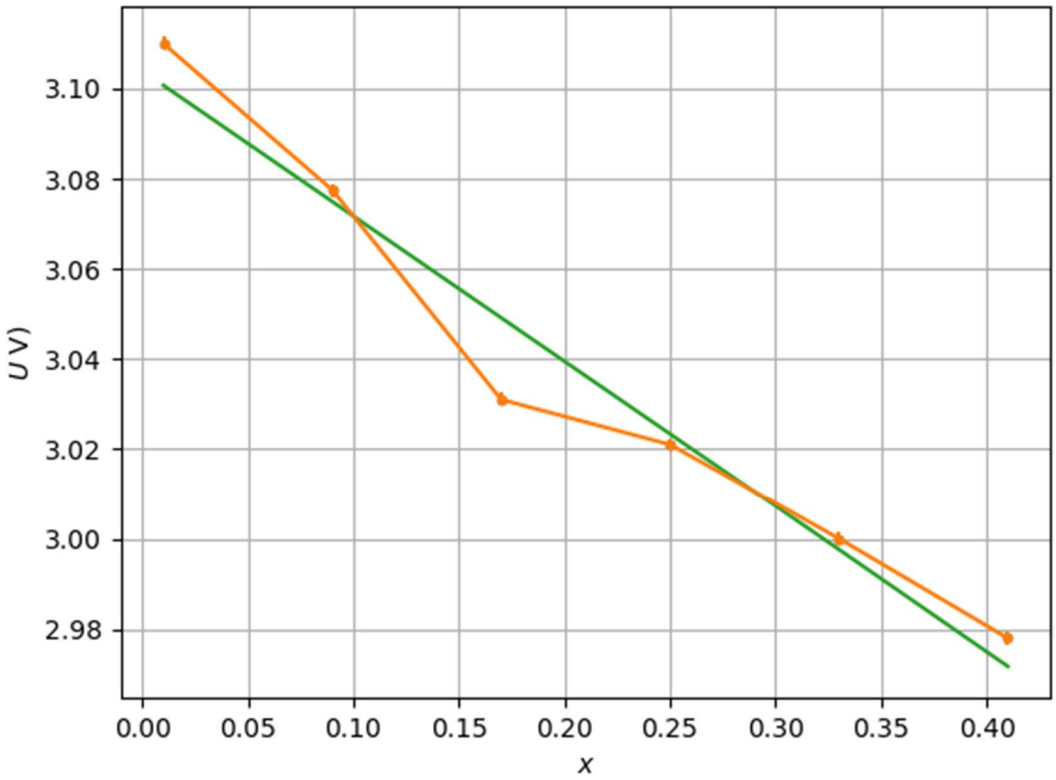
↳ RS dans une barre isolée latéralement.



ΔU (à évaluer avec le curseur)

RS atteint

Incertitudes-type $u(U) = \frac{\Delta U/2}{\sqrt{3}}$



III Isolation d'une boîte

$S = 2 \times [19,5 \times 10 + 8 \times 10 + 19,5 \times 8] = 538\ cm^2$

$S = 538.10^{-4}\ m^2$

$R_{boîte} = \frac{e_{fer}}{\lambda_{fer} S} = 3,8.10^{-5}\ K.W^{-1}$

$R_{cc} = \frac{1}{h \times 2S} = 0,93\ K.W^{-1} \gg R_{boîte}$

↳ 2 surfaces d'échange

$C_{th} = C_{th\,fer} + C_{th,air}$

$= c_{fer} \times \rho_{fer} \times S \times e + \underbrace{c_{air} \times \rho_{air} \times V_{boîte}}_{\text{très très faible}}$

$\simeq 46\ J.K^{-1}$

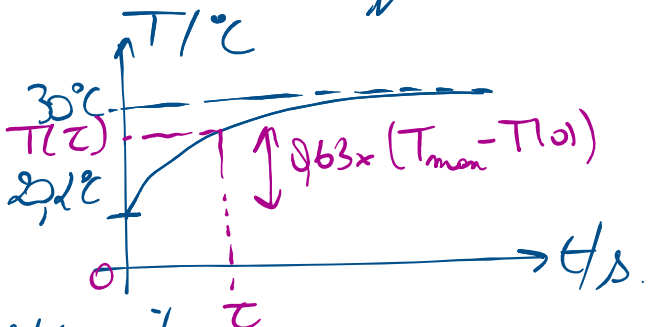
$P_{chauffage} = U \times I$ $\quad U = 5,2V$, $I = 0,79A$

$= 4,1\ W$

$T_{ext} = -1,02V = 21,8°C$

↳ $T = aU + b$ $\begin{cases} -5V \leftrightarrow -20°C \\ +5V \leftrightarrow +120°C \\ \Rightarrow a = 14°C/V \text{ et } b = 50°C \end{cases}$

Sans isolant $T_{max} = +30°C$



$R_{th,sans} = \frac{T_{max} - T_{ext}}{\Phi_{th}} = \frac{T_{max} - T_{ext}}{P_{chauffage}} \simeq 2\ K.W^{-1}$

↳ en RP

τ ? τ tq $(T(\tau) - T(0)) = 0,63 \times (T_{max} - T(0))$

$\Rightarrow \tau = 234s$

$\Rightarrow C_{th} = \frac{\tau}{R_{th}} = 167\ J.K^{-1}$

Avec isolant $T'_{man} = 44{,}2\,°C$ (après 30' $\simeq$)

$$R_{th,avec} = \frac{T'_{man} - T_{ext}}{R_{chauffage}} = 5{,}9\ K.W^{-1}$$

$$R_{th,isolant} = R_{th,avec} - R_{th,sans} = 3{,}9\ K.W^{-1}$$

$$= \frac{e_{adh}}{\lambda_{dép} S}$$

$e_{adh} \rightarrow 6\,mm$

soit $\lambda_{dép} = \frac{e_{adh}}{R_{th,dép} \times S} = 0{,}029\ W.K^{-1}.m^{-1}$

(Bon accord // $\lambda_{dép} = 0{,}030\ W.K^{-1}.m^{-1}$)