

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur
et de la recherche scientifique

Université Mohamed Khider Biskra



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة محمد خير بسكرة

الشعبة: هندسة معمارية

الميدان:.. هندسة معمارية، عمران ومهن المدينة

التخصص: هندسة معمارية

المستوى: السنة الأولى هندسة معمارية

cours

MATIÈRE : TMC 1

Préparé par
Dr . Youcef Kamal

LES GRANULATS (AGGREGATES)

INTRODUCTION

Les granulats sont le constituant de base de la majorité des travaux de construction. Il est donc important de maîtriser l'ensemble de leurs propriétés (et influences); tant du point de vue de leurs évaluations, que de leurs utilisations (mise en œuvre); et ce, afin de maîtriser le coût tout en respectant les critères de qualité.

LES GRANULATS (AGGREGATES)

La nature et les gisements conditionnent les propriétés intrinsèques (résistance, porosité, etc..) des granulats. Par contre, les caractéristiques géométriques (granularité, forme, etc ...) et de propreté sont fonction du processus d'élaboration. Pour fabriquer des produits de qualités requises, les producteurs de granulats utilisent souvent des installations de plus en plus complexes, faisant appel à des technologies bien maîtrisées (fragmentation, séparation gravitaire, lavage,... etc.).

LES GRANULATS (AGGREGATES)

DÉFINITION

On appelle granulats des matériaux pierreux de petites dimensions, produits par l'érosion ou le broyage mécanique (concassage) des roches. Ce sont des matériaux inertes entrant dans la composition des bétons et mortiers. Ils constituent le squelette du béton et ils représentent, environ 80% du poids total du béton.

LES GRANULATS (AGGREGATES)

Ils sont constitués de Sables (Gros et Fin) et de gravier. Cependant, les granulats doivent satisfaire à certaines exigences de qualité pour qu'ils soient utilisés dans le béton.

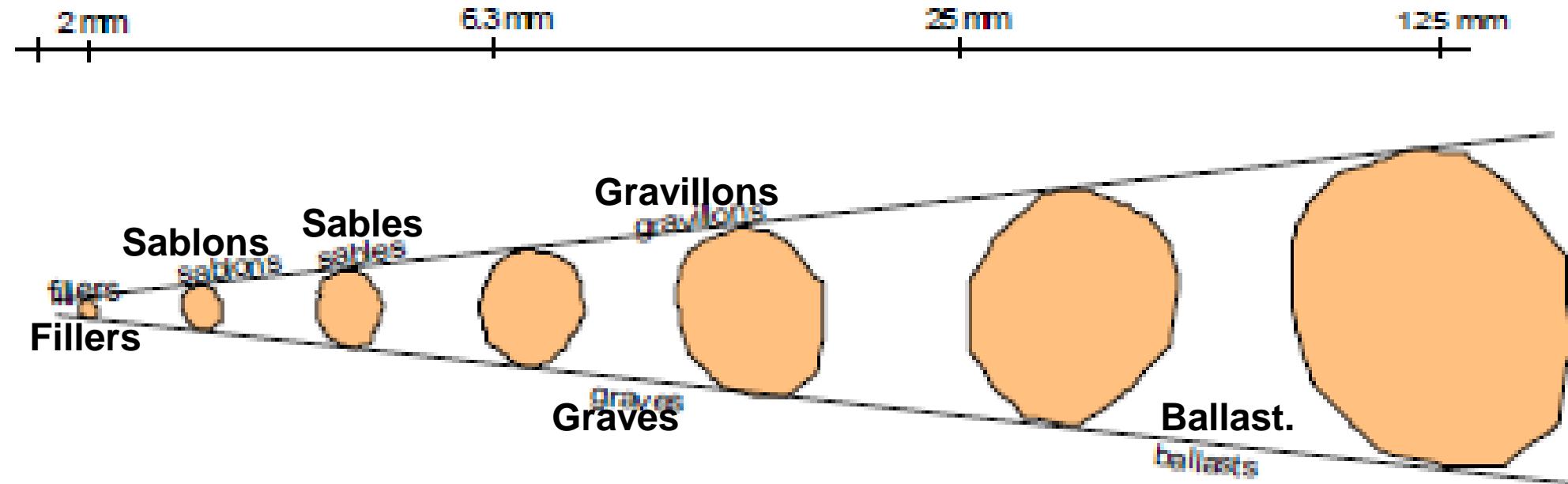
Le granulat étant un matériau lourd, le coût de transport est relativement élevé par rapport à sa propre valeur. Les sites de production sont donc naturellement implantés à proximité des lieux de consommation.

LES GRANULATS (AGGREGATES)

Les granulats sont composé d'une combinaison de grains minéraux qui, en fonction de leur taille, sont classés dans l'une des six catégories (Fillers ,Sablons, Sables,Graves ,Gravillons , Ballast.). Leur nature, leur forme et leurs caractéristiques varient selon les gisements et les techniques de production.



LES GRANULATS (AGGREGATES)



LES GRANULATS (AGGREGATES)

APPELLATION	Dimension de la maille des tamis en (mm)
Pierres cassées et cailloux	Gros
	Moyens
	Petits
Gravillons	Gros
	Moyens
	Petits
Sable	Gros
	Moyens
	Petits
Fines, farines et fillers	inférieur à 0,08

LES GRANULATS (AGGREGATES)

variété de granulats

La diversité géologique du sous-sol permet d'obtenir, à partir de roches très différentes, une grande variété de granulats. On distingue les principales roches suivantes :

- . alluvions glaciaires
- . sables et graviers alluvionnaires fluviatiles

LES GRANULATS (AGGREGATES)

variété de granulats

- roches volcaniques récentes
- alluvions marines
- couches de sables ou de sablons
- roches sédimentaires consolidées
- roches métamorphiques

LES GRANULATS (AGGREGATES)

variété de granulats

- roches volcaniques récentes
- alluvions marines
- couches de sables ou de sablons
- roches sédimentaires consolidées
- roches métamorphiques

LES GRANULATS (AGGREGATES)

Un granulat, en fonction de sa nature et de son origine, peut-être :

Naturel : d'origine minérale, issus de roches meubles (alluvions fluviales ou marines) ou de roches massives (roches éruptives, calcaires, métamorphiques...) , n'ayant subi aucune transformation autre que mécanique (tels que concassage, broyage, criblage, lavage).

LES GRANULATS (AGGREGATES)

Artificiel : d'origine minérale résultant d'un procédé industriel comprenant par exemple des transformations thermiques : sous-produits industriels, granulats réfractaires

Recyclé : obtenu par traitement d'une matière inorganique utilisée précédemment dans la construction, tels que des bétons de démolition de bâtiments ou des structures de chaussées.

LES GRANULATS (AGGREGATES)

Granulats naturels

Diverses roches

Les granulats naturels sont issus de diverses roches :

- **Roches magmatiques ou éruptives** : elles proviennent du refroidissement d'un magma préalablement fondu. Parmi les roches éruptives, on distingue :

les roches volcaniques qui naissent par solidification de coulées de lave : basaltes, andésites, rhyolites ; les roches plutoniques : granites, diorites, syénites, gabbros...

LES GRANULATS (AGGREGATES)

Granulats naturels

Diverses roches

- **Roches sédimentaires** : elles se forment à la surface de la terre par accumulation de sédiments. Elles résultent de l'érosion des roches éruptives ou des dépôts de sédiments marins. On les rencontre souvent sous la forme de roches meubles telles que les alluvions siliceuses, silico-calcaires ou calcaires. On distingue les roches sédimentaires : silicatées : grès, grès quartzites, silex, chailles, sédiments glaciaires... carbonatées : calcaires, dolomies...

LES GRANULATS (AGGREGATES)

Granulats naturels

Diverses roches

- **Roches métamorphiques** : elles se sont produites suite à des phénomènes tectoniques. Elles proviennent de la transformation des roches éruptives ou sédimentaires, sous l'action de la température, de la pression ou de l'apport de substances chimiques : quartzites, gneiss, schistes, micaschistes, marbres... Elles affleurent plus particulièrement dans les massifs montagneux anciens.

LES GRANULATS (AGGREGATES)

Granulats naturels

Catégories de granulats naturels

On classe les granulats naturels en deux catégories :

- Les **granulats alluvionnaires ou de roches meubles**, dits roulés, dont la forme arrondie a été acquise par l'érosion. Ces granulats sont lavés pour éliminer les particules argileuses (nuisibles à la résistance du béton) et criblés pour obtenir différentes classes granulaires. Ils sont exploités dans les cours d'eau ou à proximité ou sur des fonds marins peu profonds. L'extraction est réalisée donc en fonction du gisement, de la hauteur du cours d'eau ou de la nappe phréatique à sec ou dans l'eau

LES GRANULATS (AGGREGATES)

Granulats naturels

Catégories de granulats naturels

- Les **granulats de roches massives** sont obtenus par abattage et concassage, ce qui leur donne des formes angulaires. Une phase de précriblage est indispensable à l'obtention de granulats propres. Différentes phases de concassage aboutissent à l'obtention des classes granulaires souhaitées.

LES GRANULATS (AGGREGATES)

Granulats naturels

Catégories de granulats naturels

Les granulats concassés présentent des caractéristiques qui

dépendent d'un grand nombre de paramètres :

- origine de la roche,
- régularité du banc,
- degré de concassage.

LES GRANULATS (AGGREGATES)

Granulats naturels

LA PRODUCTION - ELABORATION DES GRANULATS

La production des granulats nécessite deux principaux types d'opérations : l'extraction et le traitement.

- . **L'extraction** s'effectue dans des carrières qui utilisent des techniques différentes selon qu'il s'agit de roches massives ou de granulats alluvionnaires meubles, soit à sec, soit en milieu hydraulique.

LES GRANULATS (AGGREGATES)

Granulats naturels

LA PRODUCTION - ELABORATION DES GRANULATS

- . **Le traitement** est réalisé dans des installations de traitement généralement situées sur le site de la carrière. Parfois les installations peuvent se situer à un endroit différent du site d'extraction. Dans tous les cas, on retrouve les cinq mêmes principales étapes de production :

LES GRANULATS (AGGREGATES)

Granulats naturels

LA PRODUCTION - ELABORATION DES GRANULATS

- décapage des niveaux non exploitables,
- extraction des matériaux,
- transfert sur les lieux de traitement,
- traitement des granulats pour obtenir les produits finis,
- remise en état du site exploité.

LES GRANULATS (AGGREGATES)

Granulats naturels

LA PRODUCTION - ELABORATION DES GRANULATS

- Le décapage (découverte) : Découvrir, c'est retirer les terrains situés au dessus des niveaux à exploiter :
 - terre végétale,
 - roches plus ou moins altérées,
 - niveaux stériles.

LES GRANULATS (AGGREGATES)

Granulats naturels

LA PRODUCTION - ELABORATION DES GRANULATS

Les matériaux de découverte, terres végétales et matériaux stériles, doivent être stockés indépendamment de façon à pouvoir être réutilisés lors du réaménagement de la carrière, sans pour autant gêner les différentes phases de l'exploitation. La prise en compte de la quantité des terrains à découvrir importe dans l'étude d'un gisement. Une découverte jugée trop importante peut éventuellement amener à renoncer à l'ouverture d'une exploitation.

LES GRANULATS (AGGREGATES)

Granulats naturels

LA PRODUCTION - ELABORATION DES GRANULATS



LES GRANULATS (AGGREGATES)

Granulats naturels

LA PRODUCTION - ELABORATION DES GRANULATS

L'extraction en terrain meuble :

. En site terrestre (milieu sec) :

Quand le gisement de granulats alluvionnaires se situe au-dessus du niveau d'eau (nappe phréatique, eau de la rivière...), on exploite directement les matériaux avec les engins traditionnels des travaux publics tels que des pelles ou des chargeuses (bulldozers munis d'un large godet basculant).

LES GRANULATS (AGGREGATES)

Granulats naturels

LA PRODUCTION - ELABORATION DES GRANULATS

L'extraction en terrain meuble :

- . En site terrestre (milieu sec) :

L'extraction peut avoir lieu en fouille (par le haut) ou en butte (par le bas) avec une progression latérale du front de taille.

LES GRANULATS (AGGREGATES)

Granulats naturels

LA PRODUCTION - ELABORATION DES GRANULATS

L'extraction en terrain meuble :

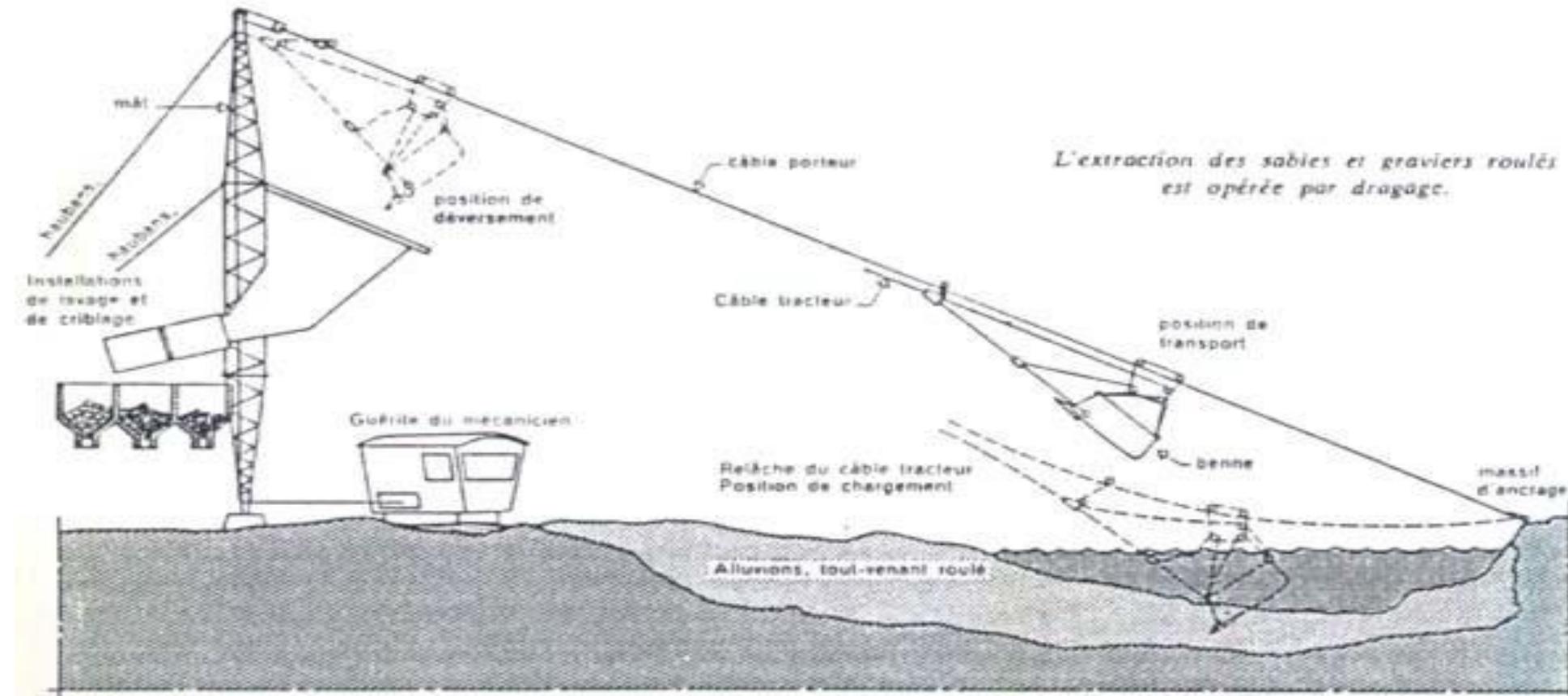
En site immergé (milieu hydraulique) :

L'extraction peut être réalisée par des engins flottants : drague à godets, à grappin ou drague suceuse. Dans le cas de site immergé peu profond, l'exploitation pourra avoir lieu depuis la rive avec des pelles à câble équipées en draglines, des pelles hydrauliques ou des excavateurs à godets. Le dragage ramène à la surface le 'tout' qui est ensuite chargé sur bateaux, sur camions ou sur bandes transporteuses en bord de rive.

LES GRANULATS (AGGREGATES)

Granulats naturels

LA PRODUCTION - ELABORATION DES GRANULATS



LES GRANULATS (AGGREGATES)

Granulats naturels

LA PRODUCTION - ELABORATION DES GRANULATS

L'extraction des roches massives :

- . Dans ce type de gisement compact, l'extraction des roches nécessite l'emploi des explosifs. Les tirs de mines provoquent l'abattage d'une grande quantité de matériaux éclatés. Les éclats de roche (éléments généralement de plusieurs décimètres) sont ensuite chargés et transportés au centre de traitement.

LES GRANULATS (AGGREGATES)

Granulats naturels

LA PRODUCTION - ELABORATION DES GRANULATS

L'extraction des roches massives :



LES GRANULATS (AGGREGATES)

Granulats naturels

LA PRODUCTION - ELABORATION DES GRANULATS

Le transfert vers les installations de traitement

La manutention des matériaux entre le lieu d'extraction et le centre de traitement (le plus rapproché possible) s'effectue soit en continu, soit en discontinu :

Manutention continue par transporteurs à bandes. On modifie la position des unités de bandes transporteuses en fonction de la progression de l'exploitation.

LES GRANULATS (AGGREGATES)

Granulats naturels

LA PRODUCTION - ELABORATION DES GRANULATS

Le transfert vers les installations de traitement

Dans le cas d'extraction en milieu hydraulique, on peut parfois utiliser un système de tuyauteries ou de bandes transporteuses flottantes entre la drague et la berge.

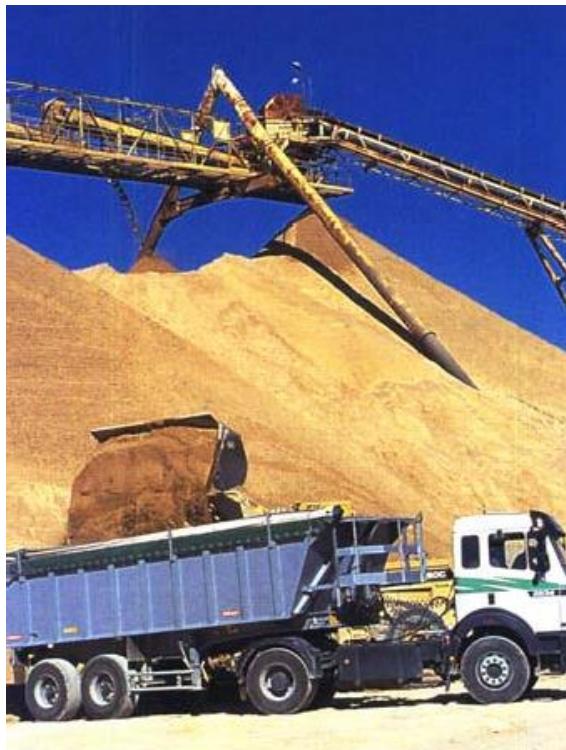
Manutention discontinue par camions et dumpers pour les extractions terrestres, bateaux ou berges dans le cas d'exploitations immergées assez loin des rives

LES GRANULATS (AGGREGATES)

Granulats naturels

LA PRODUCTION - ELABORATION DES GRANULATS

Le transfert vers les installations de traitement



LES GRANULATS (AGGREGATES)

Granulats naturels

LA PRODUCTION - ELABORATION DES GRANULATS

Le concassage :

Les phases de concassage s'effectuent dans des concasseurs qui permettent de réduire, de façon successive, la taille des éléments. Il existe différents types de concasseurs :

- concasseurs à mâchoires,
- concasseurs à percussion,
- concasseurs à projection centrifuge,
- concasseurs giratoires.

La fabrication de granulats à partir de roches massives nécessite toujours plusieurs opérations de concassage. Dans le cas de granulats alluvionnaires, le concassage ne s'effectue que sur les plus gros éléments (galets, gros graviers) ou dans des cas particuliers.

LES GRANULATS (AGGREGATES)

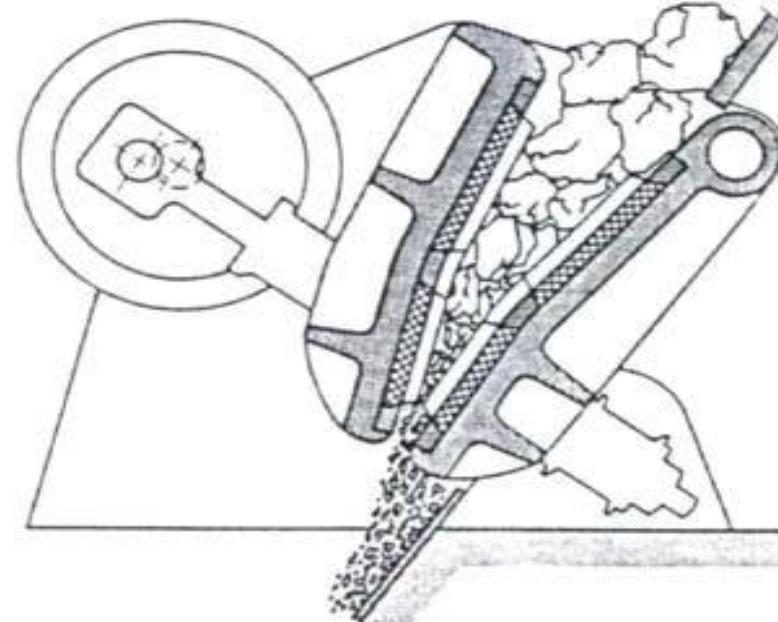
Granulats naturels

LA PRODUCTION - ELABORATION DES GRANULATS

Le concassage :



Concasseur à mâchoires, à simple effet.



LES GRANULATS (AGGREGATES)

Granulats naturels

LA PRODUCTION - ELABORATION DES GRANULATS

Le criblage :

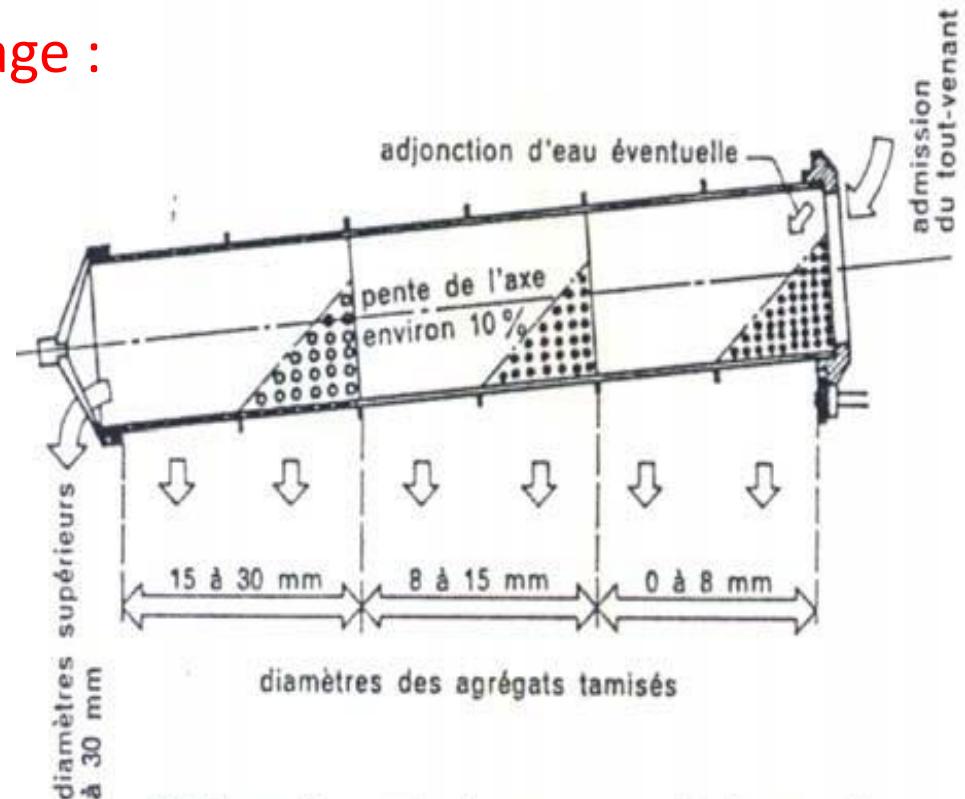
Les opérations de criblage ou de tamisage permettent de sélectionner les grains, le crible ne laissant passer dans ses mailles que les éléments inférieurs à une certaine taille. On peut ainsi, par une succession de criblages, trier les grains et obtenir des granulats de tous les calibres possibles : soit correspondant à une dimension précise (granulométrie), exemple : sable de 3 mm soit entrant dans une fourchette définie, exemple: $10 \text{ mm} < \text{granulats} < 20 \text{ mm}$.

LES GRANULATS (AGGREGATES)

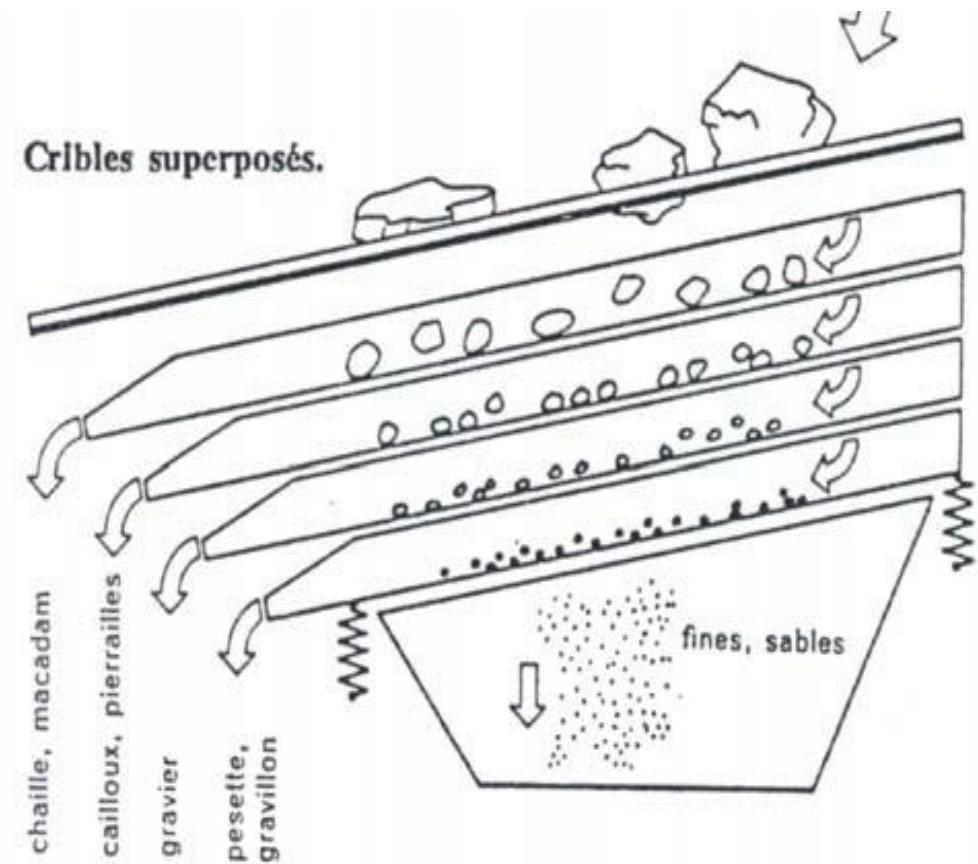
Granulats naturels

LA PRODUCTION - ELABORATION DES GRANULATS

Le criblage :



Criblage des agrégats au moyen du trommel.



LES GRANULATS (AGGREGATES)

Granulats naturels

LA PRODUCTION - ELABORATION DES GRANULATS

Le lavage :

Débourber, laver ou dépoussiérer permet d'obtenir des granulats propres. La propreté des granulats est une nécessité industrielle. La présence de boues, d'argiles ou de poussières mélangées aux matériaux ou enrobant les grains, empêche leur adhérence avec les liants (ciment, chaux, laitier ou bitume), ce qui interdit alors leur utilisation. Dans tous les cas, les eaux de lavage sont ensuite décantées dans des bassins spéciaux, de façon à resservir ou à être restituées propres à la rivière ou au lac. Les opérations de criblage et de lavage sont souvent réalisées conjointement, une rampe de jets d'eau étant disposée au-dessus du crible

LES GRANULATS (AGGREGATES)

Granulats naturels

LA PRODUCTION - ELABORATION DES GRANULATS

Le lavage :



LES GRANULATS (AGGREGATES)

Granulats naturels

LA PRODUCTION - ELABORATION DES GRANULATS

Stockage et livraison

En fin de traitement, on obtient des produits de qualité répondant à des critères bien précis :

- nature des granulats: calcaire, silice, éruptif,... dépendant du gisement,
- forme des grains : anguleux, arrondis,
- granulométrie précise ou fourchette granulométrique (coupe).