



LICENCE
Electronique Télécommunication et Informatique
(ETI)

RAPPORT DE FIN D'ETUDES

Intitulé :

**Régulation d'extraction de
poussières**

Réalisé Par :

- EL-IDRISSI Zakariae
- JABLI Said

Encadré par :

Pr F. ERRAHIMI (FST FES)

Mr. BENAMER Fouad, **Ingénieur Lafarge**

Soutenu le 12 Juin 2013 devant le jury

Pr N. Echatoui (FST FES)

Pr M.Razi (FST FES)

Année Universitaire : 2012/2013

Remerciements

Dans le présent rapport nous tenons à :

Remercier nos parents qui n'ont pas cessé de nous encourager tout au long de notre cursus.

Remercier tous les employés de Lafarge qui nous ont permis d'effectuer ce stage dans de meilleures conditions.

*Remercier nos encadrants le professeur Mme. **ERRAHIMI FATMA** de la FST de Fès et Mr. **BENAMER FOUAD** de Lafarge de Meknès, pour leurs aides précieuses et leurs conseils fructueux qu'ils n'ont cessés de nous donner tout au long de ce stage.*

Remercier tous les professeurs de la FST.

Nous tenons enfin à remercier tous nos amis.

DEDICACE

Nous avons le grand plaisir de dédier ce modeste travail à :

Nos très chers parents pour leurs soutiens, affection et amour, aucun mot ne pourra exprimer nos sentiments envers vous.

A nos ami(e)s et tous ceux qui nous ont aidé à réaliser ce projet dans les meilleures conditions.

Aux professeurs du département génie électrique de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès.

On vous dit : Merci.

SOMMAIRE

<i>Introduction générale :</i>	1
<i>Chapitre I: PRESENTATION DU GROUPE LAFARGE :</i>	2
1. <i>Le Groupe LAFARGE :</i>	3
1-1- <i>LAFARGE MAROC :</i>	3
1-2- <i>LAFARGE MEKNES :</i>	4
2. <i>Présentation des services :</i>	5
3. <i>Organigramme de LAFARGE Meknès :</i>	7
<i>Chapitre II: PROCESSUS DE FABRICATION DE CIMENT :</i>	8
1. <i>Organigramme du procédé :</i>	9
2. <i>Carrière et concassage :</i>	10
3. <i>Pré homogénéisation et broyeur cru :</i>	10
4. <i>Cuisson de la farine :</i>	12
5. <i>Broyeur cuit et expédition :</i>	13
<i>Chapitre III : Régulation d'extraction de poussières:</i>	16
1- <i>Aperçu sur la régulation :</i>	17
1-1- <i>Principe de fonctionnement :</i>	17
1-2- <i>Régulation par PID :</i>	18
2- <i>Etude de system d'extraction poussière :</i>	19
2-1- <i>Trémie peseuse :</i>	19
2-2- <i>La vanne modulante :</i>	20
2-3- <i>Doseur à goulotte :</i>	21
2-4- <i>Etude du système DISOCONT :</i>	22
3- <i>Régulation entre vanne et doseur :</i>	24
4- <i>Problématique et solution proposé :</i>	26
4-1- <i>Présentation de problème :</i>	26
4-2- <i>La solution proposée :</i>	26
5- <i>Pistor :</i>	26
6- <i>Convertisseur courant / pression (I/P) :</i>	27

<i>Chapitre IV : Les interventions Effectuées :</i>	31
<i>1- Assistance au tarage de circuit poussière :</i>	32
<i>2- Etalonnage de circuit poussière :</i>	33
<i>Conclusion :</i>	34

Introduction générale

Dans la perspective de coordonner entre les études théoriques à la Faculté des Sciences et technique et la nécessité pratique qui impose la vie professionnelle, notre formation est complétée par un stage au sein de la Société LAFARGE CIMENT Usine de Meknès.

L'objectif de notre stage à LAFARGE CIMENT est d'abord de découvrir les différentes étapes de la fabrication de ciment, ensuite de trouver des solutions convenables au problème lié à la régulation de débit doseur de l'extraction de poussières.

En effet, pour maîtriser le processus de fabrication de ciment, les cimenteries déploient des efforts considérables pour résoudre les différents problèmes survenus lors de fonctionnement de l'un des équipements de production. La défaillance d'un des équipements de la fabrication du ciment peut entraîner l'arrêt de production. Lafarge doit donc trouver une solution rapide pour résoudre ce problème.

C'est dans ce cadre que se situe notre travail qui consiste à trouver une alternative quand la vanne modulante qui permet la régulation de débit doseur de l'extraction de poussière est hors fonctionnement.

Dans notre rapport nous allons suivre le plan suivant :

- Le premier chapitre est destiné à la Présentation de LAFARGE-MAROC, usine de Meknès.
- Le deuxième chapitre développe les étapes principales de la production du ciment.
- *Le troisième chapitre est consacré à l'étude du système d'extraction de poussière, la régulation de débit doseur et la solution proposée en cas de défaillance de la vanne modulante.*
- *Le dernier chapitre présente les tâches supplémentaires effectuées à LAFARGE.*



Chapitre I :

Présentation du
Présentation du
Groupe LAFARGE



LAFARGE
CIMENTS

USINE DE MEKNES

Lafarge Maroc, entreprise leader des matériaux de construction, s'organise autour d'une vision partagée par l'ensemble des collaborateurs sur une ambition commune avec la volonté d'atteindre l'excellence. **Cette compagnie** est présente à travers quatre activités: Le ciment, le béton & granulats, le plâtre et la chaux.

1. Le Groupe LAFARGE :

Créé en 1833, le Groupe Lafarge est aujourd'hui le leader mondial des matériaux de construction :

N°1 : mondial du Ciment et de la toiture.

N°2 : des Granulats & Béton.

N°3 : du Plâtre.

En 2010, le groupe, fort de 76 000 collaborateurs et d'un chiffre d'affaires de 16 169 millions d'euros, est présent dans 78 pays. La croissance de Lafarge a été particulièrement forte dans les pays en développement.



1-1- LAFARGE MAROC :

Leader national de la fabrication des matériaux de construction, Lafarge Maroc est présent à travers ses activités : le ciment, les granulats, le béton, le plâtre et la chaux.

En 1995, Lafarge s'est associé de façon paritaire avec la Société Nationale d'Investissement (SNI) afin de créer Lafarge Maroc.

LAFARGE CIMENT n'est pas seulement une entreprise économique mais c'est aussi une entité sociale à part entière. Elle compte parmi son effectif plusieurs catégories de travailleurs avec des compétences et des qualifications diverses.

Aussi, elle cherche en permanence à maîtriser sinon à améliorer le niveau de son personnel en lui assurant des séances de formation dans des disciplines variées.

Les activités de Lafarge Meknès sont :

- Ciment : premier cimentier Marocain avec quatre usines à Bouskoura, Meknès, Tanger et Tétouan.

- Granulats : une carrière à Khyayta (Berrechid).

- BPE : 18 centrales à béton situées à Casablanca, Berrechid, El Jadida, Mohammedia, Rabat, Salé, Meknès, Tanger, Tanger-Med.

- Plâtre : une usine à Safi.

- Chaux : une usine à Tétouan.

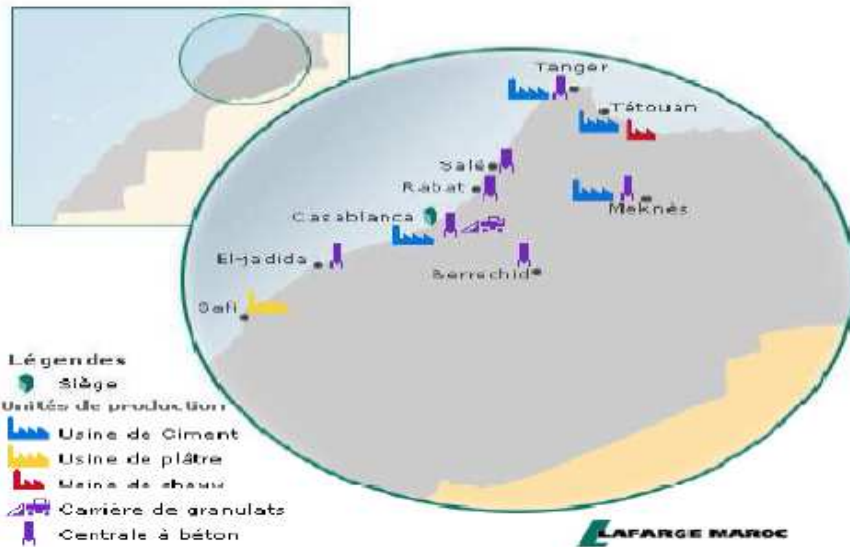


Figure 1-1 : Implantation de LAFARGE au Maroc

1-2- Présentation de LAFARGE Meknès :

L'usine de Meknès se trouve à 8 km à l'est de Meknès, et à 54 km à l'Ouest de Fès. L'usine est située sur la commune urbaine d'Ouïslane, la carrière, qui se trouve à 5 km de l'usine, est située sur la commune rurale de Dkhissa.

La région au tour de l'usine a connu un développement urbain très important, ce qui induit une sensibilité importante à l'environnement. Le plateau de Meknès se présente comme étant un carrefour de routes entre le Moyen Atlas au Sud et la plaine du Sebou et le Gharb au Nord et une zone de transition entre la plaine du Saïs, la ville de Fès et l'Oriental à l'Est et la région de Rabat à l'Ouest.



Figure 1-2 : Positionnement de lafarge au Meknes

a- Equipements :

Lafarge de Meknès dispose de plusieurs équipements qui sont :

- Deux lignes de cuisson en voie sèche avec conduite entièrement automatisée pilotée par un système expert
- Trois 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 t
- Atelier d'expédition sac et vrac.
- Embranchement particulier à la voie ferrée.

b- Produits fabriqués :

L'usine de Meknès se spécialise dans la fabrication de deux types de ciment le CPJ45 et le CPJ35.



Figure 1-3 : Ciment portland avec ajouts CPJ35 et CPJ45 en sac.

2. Présentation des services de LAFARGE de Meknès :

En partant de l'extraction des matières premières jusqu'à l'obtention du ciment, ce processus de fabrication nécessite l'existence de plusieurs services s'occupant chacun d'une ou plusieurs tâches.

a- Service électrique et régulation :

Il intervient à la demande du service fabrication. Il s'occupe de tout ce qui est moteurs électriques, transformateurs, automates, variateurs de vitesse, régulation permettant de contrôler et d'observer les différents paramètres rentrant en jeu dans la supervision tels que la température, les pressions, les débits...

b- Service fabrication :

Les ateliers composant la fabrication du ciment (concassage de la matière première, pré homogénéisation, broyage cru, cuisson, broyage cuit...) fonctionnent automatiquement, leur suivi se fait à partir d'une salle de contrôle. Le service Fabrication est donc composé de chefs de postes, d'opérateurs et de rondiers qui assurent la production 24h/24h.

c- service stockage :

Ce service a pour rôle de stocker les articles et matériels reçu par la société afin de les utiliser en cas de besoin. Le rôle du magasin est de déterminer les biens physiques exercés par les magasiniers. Le magasin immobilise un capital important, il contient plus de 8000 articles soit une valeur de 8Milliards de DH. Les articles sont logés dans des casiers ou des endroits qui leur sont convenables.

d- Service contrôle de qualité :

Lafarge ciment 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 et ce conformément aux normes en vigueur et aux besoins de la clientèle. 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 et 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.

e- Service procédé :

Le service procédé est un service qui s'intéresse aux différents procédés s'effectuant au sein de l'usine ; il contrôle en collaboration avec les services de fabrication et de qualité le processus de fabrication du ciment, aussi cherche-t-il à optimiser les paramètres de réglage de différentes installations (cuisson, broyage...). En effet des audits et des tests de performance se réalisent systématiquement dans le but d'améliorer le rendement des unités de production.

f- Service sécurité :

Il est le moteur pour la réalisation et l'encadrement de l'effectifs de l'usine pour produire un ciment avec un objectif de zéro accident il a pour mission l'animation de la sécurité le soutien de la hiérarchie en matière de sécurité, l'animation d'un comité de sécurité usine, instauration des procédures de sécurité, le reporting sécurité et la gestion du réseau sécurité inter usines.

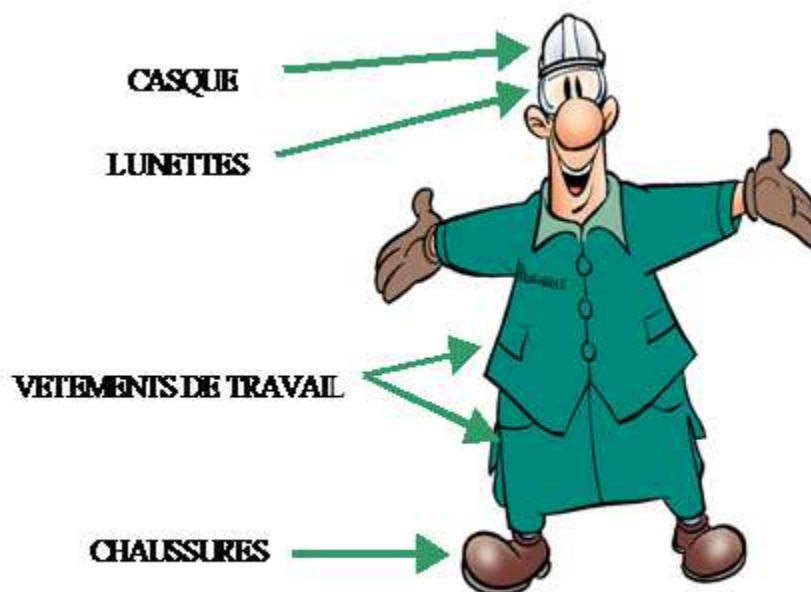


figure 1-4 : Equipement de protection individuel

3. Organigramme de LAFARGE Meknès :

Lafarge Meknès se compose de plusieurs services comme les montre la figure :

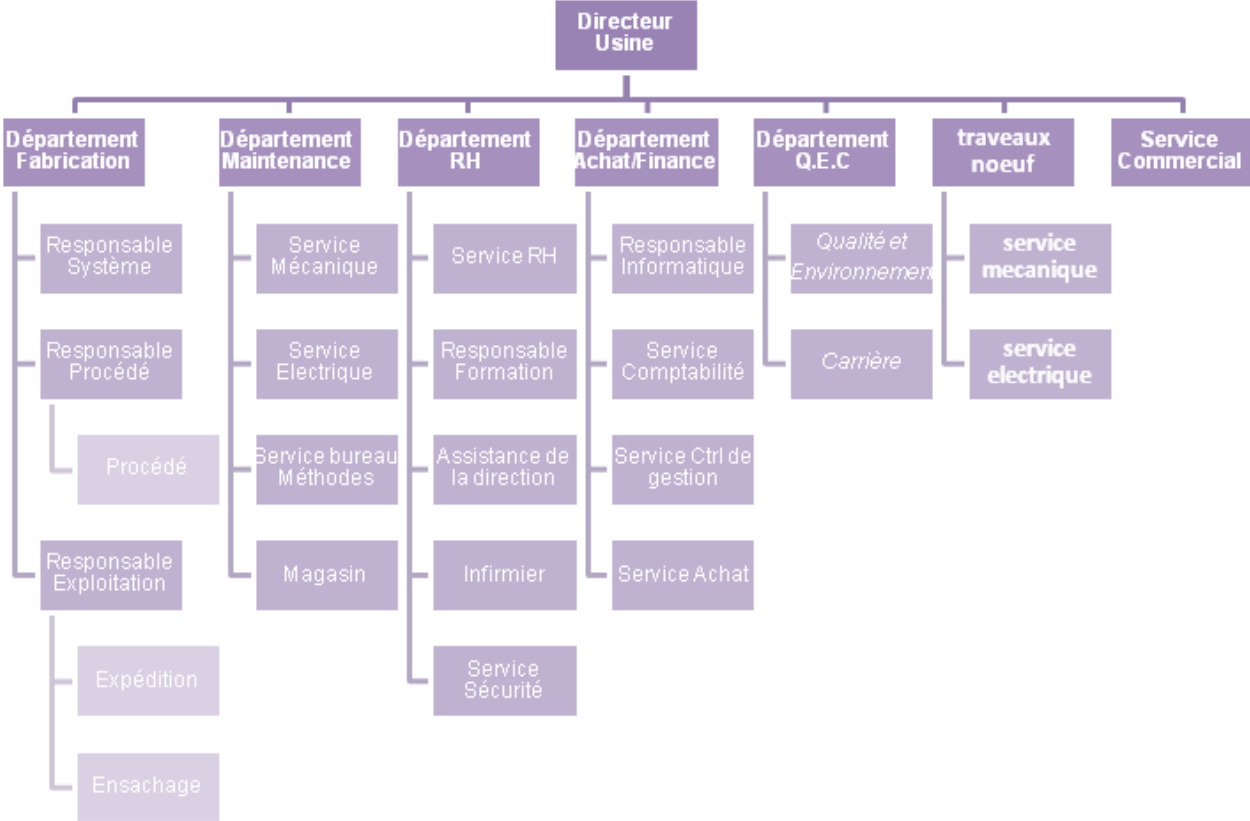


Figure 1-5 : Organigramme de LAFARGE



Chapitre II:

Procédé de fabrication du ciment



LAFARGE
CIMENTS

USINE DE MEKNES

Le **ciment** est une matière à base de farine, formant avec l'eau ou avec une solution saline une pâte plastique liante, capable d'agglomérer, en durcissant, des substances variées. Il désigne également, dans un sens plus large, tout matériau interposé entre deux corps durs pour les lier.

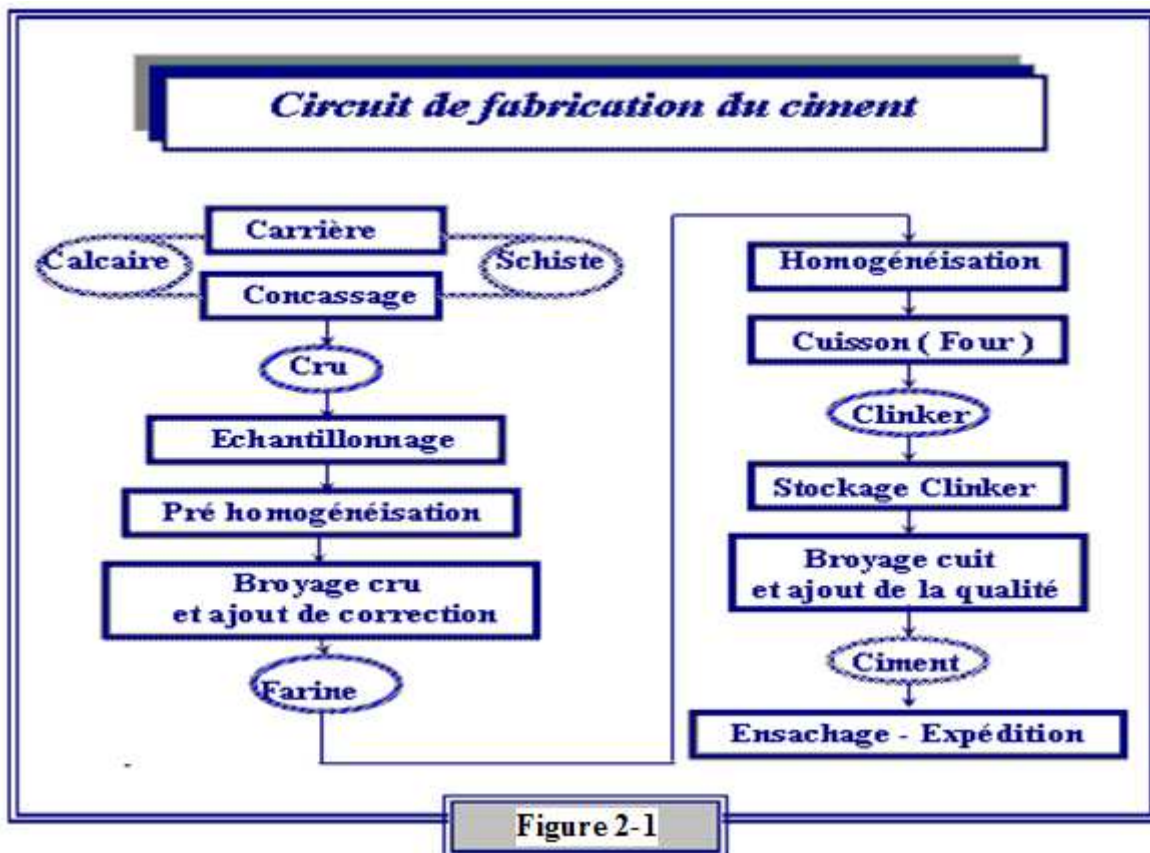
C'est une gangue hydraulique durcissant rapidement et atteignant en peu de jours son maximum de résistance. Après durcissement, cette pâte conserve sa résistance et sa stabilité, même sous l'eau. Son emploi le plus fréquent est sous forme de poudre, mélangée à de l'eau, pour agréger du sable fin, pour produire du mortier, ou des graviers (granulats), pour produire du béton.

1- Organigramme du procédé :

Il existe deux lignes de productions du ciment à LAFARGE-CIMENT Usine de Meknès, qui sont presque identiques. Le type de procédé qui est utilisé à l'usine est la voie sèche dont on fabrique un cru en sec (poudre) qui est introduit dans une tour de préchauffage.

De la carrière à l'ensachage la matière première du ciment suit des étapes différentes qui sont des transformations physique et chimique. L'organigramme ci-dessous résume les différentes étapes pour les deux lignes de production à l'usine Meknès.

Tout d'abord avant de citer les différentes étapes de fabrication du ciment définissant :



carrières, puis concassés, homogénéisés, portés à haute température (1 450 °C) dans un four. Le produit obtenu après refroidissement rapide est le clinker.

La préparation du ciment de l'usine de Meknès passe par les étapes principales suivantes :

2- Carrière et concassage :

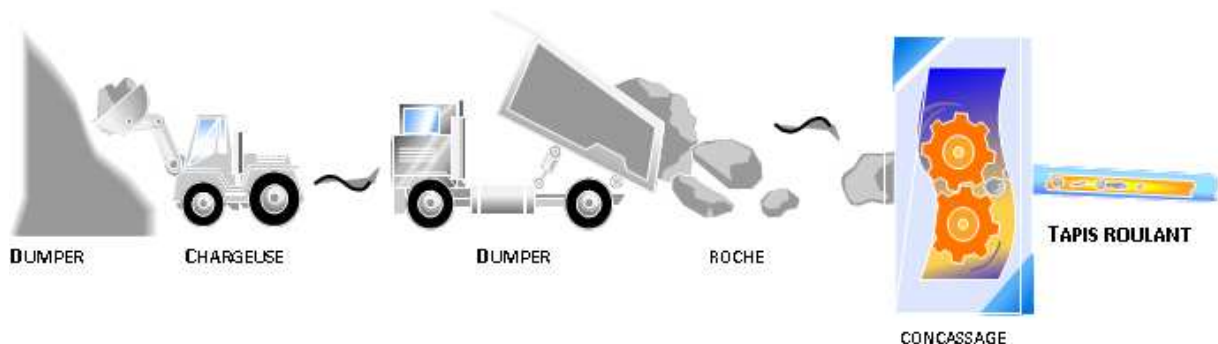


Figure 2-2 : Carrière et Concassage

a- La carrière CADEM :

Cette carrière est équipée d'un concasseur à marteau FCB, assurant un débit de 500t/h. Actuellement, ce concasseur est utilisé pour le concassage du calcaire d'addition, du gypse et peut alimenter les deux Pré homos.

b- La carrière ZONE 4 :

Elle est située à 5km de l'usine, d'une superficie de 100ha. Son exploitation a débuté en 1978, les réserves actuelles de calcaire sont estimées à 9 000 000 tonnes, ou la matière première représente une réserve de 20 ans au rythme. Cette carrière équipée d'un concasseur HAZEMAG.

Actuelle de production, l'exploitation de la carrière zone 4 se fait par abattage à l'explosif.

c- La curvoduc :

L'acheminement de la matière de carrière vers l'usine est assuré par un transporteur de longueur 5km appelé la Curvoduc afin de la stocker dans les deux pré homos. Ce transporteur est le plus long convoyeur dans l'Afrique.

3- Pré homogénéisation et Broyeur cru :

a- Echantillonnage :

Pour déterminer la classe de qualité de la matière première, l'usine de Meknès est équipée d'une tour d'échantillonnage de type ITECA à 4 étages, constituée de trois coupeurs et de deux concasseurs pour réduire la granulométrie de la matière échantillonnée, cette tour permet d'obtenir en continu un échantillon de 800g de matière prélevée à la sortie du coupeur tertiaire pour chaque lot de 1500 tonnes.

b- Pré homogénéisation :

La Pré homogénéisation qui permet de construire un tas de matière pré dose à partir des différentes matières concassées. Son objectif principal est d'avoir un stock aussi régulier que possible à la reprise. L'usine dispose actuellement de deux pré homos polaires à chevrons, de capacité 18 000 tonnes chacun.



c- Le broyage cru :

Le cru est réduit en poudre (farine) dans deux broyeurs verticaux. Avant le broyage de la matière, on procède souvent à des ajouts en constituants secondaires (schiste, minerai de fer, calcaire de correction...) à travers des trémies. La matière et les ajouts passent ensuite dans un atelier broyage dont l'objectif est d'atteindre la finesse souhaitée. L'usine de Meknès dispose de deux broyeurs crus verticaux à trois galets. La capacité nominale de chaque broyeur est de 120 t/h.

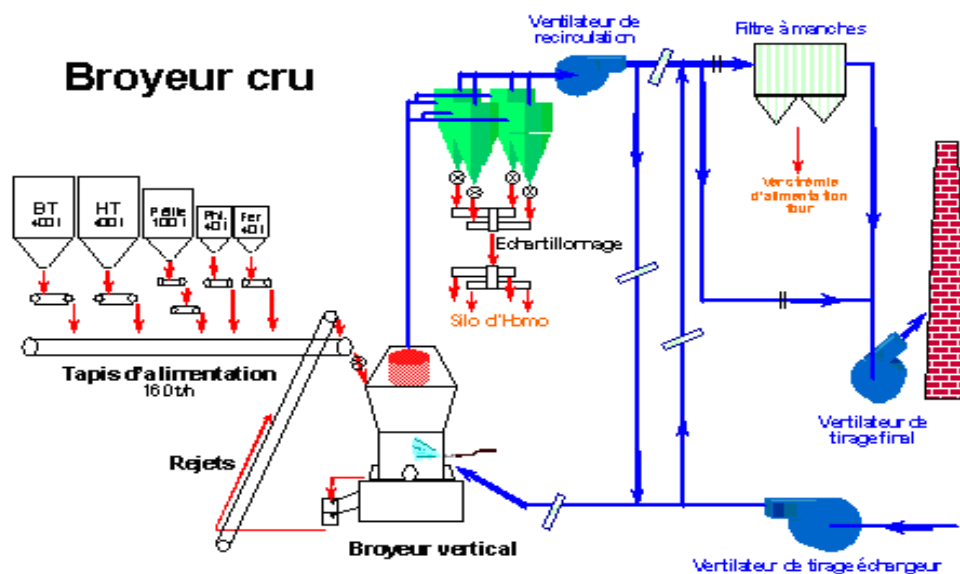


Figure 2-4 : Le broyeur cru

d- homogénéisation :

Deux tours d'homogénéisation assurent le mélange et le stockage de la farine avant cuisson. La farine est acheminée au silo d'homogénéisation par des aéroglesseurs. Le silo de la ligne 1 a une capacité de 8000 tonnes, alors que celle de la ligne 2 est de 7000 tonnes. Les deux silos sont de types IBAU, à fond conique de sommet dirigé vers le haut. Ce type de silo assure à la fois le stockage et l'homogénéisation de la farine.

4- Cuisson de la farine :

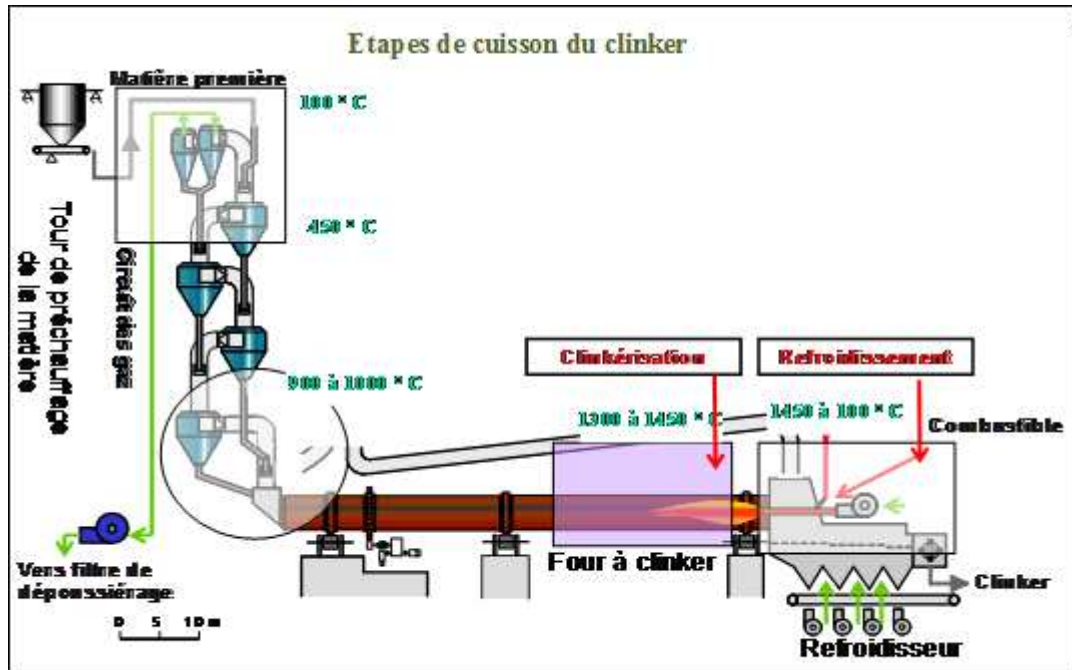


Figure 2-5: les étapes de cuisson de la farine

a

La cuisson du cru est l'opération fondamentale de la préparation du ciment. Elle est effectuée dans deux fours rotatifs munis de deux préchauffeurs à 4 étages de cyclones. A la sortie du silo d'homogénéisation, la farine est introduite en tête d'une tour de préchauffage. Elle circule par gravité le long de cinq cyclones à contre courant des gaz d'une température de 800°C. L'évacuation de ces gaz du four est assurée par le ventilateur de tirage.

b- Four rotatif :

C'est un four rotatif cylindrique de longueur de 46m, et 4.2m de largeur inclinés sur l'horizontale permettant l'écoulement de la farine.

A la sortie de la tour la farine arrive dans le four où s'effectue l'étape la plus importante de sa transformation : la clinkérisation qui commence de 1200°C à 1450°C, l'alimentation en farine est située à l'extrémité opposée du brûleur.

En théorie, cette réaction s'arrête lorsqu'il n'y a plus de chaux disponible. Mais en réalité il reste toujours de la chaux non combinée (chaux libre).

La matière sortant du four est le clinker, elle se présente sous formes des grains gris fonces, arrondis à surface irrégulière et dont le diamètre peut aller jusqu'à 3cm.



Figure 2-6: Four rotatif

c- Le refroidissement :

Plusieurs refroidisseurs peuvent être envisagés :

- Refroidisseurs rotatifs.
- Refroidisseurs planétaires.
- Et la grille de refroidisseur.

A la sortie du four, le clinker progresse lentement le long de la grille, soit par translation de celle-ci, soit grâce au mouvement alternatif de plaques de grille. Sous la grille, des ventilateurs propulsent l'air à travers la couche de clinker, assurent un refroidissement progressif.

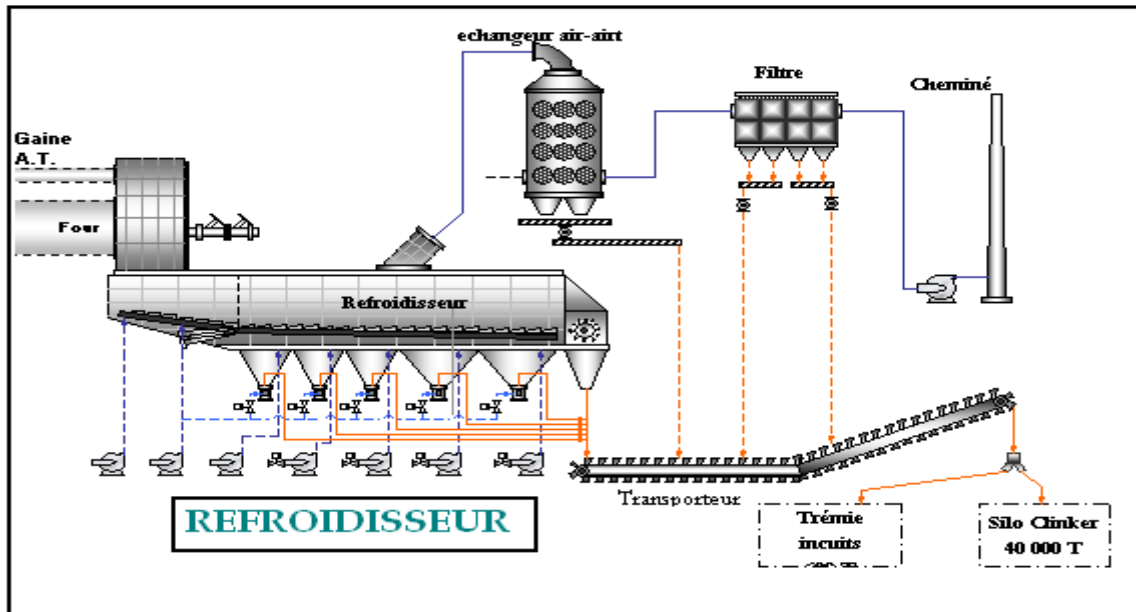
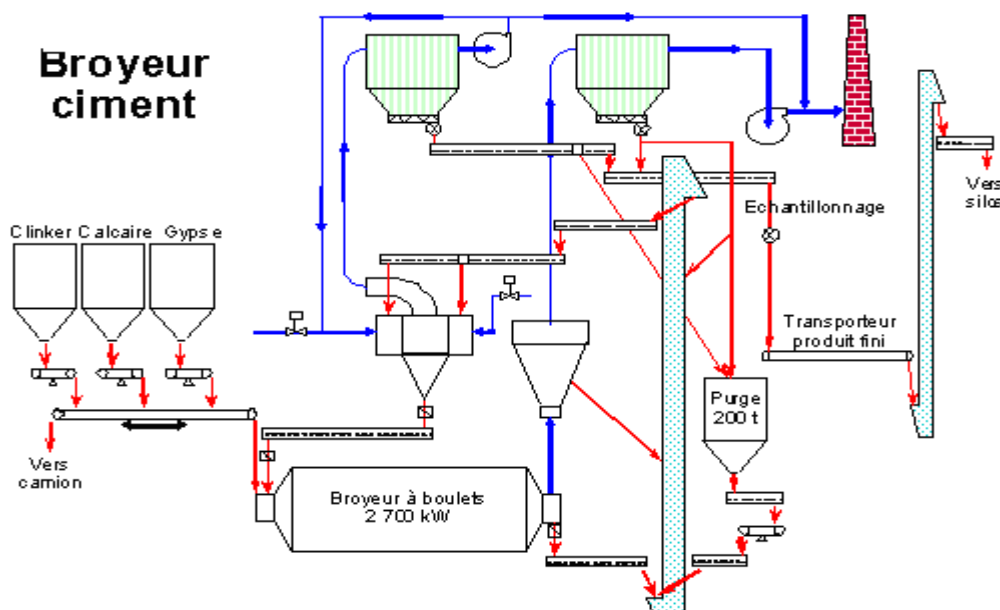


Figure 2-7 : Refroidissement

a- Broyeur cuit :

A la sortie du four, le clinker se présente sous forme de granulés. Pour donner naissance au ciment, il doit être finement broyé avec du gypse qui est un régulateur de prise. Lafarge usine de Meknès fabrique actuellement 2 types de ciment : Le CPJ 45 et Le CPJ 35.



Broyeur à boulet :

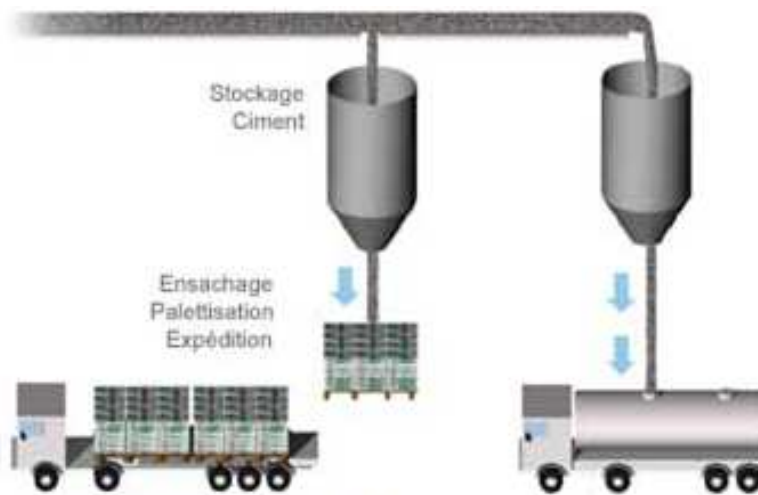
Une fois refroidis, le clinker est stocké dans un hall d'une capacité de 20000t, équipé de deux ponts roulants. Le clinker est broyé dans un broyeur à Boulet avec des matières d'ajout qui sont le calcaire et gypse.

Séparateur :

Le séparateur joue un rôle important dans le fonctionnement global de l'atelier du broyage du ciment, il augmente l'efficacité du broyeur car il optimise la récupération des fines, permet la détermination de la taille maximale des grains de ciment et diminue le temps de rétention dans le broyeur.

b- Stockage et expédition du ciment :

Le produit fini est ensaché par une ensacheuse pour être expédié et satisfaire la demande incessante en ciment de la région.



Stockage

Après sa fabrication des silos de stockage dont la capacité est de plusieurs milliers de tonnes.

Figure 2-9 : Stockage et expédition

Expédition :

Il est expédié vers les lieux de consommation sous deux formes :

En sac : Les sacs contiennent généralement 25 ou 50 kg de ciment sur lesquels est marquée la classe de résistance.

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

Conclusion :

Le laboratoire de la société intervient à chaque stade de production. Il assure le contrôle de schéma récapitulatif des étapes d'obtention du ciment.

Le processus de fabrication joue un rôle de plus en plus important sur la qualité du ciment, tant sur l'obtention du niveau de performances que sur leurs régularités pendant la construction des ouvrages.

La figure 2-10 illustre tous les étapes principales de fabrication de ciment :

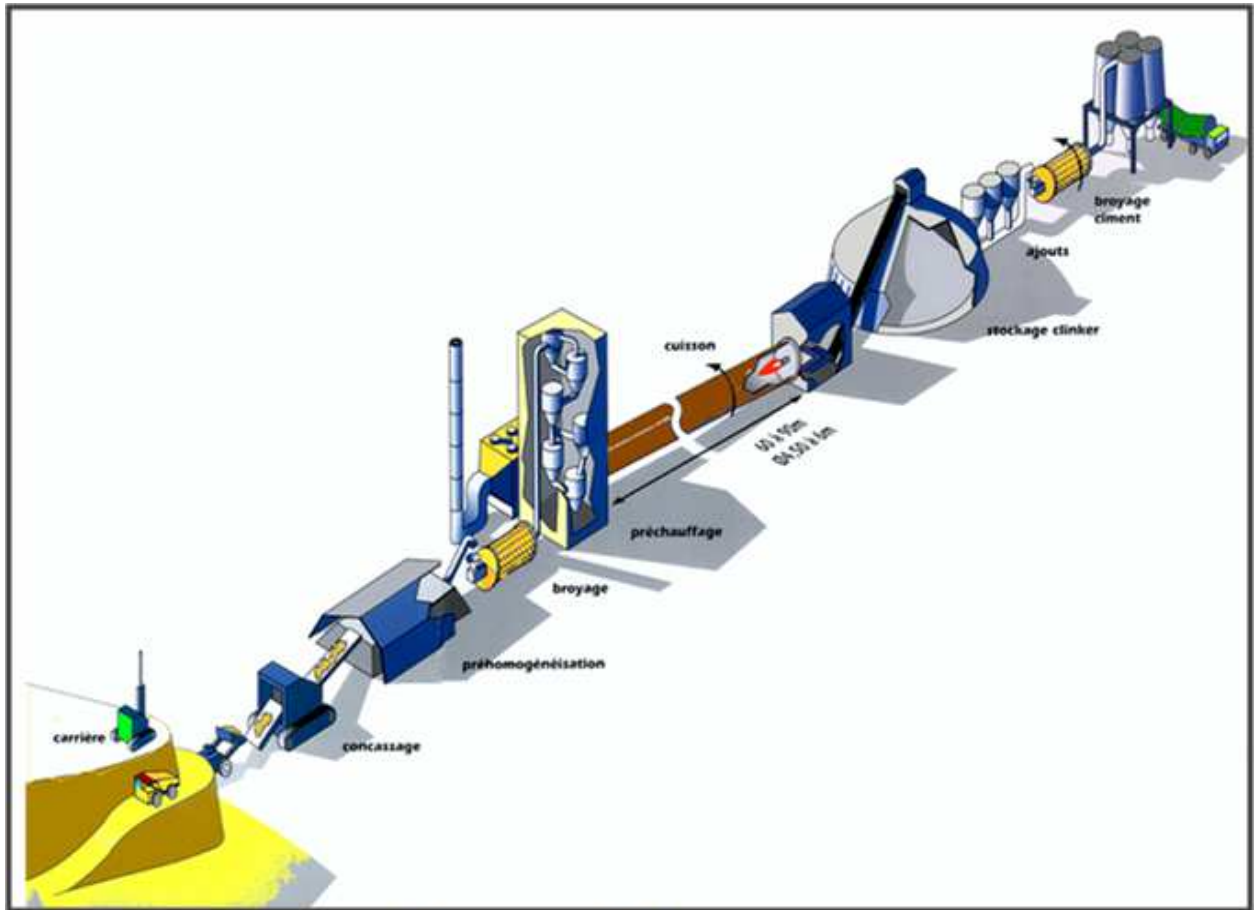


Figure 2-10 : le processus de fabrication du ciment



Chapitre III :

Régulation d'extraction de poussières



LAFARGE
CIMENTS

USINE DE MEKNES

Pour maîtriser le processus de production, les cimenteries déploient des efforts considérables pour résoudre les différents problèmes survenus lors de fonctionnement de l'un des équipements de production. La défaillance d'un des équipements de la fabrication du ciment peut entraîner l'arrêt de production, Lafarge doit donc trouver une solution rapide pour résoudre ce problème. C'est dans ce sens que se situe notre travail qui consiste à trouver une alternative quand la vanne modulante qui permet la régulation de débit doseur de l'extraction de poussière est hors fonctionnement.

Dans ce chapitre, après un bref aperçu sur la régulation nous allons présenter le système d'extraction de poussière et étudier la régulation de débit doseur pour bien situer notre problème et proposer la solution convenable.

1- Aperçu sur la régulation

La régulation constitue de nos jours un outil très important, ses applications apparaissent de plus en plus nombreuses dans de multiples domaines d'activités en particulier dans les industries chimiques.

1-1- Principe de fonctionnement :

Le fonctionnement d'un dispositif destiné à mettre en place une régulation industrielle est illustré dans la figure (3-1):

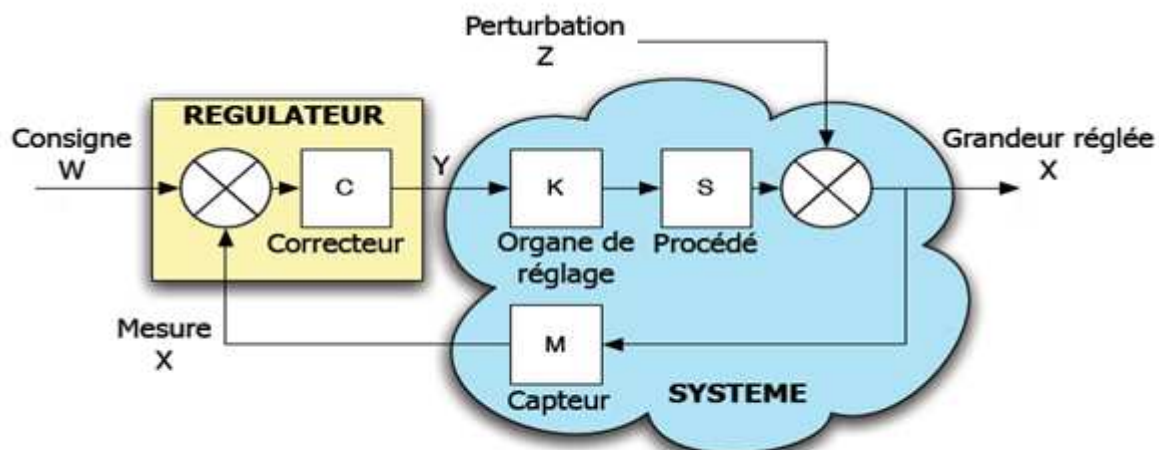


Figure 3-1 : Régulation industrielle

- **Le procédé** : soumis aux excitations constituées par l'entrée de référence et les perturbations. Il y répond par une grandeur qui lui est propre. Cette grandeur porte le nom de grandeur asservie ou grandeur réglée.
- **La grandeur réglée** : la grandeur physique que l'on désire contrôler. Elle donne son nom à la régulation (régulation de température, de débit, de pression.....)
- **La consigne** : la valeur que doit prendre la grandeur réglée.
- **Le capteur** : prélève sur le système la grandeur réglée (information physique) et la transforme en un signal compréhensible par le régulateur. La précision et la rapidité sont deux caractéristiques importantes du capteur.
- **Perturbation** : grandeur physique qui influence la grandeur réglée. Elle n'est généralement pas de même nature que la grandeur réglée.

- **L'organe de réglage** : l'élément qui agit sur la grandeur réglante.
- **le régulateur** : composé de deux parties :

- *le comparateur* qui reçoit l'information de référence et la grandeur mesurée dont il fait la différence $e(t)$ appelée *écart* ou *erreur* .

- *le correcteur* dont le rôle sera d'éliminer cet écart, quelles que soient les perturbations, et d'amener le processus à réagir le plus rapidement, quelles que soient les variations de l'entrée de référence ou les perturbations c'est l'*organe intelligent* du système asservi.

1-2- Régulation par PID :

Un régulateur PID (proportionnel intégrale dérive) est un organe de contrôle permettant d'effectuer une régulation en boucle fermée d'un système industriel. Il est bien adapté à la plus part des processus de type industriel et relativement robuste par rapport aux variations des paramètres du procédé.

L'asservissement de type PID est un asservissement composé d'un terme proportionnel, un terme intégral et un terme dérivé :

$$U(t) = K_p \left[e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau + T_d \cdot \frac{d}{dt} e(t) \right]$$

Avec l'écart défini comme suit : $e(t) = w(t) - s(t)$

K_p : le coefficient de proportionnalité.

K_d : le coefficient de dérivé.

T_i : est la constante de temps de l'action intégrale.

T_d : est la constante de temps de la partie dérivée.

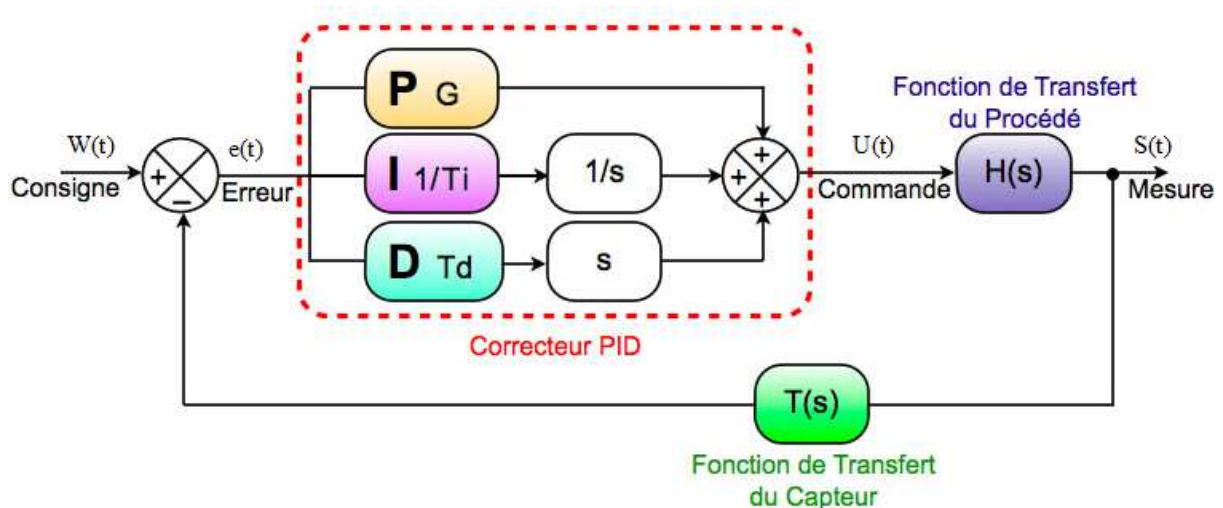


Figure 3-2 : Correcteur PID

- Action proportionnelle P permet de réduire l'erreur statique et régler les marges de gain et de phase.
- Action dérivée D améliore la stabilité et les performances dynamiques.
- Action intégrale I permet d'annuler l'erreur statique

2- Etude du système d'extraction de poussière :

Au sein de la société LAFARGE il y a deux lignes de fabrication, les doseurs cru de chaque ligne est fabriqué respectivement par les fournisseurs 'HASLER' et 'SCHENK'.

Le schéma suivant illustre l'enchaînement de la matière avant le broyage :

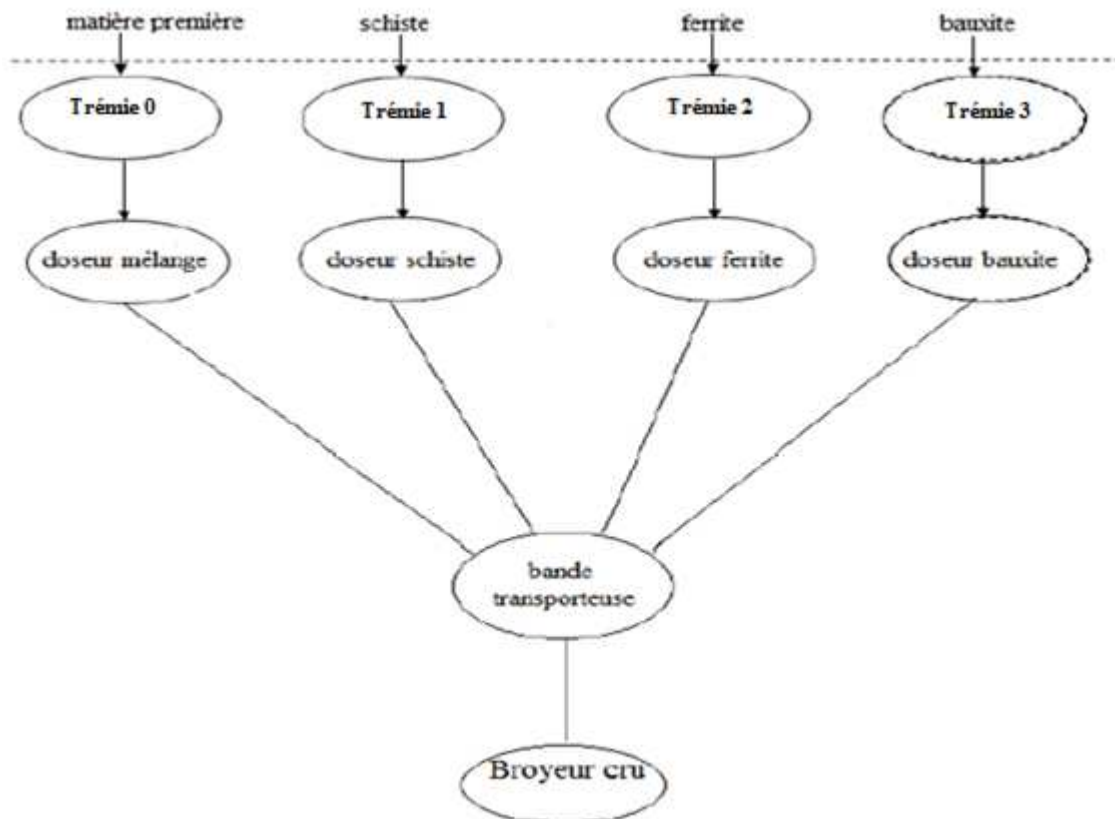


Figure 3-3 : Ligne de fabrication

Le principe dominant de la société est « rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme ». c'est pourquoi à la fin du cycle broyage on trouve des filtres qui reconduit la poussière due au broyage des composantes, vers un système d'extraction poussière, dans le but de réutiliser la matière.

2-1- Trémie peseuse :

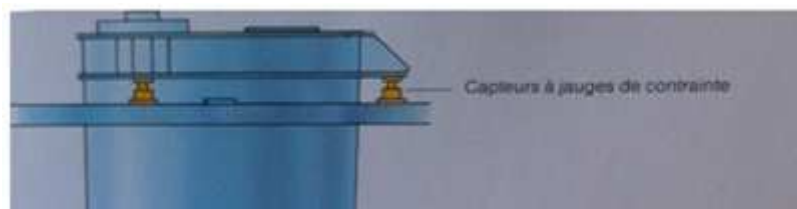
La trémie peseuse fonctionne de manière totalement séparée du doseur continu. Elle sert à indiquer le poids de la trémie, à annoncer et à surveiller des valeurs de seuils, pour la régulation de son niveau de remplissage.

Le niveau de la trémie peut être piloté soit manuellement soit automatiquement.

En cas de commande automatique, l'alimentateur est mis en route ou bien arrêté en fonction des valeurs de seuils (Max/Min).

En cas de commande manuelle on peut mettre en marche ou arrêter directement l'alimentateur.

Afin d'empêcher un débordement de la trémie, l'alimentateur sera arrêté dans les deux modes de fonctionnement, quand la valeur de "Seuil comme MAX" est dépassée.



2-2- La Vanne modulante :

Une vanne de régulation est un actionneur qui associe un corps de vanne avec une motorisation électrique, voire pneumatique dans des applications industrielles. La vanne de régulation est souvent modulante et rarement TOR (Tout ou Rien).

Le schéma suivant illustre les composantes de la vanne modulante :

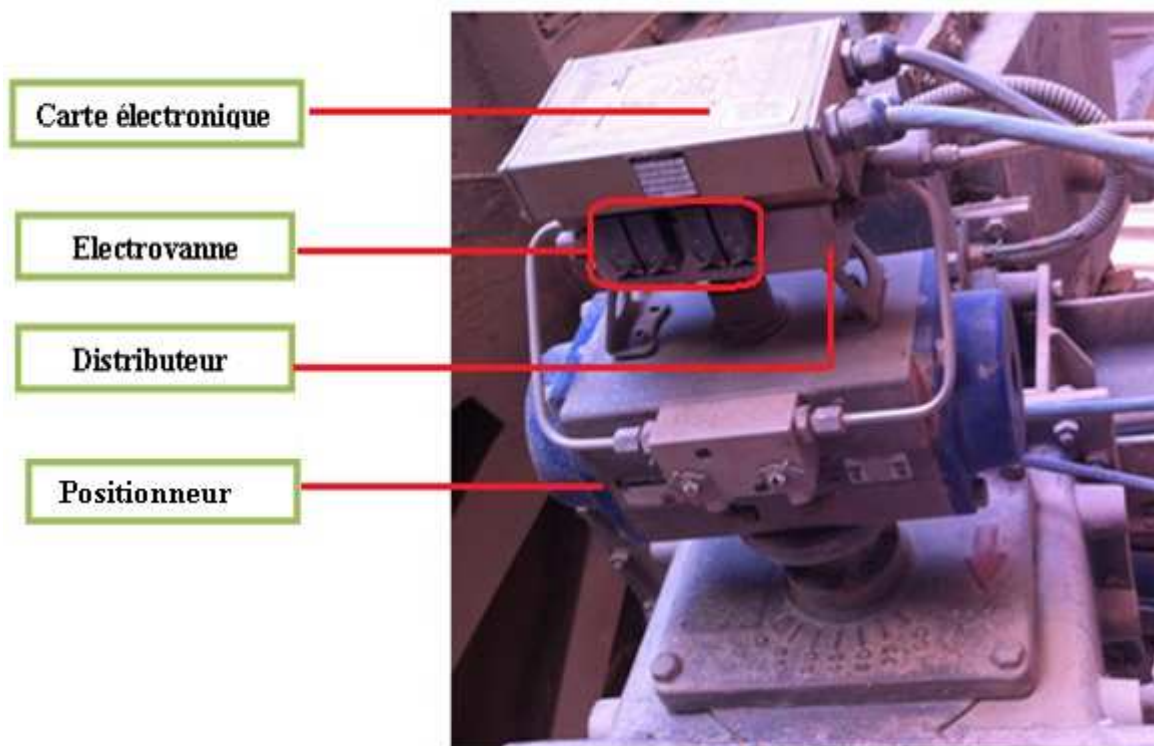


Figure 3-5 : Vanne modulante

Cette vanne se compose essentiellement de :

- Une carte électronique
- Electrovanne
- Distributeur
- Actionneur pneumatique (vérin rotatif)

2-3- Doseur à goulotte :

Une goulotte-doseuse est adaptée pour le pesage/dosage en continu de produits en vrac, qui coulent bien ou qui grâce à une injection d'air sont devenus fluides. La matière est amenée sans tourbillons sur la piste de mesure S. La force de déflexion agit sur le capteur de pesage WZ, dont la tension de sortie est proportionnelle au flux de matière.

Le DISOCONT traite ce signal et calcule le débit et la quantité de matière passée dans l'appareil.

Le schéma suivant explique le principe de mesure par une goulotte doseuse :

WZ : capteur de pesage

S : piste de mesure

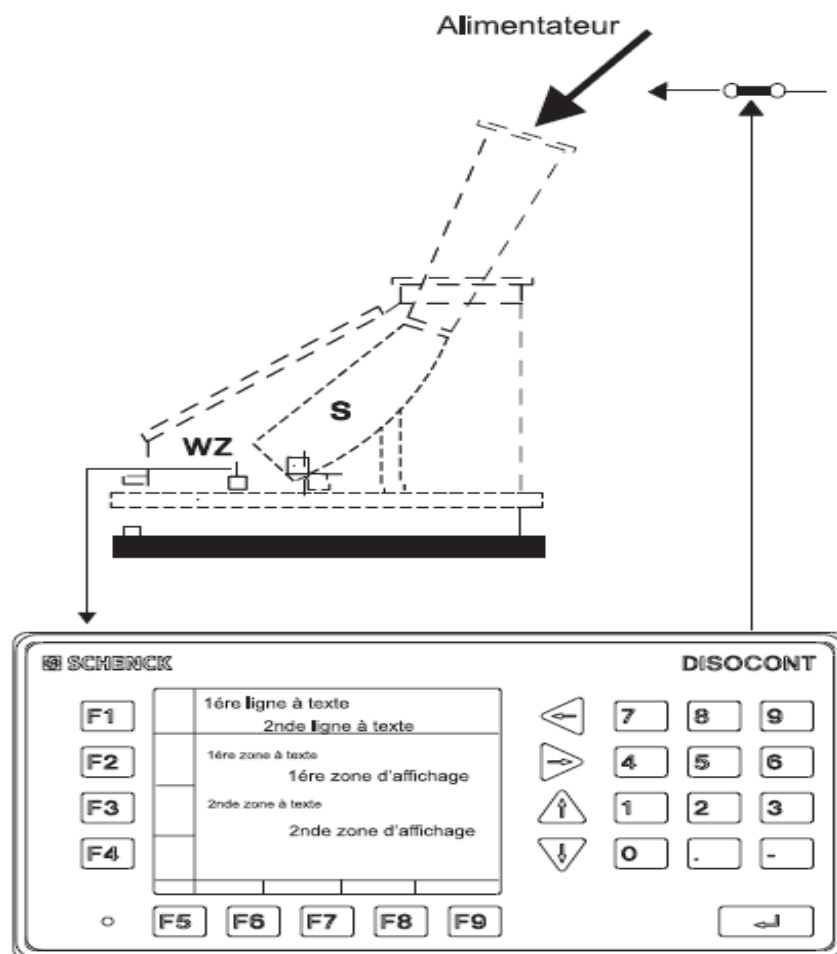


Figure 3-6: Doseur à goulotte

2-4- Etude du système DISOCONT :

Le DISOCONT est un équipement électronique modulaire, à usages multiples, pour les techniques de pesage et de dosage.

Le DISOCONT est conçu pour des fonctions de mesure et de commande ou bien pour des chargements en discontinu.

Le système DISOCONT remplit toutes les fonctions des techniques du pesage ainsi que des fonctions processus pour la mesure et le dosage des produits en vrac.

Le DISOCONT peut être utilisé avec un programme d'utilisation spécifique (Software) dans les industries suivantes pour toutes les applications de pesage et de dosage:

- Sidérurgie
- Carrières
- Cimenteries
- Industries agro-alimentaires
- Industries chimiques

Les éléments constitutants sont : l'unité de commande DISOCONT VSE, l'unité de pilotage local DISOCONT VLB et l'unité DISOCONT Entrée/Sorties VEA.

a- Unité de système VSE 20100 :

L'unité de système DISOCONT assure toutes les fonctions de mesure et de régulation. Tous les paramètres (configuration, etc.) sont stockés sur la carte mémoire. En cas de panne des secteurs les valeurs dynamiques sont mémorisées. L'unité de système doit être intégrée à un boîtier de type VFG ou VEG. Pour l'utilisation en tant que l'unité de commande de bascules, une carte du type VSM est nécessaire. Pour l'utilisation en tant que système E/S avec logiciel VIO, une carte mémoire n'est pas nécessaire.

Boîtier industriel VFG 20100 :

Le boîtier renforcé à fibres de verre est prévu pour le montage sur le terrain des unités DISOCONT.

Boîtier pour armoire VEG 20100 :

Les boîtiers en acier inox pour l'unité de système VSE et l'unité d'entrée/sortie VEA sont utilisés lorsque les unités principales du DISOCONT sont montées dans une armoire.



Module mémoire VSM :

Le module de mémoire est intégré à l'unité de système DISOCONT VSE. Il sert au stockage de tous les réglages spécifiques d'installation et des valeurs de service. En cas de panne de secteur les valeurs dynamiques sont mémorisées. En cas de panne de l'unité de système VSE le module VSM 20100 peut être déplacé pour permettre la transmission vers un appareil de rechange des paramètres.

b- Unité de commande VLB 20100 :

L'unité de commande VLB 20100 peut se substituer à la commande par le système de contrôle de processus industriels ou intégrer celle-ci.

Pour l'utilisation d'une VLB 20100 une unité VEA est indispensable. Le câble VSC 20100 sert à l'interconnexion de ces deux unités.

L'unité VLB 20100 peut être intégrée soit au panneau de contrôle soit à la porte d'armoire de commande.



Figure 3-8 : Unité de commande VLB

c- Unité d'entrée/sortie VEA 20100 :

La VEA est une unité d'entrée/sortie supplémentaire. Son utilisation est obligatoire lorsque l'unité de commande VLB (type 20100) est intégrée au panneau de commande. L'unité VEA doit être montée dans un boîtier de type VFG ou VEG.



Figure 3-9 : Unité d'entrée/sortie VEA

d- Mode de fonctionnement :

Le DISOCONT peut être piloté en deux modes de fonctionnement:

Mode de marche gravimétrique (Régulé) :

Le débit réel est régulé sur le débit de consigne prédéterminé. Le débit de consigne maximum est égal au débit nominal de l'appareil. Si la valeur de consigne désirée est trop élevée, le système déclare une erreur.

Mode de marche volumétrique (Non régulé) :

L'organe de dosage est ajusté proportionnellement au débit de consigne. Pour des conditions nominales, le débit de dosage correspond à peu près à la valeur de consigne prédéterminée. La valeur de consigne est limitée à trois fois la valeur nominale du débit de dosage. Quand cette valeur est dépassée, le système annonce une erreur.

3- La régulation entre la vanne et doseur :

Pour avoir une bonne régulation entre la vanne et le doseur, on procède au stockage de la poussière localisé dans une grande trémie qui facilite l'écoulement de cette poussière. Ce dernier est dirigé par une vanne qui est commandée par l'écart entre la consigne et la mesure (débit donné par le doseur à goulotte), toutes ces étapes nous permettent d'extraire la poussière due au broyage de la matière.

L'unité centrale de régulation se compose d'un régulateur-PI (Proportionnelle Intégrale). Le régulateur-PI standard est de plus équipé avec une consigne-By-pass. Grâce au By-pass les sauts de consigne même en cas de réglage lent du régulateur sont rapidement exécutés. Afin d'éviter un pompage, la consigne est désaccouplée du régulateur proprement dit, par un circuit de contre réaction. Le régulateur est aussi équipé d'une limitation de la grandeur de positionnement dépendant de la consigne. Lorsqu'on atteint de la limite inférieure ou bien supérieure de la grandeur de positionnement, le régulateur est retenu.

La boucle de régulation, qui existe entre la goulotte-doseuse et la vanne modulante est résumé par la figure suivante :

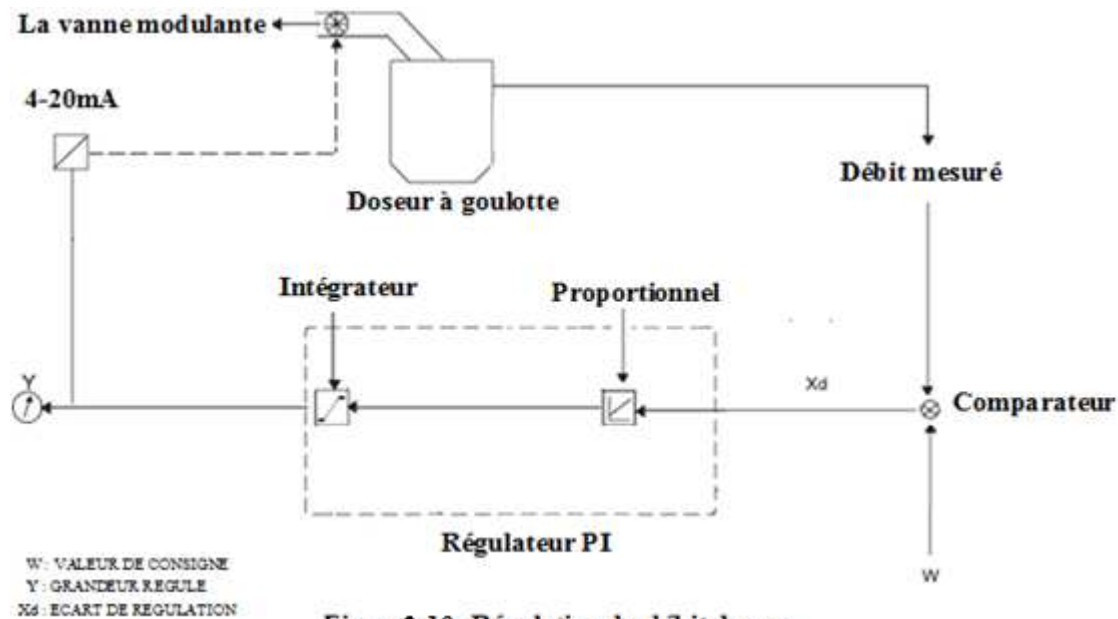
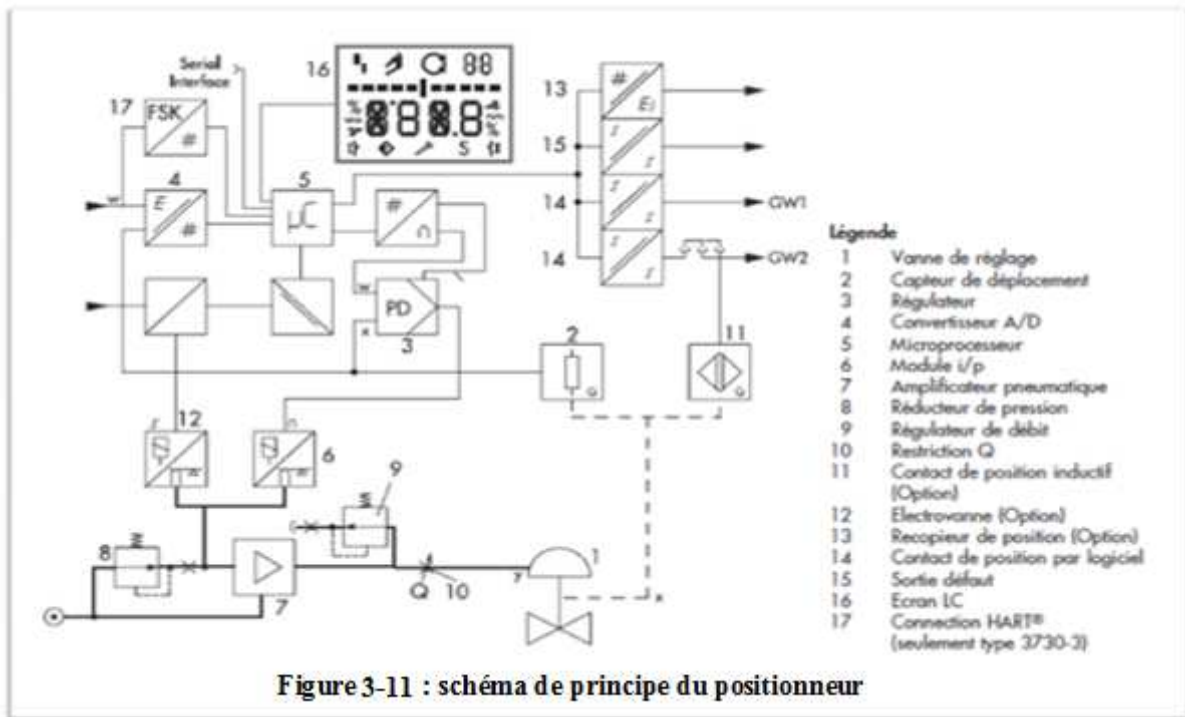


Figure3-10: Régulation du débit doseur

lien entre la salle de commande et notre système : la consigne arrivant de la salle de maintenance est comparée avec le débit réel venant de la goulotte-doseuse, ensuite la différence est conduite sur le bloc de régulation (le bloc PI existant dans le boîtier VSE). Ce dernier modifie le débit de l'actionneur de matière (vanne modulante) jusqu'à ce que la valeur du débit réel soit égale à la consigne.

Le positionneur, conçu pour être monté sur des vannes de réglage pneumatiques, détermine une position bien précise de la vanne (grandeur réglée x) correspondant au signal de commande (grandeur directrice w). Il compare le signal électrique de commande provenant d'un dispositif de réglage avec le déplacement angulaire d'une vanne de réglage, et émet comme grandeur de sortie une pression d'air de commande pneumatique, et ainsi de suite dans la mesure que la valeur du débit mesuré soit plus proche à la consigne souhaitée.

Le schéma ci-dessous traduit cette procédure :



Lorsqu'il y a écart de position, la pression d'air est augmentée ou diminuée pour rétablir la position. Si nécessaire, la variation de la pression de commande peut être ralentie par l'utilisation d'une restriction de débit Q intégrée.

4- Problématique et solution possible :

4-1- Présentation de problème :

La vanne modulante joue donc un rôle important dans la régulation de débit doseur de l'extraction de poussière, par suite elle est nécessaire au bon déroulement de tout le processus de fabrication du ciment.

Ainsi, un dysfonctionnement de cette vanne peut conduire à une mauvaise régulation de débit de doseur à goulotte et alors à un effet néfaste sur la production de ciment.

De ce fait il faut résoudre un tel problème rapidement pour ne pas arrêter la production de l'usine.

Comme ce type de vanne n'est pas disponible dans le marché et sa réparation exige une longue période et même si elle est réparée elle n'est plus performante, il faut donc chercher une alternative à cette vanne.

4-2- La solution proposée :

En cas de défaillance de la vanne modulante, nous avons proposé de l'échanger par un vérin pneumatique modèle « Pistor » commandée par un convertisseur I/P (courant/pression).

Nous avons opté pour cette solution pour trois raisons principales :

- Ce vérin existe déjà dans plusieurs installations dans l'usine, donc cela va nous épargner le temps de la recommandation et de livraison du moment qu'il est disponible dans le magasin de l'usine. et aussi nous avons des informations sur son mode de fonctionnement.
- Ce « Pistor » possède une marge de précision très réduite et résiste efficacement aux perturbations de l'extérieur.
- Ce modèle a un coût raisonnable.

5- PISTOR :

Le Pistor est un vérin pneumatique (un actionneur) qui permet de transformer l'énergie de l'air comprimé en un travail mécanique. Un vérin pneumatique est soumis à des pressions d'air comprimé qui permettent d'obtenir des mouvements dans un sens puis dans l'autre. Les mouvements obtenus sont linéaires.



Le principe de foncti

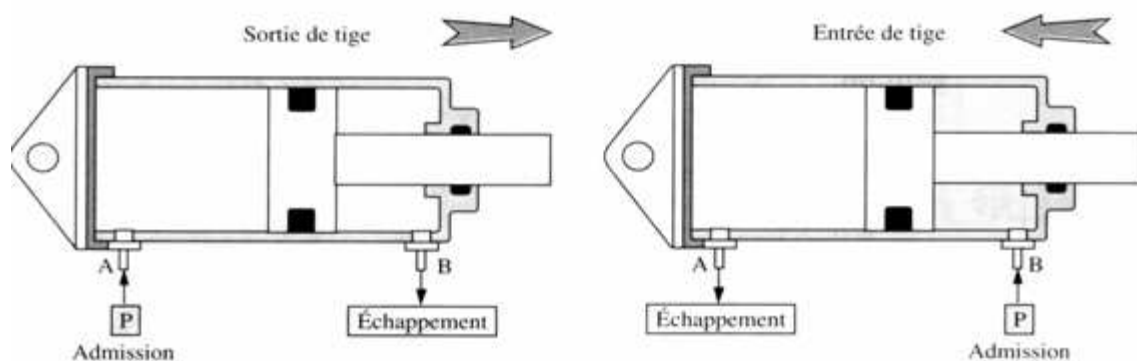


Figure 3-12 : Pistor

Figure 3-13 : Verrin pneumatique

Sortie de tige : sous l'action de l'air comprimé sur le piston par l'orifice A, la tige de vérin sort. L'orifice B est à l'échappement, la chambre se vide et l'air retourne à l'atmosphère.

Rentrée de tige : cette fois, c'est la chambre avant qui est soumise à la pression P. L'air comprimé arrive par l'orifice B. La pression agit sur la face avant du piston et la tige de vérin rentre. La chambre arrière est de ce fait à l'échappement, l'air retourne à l'atmosphère.

6- Convertisseur courant/pression (I/P) :

Le convertisseur de courant/pression, illustrée sur la figure(3,14), a comme en entrée un signal électrique et produit une pression pneumatique de sortie proportionnelle au signal. Typiquement, un signal de 4 à 20 mA est converti en une sortie de 0,2 à 1,0 bar (3 à 15 psi).



L'application la plus courante du convertisseur consiste à recevoir un signal électrique depuis un contrôleur et à produire en sortie.

Une pression pneumatique pour commander un actionneur de vanne de régulation ou un positionneur. La série 846 peut également être utilisé pour convertir un signal vers un instrument pneumatique, cette serie 846 est un convertisseur I/P électronique.

Il comporte une unique carte de circuits électroniques, comme illustré sur la Figure suivante :



Figure 3-15 : Convertisseur avec couvercle enlevé

Le circuit est composé d'un capteur de pression à semi-conducteurs permettant de contrôler la pression en sortie ;
Ce capteur fait partie d'un réseau à rétroaction électronique. Cette capacité d'autocorrection offerte par la combinaison capteur/circuit permet au convertisseur de produire un signal de sortie (pression) extrêmement stable et sensible.

La figure suivante indique le schéma fonctionnel du convertisseur I/P:

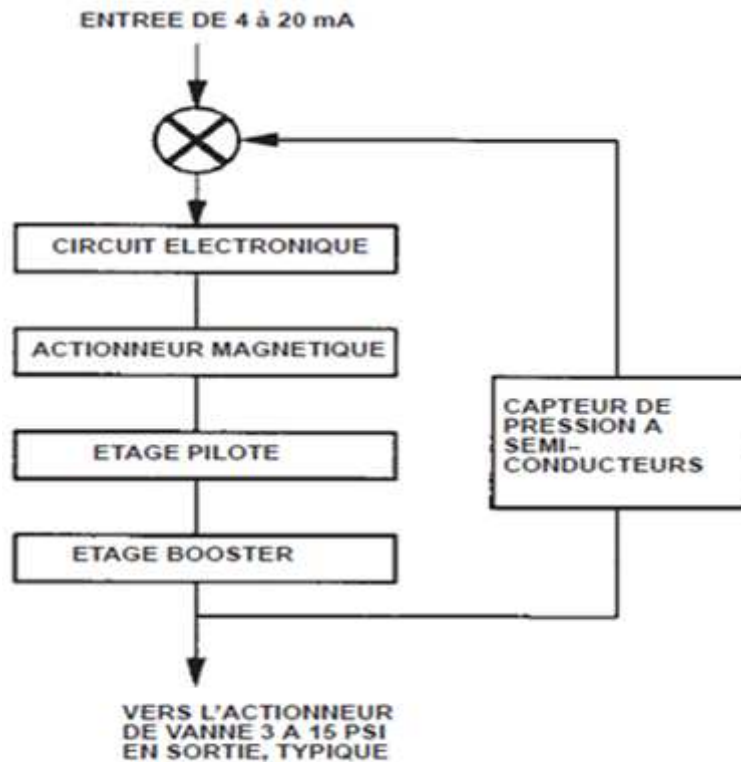


Figure 3-16 : Le schéma fonctionnel

a- Circuit électronique :

Durant le fonctionnement, le courant de signal d'entrée est reçu par le circuit électronique du convertisseur et comparé à la Pression de sortie de l'étage booster. Un capteur de pression à semi-conducteurs est incorporé au circuit électronique et contrôle la sortie de l'étage booster. Le signal de pression provenant du capteur passe dans un simple circuit de contrôle interne. Les modifications de charge de sortie (fuites), les Variations de pression d'alimentation et même l'usure des composants sont détectés et corrigés par l'association capteur/circuit. La rétroaction électronique offre d'excellentes performances dynamiques et compense rapidement les modifications de sortie induites par les vibrations.

b- Actionneur magnétique :

Le circuit électronique commande le niveau de courant passant dans la bobine de l'actionneur, située dans l'ensemble pilote/actionneur. Une modification du niveau de courant de bobine est effectuée par le circuit électronique lorsqu'un écart est détecté entre la pression mesurée par le capteur et la pression requise par le signal d'entrée.

L'actionneur s'occupe de convertir l'énergie électrique (courant) en mouvement. Une membrane en caoutchouc de silicone contribue à protéger l'écartement magnétique de fonctionnement de toute contamination.

c- Etage pilote :

L'étage pilote comporte deux injecteurs fixes, opposés : L'injecteur d'alimentation et l'injecteur récepteur. Il comporte aussi le Déflecteur, qui est l'élément mobile. Voir les figures ci-dessous. L'injecteur d'alimentation est relié à l'alimentation d'air et produit Un flux d'air à grande vitesse. L'injecteur récepteur récupère ce flux et le transforme à nouveau en pression. La pression de l'injecteur récepteur est la pression de sortie de l'étage pilote.

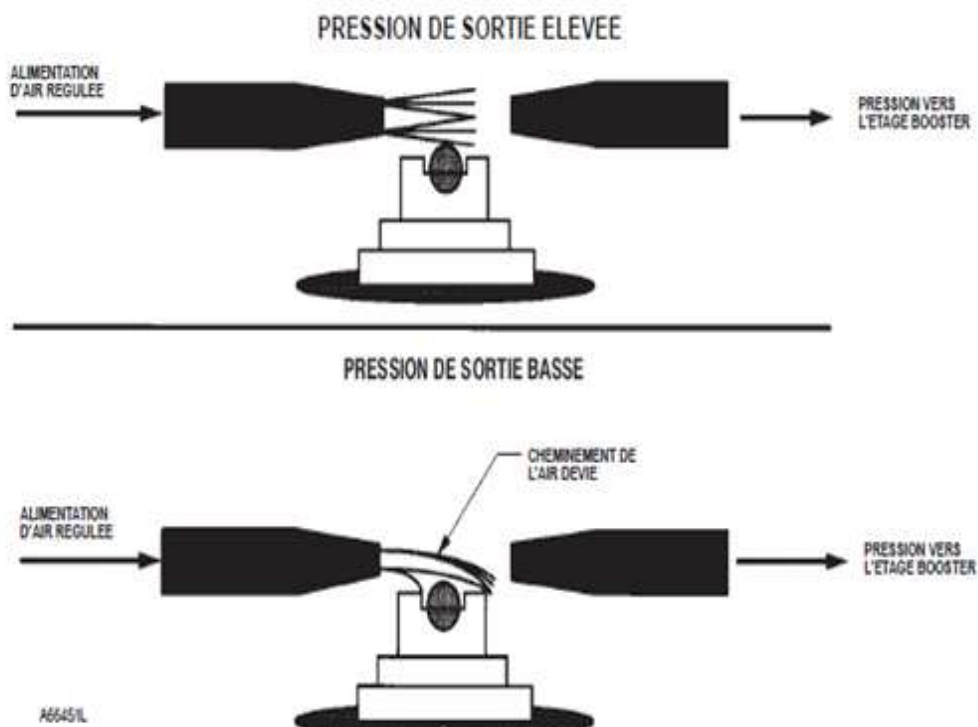


Figure 3-17 : Détail du fonctionnement du déflecteur et de l'injecteur de l'étage pilote.

Pour faire varier la pression de sortie pilote, le flux d'air à grande vitesse est dévié de l'injecteur récepteur par le déflecteur, le Déflecteur étant un corps cylindrique, aérodynamique, placé entre les deux injecteurs.

En réponse à une modification du courant de bobine de l'actionneur, le déflecteur est repositionné entre les injecteurs. Il existe une relation linéaire entre le courant de bobine et la pression de sortie de l'étage pilote.

d- Etage booster :

La pression de l'injecteur récepteur commande l'étage booster, dont la conception est celle d'un distributeur à clapet. Un accroissement de la pression de l'injecteur récepteur commande la robinetterie de l'étage booster afin de produire une augmentation du signal de sortie du convertisseur. Une diminution de la pression de l'injecteur récepteur commande la robinetterie de l'étage booster afin de permettre un échappement et de diminuer ainsi le signal de sortie du convertisseur.

L'étage booster fonctionne avec un gain en pression de 3:1 depuis l'étage pilote. Il est possible d'atteindre un fonctionnement a Grand débit grâce une conception a clapet a grande section d'écoulement et une faible résistance au débit de la portée interne. La conception de l'étage booster offre une excellente stabilité pour des applications a fortes vibrations ; de plus, la technologie de Distributeur à clapet offre une grande résistance à l'obturation.

Concernant le fonctionnement de la liaison entre le « Pistor » et le convertisseur I/P s'explique comme suivant : le bloc de régulation fournit un courant de 4 à 20mA qui passe par le convertisseur I/P en exigeant une marge de pression à l'entrée de 3 à 6 bars qui circule dans l'usine. Ces commandes permettent d'adapter la pression de sortie en fonction de la marge acceptée par le Pistor. A la sortie du convertisseur I/P, nous aurons une pression qui varie entre 0.2 à 1 bar permettant de commander le Pistor qui conduit à son tour la vanne.

Conclusion :

La solution de la vanne modulante de modèle « Pistor » que nous avons proposé a été accepté et adopté par l'équipe de maintenance de la société LAFARGE de Méknès.



Chapitre IV :

Les interventions Effectuées



LAFARGE
CIMENTS

USINE DE MEKNES

Au cours de notre séjour à la société Lafarge, nous avons eu l'occasion d'assister et effectuer des travaux supplémentaires comme le tarage et l'étalonnage de circuit poussière.

1- Assistance au tarage de circuit poussière :

A l'intérieur d'un circuit poussière il y a un **pré doseur** qui est un appareil utilisé, comme son nom l'indique, au pré dosage. Il peut être volumétrique ou pondéral.

Le dépoussiérage est une étape nécessaire du processus de fabrication du ciment du groupe Lafarge et particulièrement Lafarge ciment usine de Meknès.

En effet, la direction de l'usine s'est engagée dans une politique de qualité environnementale visant à réduire voire éliminer les émissions de poussières qui peuvent engendrer un environnement sale ou parfois entraîner carrément l'arrêt de la production.



Le **Tarage** consiste à régler le zéro d'un appareil de mesure.

Dans notre cas, quatre conditions sont nécessaires pour cela, il faut :

- Que le poseur soit en marche.
- Qu'il n'y ait pas de produit sur la bande.
- Appuyer sur la touche 0.
- Le signal poids brut doit être inférieur au paramètre zéro.

Le zéro se fait sur un tour de bande.

Un nouveau zéro peut être aussitôt demandé par un nouvel appui sur la touche :

2- Etalonnage de circuit poussière :

L'opération d'étalonnage consiste à régler le gain d'un appareil de mesure. Dans notre cas, trois conditions sont nécessaires:

- Que la machine soit en marche.
- Qu'il n'y pas de produit sur la bande.
- Poser le produit étalon sur son support

L'étalonnage se fait sur 1 tour de bande.

Elle a pour objectif d'obtenir un débit exacte et pour ne pas affecter la qualité c'est pour cela il faut respecter une gamme de la farine.

- Utiliser logiciel Schenck Easyserve.
- brancher PC avec VSE.
- Arrêter les opérations de la salle centrale de commande.
- Identification de pré doseur (état avant et état après).
- Obtenir un débit égal à zéro.

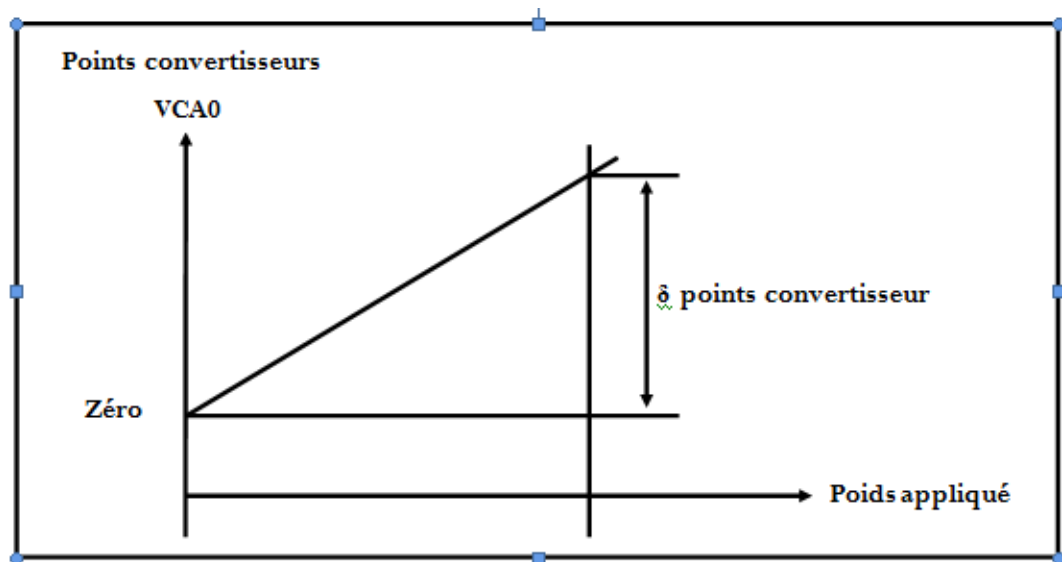


Fig. : Courbe d'étalonnage

$$\text{Coefficient d'étalonnage} = \frac{\text{Poids de référence}}{\delta \text{ points convertisseur}}$$

CONCLUSION

Le stage que nous avons effectué au sein de Lafarge Meknès nous a permis de mettre en pratique les connaissances acquises au cours de notre formation et aussi d'explorer le monde de l'industrie et de côtoyer les difficultés réelles du monde du travail.

Nous avons eu la chance d'assouvir notre curiosité durant ce stage en visitant les différents services de l'usine et en découvrant le processus de fabrication du ciment ce qui nous a permis de compléter notre formation.

L'objectif de notre stage est d'abord de découvrir les différentes étapes de la fabrication du ciment, ensuite de trouver des solutions convenables au problème lié à la régulation de débit doseur de l'extraction de poussières.

En effet la vanne modulante permettant la régulation de débit peut être hors fonctionnement et pour ne pas arrêter la production du ciment, nous avons proposé de la remplacer par un Pistor commandé par un convertisseur courant/pression qui est disponible dans l'usine.

Ce stage nous a permis de s'adapter à la vie active de la société, nous a appris à être plus autonome et à ne pas nous décourager et à contourner les difficultés.

Bibliographie :

-Sites web

<http://support.automation.siemens.com>

<http://www.wikipedia.org/>

www.lafarge.ma/

www.mei-latecoere.com

www.google.com

-Cahier technique :

- Documentation Schenck
- DISOSONT

Doseur pondéral à service Manuel d'instruction

- La fiche technique de bureau des méthodes
- Technique d'Ingénieur : Fabrication du ciment

Liste des figures

Figure 1-1: Implantation de Lafarge au Maroc	9
Figure 1-2: Positionnement de Lafarge au Meknès	9
Figure 1-3: Ciment portland avec ajouts CP35 et CP45	10
Figure 1-4: Equipement de protection individuel	11
Figure 1-5: Organigramme de Lafarge.....	12
Figure 2-1: Circuit de fabrication du ciment	14
Figure 2-2: Carrière et concassage	15
Figure 2-3: Pré homogénéisation	16
Figure 2-4: Le broyeur cru	16
Figure 2-5: Les étapes de cuisson de la farine	17
Figure 2-6: Four rotatif.....	18
Figure 2-7: Refroidissement.....	18
Figure 2-8: Broyeur ciment	19
Figure 2-9: Stockage et expédition.....	19
Figure 2-10: Le processus de fabrication du ciment	20
Figure 3-1: Régulation industrielle	22
Figure 3-2: Correcteur PID	23
Figure 3-3: Ligne de fabrication.....	24
Figure 3-4: Trémie poseuse.....	25
Figure 3-5: Vanne modulante.....	25
Figure 3-6: Doseur à goulotte.....	26
Figure 3-7: DISOCONT	27
Figure 3-8: Unité de commande VLB.....	28
Figure 3-9: Unité d'entrée/sortie VEA	28
Figure 3-10: Régulation du débit doseur.....	29
Figure 3-11: Schéma de principe de positionneur.....	30
Figure 3-12: Pistor.....	31
Figure 3-13: Vérin pneumatique	32
Figure 3-14: Convertisseur I/P	32
Figure 3-15: Convertisseur avec couvercle enlevée.....	33
Figure 3-16: Le schéma fonctionnel.....	33
Figure 3-17: Détail du fonctionnel du déflecteur et de l'injecteur de l'étage pilote	34