

Numéro d'inscription : 47146

Optimisation de l'isolation thermique d'un habitat.

Rendre efficace notre consommation.

Comment optimiser l'isolation thermique d'un bâtiment pour faciliter la transition écologique ?

« Les espèces qui survivent ne sont pas les espèces les plus fortes, ni les plus intelligentes, mais celles qui s'adaptent le mieux aux changements »

Sommaire:

I. Une réflexion autour des isolants.

- a. Étude d'isolants.**
- b. Comparaisons de leurs efficacités.**

II. Associer confort et enjeu climatique.

- a. Le confort hiver est proportionnel à la qualité de l'isolation.**
- b. Influence de la surface vitrée sur le confort été.**

I. Une reflexion à propos des isolants

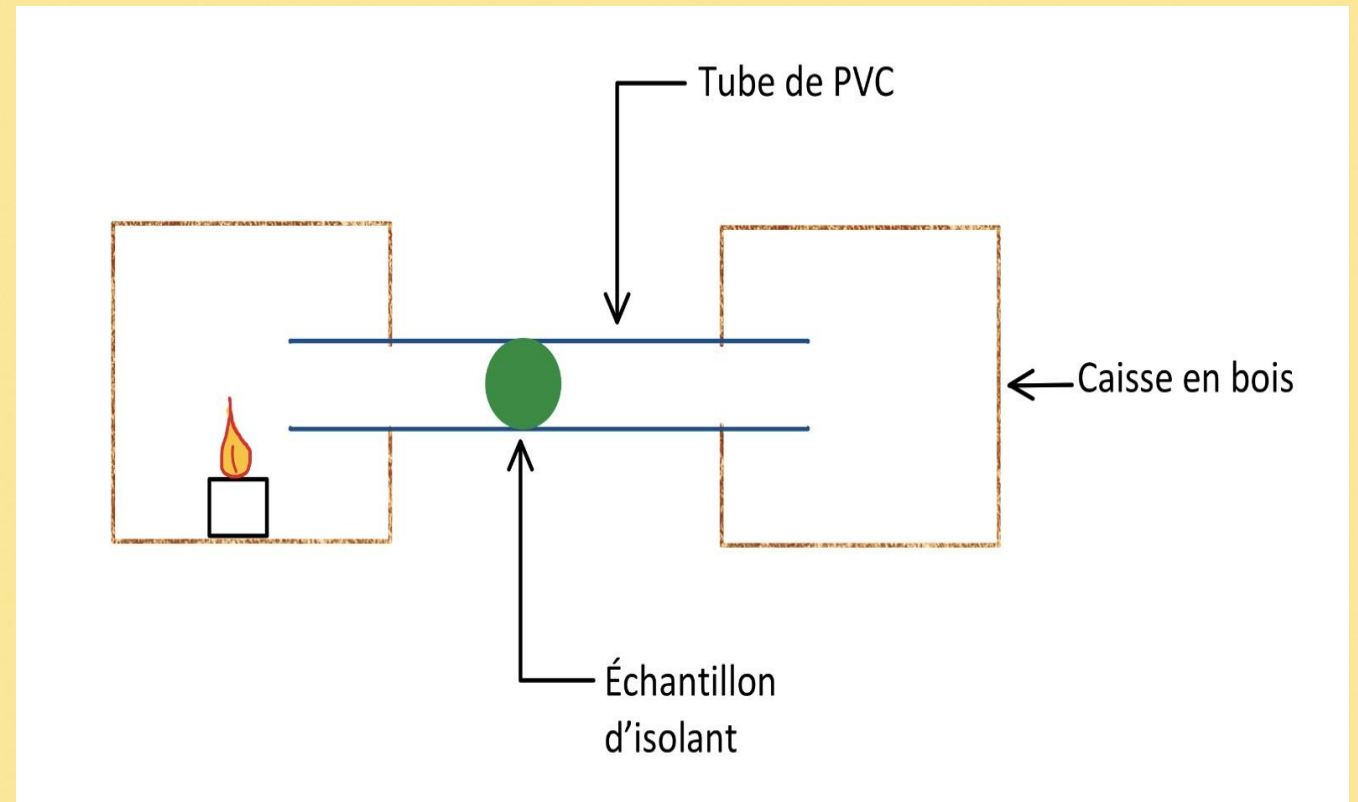
a. Étude d'isolants

Première manipulation:

Montage:



Principe:



I. Une reflexion à propos des isolants

a. Étude d'isolants

Seconde manipulation:



Donnée: Q_m (pouvoir calorifique) = 44×10^3 J/g

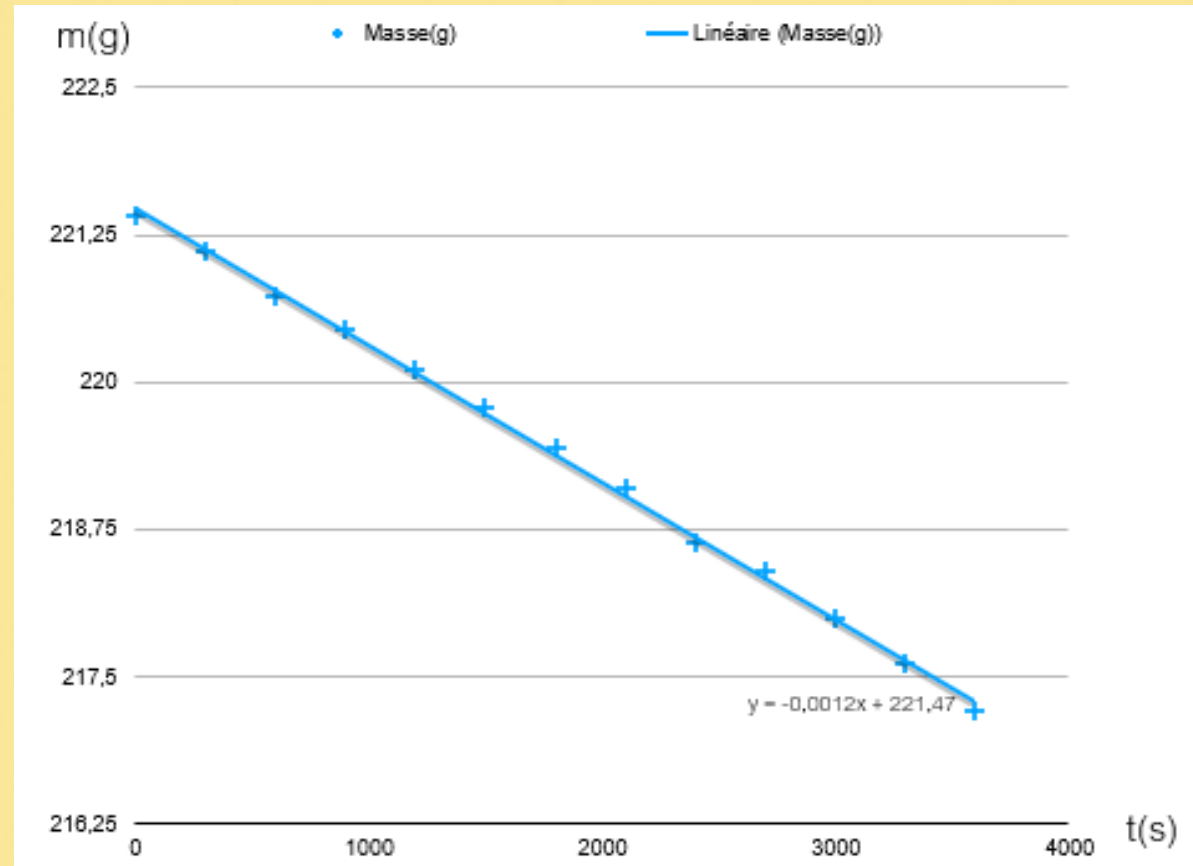
Résultat: $P_{th} = (52,80 \pm 0,12)$ J/s

Equations: $P_{th} = \frac{Q}{\tau}$

$$Q = \Delta m Q_m$$

La courbe est affine:

$$P_{th} = D_m Q_m$$



I. Une reflexion à propos des isolants

a. Étude d'isolants

Calcule du flux perdu:

$$(1): \phi_{bougie} = \phi_{pertes} + \phi_{air} + \phi_{transmis}$$

$$(2): |\phi_{pertes}| = |(T_o - T_f)| \left(\frac{1}{\frac{1}{hS_1} + \frac{e}{\lambda S'_1}} + \frac{1}{\frac{1}{h(S_1 - \pi R^2)} + \frac{e}{\lambda(S'_1 - \pi R^2)}} + \frac{2}{\frac{1}{hS_2} + \frac{e}{\lambda S'_2}} + \frac{1}{\frac{1}{hS_3} + \frac{e}{\lambda S'_3}} + \frac{\lambda S'_3}{e} \right)$$

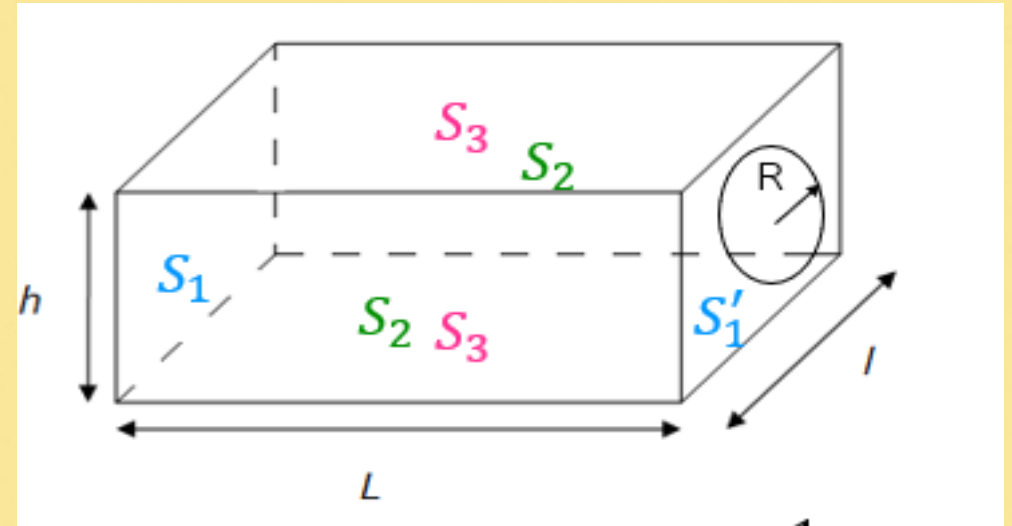
λ : conductivité thermique (pin)

h : coefficient de transfert

e : épaisseur d'une surface

A.N: $|\phi_{pertes}| = (52,40 \pm 0,12) \text{ J/s}$

avec un ΔT moyen de 24,4 °C



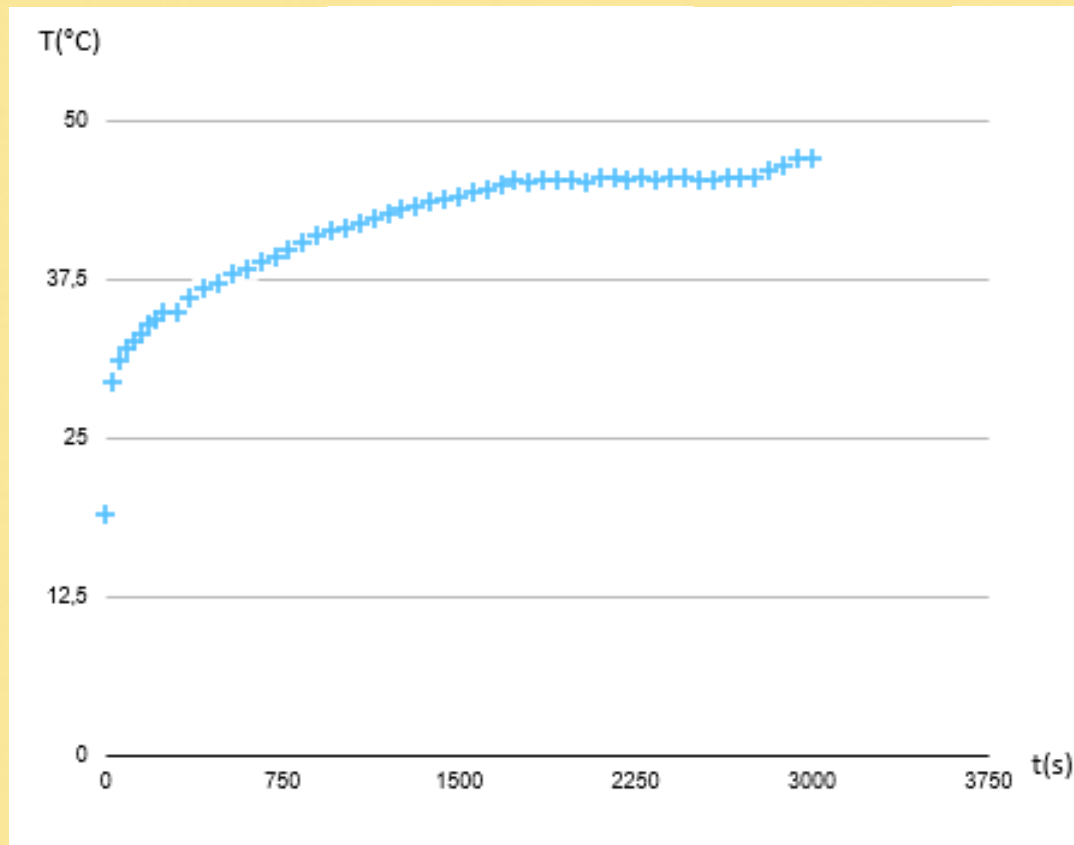
I. Une reflexion à propos des isolants

a. Étude d'isolants

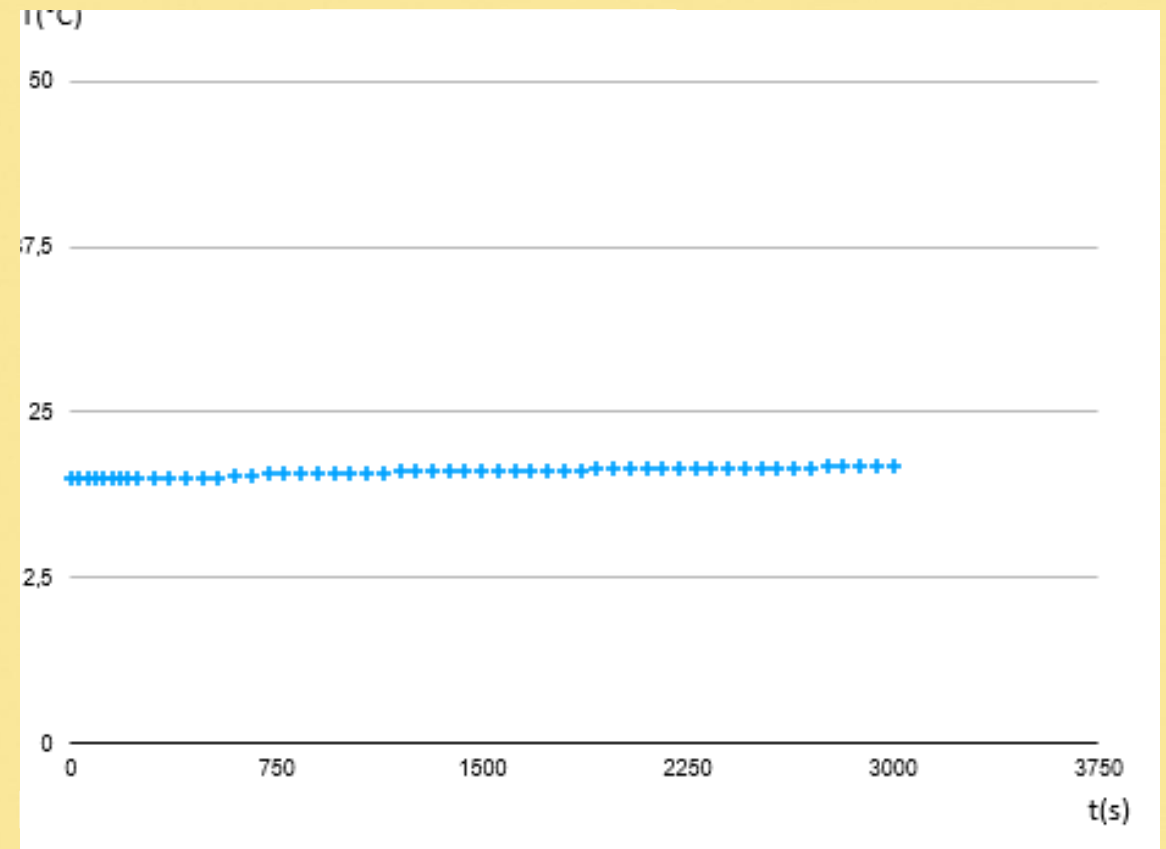
Isolant classique:

Laine de roche

Coté bougie



Coté opposé

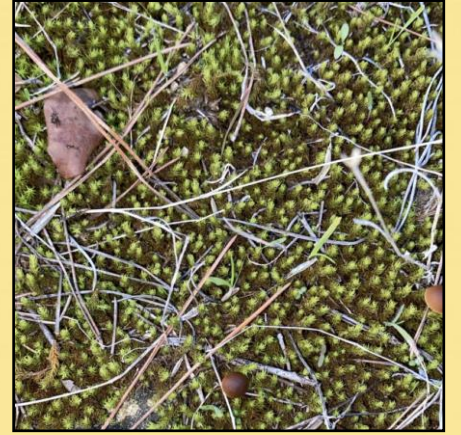


I. Une reflexion à propos des isolants

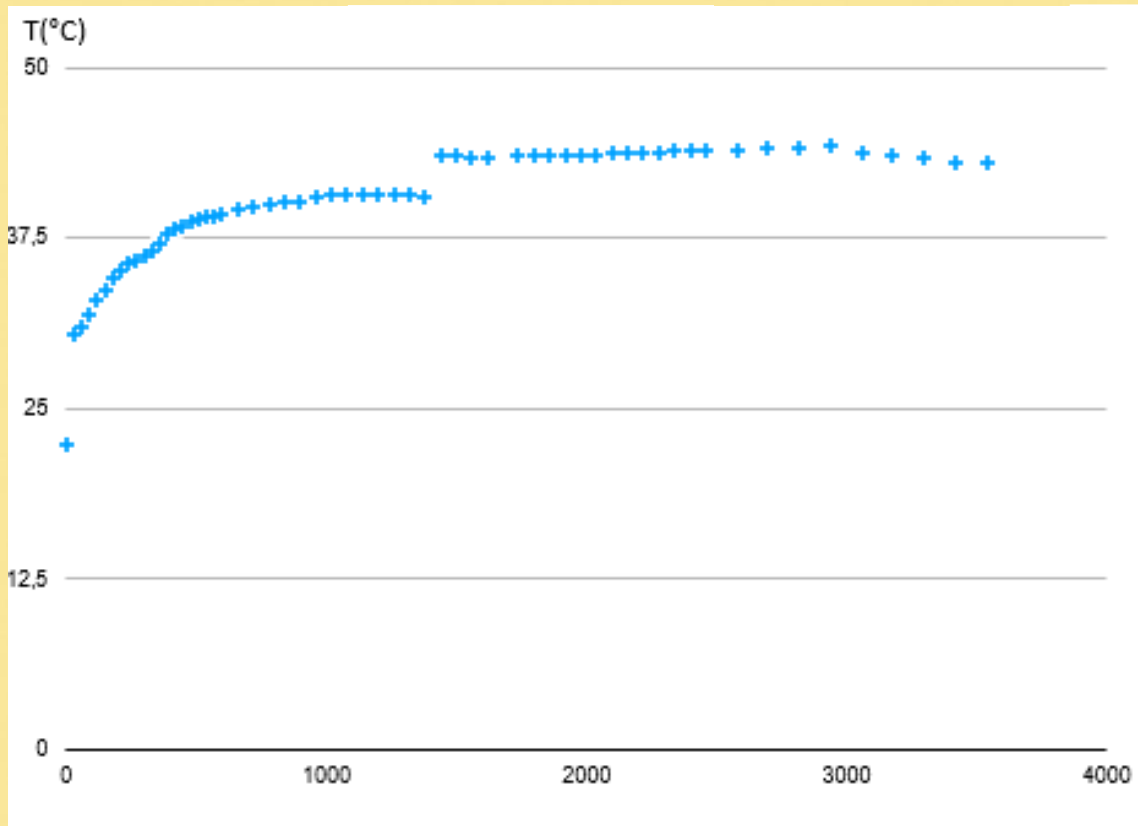
a. Étude d'isolants

Isolant novateur:

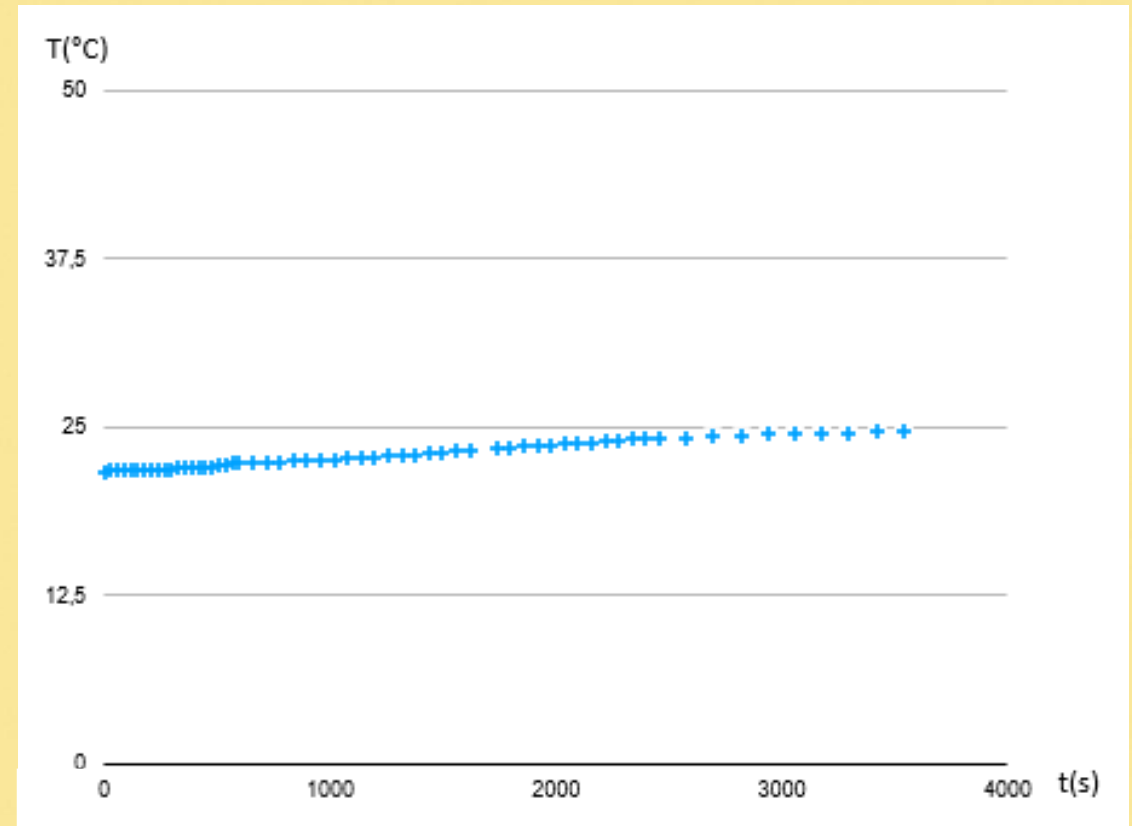
Mousse végétale



Coté bougie



Coté opposé



I. Une réflexion à propos des isolants

b. Comparaison de leur efficacité

Isolant classique:

Laine de roche

A.N: $\lambda_L = (0,078 \pm 0,023) \text{ W/m/K}$ (0,045 sur l'étiquette)

Avec $\Delta T = 26^\circ\text{C}$, $E = 4\text{cm}$

Isolant novateur:

mousse végétale

A.N: $\lambda_m = (0,080 \pm 0,024) \text{ W/m/K}$

Avec $\Delta T = 19,1^\circ\text{C}$, $E = 3\text{cm}$

Equations (en régime stationnaire):

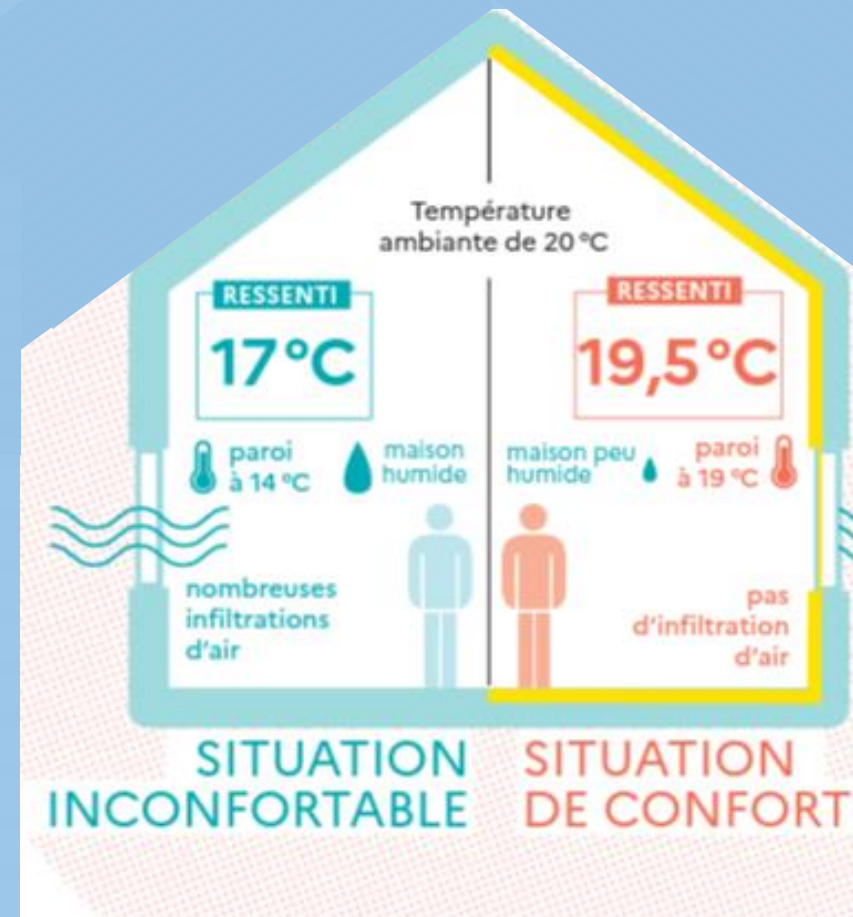
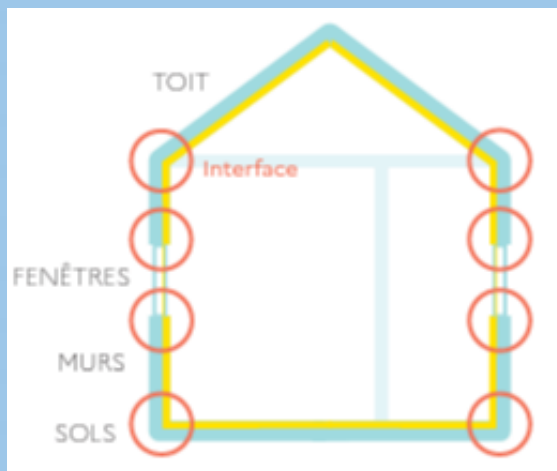
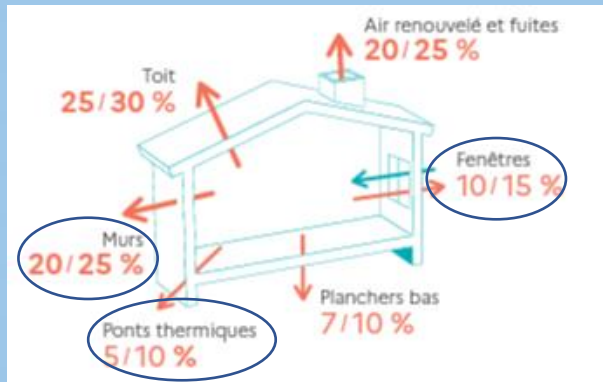
$$\phi R_{th} = \Delta T \text{ avec } \phi_{transmis} = \phi = (0,4 \pm 0,2) \text{ J.s}^{-1}$$

$$R_{th} = \frac{E}{\lambda S} \text{ avec } E \text{ l'épaisseur de l'isolant}$$

$$\lambda = \frac{E\phi}{\Delta T S}$$

II. Associer confort et enjeu climatique

a. Le confort hiver est proportionnelle à la qualité de l'isolation



* d'après l'ADEME

II. Associer confort et enjeu climatique

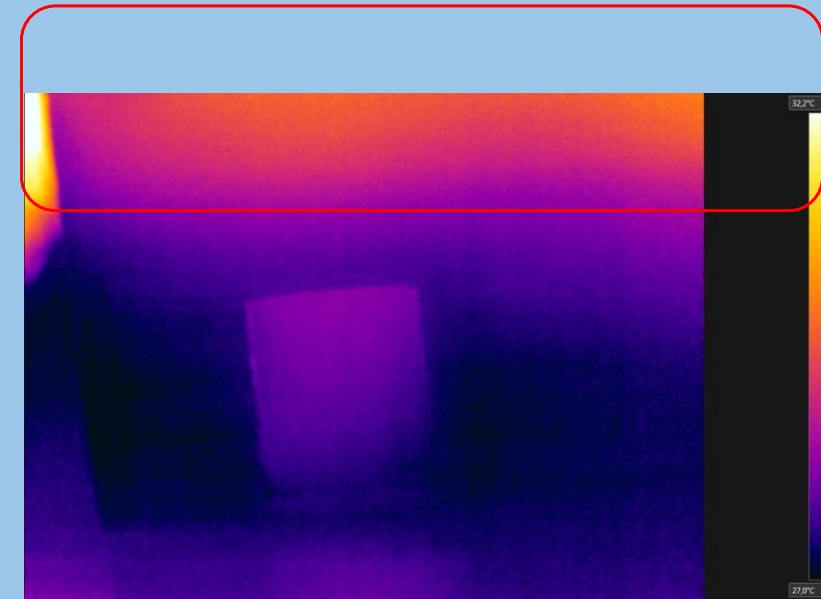
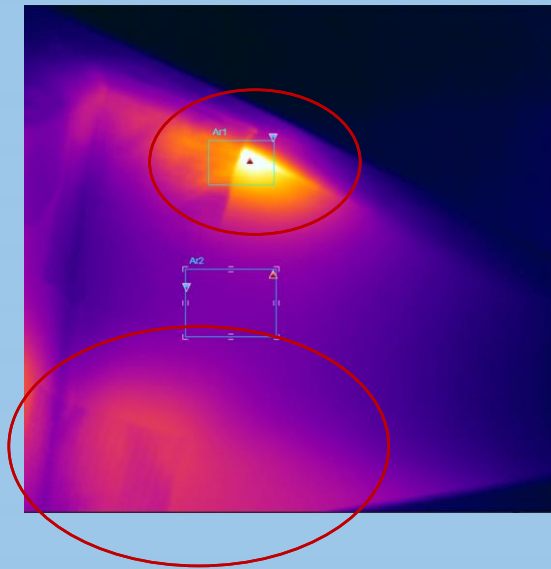
a. Le confort hiver est proportionnelle à la qualité de l'isolation


Ponts thermique

Maquette:



Résultats:



 : pont thermique

II. Associer confort et enjeu climatique

a. Le confort hiver est proportionnelle à la qualité de l'isolation

Certains aspects

Particularités	Laine de roche	Mousse végétale	Laine de verre	**
Prix au m ² (en euros) pour un R de 7 à 10	20 à 25	300 à 1080	16 à 20	
Prix de la main d'œuvre (en euros)	20 à 50	500 à 1800	20 à 50	
Conductivité thermique (en W/m.K)	0,045	Comparable	0,039	
Fabrication	à base de verre recyclé et sable	Plantes	à base de roche volcanique	

« La laine de verre équipe près de 75 % des foyers français en 2019 »*

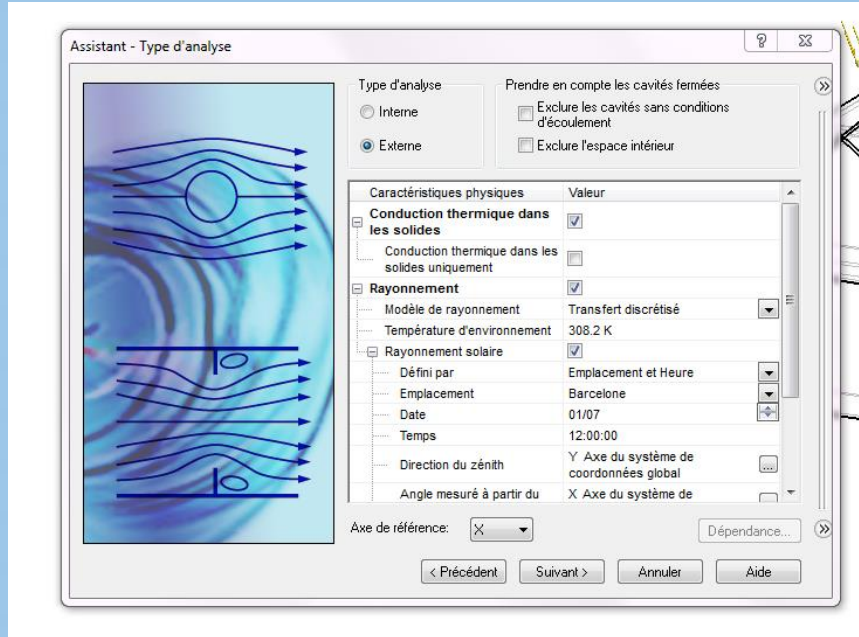
*D'après tousurlisolation

**D'après travauxapart

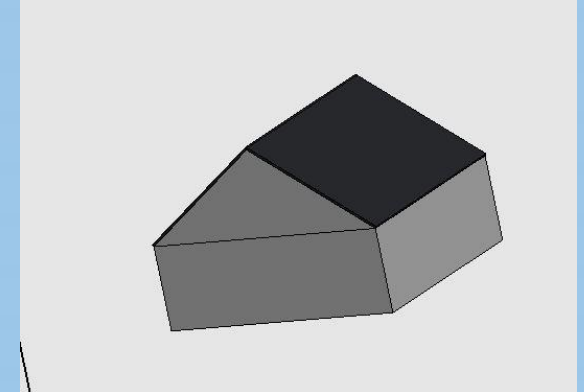
II. Associer confort et enjeu climatique

b. Influence de la surface vitrée sur le confort été

i) Plusieurs modélisations mais une unique simulation



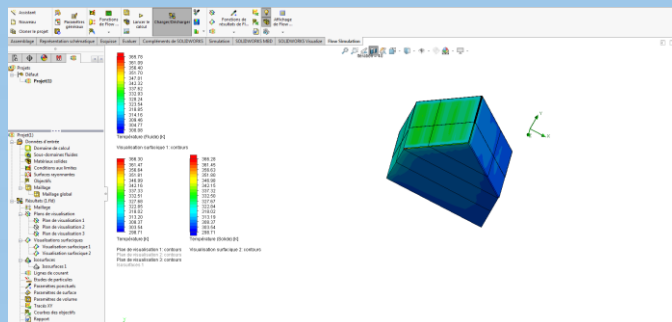
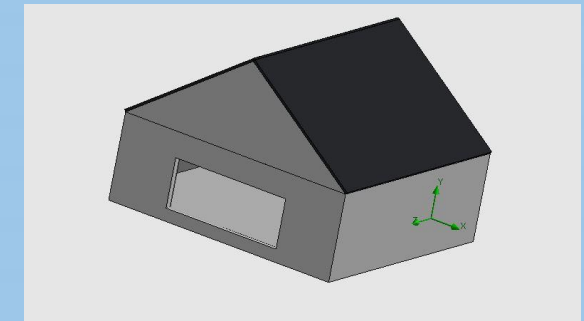
0 m² de surface vitrée



20 m² de surface vitrée



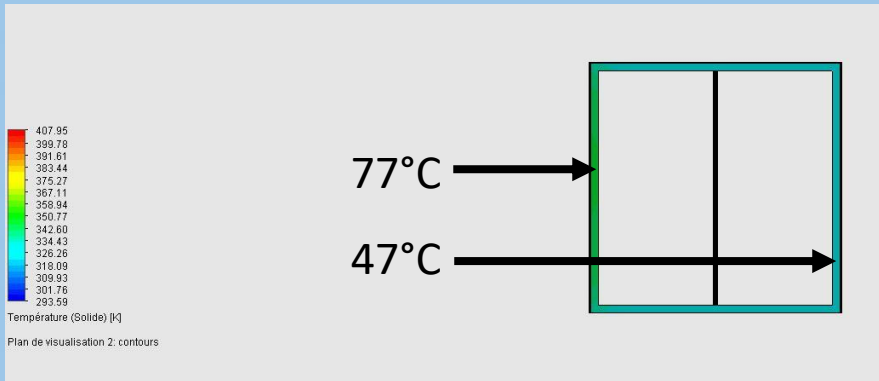
10 m² de surface vitrée



II. Associer confort et enjeu climatique

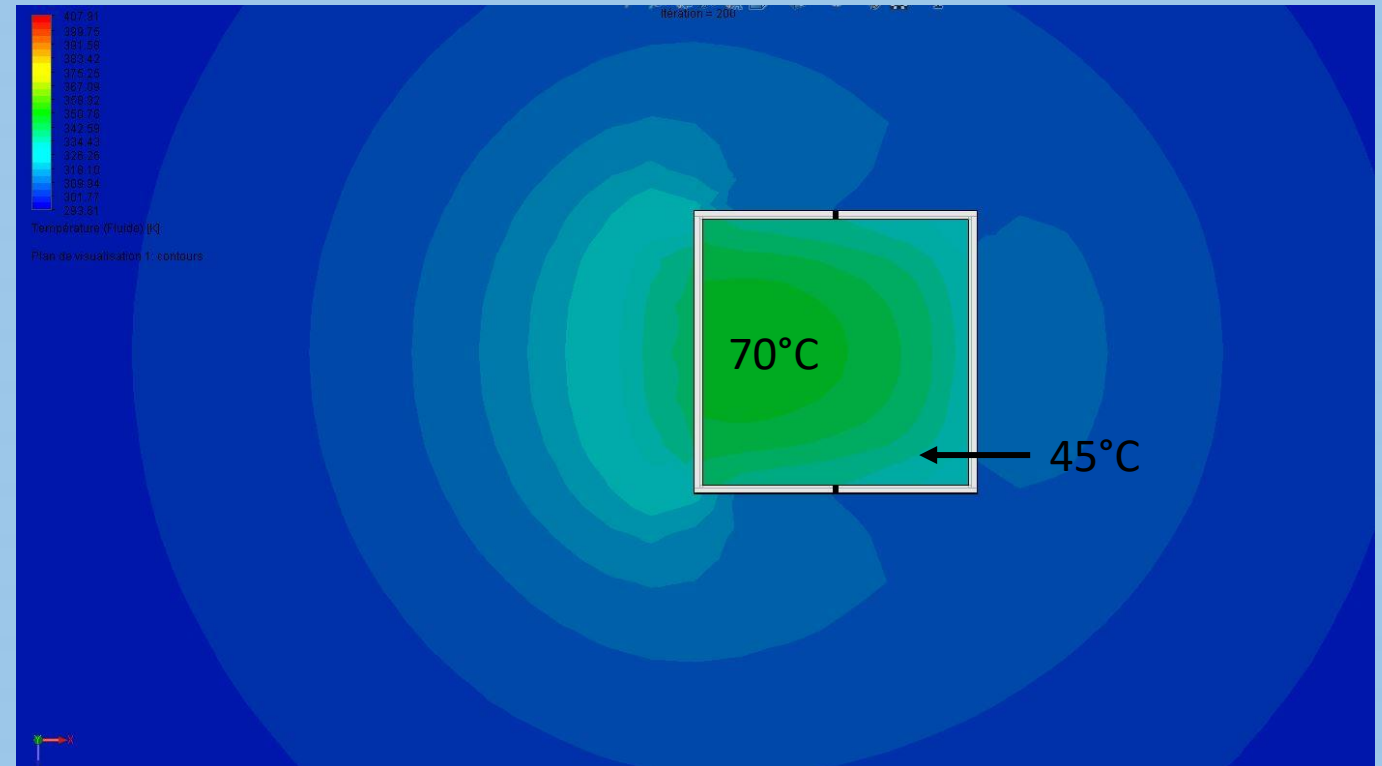
b. Influence de la surface vitrée sur le confort été

ii) Résultats de flow simulation 1

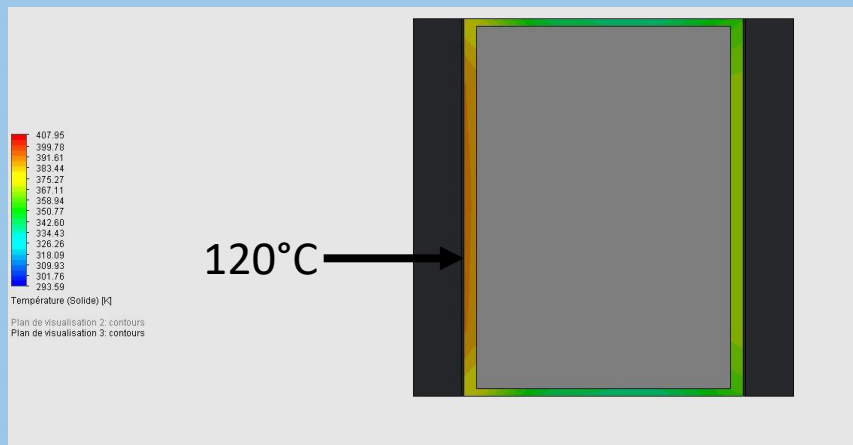


: Température des solides (murs)

Température du fluide:



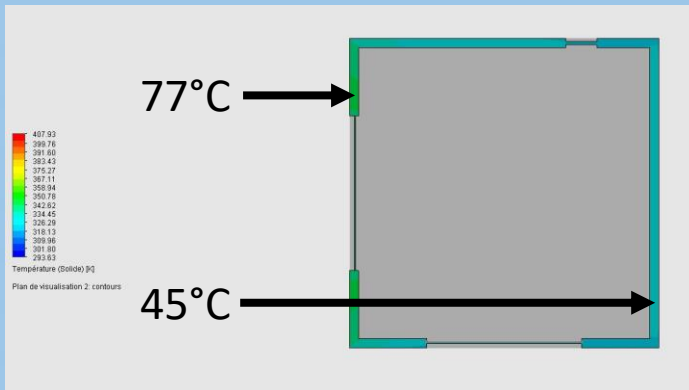
Température solide (toit):



II. Associer confort et enjeu climatique

b. Influence de la surface vitrée sur le confort été

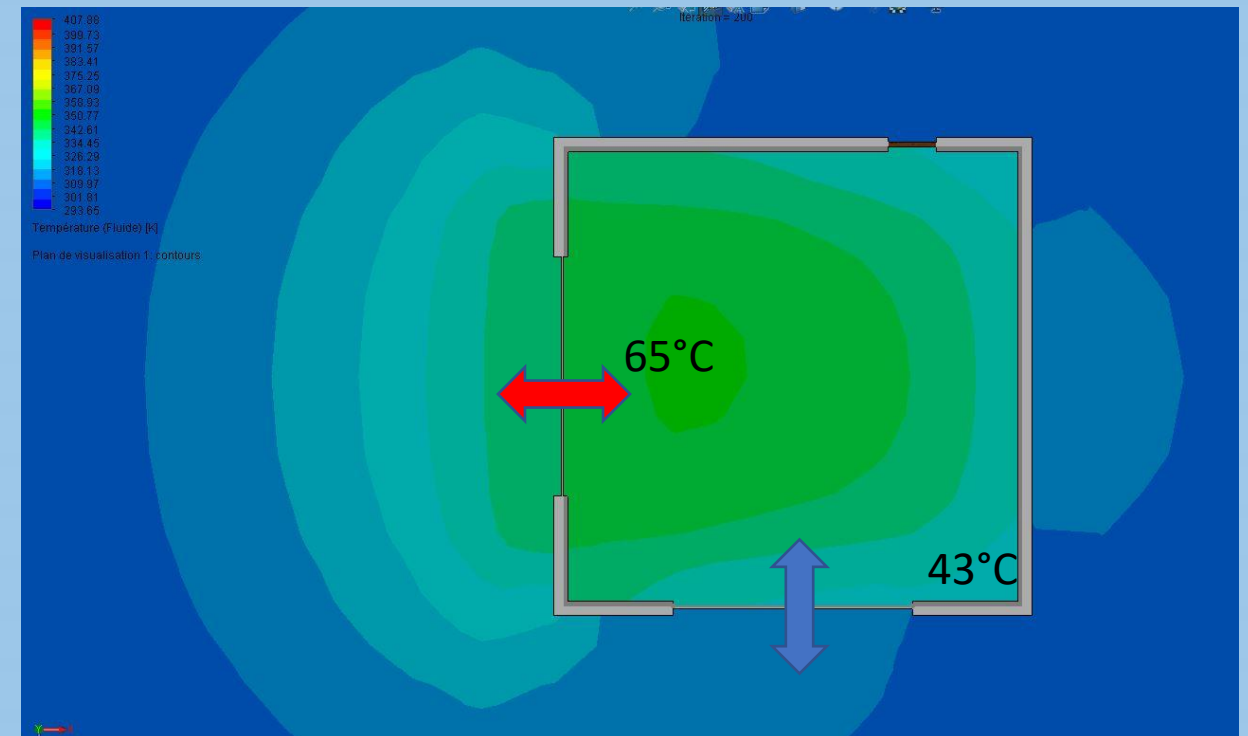
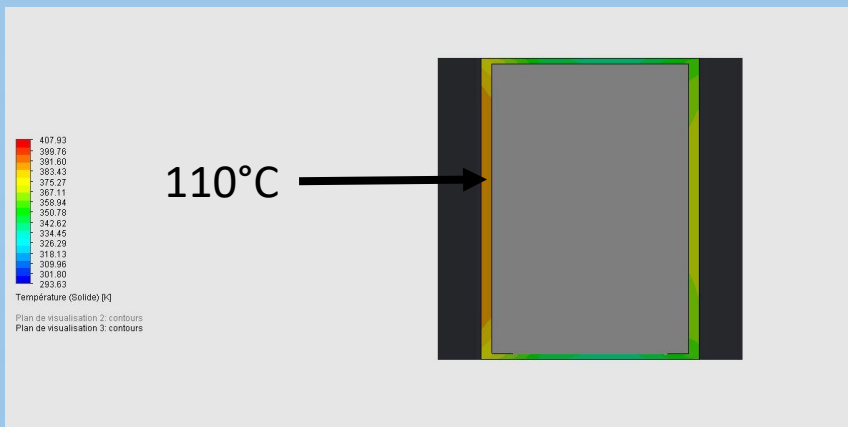
ii) Résultats de flow simulation 2



: Température des solides (murs)

Température du fluide:

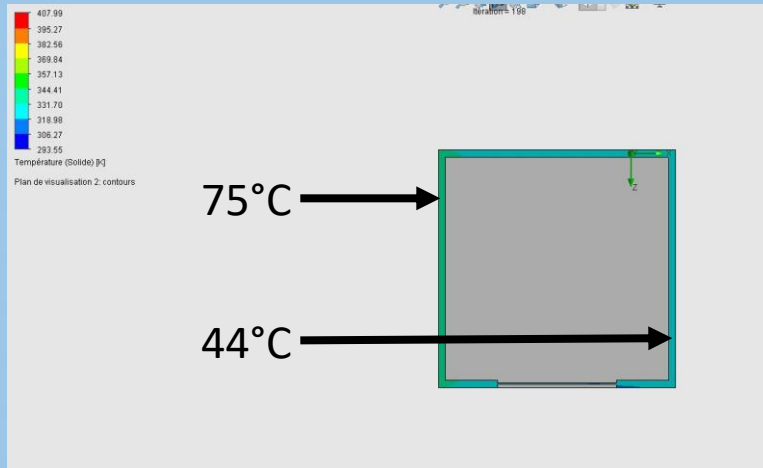
Température solide (toit):



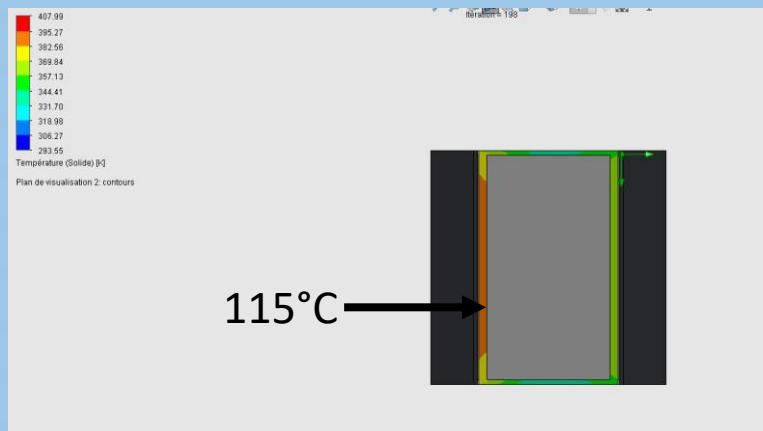
II. Associer confort et enjeu climatique

b. Influence de la surface vitrée sur le confort été

ii) Résultats de flow simulation 3

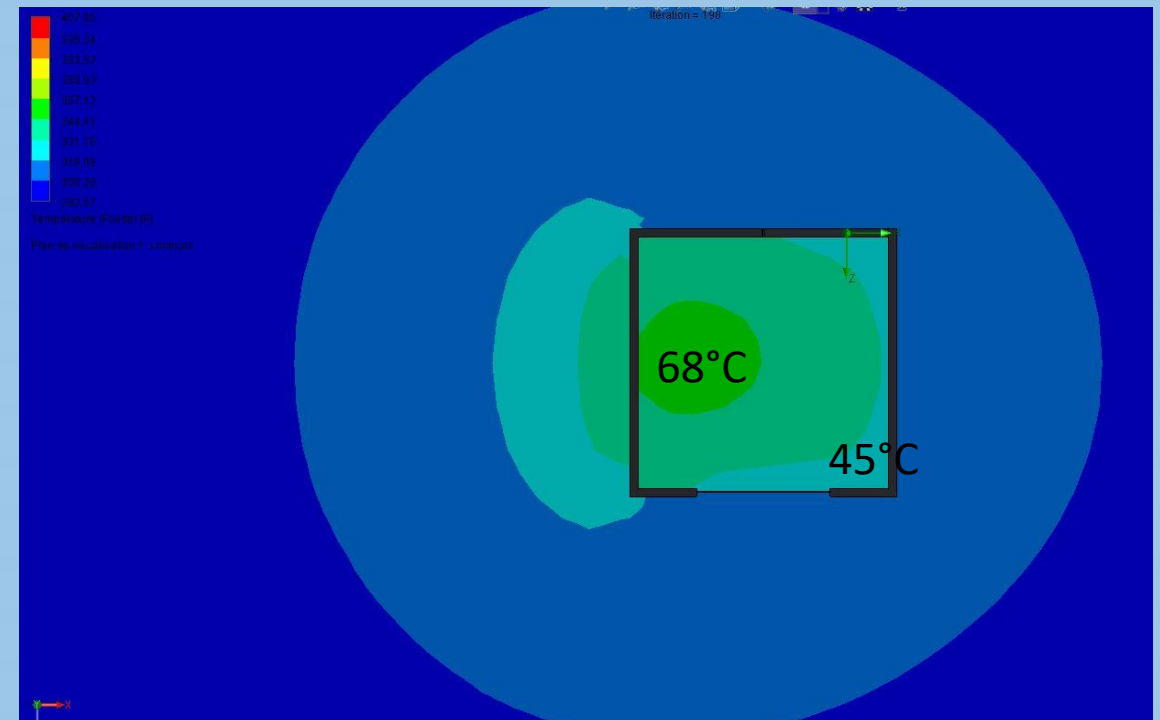


Température solide (toit):



: Température des solides (murs)

Température du fluide:



II. Associer confort et enjeu climatique

b. Influence de la surface vitrée sur le confort été

iii) Comparaison des résultats

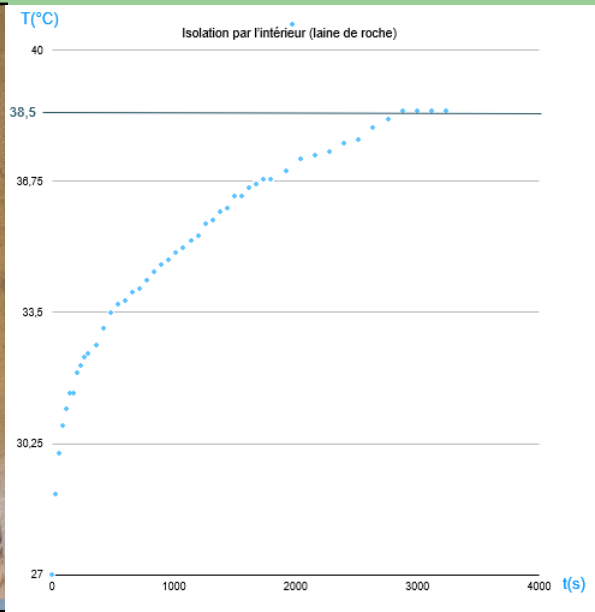
	0 m ²	20 m ²	10 m ²
T(°C) couche d'air chaude et aspect	70 et étendue	65 et étendue	68 et peu étendue
T(°C) couche d'air froide et aspect	45 et en contact des parois	43 et occupe une zone relativement étendue.	45 et en contact (entre 0,20 et 1,50 m) des parois
T(°C) des parois	Tc: 77 Tf: 47	Tc: 77 Tf: 45	Tc: 75 Tf: 44
Étude qualitative du gradient de température à proximité des parois	Gradient élevé	Gradient élevé *	Gradient faible

Conclusion

ANNEXE

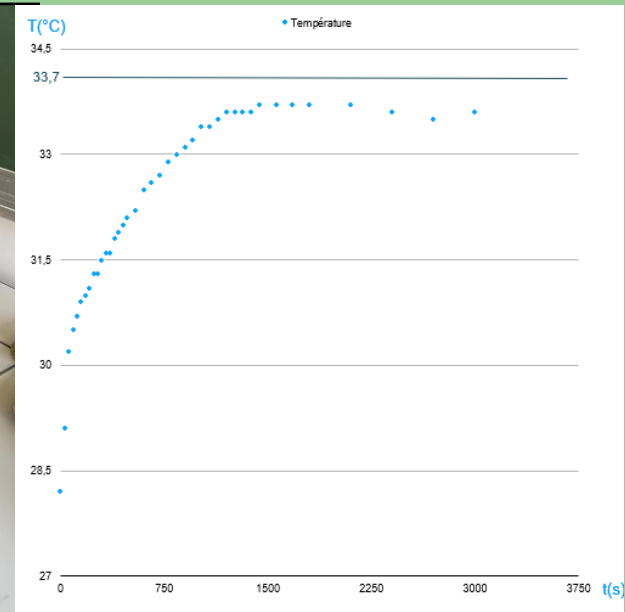
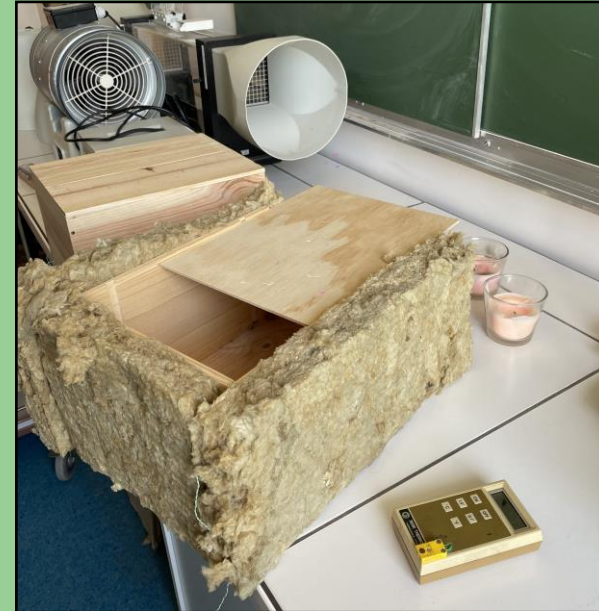
ANNEXE 1

Isolation intérieure:



$$\phi_i = \frac{\lambda s_i}{e} \Delta T_i$$

Evaluons $\frac{\phi_i}{\phi_e}$: $\frac{\phi_i}{\phi_e} = \frac{s_i \Delta T_i}{s_e \Delta T_e} = 1,53 > 1$



$$\phi_e = \frac{\lambda s_e}{e} \Delta T_e$$

ANNEXE 2

Données financières:

Prix laine de roche au m ²	Environ 7 euros
Prix gazole au litre (en euros)	1,80

ANNEXE 3

Incertitudes:

Flux de la bougie

Incertitude sur la balance : $q=0,01g$ $u_m = \frac{q}{\sqrt{12}} = 0,003$

Avec régressi on obtient :

$$u_\phi = \phi \sqrt{\left(\frac{u_{Dm}}{Dm}\right)^2} = 0,12 J.s^{-1} \quad D_m = (0,0012 \pm 2,8 * 10^{-6}) g.s^{-1}$$

Isolant classique

Incertitude sur le thermomètre : $q=0,1^\circ C$ $u_{\Delta T} = \frac{q}{\sqrt{12}} = 0,03^\circ C$ $u_\lambda = \lambda \sqrt{\left(\frac{u_\phi}{\phi}\right)^2 + \left(\frac{u_{\Delta T}}{\Delta T}\right)^2} = 0,023 W.m^{-1}K^{-1}$

Isolant végétal

$$u_\lambda = \lambda \sqrt{\left(\frac{u_\phi}{\phi}\right)^2 + \left(\frac{u_{\Delta T}}{\Delta T}\right)^2} = 0,024 W.m^{-1}K^{-1}$$