

Travaux Pratiques : Isolation thermique dans l'habitat

L'isolation thermique des habitations est une problématique actuelle, particulièrement liée au développement durable. Elle contribue à la diminution de notre consommation énergétique. Dans cette activité, nous nous poserons donc la question suivante : sur quel(s) paramètre(s) agir pour améliorer l'isolation d'une habitation?

Document N°1 : Isolation thermique des habitations

Si votre appartement ou votre maison est mal isolé, il se refroidit beaucoup plus vite. Il va donc falloir plus d'énergie pour le chauffer en hiver. Son empreinte environnementale est donc plus élevée. [...] Bien isoler son appartement ou sa maison, ça coûte cher... mais c'est un investissement gagnant. À court terme, c'est une façon d'alléger votre facture d'énergie en maîtrisant votre consommation, et ce quelle que soit l'énergie utilisée pour vous chauffer (électricité, gaz,... etc.).

Source : <https://particulier.edf.fr/fr/accueil/guide-energie/economies-energie/isolation-maison.html>

La résistance thermique R d'une paroi rénovée doit être supérieure ou égale au niveau minimal réglementaire, qui dépend de la zone climatique. En zone H3 (méditerranée) :

Paroi	r_{th} minimale (en $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$) ^a
Mur extérieur, toiture de pente $> 60^\circ$	2.2
Fenêtre de surface supérieure à $0.5 m^2$	0.53

Source : <https://bibliothèque.ademe.fr/cadic/8069/fiche-exigences-reglementaires-renovation.pdf>

^a : On donne ici la résistance thermique surfacique qui correspond à la résistance thermique pour une surface de $1 m^2$.

Document N°2 : Résistance thermique d'un matériau

La résistance thermique d'une paroi, notée R_{th} est liée à la capacité de cette dernière à transférer un flux thermique de la source chaude vers la source froide. Elle dépend donc de la nature du matériau (conductivité thermique λ), de son épaisseur (e) et de la surface de la paroi (S).

Document N°3 : Quelques valeurs de conductivité thermique

Matériau	λ ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)
Béton "dur"	1.75
Béton cellulaire	0.220
Laine de verre	0.035
Plâtre	0.35
Bois	0.15
Verre	1.5
Air	0.025

Document N°4 : Lien entre résistance thermique et flux thermique traversant la paroi

En régime stationnaire, la résistance thermique d'une paroi est la capacité de cette paroi à résister au flux thermique ϕ (quantité d'énergie perdue ou gagnée chaque seconde par le logement). On la calcule alors par la relation :

$$R_{th} = \frac{T_{chaud} - T_{froid}}{\phi}$$

1/ Influence de la différence de température

Les questions suivantes du TP se basent sur la simulation suivante :

https://www.ensciences.fr/animations/isolation_thermique/

1.1/ Activer « afficher le sens du flux thermique » et sans changer les autres paramètres, faire varier la température de l'intérieur. Noter et commenter vos observations pour les trois cas suivants :

$$T_{\text{int}} < T_{\text{ext}} \quad T_{\text{int}} = T_{\text{ext}} \quad T_{\text{int}} > T_{\text{ext}}$$

.....

.....

.....

.....

1.2/ Noter et commenter vos observations dans les deux cas suivants :

$$T_{\text{int}} = 10 \text{ °C et } T_{\text{ext}} = 30 \text{ °C} \quad T_{\text{int}} = 25 \text{ °C et } T_{\text{ext}} = 45 \text{ °C}$$

.....

.....

.....

.....

2/ Influence des caractéristiques de la paroi

2.1/ On souhaite à présent étudier l'influence des caractéristiques de la paroi sur le flux thermique Φ . Choisir une température intérieure de 20 °C et une température extérieure de 0°C. À l'aide de la simulation, choisir un mur simple en béton "dur" puis compléter le tableau suivant :

Epaisseur e (cm)	30	15	30
Surface S (m ²)	1	1	2
Résistance thermique R _{th} (K.W ⁻¹)			
Flux thermique ϕ (W)			

2.2/ Construire à présent une paroi en béton cellulaire, d'épaisseur 30 cm et de surface 1 m². Compléter le tableau ci-dessous et comparer les valeurs obtenues de résistance thermique et de flux thermique par rapport au béton "dur".

Epaisseur e (cm)	30
Surface S (m ²)	1
Résistance thermique R _{th} (K.W ⁻¹)	
Flux thermique ϕ (W)	

2.3/ En s'appuyant sur les résultats précédents, choisir la relation appropriée pour la résistance thermique:

$$R_{\text{th}} = e \times \lambda \times S \quad R_{\text{th}} = \frac{e \times \lambda}{S} \quad R_{\text{th}} = \frac{e}{\lambda \times S} \quad R_{\text{th}} = \frac{S}{\lambda \times e}$$

3/ Vers une amélioration de l'isolation thermique

Garder une température intérieure de 20 °C et une température extérieure de 0°C. Afin d'améliorer l'isolation thermique d'une paroi, on superpose plusieurs couches de matériaux. Choisir à présent le modèle de paroi "Mur isolé" dans la simulation.

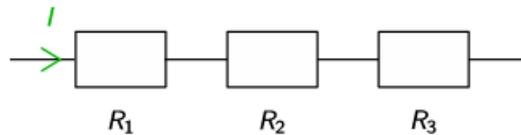
3.1/ Décrire la constitution de la paroi.

.....

.....

.....

3.2/ Justifier que la situation présentée dans la simulation est analogue à la situation suivante en électricité:



3.3/ Relier les grandeurs et expressions analogues entre elles :

- | | |
|------------------------------|---|
| Potentiel V • | • Différence de température ΔT |
| Intensité I • | • Résistance thermique R_{th} |
| Résistance R • | • Température T |
| Tension $U = V_2 - V_1$ • | • $R_{th} = \frac{T_{chaud} - T_{froid}}{\phi}$ |
| Loi d'Ohm $U = R \times I$ • | • Flux thermique ϕ |

3.4/ Parmi les couches du mur isolé, laquelle semble contribuer majoritairement à la diminution du flux thermique Φ ? Justifier.

.....

.....

.....

4/ Cas de parois plus complexes

Garder une température intérieure de 20 °C et une température extérieure de 0°C. Dans cette partie, on s'intéresse à l'impact de l'ajout d'une fenêtre sur le flux thermique à travers une paroi.

4.1/ À l'aide de la simulation, relever la résistance thermique d'un mur isolé (de surface 1 m²) et d'une fenêtre en double vitrage (de surface 1 m²).

	Résistance thermique R_{th} (K.W ⁻¹)
Mur isolé seul (de surface 1 m ²)	
Double vitrage seul (de surface 1 m ²)	

4.2/ La résistance équivalente d'une paroi constituée d'un mur isolé (de surface 1 m²) et d'une fenêtre en double vitrage (de surface 1 m²) peut s'assimiler à deux résistances électriques montées en dérivation.

- Représenter la situation analogue en électricité (avec deux résistances et deux intensités du courant I_1 et I_2).

- Calculer la valeur de la résistance thermique équivalente à l'aide des résistances thermiques relevées dans la question **4.1/**.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

4.3/ Calculer alors le flux thermique traversant la paroi constituée d'un mur isolé (de surface 1 m^2) et d'une fenêtre en double vitrage (de surface 1 m^2).

.....
.....
.....
.....