

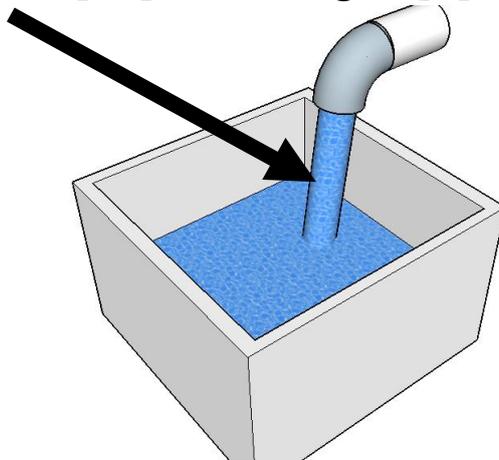
Nom / Prénom :

## 1 Définitions

### 1.1 Puissance

La puissance thermique représente la quantité de chaleur (ou d'énergie thermique) par unité de temps. Par analogie on peut le comparer à un débit d'eau en litres/secondes.

$$\text{Puissance [W]} = \text{Energie [J]} / \text{temps [s]}$$



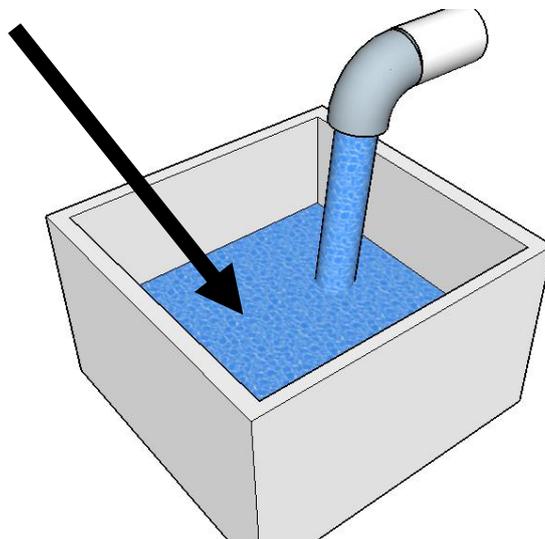
**Exemple :** Un radiateur a émis 10800 kJ en 2h, quelle a été sa puissance moyenne ?

.....

### 1.2 Energie

L'énergie thermique représente une quantité de chaleur totale. Par analogie on peut la comparer à la quantité d'eau.

$$\text{Energie [J]} = \text{Puissance [W]} \times \text{temps [s]}$$



**Exemple :** Un radiateur d'une puissance de 2 kW fonctionne pendant 1,5h, quelle énergie a-t-il consommée ?

.....

## 2 Dimensionnement du radiateur de la serre

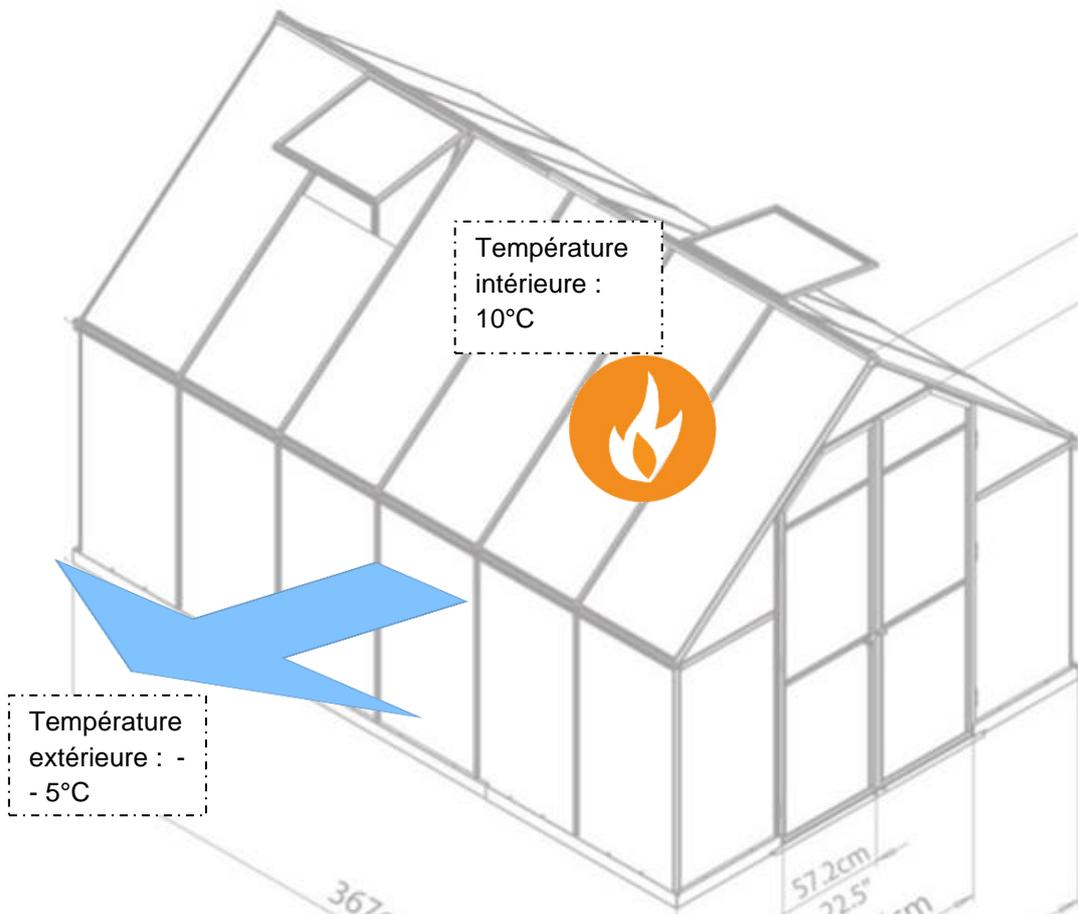
La serre étudiée est une serre de jardin en polycarbonate double parois, modèle CANOPIA de la marque PALRAM (plan en annexe 2). Les parois en polycarbonate sont maintenues par des montants en acier.



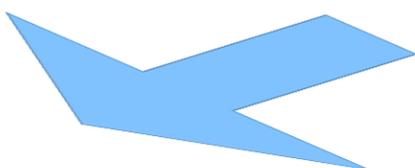
Pour maintenir la température dans la serre la nuit à 10°C minimum, on souhaite utiliser le radiateur électrique de 2kW maximum ci-dessous :



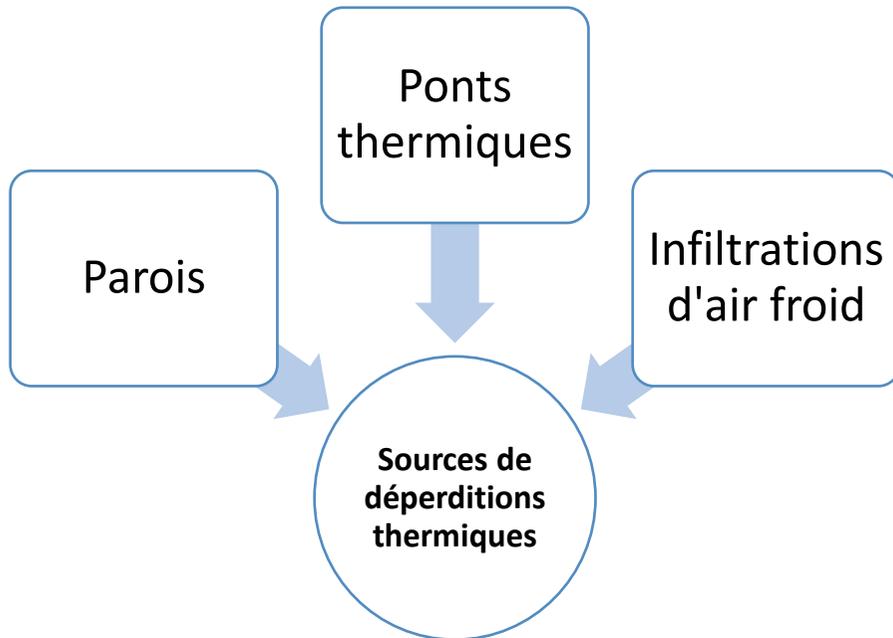
Pour que la température ne baisse pas, il faut que la puissance thermique sortante (= déperditions) soit compensée une puissance thermique entrante (le chauffage).



PUISSANCE TOTALE SORTANTE (déperditions thermiques) [W] = PUISSANCE PRODUITE [W]



Les sources de déperditions thermiques sur la serre sont les suivantes :



Pour trouver la puissance de chauffage, nous allons donc calculer ces déperditions dans les conditions de températures décrites ci-dessus.

### 3 Déperditions par les parois

#### 3.1 Calcul de la résistance R et du coefficient U des parois

- ❖ La **résistance thermique R** exprime la résistance d'1 m<sup>2</sup> de matériau au passage d'un flux de chaleur.

$$R = \frac{e}{\lambda} \text{ en } \left[ \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} \right]$$

Avec :

**e** : épaisseur du matériaux en [m]

**λ** : conductivité thermique du matériau en  $\left[ \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}} \right]$

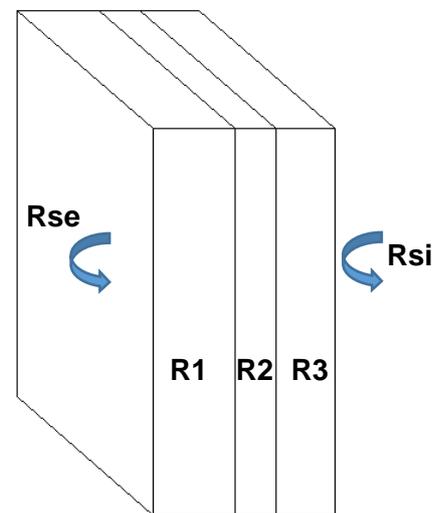
- ❖ Pour un mur possédant plusieurs couches :

$$R_{\text{Total}} = R_{\text{se}} + R_1 + R_2 + R_3 + R_{\text{si}}$$

R<sub>si</sub> et R<sub>se</sub> : Résistances superficielles intérieures et extérieures.

R<sub>si</sub> : 0,13 (m<sup>2</sup>.K)/W

R<sub>se</sub> : 0,04 (m<sup>2</sup>.K)/W



**Le coefficient de transmission thermique U** exprime la quantité de chaleur transmise par 1m<sup>2</sup> de paroi pour une différence de 1°C.

$$U = \frac{1}{R_{\text{total}}} \text{ en } \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \right]$$

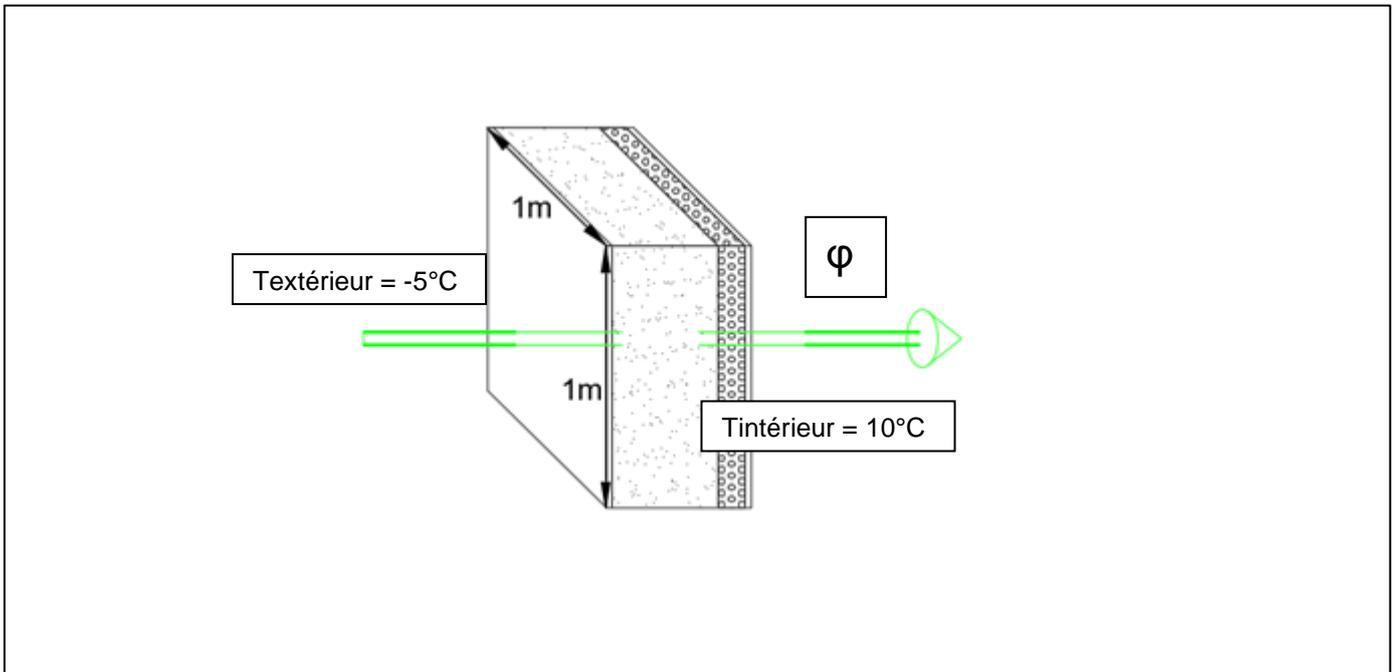
**Q°1 :** Calculer la résistance R<sub>total</sub> et le coefficient de transmission thermique U des deux types de parois (polycarbonate et acier) de l'enveloppe de la serre.

Cf. Annexe 1

### 3.2 Calcul de la densité de flux traversant les parois

❖ La densité de flux  $\phi$  exprime la quantité de chaleur émise pour 1 m<sup>2</sup> de paroi.

$$\phi = U \times \Delta T \text{ en } \left[ \frac{W}{m^2} \right]$$



Avec :

U : coefficient de transmission thermique en  $\left[ \frac{W}{m^2.K} \right]$

$\Delta T$  : T<sub>intérieure</sub> - T<sub>extérieure</sub> en [°C]

**Q°2 :** Compléter le document réponse 1 ci-après pour trouver les déperditions totales de la serre. Conclure sur la puissance du chauffage à installer dans la serre ci-dessous. Le radiateur utilisé convient-il ?

Cf. Annexe 2

**Q°3 :** En admettant que ce radiateur électrique fonctionne à la puissance calculée ci-dessus, pendant 30 jours dans l'année à raison de 5h/jour. Calculer l'énergie consommée par an en kWh et le coût pour le propriétaire.

# DOCUMENT REPONSE 1

	$U \left[ \frac{W}{m^2.K} \right]$	$\Delta T [^{\circ}C]$	$\phi \left[ \frac{W}{m^2} \right]$	Surface [m <sup>2</sup> ] ( <i>Annexe 2</i> )	Déperditions [W] = $\phi \times$ Surface
Polycarbonate double paroi				(Estimée à 95% de la surface totale de parois)	
Acier				(Estimée à 5% de la surface totale de parois)	
Sol	Négligé				
Pont thermiques					(Estimé à 5% des déperditions par les parois)
Infiltrations d'air					(Estimé à 5% des déperditions par les parois)
<b>Total des déperditions [W]</b>					

# ANNEXE 1 : Caractéristiques des matériaux

Polycarbonate double parois	Acier
	
$\lambda_{\text{polycarbonate double paroi}} = 0,024 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$	$\lambda_{\text{acier}} = 13,4 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$
Epaisseur = 4 mm	Epaisseur = 1,5 mm

# ANNEXE 2 : Plan de la serre PALRAM

