
	Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable		
	Thermique		
	Comportement Thermique des matériaux Maquette A4	TP 02	

## Activité 2 - Isolation thermique des matériaux de construction

### Problématique

Une entreprise du bâtiment désire augmenter l'efficacité énergétique de ses constructions (logements collectifs et individuels). Elle souhaite proposer à ses futurs clients des réalisations répondant à différents **labels environnementaux**.

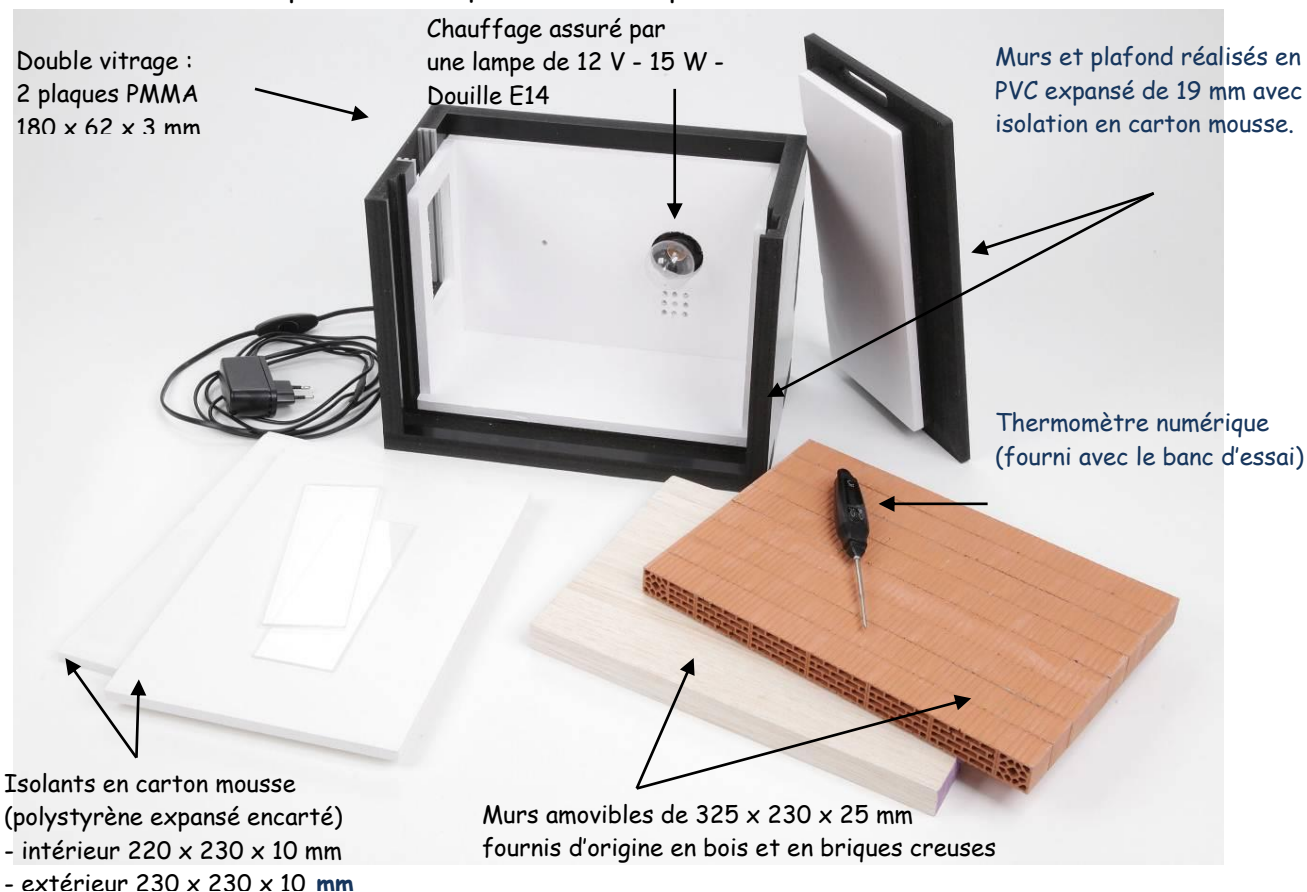
Après un bilan énergétique du modèle d'habitation le plus courant, il apparaît essentiel de rechercher et tester des solutions permettant de limiter les **dépenses énergétiques** à travers un choix adéquat des matériaux de construction.

### Comment réduire les dépenses énergétiques des murs d'une habitation ?

**Les supports de travail** : Banc d'essai + Documents ressource N°1 et N°2.

- **Partie 1** : Expérimenter l'inertie thermique d'un matériau de construction

Ci-dessous un descriptif de la maquette utilisée pour l'essai :



**Remarque :**





L'essai thermique étant très long, votre groupe est responsable de l'essai « bois ». Un autre effectuera l'essai « brique », et un autre de l'essai « parpaing ». Les résultats seront échangés en cours de TP.

**1.1 Mesurez la température de la pièce (ambiante initiale) :  $T_{init} = \dots\dots\dots$**

- ☞ Brancher le banc d'essai thermique et vérifier que la lampe s'allume (cette lampe modélise un radiateur rayonnant d'une puissance de 15 W).
- ☞ Installer le **mur en bois** dans le banc d'essai.
- ☞ Placer le plafond.
- ☞ Placez le thermomètre à sondes dans le trou arrière prévu à cet effet.

**1.2 Vérifiez la température initiale du mur en bois avec le thermomètre laser et compléter la colonne « 0 min » du tableau suivante.**

**Remarque :**

  Afin de gagner du temps (et de pouvoir terminer le TP), il est nécessaire de commencer la partie 2 en même temps que la mesure. **Il faut toutefois garder un œil sur le chronomètre afin de ne pas fausser la mesure**  

**1.3 Allumez la maquette, mesurez les différentes températures aux temps indiqués et compléter le tableau ci-dessous.**

**1.4 Eteignez-la 30 minutes après, attendez 5 minutes après l'arrêt puis mesurez la température dans la maquette, compléter la dernière colonne du tableau.**

Mur en bois	0 min	2 min	4 min	7 min	10 min	14 min	20 min	30 min	Arrêt + 5 min
Intérieur	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
Extérieur	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C

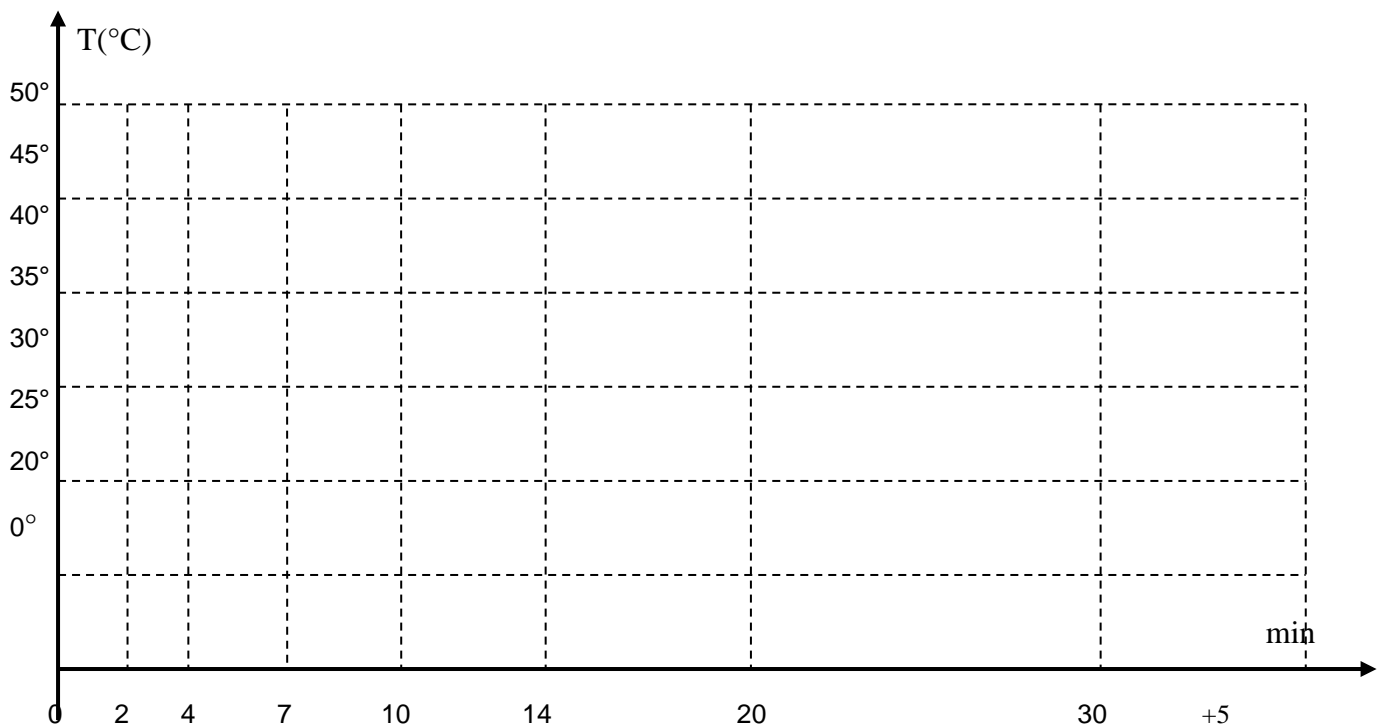
**1.5 Récupérer les valeurs obtenues par vos camarades pour le mur en « brique » puis complétez le tableau ci-dessous.**

Mur en brique	0 min	2 min	4 min	7 min	10 min	14 min	20 min	30 min	Arrêt + 5 min
intérieur	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
extérieur	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C

**1.6 Récupérer les valeurs obtenues par vos camarades pour le mur en « parpaing » puis complétez le tableau ci-dessous.**

Mur en parpaing	0 min	2 min	4 min	7 min	10 min	14 min	20 min	30 min	Arrêt + 5 min
intérieur	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
extérieur	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C

**1.7 Tracez les 3 courbes (int & ext) en bleu (bois) et en rouge (brique) et en vert (parpaing) sur le graphique ci-dessous :**



**1.8 Noter vos conclusions sur l'expérimentation.**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- **Partie 2** : Étudier les transferts thermiques

À partir des Documents ressource N°1 et N°2 :





1. Compléter le tableau suivant afin de définir les trois échelles de Relation de la température.

Unité de mesure	Symbole	Relation	$\theta$ d'ébullition de l'eau	$\theta$ de solidification de l'eau
Celsius	C	$C = 0,55 (F - 32)$	100	0
Fahrenheit		$F = 32 + 1,8 C$		
Kelvin		$K = f(C)$ $f(C) = \theta + 273,15$		

2. Noter la relation entre les échelles Kelvin et Celsius.

.....

3. Rechercher et indiquer le ou les modes de transfert thermique des différents instruments de mesure de température définis dans le tableau ci-contre.

Instrument de mesure		Mode de transfert thermique
Thermomètre à contact		
Thermomètre d'ambiance		
Thermomètre à distance		
Solarimètre		

Lors d'expérimentations précédentes, des relevés de température ont été réalisés sur un temps suffisamment long afin de constater un fléchissement de la montée en température (voir courbes ci-dessous pour les murs en brique et en bois).

En considérant que les échanges thermiques entre le banc d'essai et son environnement s'effectuent par conduction et en vous appuyant sur les formules scientifiques du **document ressource N°1** :

4. Exprimer la relation entre la résistance thermique et le flux de chaleur.

.....

.....

.....

5. Déterminer la relation entre la conductivité  $\lambda$  et la résistance thermique d'une paroi.

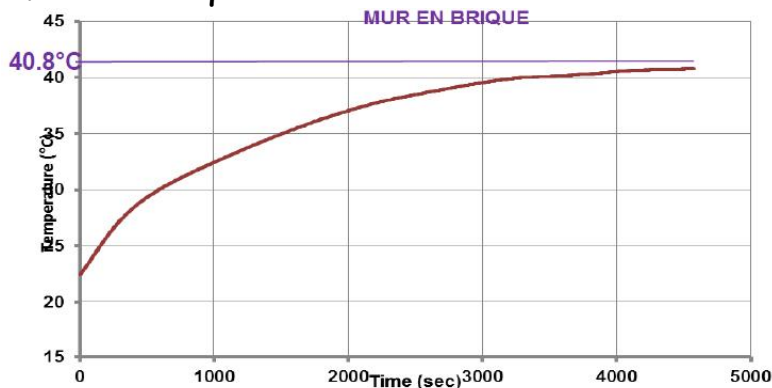
.....

.....

.....

Sachant que la surface de transfert thermique du mur du banc d'essai est d'environ  $0.0713 \text{ m}^2$  ( $0,31 * 0,23$ ).

**A. Mur en brique - courbe obtenue**



6. Calculer la résistance thermique du mur en brique.

.....

.....

.....

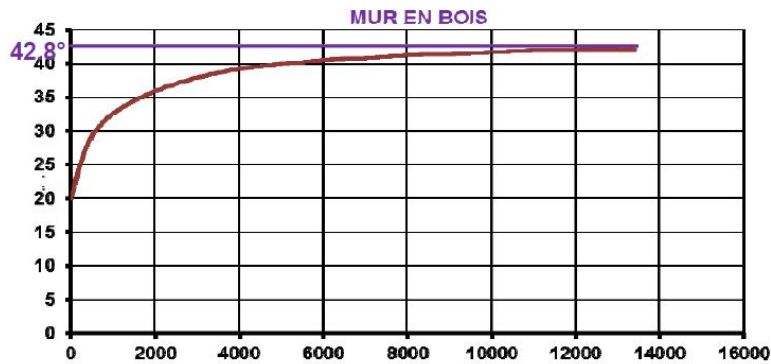
7. Déterminer la conductivité thermique de la brique.

.....

.....

.....

## B. Mur en bois - courbe obtenue



8. Calculer la résistance thermique du mur en bois.

.....

.....

9. Déterminer la conductivité thermique du bois.

.....

.....

## C. Comparaison des résultats

10. Reporter les différents résultats dans le tableau ci-dessous.

Matériaux de construction	Résistance thermique $R$ ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ )	Conductivité thermique $\lambda$ ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )
Brique		
Bois		

11. Calculer le rapport des résistances thermiques entre les parois en brique creuse et en bois. Conclure.

.....

.....

12. Exprimer dans le tableau ci-après l'évolution des caractéristiques thermiques d'un matériau à fort pouvoir isolant.

	Résistance thermique	Conductivité thermique
Matériau à fort pouvoir isolant		

- Partie 3 : Étudier l'inertie thermique

1. En vous aidant du document ressource N°2, expliquer la notion d'inertie thermique.

.....

.....

Nous allons étudier à partir des résultats des deux premières expérimentations (mur en brique et en bois sans isolant), les temps mis pour chauffer ou refroidir la pièce.

2. Lorsqu'on éteint la lampe, quel matériau conserve le plus longtemps la chaleur contenue dans le banc d'essai et dans quel rapport ?

.....

.....

3. En vous aidant du **document ressource N°2**, expliquez comment déterminer l'inertie thermique d'un mur.

.....

.....

Sachant que la capacité thermique massique du bois et de la brique sont :

Brique	Bois
1,67	0,92

4. Déterminer à l'aide d'une balance la masse de chacune des parois et reporter vos résultats dans le tableau ci-dessous. Calculer le coefficient **d'inertie thermique**.

	Masse de la paroi (Kg)	Capacité thermique massique : $C$ (KJ.kg-1.K-1)	Coefficient d'inertie thermique : $mC$ (KJ.K-1)
Bois			
Brique			

5. Comparer l'inertie thermique du bois et de la brique creuse. Conclure.

.....

.....

.....

.....

6. En été, préciser s'il est préférable d'avoir une maison en brique plutôt qu'en bois.

• **Partie 4 : Choisir un matériau de construction**

Une entreprise de bâtiment souhaite réaliser des habitations en brique.

Après une analyse rapide du marché local, elle hésite entre des briques creuses standards ou à joint mince, des briques à alvéoles ou de pierre ponce.

1. Consulter le site

<http://www.ideesmaison.com/Calculettes/Performances-thermiques-des-murs.html>

2. Composer à l'aide de l'application en ligne chaque couche du mur en commençant par la couche du côté extérieur (ligne du haut) pour finir par la couche du côté intérieur.

Pour la 1ère couche (extérieure) vous avez 4 choix de matériaux à tester :

- briques creuses standards ;
- briques à joints minces ;
- briques à alvéoles ;
- pierre ponce.

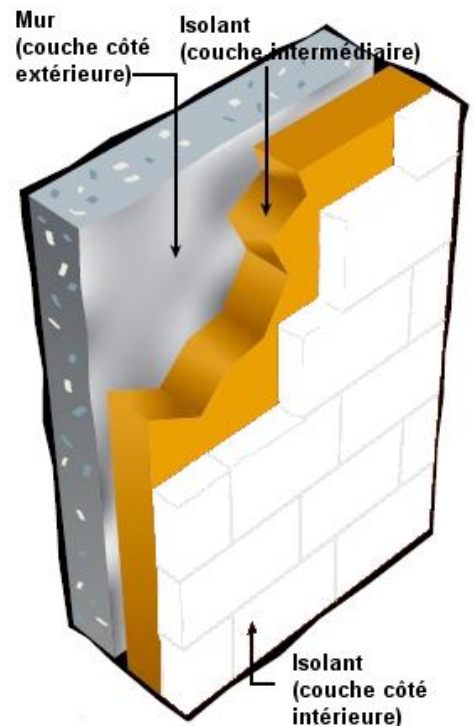
**Les 2ème et 3ème couches sont imposées**

2ème couche (intermédiaire) : laine de verre ou roche (panneaux)

3ème couche (intérieur) : plaque de plâtres BA10, BA13

3. Cliquer sur le bouton « **Calculez** ».

4. Noter le nom du matériau de construction pour la 1ère couche extérieure qui permet d'obtenir un confort ou performance thermique optimale.





- **Partie Bonus**

1. Comparer la résistance thermique entre la brique et le parpaing.  $\lambda_{\text{Parpaing}} = 0.023 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
2. Comparer le coefficient d'inertie thermique du parpaing avec celui de la brique