

MESURE DE LA RÉSISTANCE THERMIQUE D'UN ISOLANT



Compétences mises en jeu durant l'activité :

Compétences générales :

- ✓ S'impliquer, être autonome.
- ✓ Elaborer et réaliser un protocole expérimental en toute sécurité.

Compétence(s) spécifique(s) :

- ✓ Réaliser expérimentalement le bilan thermique d'une enceinte en régime stationnaire.
- ✓ Mesurer l'énergie échangée par transfert thermique.
- ✓ Déterminer la résistance thermique globale d'une paroi d'un système constitué de différents matériaux.

I. But

- Déterminer expérimentalement la résistance thermique d'un isolant utilisé dans le bâtiment.

II. Situation de départ

Le père d'une élève de 1STI2D, sensibilisé aux économies d'énergie par sa fille, décide d'isoler par l'extérieur les murs de la maison familiale pour se mettre aux normes de la RT 2012.

Il dispose de plaques de polystyrène extrudé ou expansé de différentes épaisseurs mais il ne connaît pas la résistance thermique des murs de sa maison ni la résistance thermique des plaques d'isolant à sa disposition.

Il fait donc appeler à sa fille.

Quelle épaisseur d'isolant faut-il fixer aux murs pour que ces derniers respectent les normes de la RT 2012



(s'approprier) 

RT 2012, ce qu'il faut retenir

- Objectif : Basse Consommation soit 50 kWhep/m²/an
- Pour y arriver : un bâti performant avec
 - > Une isolation renforcée

	BBC 2012	BPOS 2020
Combles	R ≥ 8	R ≥ 10
Murs	R ≥ 4	R ≥ 5
Sols	R ≥ 4	R ≥ 5

R : résistance thermique en m²·K/W
BBC : bâtiment basse consommation
BPOS : bâtiment à énergie positive

- > Une bonne étanchéité à l'air
- > Le traitement des ponts thermiques
- > Une ventilation efficace et adaptée
- > Des équipements performants

II. Travail à rendre

(communiquer) 

- Présenter les calculs permettant de déterminer l'épaisseur nécessaire de chacun des isolants à disposition pour que les murs une fois isolés respectent bien les normes de la RT 2012.

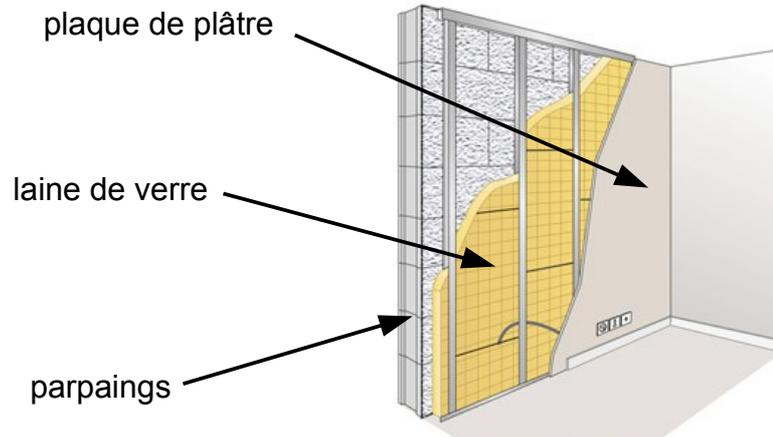
III. Documents



(s'approprier)

III.1. Doc.1 : Composition des murs de la maison étudiée

Les murs de la maison étudiée sont fait en parpaing de 20 cm recouvert d'une couche d'enduit extérieur de 1 cm. A l'intérieur de la maison, les murs sont doublés par 4,5 cm de laine de verre et une plaque de plâtre (BA13) de 13 mm.



III.2. Doc.2 : Flux thermique et résistance thermique

Si l'on considère une paroi pleine d'aire S , le flux thermique Φ est défini par :

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{S \cdot (\theta_c - \theta_f)}{R}$$

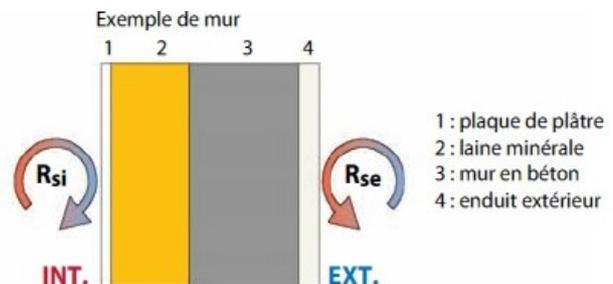
Annotations: Q (joule (J)), Δt (seconde (s)), S (mètre carré (m²)), $\theta_c - \theta_f$ (kelvin (K)), R (m².K.W⁻¹), Φ (watt (W)).

R est la **résistance thermique** de la paroi. Elle indique sa capacité à ralentir le transfert thermique. Plus sa valeur est grande, plus la paroi est isolante.

La résistance thermique d'une paroi hétérogène

La résistance thermique de la paroi R_{totale} est égale à la somme des résistances thermiques de chaque composant et des résistances superficielles.

$$R_{\text{totale}} = R_{\text{si}} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_{\text{se}}$$



<http://aeroterio.fr/content/17-les-performances-thermiques-des-matériaux>

A SAVOIR

III.3. Doc.3 : Conductivité thermique et résistance thermique

La **résistance thermique R** est proportionnelle à l'**épaisseur e** du matériau et inversement proportionnelle à sa **conductivité thermique λ** .

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

R en mètre carré kelvin par watt ($\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$)
 e en mètre (m)
 λ en watt par mètre par kelvin ($\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

A SAVOIR

III.4. Doc.4 : Quelques valeurs de Résistances et conductivités thermiques

Matériaux	Conductivité thermique λ ($\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	Épaisseur e (m)	Résistance thermique R ($\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$)
Enduit extérieur	1,15	0,01	0,01
Parpaing		0,20	0,19
Laine de verre	0,040	0,045	1,13
Plaque de plâtre	0,32	0,013	0,04
Résistance thermique superficielle intérieure R_{si}			0,13
Résistance thermique superficielle extérieure R_{se}			0,04

III.5. Doc.5 : Matériel disponible

- 2 thermomètres
- 1 cube de 6 faces de polystyrène expansé
- 1 cube de 6 faces de polystyrène extrudé
- 1 cube de 5 faces de plaque de plâtre et 1 face d'isolant
- 1 lampe à incandescence 40 W
- 1 compteur d'énergie
- 1 caméra thermique

IV. Etude préliminaire

(s'approprier) 

1. Faire le bilan énergétique d'une lampe à incandescence.
2. Déterminer la résistance thermique des murs de la maison étudiée.
3. En déduire la résistance thermique minimale de la couche d'isolant à rajouter sur les murs pour que ces derniers respectent les normes de la RT 2012.

Appel du professeur

V. Détermination expérimentale d'une résistance thermique

V.1. Manipulations

(élaborer, réaliser)



- A l'aide du matériel disponible, élaborer et noter un protocole expérimental permettant de déterminer la résistance thermique des plaques d'isolant mises à disposition et de vérifier la résistance thermique d'une plaque de plâtre.



Faire un schéma annoté (au crayon papier) et des phrases explicatives.

Appel du professeur

- Une fois validé par votre professeur, réaliser votre protocole.
- Faire le schéma de la manipulation s'il diffère du précédent et noter vos résultats.

Appel du professeur

V.2. Exploitation des résultats

(analyser)



- Déterminer la résistance thermique des plaques d'isolant et d'une plaque de plâtre mises à disposition.
- En déduire la conductivité thermique du polystyrène extrudé, du polystyrène expansé et du plâtre.
- Comparer vos résultats aux valeurs théoriques. Conclure.

Donnée :

La conductivité thermique du polystyrène expansé et du polystyrène extrudé sont très proche et varie de 0,030 à 0,038 $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Appel du professeur

VI. Conclusion

(valider)



- Déterminer l'épaisseur de polystyrène extrudé ou de polystyrène expansé nécessaire pour isoler les murs de la maison étudiée conformément à la RT 2012.

Appel du professeur