

I-1- Présentation de Lafarge ciment

I-1-1 Historique Lafarge ciment :

Créée en 1833, en Ardèche, par la famille Pavin de Lafarge afin de produire de la chaux, la Société dirigée par Bertrand Colomb est aujourd'hui devenue un groupe internationalisé qui se positionne au premier rang mondial des producteurs de ciment. et contribue largement dans la participation à de grands chantiers. Internationaux, notamment la construction du canal de Suez ou l'édification du bâtiment abritant la bourse américaine à Wall Street. [1]

I-1-2- Lafarge ciment usine de M'sila :

- Présentation de l'usine ACC du m'sila :

C'est une usine installée en Algérie, particulièrement à M'sila par le groupe Lafarge, depuis l'an 2003 après rachat des actions égyptiennes.

Crée en 2003 sous le nom : ALGERIAN CEMENT COMPAGNY (ACC) groupe Lafarge. Il est Situé à Sis Hammam Dalaa, wilaya de M'sila.

L'usine de LAFARGE se compose de son investissement à partir de 1ere ligne complète 260 millions \$ US et 2eme ligne complète 190 millions \$ US, donc le total est 450 millions \$ US.

- Il est Création d'emplois :

- 1ere ligne complète : 800 Emplois
- 2ème ligne complète : 200 Emplois

Atteindre leur total capacité à 4 millions de tonnes \An, la 1ere ligne à partir 2 millions de tonnes\An et la 2eme ligne à 2 millions de tonnes\An.

- Autres Caractéristiques:

ACC peut être classé parmi les plus modernes cimenteries sur le plan international par :

- ✚ Un contrôle moderne, systématique et permanent de la qualité.
- ✚ Une optimisation pour la consommation d'énergie.
- ✚ Un contrôle systématique de la pollution.
- ✚ Une sécurité industrielle performante.
- ✚ Centralisation de la commande et de la conduite de toute l'usine. [1]

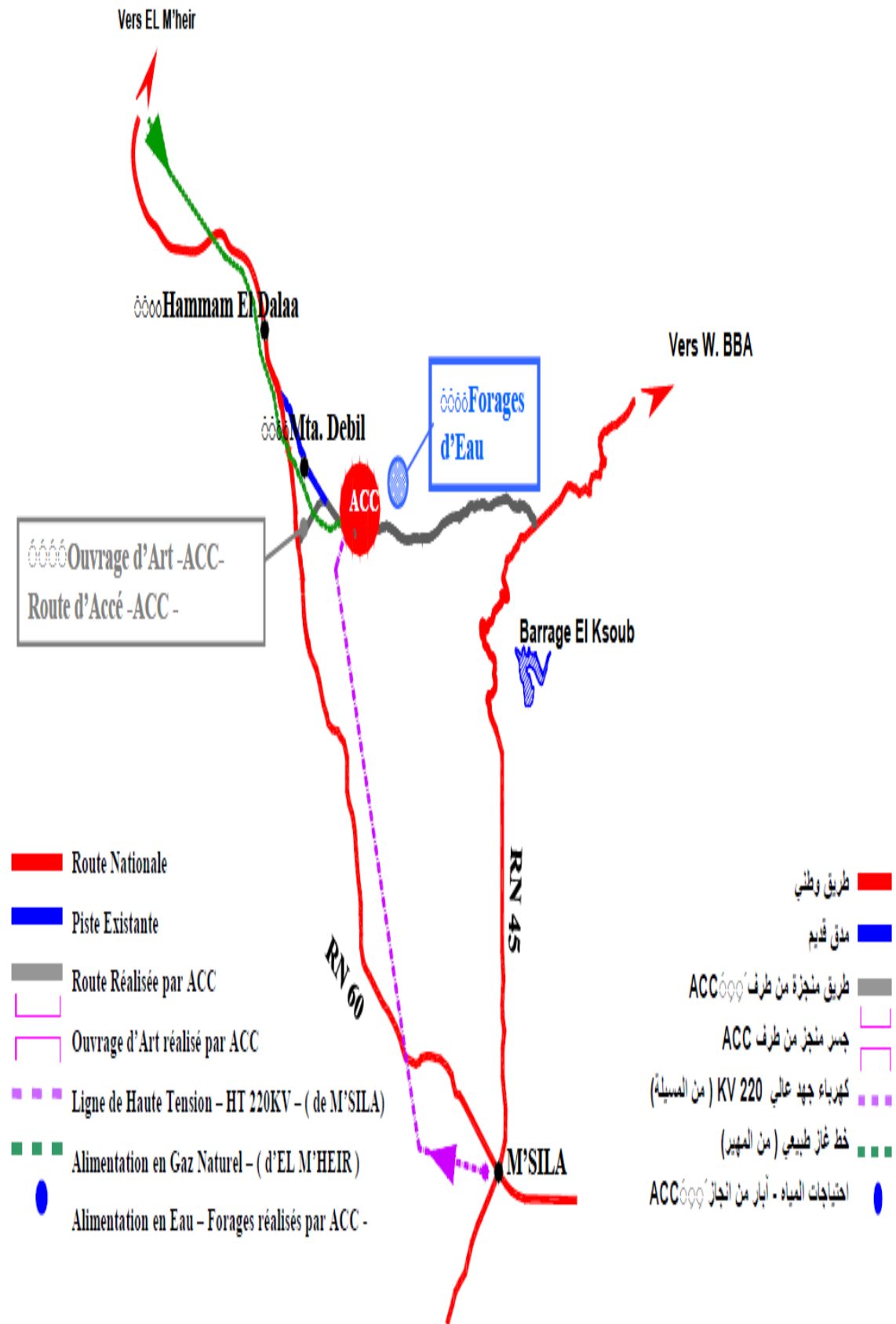


Fig. 01 : situation géographique de l' ACC M'sil

I-1-3- Organigramme :

La situation de l'usine suite l'organigramme suivant :

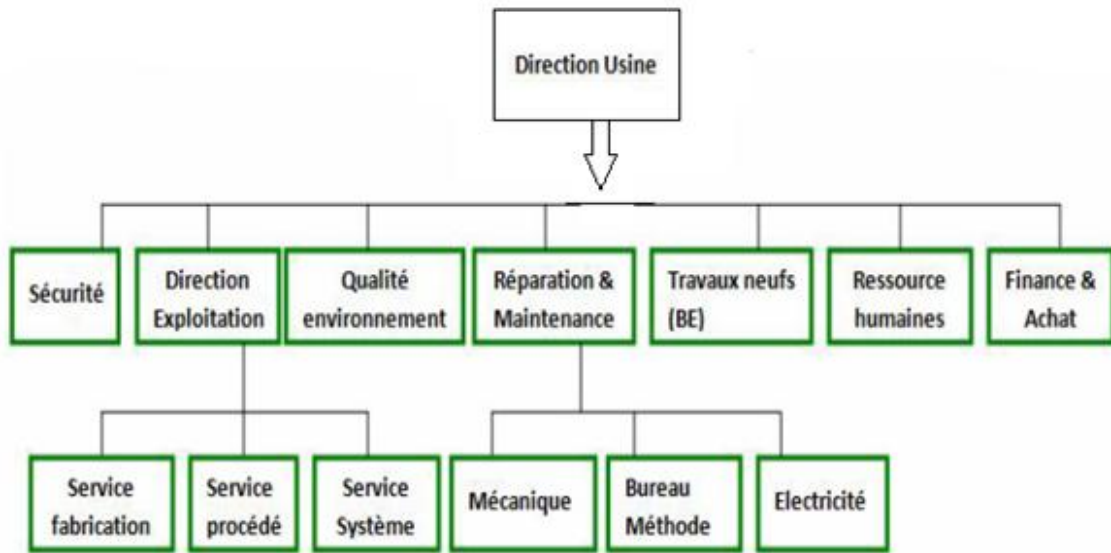


Fig. 02 : Organigramme de l'ACC M'sila

I-1-4- Présentation des services :

Suivante l'organigramme de la figure n°02 :

a- Le service carrière :

Il permet l'approvisionnement en matières premières : calcaire, argile de la carrière.

Celles-ci sont extraites sur un site à 5km de l'usine et sont concassées sur un concasseur, les matières sont ensuite acheminées par transporteur.

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 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 vitesses, instrument, régulation permettant de contrôler et d'observer les différents paramètres rentrant en jeu dans la supervision tels que la température, les pressions, les débits...

d)- Service de 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 munîmes d'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 rapport sécurité et la gestion du réseau sécurité inter usines.

e)- service commercial :

Ce service est le plus mouvementé car il permet de fixer les objectifs de vente de ciments à une clientèle bien identifiée.

Leur travail se base sur la réception des bons de commande et des effets de commerce, la saisie des commandes et des bons de livraison.

f)- service finance-gestion :

Ce service a pour mission la gestion de la comptabilité générale et analytique dans le but d'assurer une conformité à la réglementation et la législation.

Pour se faire le service assure la gestion des procédures comptables, fiscales et financières, la gestion des processus budgétaires, la consolidation rapports, l'analyse des coûts ainsi que la gestion du patrimoine foncier avec le siège.

g)- service de ressources humaines :

Il se charge de la gestion des ressources humaines, et plus précisément la gestion administrative du personnel non cadre, l'application de la législation du travail, la gestion des relations avec les représentant du personnel, l'instauration d'un bon climat social, l'établissement des plans de formation et l'assurance d'une parfaite communication interne.

h)- service d'achat :

Il a pour principale mission la gestion des stocks suivant la politique des achats du groupe et le respect des procédures également du marketing-achats, l'homologation des fournisseurs commandes et le suivi des livraisons.

i)- service du contrôle de qualité :

LAFARGE CEMENTS, Usine de Msila 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.

j)- service du bureau d'études :

Présentation du service d'accueil : Travaux Neufs (TN)

- + Procédure : Création ou modification d'installation
- + Objet : Conception et réalisation de nouvelles installations de maintien, progrès, qualité, environnement et sécurité.
- + Pilote du processus : Ingénieur travaux neufs usine
- + Eléments d'entrée : Fiches d'investissement, cahiers de charges fonctionnels, plan développement usine
- + Eléments de sortie : Installation mise à disposition

Inscription budget investissement année suivante, annulation ou autres solutions.

La procédure suivie pour réaliser un travail demandé est la suivante : [1]



Fig. 03 : les étapes du l'investissement

I.2. Définition du ciment :

Le ciment est un liant hydraulique obtenu par cuisson à très haute température d'un mélange de calcaire et d'argile, suivi d'une phase de broyage. La plupart des ciments sont à base de clinker et d'ajouts. Il s'emploie le plus souvent sous forme de poudre : mélangé avec de l'eau, il fait prise et permet d'agglomérer entre eux des sables et des granulats (sable ou graviers), pour constituer de véritables roches artificielles, bétons ou mortiers. [2]

I.2.1 Organigramme du procédé :

Il existe deux lignes de productions du ciment à LAFARGE-CIMENT Usine de M'sila, qui est 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.

La Figure ci-dessous (*Figure n° : 04*) résume les différentes étapes pour les deux lignes de production à l'usine M'sila. [1]

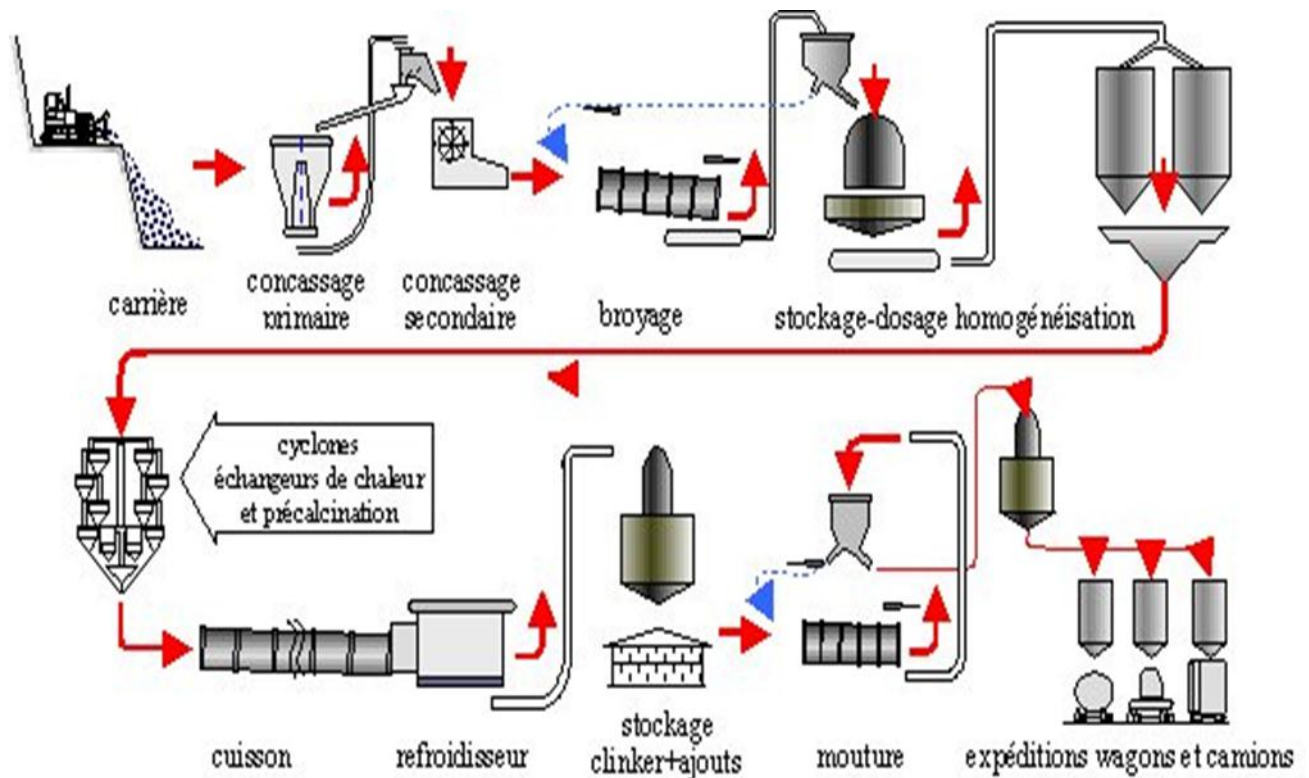


Fig. 04 :Circuit de fabrication de ciment.

I.2.2 Les Etapes de fabrication du ciment :

Les étapes de la fabrication du ciment présente par La (Figure n°: 05), de l'extraction des matières premières au transport du produit fini.[2]

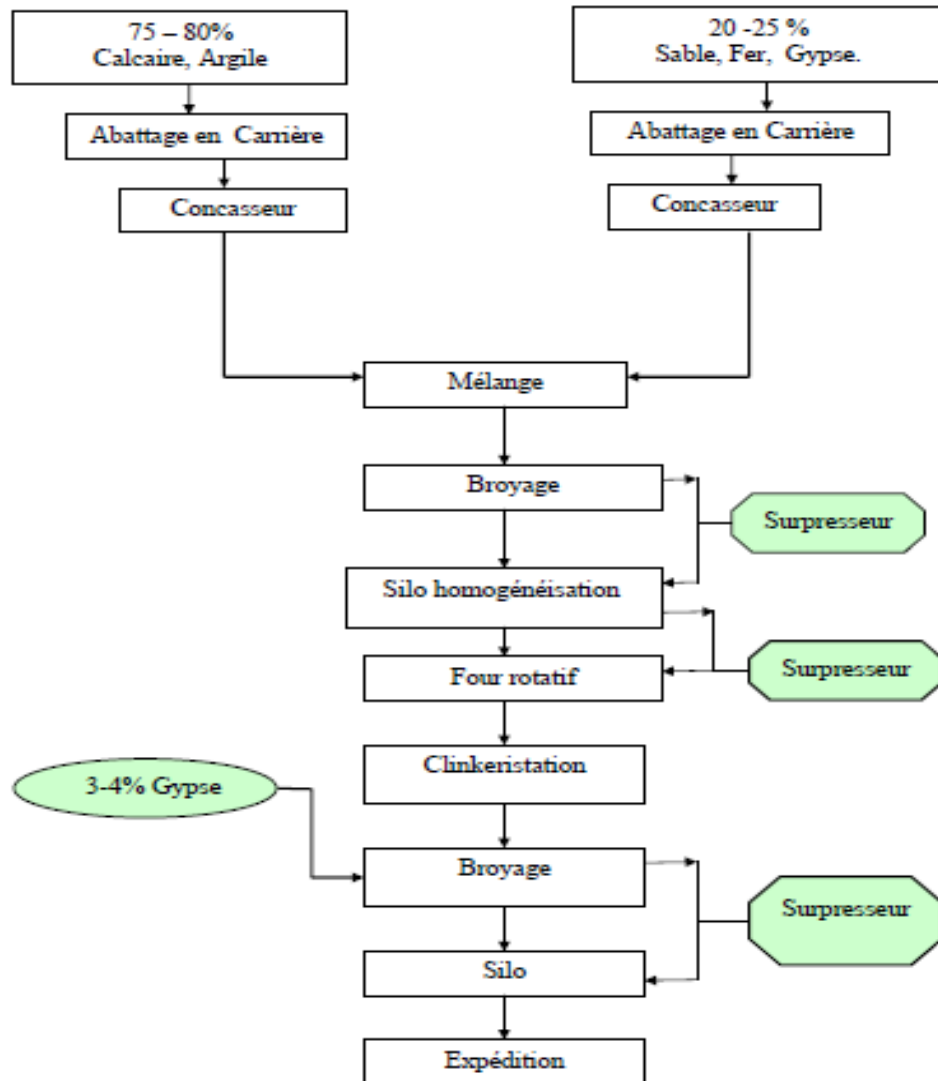


Fig. 05 : Étapes de production du ciment.

I.2.3. L'extraction des matières premières :

Les matières premières nécessaires à la fabrication du ciment sont le calcaire 80% et l'argile 20%. Les roches extraites de la carrière sont acheminées par tapis roulant jusqu'à la cimenterie, construite à proximité.

La cimenterie LAFARGE de M'sila exploite une carrière qui fournit deux matières premières : Le calcaire et le l'argile.

L'extraction de ces roches se fait par abattage à l'explosif. Il consiste à fragmenter le massif exploité à l'aide d'explosifs :

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

Le calcaire et l'argile sont extraits de carrières situées à proximité des cimenteries. Abattus à l'explosif (*Figure n°: 06*), les rochers et blocs sont transportés par des tombereaux (gros camions) vers des concasseurs afin de réduire leur taille et d'obtenir des cailloux de moins de 10 cm de diamètre. Ces matières premières font l'objet d'une sélection rigoureuse. Leur composition doit comprendre de la chaux, de la silice, de l'alumine et de l'oxyde de fer dans des proportions bien déterminées. [1]



Fig. 06 : Abattage

b) Transport : les matières premières sont transférées dans un dumper.



Fig. 07 : Transport

I.2.4. Concassage et transport :

Les matières concassées sont ensuite stockées par qualités dans le hall de stockage de l'usine (*Figure n°: 07*). C'est une opération qui consiste à réduire la granulométrie de la matière première en fragments de faibles dimensions (25 à 40 mm). Elle assure également un certain mélange des matières premières arrivant de la carrière (calcaire et schiste). En effet, le calcaire et le schiste transportés par les

camions sont déchargés dans une trémie qui est reliée à un alimentateur à vitesse variable qui permet de réguler le débit d'alimentation.

Les matières premières, après concassage, sont transportées à l'usine par un tapis roulant où elles sont stockées et homogénéisées.

Les matières concassées sont ensuite stockées par qualités dans le hall de stockage de l'usine.

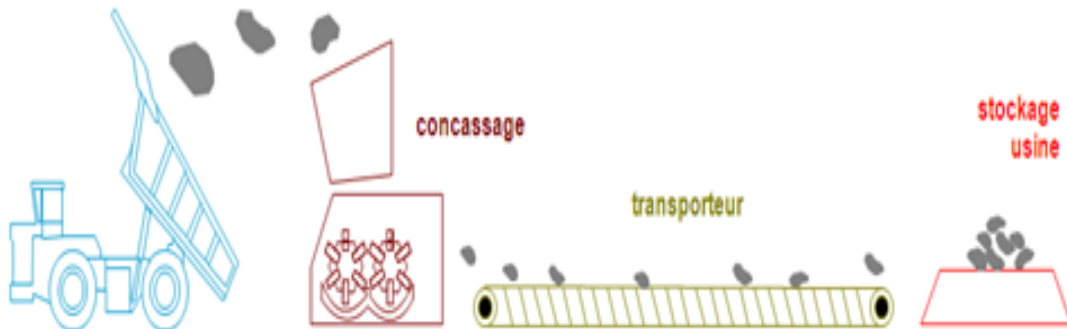


Fig. 08 : Concassage et transport

I.2.5. La préparation du cru :

La préparation du cru est composée de deux opérations : Le broyage et le stockage des matières premières

I.2.5.1. Le broyage du cru :

Un broyage très fin permet d'obtenir une farine crue. Une fois concassés, les matériaux subissent un pré-mélange dans des halls de pré-homogénéisation ce qui permet d'obtenir une plus grande régularité de composition, les matières premières doivent être finement broyées pour faciliter les réactions chimiques au cours de la cuisson dans le four. Ils sont ensuite séchés et broyés dans un broyeur (à boulets ou à galets) afin de réduire leur taille à quelques dizaines de microns. Le passage des gaz du four dans le broyeur permet le séchage de la matière et une captation partielle du soufre - SO_2 de ces gaz par la matière broyée. La poudre fine alors obtenue est appelée farine crue, d'où l'expression de broyeur à cru. (*Figure n° : 09*)

I.2.5.2. L'homogénéisation:

À la suite du broyage et après séparation, les matières premières sont transformées en une poudre de grande finesse appelée dans le jargon cimentier « Farine ». Cette farine doit présenter une composition chimique aussi constante que possible. Ces matières premières sont acheminées vers des silos dans lesquelles

elles sont homogénéisées.

L'opération d'homogénéisation complète le processus de pré-homogénéisation préalable, elle permet d'obtenir un produit de caractéristiques chimiques uniformes qui permettent la fabrication d'un clinker de qualité constante. La préparation de la matière première est maintenant achevée.

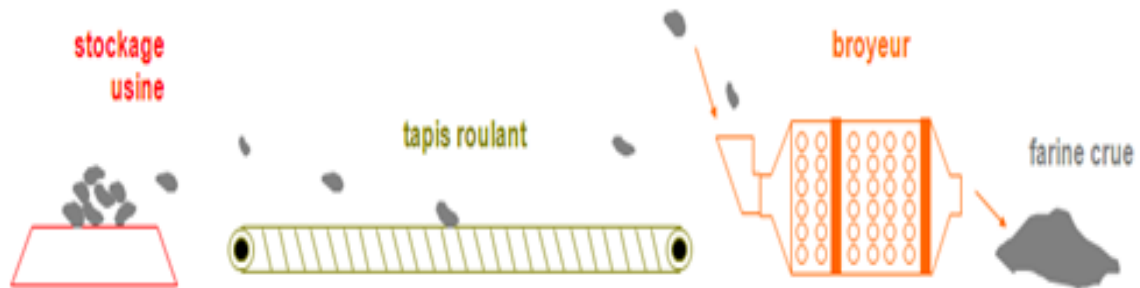


Fig. 09 : Broyage cru

I.2.6. La cuisson des matières premières :

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.

La farine est introduite sous forme de poudre dans une tour de préchauffage où la farine est préalablement chauffée par les gaz produits dans le four rotatif (phase de pré calcination). Elle subit au cours de cette cuisson des réactions chimiques complexes : tout d'abord, le calcaire se décarbonate sous l'action de la chaleur à une température avoisinant les 900°C et se transforme en chaux, tandis que les argiles se décomposent en silicates et aluminates. L'ensemble se recombine ensuite à une température d'environ 1450°C en silicates et aluminates de chaux. (*Figure n° : 10*).

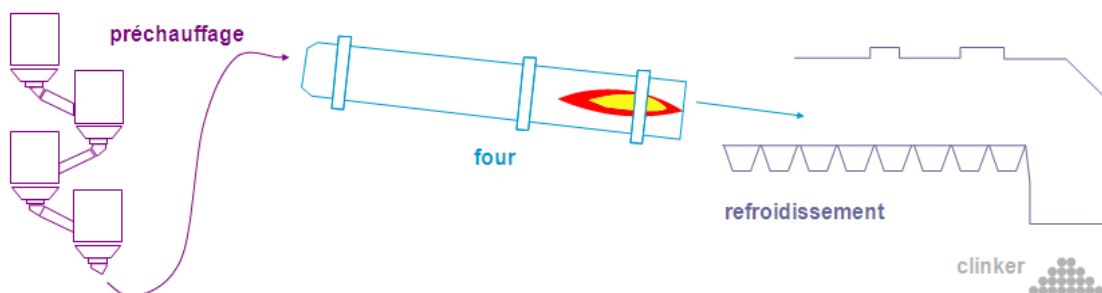


Fig. 10 : Cuisson

1.2.7. Le broyage du ciment et le stockage :

1.2.7.1. Le 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.

Ce processus chimique conduit ainsi à l'obtention d'un produit semi-fini appelé clinker, qui possède des propriétés de liant hydraulique.

Le clinker est stocké dans des halls (ou silos) puis, lors d'une nouvelle étape de broyage, passé dans des broyeurs à boulets (ou à galets) dont la rotation provoque, par chocs et écrasement, la réduction en grains particulièrement fins. Finalement il est Transformé en ciment en ajoutant du Gypse dans une proportion de 3% à 5%. La poudre obtenue de moins de 60 microns, est appelée ciment. (*Figure n° : 11*).

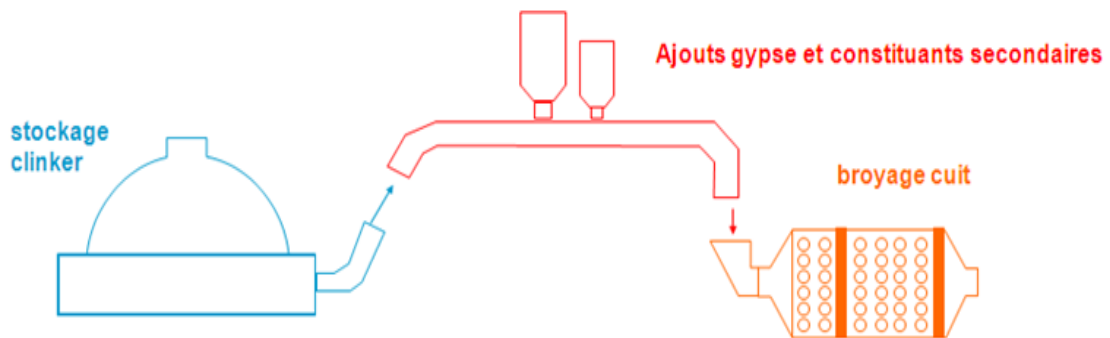


Fig. 11 : Broyage

1.2.7.2. le Stockage, Conditionnement et Expédition :

Les ciments stockés dans des silos sont expédiés en vrac ou en sacs vers leurs lieux de consommation.

Le ciment enfin obtenu est stocké dans des silos de plusieurs milliers de tonnes, parfois divisés en compartiments permettant la conservation de plusieurs qualités de ciment.

Il est ensuite livré en vrac ou en sac. Après, il peut être livré en vrac, dans des Citernes ou être emballé en palette de sacs de 25 à 32 kilos. Pour la livraison en vrac, les camions-citernes sont placés sur un pont bascule et remplis à l'aide de manches télescopiques situées à la base des silos. Le remplissage est contrôlé et les données nécessaires à l'établissement des documents d'expédition et de facturation sont transmises à l'ordinateur central (*Figure n° : 12*). [1]

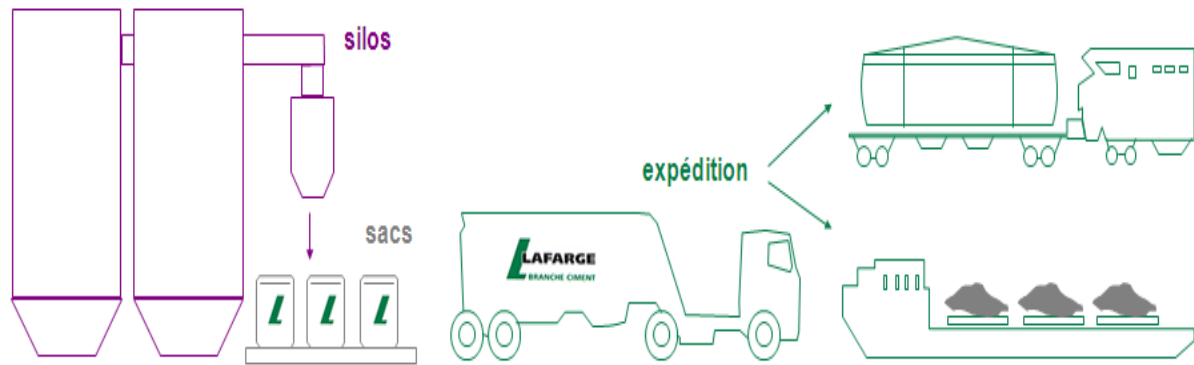


Fig. 12 : Stockage, conditionnement, expédition

I.2.8. Les procédés de fabrication du clinker :

La farine crue, obtenue par broyage et homogénéisation des matières premières, est transformée en clinker par cuisson dans des fours rotatifs. Ces fours de grandes dimensions constituent l'enceinte dans laquelle s'opère le traitement thermique du cru, la température de Clinkerisation est de l'ordre de 1450 °C, il est à noter que les réactions qui aboutissent à la formation du clinker sont consommatrices d'énergie. Afin de réduire cette consommation, et dans une politique de développement des procédés de fabrication, les circuits de cuisson ont subi de profondes évolutions.

Ainsi, les procédés de fabrication du clinker par voie sèche remplacent progressivement ceux utilisant les voies humides, semi-humides et semi-sèches. C'est pour cette raison que la majorité des cimenteries utilisent la voie sèche. La cuisson est le processus de transformation du cru en clinker par un apport suffisant de température, cet apport est nécessaire pour entraîner des réactions chimiques complètes, conduisant à leur tour, à l'élimination presque totale de chaux libre (chaux non- combinée).

Dans tous les procédés cités auparavant, un four de Clinkerisation comporte essentiellement :

- Un système de préchauffage du cru : en voie sèche, le préchauffage se fait dans la partie supérieure d'une tour-échangeur par suspension dans des cyclones (voir annexes).
- Une partie de décarbonatation : en voie sèche, cette phase se fait dans la partie basse du pré -chauffeur qui est aussi la partie amont du four rotatif.
- Une partie pour la Clinkerisation : elle se fait toujours dans la partie aval du four.

En résumé, la farine crue est introduite, après préchauffage et pré-calcination, dans le four où elle avance vers l'aval, sous l'effet combiné de la rotation et la pente du four. Au fur et à mesure de son cheminement, la matière s'échauffe jusqu'à Clinkerisation vers les 1450 °C. A la sortie du four, le clinker tombe dans un refroidisseur où se

produisent les échanges thermiques qui assurent la récupération de la chaleur.

I.2.9. Méthodes de fabrication du ciment :

Il existe 4 méthodes de fabrication du ciment qui dépendent essentiellement du matériau.

- Fabrication du ciment par voie humide (la plus ancienne).
- Fabrication du ciment par voie semi-humide (en partant de la voie humide).
- Fabrication du ciment par voie sèche (la plus utilisée).
- Fabrication du ciment par voie semi- sèche (en partant de la voie sèche).[1]

I.2.9.1. Fabrication par voie humide :

Cette voie est utilisée depuis longtemps. C'est le procédé le plus ancien, le plus simple mais qui demande le plus d'énergie. Dans ce procédé, le calcaire et l'argile sont mélangés et broyés finement avec l'eau de façon, à constituer une pâte assez liquide (28 à 42% d'eau). On brasse énergiquement cette pâte dans de grands bassins de 8 à 10 m de diamètre, dans lesquels tourne un manège de herse. La pâte est ensuite stockée dans de grands bassins de plusieurs milliers de mètres cubes, où elle est continuellement malaxée et donc homogénéisée. Ce mélange est appelé le cru. . La pâte est ensuite envoyée à l'entrée d'un four tournant, chauffé à son extrémité par une flamme intérieure. Un four rotatif légèrement incliné est constitué d'un cylindre d'acier dont la longueur peut atteindre 200 mètres. On distingue à l'intérieure du four plusieurs zones, dont les 3 zones principales sont:

- ✓ Zone de séchage.
- ✓ Zone de décarbonatation.
- ✓ Zone de Clinkerisation.

I.2.9.2. Fabrication par voie sèche :

Les ciments usuels sont fabriqués à partir d'un mélange de calcaire (CaCO_3) environ de 80% et d'argile ($\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$) environ de 20%. Selon l'origine des matières premières, ce mélange peut être corrigé par apport de bauxite, oxyde de fer ou autres matériaux fournissant le complément d'alumine et de silice requis.

Après avoir finement broyé, la poudre est transportée depuis le silo homogénéisateur jusqu'au four, soit par pompe, soit par aérogليسeur.

Les fours sont constitués de deux parties:

- Un four vertical fixe, préchauffeur (cyclones échangeurs de chaleur).

- Un four rotatif.

I.2.10. Classification et domaine d'application des ciments :

I.2.10.1. Types du ciment :

L'industrie cimentière commercialise de nombreux types de ciments afin de répondre aux différents problèmes rencontrés lors de la construction des ouvrages :

- ✓ Résistances mécaniques.
- ✓ Résistance à une attaque physique ou chimique.
- ✓ Mise en œuvre particulière.

I.2.10.2. Gamme de produit :

I.2.10.2.1. MATINE : Ciment pour béton exigeant :

[CPJ – CEM.II/B 42,5 RNA 442]

MATINE est un ciment gris de hautes résistances initiales et finales, résultat de la mouture du clinker obtenu par cuisson jusqu'à la fusion partielle (Clinkerisation) d'un mélange convenablement dosé et homogénéisé de calcaire et d'argile .

Domaine d'utilisation:

- Secteur industriel. [1]



I.2.10.2.2. MOHTARIF : La performance au cœur de vos Bâtiments :

[CPJ-CEM.II/B32,5R]

MOHTARIF est un ciment portland composé développé pour la réalisation des bâtiments civils et industriels, il offre aux entrepreneurs, le meilleur rapport Qualité / Prix.

MOH TARIF est certifié, conforme à la norme algérienne (NA 442) et européenne (EN CE 197-1)

❖ Domaine d'utilisation:

MOHTARIF est un ciment développé pour la réalisation des bâtiments civils et industriels, il offre aux entrepreneurs.

Les principales applications de ce ciment sont:

- Constructions d'immeubles.
- Fondations.
- Superstructures et infrastructures.
- Préfabriqués lourds et légers.
- Béton Prêt à l'Emploi (BPE). [1]



I.2.10.2.3. CHAMIL : La Qualité pour ma maison :

CPJ – CEM II/B 32,5 R NA 442

CHAMIL est un ciment gris, résultat de la mouture du clinker obtenu par cuisson jusqu'à la fusion partielle (Clinkerisation) d'un mélange convenablement dosé et homogénéisé de calcaire et d'argile.

Domaine d'utilisation:

CHAMIL est utilisé pour tous les travaux courants qui ne présentent pas un besoin spécifique en bétons exposés à des conditions sévères comme l'attaque des sulfates du sol ou de l'eau et qui n'exigent pas de hautes résistances mécaniques.

Les principales applications de ce ciment sont:

- Béton structurel
- Fabrication des éléments préfabriqués (parpaings, buses, caniveaux . . . etc.)
- Fabrication des carreaux de dalle
 - Travaux de finition. [1]



I.2.10.2.4. MOKAOUEM : Ciment pour béton en milieux agressifs :

CPJ – CEM III/B 42,5 –ESNA 443

MOKAOUEM est un ciment résistant aux sulfates, c'est le résultat de la mouture d'un clinker contenant un faible taux d'aluminates de calcium avec une proportion de laitier de haut fourneau et du gypse.

❖ Domaine d'utilisation:

MOKAOUEM est généralement utilisé pour les ouvrages en béton exposés à des conditions agressives sévères dues à l'attaque des sulfates de sol ou de l'eau souterraines tels que:

- Les fondations et Les structures à réaliser dans un milieu agressif
- Les travaux maritimes
- Les stations de dessalement et d'épuration
- Les travaux hydrauliques
- Les barrages et les digues de soutènement collinaire. [1]

