

People's Democratic Republic Of Algeria
Ministry Of Higher Education And Scientific Research

Abderrahmane Mira's University of Béjaia
Faculty of Technologie
Department of Architecture
El-kseur Campus

First-Year University

Chapter 2: Aggregate / Les Agrégats
(Granulats)

Lundi 13 Octobre ,2025

Aggregate / Les Agrégats (Granulats)

1-Introduction



Aggregate / Les Agrégats (Granulats)

1-Introduction

- Les **Granulats** sont des matériaux de construction et composant de base de la fabrication des bétons et des mortier ; ils occupent 75 à 80 % de leurs volume
- Dans certain construction tel que les routes , les remblais et les barrage de poids on atteint un taux de 95 % de volume ou de masse
- les **Granulats** Ce sont des matériaux inertes constituent le squelette du béton et ils représentent, environ 90% de la résistance des béton.

Aggregate / Les Agrégats (Granulats)

1-Introduction



Aggregate / Les Agrégats (Granulats)

1-Introduction



Aggregate / Les Agrégats (Granulats)

1-Introduction



Aggregate / Les Agrégats (Granulats)

1-Introduction



Aggregate / Les Agrégats (Granulats)

2-Définition

➤ Le granulats est constitué d'un ensemble de grains minéraux qui selon sa dimension (comprise entre 0 et 125 mm) se situe dans l'une des 6 familles suivantes :

- ❖ fillers ;
- ❖ sables ;
- ❖ gravillons ;
- ❖ graviers ;
- ❖ ballast ;
- ❖ enrochements.

1-La Classification des Granulats

1-Selon la provenance

The aggregates may be classified into natural aggregates and artificial aggregates.

1-1-Les Granulats Naturels

Obtenus par concassage des roches dans des carrières , Les graviers et le sable réduits à leur taille actuelle par une procédure bien définie.

1-2-Les Granulats Artificiels

des Granulats ayant subi une transformation industrielle thermique ou chimique (ex: le laitier, le verre, l'argile expansé, le caoutchouc, le bois...)

1-3-Les Granulats Recyclés

Granulats issus des matériaux précédemment utilisés dans la construction (ex : le béton démolis, briques)

La Classification des Granulats

1-Selon la provenance

1-1-Les Granulats Naturels

sont obtenus en exploitant des gisements de sables et de graviers d'origine alluvionnaire terrestre ou marine, en concassant des roches massives (calcaires ou éruptives)

Leur nature, leur forme et leurs caractéristiques varient en fonction des gisements et des techniques de production.

La Classification des Granulats

1-Selon la provenance

1-1-Les Granulats Naturels

1-2-Les Types

1-2-1-Les Granulats Roulés

ils sont les résultats de la désagrégation des roches par l'eau, le vent ou le gel, de natures minéralogiques différentes.

Trois catégories de granulats roulés existent dans la nature :

- *Les granulats de rivière (d'oued).
- *Les granulats de mer.
- *Les granulats de dunes.

La Classification des Granulats

1-Selon la provenance

1-1-Les Granulats Naturels

1-2-Les Types 1-2-1-Les Granulats Roulés



Les Granulats De Dunes

La Classification des Granulats

1-Selon la provenance

1-1-Les Granulats Naturels

1-2-Les Types 1-2-1-Les Granulats Roulés



Les Granulats De Mers

La Classification des Granulats

1-Selon la provenance

1-1-Les Granulats Naturels

1-2-Les Types 1-2-1-Les Granulats Roulés



Les Granulats De Mers

La Classification des Granulats

1-Selon la provenance

1-1-Les Granulats Naturels

1-2-Les Types 1-2-1-Les Granulats Roulés



Les Granulats De Oued

La Classification des Granulats

1-Selon la provenance

1-1-Les Granulats Naturels

1-2-Les Types

1-2-1-Les Granulats Concassés

Ils proviennent du concassage de roches dures (granits, porphyres, basaltes, calcaires durs...etc.). Ils sont caractérisés par un aspect anguleux à arrêtes vives.

La Classification des Granulats

1-Selon la provenance

1-1-Les Granulats Naturels

1-2-Les Types

1-2-1-Les Granulats Concassés



La Classification des Granulats

1-Selon la provenance

1-1-Les Granulats Naturels

1-1-1.La Fabrication

La fabrication commence par :

1- Choix de Gisement: selon la composition (minéralogique et chimique de la roche)

2-Extraction: avec l'utilisation d'explosifs. C'est l'abattage.

3-Le Lavage: Les matériaux extraits vont ensuite être lavés,

4-Concassage: pour réduire les dimensions;

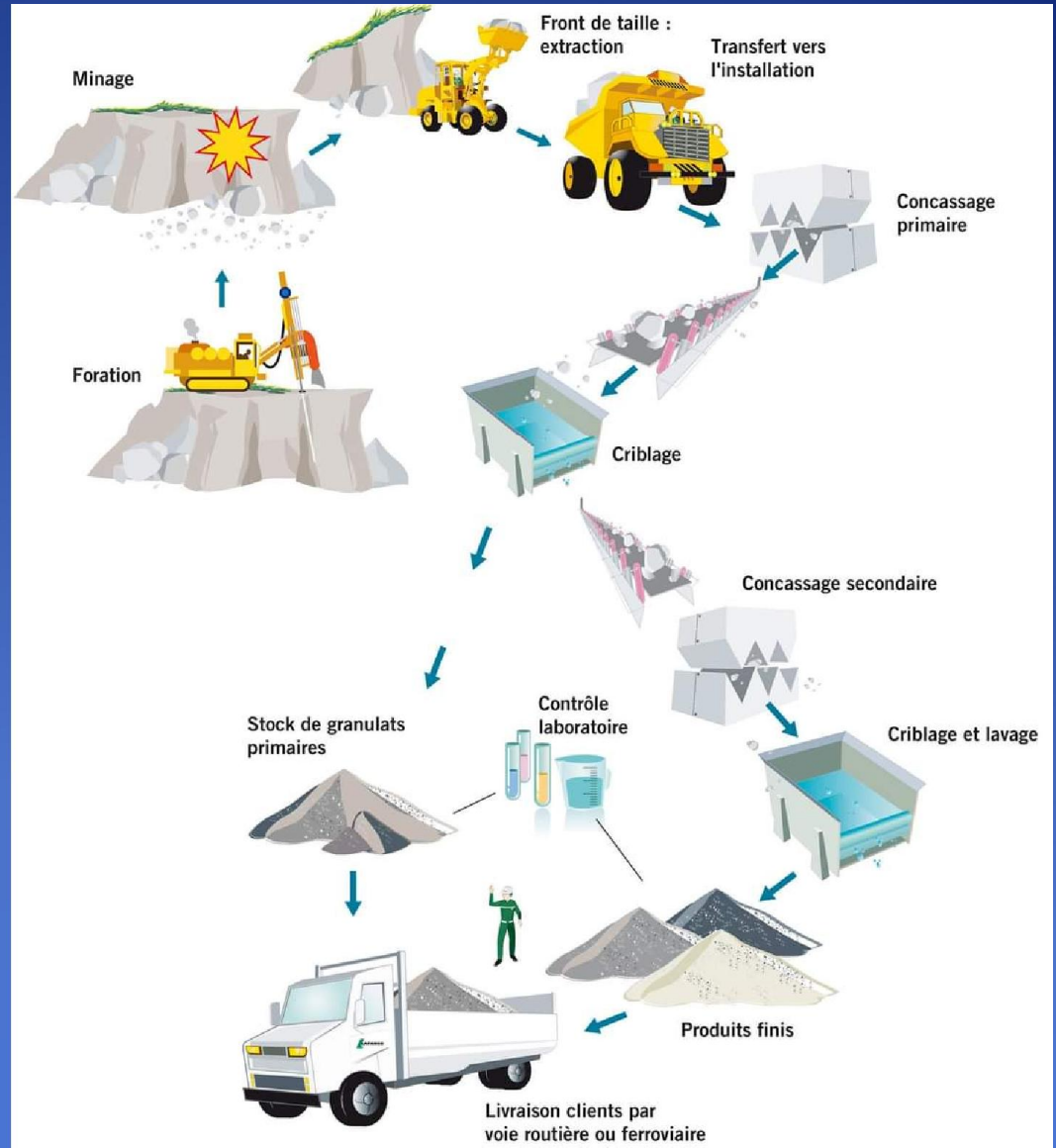
5-criblage: pour obtenir la granularité souhaitée.

La Classification des Granulats

1-Selon la provenance

1-1-Les Granulats Naturels

1-1-1.La Fabrication



La Classification des Granulats

1-1-Les Granulats Naturels



La Classification des Granulats

1-1-Les Granulats Naturels



La Classification des Granulats

1-1-Les Granulats Naturels



La Classification des Granulats

2-Selon la grosseur/Dimension

Selon la dimension des grains on distingue plusieurs classes ; mais les plus célèbres et connus dans la construction sont: les sables et les graviers
Selon la norme européenne (NF EN 933-2) la classification se fait par rapport au d/D on peut avoir:

- ❖ fillers 0/ 0,063 mm (70 % de passant à 0,063 mm)
- ❖ sables 0,063/5 mm (<70 % de passant à 0,063 mm)
- ❖ gravillons 5/8 mm
- ❖ graviers 8/25 mm (on Algérie on deux classes)
- ❖ ballast 25/50 mm
- ❖ enrochements > 50 mm

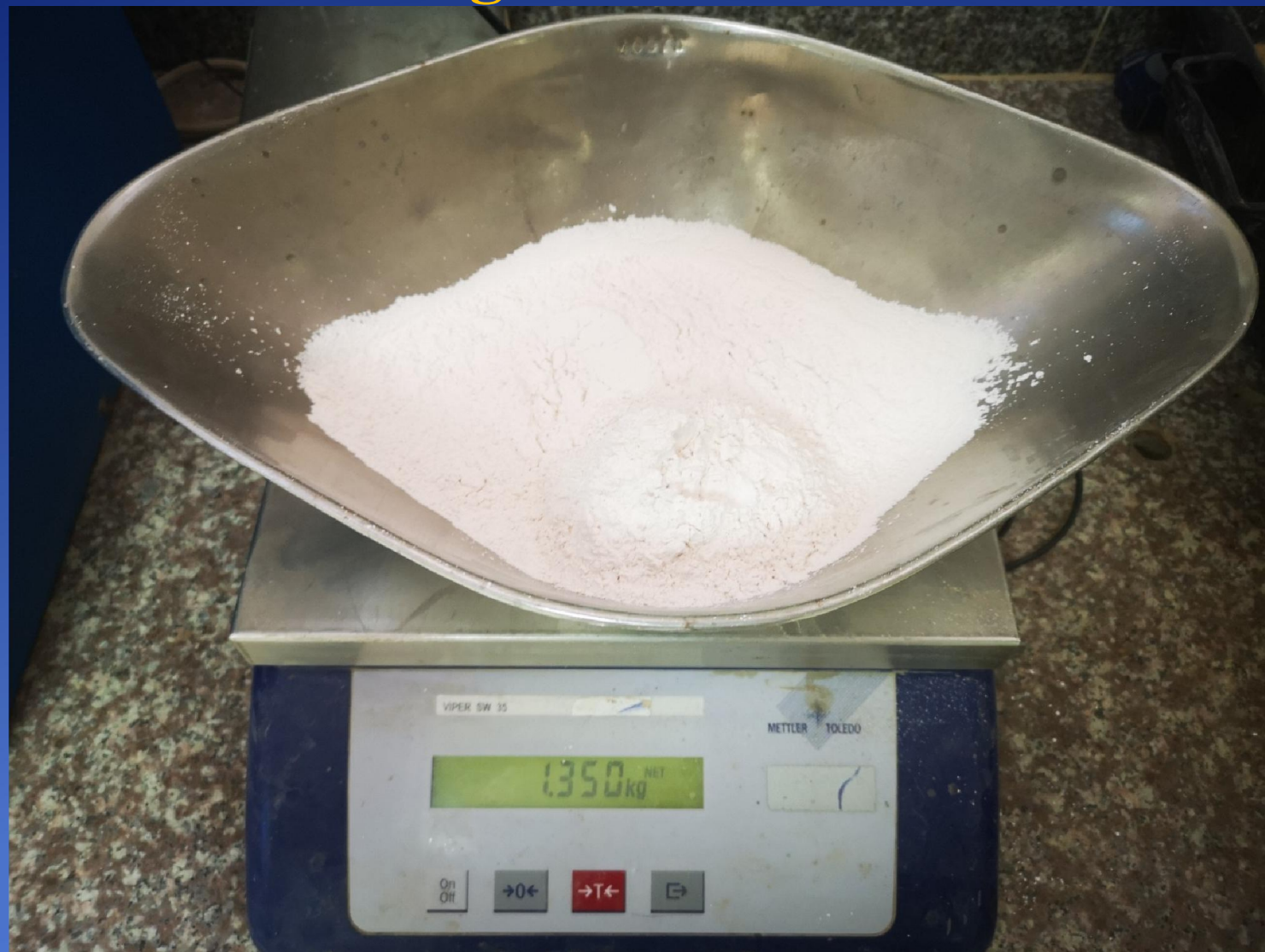
La Classification des Granulats

2-Selon la grosseur



La Classification des Granulats

2-Selon la grosseur



Les Fillers

La Classification des Granulats

2-Selon la grosseur



Les Sables

La Classification des Granulats

2-Selon la grosseur



Les Gravillons

La Classification des Granulats

2-Selon la grosseur



Les Graviers

La Classification des Granulats

2-Selon la grosseur



Les Ballast

La Classification des Granulats

2-Selon la selon la grosseur

La taille d'un granulat répond à des critères granulométriques précis. Les granulats sont classés en fonction de leur granularité en fonction de leur plus petite et leur plus grande dimension comme suit:

Granulat d/D

Granulat : sable ou gravier

d : dimension minimale des grains

D : dimension maximale des grains

Avec une tolérance de **15%** d'élément

La Classification des Granulats

3-Selon la Forme

La forme des Granulats joue un rôle très importants dans l'utilisation et l'exploitation des matériaux de construction ; la classification se fait par rapport à la forme de la surface du granulats on peut avoir:

- ❖ Agrégats /Granulats: arrondis
- ❖ Agrégats /Granulats: irréguliers
- ❖ Agrégats /Granulats: anguleux
- ❖ Agrégats /Granulats: feuilletés.

La Classification des Granulats

3-Selon la Forme

3-1-Les Agrégats /Granulats: arrondis/roulés

Sont des Granulats de forme ronds obtenus à naturellement à partir de (rivières-bords de mer ou Sahara)

-se type ne convient pas au confection des bétons ,ils produisent des vides (environ 32 %t) suite à la mauvaise liaison qui ne convient pas aux bétons qui assurent une résistance demandé.

La Classification des Granulats

3-Selon la Forme

3-1-Les Agrégats /Granulats: arrondis



Graviers roulés/Arrondis

La Classification des Granulats

3-Selon la Forme

3-2-Les Agrégats /Granulats: irréguliers

**Sont des Granulats de forme irrégulières
obtenus à partir la procédure de concassage**

**-En raison de leur forme irrégulière, ils
développent une bonne adhérence et
conviennent à la fabrication de béton ordinaire.**

**-Ils ont des vides d'environ 36 % et nécessitent
plus de pâte de ciment. par rapport aux
granulats arrondis.**

La Classification des Granulats

3-Selon la Forme

3-2-Les Agrégats /Granulats: irréguliers



Graviers irréguliers

La Classification des Granulats

3-Selon la Forme

3-3-Les Agrégats /Granulats: anguleux

Sont des Granulats qui présentent des particules pointues, angulaires et rugueuses obtenus à partir la procédure de concassage

-En raison de leur forme angulaires, ils développent une très bonne adhérence et conviennent à la fabrication de béton de haute qualité.

-Ils ont des vides d'environ 40% et nécessitent plus de pâte de ciment. par rapport aux granulats aux deux autres types.

La Classification des Granulats

3-Selon la Forme

3-3-Les Agrégats /Granulats: anguleux



Graviers anguleux

La Classification des Granulats

3-Selon la Forme

3-4-Les Agrégats /Granulats: feuilletés

appelés agrégats allongés , ils se caractérisent par leur longueur qui est 1,8 fois sa dimension moyenne

- En raison de leur forme , ils influencent négativement les propriétés du béton.
- Les granulats feuilletés s'orientent généralement dans un plan avec des vides d'eau et d'air en dessous. Ils nuisent à la durabilité et sont limités à un maximum de 15 pour cent

La Classification des Granulats

3-Selon la Forme

3-4-Les Agrégats /Granulats: feuilletés



Graviers feuilletés

La Classification des Granulats

4-Selon la Dureté

La résistance des grains d'un granulats est une caractéristique primordiale pour le choix des gisement des carrières et les agrégats qui assurent une confection idéal des bétons de bonne qualité.

La détermination de la résistance et la dureté des granulats se fait selon un protocole mécanique qui englobe plusieurs essais

- ❖ Agrégats /Granulats: de bonne Résistance
- ❖ Agrégats /Granulats: de Résistance moyenne
- ❖ Agrégats /Granulats: de Résistance faible

La Classification des Granulats

Ils existent d'autres classifications mais sont pas très répondu en matière de génie civile

Selon la minéralogie:

granulat issus de : quartz, calcaire; chiste.

Selon la composition chimique:

granulat agressif; non agressifs

Selon la couleur:

granulat rouge; blanc; noir; bleu....

Selon les caractéristiques physiques

granulat léger; lourds; médiocre...

2-les Propriétés des Granulats

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

Propriétés physiques: les caractéristiques intrinsèque des granulats qui sont liés à la nature , la composition et la forme du granulats

Propriétés mécaniques : la réponse d'un granulats à une force ou excitation externe

Propriétés chimiques: le comportement d'un granulat lorsqu'il prend part à une réaction chimique

Propriétés thermiques: le comportement d'un granulat lorsqu'il est soumis à une variation de température.

2-les Propriétés des Granulats

2-1-Propriétés physiques: les caractéristiques

2.1.1.Propriétés liées à la masse et au volume

- Masse spécifique
- Masse volumique
- Porosité, densité

2.1.2.Propriétés liées à l'eau:

- Humidité
- Perméabilité
- Degré d'absorption d'eau
- la teneur en eau

2-les Propriétés des Granulats

2-1-Propriétés physiques

2-1-1 Masse volumique: ils existent plusieurs masses volumiques

➤ **Masse Volumique Apparente:** la masse d'un corps par unité de volume apparent en état naturel, notée (γ_{ab}) et exprimée en (g/cm^3 , kg/m^3 ou T/m^3).

➤ **Masse Volumique Absolue:** la masse d'un corps par unité de volume absolu de matière pleine (volume de matière seule, pores à l'intérieur des grains exclus), notée (γ_{ab}) et exprimée en (g/cm^3 , kg/m^3 ou T/m^3).

2-les Propriétés des Granulats

2-1-Propriétés physiques

2-1-1 Masse volumique:

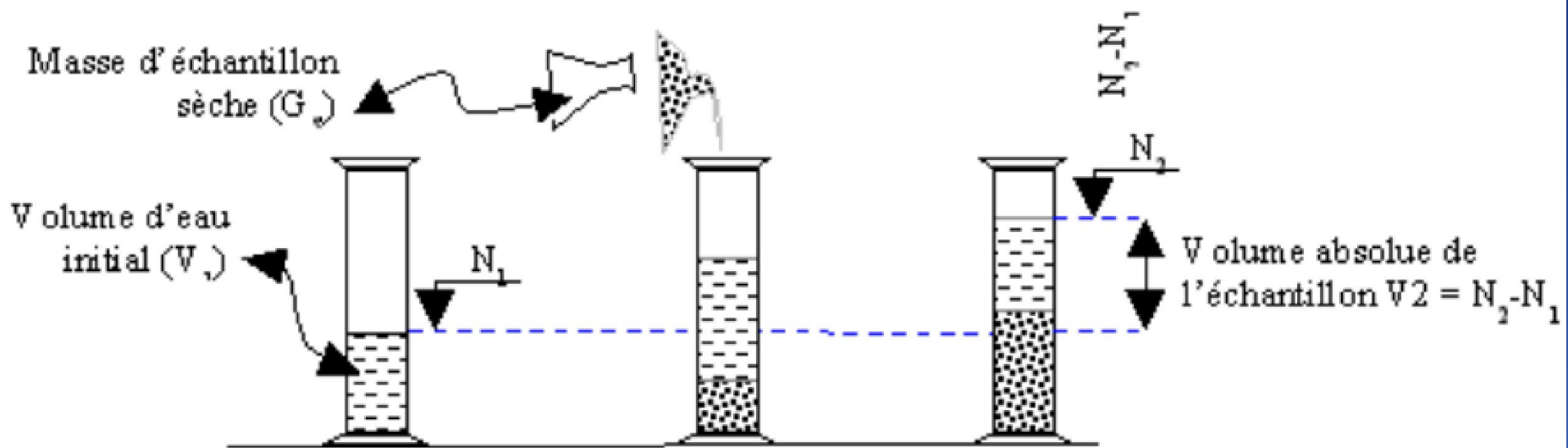


fig.1.4: Détermination de la *masse volumique* absolue d'un matériau.

2-les Propriétés des Granulats

2-1-Propriétés physiques

2-1-2 La porosité et la compacité:

➤ **Porosité:** l'ensemble des vides (pores) d'un granulat

$$P = \frac{\text{Volume de Vide}}{\text{Volume Totale}}$$

➤ **Compacité:** l'ensemble de solide existant d'un granulat

$$C = \frac{\text{Volume Solide}}{\text{Volume Totale}}$$

La porosité et la compacité sont liées par relation:

$$P+C=1$$

La porosité et la compacité sont souvent exprimées en %. La somme des deux est alors égale à 100%. En effet:

$$p + c = \frac{\text{volume vide}}{\text{volume total}} + \frac{\text{volume solide}}{\text{volume total}} = 1$$

2-les Propriétés des Granulats

2-1-Propriétés physiques

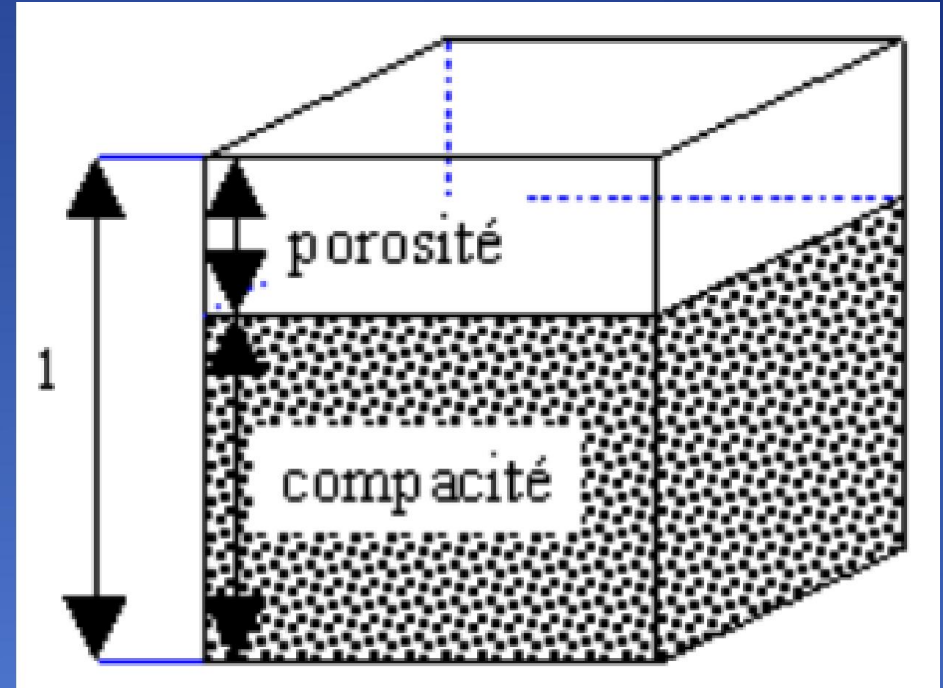
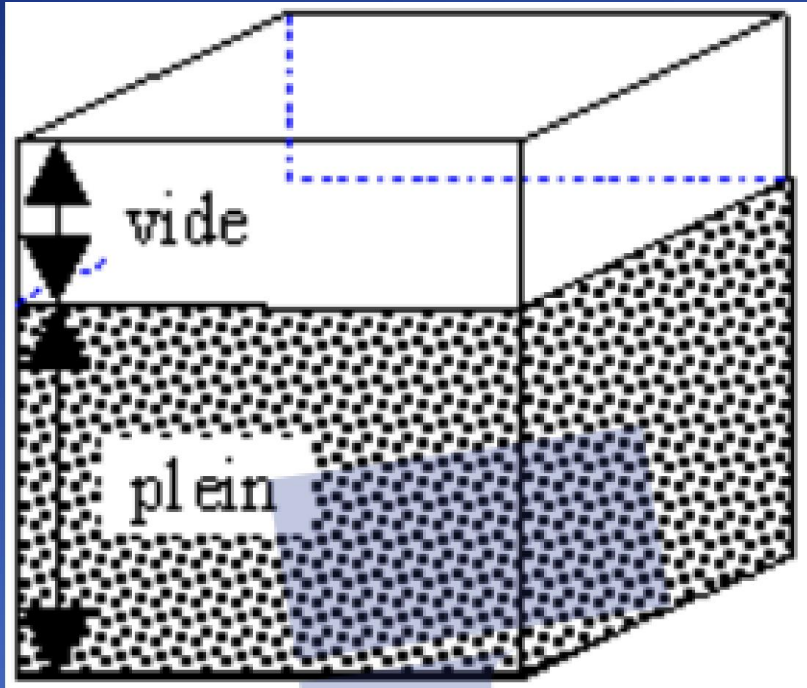
2-1-2 La porosité et la compacité:



2-les Propriétés des Granulats

2-1-Propriétés physiques

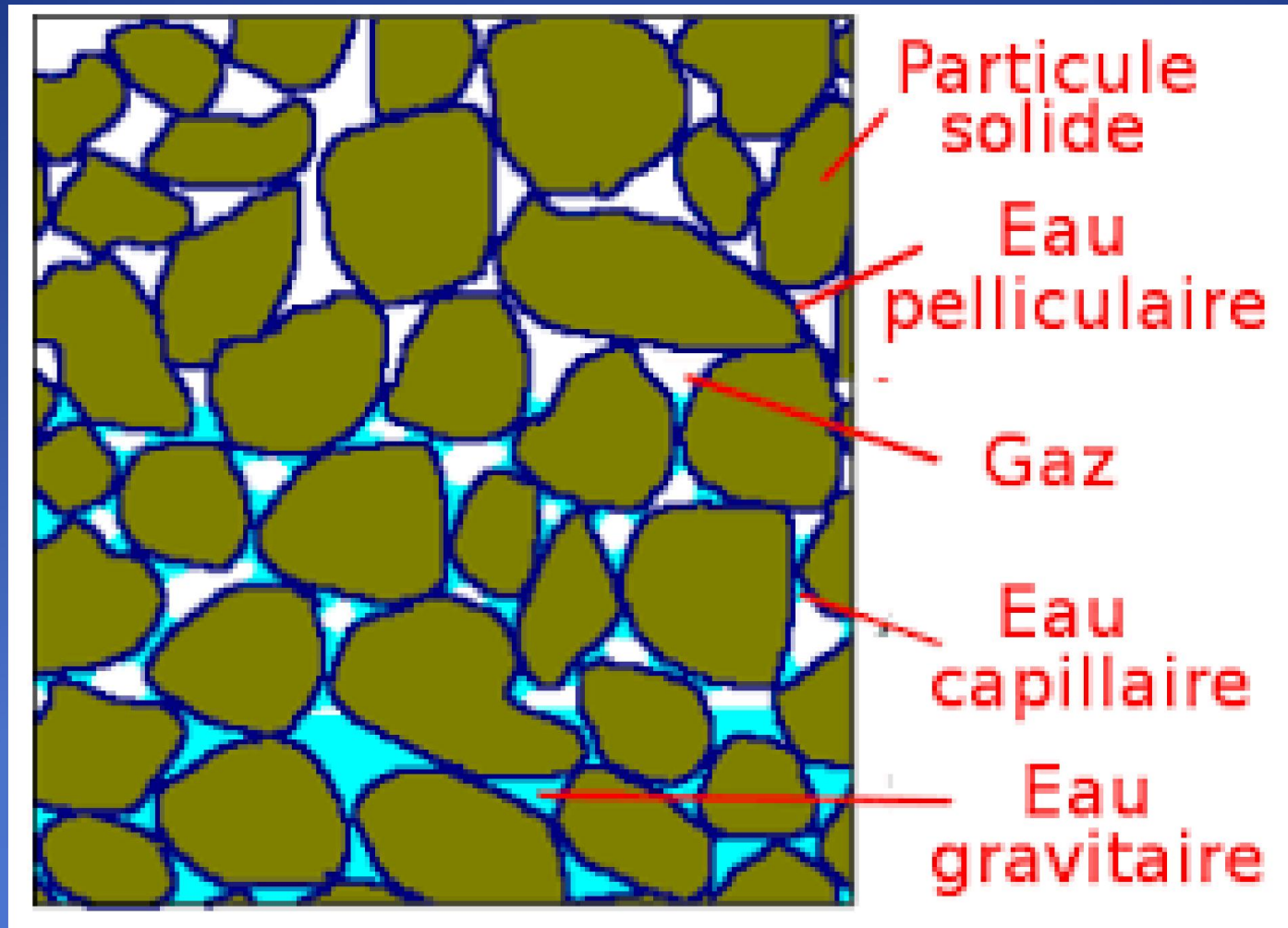
2-1-2 La porosité et la compacité:



2-les Propriétés des Granulats

2-1-Propriétés physiques

2-1-2 La porosité et la compacité:



2-les Propriétés des Granulats

2-1-Propriétés physiques

2-1-3-La teneur en eau: est la quantité d'eau absorbée par un matériaux ; elle est notée W et s'exprime en pourcentage (%), elle est le rapport du poids d'eau contenu dans un échantillon du matériau comparativement au poids du même matériau sec.

$$W = \frac{M_w}{M_s} * 100\%$$

M_s : est la masse sèche d'échantillon

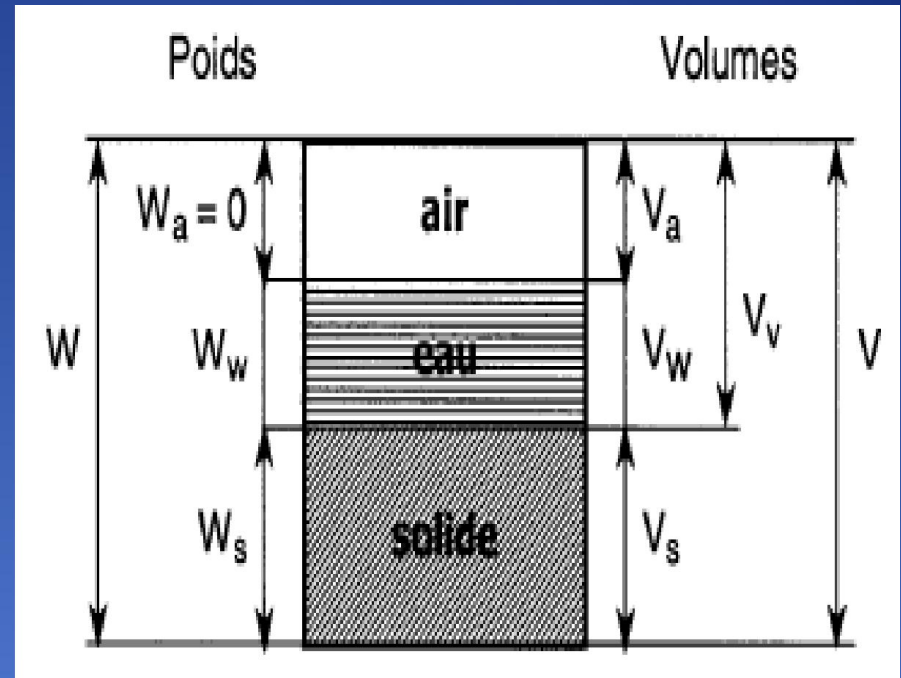
M_w : est la masse de l'eau.

•

2-les Propriétés des Granulats

2-1-Propriétés physiques

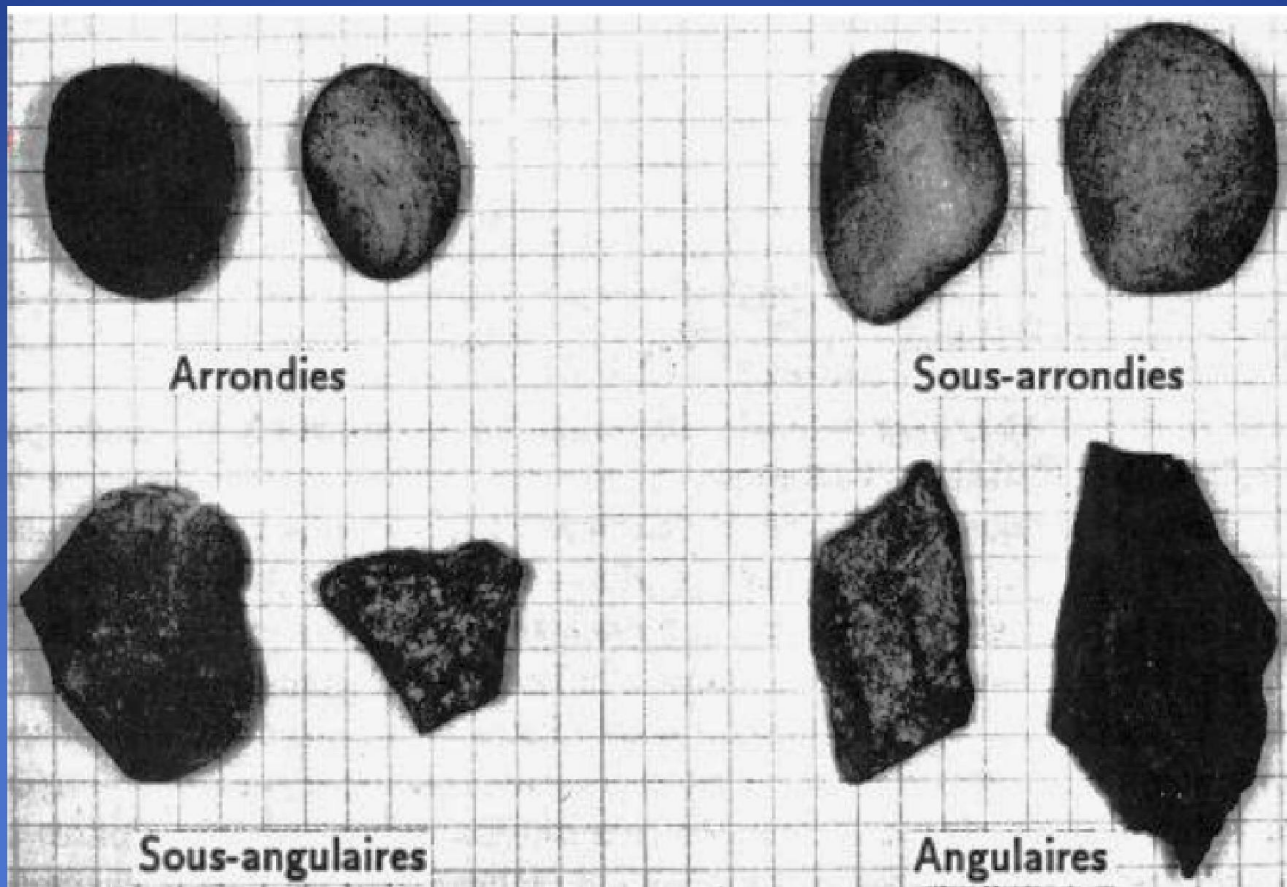
2-1-3-La teneur en eau



2-les Propriétés des Granulats

2-1-Propriétés physiques

2-1-4-Analyse Granulométrique: Les granulats sont caractérisés par les dimensions et la forme de leurs grains



Forme.

2-les Propriétés des Granulats

2-1-Propriétés physiques

2-1-4-Analyse Granulométrique:

B- Dimensions

Les granulats varient du plus pulvérulent au plus fin, selon les dimensions de ses grains.

C- Granulométries

Les grains d'un matériau granulaire ont des dimensions variables de quelques μm à quelques dizaines de cm.

La granulométrie est la distribution massique des grains suivant leur dimension.

La technique employée pour la détermination de la granulométrie dépend des dimensions des granulats

2-les Propriétés des Granulats

2-1-Propriétés physiques

2-1-4-Analyse Granulométrique:

1-Définition : l'opération consistant à étudier la répartition des différents grains d'un échantillon de sol, en fonction de leurs diamètres.

2-Objectif: déterminer la distribution dimensionnelle des grains constituant un granulats dont les dimensions sont comprises entre 0,063 et 125 mm.

Tamisat : (ou passant) : la quantité de matériau qui passe à travers le tamis.

Refus : la quantité de matériau qui est retenue sur le tamis.

2-les Propriétés des Granulats

2-1-Propriétés physiques

2-1-4-Analyse Granulométrique:

3-Classes Granulaires: Un granulat est caractérisé du point de vue granulaire par sa classe **d/D**.

- Le premier désigne le diamètre minimum des grains **d** et le deuxième le diamètre maximum **D**.
- Lorsque **d** < à 0.5 mm, le granulat est désigné 0/D.

4. Principe de l'Essai: consiste à fractionner au moyen d'une série de tamis un matériau en plusieurs classes granulaires de tailles décroissantes.

- Les masses des différents refus et tamisât sont rapportées à la masse initiale du matériau.

Les % obtenus sont exploités sous forme graphique.

2-les Propriétés des Granulats

2-1-Propriétés physiques

2-1-4-Analyse Granulométrique:

5. Matériel Utilisé

- Les dimensions de mailles et le nombre de tamis sont choisis en fonction de la nature de l'échantillon et de la précision attendue.
- La norme actuelle (EN 933-2) préconise, pour l'analyse granulométrique, la série de tamis suivante en (mm): 0.063, 0.125, 0.25, 0.50, 1, 2, 4, 8, 16, 31.5 , 63 , 125

2-les Propriétés des Granulats

2-1-Propriétés physiques

2-1-4-Analyse Granulométrique:

6. Résultats

- Peser le refus du tamis ayant la plus grande maille : soit R_1 la masse de ce refus.
- Poursuivre la même opération avec tous les tamis de la colonne pour obtenir les masses des différents refus cumulés ...
- Les masses des différents refus cumulés R_i sont rapportées à la masse totale de l'échantillon m_1
- Les pourcentages de refus cumulés ainsi obtenus, sont inscrits sur la feuille d'essai et le pourcentage des tamisât cumulés sera déduit.

2-les Propriétés des Granulats

2-1-Propriétés physiques

2-1-4-Analyse Granulométrique:

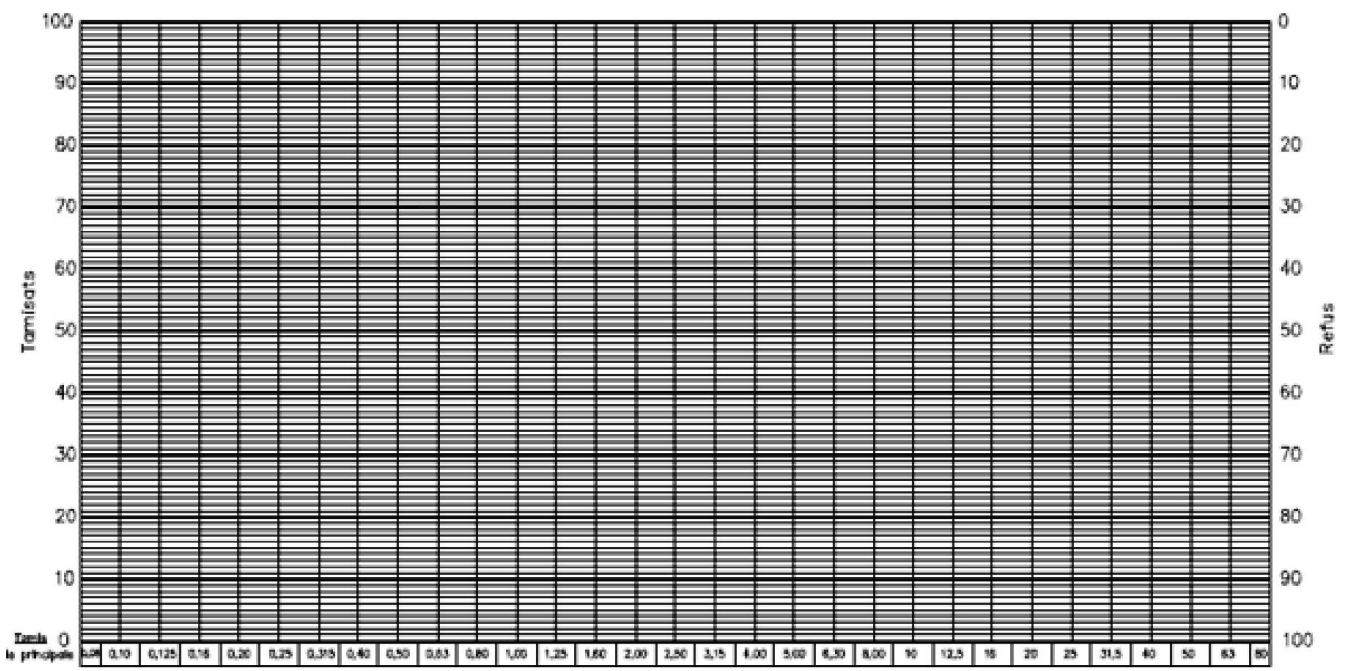
6. Résultats



Université Abderahman Mira de Bejaia- Faculté de Technologie - Département d'Architecture -Palier : L 1
Module : Technologie des Matériaux de Construction 2



Nom :	Prénom :	Groupe :
Date :	TP : N° 1 : Analyse Granulométrique	Note :



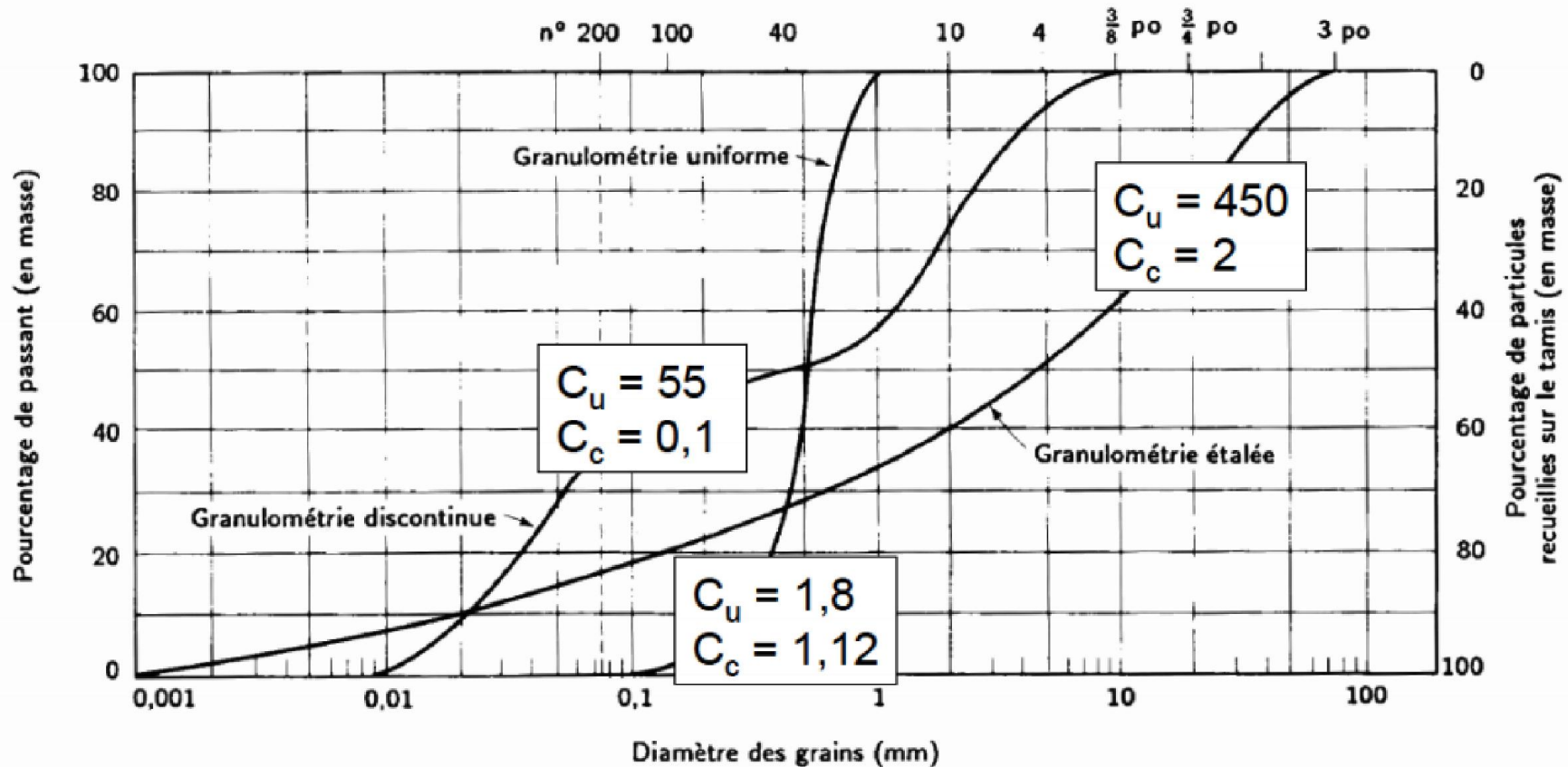
2-les Propriétés des Granulats

2-1-Propriétés physiques

2-1-4-Analyse Granulométrique:

6. Résultats

Analyse granulométrique
(tamis standard)



2-les Propriétés des Granulats

2-1-Propriétés physiques

Il existe d'autres essais de détermination des caractéristiques physiques des matériaux tels que:

- L'absorption de l'eau
- Le coefficient d'aplatissement:
- Degré de Saturation
- Hygroscopicité
- La perméabilité
- Résistance au gel
- Imperméabilité aux radiations nucléaires

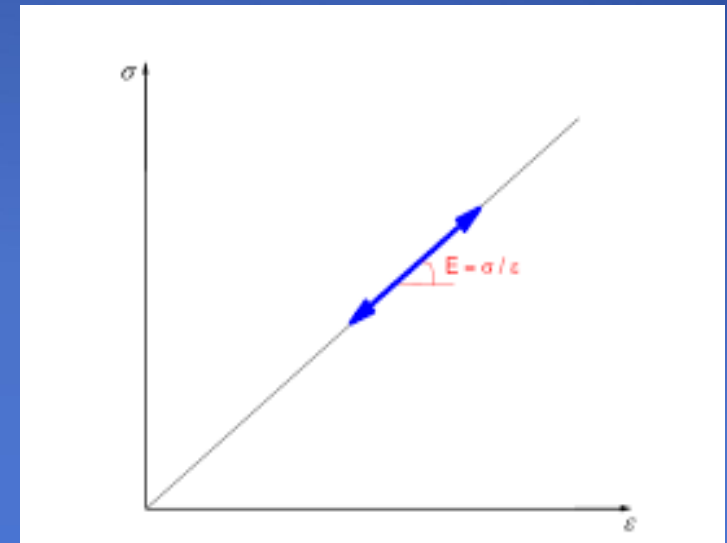
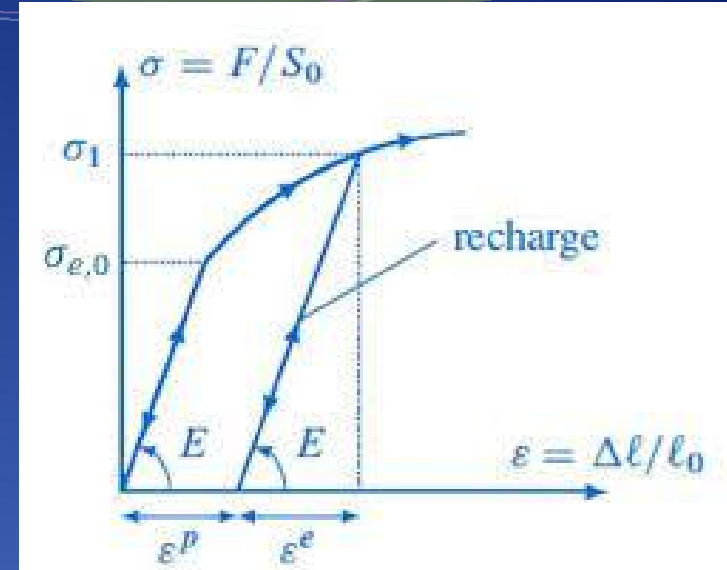
2-les Propriétés des Granulats

2-2-Propriétés Mécanique:

2.2.1. La déformation : est une des propriétés essentielles pour des matériaux de construction. Selon la caractérisation des déformations, on les divise en deux sortes:

a) Déformation élastique:

Lorsque l'on effectue une charge, après décharge le corps reprend les mêmes formes qu'il avait avant l'essai

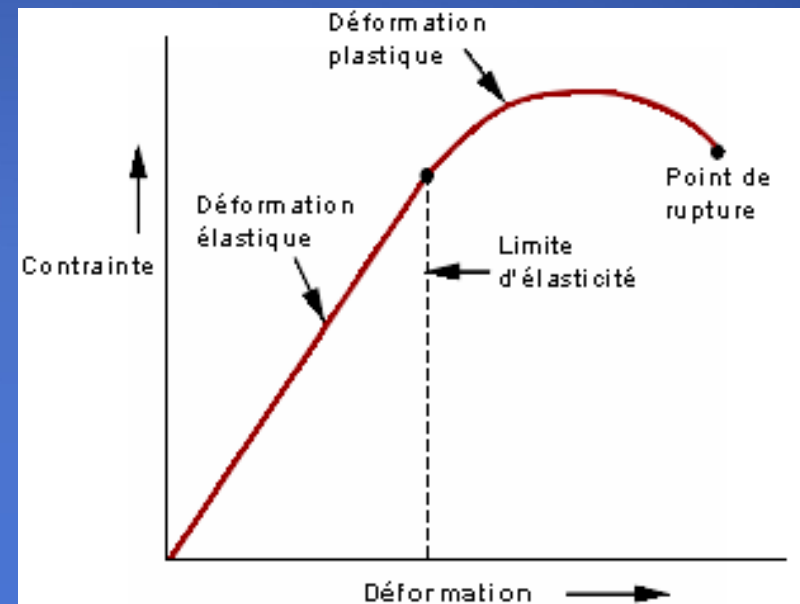
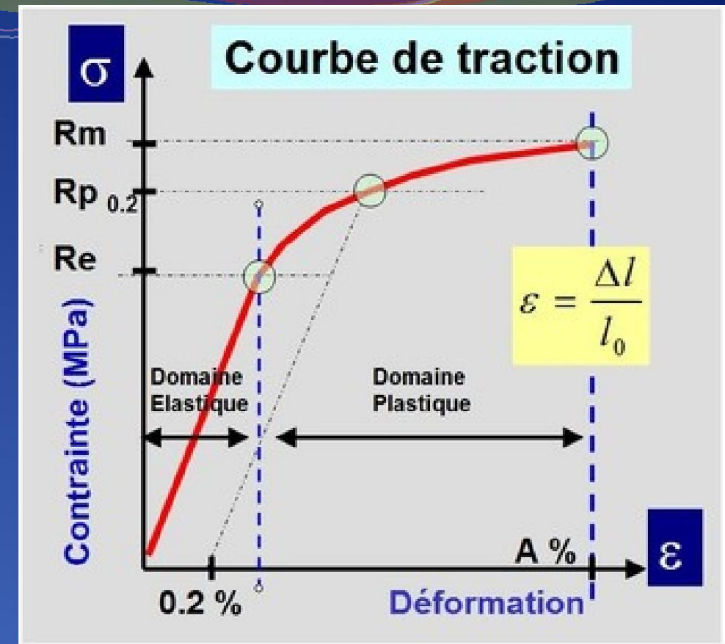


2-les Propriétés des Granulats

2-2-Propriétés Mécanique:

2.2.1. La déformation :

b) Déformation plastique: La déformation est dite plastique, si après décharge le corps ne reprend pas les mêmes formes qu'il avait avant l'essai, il reste quelques déformations. Cette déformation est appelée aussi déformation résiduelle.



2-les Propriétés des Granulats

2-2-Propriétés Mécanique:

2.2.2. La Dureté:

a) L'essai Los Angeles: évaluer la résistance à l'abrasion des graviers ,leur résistance à la fragmentation par choc et à l'usure par frottement
Il consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à 1.6 mm produite en soumettant le matériau à une série de chocs et de frottements dans la machine
A : un coefficient Los Angeles faible correspond un excellent matériau (haute résistance aux chocs.
, en soumettant le matériau à des chocs de boulets à l'intérieur d'un cylindre en rotation.

Le Sables The sand (Fine Aggregate)

Wednesday ,December 06,2023

3-The Fine Aggregate (sand)

3-1-Introduction : Sand is one of the oldest building materials used throughout the centuries in various construction projects. However, not all sand is created equal – numerous types of sand have different properties and uses. In this lesson, we'll discuss the different varieties of sand used in construction and how they are used. We'll also explain the pros and cons of each type of sand, so you can make an informed decision when selecting the right one for your project.

3-The Fine Aggregate (sand)

3-2-Definition: The Fine Aggregate (sand) is a building materials passing through (5 mm).

They may be natural sand: deposited by rivers, sea or crushed stone;

The Fine Aggregate (Sand) used in construction obtained by crushing stones and crushed gravel.

The smallest size of fine aggregate (sand) is 0.063 mm.

Depending upon the particle size, fine aggregates are described as fine, medium and coarse sands.

3-The Fine Aggregate (sand)

3-3- Types of Sand:

Sand is a vital component of many construction projects, playing an integral role in many aspects of the construction process, from cement preparation to foundation building. It is important to understand the different types of sand available and how they can be used to suit your project best.

3-The Fine Aggregate (sand)

3-3- Types of Sand (Origin)

3-3-1 River sand: is one of the most popular types of sand used in construction, it has a fine texture and is usually light to dark brown. Although it is less durable than other types of sand, it is a very popular choice for various construction projects, such as masonry

3-3-2 quarry sand: is a material created by crushing rocks and screening them to a specific size. This sand is often used in constructing roads and buildings due to its strength and durability.

3-3-3 Dune sand: These desert sands are fine and available in large quantities in arid regions.

3-3-4 Sea sand: extracted at sea and rinsed

3-The Fine Aggregate (sand)

3-4- Types of Sand (size of the particles)

Depending upon its size sand is classified as

3-4-1 Fine sand:

size of the particles varies between (0,063 mm until 0,5 mm)

3-4-2 medium sand:

size of the particles varies between (0,5 mm until 2 mm)

3-4-3 coarse sand :

size of the particles varies between (2 mm until 5 mm)

3-The Fine Aggregate (sand)

3-5- Types of Sand (mineralogical composition)

Based on mineralogical composition, sand is divided into quartz, felspar and carbonaceous varieties

3-5-1 quartz : is a hard, crystalline mineral species composed of silicon and oxygen atoms, belonging to the silicate group

3-5-2 feldspar : is a mineral from the tectosilicate family, whose composition is that of a sodium, potassium or calcium aluminosilicate.

3-5-3 Carbonaceous chondrites : are rich in carbon, and in which the iron is mainly oxidized

3-The Fine Aggregate (sand)

3-5- Types of Sand (mineralogical composition)



Quartz

3-The Fine Aggregate (sand)

3-5- Types of Sand (mineralogical composition)



Quartz

3-The Fine Aggregate (sand)

3-5- Types of Sand (mineralogical composition)



Feldspar

3-The Fine Aggregate (sand)

3-5- Types of Sand (mineralogical composition)



Feldspar

3-The Fine Aggregate (sand)

3-5- Types of Sand (mineralogical composition)



Carbonaceous chondrites

3-The Fine Aggregate (sand)

4- Les essais sur les sables

4-1 les Essais de propreté : l'orsque on frotte des agrégats non lavés dans la main on peut constater des traces de poussière sur les doigts. Il s'agit de particules argileuses de petite dimension. Celles-ci sont susceptibles d'être nuisibles à la qualité du mélange ou de la pâte que l'on veut obtenir à partir du granulat, comme du béton; ces dernières peuvent également avoir des effet néfastes.

3-The Fine Aggregate (sand)

4- Les essais sur les sables

4-1 les Essais de propreté

4-1 -1 l'Equivalent de sable

2.4 CARACTÉRISTIQUES DES GRANULATS (PHYSIQUES)

2.4.4 Propreté des granulats :

* **cailloux ou gravillons**: teneur en fines = % de passant à 0.5mm (tamisage effectué sous l'eau) 2 à 5%.

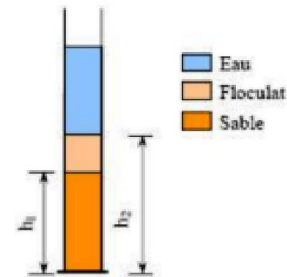
* **sables** : Essai de l'équivalent de sable 15 et 25 %.

$$Es = (H1 / H2) \times 100$$

où H1: hauteur du sable propre.

H2: hauteur totale du sable.

il peut être complété par l'essai du bleu de métylène.



PS	Nature et qualité du sable
< 60	"Sable argileux" risque de retrait ou de gonflement, à rejeter pour des bétons de qualité
60≤PS<70	"Sable légèrement argileux" de propreté admissible pour béton de qualité quand on ne craint pas particulièrement de retrait.
70≤PS<80	"Sable propre" à faible pourcentage de fines argileuses convenant parfaitement pour les bétons de haute qualité.
PS>80	"Sable très propre" l'absence presque totale de fines argileuses risque d'entraîner un défaut de plasticité du béton qu'il faudra rattraper par une augmentation du dosage en eau.

3-The Fine Aggregate (sand)

4- Les essais sur les sables

4-1 les Essais de propreté

4-1 -1 l'Equivalent de sable



3-The Fine Aggregate (sand)

4- Les essais sur les sables

4-1 les Essais de propreté

4-1 -1 l'Equivalent de sable



Merci pour votre attention