



## **SOMMAIRE**

Dédicace

Remerciement

**Chapitre I: Introduction et Problématique : Explication ..... 1**

**Introduction Générale ..... 2**

I. Définition du besoin ..... 3

I.1. Diagramme 'BETE A CORNE' ..... 3

*problème* ..... 3 **I.2. Situation du**

*problème* ..... 4 **I.3. Situation du**

**Chapitre II: Présentation de LAFARGE..... 6**

I. Description du Procédé de fabrication du ciment ..... 7

II. Présentation de l'organisme d'accueil..... 14

II.1. Présentation du Groupe LAFARGE ..... 14

II.2. Présentation de LAFARGE MAROC..... 15

II.3. Présentation de LAFARGE Ciment / Usine de Meknès..... 16

II.4. Présentation du département maintenance de l'usine ..... 18

**Chapitre III: Optimisation De La Gestion Du Stock Des Pièces De Rechange..... 21**

I. Analyse du coût de la matière..... 23

I.1. Etude statistique ..... 23

I.2. Analyse et perspective..... 24

I.3. Proposition d'amélioration ..... 25

II. Les Causes de rupture de stock ..... 26

II.1. Rupture des articles névralgiques ..... 26

II.2. Modification sur les installations ..... 26

III. Les Causes du sur-stockage ..... 26

III.1. Délai d'approvisionnement interne ..... 26

III.2. Les modifications d'installations ..... 26



IV. Analyse ABC croisé.....	27
IV.1. Analyse ABC Croisé pour l’usine de Meknès .....	27
<b>Chapitre IV : Étude AMDEC et élaboration d’un plan de maintenance.....</b>	<b>34</b>
I. Les Critères D’identification des pièces de rechange stratégiques.....	35
I.1.Le Prix .....	35
I.2 Le délai d’approvisionnement .....	35
I.3. Temps d’intervention .....	35
II. L’identification des pièces de rechange stratégiques.....	36
III. Etude AMDEC des pièces de rechanges stratégiques.....	40
III.1.Introduction.....	40
III.2.Présentation de l’analyse AMDEC.....	40
III.3.Démarche pratique. ....	42
IV. Application de la méthode AMDEC sur nos équipements .....	44
IV.1. Initialisation .....	44
IV.2. Décomposition Fonctionnel.....	44
IV.3 ANALYSE AMDEC.....	47
V. Élaboration du plan de maintenance .....	55
V.1. Objectifs du plan maintenance .....	55
VI.Les modes de stockage des articles stratégique .....	59
VI.1. Précautions de stockage du motoréducteur .....	59

## Conclusion Générale Et Perspectives

### Bibliographie

### ANNEXE



## Chapitre 1

# «INTRODUCTION ET PROBLEMATIQUE»

### Introduction Générale

Les deux unités de production de ciment actuellement en service à l'usine de Meknès sont composées d'un ensemble d'équipements dont la rupture de l'un cause un arrêt de la production.

Vu l'importance des investissements réalisés sur les unités de production, il est nécessaire de les rentabiliser au maximum. Cet impératif fait de la maintenance une fonction stratégique à part entière dans la mesure où il faut assurer une disponibilité maximale au moindre coût. En conséquence, une gestion rigoureuse de l'ensemble des actions et le suivi des performances des équipements s'imposent.

Il s'avère donc nécessaire d'accentuer les efforts sur la gestion des pièces de rechange qui constitue une composante primordiale dans la disponibilité des installations et dans le coût de la maintenance en générale.



La gestion du stock doit permettre d'assurer une disponibilité permanente de la pièce de rechange avec un niveau de stock aussi bas que possible.

Ce projet portera donc sur quatre parties essentielles: ainsi le plan du travail se présente comme suit :

- ✚ Gestion de la consommation et du stock optimale pour l'amélioration de la consommation et pour dégager les différents types de stock afin d'améliorer et d'optimiser le stock.

- ✚ Identification des pièces de rechange stratégiques sur la base de leur effet néfaste sur l'atelier ou sur l'équipement.

- ✚ Analyse des modes de défaillances, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC), Des équipements stratégiques, qui vont nous aider à proposer des actions d'amélioration et de planification au niveau de la maintenance des équipements stratégiques.

- ✚ Conclusion et perspectives.

## **I- Définition du besoin :**

### **I.1-Diagramme 'BETE A CORNE' :**

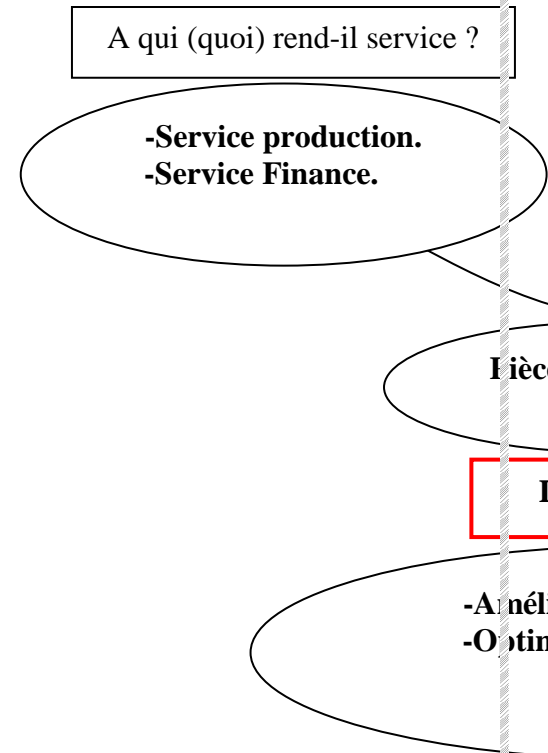


Figure 1 : Diagramme

« BÊTE À CORNE »

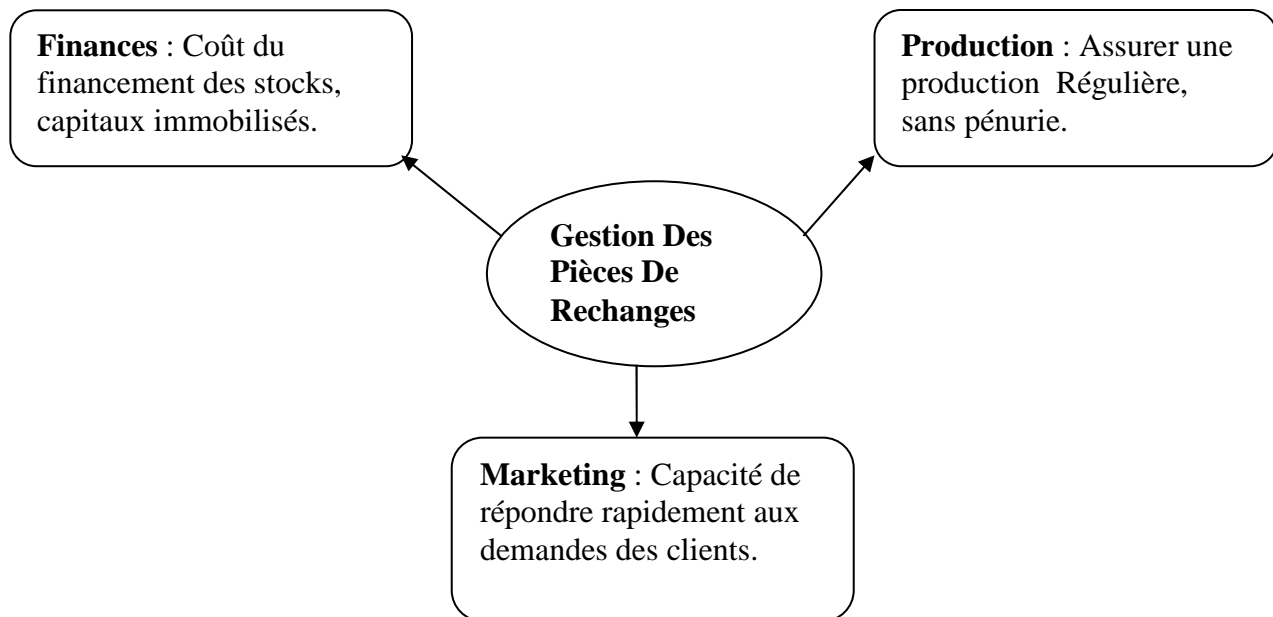
I.2- Situation du

problème

Au sein des sociétés industrielles et commerciales, le stock constitue une rubrique importante dans l'actif de l'entreprise, son importance varie en fonction de la stratégie de l'entreprise et de la place du stockage dans son exploitation.

Les pièces de rechange sont des composantes de l'équipement que l'on acquiert séparément, pour pouvoir remplacer s'il y a lieu, les pièces usées ou détériorées qui ne répondent plus aux exigences de fonctionnement.

Ainsi, la constitution d'un stock de pièces de rechange est capitale pour le service maintenance.



**Figure 2 : Relation Entre stock et différents services**

### **I.3-Les Caractéristiques du stock**

#### **i- Enjeux stratégiques :**

- Peut constituer un avantage concurrentiel en permettant de répondre rapidement à la demande.
- La présence de stock important peut inciter au gaspillage et réduire l'espace disponible.

#### **ii- Enjeux économiques :**

- Les coûts annuels de stockage représentent de 15 à 40% de la valeur des articles stockés.
- Dans le cas des produits périssables : des pertes nettes.

#### **iii Nombre et valeur des articles à éliminer :**

Certains articles en stock peuvent être sujet d'obsolescence, Il convient de surveiller l'évolution de la variété de ces articles, de leur stock, en quantité et en valeur.

Dans notre cas on a trouvé une importante quantité de pièces à éliminer ce qui va donner une valeur importante de ces articles au niveau des prix, ce qui est équivalent à un pourcentage gagnant de la valeur du stock disponible.

#### **iv- Nombre de rupture du stock :**

Une augmentation du nombre de rupture du stock peut être significative d'un niveau de stock trop bas ou d'une précision insuffisante des prévisions. Une diminution du nombre



De rupture peut être due à un accroissement au niveau du stock, ou à une amélioration de la qualité des prévisions.

Bien que cet indicateur soit particulièrement important pour le suivi et la mise au point de toute politique d'approvisionnement, il n'existe pas d'historique qui mentionne cette donnée.

Il est donc suggéré de répertorier toute rupture de stock au cours de l'année et de faire un bilan annuel afin d'avoir un retour d'expérience qui contribue au perfectionnement des prévisions.

#### v- l'effet néfaste de certaines pièces sur la production :

Vu l'importance de la production sur la présence d'une société sur le marché, ainsi cette production est lié à la présence des pièces de rechange au niveau du stock.

Il est donc primordial de faire une étude de ces pièces car ils ont des caractéristiques critiques tel que le prix, le délai d'approvisionnement, spécification de ces pièces, afin d'assurer une continuité de production sans arrêt.

En effet, la fréquence de défaillance est importante, le temps d'intervention est important.

Ceci est dû à la complexité de réglage au niveau de ces pièces, ce qui rend les interventions du service maintenance le plus souvent hasardeuses.

A travers cette étude, nous éclaircirons ces équipements pour limiter la part du hasard dans les interventions.

Nous proposons là : une étude approfondie de ces pièces comme moyen approprié pour permettre au personnel une connaissance aussi parfaite que possible de ces pièces.

## **Conclusion**

Nous constatons donc, que par les réactions des intervenants, que les pièces de rechange sont des composantes qui méritent d'être éclaircies par un moyen concret pour remédier à la problématique qui la recouvre.

Pour ce fait, on se propose d'appuyer sur un plan généralisant ces choses là traitées précédemment dans ce qui suit, nous nous pencherons sur l'analyse de la consommation et du stock afin de les optimiser.



## *Chapitre 2*

---

---

### *«PRESENTATION DE LAFARGE CIMENT USINE DE MEKNES ET DU SECTEUR CIMENTIER AU MAROC»*





## Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons de manière générale la société LAFARGE, entreprise dans le domaine de cimenterie, en tant qu'organisme d'accueil où j'ai effectué ce stage de fin d'étude.

Ainsi le processus de fabrication du ciment dès la matière première jusqu'au produit final.

### **I. Processus de fabrication du Ciment**

Le ciment est une poudre minérale qui a la propriété de former, en présence de l'eau une pâte capable de faire prise et de durcir progressivement, même à l'abri de l'air et notamment sous l'eau, c'est un liant hydraulique.

Il est réalisé à partir du clinker, du calcaire et du gypse dosés et broyés finement. Le produit cru (farine) est obtenu par broyage fin des matières premières composées essentiellement de calcaire et d'argile.

#### ➤ **Etape 1 : préparation des matières premières**

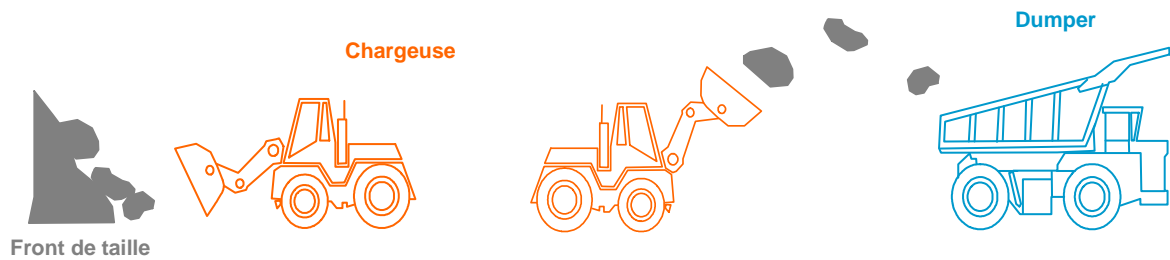
##### ▶ **Exploitation de la carrière :**

La carrière en cimenterie constitue la source en matières premières lesquelles subiront des transformations pour fabriquer le produit ciment.



**Figure 1 : Vue de La carrière**

L'extraction des roches se fait par abatage à l'explosif qui consiste à fragmenter le massif exploité en procédant par : forage, la mise en place de l'explosif, et le sautage.

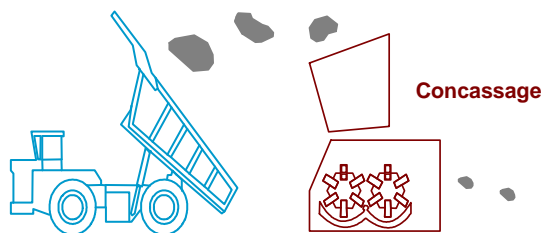


**Figure 2 : Extraction et transport de la matière première**

► **Concassage :**

Pour réduire des dimensions de la matière première, et donc faciliter le stockage, on passe par une opération de concassage qui consiste à soumettre les matières premières à des efforts d'impact, d'attrition et de cisaillement.

L'usine Lafarge de Meknès dispose de deux concasseurs à marteaux d'un débit de 800T/h et 400T/h consommant une puissance de 1.21MW.



**Figure 3 : Concassage**

► **Echantillonnage :**

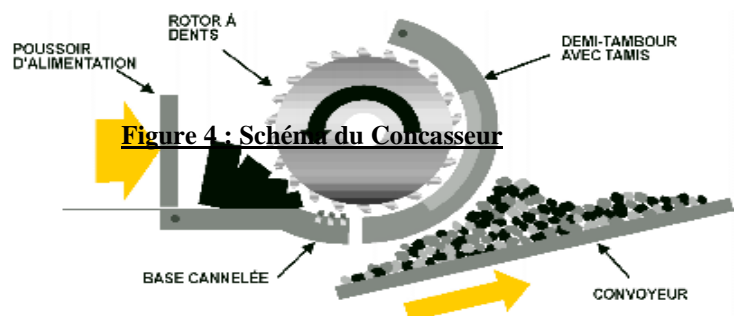
Tous les produits concassés, avant leur mise au stock, sont échantillonnés automatiquement par une installation prévue à cet effet avant d'être analysés.

Chaque lot de 1.500 tonnes est représenté fidèlement par un échantillon de 800 grammes.

► **Pré homogénéisation :**

C'est l'étape qui suit le concassage et qui consiste à mélanger des différents composants de matières premières ainsi que les ajouts qui entrent dans la composition du ciment, tout en respectant

Les pourcentages de matière relative à chaque composant, pour obtenir à la fin une composition chimique appelée : le cru.



**Figure 4 : Schéma du Concasseur**



Figure 5 : pré homogénéisation

➤ Etape 2 : Préparation du cru

▶ Extraction :

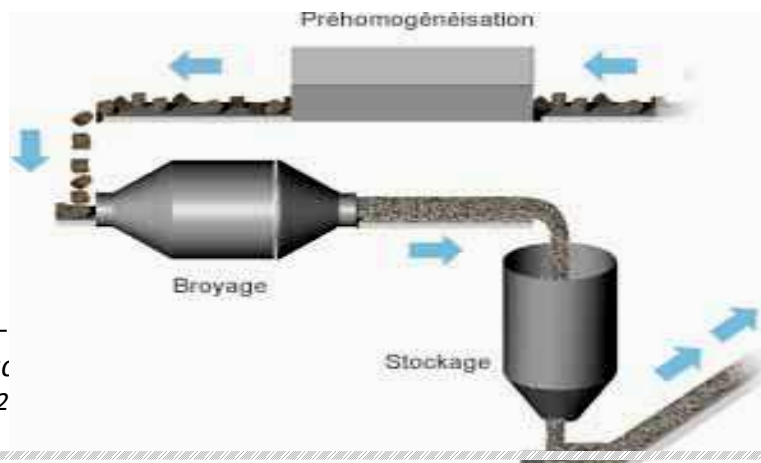
L'extraction de la matière est faite par un gratteur (transporteur à godets), la matière est raclée par des herse au niveau de toute la surface d'attaque du tas. Ce raclage permet d'avoir un mélange homogène (appelé cru doser) de l'ensemble des cordons réalisés lors de la constitution du tas. La matière est envoyée par un ensemble de transporteurs jusqu'à la trémie cru doser du broyeur cru.

▶ Ajouts :

Pour assurer les exigences de la qualité dans le ciment, des matières tels le schiste, le minerai de fer et la bauxite, sont ajoutées au cru dosé de façon à atteindre les cibles de la qualité. Ces ajouts sont contrôlés par un Logiciel **LAFARGE** du contrôle de la qualité du Mélange Cru dit QMC, la décision d'amorcer une correction est prise par QMC sur la base des analyses chimiques du cru, ces analyses sont effectuées sur des échantillons pris à la sortie du broyeur cru à intervalle régulier (2 heures). Ainsi QMC est le seul moyen pour assurer la régularité et la stabilité du cru.

▶ Broyage de cru :

Le broyage du cru est une opération qui consiste à préparer un mélange homogène avec une bonne répartition granulométrique pour assurer les meilleures conditions de cuisson de la Farine, la farine obtenue, qui est une poudre fine, est stockée dans des silos après avoir subi une opération d'homogénéisation afin d'obtenir une composition chimique régulière prête à cuir.





➤ **Etape 3 :**

**production du clinker**

▶ **Préchauffage :**

Etape incontournable dans les installations de la cuisson moderne, le préchauffage permet essentiellement de préparer la farine du point de vue chimique et thermique. Cette préparation consiste à sécher, déshydrater et décarbonater partiellement la matière crue en réutilisant une partie de l'énergie calorifique évacuée par les gaz d'exhaure du four.

▶ **Cuisson :**

Pièce maîtresse de la cimenterie, le four est un tube en acier, légèrement incliné par rapport à son axe (3à5%) briqueté intérieurement et pouvant atteindre 200 mètre de longueur et 6 à 7 mètres de diamètre. Dans le four, la matière préparée par l'échangeur subit deux transformations chimiques principales :

- La décarbonatation qui commence dans la tour échangeur et qui se complète au début du four.
- La clinckérisation qui s'effectue à une température voisine de 1450°C quand la matière atteint la fin du four.

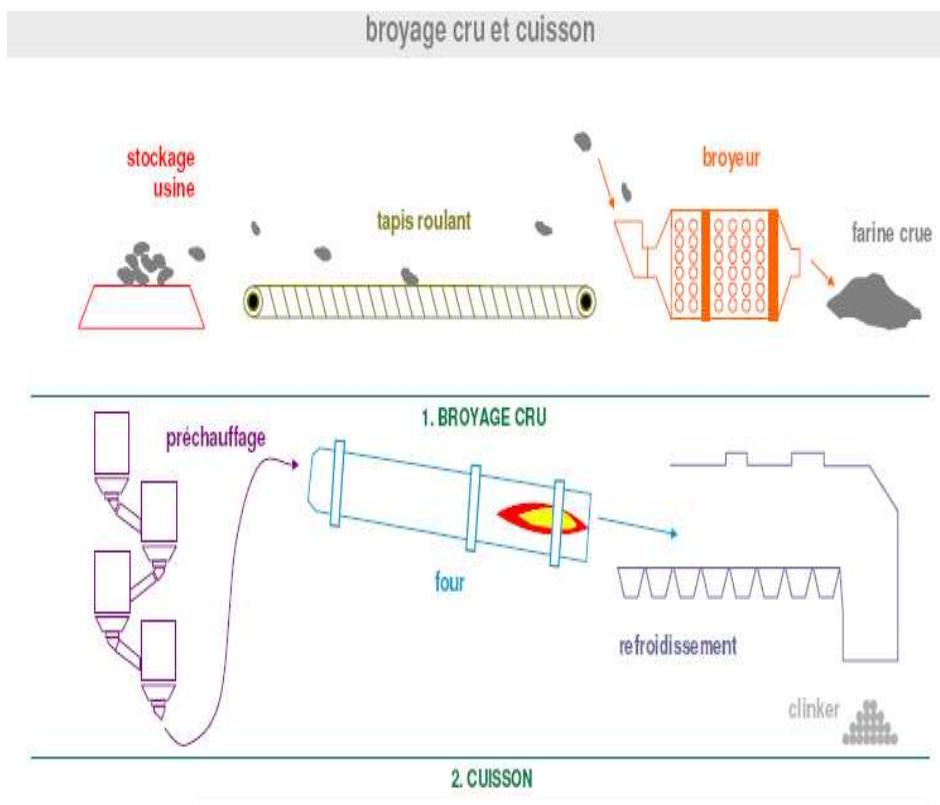


**Figure 7: Vue du four rotatif 1**

► **Refroidisseur :**

Le rôle du refroidisseur est de garantir la trempe de clinker pour avoir une structure minéralogique et des dimensions des cristaux favorables ainsi qu'il abaisse la température du clinker afin de faciliter la manutention et le stockage.

Il y'a plusieurs types de refroidisseur : refroidisseur à grilles, refroidisseur rotatif et refroidisseur planétaire.



**Figure 8 : étape de refroidissement**

► **Etape 4 : mouture du ciment et expédition :**

► **Silos à clinker :**

Le clinker, issu du four, est stocké dans des silos qui d'une part, confèrent à l'atelier de broyage ciment (étape suivante) une autonomie de marche en cas d'arrêt intempestif du four et d'autre part, prémunit le clinker d'une dégradation physico-chimique que causerait un stockage prolongé à l'air libre.

► **Broyage du ciment :**

Le clinker et les ajouts, qui sont des matériaux grossiers par rapport à la granulométrie du ciment, sont introduits au niveau du broyeur, dans des proportions prédéfinies, pour subir des efforts mécaniques du broyeur et



produire ainsi le ciment qui est d'une finesse inférieure à 40 micros. L'atelier de broyage comprend le broyeur, le séparateur (qui sélectionne les particules selon leur grosseur), et le dépoussiéreur du broyeur.

► **Logistique :**

Les expéditions comprennent le stockage du ciment, son conditionnement (ensachage) en cas de livraison par sacs et son chargement. C'est l'interface de l'usine avec le client.

➤ Le ciment est expédié vers les lieux de consommation sous deux formes :

✓ En sac : Les sacs contiennent généralement 25 ou 50 Kg de ciment sur lesquels sont marqués la classe de résistance du ciment (35 ou 45).

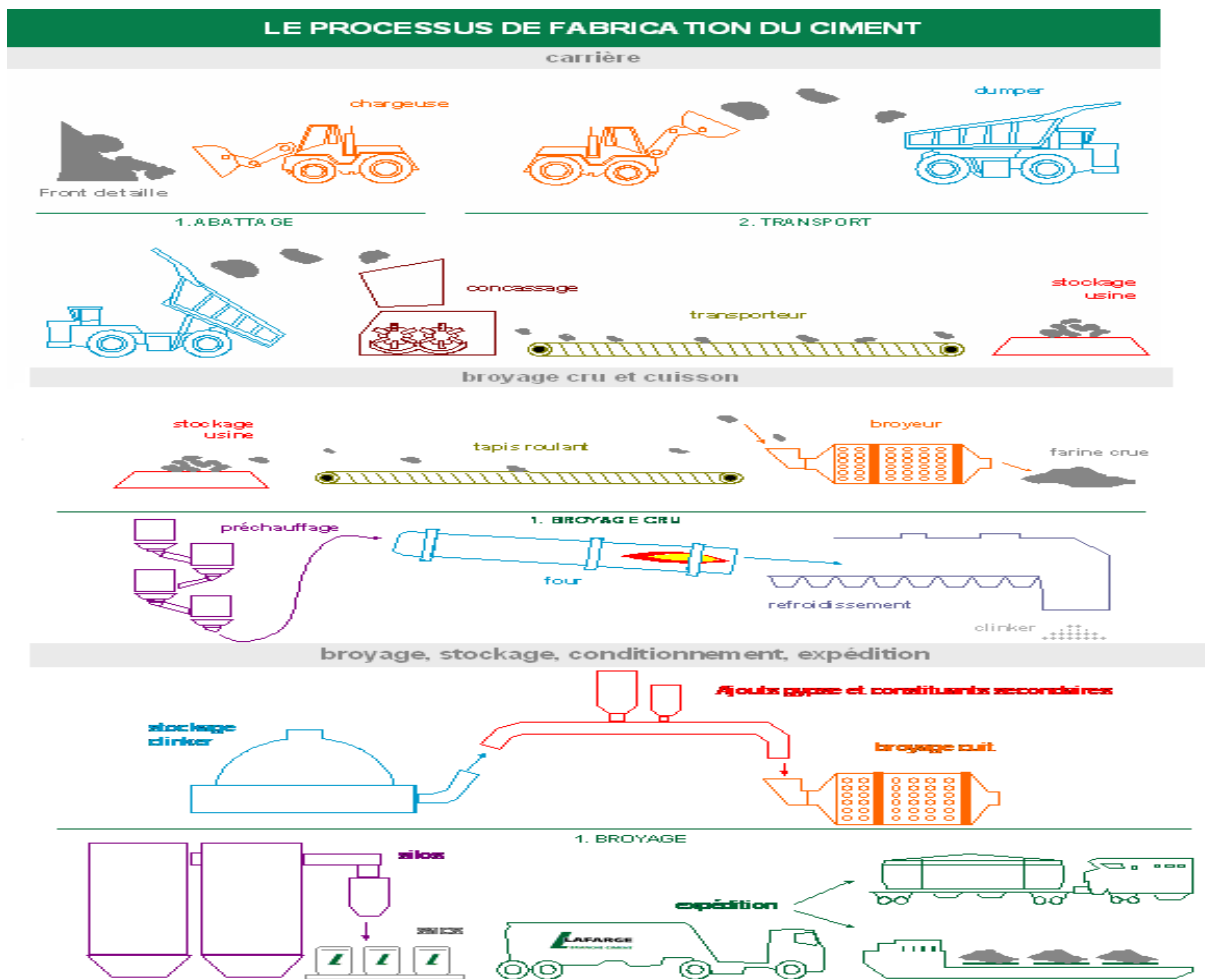
✓ En vrac : la livraison du ciment en vrac se fait sur des citernes. Le ciment est injecté avec l'air dans la citerne jusqu'à ce que le tonnage soit atteint.



**Figure 9 : les deux formes d'expédition**



En résumé, le processus de fabrication du ciment peut être présenté par la figure suivante :



**Figure 10 : Schéma général du principe de fonctionnement**



## II. Présentation de l'organisme d'accueil

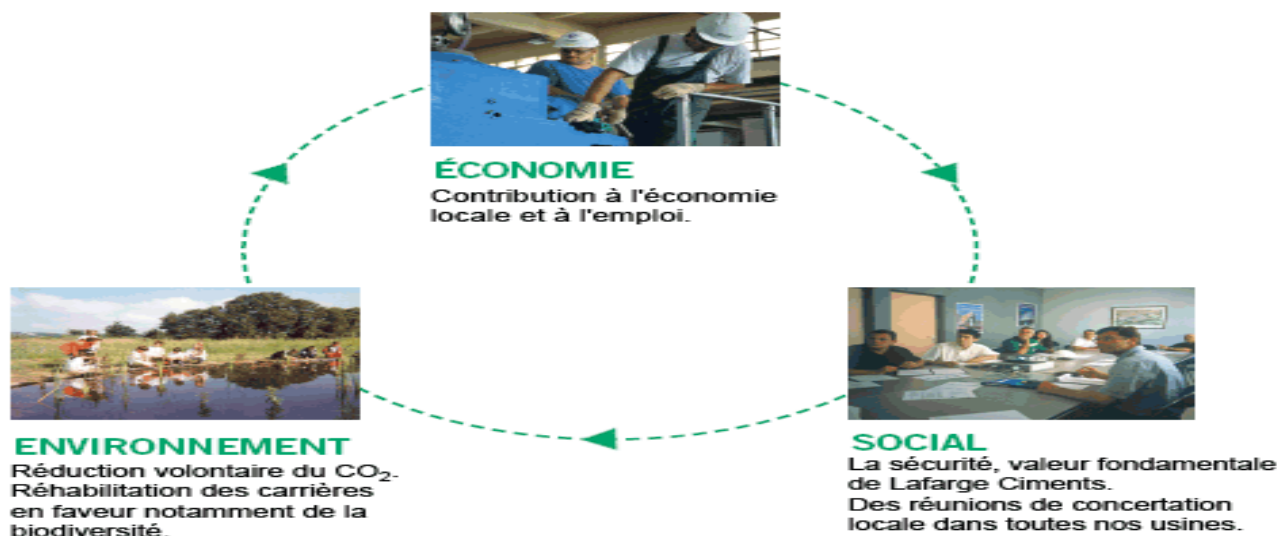
### II.1. Présentation du Groupe LAFARGE

Le groupe LAFARGE possède une longue tradition et un savoir-faire exceptionnel dans les matériaux de construction. Depuis plus de 160 ans le groupe LAFARGE s'est développé en France d'abord, puis en Amérique du Nord et du Sud, et progressivement dans tous les continents.

L'histoire de LAFARGE a été marquée par une forte expansion et élargissement de ses activités. Aujourd'hui elle occupe la position de leader par excellence à travers ses quatre produits : Ciment, Granulat et Bétons, Toiture et Plâtre ; et qui met en œuvre des programmes d'amélioration de performance et qui génère des actions de réduction de coût et d'amélioration de la qualité des produits et des services rendus aux clients.

Avec 83 000 collaborateurs et 2187 sites industriels dans 79 pays, le groupe réalise un chiffre d'affaire de 19,033 milliards d'€ (en 2008). Il a développé à travers le monde un savoir-faire d'efficacité industriel, d'économie des ressources et le respect humain et de l'environnement. Dont le siège social est situé à Paris.

Pour Lafarge, la performance économique est indissociable du progrès social et de la protection de l'environnement. S'appuyant sur des valeurs d'ouverture, de dialogue et d'exigence, Lafarge Ciment met en œuvre son engagement pour le développement durable.



*Figure 11 : Les 3 axes principaux pour la politique de Lafarge*





## II.2. Présentation de LAFARGE MAROC

En 1930, LAFARGE s'implanta au Maroc en créant la première cimenterie du pays à Casablanca, principal marché jusqu'à lors de consommation de ciment. Quelques années plus tard, le groupe se développe et crée une 2ème cimenterie à Meknès pour qu'entre 1982 et 1984 fasse acquisition de deux autres cimenteries au Nord du pays (Tétouan et Tanger), une usine de plâtre à Safi, et neuf centrales à béton.

Il fallait attendre le 10 juin 1995 pour que la naissance du groupe LAFARGE MAROC voie le jour lors de la signature d'une convention de partenariat entre la SNI (Société Nationale d'Investissement) et le groupe LAFARGE qui aboutit à la mise en œuvre d'un holding (50% LAFARGE et 50% SNI).

La conséquence immédiate de cet accord est de pouvoir doter le groupe d'une structure financière forte avec une augmentation du capital qui s'élève dès lors à 1,5 milliards de dirhams.

Pour conserver son leadership, et principalement sur la ville de Casablanca, LAFARGE MAROC a optée pour une stratégie d'investissement, de management et de contrôle de qualité très pointue.

L'organisation de LAFARGE MAROC est structurée comme suit :

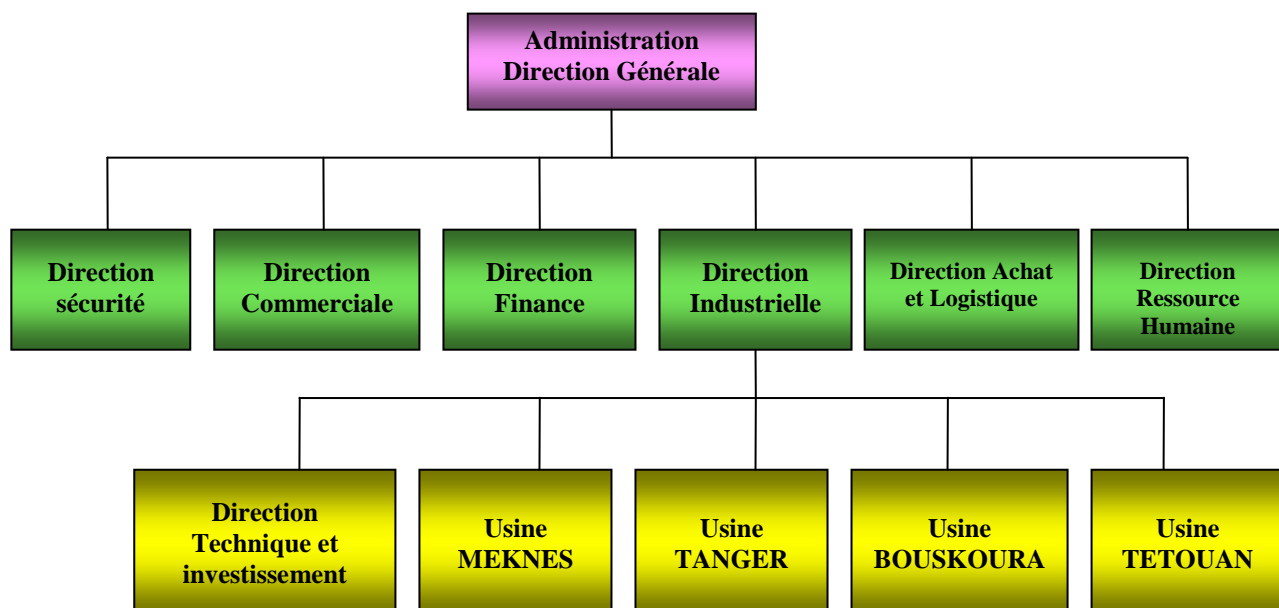


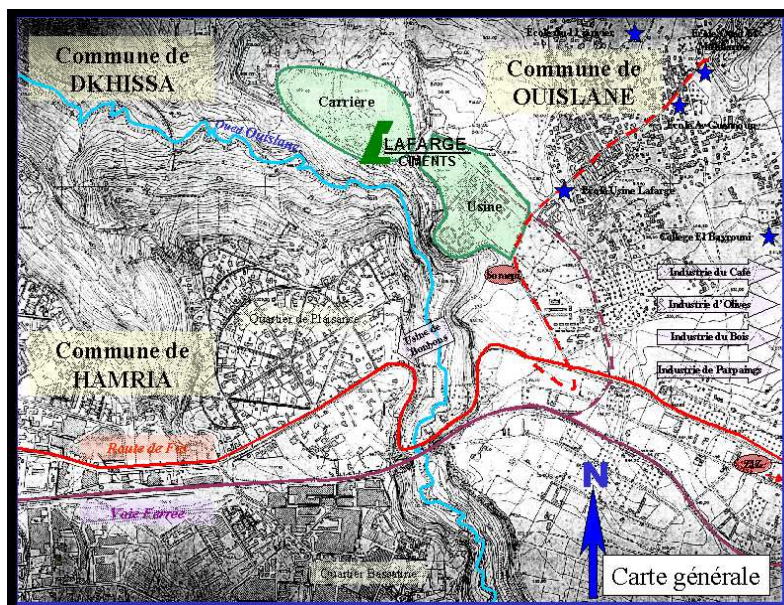
Figure 12 : Organigramme de Lafarge Maroc

## II. 3. Présentation de LAFARGE Ciment / Usine de Meknès

Située au nord-est de la ville, LAFARGE CIMENT de Meknès qui avait comme nom : CADEM (ciment artificiel de Meknès), assure la bonne continuité et le leadership de tout LAFARGE MAROC, grâce à son potentiel et



son dynamisme, en réalisant des ventes représentant environ 30% des ventes de Lafarge Maroc et 11.78% du marché national.



**Figure 13 : Emplacement géographique de l'usine Meknès**

Dates et chiffres clé :

**1950** : Création de la Société des Ciments Artificiels de Meknès.

**1953** : démarrage du premier four, en voie humide, 400t/j.

**1971** : Extension des capacités avec l'installation d'un nouveau four de 650t/j et augmentation de la capacité broyage ciment à 650.000t.

**1978** : nouvelle extension du broyage ciment.

**1985** : convention du four 1 en voie sèche avec installation d'un mini précalcinateur.

**1993** : nouvelle extension avec démarrage d'une nouvelle ligne de cuisson d'une capacité de 1200t/j clinker.

**1998** : modification du précalcinateur du four 1.

**2001** : installation d'un nouveau broyeur ciment portant la capacité de l'usine à 1.750.000t.

**2002** : certification ISO 14001.

Equipements :

- 2 lignes de cuisson en voie sèche avec conduite entièrement automatisée pilotée par un système expert.
- 3 broyeurs ciment d'une capacité totale annuelle de 1.750.000 tonnes.
- Laboratoire d'analyse permettant d'assurer une logique de contrôle qualité aux différentes étapes de la fabrication.
- Stockage ciment : 7 silos d'une capacité totale de 22.000 tonnes.



- Atelier d'expédition sac et vrac.
- Embranchement particulier à la voie ferrée.

Produits fabriqués :

- Ciment portland avec ajouts CPJ45 en sac et en vrac.
- Ciment portland avec ajouts CPJ35 en sac.

Organigramme Juridique :

**Dénomination** : **LAFARGE** CEMENTS (Usine de Meknès)

**Siège social** : Km8, route de Fès, BP : 33 Meknès

Standard : 52-26-44/45/46

Fax : direction usine : 54-92-94

Service technique : 54-93-07

Service commercial : 54-93-05

**Nature Juridique** : Société anonyme.

Capital social : 476 430 500 DH

Répartition du capital **LAFARGE** 50%

**SNI** 50%

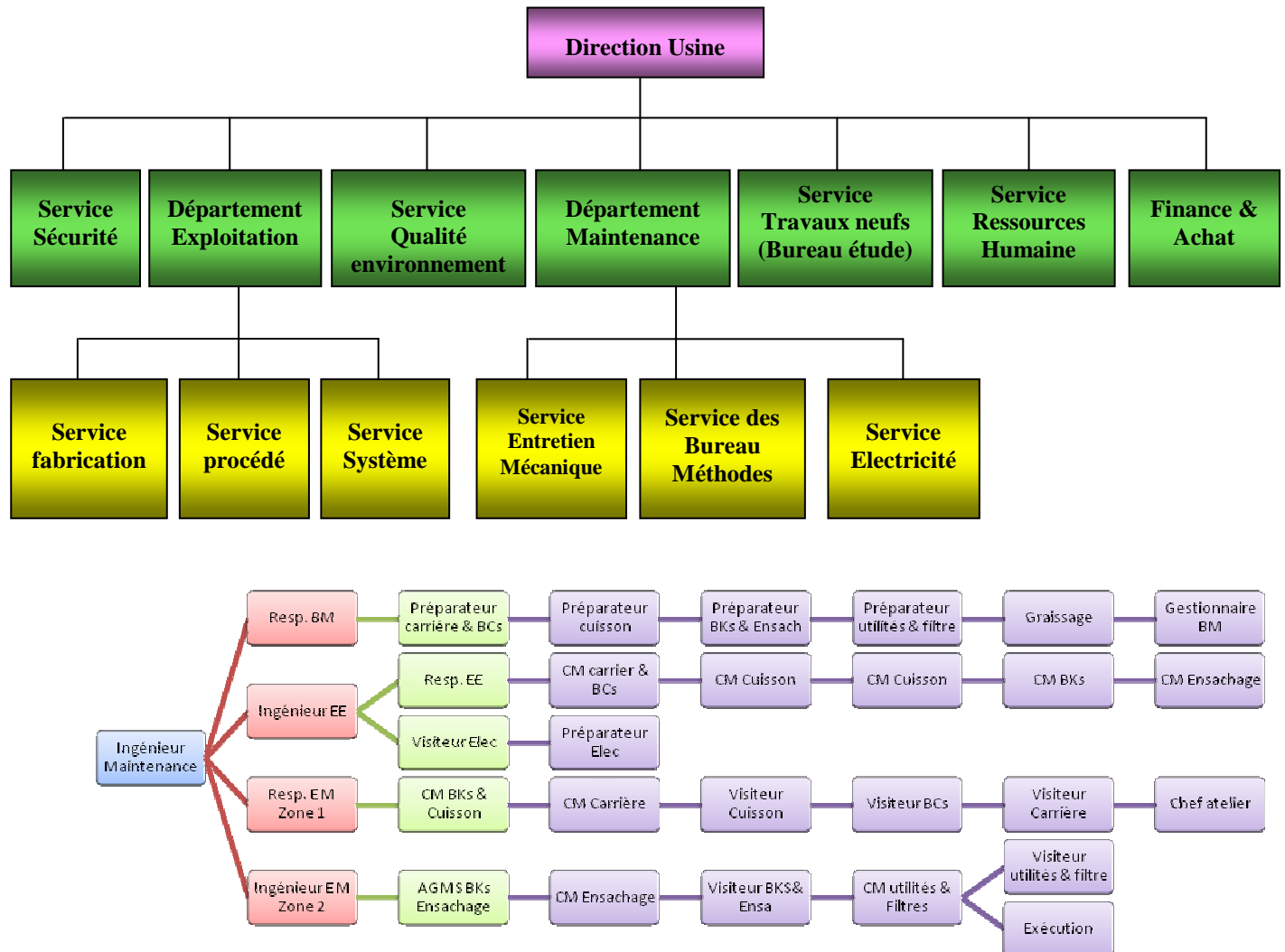
Organigramme de l'usine

Figure 14 : Organigramme usine de Meknès

## II. 4. Présentation du département maintenance de l'usine



**I.4.1 L'Organigramme :**

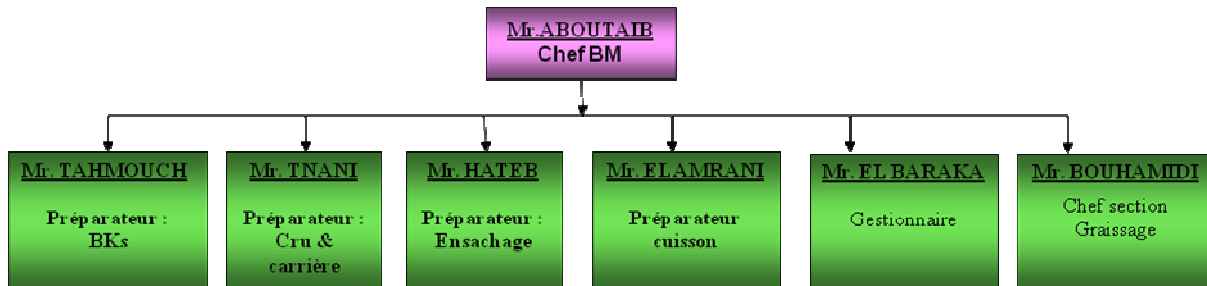


**Figure 15 : Organigramme service maintenance a Meknès**

✓ **Service Bureau Méthodes :**



Se charge de l'organisation et l'optimisation de la maintenance. Cette mission est réalisée par l'intermédiaire des visites et diagnostic des installations, suivi de l'état des équipements, préparation des travaux, planification des opérations des entretiens, gestion des pièces de rechange, optimisation des coûts.



**Figure 16 : Organigramme bureau de méthode**

✓ Service Entretien Mécanique :

Ce service a pour mission principale la réalisation des opérations d'entretien mécanique, il est le garant de la fiabilité mécanique, des procédures de travail, de l'organisation des équipes et de la qualité d'exécution.

✓ Service Entretien Electrique :

Ce service se charge de la réalisation des opérations d'entretien électrique. Il est le garant de la fiabilité électrique et des instrumentations, des procédures de travail, de l'organisation des équipes et de la qualité d'exécution.

✓ Service Sécurité:

Il est le moteur pour la réalisation et l'encadrement de l'effectif de l'usine pour produire un ciment avec un objectif de zéro accident, il a pour mission l'animation de la sécurité, et la gestion du réseau sécurité inter usine.

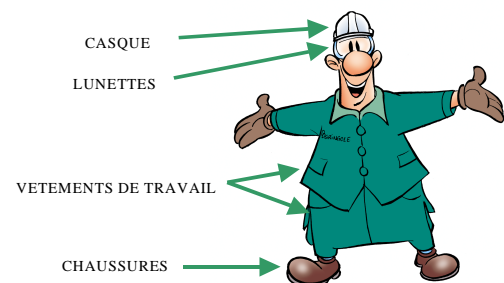
✓ Service Ressources Humaines :

Ce charge de la gestion des ressources humaines, et plus précisément la gestion administrative du personnel, l'application de la législation du travail, l'instauration d'un bon climat social, l'établissement des plans de formation et l'assurance d'une parfaite communication interne.

✓ Service commercial :

Ce service est le plus mouvant car il permet de fixer les objectifs de vente de ciments sur une clientèle bien identifiée. Leur travail se base sur la réception des bons de commande et des effets de commerce, la saisie des commandes et des bons de livraison.

✓ Service contrôle qualité :





LAFARGE CEMENTS, Usine de Meknès est dotée d'un laboratoire équipé de tous les équipements nécessaires à la réalisation des contrôles depuis la réception des matières premières jusqu'aux expéditions du produit fini. Le personnel de ce laboratoire ayant en charge le contrôle de la qualité est compétent et suit des formations continues en matière de contrôle de qualité selon un planning de formation préétabli.

Ce laboratoire est divisé en plusieurs départements, agencés de telle sorte à assurer une bonne réception, identification, et conservation des échantillons ainsi que la réalisation de tous les essais.



## Chapitre 3

---

### « OPTIMISATION DE LA GESTION DU STOCK DES PIÈCES DE RECHANGE »



## Introduction

La gestion des pièces de rechange constitue une composante primordiale dans la disponibilité des installations et dans le coût de la maintenance en général.

Ainsi cette gestion repose sur deux axes principaux c'est la gestion de la consommation des pièces de rechange et celle du stock.

La gestion de stock doit permettre d'assurer une disponibilité permanente de la pièce de rechange avec un niveau de stock aussi bas que possible.

Cependant. L'état de stock actuel présente deux anomalies :

- Les ruptures de stock d'articles qui peuvent être névralgiques.
- Le sur-stockage, impliquant une couverture théorique élevée.

La première anomalie agit d'une manière négative sur la production. La seconde se traduit par une immobilisation injustifiée des capitaux, double risques que court un matériel entreposé durant une longue période (corrosion, obsolescence,...)

A cet effet, nous avons, en premier lieu, étudié le coût de consommation des pièces de rechange pour chaque atelier. En deuxième lieu, on a étudié les causes de rupture de stock et de sur-stockage, et nous avons analysé le stock des équipements par la méthode d'ABC croisée.

## **I. analyse du coût de la matière**

### **I.1 Etude statistique**

Pour chaque équipement, on calcule le coût total des pièces de rechange consommables.

Nous présentons le résultat du total de notre opération à l'aide d'une analyse Pareto de consommations durant quatorze mois pour les différents ateliers de l'usine en (MDh) :





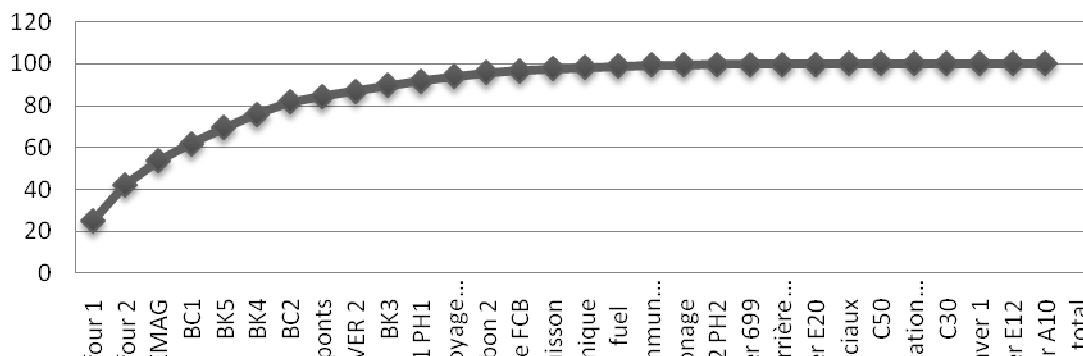
atelier	dépense pièces de rechange (DH)	% valeur	cumule valeur pièces de rechanges
four 1	3920398,73	24,89	24,89
four 2	2759319,17	17,52	42,41
Concassage HAZEMAG	1737033,75	11,02	53,43
BC1	1317572,96	8,36	61,80
BK5	1203782,37	7,64	69,44
BK4	1006317,40	6,39	75,83
BC2	919243,072	5,84	81,66
hall ponts	436838,43	2,77	84,44
Communs HAVER 2	410358,52	2,60	87,04
BK3	401790,015	2,55	89,59
Préparation cru N°1 PH1	341827,45	2,17	91,76
commun broyage clinker	341034,61	2,16	93,93
Charbon 2	308287,21	1,96	95,89
Concassage FCB	143773,81	0,91	96,80
commun cuisson	124491,97	0,79	97,59
Entretien Mécanique	106908,31	0,68	98,27
fuel	104980,90	0,67	98,93
installation commun : eau, air ...	71567,77	0,45	99,39
Tour échantillonnage	23864,65	0,15	99,54
Préparation cru N°2 PH2	20195,70	0,13	99,67
atelier 699	14416,02	0,09	99,76
Communs carrière toutes lignes	12399,73	0,08	99,84
atelier E20	8546,58	0,05	99,89
Scex sociaux	7013,79	0,04	99,94
C50	2682,88	0,02	99,95
Reprise et alimentation charbon 2	2639	0,02	99,97
C30	2489,14	0,02	99,99
Communs atelier E			99,99
<b>Tableau 1 : coût total des pièces de rechanges et consommable</b>			
atelier A10	449,97	0,003	100
<b>total</b>	<b>15751831,66</b>	<b>100</b>	

Classe A: 20% d'article, représente 76% de prix de consommation.

Classe B: 23% d'article, représente 20% de prix de consommation.

Classe C: 57% d'article, représente 4% de prix de consommation.

P  
O  
U  
R  
C  
E  
N  
T  
A  
G  
E





**Remarque :**

Pour la répartition de la consommation des pièces de rechange pour chaque atelier et le pourcentage qu'ils présentent sur la valeur total de la consommation (voir annexe 1 sur CD)

Vu que ce fichier est très long on l'a mis sur CD comme annexe

### I.2 Analyse et perspective

Le suivi de l'évolution du coût de la matière nous a permis de relever les remarques suivantes:

↳ Une augmentation du coût de fournitures mécaniques au niveau de 6 ateliers (presque 80% de valeur) par rapport aux autres ateliers, d'après les responsables d'entretien mécanique cela est principalement causé par :

- les divers travaux de remise à niveau de ces ateliers à cause des arrêts programmés que Lafarge effectue chaque année à ces ateliers.

-L'augmentation des coûts des pièces de rechange tant au niveau national qu'international.

### I.3 Proposition d'amélioration

Certes, l'optimisation du coût des pièces de rechange, n'est plus facile sans la collaboration de tous les acteurs concernés, à savoir : service maintenance, achat, et gestion de magasin, pour ce fait nous proposons une liste de recommandations.

Quel que soit le type de pièces (réparables, non réparables), et quel que soit le type de gestion adopté, nous proposons les actions suivantes :

- le suivi de la consommation du stock et son analyse : détermination des articles à consommation courante.
- Le renseignement complet des rapports d'intervention et mettre la valeur de la pièce dans les fiches de réception.

**Figure 3 : Bon de réception de pièces de rechange à Lafarge**



- La connaissance de la valeur des pièces par le personnel de maintenance permet de faire une gestion optimisée des remplacements.
- En outre, nous avons jugé utile de préconiser que toutes les données économiques (exemple : coût d'achat des pièces) soient connues non seulement par le service financier, mais aussi par le personnel de la maintenance, parce qu'il arrive souvent que les intervenants manipulent des pièces dont il ne connaissent pas précisément la valeur, il arrive également que tout l'aspect financier lié aux travaux de maintenance externalisés soit confié au service économique ou au service achat et que le service maintenance ne s'occupe que d'un suivi technique.
- Ce genre d'attitude permet certainement de rationaliser le coût des pièces de rechange.

## **II. Les Causes de rupture de stock**

### **II.1. Rupture des articles névralgiques**

La rupture de stock des articles névralgiques a un grand impact sur la production. Son effet se traduit par :

- Une diminution des taux de disponibilité des installations qui entraînent directement une diminution de la production ;
- Détérioration des autres pièces ;

En effet. Lorsque la pièce défectueuse est en rupture de stock et qu'elle fait partie d'une chaîne de pièces indispensables les unes aux autres. L'utilisation à outrance de ces pièces provoque évident l'usure des autres pièces, donc une diminution de leurs durées de vies. Ces anomalies se traduisent par une consommation accrue de ces pièces.

L'ensemble de ces problèmes pousse les services utilisateurs à trouver des solutions de dépannage, qui provoquent l'usure des autres pièces fonctionnant dans des conditions défavorables.

### **II.2. Modification sur les installations**

La réalisation de modification sur les installations suite à une rupture de stock d'une pièce donnée, aboutit à une consommation supplémentaire de pièces disponibles. Cet état de chose est de nature à réduire le stock ou bien à engendrer une rupture de stock.

## **III. Les Causes du sur-stockage**

### **III.1. Délai d'approvisionnement interne**

La hiérarchie du système d'approvisionnement interne prend un temps considérable pour accorder une expression de besoin qui constitue la pierre angulaire du déclenchement de la procédure d'achat des pièces de rechange

### **III.2. Les modifications d'installations**



La seconde conséquence des modifications des installations a pour effet l'émergence d'un excédent de pièces de rechange.

#### IV. Analyse ABC croisé

- **Principe**

Il s'agit de croiser l'analyse des consommations avec l'analyse des stocks ; ce qui revient à dire 9 classes comme indiqué en **annexe** ; une classe XY avec X = A, B ou C, comprend les articles à l'intersection de la classe X avec la classe Y.

- **Utilité de cette analyse**

Elle indique le déséquilibre entre une situation normale et une situation comportant des ruptures et du sur-stock.

Pour une situation de référence seules les classes AA, BB et CC ne sont pas nulles, les classes XY avec X ≠ Y sont vides.

Pour une situation réelle, les classes en dehors de la diagonale indiquent l'importance de la rupture et du sur-stock.

Nous proposons donc dans ce qui suit de définir des classes de gestion par l'analyse ABC des consommations et des stocks.

#### IV.1. Analyse ABC Croisé pour l'usine de Meknès.

##### i. Analyse ABC des consommations

Le diagramme de PARETO en **annexe 2 (sur CD)** montre que 4% des pièces de rechange représentent 81% de consommation.

Le tableau suivant présente les différentes classes des articles selon leurs consommations :

Classe	A	B	C
Articles (%)	4	11	85
Consommation (%)	81	15	4

**Tableau 4 : Les différentes classes de consommation**

##### ii. Analyse ABC des stocks

Le diagramme de PARETO en **annexe 3 (sur CD)** montre que 7 % des pièces de rechange représentent 81 % des stocks.

Le tableau suivant donne les différentes classes ABC des stocks :



Classe	A	B	C
Articles (%)	7	14	79
stocks (%)	81	14	5

**Tableau 5 : Les différentes classes de stocks**

Les ruptures ou les sur -stocks résultent du déséquilibre entre les classes de consommation et du stock. L'analyse ABC croisée, nous permettra de visualiser ce déséquilibre et de constituer des « classes de gestion » recherchées.

### **iii. Analyse ABC croisée**

Si on applique cette analyse au stock des pièces de rechange qui concernent l'usine c'est-à-dire on va croiser l'analyse de la consommation et celle du stock, on va regarder chaque article dans quelle classe se trouve pour la consommation et dans quelle classe se trouve pour le stock et on fait une interaction entre les classes (**voir annexe 4 sur CD**).

Le tableau suivant donne le nombre de pièce de rechange pour les différentes classes :

C.consom \ C.stock	A	B	C
A	36	42	12
B	10	68	92
C	6	24	919

**Tableau 6 : Les classes des pièces de rechange**

Avec :

C.conso : c'est la classe de consommation

C.stock : c'est la classe de stock

Il en ressort que pour l'usine que :

- Les classes BA, CA, CB ont une couverture faible et contiennent 40 pièces.
- Les classes AB, AC, BC ont une couverture élevée et contiennent 146 pièces.
- Les classes AA, BB, CC contiennent 1023 pièces.

Les pièces en état de sur -stock représentent 12 % des pièces de rechange des équipements névralgiques.

### **iv. les pièces de rechanges en surstock**

Nature	Code article	Désignation	Code article	Désignation
su	48650014M	CIRCLIPS D'INTERIEUR	49200216M	JOINT EN CAOUTCHOUC



45310012M	COUDE FEMELLE / FEMELLE	65920140	MEMBRANE PRINCIPALE POUR VANN
64020013M	VENTURI SECONDAIRE REDECAM	65920142	MEMBRANE PILOTE POUR VANNE
61340003M	TOILE EN POLYESTER POUR AERO.	47010095M	BOULON FHC / 90 M 16 X 45
47010212	VIS HM 24 X 180 / 50	36120011M	PAIRE DE LUNETTES DE SECURITE
51380004M	MAILLON CHAINE TRAINANTE KSB	47010052M	BOULON HM 22 X 80 ORDINAIRE
49210104M	JOINT TORIQUE Ø 98 X 3,5	87100151M	MANCHETTE SOUPLE Ø50 X 30 POU
47010202	BOULON FHC M 12 X 65 / 35	49100018M	TRESSE CARREE SECHE
45320119M	COLLIER DE SERRAGE NORMA EXTR	47010059M	BOULON HM 18 X 90 CLASSE 8.8
45010018	TUBE NOIR ETIRE SANS SOUDURE	47010206	VIS CHC M16 X 60
45320024M	RACCORD IREPS CANNELE Ø 3/4	49100010M	TRESSE CARREE SECHE DE
64020012M	GICLEUR D'AIR REDECAM	47010208	VIS CHC M30 X 55
47030035	VIS TC M24X65 41X41X15 ACIER	87100078M	MANCHETTE EN CAOUTCHOUC
47010211	VIS HM 24 X 160 / 50	62300019M	CABLE Ø 22 X 84000 DE 49 T
47010106M	BOULON CHC M 20 X 160 / 55	65920091M	MEMBRANE REF. C112058 POUR
51030010M	COURROIE TRAPEZOIDALE	65920094M	MEMBRANE PILOTE REF. 54444
47030023M	BOULON HM 20 X 150 / 100	47010215	ECROU NYLSTOP HM24
49230194M	JOINT PLAT EN INOX LECHLER	47010122M	ECROU HM 14 NYLSTOP
45320023M	RACCORD IREPS MALE Ø 3/4	36110007M	CASQUE DE SECURITE RENFORCE
51020038M	COURROIE TRAPEZOIDALE	47010019M	BOULON HM 10 X 100 ORDINAIRE
87100073M	BARRETTE D'USURE EN CAOUTCHOU	47010058M	BOULON HM 30 X 130 ORDINAIRE
35100029	DILUANT EN EMBALAGE DE 3/4 L	45010003M	TUBE NOIR SOUDE TARIF 1
52500304	JEU DE TAMPONS PR Accouplement	47030036	VIS TC M24X65 36X36X15 ACIER
79010007M	BAGUE Ø130 X 160 X 80 REP.15	57020020	BOULON TF M8X30 AVEC ERGOT PR
45320070M	REDUCTION Ø 1" X 3/4	47010055M	BOULON HM 24 X 80 ORDINAIRE
86800005M	VERRE BLEU TREMPE Ø 150 X 5	47010105M	BOULON CHC M 16 X 120 / 45
86300022	PLAQUE D'TANCHEITE NOSE-RING	58010006M	BANDE TEXTILE DE
47010115M	ECROU HM 27 ORDINAIRE	42300001M	PROFILE PLAT DE 20 X 5 EN
82030012M	BOULON A TETE OVALE REP.1&2	64020074M	MANCHE FILTRANTE Ø 160 X 2250
42300010M	MANCHE FILTRANTE Ø 160 X 2250	47040152M	BOULON A TETE OVALE REP. A
47010025M	BOULON HM 12 X 100 ORDINAIRE	87100059M	BARRETTE D'USURE EN CAOUTCHOU
47600012M	RONDELLE PLATE Ø 24	64020017M	PANIER SUPPORT DE MANCHE
47010201	VIS CHC M8 X 30 POUR GALET	49230084M	JOINT EN MOUSSE DE 25 X 10
20070009M	CABLE ELECTRIQUE SOUPLE	65000003M	PISTON EN CAOUTCHOUC REP. 6 D
40030005M	HUILE MINERALE HYDRAULIQUE IS	61340004M	TOILE EN POLYESTER POUR AERO.
47010049M	BOULON HM 20 X 100 ORDINAIRE	64020112	MANCHE FILTRANTE Ø 127X2500
64020001M	MANCHE FILTRANTE Ø 160 X 2250	58300169M	ROULEAU AMORTISSEUR
42600004M	PROFILE ACIER MI-DUR ROND DE	35100021M	BALAIS DE NETTOYAGE EN DOUM
47010094M	BOULON HM 20 X 120 CLASSE 8.8	45010004M	TUBE NOIR SOUDE TARIF 1 Ø 1"



58010055M	BANDE TEXTILE DE	52500401	TAMPON POUR COUPLEUR HYDRAUL.
47010051M	BOULON HM 22 X 60 ORDINAIRE	49230204M	TISSU DE VERRE COMPOSITE HAUT
47010107M	BOULON FHC/90 M18 X 50	49100016M	TRESSE CARREE SECHE DE
47010102M	BOULON FHC / 90 M 8 X 25	47010028M	BOULON HM 14 X 50 ORDINAIRE
47010093M	BOULON HM 20 X 130 CLASSE 8.8	40010006M	HUILE MINERALE POUR MOTEURS
57600001M	GALET DE GUIDAGE GRATTEUR	47010033M	BOULON HM 16 X 40 ORDINAIRE
60100027	RAIL PATRY TYPE 20 KG S 20 90	44210007M	TOLE REFRACTAIRE 1000 X 2000
45310020M	COUDE FEMELLE / FEMELLE	47010034M	BOULON HM 16 X 50 ORDINAIRE
47010209	VIS FHC M 12 X 40	44010010M	TOLE NOIRE 1000 X 2000 X 40
47010036M	BOULON HM 16 X 80 ORDINAIRE	47600006M	RONDELLE PLATE Ø 12
44210001M	TOLE ANTI-USURE 400 HB 1000 X	40230006M	GRAISSE FLUIDE POUR ENGRENAGE
47010061M	BOULON HM 12 X 70 CLASSE 8.8	47010022M	BOULON HM 12 X 50 ORDINAIRE
47010023M	BOULON HM 12 X 60 ORDINAIRE	38100008M	DISQUE A MEULE PORTATIVE
47010099M	BOULON HM 12 X 50 CLASSE 8.8	44010013M	TOLE NOIRE 1000 X 2000 X 25
58010001M	BANDE TEXTILE DE	47600007M	RONDELLE PLATE Ø 14
39250022M	ELECTRODE DE RECHARGEMENT	47010007M	BOULON HM 8X20 NOIR
47010017M	BOULON HM 10 X 60 ORDINAIRE	47010016M	BOULON HM 10 X 50 ORDINAIRE
36130003	MASQUE A POUSSIERES NORTH	39240005M	ELECTRODE DE SOUDAGE FONTE
47010046M	BOULON HM 20 X 60 ORDINAIRE	47010042M	BOULON HM 18 X 80 ORDINAIRE
47010108M	ECROU HM 12 ORDINAIRE	47010024M	BOULON HM 12 X 80 ORDINAIRE
34010002	SAC D'EMBALLAGE POUR POUBELLE	40040012M	HUILE SYNTHETIQUE HYDRAULIQUE
47010004M	BOULON HM 6X30 NOIR	47010029M	BOULON HM 14 X 60 ORDINAIRE
44210004M	TOLE ANTI-USURE 400 HB 1000 X	47010110M	ECROU HM 16 ORDINAIRE
47010011M	BOULON HM 8 X 60 ORDINAIRE	47010032M	BOULON HM 16 X 30 ORDINAIRE
47010112M	ECROU HM 20 ORDINAIRE	47010018M	BOULON HM 10 X 80 ORDINAIRE
47600009M	RONDELLE PLATE Ø 18	39230014M	ELECTRODE DE SOUDAGE
47010109M	ECROU HM 14 ORDINAIRE	13010001M	ESSENCE SUPER
47010041M	BOULON HM 18 X 60 ORDINAIRE	47010031M	BOULON HM 14 X 100 ORDINAIRE
42100004M	PROFILE EN CORNIERE DE 60	47010120M	ECROU HM 10 ORDINAIRE
47010045M	BOULON HM 20 X 40 ORDINAIRE	47010044M	BOULON HM 18 X 100 ORDINAIRE
47010013M	BOULON HM 10 X 20 ORDINAIRE	47010030M	BOULON HM 14 X 80 ORDINAIRE
47010038M	BOULON HM 18X 30 NOIR	47600022M	RONDELLE PLATE Ø 30



Nature	Code article	Désignation	Code article	Désignation
KUPtu	64020077M	MANCHE FILTRANTE Ø 160 X 4500	42400014M	PROFILE ROND Ø 40 EN ACIER
	44210003M	TOLE ANTI-USURE 400 HB 1000 X	40320014M	GRAPHITE EN POUDRE £ 20 M

	42030004M	PROFILE EN UPN DE 120 EN ACIER		
--	-----------	--------------------------------	--	--

### v. les pièces en rupture de stock

*Rapport-gratuit.com*   
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES





35520002M	CHIFFON DE NETTOYAGE	58010057M	BANDE TEXTILE
64020010M	MANCHE FILTRANTE Ø 145 X 5000	38100009M	DISQUE A TRONCONNER A SEC
44210002M	TOLE ANTI-USURE 400 HB 1000 X	47010113M	ECROU HM 22 ORDINAIRE
44010006M	TOLE NOIRE 1000 X 2000 X 3	48140003M	ROULEMENT A ROULEAUX CONIQUES
44210005M	TOLE ANTI-USURE 400 HB 1000 X	42500002M	PROFILE CARRE DE 25 EN ACIER
42100002M	PROFILE EN CORNIERE DE 40 EN	44010003M	TOLE NOIRE 1000 X 2000 X 10/1
42300008M	PROFILE PLAT DE 50 X 10 EN	47630006M	RONDELLE GROWER Ø 20
47010035M	BOULON HM 16 X 60 ORDINAIRE	47010116M	ECROU HM 30 ORDINAIRE
39220018M	ELECTRODE DE SOUDAGE ORDINAIR	40200002M	GRAISSE MOBIL TEMPS 78
35500003M	BOITE DE LAIT CONCENTRE DE	47030004M	BOULON HM 20 X 90 / 50
37020001M	BOUTEILLE DE GAZ OXYGENE	64020118	POUDRE FLUORESCENTE POUR
44010005M	TOLE NOIRE 1000 X 2000 X 20/1	49100007M	TRESSE CARREE GRAPHITEE DE
40230004M	HUILE SYNTHETIQUE A ENGRENAGE	45320064M	MAMELON DOUBLE Ø 3/4
37010001M	BOUTEILLE DE GAZ ACETYLENE	49020001M	KLINGERITE EN PLAQUE EPAISSEU
47010027M	BOULON HM 14 X 40 ORDINAIRE	47630012M	RONDELLE BELLE-VILLE
42100003M	PROFILE EN CORNIERE DE 50 EN	42300003M	PROFILE PLAT DE 30 X 5 EN
47600008M	RONDELLE PLATE Ø 16	45110001M	TUYAU POLYAMIDE Ø 8 X 6 LEGRI
47010126M	BOULON HM 20 X 80/50	45010002M	TUBE NOIR SOUDE TARIF 1 Ø 3/4

### Recommandation :

En vue de réduire le coût du stock et répartir les articles, il est nécessaire de déterminer la quantité optimale à commander (Q) et la durée optimale (T<sub>0</sub>) entre deux commandes successives.

Les données à collecter sont :

- S : Besoin annuel
- T : Taux par an du coût de possession du stock.
- a : Coût variable de passation d'une commande.
- Pu : Prix unitaire.

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times S \times a}{Pu \times T}} \quad \text{« Formule de Wilson »}$$

La durée optimale (T<sub>0</sub>) entre deux commandes successives est donnée par la formule :



$$T_0 = \frac{12 \times Q}{S} (\text{mois})$$

**Conclusion :**

Pour bien gérer les pièces de rechange, une continuité de ce travail s'avère très utile, elle consiste à faire une analyse basée sur des méthodes prévisionnelles afin que les équipements puissent continuer à travailler sans qu'il y ait un énorme arrêt de production.

Lorsqu'on se trouve devant un stock élevé composé de milliers d'articles, on ne peut consacrer autant d'attention à tous les articles, puisque ceux-ci ne présentent pas tous les mêmes risques.

Dans notre projet et à cause de la rareté des pièces de rechange c'est-à-dire ils se trouvent en quantité faible au stock, et de son effet néfaste sur la production et de son coût élevé on n'avait pas besoin de faire un classement, mais pour avoir une idée sur les différentes modes de défaillances de ces pièces à l'aide d'une étude AMDEC qui sera traité dans le chapitre suivant.



## Chapitre 4

# « ETUDE AMDEC ET ELABORATION D'UN PLAN MAINTENANCE »

### Introduction

Avant d'aborder notre étude, une collecte de données concernant les pièces de rechange de l'usine s'avère nécessaire.

Ce chapitre contient d'une part un justificatif du choix des pièces de rechange stratégiques et d'autre part une présentation de différents composants des équipements de l'usine en sous ensemble et pièces de rechange stratégiques, qui ressortent de la documentation technique, des fiches et des entretiens avec les agents du département mécanique.

### **I. Les Critères D'identification des pièces de rechange stratégiques**

#### **I.1. Le Prix**

Le prix constitue un critère important pour l'identification des pièces de rechange stratégiques, car on ne peut pas stocker des pièces qui sont coûteuse, ainsi au niveau de Lafarge on a 2 types d'achat :



-Achat Local : qui est effectué au niveau de Meknès parce qu'ils ne sont pas chers.

- Les Achats gérés par la DAL (Direction des Achats et Logistique) : ce sont des achats gérés spécialement par la direction des achats et Logistique au niveau de Casablanca, en raison de leurs importances stratégiques pour la société.

### I.2. Le délai d'approvisionnement.

C'est le temps pour l'obtention de la pièce demandée, pour ces pièces ils ont un délai important parce qu'ils ont une spécification au niveau de la demande.

### I.3. Temps d'intervention

Au cas d'un problème au niveau de ces pièces stratégiques ils provoquent un effet néfaste sur la production à cause de son temps d'intervention,

## II. L'identification des pièces de rechange stratégiques

### i. Partie Carrière (Concasseur Hazemag)

Usine: MKS		ETUDE DES RECHANGES STRATEGIQUES					
ATELIER	Equipement	Pièces De Rechanges Stratégiques	*	Code Article (JDE)	Prix (DH)	**	désignation
CONCASSEUR HAZEMAG	Groupe De Commande Du Rotor N°1	Coupleur Hydraulique	4mois	52410011	176.000	10 h	Coupleur Hydraulique à Huile
	Groupe de Commande Du Rotor N°2	Coupleur Hydraulique	4mois	52410011	176.000	10 h	Coupleur Hydraulique à Huile
	Rotor 1	Palier à Roulement Graisse	5mois	48800080	40.000	2 jours	SDG S4160 DBF WS92
	Rotor 1	Roulement	5mois	_____	40.000	2 jours	Roulement à Rotule Sur Rouleaux 24120CCK/W33/C3



	Rotor 2	Palier à Roulement Graisse	5mois	_____	40.000	2 jours	SDG S4160 DBF WS92
	Rotor 2	Roulement	5mois	_____	40.000	2 jours	Roulement à Rotule Sur Rouleaux 24120CCK/W33/C3

\* : délai d'approvisionnement

\*\* : temps d'intervention

### ii. Partie Liaison Carrière-usine (Transporteur curvodic)

Usine: MKS		ETUDE DES RECHANGES STRATEGIQUES					
ATELIER	Equipement	Pièces De Rechanges Stratégique	*	Code Article	Prix (DH)	**	désignation
LIAISON CARRIERE/USINE	Groupe de Commande Curvodic	Coupleur Hydraulique	6mois	_____	160.000	1j	Coupleur Hydraulique Type 420CDRP
	Groupe de Commande Curvodic	Palier	3mois	48800098	22.000	2j	Palier à Semelle Avec joint SKFSD 3152 TS / FAG SD 3152 T
	Tête Curvodic	Palier	3mois	48800099	12.000	2j	Palier à Semelle Avec joint SKF SD 3156 TS /FAG SD 3156 T
	Groupe de Commande Curvodic	Réducteur	12 mois	_____	1.000.000	2j	Réducteur type H3C560

\* : délai d'approvisionnement

\*\* : délai d'intervention



### i. Partie Broyage Cru(Broyeur Cru BC1)

Usine: MKS		ETUDE DES RECHANGES STRATEGIQUES					
ATELIER	Equipement	Pièces De Rechanges Stratégique	*	Code Article	Prix(DH)	**	Désignation
BROYEUR CRU (BC1)	Groupe De Commande BC1	Accouplement	6mois	_____	32.000	1j	Accouplement élastique type ELPEX ENG 590
	Galets	Roulement	12mois	48140134M	224.907	2j	Roulement Spécial à rouleau Coniques EHX 332298
	Séparateur	Roulement	3mois	48530005M	6.685	2j	Roulement à Rotule Sur Rouleau 29422E
	Groupe De Commande BC 1	Réducteur	12mois	_____	50.000.000	1j	Réducteur Type SP.LG30003
	Séparateur BC1	Réducteur	12mois	_____	1.500.000	1j	Réducteur Type B3 SV 5C

\* : délai d'approvisionnement

\*\* : délai d'intervention

### i. Partie Cuisson (Four 1)

Usine: MKS

ETUDE DES RECHANGES STRATEGIQUES



ATELIER	Equipement	Pièces De Rechanges Stratégique	Code Article	*	Prix (DH)	**	Désignation
Partie Cuisson (FOUR 1)	Ventilateur. EVS	Palier	48800070M	3 mois	36.298	2 j	Palier à Huile HFO 240 BF
	Ventilateur. EVS	Palier	48800071M		22. 236	2 j	Palier à Huile HFO 232 AL
	Galet D'appui Four 1	Palier	86400004M	4 mois	24. 229	2 j	COUSSINET Ø450 X 600 POUR APPUI FOUR1
	Groupe de Commande Principale	Accouplement	52360001M	6 mois	28.643	1j	Accouplement Elastique Type CARDAN LONG:1000 GWB REF. 0 587 50 02 551
	Ventilateur EVS	Accouplement	52500238M		16.494	1j	Accouplement Elastique Type RUPEX RWN 500
	Ventilateur EVS	Roulement	48120029M	4 mois	3.850	2 j	Roulement à Rotule Sur Rouleau 22232 E / W33 / C3
	Ventilateur EVS	Roulement	48120117M		8.447	2 j	Roulement à Rotule Sur Rouleau 22240 E / W33 / C3
	Pignon De Commande Four 1	Roulement	48120047M		28.696	2 j	Roulement à Rotule Sur Rouleau 23076 CC / W33 / C3
	Commande Amont Four 1	Roulement Spécial	48130070M	6 mois	50.533	2 j	Roulement à Rotule Sur Rouleau SKF 239 / 500 CA / W3
	Commande Aval Four 1	Roulement Spécial	48130023M		8.672	2 j	Roulement à Rotule Sur Rouleau 23052 CK / W33 / C3
	Réducteur de Commande four1	Réducteur	_____	6mois	4.800.000	1j	Type BOGIFLEX BFP26

### **III. Etude AMDEC des pièces de rechanges stratégiques**

#### **III.1.Introduction :**

L'AMDEC constitue un outil puissant d'optimisation de la maintenance, il a pour objectif de réduire le temps d'indisponibilité et améliorer la fiabilité des équipements, ce qui permet d'optimiser le



coût de la maintenance tout en identifiant les éléments les plus critiques et en aidant les décideurs de service maintenance à définir la politique de maintenance appropriée.

Tout au long de ce chapitre, nous allons appliquer cette méthode aux sous –systèmes stratégiques qu'on a pu identifier précédemment, ceci afin de cerner les composants critiques et élaborer un plan de maintenance optimal.

### III.2.Présentation de l'analyse AMDEC

#### i. Concepts généraux

##### ✓ Mode de défaillance

Un mode de défaillance est la manière par laquelle un dispositif peut être défaillant, c'est-à-dire à ne plus remplir sa fonction. Le mode de défaillance est toujours relatif à la fonction du dispositif. Il s'exprime toujours en termes physiques.

##### ✓ Cause de défaillance

Une cause de défaillance est l'événement initial pouvant conduire à la défaillance d'un dispositif par l'intermédiaire de son mode de défaillance. Plusieurs causes peuvent être associées à un même mode de défaillance. Une même cause peut provoquer plusieurs modes de défaillance.

##### ✓ Effet de la défaillance

L'effet d'une défaillance est, par définition, une conséquence subite par l'utilisateur. Il est associé au couple (mode-cause de défaillance) et correspond à la perception finale de la défaillance par l'utilisateur.

##### ✓ Criticité :

La criticité est une évaluation quantitative du risque, elle est le résultat du produit des trois composantes suivantes : Gravité G, fréquence F, Détectabilité D.

La cotation des trois indices F, G, D varie de 1 à 5, les tableaux suivants montrent la signification des chiffres pour chaque indice :

##### ✓ **Indice de fréquence F :**

Valeur de F	Probabilité d'apparition de la défaillance
-------------	--





1	Défaillance pratiquement inexistante sur des installations en exploitation, au plus un défaut sur une durée de vie supérieur à 1 année.
2	1 défaillance maximale par an
3	1 défaillance maximale par trimestre
4	1 défaillance par mois

✓ **Indice de gravité G :**

Valeur de G	Définition du critère
1	Défaillance mineure, ne provoquant qu'un arrêt de production inférieur à 1 minute et aucune dégradation notable du matériel.
2	Défaillance moyenne, provoquant un arrêt de production de 1 à 20 minutes et nécessitant une remise en état ou une petite réparation sur place.
3	-Défaillance important, provoquant un arrêt de production de 20 à 60 minutes ou nécessitant un changement du matériel défectueux.
4	-Défaillance grave, provoquant un arrêt de 1 à 3 heures ou impliquant des problèmes potentiels de sécurité.
5	-Défaillance très grave, interventions nécessitant des moyens coûteux. avec arrêt de production supérieure à 5 heures. Atteint la sécurité du personnel.

✓ **Indice de détection D :**

Valeur de D	Définition du critère
1	-Signe avant l'apparition de la défaillance (bruit, vibration, jeu anormal, échauffement, ... etc.)
2	-Il existe un signe avant l'apparition de la défaillance mais il y a risque que



	ce signe ne soit pas perçu par l'opérateur. la détection est exploitable.
3	-Le signe avant l'apparition de la défaillance n'est pas facilement décelable. la détection est faible
4	-Il n'existe aucun signe permettant de détecter la défaillance avant que l'effet ne se produise : il s'agit du cas sans détection.

**Tableau 1 : Grille de cotation**

**Justification :** le choix de ces niveaux a été fait en collaboration avec le responsable du service maintenance.

### **III.3. Démarche pratique**

Pour réaliser une étude AMDEC, il faut bien connaître le fonctionnement du système qui est analysé ou avoir les moyens de se procurer l'information de ceux qui la détiennent ; ainsi, cette méthode est divisée en quatre étapes :

#### **Etape 1 : initialisation**

Il s'agit de poser clairement le problème à identifier, le contenu et les limites de l'étude à mener et à réunir tous les documents nécessaires pour son bon déroulement. Les opérations importantes de cette étape sont :

- ⇒ Définition du système à étudier.
- ⇒ Définition des objectifs à atteindre.
- ⇒ Constitution du groupe de travail.
- ⇒ Etablissement du planning.
- ⇒ Mise au point des supports de l'étude : documentation relative système ; formulaire tableau AMDEC adapté à l'entreprise.

#### **Etape 2: décomposition fonctionnelle**

Cette étape permet d'identifier clairement les éléments à étudier et les fonctions à assurer et de situer ces éléments dans la structure générale du système traité, elle est considérée comme l'étape clé de la méthode AMDEC car elle permet d'arriver aux éléments responsables éventuels de la panne.

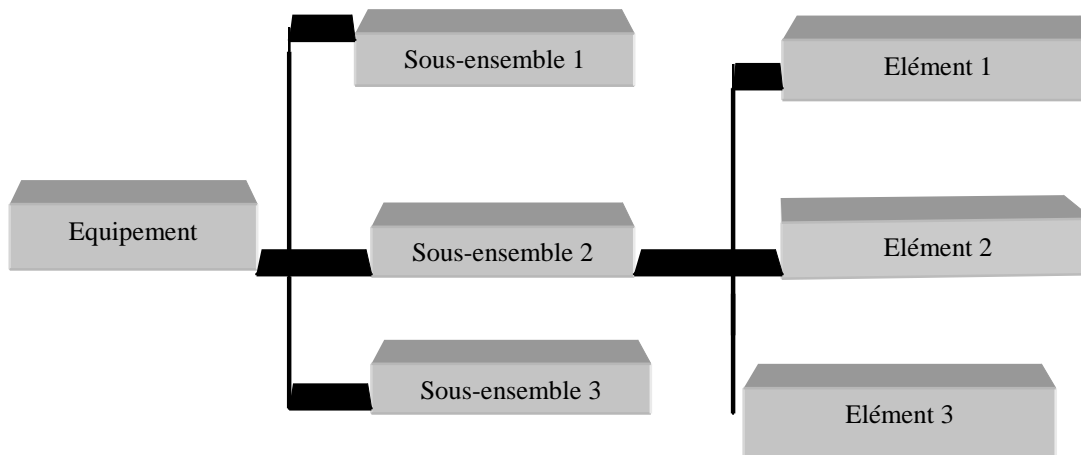


Figure Décomposition fonctionnelle

### Etape 3 : analyse AMDEC

L'analyse AMDEC proprement dite consiste à discriminer les dysfonctionnements potentiels ou déjà constatés pour tous les éléments du niveau inférieur de l'arborescence, elle permet ainsi d'identifier :

- ⇒ Les mécanismes de défaillance éventuels de chaque élément de la décomposition ;
- ⇒ Les causes probables de la défaillance ;
- ⇒ Les effets du mode de défaillance sur la machine ou sur l'utilisateur.

### Etape 4 : Synthèse

Cette étape consiste à effectuer un bilan de l'étude et à fournir les éléments permettant de définir et lancer, en toute connaissance de cause, les actions à effectuer et en même temps de proposer la politique de maintenance. Ce bilan est essentiel pour tirer vraiment parti de l'analyse.

Les trois phases de cette étape sont :

- ⇒ Hiérarchisation des défaillances.
- ⇒ Liste des points critiques.
- ⇒ Liste des recommandations.

## IV. Application de la méthode AMDEC sur nos équipements.

Pour la mise en place d'une nouvelle politique de maintenance optimale, nous allons appliquer une étude AMDEC aux sous-systèmes névralgiques que nous avons déterminés lors de l'étude effectuée auparavant.

Nous allons dévoiler la démarche suivie à travers l'exemple suivant :



### IV.1. Initialisation

Système à étudier : Concasseur HAZMEAG, Transporteur CURVODIC, Broyeur cru 1 (BC1), FOUR 1.

Groupe de travail: Cette analyse est avant tout un travail de groupe, elle demande un échange de compétence. C'est pour cette raison qu'il est indispensable avant de commencer cette étude, de constituer un groupe de travail composé de personnes pluridisciplinaires pouvant apporter les informations nécessaires à l'analyse grâce à leurs connaissances techniques et à leurs expériences.

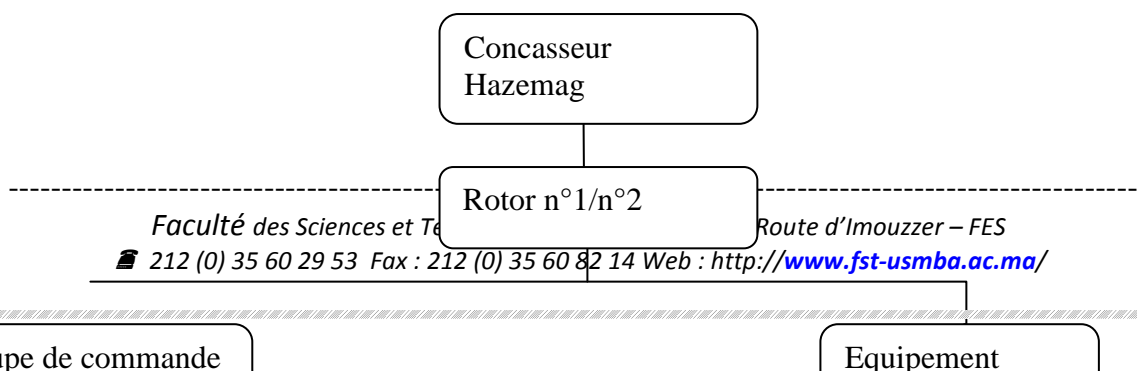
Notre groupe de travail comprend les personnes du bureau de méthodes, L'animation du groupe a été effectuée par moi-même.

### IV.2. Décomposition Fonctionnel

L'analyse fonctionnelle interne nous permet de déterminer les différents éléments assurant les différentes fonctions du système.

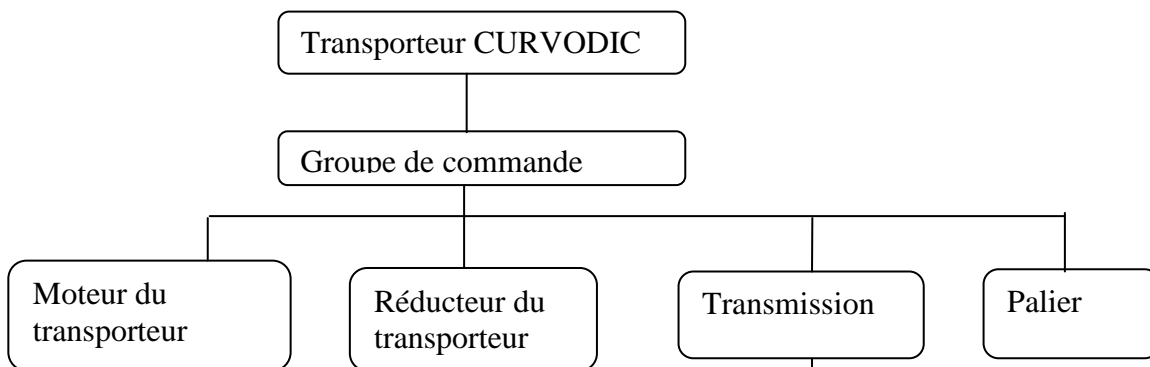
La figure ci après nous montre les différentes interactions entre les différents éléments constituant le système.

#### i. Concasseur Hazemag

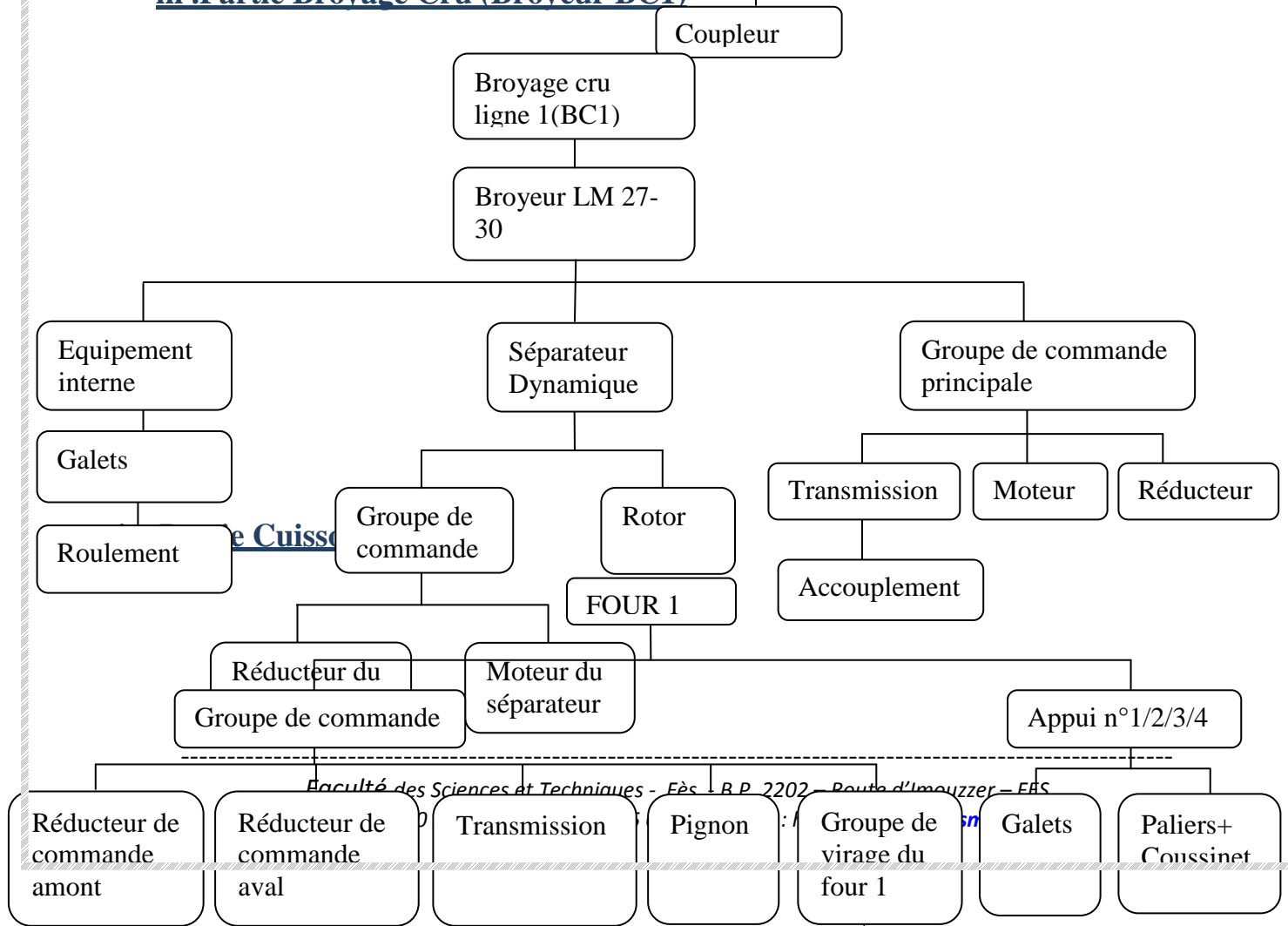




### ii. Partie Liaison carrière-usine (Transporteur Curvodic)



### iii. Partie Broyage Cru (Broyeur BC1)





Dépoussiérage Amont  
Four 1

Ventilateur EVS

### IV.3. ANALYSE AMDEC

Dans

Roulements  
+paliers

Moteur

Rotor

Transmission

es modes, les causes, et les

effets des défaillances de chaque composant, après nous avons recensé l'indice de fréquence, détectabilité et gravité correspondant en se basant sur l'expérience du groupe des pannes enregistrées.

Accouplement

#### i. Partie Carrière (Concasseur Hazemag)

##### Description et principe de fonctionnement

Le concasseur Hazemag est un concasseur birotor à marteaux d'un débit moyen de 900 Tonnes par heure, utilisant un mode de concassage appelé percussion : c'est un choc important et instantané appliqué par les marteaux. Sous l'effet de ce choc, la matière se fragmente et cette fragmentation est accentuée par la projection des barres métalliques. On conçoit que plus la vitesse des marteaux est importante, plus le concassage sera efficace; à la sortie du concasseur, on obtient une granulométrie entre 80 et 100 mm.



Figure 2: Vue globale du concasseur HAZEMAG



Le concasseur comprend les éléments suivants :

- Le bâti : en construction soudée, le bâti est composé de divers éléments assemblés par boulons. Les parois latérales supérieures sont escamotables et permettent l'extraction des rotors pour un remplacement éventuel.
- Deux rotors : les rotors constituent la partie essentielle du concasseur, les marteaux sont disposés en ligne et tournent librement autour de leurs axes.
- Deux grilles ou rampes de broyage : Les deux grilles ont une séparation radiale au-dessous des barreaux. Les segments supérieurs exposés à l'usure sont installés sur les supports de grille et sont interchangeables.
- L'enclume, en acier moulé spécial, est disposée entre les deux rotors et sert de table de frappe pour les matériaux à concasser.
- L'entraînement : Les rotors du concasseur sont entraînés par deux moteurs électriques à rotors Bobinés à bagues, par l'intermédiaire de courroies trapézoïdales.

Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leurs criticités

Systeme : Concasseur HAZEMAG.

Sous-système : Concassage.

Composante	Mode de défaillance	Cause	Effet	G	F	D	C



Coupleur	-Fuite d'huile.	-usure des joints d'étanchéité.	Arrêt du concasseur	5	1	2	10
	- Cisaillement tampon	-Mauvaise qualité.					
Rotor	-Usure des marteaux.	-Frottement avec la matière.	Arrêt du concasseur	5	2	2	20
	-Cassure des marteaux.	-Passage corps étranger.					
	-Echauffement des paliers.	-Manque de graisse.					
	-Grippage des roulements du palier.	-Fatigue.					
Transmission	-Fissure ou rupture des courroies	-Environnement. -fatigue.	Arrêt de l'installation	5	2	1	10
Equipements internes	-Usure de la rampe de broyage.	-Fatigue.	Granulométrie supérieur à la moyenne.	4	3	2	24
	-cassure des barreaux.	-passage corps étranger.					
Moteur du rotor	-Grillage du bobinage	-Déphasage. -Surcharge.	Arrêt de l'installation	5	2	1	10
	Détérioration des roulements.	-Fatigue. -Mauvais graissage					
Réducteur du rotor	-Cassure ou usure des engrenages.	-Fatigue.	Arrêt de l'installation	5	2	2	20
Paliers	-Grippage des roulements. -Echauffement des roulements.	-Mauvaise ou manque de graissage. -désalignement	Détérioration du roulement	4	2	2	16





Organes	criticités	Cumulé	Pourcentage cumulé
Equipements internes	24	21.81	21.81
Rotor	20	18.18	39.99
Réducteur	20	18.18	58.17
Palier	16	14.54	72.71
Coupleur	10	9.09	81.8
Transmission	10	9.09	90.89
Moteur	10	9.09	100
<b>Somme</b>	<b>110</b>		

❖ Classification des organes selon leurs criticités

ii. Partie Liaison carrière-usine (Transporteur Curvoduc)

Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leurs criticités

Système : Concasseur HAZEMAG

Sous-système : Transporteur Curvoduc

composante	Mode de défaillance	cause	Effet				
				G	F	D	C
Bande métallique	-Rupture de la jonction. -Déchirure de la bande.	-Fatigue.	Arrêt total	4	3	1	12
Moteur du Curvoduc.	- Grillage des bobinages. - Détérioration des roulements.	Coincement ou blocage du rotor. -Déphasage. -Manque ou excès de graisse.	Arrêt de l'installation.	5	2	1	10
Organes de roulement.	- Détérioration des roulements.	-Manque ou excès de graisse.	Déchirure sur la bande.	5	2	2	20
Réducteur du Curvoduc.	-Cassure ou usure des engrenages.	-Fatigue.	Arrêt de l'installation.	5	3	1	15
	- Grippage des roulements.	-Manque de graissage.					
Tambour de commande	-Cassure de l'arbre du tambour.	-Fatigue.	Arrêt de l'installation.	4	2	2	16
	-Grippage des roulements du palier	-Manque de graissage.					
Température paliers du réducteur.	-Sonde non opérationnelle	- Coup de circuit.	-pas d'indicateur de la température -échauffement	5	3	1	15



Organes	criticités	Cumulé	Pourcentage cumulé
Organes de roulement	20	20	20
Tambour de commande	16	16	36
Palier	15	15	51
Réducteur	15	15	66
Bande métallique	12	12	78
Température bobinage du moteur.	12	12	90
Moteur du Curvodic.	10	10	100
<b>Somme</b>	<b>100</b>		

Température bobinage du moteur.	-Sonde non opérationnelle	- Coup de circuit.	-pas d'indicateur de la température -échauffement	4	3	1	12
---------------------------------	---------------------------	--------------------	---	---	---	---	----

❖ Classification des organes selon leurs criticités

iii .Partie Broyage Cru (Broyeur BC1)

Description et principe de fonctionnement

Après le dosage de la matière première (calcaire) et la matière de correction (schiste), ils sont jetés dans un transporteur d'alimentation qui a pour rôle d'alimenter le triple clapet en passant par deux unités principale :

-L'une c'est le séparateur magnétique qui sert à absorber les éléments ferromagnétique et à les jeter dans une chaîne de transmission indépendante de la chaîne d'alimentation tout ça pour éviter tout problème de détérioration ou d'usure qui peut se passer à l'intérieure de la chambre de broyage.

-Deuxième éléments c'est le détecteur de métaux qui joue le rôle d'un déclencheur (arrêt) de la chaîne d'alimentation dans le cas de dysfonctionnement de séparateur.

• Le triple clapet a pour but d'empêcher la pénétration d'air dans la chambre de broyage qui travail en dépression.



• L'opération de broyage s'effectue entre la piste entraînée par le réducteur vertical qui tourne à une vitesse constante et les trois galets qui tournent autour d'un axe horizontal et qui est soumis à une pression de travail délivrée par une installation hydraulique.

• Le déplacement des galets du broyeur est assuré par un balancier qui relié à un vérin hydraulique qui gère le fonctionnement de ces galets qui sont liés aux accumulateurs hydraulique qui ont pour but principale d'amortir le choc.

En cour de la phase de broyage un séparateur existe au dessous de la piste qui crée une turbulence dans la chambre, afin qu'un ventilateur aspire seulement la matière fine qu'est envoyé vers les électro-filtres et les grosse retournent à la piste pour y subir un broyage.

Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leurs criticités

Système : brayage

Sous-système : Broyeur Cru(BC1)

composante	Mode de défaillance	cause	Effet	G	F	D	C
-Galets	-Usure. -Fuite d'huile. -Cisaillement des boulons de fixation	-Influence de la matière -Usure de joint à lèvres	-Dégradation du Finesse -Détérioration du roulement	5	2	1	10
-Réducteur	-Grippage des roulements	-Mauvais graissage. -Fatigue.	-Arrêt du système	5	2	2	20
	-Cassure des dentures des pignons. -Ecaillage des dentures.	-Mauvais lubrification. -Huile polluée.					
-Accouplement	-Usure du bandage. -Cisaillement de gaugent de fixation	-Usure du bandage. -Cisaillement de gaugent de fixation	-Arrêt de l'équipement.	5	3	1	15
-Séparateur dynamique	-Mauvais réglage. -usure -colmatage	-Collaboration entre opérateurs.  -Degré de respect des réclamations de service procédé	-Dégradation de la finesse -augmentation de la consommation électrique	5	2	2	20
-Moteurs	-Cramage du stator	-Surcharge	- Arrêt du moteur,	5	2	2	20

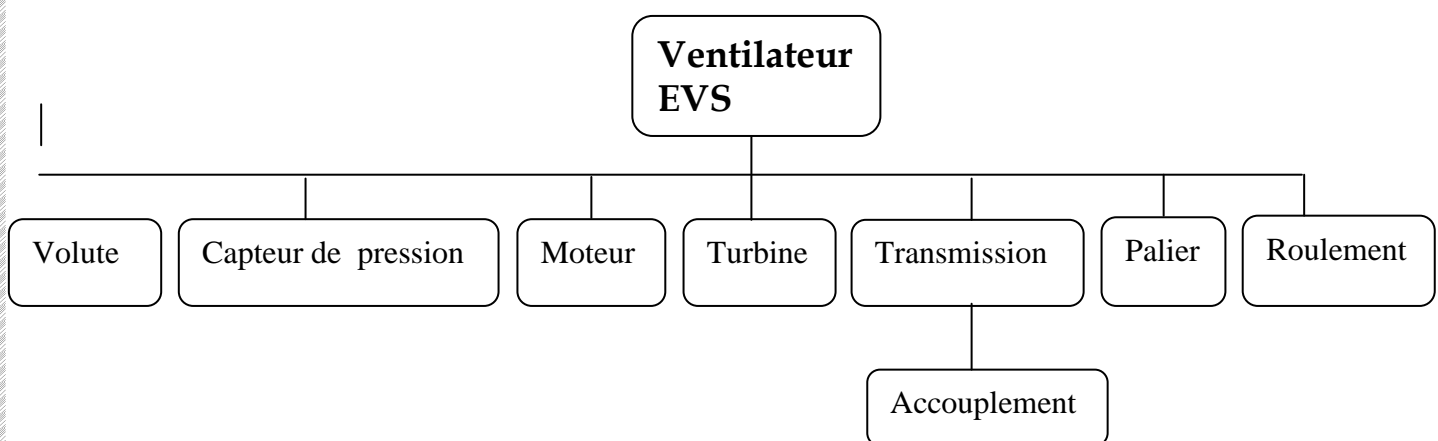


Organes	criticités	Cumulé	Pourcentage cumulé
-Moteurs électrique	20	23.52	23.52
-Séparateur dynamique	20	23.52	47.04
-Réducteur	20	23.52	70.56
-Accouplement	15	17.64	88.2
-Galets	10	11.76	100
<b>Somme</b>	<b>85</b>		

électrique	-Echauffement du rotor	-Mauvais graissage.	et par suite de l'équipement -Grillage des Bobinages				
	-Grippage des roulements.	-Fatigue					

❖ Classification des organes selon leurs criticités

**iv. Partie Cuisson (Four 1)**



Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leurs criticités

Système : FOUR 1

Sous-système : Ventilateur EVS

Composante	Mode de défaillance	cause	Effet	G	F	D	C
------------	---------------------	-------	-------	---	---	---	---



Volute	-Détérioration de la volute	-Usure, fissure	-Arrêt du ventilateur	5	2	1	10
Transmission	-Destruction de l'accouplement	-Lubrification -Désalignement	-Arrêt du ventilateur	5	2	1	10
Turbine	-Détérioration de la turbine	-Usure, fissure	-Arrêt du ventilateur	5	1	1	5
	-Surchauffe des paliers de la turbine	-Dilatation -Lubrification					
Palier	-Destruction des paliers de ventilateur	-lubrification	-Arrêt du ventilateur	5	2	2	20
Moteur	-Destruction des paliers du moteur	Lubrification Usure Désalignement	-Arrêt du ventilateur	5	1	1	5
Roulement	-échauffement	-excès de graisse	-Arrêt du ventilateur	4	2	2	16
Rotor	-cassure de l'arbre	-Cisaillement de l'arbre -Déformation de l'arbre	-Arrêt du ventilateur	5	1	2	10

❖ Classification des organes selon leurs criticités



Organes	criticités	Cumulé	Pourcentage cumulé
-Palier	20	26.31	26.31
-Roulement	16	21.05	47.36
- Rotor	10	13.15	60.51
-Accouplement	10	13.15	73.66
- Volute	10	13.15	86.81
-Turbine	5	6.57	93.38
-Moteur	5	6.57	100
<b>Somme</b>	<b>76</b>		

## **V. Élaboration du plan de maintenance :**

Le plan de maintenance est établi une fois l'étude AMDEC des équipements névralgiques est achevée dans une phase d'analyse et de conception de la maintenance à effectuer sur les composants critiques.

### **V.1. Objectifs du plan maintenance**

Le plan de maintenance rentre totalement dans une démarche de préparation et constitue souvent le cœur du dossier de préparation. Le plan de maintenance d'un bien doit permettre l'organisation de la maintenance du bien et concourir à sa réalisation.

L'établissement du plan de maintenance permet d'obtenir les objectifs suivants :

- ↪ Optimiser le coût des interventions mécaniques.
- ↪ Garantir une continuité de service.
- ↪ Garantir un niveau de disponibilité connu à un coût global maîtrisé.
- ↪ Maintenir une qualité de service contractuelle.
- ↪ Prévenir les risques.

### **i. Plan d'action 1 des sous ensemble stratégiques :**

-Equiper de sous ensemble de rechange pour équipement stratégiques tels que :



\*moteur électrique équipé de son coupleur hydraulique pour transporteur curvodoc qui va nous donner des gains escomptés :

- Temps d'intervention optimisé : on a un gain de 60% du temps par rapport à l'autre cas lorsque la pièce est séparée.
- Suppression du risque de casse du coupleur pendant la phase d'extraction du moteur.
- Gain énorme en cas d'anomalie sur le coupleur hydraulique (10 heures environ pour le réviser)

\*moteur ventilateur équipé par le moyen d'accouplement :

- Gain sur le temps d'intervention surtout en cas de moteur de rechange dont les bouts d'arbre sont différents.

\* prévoir les faux -châssis (châssis) d'adaptation en cas de moteur dont la hauteur d'arbre est différent.

## **ii. Plan maintenance des sous ensemble stratégiques :**

### **❖ moteur électrique :**

Pour qu'un moteur électrique fonctionne dans les bonnes conditions de service, il ne faut pas que sa température d'échauffement atteigne 90°C, donc le visiteur électrique doit contrôler :

- ✓ la ventilation du moteur et mesurer sa température pendant une périodicité de 30 jours et une fois qu'elle dépasse 80°C, il faut la déclarer comme anomalie.
- ✓ Le deuxième paramètre à contrôler, est le bruit :(<20db = bon état, entre 20 et 35db = alarme, >35db = défaut)
- ✓ Vérifier la fixation du câble de mise à la terre et Contrôler l'état du câble d'alimentation pour une durée de 30 jours.

### **❖ Les accouplements :**

Comme on sait tous que les accouplements sont des dispositifs qui permettent de transmettre la puissance et pour ne pas avoir ni perte ni augmentation de consommation de l'énergie, il faut qu'il



fonctionne dans les bonnes conditions de service ce qui impose de les contrôler d'une manière permanente.

Donc il faut :

- ✓ Contrôler l'usure des tampons en caoutchouc de l'accouplement pour une période de 90 jours par un visiteur mécanique.
- ✓ Contrôler l'alignement des accouplements pour une période de 90 jours
- ✓ Ouvrir le carter de l'accouplement : Contrôler état des ressorts et les remplacer si nécessaire pour une période de 180 jours.

Parmi les défauts qu'on cherche à corriger sur les accouplements, sont les défauts d'alignements et qui sont indiqués par les signes suivants :

- ✓ Une oscillation des arbres
- ✓ Des vibrations excessives
- ✓ Les bruits inhabituels

La détection des défauts se fait par différentes méthodes :

- Des dispositifs qui contiennent un émetteur-récepteur laser.
- L'usage d'une réglette.

#### ❖ Les roulements

Les roulements sont des éléments de machines qui assurent le bon guidage en rotation et c'est pour cette raison qu'il est nécessaire d'effectuer un examen périodique qui vise :

- ✓ Contrôler état et bruit anormal sur les organes de roulement pour une période de 30 jours par un visiteur mécanicien.

Si le roulement émet un léger ronronnement doux et régulier, on peut dire qu'il fonctionne en bon état, par contre :

- Un crissement révèle une mauvaise lubrification
- Un bruit intermittent indique une détérioration d'un élément roulant.

Ces bruits peuvent être détectés par un technicien expérimenté ou bien en utilisant un stéthoscope électronique.

#### ❖ Les Coupleurs

Pour les coupleurs il faut :





- ✓ -Contrôler fuite d'huile sur coupleurs pour une période de 30 jours par un visiteur mécanique.
- ✓ -Contrôler état du coupleur pour une période de 180 jours

#### ❖ Les Marteaux

Pour les marteaux il faut :

- ✓ -Contrôler et relever les vibrations pendant une durée de 30 jours
- ✓ - Examiner et relever l'usure des marteaux, et le comparer au seuil critique d'usure pour une durée de 30 jours
- ✓ -Vérifier la fixation des marteaux, des axes, des plaques de broyage, de l'enclume pour une durée de 360 jours

#### ❖ Les Réducteurs

Pour une période de 15 jours il faut

- ✓ Contrôler température, vibration, bruit anormal des réducteurs.
- ✓ Contrôler fuite d'huile sur réducteurs.
- ✓ Contrôler manuellement la circulation d'huile de lubrification des engrenages et des roulements.
- ✓ Contrôler état de l'engrenage des réducteurs pour une période de 360 jours.

#### ❖ Les Paliers

Pour les paliers il faut :

- ✓ Contrôler température, vibration, fixation, bruit anormal des paliers pour une période de 15 jours.
- ✓ Contrôler fixation des paliers et Relever le jeu des roulements des paliers pour une durée de 360 jours.

## **VI. Les modes de stockage des articles stratégiques :**

### **VI.1. Précautions de stockage du motoréducteur :**



- Il est nécessaire que les motoréducteurs soient livrés emballés sans huile pour un état de conservation de 18 mois de stockage, au-delà cette durée, il est nécessaire de faire une vérification de l'état intérieur pour déceler d'éventuelles traces de rouille.
- Conserver les motoréducteurs à une température de  $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  à l'abri de poussière de vibration dans un endroit sec et sombre, humidité maxi 65%.
- Les entraînements doivent être ouverts et entreposés dans des pièces sèches sans grande variation de température dans leur position normale de fonctionnement et sur des madriers.
- Le lieu d'entreposage doit être protégé des vibrations (secousses) car cela endommagerait les roulements.
- Il est interdit de mettre des entraînements les uns sur les autres.
- L'intérieur des réducteurs est enduit d'un produit de conservation, les bouts d'arbres et les surfaces des brides qui dépassent recevant une peinture de protection.
- N'abîmez pas la peinture.
- Les dommages mécaniques (rayures), chimiques (acides, lessives alcalines) ou thermiques (étincelles, perles de soudure, chaleur) provoquent la corrosion et la destruction de la protection extérieure.

## Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons commencé par une étude AMDEC appliquée à l'ensemble des sous-systèmes névralgiques, ce qui nous a permis d'apercevoir les composants critiques pour lesquels on a établi un plan de maintenance réalisable et rentable économiquement.



## Conclusion générale

Le travail qui nous a été proposé vise à aider la maintenance des installations stratégiques. Il a été mené sur cinq volets :

- L'étude statistique de la consommation des pièces de rechange, de l'usine de Meknès durant quatorze mois pour déterminer les équipements névralgiques au niveau de la consommation.
- Analyse ABC croisé entre la consommation des pièces de rechange et stock de ces pièces.
- Identification des pièces de rechange stratégiques et décomposition des équipements en sous-ensembles et pièces de rechange.
- Analyse de mode de défaillances et leur effet et leur criticité.
- Conclusion et Perspectives.

Nous avons effectué une analyse de consommation de pièces de rechange, de différents équipements stratégiques, afin de donner un plan qui va contribuer à l'amélioration de la consommation. En suite nous avons étudié l'état de stock de l'usine, à l'aide de l'analyse ABC croisée, pour dégager les différents types de stock afin d'améliorer et d'optimiser le stock.

Ainsi on a identifié les pièces critiques au niveau de leur effet néfaste sur la production, pour l'analyse des modes de défaillance, leurs effets et leurs criticités sur l'atelier ou sur l'équipement. qui vont nous aider à proposer des actions d'amélioration et de planification au niveau de la maintenance des équipements stratégiques.

- Par l'élaboration d'un plan maintenance qui va répondre à ces exigences et va contribuer à l'amélioration et le suivi des états de ces pièces stratégiques, et aux équipements stratégiques de l'usine de Meknès.

Nous arrivons au terme de notre travail, nous avons ainsi répondu à clore le cahier de charge.

D'autres améliorations pourront lui être apportées dans le futur. et à titre de recommandation, une continuité de ce travail peut être orientée vers les points suivants :

- L'élaboration des gammes opératoires d'intervention mécaniques pour ces pièces stratégiques dont l'objectif la maîtrise des savoirs faire et la diminution du temps d'occupation des équipements à maintenir, par conséquent, une réduction très importante des coûts de travaux de maintenance.
- L'élaboration d'une application informatique spécifique à ces pièces de rechange stratégiques qui a pour objectif de suivre l'évolution de consommations et de stocks des pièces de rechange stratégiques,



## BIBLIOGRAPHIE

**Référence [1]** : Professeur Jalil Abouchita, « cours de gestion du stock »,  
Département Génie Mécanique, FST Fès

**Référence [2]** : Jean-Pierre VERNIER « Fonction maintenance » ;  
Techniques d'ingénieurs

**Référence [3]** : F. MONCHY « La formation maintenance : formation à la gestion de  
la maintenance industrielle ».Collection technologie 1978.

**Référence [4]** :M.K STARR et D.M.MILLER « la gestion des stocks : théorie et  
pratique » Dunod Paris 1996.

**Référence [5]** : J.FAUCHER « Pratique de l'AMDEC » ; Dunod Paris 1998.

## WEBOGRAPHIE

[http /fr.wikipedia.org](http://fr.wikipedia.org)

[http /www.lafarge .ma](http://www.lafarge.ma)



# Annexes

## I-AMDEC Complet du concasseur HAZEMAG

Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leurs criticités							
Système : Concasseur HAZEMAG.							
Sous-système : Concassage.							
Composante	Mode de défaillance	Cause	Effet	G	F	D	C
Coupleur	-Fuite d'huile.	-usure des joints d'étanchéité.	Arrêt du concasseur	5	1	2	10
	- Cisaillement tampon	-Mauvaise qualité.					
Rotor	-Usure des marteaux.	-Frottement avec la matière.	Arrêt du concasseur	5	2	2	20
	-Cassure des marteaux.	Passage corps étranger.					
	-Echauffement des paliers.	Manque de graisse.					
	-Grippage des roulements du palier.	Fatigue.					
Transmission	-Fissure ou rupture des courroies	-Environnement. -fatigue.	Arrêt de l'installation	5	2	1	10
Equipements internes	-Usure de la rampe de broyage.	-Fatigue.	Granulométrie supérieur à la moyenne.	4	3	2	24
	-cassure des barreaux.	-passage corps étranger.					
Moteur du rotor	Grillage du bobinage	-Déphasage. -Surcharge.	Arrêt de l'installation	5	2	1	10
	Détérioration des roulements.	-Fatigue. -Mauvais graissage					
Réducteur du rotor	-Cassure ou usure des engrenages.	-Fatigue.	Arrêt de l'installation	5	2	2	20
Paliers	Grippage des roulements. Echauffement des roulements.	Mauvaise ou manque de graissage. désalignement	Détérioration du roulement	4	2	2	16
Capteur de température	-Défaillance de la sonde.	Coupure des câbles.	Mauvais asservissement	4	3	2	24



Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leurs criticités

Système : Concasseur HAZEMAG

Sous-système : CRIBLE ATMOS

composante	Mode de défaillance	cause	Effet	G	F	D	C
Arbres de déplacement de la matière.	-Coincement de l'arbre.	-Rupture de la chaîne de commande.	Arrêt total	5	2	3	30
	Cisaillement des boulons de fixation du palier.	Desserrage.					
	Cassure des arbres.	-Fatigue. -Coincement.					
Groupe de commande	-Rupture des courroies.	-Fatigue.	Arrêt total	4	3	1	12
Coupleur	- Fuite d'huile.	-Fatigue.	Mauvaise transmission	5	2	2	20
Moteur du crible	- Grillage des bobinages.	-Déphasage. -Surcharge.	Arrêt de l'installation.	5	2	1	10
	-Détérioration des roulements	-Fatigue.					
Réducteur du crible	- Cassure ou usure des engrenages.	-Fatigue.	Arrêt total.	5	2	2	20
	-Détérioration des roulements.	-Manque de graissage - Fatigue.					
Trémie	-Usure des tôles de blindage.	-Contact avec la matière.	Usure progressive.	3	3	1	9
Accouplement	-Cisaillement du ressort.	Mauvaise alignement	Arrêt total	4	3	2	24

Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leurs criticités

Système : Concasseur HAZEMAG

Sous-système : Transporteur Curvodic

composante	Mode de défaillance	cause	Effet	G	F	D	C
Bande métallique	-Rupture de la jonction.	-Fatigue.	Arrêt total	4	3	1	12
	-Déchirure de la bande.						



Condensateur	-Défaillance de la batterie. -Défaillance des contacteurs. -Sous-tension ou sur tension	-Fatigue.  -coup de circuit.	Perte d'énergie.	3	3	1	9
Goulotte de jetée.	-Usure des tôles de blindages -Bourrage au niveau de la goulotte.	-Contact avec la matière.	Fuite de la matière.	4	2	1	8
Moteur du Curvodic.	- Grillage des bobinages.	Coincement ou blocage du rotor. -Déphasage.	Arrêt de l'installation.	5	2	1	10
	- Détérioration des roulements.	-Manque ou excès de graisse.					
Organes de roulement.	-Détérioration des roulements.	-Manque ou excès de graisse.	Déchirure sur la bande.	5	2	2	20
Réducteur du Curvodic.	-Cassure ou usure des engrenages	-Fatigue.	Arrêt de l'installation.	5	3	1	15
	Grippage des roulements.	-Manque de graissage.					
Tambour de commande	-Cassure de l'arbre du tambour.	-Fatigue.	Arrêt de l'installation.	4	2	2	16
	-Grippage des roulements du palier	-Fatigue. -Mauvais graissage.					
Tambours d'inversion de la bande.	-Grippage des roulements du palier.	-Fatigue. -Mauvais graissage	Arrêt de l'installation.	4	2	2	16
Température paliers du réducteur.	-Sonde non opérationnelle	- Coup de circuit.	-pas d'indicateur de la température -échauffement	5	3	1	15
Température bobinage du moteur.	-Sonde non opérationnelle	- Coup de circuit.	-pas d'indicateur de la température -échauffement	4	3	1	12

**II-AMDEC Complet du broyeur (BC1)**

Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leurs criticités

Système : Broyage Cru.

Sous-système : Broyeur.



	Composante	Mode de défaillance	Cause	Effet	F	G	D	C
Partie Mécanique	-Bâti	-Usure du blindage	-Frottement avec la matière	Détérioration Dégradation du bâti	1	4	2	8
		-Cassure et usure des boulons de fixation	-La fatigue					
	-Réducteur	-Grippage des roulements	-Fatigue	-Arrêt du système	2	5	2	20
		-Cassure des dentures des pignons.	-Mauvais lubrification. -Huile polluée.					
	-Accouplement	-Usure du bandage. -Cisaillement de gaugent de fixation	-Mauvaise alignement.	Arrêt de l'équipement.	3	5	1	15
-Galets	-Usure -Fuite d'huile -cisaillement boulons de fixation	-Influence de la matière	-Dégradation du Finesse -Détérioration du roulement	2	5	1	10	
Partie Procédé	-Transporteur d'alimentation	-Mauvais réglage -Défaut réponse de marche -choix mal des paramètres de marche -Absence de l'esprit d'optimisation -Relation sociale entre les opérateurs	-Changement de l'opérateur par ^poste -conscience de l'opérateur -moral de l'opérateur -Collaboration entre opérateurs -Degré de respect des réclamations de service procédé.	-arrêt tapis d'alimentation broyeur -chute de débit	2	4	3	24
	-Séparateur dynamique			-Dégradation de la finesse -augmentation de la consommation électrique	2	5	2	20
	Ventilateur			-Chute de débit -Augmentation de la consommation électrique	3	4	2	24
Partie	-Pompe de lubrification	-Faible débit	-l'usure abrasive des engrenages	-Arrêt du broyeur	2	3	2	12





	-Filtre	-Colmatage	-Saleté -Dépôt de débris	-Contamination d'huile	3	3	2	18
	-Réfrigérant	-Bouchage	-Présence d'un film de tartre sur la surface d'échange	-Augmentation de la température	3	3	1	9
	-Huile	-Contamination	-Durée d'utilisation -Qualité de l'huile	-Mauvais lubrification -Arrêts du broyeur	3	3	2	18
Partie Hydraulique	Pompe hydraulique	-Fuite d'huile -Faible débit -Usure des coussinets	-Cavitation -Marche à vide	Arrêt du broyeur	2	4	2	16
	Limiteurs de pression	Détérioration	-Huile à haute pression -Huile polluée	Pression instable	1	5	3	15
	Vérin	-Déformation de la tige -Détérioration des joints	-Grand effort -Usure -Qualité de l'huile	-Variation de la vitesse -Mauvais rendement	2	5	2	20
	Accumulateur à piston	-Détérioration du joint piston	-Usure -Impureté -fatigue	-Fluctuation de la pression	2	4	1	8
	Flexible	-Déchirure -Eclatement	-Haute pression -Durée de vie	-Fuite d'huile	2	4	2	16
	Distributeur	-Grillage de la bobine	-Court circuit -Huile contaminée	Arrêt du broyeur				
Partie électrique	Armoire électrique	-Déclenchement des relais thermique	surtension	Arrêt du broyeur	3	4	2	24



Moteurs électrique	-Cramage du stator -Echauffement du rotor -Grippage des roulements	-Surcharge. -Mauvais graissage. -Fatigue.	-Arrêt du moteur, et par suite de l'équipement -Grillage des Bobinages du moteur	2	5	1	10
--------------------	--	---	---	---	---	---	----

III Images au niveau de la partie carrière



Figure 1 : Convoyeur sortie concasseur.  
Carrière HAZEMAG



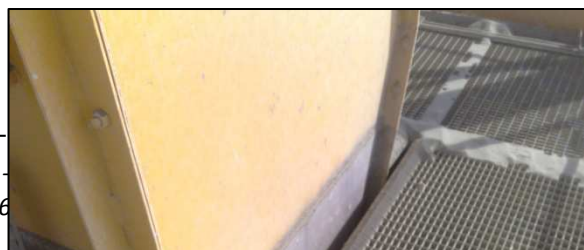
Figure 2 : Convoyeur de mise en vitesse.  
Carrière HAZEMAG



Figure 3 : Goulotte de jetée du convoyeur sortie concasseur. (Vue 1)  
Carrière HAZEMAG



Figure 4 : Goulotte de jetée du convoyeur sortie concasseur. (Vue 2)  
Carrière HAZEMAG





Université Sidi Mohammed Ben Abdellah - Fès  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES



*Rapport-gratuit.com*   
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES