

Élaboration d'une glacière thermoélectrique: Application de l'effet Peltier



Présentation

❑ **Problématique**

- Quels sont les facteurs essentiels ayant un impact sur le refroidissement à effet Peltier ?
- Comment établir un bilan des échanges thermiques et quel est le rendement d'un tel prototype de glacière?

❑ **Sommaire**

I. Préambule

1. Les différents types de glacières existantes sur le marché.
2. Description de l'effet Peltier et d'un module Peltier.
3. Données constructeurs du module.

II. Expériences réalisées et résultats

1. Etude du module Peltier.
2. Confection et étude de la glacière à effet Peltier.

III. Conclusion

Les différents types de glacières sur le marché

Réfrigération par :

Compression

- Compresseur ou compresseur un gaz.
- Les avantages:
 - Montée rapide en froid.
 - Peu gourmand en électricité.
- Les inconvénients:
 - Bruit régulier (compresseur = moteur).
 - Pas d'inclinaison.

Absorption

- L'absorption d'ammoniac qui génère du froid.
- Les avantages:
 - Pas de moteur, aucun bruit, pas de vibrations.
 - Possible inclinaison.
- Les inconvénients:
 - Coût de fabrication un peu plus élevé.
 - Limitation du volume en absorption.

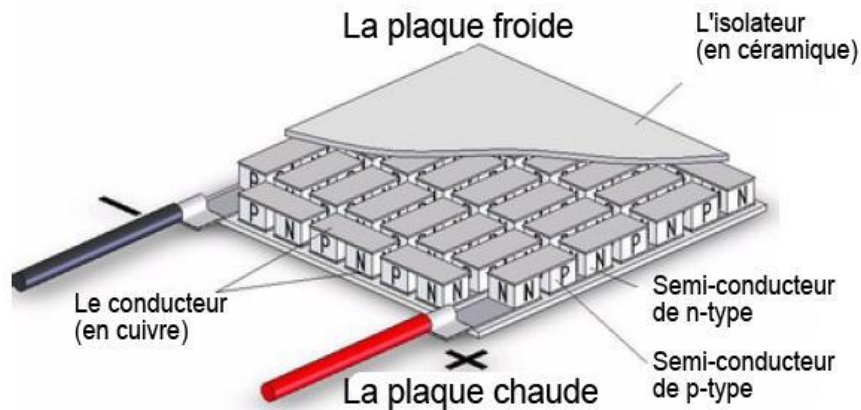
Effet Peltier

- Passage d'un courant au sein d'un couple de conducteurs électriques.
- Les avantages:
 - Appareils bon marché.
 - Certains modèles sont réversibles.
- Les inconvénients:
 - Bruit permanent.
 - Moins bonnes performances.

Description de l'effet Peltier et du module Peltier

❑ Effet Peltier → Phénomène physique de déplacement de chaleur induit par un courant électrique.

❑ Module Peltier:



❑ Chaleur prélevée face froide:

$$Q_f = S_m \cdot T_f \cdot I - \frac{1}{2} R_m \cdot I^2 - K_m \cdot \Delta T$$

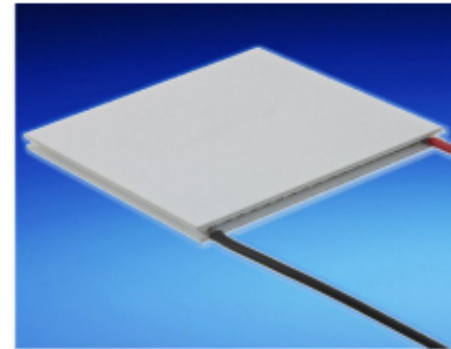
Données constructeurs du module

Thermoelectric Cooler Performance Specifications

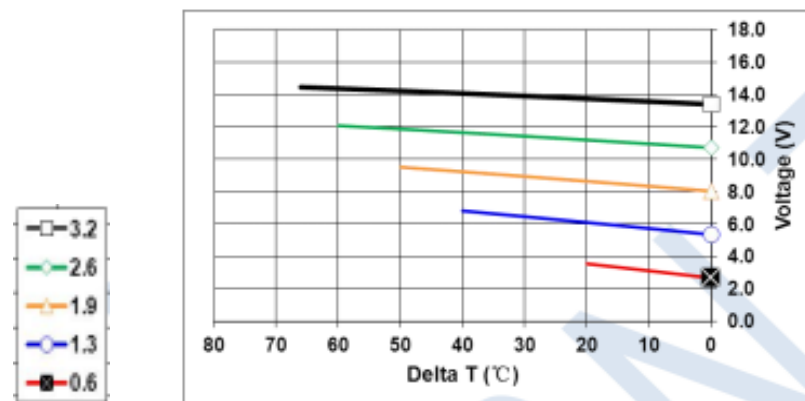
TES1-127030-30X30 W150mm

Hot Side Temperature(°C)	25 °C	50 °C
Qmax (Watts)	25.7	29.8
Delta Tmax(°C)	67	75
I _{max} (Amps)	3	3
V _{max} (Volts)	15.4	16.4
Module Resistance(Ohms)	4.16	4.69

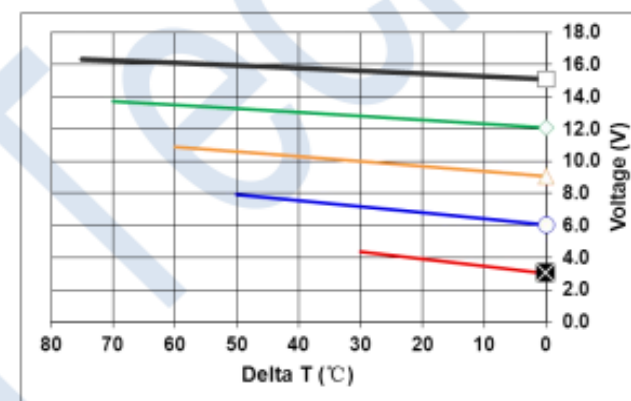
**Tolerances for thermal and electrical parameters $\pm 10\%$.



Performance Curves Th=25 °C

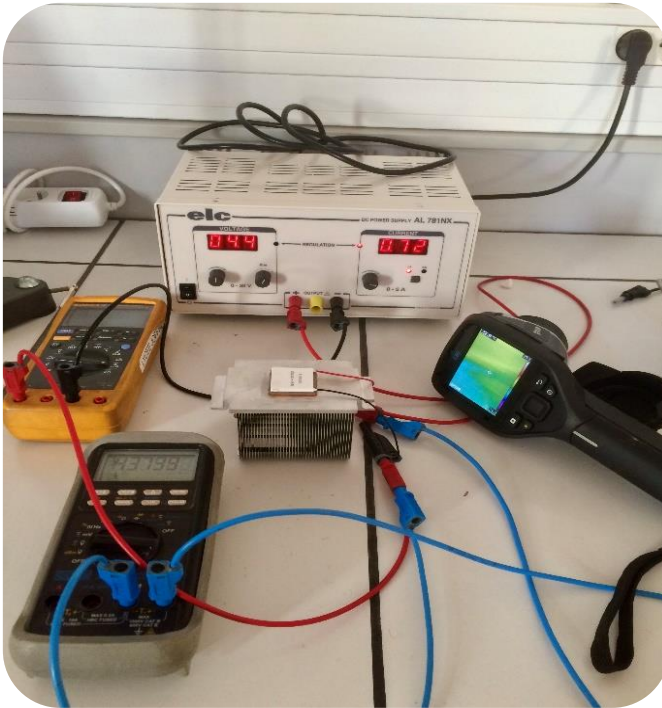


Performance Curves Th=50 °C

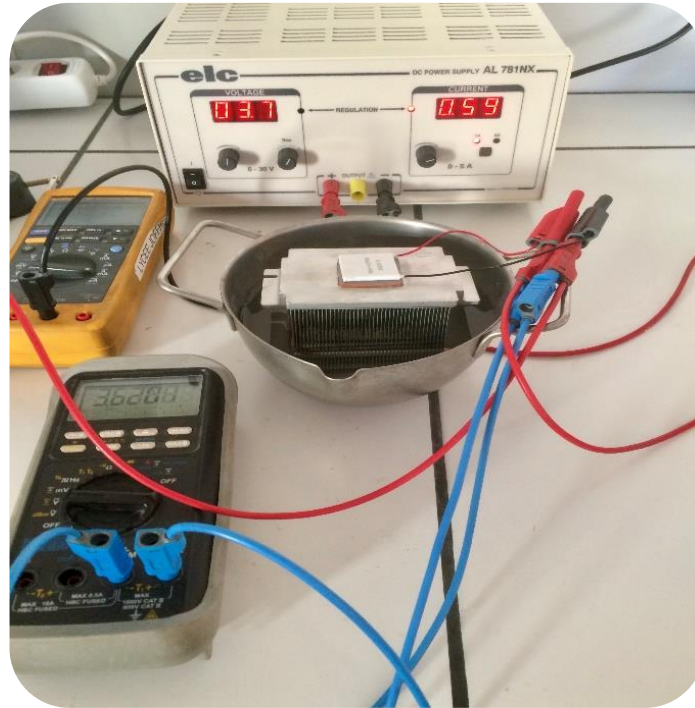


Présence ou non d'un dissipateur de chaleur au niveau de la face chaude

Sans dissipateur de chaleur



Avec de l'eau à 10°C

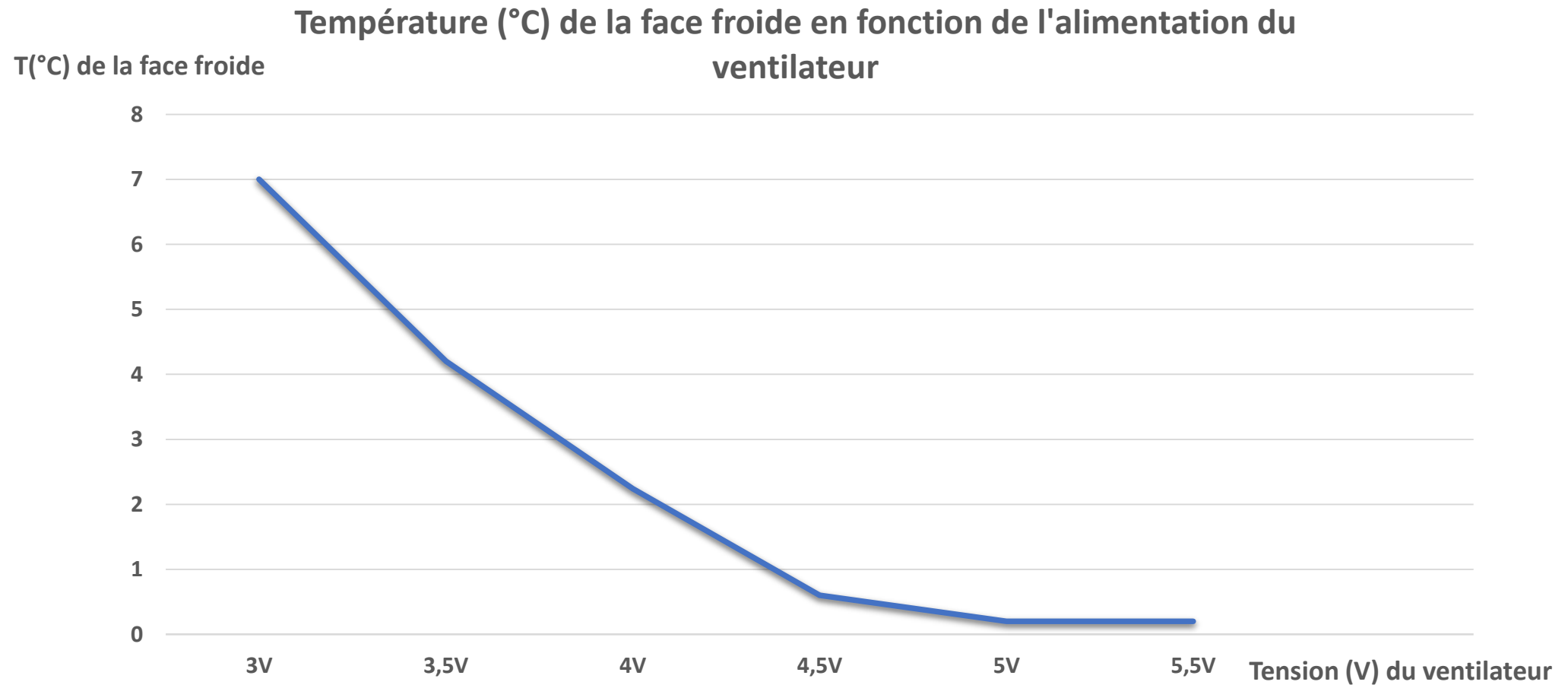


Avec un ventilateur

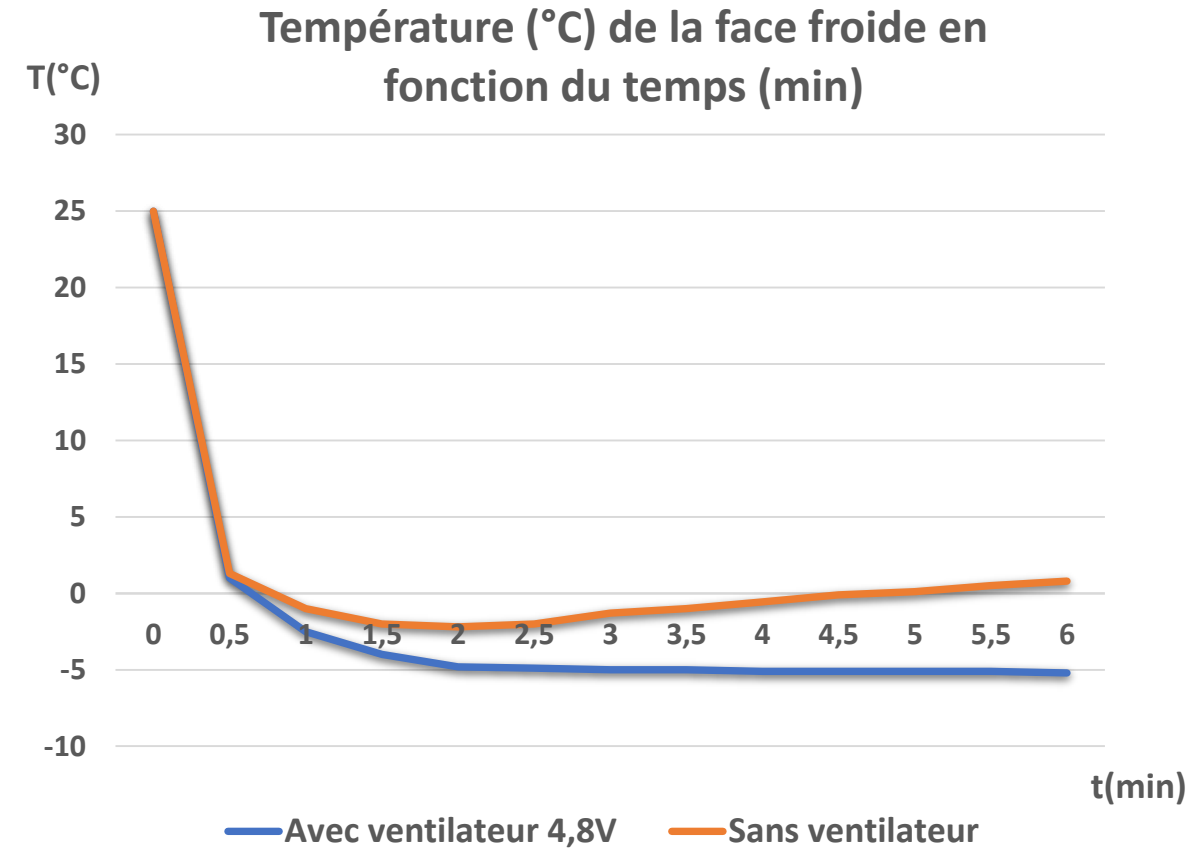
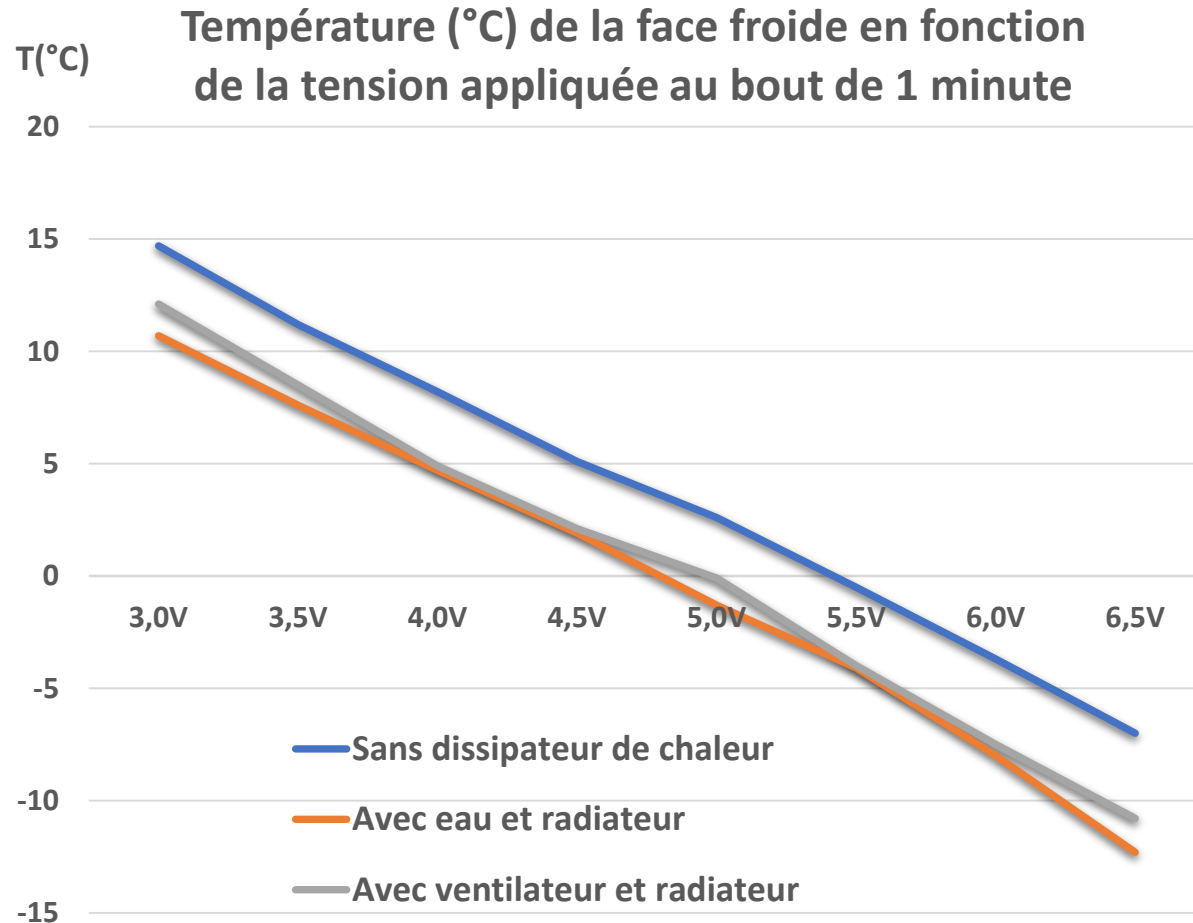


Performance du ventilateur

- ❑ Module alimenté **5,5V** et **0.98A**
- ❑ Au bout de **10 minutes**



Performances du module



Tension et intensité fixées
Module alimenté 5,5V et 0,98A

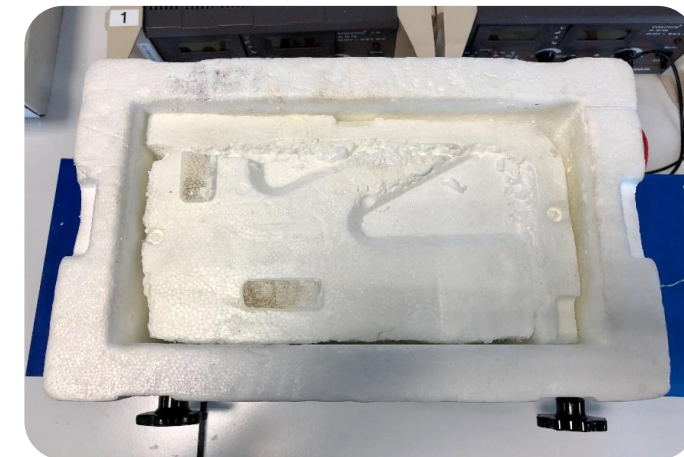
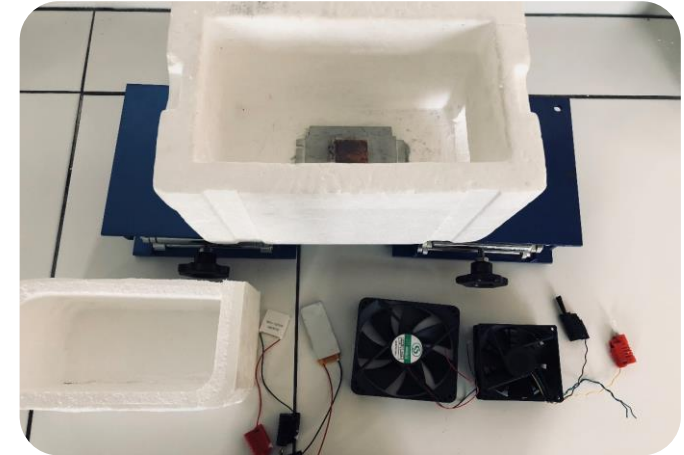
Confection d'une chambre calorifugée

❑ Matériaux : polystyrène + mousse expansive

❑ Volume de la chambre interne :

- $l = 15,8\text{cm}$
- $L = 8\text{cm}$
- $H = 9,5\text{cm}$

$$V = 1,20 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$



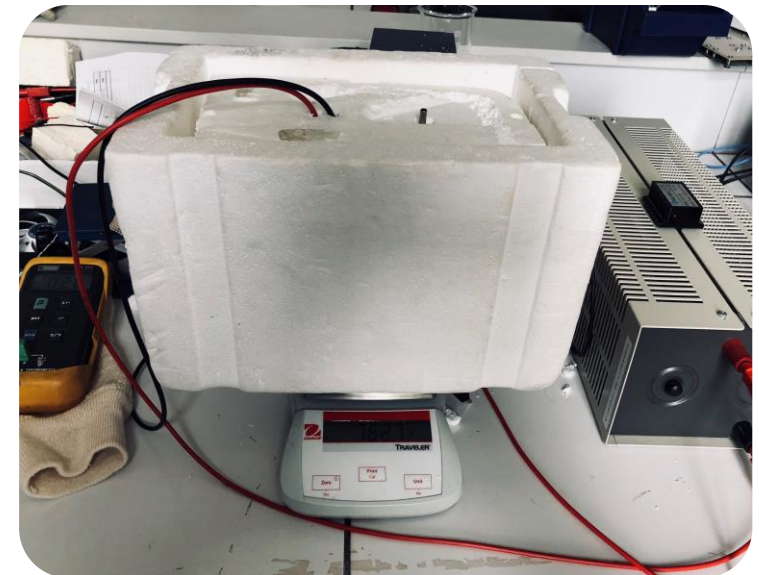
Bilan des échanges thermiques sur l'enceinte

Expérience eau chaude + résistance chauffante:

- Mesurer la variation de température de l'eau et de l'enceinte qui se réchauffent sur plusieurs expériences.
- Elaborer un bilan des échanges thermiques.



Résistance chauffante



Résultat / bilan

$$UI\Delta t - \Delta H_{pertes} = m c_{eau}(\Delta T) + C_{enceinte}(T_f - T_i)$$

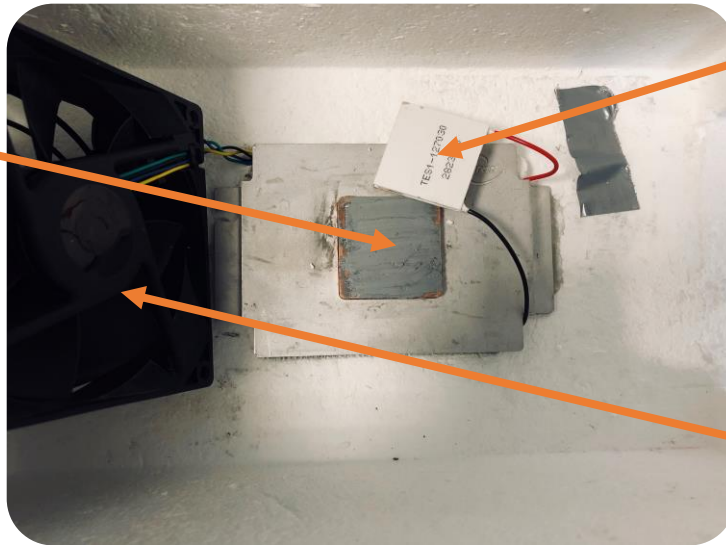
$$UI\Delta t - \Delta H_{pertes} - m c_{eau}(\Delta T) - C_{enceinte}(T_f - T_i) = 0$$

D'où:

$$C_{enceinte} = \frac{UI(\Delta t_1 - \Delta t_2) - m c_{eau}((\Delta T)_1 - (\Delta T)_2)}{(T_{f1} - T_{f2})}$$

Et:

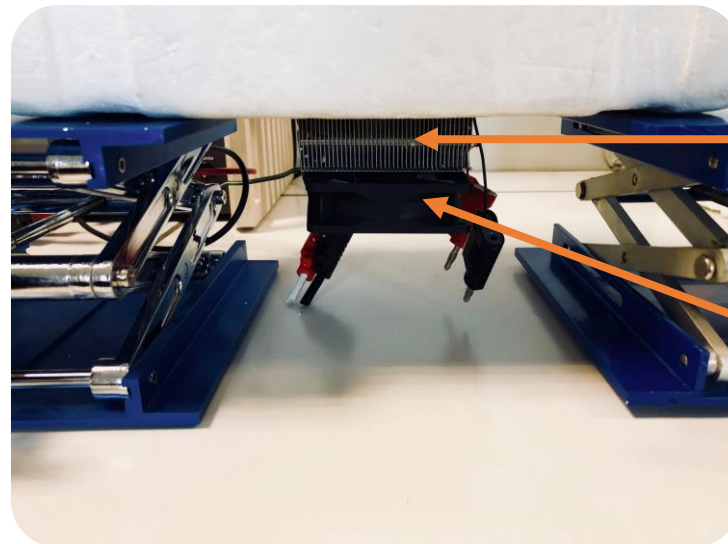
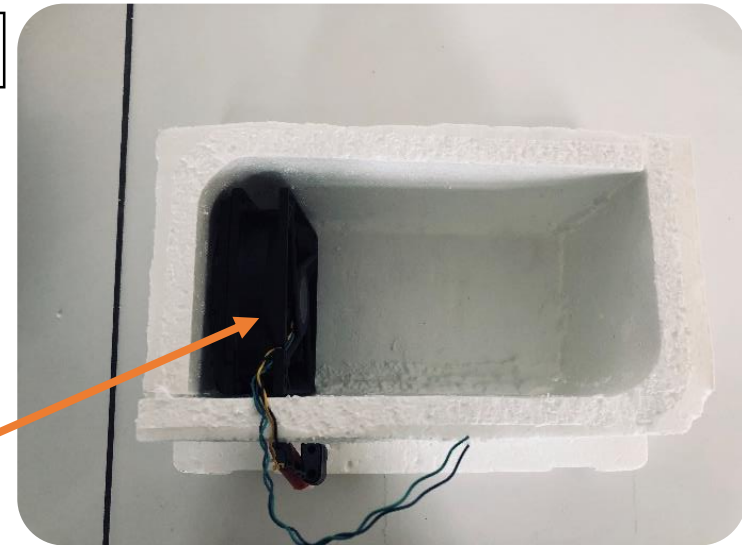
$$|\Delta H_{pertes}| = 581,7 \text{ J pour 15 minutes}$$
$$C_{enceinte} = 1451,0 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$



Module Peltier

Ventilateur intérieur

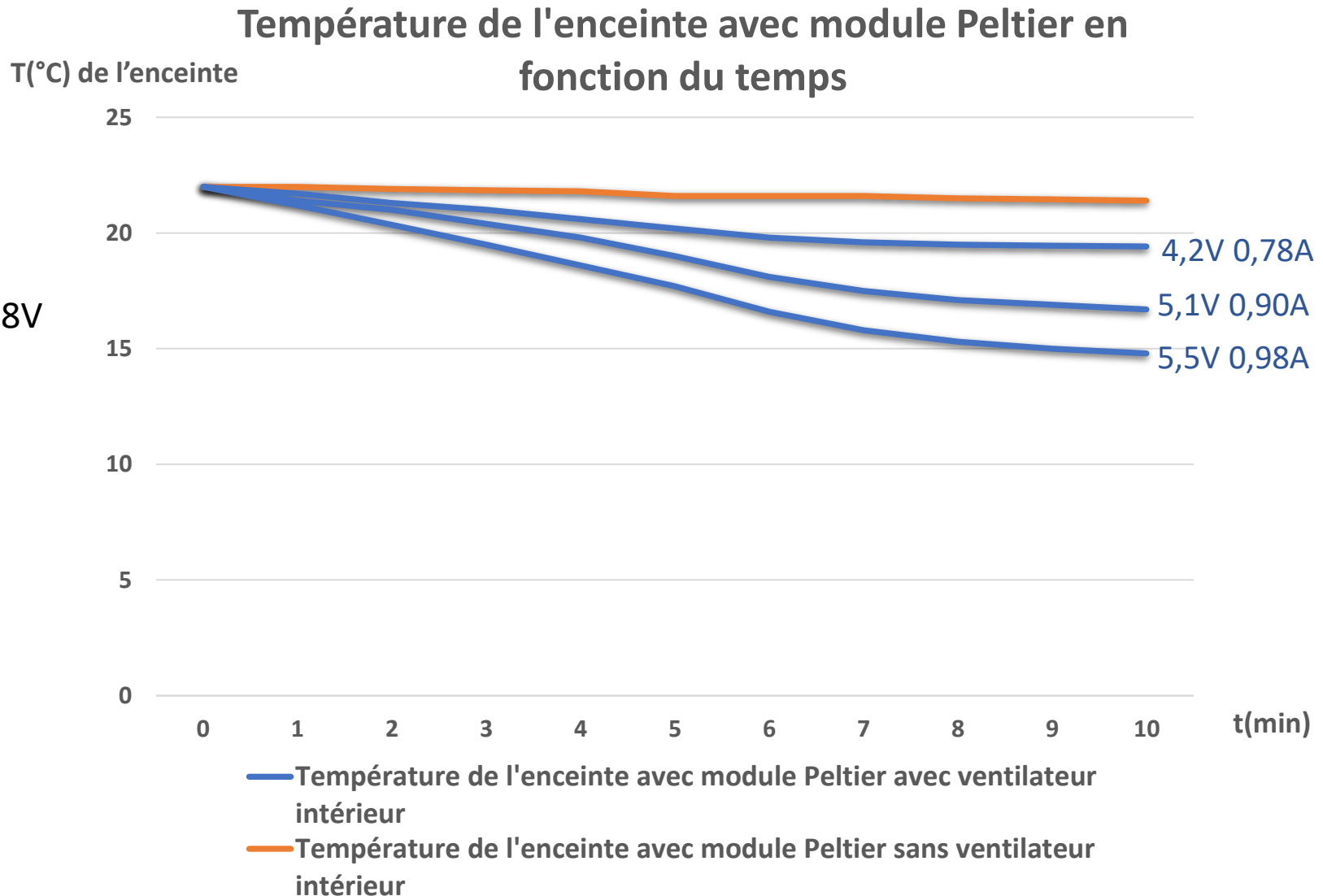
Pâte thermique



Radiateur

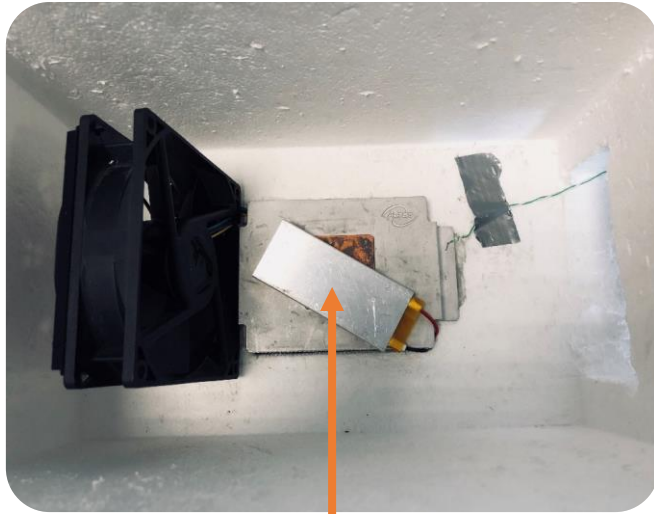
Ventilateur extérieur

Evolution de la température de l'enceinte avec module Peltier



☐ Ventilateur extérieur 4,8V

Calcul du rendement de la glacière: Expérience résistance chauffante



Résistance chauffante

- ❑ Résistance thermique R_{th} des parois de la glacière: (1)

$$P_{th1} = \frac{(\Delta T)_1}{R_{th}} = P_{elec1}$$

$$R_{th} = \frac{(\Delta T)_1}{(UI)_1}$$

- ❑ Calcul du rendement de la glacière: (2)

$$P_{th2} = \frac{(\Delta T)_2}{R_{th}} = \eta P_{elec2}$$

$$\eta = \frac{(\Delta T)_2 (UI)_1}{(\Delta T)_1 (UI)_2}$$

- ❑ Résultats numérique :

$$(\Delta T)_1 = 11 \text{ K} \quad P_{th1} = 4,6 \text{ W}$$

$$U = 7,1 \text{ V}$$

$$I = 0,67 \text{ A}$$

$$R_{th} = 2,39 \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$(\Delta T)_2 = 6,5 \text{ K} \quad P_{th2} = 2,93 \text{ W}$$

$$U = 5,5 \text{ V}$$

$$I = 0,98 \text{ A}$$

$$\eta = 0,52$$

Bilan des échanges thermiques sur l'enceinte avec le module

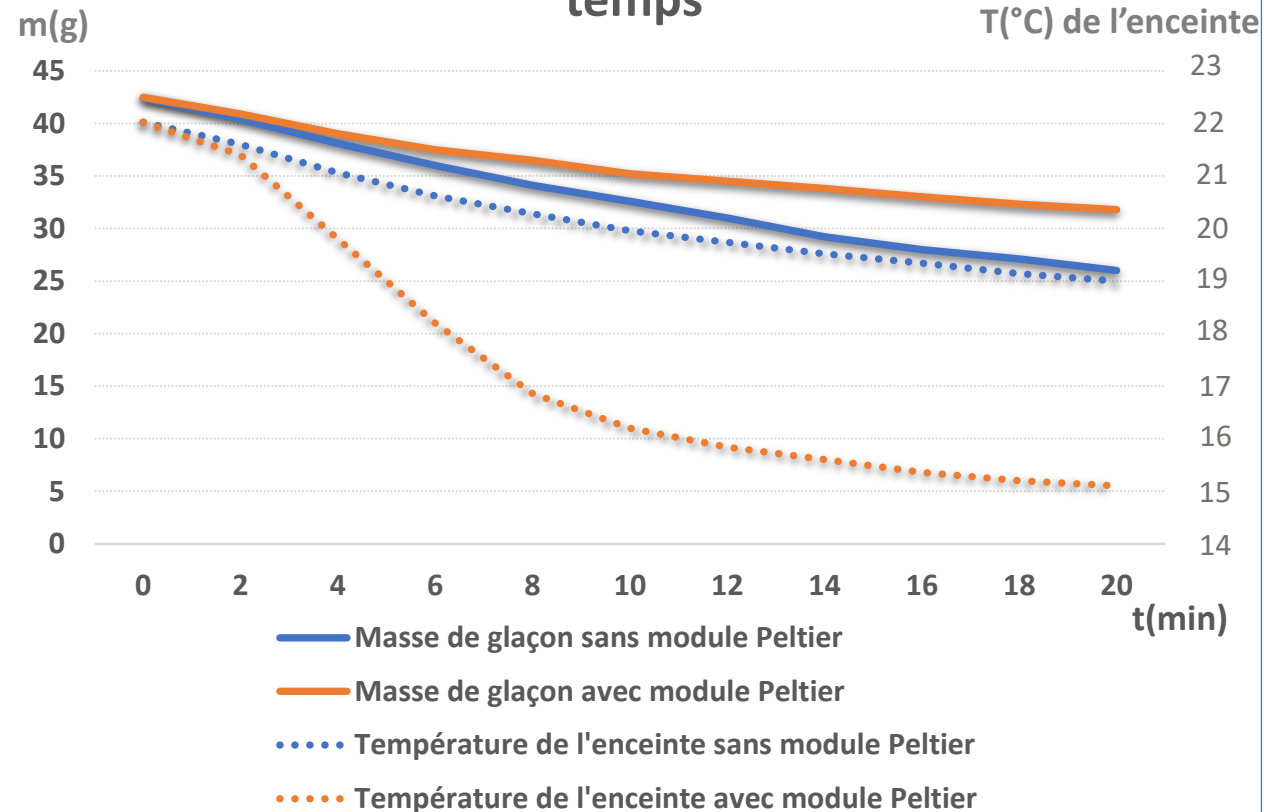
Expérience des glaçons:

- Mesurer la masse de glaçon perdu dans la glacière avec et sans effet Peltier en fonction du temps.
- Déterminer l'effet du Module Peltier sur la fonte des glaçons.



Résultat / bilan

Evolution de la masse de glace et de la température de l'enceinte en fonction du temps



Bilan énergétique

Avec module Peltier:

$$\Delta m L_{fus} + m c_g (273 - T_{iglaçon}) + C_{enceinte} (T_f - T_i) - \Delta H_{pertes} + \Delta H_{Peltier} = 0$$

$$\Delta H_{Peltier} = L_{fus} (\Delta m_1 - \Delta m_2) + C_{enceinte} (T_{f1} - T_{f2})$$

$$\Delta H_{Peltier} = 4626,8 \text{ J pour 20 minutes}$$

$$(UI \Delta t)_{Peltier} = 6468,1 \text{ J}$$

III Conclusion

Bilan

- ➡ Nécessité d'un dissipateur thermique proportionné à l'évacuation thermique du module Peltier.
- ➡ Nécessité d'un ventilateur intérieur pour refroidir l'enceinte.
- ➡ Rendement de 0,52.
- ➡ Evaluation des pertes dans les bilans des échanges thermiques.

Perspectives d'optimisation

- ➡ Meilleure isolation des parois de l'enceinte avec certains matériaux.
- ➡ Meilleur refroidissement de l'enceinte par disposition de plusieurs modules Peltier.