

EXERCICE 1 (4 points)
(physique-chimie et mathématiques)

Isolation écologique

Le chanvre est l'un des plus anciens isolants au monde. Plébiscité pour ses qualités thermiques et acoustiques, il est encore régulièrement utilisé aujourd'hui.

D'après <https://www.izi-by-edf-renov.fr/blog/isolation-chanvre>



On souhaite contrôler la qualité d'isolation d'une plaque de laine de chanvre. On dispose pour cela d'un fluxmètre permettant de mesurer le flux thermique à travers la plaque lorsque ses deux faces sont maintenues à des températures différentes : la face « chaude » à une température θ_1 et la face « froide » à une température θ_2 .

1. Indiquer, en justifiant, le sens du transfert thermique à travers la plaque de chanvre.
2. Préciser le type de transfert thermique s'effectuant à travers la plaque de chanvre.

La conductivité thermique est une grandeur physique qui caractérise la capacité des matériaux à conduire la chaleur.

On peut la déterminer grâce à la relation suivante :

$$\lambda = \frac{e \times \phi}{S \times \Delta\theta}$$

avec :

λ : conductivité thermique, en $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

e : épaisseur de la plaque, en m

ϕ : flux thermique, en W

S : surface de la plaque, en m^2

$\Delta\theta$: différence de température entre la face « chaude » et la face « froide » de la plaque de chanvre, en K ou en $^{\circ}\text{C}$.

La plaque étudiée présente une épaisseur de 14,5 cm et une surface de 1,2 m^2 . Le flux thermique ϕ vaut 3,31 W pour des températures θ_1 de 25 $^{\circ}\text{C}$ et θ_2 de 15 $^{\circ}\text{C}$.

3. Calculer la valeur de la conductivité thermique λ de la laine de chanvre étudiée.

Conductivité thermique de quelques matériaux :

Matériau	Air	Laine de verre	Bois	Acier Inoxydable	Cuivre
Conductivité thermique en $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$	0,026	0,035	0,16	26	390
Caractéristique thermique du matériau	isolant	isolant	isolant	conducteur	conducteur

4. Conclure sur la nature isolante ou conductrice de la laine de chanvre d'un point de vue thermique.

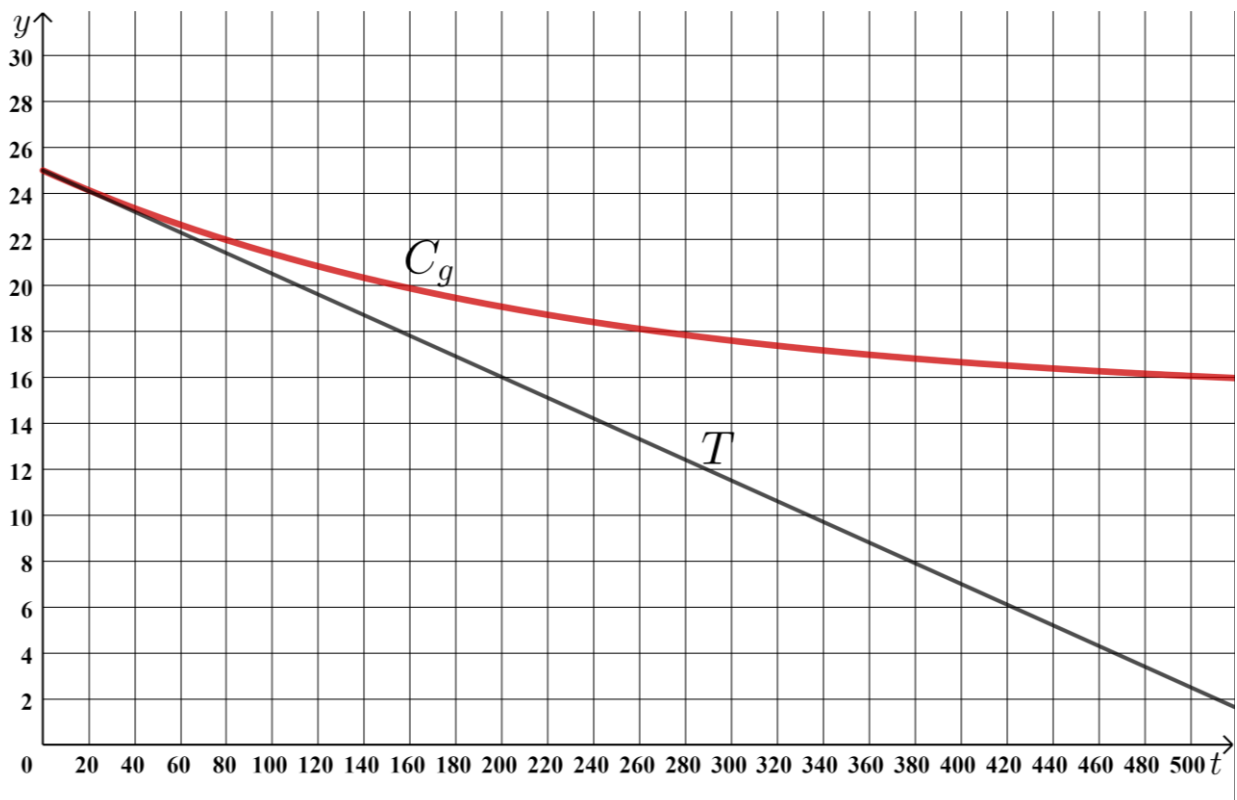
Le système permettant le maintien de la température de la face « chaude » à $25^{\circ}C$ est arrêté.

On modélise l'évolution de la température (en $^{\circ}C$) de la face « chaude » au cours du temps par une fonction g définie sur $[0 ; +\infty[$ par $g(t) = 10e^{-0,0045t} + 15$, où t est le temps exprimé en seconde.

5. Calculer $\lim_{t \rightarrow +\infty} g(t)$.

6. Montrer que pour tout t de $[0 ; +\infty[$ $g'(t) = -0,045e^{-0,0045t}$, où g' est la fonction dérivée de la fonction g .

La courbe représentative de la fonction g (notée C_g) ainsi que sa tangente T au point d'abscisse 0 sont représentées dans le repère ci-dessous.



On admet que la tangente T a pour équation $y = -0,045t + 25$.

On appelle τ l'abscisse du point d'intersection de cette tangente avec la droite d'équation $y = 15$.

7. Justifier que 220 est une valeur approchée de τ à 10 secondes près.

8. Donner une valeur approchée de $g(1100)$ à 10^{-3} près.

En physique, on estime qu'à partir d'un temps supérieur à 5τ , la température obtenue est une bonne approximation de la température limite.

9. Indiquer si le modèle vérifie ce critère.