

Calculs thermique pour la question de la nécessité d'un dispositif de ventilation

Valentin GIRARD

31 October 2022

Le but de ce document est de calculer quelles sont les conséquences (thermiques) si on décide de ne pas apporter de système de ventilation à la glacière.

1 Calcul de la résistance thermique d'une glacière

Pour ce calcul, faute d'avoir accès à la norme EN 12546-2, nous utilisons les données de la glacière rigide de camping 32L de la marque "Décathlon".



FIGURE 1 – Glacière Décathlon 32L

Décathlon indique les données de test suivantes :

Isothermie

Nous avons testé cette glacière en laboratoire avec une température ambiante de 32°C, sans pain de glace, remplie à la moitié de son volume. Le temps pour passer de 5°C (température d'aliments sortant du réfrigérateur) à 15°C est de 14 heures. En ajoutant 1,8 kg de glace, le temps pour passer de 5°C à 15°C dans les mêmes conditions a été de 23 heures.

Hypothèses :

1. Décathlon indique avoir rempli la glacière à la moitié de son test. On considère qu'il s'agissait d'eau
2. On considère que l'air n'a pas de capacité thermique

On a donc :

$$\Delta T = R\phi \quad (1)$$

$$\Delta T = R\phi$$

$$\text{avec } \Delta T = T_{ext} - T \text{ et } \phi = RV\rho C_p \frac{dT}{dt}$$

$$V = 16 \text{ L} = 0,0016 \text{ m}^3$$

$$\rho = 10 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$C_p = 4185 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$\text{On définit } \alpha = V\rho C_p = 66\,960 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

Solution particulière :

$$T_p(t) = T_{ext} = 32^\circ \quad (2)$$

Solution homogène :

$$T_h(t) = Ce^{-\frac{t}{R\alpha}} \quad (3)$$

La solution globale est donc :

$$T(t) = T_{ext} + Ce^{-\frac{t}{R\alpha}} \quad (4)$$

Avec les conditions particulières, on obtient :

$$T(t) = T_0 = T_{ext} + Ce^0 \longrightarrow C = T_0 - T_{ext} \quad (5)$$

$$T(14 \text{ h}) = T(50\,400 \text{ s}) = T_1 = T_{ext} + (T_0 - T_{ext})e^{-\frac{t_1}{R\alpha}} \quad (6)$$

d'où

$$\ln \frac{T_1 - T_{ext}}{T_0 - T_{ext}} = -\frac{t_1}{R\alpha}$$

$$R = \frac{t_1}{\alpha \ln \frac{T_0 - T_1}{T_1 - T_{ext}}}$$

$$\boxed{= 1,627 \text{ J} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}}$$

2 Calcul de l'élévation de la température dans la glacière

Si on décide de ne pas mettre de système de ventilation, l'équation de la chaleur dans la glacière est :

$$\rho V C_p \frac{dT}{dt} = Q_{produit} - Q_{convection} \quad (7)$$

Or $\frac{dT}{dt} = 0$ en régime permanent, ce qui nous donne $Q_{produit} = Q_{convection}$

Hypothèse =

1. Le rendement du contrôleur de charge est de 95%¹
2. Le rendement de la batterie est de 90%²
3. La puissance de charge est de P=31W. En effet, si la batterie se charge normalement (1/2C³), la puissance transmise serait donc de 36W. Cela ne convient pas car la puissance max des panneaux est de 31Wc. On prend donc 31W.

1. http://www.photovoltaique.guidenr.fr/informations_techoniques/regulateur_batteries_plomb/rendements_regulateurs.php

2. wikipedia : Panasonic - Technologie Li-Ion [archive][PDF], Panasonic

3. <https://passionelectronique.fr/charger-une-batterie-lithium-ion-cccv/>

On a :

$$Q_{prod} = P \times 0,05 + P \times 0,95 \times 0,10 = 4,35W \quad (8)$$

$$Q_{conv} = R(T_{int} - T_{ext}) \longrightarrow T_{int} = T_{ext} + \frac{Q_{prod}}{R} \quad (9)$$

Or $\boxed{\frac{Q_{prod}}{R} = 2,7^{\circ}C}$

3 Conclusion

L'élévation de la température à l'intérieur de la glacière est de $2,7^{\circ}C$ par rapport à la température extérieure. Or nos équipement fonctionnent souvent entre $0^{\circ}C$ et $40^{\circ}C$ environ. Puisque $2,7^{\circ}C \ll 40 - 0 = 40^{\circ}C$, on considère qu'il n'est pas nécessaire d'installer un système de ventilation.