



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique



Université Djilali Bounaama Khemis Miliana

Faculté des Sciences et de la Technologie - FST

Matériaux de construction 2 (Building materials 2)

S5_Ing

Année universitaire : 2025/2026

Introduction

Le béton est le bien le plus consommé dans le monde en terme de volume, après l'eau, c'est un matériau de construction par excellence qui a bénéficié de nombreuses études et de multiples expérimentations,

Le béton a connu une évolution et un changement formidable dans ses propriétés mécaniques qui se traduisent par sa résistance aux différentes sollicitations (traction, compression et flexion) et dans ses propriétés physiques qui se traduisent par sa composition idéale (eau, granulats, ciment, adjuvant et ajout).

peut-on améliorer les propriétés du béton afin d'obtenir un béton durable et plus performant ?

Propriétés et performances des matériaux

Les propriétés principales des matériaux peuvent être divisées en plusieurs groupes tels que:

- **?** *Propriétés physiques:* (la dimension; la densité; la masse volumique; la porosité; l'humidité ...etc.),
- **?** *Propriétés mécaniques:* (la résistance en compression, en traction, en torsion ...etc.)
- **?** *Propriétés chimiques:* (l'alcalinité, la stabilité chimique ...etc.)
- **?** *Propriétés physico-chimiques:* (l'absorption, la perméabilité, le retrait et le gonflement
- ...etc.)
- **?** *Propriétés thermiques:* (la dilatation, la résistance et comportement au feu, ...etc.)

Quelques propriétés physiques courantes des matériaux:

- **Propriétés liées à la masse et au volume:**
- ☐ Masse volumique ;
- ☐ Porosité ; densité.
- **Propriétés liées à l'eau:**
- ☐ Teneur en eau
- ☐ Perméabilité ;
- ☐ Degré d'absorption d'eau ;
- **Propriétés thermiques:**
- ☐ Résistance et comportement au feu ;
- ☐ Chaleur spécifique ; Résistance thermique ; Conductivité thermique ;

Les propriétés mécaniques principales des matériaux:

- la résistance à la compression, la résistance à la traction, le module de d'élasticité, etc.

PROPRIETES IMPORTANTES DES MATERIAUX

1) La masse volumique

La masse volumique γ est définie comme étant le rapport de la masse M d'un corps par unité de volume V : $\gamma = \frac{M}{V}$ et s'exprime en t/m^3 ; kg/dm^3 ; g/cm^3

Rappel : $1t/m^3 = 1 kg/dm^3 = 1 g/cm^3$

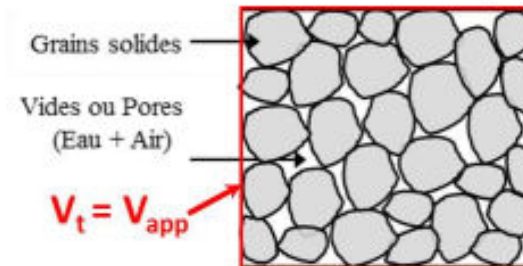
- ❑ On distingue deux masses volumiques :
 - La masse volumique apparente
 - La masse volumique absolue

Il faut veiller à ne pas confondre entre ces deux masses volumiques

1.1) La masse volumique apparente

C'est la masse d'un corps (ou matériau) par unité de volume **apparent** (y compris les vides) à l'état naturel, après passage à l'étuve à 105 °C. Elle est notée γ_{app} .

$$\gamma_{app} = \frac{M}{V_{app}} \quad [\text{kg/dm}^3]$$



1.2) La masse volumique absolue

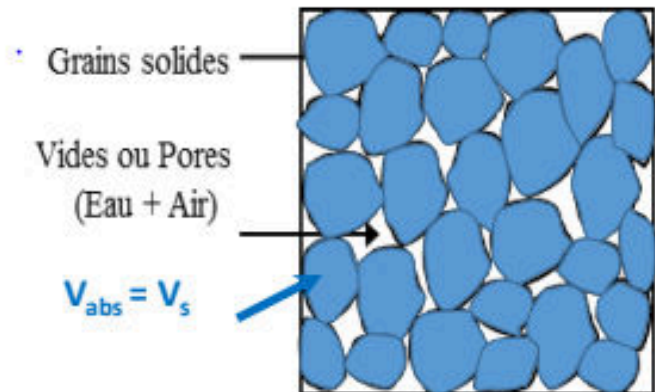
C'est la masse par unité de volume de la matière pleine qui constitue le granulat, sans tenir compte des vides pouvant exister dans le matériau, et cela après passage à l'étuve à 105 °C.

$$\gamma_{abs} = \frac{M_s}{V_s} \quad \text{tel que :} \quad V_s = V_t - V_v$$

C'est la masse volumique de la **phase solide**

masse volumique des grains solides

$$\gamma_{abs} = \gamma_s = \frac{M_s}{V_s}$$

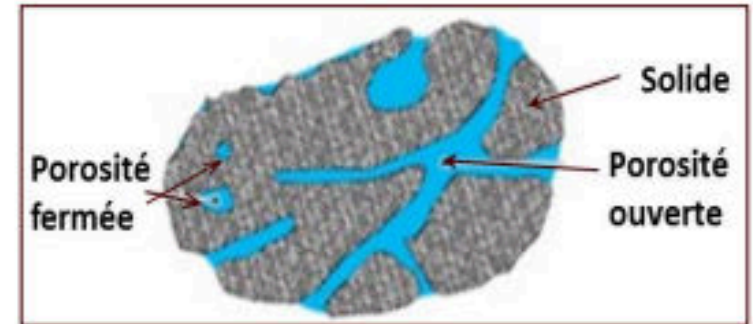


3) La porosité

Les pores sont des vides contenus dans les matériaux, leurs formes peuvent être sphériques, cylindriques ou quelconque. Ces vides sont soit remplis d'air ou d'eau. La structure des pores peut être différente, on distingue :

Des pores fermés sans communication entre eux, sans pouvoir d'absorption capillaires

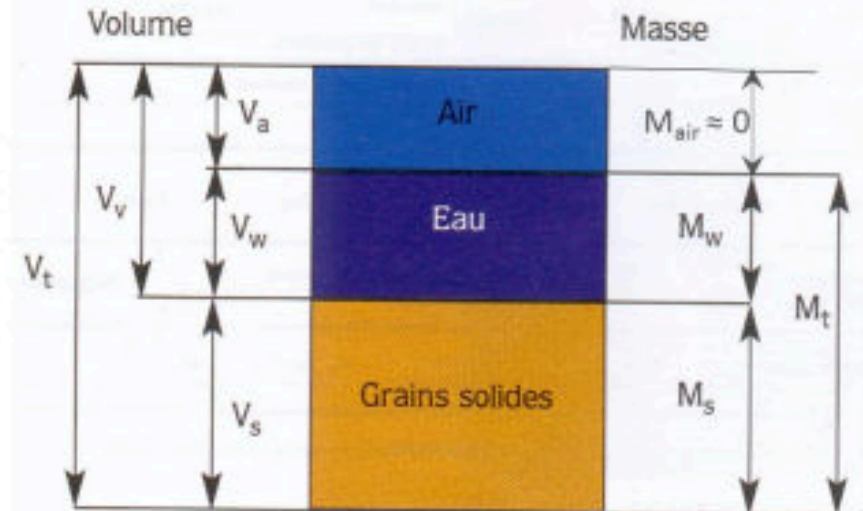
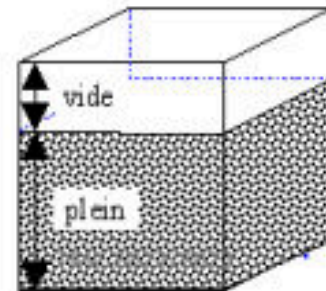
Des pores ouverts reliés entre eux par des capillaires communiquant avec l'extérieur



Calcul de la porosité

C'est le pourcentage de vides contenus dans un volume total apparent, donc c'est le rapport du volume des vides au volume total

$$p = \frac{\text{volume des vides}}{\text{volume total}} = \frac{V_v}{V_t} (\%)$$



4) La compacité

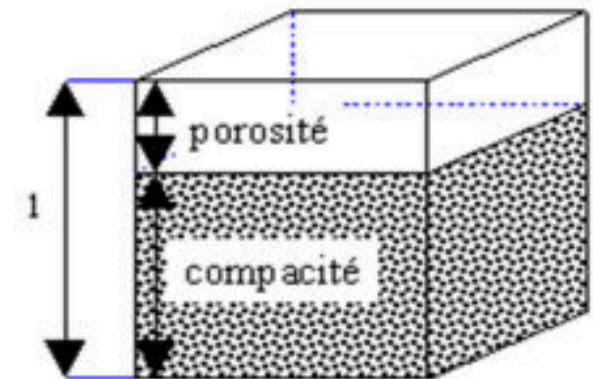
C'est le pourcentage de grains solides par rapport au volume total apparent du matériau. C'est le rapport entre le volume des grains solides et le volume total apparent :

$$c = \frac{V_s}{V_t} (\%)$$

• Relation entre la porosité et la compacité :

$$p = \frac{V_v}{V_t}$$
$$c = \frac{V_s}{V_t}$$

$$p + c = \frac{V_v + V_s}{V_t} = \frac{V_t}{V_t} = 1 \Rightarrow p + c = 1$$



La recherche d'une compacité maximale pour les matériaux est extrêmement importante; en effet, plus le matériau présente un **minimum de vides** et plus il **sera résistant, imperméable et durable**.

6) La teneur en eau :

Il est important de déterminer la teneur en eau réelle des matériaux au moment de lancer certains travaux.

Exemple : avant de confectionner le béton, on détermine la teneur en eau du gravier et du sable à utiliser, afin de pouvoir en tenir compte dans la quantité d'eau de gâchage nécessaire (eau de gâchage = eau à additionner au gravier + sable + ciment pour avoir du béton).

Comment la calculer ?

C'est le rapport entre la masse de l'eau et la masse des particules solides .
En général elle est notée ω et s'exprime en pourcentage (%), soit:

$$\omega = \frac{M_w}{M_s} (\%)$$

Détermination :



Gravier humide : M_h



Etuve à 105°C



Gravier sec : M_s



$$\omega = \frac{M_t^h - M_s}{M_s} = \frac{M_w}{M_s} (\%)$$

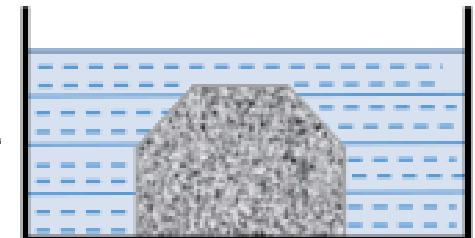
8) La capacité d'absorption d'eau :

C'est le pouvoir d'un matériau d'absorber et de retenir l'eau. Elle se caractérise par la quantité d'eau absorbée par un matériau sec entièrement immergé dans l'eau.

Comment la déterminer ?

La détermination de cette caractéristique consiste en des mesures d'absorption d'eau à la pression atmosphérique normale

- Le corps d'épreuve est posé dans un bac, on ajoute de l'eau jusqu'à l'immersion complète. Le niveau d'eau est augmenté au fur et à mesure de manière à ce que l'air puisse s'échapper des pores.
- On mesure ensuite l'accroissement de la masse du corps d'épreuve jusqu'à la saturation en eau de la matière.



Comment la calculer ? On distingue :

8.1) L'absorption massique a_m

C'est la quantité d'eau retenue par l'unité de masse des grains solides d'un matériau saturé:

$$a_m = \frac{M_t^{sat} - M_s}{M_s} = \frac{M_w^{sat}}{M_s} (\%) \quad (Sr = 100\%)$$

M_{sat} : masse du matériau à l'état saturé

M_s : masse du matériau à l'état sec

Exemple : $a_m = 3\%$ signifie que chaque 100 g de matière solide peut absorber 3g d'eau.

Remarque

- Plus la porosité du matériau est importante, plus son absorption sera grande.
- L'absorption est toujours inférieure à la porosité du matériau, car une partie des pores est fermée, sans communication entre eux, ni avec le milieu ambiant, et donc inaccessible à l'eau.
- L'absorption massique pour des matériaux très poreux peut dépasser 100% (suite à l'absorption de l'eau, les matériaux très poreux peuvent doubler de poids, mais pas de volume).

8.2) L'absorption volumique a_v

C'est la masse d'eau retenue par l'unité de volume apparent du matériau saturé:

$$a_v = \frac{M_t^{sat} - M_s}{V_t} = \frac{M_w^{sat}}{V_t} (g / dm^3) \quad (Sr = 100\%)$$

M_{sat} : masse du matériau à l'état saturé

M_s : masse du matériau à l'état sec

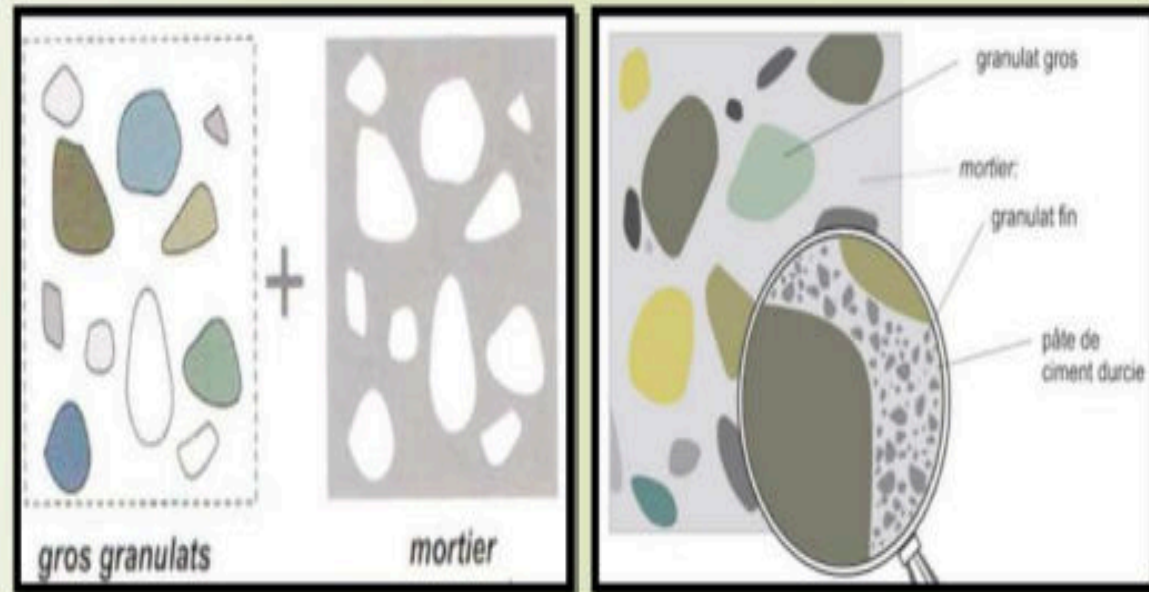
V_t : volume total apparent

Exemple : $a_v = 150 g/dm^3$ signifie que chaque dm^3 de matériau peut absorber 150g d'eau.

PROPRIETES IMPORTANTES DES BETONS

Le béton est un matériau composite ; mélange optimal de :

- Liant (ciments artificiels)
- Granulats naturels ou artificiels (sables, gravillons, graviers,)
- Eau d'hydratation du liant et de mouillage des granulats
- Éventuellement des adjuvants



Sa prise et son durcissement s'effectuent dans l'air ou dans l'eau.

Ses principales caractéristiques sont :

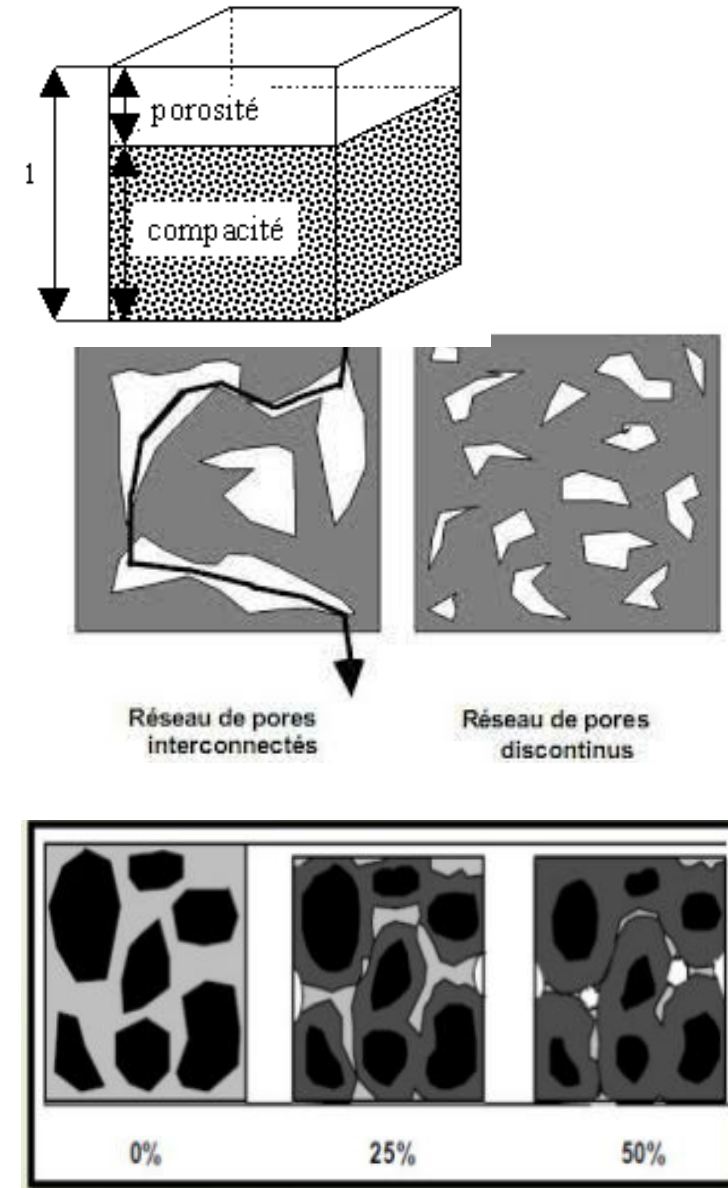
- Une bonne résistance en compression simple
- Une mauvaise résistance en traction
- UN poids volumique compris entre 22 et 24 KN/m³,
- UN coefficient de dilatation thermique identique à celui de l'acier de 10-5/°C.

Compacité et porosité

Caractéristiques physiques essentielles du béton, conditionnent plusieurs propriétés telles que : la perméabilité, résistance mécanique et surtout la durabilité

Perméabilité

L'aptitude du béton à se laisser traverser par un fluide sous l'effet de la pression. Elle varie avec la progression de l'hydratation



Retrait et fluage

- Le retrait est une variation dimensionnelle libre due aux variations hydriques au sein du béton et avec le milieu environnant
- Le fluage est une variation dimensionnelle sous l'effet d'une charge constante



Evolution du béton

- *Les bétons ont connu, ces dix dernières années, une évolution technologique considérable.*
- *La compréhension des phénomènes physico-chimiques qui influent sur le comportement du béton, les évolutions de la chimie minérale et organique en particulier ont permis des avancées spectaculaires en matière de formulation, de maîtrise de la rhéologie des bétons à l'état frais et de durabilité des bétons à l'état durci.*
- *Les nouveaux bétons offrent des résistances mécaniques exceptionnelles, répondent à tous les enjeux actuels en matière de mise en œuvre, de sécurité, de santé, de confort et d'esthétique, en alliant compétitivité économique, durabilité, et respect de l'environnement.*