



Transferts thermiques

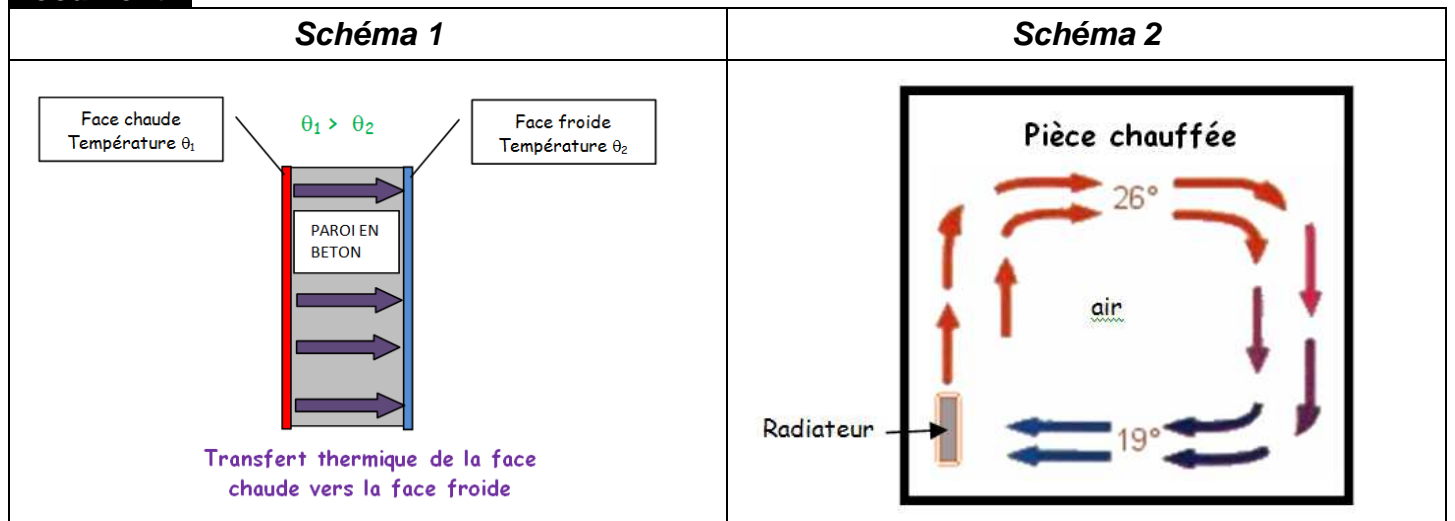
I. Les trois types de transferts thermiques :

Document 1

Caractéristiques de transferts thermiques

A	Transfert d'énergie qui existe pour tout corps. Il a lieu sans contact physique et correspond à de l'énergie électromagnétique.
B	Transfert d'énergie par contact dans un matériau ou à l'interface entre deux milieux. Il a lieu lorsqu'une différence de température existe entre deux régions d'un système. L'énergie des particules se communique de proche en proche.
C	Transfert d'énergie provoqué par le mouvement d'ensemble d'un fluide (liquide ou gaz). Il peut être naturel ou forcé.

Document 2



Document 3

Les trois types de transferts thermiques
Conduction
Convection
Rayonnement

Q1. Associer à chacun des schémas 1 et 2 le type de transferts thermiques illustré ainsi que les caractéristiques correspondantes.

Schéma	Types de transferts thermiques	Caractéristiques de transferts thermiques (A, B ou C)
1		
2		

Q2. Les trois types de transferts thermiques sont mis en jeu au niveau des zones ou des équipements suivants d'une maison : murs extérieurs, toiture, vitres, radiateur électrique. Justifier les trois types de transferts thermiques pour les murs extérieurs et pour le radiateur électrique.

Q3. Expérience 1 : Réaliser et décrire une expérience illustrant le transfert thermique par convection avec une bougie, deux thermomètres et un mètre.

Q4. En utilisant vos connaissances de première S (loi de Wien), expliquer pourquoi une caméra thermique illustre les transferts thermiques par rayonnement ?

Q5. Expérience 2 : Réaliser et décrire une expérience avec la caméra thermique illustrant le rôle d'une couverture de survie sur les transferts thermiques par rayonnement.

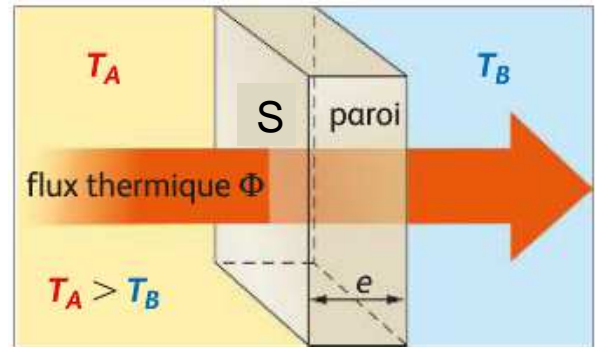
Q6. Expérience 3 : Décrire l'expérience, réalisée par le professeur, avec les clous illustrant les transferts thermiques par conduction dans un métal.

II. Conductivité thermique d'un matériau :

Document 4

❖ La conductivité thermique λ d'un matériau caractérise sa capacité à conduire la chaleur : plus la valeur de λ est faible, plus le matériau est isolant.

❖ Le flux thermique Φ en W à travers une paroi de surface S , d'épaisseur e , constituée d'un seul matériau de conductivité λ , est proportionnel à la différence de température ΔT entre les deux faces : $\Phi = \frac{\lambda \cdot S}{e} \cdot \Delta T$.



❖ Dans cette formule, la température s'exprime généralement en kelvins (K) : une différence de 1 K correspond à une différence de 1 °C. La conductivité λ du matériau constituant la paroi s'exprime donc en $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$.

Q7. Justifier l'unité de conductivité précisée dans le document 4.

Document 5

Conductivité thermique	Béton plein	Bois de sapin	Paille	Laine minérale (laine de verre)	Plaque de plâtre BA13	Béton armé	Brique pleine
λ en $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$	1,7	0,14	0,050	0,040	0,25	2,2	1,0

Q8. Classifier les matériaux du document 5, utilisés dans le bâtiment, du moins isolant au plus isolant.

Q9. Expérience 4 : Comparons la conductivité thermique du carrelage à celle du bois.

Q9.a. En touchant le carrelage et le bois, indiquer lequel semble le plus froid.

Q9.b. À l'aide de la caméra thermique, mesurer leur température. Vos doigts sont-ils de bons capteurs de température ?

Q9.c. Si un matériau paraît plus froid, c'est que le flux thermique du doigt vers le matériau est plus élevé. En utilisant la formule du document 4, comparer les conductivités thermiques du carrelage et du bois. Lequel est le meilleur isolant ?

III. Flux thermique à travers une paroi et résistance thermique :

Document 6

La résistance thermique R d'une paroi traduit la résistance aux transferts thermiques. Elle est liée au flux thermique Φ en W à travers la paroi et à la différence de température ΔT

entre les 2 faces par : $\Phi = \frac{\Delta T}{R_{Th}}$.

On définit également la résistance thermique **surfaccique** R_s , telle que : $R_{Th} = \frac{R_s}{S}$. C'est la résistance thermique de la paroi pour une surface de 1 m^2 .

Le flux thermique Φ s'écrit donc aussi : $\Phi = \frac{S}{R_s} \cdot \Delta T$ avec S la surface de la paroi.

Dans le cas d'une paroi constituée de plusieurs couches de matériaux différents, les résistances thermiques s'additionnent.

Q10. À l'aide des documents 4 et 6 :

Q10.a. Déterminer l'unité de la résistance thermique R_{Th} .

Q10.b. Justifier la phrase suivante : « plus la valeur de la résistance thermique d'une paroi est grande, plus celle-ci est isolante. »

Q10.c. Pour une paroi constituée d'un seul matériau, établir l'expression de la résistance surfaccique R_s en fonction de certaines caractéristiques de la paroi et du matériau.

Document 7

L'étiquette de chaque matériau isolant présente les caractéristiques générales du produit, les performances, le marquage CE et la certification.



Les fabricants d'isolants préfèrent afficher les résistances thermiques surfacciques mais, pour simplifier, ils omettent le terme « surfaccique » et les notent R , en $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$.

 <p>Norm ou marque distinctive Adresse déposée du fabricant 2 derniers chiffres de l'année d'apposition marquage CE N° certificat de conformité CE N° EN de cette norme produit Identité du produit</p> <p>Organisme notifié n° XXXXX</p>			
Euroclasse A2 S1d0	R $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$ 1,35	λ W/m.K 0,038	épaisseur mm 50
m^2/colis 3,60	pièces par colis 3	longueur mm 1200	largeur mm 1000
<p>NOM PRODUIT XXXXXXXX</p> <p>N° contrôle + usine</p> 			
 <p>En option : profil d'usage ISOLÉ certifié</p>			
<p>AT CSTB N° XX/YY-ZZZZ</p> <p>Nom ou marque commerciale</p>			

Performances de l'isolant

La résistance thermique déclarée R et la conductivité thermique déclarée λ sont données en tant que valeurs limites représentant au moins 90 % de la production, avec un niveau de confiance de 90%.

- La valeur de la conductivité thermique λ est arrondie à $0,001 \text{ W/(m.K)}$ par excès et déclarée par pas de $0,001 \text{ W/(m.K)}$.
- La résistance thermique R est calculée à partir de l'épaisseur nominale et de la conductivité thermique correspondante non arrondie. La valeur de la résistance thermique calculée est arrondie à $0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ par défaut. Elle est déclarée par pas de $0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

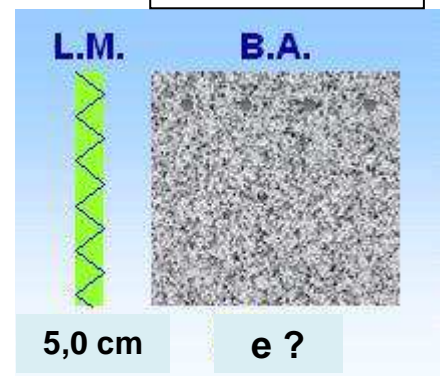
Q11. Retrouver la valeur de la résistance thermique surfaccique indiquée sur l'étiquette, sachant que la valeur de la conductivité thermique non arrondie est $0,03702 \text{ W/(m.K)}$; les règles d'arrondi à respecter sont indiquées dans le document 7.

Q12.

Sur le document 8 ci-contre, e est l'épaisseur nécessaire pour qu'une paroi en béton armé (B.A.) présente les mêmes performances thermiques qu'une paroi idéale d'épaisseur 5,0 cm en laine minérale (L.M.).

À l'aide des documents, calculer la valeur de e et rédiger une argumentation concernant la phrase suivante, extraite d'une brochure sur l'isolation thermique :

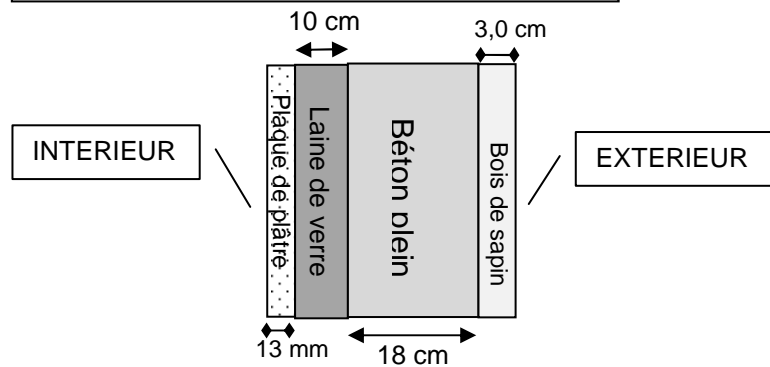
« Les matériaux lourds de maçonnerie ne constituent jamais une isolation acceptable. »



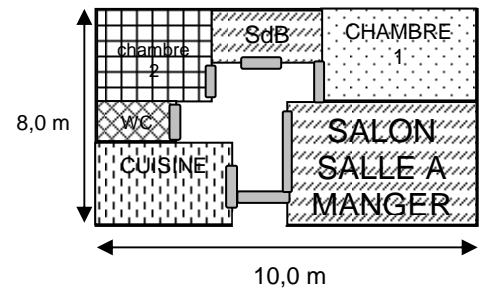
Document 9 : le chalet pyrénéen



Constitution des murs extérieurs du chalet :



Plan du chalet :



Hauteur des murs : 3,0 m

Q13. À l'aide des différents documents, calculer la valeur du flux thermique par conduction, à travers les murs extérieurs du chalet auquel se rapporte le document 9, lorsque la température intérieure est de 18°C et la température extérieure de 0°C. Pour simplifier, on ne tiendra pas compte des surfaces des portes et des parois vitrées.

Expérience 6 : Mesure d'une résistance thermique et d'une conductivité thermique

L'appareil situé sur la paillasse du professeur permet de mesurer le flux thermique Φ , les températures T_A et T_B .

Pour la plaque de verre d'épaisseur 5 mm et de surface 30 cm², on obtient $\Phi = 5,0$ W, $T_A = 21,1^\circ\text{C}$ et $T_B = 13,5^\circ\text{C}$.

Q14. En déduire la résistance thermique de la plaque de verre.

Q15. Déterminer la conductivité thermique λ du verre.

