1. Appliquons le 1er principe à $\{N_2 + \text{vase Dewar} + \text{résistance}\}$.

La transformation étant monobare :

$$\Delta H^{tot} = W_{autres} + Q$$

$$= W_{élec.} + 0 \quad , \quad \text{où} \quad W_{élec} = \int_0^{t_f} U_1 I_1 \, dt$$

$$\Delta H_{N_2} + \Delta H_{vase} + \Delta H_{résistance} = U_1 I_1 \int_0^{t_f} dt$$ car $U_1 I_1$ est constant

$$\underbrace{(m - m')}_{\text{masse de } N_2 \text{ vaporisée}} \ell_{vap} + C_{vase} \Delta T_{vase} + C_{rés.} \Delta T_{rés.} = U_1 I_1 t_f$$

D'où, avec $\Delta T_{vase} = \Delta T_{rés.} = T_{eb} - T_{eb} = 0$:

température d'ébullition

$$\boxed{\ell_{vap} = \frac{U I t_f}{m - m'}}$$

AN :
$$\boxed{\begin{aligned} \ell_{vap} &= 1{,}60 \cdot 10^5 \text{ J.kg}^{-1} \\ &= 1{,}60 \cdot 10^2 \text{ kJ.kg}^{-1} \end{aligned}}$$

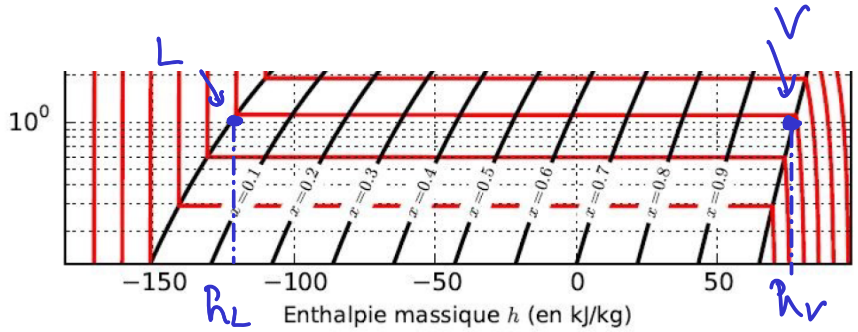
2. Pour une pression $P = P_{atm} \simeq 1{,}0$ bar, on constate que l'état diphasé (à l'intérieur de la courbe de saturation) existe pour $T = \boxed{T_{eb} = -196°C}$ (légèrement en dessous de l'isotherme à $-195°C$)

3. Graphiquement :

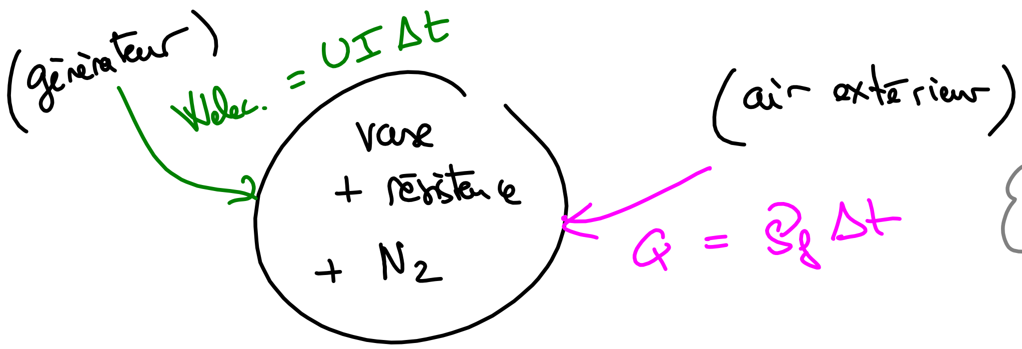
$\ell_{vap} = h_V - h_L$

(ou Δh_{vap}) $\simeq 80 - (-120)$

$\boxed{\ell_{vap} \simeq 200 \text{ kJ.kg}^{-1}}$



4. Avec des pertes :



$\Delta t = t_f - 0 = t_f$

Le 1er principe donne alors :

$$\text{1ère exp.} \Rightarrow (m - m')\,\ell_{vap} = \underbrace{U_1 I_1 t_{f1}}_{W_{elec.}} + \underbrace{\mathcal{P}_f t_{f1}}_{Q} \qquad (1)$$

$$\text{2ème exp.} \Rightarrow (m - m')\,\ell_{vap} = U_2 I_2 t_{f2} + \mathcal{P}_f t_{f2} \qquad (2)$$

Effectuons $t_{f1} \times (2) - t_{f2} \times (1)$:

$$(t_{f1} - t_{f2})(m - m')\,\ell_{vap} = (U_2 I_2 - U_1 I_1)\,t_{f1} t_{f2}$$

$$\boxed{\ell_{vap} = \frac{(U_2 I_2 - U_1 I_1)\,t_{f1}\,t_{f2}}{(m - m')(t_{f1} - t_{f2})}}$$

AN : avec $\begin{cases} t_{f1} = 383{,}4\ \text{s} \\ t_{f2} = 283{,}1\ \text{s} \end{cases}$

on obtient : $\boxed{\begin{aligned} \ell_{vap} &= 1{,}98 \cdot 10^5\ \text{J.kg}^{-1} \\ &= 198\ \text{kJ.kg}^{-1} \end{aligned}}$

conforme à la lecture graphique.

5. Désormais $W_{elec} = 0$

D'où : $$m\, l_{vap} = \mathcal{P}_f\, \Delta t \qquad (*)$$ l'inconnue

avec $m = \rho V$ où $V = 2{,}0.10^{-3}\ m^3$

Que vaut $\mathcal{P}_f$?

Effectuons (1) - (2) :

$$0 = U_1 I_1 t_{f1} - U_2 I_2 t_{f2} + \mathcal{P}_f (t_{f1} - t_{f2})$$

$$\boxed{\mathcal{P}_f = \frac{U_2 I_2 t_{f2} - U_1 I_1 t_{f1}}{t_{f1} - t_{f2}}}$$

AN : $\boxed{\mathcal{P}_f = 3{,}03\ W}$

D'où $(*) \Rightarrow$ $$\boxed{\Delta t = \frac{\rho V l_{vap}}{\mathcal{P}_f}}$$

$$\Delta t = \frac{807{,}0 \times 2{,}0.10^{-3} \times 198.10^3}{3{,}03}$$

$$\Delta t = 1{,}05.10^5\ s$$
$$= 29{,}2 \text{ heures}$$
$$= 1\text{ j } 5\text{ h } 12\text{ min}$$