

# Les propriétés des matériaux

## **Le coefficient à la diffusion de vapeur $\mu$ [mu] :**

Ce coefficient détermine la perméabilité d'un matériau à la vapeur d'eau. Plus  $\mu$  est élevé, plus la résistance est grande. Une valeur inférieure à 10 correspond à une bonne diffusion de la vapeur d'eau.

En règle générale, les matériaux les plus perméants sont le bois, la laine de bois, la laine végétale et animale, la terre cuite, la chaux, le plâtre....

## **La conductivité thermique [ $\lambda$ ]**

Pour un matériau c'est le flux de chaleur qui traverse sa paroi sur 1 mètre d'épaisseur pour 1 mètre carré de surface avec une différence de température de 1 degré entre les 2 faces de cette paroi. Cette propriété traduit la capacité d'un matériau à transmettre la chaleur par conduction. La chaleur se propage à l'intérieur du matériau de particule à particule. C'est une donnée intrinsèque à chaque matériau qui caractérise donc uniquement ses performances isolantes. Plus le  $\lambda$  est faible, plus le matériau est résistant au transfert par conduction. Il est exprimé en watts par mètre et par degré celsius [ $W/m \cdot ^\circ C$ ] ou degré kelvin [ $W/m \cdot ^\circ K$ ].

## **La résistance thermique [R]**

La résistance thermique fait intervenir l'épaisseur de la paroi (ou du matériau) pour caractériser le passage du flux de chaleur. Le R de chaque matériau composant une paroi s'additionne afin de déterminer le R total. Plus le R est grand et plus le matériau est isolant. Elle exprime le rapport entre l'épaisseur et la conductivité thermique en mètre carré degré celsius par watt [ $m^2 \cdot ^\circ C/W$ ] .

## **Le coefficient de transmission calorifique [U]**

En référence à la réglementation, le coefficient de transmission surfacique U caractérise les déperditions thermiques d'un matériau ou d'une paroi. C'est l'inverse de la résistance thermique (R). Plus U est faible, plus la paroi est isolante. Il est exprimé en watt par mètre carré degré celsius [ $W/m^2 \cdot ^\circ C$ ] ou degré kelvin [ $W/m^2 \cdot ^\circ K$ ].

## **L'inertie thermique**

L'inertie thermique est la capacité d'un corps à stocker de la chaleur et elle est caractérisée par la capacité thermique. L'objectif de l'inertie thermique d'une paroi opaque est de restituer la chaleur ou la fraîcheur stockée en décalage avec les variations thermiques en dehors et dans le bâtiment. La vitesse de stockage ou déstockage de la chaleur est déterminée par deux autres grandeurs qui sont la diffusivité et l'effusivité.

## **La capacité thermique**

C'est la quantité de chaleur que peut emmagasiner un matériau par rapport à son volume. Elle est définie par la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1 °C la température de 1 mètre cube du matériau. Elle exprime la densité par la chaleur spécifique d'un matériau en kilojoules par m<sup>3</sup> en degré Celsius [ $kJ/m^3 \cdot ^\circ C$ ]. Plus la capacité thermique est élevée, plus la quantité de chaleur que peut stocker le matériau est grande. Généralement ce sont les matériaux les plus lourds qui possèdent la plus grande capacité thermique comme le montre le tableau suivant.

## **La diffusivité thermique [d]**

C'est la vitesse à laquelle la chaleur se propage par conduction dans un corps. Elle fait intervenir la conductivité thermique  $\lambda$  et la capacité thermique d'un matériau et s'exprime en m<sup>2</sup>/heure. Plus la valeur de diffusivité thermique est faible, plus le front de chaleur mettra du temps à traverser l'épaisseur du matériau, et donc, plus le temps entre le moment où la chaleur est arrivée sur une face d'un mur et le moment où elle atteindra l'autre face est importante. C'est une grandeur de l'inertie thermique.

## Diffusivité et onde de chaleur

Il existe un autre facteur étroitement lié à la diffusivité : la vitesse de l'onde de chaleur ou déphasage. C'est la distance parcourue en un temps par le rayonnement solaire pour traverser une paroi opaque. Plus la diffusivité est faible, plus la vitesse de l'onde de chaleur est faible. Cette valeur est indiquée dans la colonne «transfert» du tableau sur les propriétés.

## **L'effusivité thermique[Ef]**

Elle indique la capacité des matériaux à absorber (ou restituer) plus ou moins rapidement un apport de chaleur. L'effusivité caractérise la sensation de «chaud» ou de «froid» que donne un matériau. Si la valeur d'effusivité est élevée, le matériau absorbe rapidement beaucoup d'énergie sans se réchauffer notablement en surface (métal, pierre, faïence...). A l'inverse une valeur d'effusivité faible indique que le matériau se réchauffe rapidement en surface en absorbant peu de chaleur (isolant, bois...). La valeur Ef exprime combien de kilojoules [kJ/m<sup>2</sup>.S.°C] ont pénétré sur 1 m<sup>2</sup> de surface de matériau, 1 seconde après qu'elle a été mise en contact avec une autre surface de 1 m<sup>2</sup> plus chaude qu'elle de 1 °C. Tout comme la diffusivité, elle utilise la capacité thermique et la conductivité thermique du matériau pour son calcul.

**Tableau des propriétés pour les matériaux de construction**

Isolants synthétiques	Densité (kg/m <sup>3</sup> )	Conductivité λ (en W.m <sup>2</sup> .°C)	Capacité thermique (kJ/m <sup>3</sup> .°C)	Diffusivité (x10 <sup>-7</sup> m <sup>2</sup> /s)	Effusivité (J/m <sup>2</sup> .S.°C)	Transfert (cm/h)	Résistance à la vapeur d'eau (μ)	Impact sanitaire	Impact écologique
Terre sèche	1500	0,750	1350	5,6	1006	3,2		😊	😊
Sable sec	1500 à 1800	0,400	1200 à 1440	3,3 à 2,8	693 à 759	2,5 à 2,3		😊	😊
Plâtre courant	900	0,350	972	3,6	583	2,6	10	😞	😞
Plaque de plâtre (type BA13)	900	0,25						😊	😞
Plaque de plâtre Fermacell	1100	0,36	1785	2	800	1,95	13	😊	😊
Mortier	1950	1,150	1650	7	1377	3,6	15 à 35	😞	😞
Béton de granulats plein	2300	1,75	2160	8	1945	3,9	70 à 150	😞	😞
Béton cellulaire	400 à 800	0,22	352 à 704	6,2 à 3,1	278 à 394	3,4 à 2,4	5 à 10	😞	😞
Pierre lourde (gneiss, granit...)	2600	3	1820	16	2337	5,6		😊	😊
Pierre calcaire	2450	2,4	1760	14	2058	5,1		😊	😊
Brique terre cuite pleine	1900	1,15	1634	7	1370	3,6	50 à 100	😊	😞
Brique terre crue pleine	1800	1,1	1512	7,3	1290	3,7		😊	😊
Brique creuse	700 à 1000	0,35	630 à 900	5,6 à 3,9	470 à 560	3,2 à 2,7	5 à 10	😊	😞
Brique monomur 37	700 à 800	0,15	700 à 800	2,1 à 1,9	324 à 346	2 à 1,9	5	😊	😞
Parpaing aggloméré	500 à 1400	0,3 à 0,9	450 à 1260	6,7 à 7,1	367 à 1065	3,6 à 3,7	5 à 15	😞	😞
Bois léger (résineux)	400	0,12	960	1,25	339	1,5		😊	😊
Bois lourd	800	0,23	2160	1,06	705	1,4	40	😊	😊
Bois panneaux (OSB, particules...)	600	0,14	1380	1	440	1,4	50 à 400	E1	😊
acier	7870	52	3780	138	14000	16,1		😞	😞
aluminium	2700	230	2511	916	24000	41,6		😊	😞

E1= Norme garantissant une teneur en formaldéhyde faible à nulle

impact sanitaire du produit : estimation à partir des dégagement de substances nocives en cours d'utilisation, la faible capacité de respiration.

impact écologique du produit : estimation à partir de l'énergie grise (extraction, production, transport), le potentiel de recyclage et le caractère renouvelable de la matière première.