



Département de Génie Industriel



LST de Génie Industriel

Projet de Fin d'Etudes

Elaboration du Tableau de bord de production du clinker

Lieu : Société Holcim

Référence :07/11GI

Préparé par :

- ABOULEM Salma
- FARAJ Zainab

Soutenu le 14 Juin 2011 devant le jury composé de :

- Pr A.Chafi (Encadrant FST)
- Pr A. En-nadi (Examineur)
- Pr F. Kaghat (Examineur)
- Mr M. Abid (Encadrant Société)



Dédicace

On dédie ce travail

A nos très chers parents

Pour toutes les peines endurées, toutes les privations, sacrifices consentis et l'assistance durant toute notre vie estudiantine, pour faire de nous les femmes de demain.

A nos tendres frères et sœurs : Simohammed et Ghita

Tarik, Nada, Houda et Kenza

Pour tant de confiance, d'amour, de patience et d'abnégation

A nos cousins et cousines, oncles et tantes

Pour tant de consolation et de tendresse

A nos meilleurs amis: Simohammed, Oussama, Hamza, Fatma et Zineb

Pour nous avoir comblé de joie et d'assistance durant toute la période de notre stage.

A nos amis et collègues distingués : Farouk et Ahmed

Pour nous avoir apporté leur soutien, amitié, compréhension et pour tous les bons moments vécus durant notre période de stage.



Remerciement

Dans le cadre de la réalisation de notre travail effectué, nous tenons vivement à remercier tous ceux qui ont été à l'origine de notre aide et assistance et tous ceux qui ont travaillé derrière les coulisses pour nous aider à effectuer notre travail.

Nous pensons d'abord aux professeurs de la faculté des sciences et techniques Fès, et plus particulièrement ceux du département du Génie Industriel, artisans de notre formation universitaire.

Nous remercions particulièrement **Mr Anas CHAFI** qui malgré ses grandes responsabilités nous a consacré du temps pour nous encadrer.

Nous tenons à exprimer notre gratitude à **Mr M.ABID** et **Mr B.ABID** qui ont bien voulu superviser notre travail. Nous les remercions infiniment pour leur patience et leurs précieux conseils.

Nous tenons également à remercier les professeurs qui ont eu l'amabilité d'accepter de siéger dans le jury de soutenance et de nous faire part de leurs remarques et leurs propositions.

Nous voudrions aussi exprimer nos remerciements à tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin à réaliser ce travail.



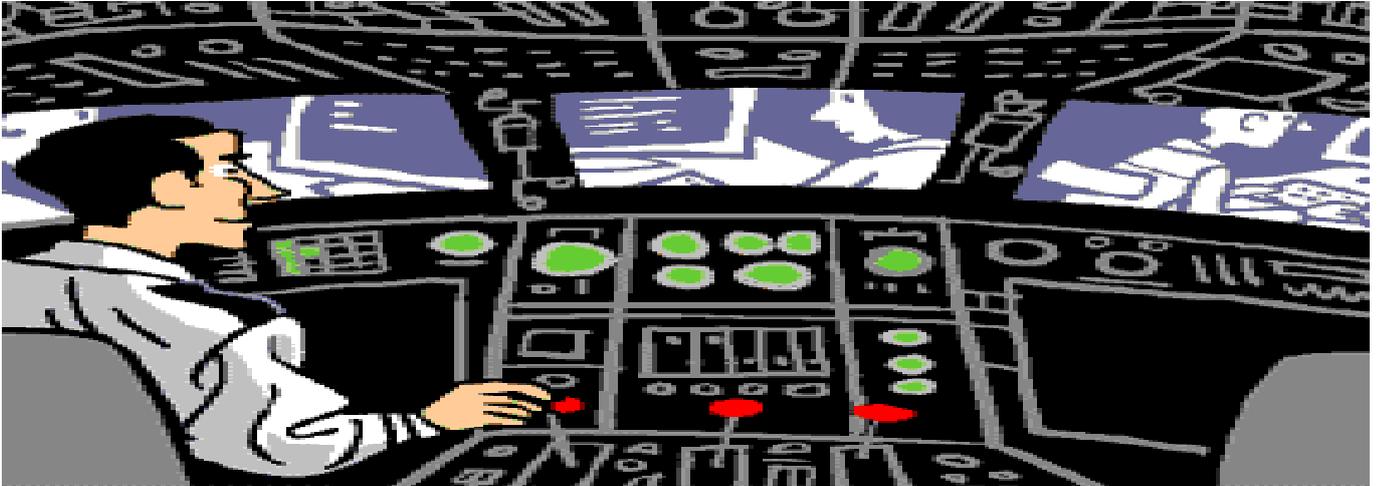
Sommaire :

Introduction:	6
CHAPITRE I :Présentation du groupe Holcim	8
I. Le secteur du ciment au Maroc :	9
II. Présentation de HOLCIM :	11
1. Présentation générale:	11
2. La présence de Holcim au Maroc.....	12
3. Historique et développement de Holcim:	12
4. Fiche signalétique :	15
5. Organisation de Holcim :	16
6. Organisation de Ras El Ma :	17
III. Holcim dans son univers concurrentiel :	18
1. Position de Holcim sur le marché cimentier.....	18
2. Lafarge :	18
3. CIMAR :	18
IV. Processus de fabrication du ciment :	19
1. La voie humide :	20
2. La voie semi-humide :	20
3. La voie sèche :	20
4. Etapes de fabrications :	20
V. Les produits de Holcim :	27
CHAPITRE II : Les outils de pilotage	34
I. Les indicateurs :	31
1. Définition :	31
2. Le choix des indicateurs :	31
II. Le Tableau de Bord :	32
1. Définition d'un tableau de bord:	32
3. Le tableau de bord un outil de gestion	33
CHAPITRE III :Elaboration d'un tableau de bord pour le procédé de fabrication du clinker	35
Introduction :	36
1. Les outils de gestion du concasseur :	36
1.1. Indicateurs techniques :	36



1.2. Tableau de bord	37
1.3. Représentation graphique :	38
2. Les outils de gestion du broyeur cru :	39
3. Les outils de gestion du four :	44
4 Tableau de bord pour le processus fabrication du clinker.....	50
<i>Conclusion</i> :	51
<i>Références bibliographiques</i> :	52

Introduction:



Gérer c'est prévoir, sans nul doute mais encore, il faut disposer des informations nécessaires pour pouvoir analyser correctement et prendre les décisions adéquates.

Dans toute entreprise quelle que soit son niveau et sa taille, son dirigeant a le besoin dans le court terme d'être informé très rapidement pour réagir et anticiper l'événement.

La qualité d'un système d'information dont il doit disposer ne tient pas seulement à son caractère exhaustif car un entrepreneur peut se trouver bloqué à cause d'un manque ou d'un excès d'informations mal présentées ou insuffisamment hiérarchisées.

C'est à ce besoin d'information rapide que répond la conception du « Tableau de Bord ».

La notion de ce dernier provient du monde du transport, et plus particulièrement de la navigation aérienne. Ce sont l'ensemble des instruments qui permettent de s'assurer du bon fonctionnement des équipements et de la précision de sa route, en dehors de tous points de repère physique.

L'analogie avec le monde de l'entreprise est évidente. Dès qu'une société dépasse une certaine taille, les seules perceptions et les comptes annuels ne suffisent plus pour prendre les décisions, stratégiques et opérationnelles, qui s'imposent. Il faut connaître les tendances, la rentabilité des différentes activités, la productivité, la qualité,... Dans ce but, sont établis des indicateurs, ou ratios, qui constituent les points de référence principaux pour les dirigeants et les actionnaires.



La valeur des indicateurs et d'un tableau de bord n'apparaît que dans le temps : c'est l'attention accordée à certaines dimensions et la focalisation des actions en la matière qui apportera le plus de fruits.

Notre stage au sein de Holcim Maroc, cimenterie de Fès Ras El Ma avait comme projet de proposer un tableau de bord de production de clinker. Ce travail a été effectué en passant par trois étapes :

- Présentation de la société ;
- Présentation de la partie théorique concernant le tableau de bord de production ;
- Développement de la partie pratique.



Chapitre I :

Présentation du groupe Holcim

I. Le secteur du ciment au Maroc :



Le besoin en ciment demeure une nécessité primordiale pour le développement économique et social de notre pays.

Afin de répondre à ce besoin, les cimentiers ont mis en place d'ambitieux programmes d'investissements qui offrent à ce secteur d'importantes possibilités de croissance. Le Maroc est aujourd'hui l'un des pays qui possède cette matière depuis 1913. En effet, à partir de cette année, il y a eu création de la première unité de production de ciment chaud et matériaux de construction sous la dénomination le **PALMIER** dont la capacité de production était de l'ordre de 10000t/an.

Par ailleurs, le marché Marocain de ciment consiste dans le fait que presque toutes les cimenteries opérantes au Maroc sont des filiales de groupes internationaux tel que HOLDERBANK, LAFARGE... Cette prise de contrôle de l'industrie ne date pas d'hier.

En 1952, une nouvelle unité voit le jour **société des ciments d'Agadir** dont la capacité de production s'élevait à 6000t/an et qui a connu par la suite de multiple augmentation pour atteindre en 1986 le niveau de 10000t/an.

Par la suite plusieurs cimenteries ont vu le jour dans différentes régions du royaume, telle la cimenterie CADEM à Meknès, la cimenterie CIMENTOS de TANGER, la cimenterie TAMOUDA MARROQUI à Tétouan. La région de Marrakech s'est elle aussi dotée de la cimenterie ASMAR, à Témara s'est implantée la cimenterie ASMENT.

L'année 1976 a vu naître la cimenterie CIOR (Holcim actuellement) dans la région d'Oujda avec une capacité de production de 120000 t/an.



L'arrivée des nouveaux opérateurs sur le marché du ciment ne s'arrête pas à ce niveau. En effet, en 1983 naquit la cimenterie CINOUCÀ Casablanca, sa production était de 1200000 t/an.

Toutefois, le marché du ciment a connu une vague de concentration et d'absorption qui a confirmé et accentué le contrôle du secteur par les groupes internationaux qui sont désormais les principaux opérateurs sur ce marché, de telle manière qu'il se compose actuellement des seuls groupes suivants :

LA PART DE MARCHE DES CIMENTRIES MAROCAINES

GROUPES	PART DE MARCHE
LAFARGE	42%
ITALCIMENTI	27.8%
HOLDERBANK(HOLCIM)	21.8%
CIMPOR	8.7%

SOURCE : centre documentation Holcim

Ce secteur connaît une concurrence acharnée. Chaque société s'efforce à offrir un ciment de bonne qualité répondant aux exigences actuelles de normes marocaines.

II. Présentation de HOLCIM :

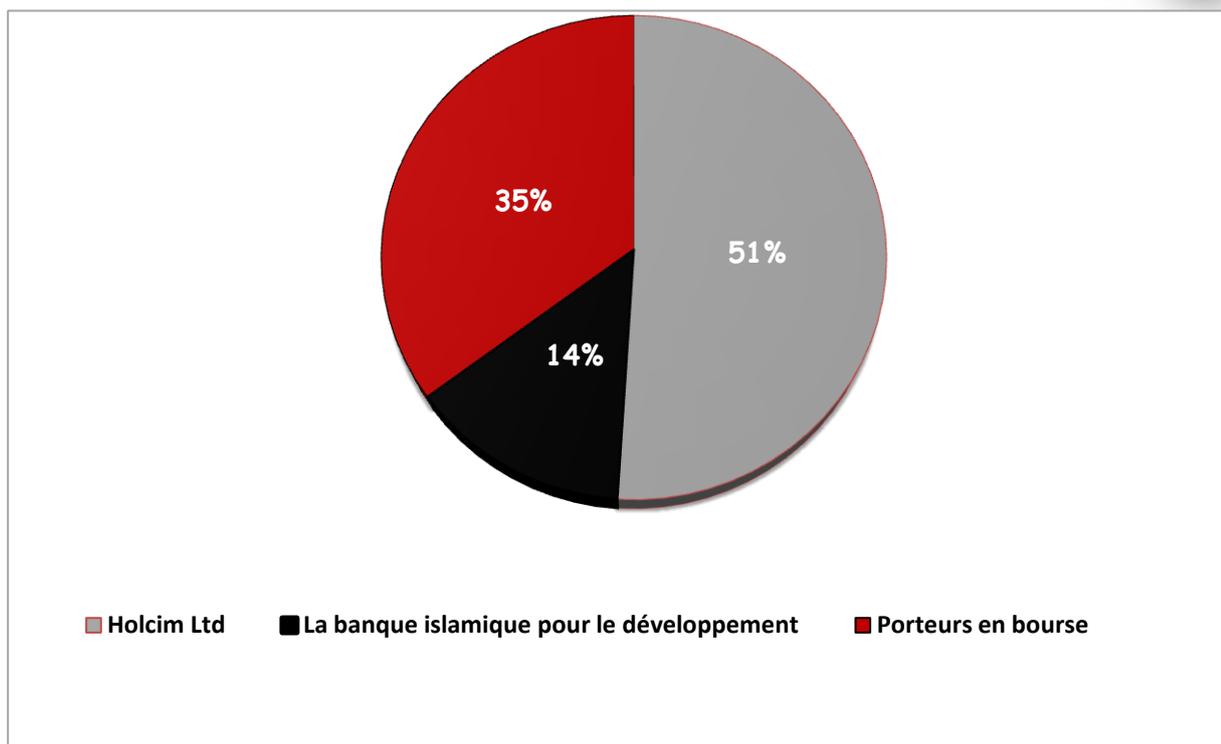


1. Présentation générale:

Fondée en 1912, Holcim Ltd est un groupe suisse leader dans la production des matériaux de construction pour un usage varié.

Présent dans plus de 70 pays à travers le monde, le groupe est actif dans les secteurs du ciment, des granulats, tels que sable et gravier, ainsi que du béton. Il compte plus de 90000 employés à travers le monde.

Participant à la construction de la cimenterie d'Oujda en 1978, Le groupe Holcim Ltd détient depuis 1993 51% du capital de Holcim Maroc, la banque islamique pour le développement est le second actionnaire avec près de 13.8%, le reste, soit 35,2%, constitue le flottant en bourse.



2. La présence de Holcim au Maroc

Aujourd'hui Holcim est présente dans différentes régions du Maroc et dispose d'une capacité annuelle de production de *3,9 millions* de tonnes, elle exploite trois cimenteries à Oujda, Fès et Settat, un centre de broyage, d'ensachage et de distribution à Nador, ainsi qu'un centre de distribution à Casablanca.

3. Historique et développement de Holcim:

En 1972, les gouvernements Marocain et Algérien avaient projeté la création d'une entreprise commune pour la construction d'une cimenterie à Oujda qu'ils avaient dénommé « La Cimenterie Maghrébine » (**CIMA**). Une entreprise dont le capital social est de 75 millions de dirhams réparti à parts égales entre deux organismes : « **ODI** » Office de Développement Industriel qui représente le Maroc, et « **SNMC** » Société Nationale des Matériaux de Construction représentant l'Algérie.



Le gouvernement algérien s'est retiré du projet dès le lancement des travaux à cause des conflits politiques.

En 1976, l'ODI crée une société anonyme : « La Cimenterie de l'Oriental » (**CIOR**). La CIOR a ainsi commencé son activité avec une capacité de 1,2 millions de tonnes /an. Sur le plan financier, le projet a été pris en charge par « la Banque Mondial » et « le Fonds Arabe de Développement Economique et Social » (**FADES**). Les actionnaires de la société sont l'ODI et la Banque Islamique.

L'usine d'Oujda a démarré son activité au début 79.

Du fait du niveau faible de la consommation du ciment à l'oriental et dans un souci de rapprochement à sa clientèle et de développement sur le marché national, CIOR crée en 1980 à Fès et en 1982 à Casablanca deux centres d'ensachage d'une capacité respective de 500 000 T/an et 350 000 T/an.

Ces deux centres sont alimentés en ciment vrac et en sacs de l'usine d'Oujda –en cas de besoin- par camion et progressivement par voie ferrée.

En 1989, CIOR installe sur le site du centre d'ensachage de Fès (situé dans le quartier industriel de Doukkarat) un centre de broyage composé de deux lignes de broyages ciment d'une capacité totale de 350 000 T/an. Le centre d'ensachage devient ainsi le Centre de Broyage et d'Ensachage de Fès (CBEF).

En 1990, face à la croissance soutenue du marché national et dans un souci permanent de maintien de sa présence sur le marché et de réponse à la demande croissante, CIOR lance dans la périphérie de la ville de Fès le projet de réalisation d'une ligne complète de production de clinker. Cette unité située à RASS El MA démarre son activité en avril 1993. L'usine de Fès est ainsi constituée :

- d'une unité de broyage et d'ensachage (CBEF) ;
- d'une unité de production de clinker (REM) ;

En 1993, à l'issue du programme de privatisation, CIOR devient une filiale du groupe Suisse HOLDERBANK qui détient 51% des parts.



En Juillet **1996**, une troisième ligne de broyage ciment démarre sa production sur le site Ras El Ma et complète ainsi l'usine de Fès dans sa configuration actuelle.

A la fin de **l'année 1997**, CIOR lance un autre projet d'implantation d'une unité de broyage près de NADOR dénommée **LIMED (les liants de la Méditerranée)**. C'est ainsi que la stratégie d'expansion de la CIOR devient bien renforcée sur la région orientale du Maroc; Plus de 50% de ses ventes sont effectuées dans cette partie du pays. CIOR détient une part d'environ 22% du marché national.

Au sein du groupe HOLDERBANK, la société CIOR a bénéficié du développement de certains projets :

- Projet MAC pour améliorer la gestion de la maintenance ;
- Projet MERIS avec l'intégration du logiciel SAP (Systems Application Product).

Dans un but d'harmoniser le fonctionnement de ses filiales, HOLDERBANK a démarré le travail avec ces logiciels **en Juillet 1998** au sein de toutes ses filiales.

Cotée en bourse depuis sa privatisation en 1993, la CIOR a pour actionnaire majoritaire le groupe suisse HOLDERBANK avec 51% du capital social, la banque Islamique détient 13,8%, le reste étant détenu par des porteurs en bourse.

La CIOR évoluait dans un marché très concurrentiel. Ainsi, pour relever le défi de la compétitivité, CIOR s'est dotée d'un plan d'entreprise définissant tous les objectifs à atteindre à la date butoir de **l'an 2000**, Ce plan a démarré en 1996 et nommé Plan d'Entreprise CIOR 2000 (PEC 2000) .

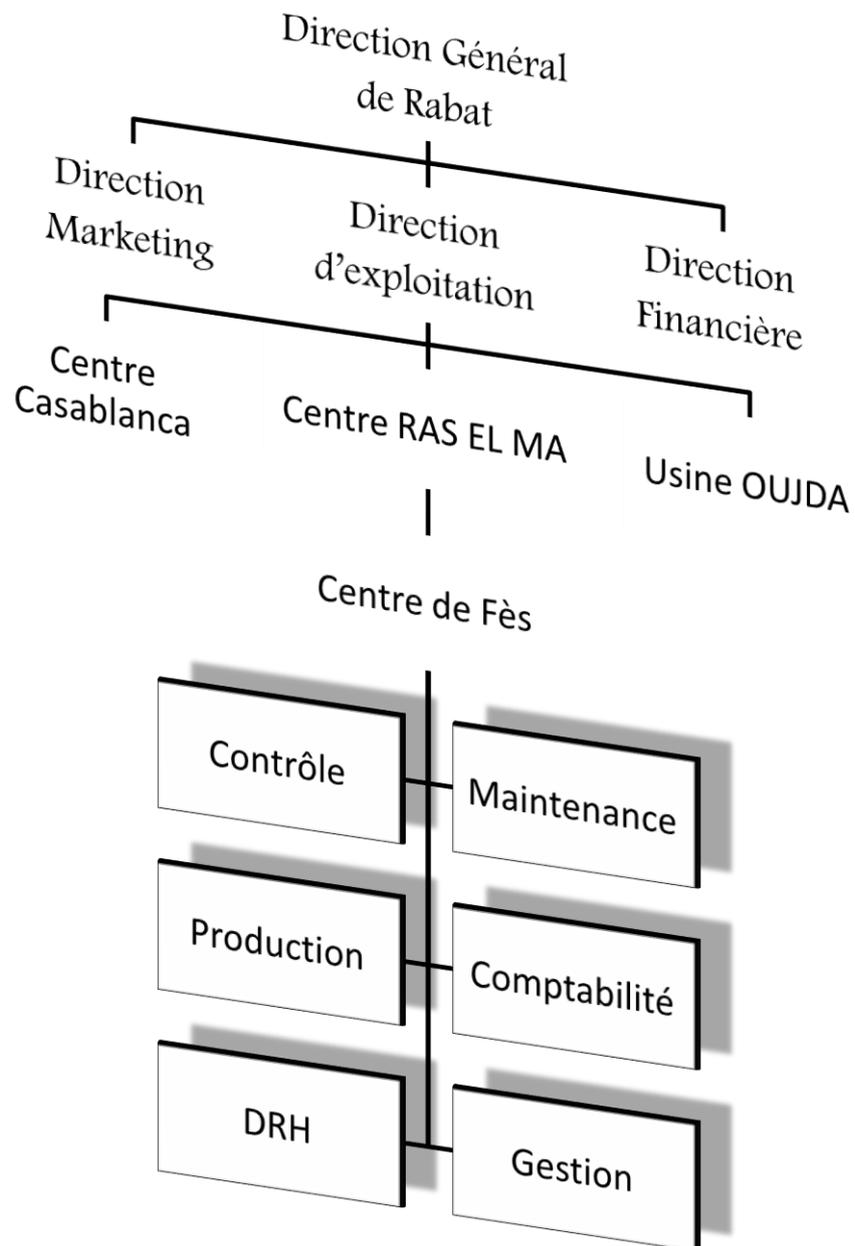
La vision de ce plan est synthétisé par la phrase suivante: « **Etre reconnu, au Maroc et au Maghreb comme le professionnel du ciment et du béton le plus performant et offrant le plus de valeur à ses clients** ».

Le 15 Juillet 2002, la dénomination sociale de la société CIOR a changé pour devenir « **HOLCIM Maroc** », cette décision a été prise suite à une réunion organisée au siège de la multinationale HOLDERBANK. C'est que les pilotes de la holding ont décidé de généraliser la dénomination sociale pour toutes ses filiales.

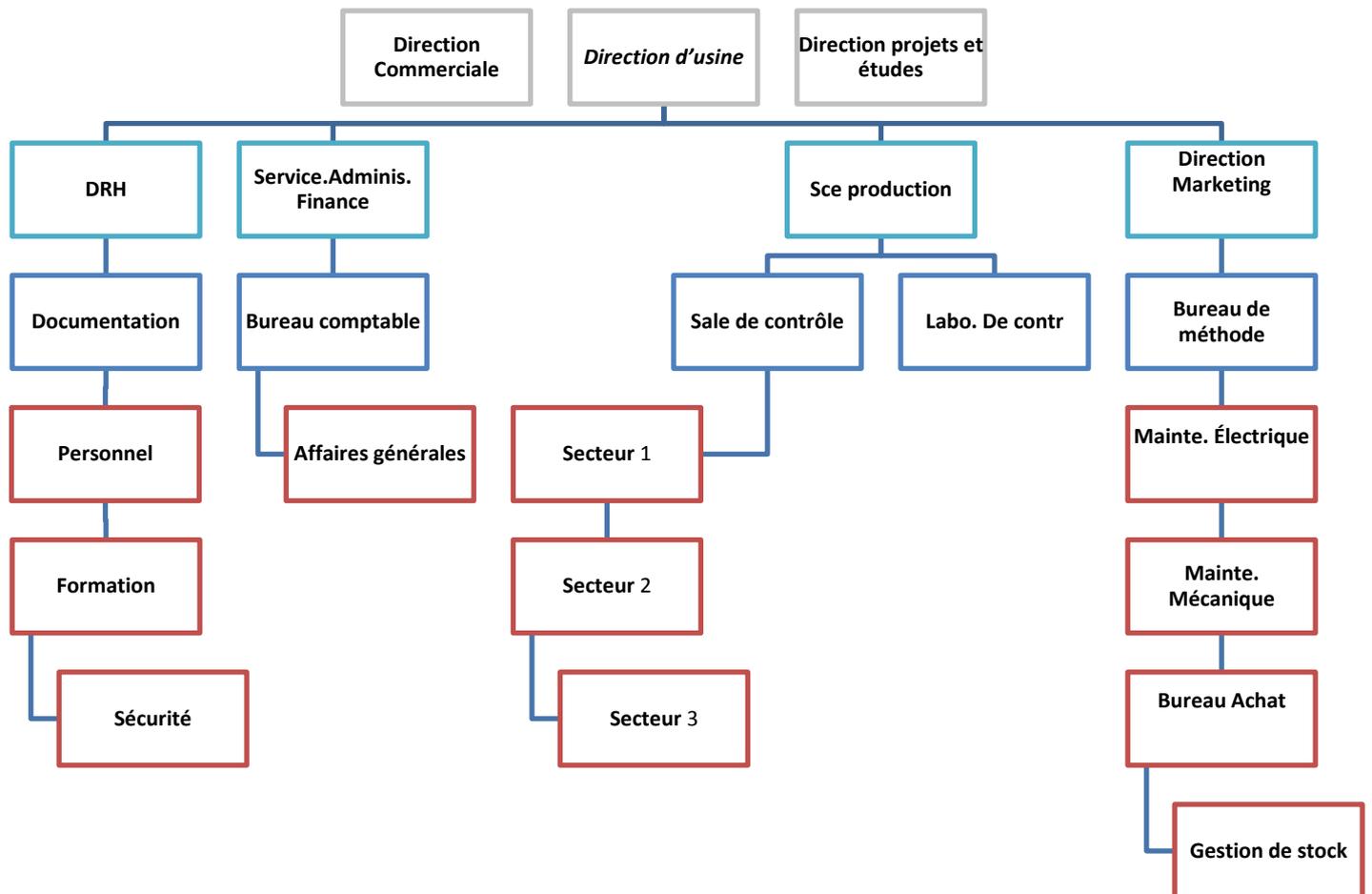
4. Fiche signalétique :

- Raison sociale : Holcim **Maroc** ;
- Forme juridique : Société Anonyme de droit privé marocain ;
- Date de création : 1976 pour une durée de 99 ans ;
- Activité : production et commercialisation du ciment ;
- Capital Social : 910.000.000 DH ;
- Registre de commerce : 24 71 3 ;
- Numéro de production fiscal : 51 23 67 ;
- Affiliation à la CNSS : 151 5123 ;
- Président délégué : ABDELHAMIDE Benani Smires ;
- Vice- président délégué : Benord H.Roch ;
- président directeur général : Youssef Ennadifi ;
- Siège social : 22, rue Jabal Ayachi - BP 1291 Rabat ;
- Téléphone : (037) 67.06.30 ;
- FAX : (037) 67.09.92 ;

5. Organisation de Holcim :



6. Organisation de Ras El Ma :



III. Holcim dans son univers concurrentiel :

1. Position de Holcim sur le marché cimentier

Le positionnement de Holcim sur la région de l'oriental lui offre sans doute un avantage comparatif par rapport à ses concurrents notamment au regard du niveau de consommation du ciment qui était, pendant plusieurs années, faible et qui commence à s'améliorer suite au lancement de nouveaux projets.

Et depuis la mise en production de sa nouvelle cimenterie de Settat en 2008, Holcim affiche des taux de croissance des ventes, supérieurs au secteur. En effet, avec une progression de 20% des volumes vendues en 2008 et 7% en 2009, Holcim a gagné 0.9 points de part de marché principalement au détriment de CIMAR.

Par ailleurs, Holcim Maroc maintient une part du marché qui s'élève à 22% après Lafarge qui détient 41% du marché.

2. Lafarge :

Suivi par Holcim, Lafarge est le leader mondial dans son secteur. Son chiffre d'affaires, en 2009, s'est élevé à 15,8 milliards d'euros, dont 60 % dans le ciment, 32 % dans le béton et les granulats et 8 % dans le plâtre. Lafarge a développé des ciments spéciaux et de bétons innovants de renommée internationale.

3. CIMAR :

Commercialisé sous la marque CIMAR, ce ciment est distribué par l'intermédiaire des deux usines.

La CIMAR a une capacité de 1.700.000 tonnes de ciment par an. La situation privilégiée de ses installations, à proximité des ports d'Agadir et de Safi, constitue un atout majeur pour l'exportation et lui permet de développer ses ventes vers les marchés internationaux (USA, Afrique). Dans le but de répondre aux nouvelles attentes pour les matériaux de construction de qualité, Ciments du Maroc a créé deux filiales : BETOMAR qui fabrique du béton prêt - à - l'emploi et SEGRAM dont les carrières produisent les granulats nécessaires à la fabrication du béton qualité.

IV. Processus de fabrication du ciment :

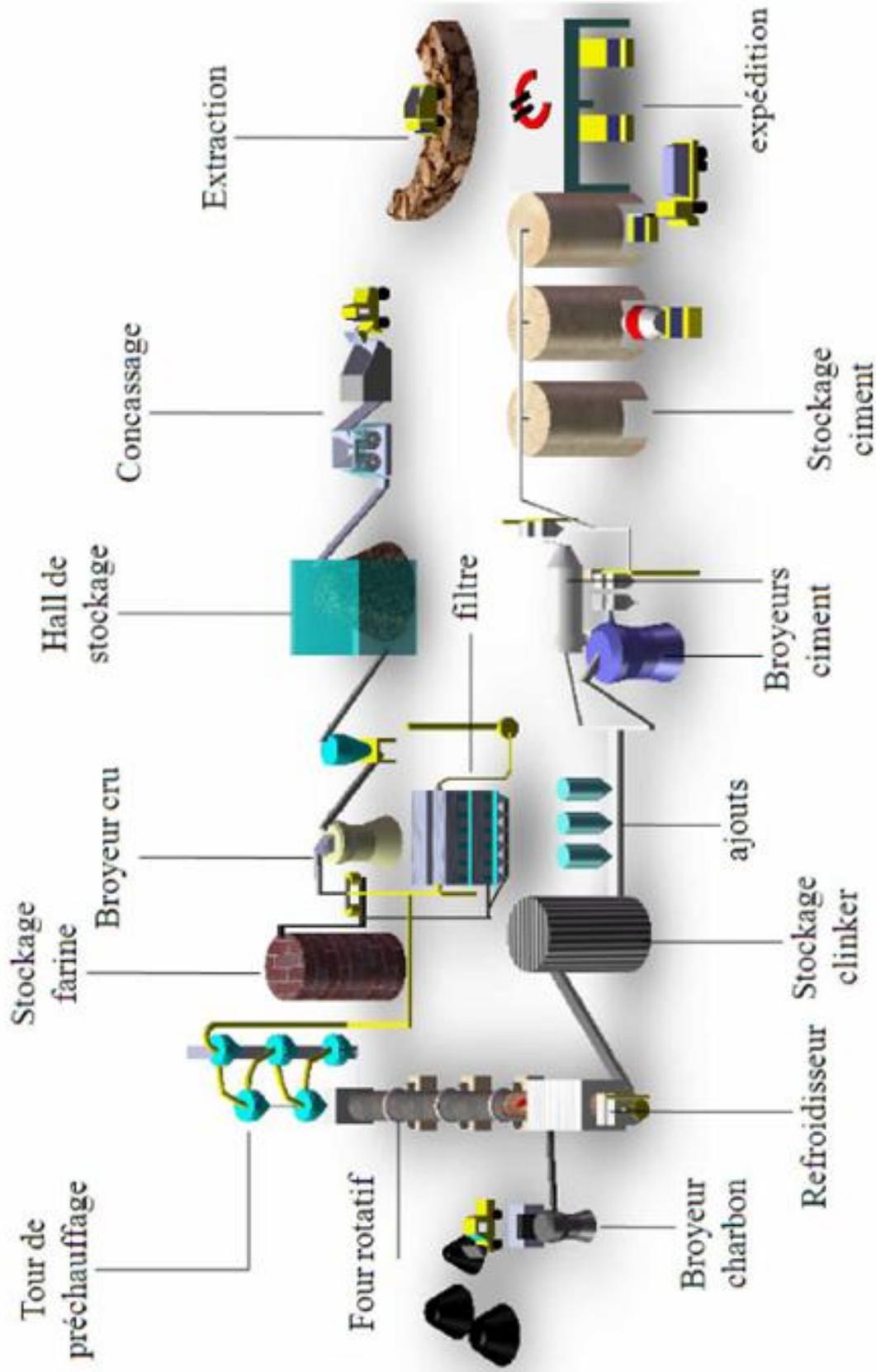


Figure 1 : chaîne de production du ciment utilisé à l'usine de Ras El Ma Fès

Il existe plusieurs procédés de fabrication du ciment qui diffèrent par la nature du traitement thermique utilisé pour la préparation du mélange cru :

1. La voie humide :

La matière première après son concassage est lavée dans l'eau, puis broyée en humide. La pâte est homogénéisée, puis alimente le four. Cette méthode est abandonnée pour des raisons d'économie d'énergie.

2. La voie semi-humide :

La matière première est préparée en voie humide puis séchée dans le four.

3. La voie sèche :

C'est la méthode la plus utilisée car elle est la plus économique en énergie. La matière première une fois concassée, elle est ensuite introduite dans un broyeur à cru vertical, capable de séparer les grosses et les fines particules et de sécher les matières. La farine obtenue est homogénéisée dans un silo aéré puis introduite dans la tour de préchauffage. À l'entrée du four rotatif, la farine est sous une température de 900 à 1000°C. Autrement dit, cette voie est plus rentable et plus optimale au niveau énergétique. C'est la méthode utilisée à REM.

4. Etapas de fabrications :

Approvisionnement des matières premières :



Dans l'industrie du ciment, l'implantation des usines n'est pas un fruit du hasard, mais elle répond à des contraintes économiques. En effet, une cimenterie doit être implantée auprès des carrières naturelles à ciel ouvert pour l'extraction des matières premières vierges (comme le calcaire), ces dernières sont extraites des parois rocheuses par abattage à l'explosif ou à la pelle

mécanique. La roche est acheminée par des tombereaux, ou des bandes transporteuses vers un atelier de concassage.

Concassage :



En vue de faciliter le stockage et la manutention des matières premières, les blocs extraits au niveau de la carrière sont introduits au niveau du concasseur pour réduire leurs dimensions. Ce dernier consiste à soumettre les matières premières à des efforts d'impact et de compression, cette matière amenée par une bande navette doit passer entre deux rotors solidaires, tournant en sens inverse où, les marteaux sont approchés et percutent les blocs. Par ailleurs, une partie du calcaire concassé est expédiée au centre de broyage et d'ensachage pour servir d'ajout au clinker et participe ainsi à la seconde unité de production.

Dosage:

Grace au laboratoire, le dosage des matières premières, à l'entrée du broyeur cru est assuré par l'action des extracteurs doseurs, présents sous les trémies du stockage. Ces doseurs reçoivent leurs consignes suivant les résultats des analyses effectuées au laboratoire grâce aux échantillons amenés automatiquement de la sortie du broyeur. La prise d'échantillons en continu permet de déterminer la quantité des différents ajouts nécessaires (oxyde de fer, alumine et silice).

Homogénéisation :



La phase d'homogénéisation consiste à créer un mélange homogène, cette opération peut être réalisée dans un silo vertical par brassage par air comprimé. Cet air injecté à l'aide de puissants compresseurs assure une dispersion homogène de la matière. Pour des raisons physico techniques, ce silo de 6000T doit être rempli au maximum à 50% pour fonctionner.

Broyage 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. Cette poudre fine est stockée dans un silo après avoir subi une opération

d'homogénéisation. Le broyeur est constitué de deux parties galets à suspensions flottantes permettant de préparer la matière crue en farine crue. D'une part, des flux ascendants de gaz chauds assurent le séchage et le transport des farines, d'autre part le sol ou la farine se divise, appelé plateau de broyage est en rotation, par effet de la force centrifuge, les blocks sont attirés vers les galets qui roulent dessus et les écrasent.

Préchauffage :



Afin de récupérer la chaleur de gaz sortant du four, la matière effectue plusieurs boucles dans cinq cyclones montés en série grave à un élévateur. Un ventilateur à la base, propulse les gaz chauds et les fait tourner dans chaque cyclone assurant ainsi un bon transfert thermique. Le préchauffage consiste à sécher, déshydrater et décarbonater partiellement la matière crue en utilisant une partie de l'énergie calorifique évacuée par les gaz d'exhaure du four. Quelque soient les technologies utilisées, les préchauffages améliorent le rendement thermique global de l'installation de cuisson.

Cuisson :



A la sortie du préchauffeur, la farine va suivre différentes étapes de transformation lors de sa lente progression dans le four rotatif. A l'entrée du four, la décarbonatation de la farine se poursuit et s'achève à fur et à mesure que la farine avance dans le four, sa température augmente, ce qui permet la clinkerisation : la formation des minéraux de clinker, qui est le produit semi-fini obtenu à la fin du cycle de cuisson, il se présente sous forme de granulés gris. La température nécessaire à la clinkerisation est de l'ordre de 1450°C et l'énergie consommée entre 3200 et 4200KJ|T.

Refroidisseur :



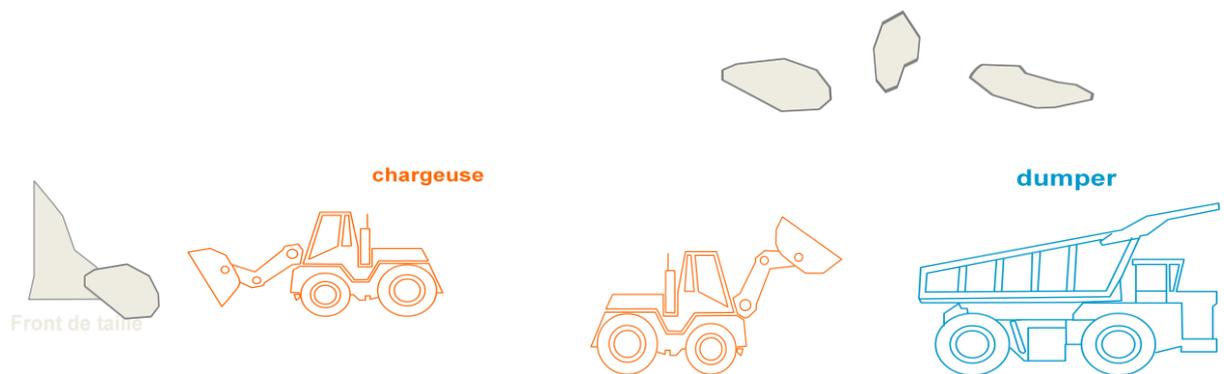
A la sortie du four, le clinker va progresser à l'intérieur du refroidisseur grâce aux couts répétés des grilles sur lesquelles il repose. A travers ces grilles, de puissants ventilateurs vont

souffler sous le clinker afin de le refroidir. Ce dernier prêt à l'emploi, est transféré vers un silo de stockage.

Broyage :

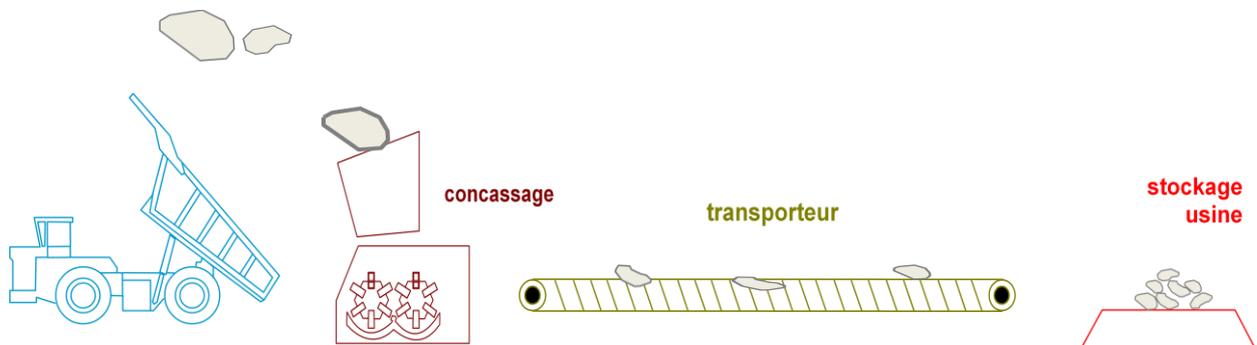
Le clinker est ensuite finement broyé pour conférer au ciment fini qui est un mélange du clinker auquel on ajoute du gypse et du clinker dans des proportions variables selon le type de ciment désiré. Ce broyage s'effectue dans des broyeurs à boulets, dispositifs cylindriques chargés de boulets d'acier mis en rotation. Le ciment peut être expédié en vrac ou en sac de 50Kg selon la demande.

Conclusion :



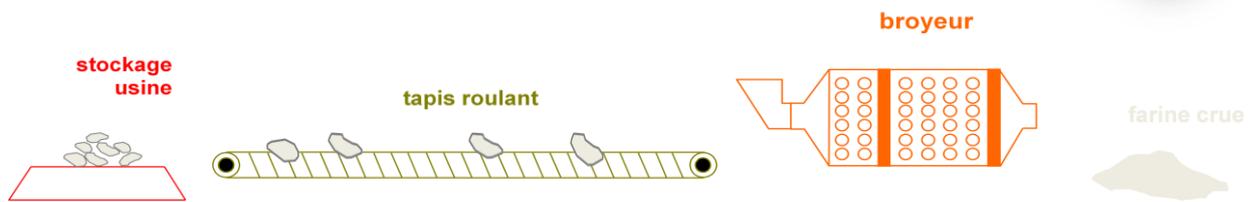
ABATTAGE : les matières premières qui entrent dans la fabrication du ciment, essentiellement le calcaire et l'argile, sont extraites de la carrière par abattage.

TRANSPORT : les matières premières sont transférées dans un dumper.

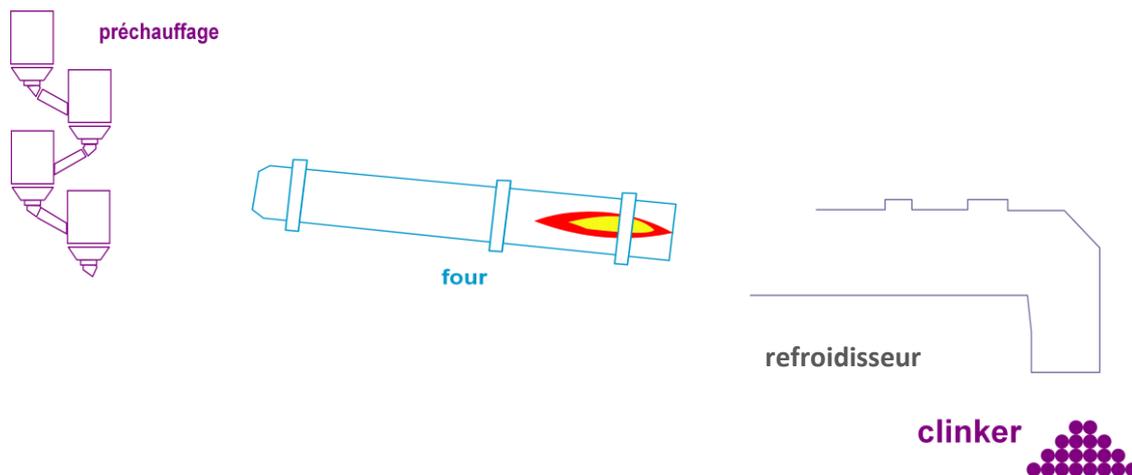


CONCASSAGE ET TRANSPORT : les matières premières, après concassage, sont transportées

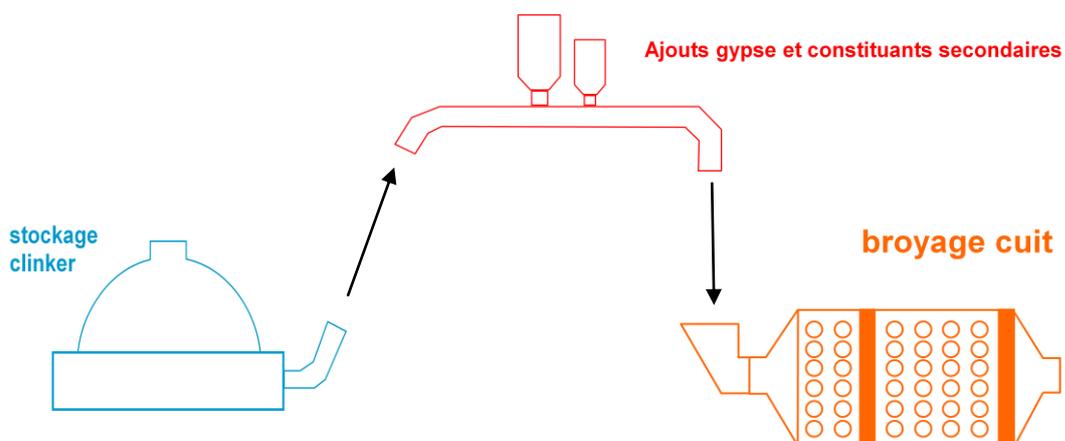
à l'usine par un tapis roulant où elles sont stockées et homogénéisées.



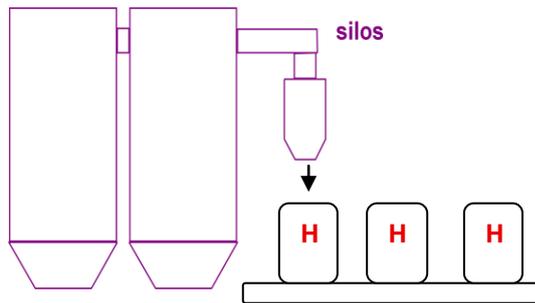
BROYAGE CRU : un broyage très fin permet d'obtenir une farine crue



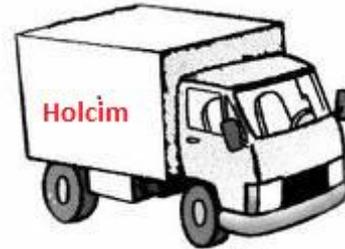
CUISSON : La farine crue est préchauffée puis passe au four : une flamme atteignant 2000 °C porte la matière à 1500 °C, avant qu'elle ne soit brutalement refroidie par soufflage d'air. Après cuisson de la farine, on obtient le clinker, matière de base nécessaire à la fabrication de tout ciment.



BROYAGE : le clinker et le gypse sont broyés très finement pour obtenir un « ciment pur ». Des constituants secondaires sont également additionnés afin d'obtenir des ciments composés.



Expédition



STOCKAGE, CONDITIONNEMENT, EXPÉDITION : les ciments stockés dans des silos sont expédiés en vrac ou en sacs vers leurs lieux de consommation.

V. Les produits de Holcim :

Holcim produit les catégories de ciment suivant :

- ✓ -CPJ 35
- ✓ -CPJ 45
- ✓ -CPA 55

1. CPJ 35



Le CPJ 35 est un ciment portland composé dont les constituants principaux sont :

- Le clinker

- Le filler
- Le gypse (La proportion maximale de gypse est de 35%)

La classe de résistance du CPJ 35 en fait un produit particulièrement adapté à la fabrication des mortiers et enduits pour la maçonnerie, ainsi que des bétons non armés peu sollicités et à résistances mécaniques peu élevées.

Il est également utilisable dans le domaine routier pour la stabilisation des sols et des couches de chaussées.

2. CPJ 45



Le CPJ 45 est un ciment portland composé dont les constituants principaux sont :

- Le clinker
- Le filler
- Le gypse.

La proportion maximale d'ajout est de 35 %.

La classe de résistance de 45 MPA lui confère l'aptitude à être utilisé pour les bétons armés fortement sollicités et à résistances mécaniques élevées.

Les résistances élevées à jeune âge du CPJ 45 permettent d'obtenir un décoffrage rapide des éléments de structure et des produits préfabriqués.

3. CPJ 55



Le CPA 55 est un ciment portland composé dont les constituants principaux sont :

- Le clinker
- Le filler
- Le gypse

La proportion maximale d'ajout (filler) est de 3 %.

Par ses résistances élevées, le CPJ 55 est le ciment mieux adapté aux bétons à haute résistance (précontraintes et structures fortement sollicitées...). Les résistances élevées à jeune âge (2jours) que le CPJ 55 permet d'atteindre, confèrent aux applications de la préfabrication les avantages de décoffrage et de durcissement rapide.

L'utilisation en béton du CPJ55 requiert une étude de formation de béton.



Chapitre II :

Les outils

de

pilotage

I. Les indicateurs :

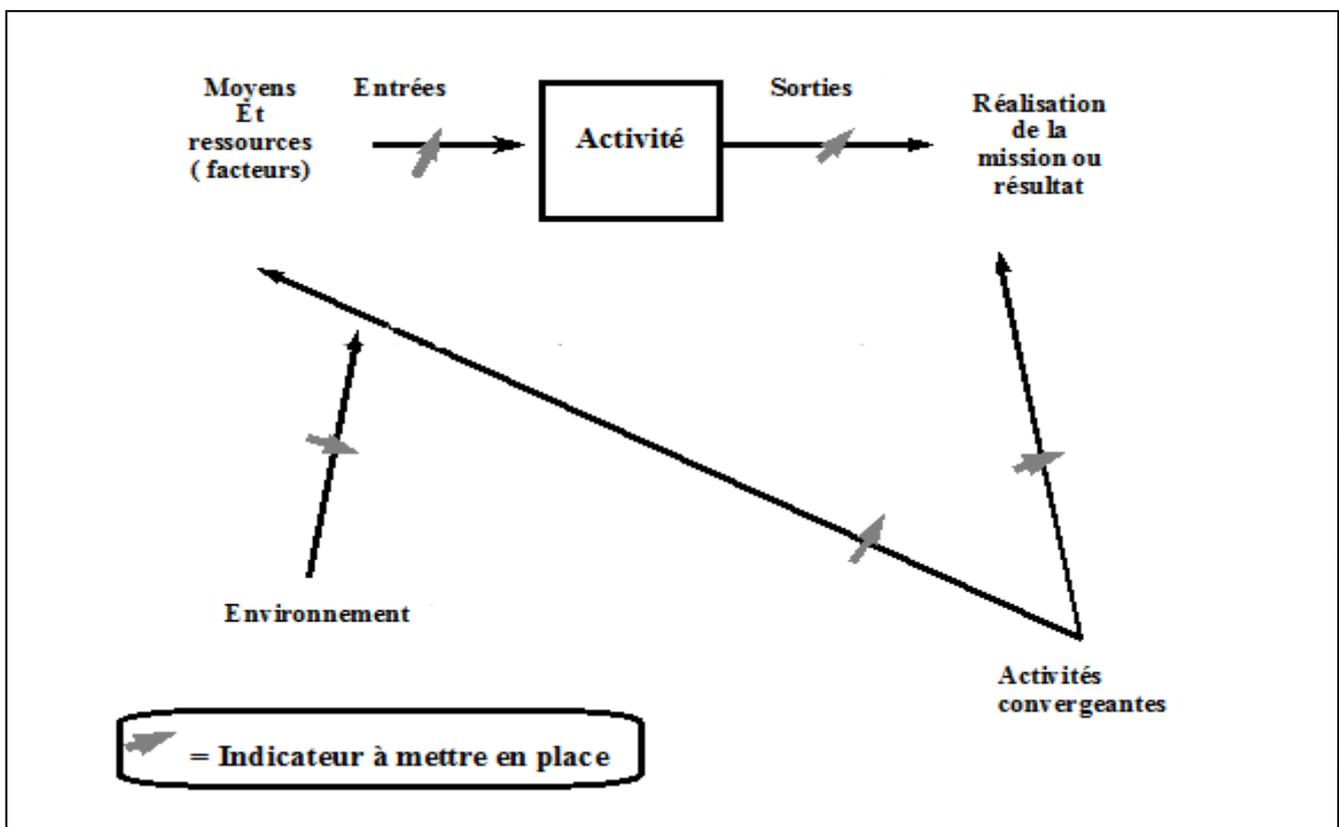
1. Définition :

Un indicateur est un paramètre ou une combinaison de paramètres qui représente l'état ou l'évolution d'un système, il est choisi en fonction des leviers d'actions qui seront utilisés pour prendre d'éventuelles mesures correctives et donc en fonction des décisions à prendre dans le futur.

2. Le choix des indicateurs :

▪ *Méthode de recherche des indicateurs*

Tout chef d'organisation a la responsabilité de gérer dans les meilleures conditions, les activités courantes de l'entreprise et à partir desquelles il peut définir les indicateurs les plus pertinents qui influencent sur ces activités.



L'activité a pour objectif de réaliser la mission, c'est à dire une « production » en utilisant des moyens et des ressources.

L'ensemble de ce système est influencé de l'extérieur par les réalisations des activités convergentes de l'entreprise et par l'environnement (taux de l'argent dans les banques, conjoncture des salaires et des prix, etc.)

On va chercher à placer des indicateurs pour contrôler ces points clefs du système :

- Les résultats
- L'utilisation des moyens
- Les activités convergentes
- L'environnement

▪ ***Les sources d'indicateurs***

Pour ne pas être perdu devant un excès d'information, le manager efficient doit savoir faire la distinction entre :

- Ses besoins permanents d'information qui concernent les axes clefs de ses responsabilités (missions, objectifs...)
- Ses besoins ponctuels pour prendre des décisions ou réaliser des études tournées vers le futur (création de produits, investissements, changement d'organisation...)

Il est dans ce cas moins coûteux d'aller chercher au bon moment et à la meilleure source les informations pertinentes et de les organiser pour répondre à la question posée plutôt que les véhiculer en permanence dans des documents surchargés et donc inutilisables.

II. Le Tableau de Bord :

1. Définition d'un tableau de bord:

Le tableau de bord est un échantillon réduit d'indicateurs permettant à son gestionnaire de formaliser les objectifs stratégiques de l'organisation et de suivre l'évolution des résultats, les écarts par rapport à des valeurs de référence, le plus possible en temps réel, en se concentrant sur ceux qu'il considère comme les plus significatifs.

C'est un instrument d'aide à la décision. En effet il est considéré comme un composant clé d'un management de la performance maîtrisé.



Ce dernier peut être considéré comme un outil de pilotage à la disposition d'un responsable ou de son équipe lui permettant de prendre des décisions et de réagir en temps réel par rapport à un objectif bien fixé et à un but clairement identifié.

2. Objectif d'un tableau de bord :

Le tableau de bord permet de répondre aux objectifs de managements suivants :

- Evaluer la performance
- Réaliser un diagnostic de la situation
- Communiquer
- Informer
- Motiver le collaborateur
- Progresser de façon continue
- Aider à la prise de décisions
- Rendre l'usine plus efficace
- Outil d'alerte

3. Le tableau de bord un outil de gestion :

Les différents systèmes d'informations doivent être complémentaires et cohérents entre eux pour l'efficacité de l'organisation et la qualité de la gestion.

Cependant, le tableau de bord se démarque des autres outils par sa concordance avec le découpage des responsabilités, son contenu synthétique, son édition très rapide et son rôle d'incitation à la communication et à la décision.

D'un seul coup d'œil à son tableau de bord, le manager décideur saisit toute l'information et peut ainsi apprécier la situation sans perdre de temps et prendre la décision qui s'impose.

4. Le fonctionnement de base d'un tableau de bord :

A partir des caractéristiques qui viennent d'être définies par rapport aux autres systèmes d'information, le tableau de bord doit être considéré comme un outil à dimensions multiples :

- Traduit une mesure de résultats partiels à des fins de suivi d'activités

clairement identifiées ;

- Outil destiné, après l'analyse à l'action corrective ;
- Permet à un responsable donné de mesurer le niveau de performance ;
- Aider la direction à formaliser les objectifs stratégiques de l'organisation ;
- Fournir aux responsables opérationnels les moyens d'évaluer leurs performances au moyen d'indicateurs.

5. Construction d'un tableau de bord :

▪ 1^{ère} étape :

On s'assure que les objectifs de notre service sont SMART : clairs, mesurable, sans ambiguïté, réaliste, connus des personnes concernées par leur réalisation et acceptables par ces mêmes personnes.

▪ 2^{ème} étape :

On étudie le système de réalisation des prestations et on identifie des tâches à accomplir.

▪ 3^{ème} étape :

On définit les indicateurs qui nous paraissent les plus pertinents.

▪ 4^{ème} étape :

On prévoit un calendrier de réalisation et de mise en service du tableau de bord.

▪ 5^{ème} étape :

On formalise les indicateurs dans un tableau de bord et on s'assure de la clarté du document.

CHAPITRE III :

Elaboration d'un tableau de bord pour le procédé de fabrication du clinker

Introduction :

Dans ce chapitre, on va présenter les indicateurs majeurs des différents dispositifs : Concasseur, broyeur cru et le four, ainsi que leurs tableaux de bord.

1. Les outils de gestion du concasseur :

Avant de définir les indicateurs du concasseur, on rappelle que ce dernier est un dispositif à deux cylindres solidaires tournant en sens inverse capables de concasser jusqu'à 400T/H et d'une puissance de 2415KW.

1.1. Indicateurs techniques :

Les indicateurs à utiliser pour piloter le concasseur sont :

- La Disponibilité est la probabilité de bon fonctionnement d'un dispositif à l'instant « t », il y a deux types de disponibilité :
 - Disponibilité brute : Temps de marche brute /24
Avec :
Temps de marche brute = temps de marche réel-causes externes
 - Disponibilité nette : Temps de marche réel /24
- Le TRS est le pourcentage de temps passé à bien produire, il est réparti en deux types :
 - TRS brut : Disponibilité brut * Performance
 - TRS net : Disponibilité net * PerformanceAvec :
La performance est le débit sur le meilleur temps de marche pour un dispositif
La productivité est définie par :
 - $P = \text{Quantité produite} / \text{Le temps de marche}$

- Le stock début de semaine est un indicateur qui nous permet de savoir la quantité de la matière disponible pour le broyeur et à partir duquel on détermine la durée de fonctionnement du concasseur
- Le stock fin de semaine est la quantité qui nous permet de savoir la disponibilité de la matière suffisante pour la fin de la semaine.
- L'Idle time est le temps perdu dû à des causes externes.

1.2. Tableau de bord

Le tableau n°1 est Le tableau de bord qui présente les indicateurs majeurs à utiliser pour piloter le fonctionnement du concasseur. Dans ce tableau on met aussi les objectifs à atteindre par ces indicateurs.

Le tableau n°1 relève aussi les valeurs de ces indicateurs pour la première semaine d'avril.

	Tableau de Bord 'CONCASSEUR'									
	Mois d'AVRIL 2011									
Jours	1	2	3	4	5	6	7	Moyenne	Objectif	Ecart
Disponibilité Brute (%)	70%	57%	0%	67%	65%	70%	72,00%	57%	55%	2%
Disponibilité Nette (%)	100%	100%	100%	100%	100%	88,60%	95,20%	98%	97%	1%
TRS Brut (%)	58%	53%	0	55%	54%	56%	61%	48%	55%	-7%
TRS Net (%)	83,50%	93,10%	0	82,60%	82,90%	70,70%	80,60%	70,49%	80%	-10%
Productivité Calcaire (T/J)	2327	1312	0	2182	2195	1435	1857	11308	14500	-3192,00
Productivité Argile (T/J)	189	0	0	462	408	765	286	2110	3500	-1390,00
Productivité Schiste (T/J)	0	340		0	0	0	0	340	330	10
Productivité Fluorine (T/J)	0	0	0	22	0	55	0	77	92	-15,00
Stock début de Semaine Calcaire (T/J)				4194,4				4194,4		
Stock début de Semaine Argile (T/J)				851,47				851,47		
Stock début de Semaine Schiste (T/J)				175,86				175,86		
Stock début de Semaine Fluorine (T/J)				0				0		
Stock fin de Semaine Calcaire (T/J)		11308						11308		
Stock fin de Semaine Argile (T/J)		2110						2110		
Stock fin de Semaine Schiste (T/J)		0						0		
Stock fin de Semaine Fluorine (T/J)		77						77		
Temps d'arrêt par trémie vide	2h36min	2h17min		1h27min	1h45min	1h08min	1h37min	10h49min		
Temps d'arrêt par pb mecanique	4min	10min		1h03min	1h07min	23min	6min	2h53min		
Temps d'arrêt par pb Electrique	30min	30min		40min	30min	21min	22min	2h53min		
Temps d'arrêt par pb production	30min	30min		30min	30min	30min	30min	3h00min		
Idle Time (Min)	3,33	3,45	24	3,67	3,87	2	1,87	42,19		

Tableau n°1 : Tableau de bord concasseur

D'après le tableau n°1, on constate que les chiffres qui apparaissent en rouge indiquent les indicateurs qui n'ont pas atteint leur objectif.

On peut dire que la majorité des problèmes sont dus aux différents arrêts.

1.3. Représentation graphique :

Un outil de pilotage peut être aussi représenté sous forme de graphe car le problème devient plus facile à visualiser.

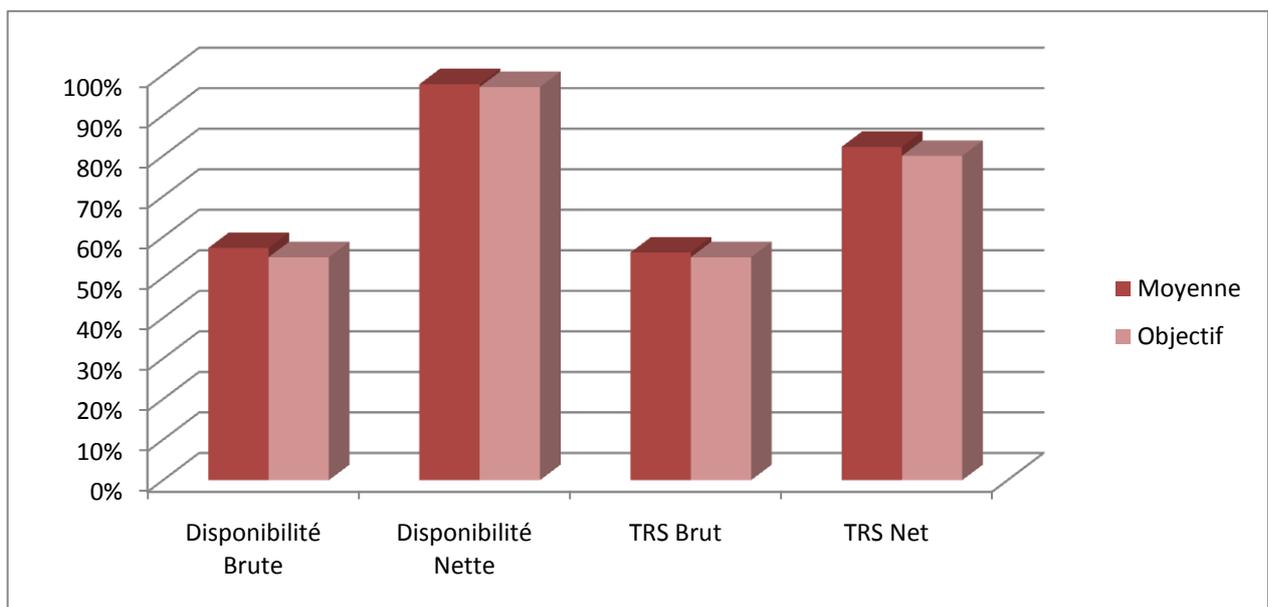


Figure1 : Représentation de l'écart entre la moyenne et l'objectif en % du concasseur

Pour mieux visualiser l'écart entre la moyenne et l'objectif, on a représenté les indicateurs en pourcentage du tableau n°1 du concasseur sous forme de graphe.

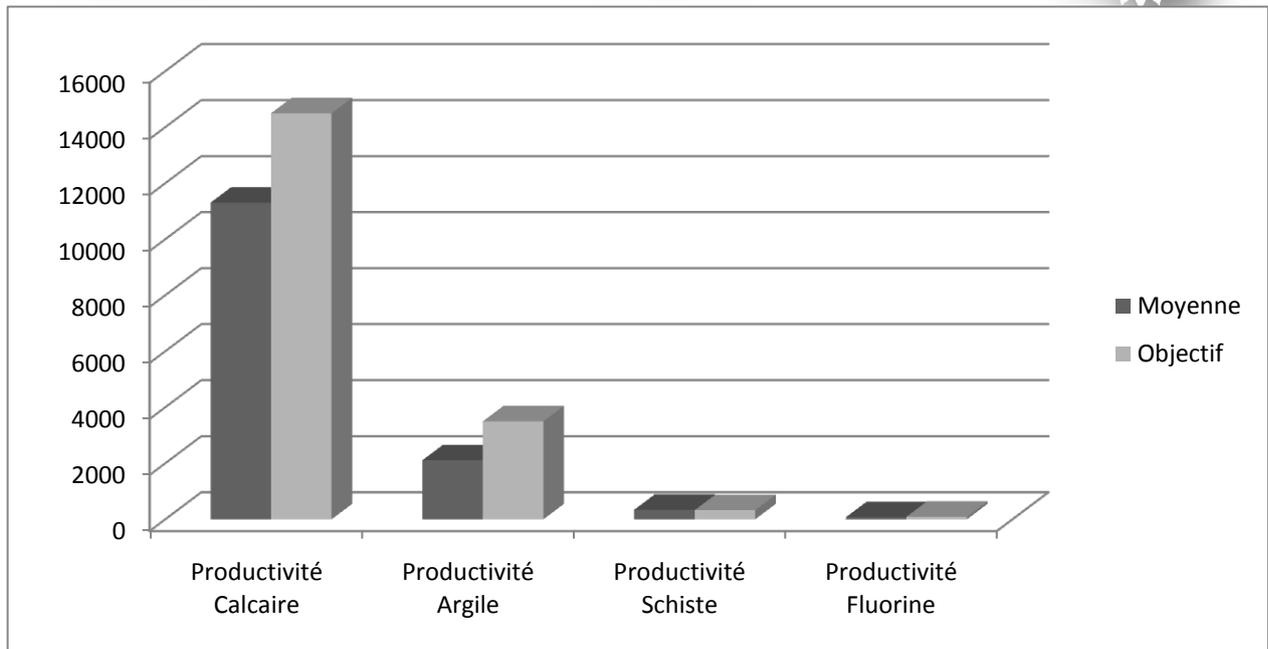


Figure 2 : Représentation de l'écart entre la moyenne et l'objectif du concasseur

D'après la figure n°2, on a représenté les autres indicateurs sous forme de graphe pour mieux visualiser l'anomalie.

2. Les outils de gestion du broyeur cru :

Transportée jusqu'au broyeur cru, la matière première est simultanément broyée pour obtenir une farine fine bien crue. Ce dernier est d'une puissance de 830KW et d'une capacité nominale qui atteint jusqu'à 100T/H.

2.1 Indicateurs techniques :

- La Disponibilité est la probabilité de bon fonctionnement d'un dispositif à l'instant « t », il y a deux types de disponibilité :
 - Disponibilité brute : $\text{Temps de marche brute} / 24$
Avec :
 $\text{Temps de marche brute} = \text{temps de marche réel} - \text{causes externes}$
 - Disponibilité nette : $\text{Temps de marche réel} / 24$
- Le TRS est le pourcentage de temps passé à bien produire, il est réparti en deux types :
 - TRS brut : $\text{Dispo brut} * \text{Performance}$
 - TRS net : $\text{Dispo net} * \text{Performance}$

- La consommation calcaire est la quantité de calcaire broyée par jour.
- La consommation argile est la quantité d'argile broyée par jour.
- La consommation schiste est la quantité du schiste broyée par jour.
- La consommation fluorine est la quantité de fluorine broyée par jour.
- La consommation des minéraux de fer est la quantité du fer broyée par jour.
- Le débit est défini par :
 - $D = \text{Tonnage total} / \text{Temps de marche}$
- La performance s'écrit sous la forme suivante :
 - $P = \text{Débit} / \text{BDP}$
 - Avec
 - BDP : le meilleur temps de marche pour un dispositif
 - $\text{BDP}(\text{concasseur}) = 440 \text{ T/H}$
 - $\text{BDP}(\text{Four}) = 1440 \text{ T/H}$
 - $\text{BDP}(\text{Broyeur}) = 120 \text{ T/H}$
- Le temps d'arrêt est le temps perdu dû à des causes internes.

2.2 Indicateurs de contrôle qualité :

- MS : Module Silice \Rightarrow représente le rapport entre la silice et les agents de la phase de fusion, c'est-à-dire l'alumine et l'oxyde ferrique. Si la valeur est élevée, elle correspond en silice au détriment des agents fondants, sinon elle provoque un croutage excessif dans la zone de clinkerisation et nuis à la bonne marche du four. Le MS est donné par la formule :

$$\text{MS} = \text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$$

- MAF : Module AluminoFerrique \Rightarrow la valeur de ce module caractérise la nature de la phase fondue, contenant presque la totalité des deux oxydes Al_2O_3 et Fe_2O_3 . Quand cette valeur est faible, la viscosité de la phase fluide diminue. Le MAF est donnée par :

$$\text{MAF} = \text{Al}_2\text{O}_3 / \text{Fe}_2\text{O}_3$$

- FSC : Facteur de Saturation en Chaux \Rightarrow Ce facteur exprime le rapport entre le pourcentage de la chaux présente dans le mélange et la quantité de chaux qui peut être



liée par les facteurs hydrauliques lors du processus normal de cuisson et de refroidissement du clinker. La chaux libre du ciment influence négativement sur sa résistance et se transforme en Ca(OH)_2 , ce qui provoque un gonflement du ciment. La formule du FSC s'écrit sous la forme :

$$\text{FSC} = 100 * \text{CaO} / 2,8 * \text{SiO}_2 + 1,18 * \text{Al}_2\text{O}_3 + 0,65 * \text{Fe}_2\text{O}_3$$

- % Fluorine : C'est un minéralisateur du clinker qui aide à la formation des silicates qui sont responsables sur la résistance du ciment.

2.3 Tableau de bord :

Le tableau n°2 est le tableau de bord qui présente les différents indicateurs de pilotage du broyeur cru. Dans ce dernier, on met aussi les objectifs à atteindre par ces indicateurs.

Le tableau n°2 relève aussi les valeurs de ces indicateurs pour la première semaine d'avril.

	Tableau de Bord 'BROYEUR CRU'									
	Mois d'AVRIL 2011									
Jours	1	2	3	4	5	6	7	Moyenne	Objectif	Ecart
Consommation Calcaire (T/J)	424,6	599	663,3	674,6	501,3	757,6	574	599,2	570	29,2
Consommation Argile (T/J)	84,3	133,3	132,3	149,3	93,6	149	109,7	121,64	150	-28,36
Consommation Schiste (T/J)	14,33	16	65,6	21,3	15	32,3	11,3	25,12	3	22,12
Consommation Fer (T/J)	1,5	1,5	3	0,5	4	4,6	1	2,30	0,5	1,80
Consommation Fluorine(T/J)	0	0	0	0	0	0	0	0,00		0
Consommation Farine (T/J)	1474	2107	2316	2376	1722	2701	1953	2092,71	1350	742,71
Disponibilité brute (%)	53%	80%	81%	87%	66%	95%	70%	76%	70%	6%
Disponibilité nette (%)	100%	80%	100%	86,70%	65,80%	95,10%	100%	97%	96%	1%
TRS brut (%)	51%	73%	80%	83%	60%	94%	68%	73%	70%	3%
TRS net (%)	96,30%	73,20%	99,80%	82,50%	59,80%	93,80%	96,70%	93%	92,60%	0,40%
Débit (T/H)	115,60	109,45	119,69	114,23	108,98	118,3	116,04	114,61	110	4,61
Performance (%)	96%	91%	99%	95%	90%	98%	96%	95%	95,49%	-0,49%
% Silo homogène (%)	73,66%	76%	82%	84,30%	76,60%	81,60%	84%	80%	76%	4%
Temps d'arrêt (Min)	11,25	4,75	4,65	3,2	8,2	1,17	7,17	40,39		40,39
Idle Time (Min)	11,25	0	4,67	0	0	0	7,17	23,09		23,09
% Fluorine (%)	21%	22%	21%	22%	20%	18%	18%	20%	15%	5%
MAF entrée four	1,87	1,82	1,79	1,79	1,8	1,83	1,78	1,81	1,6 à 1,9	
MS entrée four	2,43	2,52	2,52	2,51	2,5	2,51	2,55	2,51	2,5 à 2,8	
FSC entrée four (%)	100,8	102,14	101,01	101,6	84,8	102,2	100,1	98,95	92,5 à 97,5	

Tableau n°2 : Tableau de bord du broyeur cru

On constate, d'après le tableau n°2, les indicateurs majeurs du broyeur cru. On rappelle que les chiffres qui apparaissent en rouge indiquent une anomalie c'est-à-dire les indicateurs qui n'ont pas atteint leur objectif.

2.4 Représentation graphique :

Afin de bien visualiser le problème, on représente le tableau de bord sous forme de graphe.

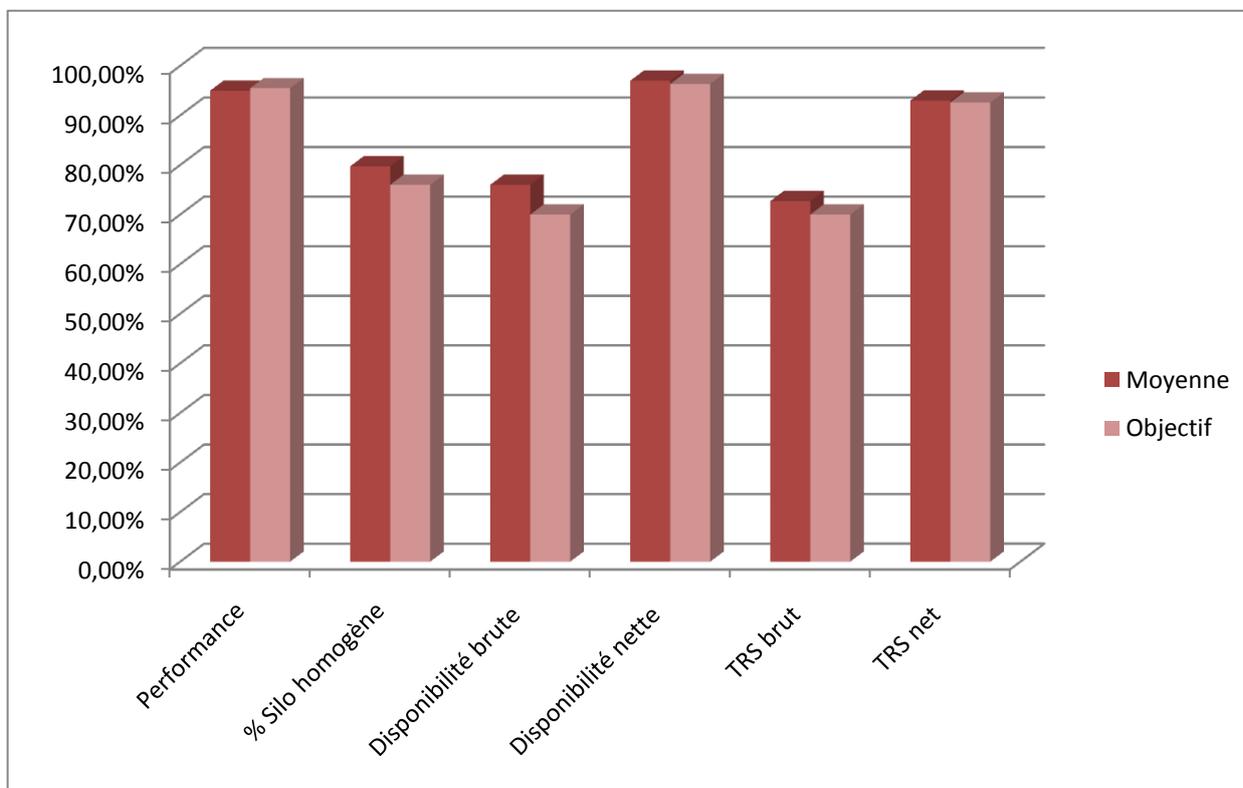


Figure n°3 : Représentation graphique de l'écart entre la moyenne et l'objectif du broyeur cru

La figure n°3 nous permet de détecter facilement l'écart entre la moyenne et l'objectif de chaque indicateurs en pourcentage.

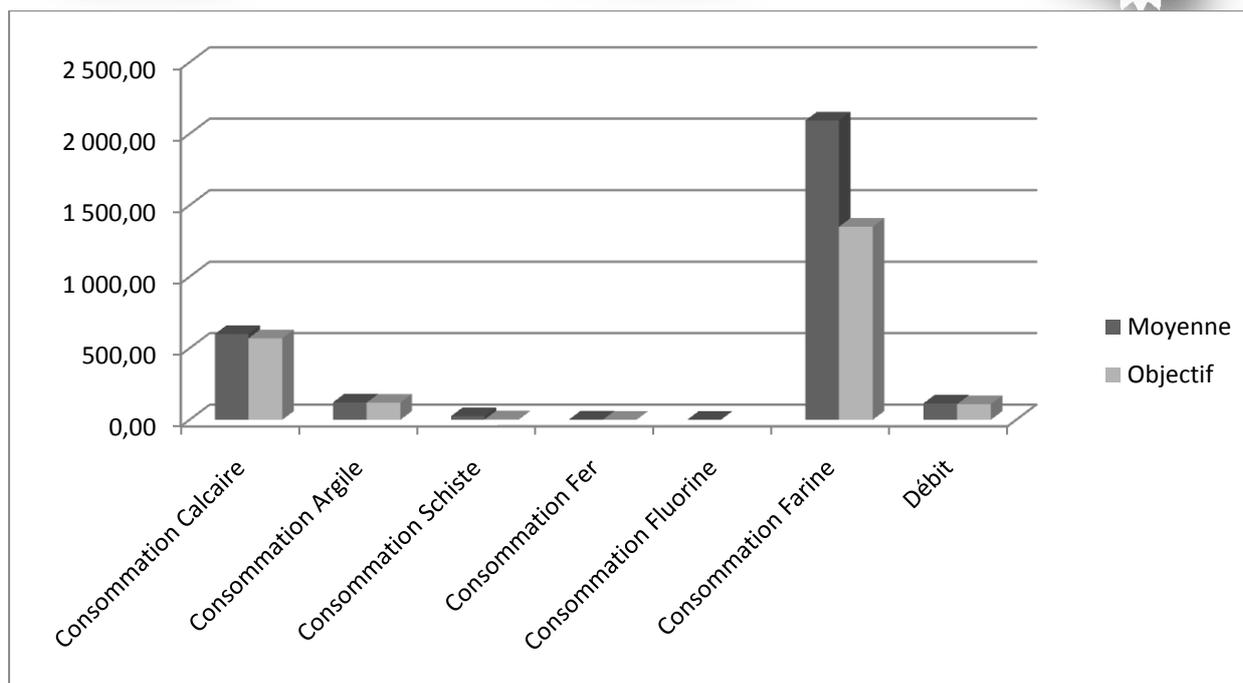


Figure n° 4 : Représentation graphique de l'écart entre la moyenne et l'objectif du broyeur cru

Pour mieux détecter l'anomalie, on représente les autres indicateurs sous forme de graphe.

3. Les outils de gestion du four :

Après avoir traversé plusieurs étages de cyclones, la farine chauffée à plus de 850 °C entre dans le four rotatif de capacité nominale 1200T/H et d'une vitesse allant jusqu'à 2,5R/M. Sous l'effet de la rotation et de l'inclinaison, elle est véhiculée vers la zone de cuisson où elle est transformée, sous fusion partielle à une température de 1450 °C en clinker de ciment.

3.1 Indicateurs techniques :

- La Disponibilité est la probabilité de bon fonctionnement d'un dispositif à l'instant « t », il y a deux types de disponibilité :
 - Disponibilité brute : Temps de marche brute /24
 - Avec :
Temps de marche brute = temps de marche réel-causes externes
 - Disponibilité nette : Temps de marche réel /24
- Le TRS est le pourcentage de temps passé à bien produire, il est réparti en deux types :
 - TRS brut : Dispo brut * Performance
 - TRS net : Dispo net * Performance

- Le débit est défini par :
 - $D = \text{Tonnage total} / \text{Temps de marche}$
- La performance s'écrit sous la forme suivante :
 - $P = \text{Débit} / \text{BDP}$
- Le TSR est le taux de substitution thermique, il est écrit sous la forme suivante :
 - $\text{TSR} = \text{Taux de consommation AFR} / \text{Taux de consommation globale}$Avec :
Taux de consommation AFR : Fioule intermédiaire
- La consommation calorifique est définie par :
 - $\text{CC} = \text{Consommation globale en énergie calorifique} / \text{Production en clinker}$
- La productivité est :
 - $P = \text{Quantité produite} / \text{Temps de marche}$
- La consommation électrique spécifique est la quantité d'électricité consommée en KW par rapport à la production du clinker. Elle est exprimée sous la forme suivante :
 - $\text{CE}_{\text{spéc}} = \text{Consommation globale électrique} / \text{Production en clinker}$
- La consommation coke est la quantité de coke consommée
- Le temps d'arrêt est le temps perdu dû à des causes internes

3.2 Indicateurs de contrôle de qualité :

- Densité : La densité est un indicateur qui donne une idée sur la qualité de cuisson du clinker et est calculée pour chaque tranche granulométrique. Plus la densité est élevée plus le clinker est bien cuit.
- C_3S : C'est un composant cristallin aux contours anguleux. L'un des plus importants en quantité puisqu' 'il représente 50% à 70% de la masse du clinker. Sa formule est :

$$\%C_3S = 4,07\%C (76\%S + 6,718\%A + 1,43\%F)$$

- C_3S_{cor} : C'est le C_3S réel qui est le principal élément du clinker. C'est la source de résistance du ciment. Un C_3S corrigé normal devrait se situer entre 50% et 55%, pour qualifier la qualité du clinker.

$$\%C_3S_{cor} = \%C_3S - (4,07\% CaO)$$

- SO_3 : C'est un élément dégagé lors de la cuisson et qui doit être présent en faible quantité. En effet cet élément est indésirable car il favorise la formation des concrétions au niveau du four et donc cause le colmatage de ce dernier. Le SO_3 est mesuré après analyse dans le spectromètre à rayon X.
- Taux de fluorine : C'est un minéralisateur du clinker qui aide à la formation des silicates qui sont responsables sur la résistance du ciment.
- Taux de Cl farine chaude : La détermination des ions Chlorures est réalisée par un titrage Mettler DL70. Cette détermination est capitale pour l'analyse. Le pourcentage des chlorures doit être faible et ne doit pas dépasser les valeurs limites de pilotage. Dans le cas où cette limite est dépassée, une accumulation de ces chlorures induit un blocage de l'écoulement de la matière et de gaz du four.
- PAF farine chaude : Perte Au Feu \Rightarrow Avant toute analyse au spectromètre à rayon X, on doit effectuer l'essai de la perte au feu. Cette expérience consiste à mettre une prise d'essai dans un creuset dans un four à moufle à une température de $1000^\circ C$. Après 30min, on fait sortir le creuset et on laisse refroidir. On pèse de nouveau le creuset et on en déduit la nouvelle masse m_f .

$$PAF = 100 * (m_t + m) - m_f / m$$

Avec :

m_t : masse du creuset

m : prise d'essai

m_f : poids du creuset et la prise d'essai près calcination

- CaO_{libre} : Lorsque le facteur de saturation en chaux MSC est supérieur à 100%, il y a déséquilibre entre les constituants. Toute la chaux en peut être saturée et reste sous la forme de chaux non combinée ou chaux libre. La chaux libre est un paramètre essentiel pour juger la qualité et le degré de cuisson du clinker. Le dosage de la chaux libre est une analyse qui vise à contrôler la chaux non combinée dans le clinker ou le ciment.
- MS : Module Silice \Rightarrow Il représente le rapport entre la silice et les agents de la phase de fusion, c'est-à-dire l'alumine et l'oxyde ferrique. Si la valeur est élevée, elle correspond en silice au détriment des agents fondants, sinon elle provoque un croutage excessif dans la zone de clinkerisation et nuis à la bonne marche du four. Le MS est donné par la formule :

$$MS = SiO_2 / (Al_2O_3 + Fe_2O_3)$$

- MAF : Module AluminoFerrique \Rightarrow La valeur de ce module caractérise la nature de la phase fondue, contenant la presque totalité des deux oxydes Al_2O_3 et Fe_2O_3 . Quand cette valeur est faible, la viscosité de la phase fluide diminue. Le MAF est donnée par :

$$MAF = Al_2O_3 / Fe_2O_3$$

- FSC : Facteur de Saturation en Chaux \Rightarrow Ce facteur exprime le rapport entre le pourcentage de la chaux présente dans le mélange et la quantité de chaux qui peut être liée par les facteurs hydrauliques lors du processus normal de cuisson et de refroidissement du clinker. La chaux libre du ciment influe négativement sur sa résistance et se transforme en $Ca(OH)_2$, ce qui provoque un gonflement du ciment. La formule du FSC s'écrit sous la forme :

$$FSC = 100 * CaO / (2,8 * SiO_2 + 1,18 * Al_2O_3 + 0,65 * Fe_2O_3)$$

3.3 Tableau de bord :

Le tableau n°3 est le tableau de bord qui présente les indicateurs majeurs pour piloter le fonctionnement du four. Dans ce dernier, on met aussi les objectifs à atteindre par ces indicateurs.

Le tableau n°3 relève aussi les valeurs de ces indicateurs pour la première semaine d'avril.

Jours	Tableau de bord FOUR									
	Mois d'AVRIL 2011									
	1	2	3	4	5	6	7	Moyenne	Objectif	Ecart
Débit (T/H)	55,96	56,46	57,08	56,92	56,83	56,17	57,25	56,67	56	0,67
Performance (%)	95,92%	96,76%	77,86%	97,60%	97,43%	96,30%	98,11%	94,28%	95,71%	-1,43%
Disponibilité Brute (%)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95,16%	4,84%
Disponibilité Nette (%)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95,16%	4,84%
TRS Brut (%)	95,92%	96,76%	77,86%	97,60%	97,43%	96,30%	98,11%	94,28%	91,08%	3,20%
TRS Net (%)	95,92%	96,76%	77,86%	97,60%	97,43%	96,30%	98,11%	94,28%	91,08%	3,20%
TSR (%)	0%	5,66%	5,65%	0%	0%	0%	0%	2%	3,29%	-1,67%
Consommation Calorifique (T/H)	3694,01	3735,83	3693,26	3693,83	3695,07	3716,21	3746,93	3710,73	3700	10,73
Consommation coke (T/H)	53,3	53,3	56	56	55,3	55	55,3	54,9	50,87	4,02
Consommation Electrique specifique(T/H)	79,45	79,97	81,35	80,55	82,68	81,8	80,67	80,92	80,82	0,10
Temps d'arrêt (H)	0	0	0	0	0	0	0	0		0,00
Production (T/J)	1343	1355	1370	1366	1364	1348	1374	9520	9743	-223,00
Niveau Clinker (%)	18,70%	22,10%	19,10%	12%	21,10%	22%	22,80%	19,69%	21% à 24%	
Densité	1,217	1,253	1,212	1,255	1,293	1,273	1,275	1,25	1,1 à 1,3	
C3S (%)	74,54%	74,12%	75,43%	75,03%	72,98%	72,60%	68,70%	73,34%	73% à 76%	
C3Scor (%)	69,56%	69,25%	69,04%	68,80%	68,04%	66,67%	64,73%	68,01%	54% à 58%	
SO3	1,42	1,59	1,45	1,59	1,35	1,52	1,57	1,50	1 à 1,3	
Taux de fluorine (%)	18%	18%	19%	20%	20%	20%	20%	19%	20%	-1%
MAF entrée four	1,76	1,73	1,72	1,76	1,74	1,75	1,75	1,74	1,6 à 1,9	
MS entrée four	2,53	2,54	2,55	2,48	2,52	2,51	2,5	2,52	2,5 à 2,8	
Taux de Cl farine chaude (%)	0,3742	0,3552	0,3172	0,2568	0,2868	0,2805	0,2733	0,31	< 0,5	
PAF farine chaude (%)	17,33	15,73	17,16	15,21	16,75	17,12	15,85	16,45	12 à 16	
FSC entrée four (%)	101,3	101	101	101,8	100,5	100,5	98,9	100,7	92,5 à 97,5	
CaO libre (%)	1,66	1,18	1,29	1,54	1,2	1,46	1,05	1,34	1 à 2,5	

Tableau n°3 : Tableau de bord du four

A partir du tableau n°3, on a pu détecter les indicateurs qui n'ont pas atteint leur objectif. Ces derniers sont signalés en rouge.

3.4 Représentation graphique :

Un outil de pilotage peut être aussi représenté sous forme de graphe car le problème devient plus facile à visualiser.

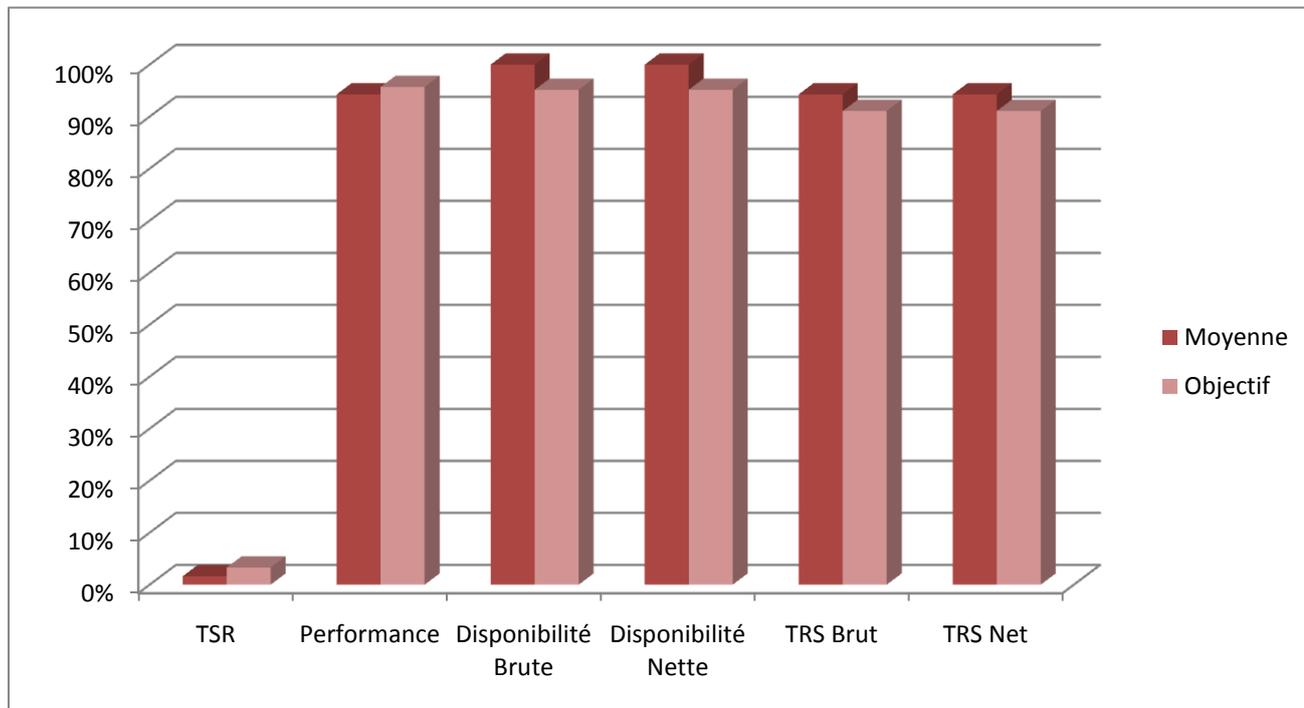


Figure n°5: Représentation de l'écart entre la moyenne et l'objectif du four

Grace à la figure n°5, on observe facilement l'écart entre la moyenne et l'objectif de chaque indicateur en pourcentage.

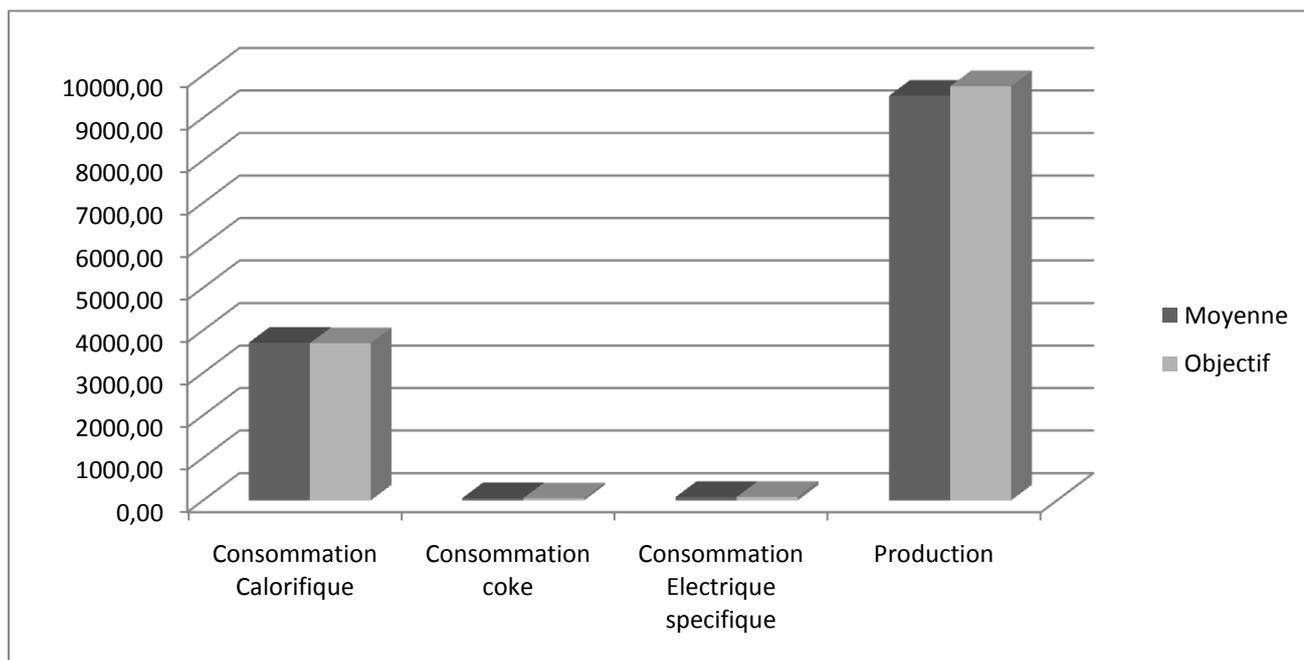


Figure n°6 : Représentation graphique de l'écart entre la moyenne et l'objectif du four

Cette figure nous permet de mieux visualiser l'anomalie c'est-à-dire l'écart entre la moyenne et l'objectif de chaque indicateur.

4. Tableau de bord pour le processus fabrication du clinker

Il n'y pas de modèle de tableau de bord standard, voir universel. Un tableau de bord doit être élaboré sur mesure. Cependant quelques éléments peuvent être considéré comme standard : il s'agit des ratios qu'on rencontre dans n'importe quel tableau de bord et qui influence directement sur la production :

- TRS
- Performance
- Disponibilité

Voici le tableau n° 4 représentant les indicateurs cités :

	Concasseur			Broyeur cru			Four		
	Moyenne	Objectif	Ecart	Moyenne	Objectif	Ecart	Moyenne	Objectif	Ecart
Disponibilité brute	57%	55%	2%	76%	70%	6,00%	100%	95,16%	4,84%
Disponibilité nette	98%	97%	1%	97%	96%	0,66%	100%	95,16%	4,84%
TRS brut	56%	55%	1%	73%	70%	2,71%	94,28%	91,08%	3,20%
TRS net	82,23%	80%	2,23%	93%	92,60%	0,05%	94,28%	91,08%	3,20%
Performance				95,00%	95,49%	-0,49%	94,28%	95,71%	-1,43%

Tableau n°4 : Tableau de bord du processus de fabrication du clinker

Ce dernier tableau nous a rassemblé les indicateurs les plus pertinents de chaque dispositif ainsi que leur objectif. On rappelle que les chiffres en rouge indiquent une anomalie, c'est-à-dire les indicateurs qui n'ont pas atteint leur objectif.

Conclusion :

En conclusion, l'élaboration d'un tableau de bord de production constitue un élément fort de la politique efficace de chaque organisation, car le responsable quel que soit son rôle et son importance doit avoir une vision globale et précise sur l'entreprise. Cette maîtrise passe par une connaissance des flux d'informations, des volumes traités et du niveau de la qualité de l'entreprise. De fait le responsable a besoin de plus en plus de la connaissance et de l'utilisation d'outils d'aide à la décision et du management des processus.

Concevoir ce tableau de bord consiste à concilier des exigences apparemment contradictoire, à savoir retenir peu d'indicateurs mais tous ceux qui sont essentiels, car un responsable peut se trouver bloqué non seulement par manque d'informations mais aussi par un excès de détails et d'informations mal présentées ou insuffisamment hiérarchisées.

Le travail qu'on a effectué consiste à proposer un tableau de bord de production de clinker et pour cela on a procédé comme suit :

- ❑ Nous avons défini les différents indicateurs de chaque dispositif et les avons représenté dans un tableau avec leurs objectifs ;
- ❑ Nous avons représenté ces tableaux sous forme de graphe pour mieux visualiser le problème ;
- ❑ Nous avons élaboré un tableau de bord pour le processus de fabrication du clinker et dans lequel on a présenté que les indicateurs qui influencent directement sur la production du clinker.

Références bibliographiques :

- ⌘ Plan de qualité du laboratoire de contrôle de qualité de Holcim.
- ⌘ Tableau de bord de gestion et indicateurs de performance, Pierre VOYER, 2^{ème} Editions Presses de l'Université du Québec, 2006.
- ⌘ Le management de la performance, Pierre-Laurent BESCORS et Carla MENDOZA, Edition Broché, 1994.
- ⌘ L'essentiel du tableau de bord, Alain FERNANDEZ, Éditions d'Organisation Groupe Eyrolles, 2005.
- ⌘ Méthodes et pratiques de la performance, Philippe LORINO, Editions d'Organisation Groupe Eyrolles, 1996.