

TP
Efficacité du crible
MASTER 1 Exp 2020

1 - DÉFINITIONS

Le produit alimentant un crible constitue le tout-venant : le criblage permet de séparer le tout-venant en passant (ou tamisât) et en refus. Le débit d'un crible (ou la capacité de criblage) correspond à la quantité horaire massique que peut recevoir cet appareil pour une efficacité de criblage déterminée.

La granularité désigne l'ensemble des caractéristiques définissant l'état granulaire d'un produit, avec :

- la granulométrie, mesure des dimensions des grains et de leur répartition ;
- la longueur d'un grain, plus grande dimension, et son épaisseur, distance entre deux plans parallèles dans laquelle peut passer ce grain ;
- la grosseur du grain, mesurée par l'ouverture de la plus petite maille, ou le diamètre de la plus petite perforation, à travers laquelle ce grain peut passer ;
- le coefficient volumétrique, rapport entre le volume d'un grain et celui de la sphère de diamètre égal à la longueur de ce grain ;
- la forme et les coefficients de forme d'un grain, déterminés par des relations qui existent (mais ne sont pas normalisées) entre ses diverses dimensions, telles que longueur/grosseur et grosseur/épaisseur donnant respectivement le coefficient d'allongement et le facteur de forme.

Les courbes granulométriques représentatives de l'analyse granulométrique d'un échantillon sont généralement établies en portant en abscisse la dimension des coupures successives et en ordonnée le pourcentage cumulé de refus (ou de passant) aux dites coupures.

La surface entre deux courbes granulométriques plus ou moins rapprochées est désignée par le terme fuseau. On représente ainsi la tolérance acceptée pour la préparation d'un produit commercialisé.

Le **module de finesse**, utilisé dans la définition des sables pour la construction, s'obtient en divisant par 100 la somme des pourcentages cumulés de refus aux tamis de la série ASTM : 8-16-30-50-100 et 140 mesh (pas ou mailles par pouce linéaire), soit 2,23-1,19-0,595-0,297-0,149-0,105 mm d'ouverture.

2-SURFACES CRIBLANTES

TP
Efficacité du crible
MASTER 1 Exp 2020

2.1 Types de surfaces

Selon les produits traités, deux types essentiels de surfaces criblantes garnissent les tamis vibrants. Le premier possède trois formes très classiques en acier :

- les tôles perforées ;
- les grilles métalliques ;
- les tissus métalliques.

Le deuxième type reprend les trois formes, mais fabriqué en matière synthétique, armée ou non : caoutchouc et (ou) polyuréthane et (ou) nylon.

Les tissus synthétiques sont peu ou pas utilisés, sauf en minoterie.

2.1.1 Tôles perforées

Elles sont utilisées dans de nombreuses installations, en particulier pour le criblage des produits lourds et de granulométrie supérieure à 70 mm. On peut distinguer :

- les **tôles planes sans crochet**, livrées avec des trous permettant une fixation aisée, leur changement s'effectuant sans perte de temps ;
- les **tôles planes avec des crochets de tension** pouvant faire corps avec la tôle ou être rapportés par soudure si les tôles ont plus de 5 mm d'épaisseur ;
- les **tôles avec crochets et chapes de renfort** pour les tôles d'épaisseur inférieure à 2 mm ;
- les **tôles pour trommels** qui habillent la carcasse (armature) en 1 à 8 éléments sur la circonférence.

Les aciers sont en diverses nuances depuis l'acier doux (E 24-2) jusqu'aux aciers spéciaux tels que les aciers A 70, Z 120 M 12, 20 CMD 5, 32 MS 8, 18 MCD 6, etc.

2.1.2 Grilles métalliques

On utilise généralement, pour les granulométries comprises entre 1 et 70 mm, des grilles tissées.

3. PARAMÈTRES DU CRIBLAGE

3.1 Stratification

Du fait de la vibration de la surface criblante, le lit de matériau se comporte plus ou moins comme un lit fluidisé : les particules les plus grosses se retrouvent dans la partie la plus haute, tandis que

TP
Efficacité du crible
MASTER 1 Exp 2020

les plus fines passent à travers les interstices et se concentrent dans la partie la plus basse du lit. Ce phénomène de différenciation se nomme stratification.

Sans stratification de la matière, la séparation n'est pas envisageable [4] [5]. Il est à noter qu'il existe une épaisseur optimale du lit de matière pour que la stratification intervienne dans les meilleures conditions : un lit trop fin (figure 2a) entraîne une réduction de l'efficacité, tandis qu'un lit trop épais provoque l'altération de la stratification, amortit le mouvement du lit et diminue la précision de la coupure.

Après stratification, les particules les plus fines peuvent traverser la surface, les grosses venant alors obturer les orifices du crible. Il faut donc que, par rebonds successifs, toutes les particules de taille inférieure aux ouvertures aient eu la possibilité de se présenter en face d'un trou. Il peut arriver le plus que :

- plusieurs particules se présentent simultanément devant le même orifice, se gênent et ne puissent le traverser ;
- des particules fines obturent progressivement les ouvertures par suite de l'humidité (colmatage) et empêchent tout criblage ultérieur [7] ;
- la fraction granulométrique critique (fraction des grains dont la dimension est comprise entre 0,70 et 1,5 fois l'ouverture) soit très importante, réduisant considérablement la capacité du crible, etc.

4. PRINCIPAUX TYPES D'APPAREIL

De toutes les opérations unitaires de traitement des minerais, le criblage est la plus universelle. Les applications se répartissent du tri de très gros blocs (scalpage) jusqu'aux classifications les plus fines (jusqu'à 40 ou 50 μm). Pour la classification fine, il y a superposition des moyens de classement par tamisage et par appareils hydrauliques. Les Travaux Publics de France ont édité [13] ainsi un répertoire recensant les divers appareillages les plus courants disponibles sur le marché française du *génie civil*.

4.1 Grilles et cribles statiques

- **Grilles planes inclinées**

Le premier type de grilles statiques rencontré par le matériau brut dans toutes les installations est habituellement un scalpeur ou *grizzly*. C'était au départ un ensemble de barres ou de rails fixes longitudinaux et / ou transversaux. Actuellement, ces grilles (figure 5) peuvent être en une seule pièce ou placées en cascade et plus ou moins inclinées.

TP
Efficacité du crible
MASTER 1 Exp 2020

Cet équipement permet de classer sans problème majeur et sans énergie les matériaux de 100 à 1 000 mm. Monté en deux heures, il consiste en un cadre sur roues recevant une grille mobile composée de barreaux et actionnée directement par l'engin de chargement *via* un système de levier, câbles et poulies. Le calibrage des blocs, ajustable de 25 en 25 mm en réglant l'écartement des barreaux, s'effectue par gravitation de la façon suivante : le contenu du godet de la chargeuse ou de la pelle est déversé sur les barreaux légèrement inclinés à 5° ; l'engin, conservant son godet en position *décharge*, abat un levier en reculant ; la grille est propulsée vers l'extérieur du cadre, les blocs refusés chutent, un barreau sur deux s'élève et libère les matériaux coincés.

- **Grilles planes à barreaux transversaux**

Ce sont des grilles formées par un assemblage de barreaux parallèles placés perpendiculairement à l'écoulement des produits, de pente normalement supérieure ou égale à 45° .

5. CRITÈRES DE CHOIX D'UN CRIBLE

Cependant, non seulement le nombre de modèles de cribles a fortement augmenté, mais aussi la croissance continue de la taille des installations a entraîné une augmentation de la taille, et surtout de la largeur des cribles. Faire le bon choix n'est pas une chose aisée.

5.1 Constructeur

Le choix d'un crible se fait selon l'aptitude du constructeur :

- à fournir le(s) type(s) de crible adapté(s) au problème ;
- à fournir la taille requise (surtout dans les cas d'applications utilisant des très grandes tailles que certains constructeurs ne peuvent pas livrer) ;
- à adapter le modèle pour le client, bien que des modifications puissent le compliquer et le faire sortir des gammes classiques ;
- à faire profiter le client de son habileté et de son savoir-faire pour le choix du modèle envisagé, fournir de bonnes prédictions des performances du modèle choisi et bien calculer le dimensionnement du crible pour éviter les phénomènes de résonance parasite ;
- à fabriquer des cribles de résistance intéressante pour minimiser les coûts de maintenance et maximiser la durée de vie et les performances ;

TP
Efficacité du crible
MASTER 1 Exp 2020

- à fournir des pièces de rechange en cas de besoin, de façon que le matériel ne soit pas un mauvais investissement.

Le choix du crible se fait également en fonction des possibilités du fournisseur de donner une garantie de résultat, même si le fournisseur n'est pas le constructeur.

6. APPROCHE SIMPLIFIÉE DE CALCUL D'UN CRIBLE

La méthode généralement admise pour déterminer et sélectionner la surface d'un crible est la méthode dite de **capacité de filtration** qui est basée sur la quantité de matière qui peut passer au travers d'une unité de surface de crible d'ouverture donnée.

La formule de base est la suivante : la surface S du crible nécessaire est égale au rapport du débit traversant le crible (ou capacité de traversée C_t) au débit traversant une unité de surface (capacité unité C_u) corrigée pour le matériau considéré, c'est-à-dire :

$$S = C_t / [C_u K_F]$$

Avec :

K_F : Facteur correctif global.

La **prévision de la valeur de la surface** est obtenue en première approximation par la formule approchée suivante :

$$S = \frac{A - R}{C_u F_r F_e F_s F_f F_h}$$

Avec :

A : débit d'alimentation

R : débit de refus.

où les coefficients F variant en fonction de divers paramètres sont exprimés dans les tableaux 9 à 15. En cas de criblage en circuit fermé, la capacité totale du crible est composée de l'alimentation neuve additionnée du refus recyclé.