



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des sciences et de la technologie  
Département de chimie industrielle

# MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences et Techniques  
Filière : Science et génie de l'environnement  
Spécialité : Génie des procédés de l'environnement

Réf. : ...../2020

---

Présenté et soutenu par :  
**Bounif Abderrahmane**

Le: jeudi 17 septembre 2020

## Valorisation des déchets générés par l'usine en recyclage interne (BISKRIA Cimenterie)

### Jury:

---

|      |                         |     |                          |                |
|------|-------------------------|-----|--------------------------|----------------|
| Mme. | <b>HAMEDI Iness</b>     | MCA | Université de Biskra     | Président      |
| Mme. | <b>REHALI Hanane</b>    | MCB | Université de Biskra     | Examineur      |
| Mme. | <b>DJEBABRA Sihem</b>   | MCB | Université de Biskra     | Rapporteur     |
| M.   | <b>Kharchi Abdelali</b> | Ing | Usine Biskria Cimenterie | Co. Rapporteur |

Année universitaire: 2019 – 2020

## تلخيص :

صناعة الإسمنت في العالم اليوم هي أساس التحضر بالنسبة للمدن ولكن هاته الصناعة الثقيلة لديها العديد من المخلفات الضارة بالبيئة، ومدينتنا بسكرة تحتوي على مصنعين لإنتاج هاته المادة الأساسية في البناء.

تم تنفيذ هذا العمل التطبيقي في الشركة الوطنية لصناعة الإسمنت (مصنع البسكرية لصناعة الإسمنت) في ولاية بسكرة على النفايات الصلبة والسائلة ودراسة خصائصها، ما نبحت عنه من هاته الدراسة هو إعادة تدوير النفايات الناتجة عن المصنع والإستفادة منها وحماية البيئة من التلوث في نفس الوقت.

## Résumé :

L'industrie du ciment dans le monde d'aujourd'hui est la base de l'urbanisation pour les villes, mais cette industrie lourde a de nombreux déchets nocifs pour l'environnement et notre ville Biskra contient à deux usines pour produire ce matériau essentiel dans la construction.

Ce travail appliqué a réalisé dans la société nationale de l'industrie du ciment (Biskria Cimenterie) à la wilaya de Biskra pour valoriser les déchets solides et liquides ainsi que l'étude de leurs propriétés. Ce que nous recherchons avec cette étude, c'est de recycler les déchets générés par l'usine et d'en profiter et de protéger l'environnement de la pollution en même temps.

## Abstract:

The cement industry in today's world is the basis of urbanization for cities, but this louder industry has many wastes for the environment and our city Biskra contains two factories to produce this essential material in construction.

This applied work was realized in the national cement industry company (Biskra cementerie) at the Biskra state on solid and liquid waste as well as the study of their properties. What we are looking for with this study is to recycle the waste generated by the plant and to take advantage of it and protect the environment from pollution at the same time.

# Sommaire

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| Remerciements.....           | I   |
| Dédicace.....                | II  |
| Liste des tableaux.....      | III |
| Liste des figures.....       | IV  |
| Liste des nomenclatures..... | VI  |
| Introduction générale.....   | 1   |

## Partie théorique

### Chapitre I : PROCEDE DE FABRICATION DE CIMENT

|   |    |
|---|----|
| Introduction.....                               | 3  |
| I.1. Présentation de l'organisme d'accueil..... | 3  |
| I.1.1. La définition du biskria ciment.....     | 3  |
| I.1.2. Siège social.....                        | 3  |
| I.1.3. Les services.....                        | 3  |
| I.1.4. Les produits.....                        | 3  |
| I.2. Fabrication de ciment.....                 | 6  |
| I.2.1. Le ciment.....                           | 6  |
| I.2.2. Les matières premières du ciment.....    | 6  |
| I.2.2.1. Le calcaire.....                       | 6  |
| I.2.2.1.1. Carrier de calcaire.....             | 7  |
| I.2.2.1.2. Transport de calcaire.....           | 7  |
| I.2.2.1.3. Concassage de calcaire.....          | 8  |
| I.2.2.1.4. Stockage (polaire).....              | 8  |
| I.2.2.2. L'argile.....                          | 10 |
| I.2.2.3. Le sable.....                          | 10 |
| I.2.2.4. Le fer.....                            | 10 |

# Sommaire

|  |    |
|--|----|
| I.2.2.2.1. Transport (l'argile et le sable et le fer).....                   | 10 |
| I.2.2.2.2. Stockage et pré homogénéisation (sable et le fer).....            | 10 |
| I.2.3. Préparation de cru.....   | 11 |
| I.2.4. Le séchage et le broyage.....   | 12 |
| I.2.5. Homogénéisation.....  | 13 |
| I.2.6. Préchauffeur ou cyclones.....   | 13 |
| I.2.7. Four rotatif.....   | 14 |
| I.2.8.refroidisseur.....   | 15 |
| I.2.9. Stockage du clinker.....  | 15 |
| I.2.10. Broyage clinker.....   | 16 |
| I.2.11. Stockage et expédition du ciment.....                                | 17 |
| Conclusion.....  | 19 |
| <b>Chapitre II : LES DECHETS GENERE PAR L'INDUSTRIE DE CIMENT</b>            |    |
| II.1. Généralité sur les déchets.....  | 20 |
| II.1.1. Définition déchet.....   | 20 |
| II.1.2. Définition déchets industriels.....                                  | 20 |
| II.2. Classification des déchets industriels.....                            | 20 |
| II.2.1. Selon le danger.....   | 20 |
| II.2.1.1. Les déchets dangereux.....   | 20 |
| II.2.1.2. Les déchets non dangereux.....                                     | 20 |
| II.2.2. Selon la nature physique.....  | 21 |
| II.2.2.1. Les déchets liquides.....  | 21 |
| II.2.2.2. Les déchets solides.....   | 21 |
| II.2.2.3. Les déchets gazeux.....  | 21 |
| II.3. Les différents déchets générés par la cimenterie (biskria ciment)..... | 21 |
| II.3.1. Déchets liquides.....  | 21 |

# Sommaire

|  |    |
|--|----|
| II.3.2. Déchet solides.....                                      | 22 |
| II.4. L'impact de la pollution sur l'environnement et sante..... | 25 |
| II.4.1. L'impact de la pollution sur l'environnement.....        | 25 |
| II.4.2. L'impact de la pollution sur santé.....                  | 25 |

## Partie pratique

### Chapitre III : RECYCLAGE ET VALORISATION DES DECHETS

|  |    |
|--|----|
| III.1. Introduction.....   | 27 |
| III.2. Les points de recyclage actuel.....                                       | 27 |
| III.3. Les point de recyclage à la future "étude et simulation" .....            | 32 |
| III.3.1. Déchets solides.....  | 32 |
| III.3.1.1. Dimensionnement de boîte à fumé.....                                  | 32 |
| III.3.1.2. L'influence de l'injection des déchets sur la qualité de clinker..... | 33 |
| III.3.1.2.1. Interprétations des résultats.....                                  | 35 |
| III.3.1.3. Explication de l'expérience au niveau de laboratoire.....             | 36 |
| III.3.2. Installation d'une trémie d'injection déchets (clinker + ciment).....   | 37 |
| III.3.2.1. Dimensionnement de la trémie.....                                     | 37 |
| III.3.3. Déchets liquide (huile).....  | 39 |
| III.3.3.1 interprétations des résultats.....                                     | 40 |

Conclusion générale

Liste des références

Résumé

## **Remerciements**

*Tout d'abord je remercie ALLAH tout puissant de m'avoir accordé la force, le courage et les moyens à fin de pouvoir accomplir ce modeste travail*

*Je tiens à remercier sincèrement mon encadreur Madame **Djebabra Sihem** tant d'avoir accepté de m'encadrer que pour m'avoir accordé sa confiance, ainsi que pour le temps qu'elle m'a consacré dans mon travail, et aussi pour m'avoir guidé et conseillé tout au long de cette année.*

*Je remercie les membres de jury: **Mde Hamedi Iness** comme président et **Mde Rahali Hanane** comme examinatrice d'avoir bien voulu accepter de juger ce travail.*

*Je remercie tous les membres de l'usine de Biskria cimenterie et spécialement **Mr Kharchi Abdelali** pour leur aide précieuse.*

*A tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation et au bon déroulement de ce travail.*



## *Dédicace*

*Je remercie ALLAH pour la santé, la patience et la forte personnalité qui m'a fait atteindre ce niveau enfin.*

*Je dédie ce modeste travail à mes chers parents, en signe d'en reconnaissance aux sacrifices qu'ils ont fournis pour moi depuis ma naissance.*

*A mes chers frères et mes sœurs qui n'ont pas cessé de me tendre leurs aides.*

*A mes chers amis.*

*A tous les lecteurs.*



# Liste des tableaux

|  |    |
|--|----|
| <b>Tableau 1.</b> Les points de recyclage actuel dans l'usine .....                    | 28 |
| <b>Tableau 2.</b> Les analyses de farine cru et clinker avec et sans les déchets ..... | 34 |
| <b>Tableau 3.</b> Les analyses de ciment sans et avec l'huile .....                    | 39 |





# Liste des figures

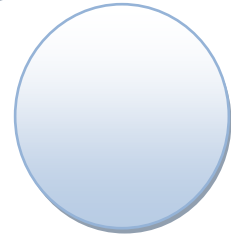
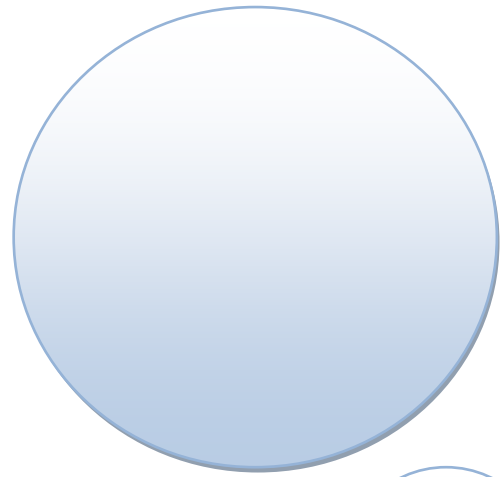
|   |    |
|---|----|
| <b>Figure I.1.</b> Types de ciment produit par biskria ciment.....                            | 5  |
| <b>Figure I.2.</b> Les quatre matières premières utilisées dans la fabrication du ciment..... | 6  |
| <b>Figure I.3.</b> Gisement calcaire.....   | 7  |
| <b>Figure I.4.</b> Le transport du calcaire.....  | 7  |
| <b>Figure I.5.</b> Le concasseur.....   | 8  |
| <b>Figure I.6.</b> La polaire à l'extérieur.....  | 9  |
| <b>Figure I.7.</b> La polaire à l'intérieur.....  | 9  |
| <b>Figure I.8.</b> Le hall de pré-homogénéisation à l'intérieur et à l'extérieur.....         | 11 |
| <b>Figure I.9.</b> Broyeur à boulet dans SPA BC.....  | 12 |
| <b>Figure I.10.</b> Broyeur à meules verticaux dans SPA BC.....                               | 12 |
| <b>Figure I.11.</b> Silo homo.....  | 13 |
| <b>Figure I.12.</b> La tour de préchauffage.....  | 14 |
| <b>Figure I.13.</b> Four rotatif.....   | 14 |
| <b>Figure I.14.</b> Le refroidisseur.....   | 15 |
| <b>Figure I.15.</b> Silo stockage de clinker.....   | 16 |
| <b>Figure I.16.</b> Broyeur de clinker.....   | 17 |
| <b>Figure I.17.</b> L'emballage.....  | 18 |
| <b>Figure I.18.</b> L'expédition.....   | 18 |
| <b>Figure I.19.</b> Fabrication du Ciment.....  | 19 |
| <b>Figure II.1.</b> Les huiles usagées.....   | 22 |
| <b>Figure II.2.</b> Les déchets sacs.....   | 22 |

## Liste des figures

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure II.3.</b> Les déchets des Pneus.....  | 23 |
| <b>Figure II.4.</b> Les déchets plastiques.....   | 23 |
| <b>Figure II.5.</b> Les déchets des bois.....   | 24 |
| <b>Figure II.6.</b> Les déchets métalliques.....  | 24 |
| <b>Figure III.1.</b> Les nouveaux pistes .....  | 29 |
| <b>Figure III.2.</b> La bouche vrac.....  | 29 |
| <b>Figure III.3.</b> Déchets de broyeur vertical cru.....   | 30 |
| <b>Figure III.4.</b> Trémie by-pass rejet de four.....  | 30 |
| <b>Figure III.5.</b> Déchets d'extraction clinker.....  | 31 |
| <b>Figure III.6.</b> Extraction clinker .....   | 31 |
| <b>Figure III.7.</b> La tour de préchauffage.....   | 32 |
| <b>Figure III.8.</b> La boîte à fumé et les points d'injections.....  | 33 |
| <b>Figure III.9.</b> Diagramme illustrative de la composition de farine cru sans et avec les déchets incinérer.....                 | 35 |
| <b>Figure III.10.</b> Diagramme illustrative de la composition du clinker résultant après injection et le clinker sans déchets..... | 36 |
| <b>Figure III.11.</b> La bande de la trémie (n°4).....  | 37 |
| <b>Figure III.12.</b> Schémas d'une trémie au niveau de la bande d'alimentation broyage de clinker.....                             | 38 |
| <b>Figure III.13.</b> Diagramme illustrative de la composition du ciment avec et sans les huiles.....                               | 40 |
| <b>Figure III.14.</b> Récupération des huiles usagées par le collecteur.....  | 41 |

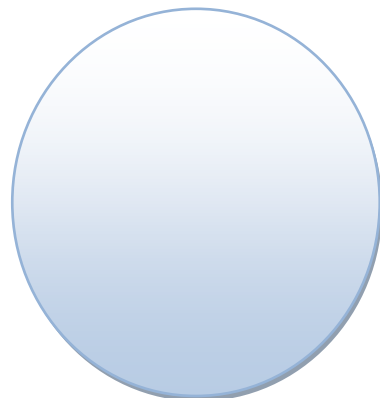
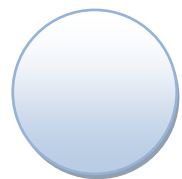
## Liste des nomenclatures

|                                    |                      |
|------------------------------------|----------------------|
| <b>SiO<sub>2</sub></b>             | Dioxyde de silicium  |
| <b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | Trioxyde d'aluminium |
| <b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | Trioxyde de fer      |
| <b>CaO</b>                         | Oxyde de calcium     |
| <b>MgO</b>                         | Oxyde de magnésium   |
| <b>SO<sub>3</sub></b>              | Trioxyde de soufre   |
| <b>K<sub>2</sub>O</b>              | Oxyde de potassium   |
| <b>Na<sub>2</sub>O</b>             | Oxyde de sodium      |



# **INTRODUCTION**

## **GENERALE**



# Introduction Générale

L'industrie du ciment est devenue un élément primordial dans l'économie de tous les pays du monde. Elle est nécessaire à la réalisation des projets de construction dans différents domaines dont : l'industriel, l'économie, le social et culturel tout en respectant les nécessités à venir dans la conservation des ressources naturelles et environnementales [1].

En Algérie, la production du ciment est basée sur deux facteurs essentiels :

a) Répondre à la demande croissante des consommateurs industriels dans notre pays en augmentant la production annuelle du ciment par l'apport des ajouts inertes.

b) Exploitation et l'utilisation des matières premières et déchets industriels non exploités au para-avant.

D'un deuxième point de vue qu'au cours de la production du ciment une quantité importante se voit être perdue, il est alors plus que nécessaire de valoriser ces pertes comme solution favorable et efficace pour résoudre le problème et par conséquent se débarrasser de façon définitive des déchets nuisibles pour l'environnement et pour l'industrie du ciment [2].

Le ciment est considéré comme l'un des matériaux les plus importants de notre ère. C'est un produit dit *high-tech* mais issu quand-même de la nature, qui bénéficie d'un héritage historique qui s'étend sur des siècles. Il est plus précisément un liant. Le matériau de construction en question, est le béton, qui se base dans sa composition et sa qualité sur le ciment, ce dernier est le composant le plus cher du béton [2].

Le problème qui se pose est les conséquences à long terme des différents types de déchets générés lors de la fabrication du ciment; ces déchets (prenant le cas de SPA BISKRIA CIMENT) se classent en deux types, le premier type est les déchets solides (plastiques, Pneus, bois ... etc.), le deuxième est les déchets liquides (Eaux usées, Huiles usagées).

Notre objectif principal est donc maintenant de réduire l'accumulation de ces déchets et au lieu de les vendre comme déchets bruts, il est plus économique que l'usine en les introduisant dans le processus de production de ciment d'une certaine manière, et d'autre part la protection de l'environnement bien-sûr.

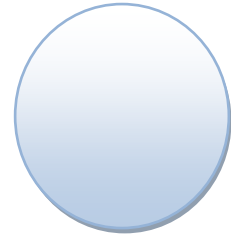
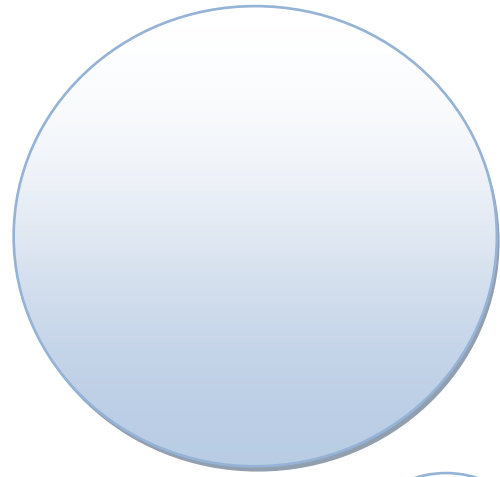
Outre l'introduction générale et la conclusion générale le travail est organisé comme suit:

# Introduction Générale

**Chapitres I:** Procède de fabrication de ciment.

**Chapitre II:** Les déchets générés par l'industrie de ciment.

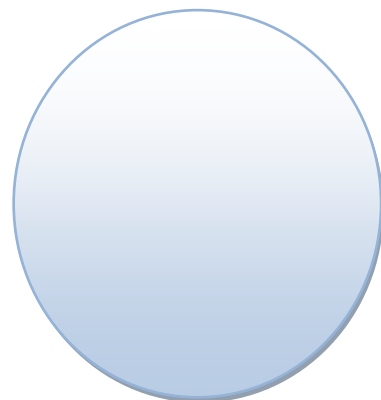
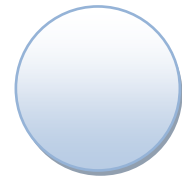
**Chapitre III:** Recyclage et valorisation des déchets.



# **Chapitre I:**

# **Procédé de fabrication**

# **de ciment**



# Chapitres I: Procédé de fabrication de ciment.

## Introduction :

Le ciment est le plus important matériau de construction de notre temps. C'est un matériau de construction durable, versatile et totalement recyclable.

Dans ce chapitre on va présenter la société BISKRIA CIMENT, également décrire et expliquer les processus de fabrication de ciment.

## I.1 Présentation de l'organisme d'accueil :

### I.1.1 La définition du biskria ciment :

La société BISKRIA CIMENT est une entreprise de fabrication et ventes des ciments au capital social : 870.000.000,00 DA.

### I.1.2 Siège social :

Adresse : DJAR BELAHRACHE, BRANIS, Wilaya de Biskra 07000, ALGERIE  
Tél : +213 (0) 33 62 74 62 Fax : +312 (0) 33 62 73 92  
E-mail : biskria.spa@gmail.com  
Site web : biskriaciment-dz.com

### I.1.3 Les services :

La cimenterie possède de 3 lignes de productions avec une capacité totale de 4 million T/an. La S.P.A BISKRIA CIMENT procède trois secteurs :

1. Secteur administratif : contient de services administratifs pour gérer la société
2. Secteur industriel : contient les trois lignes de production d'une capacité de 4 million T/an.
3. Secteur commerciale : contient le service de vente et d'expédition

### I.1.4 Les produits :

La S.P.A biskria Ciment produit des ciments de qualité qui sont systématiquement contrôlés par le laboratoire de la cimenterie et périodiquement par le centre d'études et de services technologiques de l'industrie des matériaux de construction CETIM (selon le référentiel ISO 17025). Ces produits sont :

- **Ciment Portland composé CEM II/A 42, 5 NA 442 :**

#### Composition :

80% à 94% de clinker (KK).

Complément à 100% composé d'un ou plusieurs constituants, tel que pouzzolane (Z), calcaire (L), etc.



# Chapitres I: Procédé de fabrication de ciment.

Sulfate de calcium sous forme de gypse en tant que régulateur de prise.

➤ **Ciment portland compose CEM II/B 32, 5 NA 442 :**

Composition :

65% à 79% de clinker (KK).

Sulfate de calcium sous forme de gypse en tant que régulateur de prise

➤ **Ciment résistant aux sulfates (CRS) CEM I 42, 5-ES NA 443**

Composition :

Au moins 95 % de clinker (KK).

Ajouts : la proportion de constitutions secondaires est limitée à 05%.

➤ **Ciment résistant aux sulfates (CRS) CEM IV/A-SR 42.5 NA 443**

Composition :

65% à 79% de clinker (KK).

Complément à 100% pouzzolane (Z)

Sulfate de calcium sous forme de gypse en tant que régulateur de

➤ **Ciment résistant aux sulfates (CRS) CEM III/B-SR 42.5 NA 443**

Composition :

20% à 34% de clinker (KK).

Complément à 100% laitier (S)

Sulfate de calcium sous forme de gypse en tant que régulateur de prise [3].

# Chapitres I: Procédé de fabrication de ciment.


|   |  |
|---|--|
|    |    |
| CEM I 42.5R   | CEM II/ B-L 32.5R  |
|  |  |
| CEM II/ B-L 42.5N   | CEM I 42.5R SR3  |

Figure I.1. types de ciment produit par biskria ciment.

# Chapitres I: Procédé de fabrication de ciment.

## I.2 fabrication de ciment :

### I.2.1 le ciment :

Le ciment est un liant hydraulique, c'est-à-dire une matière inorganique finement, gâchée avec de l'eau, forme une pâte qui fait prise par suite des réactions et processus d'hydratation et qui après durcissement, conserve sa résistance et sa stabilité même sous l'eau [4].

### I.2.2 les matières premières du ciment :

Le ciment portland est fabriqué à partir de produits naturels qui sont extraits de carrières puis concassés, homogénéisés, cuits à très haute température (1450 °C) dans un four rotatif pour former un clinker dans la phase finale de cuisson qui est finement broyé et associé à une faible proportion de gypse pour obtenir le ciment.

Ces matières premières sont composées essentiellement de calcaire, d'argile, de sable et de minerai de fer, la chaux est apportée généralement par le carbonate de calcium qui représentent (75 à 80%) du cru d'alimentation par la chaux CaO, le reste 20 % par les composant suivant : SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> apportés par les autres composants [5].



**Figure I.2.** Les quatre matières premières utilisées dans la fabrication du ciment.

#### I.2.2.1 Le calcaire :

Le calcaire est constitué principalement, de carbonate de calcium titrant au minimum (75 à 99%) de CaCO<sub>3</sub>, qui se présente sous forme de calcite (Figure.2). La calcite est la forme cristalline la plus stable et la plus courante de CaCO<sub>3</sub> [6].

# Chapitres I: Procédé de fabrication de ciment.

## I.2.2.1.1 Carrier de calcaire :

Le calcaire est extrait au niveau de carrière sous forme des blocs dimensions très variées.



**Figure I.3.**Gisement calcaire

## I.2.2.1.2 transport de calcaire :

Le calcaire extrait à partir le carrier transporté par des dumpers vers un atelier de concassage.



**Figure I.4.**Le transport du calcaire

# Chapitres I: Procédé de fabrication de ciment.

## I.2.2.1.3 concassage de calcaire :

-le concasseur joue un rôle de ramener les matières premières à des dimensions admissibles pour le broyeur (2.5 cm).



**Figure I.5.**Le concasseur

## I.2.2.1.4 Stockage (polaire) :

Après l'opération de concassage du calcaire obtient une granulométrie de 0 à 25 mm, le calcaire sont acheminés vers le stock primaire (polaire de stockage) par des tapis roulant, pour le pré homogénéisation : un polaire avec un stockage circulaire [1].

## Chapitres I: Procédé de fabrication de ciment.



Figure I.6. La polaire à l'extérieur



Figure I.7. La polaire à l'intérieur

# Chapitres I: Procédé de fabrication de ciment.

## I.2.2.2 L'argile :

L'argile est le produit de l'altération (correction chimique) de roche préexistante (Figure.2). L'argile est une roche terreuse tendre qui imprégnée d'eau, cause des problèmes d'humidité dans l'argile, est la carrière de SBC dans la région de djamora (tarref), nous suivons l'analyse chaque arrivage.

## I.2.2.3 Le sable :

Le sable est un matériau granulaire constitué (Figure.2) de petites particules provenant de la désagrégation de matériaux d'origine minérale (essentiellement de roches).

## I.2.2.4 Le fer :

Le minerai de fer est une roche (Figure.2) est extraies de la même manière de calcaire généralement sous la forme des oxydes. En tant que minerai correspond à oxydes de fer  $\text{FeO}_2$  ou  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Nous avons fait tous nécessaire sur la qualité de minerai de fer acheté selon le contrat [7].

### I.2.2.2.1 Transport (L'argile et le sable et le fer) :

Les matières sont livrées par des fournisseurs, ils sont amenés à l'usine par les camions et places dans les zones de stockage.

### I.2.2.2.2 Stockage et pré homogénéisation (sable et fer) :

Les trois matières sont acheminées vers le stock primaire (hall de stockage) par des tapis roulant, pour la pré-homogénéisation : un hall avec un stockage linéaire pour les constituants. Et l'argile avec stockage primaire (polaire de stockage) par des tapis roulant, pour la pré-homogénéisation : un polaire avec un stockage circulaire d'argile [8].

## Chapitres I: Procédé de fabrication de ciment.



**Figure I.8.** Le hall de pré-homogénéisation à l'intérieur et à l'extérieur

### **I.2.3. Préparation de cru :**

Un mélange homogène d'argile, calcaire, le minerai de fer et de sable est réalisé avec les doseurs. Les proportions sont déterminées selon leurs compositions chimiques [9].



# Chapitres I: Procédé de fabrication de ciment.

## I.2.4. Le séchage et le broyage :

Pour favoriser les réactions chimiques ultérieures, les matières premières doivent être séchées et broyées très finement dans des broyeurs à boulets ou dans des broyeurs à meules verticaux. Ces derniers plus récents, sont plus économes en énergie et permettent un séchage plus efficace, Le produit obtenu est appelé « la farine CRU » [2].



**Figure I.9.**Broyeur à boulet dans SPA BC



**Figure I.10.**Broyeur à meules verticaux dans SPA BC

# Chapitres I: Procédé de fabrication de ciment.

## I.2.5. Homogénéisation :

La farine crue est homogénéisée dans silos de stockage. Pour augmenter l'efficacité de l'homogénéisation les silos sont alimentés et soutirés simultanément. La méthode généralement utilisée pour l'homogénéisation est envoi de l'air en bas de silos permettant de fluidifier la farine[10].



**Figure I.11.**Silo homo

## I.2.6. Préchauffeur ou cyclones:

Les gaz réchauffent la poudre crue qui circule dans les cyclones en sens inverse. La poudre s'échauffe ainsi jusqu'à 800 °C environ et perd donc son gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ) et son eau. C'est un échangeur à contre-courant destiné à préchauffer la farine avant son entrée dans le four, en récupérant la chaleur des gaz sortant du four environ égale à 100°C, par le fait que l'argile et le calcaire ont la même, un exhausteur monté sur les cyclones aspire les gaz de combustions et le mélange carrière, faisant une tornade qui garantit que tous les grains du crue subit la chaleur des gazes [11].



**Figure I.12.**La tour de préchauffage

### **I.2.7. Four rotatif :**

Le four rotatif permet d'effectuer la réaction de clinkérisation au cœur de la fabrication du ciment. Il s'agit d'un tube cylindrique. La matière arrive en amont du four. Cette zone permet de porter les matières premières jusqu'à environ 800-900°C, achevant ainsi la décarbonation du calcaire. La matière progresse alors jusqu'à la zone de clinkérisation correspondant à une température d'environ 1450 °C [10].



**Figure I.13.**Four rotatif

# Chapitres I: Procédé de fabrication de ciment.

## I.2.8. Refroidisseur:

Le refroidisseur a pour rôle d'abaisser la température du clinker tombant du four à une température d'environ 1135°C jusqu'à 80-100°C. Il est équipé d'une batterie de ventilateurs fournissant l'air de refroidissement [11].



**Figure I.14.**Le refroidisseur

## I.2.9. Stockage du clinker :

Une fois refroidit, le clinker est alors stocké dans des silos, confèrent à l'atelier de broyage ciment [2].



**Figure I.15.** Silo stockage de clinker

### **I.2.10 Broyage clinker :**

Il est réalisé en continu dans des broyeurs alimentés à partir des stocks de clinker et des différents constituants et ajouts.

Le broyage a pour objectif d'une part de réduire les granulats de clinker en poudre,

D'autre part, de procéder à l'ajout du gypse, ainsi qu'à celui des éventuels autres constituants (cendres...), ce qui permet d'obtenir les différents types de ciments normalisés,

Ce type de Broyeur qui permet le broyage du clinker en ajoutant des ajouts s'appelle :

« Broyeur ciment » [12].



**Figure I.16.** Broyeur de clinker

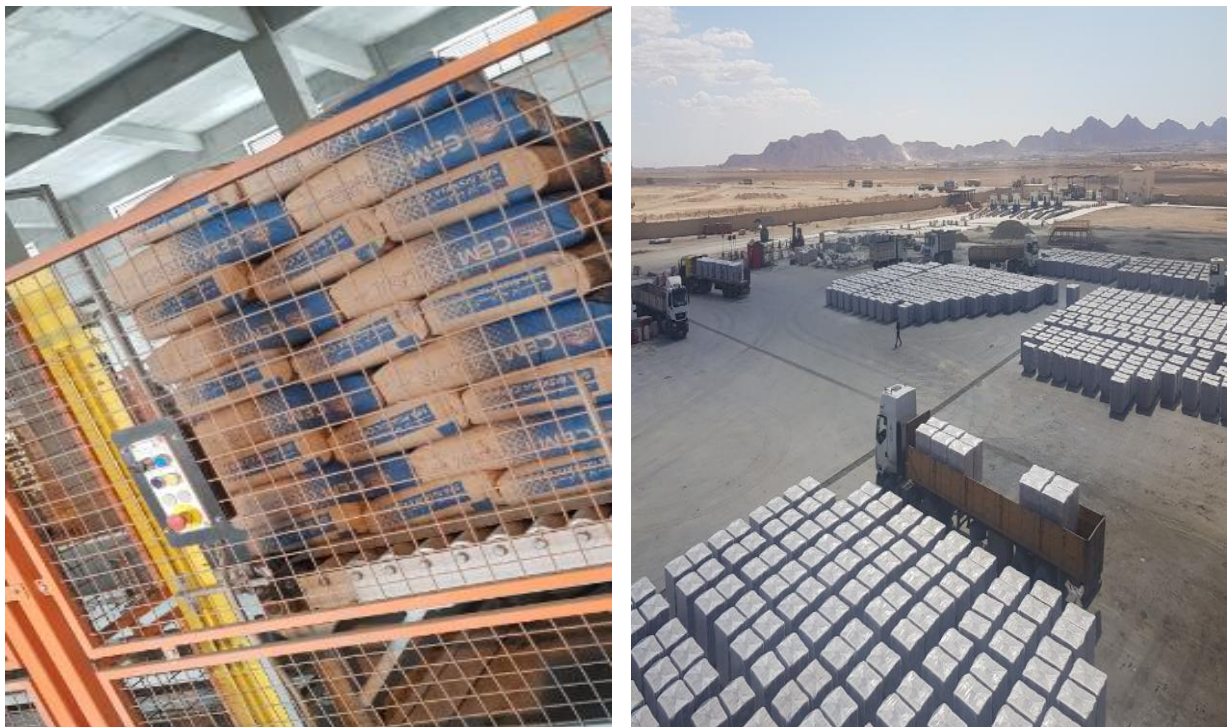
### **I.2.11 Stockage et expédition du ciment :**

A la sortie du broyeur, le ciment est transporté vers des silos de grandes capacités qui alimentent par la suite les ateliers d'ensachage pour les l'expédition en sacs, ou les dispositifs de chargement et livraisons en vrac. Donc les expéditions comprennent le stockage du ciment, son conditionnement (ensachage) en cas de livraison par sacs ou via un vrac et son chargement sur l'outil de transport (camion). C'est l'interface de l'usine avec le client [13].

## Chapitres I: Procédé de fabrication de ciment.



**Figure I.17.**L'emballage



**Figure I.18.**L'expédition

# Chapitres I: Procédé de fabrication de ciment.

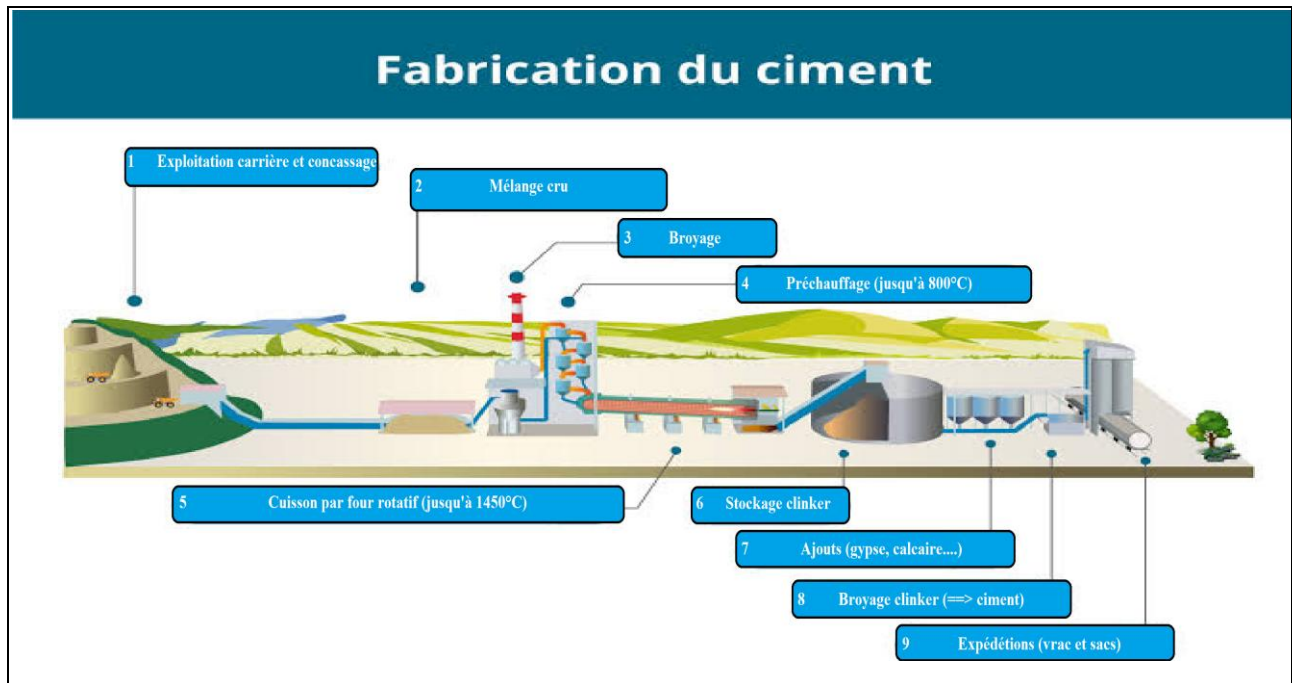
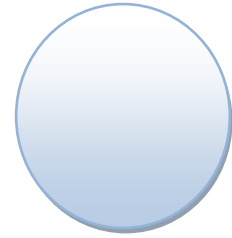
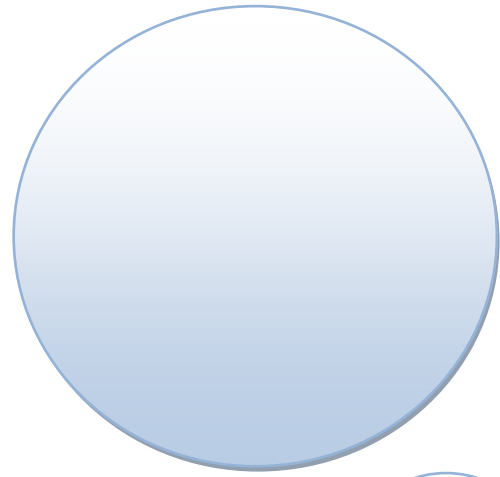


Figure I.19. Fabrication du Ciment.

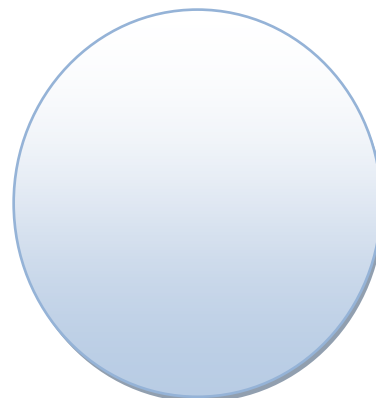
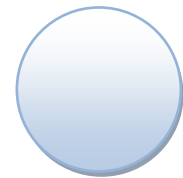
## Conclusion :

Les sociétés de ciment sont grandissent plus en plus, ces dernières stockent le produits dans d'énormes silos avant de l'emmagasiner en sacs ou en détail. Alors on peut dire que ce produit « le ciment » est nécessairement présent dans notre environnement, on voit que les premières cimenteries sont créés en 1870, auparavant pour produire une tonne de ciment il fait 40 heures, mai aujourd'hui avec le développement industriel on peut produit la même quantité en moins de trois minutes.





**Chapitre II:**  
**Les déchets générés**  
**par l'industrie de**  
**ciment**



# Chapitre II: Les déchets générés par l'industrie de ciment

## II.1 Généralité sur les déchets :

### II.1.1. Définition Déchet :

Un déchet tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien utilisation des ressources naturelles pour un produit utilisable tous qui génère comme déchets par ces procédures.

De façon plus générale, un déchet (détritus, résidu, ordures...) est un objet en fin de vie ou une substance issue d'un processus, jugé inutile, dangereux ou encombrant, et dont on veut se débarrasser [14].

### II.1.2. Définition déchets industriels :

Les déchets d'activités économiques (DAE), anciennement appelés déchets industriels sont des déchets produits par les activités (industrie, bâtiment et travaux publics (BTP), secteur tertiaire, agriculture, etc.).

Dans le cadre de la responsabilité élargie du producteur, le producteur est responsable de la gestion de ses déchets jusqu'à leur élimination ou leur valorisation finale [15].

## II.2. Classification des déchets industriels :

### II.2.1. Selon le danger :

#### II.2.1.1. Les déchets dangereux:

Certaines industries et particuliers génèrent des déchets dits dangereux, car hautement polluants et susceptibles de présenter un danger pour l'homme ou pour l'environnement, tels que les solvants, peintures, produits chimiques et pour lesquels il faut mettre en œuvre des traitements spécifiques [16].

#### II.2.1.2. Les déchets non dangereux :

Déchet Industriel Banal (DIB) est un déchet qui n'est pas généré par des ménages et qui n'est ni dangereux, ni inerte. Il peut se décomposer, brûler, fermenter ou encore rouiller.

Exemple de Déchets industriels non dangereux :

- **Emballages usagés** : Palette, bidon, etc.
- **Déchets de production** : chutes, rebuts, purges (matières de cru, clinker, ciment...)
- **Produits usagés** : papiers, invendus, consommables usagés, etc.
- **Matériaux** : verre, métaux, plastique, cuir, papier, carton, bois, etc.

Toutes les entreprises, quelle que soit leur taille, leur activité et leur secteur sont concernées par les déchets banals [17].

# Chapitre II: Les déchets générés par l'industrie de ciment

## II.2.2. Selon la nature physique :

### II.2.2.1. Les déchets liquides:

Les huiles usagées, solvants, eaux polluées, émulsions eaux huileuses, mélanges eau-hydrocarbures,...

### II.2.2.2. Les déchets Solides:

Emballages (carton, plastique, bois, papier), produits avariés ou périmés, pneus, dispositifs de filtration ... Les déchets Visqueux: terres contaminées aux hydrocarbures, boues de station d'épuration, boues de fonds de bacs d'hydrocarbures, graisses, culots de distillation...

### II.2.2.3. Les déchets gazeux :

Le gaz fumé est acheminée de la station de détente principale vers :

1. Four de cuisson.
2. foyer auxiliaire (broyeur cru) par une conduite aérienne.
3. Broyeur de clinker [18].

## II.3. Les différents déchets générés par la cimenterie (biskria ciment) :

### II.3.1. Déchets liquides :

-Les eaux usées :

Les eaux usées de la cimenterie proviennent de l'eau de la station lavage.

-Les huiles usagées :

Les huiles usagées sont définies comme des huiles synthétiques, inaptes après usage, à l'emploi auquel elles étaient destinées.

## Chapitre II: Les déchets générés par l'industrie de ciment



Figure II.1. Les huiles usagées

### II.3.2. Déchet solides :

Ce sont les déchets correspondant à des matières usagées, telles que :

- »Les déchets sacs.
- »Les déchets des Pneus.
- »Les déchets plastiques.
- »Les déchets des bois.
- »Les déchets métalliques [3].



Figure II.2. Les déchets sacs

## Chapitre II: Les déchets générés par l'industrie de ciment



Figure II.3. Les déchets des Pneus



Figure II.4. Les déchets plastiques



**Figure II.5.**Les déchets des bois



**Figure II.6.**Les déchets métalliques

# Chapitre II: Les déchets générés par l'industrie de ciment

## II.4. l'impact de la pollution sur l'environnement et santé :

### II.4.1. L'impact de la pollution sur l'environnement :

Les activités industrielles peuvent exercer des pressions et ont des impacts sur l'environnement. Elles peuvent également être source de risques pour le personnel et les populations avoisinantes.

Les impacts de l'industrie sur l'environnement peuvent être directs en raison de :

-La nature des activités intrinsèques aux sites de production, qu'il s'agisse de l'extraction et la transformation de matières premières (pollution des sols, de l'eau ou de l'atmosphère), des prélèvements d'eau douce, de la production de déchets et d'effluents (liquides ou gazeux), des nuisances locales (bruits, odeurs, poussières).

-Les installations industrielles, de par leurs activités, présentent certains risques. Lorsqu'elles sont susceptibles de créer des pollutions ou des nuisances, on parle de risque "chronique". Quand elles peuvent présenter un certain nombre de dangers, on parle de risque "accidentel" [2].

### II.4.2. L'impact de la pollution sur santé :

L'exposition à des polluants industriels est le motif de consultations répétitives, d'urgences et d'hospitalisations notamment pour certaines bronchopathies respiratoires comme l'emphysème respiratoire et la pneumonie. Une étude nationale a montré que les polluants industriels entraînent une augmentation de 8 % des maladies respiratoires, une augmentation de 25 % d'hospitalisations liées à l'asthme surtout chez les enfants, une augmentation de 15 % de consultations pédiatriques, une augmentation de 22 % de cas d'arrêts de maladies dus à des maladies respiratoires. Pour exemple, lorsqu'il y a inhalation de  $15\text{m}^3$  de dioxyde de soufre, il y a élévation de 33 % des crises d'asthme, de 25 % à 70 % de cardiopathies, de 25 % à 70 % de toux nocturnes et 33 % à 50 % de gênes respiratoires, de même nous constatons qu'il y a de plus en plus d'allergies. Il y a aujourd'hui plus de 250 agents pathogènes responsables de l'asthme en milieu professionnel [19].

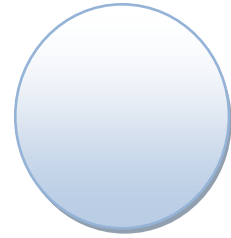
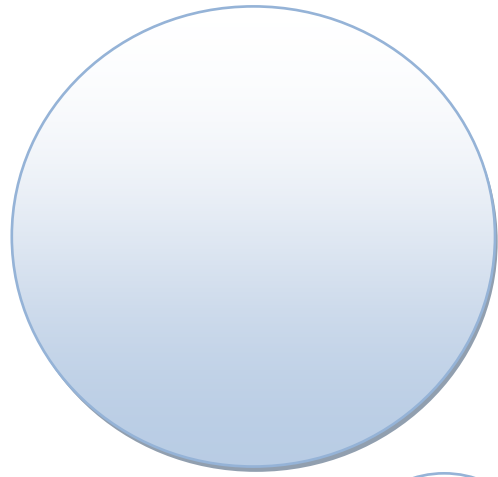
-La partie du corps de l'être humain la plus touchée par les polluants rejetés par les cimenteries sont les poumons qui sont une vaste surface d'échange ( $75\text{m}^2$ ) L'appareil respiratoire a une fonction essentielle, celles des échanges gazeux (apport d'oxygène et élimination de gaz carbonique).

- A court terme : les poussières fines inférieures à  $1\ \mu$  atteignent les alvéoles et peuvent pénétrer dans le sang. Elles peuvent transporter d'autres polluants qui y sont adsorbés. Elles sont associées aux hospitalisations et aux décès pour cause respiratoire et cardio-vasculaire.

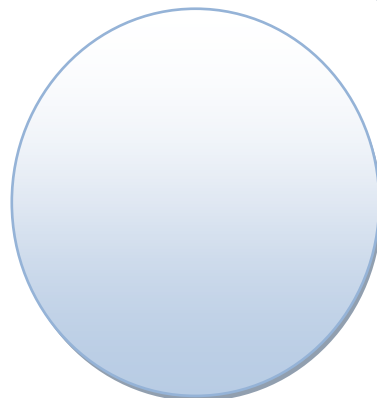
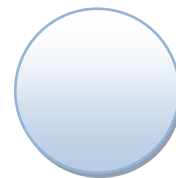
## Chapitre II: Les déchets générés par l'industrie de ciment

- A long terme : ces polluants peuvent provoquer des maladies respiratoires telles :
  - asthme, bronchite, emphysème (poussières, SO<sub>2</sub>).
  - cancer des poumons (particule et NO<sub>2</sub>) [20].





**Chapitre III:  
Recyclage et  
valorisation des  
déchets**



# Chapitre III: Recyclage et valorisation des déchets

## III.1. Introduction :

Pour chaque activité ou travail que nous faisons afin d'atteindre un produit des déchets résultant et pour cette raison nous devons exploiter ces déchets, dans ce travail que nous avons fait sur les déchets résultant de l'industrie du ciment dans l'usine Biskria cimenterie, nous aspirons à atteindre plusieurs objectifs :

- Extraire les déchets et réutilisés point au même niveau (arrondir les point de recyclage).
- Injecté des déchets dans le processus de fabrication du ciment en l'insérant dans la boit a fumé (l'incinération), prise en compte de la qualité du ciment.
- Installation des trémies d'injection des déchets pour arrondir les points de recyclage des déchets.
- Créer des points d'injection au niveau des broyeurs clinker avec un dosage pour les déchets liquide (les huiles).

## III.2. Les points de recyclage actuel :

Dans cette cimenterie il y a plusieurs points de recyclage, qui sont donnees bonne rendement, chaque zone quel que soit concassage ou déplacement d'une matière ce génère des déchets ; Ces dernier nous obligent de recycler dans la ligne même.

Le tableau suivant clarifier ces points:

## Chapitre III: Recyclage et valorisation des déchets

**Tableau 1.** Les points de recyclage actuel dans l'usine

| Les zones                      | L'activité   | Matières recette                           | Les déchets générés                             | Les points de recyclage                                       |
|--------------------------------|--|--|---|---|
| Gisement de calcaire           | Extraction de calcaire   | Calcaire                                   | Remblais  | Les nouveaux pistes (Figure III.1)                            |
| Les matières premières         | Concassages les matières premières                                       | -Concasser l'argile<br>-Concasser le gypse | Poussier des tapies transporteuse               | Dans les trémies de concassage, chaque matières avec lui-même |
| Zone de Cru                    | Préparations de cru  | Mélange cru                                | -Calcaire<br>-La poussière de transporteuse cru | Dans les trémies de concassage                                |
| Station de Traitement des eaux | Filtration l'eau de forage   | l'eau de forage                            | Les eaux usées                                  | Arrosage et irrigation  |
| cuisson                        | -Extraction de clinker avec les bouches vrac.<br>-Extraction de By-pass. | -Clinker<br>-By-pass*                      | -Clinker<br>-By-pass<br>poussière               | trémies spéciale pour dosage ces déchets dans le produit fini |
| ciment                         | Broyage de ciment  | -Clinker<br>-Gypse<br>-Calcaire            | Le poussier de ciment                           | Ramenez dans le cycle de broyage                              |
| Expédition                     | Emballage, Chargement Vent   | Ciment                                     | Ciment  | trémies spéciale pour dosage ces déchets dans le produit fini |

\*by-pass :C'est un système d'extraction (tirage d'air) au niveau de la boit a fumé pour soulagé le système d'alimentation (la dépression)

## Chapitre III: Recyclage et valorisation des déchets



**Figure III.1.**Les nouveaux pistes.



**Figure III.2.**La bouche vrac



**Figure III.3.**Déchets de broyeur vertical cru



**Figure III.4.**trémie by-pass rejet de four

# Chapitre III: Recyclage et valorisation des déchets



**Figure III.5.**Déchets d'extraction clinker



**Figure III.6.**Extraction clinker

## Chapitre III: Recyclage et valorisation des déchets

### III.3. Les point de recyclage à la future "étude et simulation" :

Comme nous l'avons mentionné les déchets générés dans cette cimenterie, et les produits réutilisés dans la ligne. Les restes sont :

-Solide : bois, plastique, sac, les manches de filtre ....

-Liquide : les eaux usées, les huiles....

#### III.3.1 Déchets solides :

Pour ces types des déchets l'incinération c'est une solution efficace.

Le four de ciment on peut dire c'est un incinérateur, les principes de base ce que d'injecté ces déchets dans la boite à fumé avec dosage bien définir et bien clarifier dépend la qualité de clinker.

##### III.3.1.1. dimensionnement de boite à fumé :

J'ai souligné les objectifs des dosages des déchets dans la boit a fumé de ligné numéro(02) la figure numéro (Fig.III.8) clarifier les systèmes d'alimentation du cru et le point possible d'injection dans la boite à fumé.



Figure III.7.La tour de préchauffage

## Chapitre III: Recyclage et valorisation des déchets

-Nous appliquent un système d'injection de déchets aux niveaux de la boîte à fumé, le dimensionnement de la boîte à fumé vous pouvez voir le point d'injection de la boîte à fumé dans la Figure suivant :



**Figure III.8.**la boîte à fumé et les points d'injections

- Cette point d'injection avec un système d'une électrovanne avec commande de ligne par la sale pour contrôler le dosage de déchets dans la boîte à fumé.

-Nous pouvant incinérer nos déchets avec dosage continu et avec respect des exigences de qualité.

### **III.3.1.2.L'influence de l'injection des déchets sur la qualité de clinker :**

Avec tout respect de la qualité de clinker, les dosages des déchets par rapport la consommation de farine crue sont réalisés, le tableau suivant motionne des exemples sur l'injection:



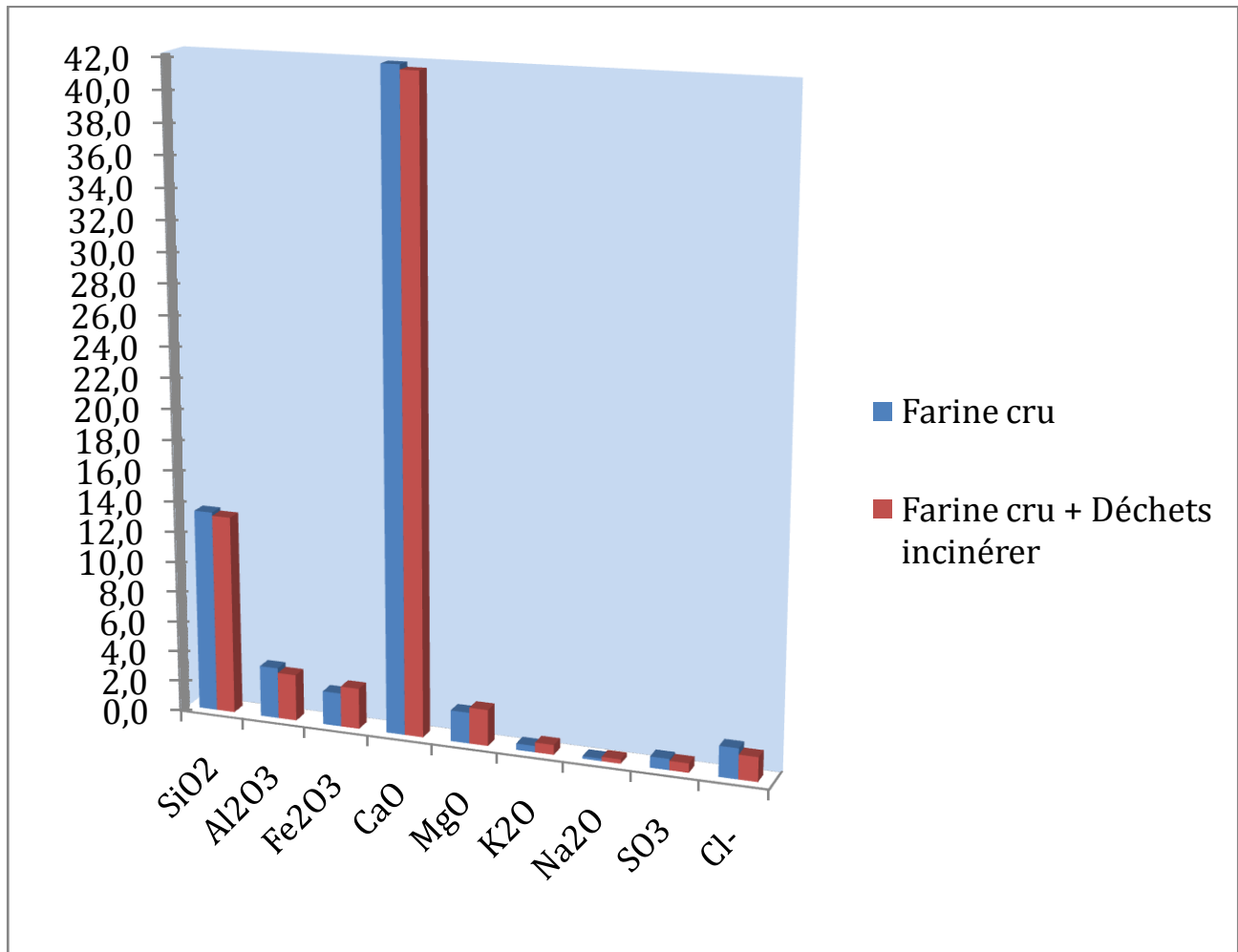
## Chapitre III: Recyclage et valorisation des déchets

Tableau 2. Les analyses de farine cru et clinker avec et sans les déchets

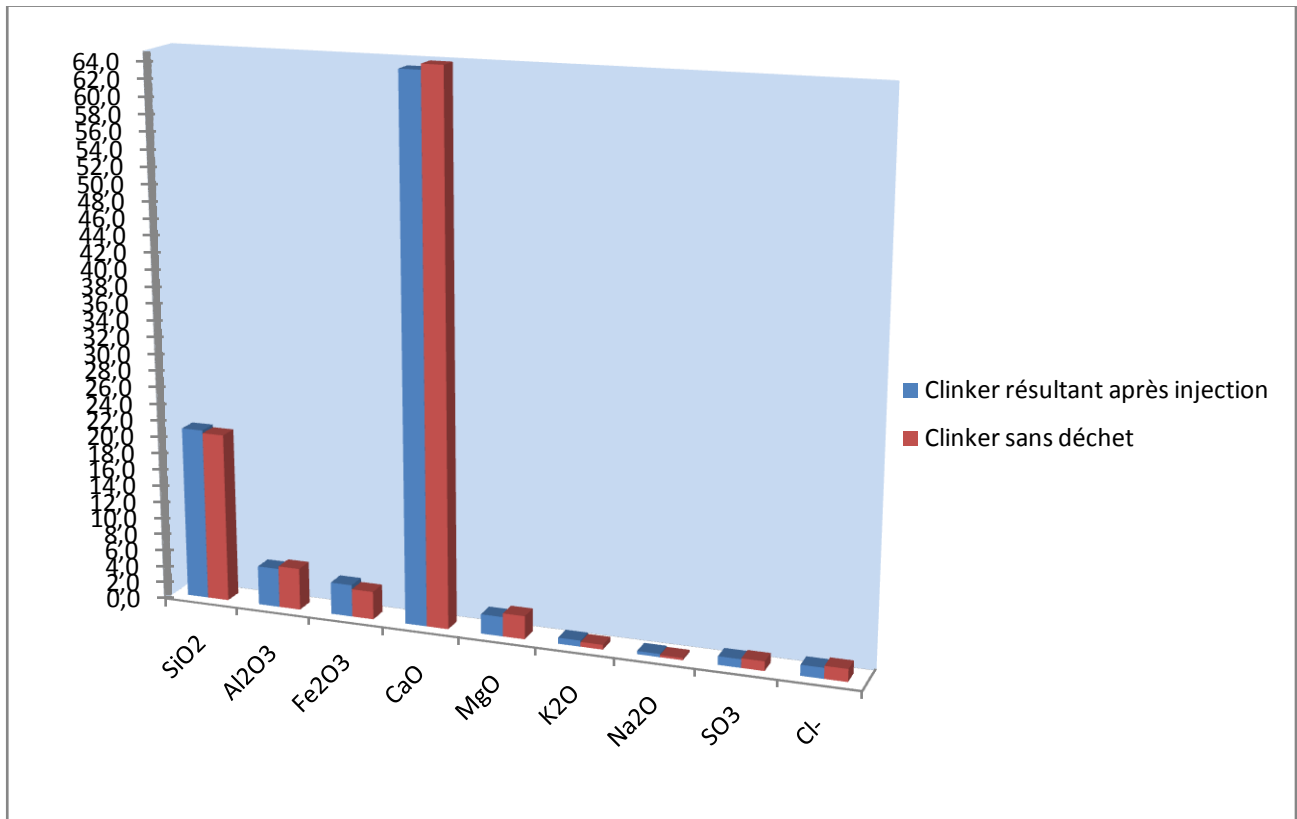
| Les éléments                   | Analyse de farine cru | Déchets incinérer + farine cru | Clinker résultant après l'injection | Clinker sans déchets |
|--------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| SiO <sub>2</sub>               | 13,22                 | 13,01                          | 20,67                               | 20,35                |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 3,35                  | 3,04                           | 4,71                                | 5,03                 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 2,20                  | 2,67                           | 3,85                                | 3,36                 |
| CaO                            | 42,17                 | 41,86                          | 64,32                               | 64,99                |
| MgO                            | 2,03                  | 2,37                           | 2,34                                | 2,79                 |
| K <sub>2</sub> O               | 0,41                  | 0,64                           | 0,73                                | 0,57                 |
| Na <sub>2</sub> O              | 0,16                  | 0,28                           | 0,38                                | 0,25                 |
| SO <sub>3</sub>                | 0,73                  | 0,61                           | 1,02                                | 1,13                 |
| Cl <sup>-</sup>                | 2                     | 1,6                            | 1,29                                | 1,52                 |

# Chapitre III: Recyclage et valorisation des déchets

## III.3.1.2.1 Interprétations des résultats :



**Figure III.9.** Diagramme illustrative de la composition de farine cru sans et avec les déchets incinérer.



**Figure III.10.** Diagramme illustrative de la composition du clinker résultant après injection et le clinker sans déchets

-selon les résultats des analyse nous avons constatez qu'il y a une stabilité tris claire par apport les déchets injecté avec la farine; les colonnes graphique clarifie cette stabilité.

### III.3.1.3. Explication de l'expérience au niveau de laboratoire :

On peut déterminer le dosage de ces déchets dans la boîte à fumer par une expérience au niveau du laboratoire, les points suivants clarifier l'expérience:

- Broyage de déchets.
- L'incinération.
- Analyse de farine crue.
- Analyse de farine cru + déchets.

# Chapitre III: Recyclage et valorisation des déchets

## III.3.2. Installation d'une trémie d'injection déchets (clinker + ciment) :

### III.3.2.1. dimensionnement de la trémie :

Le point d'injection actuelle au niveau de la trémie (n°04) se demande efforts suivant :

\*Des matériels : camions, chargeuses, tapis transporteuses .....

\*Des personnes : chauffeurs, manœuvres, des opérateurs .....

Mais en peu installé une autre trémie au niveau de la bande d'alimentation broyage de clinker.

-Selon l'archive de déplacement de ces déchets, nous obligent d'une trémie de capacité 100T et avec le moindre de temps (moins de 8h).

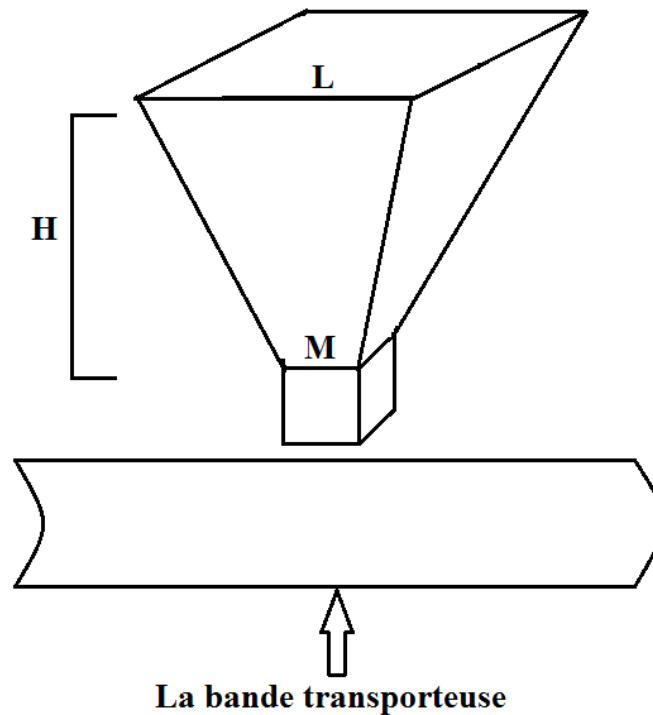
-la photo suivant de cette bande :



Figure III.11.La bande de la trémie (n°4)

## Chapitre III: Recyclage et valorisation des déchets

-dimensionnement de cette trémie :



**Figure III.12.** Schémas d'une trémie au niveau de la bande d'alimentation broyage de clinker.

➤ **La relation mathématique:**

$1.2\text{kg} \rightarrow 1\text{L}$  (le poids au litre : la masse volumique de clinker)

$1.2\text{T} \rightarrow 1\text{m}^3$

$100\text{T} \rightarrow X = ?$

$$X = 100 \times 1 / 1.2 = 83\text{m}^3 \quad (V = 83\text{m}^3 \text{ volume de déchets clinker})$$

➤ **Application numérique (tronc de pyramide):**

$$V = H/3(S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \times S_2})$$

Dont :

$S_1$ : est la surface de la grande base  $\implies S_1 = L^2$

$S_2$ : est la surface de la petite base  $\implies S_2 = M^2$

# Chapitre III: Recyclage et valorisation des déchets

## -Proposition des dimensions :

$$L= 5\text{m}$$

$$M=2\text{m}$$

$$H=7\text{m}$$

$$V=91\text{m}^3$$

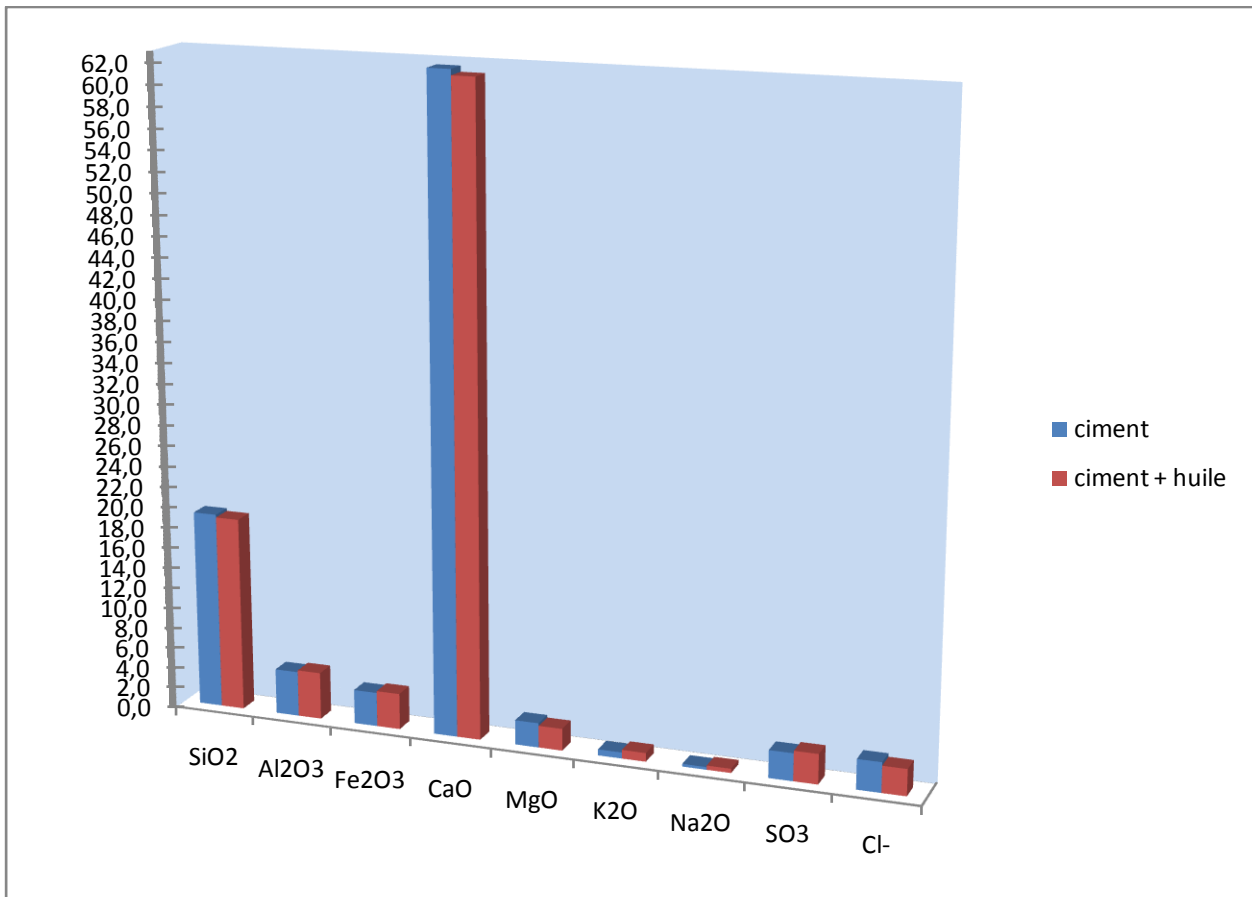
### III.3.3. Déchets liquide (huile):

Création d'une point d'injection au niveau de broyer clinker avec dosage

**Tableau 3.** Les analyses de ciment sans et avec l'huile

| Les éléments                   | Ciment | Ciment + huiles |
|--------------------------------|--------|-----------------|
| SiO <sub>2</sub>               | 19,13  | 18,87           |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 4,38   | 4,56            |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 3,31   | 3,49            |
| CaO                            | 62,57  | 62,01           |
| MgO                            | 2,38   | 2,13            |
| K <sub>2</sub> O               | 0,59   | 0,84            |
| Na <sub>2</sub> O              | 0,26   | 0,41            |
| SO <sub>3</sub>                | 2,68   | 2,92            |
| Cl <sup>-</sup>                | 2,92   | 2,59            |

## III.3.3.1 Interprétations des résultats:



**Figure III.13.** Diagramme illustrative de la composition du ciment avec et sans les huiles

-A partir les résultats d'injection, nous avons observez une assurance de qualité de ciment malgré la contenance d'injection.

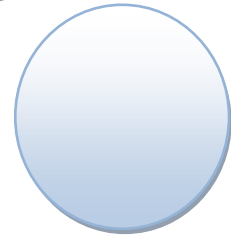
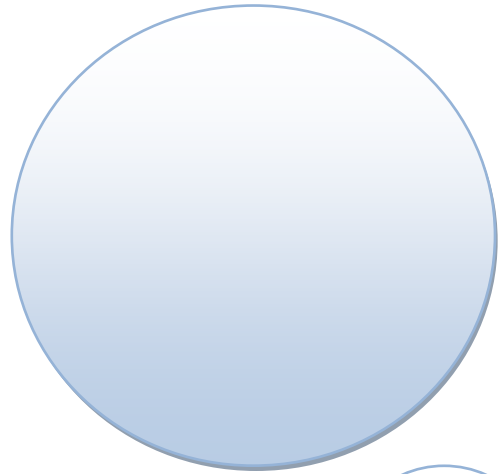
### Remarque :

La gestion des huiles usagées dans cette entreprise par une convention avec un collecteur d'une manière légale pour la régénération et protection de l'environnement.

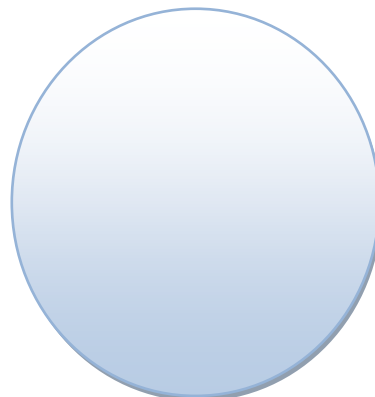
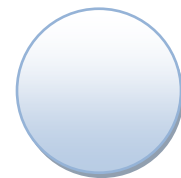


**Figure III.14.** Récupération des huiles usagées par le collecteur





# **CONCLUSION GENERALE**



# CONCLUSION GENERALE

L'Unité de BASKIA Ciment, qui produit 90 000 tonnes par mois de clinker, produit au contraire d'environ 1000 T/mois; de déchets solide et liquide qui provoquent l'environnement, Issu de l'industrie du ciment, Ces déchets constituent un obstacle au processus de production de ciment, nous devons donc tirer parti de ce gaspillage du processus en utilisant des systèmes qui aident à cela. Les déchets générés qui résultent est jeté quotidiennement à sols libre. Créer un gâchis environnemental.

Notre travail sur cette unité est purement sur la solution cela proposé nous permet d'éviter d'endommager cette déchets ou même en bénéficier si possible.

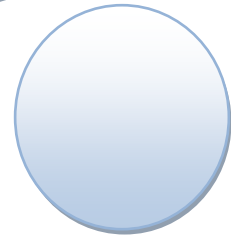
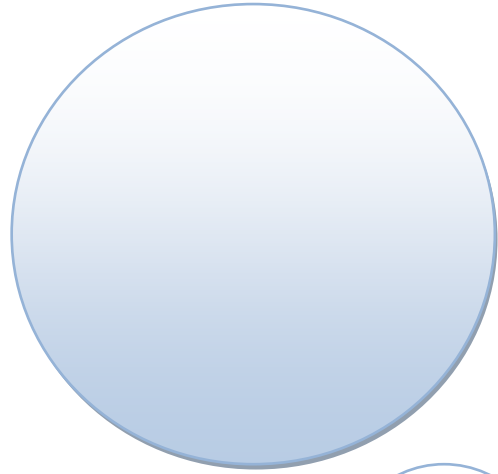
Les résultats au niveau du terrain dans l'usine, ces déchets peuvent à nouveau être réutilisés dans le processus de fabrication du ciment.

Après avoir comparé les résultats, nous avons constaté qu'il est facile d'utiliser ces déchets d'incinérer dans la boîte à fumé par l'injection et rentrée dans la production et pour l'huile injecté au niveau de broyer clinker avec dosage; et comme solutions aussi installé une autre trémie au niveau de la bande d'alimentation broyage de clinker pour arrondir les points de recyclage des déchets.

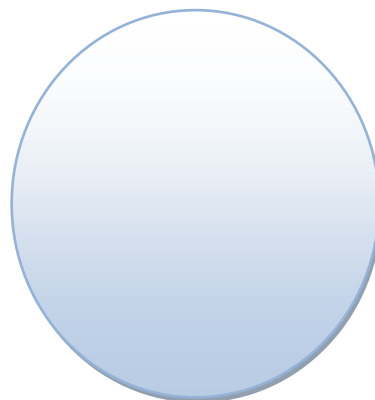
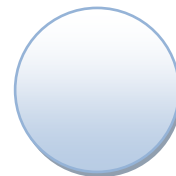
Ici nous aurons les résultats :

La première est que nous ne jetons pas cette déchets qui dommage à l'environnement.

Et la seconde est de profiter de ces déchets en les introduisant dans la production en augmentant le produit sans compromettre sa qualité.



# **LISTE DES REFERENCES**



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] : M. Yahia, « Contribution à la valorisation d'un déchet de cimenterie (ciment hydraté) pour l'élaboration d'un nouveau ciment. », Mémoire de master, université de M'sila, 2016.
- [2] : Y. Madoui, « Recyclage d'un déchet industriel (poussière de By-pass) », mémoire de master, université de Biskra, 2019.
- [3] : Documentations de l'usine Biskria cimenterie SPA
- [4] : A. Ghermaoui, « Effets de certains métaux sur les propriétés physico-chimiques des mortiers de ciment de Béni-Saf sans ou avec ajout de pouzzolane. », mémoire de master, université de Tlemcen, Algérie, 2015.
- [5] : K. Salhi, « Etude de l'influence de l'ajout du sable de dune et le laitier granulé finement broyés au ciment sur la stabilité de béton. », Mémoire de magister, université de Biskra, Algérie, 2007.
- [6] : A. Toubal, « Modélisation d'un circuit de broyage des matières premières à ciment Unité de MEFTAHA. », mémoire de master, université de Blida 1, 2014.
- [7] : S. Aslaf, S. Elmoueden , « La gestion des matières première et technique de fabrication du ciment », mémoire de licence, université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Maroc 2015.
- [8] : S. Moumene, G. Athamnia, « Ciment Et Cimenteries En Algérie : Production Et Normalisation », mémoire de master, université de Guelma, 2013.
- [9] : Processus de Fabrication, documentation de la Société « Les Ciments d'Oum El Kelil » (C.I.O.K), [En ligne]. <http://www.ciok.com.tn/produit.php?page=4&produit=6>
- [10] : H. Mebarki, « Etude comparative des clinkers de l'ouest Algérien : Analyse Physico-chimique et Applications », mémoire de master, université de Tlemcen, 2013.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[11] : A. Benguedouar, « Synthèse et caractérisation de silicates de calcium hydrates (C.S.H) hybrides », mémoire de magister, université de Constantine 1, 2013.

[12] : Le ciment portland, documentation de « La cimenterie de Hamma Bouziane », [En ligne].  
<http://www.schb.dz/produit/>

[13] : M. Yahia, « contribution à la valorisation d'un déchet de cimenterie (ciment hydraté) pour l'élaboration d'un nouveau ciment », mémoire de master en Génie Civil, université de M'sila, Algérie, 2016.

[14] : « Prévention des pollutions, des risques et des nuisances », code de l'environnement, l'annexe II de l'article (R 541-8 ; 541-7).

[15] : Déchet d'activités économiques, WIKIPEDIA, [En ligne].

[https://fr.wikipedia.org/wiki/D%C3%A9chet\\_d%27activit%C3%A9s\\_%C3%A9conomiques](https://fr.wikipedia.org/wiki/D%C3%A9chet_d%27activit%C3%A9s_%C3%A9conomiques)

[16] : Eau de Marseille environnement, Déchets passons UERT, [En ligne].

<http://www.eauxdemarseille-environnement.fr/faq/faq4>

[17] : Les déchets industriels banals (DIB) ou déchets industriels non dangereux (DIND), CLIKECO, [En ligne].

<http://www.clikeco.com/P-63-88-F1-les-dechets-industriels-banals-dib-ou-dechets-industriels-non-dangereux-dind.html>

[18] : R. El Aouel, «réglementant l'émission dans l'atmosphère de gaz, fumées, vapeurs, particules liquides ou solides, ainsi que les conditions dans lesquelles s'exerce leur contrôle», Le décret exécutif N° 06-138, 15 avril 2006.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[19] : A.HALIM. Lachi, « caractérisation physico-chimique des déchets industriels stabilisés/solidifiés par des liants hydrauliques-pats à ciment », mémoire de master, université de Bejaia, Algérie, 2012.

[20] : <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lessentiel/s/industrieenvironnement>