

# Propriétés principales des matériaux de construction

## Introduction

Les propriétés des matériaux de construction déterminent **le domaine de leur application**.

Ce n'est qu'en évaluant exactement les qualités des matériaux (leurs propriétés les plus importantes) que l'on peut construire des édifices et ouvrages solides, durables et de hautes efficacités économiques et techniques.

Toutes les propriétés des matériaux de construction, d'après l'ensemble de leurs indices, sont divisées en **propriétés physiques, chimiques ou mécaniques**.

## **La masse volumique apparente**

On entend par **masse volumique apparente** ( $\text{kg/m}^3$ ) la masse de l'unité de volume du matériau (de l'article) à l'état naturel (**pores et vides compris**)

**La masse** : Est déterminée par une pesée du matériau

**Volume** : Mesurer les dimensions du matériau de forme régulière  
Par pesée hydrostatique du matériau de forme irrégulière  
Pycnomètre pour les matériaux pulvérulents

La masse volumique d'un même matériau peut être différente en fonction de la porosité et de la cavitation.

Les matériaux pulvérulents (sable, gravier, ciment, etc.) se caractérisent par leur masse **volumiques apparente**. Dans le volume de ces matériaux sont inclus non seulement les pores des grains, mais également les vides entre les grains.



Les cavitations entre les matériaux  
Les vides dans les matériaux



Les vides dans le matériau  
Les cavitations



Pas de vides

## **Les masse volumiques absolues**

On entend par **masse volumique absolue** ( $\text{kg/m}^3$ ) la masse de l'unité de volume du matériau (de l'article) à l'état naturel (**pores et vides non compris**)

La **porosité** des matériaux est le degré de remplissage de son volume par les pores.

Exemple:

La masse volumique absolue d'un béton normal est =  $2650 \text{ kg/m}^3$

La masse volumique apparente d'un béton normal est =  $2200 \text{ kg/m}^3$

La porosité =  $(2650 - 2200)/2650 * 100 \% = 17 \%$

Les pores sont de petites alvéoles dans les matériaux remplis d'air ou d'eau. Les pores peuvent être ouverts et fermés et de petites ou de grandes dimensions.

### Détermination de la dimension des pores

Microscope

Mercure-Haute pression-Porosimétrie

Basse température-Adsorption de gaz (Equation de Kelvin)

### Grandeur des pores dans le béton

Micropores (selon Setzer)	< 1 nm
Pores de gel	1 nm ... 10 nm
Pore capillaire	10 nm ... 100 µm
Pore d'air	100 µm ... 1 mm

Les petits pores fermés remplis d'air rendent le matériau **calorifuge** (conserve et empêche la déperdition de la chaleur). Ces matériaux calorifuges sont destinés à la protection contre le froid ou la chaleur.

En fonction de la porosité il est possible de juger des autres propriétés du matériau, telles que:

Masse volumique, résistance à la compression, la perméabilité à l'eau, conductibilité thermique, durabilité, etc.

**La perméabilité à l'eau** est la porosité d'un matériau de laisser passer l'eau sous pression. La perméabilité à l'eau est caractérisée par la quantité d'eau qui passe pendant une heure à pression constante à travers 1 m<sup>2</sup> de surface du matériau essayé.

Les matériaux denses tels que l'acier, le verre, le bitume et la majorité des matières plastiques sont étanches à l'eau.

**La résistance au gel** est le pouvoir d'un matériau saturé d'eau de supporter la congélation et le dégel alternatifs sans aucun signe de destruction ni perte sensible de résistance mécanique.

Les études systématiques ont démontré que les matériaux soumis alternativement à la saturation en eau et à la congélation de cette dernière se détruisent peu à peu. La destruction est provoquée par l'augmentation de 9 % environ du volume d'eau se trouvant dans les pores du matériau. Lorsque l'eau contenue dans les pores gèle, les parois des pores commencent à subir des contraintes importantes, ce qui peut entraîner leur destruction.

La résistance au gel d'un matériau dépend de sa densité et du degré de saturation en eau de ses pores.

**La conductibilité thermique** est d'une grande importance pour les matériaux utilisés dans la construction des murs et des planchers des édifices chauffés, pour l'isolation des réfrigérateurs et différents sources thermiques (chaudière, réseau de chauffage, etc.).

En hiver on diminue la perte de chaleur donc on diminue la dépense du combustible. Une tonne de matériaux d'isolation thermique peut économiser 100 à 300 tonnes de combustible par an et polluer moins l'atmosphère. Les frais d'installation des matériaux d'isolation thermique sont compensés pendant 1 à 2 ans de travail de l'équipement.

La conductibilité thermique est la capacité d'un matériau de laisser passer la chaleur à travers son épaisseur. Elle est appréciée au moyen du coefficient de conductibilité thermique égal à la quantité de chaleur traversant un échantillon du matériau de 1m d'épaisseur et de 1 m<sup>2</sup> de surface pendant une heure, la différence de température aux surfaces planes et parallèles opposées de l'éprouvette étant de 1 °C:

La conductibilité thermique d'un matériau dépend de plusieurs facteurs:

Nature du matériau, sa structure, son degré de porosité, le type de ses pores, l'humidité et la température moyenne à laquelle a lieu la transmission de la chaleur.

- La conductibilité thermique des matériaux à pores fermés est inférieure à celle des matériaux dont les pores sont communicants.
- La conductibilité thermique des matériaux à petits pores est moins grande que celle des matériaux à gros pores. Cela s'explique par le fait que les gros pores et les pores communicant favorisent un mouvement d'air engendrant un transfert de chaleur.
- L'humidité exerce une grande influence sur la conductibilité thermique. Les matériaux humides transmettent mieux la chaleur que les matériaux secs, la conductibilité thermique de l'eau étant de 25 fois plus grande que celle de l'air.

Le coefficient de conductibilité thermique permet de caractériser les propriétés thermos physiques des matériaux et de distinguer les matériaux de construction calorifuges et les matériaux de construction ordinaires.

Le coefficient de conductibilité thermique se ressent directement sur le coût du chauffage des bâtiments ce qui est particulièrement important pour la détermination du rendement économique des structures de protection des maisons d'habitations et autres.

La meilleure isolation thermique d'un matériau qui contient un plus grand nombre de pores fermés et remplis d'air. L'air immobile a un **coefficient de conductibilité thermique** faible de l'ordre de 0.02 kcal/m.°C. L'air en mouvement contribue au transfert de chaleur.

Quelques exemples de conductibilité thermique des matériaux de construction

Cuivre 380; Aluminium 200; acier 60 ; béton ordinaire 2,1; béton léger 0,18-0,33 ; béton cellulaire 0,08-0,11; brique 0,8-0,9 ; plâtre 0,35-0,50

On utilise aussi la laine minérale pour protéger les murs contre le froid et la chaleur.

La laine minérale est un matériau obtenu à partir des laitiers métallurgiques. Elle est constituée de fibres de verre de 2 à 60 mm de longueur. Le coefficient de conductibilité thermique de la laine minérale varie entre 0,042 à 0,0047 kcal/m.°C

**La stabilité thermique** d'un matériau est caractérisée par son pouvoir de résister à un certain nombre de cycles de variation calorifiques brusques sans se détruire.

La stabilité thermique dépend du degré d'homogénéité du matériau considéré, du coefficient thermique des parties dont il est composé.

Plus le coefficient de dilatation est petit, plus la stabilité thermique du matériau est grande. Le verre est thermiquement instables.

**La stabilité chimique** est le pouvoir d'un matériau de résister à l'action des acides, des bases, des solutions salines et des gaz. Les installations le plus souvent soumises à l'action de liquides et de gaz corrosifs sont les installations sanitaires, les conduites de canalisations et les installations hydrauliques (soumises à l'action de l'eau de mer contenant de sel en solution)

Les pierres naturelles, telles que calcaires, marbre et dolomite ne résistent pas à l'action des acides même les plus faibles; le bitume ne peut pas résister aux solutions alcalines concentrées. Par contre, les matériaux céramiques et les éléments en matières plastiques sont les plus stables contre l'action des acides et des bases.

**Propriétés mécaniques** des matériaux sont caractérisées par la capacité de résister à toute sollicitation extérieure impliquant une force. D'après la somme d'indices on distingue la résistance d'un matériau à la compression, à la flexion, au choc, à la torsion, etc., ainsi que la dureté, la plasticité, l'élasticité et l'usure par frottement.

**La résistance mécanique** est le pouvoir d'un matériau de résister à la destruction sous l'action des contraintes dues à une charge. Cette propriété des matériaux est l'objet d'une discipline scientifique spéciale, appelée **la résistance des matériaux**, nécessaires à l'étude des propriétés principales des matériaux de construction.

Les matériaux composant un édifice peuvent être sollicités par différentes charges. Les charges courantes auxquelles sont soumises les structures des constructions sont: La compression, la traction, la flexion et le choc.

Les matériaux pierreux (granit, béton) résistent bien à la compression et beaucoup moins (de 5 à 50 fois) à la traction, à la flexion et au choc, aussi les matériaux pierreux sont utilisés principalement dans les structures soumises à la compression. Le métal et le bois résistent bien à la compression, à la traction et à la flexion et sont donc utilisés dans les constructions travaillant à la compression, traction ou flexion.

La résistance des matériaux de construction se caractérise par la résistance limite. C'est la contrainte correspondant à la charge qui entraîne la destruction de l'éprouvette du matériau étudié.

La résistance d'un matériau dépend non seulement de la forme et des dimensions de l'éprouvette, mais aussi de la nature de sa surface et de la rapidité d'application de la charge. C'est pourquoi, pour obtenir des résultats comparables, on doit suivre les méthodes d'essais normalisées pour le matériau étudié.

La résistance d'un matériau dépend également de sa structure, de sa masse volumique (porosité), de l'humidité et de la direction d'application de la charge.