Université Moulay Ismail

Ecole Nationale Supérieure

d'Arts & Métiers

Meknès

Rapport du stage

Sujet ***: Amélioration de la marche du tapis pivotant.***

Préparé par ***: Abdelhak RAJI.***

Encadré par ***: M. Mustapha AATFLAH.***

Durée du stage : de 01/08/2002 au 31/08/2002.

Effectué au sein de CIMENTS DU MAROC.

Sommaire

CHAPITRE : PRESENTATION DE L'ORGANISME DE L'ACCUEIL

I. INTRODUCTION……..…..P.5
II. HISTORIQUE……..P.5
III. PRODUITS FABREQUES……..P.7
1. Types de ciments produits…….P.7
2. Normalisation…….P.7
IV. PROCEDE DE FABRICATION……P.8

CHAPITRE : PRESENTATION DU DEPARTEMENT MAINTENANCE

I. DESCREPTION DU SERVICE MAINTENANCE…….....P.10
1. Les postes subordonnés du département maintenance……..P.11
2. Les moyens mis à disposition des responsables de maintenance……..P.12
II. ORGANISATION ET GESTION DE LA MAINTENANCE……P.13
1. Généralité sur la maintenance……...P.13
2. Gestion de la maintenance assistée par ordinateur……P.14

CHAPITRE III : PRESENTATION DU SUJET

I. DESCREPTION DE LA LIGNE DE CUISSON……..……P.16
1. Constitution de la ligne de cuisson……..P.16
a- Alimentation farine……...P.16
b- Granulation……..….P.16
c- Grille LEPOL……...P.17
2. Mode de fonctionnement de la ligne……..….P.17
II. ETUDE DU TRANSPORTEUR PIVOTANT……..P.18
1. Introduction……...…..P.18
2. Etude des défaillances du transporteur pivotant…….….P.18
3. Les améliorations proposées……...P.22

CONCLUSION…….……..P.24
ANNEXE……...….P.25

CHAPITRE I

Présentation de l'organisme d'accueil

Ce chapitre comportera une présentation de la société et du procédé de fabrication du ciment

I. INTRODUCTION

La cimenterie d'Agadir est située à 7 km de la ville d'Agadir sur la route principale d'Essaouira. Filiale du groupe CIMENTS FRANÇAIS, qui avec son actionnaire principal ITALCEMENTI, est le premier cimentier de l'union Européen et l'un des leaders mondiaux dans les matériaux de construction, la cimenterie d'Agadir bénéficie ainsi de la longue expérience industrielle d'un opérateur international. Elle dispose également de l'appui local de ses actionnaires nationaux dont, notamment, la BNDE et la SNI. C'est en 1992, qu'on lui a attribué le nom de CIMENTS DU MAROC après sa fusion avec la société de Cimasfi.

II. HISTORIQUE

Fondée par les Ciments Français en 1951, les Ciments d'Agadir a démarré son activité en 1952 pour répondre aux besoins croissants de la région Sud.

Depuis le séisme en 1960, qui a ravagé toute la ville d'Agadir et ses environs, la cimenterie a pu apporter sa contribution afin de reconstruire la ville. De même sa participation active est arrivée jusqu'à la réalisation des grands projets au niveau national dans le sud du royaume.

Et suite à l'effort du développement important dû au dynamisme propre de la région et aux programmes d'infrastructures réalisés par l'Etat, la Cimenterie d'Agadir a connu une expansion continue et une évolution importante qui se traduisent comme suit:

- **1968-70** : La mise en œuvre d'un nouveau broyeur à ciment, l'installation d'un four vertical et l'homologation des ajouts dans le ciment, ont permis de porter la capacité de production à prés de 150 000 tonnes par an.
- **1972-73** : Création d'une ligne complète de fabrication de Clinker avec concasseur broyeur à cru et four n°2 portant la capacité totale de l'usine à 350 mille tonnes de ciments par an.
- **1975-76** : Modification sur le four n°1 et mise en service d'un quatrième broyeur à ciment qui porte la capacité de production à 450 000 tonnes par an.
- **1979-80** : Doublement de l'atelier d'expédition et mise en service d'un cinquième broyeur à ciment.

➢ **1983-85** : • Conversion de la chauffe des fours du fuel au charbon, extension des capacités de concassage et d'ensachage et construction d'un poste de 60KV et d'une ligne de transport haute tension de 25 Km de long.

- Construction d'une nouvelle cité d'habitation pour le personnel.

➢ **1985-86** : Construction et mise en service d'un troisième Four portant la capacité de cuisson de Clinker à 1.000.000 tonnes de ciment par an.

➢ **1988** : Réalisation d'un programme d'économie d'énergie et de protection de l'environnement comprenant la modification des installations du broyeur à cru et la construction pour les matières premières d'un hall de stockage couvert avec adjonction d'équipements d'homogénéisation en continu.

➢ **1989-90** : En 1989 la société a réalisé une première centrale à béton et a lancé l'ouverture de deux carrières d'agrégats et un programme extension de capacité de la production à 1.150.000 tonnes de ciment par an et renforcement de la protection de l'environnement comprenant :

∗ La constitution d'un nouvel atelier de broyage du cru,

∗ L'augmentation des débits des broyeurs à ciment,

∗ L'extension des capacités de stockage et de livraison,

∗ La réalisation d'un stockage de Clinker en trois silos de 35.000 tonnes,

∗ La reprise automatique des ajouts.

➢ **1998-99** : Augmentation de la capacité de broyage à ciments en installant un broyeur à ciments de 75 tonnes/Heures, ainsi qu'une extension d'une nouvelle ensacheuse de 100 à 120 tonnes /h.

Par ailleurs, chacune de ces étapes d'investissement s'est accompagnée d'un effort d'adaptation et de modernisation en matière de contrôle qualité et d'informatique de procédés permettant une amélioration de la fiabilité de l'outil de production.

Afin de poursuivre sa croissance, la société « Ciments du Maroc » a entrepris une diversification de ses activités dans des créneaux ayant des affinités avec le ciment.

A cet effet, elle a crée une filiale TECICO qui permettra un redéploiement de ses activités dans le domaine des matériaux de construction aussi bien en amont qu'en aval du ciment béton prêt à l'emploie, produits en béton, sables et agrégats.

III. PRODUITS FABRIQUES

1. Types de ciment produits:

L'usine d'Agadir assure la production de plusieurs types de ciment pour répondre à la demande croissante de la région.

Le tableau suivant récapitule la composition et l'utilisation du ciment par la société :

Nom	Catégorie	Composition	Utilisation
Ciment Portland Composé 45	**CPJ 45**	- 70% clinker - Pouzzolane - 4% de Gypse	Ciment du premier choix, utilisé pour la réalisation des travaux en béton armée de bâtiment et les travaux de grande masse.
Ciment Portland Composé 35	**CPJ 35**	- 65% de clinker - Le cendre, la pouzzolane et le filler. - Adjonction du Gypse nécessaire pour régulariser la prise.	Les bétons armés faiblement sollicités et tous les travaux de maçonnerie.

Tableau des Types de ciment produits par la société

2. Normalisation:

La cimenterie d'Agadir possède depuis toujours une gamme de produits répondant à des critères de qualité très stricts, certifiés conformes à la norme marocaine NM 10.1.004 depuis la mise en place de cette certification.

La cimenterie d'Agadir a été certifiée ISO 9002 par l'AFAQ en Juin 1999 et elle est engagée dans une politique d'assurance qualité exigeante et un management environnemental et elle a été certifiée dernièrement ISO 14001.

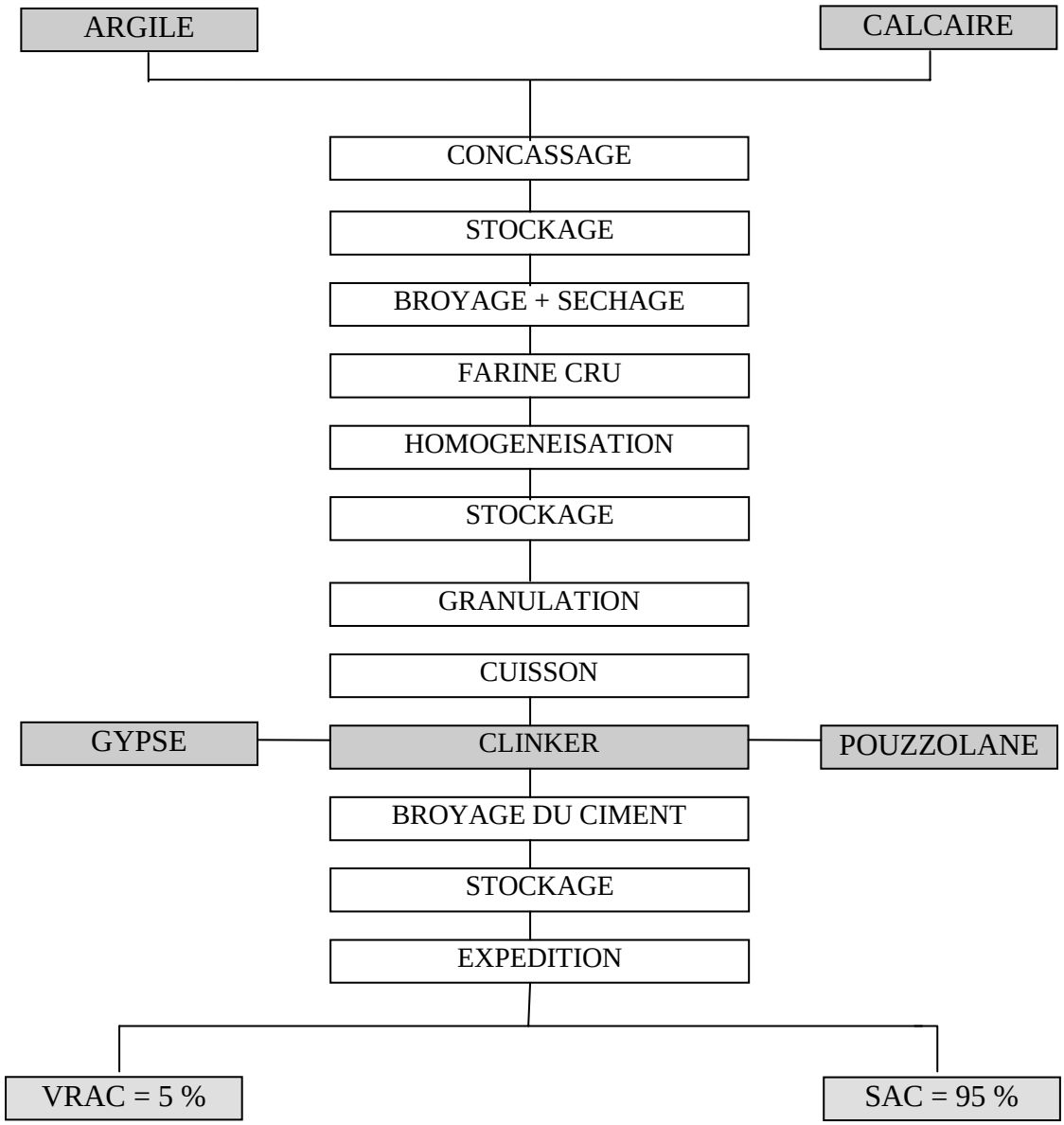
IV. *PROCEDE DE FABRICATION*

Avant d'entamer l'étude développée au sein de l'usine, il est naturel de connaître le procédé de fabrication du ciment.

On trouve principalement quatre procédés de fabrication du Clinker : la voie sèche, la voie semi-sèche, la voie semi-humide et humide.

L'usine des ciments d'Agadir utilise la voie semi-sèche qui consiste à envoyer dans le four les matières premières broyées à sec dosées puis humidifiées sous forme de granules.

Les grandes lignes de fabrication de ce produit sont décrites dans l'organigramme suivant :



Organigramme du procédé de fabrication du ciment

CHAPITRE II

Présentation du département maintenance

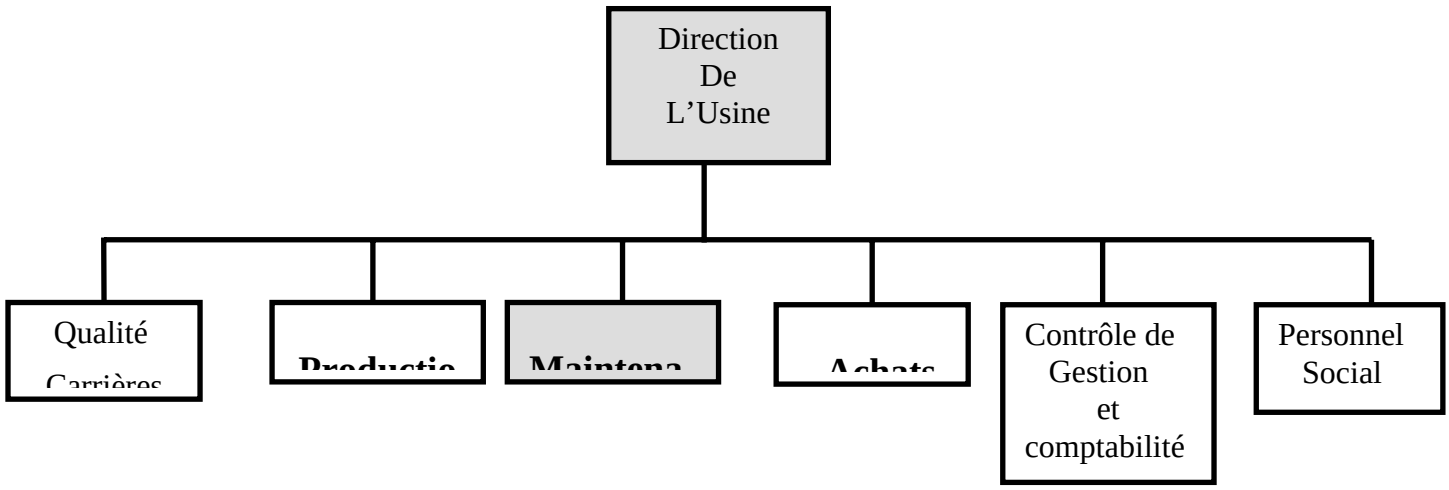
Ce chapitre est entièrement consacré à la description et la gestion du service maintenance

---

I. DESCRIPTION DU SERVICE MAINTENANCE :

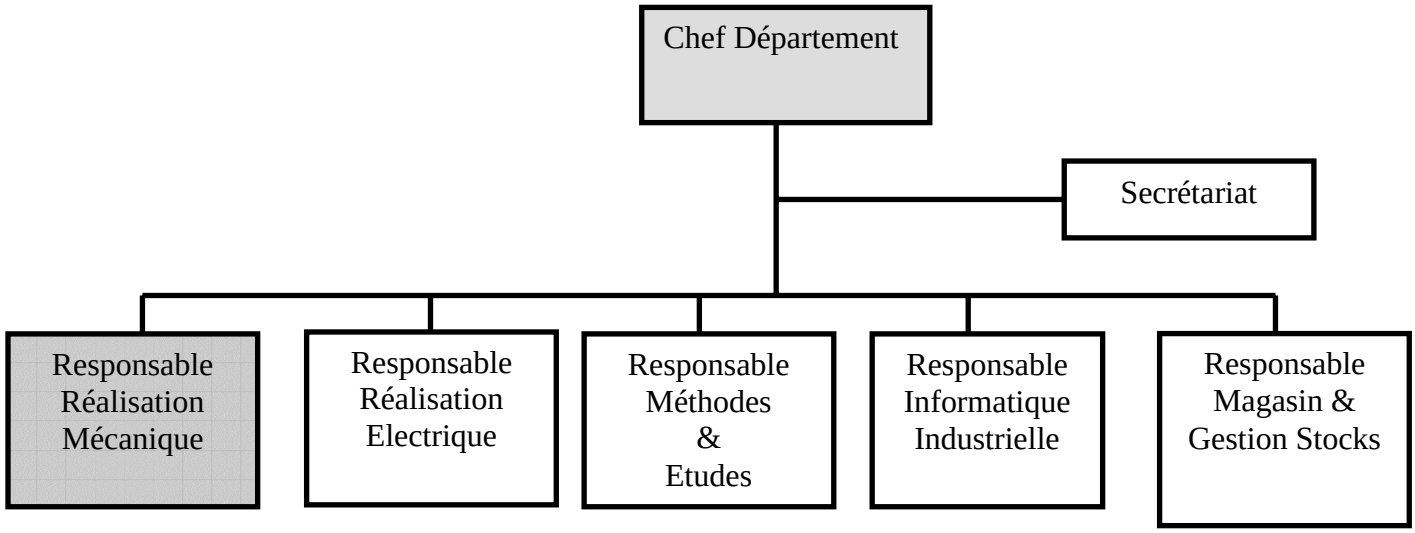
L'organisation de l'usine d'Agadir est centralisée, ce qui entraîne le contrôle direct du directeur général de l'activité de ses subordonnés immédiats. Plusieurs services assurent le fonctionnement de la société, dont le service Maintenance au sein duquel s'est déroulé ce sujet.

L'organigramme de la société se présente comme suit :



Organigramme Hiérarchique de l'Usine d'Agadir

Pour le service maintenance, l'organisation est comme suit:



Organigramme Hiérarchique du Département Maintenance

1. Les postes subordonnés du département Maintenance :

Le service maintenance comporte plusieurs postes subordonnés; on trouve ainsi :

- L'agent d'ordonnancement est rattaché hiérarchiquement au responsable des méthodes. Il est chargé d'assurer les relations interpersonnelles, puis de la saisie dans la base SAP des D.T et des O.T mais aussi de leurs suivis.
- L'agent bureau technique est rattaché hiératiquement au responsable des méthodes. Il est chargé des activités suivantes :
  - Suivi budgétaire et des prévisions,
  - Etablissement du Tableau de Bord Maintenance (T.B.M),
  - Suivi des travaux de sous-traitance,
  - Travaux de nature comptable et administrative du département maintenance,
  - Collecte et gestion des catalogues et documents techniques,
  - Création des codes pour les nouveaux équipements dans SAP.
- Le technicien de régulation est chargé de l'entretien, du dépannage et de l'étalonnage du matériel de régulation et d'instrumentation de l'usine sous le contrôle du responsable des réalisations électriques.
- L'agent bureau mécanique est rattaché hiérarchiquement au responsable de réalisations mécaniques. Il est chargé des missions suivantes :
  - Créer et tenir à jour les dossiers techniques des équipements mécaniques,
  - Créer et tenir à jour le dossier historique de chaque équipement mécanique,
  - Choisir et proposer la méthode d'entretien la plus optimale pour les équipements mécaniques,
- Le visiteur est rattaché hiérarchiquement au responsable des méthodes et chargé des missions suivantes :
  - Exécuter le programme de visite,
  - Tenir à jour les fiches de compte rendu de visite et déclencher les demandes de travail si nécessaire,
  - Prévenir le Chef du secteur de production chaque fois qu'il détecte une anomalie qui met la fabrication en danger,

- Réaliser les expertises techniques et les rapports d'expertise correspondants,
- Faire les diagnostics de pannes.

➢ L'agent bureau électrique est rattaché hiérarchiquement au Responsable des Réalisations électriques. Ses fonctions restent les mêmes que celles de l'agent bureau mécanique avec la seule différence que ça concerne tous les équipements électriques selon le secteur qui lui est attribué.

2. Les moyens mis à disposition des responsables de maintenance :

J'ai pu avoir les données sur les moyens mis à disposition des différents responsables du département Maintenance, ainsi :

- Moyens mis à la disposition du Responsable des Réalisations Electriques :

Humains : Personnel de maintenance électrique :

- Agents de maîtrise : 10
- Electriciens : 11
- Ouvriers : 02

Matériels :

- Atelier électrique,
- Appareils de mesure et de contrôle,
- Pièces de rechange et sous-ensembles électriques,
- Bureau d'études électriques.

- Moyens mis à la disposition du Responsable des Réalisations Mécaniques :

Humains : Personnel de maintenance mécanique :

- Agents de maîtrise : 5
- Agents : 58

Matériels :

- Atelier mécanique,
- Atelier Chaudronnerie,
- Engins de levage et de manutention,
- Magasin d'outillages,
- Pièces de rechange mécaniques.

- Moyens mis à la disposition du Responsable Bureau Technique:

Humains :

Agents de maîtrise- Techniciens : 11

Agents d'exécution : 03

Matériels :

- Bureau des méthodes,
- Bureau d'études,
- Instruments de mesure,
- Logiciel GMAO,
- Bureau de documentation.

- Moyens mis à la disposition du Responsable Informatique industrielle:

Humains : 02 Techniciens.

Matériels :

- Parc informatique,
- Outils de sauvegarde,
- Produits et matières consommables nécessaires à la maintenance et l'exploitation.

II. ORGANISATION ET GESTION DE LA MAINTENANCE :

1. Généralités sur la maintenance :

Le concept de maintenance est défini, selon la norme AFNOR NF X60010, comme étant l'ensemble des activités destinées à maintenir ou à rétablir un bien dans un état ou dans des conditions données de sûreté de fonctionnement, pour accomplir une fonction requise. Ces activités sont une combinaison d'activités techniques, administratives et de management.
La même norme citée ci-dessus défini les types de maintenance comme suit :

- **Maintenance corrective :**

Ensemble des activités réalisées après la défaillance du bien, ou la dégradation de sa fonction pour lui permettre d'accomplir une fonction requise, au moins provisoirement : ces activités comportent notamment la localisation de la défaillance et son diagnostic, la remise en état avec ou sans modification, le contrôle du bon fonctionnement.

- **Maintenance curative :**

C'est l'ensemble des activités de maintenance corrective ayant pour objet de rétablir un bien dans un état spécifié ou de lui permettre d'accomplir une fonction requise. Le résultat des activités réalisées doit présenter un caractère permanent. Ces activités peuvent être des

réparations, des modifications ou aménagements ayant pour objet de supprimer les défaillances.

- **Maintenance préventive :**

C'est la maintenance ayant pour objectif de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un bien ou d'un service rendu. Les activités déclenchées selon un échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'usage (maintenance systématique), et/ou des critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou du service (maintenance conditionnelle).

2. Gestion de la maintenance assistée par ordinateur :

L'usine d'Agadir utilise actuellement comme progiciel de gestion de la maintenance assisté par ordinateur le progiciel SAP.

SAP est un progiciel de gestion d'entreprise qui comporte en plus des modules maintenance, achat et stock, des modules de : gestion de la qualité, gestion de projet, gestion financière, contrôle de gestion etc....

↳ ***Module de Maintenance :***

Ce module permet de :

. Saisir les demandes de travaux,

. Créer et planifier les ordres de travaux,

. Créer des plans de maintenance (exemple : plan de graissage),

. Lancer les interventions planifiées en ordres de travaux,

. Tenir en historique le compte rendu détaillé de tous les ordres de travail réalisés,

. Transférer les coûts de l'ordre de travail et d'autres informations aux fiches d'analyse ce qui permet de suivre le coût de maintenance,

. Calculer le total des coûts par type d'intervention,

. Suivre l'état de l'équipement en se basant sur les différentes mesures relevées sur l'équipement.

CHAPITRE III

PRESENTATION DU SUJET

Ce chapitre traitera la constitution et le mode de fonctionnement de la ligne de cuisson & il résumera les problèmes rencontrés et les améliorations proposées pour la marche continue du transporteur pivotant.

I. DESCRIPTION DE LA LIGNE DE CUISSON

1. Constitution de la ligne de cuisson

Le procédé de cuisson utilisé est celui de voie semi-séche. La farine crue est d'abord granulée dans des granulateurs, ensuite séchée et décarbonatée sur une grille mobile ou échangeur avant son entrée au four pour la cuisson. Le produit obtenu après cuisson (Clinker) est refroidi dans un refroidisseur à grille avant d'être stocké.

Cette cuisson, au cours de laquelle s'élabore le Clinker, constitue l'opération fondamentale de la préparation du ciment. Elle est constituée essentiellement de :

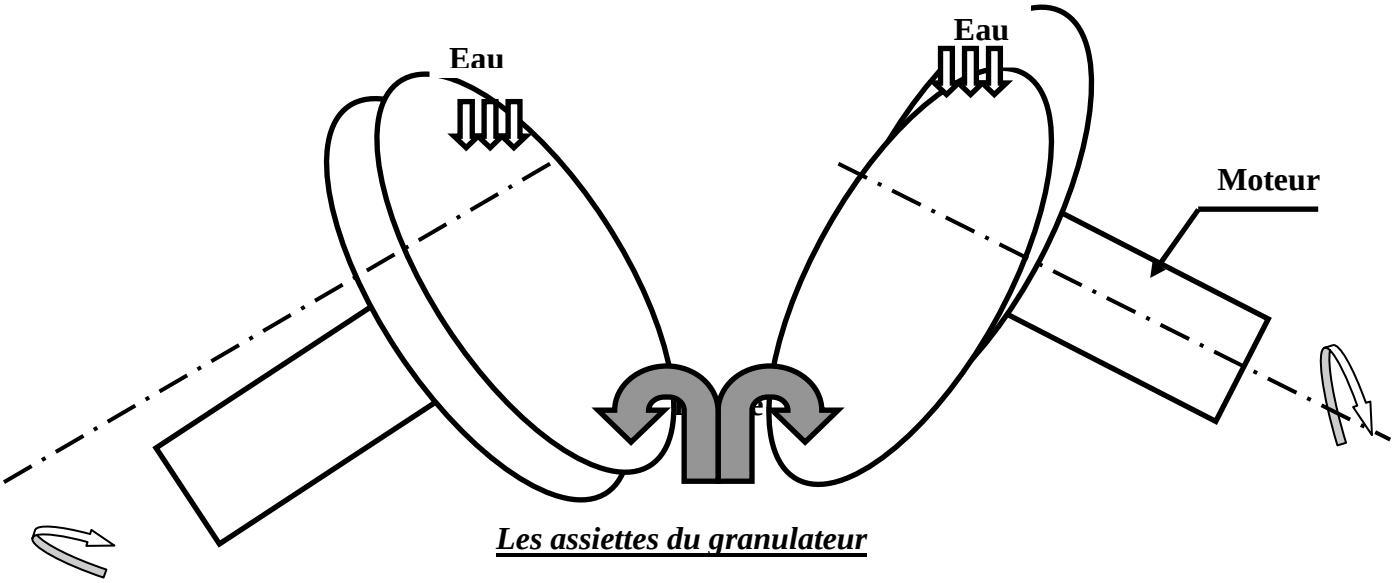
a. Alimentation farine:

La farine est généralement manipulée entre les différents postes par des appareils à fonctionnement pneumatique comportant dans certains cas des organes mécanique en mouvement. Citons par exemple :

- ***Les pompes*** : les plus utilisées sont les pompes FULLER.
- ***Les transporteurs sous pression*** : la farine est transportée au moyen de l'air comprimé
- ***Les aéroglissières*** : elles sont constituées essentiellement par une plaque poreuse traversée de bas en haut par de l'air et sur laquelle s'écoule l'air fluidisé. La pente est de 3 à 5 %.

b. Granulateur

En voie semi-séche la farine est amenée à l'état de granules de 10 à 20 mm de diamètre par adjonction d'une légère quantité d'eau 10 à 17 % et en moyenne de l'ordre de 13 %. La granulation se fait dans des soles granulatrices qui sont des disques inclinés de 35 à 37° sur l'horizontale (voir schéma ci-dessous). La vitesse de rotation dépend de l'angle d'inclinaison et du diamètre de l'appareil. La nature du matériau intervient aussi.



Les assiettes du granulateur

c. Grille LEPOL

La grille LEPOL est une grille métallique mobile sur laquelle s'effectue le séchage et le début de décarbonatation de la matière préalablement granulée, avec une faible quantité d'eau et acheminée vers l'entrée de la grille par un transporteur pivotante.

Cette grille composée d'éléments métalliques susceptibles de résister à la chaleur et à l'abrasion se déplace à une vitesse de l'ordre de 30 cm par minute. Cette vitesse est réglable à volonté suivant le débit imposé au four. Le carter de la grille est divisé en deux chambres :

- La chambre de décarbonatation qui reçoit des gaz à une température voisine de 1000°C
- La chambre de séchage dans laquelle les gaz traversent une nouvelle fois la grille et la couche de granules qui la surmontent.

Ce double passage des gaz au travers de la couche de granules permet d'améliorer l'échange de chaleur et d'éviter un choc thermique trop brutal qui détruirait les granules humides arrivant sur la grille. La faible quantité de matière première qui parvient à passer au travers de la grille est recyclée suivant sa finesse soit à l'amont du four, soit au granulateur.

2. *Mode de fonctionnement de la ligne*

Le four est alimenté en farine crue à partir du silo de stockage situé sous celui d'homogénéisation. L'extraction se fait sous silo par huit aéroglissiéres qui convergent vers une trémie tampon. La matière est envoyée par voie pneumatique vers la trémie du four.

De là, elle est soulevée du bas de la trémie par un élévateur pour alimenter le REDLER et puis le doseur qui a son tour alimente le granulateur.

Le débit de farine est donné par le doseur, il régule la quantité d'eau nécessaire à la formation de nodules de 10 mm de diamètre moyen.

La matière ainsi obtenue est introduite dans la grille et prend la forme d'un lit de granule perméable au passage des gaz remontant le tube four. Ces gaz, produits de la combustion, sont aspirés du four par le ventilateur de recyclage. Ils traversent dans l'ordre la couche des granules à (1100,1000 °C) dans la chambre de décarbonatation, les cyclones ou sont piégées les poussières, ensuite ils sont refoulés à 350 °C. A ce stade, le ventilateur de tirage prend le relais. Les gaz traversent les granules à sécher et entrent à 125 °C dans les éléctrofiltres afin d'être épurés avant leur envoi dans l'atmosphère.

Les poussières récupérées par les cyclones et les éléctrofiltres sont stockées dans une trémie pour ensuite les doser dans la fabrication du ciment CPJ-35. Celles récupérées avec les granules sous grille sont réintroduites en bout de grille à l'entrée du four.

La température de la matière à l'entrée du four augmente progressivement de 900°C à l'entrée jusqu'à 1450 °C au point de cuisson pour ensuite se refroidir à 1350 °C qui est la température de chute du Clinker dans le refroidisseur.

Le Clinker est évacué par les plaques mobiles de la grille du refroidisseur. Un concasseur placé en aval réduit la taille d'éventuels blocs détachés de l'intérieur du four. Le refroidissement du Clinker le long de la grille est assuré par (quatre, six) ventilateurs réduisant sa température progressivement jusqu'à 120 °C à sa sortie. Les poussières du Clinker échappant des pores des plaques de grille chutent dans les chambres de soufflages des ventilateurs et sont récupérées dans le REDLER avec le Clinker pour la mise à stock dans le silo.

II. ETUDE DU TRANSPORTEUR PIVOTANT

1. Introduction :

Dans l'usine des ciments du Maroc le transporteur pivotant occupe une place primordiale dans la ligne de cuisson, il permet d'acheminer la matière granulée de la sortie des granulateurs vers l'entrée de la grille LEPOL. Une fois ce mécanisme tombe en panne, la ligne de cuisson va s'arrêter (voir annexe).

La commande actuelle du tapis est assurée par un moto-réducteur à transmission par chaîne. Le tapis fait un mouvement d'aller et retour autour d'un axe (d'environ 60° d'angles de pivotement) pour assurer la bonne répartition de la matière dans la grille LEPOL.

2. Etude des défaillances du transporteur pivotant

Les organes du transporteur pivotant	**Fonction**	**DEFAILLANCE**		
		Mode	**Causes**	**Conséquences**
***** La bande	- Transporter la matière première granulée.	- Colmatage de matière. - Rupture.	- Humidité de la matière. - Choc matière/bande. - Duré de vie dépassée.	- Débordement de la matière. - Arrêt du tapis. - Arrêt de la ligne de cuisson.

3. les améliorations proposées :

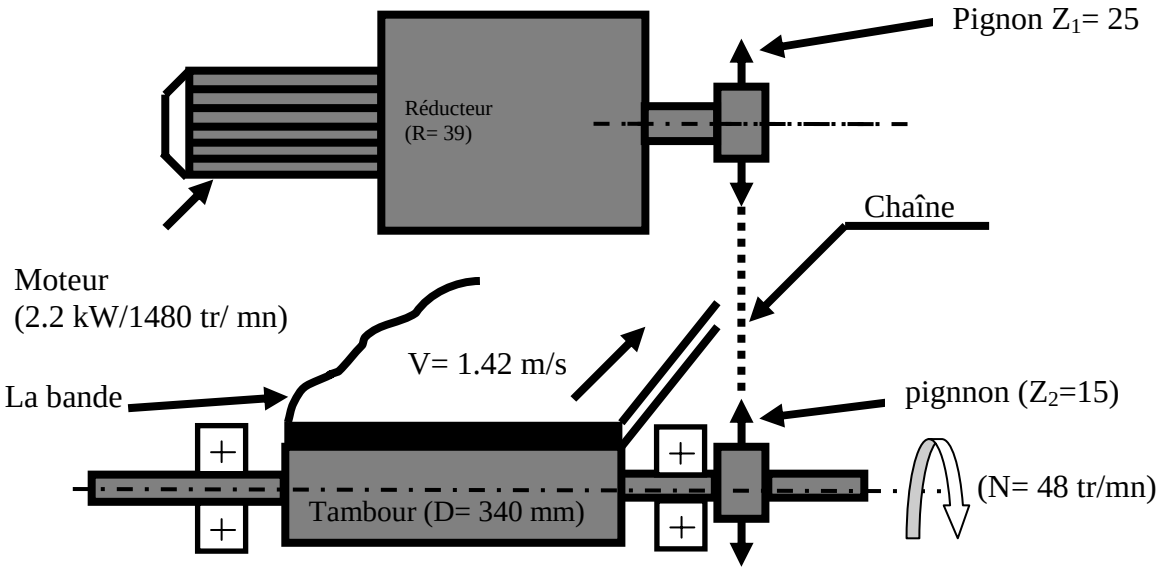
Les principaux problèmes posés au niveau du transporteur pivotant sont essentiellement :

- ✓ La rupture de la bande.
- ✓ Le colmatage de la matière sur la bande.
- ✓ la commande du tapis.
- ✓ les vibrations du châssis moteur.

Pour remédier à ces problèmes je propose d'adopter les améliorations suivantes :

- Utilisation d'une trémie vibrante d'évacuation de la matière granulée vers le tapis pour diminuer les chocs matière/ bande et donc diminuer la fréquence de la rupture de la bande.
- Utiliser une cage pour la chaîne avec un bain de huile (afin de protéger la chaîne contre la poussière et pour diminuer les frottements pignon/chaîne).
- Utiliser une bande anti-colmatant.
- Installer une commande à arbre creux à la place de celle à transmission par chaîne (voir figure ci dessous).

- ***Installation actuelle***



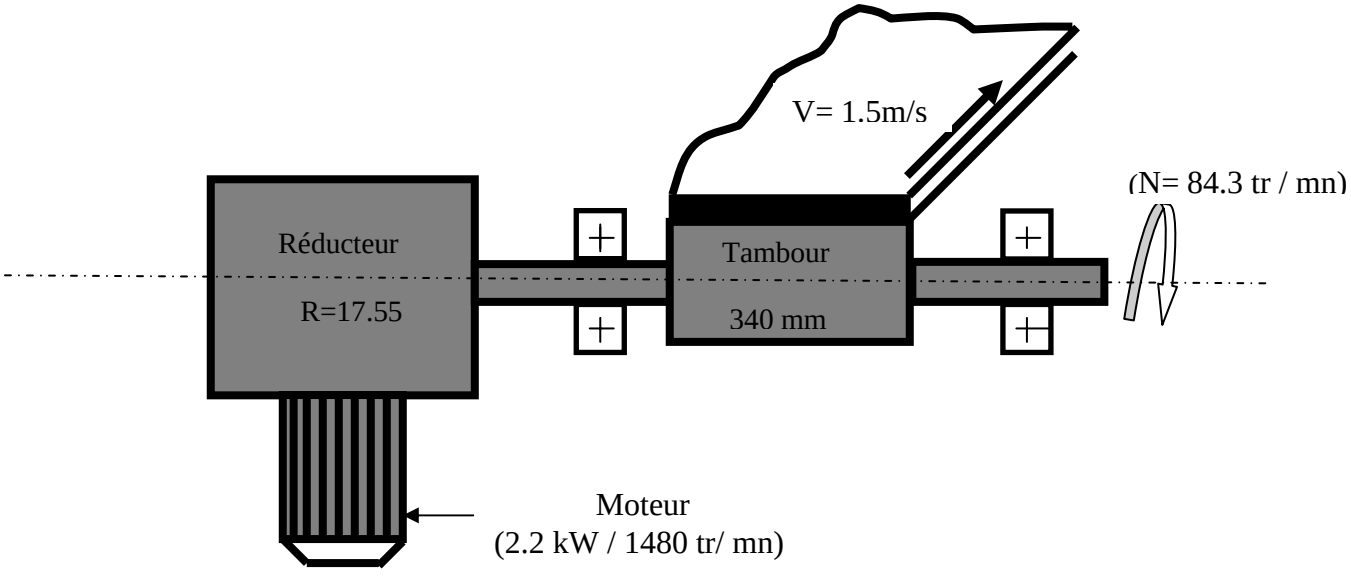
la commande actuelle du tapis pivotant.

La formule permettant le calcul de la vitesse linéaire de la bande est donnée par :

$$V = (D/2)*(Z_1/Z_2)*(N_{moteur} / R)$$

- ***Commande à installer***

Vue que les conditions de marche actuelles de la ligne de cuisson sont plus forcées que celles prévues à l'origine, je propose d'installer une commande à arbre creux en prenant en considération l'augmentation de la vitesse du tapis pour répondre à l'augmentation de la production de la ligne. J'ai choisi, donc, d'utiliser un moto-réducteur cité sur le schéma ci-dessous.



la commande à installer du tapis pivotant.

Conclusion :

En guise de conclusion, je pourrais avancer que mon stage d'initiation au sein de la société des Ciments du Maroc a été d'un intérêt remarquable en ce sens qu'il m'a permis d'établir une sorte de mariage de la théorie et de la pratique, la compréhension des relations de travail… Bref, la découverte du monde de l'entreprise.

De ce fait, cette expérience professionnelle que j'ai vécue ma pousser à adhérer aux valeurs de la société et à développer certains traits de ma personnalité, du sens de l'organisation et de la responsabilité à la rigueur et la ponctualité en passant par l'esprit d'équipe et la curiosité.

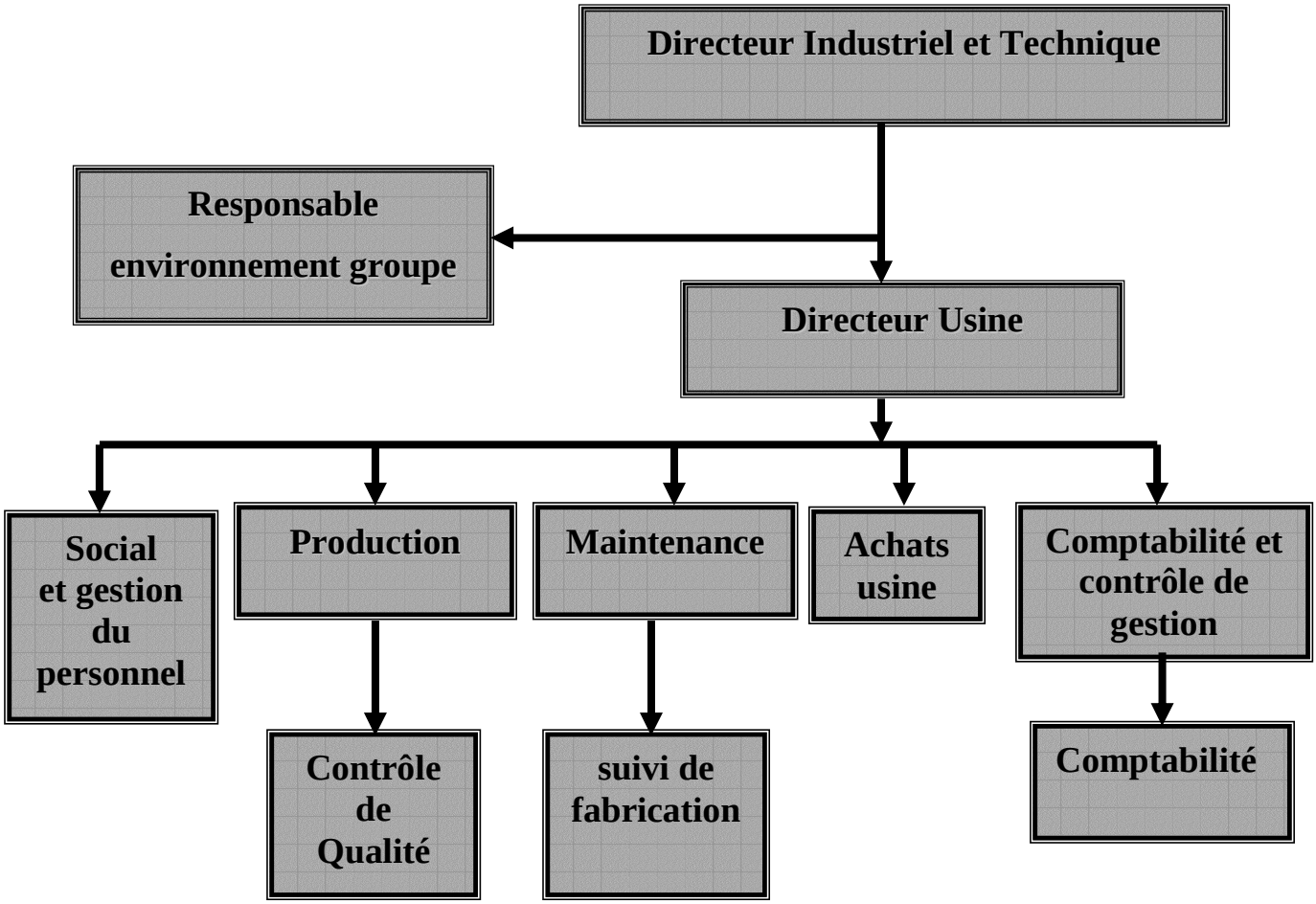
Enfin, j'annoncerais que mon intervention s'est effectuée dans de meilleures conditions. J'espère que mon compte-rendu rapporte l'essentiel en respectant ainsi la règle fixée pour un pareil stage. En effet, l'établissement des actions de correction ainsi que l'apport d'une valeur ajoutée seront la clé de voûte des stages des années à venir.

ANNEXE

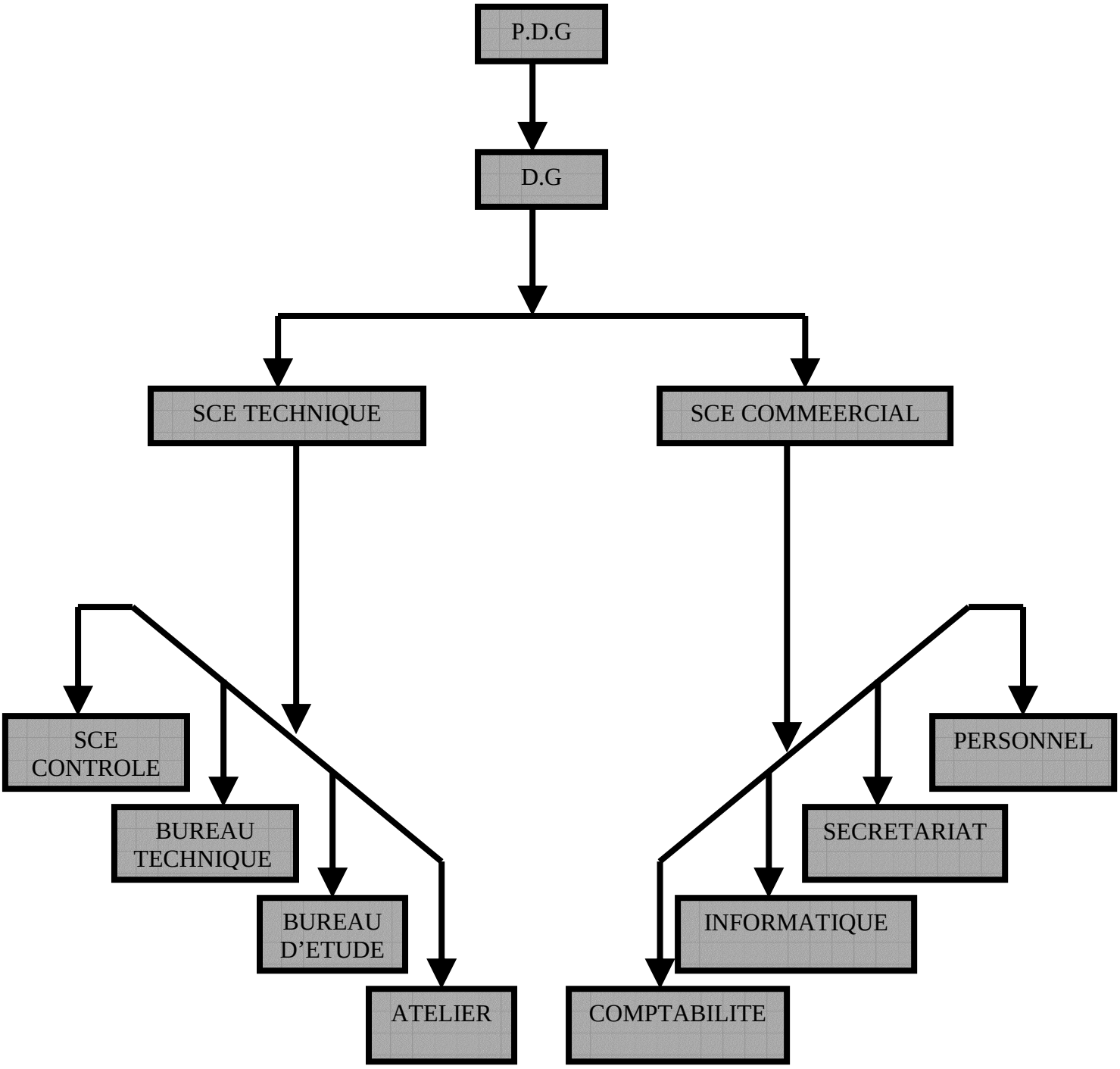
FICHE TECHNIQUE DE LA SOCIETE

Dénomination sociale : Ciments du Maroc
Forme juridique : Société Anonyme (S.A)
Capital : 512 977 200 DH
Activité : fabrication et commercialisation de ciments
Date de création : 7 Juillet 1951.
Filiales : Bétomar et Sagram
P. directeur général : M.Mohammed chaibi
RC N° : 70617
CNSS N° : 1929415
TVA N° : 250357
Patente N° : 34425122
Siège Sociale : 1, avenue des pléiades ***Casablanca***
Tèl : 81 55 01/02/03/04
Fax : 81 55 05
Usines : **Usine d'Agadir, km7, route d'Essaouira, *Agadir*.**
Tèl : 20 50 50 / 20 55 55
Usine de Safi, BP 29 *Safi*.
Tèl : 62 75 88 / 98
Usine de Marrakech, km 47, route *d'Essaouira.*
Tèl : 32 35 95 / 97

Organigramme de la Direction Industrielle et Technique



ORGANIGRAMME DE LA SOCIETE



RECUPILATIF DU PROCESSUS DE FABRICATION