

Le refuge du Goûter, un projet H.Q.E.
(Bac S – Asie - juin 2015)

Corrigé réalisé par B. Louchart, professeur de Physique-Chimie
© <http://b.louchart.free.fr>

1. Un modèle de fenêtre développé spécifiquement pour le refuge du Goûter

- 1.1. définition 1 : rayonnement
définition 2 : conduction
définition 3 : convection

- 1.2. Notons respectivement $R_{th,vitre}$ et $R_{th,argon}$ les résistances thermiques d'une vitre d'épaisseur $e = 4$ mm et d'une lame d'argon d'épaisseur $e' = 14$ mm, toutes deux de surface $S = 1,0$ m².
D'après les données, la résistance thermique totale R_{th1} du vitrage est égale à la somme des résistances thermiques de chaque matériau constituant le triple vitrage.
Le triple vitrage étant constitué de 3 vitres et de 2 lames d'argon, on obtient :

$$R_{th1} = 3 R_{th,vitre} + 2 R_{th,argon}$$

$$\text{Or } R_{th,vitre} = \frac{e}{\lambda_{verre} \times S} = \frac{4 \times 10^{-3}}{1,2 \times 1,0} = 3,3 \times 10^{-3} \text{ K.W}^{-1}$$

$$R_{th,argon} = \frac{e'}{\lambda_{argon} \times S} = \frac{14 \times 10^{-3}}{0,017 \times 1,0} = 0,82 \text{ K.W}^{-1}$$

$$\text{Finalement, } R_{th1} = 3 \times 3,3 \times 10^{-3} + 2 \times 0,82 = 1,7 \text{ K.W}^{-1}$$

- 1.3. Quand on substitue l'air entre les vitres par de l'argon, la variation relative de la résistance thermique est : $\frac{R_{th1} - R_{th2}}{R_{th2}} = \frac{1,7 - 1,1}{1,1} = 0,51 = 51 \%$

La résistance thermique du triple vitrage a donc augmenté de 51 % en remplaçant l'air par de l'argon.

- 1.4. La résistance de l'ensemble des 3 vitres vaut : $3 R_{th,vitre} = 3 \times 3,3 \times 10^{-3} = 0,010 \text{ K.W}^{-1}$

$$\text{Celle de l'ensemble des lames d'argon vaut : } 2 R_{th,argon} = 2 \times 0,82 = 1,65 \text{ K.W}^{-1}$$

La part de la résistance thermique des vitres dans la résistance thermique de l'ensemble du triple vitrage est donc de $\frac{0,010}{1,65} = 0,006 = 0,6 \%$

Modifier l'épaisseur des vitres n'augmenterait donc que très peu la résistance thermique de l'ensemble, l'essentiel de la résistance thermique du triple vitrage étant dû aux lames d'argon.

2. Le choix du bois

2.1. Calculons la vitesse radiale pour l'épicéa étudié :

$$v_m = \frac{D}{\Delta t} = \frac{60 \times 10^{-2}}{3,4 \times 10^{-4}} = 1,8 \times 10^4 \text{ m.s}^{-1}$$

On en déduit le pourcentage de dégradation :

$$\text{Deg.}\% = \frac{v_{\text{ref}} - v_m}{v_{\text{ref}}} \times 100 = \frac{1600 - 1,8 \times 10^4}{1600} \times 100 = -10 \%$$

Deg.% < 0 , donc l'épicéa étudié est sain.

2.2.

- ✓ Le bois (sapin/épicéa ou fibre de bois) est un meilleur isolant thermique que la pierre, le béton plein ou encore la brique. En effet, sa conductivité thermique est nettement plus faible : $0,13 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ pour le sapin/épicéa ou même $0,038 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ pour la fibre de bois comparé à $3,5 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$, $1,8 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ et $0,84 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ respectivement pour la pierre, le béton plein et la brique.
C'est important pour ce refuge soumis à des contraintes climatiques importantes (jusqu'à -35°C en hiver et -10°C en été).
- ✓ Il a une masse volumique ($0,45 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ pour le sapin/épicéa ou même $0,2 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ pour la fibre de bois) plus faible que la pierre ($2,7 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$), le béton plein ($2,3 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$) et la brique ($2,1 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$).
C'est un avantage important pour le transport par hélicoptère de la vallée (d'où vient le bois de la structure et où les modules ont été fabriqués) jusqu'au site du refuge.
- ✓ Le bois utilisé est issu des Alpes françaises, essentiellement des forêts de Saint-Gervais voisines. Cela permet d'utiliser des ressources renouvelables locales. Cela limite donc l'impact environnemental.