

I. Isolation thermique d'une maison

Document 1 : fiche descriptive de la laine de roche

- Document technique : Isolation des combles perdus par soufflage de laine de roche.
- Conditionnement : Laine de roche en flocons conditionnée en sacs de 25 kg.
- Fonctionnalité :
 - Rapidité de mise en œuvre
 - Continuité de l'isolation (suppression des ponts thermiques)
 - Isolation soufflée stable, sans fixateur
 - Adaptation parfaite aux combles difficiles d'accès (faible hauteur sous faîtage, trappe réduite, fermette).
- Sécurité incendie
 - La laine de roche considérée est classée M0 (non combustible).
 - Elle ne participe pas au développement de l'incendie et contribue à la protection des structures
- Résistance thermique intrinsèque
 - Conductivité thermique pour une densité d'application de 22,5 kg/m³ : la mesure de la conductivité thermique de la laine de roche considérée a été réalisée conformément à la Norme Française NF X 10-021, qui correspond à la méthode de la plaque chaude gardée. $\lambda = 0,0427 \text{ W/(m.K)}$

Résistance thermique intrinsèque (en m ² .K/W)	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
Epaisseur (en cm)	8,5	10,5	13	15	17	19	21	23	25,5
Poids moyen (en kg/m ²)	1,9	2,4	2,9	3,4	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7

Document 2 : Document destiné au grand public lisible sur le site de l'ADEME

Conductivité thermique
*Propre au matériau.
Ne dépend pas de l'épaisseur.*

Résistance thermique intrinsèque
Dépend de l'épaisseur

Passer de R à Lambda
*Prendre l'inverse de R
1 / 1,35 = 0,741*

Multiplier par l'épaisseur en mm
*Diviser par 1000
(0,741 x 50) / 1000 = 0,038*

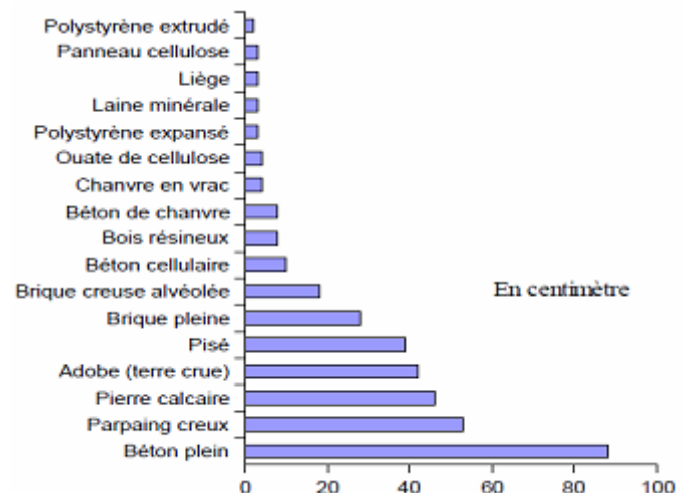
Organisation notifiée	code de désignation		
A2	R, m ² .K/W	λ, W/m.K	épaisseur mm.
S100	1,35	0,038	50
épaisseur	pièces par colis	longueur mm	largeur mm
3,60	3	1200	1000

NOM PRODUIT
XXXXXXX
N° contrôlé + usine

AT CSTB N° XX/YY-ZZZZ
Nom ou marque commerciale

Document 3 : Conductivité thermique de certains matériaux

Matériau	Conductivité thermique $\lambda(\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1})$
Polystyrène expansé	0,04
Laine minérale (de verre ou de roche)	0,04
Bois	0,20
Béton cellulaire	0,24
Brique pleine	0,75
Béton plein	1,75
Acier	52
Verre	1,2



Épaisseur de la paroi donnant le même niveau d'isolation thermique



Document 4 : Notion de flux thermique

- Lorsqu'une paroi (de surface S et d'épaisseur e) est soumise à un écart de température ΔT entre ses deux faces, elle est traversée par un flux énergétique Φ .
- Ce flux obéit à la loi physique : $\Delta T = R \times \Phi$
Avec : T exprimé en kelvins (K) ; R est la résistance thermique la paroi en $K.W^{-1}$; Φ est le flux thermique en W
- **Remarque** : les professionnels du bâtiment utilisent la résistance thermique intrinsèque R_i qui est une grandeur indépendante de la surface exposée au flux : $R_i = S \times R$

1. Appropriation de paramètres physiques utiles et relations entre eux

- 1.1.** Comment la résistance intrinsèque R_i de la laine de roche varie-t-elle avec l'épaisseur e ?
 - **Coup de pouce** : tracer le graphe $R_i = f(e)$ sur le papier millimétré page 3 pour déterminer la relation entre R_i et e .
- 1.2.** On pose $R_i = k \times e$
 - 1.2.1** Déterminer la valeur numérique du coefficient k dans le système international d'unités.
 - 1.2.2** Par une analyse dimensionnelle, montrer que k s'exprime en $m.K.W^{-1}$.
 - 1.2.3** En réalité, $k = \frac{1}{\lambda}$ où λ désigne la conductivité thermique du matériau.
Cette relation est-elle en accord avec l'analyse dimensionnelle précédente ?
 - 1.2.4** Quelle est valeur de la conductivité thermique de la laine de roche déduite du graphe précédent ? Cette valeur est-elle en accord celle de la fiche technique (document 1) ?

2. Vérification

- 2.1.** Écrire la relation liant la résistance intrinsèque R_i d'un matériau à sa conductivité thermique λ et à l'épaisseur e de la paroi.
- 2.2.** Cette relation est-elle compatible avec les données du document 2 ?
- 2.3.** Expliquer pourquoi, en exploitant les données du document 3, une épaisseur de 2 cm de laine de roche est aussi efficace qu'un mur de béton plein de 90 cm d'épaisseur.
- 2.4.** D'après le graphique du document 3, quelle serait l'épaisseur de brique pleine donnant la même efficacité thermique ?
- 2.5.** Retrouver cette valeur par le calcul de la résistance intrinsèque de cette paroi.

3. Application

- 3.1.** Calculer la résistance intrinsèque $R_{i,acier}$ d'une paroi d'acier de 2 cm d'épaisseur et la $R_{i,poly}$ de la même épaisseur de polystyrène expansé.
- 3.2.** En déduire les valeurs des résistances thermiques des parois si elles présentent une surface de 10 m².
- 3.3.** En déduire les valeurs des flux thermiques qui permettent le maintien d'un écart de température de 15°C de part et d'autre de ces parois.

II. Double vitrage

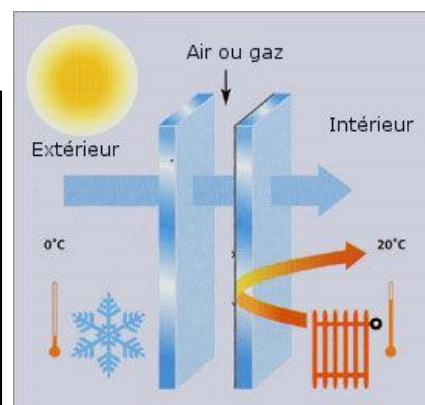
- **Données** : conductivités thermiques $\lambda(\text{air})=0,026 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$; $\lambda(\text{argon})=0,017 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$; $\lambda(\text{verre})=1,2 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
- 1) Certaines fenêtres à double vitrage possèdent deux vitres parallèles séparées par un gaz tel que l'argon. Elles permettent de mieux isoler les pièces d'une maison. La conduction est le mode prépondérant de transfert d'énergie à travers un double vitrage. Quels sont les autres modes de transferts possibles ?
 - 2) Dans quel sens a lieu le transfert thermique d'énergie ?
- On précise que dans le cas d'une paroi composite, c'est à dire formée de plusieurs couches de matériaux différents, la résistance thermique totale est la somme des résistances des différentes couches.
- 3) Calculer la résistance thermique de chacune des 3 parois composant le double vitrage si la surface vitrée est de 1 m^2 .
 - 4) En déduire la résistance totale du double vitrage.
 - 5) Quel sera la valeur du flux thermique qui le traverse.
 - 6) Comparer cette valeur avec celle du flux traversant un simple vitrage d'épaisseur 8 mm.
 - 7) Dégager l'intérêt du double vitrage par rapport au simple vitrage.

Document 5 : le double vitrage

double vitrage Argon+ . 28

Parce que la qualité du **double-vitrage** est primordiale pour l'isolation de votre Véranda, **Véranda Confort** a sélectionné **Pilkington**, le leader mondial des fabricants de verre !

Argon+ est un **double-vitrage rendu faiblement émissif** grâce à un traitement **OPHITHERM** consistant en la pulvérisation d'oxyde de fer sur l'une de ses faces et en la présence de gaz Argon entre les deux. Chaque face est épaisse de 4 mm avec un espace intercalaire de 20 mm ! Soit un **double-vitrage de 28 mm** !



Résistance thermique intrinsèque (en $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$)	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
Épaisseur (en cm)	8,5	10,5	13	15	17	19	21	23	25,5

