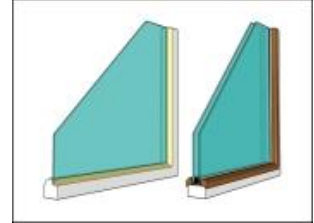


1. Mise en situation

Dans cette étude, nous allons comparer un simple vitrage, d'épaisseur 5 mm et un double vitrage constitué de deux vitres d'épaisseurs égales à 5 mm chacune séparées par une lame d'air de 1 cm d'épaisseur.

- La surface vitrée de l'appartement est de 15 m².
- Résistance de surface intérieure d'une vitre : $r_{si} = 0,11 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
- Résistance de surface extérieure d'une vitre : $r_{se} = 0,06 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
- Résistance thermique d'une lame d'air de 1 cm : $R = 0,14 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
- Conductivité du verre : $\lambda = 1,15 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- Prix du kilowattheure : 0,11€. hors taxe – TVA : 18,60 % (sur le kwh)
- Température intérieure : 19°C.



2. Comparaison entre les deux types de vitres

1°) La température extérieure est de -10°C.

1. Dans les deux cas (vitrage simple et vitrage double) calculer la puissance thermique perdue par toute la surface vitrée de l'appartement.

Simple vitrage :

$$R_{thv} = R_v + R_{si} + R_{se} = e/\lambda + R_{si} + R_{se} = 0,005/1,15 + 0,11 + 0,06 = \mathbf{0,174 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}}$$

$$\Phi_{1v} = (T_{int} - T_{ext}) \cdot S / R_{thv} = (19 + 10) \cdot 15 / 0,174 = \mathbf{2495 \text{ W}}$$

Double vitrage :

$$R_{th2v} = 2 \cdot R_v + R_{air} + R_{si} + R_{se} = 2 \cdot e/\lambda + R_{air} + R_{si} + R_{se} \\ = (2 \cdot 0,005/1,15) + 0,14 + 0,11 + 0,06 = \mathbf{0,319 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}}$$

$$\Phi_{2v} = (T_{int} - T_{ext}) \cdot S / R_{th2v} = (19 + 10) \cdot 15 / 0,319 = \mathbf{1365 \text{ W}}$$

2. Quelle est la température de surface intérieure de ces deux vitrages ?

Simple vitrage :

$$\Phi_{1v} = (T_{int} - T_{si}) \cdot S / R_{si} \text{ donc } T_{si} = T_{int} - (\Phi_{1v} \cdot R_{si} / S) = 19 - (2495 \cdot 0,11 / 15) = \mathbf{0,7^\circ \text{C}}$$

Double vitrage :

$$\Phi_{2v} = (T_{int} - T_{si}) \cdot S / R_{si} \text{ donc } T_{si} = T_{int} - (\Phi_{2v} \cdot R_{si} / S) = 19 - (1365 \cdot 0,11 / 15) = \mathbf{9^\circ \text{C}}$$

2°) On considérera que l'hiver dure 150 jours pendant lesquels la température extérieure moyenne est de +5°C.

1. Calculer l'énergie perdue dans chacun des deux cas.

Simple vitrage :

$$\Phi_{cd} = (T_{int} - T_{ext}) \cdot S / R_{thv} = (19 - 5) \cdot 15 / 0,174 = \mathbf{1207 \text{ W}}$$

$$\text{Energie perdue} = \Phi_{cd} \cdot 150 \cdot 24 = \mathbf{4336 \text{ kWh}}$$

Double vitrage :

$$\Phi_{cd} = (T_{int} - T_{ext}) \cdot S / R_{thv} = (19 - 5) \cdot 15 / 0,319 = \mathbf{660 \text{ W}}$$

$$\text{Energie perdue} = \Phi_{cd} \cdot 150 \cdot 24 = \mathbf{2372 \text{ kWh}}$$

2. En déduire l'économie réalisée en un hiver lorsqu'on remplace le simple vitrage par un double vitrage.

Simple vitrage :

$$\text{Pertes} = 4336 \cdot 0,11 = \mathbf{477 \text{ €}}$$

Double vitrage :

$$\text{Pertes} = 2372 \cdot 0,11 = \mathbf{261 \text{ €}}$$

$$\text{Soit une économie de } 477 - 261 = \mathbf{216 \text{ €}}$$

