

TP1 : Concassage

I. But du travail :

- ✓ Exécuter le procédé de concassage des matériaux granulaires.
- ✓ Apprendre la construction d'un concasseur, son principe de fonctionnement et son réglage.

II. Aperçu théorique

Le concassage c'est l'opération de réduction du tout-venant extrait de la mine ou de la carrière jusqu'à une dimension de l'ordre du centimètre (on appelle "granulation" quand la taille des particules produites est de l'ordre de 5 mm). Pour chaque opération, l'appareil correspondant peut-être défini à partir de cinq paramètres principaux :

- ✓ La capacité d'admission qui fixe la dimension des plus gros blocs admissibles caractérisée par la longueur, la largeur et l'épaisseur.
- ✓ Le rapport optimal de réduction, établi à partir du rapport des dimensions de la maille carrée des cribles à travers lesquels passent 85 ou 80 % des produits à l'entrée de l'appareil et 85 ou 80% des produits de sortie de l'appareil.
- ✓ La distribution granulométrique des produits à la sortie.
- ✓ Le coefficient de forme moyen des fragments obtenus
- ✓ Le cout de maintenance (robustesse, usure, durée de vie, etc.)

Les procédés de destruction des morceaux seffectuent par écrasement, choc, clivage, trituration, cassure, etc. En fonction des procédés de concassage et des particularités constructives, on distingue les concasseurs à mâchoires, giratoire, à cône, à cylindres, à marteau ect.

Selon les dimensions maximales des morceaux à concasser, on distingue les stades de concassage suivant:

- ✓ Concassage primaire assure la réduction des gros blocs de 1000 mm jusqu'à des dimensions comprises entre 100 et 300 mm
- ✓ Concassage secondaire assure la réduction jusqu'à des dimensions comprises entre 100 et 25 mm
- ✓ Concassage tertiaire assure la réduction jusqu'à des calibres de 10 à 25mm

III. Équipements et matériaux

- Concasseur de laboratoire;
- Règle métallique
- Chronomètre ;
- Tamis aux ouvertures de 5, 4, 2, 1, 0,5 mm
- Balance technique
- Echantillon de matériau à la grosseur de 5 à 20 mm;
- Air comprimé (l'aspirateur peut aussi être utilisé pour nettoyage).

IV. Exécution de l'essai:

1. Mesurer les principaux paramètres du concasseur et établir sa fiche technique sous forme du tableau 1.
2. Préparer un échantillon de 1 Kg ayant une grosseur de -20 + 5 mm
3. Séparer l'échantillon par classes de grosseurs suivantes: -5+4, -4+2, -2+1, -1+0,5mm et déterminer le diamètre moyen de l'échantillon D_m .
4. Etablir la fente de déchargement du concasseur égale à 5 mm,
5. Mettre en marche le concasseur et charger le par échantillon bien mélangé.
6. Fixer le temps de concassage à l'aide du chronomètre.
7. Déterminer le diamètre moyen de l'échantillon concassé et le rendement du concasseur, t/h.
8. Calculer le degré de concassage.
9. Les résultats des expériences sont portés sur le tableau 2.

V. Traitement des résultats :

D'après les morceaux maximale $i = D_{max} / d_{max}$

Le diamètre moyen de l'échantillon avant et après concassage est calculé par les expressions suivantes :

D'après les morceaux moyenne $i = D_{moy} / d_{moy}$

Avant concassage

$$D_{moy} = \sum Y_i D_i / 100$$

Après concassage

$$d_{moy} = \sum Y_i d_i / 100$$

Tableau 1. Les caractéristiques techniques du concasseur

paramètres	Valeurs
Dimension maximale du morceau à l'alimentation (mm)	
Largeur d'ouvertures de déchargement nominale (mm)	
Limite de réglage (mm)	
Cours de la mâchoire (mm)	
Poids (kg)	
Puissance du moteur (kW)	

Tableau 2. Résultats des expériences

Avant concassage				
Dimension maximale de l'échantillon (mm) $D_m =$				
Tamis (mm)	Masse (g)	Le rendement γ_i (%)	Diamètre moyen D (mm)	
5				
4				
2				
1				
0,5				
<0,5				
Total				
Après concassage				
Dimension maximale de l'échantillon (mm) $D_m =$				
Temps de concassage (s) $t =$				
Tamis (mm)	Masse (g)	Le rendement γ_i (%)	Diamètre moyen D (mm)	Capacité (t/h)
5				
4				
2				
1				
0,5				
<0,5				
Total				

TP2 : BROYAGE DES SOLIDES

I-But du travail:

- ✓ Etudier le procédé de broyage.
- ✓ Apprendre la construction d'un broyeur planétaire à billes de laboratoire.

II -Aperçu théorique:

La différence entre le concassage et le broyage consiste en la finesse de la destruction. Si la finesse du concassage atteint 5 mm, celle du broyage atteint 0,074 mm et même plus. Selon la dimension maximale des grains à broyer, on distingue les stades de broyage suivants:

- Broyage préalable de 5 à 1 mm
- Broyage fin et ultra fin qui consiste pour le premier à obtenir des produits inférieurs à 500 µm et pour le second, inférieur à quelques dizaines de micromètres.

La destruction des matériaux au broyage se produit par voie d'écrasement, de choc de clivage, de trituration, et dans certains cas, de cassure. Le mode de destruction dépend de la particularité constructive des broyeurs et de leurs régimes de travail. Le caractère de la destruction des grains dans des broyeurs à tambour reflète largement les modes de destruction cités. Selon la vitesse de rotation du tambour, on distingue trois régimes de travail de broyeur

- Mouvement en cascade (si elle glisse) $V=0.5$ à $0.7 V_{cr}$
- Mouvement en cataracte (si elle tombe) $V=0.8$ à $0.9 V_{cr}$
- Mélange

V: Vitesse de rotation du tambour

V_{cr} : Vitesse de rotation critique

Cette vitesse dépend du diamètre de tambour. Démontrer que la vitesse de rotation critique peut s'écrire sous forme :

$$V_c = \frac{42,3}{\sqrt{D}} \text{ tours/min}$$

Il est évident que les modes de destruction de la matière par voie de choc et clivage prédominent au régime de travail cascade, les modes par voie de trituration et écrasement au régime cataracte.

III. Broyeur planétaire à billes de laboratoire :

Il est utilisé pour :

- Le broyage rapide discontinu en milieu sec ou liquide d'échantillon à très fine granulométrie ou finesse colloïdale ;
- Le mélange, l'homogénéisation, l'émulsion et la dispersion.

Parmi les avantages, on a un broyage rapide, ultra fin, sans perte, universel, rationnel, reproductible, sécurité de fonctionnement,

Par rapport au broyeur à billes à gravité ou centrifuge, les billes d'un broyeur planétaire possèdent une énergie de loin supérieure, car les substances à broyer et les billes quittent la paroi intérieure de la jarre et l'accélération centrifuge effective atteint près de 12g, l'accélération terrestre.

On obtient donc avec le broyeur planétaire une très grande efficacité de broyage et pour des temps de broyage proportionnellement courts.

La force centrifuge du plateau -porteur et le sens de rotation inverse des jarres influent sur la répartition du contenu dans le même sens, puis en sens inverse, provoquant un roulement des billes contre la paroi interne, suivi d'une projection des billes et de la substance dans la jarre.

Le broyage s'effectue donc par choc et par friction.

IV. Matériels nécessaires:

Broyeur planétaire à billes de laboratoire,

Une série de tamis.

Une balance.

Un pied à coulisse.

Un pinceau à poiles douces.

Un récipient.

Trois Verre de montre pour chaque échantillon.

V- Essais:

1- Mesurer les principaux paramètres du broyeur planétaire. Indiquer les caractéristiques de ce dernier dans le tableau suivant:

Paramètres	Valeurs
Diamètre des billes (mm)	
Volume de la jarre (Cm ²)	
Diamètre de la jarre (mm)	
Poids de la bille(g)	
Vitesse de rotation (tr/mn)	
Puissance du moteur (W)	

2- préparer un échantillon de 300 g dont 100 g destinés à chacune des deux jarres.

L'échantillon peut éventuellement être préparé pour une granulométrie 0-2 mm.

3- faites un tamisage préalable de l'échantillon sur une série de tamis qu'est composé de 2 ; 1 ; 0,5 ; 0,25 mm.

4-Déterminer la masse pondérale de chaque fraction.

Remarque

Deux voies peuvent être utilisées: la voie sèche et la voie humide.

4-peser l'échantillon et verser 100 g dans chacune des deux jarres (Q1 et Q2) ainsi que les billes correspondantes. Garder les 100 g restant (Q3).

5- placer les jarres sur le plateau, bien les fixer. Régler le temps à 5 minutes et la vitesse 100 tr/mn, l'appareil est mis en marche sur avis de l'enseignant.

6- Après 5 minutes, l'appareil s'arrête, desserrer et enlever une seule jarre. Verser les 100 g ainsi que les billes dans la série de tamis préalablement préparée. Effectuer le tamisage et déterminer la masse pondérale de chaque fraction. En cas d'humidité, faites un séchage de l'ensemble des tamis- matière dans l'étuve.

7- la jarre vide sans bille est remise dans l'appareil. Faites tourner le broyeur jusqu' à atteindre le deuxième temps qu'est de 10 minutes.

8- enlever la jarre avec les 100 g et effectuer les mêmes opérations que le point 6.

9- placer les 100 g restant Q3 dans une jarre, la deuxième jarre reste vide et sans billes. Broyer pendant 15 minutes et exécuté les mêmes opérations que le point 6.

10- préparer deux autres échantillons de 100 g Q4 et Q5 pour étudier l'influence de la vitesse de rotation sur le degré de broyage pour un temps de broyage constant de 10 mn.

11- Après 10 minutes avec une vitesse de 50 tr/mn, l'appareil s'arrête, desserrer et enlever une seule jarre. Verser les 100 g ainsi que les billes dans la série de tamis préalablement préparée. Effectuer le tamisage et déterminer la masse pondérale de chaque fraction.

12- faire les mêmes opérations du point 11 pour une vitesse de rotation de 150 tr/mn.

13- porter vos résultats sur les tableaux, les commenter et les représenter sous forme graphique.

Tableaux des résultats :

Tableau 1: La vitesse est constante ($V_{br}=100$ tr/mn), le temps varie.

Temps (mn)	Masse (g)				
	d1=2mm	d2=1mm	d3=0,5	d4=0,25	d5<0,25mm
t1=0					
t2=5					
t3=10					
t4=15					

Tableau 2: Le temps reste constant, ($t_{br}=10$ mn), la vitesse varie.

Vitesse tr/mn	Masse (g)				
	d1=2mm	d2=1mm	d3=0,5	d4=0,25	d5<0,25mm
V1=0					
V2=50					
V3=100					

TP3 : ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE D'UN ÉCHANTILLON PAR TAMISAGE

I. BUT DU TRAVAIL:

L'analyse granulométrique sert à la détermination distribution pondérale des particules d'un matériau selon leurs dimensions. Le tamisage est l'une des méthodes d'analyse granulométrique. Il permet de séparer le matériau en fractions granulaires définies par le côté de la maille carrée du tamis, jusqu'à une limite inférieure de 40 µm.

On appelle refus sur un tamis le matériau qui est retenu, et tamisât (passant) le matériau qui passe. Le poids des différents des différents refus sont cumulés et rapportés au poids initial du matériau; les pourcentages obtenus sont reportés sur un graphique semi- logarithmique.

II. PRINCIPE DE L'ESSAI

L'essai consiste à classer les différents grains constituants l'échantillon en utilisant une série de tamis, emboîtés les uns sur les autres, dont les dimensions des ouvertures sont décroissantes du haut vers le bas. Le matériau étudié est placé en partie supérieure des tamis et les classements des grains s'obtiennent par vibration de la colonne de tamis.

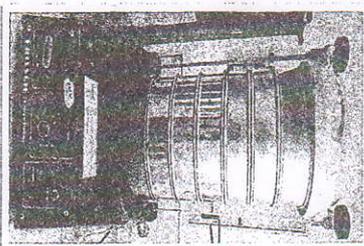


Figure 1 : Tamiseuse de laboratoire type Frisch

III. APPAREILLAGE SPECIFIQUE

- Série de tamis: 2; 1 ; 0, 5 ; 0,125 ; 0,063 munie d'un fond;
- Vibro- tamis (tamiseuse)
- Pinceaux à poils doux.
- une balance dont la portée limite est compatible avec la masse totale de l'échantillon

IV. DESCRIPTION DE L'ESSAI

1. Prendre un échantillon soigneusement homogénéisé et de poids déterminé (500 g pour l'essai);
2. Mettre l'échantillon sur le tamis supérieur après la mise en place des différents tamis (à diamètre de la maille décroissant) sur la tamiseuse;
3. Mettre en marche le secoueur avec une amplitude de vibration et une durée de tamisage fixée. (Selon les besoins de l'essai), le temps de tamisage est égale à 15 min avec une amplitude de vibration = 60 ;
- 4-Après l'arrêt du secoueur mécanique, peser les restes d'échantillon sur chaque tamis et le fond avec une précision de 0.01g ;
- 5-Faire la somme de tous les restes (refus cumulés) et comparer avec le poids initial de l'échantillon. La différence ne doit pas dépasser 0.5%, si cette condition n'est pas vérifiée, il faut refaire l'analyse ;
- 6-Les résultats d'expérience sont présentés sous forme de tableaux et sous forme de courbe.

V. PRESENTATION DES RESULTATS

Les pourcentages des passants cumulés ou ceux des refus cumulés peuvent être présentés soit sous forme de tableau (exploitation statistique), soit le plus souvent sous forme de courbe.

- 1-Compléter le tableau sous dessous ;
- 2-Tracer les courbes granulométriques de l'échantillon (refus cumulés et passants cumulés), conclure;
- 3-Déterminer les caractéristiques de la granulométrie de l'échantillon à 15min de tamisage.

Tranches granulométriques mm	Masse (g)	Pourcentage massique (%)	Rendement des refus cumulés en (%)	Rendement des tamisât (%)
1				
0,5				
0,25				
0,125				
0,063				
<0,063				
total				