

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE : SCIENCE & TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT : GENIE MECANIQUE

N° :



DOMAINE : TECHNOLOGIE

FILIERE : GENIE MECANIQUE

OPTION : PRODUCTIQUE

**Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique**

Par : LAIFA FAKHREDDINE

Intitulé

**Etude technico-économique des marteaux du
concasseur EV250X300-2-85 de l'usine
LAFARGE CIMENT de M'SILA**

Soutenu devant le jury composé de :

SEBHI Ammar	Enseignant	Université : M'sila	Président
ELHADI Abdelmalek	Enseignant	Université : M'sila	Rapporteur
BEDDA Abdelmalek	Enseignant	Université : M'sila	Examineur

Année universitaire : 2016 /2017

Remerciements

Tout d'abord Je tiens à remercier notre dieu qui m'a donné la force pour reprendre mes études après un arrêt de 23ans et d'avoir me donné la volonté d'accomplir ce travail.

Je tiens à remercier les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire de proche ou de loin.

Je tiens à remercier mon encadreur, merci pour votre patience, votre soutien, votre gentillesse, et votre grande humanité, sans oublier tous mes gentils enseignants et enseignantes de l'année 2016-2017.

Le remerciement passe aussi à tous mes amis de classe Master 2 productique pour leur soutien moral.

En fin, merci à tous.

Fakhreddine

Dédicace

*Je dédie ce modeste travail avec grand
amour, sincérité et fierté :*

*A la mémoire de mon père et ma mère qui mon
quitté depuis longtemps.*

*A ma chère femme et à mes chères enfants
Salaheddine, Ahmed Diyaeddine , Rawan et Anes
Takeddine que dieu les protège.*

Et à toute ma famille.....

Fakhreddine

Sommaire

Introduction générale.....	1
CHAPITRE 1 : Concassage dans l'industrie du ciment	1
1.1. Introduction.....	2
1.2. Concassage des matières.	4
1.3. Qualité de la matière et caractéristiques physiques.	5
1.4. Principes de concassage.....	7
1.5. Types d'installation de concasseur	8
1.6. Types de concasseurs.....	10
1.6.1. Concasseur à marteaux FLS, type EV	11
1.6.2. Concasseur à marteaux articulés à double rotor avec grille de sortie.	13
1.6.3. Concasseur à marteaux articulés sans grille de sortie.	14
1.6.4. Concasseur à barres d'impact.	15
1.6.5. Concasseurs à mâchoires.	17
1.6. 6. Concasseurs à cône.....	18
1.6.6.1. Concasseurs giratoires.	19
1.6.6.2. Concasseur à cône ou concasseur Symons.....	20
1.6.7. Concasseurs à mâchoire et à cylindre.....	22
1.6.8. Concasseur à cylindre.....	22
1.6.9. Le concasseur à disques coupants	24
1.7. Choix du concasseur	25
1.8. Dimensionnement du concasseur	26
1.9. Trémies d'alimentation.	27
1.10. Alimentateurs	28
1.10. 1. Alimentateurs à lamelles.....	29
1.10.2. Alimentateurs à vibrations.	30
1.10.3. Alimentateur à grille déroulante.....	31
1.11. Pour une alimentation optimale.	31
1.12. Choix du fournisseur.	32
1.13. Pièces d'usure du concasseur.	33

CHAPITRE 2 : Concasseur EV250x300-2-86 de l'usine lafarge m'sila.....	35
2. 1. Introduction.....	36
2.2. Composition et fonctionnement	37
2.2.1 Composition.....	37
2.2.1.1. Corps du concasseur.	37
2.2.1.2. Cylindre d'admission.....	38
2.2.1.3. Rotor à marteaux.	38
2.2.1.4. Plateau de concassage.....	39
2.2.1.5. Grille de sortie.....	39
2.2.2. Fonctionnement.	39
2.3. Utilisation	41
2.3.1. Ajustement de la grille.	41
2.3.2. Ouverture de la section supérieure basculante	42
2.3.3. Ajustement du plateau de concassage	42
CHAPITRE 3 : Marteaux du concasseur EV 250x300-2-85.....	47
Généralité sur les marteaux du concasseur EV250x200-2-85	47
3.1. Généralité sur les aciers :.....	48
3.1.1. Diagramme binaire Fe-C :	48
3.1.2. Influence des éléments d'addition :.....	49
3.1.3. Types des aciers :	49
3.1.3.1. Les aciers ordinaires ou non alliés :	50
3.1.3.2. Les aciers alliés :	50
3.1.4. Désignation :	50
3.2. Aciers en manganèse :	51
3.2.1. Diagramme Fe-Mn :	51
3.2.2. Liste de nuances des aciers au manganèse :	52
3.2.1. Etude et résultats :	53
3.2.1.1. L'acier à 12-14% en Mn	53
3.2.1.1.1 . Composition chimique :	53
3.2.1.1.2. Micrographes des échantillons :	54
3.2.1.1.2.1. Préparation des échantillons :	54
3.2.1.1.3 . Caractéristiques mécaniques	55
3.2.1.1.3.1. Dureté.....	55

3.2.1.1.3.2. Essai de traction :	56
3.2.1.1.3.3. Essai de résilience:	57
3.2.1.2. L'acier à 16-18% en Mn	58
3.2.1.2.1.Composition chimique	58
3.2.1.2.2. Analyse micrographique	58
3.2.1.2.3. Caractéristiques mécaniques	59
3.2.1.2.3. 1. Dureté.....	59
3.2.1.2.3.2. Essai de traction:	60
3.2.1.2.3.3. Essai de résilience:	60
3.2.1.3. L'acier à 18-22% en Mn	60
3.2.1.3. 1.Composition chimique	60
3.2.1.3.2.Analyses micrographiques:	61
3.2.1.3.3. Caractéristiques mécaniques	63
3.2.1.3.3.1. Dureté.....	63
3.2.1.3.3.2. Essai de traction:	63
3.2.1.3.3.3. Essai de résilience:	63
. Discussion des resultats :	64
3.2.1.4.1. Analyses micrographiques	64
3.2.1.4.2. Les duretés	64
3.2.1.4.3. Les résiliences et les tractions.....	65
3.2.1.4.3. Conclusion générale de l'acier au manganèse:	66
3.2.1.5. Conditionnement des aciers au manganèse.....	66
3.3.Les marteaux en insert Céramique Xcc	68
3.3.1.Spécifications techniques:	68
3.3.2.Etat de la technique	69
3.3.3.Buts de l'invention.....	69
3.3.4.Revendications et procédé de fabrication	70
3.2.5. Etude technique d'un marteau en insert céramique du concasseur.	73
3.2.5.1. Préparation du marteau	73
3.2.5.2. Essai de dureté	75
3.2.5.2.1. Opération de prise des valeurs de dureté	76
3.2.5.3. Conclusion	79
3.2.5.3. Analyse de composition chimique.....	79
Zone 1 : Nuance du corps du marteau	80
Zone 2 : Nuance partie renforcé insert en céramique.	80
CHAPITRE 4 : Partie pratique d'usage des marteaux du concasseur ev250x300-2-85	82

<i>Partie pratique d'usage des marteaux du concasseur EV250x300-2-85</i>	83
4.1. Conception du marteau	83
4.2 Choix du marteau	83
4.3.Historique des données de performance de presque tous les séries de marteaux du concasseur Mix	85
4.4.Taux d'usure des marteaux	87
4.4.1. Taux d'usure d'une série des marteaux en manganèse	87
4.4.2. Taux d'usure d'une série des marteaux en insert Céramique	88
4.5.Comparaison des total production et des couts entre deux type de marteau Mg 12% et Xcc	88
4.6.Conclusion	91
<i>Conclusion générale</i>	92
<i>Références bibliographie</i>	93
<i>Annexes</i>	94

Introduction général :

Le concasseur est le principal équipement dans l'atelier de concassage et dans la chaîne de production de l'industrie du ciment pour faire la réduction de la taille des matières venant de la carrière pour qu'elles soient adaptées au traitement qu'elles subiront dans les étapes suivantes de production du ciment.

Le concassage des matières premières du ciment est le plus souvent un procédé simple pour la préparation de la matière première.

Notre travail s'articule sur quatre chapitres :

Le premier chapitre est une recherche bibliographique concernant les différents types d'installation des concasseurs suivant le principe de concassage ainsi que les alimentateurs et les trémies d'alimentation en se basant sur les équipements FLS.

En deuxième chapitre, on va étudier les différents constituants et le principe de fonctionnement du concasseur EV250x300-2-85 FLS installé dans l'usine de fabrication du ciment de Hammam Dalaa LCM (Lafarge Ciment Msila) ainsi que les pièces qui vont envisagées probablement le phénomène d'usure.

Le troisième chapitre est une étude détaillée des deux types de marteaux (marteau au manganèse et marteau en insert céramique) au point de vue de leurs constituants, propriétés mécaniques et composition chimique.

Le dernier chapitre présente des résultats expérimentaux des deux types des marteaux cités précédemment concernant la productivité (la quantité de matière première concassée par chaque série des marteaux) et les taux d'usure des marteaux en fonction de la nature de la matière constituant les marteaux.

CHAPITRE 1

CONCASSAGE DANS L'INDUSTRIE DU CIMENT

1.1. Introduction

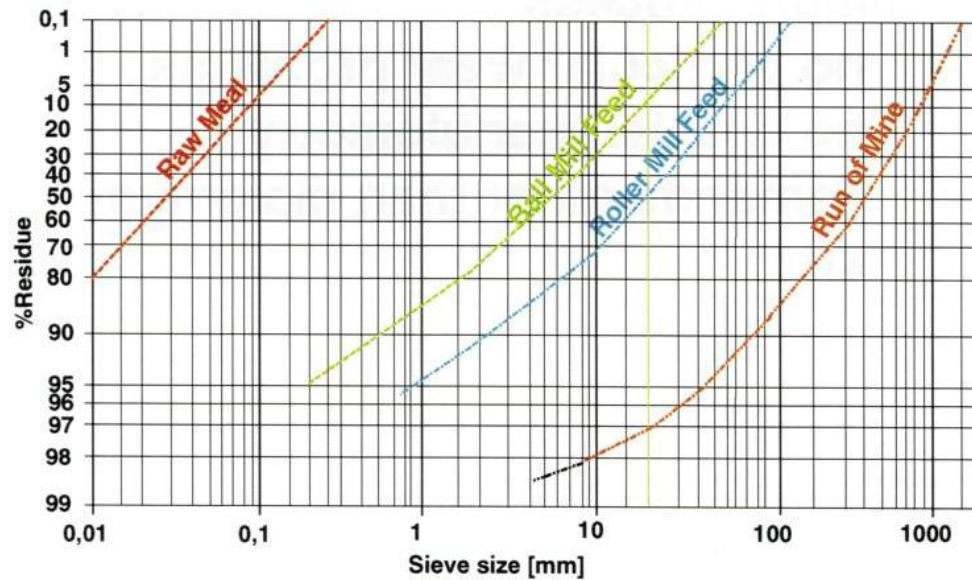
Lorsqu'on parle du concassage dans l'industrie du ciment, on pense généralement à la nécessaire réduction de la taille des matières venant de la carrière pour qu'elles soient adaptées au traitement qu'elles subiront dans la chaîne suivante de production (les broyeurs).

Le concassage des matières premières du ciment est le plus souvent un procédé simple qui ne pose pas de:

- ✓ problème d'usure particulier.
- ✓ et qui n'exige pas de granulométrie spéciale autre que la taille maximale.

On peut parfois être confronté à des conditions difficiles telles que l'usure et l'adhésivité de la matière. Certaines cimenteries n'ont qu'un seul concasseur pour concasser la matière première: il s'agit souvent d'un concasseur à marteaux avec grille de sortie ou d'un concasseur à barres d'impact. Cependant, la plupart des nouvelles cimenteries sont équipées de 2 ou 3 départements de concassage pour les différentes matières premières, ce qui facilite la coordination au niveau de la livraison de la matière et permet de choisir le meilleur procédé de concassage.

Un procédé typique de concassage des matières premières primaires est illustré sur le diagramme RRSB (Rosin-Ramler Sperling Diagramme) de la (figure. 1.1, a & b) et, on donne un exemple type de l'énergie consommée pendant le concassage comparée à l'énergie consommée lors du procédé de broyage des matières premières. Le tableau.1.2 illustre la consommation d'énergie type lors des différents processus de production du ciment. Pour certains, il sera sans doute surprenant de constater que la consommation d'énergie soit si basse pour le concassage. Ce n'est pas la consommation d'énergie qui importe lorsqu'il s'agit de choisir le processus de concassage et l'équipement. Le plus important, ce sont les facteurs tels que: la fiabilité dans la production, l'économie d'usure, l'entretien et les investissements de départ [1].



Raw Meal : Farine crue.

Ball Mill Feed : Alimentation du broyeur à boulets.

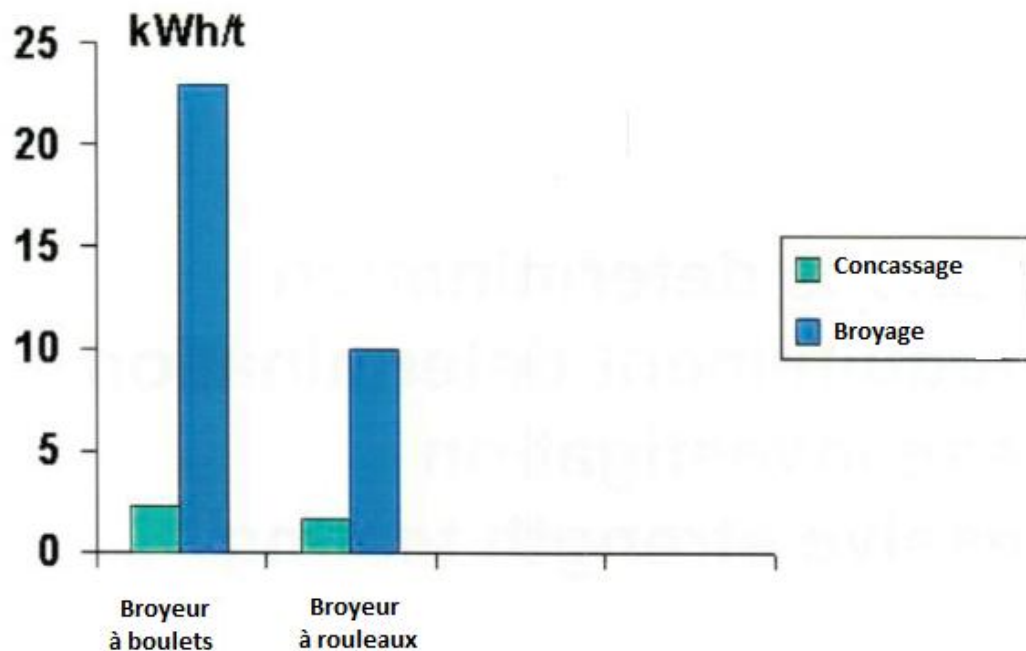
Roller Mill Feed : Alimentation du broyeur à rouleaux.

Run of Mine : Passage de l'alimentation de mine pour le concasseur primaire

% Residue : % de résidus sur le tamis de contrôle.

Sieve size [mm] : Ouverture du tamis de contrôle mm.

(a)



(b)

Figure.1.1(a) : Diagramme RRSB ; **(b)** Comparaison d'énergie consommée du concassage et broyage entre Broyeur à Boulet et broyeur à rouleaux

	<u>combustibles kcal/kg de ciment</u>	<u>électricité kWh/t ciment</u>
Carrière	-	0
Concasseurs	-	2.5
Pré homogénéisation et transport	-	1.5
Broyeur à cru	0 - 100	27
Silo à farine crue	-	1.5
Alimentateur de four	-	1.5
Four et refroidisseur	720	23
Broyeur à charbon	-	2.5
Broyeur à ciment	-	30
Usine d'emballage	-	1
Autres		4.5
TOTAL	720	95

Tableau. 1.2 : énergie consommée lors des différents processus de production du ciment.

1.2. Concassage des matières.

Le tableau.1.3 donne les matières premières du ciment les plus couramment employées. La plupart de ces matières sont concassées d'une manière ou d'une autre avant d'entrer dans la chaîne de production. Le nom de ces matières ne donne pas tout ce qu'il est nécessaire de savoir sur ces matières pour être en mesure de décider quel processus de concassage est le meilleur lors du traitement préalable [1]

Classification des matières premières du ciment

GROUPE:	NOMS :
SABLE	sables gravillons quartzites
SABLE/ARGILE	silt siltstone gneiss rhyolite dacite granit granodiorite

ARGILE	argile schiste phyllite micaschiste trachyte andésite syénite diorite
ARGILE/CARBONATE	marne marne vitrifiable phyllite de calcite micaschiste de calcite amphibolite basalte gabbro
CARBONATE	Craie Calcaire Marbre
FER	limonite oligiste magnétite
SULFATE	Gypse
CHARBON	Tourbe Lignite Charbon Anthracite
CLINKER, CENDRES, LAITIER	Clinker de ciment Pouzzolane Tuf Laitier de haut-fourneau

Tableau. 1.3. : Matières premières du ciment [1].

1.3. Qualité de la matière et caractéristiques physiques.

Pour pouvoir choisir le processus de concassage le plus approprié à une matière, il faut connaître la nature et les caractéristiques de cette matière comme les exigences auxquelles le produit concassé doit répondre.

Le nom de la matière n'est pas une information suffisante pour connaître la matière. Normalement, on peut facilement obtenir des informations fiables sur le type de matière, la composition chimique, l'homogénéité, la taille maximale la distribution granulométrique, la teneur maximale en eau et la densité ainsi que des informations sur la distribution granulométrique de particules du produit concassé.

Il est plus difficile d'obtenir des informations fiables sur la consommation d'énergie, les caractéristiques d'usure, la résistance compressive et l'adhésivité des matières à concasser.

Certains fournisseurs de concasseurs comme FLS ont des possibilités pour étudier ces caractéristiques en laboratoire. Il n'existe pas de standards communément acceptés pour mesurer la consommation d'énergie, l'usure et les caractéristiques d'adhésivité.

Chaque fournisseur a sa propre méthode et sait d'expérience comment les résultats obtenus sont liés au concassage effectué par les différents types de concasseurs.

Les caractéristiques d'adhésivité sont les plus difficiles à évaluer puisqu'elles sont liées à plusieurs caractéristiques physiques et il n'est pas facile d'empêcher les problèmes d'adhésivité lors du concassage ou d'y remédier.

Les caractéristiques d'adhésivité sont principalement reliées à la structure de la matière et à la teneur en eau. Il est rare que les matières pierreuses absorbent suffisamment d'eau pour créer des problèmes d'adhésivité alors que les matières à grains fins et non-consolidées comme la craie, la marne et l'argile sont susceptibles d'absorber beaucoup d'eau.

Une teneur en eau inférieure à 10-12 % cause rarement des problèmes d'adhésivité dans les types de concasseurs utilisés dans l'industrie du ciment. Lors de l'exploitation en carrière, de la mise en stock, du transport et autres traitements des matières collantes, il est très important de ne pas décomposer la structure de la matière inutilement et d'empêcher les prises d'eau superflues. Par exemple, on aura des difficultés à traiter une matière déjà délicate si elle est fragmentée.

Les recherches faites sur les caractéristiques des matières sont basées sur des échantillons types de matières. Pour obtenir des résultats qui peuvent être utilisés, il importe que les échantillons soient représentatifs des matières qui seront employées lors du processus de concassage envisagé.

Une analyse des caractéristiques de matière appropriée au concassage nécessite un échantillon d'environ 20 kg sous forme de particules de 200µm environ. L'examen de la teneur en eau naturelle doit être exécuté sur la carrière en collaboration avec un géologue expérimenté ou un ingénieur des mines.

La grosseur maximum de la matière alimentée au concasseur est très souvent un facteur décisif pour choisir la taille de la machine. La grosseur maximum de la matière est un élément déterminant pour une économie optimale de l'installation.

D'autre part, il pourrait être avantageux d'effectuer un deuxième abattage ou de casser les gros blocs ou encore de réduire d'une façon ou d'une autre la taille maximum de la matière qui sera amenée au concasseur [1].

1.4. Principes de concassage.

La figure.1.4 montre les 4 principes de fragmentation de la matière :

PERCUSSION : est illustrée par un **Marteau**.

FROTTEMENT : est illustrée par la **Lime**.

CISAILLEMENT : est illustrée par un **Ciseaux**.

COMPRESSION : est illustrée par un **étau**.

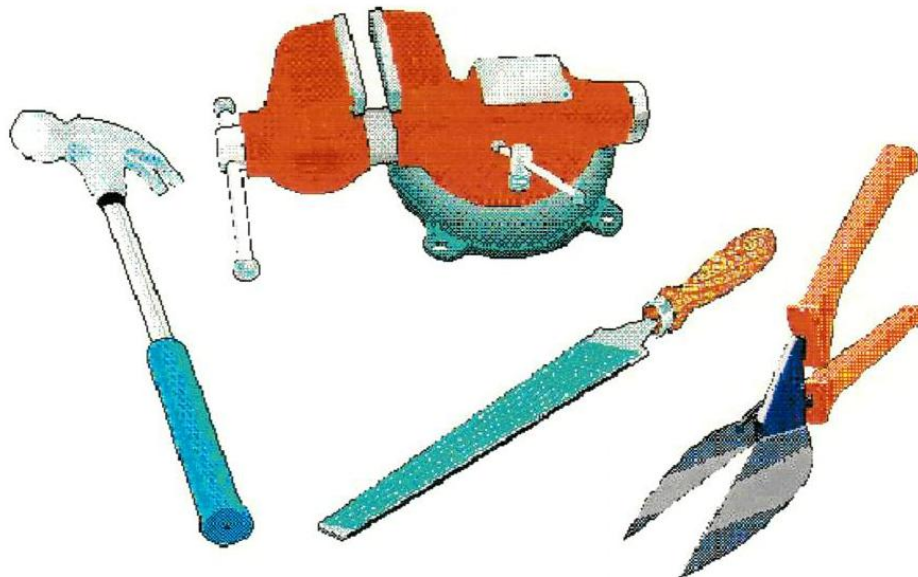


Figure. 1.4 : Principe de fragmentation de la matière [1].

Les concasseurs fonctionnent selon un ou plusieurs de ces principes. La grosseur maximum de la matière à concasser peut être influencée par la procédure d'abattage par explosifs dans la carrière. Voici comment ces principes sont reliés à l'économie d'usure et à la consommation d'énergie:

Usure:

Compression minimale

Percussion

Cisaillement

Frottement maximale

Consommation d'énergie:

Compression minimale

Percussion

Cisaillement

Frottement maximale

La compression est à la fois le principe qui consomme le moins d'énergie et le moins exposé à l'usure. Le choix semble donc être facile mais lorsqu'on tient compte des facteurs comme l'adhésivité, la taille des morceaux, la distribution granulométrique du produit, la complexité et le prix, l'image change [1].

1.5. Types d'installation de concasseur

Le concasseur est le principal équipement dans l'atelier de concassage. La configuration du département de concassage peut être plus ou moins complexe en fonction du type et de la conception du concasseur, des conditions de la matière à traiter et des exigences du produit. Parmi les éventuels équipements du département de concassage, on peut citer:

La trémie d'alimentation

Le marteau de concassage (pour séparer les blocs importants dans la trémie).

Le bras excavateur (pour supprimer la matière collante de la trémie).

Le bras preneur (pour enlever les blocs importants de la trémie).

Les alimentateurs.

Les pré-tamiseurs.

Les concasseurs.

Les cribles de vibration.

Les silos intermédiaires.

Les bandes transporteuses.

Les installations de dépoussiérage.

Les équipements de nettoyage.

Les équipements pour l'entretien.

Les équipements pour le contrôle et la surveillance.

FLS a fait de son mieux pour concevoir les concasseurs les plus simples possibles afin de répondre aux besoins les plus courants dans la production du ciment. Ainsi, on

utilise le plus souvent le concasseur à marteaux avec grille de sortie, le concasseur à barres d'impact et le concasseur à rouleaux, mais on utilise également d'autres types de concasseurs lorsque cela est nécessaire.

Les différents types d'installation à concassage sont illustrés sur les figures.1.5 ;1.7

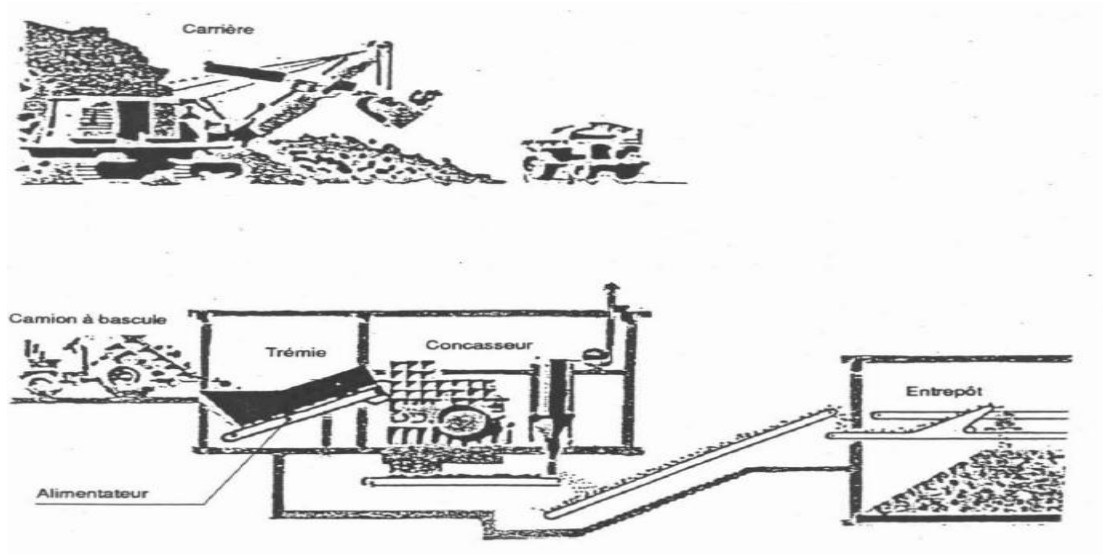


Figure.1.5 : Concassage à un étage en une passe avec concasseur à marteaux rotatifs et grille de sortie ou avec concasseur à barre d'impact. [1].

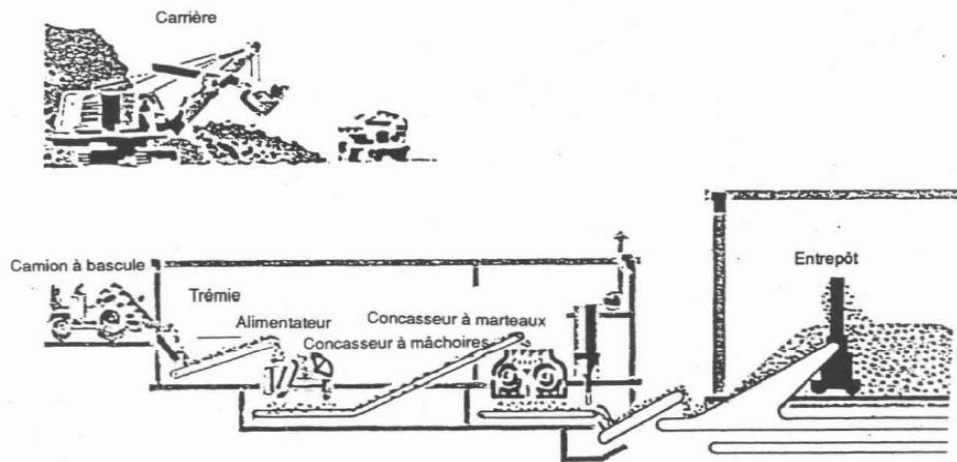


Figure.1.6 : Ancien modèle de concassage à deux étages en une seule passe avec concasseur à mâchoires et concasseur à marteaux rotatifs et à double rotors avec grille de sortie. [1].

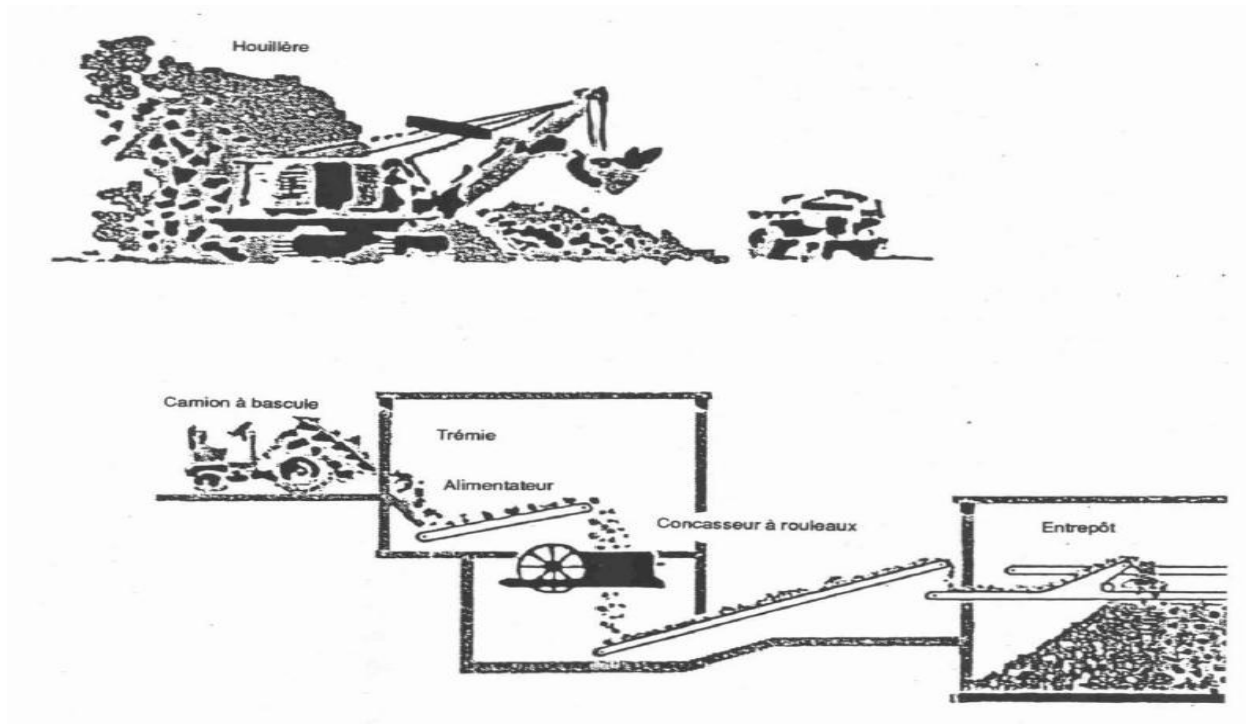


Figure.1.7 : Concassage à un étage en une seule passe d'argile collante dans des concasseurs à rouleaux. [1].

1.6. Types de concasseurs

- Les concasseurs utilisés ordinairement dans l'industrie du ciment sont les suivants:
- Les concasseurs à marteaux rotatifs (figure 1.8 a -1.8 c)
- Les concasseurs à marteaux rotatifs à double rotor avec grille de sortie (figure 1.9).
- Les concasseurs à barres d'impact (figure 1.10)
- Les concasseurs à mâchoires (figure 1.11)
- Les concasseurs à cônes (figure 1.12)
- Les concasseurs à mâchoires et à cylindres (figure 1.13)
- Les concasseurs à cylindres (figure 1.14)
- Les concasseurs à cylindres dentés (figure 1.15)

La description des concasseurs est donnée dans les pages suivantes.

Ces concasseurs n'ont bien sûr pas les mêmes objectifs, ce qui signifie qu'il est important de choisir le bon concasseur pour telle tâche spécifique. La question est donc de savoir: quel est le critère de sélection ?

1.6.1. Concasseur à marteaux FLS, type EV

Afin d'éviter un concassage compliqué en plusieurs étapes, FLS a mis au point un concasseur à marteaux: le concasseur EV qui n'exige pas de concassage primaire préalable. Il réduit les morceaux de pierre de 2 m à 25 mm. Le concasseur EV utilise un rotor simple à marteaux fonctionnant à la vitesse périphérique d'environ 40 mètres par seconde.

La grille d'entrée n'est pas nécessaire puisque le concasseur EV est conçu avec des cylindres destinés à absorber le choc des gros morceaux. Le concasseur EV peut également traiter des matières contenant une certaine proportion d'éléments collants.

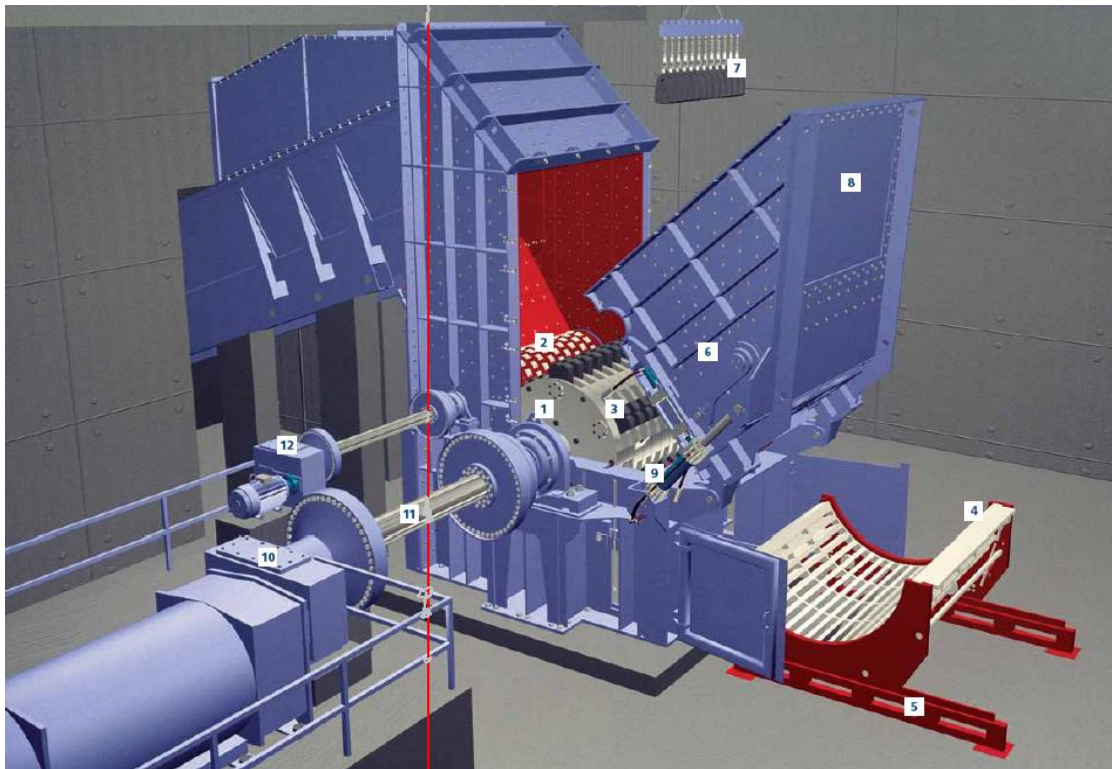
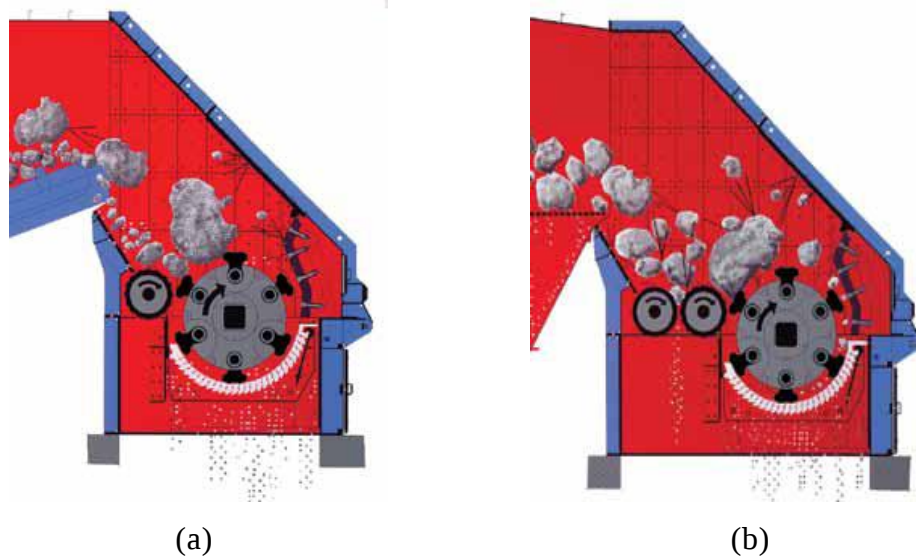
Lorsqu'un concasseur standard EV est équipé de grilles de sortie convenables, sa production peut directement être alimentée au broyeur à boulets. Si l'on désire un produit plus gros, on augmentera l'espace entre les barres de sortie, le débit du concasseur en sera d'autant plus accru.

Les morceaux de pierre sont amenés au concasseur par un alimentateur séparé qui répartit la matière sur toute la largeur de l'entrée du concasseur.

En entrant dans le concasseur, les morceaux tombent sur deux cylindres d'amortissement des chocs: l'un ayant une surface lisse alors que l'autre est pourvu de saillies. Ils fonctionnent à différentes vitesses afin d'empêcher les morceaux de se coincer.

Certaines matières fines s'introduisent dans l'espace situé entre les cylindres et se séparent à ce niveau.

Les cylindres alimentent les morceaux aux marteaux qui les brisent et les projettent contre le plateau de concassage & les tôles de revêtement situées dans la partie supérieure du concasseur pour finir de les fragmenter. Le lourd rideau de chaînes verticales à l'entrée du concasseur empêche la matière de rebondir vers l'alimentateur. Au stade de concassage suivant, les morceaux cognent contre le plateau de concassage réglable et contre les barres de la grille de sortie. Enfin, le produit concassé passe à travers les ouvertures de la grille et est évacué par une bande transporteuse.



(c)

- | | |
|--|---|
| 1. Rotor à Marteaux (Hammer rotor) | 2. Cylindre d'avancement (Inlet roller) |
| 3. Marteaux (Hammers) | 4. Grille de sortie (Outlet grate) |
| 5 Rails (Rails for sliding grate in and out). | 6. Enclume (Breaker plate adjustment) |
| 7. Marteaux de rechange (Spare hammers) | 8. Partie supérieure (Top part) |
| 9. Verins (Hydraulic cylinders for opening top part) | 10. Réducteur (Main drive station) |
| 11. Accouplement à membrane (Membrane coupling) | 12. Réducteur (Drive station, inlet roller) |

Figure 1.8 : (a) : Concasseur à marteaux à un cylindre d'avancement ;(b) Concasseeur à marteaux a deux cylindres d'avancement (c) Concasseeur à marteaux éclaté [7]

Le produit fini venant du département de concassage peut être alimenté directement au broyeur à boulets: dans ce cas, le produit d'alimentation ne doit pas contenir plus de 5% ; de morceaux supérieurs à 25 mm. Cet objectif est atteint en réglant l'écartement des fentes des grilles de sortie du concasseur EV de 36 à 44 mm. Inversement, en élargissant ces fentes à 100 mm environ, la production du concasseur augmente d'environ 50% sans que la consommation d'énergie en soit accrue (Amplifier). Mais environ 35 % du produit fini sera composé de morceaux supérieurs à 25 mm.

Si la charge de moteur du concasseur dépasse un certain niveau prédéterminé, l'alimentation du concasseur est automatiquement coupée jusqu'à ce que la consommation d'énergie revienne à la normale, suite à quoi l'alimentateur se remet en marche. Si le concasseur est encombré de corps étrangers non réductibles (des pièces d'acier par ex.), un dispositif de sûreté automatique déconnecte l'alimentation en énergie du concasseur et de l'alimentateur pour permettre un dégagement manuel [1].

1.6.2. Concasreur à marteaux articulés à double rotor avec grille de sortie.

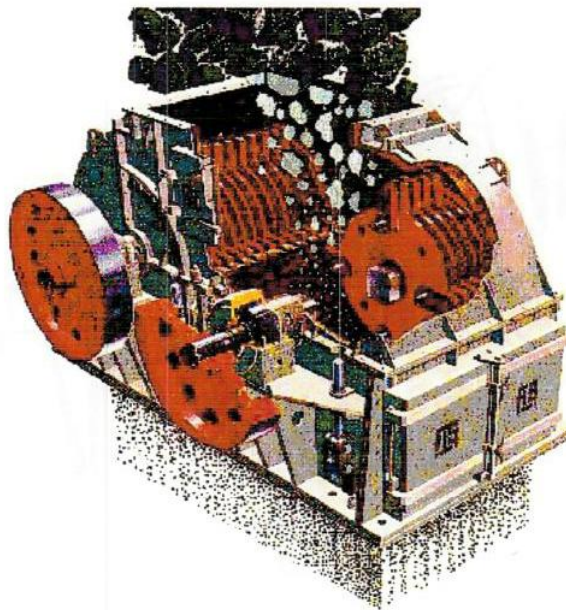


Figure. 1.9 : Concasreur à marteaux rotatifs à double rotor avec grille de sortie [7]

Les matières premières de ciment n'ont pas la même dureté, ce qui, combiné à d'autres facteurs, détermine le mode de fragmentation préalable au broyage du concasseur. Certaines matières premières peuvent être broyées à la taille d'alimentation du concasseur dès le premier concassage tandis que les autres devront peut-être subir un concassage en deux phases, c.à.d. un concassage primaire suivi d'un concassage secondaire.

Les concasseurs à marteaux à double rotor sont en fait des concasseurs secondaires, mais leur conception robuste et résistante les rend bien appropriés au concassage primaire des matières friables comme le calcaire, le gypse et le charbon brut.

Les concasseurs à marteaux FLS avec grille de sortie sont disponibles avec des vitesses périphériques convenant aussi bien au concassage primaire qu'au concassage secondaire et peuvent être adaptés pour traiter différentes matières premières. L'écartement des fentes dans les grilles de sortie peut s'adapter aux conditions opérationnelles en question.

Les arbres de rotor sont dotés de disques sur lesquels pivotent les marteaux. Les arbres de rotor tournent dans des rouleaux à roulement fortement immergés dans des bains d'huile et ils reposent sur le capot du concasseur composé d'un lourd alliage de fer et de sections soudées et boulonnées ensemble. Le capot est recouvert de plaques d'usure remplaçables.

Le concasseur à marteaux doubles est doté d'une lourde enclume avec des plaques de recouvrement remplaçables et une grille de sortie : ces deux parties peuvent être réglées pour compenser l'usure [1].

1.6.3. Concasseur à marteaux articulés sans grille de sortie.

Ce genre de concasseur à marteaux est utilisé pour traiter des matières relativement faciles à broyer comme la craie, le calcaire, le gypse, le charbon et autres matières semblables dont la résistance à la compression peut s'élever jusqu'à 800 kp/cm environ. Ce concasseur peut travailler avec des matières à adhésivité modérée.

Le concasseur ne convient pas aux matières très abrasives à cause de son principe de concassage qui est une conjonction de la percussion et du frottement. La matière doit être alimentée sur toute la largeur du rotor en glissant au-dessus du fond en direction de l'entrée.

Le concasseur n'a pas de grille d'entrée et le produit est par conséquent limité en ce qui concerne sa granulométrie maximale. Le produit concassé ne contient généralement pas plus de 5% de grains supérieurs à 25-30 mm. Ce qui signifie que le produit peut normalement être utilisé comme alimentation à un broyeur à boulets sans traitement supplémentaire.

Ce concasseur est un concasseur à marteaux sans grilles d'entrée et de sortie et il comprend :

Un cadre d'assise robuste doté de consoles pour le corps de palier de l'arbre.

Le rotor avec son arbre reposant sur les roulements à rouleaux dans les corps de palier, avec les disques à marteaux et les boulons à marteaux à passage direct sur lesquels sont accrochés les marteaux en acier au manganèse. L'arbre à marteaux est doté d'un volant.

Une mâchoire réglable dotée d'un recouvrement résistant à l'usure.

Le capot pivotant supérieur constitué d'une plaque en acier donne accès aux parties internes du concasseur. Le capot supérieur et le cadre d'assise sont recouverts de plaques de recouvrement échangeables, résistantes à l'usure dans les endroits exposés à l'usure.

Le concasseur à marteaux est conçu pour une commande à courroie trapézoïdale venant d'un moteur séparé [1].

1.6.4. Concasseur à barres d'impact.

Le concassage par percussion est une opération dynamique dans laquelle le broyage se déroule en trois étapes. La première étape consiste à effectuer la plus grande partie du concassage par percussion, c.à.d. grâce à l'impact des barres motrices sur l'alimentation du concasseur. La fonction des mâchoires installées à l'intérieur du concasseur est de jouer le rôle de plaques de déviation: la matière est projetée contre elles, elle est rejetée vers le compartiment de concassage dans lequel elle subit à nouveau le choc des barres motrices avant de quitter le concasseur par la fente située entre le rotor et le côté le moins élevé de la mâchoire.

La seconde étape du concassage s'effectue avec le choc de la matière contre les mâchoires. Lors de la troisième étape de concassage, les matières sont concassées les unes contre les autres. Cependant, dans ce système, le principal facteur de réduction est l'impact. La fragmentation ou broyage suit des clivages naturels où l'adhérence est basse (figure.1.10 a ; b & c).

Les broyeur à impact sont constitués d'un ou deux rotors dotés de barres à percussion. La vitesse circonférentielle des rotors est d'à peu près 23 à 45 m/s. Cette allure est nécessaire pour donner la vitesse requise à l'alimentation du concasseur. Chaque sorte de pierre exige une vitesse circonférentielle adéquate pour aboutir à la production maximale de particules de taille la plus avantageuse possible. Une vitesse circonférentielle basse engendrera des particules de grosse taille et vice versa.

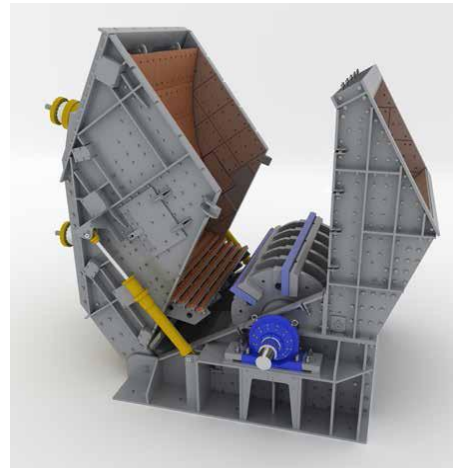
Les concasseurs à barres d'impact ont relativement peu de pièces d'usure souvent réversibles pour un fonctionnement efficace. En raison de l'espace plutôt étroit dans le corps, le concasseur est généralement doté d'une partie supérieure à bascule qui peut être soulevée par des cylindres hydrauliques pour, faciliter l'accès vers l'intérieur. La plupart des concasseurs à barres d'impact sont commandés par courroie trapézoïdale en passant par le volant.

Les concasseurs à barres d'impact n'ont pas de grilles de sortie; ce qui entrave le contrôle de la granulométrie, spécialement lorsque les barres d'impact et les mâchoires sont usés.

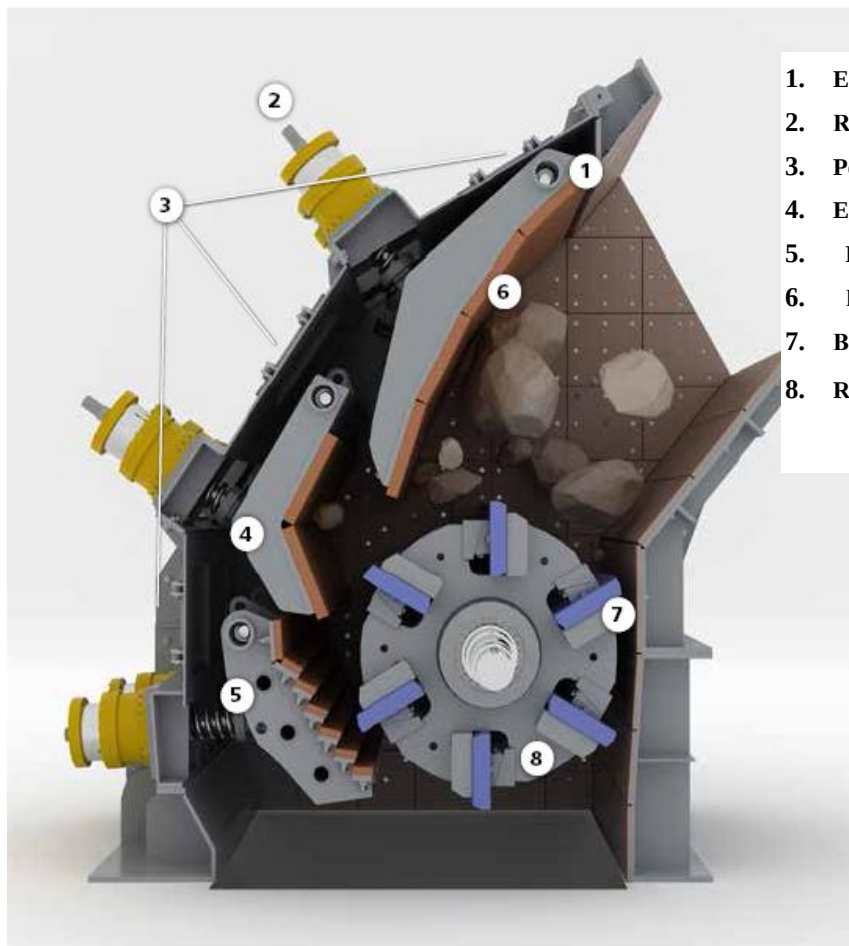
D'autre-part, l'absence de grilles de sortie signifie que les particules d'acier non-broyables comme par ex. les dents des transporteurs, peuvent passer à travers le concasseur sans causer de dommages ou de pannes [1].



(a)



(b)



1. Eclume (Primaire).
2. Réglage de l'enclume.
3. Porte visite pour maintenance.
4. Enclume (secondaire).
5. Enclume tertiaire.
6. Plaques d'usure (blindage).
7. Bar d'impact du rotor.
8. Rotor.

1. Breaker plate (primary)
2. Breakers plate adjustment
3. Maintenance access doors
4. Breaker plate (secondary)
5. Breaker plate (tertiary)
6. Wear liners
7. Rotor impact bars
8. Rotor

(c)

Figure 1.10 : (a) concasseur à bar d'impact fermé (b) concasseur à bar d'impact fermé
(c) : concasseur à barre d'impact à trois mâchoires [7]

1.6.5. Concasseurs à mâchoires.

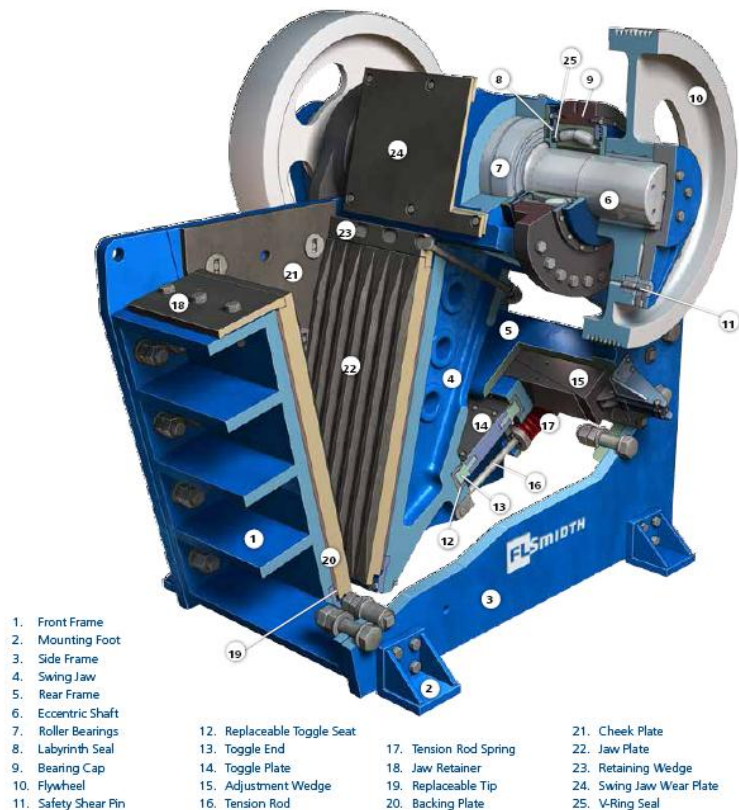


Figure 1.11 : concasseur a mâchoire [7]

Les concasseurs à mâchoires utilisés dans l'industrie du ciment sont généralement des concasseurs primaires.

Le concassage de la matière à concasser est exécuté par deux concasseurs à mâchoires: l'un étant fixe et l'autre mobile. Les mâchoires sont recouvertes de nervures. Le cadre du concasseur est constitué d'acier soudé ou coulé. Les cadres des plus grands concasseurs sont constitués de 4 à 6 éléments de profilés d'acier.

On a mis aux point différents concasseurs à mâchoires de conceptions diverses parmi lesquelles deux types de concasseurs restent à la pointe dans ce domaine, ce sont : le concasseur à mâchoires et à double effet (appelé aussi le concasseur Blake.) et, plus généralement répandu, le concasseur à mâchoires et à simple effet. Dans le concasseur à mâchoires à double effet, la mâchoire à bascule à un mouvement oscillant et la matière à concasser est écrasée de cette façon. Une forte compression est imposée à la matière à concasser. Ce type de concasseur sert au concassage de la matière dure et abrasive qui se présente sous-forme de gros blocs.

Ce concasseur ne convient pas aux matières fortement adhésives.

Dans le concasseur à simple effet, le mouvement de la mâchoire à bascules est différent de celui du concasseur à double effet. La mâchoire à bascule dans ce concasseur se déplace non seulement d'avant en arrière mais aussi de bas en haut. Le concassage se caractérise par le frottement et par le tassement. La compression et la friction se produisent simultanément. Ce concasseur est utilisé pour le concassage de matières semi dures et moins abrasives. Les concasseurs travaillent sur des matières dont la tendance à l'adhésivité est très limitée.

Pour lutter contre les corps étrangers non-broyables, on a pourvu les concasseurs à mâchoires d'un système de sécurité mécanique ou hydraulique, limitant ainsi la transmission de puissance à la partie inférieure du concasseur à mâchoires. En cas de surcharge, le concassage s'arrête et les corps non-broyables doivent être enlevés du compartiment de concassage [1].

1.6. 6. Concasseurs à cône.

Les concasseurs à cône broyant la matière située entre la bague de concassage fixe en forme de cône et un cône de concassage. Le cône tourne de façon giratoire autour d'un arbre vertical dont la partie la plus basse est située dans un emplacement excentrique. La fragmentation se fait surtout par compression et en partie par une force de flexion mais cela se produit généralement de la même façon que pour le concasseur à mâchoires. [1]

Ces concasseurs sont fabriqués selon les deux types suivants:

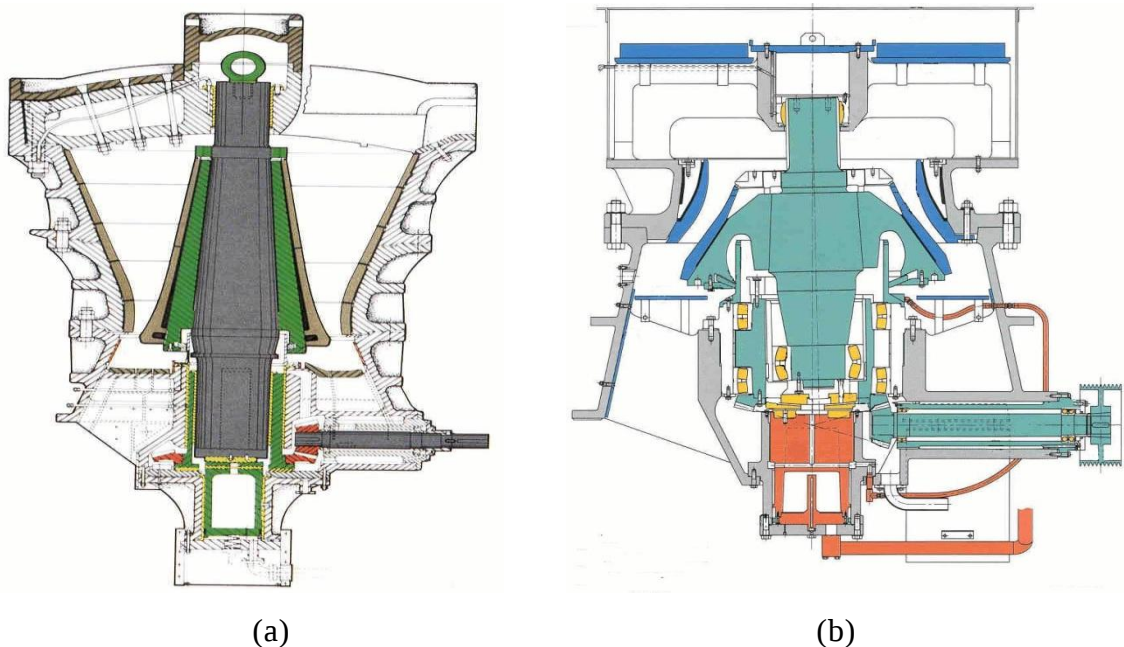


Figure 1.12 (a) : concasseur giratoire (b) : concasseur à cône [7]

- **Le concasseur giratoire**, appelé aussi " concasseur à coulisses" (Gates), système dans lequel le cône de concassage et la bague conique de concassage se font face. (figure 1.12, (a))

- **Le concasseur à cône-ou concasseur Symons**, système dans lequel le cône de concassage est juxtaposé à la bague conique de concassage.(figure1.12,b)

Sur le concasseur giratoire comme sur le concasseur à cône Symons, la distance entre les surfaces des deux cônes de concassage décroît dans la direction de l'orifice de déchargement

1.6.6.1. Concasseurs giratoires.

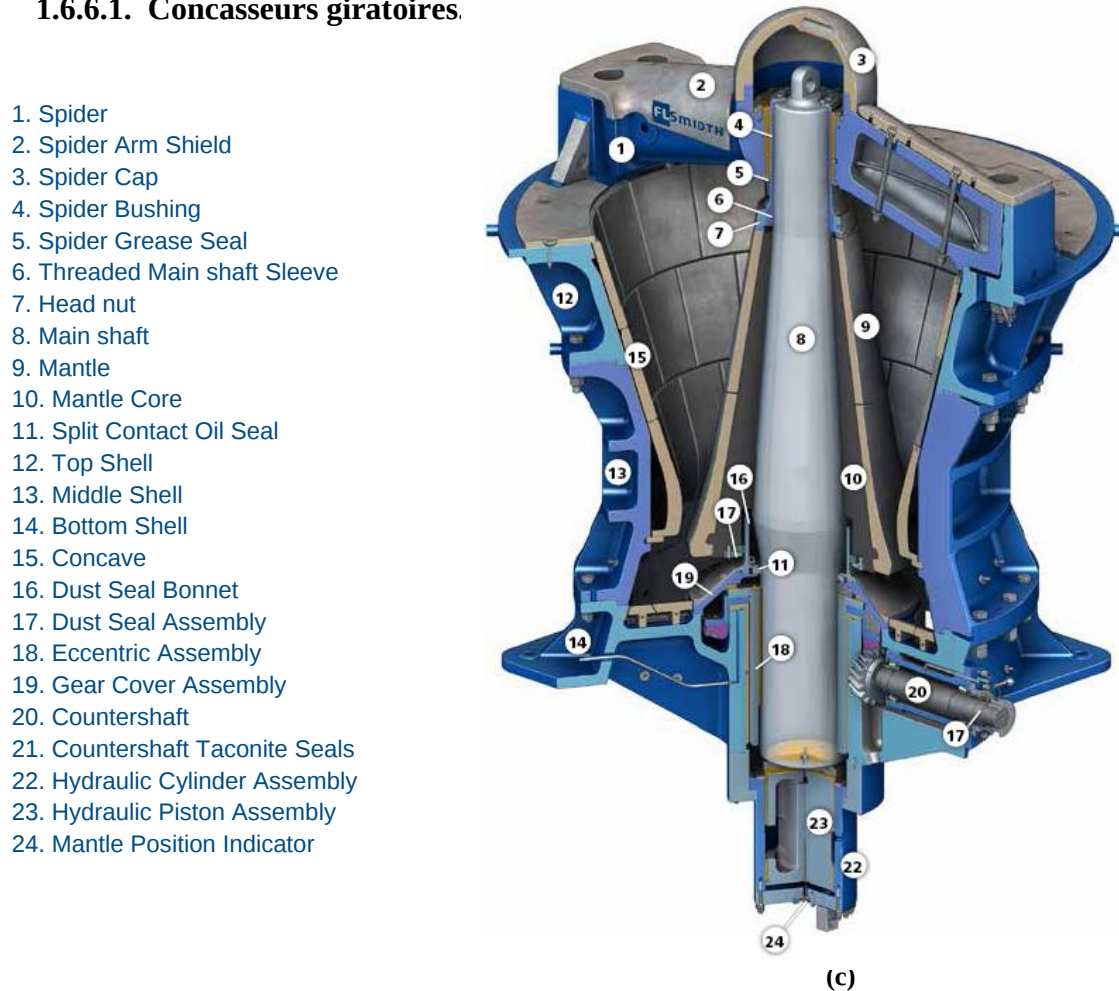


Figure 1.12 (c) : concasseur à mâchoire [7]

L'industrie du ciment emploie les concasseurs giratoires principalement comme des concasseurs primaires. Comparé au concasseur à mâchoires, le concasseur giratoire a une capacité deux à trois fois plus élevée et ceci bien que l'ouverture d'alimentateur et la fente de décharge aient la même taille. Le concasseur giratoire n'effectue pas de mouvements perdus et il fonctionne sans arrêt durant la giration de l'arbre principal du concasseur.

La conception structurelle du concasseur giratoire est illustrée sur la figure.1.12, c.

Les principales parties du concasseur sont: la bague conique fixe de concassage et le cône mobile de concassage monté sur l'arbre principal du concasseur. L'arbre principal sur lequel repose le cône de concassage, oscille et est suspendu à un dispositif d'emboîtement réciproque

situé dans le corps supérieur du concasseur (le croisillon). C'est là la caractéristique de la conception du concasseur giratoire. Un pignon d'angle excentrique, à l'intérieur duquel vient s'emboîter la partie inférieure de l'axe principal, permet au cône de concassage de suivre son mouvement giratoire.

Le concasseur giratoire peut avoir une capacité allant jusqu'à 5000 t /h à une largeur des fentes de décharge de 12 pouces;

Le concasseur giratoire n'exige pas d'alimentateur spécial; l'alimentation au concasseur peut être déchargée par n'importe quel moyen de transport (le plus souvent par l'arrière des camions-bennes) pouvant directement s'engouffrer dans l'ouverture d'alimentation au concasseur.

Le concasseur ne convient pas aux matières fortement adhésives.

Il faut enlever les corps non-réductibles de la partie supérieure du compartiment de concassage lorsque le concasseur est arrêté. Cependant, certains concasseurs giratoires sont dotés d'un arbre principal à console hydraulique pouvant s'abaisser lors du passage d'éléments non-réductibles qui sont petits, comparés à l'orifice de déchargement. [1]

1.6.6.2. Concasseur à cône ou concasseur Symons

1. Hopper Assembly
2. Bowl
3. Adjustment Cap
4. Drive Ring
5. Feed Plate Assembly
6. Head Assembly
7. Torch Ring
8. Mantle
9. Bowl Liner
10. Socket Liner
11. Adjustment Ring
12. Clamping Cylinder
13. Main Frame
14. Main Frame Liner
15. Main Frame Seat Liner
16. Tramp Release Cylinder
17. Main Shaft
18. Eccentric
19. Counterweight
20. Gear
21. Countershaft
22. Pinion
23. Wedge
24. Arm Guard.

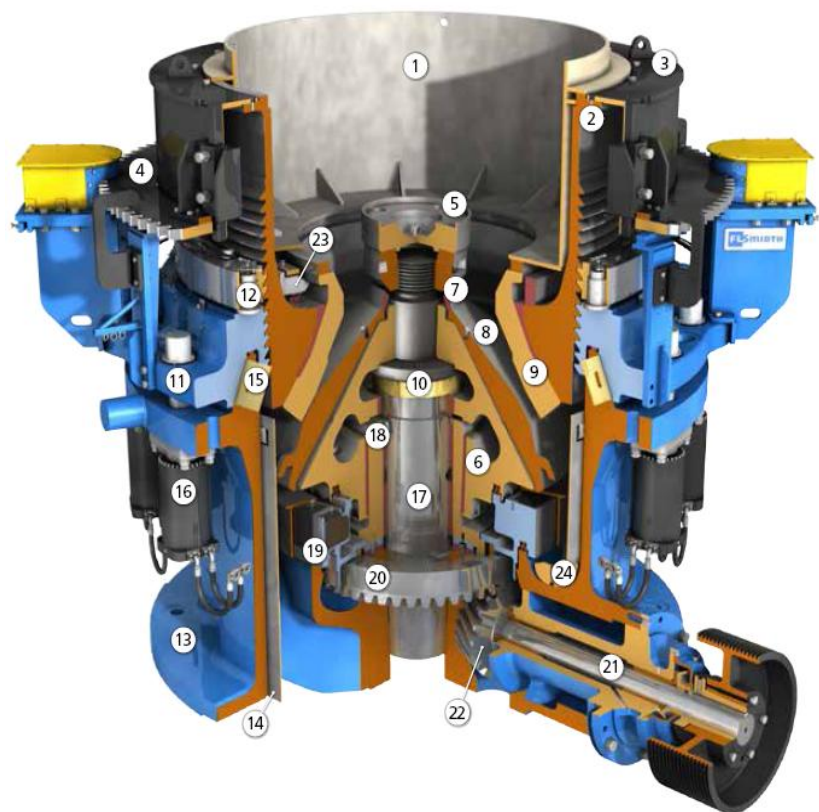


Figure 1.12, d : concasseur à cône Symons [7]

Comme la (figure : 1.12, d.) le montre: dans ce type de concasseur le cône de concassage et la bague conique de concassage sont disposés l'un à côté de l'autre. Ces concasseurs sont surtout utilisés comme concasseurs secondaires.

Le concassage se fait par compression entre les surfaces des deux cônes pendant que la matière se dirige vers la fente de décharge.

Dans certains concasseurs à cône, l'arbre principal est situé à la fois dans un palier au niveau de l'ouverture de l'entrée (croisillon) et dans la douille oscillatoire qui se trouve dans la partie inférieure du mécanisme d'entraînement.

Dans d'autres concasseurs à cônes, l'arbre principal est placé uniquement dans la douille du mécanisme d'entraînement.

Le réglage des fentes et la compensation de l'usure peuvent se faire soit en ajustant la hauteur du cône de sortie, soit en ajustant la hauteur de l'arbre principal du cône.

Le réglage des fentes peut être activé soit mécaniquement, soit hydrauliquement.

Le réglage hydraulique des fentes réalisé en ajustant l'arbre principal de cône s'effectue assez rapidement et convient au contrôle automatique de la finesse du produit ou de la charge du moteur. De même, le réglage hydraulique de la fente de l'arbre principal permet une décharge rapide d'éléments non-réductibles.

Les concasseurs à cône sont sensibles aux matières collantes.

De plus, une accumulation de matières trop fines dans la matière d'alimentation pourrait provoquer un entassement dans la partie inférieure de la chambre de concassage, obstruant ainsi le concasseur. Par conséquent, il faut prévoir un bon tamisage de la matière d'alimentation afin de réduire la matière fine alimentée au concasseur à cône.

Pour obtenir un degré de rendement élevé de la matière, il faut que la trémie d'entrée soit toujours pleine. Le niveau de matière dans la trémie est contrôlé par un alimentateur, recevant la matière venant d'un silo intermédiaire [1].

1.6.7. Concasseurs à mâchoire et à cylindre.

Le concasseur à mâchoire et à cylindre (figure : 1.13) Est une machine un peu démodée et fonctionnant lentement, utilisée pour concasser les matières moyennement dures et moyennement abrasives et également pour les mélanges de matières molles et pierreuses.

Aujourd'hui, il est remplacé par d'autres types de concasseurs comme les concasseurs à rouleaux, les concasseurs à marteaux ou à barres d'impact.

Le concasseur à cylindres dentés broyer la matière en la poussant contre un système de mâchoire fixe. La mâchoire est souvent maintenue par un système de ressorts ou par un dispositif de desserrage occasionnant le passage de petits éléments non-réductibles dans le concasseur.

En ce qui concerne la sensibilité pour les matières adhésives, le concasseur à mâchoire et à cylindre se situe entre le concasseur à cylindres et le concasseur à marteaux et à barres d'impact [1]

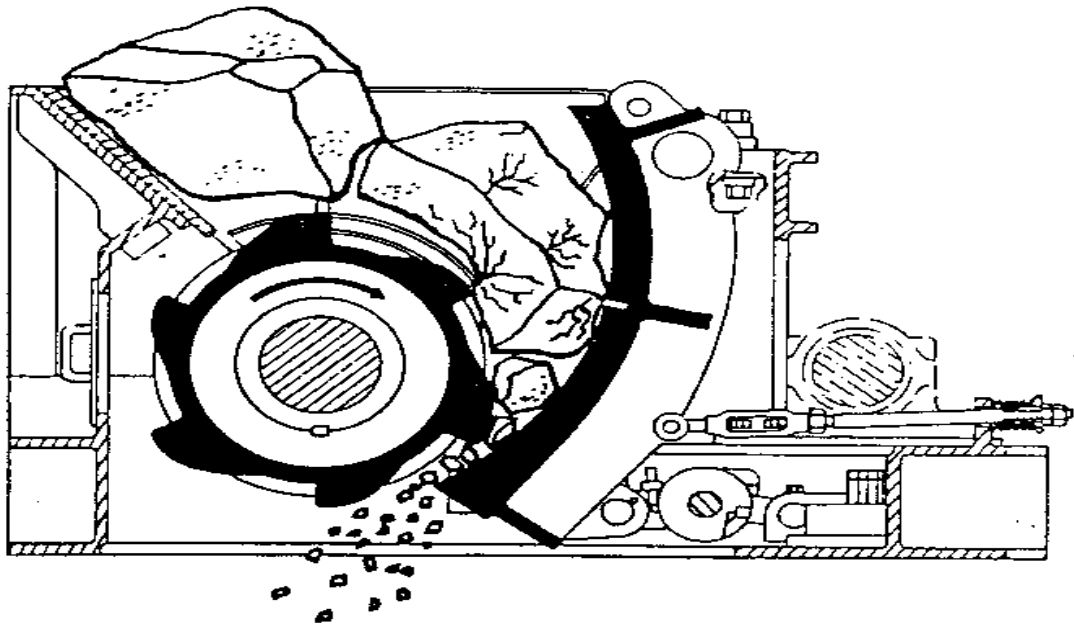


Figure 1.13 : concasseur à mâchoire et à cylindre [1]

1.6.8. Concasseur à cylindre.

Le concasseur à cylindre est surtout utilisé pour concasser des matières faciles à fragmenter telles que la craie, le calcaire mou et l'argile.

Dans l'industrie du ciment, les concasseurs à cylindres sont employés pour le concassage primaire et secondaire. Les morceaux, en fonction de leur dureté, ont une taille inférieure de 3 à 5 fois à leur taille initiale. La matière est rompue et concassée entre les cylindres.

Le concasseur à cylindres FLS de type E (figure.1.14) est composé de deux cylindres à bossages moulés. L'un des arbres de cylindres est réglable alors que l'autre est fixe et doté d'un volant. La fente entre les deux cylindres varie en fonction du degré de concassage désiré. Les deux

cylindres sont pourvus de racloirs pour gratter la matière collant à la surface. L'équipement est prévu contre les risques de surcharge: un dispositif porte-poinçon est relié au palier du cylindre réglable conjugué à un interrupteur de sécurité du moteur. Au cas où un objet extrêmement dur serait coincé entre les cylindres, le dispositif de poinçonnage se mettra en marche et arrêtera le fonctionnement du concasseur et de l'alimentation.

La puissance du moteur se transmet grâce à une double commande par engrenage et à deux arbres de transmission pour permettre le réglage de l'écartement entre les cylindres.

La double commande par engrenage assure une vitesse synchronisée des deux cylindres. Ainsi, le rendement du concassage augmente et l'usure se réduit. [1]

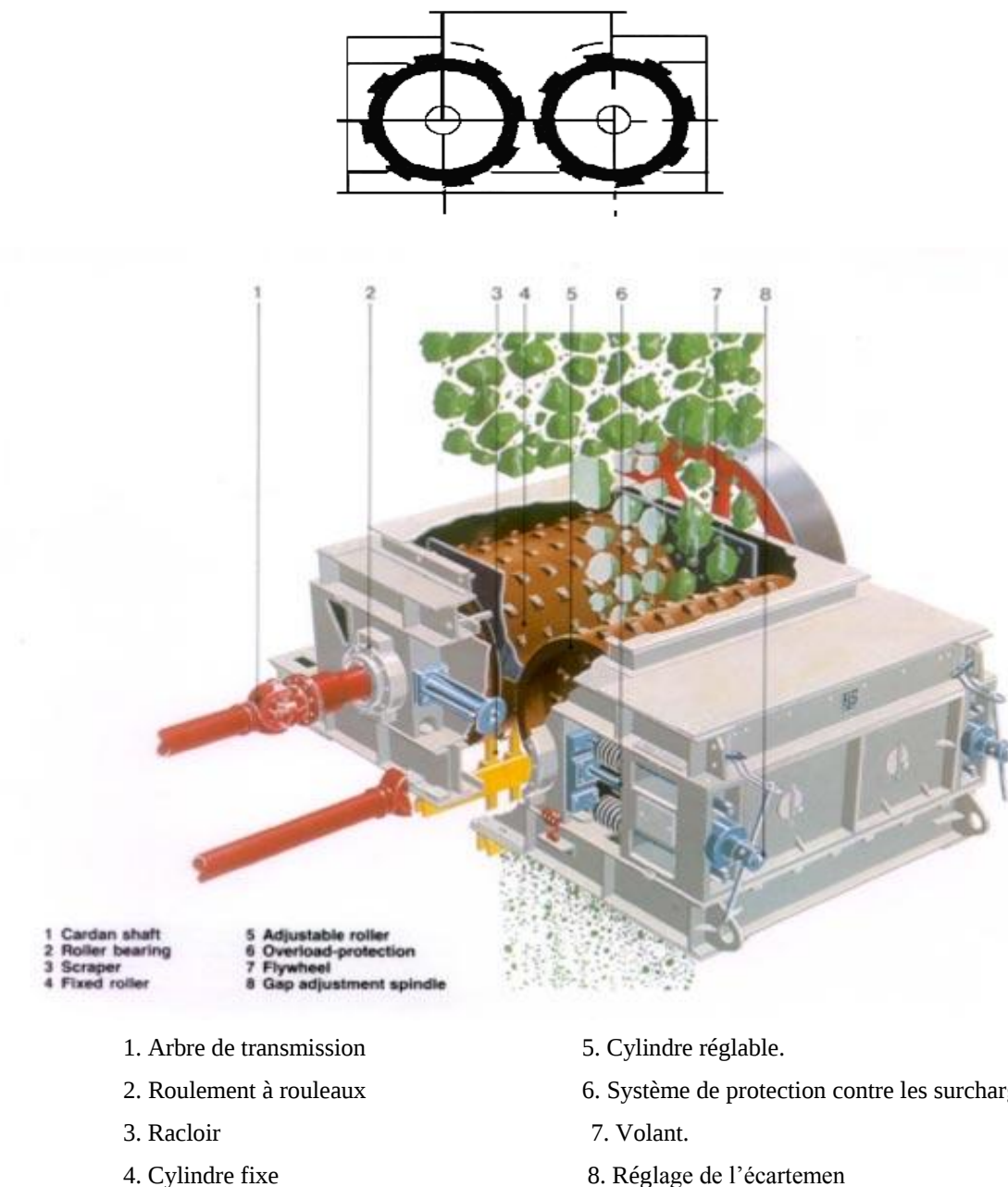


Figure 1.14 : concasseur à cylindre [7]

La structure d'encadrement du concasseur à cylindre est composée d'un assemblage de parties faites d'acier moulé et soudé et boulonnées ensemble. Les cylindres sont dotés de roulements à rouleaux lubrifiés à la graisse. Les roues dentées sur la commande par engrenage sont plongées dans l'huile avec les paliers d'arbre qui sont lubrifiés à la graisse.

Les concasseurs à cylindre FLS ont un fonctionnement très fiable et nécessitent peu d'entretien et de lubrification [1].

1.6.9. Le concasseur à disques coupants

Ce concasseur est conçu pour la craie molle et pour l'argile et est doté de disques dentés pour rompre les gros blocs avant qu'ils soient concassés lors du processus suivant.

Les deux rotors formés par les disques dentés tournent en un mouvement rotatif l'un dans l'autre à différentes vitesses (figure 1.15).

Le rotor dont les dents sont pointées vers l'avant tourne le plus rapidement alors que le rotor dont les dents sont pointées vers l'arrière, fonctionne plus lentement et retient la matière.

Les disques fonctionnent de façon à ce que les dents de l'un des disques rentrent dans l'espace situé entre les deux disques du deuxième rotor.

La machine est utilisée surtout pour les matières molles, adhésives et ne contenant pas d'éléments pierreux afin de préparer ces matières à leur acheminement vers l'étape suivante [1].

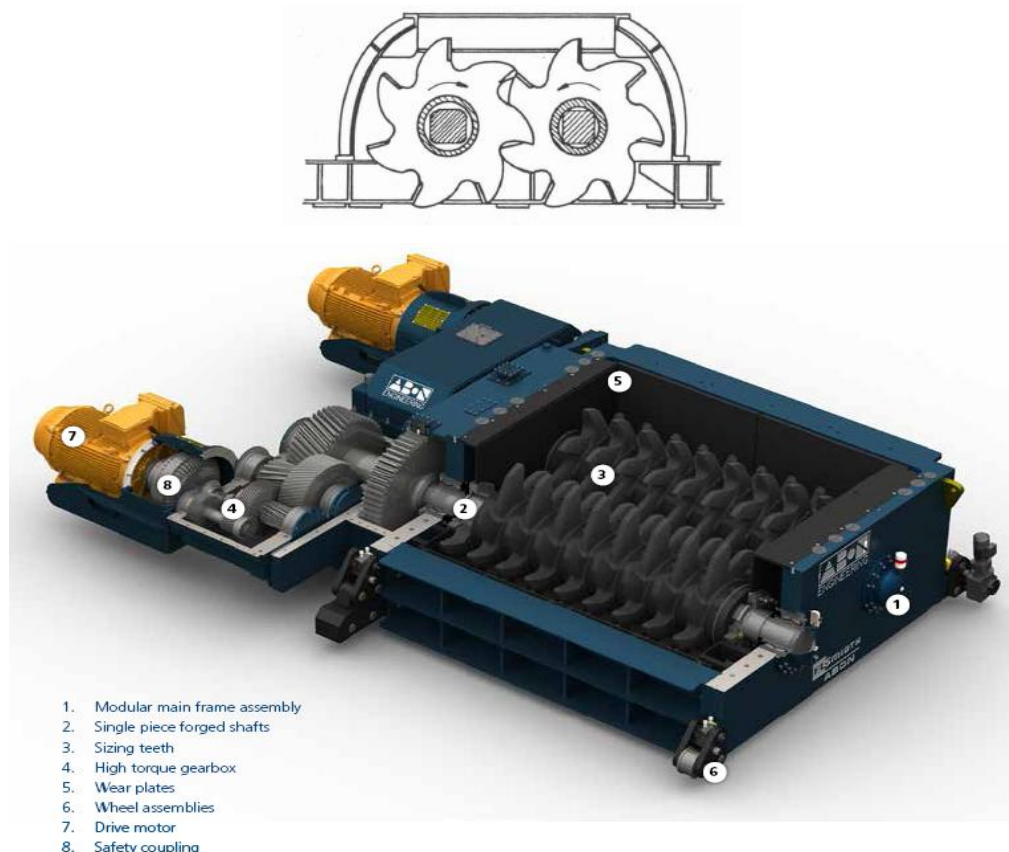


Figure 1.15 : concasseur à disque coupants [7]

1.7. Choix du concasseur

Nous avons déjà mentionné auparavant les critères de sélection d'un concasseur compte-tenu de la nature et des caractéristiques de la matière à concasser.

L'autre facteur important est celui du taux de réduction des concasseurs: c.à.d. le taux existant entre la plus grande dimension linéaire de la matière avant concassage et la plus grande dimension linéaire après concassage. Le taux de réduction relativement bas des différents types de concasseurs constitue souvent un problème.

C'est le cas particulièrement pour les concasseurs à mâchoire et à cône et pour les concasseurs à cylindres. Les concasseurs à marteaux et à barres d'impact et les concasseurs à marteaux ou à barres d'impact ont généralement un fort taux de réduction. Ce qui signifie qu'avec les concasseurs à marteaux ou à barres d'impact, le concassage peut être effectué en une seule étape alors qu'avec les autres types de concasseurs, il faudra deux, trois ou plusieurs étapes [1].

On trouve ci-après les taux de réduction typiques des concasseurs utilisés pour le concassage des matières premières du ciment:

Type de concasseur	Taux de réduction type
Concasseur à marteaux avec grille	50:1
Concasseur à barres d'impact	40:1
Concasseur à mâchoires	4:1
Concasseur giratoire	7:1
Concasseur à cônes	3 :1
Concasseur à cylindres	4:1
Concasseur à disques coupants	4:1

Tableau : 1 .4 : Taux de réduction typiques des concasseurs utilisés pour le concassage [1].

Si l'on envisage un département de concassage simple (du point de vue économique, quelques machines, bâtiments peu élevés), il faut partir à la recherche d'un concasseur à marteaux avec grille de sortie.

Souvent, il n'est pas nécessaire d'obtenir un produit fini à la granulométrie maximale très bien contrôlée. Dans ce cas, il est possible d'utiliser un concasseur à marteaux sans grille de sortie. En plaçant un tamis derrière le concasseur à barres d'impact, on peut contrôler la granulométrie du produit, mais alors il faudra installer un système de transport pour que le gros de la matière retourne jusqu'à l'entrée du concasseur; ce qui signifie une installation encore plus compliquée.

Le concasseur à marteaux et le concasseur à barres d'impact sont l'un et l'autre aussi sensibles à l'usure. Pour le concasseur à barres d'impact, la plus grande partie de l'usure se concentre seulement sur quelques barres facilitant ainsi le remplacement ou le renversement des pièces d'usure.

Au cas où l'on estimerait que la durée de vie des marteaux et des barres d'impact n'est pas assez longue, il faudrait envisager l'éventualité d'un concasseur à mâchoires ou à cône (bien que le taux de réduction soit plus bas), suivi d'une installation plus compliquée à plusieurs étages. Il serait bon d'ajouter que les concasseurs à mâchoires et à cône sont plus sensibles aux matières adhésives que les concasseurs à marteaux ou à barres d'impact.

Les concasseurs à marteaux et les concasseurs à barres d'impact sont de sensibilité égale aux problèmes d'adhésivité mais sont capables de traiter la plupart des matières collantes ayant une teneur en eau de 12 à 15%.

Si une matière est trop collante pour être traitée dans un concasseur à marteaux, on utilisera généralement un concasseur à cylindres. Les concasseurs à cylindres sont aptes à traiter même les matières premières du ciment les plus collantes.

Le concasseur à cylindres, comme le concasseur à cône et à mâchoires, a un taux de réduction bas. S'il fallait obtenir un haut taux de réduction, il serait nécessaire d'opter pour une installation à plusieurs étages avec une installation de concassage coûteuse et compliquée. Les concasseurs à cylindres sont moins sensibles à l'usure que les concasseurs à marteaux mais moins résistants à l'usure que les concasseurs à cône. Ils ne peuvent pas, à cause de leur conception, concasser des matières dures comme les concasseurs à mâchoires ou à cône. Les matières les plus difficiles à concasser sont les matières très collantes mêlées à de gros blocs ayant une forte résistance à la compression. Les concasseurs à cylindres seraient en mesure de les traiter mais cela nécessiterait une installation coûteuse.

Le concasseur à mâchoire et à cylindre a une conception un peu démodée et est en train de disparaître. En ce qui concerne le concassage, le concasseur à mâchoire et à cylindre ressemble au concasseur à cylindres. Pour ce qui est de la résistance à l'usure et de la sensibilité à l'adhésivité, le concasseur à cylindres est plus performant.

Le concasseur à disques coupants est employé pour réduire les matières collantes et non-pierreuses comme la craie, la marne et l'argile [1].

1.8. Dimensionnement du concasseur

La taille du concasseur est déterminée par la taille maximale de l'alimentation, la capacité de production et la finesse du produit. La capacité de production dépend du degré de finesse désiré. Les limites du concasseur sont généralement bien expliquées dans le catalogue du fournisseur.

Le choix du type de concasseurs et leur dimensionnement nécessitent un savoir particulier et de l'expérience. C'est pourquoi il est déconseillé de choisir le type et la taille du concasseur par catalogue. Il vaut mieux informer directement l'éventuel fournisseur des besoins de production et lui demander un devis ainsi qu'une garantie afin qu'il s'engage à remplir les exigences de production spécifiques.

La dimension du moteur doit également être décidée et garantie par le fournisseur du concasseur. En ce qui concerne l'usure, il est conseillé de demander au fournisseur la garantie d'une certaine durée de vie pour les pièces soumises à l'usure comme les marteaux, les barreaux de grille de sortie etc.....

1.9. Trémies d'alimentation.

La matière qui alimente le département de concassage est généralement livrée par les dumpers ou les chargeurs en lots de 20 à 50 tonnes ou plus.

Pour une réception efficace de telles quantités de matières, il faut une grande trémie pour égaliser les variations dues à la réception de la matière par chargements.

La trémie doit pouvoir résister aux lourdes charges telles que les gros blocs de pierres qui, lors du déchargement, tombent dans la trémie d'une hauteur de 8 à 10 m. La trémie doit être conçue de telle façon que sa largeur facilite la mise en place et le déchargement des dumpers, éventuellement de deux ou trois côtés. Une trémie d'alimentation FLS typique est illustrée sur la figure. 1.16. (a).

Dans les installations fixes de concassage, les trémies d'alimentation servant aux matières pierreuses de carrière sont généralement des constructions recouvertes de béton. On pourrait se servir d'un revêtement de rails ou de lourdes plaques d'acier fixé aux parois de la trémie et soutenu par des solives de bois dur. Sinon, La trémie pourrait être constituée d'une structure de plaques d'acier soudées (figure 1.16 b & 1.16 c).

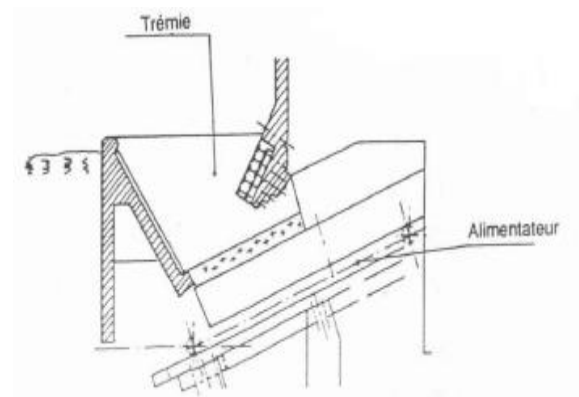
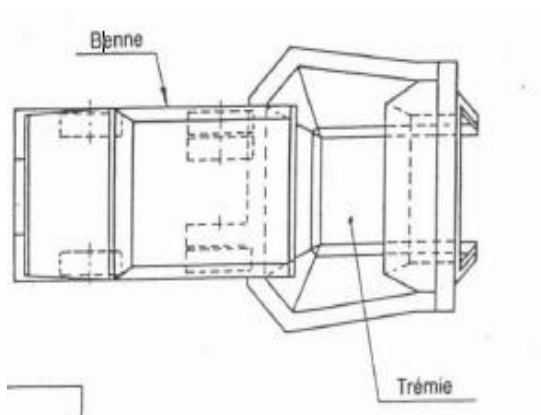
Les parois de la trémie doivent être fortement inclinées pour permettre qu'un écoulement régulier de la matière vers le bas se mette en place graduellement au fur et à mesure que la trémie se vide par en-dessous.

Les trémies d'alimentation traitant les matières collantes doivent avoir une surface lisse et des angles arrondis.

Dans certains cas, on pourra équiper la trémie d'un bras à fonctionnement hydraulique muni d'instruments capables de fendre la pierre avec un dispositif de saisie et de grattage. [1]



(a) [7].



(b)

Figure.1.16 : (a) (b): Trémie d'alimentation FLS [1].

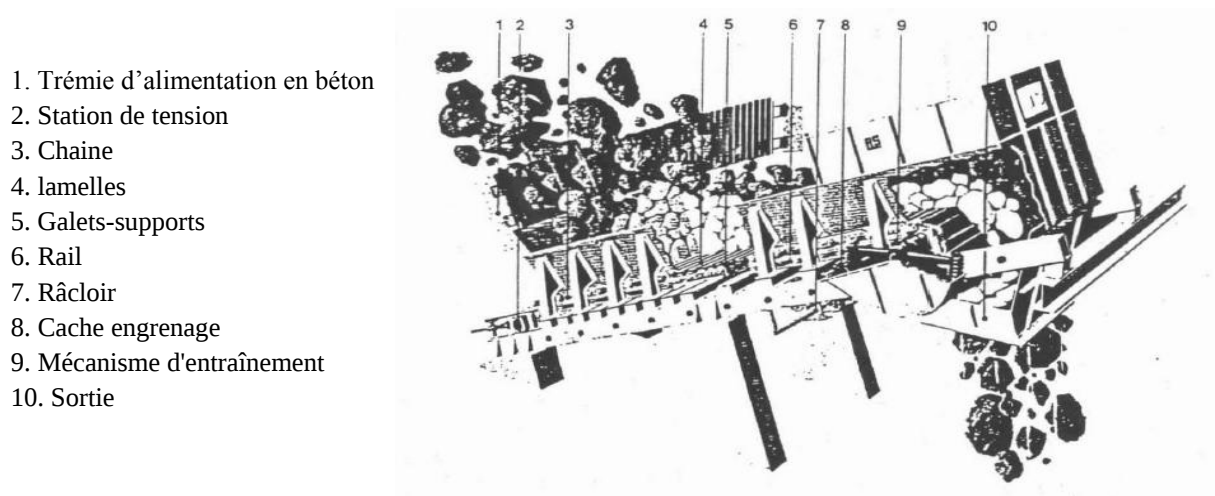
1.10. Alimentateurs

L'alimentateur alimente le concasseur en envoyant un flux régulier de matières en provenance de la trémie d'alimentation afin de permettre l'utilisation optimale du concasseur, sans tenir compte des irrégularités d'approvisionnement en matière vers la trémie d'alimentation. Dans certains cas, le concasseur à cône et le concasseur à mâchoire peuvent fonctionner sans alimentateurs s'ils sont placés directement au-dessous de la trémie d'alimentation. Les autres types de concasseurs ont besoin d'un alimentateur pour assurer un débit d'alimentation régulier [1].

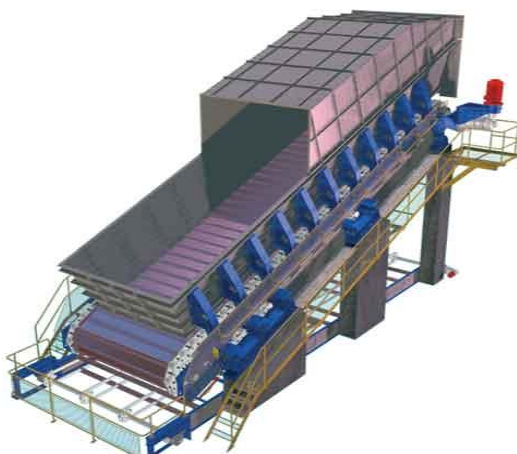
1.10. 1. Alimentateurs à lamelles

FLS se sert généralement d'alimentateurs à lamelles pour alimenter le concasseur. Pour le gros de la matière concassage primaire des matières pierreuses on se sert normalement d'un alimentateur à lamelles dont l'inclinaison est de 20° , distribuant automatiquement la matière sur la lamelle en une couche uniforme et appropriée, ceci quel que soit le contenu de la trémie. Ainsi on évite la mise en place d'un dispositif spécial pour limiter l'épaisseur de la couche d'alimentation en matière sur l'alimentateur.

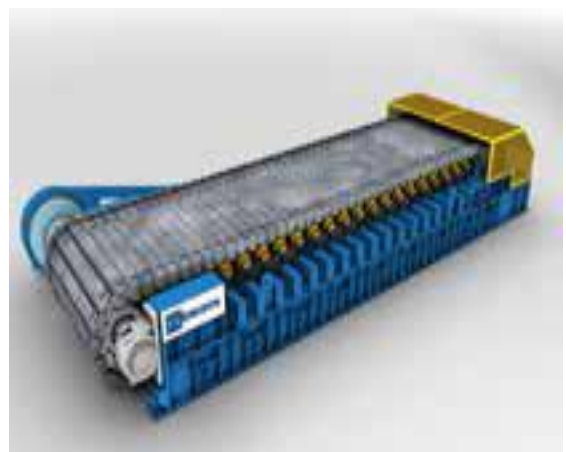
Les alimentateurs sont fournis avec des stations de commande de vitesses variables. L'alimentateur à lamelles FLS est illustré sur la **fig. 1.17**.



(a)



(b)



(c)

Figure. 1.17 : (a) Alimentateur à lamelles FLS [1]. ; (b) Alimentateur à lamelles FLS incliné [7] ; (c) Alimentateur à lamelles FLS horizontal. [7].

L'alimentateur à lamelles FLS peut traiter les matières assez collantes. La hauteur des bâtiments de l'installation de concassage est sensiblement réduite si l'on utilise des alimentateurs de construction inclinée et cela signifie une réduction des frais de construction.

On utilise parfois des alimentateurs à lamelles horizontaux ou légèrement inclinés pour les matières qui ont peu de risques de rester bloquées comme la pierre pré concassée, l'argile, la marne, la craie et autres matières similaires [1].

1.10.2. Alimentateurs à vibrations.

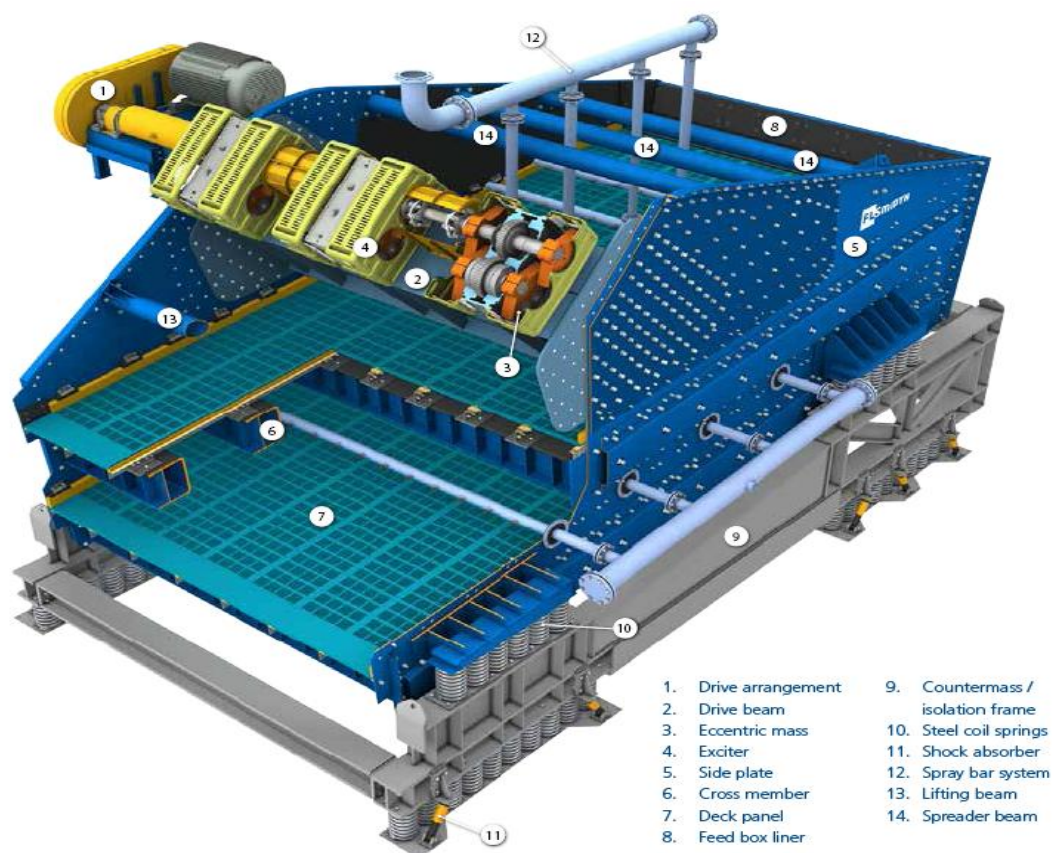


Figure. 1.18 : Alimentateur à vibrations FLS [7].

Les alimentateurs à vibrations sont aussi souvent utilisés comme alimentateurs de concasseurs (voir fig.1. 18). Malheureusement, ils ne disposent pas des mêmes avantages que l'alimentateur à lamelles en ce qui concerne la taille peu élevée des bâtiments, l'uniformité de l'alimentation et le traitement des matières collantes.

Un de leurs avantages c'est qu'ils peuvent opérer avec un tamis, ainsi, la matière fine n'exigeant aucun concassage ne pourra contourner le concasseur. C'est une possibilité qui est

rarement adoptée lors du concassage des matières premières du ciment puisque ces matières premières, même fines, doivent se transformer en farine crue.

Avec les concasseurs à mâchoire, à cône ou à cylindres, il pourrait être avantageux de se servir d'un tamis afin de supprimer la matière fine de l'alimentation étant donné que la matière fine peut provoquer le blocage du concasseur.

Avec les concasseurs à marteaux ou à barres d'impact, il n'y a aucun risque de blocage de la matière fine sauf si celle-ci est très collante.

Lors du concassage de matières collantes, il pourrait être avantageux de retirer la fraction fine de l'alimentation en la tamisant mais cela est difficile à réaliser en pratique [1].

1.10.3. Alimentateur à grille déroulante.

Cet appareil est illustré sur la figure. 1.19. L'alimentateur à grille déroulante est utilisé à la fois pour alimenter et tamiser la matière. Les disques ovales à rouleaux qui assurent le transport, créent un effet de vibration sur le matériel assurant le tamisage.

Lorsqu'on concasse les matières premières du ciment, on ne cherche normalement pas à faire dériver les matières fines et c'est pourquoi ce genre d'alimentateur est rarement utilisé.

Le fait de trier les matières collantes de la pierre avant leur entrée dans le concasseur à marteaux et dans le concasseur à barres d'impact est aussi une tâche difficile pour ce genre d'alimentateur. Un tamisage efficace exige le mouvement permanent d'une fine couche de matières et cela est rarement possible vu que les alimentateurs extraient les matières pierreuses de la trémie d'alimentation.

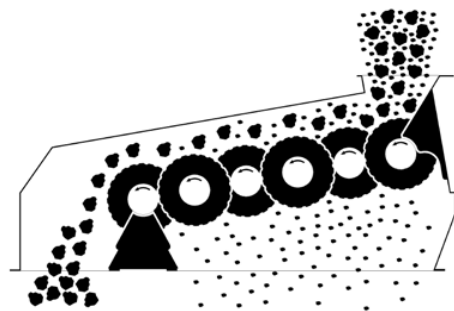


Figure.1.19 : Alimentateur à grille déroulante [7].

1.11. Pour une alimentation optimale.

Le but d'optimiser l'alimentation optimale est d'assurer l'utilisation efficace des capacités du concasseur.

Les dimensions du moteur de concasseur sont généralement conçues en fonction de la capacité désirée pour le concasseur. L'alimentation optimale entraînera donc une charge optimale du moteur.

Lors du concassage en circuit ouvert vers la finesse du produit exigée, la charge du moteur est directement liée au taux d'alimentation. Par conséquent, la charge du moteur peut être utilisée pour contrôler le taux d'alimentation optimal.

Une alimentation irrégulière entraîne des variations dans la charge du moteur. Pour ne pas surcharger le moteur périodiquement, il est nécessaire, en cas d'alimentation irrégulière, de fonctionner selon une moyenne d'alimentation plus basse ce qui entraîne une diminution du degré d'utilisation du concasseur.

Par conséquent, en choisissant le dispositif d'alimentation, on préférera une solution assurant une alimentation uniforme. Comme la distribution granulométrique varie toujours, une alimentation volumétrique constante ne garantit pas toujours une même charge de moteur.

Les conséquences défavorables de ce fait sont moindres lorsque le concasseur a une inertie rotative élevée. C'est pourquoi beaucoup de concasseurs sont fournis avec un volant à grande masse.

Un moteur résistant, par exemple un moteur à bague glissante, fonctionnant sur une résistance de glissement, diminuera aussi la sensibilité du concasseur aux variations de taille de la matière et permettra ainsi d'optimiser la production.

Le département de concassage peut également être équipé d'un dispositif de dosage de la matière qui, basé sur la charge de moteur du concasseur, réduit ou stoppe l'alimentation en cas de surcharge. Le taux d'alimentation redevient normal une fois que la charge a été réduite. L'opérateur peut régler le niveau optimal du taux d'alimentation en fonction de la fréquence des mises en fonctionnement et des arrêts de l'alimentateur.

L'utilisation efficace du dispositif de dosage automatique demande l'utilisation d'alimentateurs à vitesses variables comportant une régulation rapide bas/haut ainsi que arrêt/démarrage rapide.

Les concasseurs FLS dépassant une certaine taille sont équipés d'un système de dosage de la matière automatique [1].

1.12. Choix du fournisseur.

La conception et le dimensionnement des concasseurs et autres équipements se rapportant aux installations de concassage exigent des connaissances spéciales et de l'expérience.

Les fournisseurs doivent activement participer au choix du type de concasseur ainsi qu'au dimensionnement et garantir que l'équipement peut satisfaire à la demande spécifiée.

Serait-il question d'un certain nombre de fournisseurs, il peut s'avérer difficile de déterminer la responsabilité si quelque chose faisait défaut [1].

C'est pourquoi il serait finalement plus avantageux de choisir un ou deux fournisseurs capables de couvrir un large domaine au sein du département de concassage qui seront à même de proposer une large sélection de machines.

Les concasseurs sont généralement fournis avec des pièces d'usure interchangeables ; ce qui garantit une longue durée de vie à la structure de base (une durée de vie de 20 à 30 ans n'a rien d'exceptionnel).

Lors du choix du fournisseur, il faut se rappeler que les pièces de rechange doivent être disponibles pendant toute la durée de vie de l'équipement. [1]

1.13. Pièces d'usure du concasseur.

Le principal matériau utilisé pour les pièces d'usure de concasseurs (plus particulièrement les concasseurs primaires) est l'alliage acier-manganèse. Ce type d'alliage, connu depuis une centaine d'années, était autrefois appelé "acier Hadfield". C'est un matériau relativement bon marché et manufacturé dans la plupart des aciéries. S'il est correctement coulé et traité thermiquement, ce matériau convient parfaitement aux pièces d'usure d'un concasseur conçu pour le traitement des matières moyennement abrasives comme pour la plupart des matières premières du ciment.

L'acier au manganèse a une dureté initiale de 200 Brinell environ et est très résistant. En raison de la pression et de l'effet d'impact durant le concassage, la surface se durcit graduellement jusqu'à environ 450 Brinell = 48 RC. L'acier au manganèse est soudable, ce qui signifie que les pièces d'usure usées peuvent être reconstruites grâce au soudage. Dans les pays où les salaires sont élevés, il n'est peut-être pas très avantageux de reconstruire en soudant.

Un soudage dur et résistant à l'usure d'une dureté de 50 à 55 RC peut également être soudé sur deux parties d'acier au manganèse.

Cette couche s'usera graduellement, cependant, même si elle ne peut pas être reconstituée, cela permettra peut-être d'allonger la durée de vie de ces parties. La couche protectrice est sensée soutenir le processus d'auto-durcissement de l'acier au manganèse.

Lorsque la matière à concasser est plus dure que l'outillage du concasseur (les marteaux, les rouleaux, les dents, etc.) une importante augmentation de l'usure peut apparaître de façon inattendue (figure. 21). En pareils cas, il faut rechercher une qualité de matériau supérieure pour les éléments du concasseur [1].



Figure.1.21 : Usure rapide des marteaux Mg 12%

La principale alternative à l'acier au manganèse, lorsque celui-ci a une dureté insuffisante est un acier fortement allié en Cr-Mo. C'est un matériau dur, fragile et in-soudable dont la dureté peut aller jusqu'à 70 RC. Il est plus coûteux que l'acier au manganèse et on peut difficilement l'utiliser comme matériau à force résistance dans les concasseurs en raison de son caractère friable (destructibles). Il est employé avec succès dans les concasseurs pour concassage secondaire.

L'acier fortement allié en Cr-Mo ne convient pas aux concasseurs à marteaux rotatifs pour le concassage primaire à cause de son caractère friable. On pourrait avoir intérêt à utiliser des marteaux à têtes durcies dans certains cas. Les marteaux dénommés bimétalliques, peuvent être fabriqués à partir de deux matériaux coulés ensemble: un matériau résistant pour la section oculaire (visible) et un matériau plus dur pour la tête.

Il est difficile d'évaluer le besoin en éléments de concassage avancés sur la base d'études préliminaires d'échantillons de matières. C'est pourquoi on commence généralement une installation de concassage à partir de montages en acier au manganèse. On peut ensuite évaluer les futurs besoins en outillage de plus grande résistance à l'usure en fonction des conditions réelles.

Seulement peu de fournisseurs de concasseurs ont la possibilité d'effectuer leurs propres recherches sur les nouveaux matériaux utilisés pour les outils de concassage, les aciéries qui disposent des connaissances requises sur le matériau, n'ont pas souvent la possibilité d'essayer leurs idées dans des conditions pratiques.

Ainsi, le développement et le choix des matériaux ont souvent lieu en collaboration avec le fournisseur du concasseur, l'aciérie et le client qui se servira du concasseur. [1]

CHAPITRE 2

CONCASSEUR EV 250X300-2-85 DE L'USINE LAFARGE M'SILA

2. 1. Introduction

Le concasseur à marteaux de type EV est spécialement conçu pour broyer de gros blocs de pierre. Il se prête principalement au concassage de matières sèches, mais convient également pour le broyage de granulats présentant un pourcentage relativement élevé de composant visqueux.

EXIGENCE

La machine ne peut être utilisée qu'aux fins indiquées ci-dessus.

La machine répond aux exigences des directives européennes suivantes : 89/392/CEE (Machines) et 89/336/CEE (CEM).

Le concasseur est disponible dans plusieurs tailles et en plusieurs modèles. Qui sont des types suivants :

EV 250 x 250 - 1 – S EV 250 x 250 -2 - S

EV 250 x 300 - 1 – S **EV 250 x 300 -2 – S**

« EV » désigne le type de concasseur. Le premier chiffre correspond au diamètre en cm du rotor à marteaux tandis que le second indique sa largeur en cm. « 1 » et « 2 » indiquent le nombre de cylindres d'admission et « S » la largeur de fente de la grille de sortie. Le concasseur est également disponible sans la grille de sortie. Le concasseur installé dans notre usine est de type EV 250 X 300 –2–85. [2].

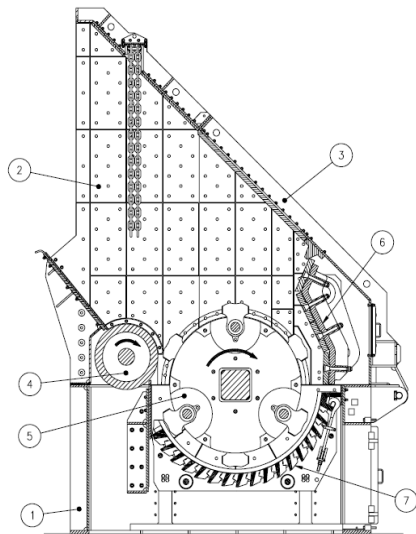


Figure.2.1 : (a) concasseur EV 250x300-1-85

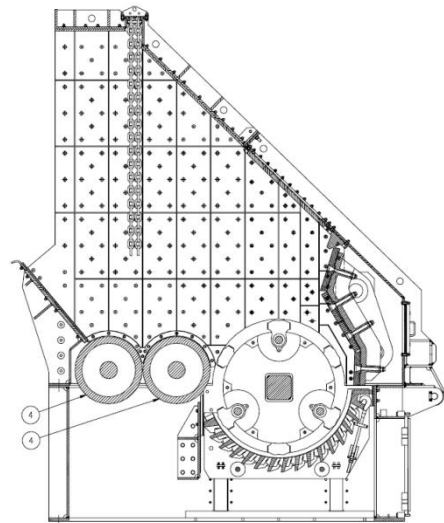


Figure.2.1 : (b) concasseur EV 250x300-2-85

La matière première concassée est le mélange Calcaire et argile .avec une Humidité de 8%, densité volumique de 1400 kg/m^3 , Capacité de production du concasseur 1540 t/h.

Puissance du moteur du rotor presque 2000kW, vitesse de rotation de environ 40m/s.

2.2. Composition et fonctionnement

2.2.1. Composition

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| 1. Section inférieure. | 5. Rotor à marteaux. |
| 2. Section supérieure fixe. | 6. Plateau de concassage. |
| 3. Section supérieure basculante. | 7. Grille de sortie. |
| 4. Cylindre d'admission. | |

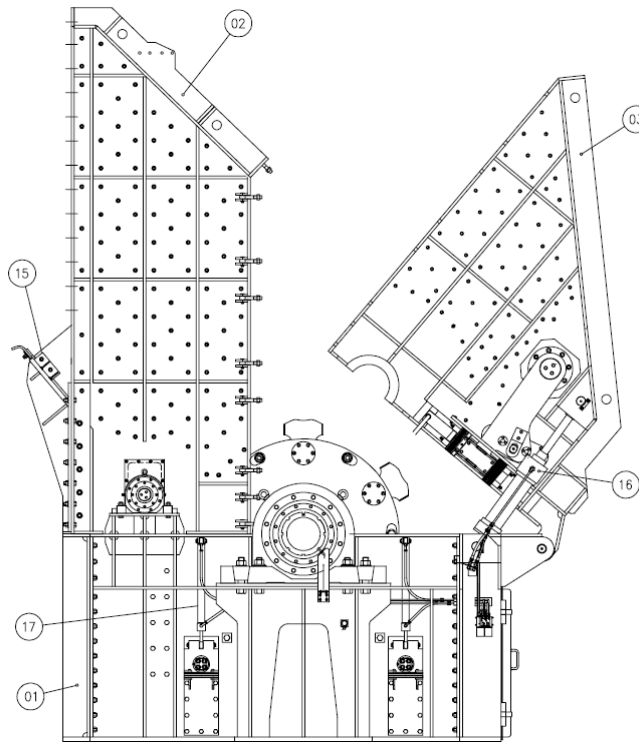


Figure 2.2 : Corps du concasseur

2.2.1.1. Corps du concasseur.

Le corps du concasseur à marteaux est une construction hélicoïdale divisée en un certain nombre de sections assemblées sur le site (cf. annexes 1, 2 et 3). Le corps est également muni de plusieurs portes d'inspection permettant d'observer et d'accéder rapidement à l'intérieur du concasseur.

La matière pénètre dans la section supérieure fixe (02) du corps via l'orifice d'admission. La moitié de la section supérieure du corps peut être basculée pour accéder à l'intérieur du concasseur. Le plateau de concassage (06) est logé dans la section supérieure basculante (03). L'intérieur des parois de la section supérieure est recouvert de plaques d'usure (18).

La section supérieure basculante s'ouvre à l'aide de deux cylindres hydrauliques (16) alimentés en huile depuis une station de pompage hydraulique et contrôlés au moyen de soupapes

manuelles. Ces soupapes peuvent être verrouillées à l'aide d'un cadenas afin d'éviter toute utilisation fortuite.

La section inférieure du corps repose sur une fondation et constitue la sortie de la matière sous les cylindres d'admission et le rotor à marteaux.

La section inférieure porte le palier des cylindres d'admission et du rotor à marteaux du concasseur et forme un support pour les montants de la grille de sortie ainsi que toute la section supérieure du corps. [2]

2.2.1.2. Cylindre d'admission.

L'arbre (44) du cylindre d'admission repose à l'intérieur de paliers à rouleaux. Le palier du côté de l'attaque (22) est muni de bagues d'arrêt (38) (cf. annexe 4). Les paliers sont lubrifiés de graisse et munis de joints d'étanchéité en V. Les arbres portent les moyeux sur lesquels le manchon des cylindres (45) est monté à l'aide de blocs en caoutchouc amortisseurs (43).

Les blocs en caoutchouc absorbent les chocs provenant des grosses pierres contenues dans la matière alimentée. S'il est alimenté par un alimentateur-vibrateur, le concasseur comprend généralement deux cylindres d'admission (cf. annexe 3). Le cas échéant, l'un des cylindres entraîne l'autre à l'aide d'une transmission à chaîne (cf. annexe 7). L'orifice d'admission (15) est conçu différemment et adapté à l'alimentateur-vibrateur [2].

2.2.1.3. Rotor à marteaux.

Le rotor à marteaux (05) se compose de l'arbre (32), qui porte un certain nombre de sections (10), des boulons (11) et des marteaux (09) (cf. annexe 4).

L'arbre du rotor (32) repose sur deux paliers à rouleaux (22). Le palier du côté de l'attaque est équipé de bagues d'arrêt (38). Les paliers sont lubrifiés et munis de joint d'étanchéité en V (39) et à labyrinthes (40) (cf. annexe 5). Le rotor à marteaux se compose de deux types de sections : intérieures (10) et extérieures (29). Les sections du rotor sont fixées en un seul groupe à l'aide de tirants (33) et maintenues sur l'arbre au moyen d'une pièce de serrage (30) à chaque extrémité.

Les boulons à marteaux sont des boulons lisses qui, à hauteur des sections à marteaux extérieures, sont fixés à l'aide de plaques d'arrêt (28). Les marteaux (09) sont montés sur les boulons entre les sections dont l'évidement permet au marteau de tourner en toute liberté. Les marteaux sont montés de telle sorte que deux marteaux successifs sont respectivement

décalés d'une largeur de marteau. Ainsi, la largeur du rotor est totalement couverte de marteaux.

L'arbre du rotor ainsi que la station d'attaque sont protégés contre les surcharges au moyen d'un accouplement de sécurité (35). Le moyeu de l'accouplement (35) est monté sur l'arbre du rotor avec un manchon de serrage (34).

Via les goupilles de cisaillement (36), le moyeu de l'accouplement est relié à la bride (37) qui est montée sur deux paliers à rouleaux permettant leur rotation mutuelle en cas de rupture des goupilles [2].

2.2.1.4. Plateau de concassage.

Le dessus du plateau de concassage (06) est suspendu sur un tourillon traversant qui lui permet de pivoter (cf. annexe 9).

Le bas du plateau de concassage est maintenu à l'aide d'intercalaires (64) et d'une plaque expansible (65) qui garantit le maintien correct du bras pivotant du plateau de concassage. Le plateau s'ajuste à l'aide d'un vérin hydraulique manuel qui peut être placé de manière différente en fonction de la direction dans laquelle le plateau doit être décalé. Le bras pivotant et le plateau de concassage sont reliés entre eux de telle sorte qu'une goupille de cisaillement (66) se rompt si le plateau est soumis à une surcharge quelconque [2].

2.2.1.5. Grille de sortie.

La grille de sortie se compose principalement des montants (53) et des barreaux (52). Elle est maintenue en place par rapport au corps au moyen de boulons (56) situés aux quatre coins (cf. annexe 8).

La grille peut être relevée à l'aide d'un cylindre hydraulique (17) permettant de compenser l'usure des marteaux. Chacun des cylindres hydrauliques peut être commandé séparément à l'aide de soupapes manuelles placées de telle manière qu'il est possible d'observer le cylindre actionné [2].

2.2.2. Fonctionnement.

La matière introduite dans le concasseur à marteaux commence par tomber sur le cylindre d'admission qui, d'une part, amène la matière vers le rotor à marteaux et, d'autre part, amortit la chute des grosses pierres sur le rotor.

Le concassage par percussion a lieu dans la zone où la matière quitte le cylindre d'admission pour être directement frappés par les marteaux qui viennent broyer les pierres par le bas. Pour le reste des opérations de concassage, les marteaux emportent les pierres vers la section supérieure du corps où elles sont broyées tandis qu'elles sont percutées les unes contre les autres. Il est procédé au concassage final lorsque les pierres viennent porter sur le plateau de concassage où elles sont frappées par les marteaux un certain nombre de fois. Lorsque les pierres sont suffisamment broyées pour pouvoir passer dans la zone de la grille, la finition du concassage peut enfin avoir lieu pour donner aux morceaux de pierres leur taille de produits finis en les broyant entre les barreaux de la grille à l'aide des marteaux.

Vu la vitesse de rotation élevée des marteaux, la finesse de la matière varie de l'état de poussières à celui de petits morceaux dont la taille maximale correspond à la fente de la grille de sortie. Néanmoins, seul un pourcentage relativement bas de morceaux présente des dimensions supérieures aux

2/3 de la largeur de la fente.

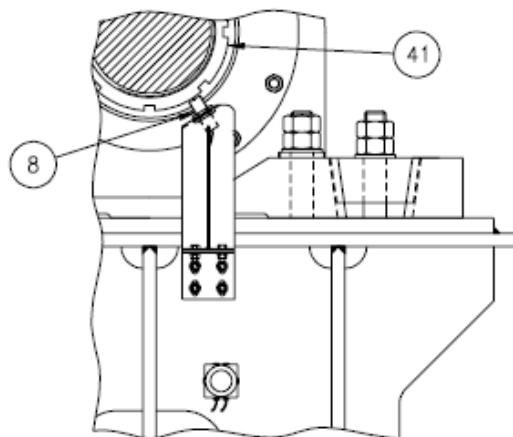


Figure 2. 3: Contrôleur de vitesse

Le concasseur à marteaux est équipé d'un contrôleur de vitesse (08) qui explore l'écrou de palier (41) de l'arbre du rotor. Le moteur du rotor s'arrête si la vitesse de rotation est réduite à un niveau inférieur à celui autorisé.

La raison peut en être, par exemple, que les goupilles de cisaillement de l'accouplement de sécurité (35) se sont brisées à la suite d'une surcharge. Le reste du matériel est alors arrêté en suivant le tableau de verrouillage. Avant de remettre le concasseur à marteaux en marche après son arrêt, il est recommandé de vérifier si l'arrêt est dû à une rupture des goupilles de cisaillement. Le cas échéant, les remplacer.

Lors de l'entretien et de réparations, le concasseur peut être ouvert et la grille de sortie relevée grâce au dispositif hydraulique. En outre, la machine est livrée avec un extracteur hydraulique servant à remplacer les marteaux [2].

2.3. Utilisation

2.3.1. Ajustement de la grille.

La distance entre la grille et le rotor doit être correctement ajustée afin d'obtenir la granulométrie garantie. Si la distance entre les marteaux et la grille est trop grande, le produit obtenu sera généralement trop gros. Avant de procéder à l'ajustement, trouver les intercalaires nécessaires (58). Raccorder la station de pompage hydraulique. Le concasseur est muni de chaque côté d'un bloc de soupapes avec deux poignées. Ces quatre poignées permettent de commander chaque cylindre individuellement tout en la gardant à vue. Lorsque la poignée est activée vers le haut ou vers le bas, le piston doit respectivement monter ou descendre.

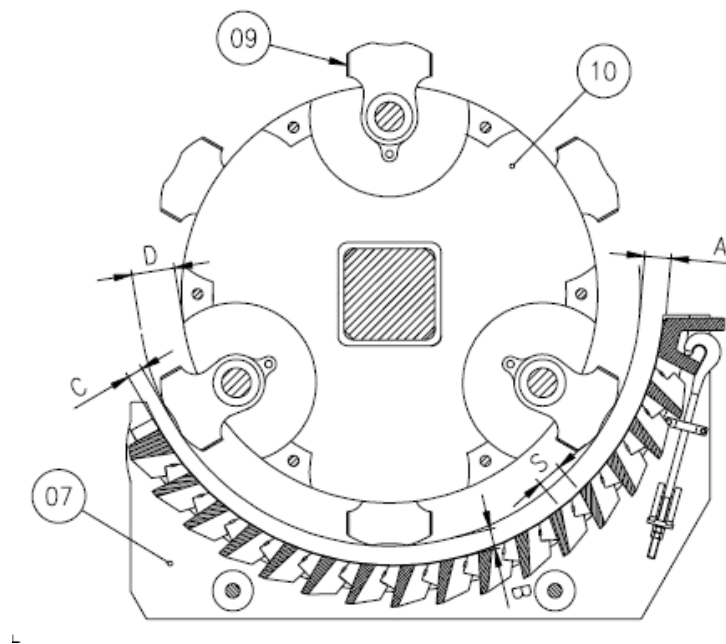


Figure 2.4 : Ajustement de la grille [2]

Descendre le piston et le fixer aux garnitures de levage de la grille (59). Desserrer les boulons (68) qui retiennent la grille latéralement (cf. annexe 1).

Ôter les boulons qui retiennent les intercalaires. Soulever légèrement la grille. Pour en modifier la hauteur, enlever ou ajouter des intercalaires.

Après l'avoir ajustée, descendre la grille sur les intercalaires (58). Desserrer le piston de la garniture de levage et le faire monter à l'intérieur du cylindre. Boulonner les intercalaires. Serrer les boulons (68).

Mesurer la distance entre les marteaux (09) et les barreaux de la grille (52) depuis le bas de celle-ci. Le plus simple est de mesurer cette distance jusqu'aux sections des marteaux (10) puisqu'il peut être difficile de faire basculer les marteaux vers le haut. La distance entre les marteaux et la grille dépend de la largeur de la fente « S » de la grille. Cette distance figure au point 9 de la nomenclature. Les distances correctes jusqu'à la grille sont indiquées sur le plan d'assemblage principal (cf. figure 2.4).

Mesurer aux deux extrémités de la grille afin de s'assurer que celle-ci est correctement ajustée sur toute sa largeur.

Le marteau dépasse de la distance « D » par rapport à la section des marteaux.

Dans le cas du concasseur EV 250, cette distance D est d'environ 220 mm.

Les distances entre la grille et les marteaux doivent être comme suit :

Distance A = env. 1,0 S

Distance B = env. 0,65 S

Distance C = env. 0,35 S

« S » correspond à la largeur de la fente. Une fois les distances A et B ajustées, la distance C devrait apparaître d'elle-même [2].

2.3.2. Ouverture de la section supérieure basculante

La section supérieure basculante est fixée à l'aide de boulons sur son rebord. Desserrer ces boulons et raccorder la station de pompage hydraulique. Au moyen de la poignée de la plateforme située à côté du concasseur, ouvrir maintenant le concasseur. Lorsque la section supérieure est totalement ouverte, couper l'alimentation en électricité de la station de pompage hydraulique. Verrouiller la poignée de la soupape pour éviter toute utilisation fortuite [2].

2.3.3. Ajustement du plateau de concassage

Le plateau de concassage est suspendu à son sommet (62) (cf. annexe 9). Il est relié aux bras (63) du côté extérieur au moyen de goupilles de cisaillement (66). Les bras sont maintenus à l'aide d'intercalaires (64).

L'un des intercalaires est une « plaque expansible » (65) qui se compose de clavettes pouvant être fixées les unes contre les autres.

Faire avancer et reculer les bras au moyen du vérin hydraulique livré pour ajuster la position du plateau de concassage. Lorsque le plateau de concassage est correctement positionné, remplir d'intercalaires de part et d'autre du bras. Serrer maintenant les boulons de la « plaque expansible » de telle sorte que les clavettes poussent dans le sens des intercalaires de chaque côté.

Les intercalaires sont maintenant en place et ne bougeront pas pendant le fonctionnement du concasseur. L'extrémité du corps comprend de part et d'autre un trou (en dessous de petites portes d'observation) qui permet de pousser le plateau de concassage. Cette opération peut s'avérer nécessaire si les goupilles de cisaillement se rompent et s'il est nécessaire de faire avancer le plateau de concassage pour pouvoir monter de nouvelles goupilles [2].

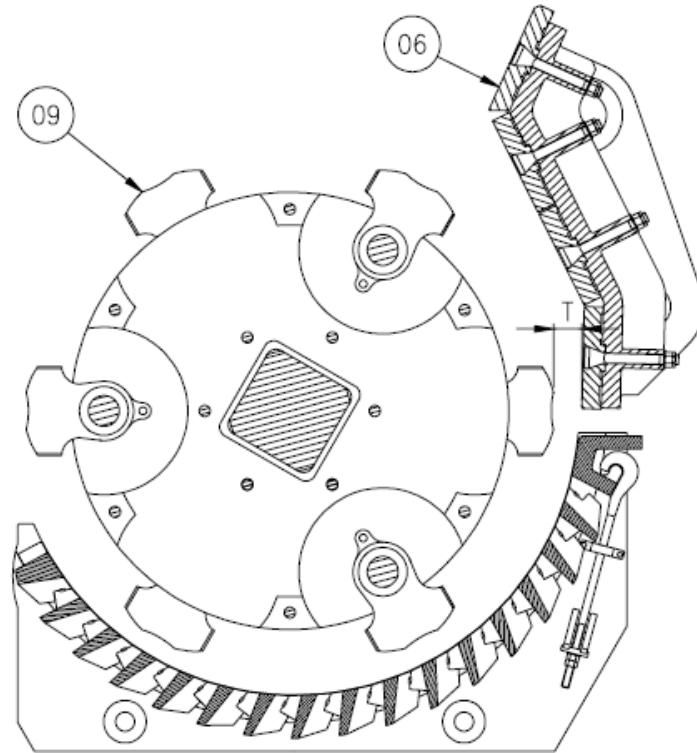


Figure 2.5 : Ajustement du plateau de concassage [2].

Le plateau de concassage doit être positionné de façon à être de niveau avec la grille (c.-à-d. environ à 1 largeur de fente S des marteaux). La figure:2.5 illustre la distance entre les marteaux et le plateau de concassage $T = 1 \times S$.

Cette mesure peut être difficile à relever lorsque la section supérieure basculante est ouverte. Néanmoins, à cet effet, il est possible de relever la mesure allant du plateau-même jusqu'au

joint d'étanchéité autour de l'arbre de la section supérieure. Comparer cette mesure à la mesure correspondante allant du rebord de la grille jusqu'au joint autour de l'axe de la section inférieure.

Le principe d'ajustement du plateau de concassage est le même que pour la grille : plus le plateau est proche des marteaux, plus le produit obtenu sera fin. À l'inverse, plus la distance entre le plateau de concassage et les marteaux et entre la grille et les marteaux est grande, plus le produit sera gros et plus la capacité du concasseur sera élevée [2].

La section inférieure est un solide cadre d'assise du concasseur supporte la partie supérieure fixée par boulons dessus, cette partie étant faite d'une plaque d'acier massif comportant des nervures de renforcement extérieures. Toutes les surfaces internes et la mâchoire réglable (Enclume) sont revêtues de tôles anti-usure fixées dessus par boulons. Les grandes portes d'inspection du concasseur donnent facilement accès à l'intérieur.

Les arbres des cylindres d'entrée tournent dans des paliers à roulement à rouleaux articulés supportés par le cadre d'assise. Des blocs de caoutchouc agglomérés, répartis en sections sont montés entre les rouleaux et leurs arbres pour absorber les effets de chocs contre les cylindres tout en transmettant le couple de torsion de l'arbre au cylindre. Les cylindres sont reliés entre eux par une transmission par chaîne placée à l'extérieur du cadre d'assise et sont entraînés par un moteur commun. Les deux cylindres tournent à différentes vitesses et leur entraxe est réglable.

Le rotor du concasseur à marteaux a une commande indépendante grâce à un moteur, un réducteur et des accouplements avec des paliers à rotule ajustés sur le cadre d'assise. Les marteaux en acier au manganèse en alliage de chrome sont amenés sur les boulons à marteaux et sont ajustés entre les disques et le rotor. Voir figure : 2.6. qui présente le rotor à marteaux.

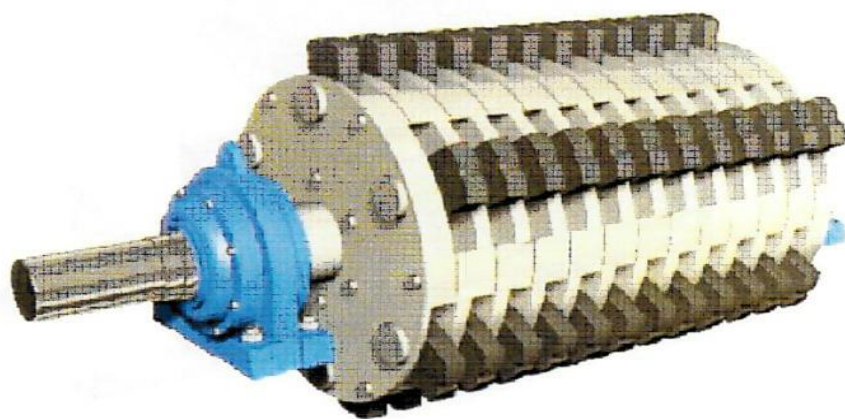


Figure 2.6 : Rotor à marteaux du concasseur EV250x300 [7].

La grille de sortie située dans le cadre d'assise comprend une série de jeux de plaques-supports avec des barres de grille parallèles ajustées entre elles voir figure : 2.7. Les pièces d'espacement entre les barres déterminent la largeur de la fente et ainsi la granulométrie du produit fini. La grille de sortie peut être démontée comme un seul élément. [1]



Figure 2.7 : Grille de sortie du concasseur à marteaux [7]

Les roulements à rouleaux des arbres des cylindres sont lubrifiés à la graisse. Les roulements à rouleaux du rotor à marteaux tournent dans un bain d'huile. Tous les roulements sont dotés de joints -labyrinthes enduits de graisse. De grandes portes d'inspection permettent de contrôler aisément l'état des marteaux comme cela est conseillé. En retournant ou en remplaçant tout le jeu de marteaux ou en le retournant et le remplaçant, on peut être assuré d'avoir prolonger leur durée de vie au maximum.

On peut également compenser leur usure en rapprochant du rotor tant la grille de sortie que la plaque-mâchoire. Quand l'usure des marteaux se manifeste par une diminution de la production et par une augmentation de la consommation d'énergie, les marteaux usés devraient être remplacés ou réparés par soudure de recharge au moyen d'électrodes en acier au manganèse. Il y a différentes possibilités pour entrer dans la partie située au-dessus du rotor à marteaux: on peut le faire en renversant ou remplaçant les marteaux ou lors d'autres lourdes tâches effectuées sur les parties du rotor de concasseur. On peut y accéder par les portes d'inspection et le caisson rabattable situé au-dessus du rotor à marteaux permet au palan et au personnel d'entretien d'y entrer. On peut disposer de l'équipement de maintenance hydraulique pour manipuler les longs boulons supportant les marteaux.

CHAPITRE 3

MARTEAUX DU CONCASSEUR EV 250x300-2-85

Les marteaux du concasseur EV250x200-2-85

Les type des marteaux utilisé pour le concasseur type EV 250x300 -2-85 de l'usine de M'Sila depuis le démarrage jusqu'à maintenant. On parle des marteaux au manganèse Mg 12% de conception FLS leurs poids entre 132 kg à 137 kg de forme et dimension voir la (figure : 3.1)

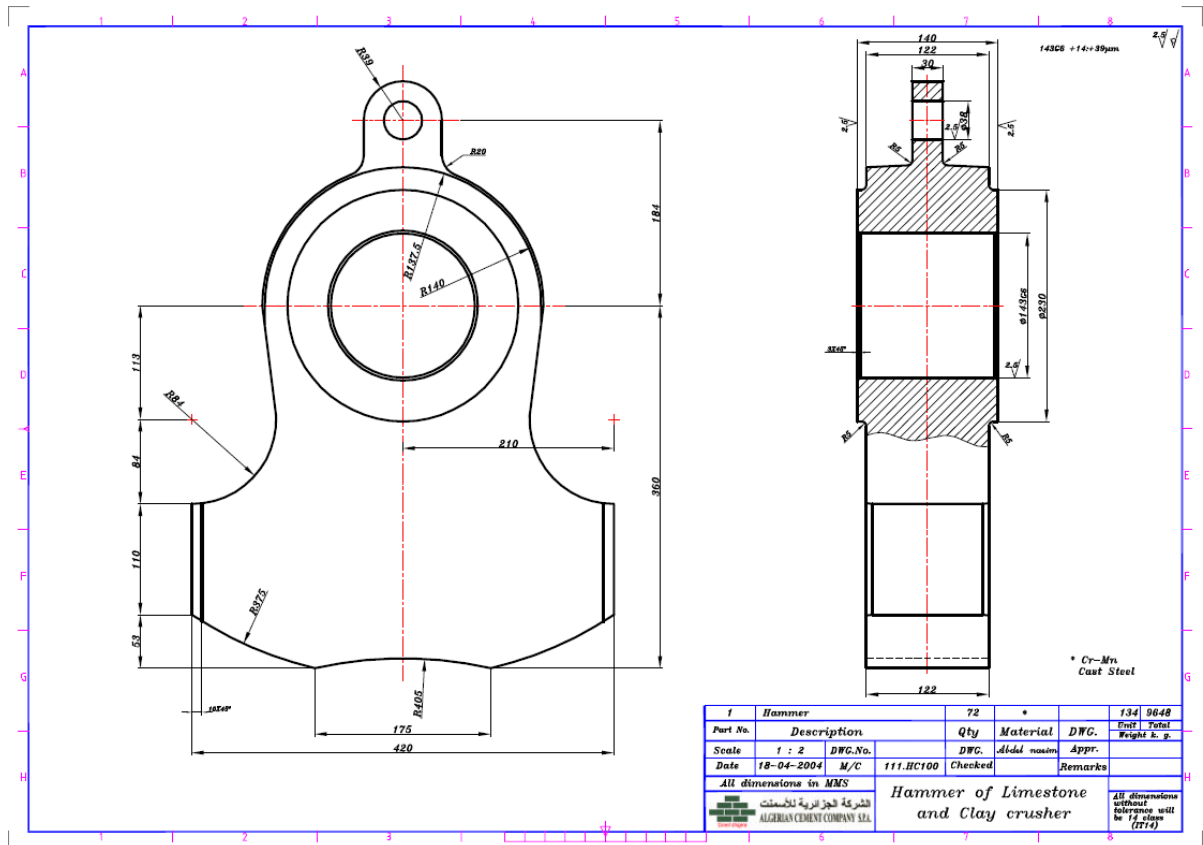


Figure 3.1 : dessin de définition d'un marteau Mg 12% du concasseur Mix type FLS [9]

Suite à l'usure excessive des marteaux en acier au manganèse à cause de la matière abrasif concassé en étais obligé de voir d'autre envergure pour le changement du type des marteaux en point de vue qualité du matériau qui peut résisté a l'abrasion et au choc et avoir un délai de vie important pour la série des marteaux installer.

Dans ce chapitre on va voir le type et les caractéristiques des matériaux des marteaux d'origine FLS en Mg 12% et le type choisi des marteaux en Insert céramique et voir les exigences et les critères demandés du fournisseur (MAGEUTTEAUX) pour assurer le bon fonctionnement de ce nouveau type de marteaux.

3.1. Généralités sur les aciers :

L'acier est un alliage à base de fer et de carbone (entre 0,02 à 2,11% de carbone). La teneur en carbone a une influence considérable sur les propriétés de l'acier (ductilité, ténacité, résistance), sa densité (masse volumique) est $7,8\text{g/cm}^3$.

Il contient souvent des éléments d'alliage qui sont susceptibles de modifier leurs états d'équilibre, volontairement ou non

3.1.1. Diagramme binaire Fe-C :

La partie du diagramme de phase Fe-C comprise entre 0 et 2,11% C, décrit les phases en présence dans les aciers, leurs structures cristallographiques, leurs compositions et leurs proportions. Elle se compose en trois régions hypoeutectoïde, eutectoïde et hypereutectoïde, correspondant à des concentrations en carbone, respectivement inférieure, égale et supérieure à la concentration du point eutectoïde (0,77% masse C).

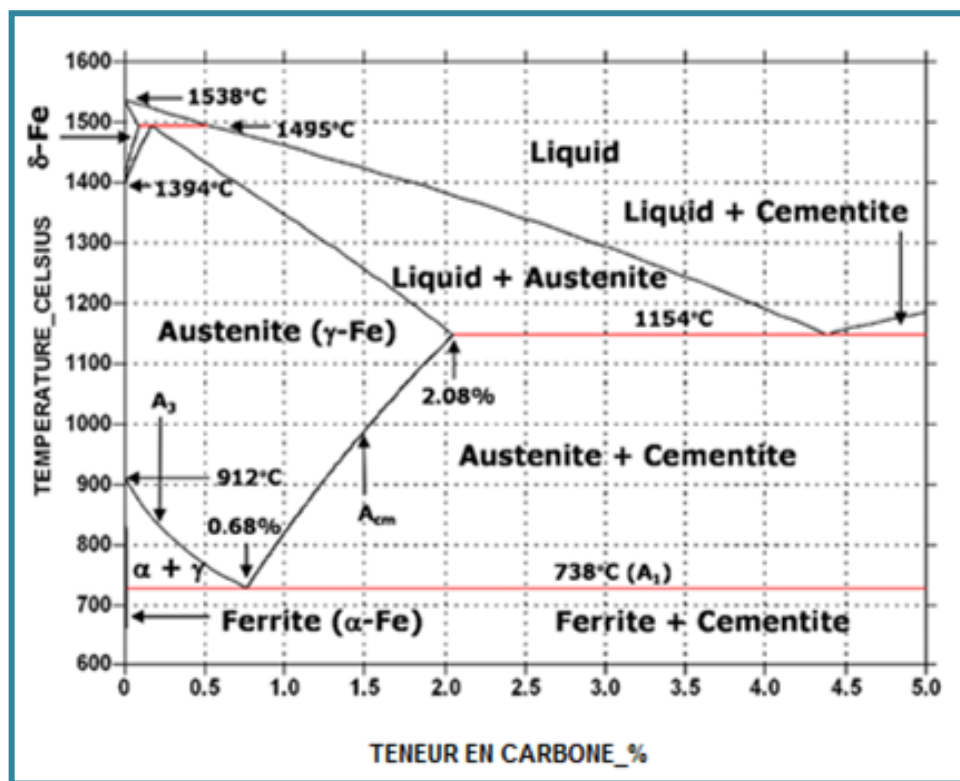


Figure.3.2. : Diagramme d'équilibre Fe-C

On y distingue des domaines d'existence de deux transformations allotropiques de fer α ou δ , de structure cubique centrée, et l'austénite γ , de structure cubique à face centrée, la différence d'extension de ces domaines s'explique par une plus grande solubilité du carbone dans l'austénite que dans la ferrite.

La région d'intérêt pour l'étude est basée principalement dans le domaine de coexistence de la ferrite et de l'austénite. Comprise entre la température du palier eutéctique 727°C ou α et γ en équilibre. [3]

3.1.2. Influence des éléments d'addition :

Les aciers contiennent souvent des éléments d'alliage qui sont susceptibles de modifier leurs états d'équilibre. Une première indication concernant ces effets peut être tirée de l'examen des diagrammes binaires Fer-éléments d'alliage. Ces éléments peuvent être alphagènes c'est-à-dire stabilise la phase α et l'alliage reste de structure CC à toute température ou gammagène ce sont des éléments qui augmentent la surface dans laquelle la phase γ est stable et l'alliage reste de structure CFC quelle que soit la température [3].

	Résistance à la traction	Re	Résistance à l'usure	Résistance à la fatigue	Résilience	Dureté à froid	Dureté à chaud	A%
Aluminium	□	□	□	□	↑	□	□	□
Carbone	↑	□	↑	□	↓	↑	□	□
Cobalt	□	↑	□	□	□	□	↑	□
Chrome	↑	↑	↑	□	↓	↑	□	↓
Manganèse	↑	↑	↑	□	□	↑	□	↓
Molybdène	↑	↑	□	□	□	□	↑	□
Nickel	↑	↑	↑	□	↑	□	□	↓
Silicium	↑	↑	↑	□	□	↑	□	□
Titane	↑	↑	↑	□	↓	↑	↑	□
Tungstène	↑	↑	↑	□	□	↑	↑	□
Vanadium	↑	↑	□	↑	↑	↑	□	□

Tableau 3.1. : Influence des éléments d'addition sur les caractéristiques mécaniques des aciers [3].

3.1.3. Types des aciers :

La norme européenne (EN 10027) classe les aciers en deux groupes

- ✓ Groupe 1 : aciers non alliés d'usage général
- ✓ Groupe 2 : Aciers alliés
- ✓ Sous groupe 2-1: aciers faiblement alliés
- ✓ Sous groupe 2-2 : aciers fortement alliés

3.1.3.1. Les aciers ordinaires ou non alliés :

Ce sont des aciers standards d'usage général (70%) qui sont parfois appelés aciers au carbone. Ils sont caractérisés par une faible teneur en carbone, ce sont les plus utilisés pour les pièces moulées, forgées, engrenages, ressorts, lames.

3.1.3.2. Les aciers alliés :

Contiennent des éléments d'alliage autres que le carbone et se divisent en deux catégories :

- ✓ **Les aciers faiblement alliés** : A très hautes caractéristiques mécaniques, pour ces aciers, aucun élément d'alliage n'atteint le pourcentage de 5 %.
- ✓ **Les aciers fortement alliés** : Ces aciers travaillent dans des conditions particulières

Avec un ou plusieurs éléments d'alliage présente une teneur $> = 5 \%$.

(Les principaux éléments d'alliage : Le Chrome, le Nickel, Le Manganèse, Le Silicium, Le Molybdène, L'Aluminium, Le Titane, ... etc)

3.1.4. Désignation :

La désignation des aciers, selon les normes européenne, se fait à partir de leur emploi et de leurs caractéristiques mécaniques et physiques, ainsi à partir de leur composition chimique.

Types d'aciers		exemple	Explication
Non allié	Non convenable pour les traitements thermiques	S 185	S : Aciers d'usage général 185 : $Re=185N/mm^2$ ou 185MPa
	Pour les traitements thermiques	C 22	C : Acier non allié pour traitement thermique 22 : 0,22% de carbone Si la désignation est précédée de la lettre G : exemple : GC25
Allié	Faiblement allié	46 Cr 2	46 : 0,46 % de carbone Cr : Symbole chimique de Chrome 2 : $2/4=0,5\%$ de chrome.
	Fortement allié	X 6 Cr Ni Ti 18-10	X : Acier fortement allié 6 : 0,06% de carbone Cr Ni Ti : Symboles chimiques des éléments d'addition 18 : 18% de Chrome 10 : 10% de Nickel Et quelques traces de Titane

Tableau 3.2. : Désignation de différents type aciers

3.2. Aciers en manganèse :

Les aciers au manganèse présentent des compositions chimiques dont les principaux éléments : le carbone 0,6% à 1,4%, le manganèse 6% à 18%, ainsi que d'autres éléments d'alliage : le chrome, le molybdène, ou le nickel. Le taux élevé de manganèse confère à ces alliages une structure austénitique stable à température ambiante.

Cette structure permet à ces aciers lorsqu'ils travaillent dans des conditions d'abrasion avec choc, d'obtenir un durcissement en surface (écrouissage), et par la suite une excellente résistance aux impacts de corps massifs.

3.2.1. Diagramme Fe-Mn :

Le système Fe-Mn comporte les phases α et δ , cubique centrées, γ , cubique à face centrées, et β , cubique simple. Le manganèse est un élément fortement gamma-gène, stabilise l'austénite, dont le domaine constitue la majeure partie du diagramme de phase. On peut noter que la répartition du domaine de stabilité de la structure cubique centrée en deux phases α et δ , est commune aux axes du fer et du manganèse.

Si on veut comparer les deux diagrammes binaires Fe-C et Fe-Mn, on dit qu'ils sont très similaires. La conséquence de cette isomorphie, notamment en dessous de 910°C, le domaine biphasé $\alpha + \gamma$ s'étend continuellement d'un binaire à l'autre, comme le montre la section isotherme à 800°C ses limites s'écartent de la linéarité lorsqu'on s'éloigne de la température de transformation allotropiques entre les éléments d'alliage. En dessous de la température du palier eutectoïde du binaire Fe-C, on observe l'apparition du carbure allié M_3C en équilibre avec la ferrite et l'austénite [3].

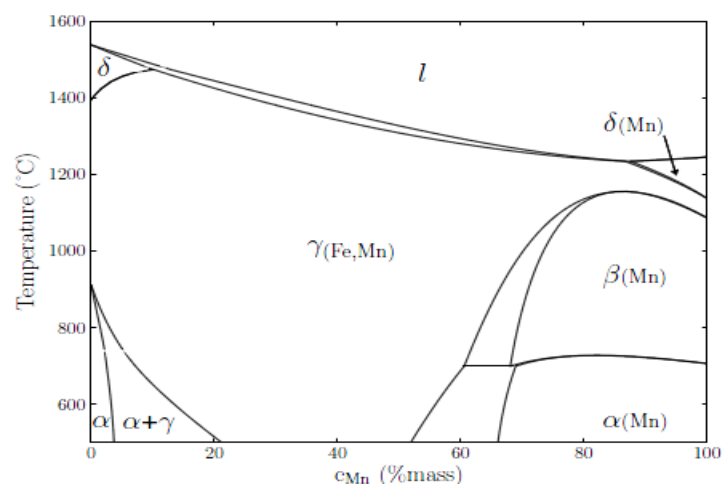


Figure 4.3. : Diagramme d'équilibre Fe-Mn

3.2.2. Liste de nuances des aciers au manganèse :

Le tableau suivant présente les nuances d'acier au manganèse les plus connues.

Nuance	C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Mo
X 120 Mn Mo 6-1	0,8-1,2	0,3-0,6	5-7	0,03	0,08	-	-	0,8-1,2
X 100 Mn Ni 13-4	0,7-1,3	0,3-0,6	12-14	0,03	0,08	2-5	-	-
X 110 Mn 12	1,0-1,3	0,3-0,6	11-14	0,03	0,08	-	0,2-1,0	-
X 110 Mn Mo 12-1	1,0-1,3	0,3-0,6	11-14	0,03	0,08	-	-	0,8-1,5
X 120 Mn Cr 12	1,0-1,3	0,4-0,8	12-14	0,03	0,08	-	1,5-2,5	-
X 120 Mn Cr17-2	1,0-1,3	0,4-0,8	16-18	0,03	0,08	-	2-2,5	-

Tableau 3.3. : Les différentes nuances des aciers au manganèse [3]

4.2.1. Etude et résultats :

Au cours d'une étude d'une partie pratique qui a été réalisée à l'usine de FAM sur trois différentes nuances d'aciers au manganèse : [3]

- ✓ X 120 Mn Cr 12-2 a une teneur de 12 à 14% en Mn
- ✓ X 120 Mn Cr 17-2 a une teneur de 16 à 18% en Mn.
- ✓ X 140 Mn Cr 22-2 a une teneur de 18 à 22% en Mn.

4.2.1.1. L'acier à 12-14% en Mn

4.2.1.1.1 . Composition chimique :

La détermination de la composition chimique de l'alliage a une importance majeure, c'est elle qui précise l'ensemble de ses propriétés physiques et mécaniques. En effet elle fixe les structures (d'équilibre ou hors équilibre), la cinétique des transformations de phase et les propriétés mécaniques.

La première étape de vérification dans le processus de réalisation des pièces en fonderie, est la composition chimique par un spectromètre d'émission optique. Ci-dessous les analyses prélevées à la coulée des échantillons de pièces.

Il s'agit des valeurs moyennes des compositions chimiques de nuances utilisées :

Les résultats des analyses des échantillons étudiés figurent dans le tableau [3].

Nuance	C	Si	Mn	Cr	Ti
X 120 Mn Cr 12	1,18	0,4	12,88	1,60	-

Tableau 3.4: Les teneurs en pourcentage des éléments d'alliages de X 120 Mn Cr 12 [3].

3.2.1.1.2. Micrographies des échantillons :

La métallographie est une technique qui consiste à déterminer la microstructure et à mettre en évidence les caractéristiques microscopiques d'un matériau en l'observant avec un microscope optique.

3.2.1.1.2.1. Préparation des échantillons :

Avant toute étude micrographique, l'échantillon doit suivre les étapes suivantes :

- 1- Le surfaçage dont le but d'obtenir une surface plane d'observation
- 2- Le polissage mécanique avec:
 - ✓ Le papier abrasif (carbure de silicium Si C); d'abord des abrasifs gros, puis des abrasifs de plus en plus fins
 - ✓ La poudre d'alumine en suspension pour obtenir l'aspect miroir de la surface
- 3- l'attaque chimique par le Nital qui permet de révéler les carbures.

Pour cette étude, nous avons effectué des essais micrographiques sur cinq éprouvettes, on a pris les plus clairs et plus significatifs parmi eux [3].

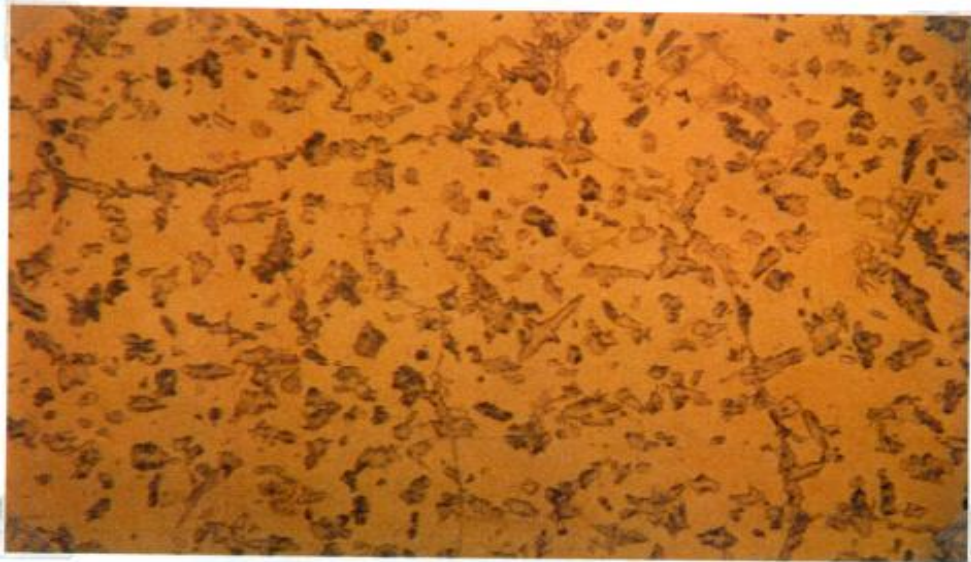


Figure 3.4 : *Acier au manganèse à l'état brut de coulée de grossissement : 100 x [3].*

Dans cette figure on peut observer deux structures :

Structure austénitique brut de coulée, avec une structure perlitique aux joints de grains

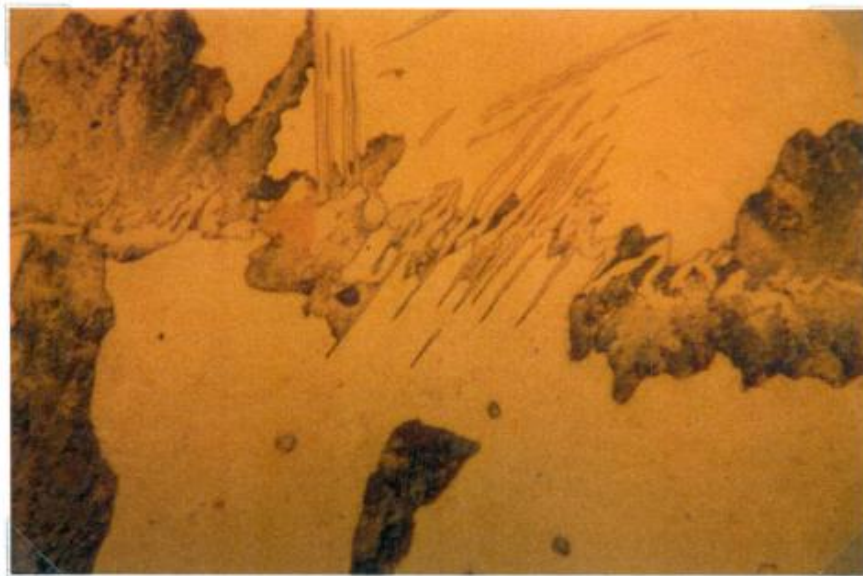


Figure 3.5. : *Acier au manganèse à l'état brut de coulée avec un grossissement : 1000 x [3].*

Structure austénitique et perlitique. En plus de l'austénite et de la perlite, on distingue la présence de carbures en aiguilles localisées principalement aux joints de grain.

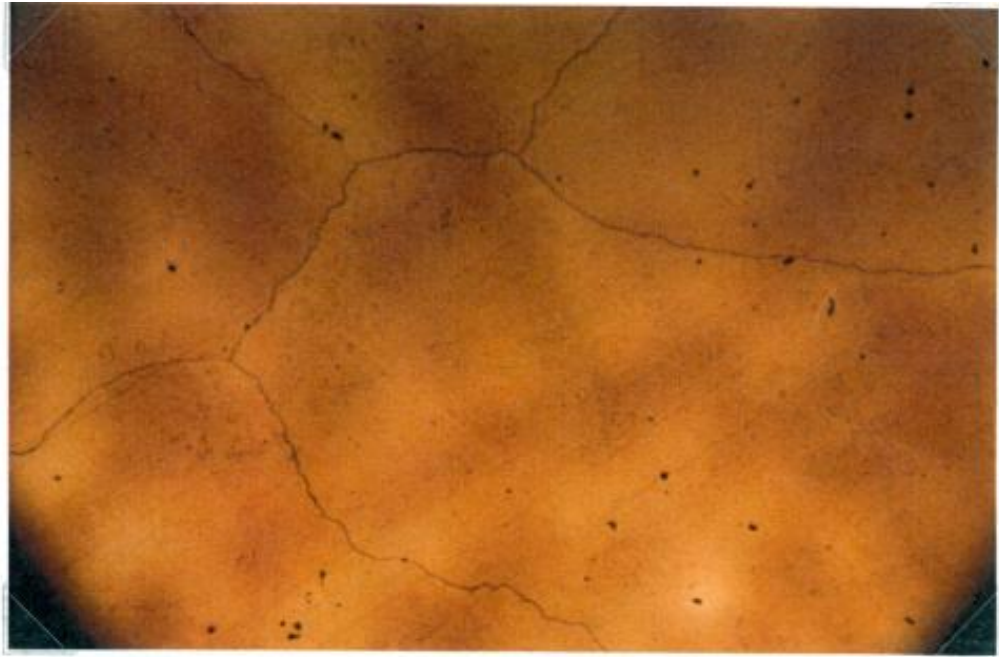


Figure 3.6 : Acier au manganèse l'état Trempé avec un grossissement 1000 x [3].

Structure entièrement austénitique .Absence de carbures dans la matrice et aux joints de grain

:

3.2.1.1.3 . Caractéristiques mécaniques

3.2.1.1.3.1. Dureté

La dureté quantifie la résistance d'un matériau à la pénétration sous une certaine charge F d'un corps dur.

La dureté est une caractéristique nécessaire pour les matériaux qui travaillent sous des conditions d'abrasion-érosion avec impact de corps non massif

Dans le cas des aciers austénitiques au manganèse la dureté mesurée ne représentent pas une caractéristique de qualité intrinsèque, étant donné qu'il n'y a pas de transformation allotropique après trempe, les duretés mesurées après écrouissage reflètent la nature de trempabilité de l'alliage [3].

Les valeurs reportées ci-dessous ont été effectuées à l'aide d'un duromètre de marque EQUO-TIP III. [3].

		Dureté HBW (trempé)	Dureté HRC (écroui)
X 120 Mn Cr 12-2	Ech1	178	49
	Ech2	174	47
	Ech3	172	49
	Ech4	176	45
	Ech5	180	50
	Moyenne	176	48

Tableau 3.5: Les valeurs d'essais de la dureté [3].

3.2.1.1.3.2. Essai de traction :

L'essai de traction détermine l'aptitude d'un matériau à se déformer, soumis à un effort variable. Ce type d'essai est nécessaire pour prévoir le comportement du matériau dans des conditions réelles d'utilisation.

L'essai de traction consiste à appliquer sur une éprouvette normalisée du matériau d'étude un effort F et à mesurer l'allongement ΔL correspondant, ou inversement d'imposer l'allongement ΔL et à mesurer l'effort F , F et ΔL sont des grandeurs physiques liées à la structure (ici à l'éprouvette). Afin de les interpréter et ainsi de caractériser le matériau, on introduit des variable relatives au matériau : la contrainte σ et la déformation ϵ .

La contrainte associée à la force est définie par ; La section de l'éprouvette. Cette grandeur est à distinguer de la contrainte nominale(ou conventionnelle) liée à la structure. La contrainte nominale est le rapport entre la force et la surface initiale de l'échantillon [3].

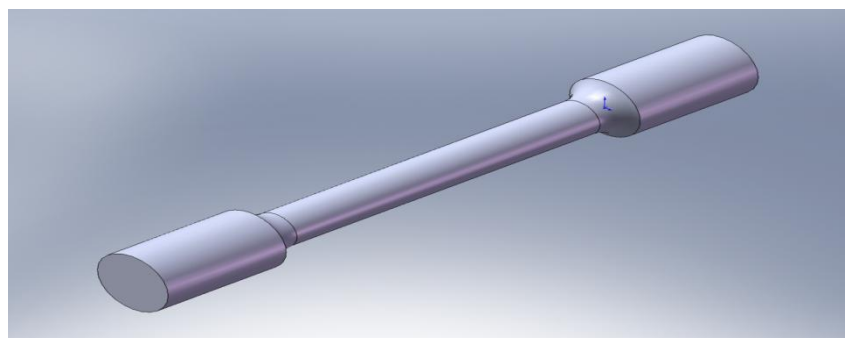


Figure 3.7. : Eprouvette cylindrique normalisée [3]

	échantillons	Ech1	Ech2	Ech 3	Ech 4	Ech 5	MOYENNE
X 120 Mn Cr 12-2	Rp 0,02 (N/mm²)	430	432	428	425	435	430
	Rm (N/mm²)	774	777	771	768	783	77,6
	A %	24	22	25	26	21	23,6
	Z %	19	18,7	18,5	20,4	20,6	19,4

Tableau 3.6: Les paramètres obtenus de l'essai de traction [3].

3.2.1.1.3.3. Essai de résilience:

On effectuant des essais de résilience pour déterminer la résistance au choc du matériau (résistance dynamique) à laquelle nous avons apporté les corrections nécessaires pour trouver la ténacité des aciers (résistance statique). L'essai utilisé est le mouton à CHARPY, qui consiste à rompre un barreau entaillé normalisé à l'aide d'un mouton pendule. L'énergie de rupture ainsi déterminée s'appelle la résilience (plus elle est élevée, plus le matériau est tenace). [3]

Nous avons réalisé l'essai sur des éprouvettes normalisé d'entaille V

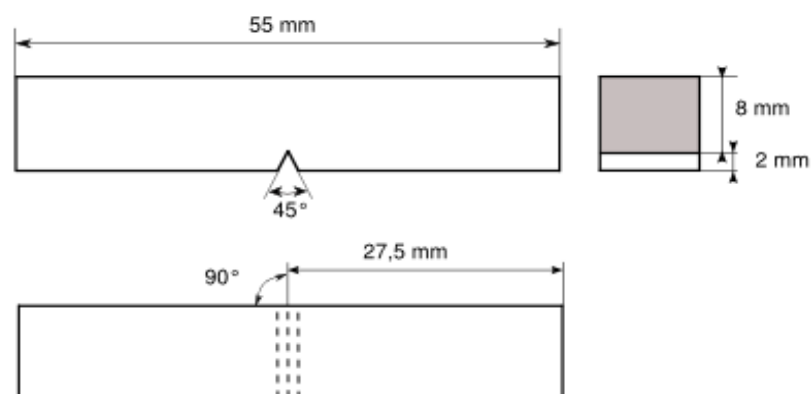


Figure 3.8 : Éprouvette normalisé d'entaille V [3]

Les mesure des caractéristiques mécaniques sur les éprouvette normalisée

	Ech1	Ech2	Ech3	Ech4	Ech5	Moyenne
X 120 Mn Cr 12-2	52	49	54	52	53	52

Tableau 3.7: Résultats obtenus par l'essai de résilience [3]

3.2.1.2. L'acier à 16-18% en Mn

3.2.1.2.1.Composition chimique

Nuance	C	Si	Mn	Cr	Ti
X 120 Mn Cr 17-2	1,24	0,6	16 ,84	2,11	-

Tableau 3.8: Les teneurs en pourcentage des éléments d'alliages de X 120 Mn Cr 17-2 [3]

3.2.1.2.2. Analyse micrographique



Figure 3.9 : Acier au manganèse à l'état de trempe avec un grossissement x 300 [3]

La structure micrographique d'un échantillon d'acier austénitique au manganèse constituée de grains assez fins

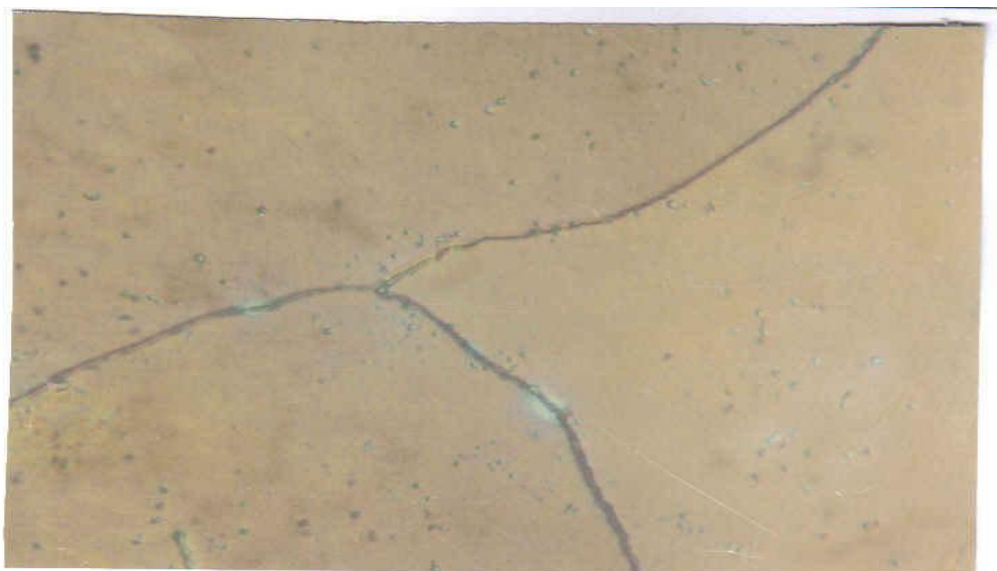


Figure 3.10 : Acier au manganèse à l'état de trempe avec un grossissement $\times 600$ [3].

La structure micrographique une microstructure de grains assez fins, avec absence de carbures non dissous après hyper trempe. [3]

3.2.1.2.3. Caractéristiques mécaniques

3.2.1.2.3. 1. Dureté

	Dureté HBW (trempé)	Dureté HRC (écroui)
Ech1	179	47
Ech2	192	54
Ech3	186	50
Ech4	183	52
Ech5	185	52

Tableau 4.9: Valeurs d'essais de la dureté [3].

3.2.1.2.3.2. Essai de traction:

	échantillons	Ech1	Ech2	Ech 3	Ech 4	Ech 5	MOYENNE
X 120 Mn Cr 12-2	Rp 0,02 (N/mm²)	445	448	452	440	443	445,6
	Rm (N/mm²)	805	811	814	796	802	805,6
	A %	28	27	26	29	28	27,6
	Z %	21,8	22,5	21,9	22,1	22,3	22,12

Tableau 3.10: Les caractéristiques obtenues de l'essai de traction [3].**3.2.1.2.3.3. Essai de résilience:**

	Ech1	Ech2	Ech3	Ech4	Ech5	Moyenne
X 120 Mn Cr 17-2	57	52	54	57	55	55

Tableau 3.11: Résultats obtenus par l'essai de résilience [3].**3.2.1.3. L'acier à 18-22% en Mn****3.2.1.3. 1.Composition chimique**

Nuance	C	Si	Mn	Cr	Ti
X 140 Mn Cr 22-2	1,44	0,91	20,80	2,11	0,11

Tableau 3.12: Les teneurs en pourcentage des éléments alliages de X 140 Mn Cr 22-2 [3].

3.2.1.3.2. Analyses micrographiques:

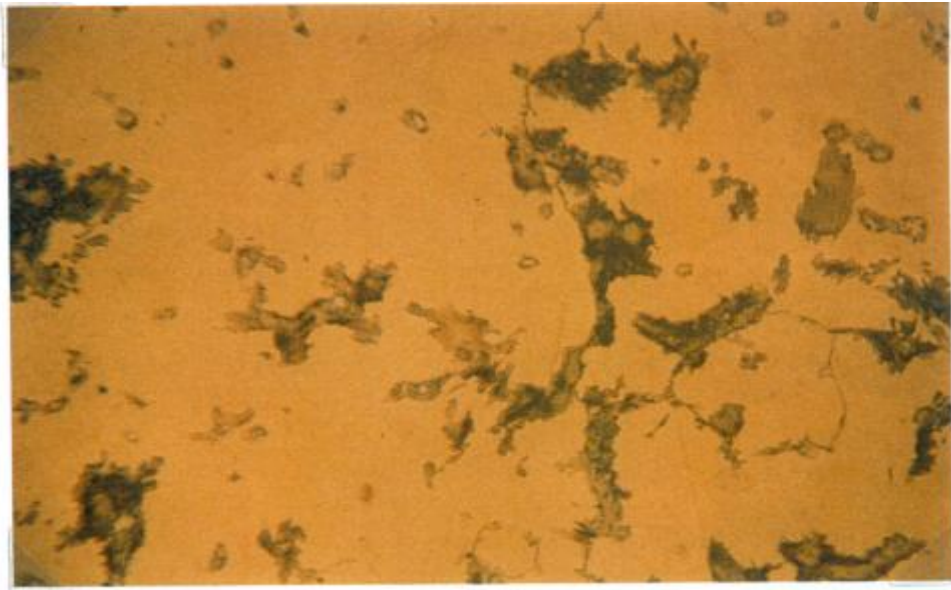


Figure 3.11 : *Acier au manganèse à l'état Brut de coulée grossissement: 100 x*

Structure austénitique et perlitique accompagnée de carbures de type lédéburitique. [3]

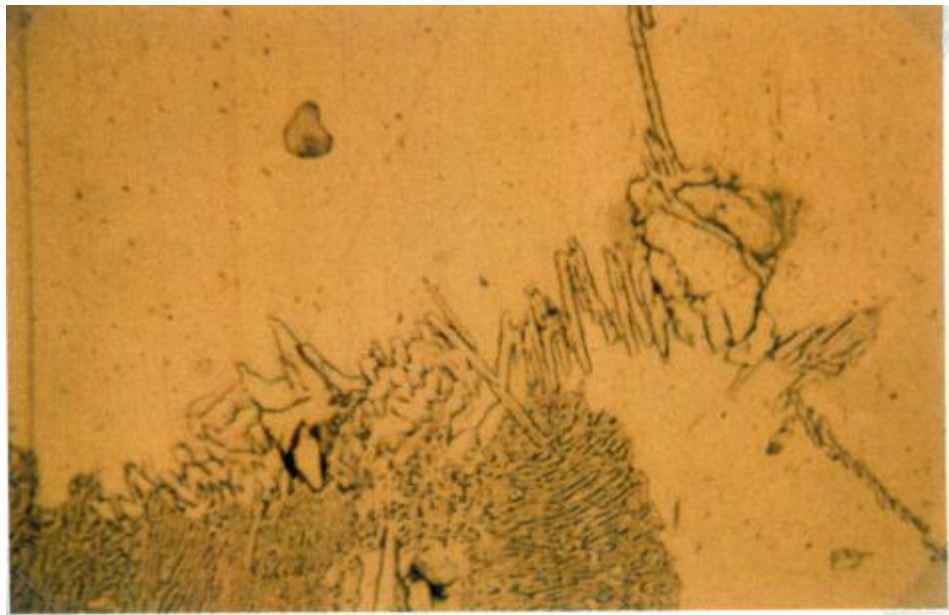


Figure 3.12 : *Acier au manganèse à l'état brut de coulée (grossissement x 1000)*

Structure austénitique et perlitique. On distingue une importante précipitation de carbures le long des joints de grain. [3]



Figure 3.13 : *Acier au manganèse à l'état Trempé avant polissage (grossissement x 100) [3].*

Structure austénitique avec une précipitation limitée de carbures de type ledeburitique (environ 5 %). [3]



Figure 3.14 : *Acier au manganèse à l'état Trempé après le polissage (grossissement x 100) [3]*

3.2.1.3.3. Caractéristiques mécaniques

3.2.1.3.3.1. Dureté

		Dureté HBW (trempé)	Dureté HRC (écroui)
X 120 Mn Cr 22-2	Ech1	189	50
	Ech2	192	58
	Ech3	200	54
	Ech4	199	55
	Ech5	195	53
	Moyenne	195	54

Tableau 3.13: Les valeurs d'essais de la dureté [3]

3.2.1.3.3.2. Essai de traction:

	échantillons	Ech1	Ech2	Ech 3	Ech 4	Ech 5	MOYENNE
X 120 Mn Cr 22-2	Rp 0,02	552	558	562	564	554	558
	Rm	980	985	989	984	987	985
	A%	20	18	18	17	17	18
	Z%	16	18	20	17	18	17,8

Tableau 3.14: Les caractéristiques obtenues de l'essai de traction [3]

3.2.1.3.3.3. Essai de résilience:

	Ech1	Ech2	Ech3	Ech4	Ech5	Moyenne
X 120 Mn Cr 22-2	43	45	46	43	48	45

Tableau 3.15 : Résultats obtenus par l'essai de résilience [3]

3.2.1.4 . Discussion des résultats :

3.2.1.4.1. Analyses micrographiques

La haute teneur en manganèse permet à ces aciers de présenter une structure austénitique à l'état brut de coulée, celle-ci est affinée par un traitement thermique, une hyper trempe à l'eau (20 °C) après une mise en solution des carbures libre à très haute température. Absence de réseau de carbures non dissous après hyper trempe.

Grâce à la formation d'une structure austénitique à réseau plus compacte, on obtient une meilleure résistance à l'abrasion par choc mécanique.

Celle-ci se traduit par une augmentation significative des valeurs de dureté mesurées après écrouissage. [3]

3.2.1.4.2. Les duretés

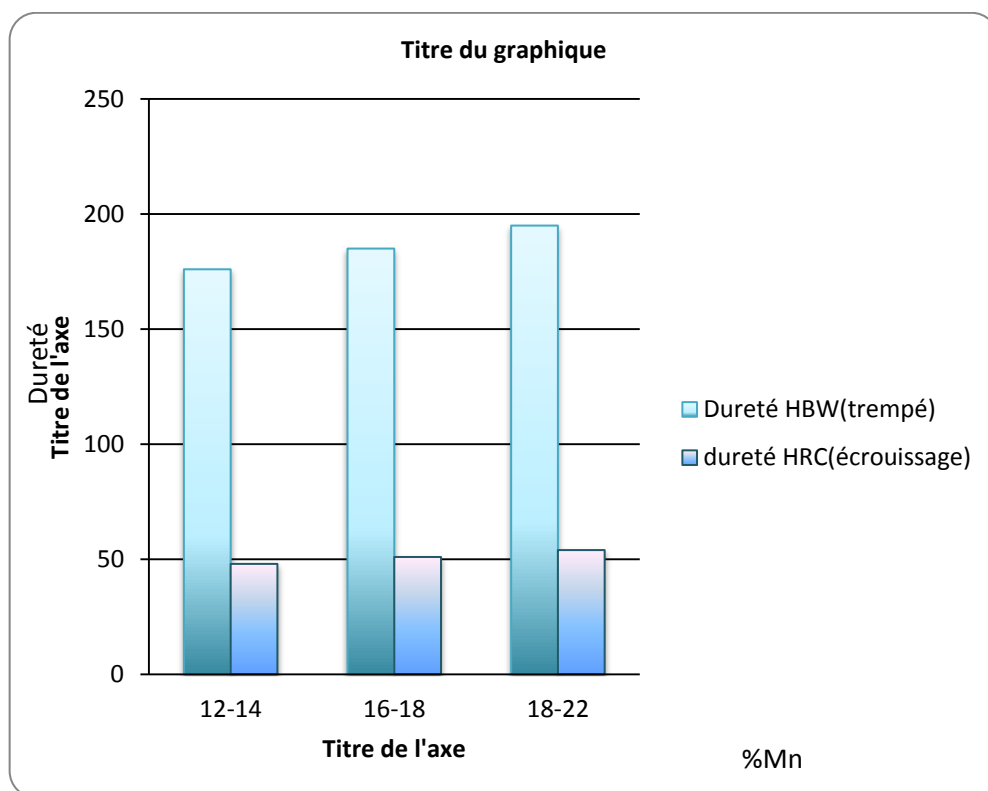


Figure 3.16 : Histogramme de la dureté suivant Brinell et Rockwell [3]

Dans ce diagramme on peut distinguer que la dureté augmente avec l'évolution du pourcentage du manganèse(Mn) c'est-à-dire la vitesse d'écrouissage est plus importante en rapport avec le taux de Mn.

Pour pallier à ce phénomène, dans le cas des aciers à bas manganèse, on utilise un procédé de rechargement préalable qu'on appelle stellitage [3].

3.2.1.4.3. Les résiliences et les tractions

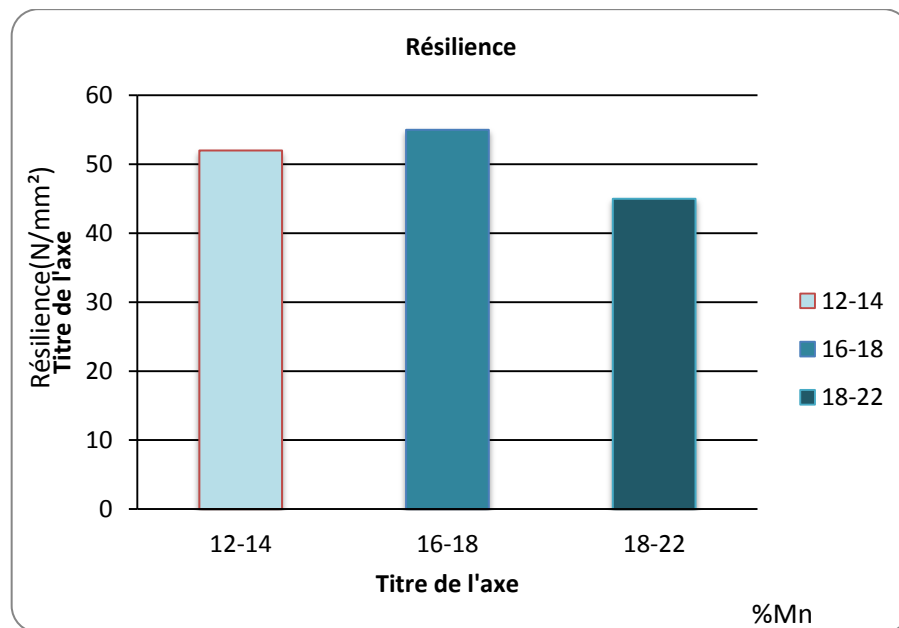


Figure 3.17 : Histogramme de la résilience pour les trois aciers [3]

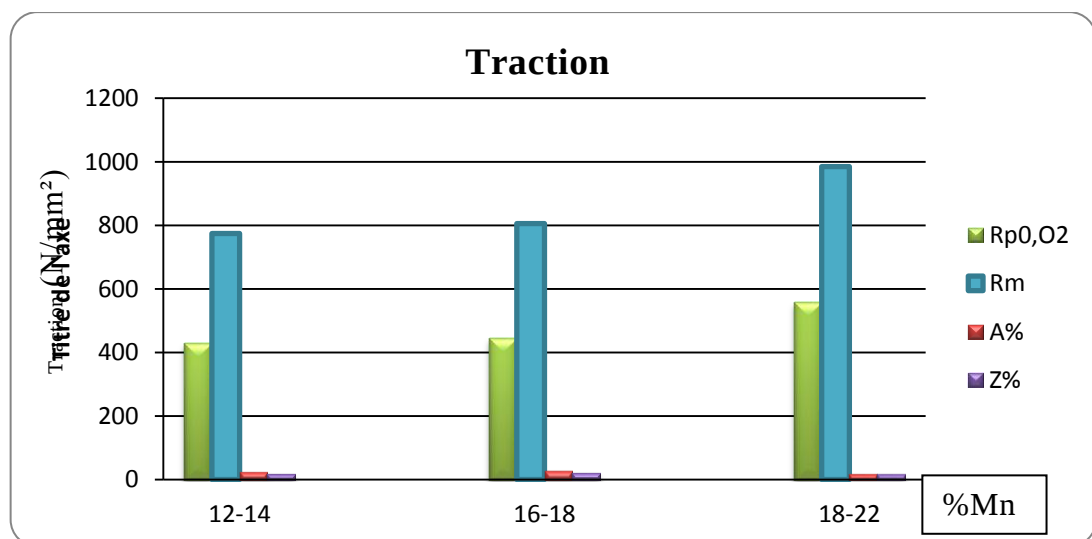


Figure 3.18 : Histogramme de l'essai de traction [3]

Les aciers au manganèse sont caractérisés par une résistance au choc très élevée, ces propriétés confèrent à ces aciers une excellente résistance au choc, par contre ils présentent une résistance à l'usure par abrasion-érosion faible.

Les aciers au manganèse à 20% ont une microstructure de trempe avec présence de carbures secondaires au niveau de la matrice, ce qui leur permet de présenter une meilleure résistance à l'usure par abrasion avec frottement comparés par rapport aux aciers au manganèse dit classique. Les aciers à 20% de manganèse présentent une bonne usure à l'abrasion, tout en gardant les caractéristiques mécaniques convenables. [3]

3.2.1.4.3. Conclusion générale de l'acier au manganèse:

Dans ce travail, on s'intéresse aux propriétés mécaniques de certains produits métallurgiques à base d'acier au manganèse fabriqué par la société Fonderies et aciéries du Maroc(FAM).

Les résultats obtenus au terme de cette étude, montrant que les aciers contenant 20% de manganèse présentent une bonne usure à l'abrasion, tout en gardant les caractéristiques mécaniques convenable.

A l'issue de ce travail accompli au sein de FAM, cette société a essayé de mettre en évidence les avantages que profère l'introduction des aciers à 20 % des Mn pour la fabrication de pièces destinées au concassage et au broyage. [3]

3.2.1.5. Conditionnement des aciers au manganèse

Pour résoudre les problèmes d'usure en présence d'abrasif, la structure métallurgique des aciers au manganèse du type Hadfield (12 % Mn. 1.2 % C) est, dans l'état où on trouve le plus généralement utilisé dans l'industrie. Purement austénitique (figure.3.19), Dans cet état, ces aciers sont rarement utilisés en frottement, l'austénite ayant une très faible résistance à l'usure.

Or, dans certaines conditions de fonctionnement, cette structure austénitique peut, sous l'effet de l'écrouissage mécanique dû au frottement, se transformer en structure martensitique. L'acier Hadfield acquiert alors, après un certain temps de fonctionnement, une excellente résistance à l'usure et à l'abrasion.

Cependant, ces bonnes performances ne sont obtenues que moyennant une usure préalable, ce qui limite les possibilités d'applications industrielles pratiques de ce type d'acier.

En effet, la transformation « austénite vers martensite » n'étant pas instantanée, s'effectue au prix d'une certaine usure, tant que prédomine l'austénite dans les couches superficielles. Autrement dit, suivant les conditions de fonctionnement, on peut assister :

- ✓ Ou bien à une détérioration rapide des pièces si l'usure est plus rapide que l'écrouissage ;
- ✓ Ou bien, dans les cas favorables, lorsque l'écrouissage se développe plus vite que l'usure, à une diminution progressive de cette dernière au fur et à mesure que croît la durée de fonctionnement.

Pour éviter cette pré-usure, cet acier est généralement pré conditionné au frottement afin de transformer au moins partiellement en martensite l'austénite des couches superficielles. [4]

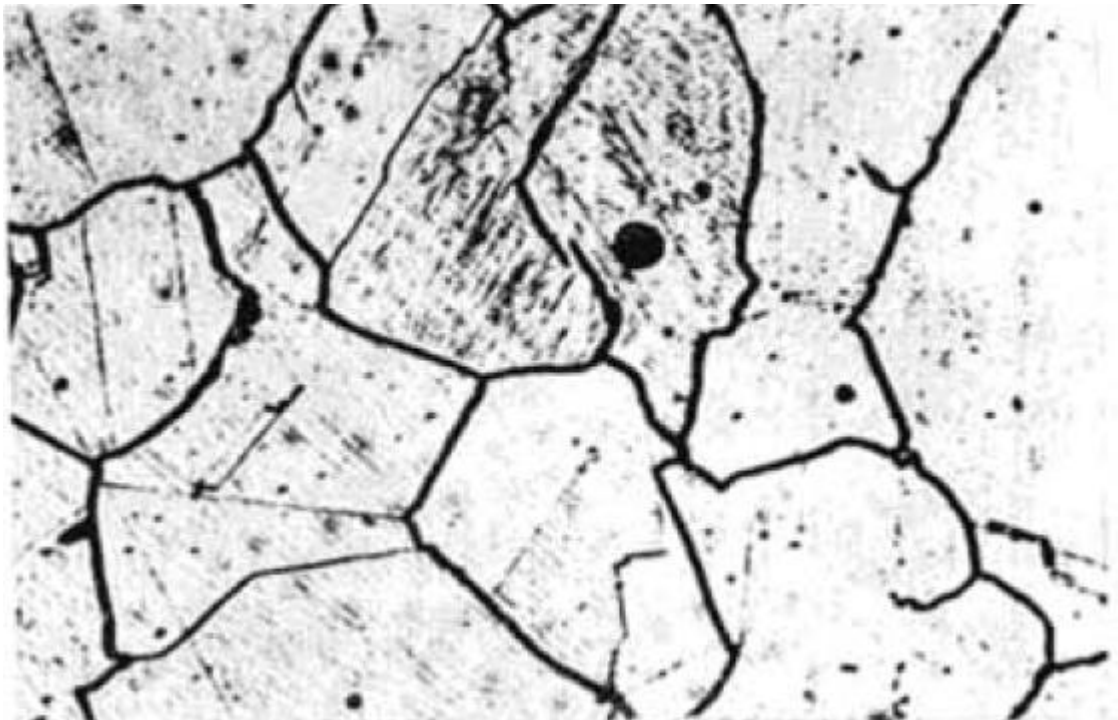


Figure 3.19 : Structure métallurgique des aciers au manganèse du type Hadfield (12%Mn,1.2%C) [4]

3.2 Marteaux en insert Céramique Xcc

3.2.1 Spécifications techniques:

L'impact est le paramètre clé pour la réduction de la taille, ce qui implique la nécessité de marteaux robustes, en particulier s'il existe un risque de formation de tramp en entrant dans le broyeur.

Xcc® est une solution d'usure composée de matrice métallique composée d'inserts de haute dureté intégrés dans la surface de travail des pièces moulées.

Xcc® combine de manière optimale la surface de travail dure avec de bonnes propriétés mécaniques de l'arbre.

Les principaux paramètres de performance de conduite sont les suivants:

Flexibilité donnée par la possibilité de localiser les inserts durs dans la zone d'usure élevée (solution personnalisée pour l'utilisateur).

Combinant une excellente résistance à l'usure (inserts de haute dureté) avec de très bonnes propriétés mécaniques du métal de base.

Solution de montage des broyeurs mono et bidirectionnels [8].



Figure.3.20 [



Figure.3.21

Figure 3.20 : Marteaux Xcc Magotteaux en insert céramique TiC [8].

Figure 3.21: Marteaux Xcc Magotteaux en insert céramique TiC pour concasseur EV250x300-2-85 M'sila.

3.2.2. Etat de la technique

Peu de moyens sont connus pour modifier la dureté et la résistance à l'impact d'un alliage de fonderie en profondeur « dans la masse ». Les moyens connus concernent généralement des modifications en surface de faible profondeur (quelques mm). Pour les pièces d'usure réalisées en fonderie, les éléments de renfort doivent être présents en profondeur afin de résister à des sollicitations localisées importantes et simultanées en termes de contraintes mécaniques, d'usure et d'impact et aussi parce qu'en général, c'est une proportion importante du volume (ou du poids) de la pièce qui est consommée pendant sa vie.

Le document LU 64303 (Joiret) décrit une méthode de fabrication de marteaux qui met en œuvre deux matériaux différents, l'un plus dur pour réaliser la tête, soumise à l'abrasion, l'autre plus résilient qui garantit la résistance contre la casse.

Le document EP 0 476 496 (Guerard) propose l'utilisation d'un insert dur mécaniquement serti dans un corps de marteau réalisé dans un acier ductile. Le brevet EP 1 651 389 (Mayer) décrit également une technique de fabrication de marteaux mettant en œuvre deux matériaux différents, l'un étant disposé sous forme d'un insert préfabriqué disposé dans l'autre matériau à l'endroit où la pièce est la plus sollicitée.

Le document US 2008/041993 (Hall) propose l'utilisation d'inserts en matériau très dur, fixés au marteau sur sa face travaillante.

Le document US 6,066,407 (Getz) divulgue un impacteur composite renforcé avec des carbures. Il ne divulgue cependant pas une structure de renfort avec des particules de carbure de titane sphéroïdales entourées par l'alliage d'infiltration ou une quelconque géométrie microscopique hiérarchisée dans la partie renforcée.

Le point commun de toutes ces techniques de renforcement de pièces utilisées dans des procédés de concassage par percussion est évidemment la difficulté de garantir, à la fabrication et en service, une liaison parfaite et durable entre les deux matériaux utilisés [5].

3.2.3 Buts de l'invention

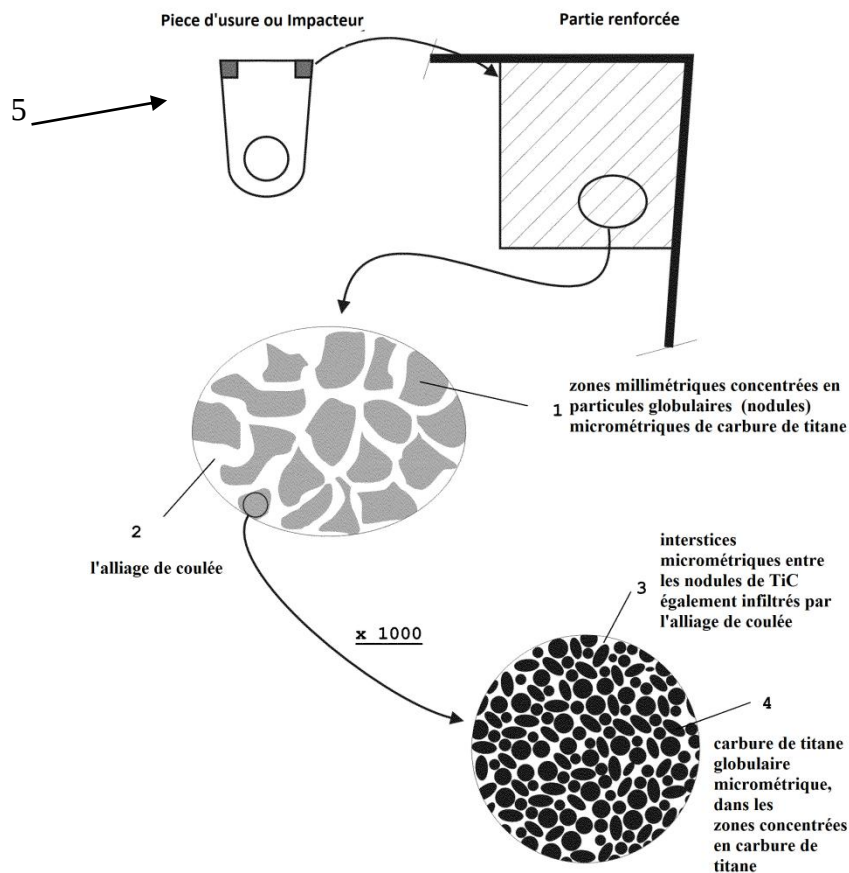
La présente invention divulgue un impacteur composite pour concasseurs à percussion présentant une résistance améliorée contre l'usure tout en maintenant une bonne résistance aux chocs. Cette propriété est obtenue par une structure composite de renforcement spécifiquement conçue pour cette application, matériau qui fait alterner à l'échelle millimétrique des zones denses en fines particules globulaires micrométriques de carbures

métalliques avec des zones qui en sont pratiquement exemptes au sein de la matrice métallique de l'impacteur.

La présente invention propose également un procédé pour l'obtention de ladite structure de renforcement [6].

3.2.4 Revendications et procédé de fabrication

1. Impacteur composite pour concasseurs à percussion, ledit impacteur comportant un alliage ferreux renforcé au moins en partie (5) avec du carbure de titane selon une géométrie définie, dans lequel ladite partie renforcée (5) comporte une macro-microstructure alternée de zones millimétriques (1) concentrées en particules globulaires micrométriques de carbure de titane (4) séparées par des zones millimétriques (2) essentiellement exemptes de particules globulaires micrométriques de carbure de titane (4), lesdites zones concentrées en particules globulaires micrométriques de carbure de titane (4) formant une microstructure dans laquelle les interstices micrométriques (3) entre lesdites particules globulaires sont également occupés par ledit alliage ferreux. (figure 3.22)



Figures 3.22 : Représentation schématique des zones de renfort sur un impacteur de type marteau [6].

Selon des modes particuliers de l'invention, l'impacteur composite comporte au moins une ou une combinaison appropriée des caractéristiques suivantes

2. Impacteur selon la revendication 1, dans lequel lesdites zones millimétriques concentrées ont une concentration en particule globulaire micrométriques de carbures de titane (4) supérieure à 36.9 % en volume ;
3. Impacteur selon les revendications 1 ou 2, dans lequel ladite partie renforcée à une teneur globale de carbure de titane entre 16.6 et 50.5 % en volume;
4. Impacteur selon l'une quelconques des revendications précédentes, dans lequel les particules micrométriques globulaires de carbure de titane (4) ont une taille inférieure à 50µm;
5. Impacteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la majeure partie des particules micrométriques globulaires de carbure de titane (4) à une taille inférieure à 20 µm ;
6. Impacteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel lesdites zones concentrées en particules globulaires de carbure de titane (1) comportent 36.9 à 72.2 % en volume de carbure de titane
7. Impacteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel lesdites zones millimétriques concentrées en carbure de titane (1) ont une dimension variant de 1 à 12 mm
8. Impacteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel lesdites zones millimétriques concentrées en carbure de titane (1) ont une dimension variant de 1 à 6 mm ;
9. Impacteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel lesdites zones concentrées en carbure de titane (1) ont une dimension variant de 1.4 à 4 mm.
10. Procédé de fabrication par coulé d'un impacteur composite selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 comportant les étapes suivantes:
 - ✓ mise à disposition d'un moule comportant l'empreinte de l'impacteur avec une géométrie de renforcement prédéfinie;
 - ✓ introduction, dans la partie de l'empreinte de l'impacteur destiné à former la partie renforcée (5), d'un mélange de poudres compactées comportant du carbone et du titane sous forme de granulés millimétriques précurseurs de carbure de titane ;
 - ✓ coulée d'un alliage ferreux dans le moule, la chaleur de ladite coulée déclenchant une réaction exothermique de synthèse auto-propagée de carbure de titane à haute température (SHS) au sein desdits granulés précurseurs ;

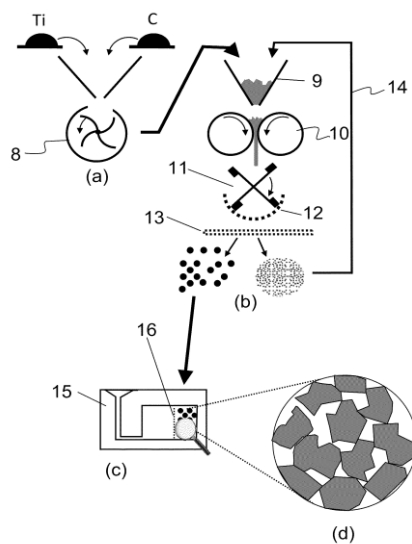


Fig. 5a-5d

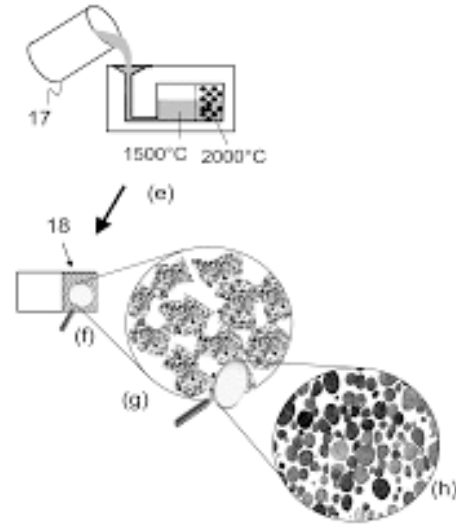
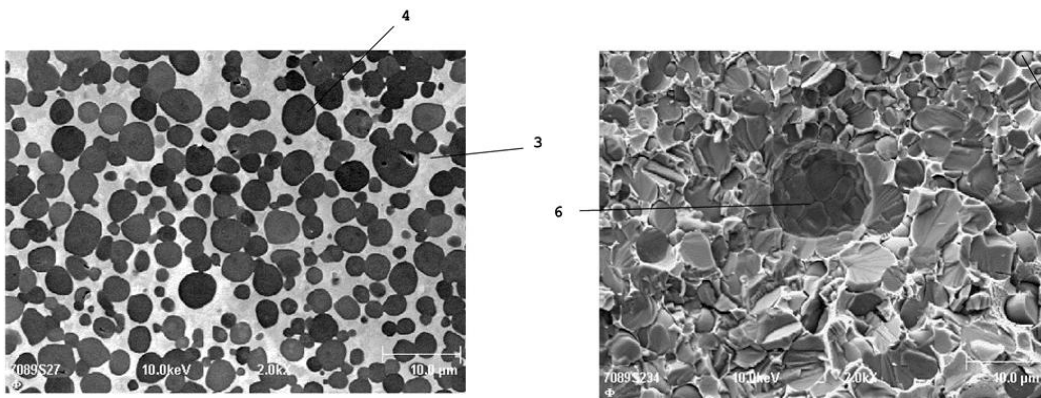


Fig. 5e-5h

Figures 3.23 : Procédé de fabrication par coulé d'un impacteur de type marteau [6].

- ✓ formation, au sein de la partie renforcée (5) de l'impacteur composite d'une macro-microstructure alternée de zones millimétriques concentrées (1) en particules globulaires micrométriques de carbure de titane (4) à l'emplacement desdits granulés précurseurs, lesdites zones étant séparées entre elles par des zones millimétriques (2) essentiellement exemptes de particules globulaires micrométriques de carbure de titane (4), lesdites particules globulaires (4) étant également séparées au sein desdites zones millimétriques concentrées (1) de carbure de titane par des interstices micrométriques (3);
- ✓ infiltration des interstices millimétriques (2) et micrométriques (3) par ledit alliage ferreux de coulée à haute température, consécutive à la formation de particules microscopiques globulaires de carbure de titane (4).



Figures 3.23 : représentation micrographique des zones microstructure d'un impacteur [6].

11. Procédé de fabrication selon la revendication 10, dans lequel le mélange de poudres compactées de titane et de carbone comporte une poudre d'un alliage ferreux.
12. Procédé de fabrication selon quelconque des revendications 10 ou 11, dans le quel ledit carbone est du graphite.
13. Impacteur obtenu selon l'une quelconque des revendications 10 à 12 [6].

3.2.5. Etude technique d'un marteau en insert céramique du concasseur.

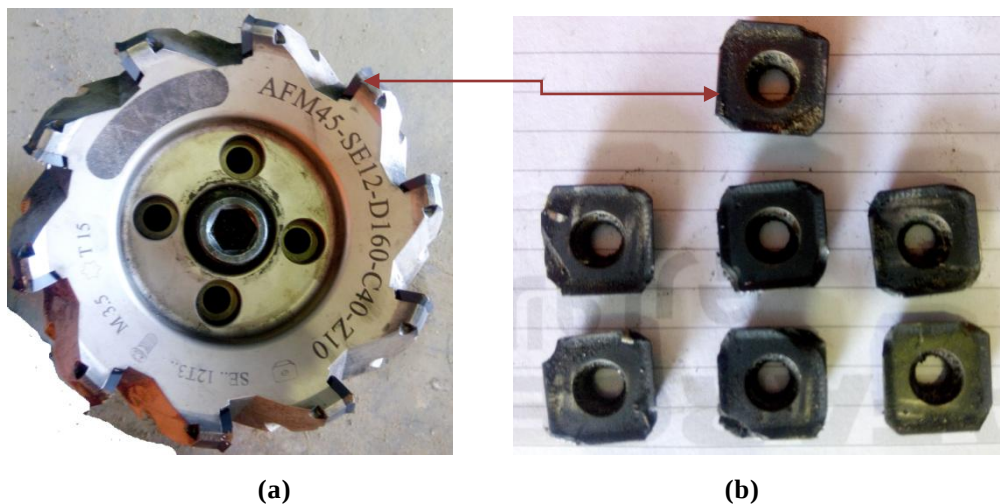
Dans cette étude on a effectué des essais de dureté et détermination de la nuance du marteau sur le corps et sur la partie renforcé en insert céramique.

Avant notre étude on a voulu avoir une partie lisse pour faire notre relevé sur une surface qui nous permet d'avoir les deux types de matière du marteau.

3.2.5.1. Préparation du marteau

Avant tout on a mis le marteau sur une table de fraiseuse universelle position verticale pour faire l'usinage de la surface à tester.

On a utilisé un outil fraise à surface avec des plaquettes amovibles (pastilles en carbure métallique) voir fig.3.24 avec une vitesse de rotation de 56 tr/min et avec une profondeur de passe entre 5/10 de mm puis 10/10 de mm.



Figures 3.24 : (a) outils fraise à surface ; (b) pastilles en carbure métallique utilisé.

Lors de l'opération d'usinage de la surface de teste on a constaté que le marteau est dure vue que les pastilles utilisaient pour l'usinage ont une usure rapide sur tous les coins en savoir plus qu'on a utilisé deux séries de pastilles. (Figure 3.24.b) qui illustre la situation des plaquettes sur les coins des pastilles après usage.

En fin on a eu notre marteau préparer pour le teste avec une surface qui nous permettre de faire l'essai de dureté. En plus on a divisé la surface usiné par zone chaque zone avec un nombre de points.

- ✓ Zone 1 : corps de marteau du point 1 à 10
- ✓ Zone 2 : la partie renforcé en céramique du point 11 au 21

Voir sur la (figure 3.26) : les points de prise du relevé testent de dureté.

La figure 3.25a illustre le marteau en céramique avant préparation de la surface de test et la figure 3.25b montre le marteau après usinage de la surface de test.

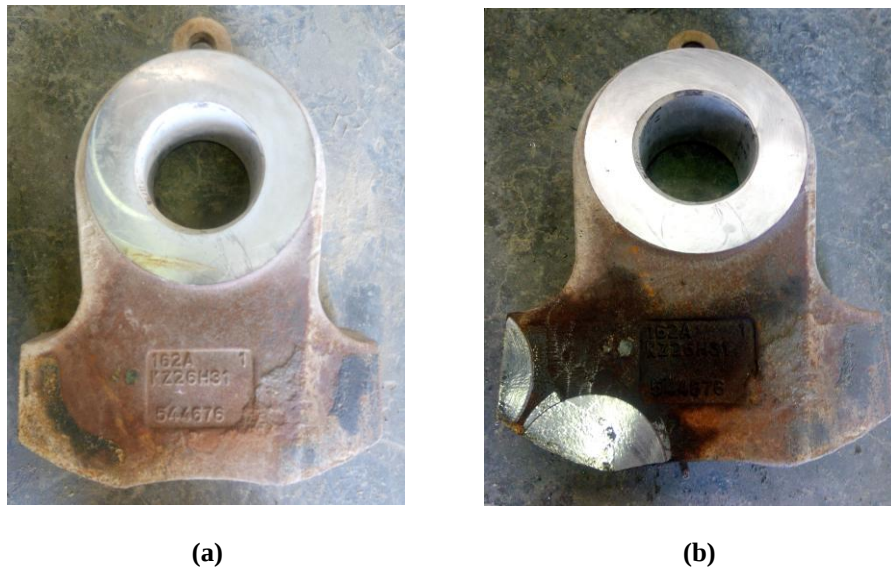
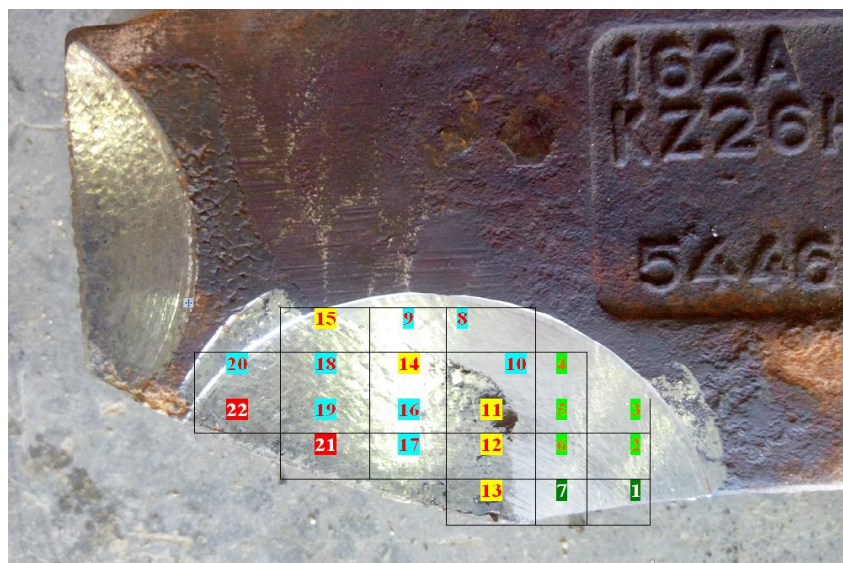


Figure 3.25 :(a) Marteau avant préparation ; (b) Marteau après préparation.



Figures 3.26 : Points de prise du relevé testent de dureté sur le marteau préparé.

3.2.5.2. Essai de dureté

La dureté est l'une des caractéristiques mécaniques elle quantifier la résistance d'un matériau à la pénétration sous une certaine charge F d'un corps dur.

La dureté est une caractéristique mécanique nécessaire pour les matériaux qui travaillent sous des conditions d'abrasion avec impact de corps massif.

L'appareil de mesure de dureté est un duromètre de marque Equotip 2 (figure : 3.27a)



Figure 3.27 : Duromètre de marque Equotip 2.

Les étapes à suivre pour prise des mesures sur un duromètre EQUOTIP 2 (Figure : 3.28)

- ✓ **Charger :** Chargez simplement le dispositif d'impact en faisant glisser le tube de chargement vers l'avant.
- ✓ **Positionner :** Ensuite, placez et maintenez le dispositif d'impact sur la surface de l'éprouvette au point de test souhaité.
- ✓ **Mesurer :** Déclencher l'impact en appuyant sur le bouton de déclenchement, la valeur de dureté sera affichée instantanément.
- ✓ **Afficher :** Affichage de toutes les informations sur un grand écran clair.



Figures 3.28 : méthode d'application d'un duromètre de marque Equotip 2.

3.2.5.2.1. Opération de prise des valeurs de dureté

Sur le tableau suivant en reporte les valeurs de dureté présent qui ont été effectuée à l'aide d'un duromètre Equotip 2. Selon les zones et les points choisis. Au sein de notre atelier de maintenance de l'usine LCM.



(a)



(b)



(c)

Figure 3.29 : a ; b ; c : opération de relevée des valeurs de dureté par le duromètre Equotip 2

Relevée des valeurs de la durté en HRC du marteaux Céramique Xcc			
Zone	Position	Dureté HRC	Valeur Moyen
Zone 1	1	44,2	39,87
	2	45,1	
	3	38,1	
	4	35,1	
	5	36,9	
	6	40,6	
	7	45	
	8	37,1	
	9	39,7	
	10	36,9	
Zone 2	11	54,9	57,4
	12	52	
	14	65,9	
	15	50,9	
	16	60,2	
	17	58,9	
	18	63,9	
	19	51,6	
	20	57,4	
	21	58,3	

Tableau 3.16 : Les valeurs d'essai de dureté

Suite au tableau si dessus (Tableau 3.16) on voit qu'il y un intervalle de dureté entre 35 à 45 HRC avec une moyen de 40 HRC pour la zone 1 partie du corps du marteau et un intervalle entre 50 et 65 HRC pour la zone 2 de la partie renforcé en TiC.

Sa explique la différence entre la tendance des valeurs de dureté entre ces intervalle des valeurs prise sur chaque zone (figure 3.29-30).

En peut voir la différence de dureté entre chaque zone (figure: 3.31).cette différence est entre 10 à 25 HRC.

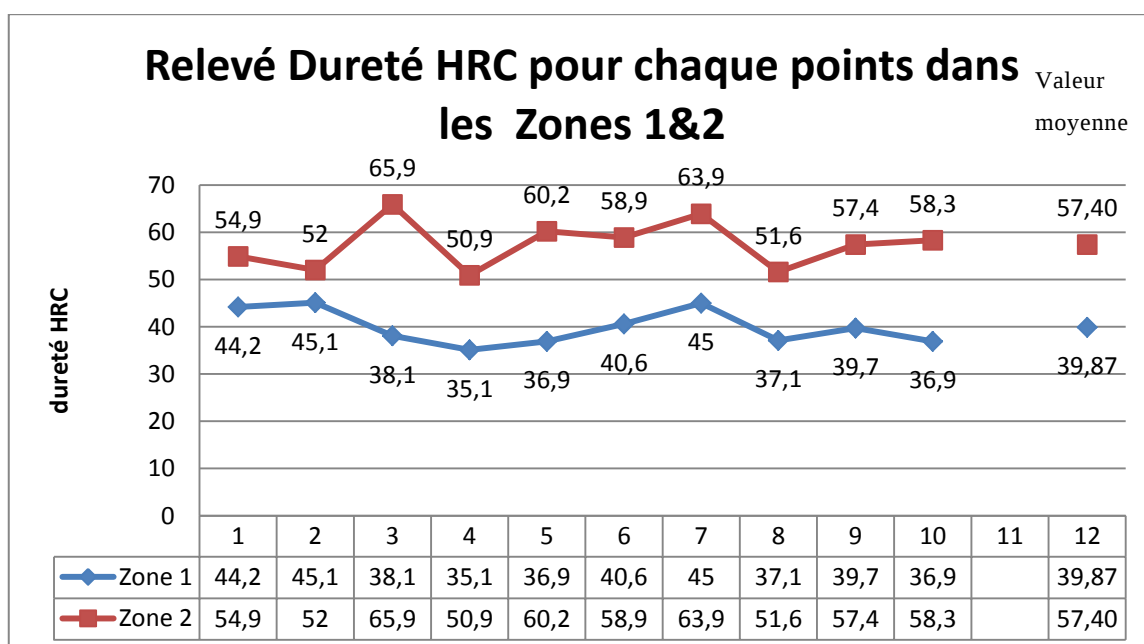


Figure 3.30 : Diagramme de dureté de chaque zone

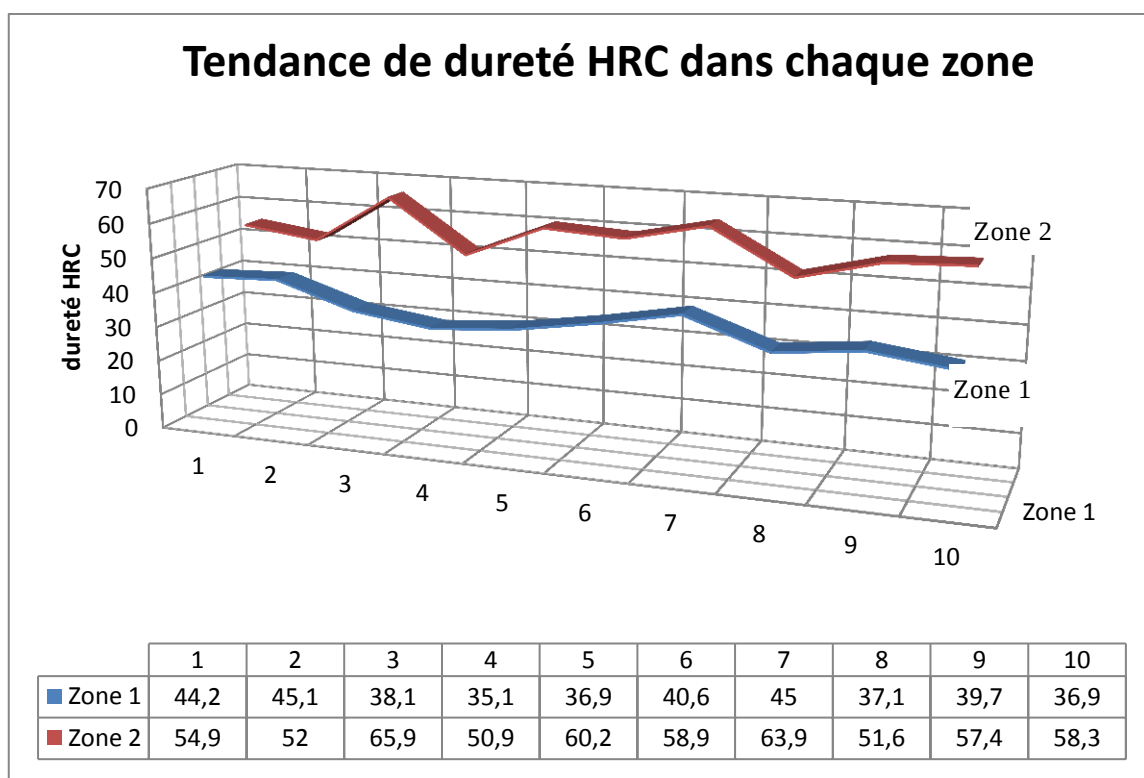


figure 3.31 : Tendance de dureté HRC de chaque zone

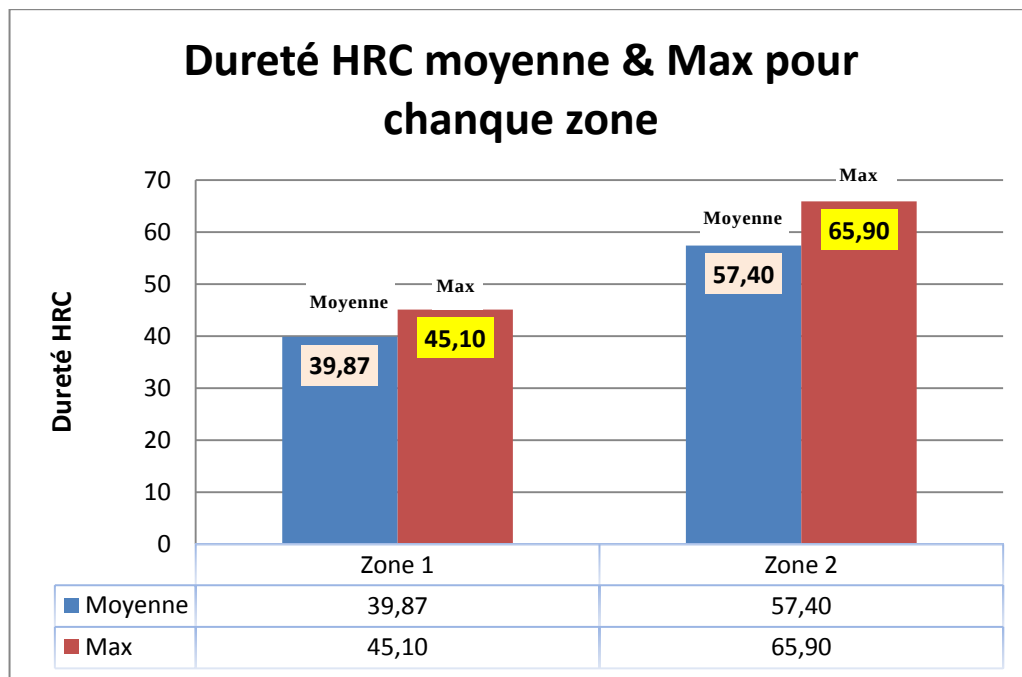


Figure 3.32 : Dureté HRC Moyenne & Max pour chaque zone

3.2.5.3. Conclusion

On remarque que la dureté est différente dans chaque zone

Zone 1 : qui est le corps du marteau (impacteur) sa dureté moyenne est de 40 HRC et sa dureté maximale peut atteindre 45 HRC.

Zone 2 : la dureté moyenne de la partie renforcée du marteau est de 58 HRC et sa dureté maximale peut atteindre 66 HRC.

Sa explique le but de ce type des marteaux présentant une résistance améliorée contre l'usure tout en maintenant une bonne résistance aux chocs. Cette propriété est obtenue par une structure composite de renforcement.

3.2.5.3. Analyse de composition chimique

Pour déterminer la composition chimique ou la nuance du matériau de notre marteau on a utilisé un appareil de Marque Thermo Scientific Niton XL3t GOLDD Analyser de la société de MEI M'Sila filial SONALGAZ (figure : 3.33 (a-b))



Figure 3.33.(a): Analyseur Thermo Scientific Niton XL3t GOLDD ; **(b) :**teste d'analyse

On a obtenu des résultats sur chaque zone comme définie au préalable.

Zone 1 : Nuance du corps du marteau

Zone	Nuance 1	Nuance 2	Mo	Nb	Cu	Ni	Fe	Mn	Cr	V	Ti
1	SS-416 : *3.95	SS-410/20 : *3.95	0,003	0,01	0,031	0,094	88,076	1,124	10,457	0,026	0,037

Tableau 3.16 : Pourcentage des éléments d'alliage

SS- 416 correspond à l'acier inoxydable. (Voir annexe 13)

Dont les éléments de base sont le fer avec 88.076%, 10.457% de Chrome et 1.124 % de manganèse.

Zone 2 : Nuance partie renforcé insert en céramique.

Zone	Nuance 1	Mo	Nb	Zr	W	Cu	Fe	Mn	Cr	V	Ti
2	pas de correspondance	0,48	0,007	0,003	0,672	0,022	63,43	0,716	8,307	0,281	25,95

Tableau 3.16 : Les teneurs en pourcentage des éléments d'alliage

Pour cette composition chimique elle n'a pas de correspondance sur l'appareil d'analyse .elle reste la propriété intégrale du fabricant MAGOTTEAUX (inventeur).

Les éléments de base sont le fer avec 63,43 %, le Titane de 25.95%, le Chrome de 8.3 %, le Manganèse de 0.716 %, et 0.672% de Tungstène.etc..

Voir sur les (annexes.13 et 14) les certificats de vérification des deux zones en question.

On trouve dans le tableau 3.17 les noms des éléments détectés dans chaque analyse.

Ti	V	Cr	Mn
Titane	Vanadium	Chrome	Manganèse
Fe	Co	Ni	Cu
Fer	Cobalt	Nickel	Cuivre
W	Zr	Nb	Mo
Tungstène	Zirconium	Niobium	Molybdène

Tableau 3.17 : Eléments de Matière

CHAPITRE 4

PARTIE PRATIQUE D'USAGE DES MARTEAUX DU CONCASSEUR EV250X300-2-85

Partie pratique d'usage des marteaux du concasseur EV250x300-2-85

4.1. Conception du marteau.

Pour notre concasseur on a un type de marteau conçu pour assurer l'opération de concassage installer sur le rotor de notre concasseur type EV250x300-2-85 & qui a une forme bien déterminée voir fig :3.1, qui doit être homogène dans toute la série sur le rotor sachant que le rotor comporte 72 marteaux distribuer on 6 axe de marteaux le poids max des marteaux ne doit pas dépasser le 137 kg donc le poids total des marteaux correspond à $72 \times 137 \text{ kg} = 9864 \text{ kg}$.

Pour les conditions inscrites au-dessus qui base sur :

- ✓ la forme et la conception du marteau doit être identique à l'originale.
- ✓ Les dimensions principales du trou de marteaux en diamètre 143 mm et en largeur 137mm
- ✓ le poids du marteau.

4.2 Choix du marteau.

On a basé sur les problèmes rencontrés au démarrage du concasseur au début de 18/01//2004 parmi ses problèmes.

Taux d'usure élevé et charges d'impact sur le concasseur en raison des propriétés physiques des matières premières.

Variations de la vitesse d'alimentation pour mélanger le concasseur en raison de la forte résistance à la compression des matières premières.

Les métaux d'acier arrivant parfois avec les matières premières qui ont endommagé les parties internes des concasseurs à marteaux, en particulier les marteaux et les barres de grille de sortie.

Blocage des marteaux entre les disques du rotor à cause du matage et ovalisation des trous d'axe qui provoque ce phénomène.

Des marteaux d'autre marque que FLS de poids et forme qui dépassent les limites parfois 147 KG. (Marteaux au Mg 12% de marque MAGOTTEAUX)

Pour des raisons techniques qu'on a citées on était obligé de solliciter le fournisseur pour la fabrication des marteaux du concasseur EV 250x300 qu'il doit reprendre aux exigences technique de conception pour éviter les problèmes rencontrés par

modifications et résolutions de tous les problèmes liés à la performance de production et de l'équipement pour diminuer le temps d'arrêt et augmenter la productivité.

Pour augmenter la productivité des marteaux.

Diminuer la fréquence d'intervention de maintenance.

Coordonner les activités mécaniques avec la réglementation sur la sécurité et l'environnement de l'usine.

Suivre les performances de fonctionnement de tous les équipements.

Pour poursuivre notre étude on doit s'incliner sur le facteur important qui est le taux d'usure et la qualité et le prix du marteau.

Voir l'historique des données de performance de presque toutes les séries de marteaux du concasseur Mix.

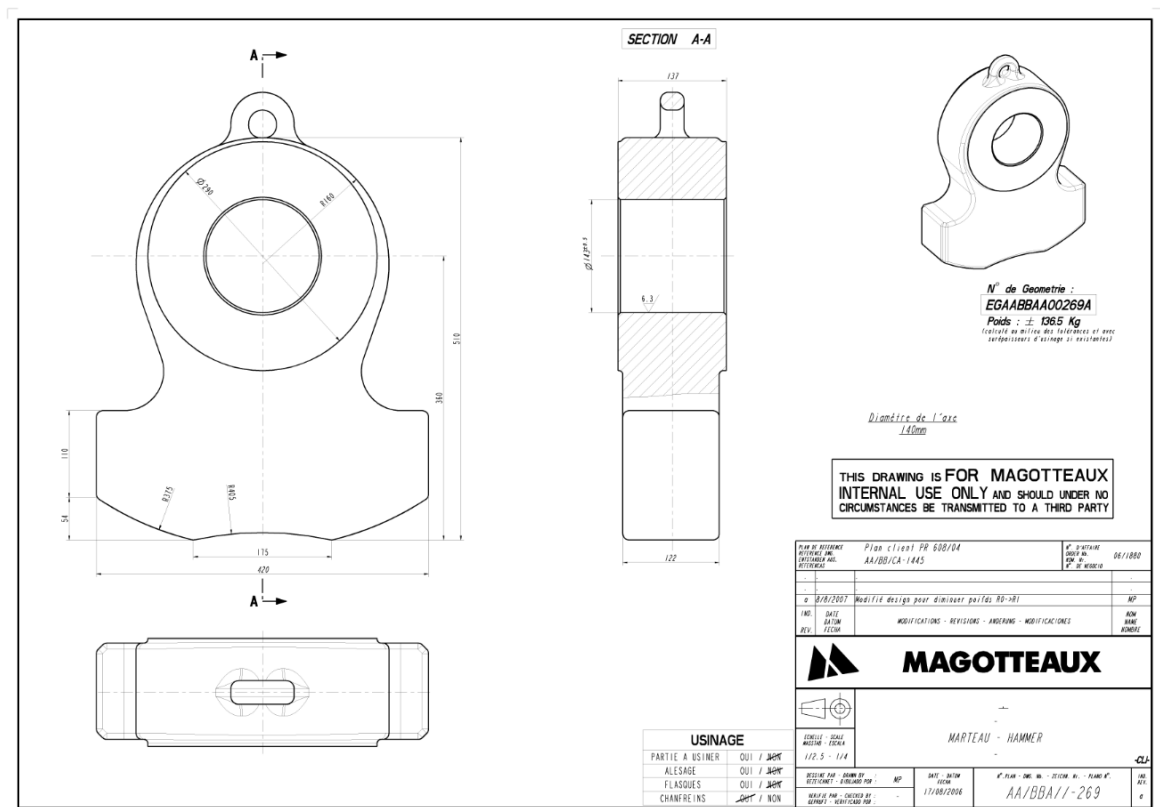


Figure 4.1 : Marteaux en insert céramique Xcc

4.3. Historique des données de performance de presque tous les séries de marteaux du concasseur Mix

Sur ce tableau on décrit la position de chaque séries des marteaux dans leurs période en production avec le nombre de marteaux installer dans cette périodes, le fournisseur ou le fabricant, le type du matériau du marteau, la production effectuer pendant cette période de production et quelques remarques technique importante au cours de cette période.

Série de Marteau x No.	Nombres des marteaux			Fournisseur	Type de marteau	Production Total (Tonne)	Remarques
	New	H.F.	Used				
1	78	0	0	FLS	Manganèse	334 826	
2	108	0	24	FLS	Manganèse	980 303	
3	78	0	0	FLS	Manganèse	819 622	
4	0	92	12	FLS	Rechargé	643 482	
5	0	72	0	FLS	Rechargé	712 926	
6	72	0	0	Magotteaux	Manganèse	464 022	diamètre de tête grand 147mm au lieu de 143mm poids moyen de 144 kg
7	72	0	0	FLS	Rechargé	949 423	
8	36	36	0	FLS	Mix hammers	462 261	
9	72	0	0	Magotteaux	Bi Métal	1 235 574	
10	72	0	24	Magotteaux	Bi Métal	2 008 637	
11	72	0	0	Magotteaux	Rechargé	783 521	
12	72	0	0	FLS	Manganèse	1 426 406	Cette série a était installer avec le nouveau Rotor
13	72	0	0	Hard Top	Bi Métal	2 500 000	Ovalisation et matage de la tété provoque le blocage avec les disques
14	72		32	Hard Top	Bi Métal	3 500 000	1- Diminuer la largeur de tête, de 140mm à 137mm pour éviter le blocage 2- éclatement en présence de métal
15	72	0	6	MAGOTTEAUX	Xcc insert céramique	6 270 950	Ajustement du poids de 136,5 kg & largeurs de 137mm
16	72	0	6	MAGOTTEAUX	Xcc insert céramique	7 715 606	Bonne performance

Tableau 4.1 : Tableau des données de performance de toutes les séries des marteaux prévues.

Sur l'histogramme de relation entre les différentes séries des marteaux (figure : 4.3) en voit l'allure et la quantité de production réalisée par chaque série des marteaux ou on peut faire la différence de performance entre chaque type de marteaux.

En remarque que les marteaux de type à insert céramique MAGOTTEAUX et la plus performante entre tous les autres types.

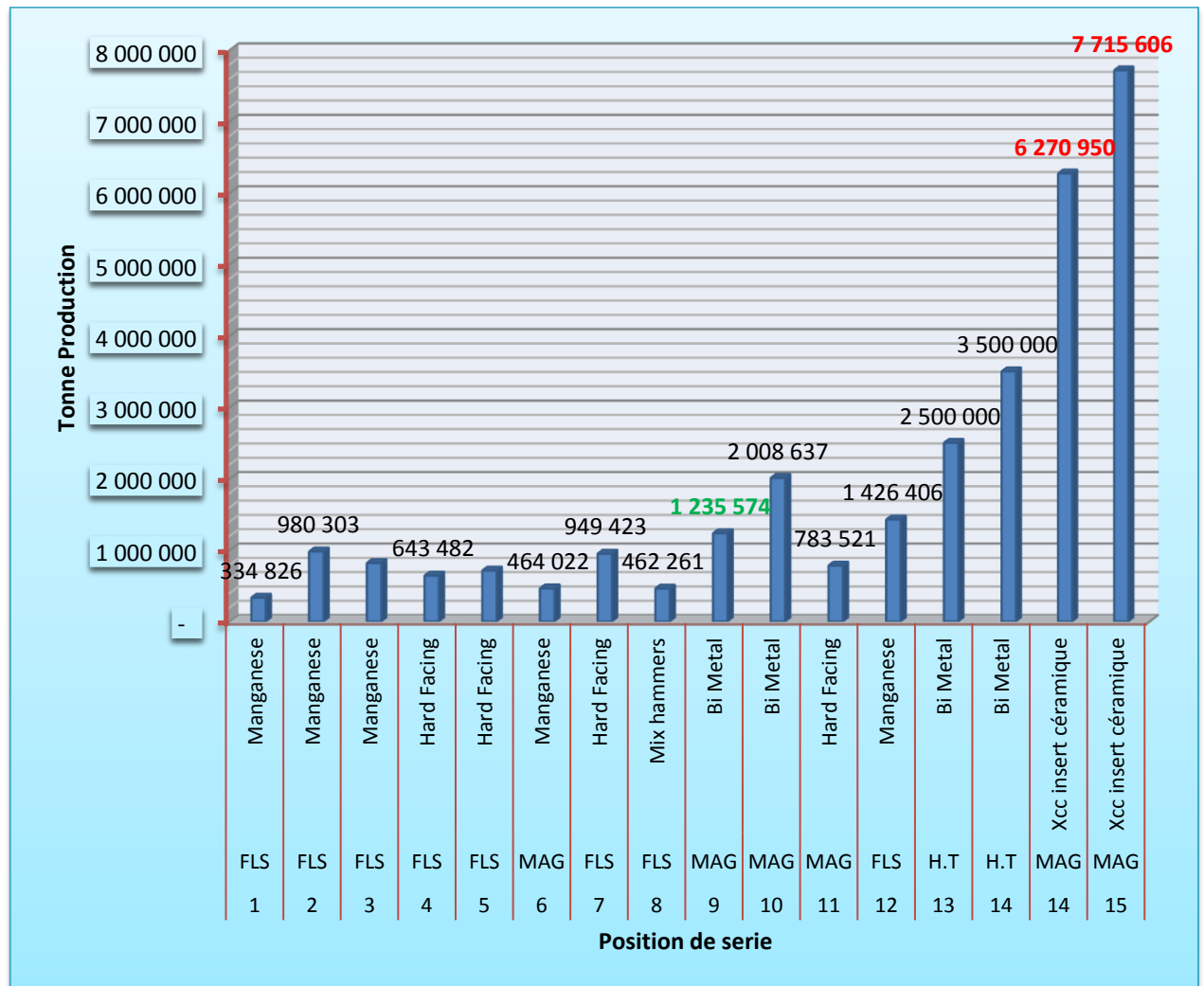


Figure 4.2 : Histogramme de relation entre les différentes séries des marteaux

Remarque :

On remarque que les performances en production en hausse de temps en temps avec les modifications et améliorations faite pour le choix du marteau :

Sur la largeur du trou d'axe de 140mm à 137mm ;

Le poids maintenus à moins de 137 kg.

La nuance du manganèse Mg12% vers l'insert céramique Xcc.

4.4. Taux d'usure des marteaux

4.4.1. Taux d'usure d'une série des marteaux en manganèse

Taux d'usure d'une série des Marteaux Mg 12% Magotteaux		
Installation	25/09/2005	
Démontage	14/11/2005	
371,60	kg:Usure total de toute la serie des Marteaux	
Total production	461736	tonne
Moyenne usure d'un marteau	5,16	kg
Quantité des marteaux	72	Marteau
Usure total de tous les marteaux	371,60	kg
Usure total de tous les marteaux par gramme	371600	g
Taux d'usure des marteaux en grammes par tonne production	0,805	g/tonne

Tableau 4.2 : Taux d'usure d'une série des marteaux en Mg 12% Marque Magotteaux.

Taux d'usure d'une série des Marteaux FLS Mg 12% rechargé		
883,25	kg: Usure total de toute la serie des Marteaux	
installation	14/11/2005	
Démontage	27/02/2006	
Total production	951 707	Tonne
Moyenne usure d'un marteau	12,27	kg
Quantité des marteaux	72	Marteau
Usure total de tous les marteaux	883,25	kg
Usure total de tous les marteaux par gramme	883250	g
Taux d'usure des marteaux grammes par tonne production	0,928	g/tonne

Tableau 4.3 : Taux d'usure d'une série des marteaux en Mg 12% rechargé Marque FLS.

En remarque que le taux d'usure pour les deux series de marteau et legerement différent entre le marteaux en manganèse de type Magotteaux et la serie des marteaux en manganèse rechargé ainsi la différence remarquable du total production entre les deux.

4.4.2. Taux d'usure d'une série des marteaux en insert Céramique

Taux d'usure Marteaux en insert Céramique Xcc

2074,20	kg: Usure total de toute la serie des Marteaux		
installation	15/12/2014		
Démontage	23/10/2016		
Total production		7 715 606	Tonne
Moyene usur d'un marteaux		28,80	kg
Quantité des marteaux		72	Marteau
Usure total de tous les marteaux		2074,20	kg
Usure total de tous les marteaux par gramme		2 074 200	g
Taux d'usure des marteaux grammes par tonne production		0,269	g/tonne

Tableau 4.4 : Taux d'usure d'une série des marteaux en Insert Céramique Xcc Marque
MAGOTTEAUX.

4.5. Comparaison des total production et des couts entre deux type de marteau Mg 12% et Xcc.

En trouve sur le tableau suivants les paramètres essentiel pour faire la déférence entre les deux type de marteaux ont basons sur les données illustré sur le tableau suivant :

Type de marteau	prix unitaire Euro	quantité des marteaux	Montant Total (Euro)	Total production en tonne	comparaison en tonne production %	Prix d'un tonne en Euro
Mg 12 %	580	78	45 240	1 200 000	100%	0,038
Xcc	1305	78	101 790	6 500 000	542%	0,016

Tableau 4.5 : Déférence de Couts de production d'une tonne entre deux types de marteau

En extrait du tableau si dessus les comparaisons entre les deux type des séries des marteaux en manganèse Mg 12% et la série des marteaux en insert céramique Xcc en point de vue

Total de production effectué par chaque type de marteaux en valeur réelle et après en pourcentage de production.

Coûts d'un tonne de productions en valeurs réelle puis en pourcentage.

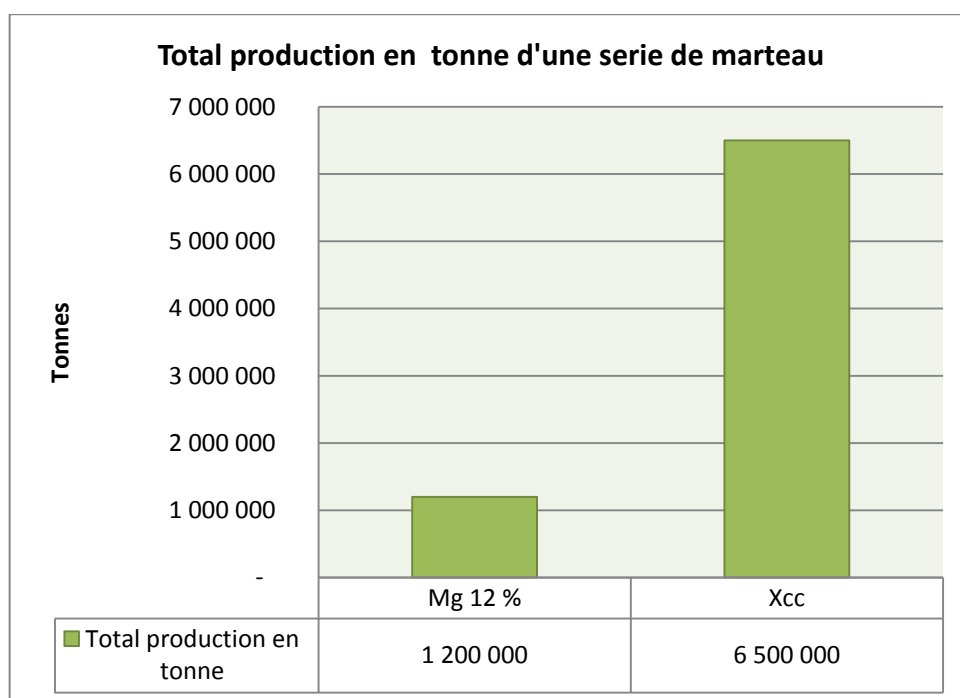


Figure 4.3 : Histogramme de différence en total tonne production entre deux types de marteau

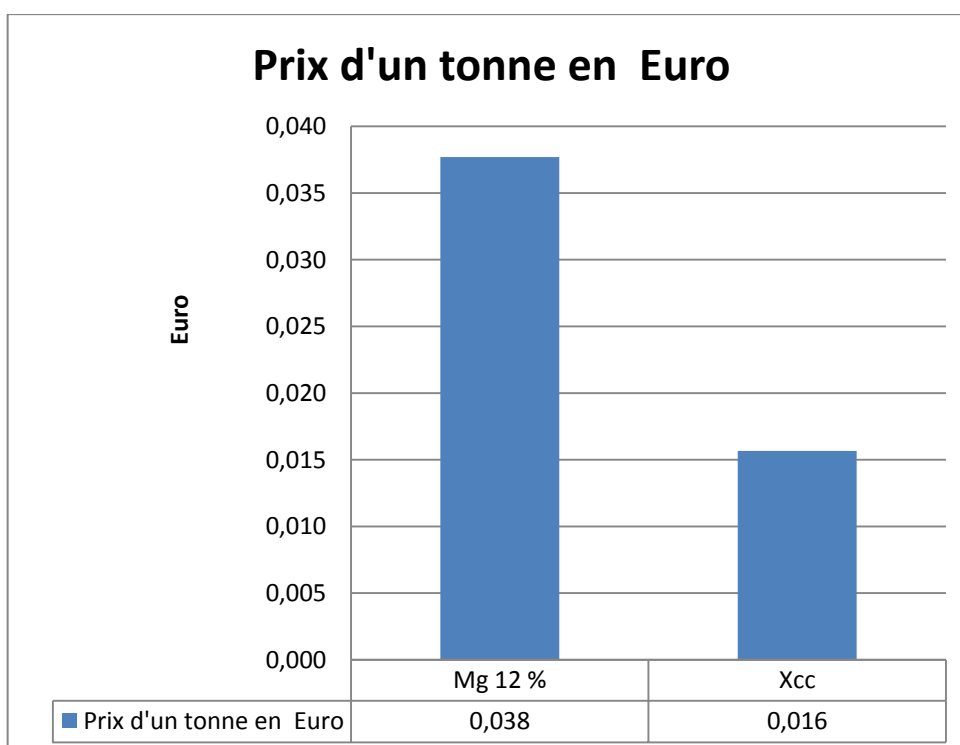


Figure 4.4 : Histogramme de Coût d'un tonne production entre deux types de série de marteau

D'après les deux histogrammes (figure 4.3 et figure 4.5), les marteaux en insert de céramique ont une durée de vie et une productivité très importante par rapport aux marteaux en manganèse presque 5 fois si on fait pour une série des marteaux une opération de changement des marteaux puis une autre opération d'inversement puis changement. Donc pour une même période d'une série des marteaux en céramique on doit intervenir 5 fois plus d'inversement et changement des séries de marteaux en manganèse c.-à-d. plus de maintenance et plus d'arrêt de productions.

Et d'après les histogrammes des figures 4.4 et 4.6 le coût d'une tonne production d'une série des marteaux en prend comme base la valeur 100% celle de la série des marteaux au manganèse. On trouve que le coût d'une série des marteaux en insert céramique est inférieur à une série de manganèse, ce dernier a une valeur plus que le double en pourcentage.

Donc on a fait gagner l'usine 58 % du prix des marteaux.

Diminuer le temps et les coûts d'intervention de changement et inversement des marteaux de plus de 15 fois et aussi moins de risques d'accident.

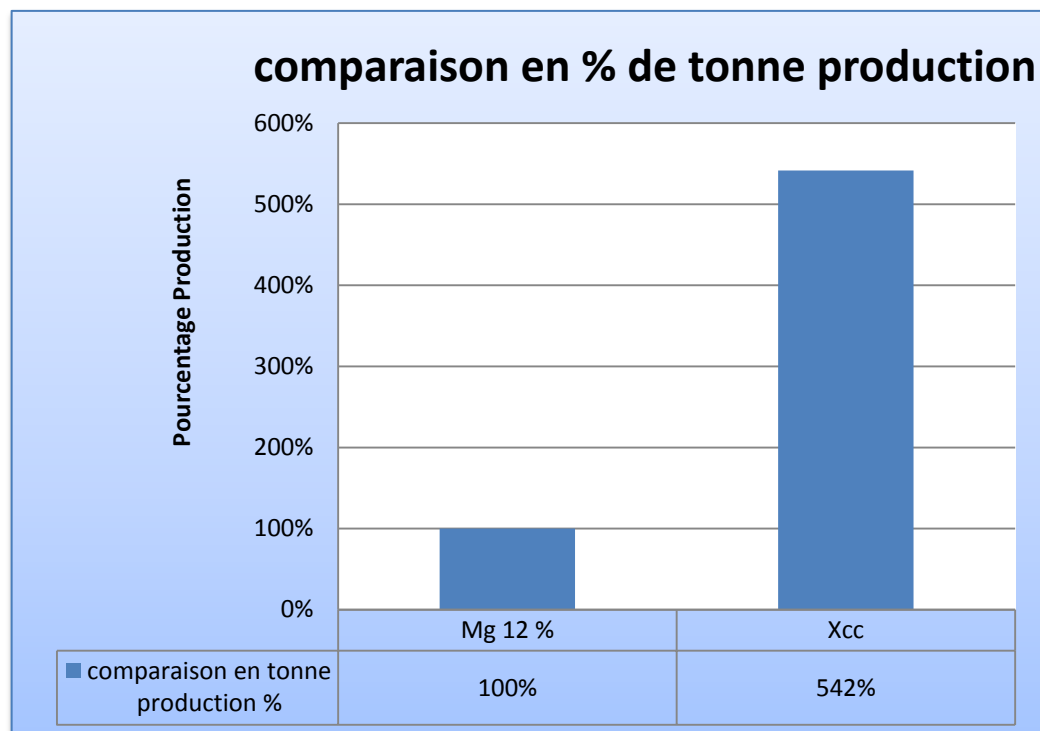


Figure 4.5 : Pourcentage de production total entre deux types de marteau

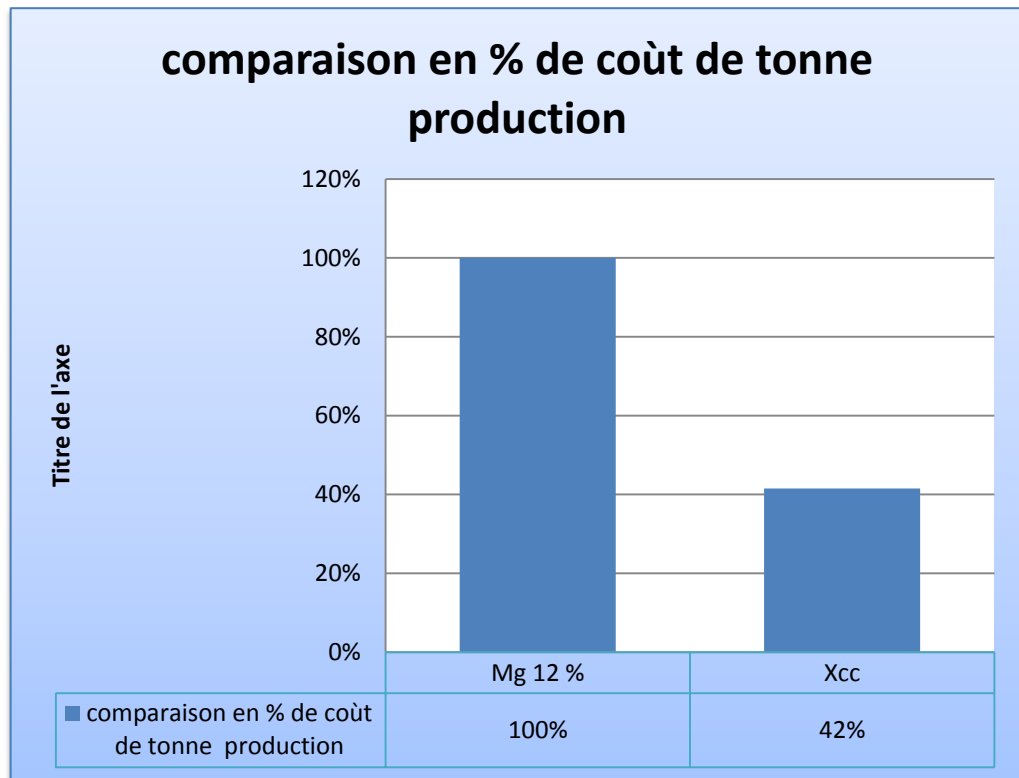


Figure 4.6 : Pourcentage de cout d'une tonne production entre deux types de marteau

Conclusion :

Une serie des marteaux en insert céramiques et plus benifique en coûts de revien et en temps et taux d'intervention.

Malgré le prix d'achat est plus élevé que celui du marteau en manganèse mais sa durée de vie est plus longue, ce qui réduit le nombre des interventions eventuelles, autrement dit, le gain du temps qui est un paramètre très important pour les entreprises industrielles.

Conclusion générale

Notre étude est de genre expérimental et comparatif entre deux types de marteaux qui sont les marteaux au manganèse et les marteaux en insert céramique.

On a obtenu des résultats expérimentaux au point de vue de la quantité de matière concassée en fonction de la nature de la matière des marteaux et le taux d'usure des marteaux (perte de poids) en fonction de la quantité de la matière concassée, en tenant compte la dureté des marteaux.

Les résultats révèlent la performance du marteau en insert céramique comparés avec le marteau au manganèse grâce à ses bonnes caractéristiques tribologiques (dureté élevée et bonnes résistance à l'usure).

Néanmoins, le prix élevé du marteau en insert céramique comparé au marteau au manganèse, mais il est plus durable et plus fiable que le dernier et par conséquent, la réduction remarquable des interventions de maintenance c.-à-d., l'économie du temps.

.

Références bibliographiques

[1] FLSMIDTH PLANT SERVICE DIVISION . (LE CONCASSAGE),VIGERSLEV ALLÉ 77 - 2500 VALBY – DANEMARK,The international Cément Seminar. Training.2003.

[2] **FLSMIDTH**, (Concasseur à marteaux EV avec cylindre d'admission. Montage, utilisation et entretien), instruction manuel 70000193-4
VIGERSLEV ALLÉ 77 - 2500 VALBY – DANEMARK. 2002.

[3]. **Dr Hamid**. (Aciers au manganèse). FAM : Fonderie et Aciéries du MAROC

[4] D.MICHALON. G. MAZET. Ch. BURGIO. Hydromécanique et Frottement ;TRAITEMENTS P 237 Centre Stéphanois de recherches mécaniques.

[5] Inventeurs : Norbert Guerard - Procédé de fabrication d'une pièce de fonderie bimétallique et pièce d'usure. Déposant : Magotteaux International Brevet EP0476496A1

[6] Inventeur/Déposant (*pour US seulement*) : BERTON,Guy . (IMPACTEUR COMPOSITE POUR CONCASSEURS A PERCUSSION) .Déposant : MAGOTTEAUX INTERNATIONAL S.A. [BE/BE];Rue Adolphe Dumont, B-4051 Vaux-sous-Chevremont (BE).Numéro de publication internationale WO 2010/031663 A1 .Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle.

[7] www.flsmidth.com

[8] www.magotteaux.com

.

[9] Bureau d'étude. Service méthode et préparation .Département Maintenance usine de ciment LCM .Hammam el dalaa.

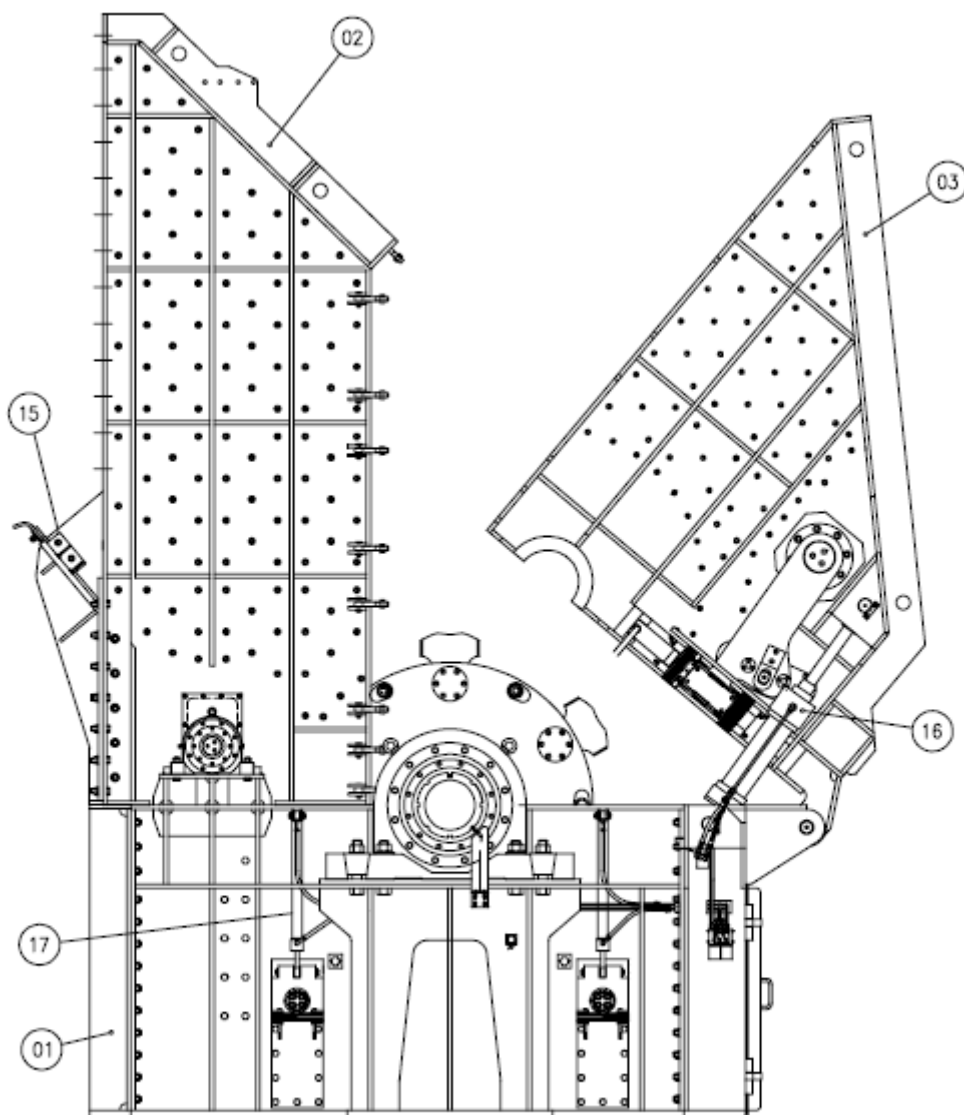
Annexes

<i>Legende des annexes de 1 à 10</i>	95
<i>Annexe 1</i>	96
<i>Annexe 2</i>	97
<i>Annexe 3</i>	98
<i>Annexe 4</i>	99
<i>Annexe 5</i>	100
<i>Annexe 6</i>	101
<i>Annexe 7</i>	102
<i>Annexe 8</i>	103
<i>Annexe 9</i>	104
<i>Annexe 10</i>	105
<i>Annexe 11</i>	106
<i>Annexe 12</i>	107
<i>Annexe 13</i>	108
<i>Annexe 14</i>	109

1. Légende des annexes

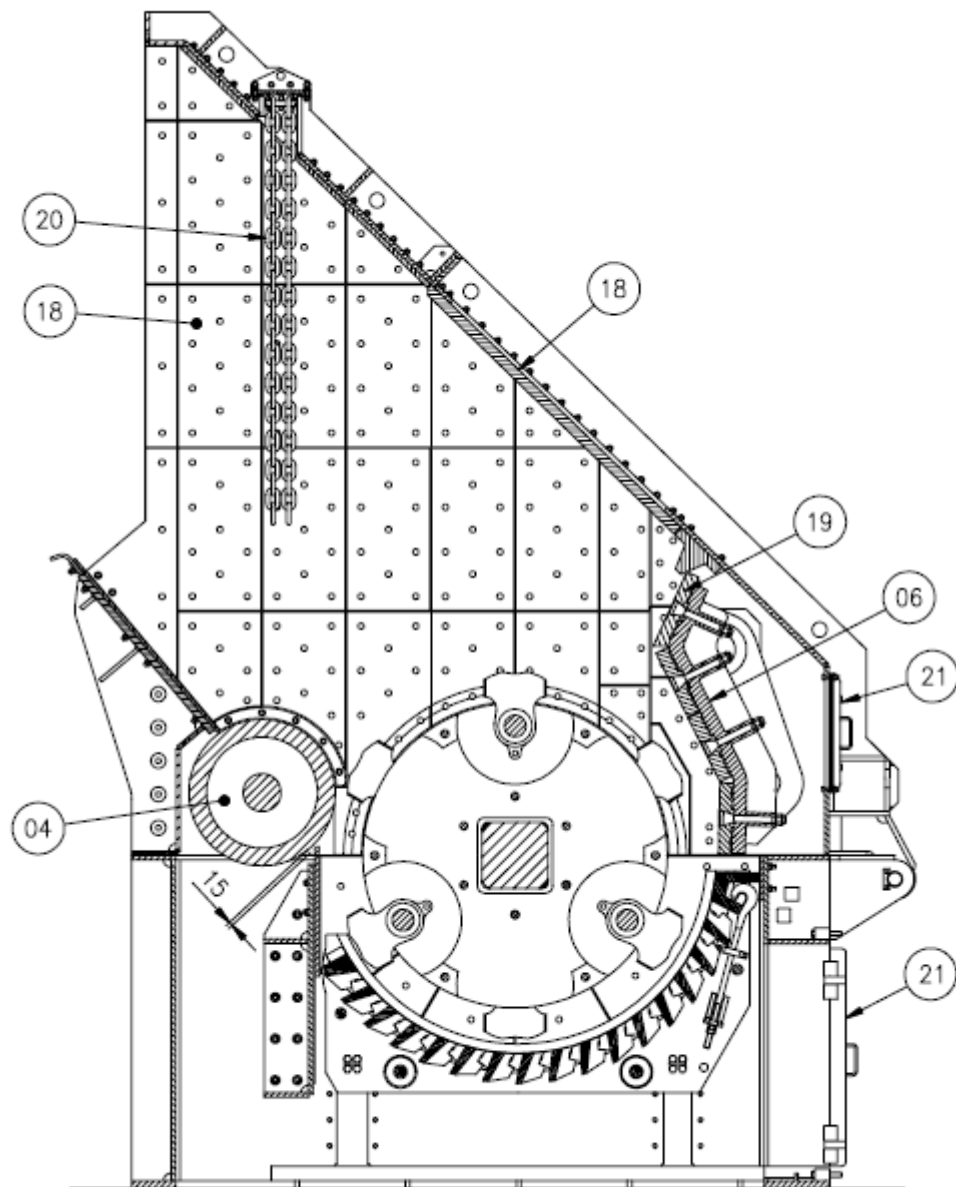
01	Section inférieure	49	Verre indicateur
02	Section supérieure fixe	50	Barreau spécial de la grille
03	Section supérieure basculante	51	Dernier barreau de la grille
04	Cylindre d'admission	52	Barreau de la grille
05	Rotor à marteaux	53	Montant
06	Plateau de concassage	54	Roue
07	Grille de sortie	55	Boulon à crochet
08	Contrôleur de vitesse	56	Boulons
09	Marteau	57	Garniture de levage
10	Section du rotor	58	Intercalaires
11	Boulon de marteau	59	Goupille
12	Boulon à œil	60	Boulons de la plaque-support
13	Mandrin rehausseur	61	Plaque-support
14	Mandrin de guidage	62	Articulation de la charnière du plateau de concassage.
15	Plateau d'admission	63	Bras d'ajustement
16	Cylindre hydraulique	64	Intercalaire
17	Cylindre hydraulique de la grille	65	Plaque expansible
18	Plaque d'usure	66	Goupille de cisaillement
19	Plaque d'usure du plateau de concassage	67	Balancier des marteaux
20	Garde-chaîne	68	Boulon de fixation
21	Porte d'observation		
22	Corps du palier fixe		
23	Corps du palier mobile		
24	Clavette à serrage		
25	Bloc de positionnement		
26	Lubrification		
27	Thermo sonde		
28	Couvercle d'extrémité		
29	Extrémité de la section du rotor		
30	Pièce de serrage		
32	Arbre		
33	Tirant		
34	Douille de serrage		
35	Accouplement de sécurité		
36	Goupille de cisaillement		
37	Bride de l'accouplement à membrane		
38	Bague d'arrêt		
39	Joint en V		
40	Joint à labyrinthe		
41	Écrou de palier		
42	Pièce de serrage du cylindre d'admission		
43	Bloc en caoutchouc		
44	Arbre - cylindre d'admission		
45	Cylindre d'admission - capot		
46	Bague de serrage		
47	Transmission		
48	Chaîne		

Annexe 1



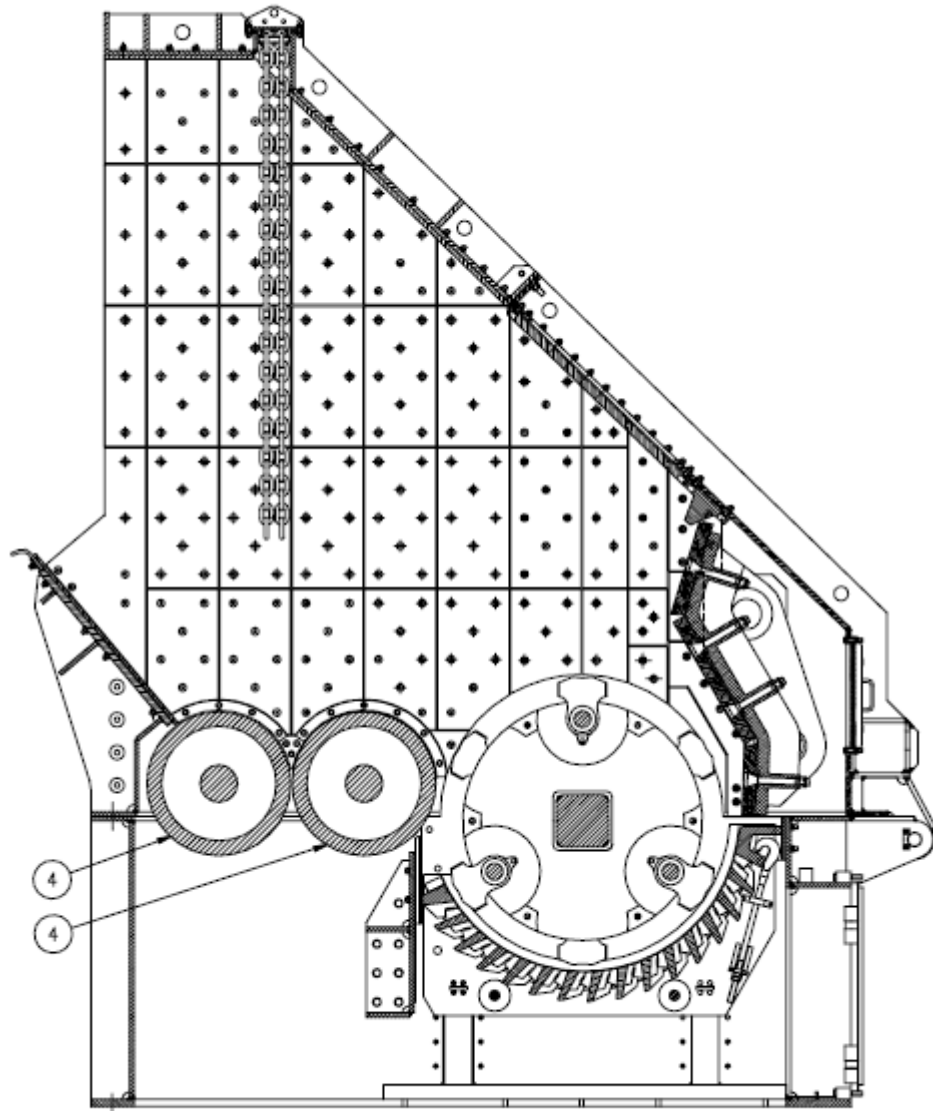
- 01 Section inférieure
- 02 Section supérieure fixe
- 03 Section supérieure basculante
- 15 Plateau d'admission
- 16 Cylindre hydraulique
- 17 Cylindre hydraulique de la grille
- 68 Boulon de fixation

Annexe 2



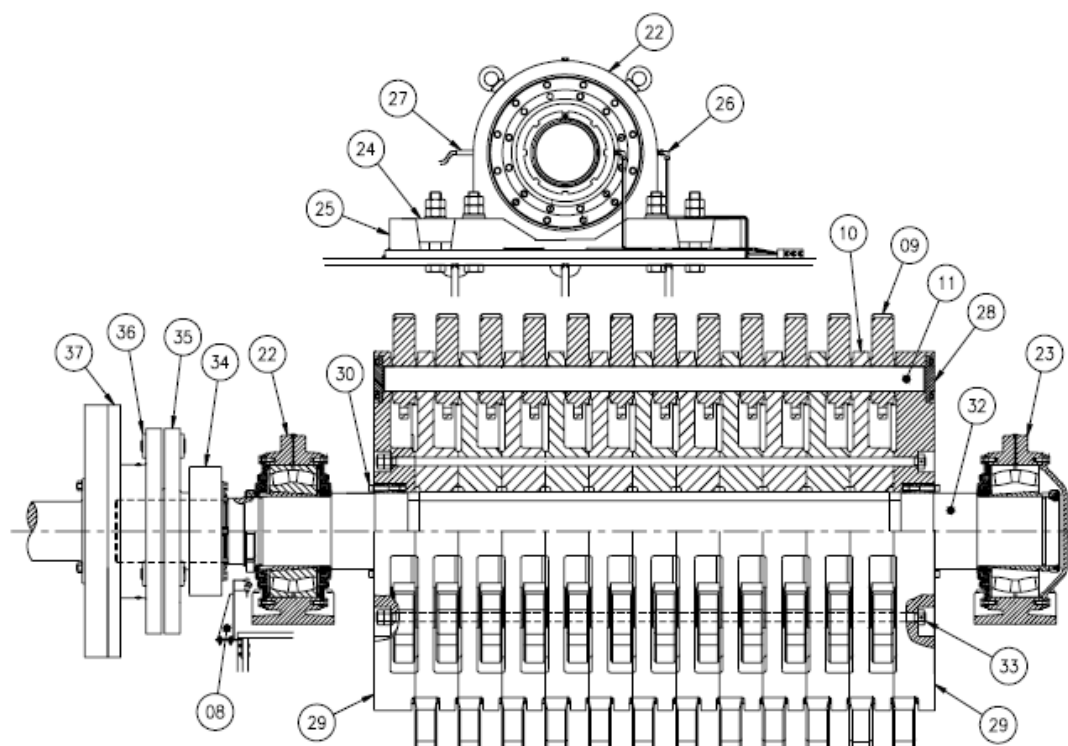
- 04 Cylindre d'admission
- 06 Plateau de concassage
- 18 Plaque d'usure
- 19 Plaque d'usure du plateau de concassage
- 20 Garde-chaîne
- 21 Porte d'observation

Annexe 3



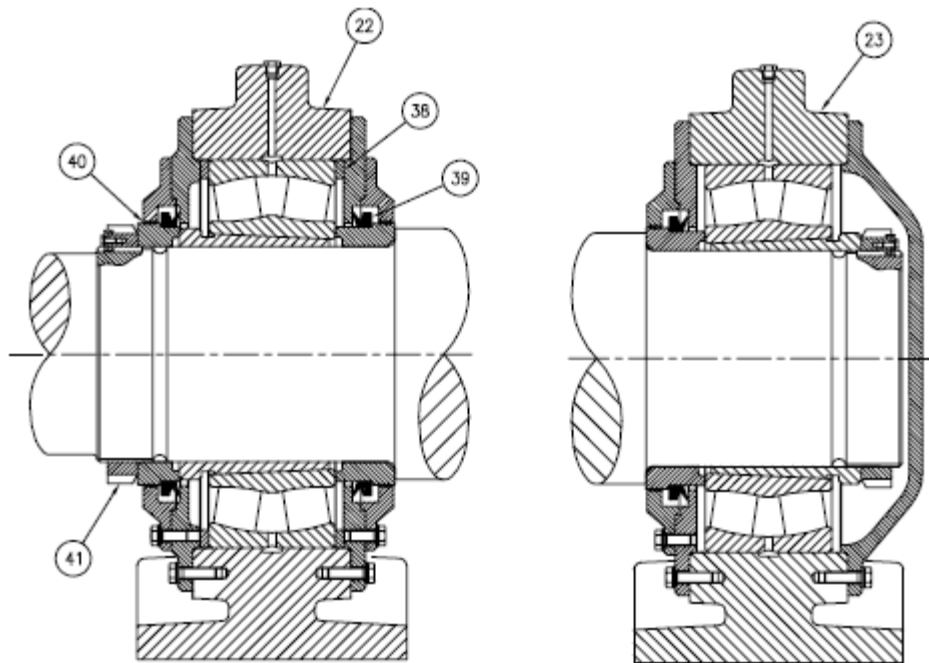
04 Cylindre d'admission

Annexe 4



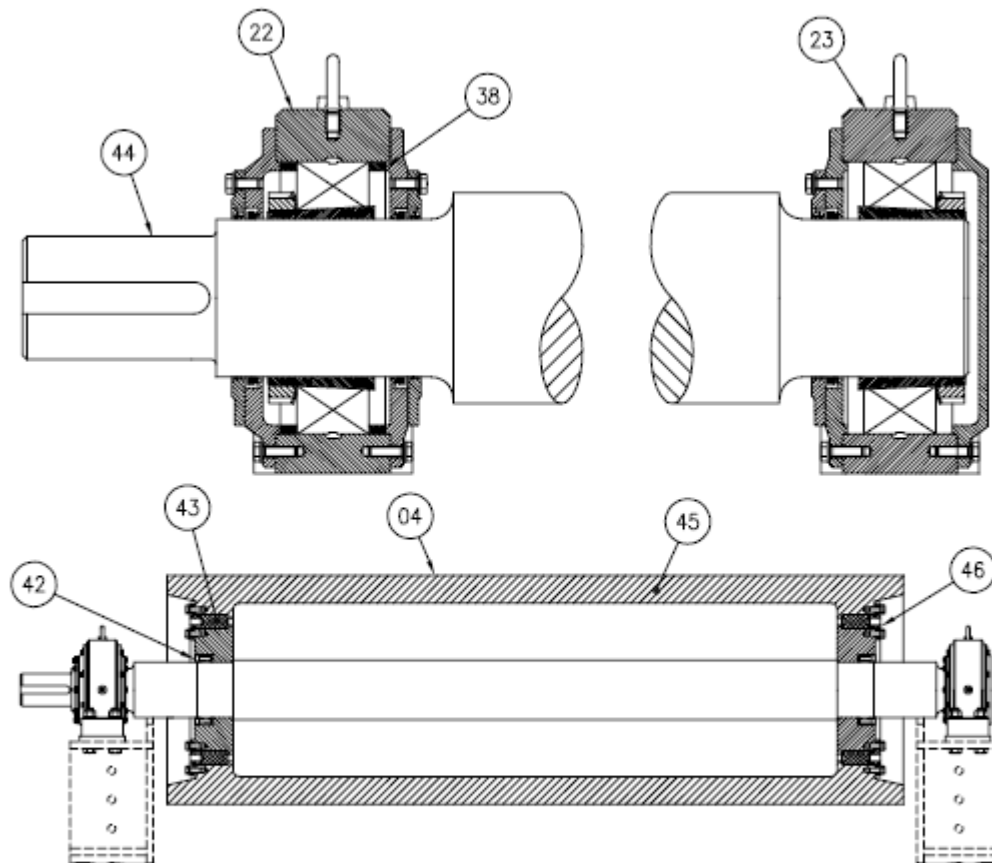
- 08 Contrôleur de vitesse
- 09 Marteau
- 10 Section du rotor
- 11 Boulon de marteau
- 22 Corps du palier fixe
- 23 Corps du palier mobile
- 24 Clavette à serrage
- 25 Bloc de positionnement
- 26 Lubrification
- 27 Thermosonde
- 28 Couvercle d'extrémité
- 29 Extrémité de la section du rotor
- 30 Pièce de serrage
- 32 Arbre
- 33 Tirant
- 34 Douille de serrage
- 35 Accouplement de sécurité
- 36 Goupille de cisaillement
- 37 Bride de l'accouplement à membrane

Annexe 5



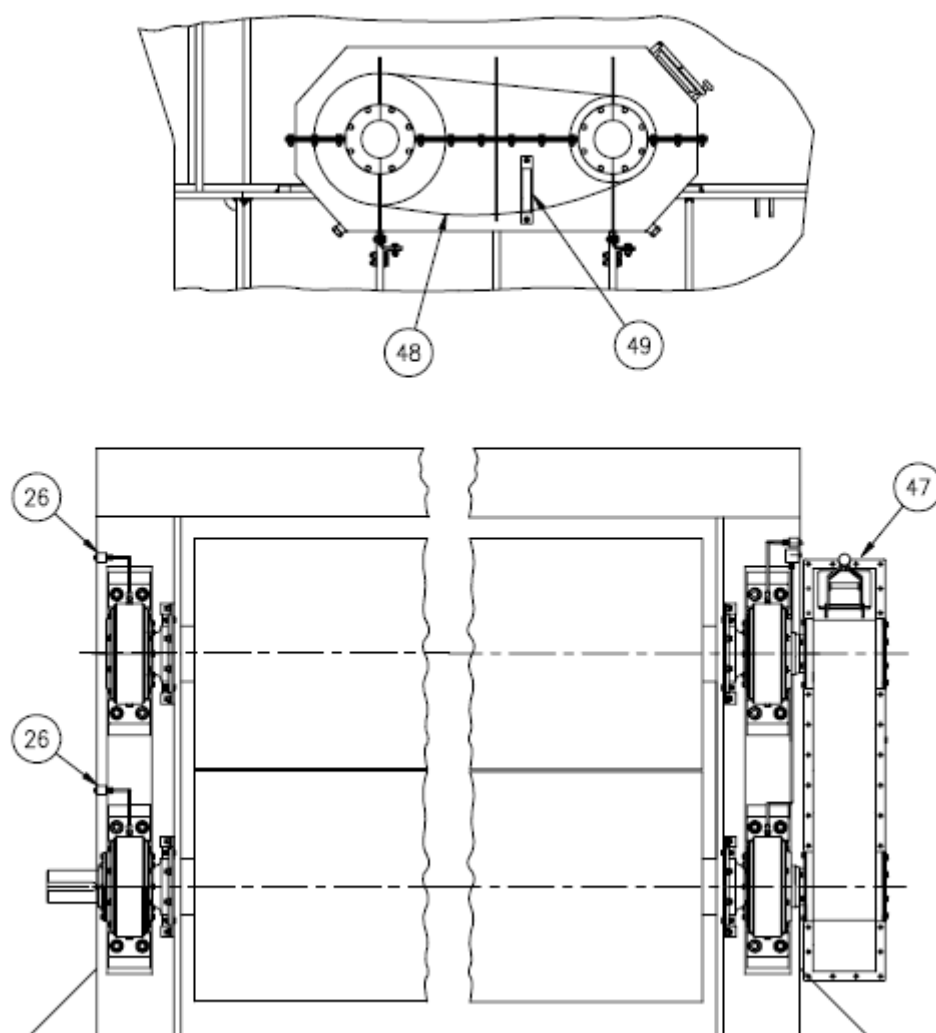
- 22 Corps du palier fixe
- 23 Corps du palier mobile
- 38 Bague d'arrêt
- 39 Joint en V
- 40 Joint à labyrinthe
- 41 Écrou de palier

Annexe 6



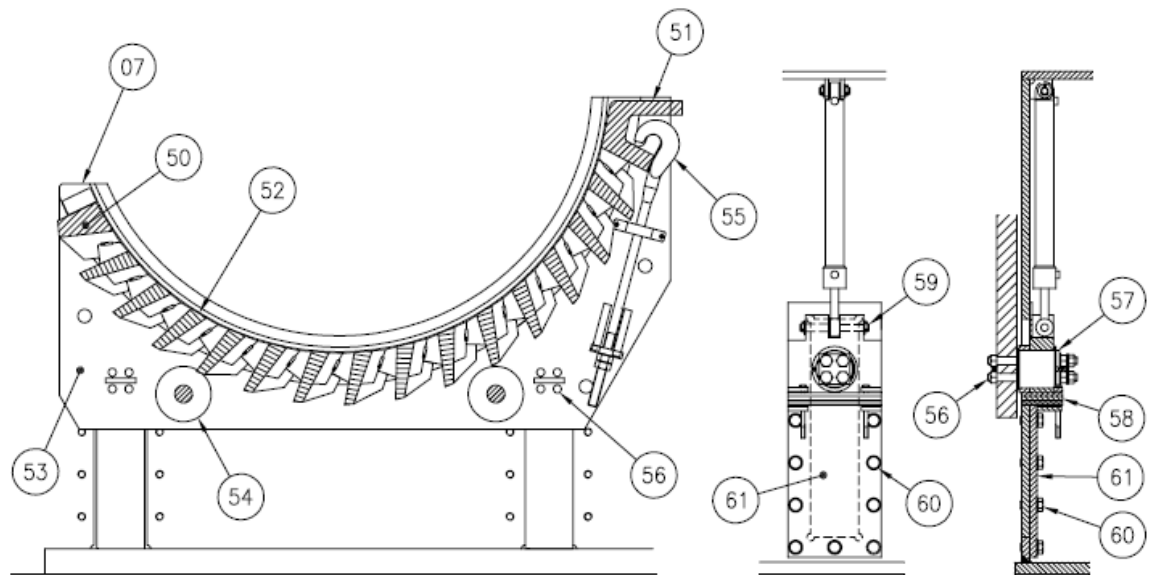
- 04 Cylindre d'admission
- 22 Corps du palier fixe
- 23 Corps du palier mobile
- 38 Bague d'arrêt
- 42 Pièce de serrage du cylindre d'admission
- 43 Bloc en caoutchouc
- 44 Arbre - cylindre d'admission
- 45 Cylindre d'admission - capot
- 46 Bague de serrage

Annexe 7



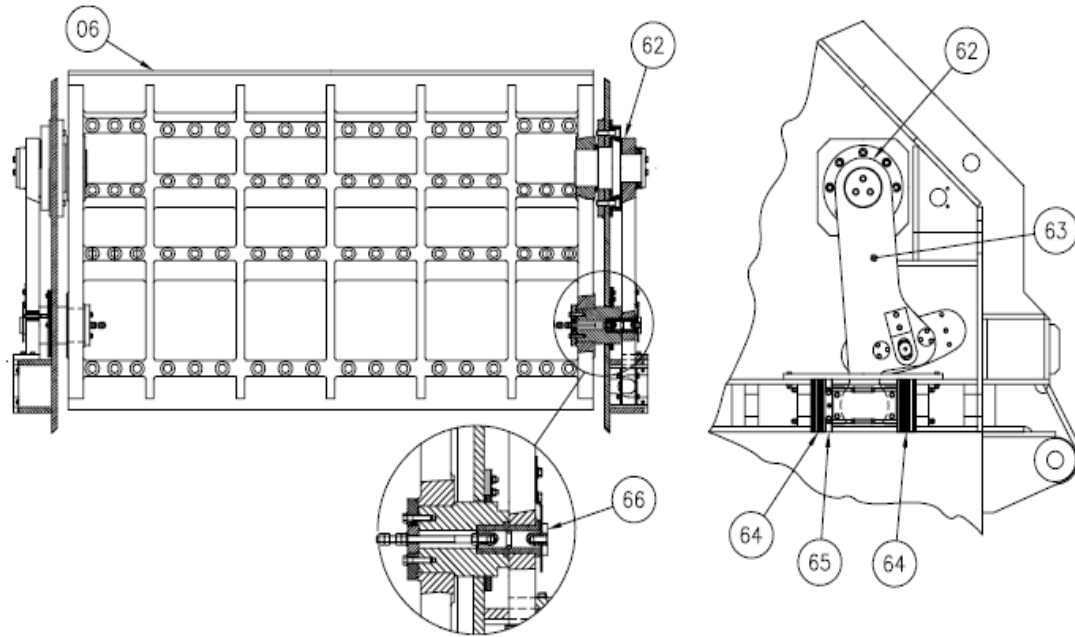
- 26 Lubrification
- 47 Transmission
- 48 Chaîne
- 49 Verre indicateur

Annexe 8



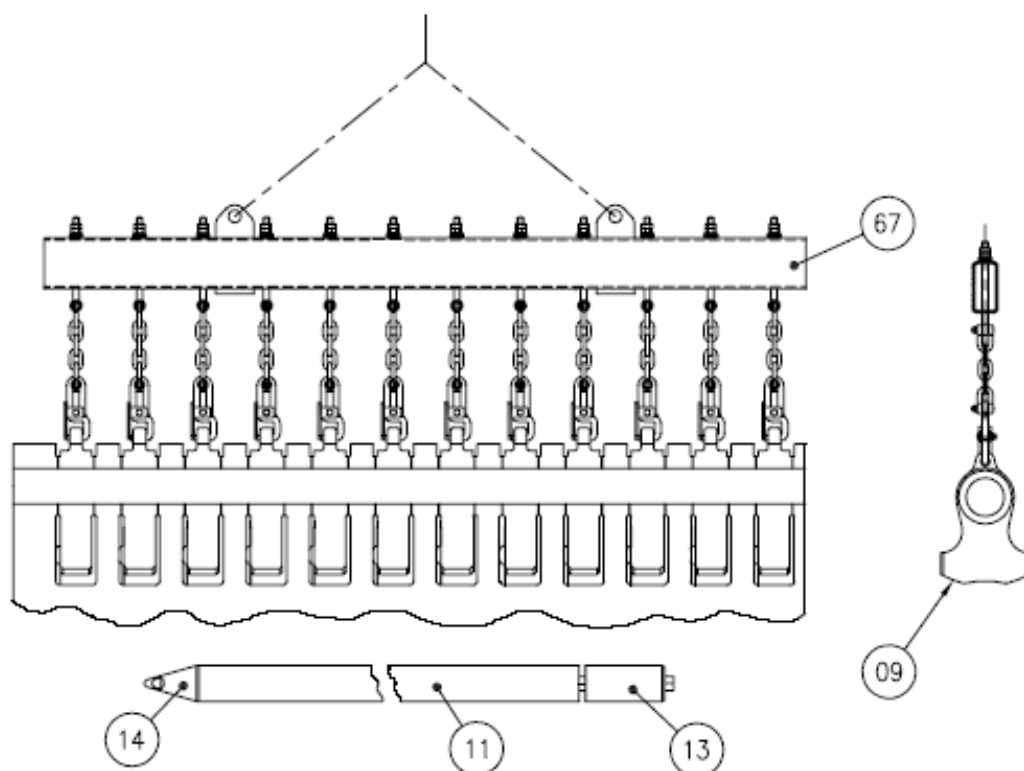
- 07 Grille de sortie
- 50 Barreau spécial de la grille
- 51 Dernier barreau de la grille
- 52 Barreau de la grille
- 53 Montant
- 54 Roue
- 55 Boulon à crochet
- 56 Boulons
- 57 Garniture de levage
- 58 Intercalaires
- 59 Goupille
- 60 Boulons de la plaque-support
- 61 Plaque-support

Annexe 9



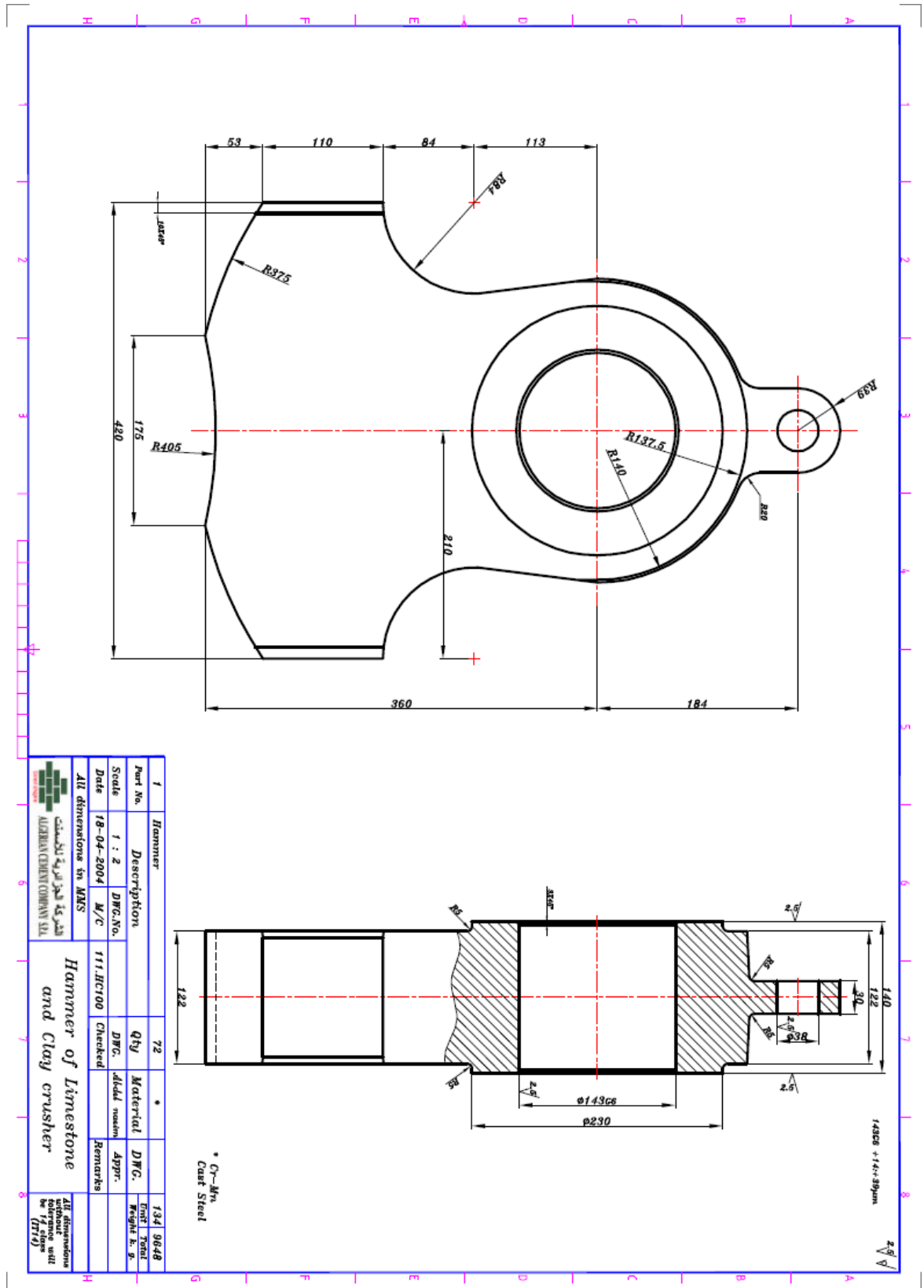
- 06 Plateau de concassage
- 62 Articulation de la charnière du plateau de concassage
- 63 Bras d'ajustement
- 64 Intercalaire
- 65 Plaque expansible
- 66 Goupille de cisaillement.

Annexe 10



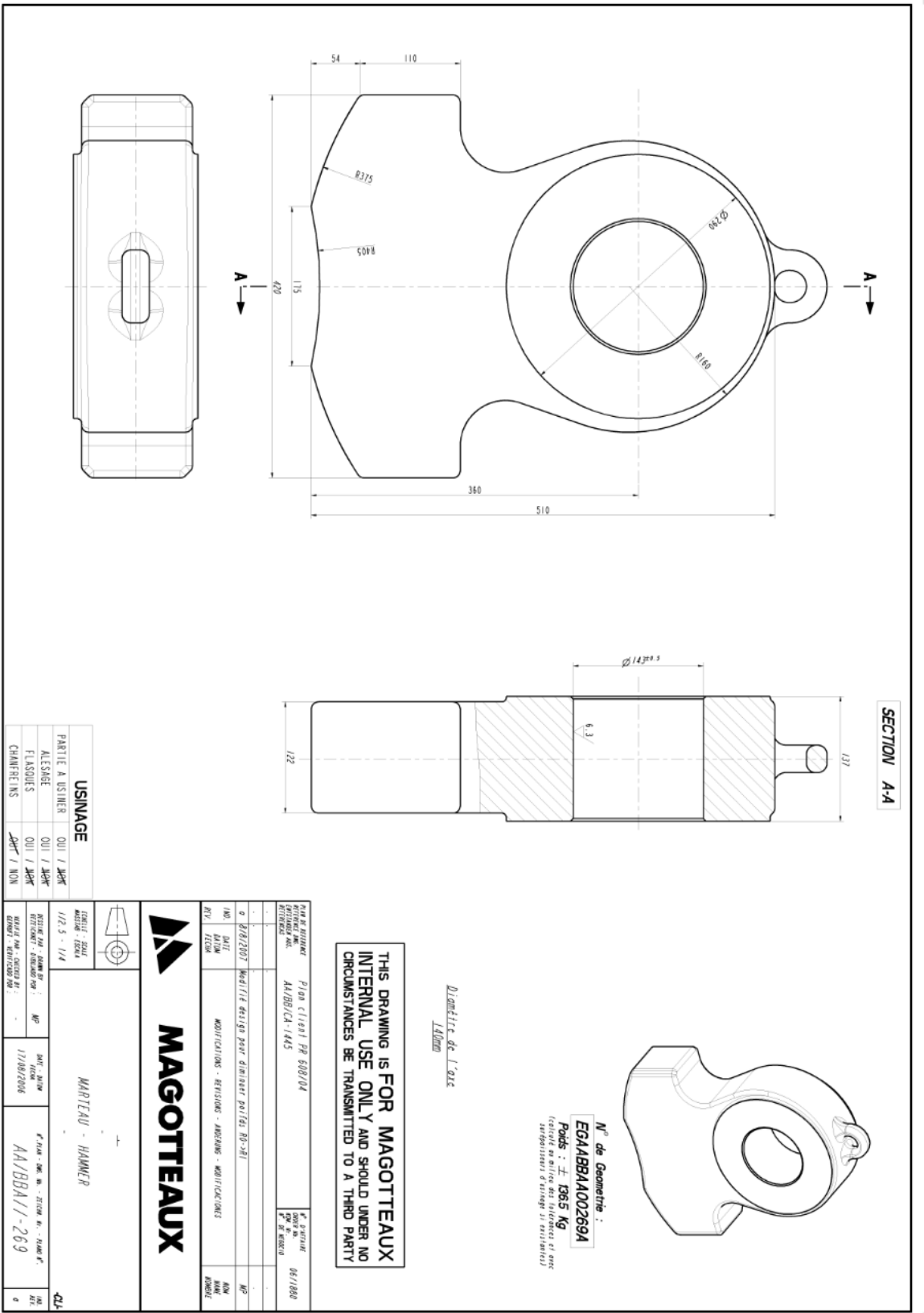
- 09 Marteau
- 11 Boulon de marteau
- 13 Mandrin rehausseur
- 14 Mandrin de guidage
- 67 Balancier des marteaux

Annexe 11



Dessin de definition d'un marteau type FLS (Bureau d'etude ACC) Lafarge actuellement

Annexe 12



Dessin définition du marteau pour concasseur EV250x300-2-85 Marque MAGOTTEAUX

Annexe 13



Thermo Fisher Scientific
900 Middlesex Turnpike
Billerica, MA 01821

Certificate of Verification

XL3t-62240

Reading No 349
Mode General Metals
Time 2017-05-17 13:46
Duration 21.39
Units %
Sigma Value 2
Sequence Final
Alloy1 SS-416 : *3.95
Alloy2 SS-410/20 : *3.95
Flags
SAMPLE
HEAT
LOT
BATCH
MISC
NOTE

	%	±	Error
Sn	< LOD	:	0.009
Pd	< LOD	:	0.007
Ag	< LOD	:	0.029
Ru	< LOD	:	0.002
Mo	0.005	±	0.001
Nb	0.010	±	0.001
Zr	< LOD	:	0.002
Bi	< LOD	:	0.002
Pb	< LOD	:	0.005
Se	< LOD	:	0.003
W	< LOD	:	0.028
Zn	< LOD	:	0.009
Cu	0.032	±	0.009
Ni	< LOD	:	0.098
Co	0.133	±	0.065
Fe	88.009	±	0.159
Mn	*1.098	±	0.048
Cr	*10.446	±	0.064
V	< LOD	:	0.124
Ti	< LOD	:	0.168
Sb	< LOD	:	0.010
Al	< LOD	:	80.000

Supervised By: _____

Annexe 14



Thermo Fisher Scientific
900 Middlesex Turnpike
Billerica, MA 01821

Certificate of Verification

XL3t-62240

Reading No 351
Mode General Metals
Time 2017-05-17 13:48
Duration 30.75
Units %
Sigma Value 2
Sequence Final
Alloy1 No Match : *5.79
Alloy2 No Match : *5.87
Flags
SAMPLE
HEAT
LOT
BATCH
MISC
NOTE

	%	±	Error
Sn	0.009	±	0.004
Pd	< LOD	:	0.006
Ag	< LOD	:	0.028
Ru	< LOD	:	0.003
Mo	0.480	±	0.005
Nb	0.007	±	0.001
Zr	0.003	±	0.001
Bi	< LOD	:	0.003
Pb	< LOD	:	0.004
Se	< LOD	:	0.005
W	0.672	±	0.028
Zn	< LOD	:	0.015
Cu	0.022	±	0.008
Ni	< LOD	:	0.060
Co	< LOD	:	0.127
Fe	63.427	±	0.117
Mn	0.716	±	0.053
Cr	8.307	±	0.078
V	0.281	±	0.032
Ti	25.948	±	0.081
Sb	< LOD	:	0.009
Al	< LOD	:	80.000

Supervised By: _____

Résumé

Le travail consiste à étudier les différents équipements et installations destinés pour l'exploitation de la matière première dans la carrière pour la production du ciment comme les concasseurs les alimentateurs. Notre étude s'est basée exclusivement sur les concasseurs de type EV250x300-85 marque FLS, elle a visé les caractéristiques mécaniques et composition chimique (nuance) du marteau comme pièce d'usure du concasseur. Des différentes nuances utilisées en particulier le manganèse et impacteur en insert céramique (carbure de titane) qui est la dernière invention du fabricant Magotteaux 2010. Une étude expérimentale comparative exécutée entre les deux types de matériaux de marteaux utilisés au niveau de l'usine de fabrication du ciment LAFARGE HOLCIME de M'Sila pour déterminer la différence technique (taux d'usure) et commerciale (prix d'un tonne produit)

Les résultats obtenus ont donné le type du marteau le plus rentable et le plus durable.

Mots-clés : Concassage, types des concasseurs, aciers, dureté, taux d'usure.