

# PARTIE 4 : Énergie et développement durable

## TP 24

### La physique des propriétés thermiques des matériaux Comment isoler son habitation ?

**Objectifs :** Réaliser le dispositif expérimental correspondant au protocole  
Réaliser une série de mesures et relever les résultats (tableau, graphique, ...)  
Proposer et/ou justifier un protocole, identifier les paramètres pertinents  
Extraire des informations des données expérimentales et les exploiter

#### **PARTIE A :**

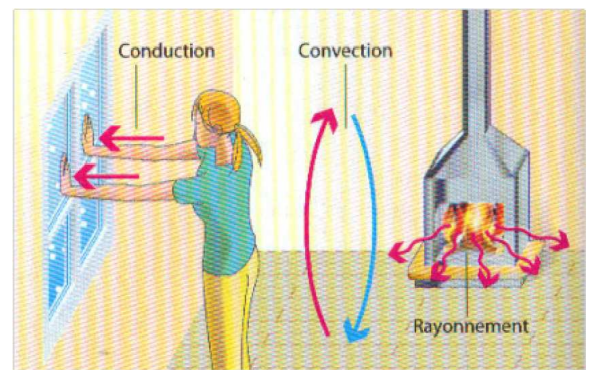
Geoffroy et Angèle, qui ont peu goûté l'hiver rigoureux, se demandent si leur maison est bien isolée et s'interrogent sur la qualité des matériaux utilisés dans la construction, ils décident donc d'en savoir un peu plus sur le comportement thermique de ces matériaux.

#### **Document 1 : Transferts thermiques**

Dans un milieu reliant deux corps à des températures différentes, il y a transfert thermique du corps le plus chaud vers le corps le plus froid.

Les transferts de chaleur s'effectuent de trois façons :

- par **conduction**, c'est-à-dire par transfert, de proche en proche, d'une partie de l'énergie microscopique des atomes due à l'agitation thermique (sans transport macroscopique de matière)
- par **convection**, c'est-à-dire par déplacement de matière, dans un fluide
- par **rayonnement** : tout corps dont la température n'est pas nulle (c'est-à-dire supérieure à 0 K) émet un rayonnement électromagnétique d'origine thermique.



*D'après S. Volz, Pour la Science n° 319, mai 2004.*

#### **Document 2 : Conductivité thermique $\lambda$ de certains matériaux**

Matériaux	Contreplaqué	Verre	Polystyrène	Liège
Conductivité thermique $\lambda$ (en $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ )	0,09	1,2	0,03	0,05

#### **Document 3 : Matériel à disposition :**

- Plaque de contreplaqué
- Plaque de liège
- Plaque de polystyrène
- Plaque de verre
- Lampe de bureau
- Thermomètre numérique
- Thermomètre à alcool
- Potences et pinces.

**S'APPROPRIER :**

On souhaite comparer le comportement thermique de plusieurs matériaux et déterminer lequel est le plus isolant.

1. Proposer un protocole expérimental permettant de le vérifier. Préciser les mesures effectuées.

.....

.....

.....

.....

.....


.....

.....

.....

.....

.....

<b>APPEL N°1</b>	<b>Appeler le professeur pour lui présenter votre protocole ou en cas de difficulté</b>
	

**RÉALISER :**

2. Réaliser le protocole et notez vos résultats dans un tableau.

**ANALYSER :**

3. Proposer un classement des matériaux utilisés du meilleur isolant thermique au moins bon isolant thermique.

.....

.....

.....

4. En déduire le lien entre la conductivité thermique  $\lambda$  d'un matériau et sa capacité d'isolation.

.....

.....

.....

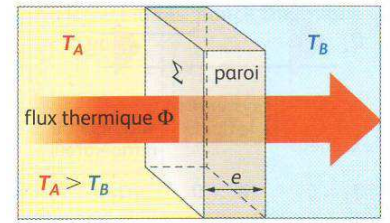
### Document 4 : Résistance thermique dans le cas d'une paroi

Rappelons-nous qu'entre les bornes A et B d'un conducteur électrique de résistance  $R$  soumis à une tension électrique  $U_{AB}$ , un courant électrique d'intensité  $I$  circule.

La Loi d'Ohm s'écrit :  $U_{AB} = RI$

La relation  $\Phi \times R = \Delta T$  | R résistance thermique ( $K.W^{-1}$ )  
|  $\Delta T$  en kelvin (K)  
|  $\Phi$  en watt (W)

est analogue à la loi d'Ohm:  $\Delta T$  joue le  $U_{AB}$ ,  $\Phi$  joue le rôle de  $I$ . Par analogie, on définit le terme  $R$  comme une résistance thermique, notée  $R_{th}$



### ANALYSER :

5. De quels paramètres dépend la résistance thermique d'une paroi ?

.....

.....

.....

.....

.....

6. La résistance thermique est-elle proportionnelle ou inversement proportionnelle à ces paramètres ?

.....

.....

.....

.....

.....

7. Écrire la relation entre la résistance thermique et ces paramètres.

.....

.....

.....

.....

8. Vérifier l'homogénéité de la relation en utilisant l'unité de la résistance thermique.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## PARTIE B :

Geoffroy et Angèle ont finalement décidé de s'orienter vers une construction neuve pour faire des économies d'énergie et se renseignent sur les maisons dites passives.

### Document 5 : La maison passive

Une maison passive ne nécessite pas plus de 15 kWh/m<sup>2</sup> de chauffage par an. Elle doit donc posséder une très bonne isolation thermique et valoriser au maximum le rayonnement solaire en hiver.

Elle offre par la constance de sa température intérieure et les très faibles écarts de température entre air et parois (murs, vitrages...) un grand confort et ses grandes ouvertures vers le sud lui donnent une très grande luminosité. Elle est aussi particulièrement saine par la maîtrise de l'hygrométrie intérieure et le bon renouvellement de l'air.

Sa conception est parfois dénommée architecture bioclimatique et sa réalisation une écoconstruction. Sa forme est compacte pour réduire la surface d'échange et sa façade est tournée vers le Soleil. L'enveloppe (murs, toiture, dalle sur sol ou cave) est isolée avec soin pour réduire les échanges thermiques avec l'extérieur. Afin de réguler la température intérieure, une inertie thermique minimale est indispensable pour stocker les apports solaires ou la fraîcheur nocturne l'été, dans les murs, dalles...

*Source : Wikipédia*

### Document 6 : Maison passive et ouvertures

La fenêtre est, d'un point de vue thermique, le maillon faible de la paroi extérieure. C'est à travers elle que se perd la plus grande partie de la chaleur. Mais, dans le même temps, elle laisse pénétrer le rayonnement solaire qui participe à chauffer le bâtiment.

Dans la "maison passive", la déperdition de chaleur d'un double vitrage classique est encore diminuée de moitié par l'utilisation d'un triple vitrage à basse émissivité. Le point faible n'est désormais plus la surface vitrée, mais le châssis de fenêtre, ce qui mène à favoriser un nombre restreint de grandes surfaces vitrées plutôt qu'une multitude de petites fenêtres. Par ailleurs, l'utilisation de fenêtres de grande taille laisse pénétrer plus de chaleur et de lumière naturelles.

L'orientation du vitrage est également primordiale : une vitre verticale sud est excédentaire en énergie (d'autant plus si elle est occultée la nuit par un volet). Il faut donc placer le plus possible de fenêtres au sud. Les vitres nord sont toujours déficitaires, il faut donc éviter d'en mettre. Ce sont les principes de bases des maisons bioclimatiques et solaires.

Enfin, un double vitrage qui n'est pas occulté par un volet plein la nuit perd plus d'énergie au total qu'un simple vitrage qui est occulté la nuit (c'est aussi valable pour les doubles et triples vitrages avec ou sans volets) ce qui signifie qu'il est très important de prévoir des volets isolants (roulants ou battants, mais sans persiennes, ouvertures ou trous de toute nature) et de les fermer dès la nuit tombée en hiver.

*Source : Ekopédia*

### Document 7 : Inertie thermique

Un des problèmes rencontrés dans les maisons passives est leur faible inertie thermique car les matériaux utilisés sont souvent peu denses (paille, bois...). Deux systèmes permettent de valoriser le rayonnement solaire, le mur trombe et le mur capteur, en associant deux propriétés physiques : l'effet de serre à travers le vitrage et l'inertie du mur.

**Principe du mur capteur :** Le rayonnement solaire est valorisé par effet de serre, en disposant un vitrage devant un mur en béton. L'énergie qui parvient sous forme de rayonnement est transmise par conduction à travers le mur puis par rayonnement à l'air de la pièce (puis, l'air de la pièce est chauffé par convection). Cette transmission se fait avec un déphasage qui permet de chauffer la pièce au moment où il n'y a plus de soleil.

**Principe du mur trombe :** Il s'agit d'un vitrage suivi d'une lame d'air et d'un mur en béton, des ouvertures hautes et basses sont réalisées dans le mur afin de créer une circulation d'air par convection entre la lame d'air et l'air du local à chauffer.

*Source : ademe.fr*

9. À l'aide des expériences réalisées précédemment, expliquer en quoi " La fenêtre est, d'un point de vue thermique, le maillon faible de la paroi extérieure ".

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10. À l'aide des expériences réalisées précédemment, argumenter sur le rôle du volet occultant la nuit.

.....

.....

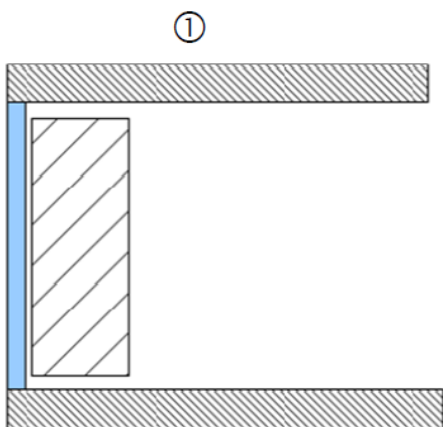
.....

.....

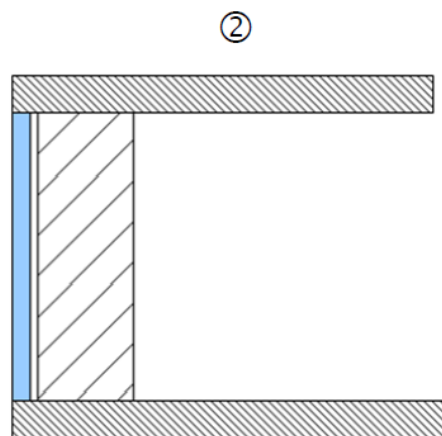
.....

.....

11. Identifier, sur les schémas suivants, la représentation simplifiée d'un mur capteur et celle d'un mur trombe.



Principe du mur .....



Principe du mur .....

12. Compléter ces schémas en représentant et nommant les transferts thermiques mis en jeu.

13. Quel est l'intérêt d'utiliser un mur capteur ou un mur trombe ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....