

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT MINES ET METALLURGIE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE - المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

S U J E T

Détermination Relative
de la Concassabilité Différents Matériaux

Proposé par :
Mr. DOJCAR

Etudié par :
Mr. NOUMA

Mohamed

Dirigé par :
Mr. DOJCAR

PROMOTION : JANVIER 1986

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

II) EDICACES
--o-o-o--

Je dédie ce modeste travail :

- à mes amis

- et à toute ma famille

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

I-THEORIE DE LA FRAGMENTATION

- I-1. Définition
- I-2. Mécanisme de la fragmentation
- I-3. Lois liant énergie et fragmentation
- I-4. Caractérisation des produits de fragmentation

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

II-LES DIFFERENTES METHOTES CONNUES POUR DETERMINER KDR

- II-1. Méthode faisant apparaître la consommation en énergie
- II-2. Méthode faisant apparaître la capacité
- II-3. Méthode faisant apparaître le temps de concassage
- II-4. Méthode faisant apparaître le rapport de réduction des roches
- II-5. Méthode faisant apparaître l'indice énergétique de BOND.

III-APPAREILLAGE ET MATERIEL UTILISE DANS NOTRE TRAVAIL

- III-1. Généralités sur les propriétés et formes des particules minérales
- III-2. Minerais utilisés
- III-3. Appareillage

IV-MODE OPERATOIRE

- IV-1. Phase de préconcassage
- IV-2. Phase de concassage

V-RESULTATS ET INTERPRETATIONS

- A- Phase de préconcassage
- B- Phase de concassage
- C- Conséquences et interprétations

CONCLUSION

...../.....

INTRODUCTION

Notre travail fait l'objet de l'application de la méthode dite : "rapport de réduction des roches", afin de déterminer la concassabilité relative de divers matériaux, et de ce fait, établir une échelle de classement de quelques matériaux à l'aide de l'indice de concassabilité KDR.

Les différents minerais choisis sont :

- l'hématite (c'est le minerai choisi en tant qu'étalon; KDR = 1)
- le quartz
- le barytine

I-THEORIE DE LA FRAGMENTATION

I-1. Définition

La fragmentation des solides, dans le cadre de l'enrichissement des minerais, est une opération mécanique dont le but est de diviser une masse de minerai en fragments de dimension maximale déterminée, soit de réduire une masse déjà fragmentée en éléments de plus en plus petits.

Ces opérations se font soit pour faciliter le conditionnement du minerai, soit pour une utilisation homogène dans le traitement chimique.

Dans le cas d'un minerai hétérogène, la fragmentation permet de libérer les éléments valorisables de la gangue, ou de réduire une matière minérale donnée à des dimensions dictées par l'utilisation.

Les réactions physico-chimiques et chimiques ont une cinétique, dépendant étroitement de la surface des corps en présence, et de ce fait, de l'état de réduction dans lesquels ils se trouvent.

Dans ce cas, on appellera maille de libération totale, la dimension à laquelle toutes les espèces valorisables sont libérées de la gangue.

Dans la pratique, on ne recherche pas une maille de libération totale de tous les fragments, mais on cherchera à s'orienter vers un juste milieu entre une libération insuffisante et une fragmentation totale. Cette maille dite économique s'intitule "maille de broyage". Elle dépend de certains paramètres, entre autres :

..../....

- la teneur des substances valorisables, il faut que cette teneur puisse se justifier;
- la complexité et la dispersion de la minéralisation;
- la valeur des métaux contenus ou de la substance valorisable contenue;
- l'importance de l'installation de fragmentation.

Le rapport de réduction est le rapport qui existe entre les dimensions des plus gros fragments avant et après la fragmentation.

Cette opération industrielle de fragmentation comporte divers stades, et à chaque stade on éliminera les éléments dont le rapport de réduction est suffisant par une classification.

- Premier stade - ABATTAGE - où il s'agit de détacher à partir d'un gîte compact des fragments plus ou moins volumineux, à l'aide d'explosifs.
- Deuxième stade - DEBITAGE - où il s'agit de réduire de gros blocs en des éléments d'environ 100 mm.
- Troisième stade - CONCASSAGE - comprend une gamme d'action très étendue.

A partir de blocs obtenus dans la phase précédente, le concassage primaire permet de réduire les blocs en fragments compris entre 25 et 100 mm. Le rapport de réduction est quant à lui, compris entre 1 et 4.

Le concassage secondaire reprend ces éléments pour les réduire en nouveaux fragments compris entre 25 et 10 mm.

Le concassage tertiaire permet une réduction en fragments inférieurs à 10mm.

- Quatrième stade - BROYAGE - consiste à réduire les fragments du concassage tertiaire en grains de taille comprise entre 0,4 mm- 7 - 10 mm.
- Broyage fin (Pulvérisation), afférant aux minerais polymétalliques, réduits en grains de taille inférieure à 0,4 mm.

On peut ainsi se rendre à l'évidence que l'opération de fragmentation joue un rôle prépondérant dans le domaine de la valorisation des matières premières minérales, compte tenu de l'importance des installations, que du point de vue dimensions du produit.

I-2. Mécanisme de la fragmentation.

Durant ce siècle, de nombreux travaux en matière de fragmentation ont fait leur apparition. Initialement la base des théories prenait à partie la notion d'énergie et de surface. Actuellement, compte tenu de l'évolution des techniques d'analyse, on fait appel à de nouveaux processus : l'état physique et chimique du solide est l'une des principales variables. Cette variable fait appel à d'autres paramètres (effets moléculaires, effets chimiques liés à la température et au temps).

Durant les opérations de fragmentation, les roches sont soumises à des forces suscitant dans le matériau des contraintes de compression, de traction ou de cisaillement. Ces contraintes conduisent à des déformations et à des ruptures. Les principaux facteurs pétrographiques d'une roche intervenant dans le phénomène de rupture sont :

- degrés d'altération et de fissuration, traduisant la fiabilité de la roche;
- nature des minéraux constitutifs;
- formes et dimensions de ces minéraux constitutifs;
- fissuration intra et intercrystalline (microfissuration);
- hétérogénéité de la roche que l'on veut fragmenter (répartition dans l'espace des minéraux);
- anisotropie (orientations préférentielles des minéraux ou des fissures);

Un des aspects de la mécanique des roches est la détermination des influences de ces paramètres pétrographiques sur le comportement du matériau soumis à des sollicitations mécaniques.

Le premier phénomène étudié par la mécanique des roches est celui des déformations du matériau, soumis à des sollicitations. Pour les roches on peut distinguer plusieurs types de déformation :

- déformation élastique, instantanée, linéaire et réversible;
- déformation différée à caractère viscoélastique;
- déformation plastique permanente;
- déformation de fluage à caractère visqueux ou viscoplastique;

- ajoutons les déformations non élastiques, non linéaires et pratiquement réversibles.

Ces déformations types se produisent généralement en même temps.

La rupture des roches, second phénomène auquel s'attache la mécanique des roches. La rupture a lieu lorsque la déformation atteint une valeur limite. Il existe aussi un grand nombre de types de rupture; les trois plus importantes sont :

- la rupture fragile (ou par clivage ou par séparation) est due à une décohé- sion du matériau sans déformation permanente;
- la rupture de cisaillement se produit suivant les plans de cisaillement; il y a glissement suivant ces plans;
- la rupture par déformation plastique est due à des petits glissements et à des décohésions affectant les grains.

Les roches présentent le plus souvent, dans des conditions ordinaires, un comportement fragile. En matière de rupture fragile, ce sont les pailles (microfissures, contraintes résiduelles) du matériau qui déterminent, par leur importance, leur orientation et leur arrangement, la résistance à la rupture.

Un autre facteur pétrographique important de la rupture, très lié au précédent, concerne la granulométrie du matériau. En fait, c'est la dimension des plus gros cristaux qui semble conditionner la résistance à la rupture.

Considérant l'aspect physique, les paramètres principaux sont :

- la vitesse de mise en contrainte; le comportement fragile du matériau et sa résistance augmentent avec la vitesse d'application;
- la température, le degré de fragilité du matériau et sa résistance augmentent après chute de la température. Certains matériaux, à comportement très plastiques dans les conditions ordinaires, doivent être refroidis afin d'être aisément fragmentés. A cet effet, on utilise des broyeurs réfrigérés par une circulation de saumure froide ou d'azote liquide;
- la triaxialité des contraintes; l'existence d'une contrainte isotrope de compression est défavorable au compartiment fragile du matériau et augmente la résistance de celui-ci.

I-3. Lois liant énergie et fragmentation.

En faisant intervenir l'énergie nécessaire pour réaliser un travail de fragmentation, nous nous pencherons sur cet aspect.

Même en admettant, ce qui n'est pas prouvé, que dans tous les cas, le critère de rupture soit le même (par exemple, atteindre en un point la contrainte de rupture par traction), il est bien évident que le type de sollicitation à laquelle la matière sera soumise par le biais d'un concasseur, tout cela engendrera des déformations élastiques variées. Ces déformations élastiques seront annulées partiellement ou totalement durant chaque fragmentation.

L'énergie élastique, que ces déformations traduisent, pourra partiellement être utilisée pour assurer la propagation de la fissure, cause de la rupture, mais en grande partie celle-ci sera dissipée sous forme d'énergie vibratoire, perdue pour le travail de la fragmentation.

Pour satisfaire les besoins énergétiques d'une fragmentation, il faudra donc fournir une quantité d'énergie plus importante, répondant à diverses sollicitations, entre autres :

- en partie, pour vaincre les divers frottements mécaniques de l'appareil (rendement mécanique);
- en partie, se situant à l'intérieur de la chambre du concasseur, pour palier aux frottements et à l'usure des pièces actives ;
- en partie, pour répondre aux phénomènes vibratoires.

Il ressort qu'une faible part d'énergie résiduelle permettra la bonne marche de la fragmentation du matériau.

Soit, "W", l'énergie transmise par un moteur électrique par le biais d'une transmission par poulie motrice (ou au contre-arbre) du concasseur.

Si P est le rendement mécanique de la machine, compte tenu des divers frottements internes, l'énergie disponible au niveau de la chambre de travail sera égale au produit P.W. Plus précisément, les $(1-P) W$ qui ne sont pas parvenus à ce niveau, correspondent à l'usure interne des organes mécaniques, au bruit, aux vibrations, à l'élevation et au maintien de la température, lubrifiant la machine.

..../....

L'énergie disponible P.W. comprend :

- WF : énergie effectivement utilisée pour créer de nouvelles surfaces (énergie de fragmentation);
- WU : énergie utilisée pour l'usure des pièces actives du concasseur ou du broyeur (marteaux, percuteurs, grilles, plaques de choc, blindage, etc);
- WV : énergie correspondant aux déformations élastiques. Les blocs de matériau doivent être soumis à ces déformations pour aboutir au critère de rupture. Cette énergie est en quelque sorte perdue.

On peut écrire la relation suivante :

$$(1-P) W = WF+WU+WV$$

Quant au rendement PF de l'opération de fragmentation :

$$PF = \frac{WF}{(1-P)W} = \frac{WF}{WF+WU+WV}$$

Par analogie, pour une même fragmentation, on aura avantage à opter pour la méthode à laquelle correspondra le PF maximum. De ce fait, nous écarterons les énergies WV et surtout WU, énergie d'usure intervenant quatre fois :

- par sa consommation propre en énergie;
- par les aspects négatifs portant sur la qualité des performances atteintes;
- par l'immobilisation de la machine suite au changement des pièces d'usure, provoquant une baisse de production;
- par le coût de ces pièces d'usure.

Considérons l'aspect recherche de la loi, liant l'énergie au changement d'état. Appliquons la, en comparant l'énergie de fragmentation WF et la variation d'état. Cependant les moyens d'effectuer une approche de WF sont extrêmement complexes, et, en définitive, seule W peut être mesurée simplement, intervenant dans la détermination du prix de revient des matériaux produits. En outre, P peut être évalué, mais seule W intéresse le praticien.

Rappelons les lois énergétiques, suite aux diverses théories émises en matière de fragmentation.

S'il existe effectivement une relation, entre les surfaces créées durant une opération de fragmentation et l'énergie nécessaire pour leurs créations, on peut dire que plus un matériau sera finement concassé, plus les besoins en énergie seront conséquents.

...../.....

En outre, si l'on admet que statistiquement, il existe une relation, une corrélation, entre granulométrie et surface des agrégats, elle est de la forme:
 $S_d = u \cdot d^2$

dans laquelle, d est la granulométrie et u est un coefficient de surface, lié à la forme des matériaux obtenus.

Les lois de la fragmentation permettent de déterminer le rendement de toute opération. Ces lois concernent les quantités d'énergie mises en jeu pour obtenir une fragmentation donnée; le rendement de la fragmentation mécanique est défini comme étant le rapport entre le travail théorique nécessaire pour fragmenter le corps et le travail effectif en milieu industriel. Ce travail théorique se détermine en fonction du rapport de réduction. Trois lois émergent :

A- Première loi, dite de P. RITTER VON RITTINGER

C'est la plus ancienne (1867) suivant laquelle l'aire de la nouvelle surface produite par concassage ou broyage est directement proportionnelle au travail utile consommé. L'aire de la surface d'une tonne de particules de diamètre uniforme étant proportionnelle à $1/d$, le travail utile consommé par tonne est proportionnel à $1/d$:

$$W = \frac{K}{d} \quad \text{ou} \quad W = k \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{D} \right)$$

d : dimension des particules après réduction

D : dimension des particules avant réduction

Cette loi s'applique préférentiellement à la fragmentation des particules fines et par exemple au broyage de clincker de ciment.

B- Seconde loi, dite de F. KICK (1885)

Elle postule que le travail requis est proportionnel à la réduction de volume des particules en cause.

Selon F. KICK, le travail consommé par tonne est proportionnel à $\log \frac{D}{d}$:

$$W = \log \frac{K'}{d} \quad \text{ou} \quad W = k' \log \frac{D}{d}$$

$\frac{D}{d}$ représente le rapport de réduction de l'opération de fragmentation.

Cette loi s'applique de préférence à la fragmentation des gros éléments.

C- Troisième loi, dite de F. C. BOND.

Comme aucune des lois précédentes ne s'accordait bien avec l'ensemble des

..../....

résultats lors des opérations de fragmentation industrielle, F.C.BOND a proposé d'admettre que le travail consommé est proportionnel à la nouvelle longueur de fissure produite dans le bris des particules, et, égale à la différence des énergies potentielles du produit fini et de l'alimentation avant réduction.

Pour des particules de forme semblable, la longueur des fissures est équivalente à la racine carrée de la demi-surface et la nouvelle longueur est proportionnelle à;

$$\frac{1}{2 V d} - \frac{1}{2 V D}$$

On choisit comme critère de taille le d 80 des particules, c'est à dire la maille en micromètres du tamis qui donne 80% en poids de passé au travers. On désigne par P le d 80 du produit broyé et par F le d 80 de l'alimentation. Soit W le travail consommé exprimée en Kilowattheures par short ton (907 Kg). L'équation de base est :

$$W = \frac{10 W_i}{V P} - \frac{10 W_i}{V F}$$

W_i est l'indice énergétique, ou, work index ou indice de Bond, de la matière caractérisant sa broyabilité. Numériquement, l'indice énergétique s'exprime par le nombre de kilowattheures par short ton nécessaires pour réduire un matériau d'alimentation d'une dimension infinie à un d 80 de 100 um, ce qui équivaut également à environ 67% de passé au travers à 74 um (200 mesh). L'annexe I donne les indices énergétiques de divers matériaux.

L'indice énergétique de BOND s'est révélé d'un emploi pratique très valable dans le cas des installations opérant en voie humide et au stade broyage.

R. Charles (1957) a essayé de rendre plus générale la théorie de Bond en l'affectant de deux paramètres n et C :

$$dW = - C \frac{d x}{x^h}$$

C = constante ;

x = dimension du bloc ;

dx = variation, de dimension nécessitant un travail dW par unité de vol ;

h = constante, fonction du mode de concassage .

h = 1 : on retrouve la loi de Kick ;

h = 2 : " " " " " Rittinger ;

h = 3 : " " " " " Bond.

..../....

I-4. Caractérisation des produits de fragmentation

On appelle "granulométrie" l'ensemble des propriétés caractérisant les dimensions, les proportions et la forme des particules constituant un mot de solides dispersés. Les dimensions des produits d'une opération de fragmentation peuvent être mesurées suivant différentes méthodes :

- La mesure directe est effectuée sur les gros fragments. Le parallélépipède rectangle dans lequel s'inscrit un fragment, permet de caractériser la taille et la forme du fragment. Le rapport de deux quelconques des trois dimensions du parallélépipède, fournit un indice de forme :

- + l'indice d'allongement est le rapport de la largeur sur la longueur ;
- + l'indice d'aplatissement est le rapport de l'épaisseur sur la largeur.

- La mesure par tamisage s'effectue en faisant passer l'échantillon sur une série de tamis dont les ouvertures et le temps d'agitation mécanique sont normalisés. Le procédé peut être appliqué en voie sèche ou humide, cette dernière méthode permettant une meilleure appréciation de la distribution granulométrique des poudres fines ou légèrement humides. La limite courante du procédé est de 40 µm. Il existe cependant des tamis de 10 et 20 µm qui peuvent servir même en voie sèche sous certaines conditions (tamiseurs opérant en fluidisateur).

- La mesure des surfaces spécifiques permet d'apprécier indirectement, le degré de finesse d'un produit. Elle peut être réalisée de deux manières :

- + par absorption de molécules gazeuses ;
- + par mesure de perméabilité : une couche horizontale de particules fines dont le degré de tassement est constant et d'autant plus perméable à un fluide que les particules sont grossières (principe du perméabilimètre Blaine). Il existe une entente entre la vitesse d'écoulement du fluide et la surface spécifique. On emploie un liquide pour des surfaces spécifiques inférieures à 1000 cm²/g, et un gaz pour des surfaces spécifiques supérieures à 1500 - 2000 cm²/g.

Il existe une loi liant la dimension des grains à la surface spécifique.

Suivant P.C.Kihlstedt (1962) la surface spécifique de la matière fragmentée est donnée par :

$$S = \frac{K}{\sqrt{A}}$$

...../.....

S = surface spécifique : cm²/g ;

A = taille (maille du tamis en centimètres admettant le passage de 80 % du produit de broyage) ;

K = constante comprise entre 500 et 1000 suivant le matériau et le procédé de broyage.

La loi de Kihlstedt peut s'exprimer de façon plus pratique (A. Joisel, 1964) :

$$S1 \sim \frac{500}{mvd50}$$

avec S1 : surface spécifique de Blaine cm²/g ;

m : masse volumique du matériau ;

d50 : dimension de la maille correspondant à 50 % de passé au travers.

Ainsi, pour un ciment tel que d50 = 30 um, S1 est voisin de 3000 cm/g.

On estime que ces relations sont en liaison étroite avec la structure du matériau.

CHAPITRE II -

DIFFERENTES METHODES CONNUES POUR DETERMINER KDR

La concassabilité (broyabilité) ou coefficient de concassabilité (KDR) de deux ou plusieurs matériaux, dont un est pris en tant qu'étalon, peut être déterminée différemment par des méthodes ci-dessous énumérées :

-II-1. Par la consommation en énergie spécifique nécessaire pour fragmenter une roche.

Plus explicitement :

soit, "a" , l'énergie nécessaire pour concasser une roche quelconque

soit, "aE", l'énergie nécessaire pour concasser une roche prise en

tant que référence d'où
$$KDR = \frac{a}{a E}$$

-II-2. Par la capacité (rendement) du concasseur durant la fragmentation.

C'est à dire :

soit Q (en t/24 heures) la capacité d'un concasseur pendant la fragmentation d'une roche donnée

soit QE (en t/24 heures) la capacité d'un concasseur pendant la fragmentation de la roche prise en tant qu'étalon

$$\text{d'où } KDR = \frac{Q}{QE}$$

-II-3. Par le temps nécessaire pour concasser une certaine quantité de minerai.

soit t (en heures) le temps nécessaire pour concasser une roche quelconque

soit tE (en heures) le temps nécessaire pour concasser une roche prise en tant qu'étalon ;

$$\text{d'où } KDR = \frac{t}{tE}$$

-II-4. Par le degré, ou le rapport de réduction ou encore :

soit R80 le rapport de réduction de la roche examinée

soit RE 80 le rapport de réduction de la roche prise en tant qu'étalon

$$\text{d'où } KDR = \frac{R 80}{RE 80}$$

II-5. Par l'indice énergétique de BOND (ou Work index)

Plus explicitement :

..../....

soit, W_i , l'indice énergétique de BOND d'un minerai quelconque
soit W_{ie} , l'indice énergétique de BOND d'un minerai pris en tant qu'
étalon, d'où $KDR = \frac{W_i}{W_{ie}}$

Le travail que nous vous présentons fait suite à l'application de la quatrième méthode, déterminant la concassabilité relative de divers matériaux. De ce fait, nous nous proposons d'établir une échelle de classement de quelques matériaux en considérant en tant que référence, l'indice de concassabilité KDR.

CHAPITRE III -

APPAREILLAGE ET MATERIEL UTILISE DANS NOTRE TRAVAIL

-III-1. Généralités sur les propriétés et formes des particules minérales

Il serait utile de définir les propriétés et formes des particules minérales:

- Dureté :

On définit la dureté d'un minéral, comme ayant la faculté de se rayer par le biais d'un autre minéral ou autre matière. La dureté d'un matériau indique un indice de résistance, qu'il opposera lors de la destruction de sa structure. En général, plus dur est le minéral constituant la particule, meilleure sera sa résistance à l'usure ou à l'abrasion.

- Tenacité :

On dit qu'un matériau est tenace s'il résiste bien aux chocs. S'il se brise facilement, on dit qu'il est fragile. Les minéraux les plus durs ne sont pas nécessairement les plus tenaces : le Quartz qui est très dur, broie assez facilement, tandis que l'Amiante chrysotile, dont la dureté est faible, est très tenace.

- Dimension des particules :

Si toutes les particules des granulats étaient sphériques, il n'y aurait aucun problème à les caractériser par une seule dimension linéaire : leur diamètre. Cependant, la grande majorité des particules ont des formes irrégulières, et définir leur dimension s'avère être difficile. On mesure généralement les dimensions des particules en les faisant passer au travers de tamis à mailles carrées (tamis de laboratoire), ou rectangulaires (cribles industriels) ; en fait, on mesure plutôt le diamètre d'une sphère équivalente à chacune des particules qui passerait au travers de la même maille.

- Forme des particules :

On peut décrire la forme des particules de diverses façons, en considérant le seul point de vue géométrique. On parle couramment des particules cubiques, prismatiques, sphériques, cylindriques ou en bâtonnets. Seulement dans le cadre de notre travail, on utilisera les termes caractéristiques :

- a) cubique
- b) aplatie
- c) allongée

..../....



cubique



aplatie



allongée

On a bien essayé d'introduire deux notions fondamentales pour décrire la forme des particules, soit la sphéricité et l'angularité. Mais s'il est très facile de définir précisément ces notions, il est très difficile, en pratique, de trouver des moyens simples de les mesurer.

- Surface des particules :

La surface d'une particule de granulat est rugueuse lorsqu'elle a, par exemple, la texture d'un papier de verre; elle est lisse lorsqu'elle est douce au toucher. En règle générale, les particules provenant d'un concassage présentent des faces rugueuses. Par contre, les particules de granulats naturels déposés par les glaciers, les rivières ou le vent, présentent d'ordinaire des surfaces lisses.

L'adhérence d'un liant à une particule dépend beaucoup de la rugosité de sa surface. Plus la surface est rugueuse, meilleure sera l'adhérence.

Jusqu'à présent, on ne s'est intéressé qu'aux propriétés des particules individuelles des granulats; mais lorsque l'on considère un ensemble de particules, on découvre un grand nombre de propriétés pratiques qui sont fonction de la façon dont s'assemblent les particules élémentaires : compaction, perméabilité, masse volumique, porosité, indice des vides, etc.. .

- Granulométrie (granularité) :

La granulométrie d'un matériau granulaire correspond à la distribution des particules du granulat selon leur dimension. On détermine la granulométrie d'un matériau granulaire en effectuant un essai de tamisage à l'aide d'une série normalisée de tamis. On a l'habitude de classer les granulats en 2

grandes catégories : les gros granulats dont moins de 10 % des particules traversent un tamis de 5 mm; on appelle aussi gros granulat la portion d'un granulat retenue sur le tamis de 5 mm ; les granulats fins, ceux dont les particules traversent entièrement le tamis de 10 mm, et dont, au moins 20 % traversent le tamis de 5 mm, ou encore la portion d'un granulat traversant le tamis de 5 mm.

- Surface spécifique :

La surface spécifique d'un matériau représente la surface totale des particules contenues dans l'unité de masse. Elle s'exprime en m^2/Kg . Plus un matériau est fin, plus sa surface spécifique sera élevée; plus il faudra de liquide pour le mouiller, plus ce matériau sera réactif, d'une manière générale.

Afin d'illustrer cette notion, supposons que l'on ait un cube de 1 cm de côté. Son volume total est de 1 cm^3 et sa surface extérieure est de 6 cm^2 . Si l'on divise ce cube en 2 parties égales, la surface totale des 2 moitiés de cube sera alors de 8 cm^2 (les 6 cm^2 auxquels on rajoute les 2 cm^2 que l'on fait apparaître lors de la fragmentation). Si l'on divise chacune des 2 moitiés en 2, on obtiendra 4 fragments dont la surface totale est de 10 cm^2 ($8\text{ cm}^2 + 2\text{ cm}^2$). On constate que le volume total de matière, qui reste toujours égal à 1 cm^3 , présente une surface extérieure de plus en plus grande au fur et à mesure que le fractionnement du cube initial se poursuit.

- Densité :

La densité d'un matériau est égale au rapport entre la masse d'un certain volume de ce matériau et la masse d'un même volume d'eau. La densité d'un matériau est surtout fonction de la nature du minéral qui le constitue. Elle dépend aussi de l'état dans lequel il se trouve. Si la mesure de la densité est effectuée alors que les particules sont sèches, c'est à dire que toutes les pores ouvertes sur le milieu extérieur sont remplies d'air, on parlera de densité sèche ou brute. Par contre, si toutes les pores ouvertes sur le milieu extérieur sont remplies d'eau, on parlera de densité à l'état saturé superficiellement sec ou densité SSS.

- Masse volumique :

La masse volumique d'un matériau granulaire correspond à la masse de granulat

contenue dans 1 volume égal à l'unité, 1 m³ dans le système S.I. La connaissance de la masse volumique d'un matériau granulaire permet de relier son volume et sa masse, ce qui est important, car souvent des matériaux sont commercialisés à la tonne, mais doivent être mis en place pour occuper un certain volume.

La masse volumique d'un matériau granulaire dépend de facteurs tels que son degré de compaction et sa teneur en eau ; aussi faut-il toujours préciser ces 2 caractéristiques lorsqu'on parle de masse volumique d'un matériau granulaire.

- Teneur en eau :

Les matériaux granulaires naturels contiennent presque toujours de l'eau dans les espaces capillaires qui existent entre les différentes particules du granulat. Connaître la qualité d'eau ainsi emprisonnée est très important (cas des sables pour béton, par exemple).

Pour calculer la teneur en eau d'un granulat, on mesure la perte de masse lors de son séchage à l'étuve, et on divise cette valeur par la masse sèche du granulat.

- Durabilité :

La durabilité des particules d'un granulat caractérise leur résistance aux intempéries, à des cycles de mouillage-séchage, à des cycles de gel-dégel. La durabilité des granulats est mesurée en laboratoire au cours d'essais accélérés qui tentent de simuler, avec plus ou moins de succès d'ailleurs, des conditions climatiques sévères.

-Résistance à l'abrasion :

La résistance à l'abrasion d'un granulat caractérise sa résistance à l'usure par frottement.

- Réactivité :

Certains matériaux chimiquement stables dans un environnement donné, peuvent devenir réactifs lorsqu'on les utilise dans un tout autre environnement.

-III-2. Minerai utilisé :

On a choisi 3 sortes de minerai : Barytine - Hématite et Quartz aurifère de Boudouaou.

1-1. Barytine (Basou) :

La barytine est très fragile et se casse sous le choc; sa dureté est égale

...../.....

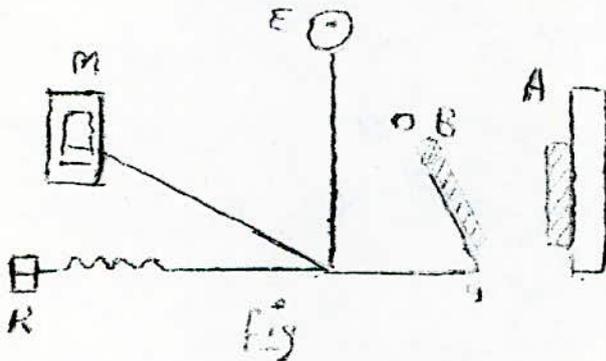
Les problèmes pratiques qui se posent peuvent se ramener à trois cas :

-1°) Le concassage des matériaux durs et semi-durs, en morceaux plus ou moins gros, de quelques millimètres à quelques centimètres, s'effectuant surtout par pression et par contusion.

-2°) La désintégration des matières tendres et des matières fibreuses, se réalisant surtout par choc et par arrachement.

-3°) Le broyage en poudre fine, pour lequel on utilise le choc, la pression et la friction.

Les principaux appareils utilisés pour le concassage et le broyage sont : le concasseur à mâchoires, concasseur et broyeur giratoire, broyeur et pulvérisateur à galets centrifuges, concasseur et broyeur à cylindres, broyeur à noix coniques, broyeur à disque et broyeurs à meule, broyeur à cuves vibrantes, broyeur à masse de percussion rotative rigide, broyeurs à marteaux. Notre travail impliquera le concasseur à mâchoires :



Citons le concasseur à mâchoires type "Dragon" ou "Dodge":

Il est constitué de deux plaques d'acier dur au manganèse, A et B, disposées en V plus ou moins ouvert en bas (voir fig. ci-dessus) ; l'une "A" est fixe et verticale; l'autre "B", inclinée, est mobile et peut osciller autour d'un point fixe "O" ; un levier "L", commandé par un excentrique "E", la rapproche plus ou moins de la joue fixe de sorte que la partie étroite s'ouvre et se referme alternativement. L'écartement inférieur "a" des deux plaques est réglé, selon la grosseur des morceaux à obtenir, par une pièce "M" mobile dans le sens vertical, et sur laquelle est fixée l'une des extrémités du bras de levier. Un ressort "R" agissant sur une tige de rappel, maintient en parfait contact toutes les pièces de commande de la mâchoire mobile.

..../....

Pour les matières mi-dures, le mouvement de la joue mobile est commandé directement sans levier (appareil Simplex).

La matière introduite entre les mâchoires, se trouve broyée par la joue mobile qui la presse contre la joue fixe. A chaque mouvement, les matières déjà cassées retombent plus bas dans le V et sont ainsi progressivement réduites en dimension de façon à pouvoir tomber par l'ouverture inférieure des mâchoires.

Il ne faut pas attribuer une vitesse trop grande aux oscillations de la mâchoire (200 à 250 oscillations par minute), car on s'exposerait à ne pas octroyer assez de temps aux matières cassées une première fois de tomber plus bas dans les mâchoires pour se faire prendre à l'opération suivante. Aussi, le rendement horaire est-il moins élevé que celui des autres appareils. Mais ce concasseur est très robuste ; il convient particulièrement bien pour le concassage des matières très dures tels que le quartz, le granit, le silex..; on l'utilise également pour les roches demi-dures et pour toutes les espèces de minerais; il permet de traiter des morceaux d'assez grosse dimension.

Les plaques d'acier dur sont susceptibles d'être remplacées après usure.

L'appareil peut être monté avec moteur sur chariot mobile.

Un concasseur dont les dimensions de la bouche sont de 150 cm de longueur et 70 cm de largeur (écartement supérieur des deux joues), effectuant 200 oscillations par minute, nécessite 150 C.V. ; sa production moyenne peut atteindre 100 tonnes à l'heure avec une fente "a" de 5 cm.

Tamis et cribles :

Le classement volumétrique est effectué à l'échelle du laboratoire et l'échelle industrielle suivant deux méthodes :

- par voie directe, en utilisant des ouvertures de dimensions et formes données ; cette méthode est valable pour des coupures granulométriques en général supérieures à 0,2 - 0,5 mm ;

- par voie indirecte, par sédimentation différentielle dans un fluide ; cette méthode est utilisée dans un domaine compris entre 1 mm et quelques micromètres.

La voie indirecte donne un classement volumétrique moins précis que la voie directe.

...../.....

Le classement volumétrique répond à plusieurs buts :

- a) Dans Les ateliers de concassage et de broyage, il a pour tâche de soustraire les matériaux suffisamment fins à l'action du concasseur ou du broyeur, permettant ainsi d'augmenter la capacité des appareils et d'éviter le surbroyage.
- b) Dans les procédés de concentration, son rôle consiste à fournir une série de produits de dimensions calibrées permettant à chaque appareil d'être réglé de façon à atteindre des taux de concentration supérieurs à ceux que l'on aurait obtenus si l'alimentation n'avait pas été calibrée.
- c) Dans certaines industries (Charbon, Fluorine, Barytine, Sables ...), les produits doivent satisfaire à des exigences de spécifications granulométriques.

Le criblage est une opération qui commence dès la sortie de la mine et qui se succède dans les divers stades de la fragmentation. Il est effectué sur des cribles ou sur des tamis, appareils présentant des ouvertures de dimensions données, dont le but consiste à séparer le produit en deux fractions : le refus et le passé au travers.

Les ouvertures des surfaces criblantes des appareils industriels sont très variables, de sorte qu'elles ne correspondent presque jamais aux échelles standard . Les ouvertures elles-mêmes peuvent être constituées par :

- des barreaux profilés ou non (suivant que l'on craint un colmatage) pour des criblages grossiers. Ce type de criblage nécessite des aciers très résistants à l'abrasion, tels les aciers au Manganèse et éventuellement, dans le cas de pulpe, appliqué au calibrage d'éléments assez fins : 0,2 - 0,5 mm;
- des perforations dans des tôles de forme carrée, allongée, circulaire, en chevrons, etc, souvent en dépouille afin d'éviter le colmatage. Ce mode de criblage est intéressant par suite du faible prix des matériaux, mais a l'inconvénient de présenter une faible capacité ;
- des toiles métalliques tissées dont les mailles sont de formes et de dimensions diverses. Elles sont généralement en acier à haute teneur en Carbone, parfois en acier au Chrome, en bronze, etc .

Les mailles rectangulaires sont utilisées pour des produits présentant des risques de colmatage, mais dont la précision de criblage est faible. Leur allongement dépasse parfois 10.

En ce qui nous concerne, on choisira deux séries de tamis :

a/ 1ère série pour l'analyse granulométrique des éléments préconcassés :

4 - 5 - 8 - 10 - 20 - 25 - 40 mm

b/ 2ème série pour l'analyse granulométrique des éléments concassés :

0 - 0,160 - 1 - 1,250 - 1,60 - 3,15 - 4 - 5 - 10 mm.

- Balance et Tamiseur :

-Balance donnant une précision de l'ordre du 1/10 près .

-Si un tamiseur mécanique est utilisé, il doit transmettre aux tamis un mouvement vertical ou latéral et vertical à la fois, de manière à forcer les particules qui s'y trouvent à rebondir et à se présenter sous une orientation différente à la surface de tamisage.

Notons que chaque opération de tamisage dure 15 mn .

...../.....

CHAPITRE -IV-

MODE OPERATOIRE

-IV-1. 1ère Phase : Phase de préconcassage.

Pour déterminer la quantité de minerai dont nous devons faire usage, nous appliquons la formule suivante :

$$Q_{\min} = 0,02 d^2 + 0,5 d$$

avec :

Q_{\min} - quantité minimum de minerai à analyser, en Kg

d - dimension maximale des blocs (ou des galets) en mm.

Pour notre travail nous avons $d = 40$ mm et après calcul nous trouvons :

$$Q_{\min} = 52 \text{ Kg}$$

Il est évident que cette quantité est énorme et qu'il nous est impossible de l'utiliser du fait que notre travail se fait au laboratoire et par conséquent ne nécessite pas une telle quantité.

Après quelques palabres, nous nous sommes entendus pour travailler avec 5 - 10 Kg de minerai.

Maintenant que nous avons fixé la masse de minerai, il est temps d'aborder le mode opératoire proprement dit.

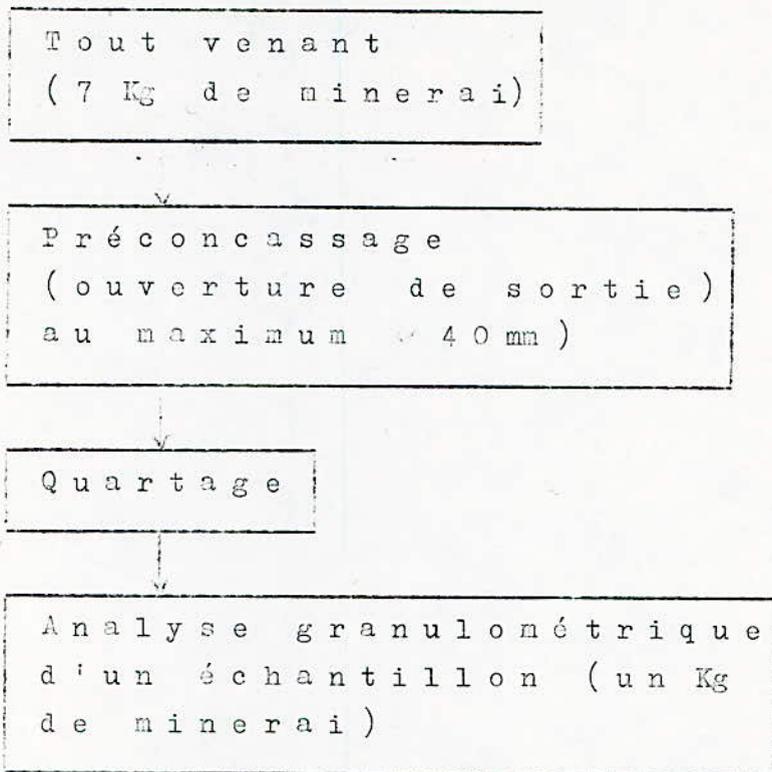
Après avoir ouvert au maximum les mâchoires du concasseur (40 mm), nous jetons à l'intérieur 7 Kg de minerai pour qu'ils subissent en quelque sorte une "préfragmentation" afin de pouvoir effectuer une analyse granulométrique avec le matériel en notre possession, car il nous est difficile de procéder à une telle opération avec des blocs ou de gros galets et ce d'autant plus que nous ne disposons pas de tamis à grande ouverture ou de cribles.

Après ce préconcassage, nous effectuons une opération de quartage afin d'homogénéiser les granulats et faciliter, en outre, l'opération de tamisage.

Après le quartage, nous prélevons un échantillon de 1 KG dans le but de procéder à l'analyse granulométrique.

En résumé, le chemin à suivre s'établit comme suit :

...../.....



-IV-2. 2ème Phase : Phase de concassage.

L'ouverture des mâchoires étant prise égale à peu près à 5 mm il est indispensable pour nous, avant d'effectuer le concassage (proprement dit), de séparer les grains ayant une dimension égale ou inférieure à 5 mm car il est admis que ces éléments ne seront pas soumis à une fragmentation ce qui a pour conséquence une perte d'énergie.

Selon les résultats obtenus par l'analyse granulométrique, nous pourrons calculer les masses qu'il y a lieu de retrancher (ayant des dimensions ≤ 5 mm).

En prenant 7 Kg de minerai qui ont été préconçassés, nous séparons les grains en question (5 mm ou moins).

Nous aurons :

a- pour la Barytine :

$$7000 - 834,75 = 6165,25 \text{ g ,}$$

il est à noter que 834,75 g représentent les masses des classes 0-4 et 4-5.

...../.....

b- Pour l'Hématite :

7000 - 1374,45 = 5625,55 g

c- pour le Quartz :

7000 - 709,62 = 6290,38 g

Le problème de la masse à concasser étant réglé, nous allons passer au concassage.

Il nous suffit à cet effet, de procéder comme suit :

Séparation des grains
au dessous de 5 mm

Concassage de 7 Kg de minerai
(ouverture au minimum

Quartage

Analyse granulométrique
d'un échantillon (un Kg
de minerai)

...../.....

CHAPITRE -V-

RESULTATS ET INTERPRETATIONS

A/ Phase de préconçassage -

Il est à noter que le choix des tamis s'échelonne entre 0 et 40 mm.

L'analyse granulométrique de l'opération de préconçassage, nous a fourni les résultats suivants :

a- pour la Barytine -

0 -- 4	170,25 g
4 -- 5	26,45 g
5 -- 8	41,65 g
8 -- 10	45,92 g
10 -- 20	215,00 g
20 -- 25	135,00 g
25 -- 40	345,72 g
40 -- 100	20,00 g

b- pour le Quartz -

0 -- 4	84,95 g
4 -- 5	16,42 g
5 -- 8	20,27 g
8 -- 10	30,82 g
10 -- 20	171,25 g
20 -- 25	132,50 g
25 -- 40	440,85 g
40 -- 100	104,55 g

c- pour l'Hématite -

0 - 4	105,50 g
4 - 5	13,75 g
5 - 8	18,12 g
8 - 10	35,00 g
10 - 20	167,87 g
20 - 25	217,12 g
25 - 40	390,07 g
40 - 100	52,57 g

Mais il est préférable pour nous d'établir des tableaux plus complets et plus explicites, afin de mettre en évidence ses résultats.

a- Barytine -

vides théoriques en mm	fraction en mm	poids de fraction en grs	fraction en %	p. des passés cumulés en %	p. des refus cumulés en%
4	0- 4	170,25	17,02	17,02	100,00
5	4- 5	26,45	2,64	19,67	82,97
8	5- 8	41,65	4,16	23,83	80,33
10	8- 10	45,92	4,59	28,42	76,16
20	10- 20	215,00	21,50	49,93	71,57
25	20- 25	135,00	13,50	63,43	50,07
40	25- 40	345,72	34,57	98,00	36,57
100	40-100	20,00	2,00	100,00	2,00

$m = 1000 \text{ g}$ $\% = 100$

...../.....

b- Quartz :

vides théoriques en mm	fraction en mm	poids de fraction en grs	fraction en %	p.des passés cumulés en %	p.des refus cumulés en %
4	0- 4	84,95	8,48	8,48	100,00
5	4- 5	16,42	1,64	10,12	91,52
8	5- 8	20,27	2,02	12,14	89,88
10	8- 10	30,82	3,08	15,22	87,86
20	10- 20	171,75	17,14	32,36	84,78
25	20- 25	132,50	13,22	45,58	67,64
40	25- 40	440,85	44,00	89,58	54,42
100	40-100	104,55	10,42	100,00	10,42

m = 1002,11 g % = 900

c- Hématite :

vides théoriques en mm	fraction en mm	poids de fraction en grs	fraction en %	p.des passés cumulés en %	poids des refus cumulés en %
4	0- 4	105,50	10,55	10,55	100,00
5	4- 5	13,75	1,37	11,92	89,45
8	5- 8	18,12	1,81	13,73	88,08
10	8- 10	35,00	3,50	17,23	86,27
20	10- 20	167,87	16,79	34,02	82,77
25	20- 25	217,12	21,71	55,73	65,98
40	25- 40	390,07	39,01	94,73	44,27
100	40-100	52,57	5,27	100,00	5,27

m = 1000 g % = 100

..../....

Maintenant il nous est facile de tracer les courbes granulométriques cumulées pour les minerais ayant été préconçassés.

Pour des raisons pratiques et pour obtenir des résultats rigoureux, les courbes des minerais préconçassés, doivent être tracées sur un même graphe (voir graphe 1).

B/ Phase de concassage :

L'analyse granulométrique de l'opération de concassage nous a donné les résultats ci-après :

a- Barytine :

0	- 0,160	176,68
0,160-	1	118,21
1	- 1,250	42,24
1,250-	1,6	68,74
1,6	- 3,15	220,68
3,15	- 4	99,10
4	- 5	89,91
5	-10	149,22

b- Quartz :

0	- 0,160	24,46
0,160-	1	102,51
1	- 1,250	34,28
1,250-	1,6	40,57
1,6	- 3,15	163,88
3,15	- 4	75,63
4	- 5	69,40
5	-10	508,63

c- Hématite :

0	- 0,160	129,50
0,160	- 1	111,25
1	- 1,250	80,33
1,250	- 1,6	79,30
1,6	- 3,15	205,33
3,15	- 4	72,60
4	- 5	78,40
5	- 10	234,75

Résultats sous forme de tableaux-

a- Barytine :

vides théoriques en mm	fraction en mm	pois de fraction en grs	fraction en %	pds. des passés cumulés en %	pds. des refus cumulés en %
0,160	0 - 0,160	176,68	18,31	18,31	100,00
1	0,160-1	118,21	12,25	30,56	81,69
1,250	1 - 1,250	42,24	4,38	34,94	69,44
1,60	1,250-1,60	68,74	7,12	42,06	65,06
3,15	1,60 - 3,15	220,68	22,87	64,93	57,94
4	3,15 - 4	99,10	10,27	75,20	35,07
5	4 - 5	89,91	9,32	84,53	24,80
10	5 - 10	149,22	15,47	100,00	15,47

m = 964,78 % = 100

b- Quartz :

vides théoriques en mm	fraction en mm	poids de fraction en grs	poids de fraction en %	poids des passés cumulés en %	poids des refus cumulés en %
0,160	0 - 0,160	24,46	2,40	2,40	100,00
1	0,160 - 1	102,51	10,05	12,45	97,60
1,250	1 - 1,250	34,28	3,36	15,81	87,55
1,60	1,250 - 1,60	40,57	3,98	19,79	84,19
3,15	1,60 - 3,15	163,88	16,07	35,86	80,21
4	3,15 - 4	75,63	7,42	43,28	64,14
5	4 - 5	69,40	6,81	50,10	56,72
10	5 - 10	508,63	49,90	100,00	49,90
		m = 1019,43	% = 100		

c- Hématite :

vides théoriques en mm	fraction en mm	poids de fraction en grs	poids de fraction en %	poids des passés cumulés en %	poids des refus cumulés en %
0,160	0 - 0,160	129,50	13,06	13,06	100,00
1	0,160 - 1	111,25	11,25	24,28	86,94
1,250	1 - 1,250	80,33	8,10	32,38	75,72
1,60	1,250 - 1,60	79,30	8,00	40,38	67,62
3,15	1,60 - 3,15	205,33	20,71	61,09	59,62
4	3,15 - 4	72,60	7,32	68,41	38,91
5	4 - 5	78,40	7,91	76,32	31,59
10	5 - 10	234,75	23,68	100,00	23,68
		m = 991,48	% = 100		

Maintenant que nous avons complété les tableaux, il nous est facile de tracer les courbes granulométriques cumulées.

Il est à noter que pour des raisons pratiques, nous traçons les trois (3) courbes sur un même graphe (voir graphe 2).

C/ Conséquences et interprétations :

Les deux graphes représentés, nous permettent de calculer le coefficient K_{DR} (objet de notre travail).

Le minerai d'Hématite est pris comme étalon (roche référence) donc :

$$K_{DR} = \frac{R_{E80}}{R_{E80}} = 1 \quad \text{car} \quad K_{DR} = \frac{R_{80}}{R_{E80}}$$

$$\text{avec} \quad R_{E80} = \frac{d_{1E}}{d_{2E}}$$

tels que :

d_{1E} : dimension de la maille qui correspond à 80 % de passés pour l'opération de préconcassage de la roche étalon

d_{2E} : dimension de la maille qui correspond à 80 % de passés pour l'opération de concassage de la roche étalon

Calcul de q_{KDR} et b_{KDR} :

$$q_{KDR} = \frac{R_{q80}}{R_{E80}} = \frac{\frac{d_{1q}}{d_{2q}}}{\frac{d_{1E}}{d_{2E}}}$$

avec :

$$d_{1q} = 35,75 \text{ mm}$$

$$d_{2q} = 9,1 \text{ mm}$$

$$d_{1E} = 34,00 \text{ mm}$$

$$d_{2E} = 5,5 \text{ mm}$$

...../.....

$$\frac{d_1 q}{d_2 q} = \frac{35,75}{9,1} = 3,928$$

$$\frac{d_1 E}{d_2 E} = \frac{34}{5,5} = 6,18$$

$$\Rightarrow \boxed{q \text{ K D R} = 0,635}$$

D'autre part

$$b \text{ K D R} = \frac{R b 80}{R E 80} = \frac{\frac{d_1 b}{d_2 b}}{\frac{d_1 E}{d_2 E}}$$

avec :

$$d_1 b = 32,00 \text{ mm}$$

$$d_2 b = 4,45 \text{ mm}$$

$$d_1 E = d_{1h} = 34,00 \text{ mm}$$

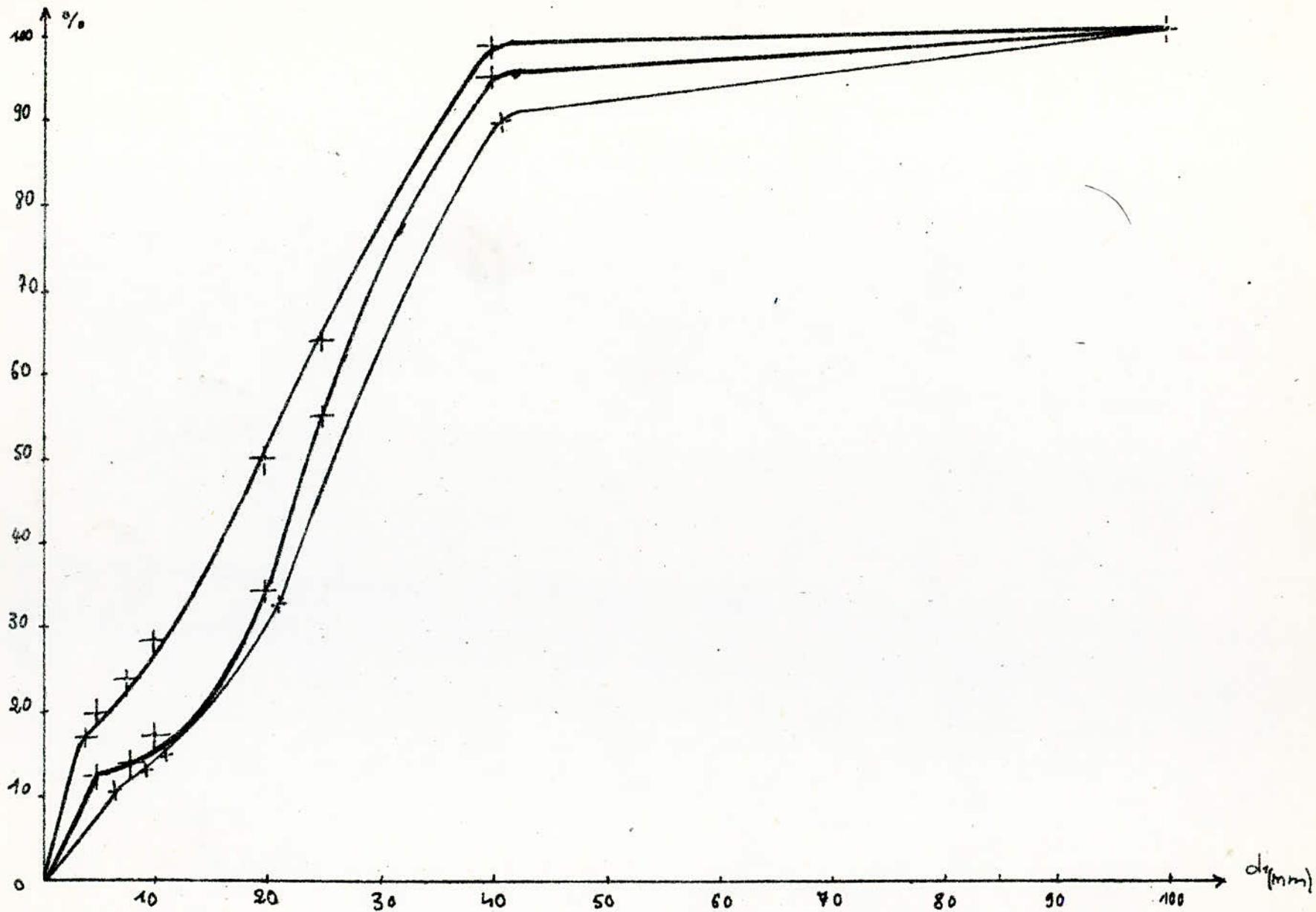
$$d_2 E = d_{2h} = 5,5 \text{ mm}$$

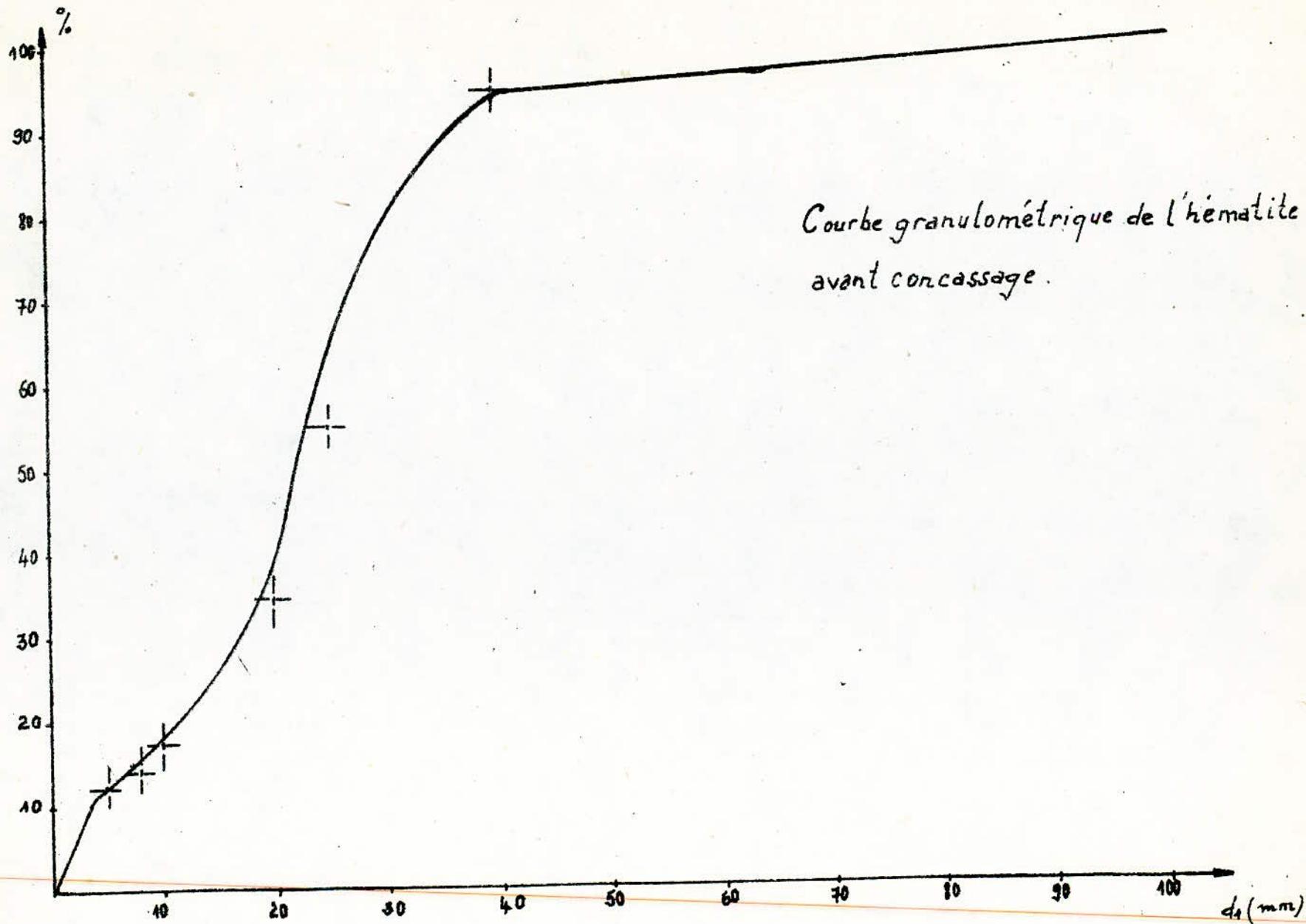
$$\frac{d_1 b}{d_2 b} = 7,19$$

$$\frac{d_1 E}{d_2 E} = 6,18$$

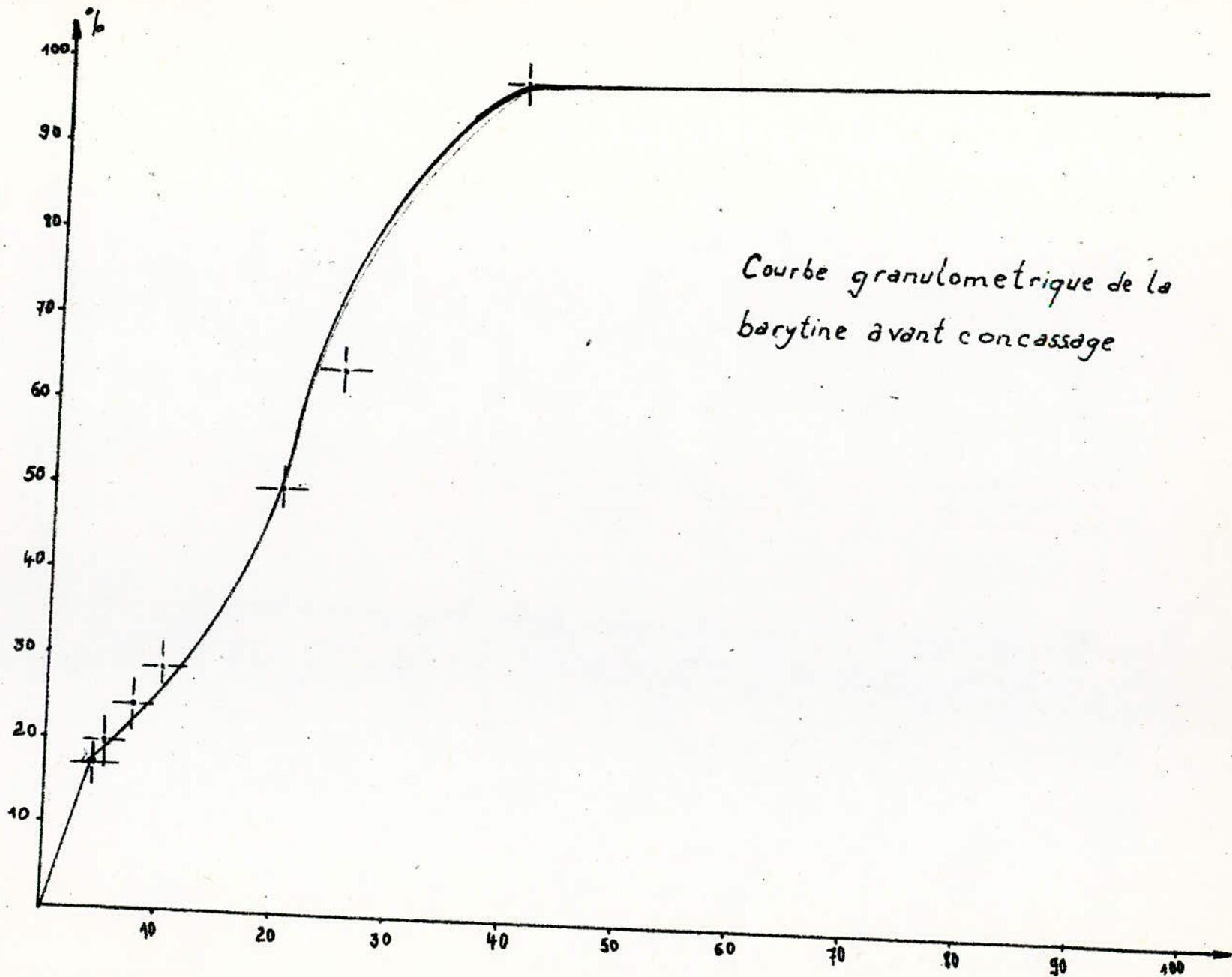
$$\Rightarrow \boxed{b \text{ K D R} = 1,163}$$

...../.....

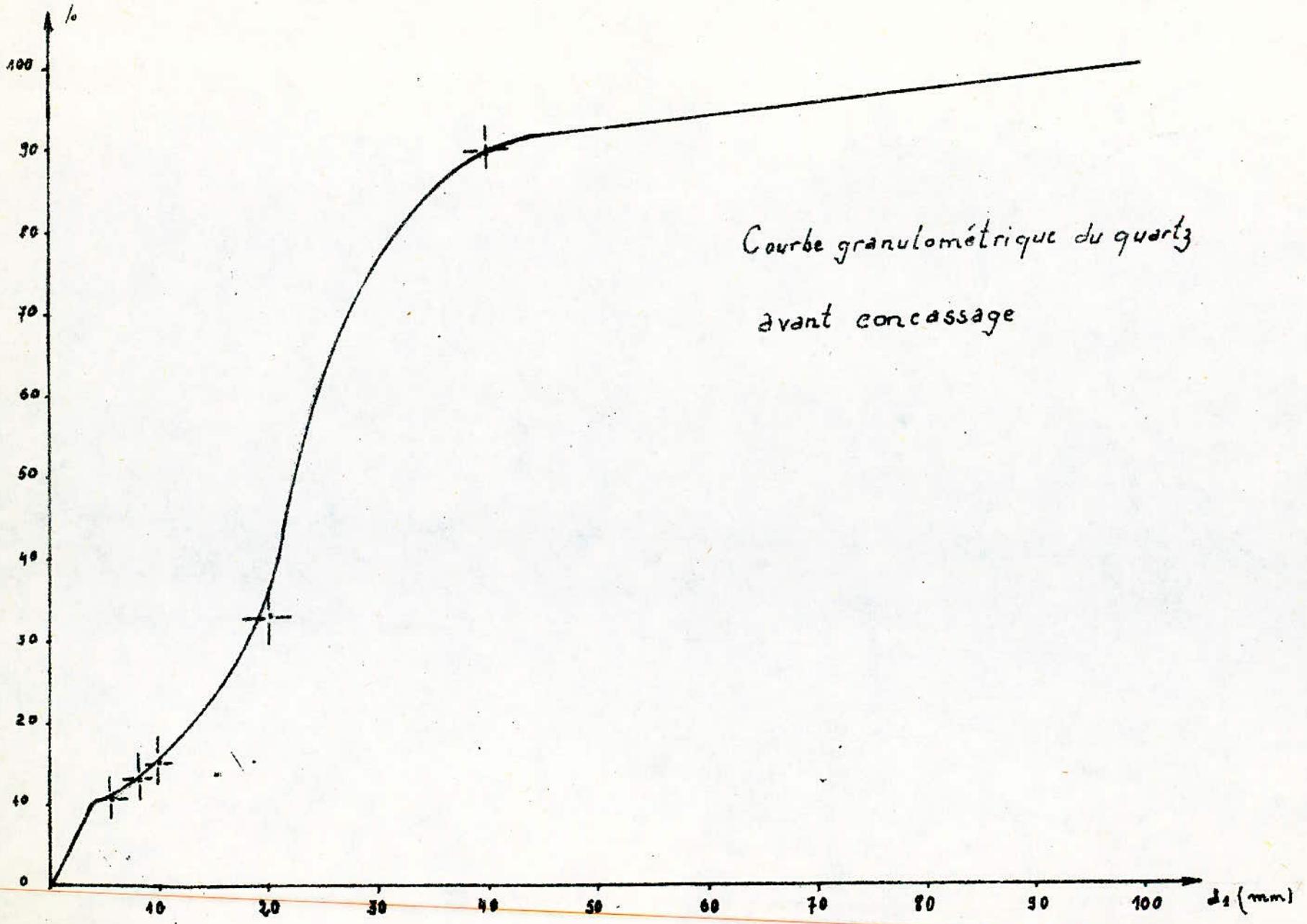




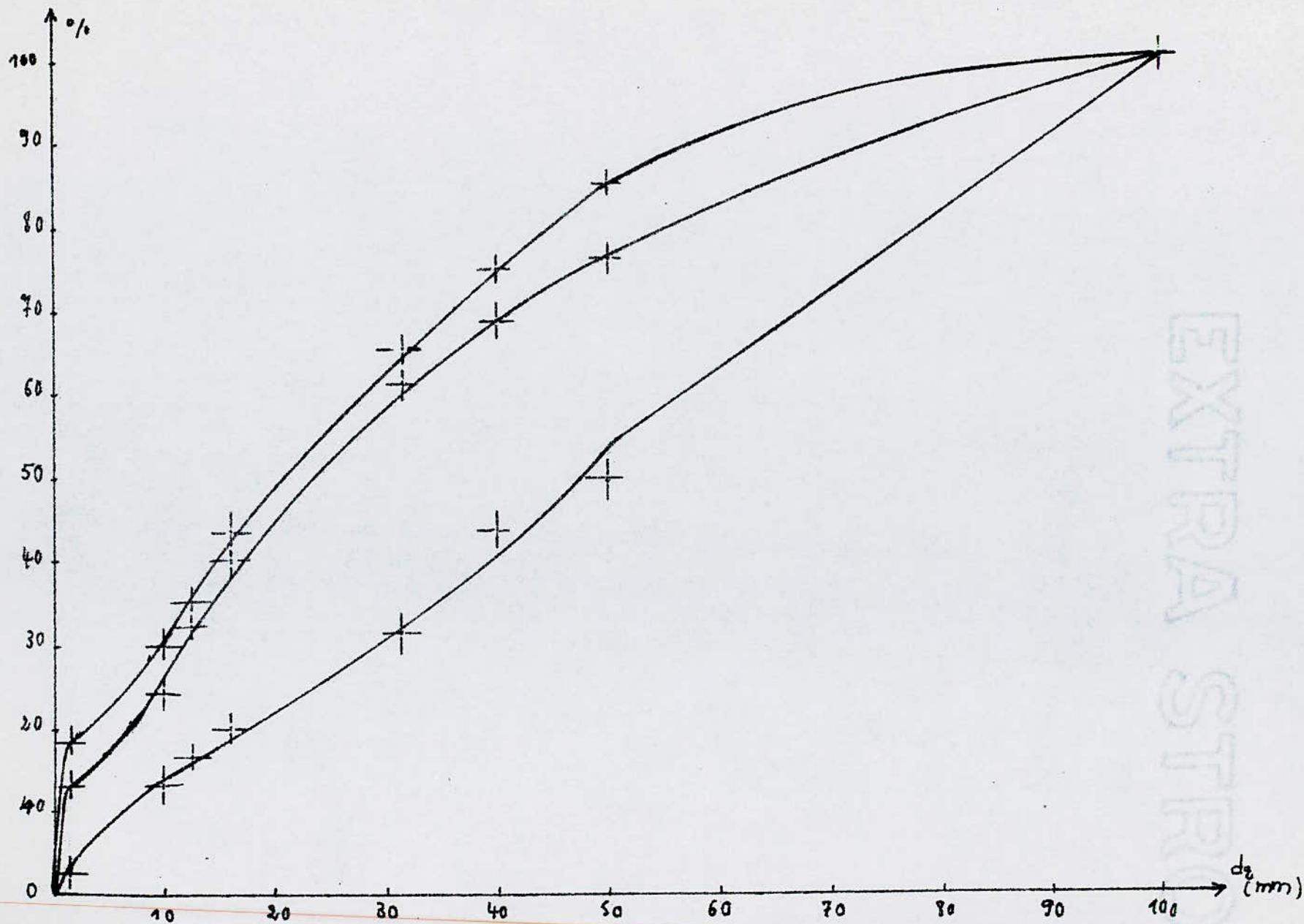
*Courbe granulométrique de l'hématite
avant concassage.*



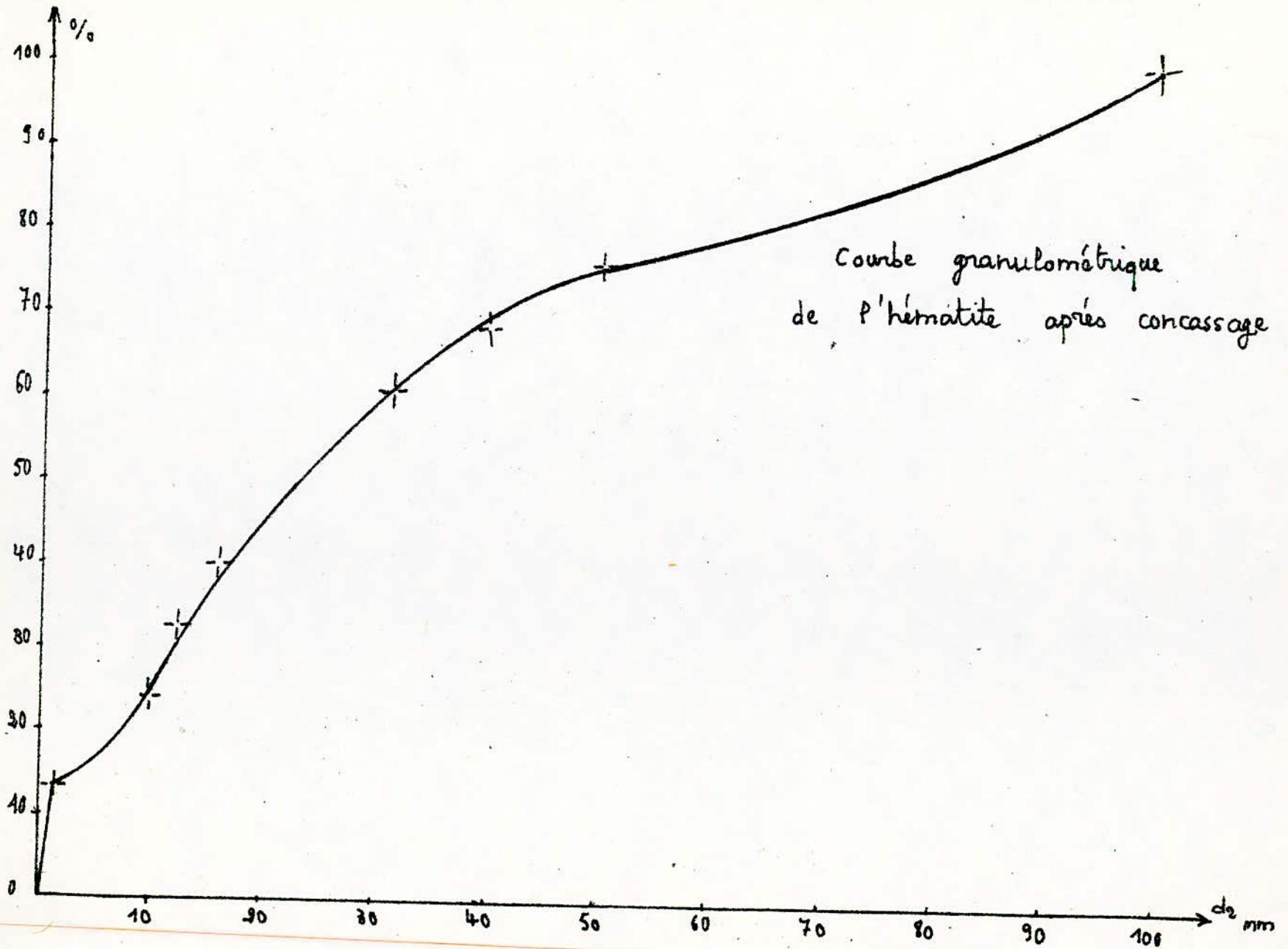
*Courbe granulometrique de la
barytine avant concassage*

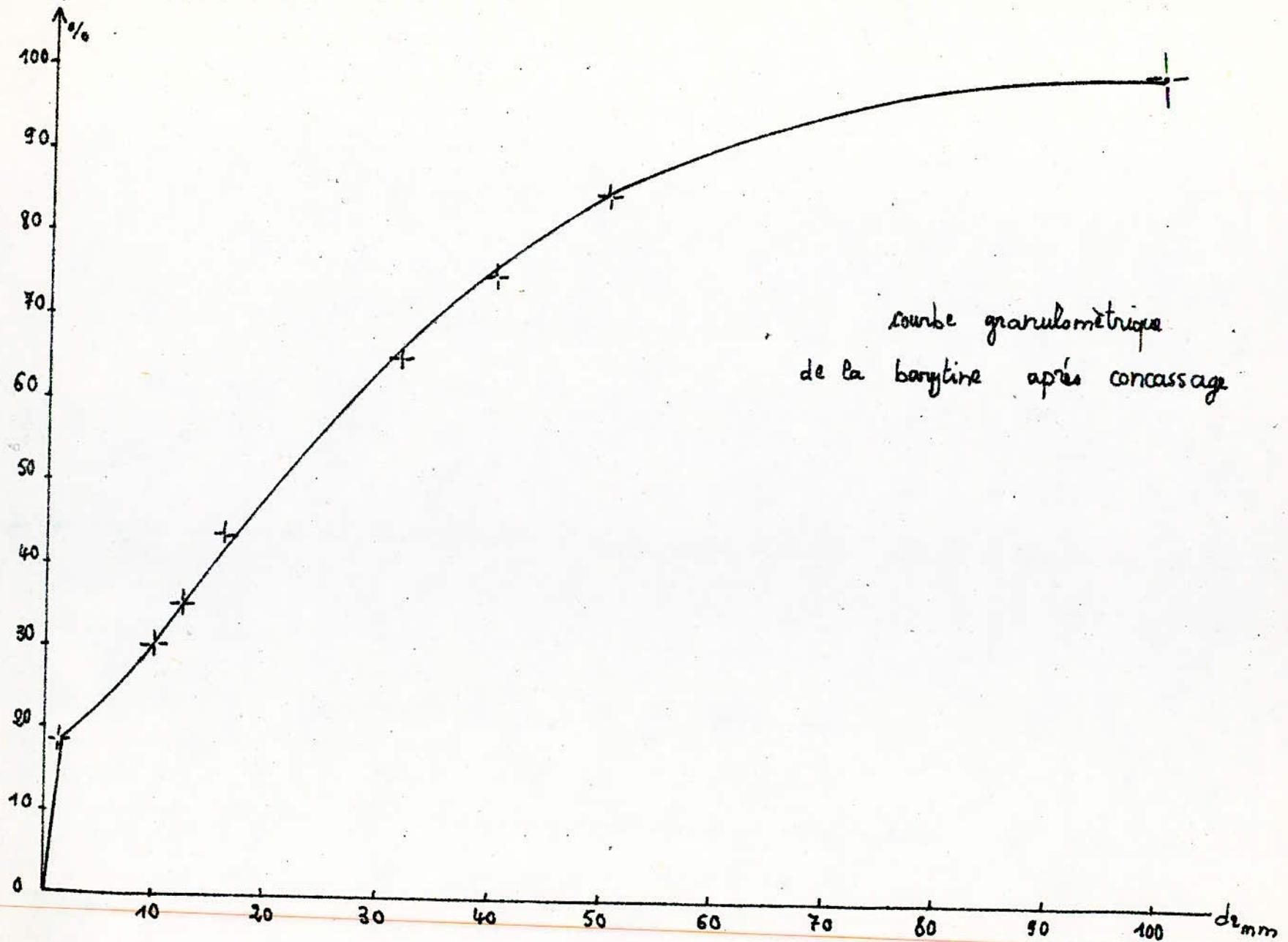


Courbe granulométrique du quartz
avant concassage

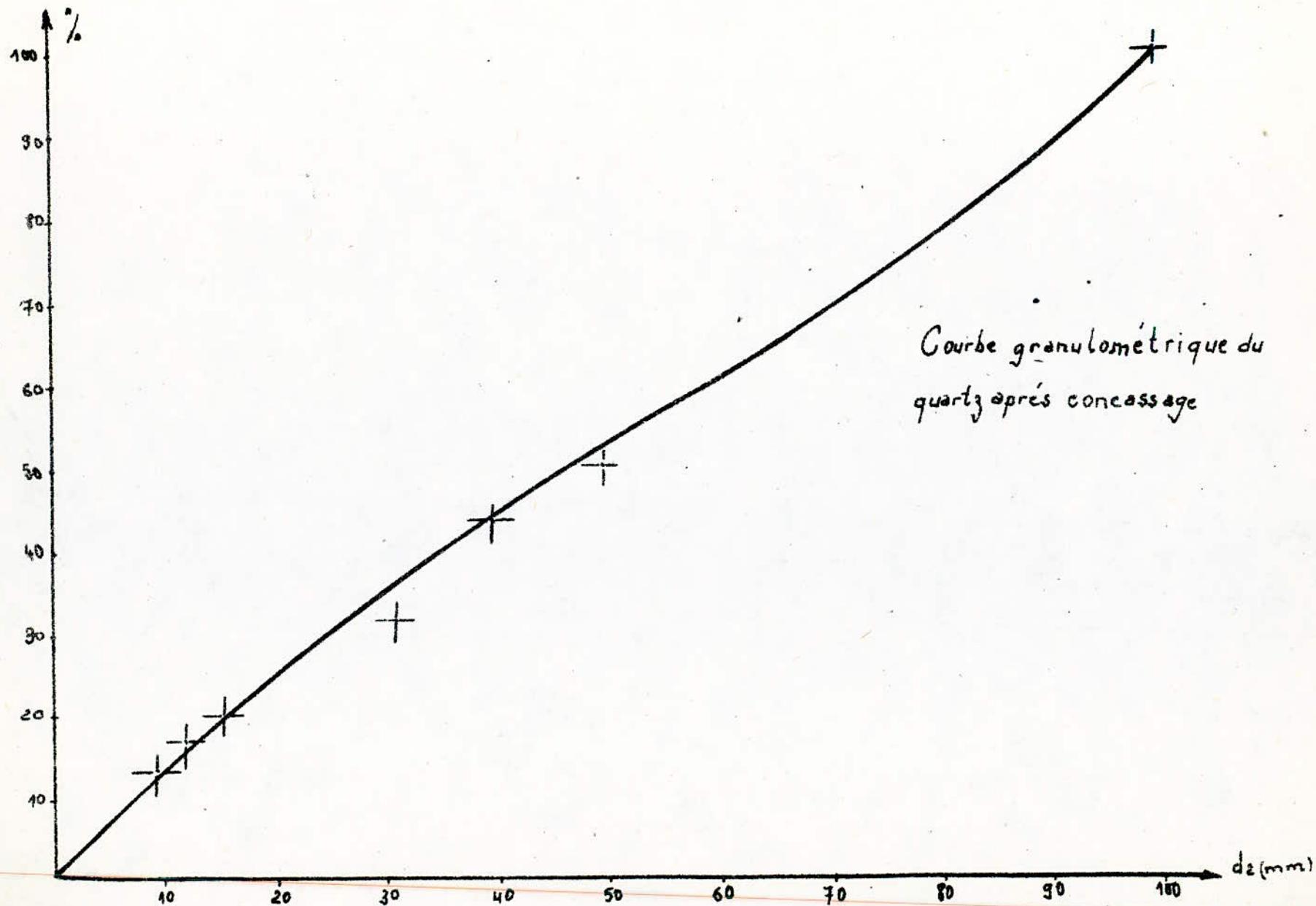


EXTRA STROM





courbe granulométrique
de la barytine après concassage



Courbe granulométrique du quartz après concassage

C O N C L U S I O N :

En procédant à un classement des K D R trouvés, selon un ordre croissant, nous remarquons :

	Q u a r t z	H é m a t i t e	B a r y t i n e
K D R	0,635	1	1,163

Nous pouvons dire que le K D R du Quartz est inférieur à celui de l'Hématite, qui est lui-même inférieur à celui de la Baryte. D'où nous pouvons en déduire que la concassabilité du Quartz est meilleure que celle de l'Hématite et qu'il en est de même de sa concassabilité qui est elle-même meilleure par rapport à celle de la Baryte.

Il est une chose importante que nous tenons à mentionner, à savoir que nous avons utilisé un concasseur à mâchoires comme appareil de fragmentation.

Nous sommes donc en mesure de pouvoir établir une échelle des différents matériaux qu'il nous a été donné d'utiliser dans notre travail et qui sont susceptibles d'être fragmentés dans un concasseur à mâchoires , par ordre de préférence :

- 1 - Quartz
- 2 - Hématite
- 3 - Baryte

...../.....

Utilité du Coefficient de concassabilité :

Les rendements des concasseurs indiqués dans les catalogues des fabricants de matériel de traitement utilisant des roches mi-dures, avec une masse volumique (ou poids volumique) de 2700 Kg / m³ environ et pour un poids de jetée avoisinant 1600 Kg / m³ , sont fournis par la formule suivante :

$$Q = 150 \ h - ds - S - B - u - p \quad \text{en t/h}$$

Il convient de noter que c'est une formule empirique donnée par L E V E M S O N , spécifique pour un concasseur à mâchoires ;
où

Q - rendement d'un concasseur à mâchoires en t/h

h - nombre de tours / mn

ds - diamètre moyen des blocs alimentant le concasseur (en m)

S - ouverture de sortie en m

u - coefficient de versement (0,25 - 0,5)

B - largeur de l'ouverture d'entrée du concasseur en m

p - masse volumique du matériau concassé en t/m³

D'autre part, pour calculer les rendements des concasseurs utilisés pour le concassage de matériaux ayant des propriétés physico-mécaniques différentes de celles indiquées par les fabricants, par exemple pour une masse volumique et un poids de jeté respectivement différents de 2700 Kg/m³ et de 1600 Kg/m³ ainsi que pour le concassage de matériaux

..../....

secondaires dont nous citerons, entre autres, les scories et laitiers métallurgiques, qui, par leur densité et dureté, se différencient des minerais métalliques et non métalliques, nous pouvons utiliser l'équation suivante :

$$Q = Q_{cat} - \frac{1}{KDR} - K_p - K_g \quad \text{en t/h}$$

où :

Q - rendement du concasseur pour une masse volumique différente de 2,7 t/h ou pour un poids de jeté différent de 1,6 t/h

Q_{cat} - rendement du concasseur donné par le catalogue en t/h

KDR - coefficient de concassabilité du matériau

K_p ou K_{ps} - coefficients correctifs

$$K_p = \frac{p}{2,7} \quad ; \quad K_{ps} = \frac{p_s}{1,6}$$

p : masse volumique du matériau en t/m³

p_s : poids de jeté du matériau en t/m³

K_g - coefficient correctif de la granulométrie

$$K_g = \left(\frac{0,85}{a} \right)^{0,2}$$

avec : a - dimension maximale des blocs du matériau examiné,

tel que : $a = \frac{L_{max}}{B}$

et L_{max} = (0,6 + 0,85) B en m

...../.....

Maintenant que toutes les conditions se trouvent réunies, il nous est possible de calculer les rendements du concasseur en fonction de KDR.

$$K_g = \left(\frac{0,85}{a} \right)^{0,2}$$

$$\text{avec } a = \frac{L_{\max}}{B} = \frac{0,85 B}{B} = 0,85$$

$$\text{d'où : } K_g = \left(\frac{0,85}{0,85} \right)^{0,2} = 1$$

$$K_{ps} = \frac{P_s}{1,6} = \frac{1,6}{1,6} = 1$$

Donc K_g et K_{ps} sont constantes.

$$Q_{\text{cat}} = 4 \text{ t / h} \quad (\text{donné par le catalogue})$$

$$q_{\text{KDR}} = 0,635$$

$$h_{\text{KDR}} = 1$$

$$b_{\text{KDR}} = 1,163$$

D'où :

$$1/ q Q = Q_{\text{cat}} - \frac{1}{q_{\text{KDR}}} - q_{\text{Kp}} - q_{\text{Kg}}$$

$$= Q_{\text{cat}} - \frac{1}{0,635} - 1 - 1$$

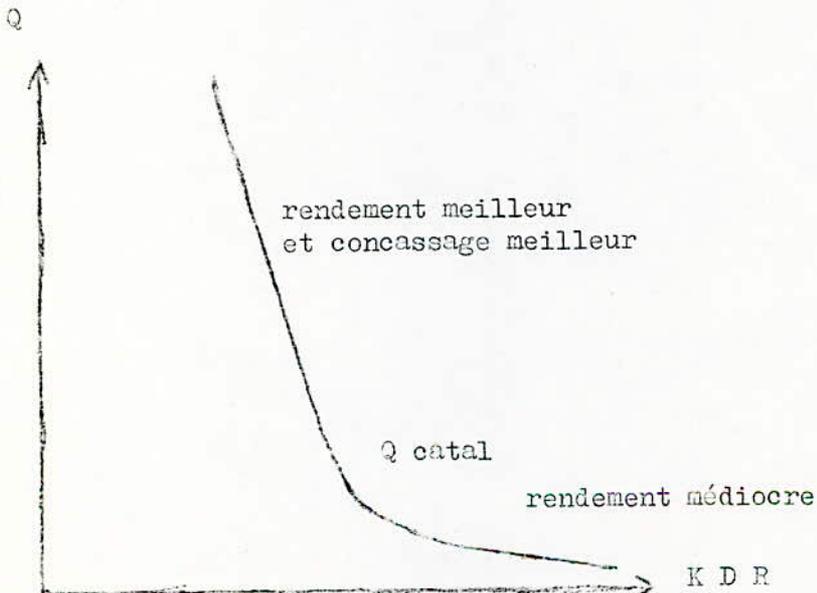
$$= q Q = \underline{6,30 \text{ t / h}}$$

...../.....

$$\begin{aligned} 2/ \quad h Q &= Q \text{ cat} \frac{1}{h \text{ KDR}} - h K p - h K g \\ &= Q \text{ cat} \frac{1}{1} - 1 - 1 \\ \Rightarrow \quad h Q &= \underline{4 \text{ t} / \text{ h}} = Q \text{ cat} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3: \quad b Q &= Q \text{ cat} \frac{1}{b \text{ KDR}} - b K p - b K g \\ &= Q \text{ cat} \frac{1}{1,163} - 1 - 1 \\ \Rightarrow \quad b Q &= \underline{3,44 \text{ t} / \text{ h}} \end{aligned}$$

Nous pouvons dire que le rendement varie en sens inverse avec K D R ;



/// BIBLIOGRAPHIE

---o-o-o---

- Technologie des granulats :

AITCIN - JOLICOEUR - MERCIER.

---o---

- Techniques d'analyse
granulométrique :

F. VERGER

---o---

- Valorisation des minerais :

F. BLAZY

---o---

- Cours de FEN 157 de :

M. SAADA

---o---

- Préparation mécanique et concentra-
tion des minerais par flottation.

