



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

# MÉMOIRE DE MASTER

**Domaine : Sciences et Techniques**

**Filière : Génie des procédés**

**Spécialité : Génie chimique**

Réf. : Entrez la référence du document

---

Présenté et soutenu par :

**CHEKICHE NADA**

Le : lundi 27 juin 2022

## **Valorisation des déchets générés par l'usine Biskria et leurs utilisations dans le secteur**

---

### **Jury :**

Dr.	Hamdi ines	MCA	Université de Biskra	Président
Dr.	Ghuettaf tamam Elhachmi	MCA	Université de Biskra	Examineur
Dr.	Rehali Hanane	MCA	Université de Biskra	Rapporteur
Ing.	Kharchi abdelali	Co	Usine Biskria Cimentrie	Co-Encadreur



( و قُلْ اَعْمَلُو فِى سَبِيْلِ اللّٰهِ عَمَلِكُمْ وَرِسُوْلَهُ وَ الْمُؤْمِنُوْنَ وَ سَتُرْكَدُوْنَ  
اِلَى عَالَمِ الْغَيْبِ وَ الشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُمْ بِمَا كُنْتُمْ تَعْمَلُوْنَ).

سورة التوبة الاية: 104

## *Remerciements*

*Avant tout, je remercie Dieu le tout puissant qui m'a guidé tout au long de ma vie, qui m'a permis de m'instruire et d'arriver aussi loin dans mes études, qui m'a donné le courage et la force pour traverser tous les moments difficiles, et qui m'a permis d'achever ce travail.*

*Je tiens avant tout à exprimer ma reconnaissance à messier KHARCHI ABDELALI pour avoir accepté de m'encadrer dans cette étude. Je le remercie pour son Implication, son soutien et ses encouragements tout au long de ce travail. Je remercie mon tuteur de mémoire RAHALI HANAN d'avoir accepté d'être mon encadreur durant ce travail, et pour la confiance qu'elle m'a donnée et ses précieux conseils.*

*Je remercie les membres de jury: Mme. HAMDY INAS comme président et Mr. GUETTAF TEMAM ELHACHMI comme examinatrice d'avoir bien voulu accepter de juger ce travail*

*Je remercie chaleureusement les travailleurs de l'usine BISKRIA cimenterie, qui m'ont ouvert leurs portes et donné l'opportunité de réaliser ce projet et plus particulièrement le directeur de performance Mr. A. BAITACH et Mr. A. ZAITOUT et toute l'équipe de performance, et à tous ceux qui m'ont aidé durant mon stage pratique.*

*Je tiens à présenter par la même occasion tout mon respect à tous les enseignants qui ont contribué à ma formation du primaire jusqu'au cycle universitaire.*

*Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.*



## DEDICACES

*Avant tout chose, je tiens à remercier ALLAH le tout puissant pour m'avoir donné la force, le courage, la volonté et la patience durant la réalisation de ce modeste travail.*

*Je dédie ce travail :*

*A l'amour de ma vie mon père « KOUIDER »*

*Je lui dédie avec fierté ce mémoire qui reflète le fruit de l'éducation et de l'attention qu'il m'a tant réservé, je suis très reconnaissant et j'aurai tant aimé partager la joie de ma réussite avec lui*

*A la prunelle de mes yeux ma mère « NOURA »*

*Pour son affection, sa patience, sa compréhension, sa disponibilité, son écoute permanent et son soutien sans égal dans les moments les plus difficiles de ma vie.*

*Au battement de mon cœur mes frères : « MOUNIR, et YUCEF*

*»*

*A mes tendre et chères belles sœurs : « HALA, MANEL, et LINA »*

# Résumé

## ملخص :

يعتبر فرن مصنع الاسمنت محرقا نموذجيا للنفايات فدرجة حرارته كفيلة ان لاتبقي شيئا من نفايات الزيوت المستعملة. يتم تغذية الفرن بالغاز الطبيعي في مصنع البسكرية الا اننا ارتابنا ان نستخدم الزيوت المستعملة للتقليل من تكلفة استهلاك الغاز ان امكن ذلك.

جسدنا في هذا العمل محاكاة لنظام كامل يتم فيه حقن الزيوت المستعملة في الفرن بقيمة معينة على حسب القدر الطاقوي الذي يتم نشره من طرف الزيوت.

الكلمات المفتاحية : حرق, زيوت, اسمنت, نفايات.

## Résumé :

Le four de cimenterie est un incinérateur de déchets typique, car sa température est suffisante pour ne rien conserver des déchets d'huiles usagées.

Le four est alimenté au gaz naturel à l'usine d'AL-Biskria, mais nous avons voulions utiliser des huiles usagées pour réduire le cout de la consommation gaz si possible.

Notre corps dans ce travail est une simulation d'un système complet dans lequel les huiles usées sont injectées dans le four avec une certaine valeur en fonction de la quantité d'énergie qui est déployée par les huiles.

Mots clés : incinération, huiles, ciment, déchets.

## Abstract:

The cement factory kiln is a typical waste incinerator, as its temperature is sufficient to not leave any waste of used oil.

The furnace is fed with natural gaz at the AL-Biskria factory, but we decided to use used oils to reduce the cost of consumption gaz if possible.

Our body in this work is a simulation of a complete system in which used oils are injected into the oven with a certain value according to the amount of energy that is deployed by the oils.

Keywords: incineration, oils, cement, waste.

Liste des figures

**Chapitre I : Identification de la société BISKRIA CIMENT et des étapes  
production de fabrication**

<b>Figure I.1</b>	La cimenterie de Biskria Ciment	4
<b>Figure I.2</b>	L'emplacement de l'usine par satellite	5
<b>Figure I.3</b>	Les différents types de ciment produit par Biskria Ciment	6
<b>Figure I.4</b>	Extraction et transport du calcaire	11
<b>Figure I.5</b>	Le concasseur	12
<b>Figure I.6</b>	Décharge de calcaire dans le concasseur	12
<b>Figure I.7</b>	La polaire à l'intérieur	12
<b>Figure I.8</b>	La polaire à l'extérieur	12
<b>Figure I.9</b>	Broyeur cru	13
<b>Figure I.10</b>	Silo homogénéisation	14
<b>Figure I.11</b>	La tour de préchauffage	15
<b>Figure I.12</b>	Four rotatif	17
<b>Figure I.13</b>	Refroidisseur	17
<b>Figure I.14</b>	Silo stockage de clinker	19
<b>Figure I.15</b>	Broyeur ciment	19
<b>Figure I.16</b>	Stockage et expédition de ciment	19

**Chapitre III : Valorisation des déchets de BISKRIA CIMENT**

<b>Figure III.1</b>	Valorisation des déchets.	32
<b>Figure III.2</b>	Station de traitement des eaux usées	35
<b>Figure III.3</b>	Les squelettes des filtres	36
<b>Figure III.4</b>	Les briques réfractaires	36
<b>Figure III.5</b>	Déchets de sac	36
<b>Figure III.6</b>	Les manches des filtres	36
<b>Figure III.7</b>	Les déchets métalliques	37
<b>Figure III.8</b>	Boues de la station d'épuration	37

<b>Figure III.9</b>	Déchets des batteries	37
<b>Figure III.10</b>	Déchets ménagers	37
<b>Figure III.11</b>	Bois et palettes	37
<b>Figure III.12</b>	Déchets plastique	37
<b>Figure III.13</b>	Le sélective au sein de l'entreprise	39
<b>Figure III.14</b>	Résulta sélectif de puis l'année 2021	40

### **Chapitre IV : Calcul de l'incinération des huiles usagées dans le four**

<b>Figure IV.1</b>	Récupération des huiles usagées par le collecteur	46
<b>Figure IV.2</b>	Poids d'éprouvette avec les huiles usées	48
<b>Figure IV.3</b>	Tarage d'éprouvette	48
<b>Figure IV.4</b>	Four de cimenterie SBC	53
<b>Figure IV.5</b>	Conception d'un injecteur des huiles dans four	54
<b>Figure IV.6</b>	Installation de system injection complète.	55
<b>Figure IV.7</b>	Système d'injection huiles usagées dans le four (autre cimenterie)	56

## Liste des tableaux

### Chapitre II : Etude bibliographique sur les déchets industriels

<b>Tableau II.1.</b>	Les exemples de liste des déchets	27
----------------------	-----------------------------------	----

### Chapitre III : Valorisation des déchets de BISKRIA CIMENT

<b>Tableaux III.1</b>	Classification des déchets industriels non dangereux	33
<b>Tableaux III.2</b>	Les analyses trimestrielles de rejet sortie usine	35
<b>Tableaux III.3</b>	Les résultats des émissions de mois de février dans la 1 <sup>ère</sup> ligne	38
<b>Tableaux III.4</b>	Les revenus de l'SBC à partir de déchet de l'année 2021	41

### Chapitre IV : Calcul de l'incinération des huiles usagées dans le four

<b>Tableaux IV.1</b>	Classement des huiles usagées par catégorie	46
<b>Tableaux IV.2</b>	Huiles usagées de l'SBC ramassées par l'entreprise NAFTAL	49
<b>Tableaux IV.3</b>	Huiles usagées de l'SBC ramassées par l'entreprise EURL-EL IMTYEZ	50
<b>Tableaux IV.4</b>	Exemple de l'énergie fournie dans quelques matières	51
<b>Tableaux IV.5</b>	Le pouvoir calorifique des combustibles liquides Fioul	51
<b>Tableaux IV.6.</b>	Le PCS et le PCI et le rapport entre les deux du ( <b>Gaz naturel et Fioul domestique</b> )	52



## Liste des abréviations

<b>CaCO<sub>3</sub></b>	Carbonate de calcium
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dioxyde de carbon
<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>CO</b>	Le monoxyde de carbon
<b>CH<sub>4</sub></b>	Le méthane
<b>H<sub>2</sub>O</b>	Eau
<b>C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O</b>	Éthanol
<b>Hg</b>	Mercure
<b>C<sub>8</sub>H<sub>18</sub></b>	Octane
<b>SBC</b>	La société BISKRIA CIMENT
<b>SPA</b>	Société Par Action
<b>CMI</b>	Type de Ciment
<b>EMR</b>	Entretien matériel roulon
<b>GNL</b>	Gaz naturel liquéfié
<b>PCV</b>	Polychlorure de vinyle
<b>PS</b>	Polystyrène expansé
<b>PE</b>	polyéthylène
<b>ADF</b>	Arrêt de four
<b>HAP</b>	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
<b>PCL</b>	polycaprolactone
<b>KK</b>	Clinker
<b>BpD</b>	By-Pass dust
<b>VCM</b>	Vertical cement meal (broyeur de ciment vertical)
<b>DIS</b>	Déchets industriels spéciaux
<b>DIB</b>	Déchets industriels banals
<b>OM</b>	Les ordures ménagères
<b>DAE</b>	Déchets d'activités économiques

<b>BTP</b>	Bâtiment et travaux publics
<b>DMS</b>	Déchets ménagers spéciaux
<b>DMA</b>	déchets ménagers et assimilés
<b>DTQD</b>	déchets toxiques en quantité dispersé
<b>FFOM</b>	Fraction fermentescible des ordures ménagères
<b>I</b>	Inerte
<b>S</b>	Spéciaux
<b>SD</b>	Spéciaux dangereux
<b>OMR</b>	ordures ménagères résiduelles
<b>STEP</b>	La station d'épuration des eaux usées de biskria
<b>PCS</b>	Le pouvoir calorifique supérieur
<b>PCI</b>	Le pouvoir calorifique inférieur

## SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES : .....	i
LISTE DES TABLEAUX : .....	iii
LISTE DES ABREVIATIONS ET SIGLES : .....	iv
RESUME : .....	vii
INTRODUCTION GENERALE : .....	1

### Chapitre I :

#### Identification de la société BISKRIA CIMENT et des étapes production de fabrication

INTRODUCTION : .....	4
I.1. Présentation de la cimenterie de Biskria Ciment : .....	4
I.1.1. Identification de l'usine : .....	4
I.1.2. Siège social : .....	5
I.1.3. Les services : .....	6
I.1.4. Les produits : .....	6
I.2. Généralités sur le ciment : .....	6
I.2.1. Définition de ciment : .....	6
I.2.2. Les familles du ciment : .....	7
I.2.2.1. Les 27 produits de la famille des ciments courant : .....	7
I.2.3. Procédé de fabrication du ciment : .....	9
I.2.3.1. Extraction de la matière première : .....	9
I.2.3.2. Les étapes de la fabrication du ciment : .....	11
I.2.3.2.1. Préparation des matières premières : .....	11
I.2.3.2.2. Le Concassage : .....	11
I.2.3.2.3. Le Stockage de matière première : .....	12
I.2.3.2.4. Pré-homogénéisation et préparation de cru: .....	12
I.2.3.2.5. Homogénéisation : .....	14
I.2.3.2.6. cuisson de cru : .....	14
I.2.3.2.7. Explication de système de By-pass : .....	18
I.2.3.2.8. Obtention du ciment .....	18

a) Stockage et Broyage du clinker : .....	18
b) Ensachage et expédition du ciment : .....	19
<b>Chapitre II : Etude bibliographique sur les déchets industriels</b>	
INTRODUCTION.....	21
II.1. Définition des déchets : .....	21
II.2. Origine de la production de déchets : .....	21
II.3. Constitution chimique du déchet : .....	22
II.4. Classification basée sur l'état chimique : .....	23
II.5. Différents types de déchets : .....	23
II.5.1. Déchets ultimes : .....	23
II.5.2. Déchets inertes : .....	23
II.5.3. Déchets d'emballages : .....	24
II.5.4. Déchets ménagers : .....	24
II.5.5. Déchets organiques : .....	25
II.5.6. Déchets d'activités de soins : .....	25
II.5.7. Déchets médicaux : .....	25
II.5.8. Déchets agricoles : .....	25
II.5.9. Déchets industriels : .....	25
II.6. La classification des déchets industriels.....	26
II.6.1. Déchets industriels banals (DIB) : .....	26
II.6.2. Déchets dangereux : .....	26
II.6.2.1. Déchets industriels spéciaux (DIS) : .....	26
II.6.2.2. Déchets ménagers spéciaux (DMS) : .....	26
II.7. Nomenclature des déchets : .....	27
II.8. La gestion des déchets : .....	28
II.8.1. Collecte des déchets : .....	28
II.8.2. Tri des déchets : .....	28
II.8.3. Transport des déchets : .....	28
II.9. Traitement des déchets : .....	29
II.9.1. Recyclage : .....	29
II.9.2. Le compostage : .....	29

II.9.3. La méthanisation :	29
II.9.4. L'incinération :	29
II.10. Les impacts des déchets sur l'environnement :	30
II.10.1. L'impact sur la pollution de l'air :	30
II.10.2. L'impact sur la pollution du sol :	30
II.10.3. L'impact sur la pollution de l'eau :	30

### **Chapitre III : Valorisation des déchets de BISKRIA CIMENT**

INTRODUCTION.....	32
III.1. Définition de la Valorisation :	32
III.2. Pourquoi la valorisation :	32
III.3. La classification des déchets de SBC.....	33
III.3.1. Déchets industriels non dangereux :	33
III.3.2. Déchets industriels dangereux :	33
III.3.3. Selon la nature physique :	34
III.3.3.1. Les déchets liquide :	34
III.3.3.1.1. Les eaux usées :	34
a) La stratégie pour la valorisation des eaux usées :	34
b) La station d'épuration STEP de l'SBC :	35
III.3.3.1.2. Les huiles usagées :	36
III.3.3.2. Les déchets solides :	36
III.4. Les procédures de gestion des déchets au sein de la société :	39
III.5. Politique de la gestion des déchets :	39
III.6. Les revenus de l'SBC à partir de déchet :	40

### **Chapitre IV : Calcul de l'incinération des huiles usagées dans le four**

INTRODUCTION.....	43
IV.1. Définition de l'incinération :	43
IV.2. L'incinération des huiles usagées :	43
IV.3. Les étapes de l'incinération :	44
IV.3.1. Température de combustion :	44
IV.3.2. Temps de séjour :	44
IV.3.3. Turbulence :	44

IV.4. Les divers systèmes de récupération des huiles usagées :.....	45
IV.5. Classification des huiles utilisé par l'SBC.....	45
IV.5.1. Les huile de l'EMR :.....	45
IV.5.2. Les huiles industrielles :.....	45
IV.6. Les huiles usagées de l'SBC :.....	45
IV.7. Qu'est-ce que le pouvoir calorifique ?.....	47
IV.7.1. Le calcul du PCI :.....	47
IV.7.2. Le PCI de différents combustibles :.....	47
IV.8. Aperçu sur la densité moyenne des huiles :.....	47
IV.8.1. Calcule de densité dans laboratoire.....	48
IV.9. La contenance physique de rejets huile usagée de l'SBC :.....	49
IV.9. Calcule de l'énergie fournie d'huile et huile usée:.....	50
IV.10. Le pouvoir calorifique des combustibles liquides Fioul :.....	51
IV.10.1. Principe de conversion PCS/PCI :.....	51
IV.11. Système d'injection des huiles usée dans le four :.....	52
IV.11.1. Etude d'un système d'injection d'huile compatible de four A de SBC:.....	53
IV.12. Simulation d'une incinération :.....	53
IV.12.1. Conception d'un injecteur des huiles dans four :.....	54
IV.12.1.1. Calcule de pression d'injection :.....	54
IV.12.1.2. Installation de system injection complète :.....	55
IV.12.1.2.1. Dimensionnement d'injection :.....	55
IV.12.1.2.2. Dimensionnement du bac de rétention et mis en place de la pompe appropriées : .....	55
IV.13. Le bénéfice de l'injection des huiles usées dans le four de cimenterie :.....	56
CONCLUSION GENERALE :.....	57
REFERENCE.....	59

# **Introduction général**

# Introduction générale

## INTRODUCTION GENERALE

Les industries de fabrication de ciment font partie des principaux secteurs de l'économie Algérienne. Infrastructurale développement est un signe direct de la croissance d'un pays. Après les années 80, le gouvernement se concentre spécifiquement sur le développement des infrastructures, qui a également augmenté les besoins en ciment. Le ciment L'industrie connaît une croissance phénoménale en raison de l'augmentation des activités de construction.

Actuellement la capacité de production de ciment en Algérie atteint 40 Million Tonnes par An devisé par 21 usines.

Le ciment est un matériau essentiel pour la construction, qui est un des premiers secteurs d'activité au monde et un des employeurs les plus importants. D'importance vitale pour le logement et les infrastructures de base, la filière ciment joue un rôle clé dans le développement économique et la réduction de la pauvreté des pays émergents. Cependant, l'industrie cimentière est aussi un des plus grosses sources à partir de sources des déchets de liquide et gazeux, et solide. [1]

Dans le processus de fabrication du ciment, il y a toujours les pertes en matière de ciment, la tendance de valoriser ces pertes est une solution favorable et efficace pour résoudre ce problème et par conséquent à l'élimination d'un déchet nuisible.

Toute activité de production ou de consommation génère des déchets, qui sont souvent associés à la détérioration de notre environnement et a de multiples risques pour la santé humaine.

Compte tenu de l'importance de la technologie de recyclage des déchets, celle-ci a un impact négatif sur les aspects environnementaux et économiques. Il est important d'identifier la source d'un déchet avant de la recycler en la traitant en l'analysant et en décrivant la comportement de son état physico-chimique lors de ses étapes de transformation. A l'avenir, l'international Waste Recycling Association pourra évaluer, identifier et sélectionner tout type de déchet.



# Introduction générale

Les principaux modes de traitement (recyclage, compostage, remblayage...etc.) renvoient pour chacun à plusieurs méthodes. Les obstacles les plus importants qui entravent la question des déchets résident dans les aspects économiques et environnementaux, ainsi qu'un ensemble de critères économiques, techniques et sociaux.

Dans ces études nous avons souligné sur l'efficacité de système de recyclage, ainsi que la possibilité de la valorisation des déchets industriels dans Biskria ciment et leurs utilisations, avec la simulation de l'incinération des huiles usagées dans le four.

Pour réaliser ce travail qui contient tous les résultats et l'interprétation de ces résultats, on a structuré notre mémoire en 4 chapitres :

➤ **Introduction général**

➤ **Chapitre I : Identification de la société BISKRIA CIMENT et des étapes production de fabrication**

Le premier chapitre est une recherche bibliographique : Nous allons exposer la procédure de fabrication de ciment en spécialisée l'SBC, et les différents types de produit fabriqué.

➤ **Chapitre II : Etude bibliographique sur les déchets industriels**

Dans ce chapitre est consacré à une présentation et classification des déchets industriels en général, ces effets sur l'environnement

➤ **Chapitre III : Valorisation des déchets de BISKRIA CIMENT**

Le troisième chapitre nous allons parlé sur les déchets générés par la cimenterie, et comment on peut les valoriser.

➤ **Chapitre IV : Calcul de l'incinération des huiles usagées dans le four**

Le quatrième chapitre présente les résultats expérimentaux obtenus et les commentaires appropriés de cette étude

➤ **La conclusion générale**

# Chapitre I

Identification de la  
société BISKRIA

CIMENT et des étapes  
production de  
fabrication

# Chapitre I : identification de la société BISKRIA CIMENT et des étapes production de fabrication

## INTRODUCTION :

Le ciment est largement utilisé dans le domaine de la construction (génie civil) dans la fabrication de divers types de béton en raison de sa grande durabilité et surtout, mais il est entièrement recyclable et recyclable.

Dans ce chapitre on va présenter La société BISKRIA CIMENT, quelques notions et définitions générales sur le ciment, ses principaux constituants, les différents processus et étapes de sa fabrication seront détaillés.

## I.1. Présentation de la cimenterie de Biskria Ciment

### I.1.1. Identification de l'usine :

La société des ciments "BISKRIA CIMENT" est une Société Par Action (S.P.A), privée de droit Algérien qui a été créé en Janvier 2009. La vocation principale de la société est la production et la commercialisation des ciments. au Capital social : 4 200.000.000 DA dont l'objectif de cette entreprise en premier lieux consiste à satisfaire le marché national d'un produit local tout en permettant un accès stable aux matériaux de construction en termes de qualité, de choix, de services à des prix abordables. Et en deuxième lieux d'ouvrir des marchés internationaux. [2]



**Figure I.1.** La cimenterie de Biskria Ciment. [2]

# Chapitre I : identification de la société BISKRIA CIMENT et des étapes production de fabrication

## I.1.2. Siège social :

La société BISKRIA CIMENT pratique et en courage une politique de communication très ouverte aussi bien avec ses partenaires et filiales que la société qui l'entoure. Pour ce faire, le formulaire ci-dessous vous permettra de nous faire parvenir vos messages, impressions, doléances et suggestions. [2]

- Adresse: DJARBELAHRACHE, BRANIS, Wilaya de BISKRA 07000, ALGERIE
- Mobile:+213(0)560960470
- Fax:+213(0)33627393
- Fax:+213(0)33627392
- E-mail:biskria.spa@gmail.com
- E-mail:biskria.ciment.commercial@gmail.com
- Site web : biskriaciment-dz.com

Couvrant une superficie de 100 hectares, la cimenterie se trouve à 18 Km au Nord-est du chef-lieu de la wilaya de BISKRA, dont elle porte le nom, et à 5 km au Sud de la commune de BRANIS. Elle tire ses principales matières premières à partir du gisement de djebel M'hor pour le calcaire, situé à environ 02 Km et Etaref pour l'argile, situé à 15 Km.



Figure I.2. L'emplacement de l'usine par satellite

# Chapitre I : identification de la société BISKRIA CIMENT et des étapes production de fabrication

## I.1.3. Les services :

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 05 million T/an.
3. Secteur commerciale : contient le service de vente et d'expédition

## I.1.4. Les produits :

L'SBC se 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 Ces produits sont [2]:



## I.2. Généralités sur le ciment

### I.2.1. Définition de ciment :

Les ciments sont constitués de petits grains individuels de différentes matières, mais ils doivent être statistiquement homogènes en composition. Un haut degré de régularité dans toutes les propriétés du ciment est obtenu par un procédé continu de production en masse et, en particulier, par des procédés convenables de broyage et d'homogénéisation. [3]

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

# Chapitre I : identification de la société BISKRIA CIMENT et des étapes production de fabrication

(sable ou graviers), pour constituer de véritables roches artificielles, bétons ou mortiers. [4]

## I.2.2. Les familles du ciment :

Il existe deux grandes familles du ciment :

➤ **Les ciments Portland**, constitués majoritairement de silice et de chaux et qui sont utilisés principalement dans les bétons de bâtiments et les ouvrages de génie civil.

➤ **Les ciments aluminés** qui se composent essentiellement d'alumine et de chaux. Ils ont été développés au début du 20<sup>ème</sup> siècle par Bied. En raison de leur résistance aux attaques chimiques, de leur prise rapide ou de l'absence de chaux, ils sont utilisés en génie civil pour la confection des sols industriels, d'ouvrages d'assainissements ou des mises en service rapides, et dans la réalisation des réfractaires monolithiques utilisés dans l'industrie sidérurgique ou verrière. [5]

### I.2.2.1. Les 27 produits de la famille des ciments courants :

a) Les valeurs indiquées au tableau se réfèrent à la somme des constituants principaux et secondaires.

b) La proportion de fumées de silice est limitée à 10 %.

c) Dans les cas des ciments Portland composés CEM II/A-M et CEM II/B-M, des ciments pouzzolaniques CEM IV/A et CEM IV/B des ciments composés CEM V/A et CEM V/B les constituants principaux autres que le clinker doivent être déclarés dans la désignation du ciment. [6]

# Chapitre I : identification de la société BISKRIA CIMENT et des étapes production de fabrication

Tableau I.1. Les 27 produits de la famille des ciments courants. [6]

principaux types	Notation des 27 produits (types de ciments courants)		Composition ( pourcentage en masse <sup>a)</sup> )											
			Constituants principaux										Constituants secondaires	
			Clinker	Laitier de haut fourneau	Fumée de silice	Pouzzolanes		Cendres volantes		Schiste calciné	Calcaire			
						Naturelle	Naturelle calcinée	Siliceuse	Calcaire		L	LL		
K	S	D <sup>b)</sup>	P	Q	V	W	T	L	LL					
CEM I	Ciment portland	CEM I	95-100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
CEM II	Ciment portland au laitier	CEM I/A-S	80-94	6-20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM II/B-S	65-79	21-35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
	Ciment portland à la fumée de silice	CEM II/A-D	90-94	—	6-10	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
	Ciment portland à la pouzzolane	CEM II/A-P	80-94	—	—	6-20	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM II/B-P	65-79	—	—	21-35	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM II/A-Q	80-94	—	—	—	6-20	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM II/B-Q	65-79	—	—	—	21-35	—	—	—	—	—	—	0-5
	Ciment portland aux cendres volantes	CEM II/A-V	80-94	—	—	—	—	6-20	—	—	—	—	—	0-5
		CEM II/B-V	65-79	—	—	—	—	21-35	—	—	—	—	—	0-5
		CEM II/A-W	80-94	—	—	—	—	—	6-20	—	—	—	—	0-5
		CEM II/B-W	65-79	—	—	—	—	—	21-35	—	—	—	—	0-5
	Ciment portland au schiste calciné	CEM II/A-T	80-94	—	—	—	—	—	—	6-20	—	—	—	0-5
		CEM II/B-T	65-79	—	—	—	—	—	—	21-35	—	—	—	0-5
	Ciment portland au calcaire	CEM II/A-L	80-94	—	—	—	—	—	—	—	6-20	—	—	0-5
		CEM II/B-L	65-79	—	—	—	—	—	—	—	21-35	—	—	0-5
		CEM II/A-LL	80-94	—	—	—	—	—	—	—	—	6-20	—	0-5
		CEM II/B-LL	65-79	—	—	—	—	—	—	—	—	21-35	—	0-5
	Ciment portland composé <sup>c)</sup>	CEM II/A-M	80-94	← 12-20 →									0-5	
CEM II/B-M		65-79	← 21-35 →									0-5		
CEM III	Ciment de haut fourneau	CEM III/A	35-64	36-65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III/B	20-34	66-80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III/C	5-19	81-95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
CEM IV	Ciment pouzzolanique <sup>e)</sup>	CEM IV/A	65-89	—	← 11-35 →				—	—	—	—	0-5	
		CEM IV/B	45-64	—	← 36-55 →				—	—	—	—	0-5	
CEM V	Ciment composé <sup>c)</sup>	CEM V/A	40-64	18-30	—	← 12-20 →			—	—	—	—	0-5	
		CEM V/B	20-38	31-49	—	← 21-35 →			—	—	—	—	0-5	

# Chapitre I : identification de la société BISKRIA CIMENT et des étapes production de fabrication

## I.2.3. Procédé de fabrication du ciment

### I.2.3.1. Extraction de la matière première

Les matières premières qui rentrent dans la fabrication du Ciment sont essentiellement quatre matières (le calcaire et l'argile, le minerai de fer et le sable) toutes matières renfermant essentiellement de la chaux (CaO), de la silice (SiO<sub>2</sub>), de l'alumine (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), et de l'oxyde ferrique (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Les matières d'ajout sont principalement :

- **Le Gypse** : Son rôle est de régulariser le temps de prise du ciment.
- **Le Calcaire** : Ajout qui diminue la résistance du ciment et qui peut être remplacé par la pouzzolane qui a les mêmes caractéristiques. C'est le composant principal du clinker. [7]
- **Pouzzolanes** : Les pouzzolanes sont exploitées pour la production des ciments composés. Ceux sont des matériaux naturels ou artificiels riches en silice et en alumine capables de réagir avec la chaux en présence de l'eau et de former à l'issue de cette réaction des produits manifestant des propriétés liantes. [8]

#### ✓ **Pouzzolane naturelle**

Les pouzzolanes naturelles sont des matériaux d'origine naturelle qui peuvent avoir été calcinées dans un four ou transformées, puis broyées pour obtenir une fine poudre. Les variétés de Pouzzolanes naturelles les plus fréquemment utilisées en Algérie côté ouest du Nord à l'heure actuelle comprennent l'argile calcinée, le schiste calciné et le métakaolin.

#### ✓ **Pouzzolane artificielle**

Les pouzzolanes artificielles sont toute matière essentiellement composées de silice, d'alumine et d'oxyde de fer ayant subi un traitement thermique pour lui assurer des propriétés pouzzolaniques. Elles sont des déchets des efférentes industries.

#### a) **Calcaires** :

Les calcaires peuvent être de pureté et de duretés variables, selon la nature géographique des zones, Ce dernier est influé sur la présence de chaux.

Les principales impuretés rencontrées dans les calcaires sont : la silice, la magnésie, le fer, les alcalis. La réaction chimique de base de la fabrication du ciment commence avec la décomposition du carbonate de calcium (CaCO<sub>3</sub>) en chaux (oxyde de calcium, CaO) accompagnée d'un dégagement du gaz carbonique (CO<sub>2</sub>). [9]



# Chapitre I : identification de la société BISKRIA CIMENT et des étapes production de fabrication

Le gisement d'extraction de calcaire est juste à côté de la cimenterie (4 km) se nom est DJAR BELAHRACHE BRANIS WILAYA DE BISKRA.

La méthode d'extraction dans ce gisement avec l'abatage après la préparation du sole et création des fronts et l'élimination du talutage, tous sa pour les gradins de consommation calcaire en mélange homogène en bonne qualité.

## **b) Argiles :**

Les argiles sont constituées essentiellement de silice, Elles peuvent être classées de plusieurs manières. On distingue ainsi :

Les argiles utilisées en cimenterie sont des argiles communes qui peuvent être constituées par des mélanges des groupes énumérés. De plus les argiles résiduelles contiennent souvent des fragments des roches qui leur ont donné naissance et qui risquent de les rendre impropres à la fabrication du ciment.

Là encore les impuretés telles que magnésie, chlorure, soufre, soude, potasse, doivent être en quantité très limitée.

D'une manière générale, le coût de la préparation des matières premières croit avec le nombre de constituants à mélanger.

Il faut donc s'efforcer d'avoir un nombre de constituants aussi réduit que possible. Ces constituants doivent être faciles à broyer. [10]

Le gisement d'extraction d'argile est juste à côté de la cimenterie (10 km) se nom est TARREF BRANIS WILAYA DE BISKRA.

La méthode d'extraction dans ce gisement est mécanique après la préparation du sole et création des fronts pour une bonne homogénéisation.

## **c) Le fer :**

Le minerai de fer est une roche contenant du fer, généralement sous la forme d'oxydes, comme la bauxite. Les minerais de fer ont une teneur en fer variable selon le minéral ferrifère, sachant également que l'isomorphisme, presque toujours présent dans les minéraux naturels, réduit la teneur théorique. [10]

Le minerai de fer dans cette unité est provenant de l'achat d'une carrière de la wilaya de khanchla.

## **d) Le Sable :**

Le sable est une roche sédimentaire (matière solide granulaire), meuble composée de grains quartzeux. Sa composition chimique est très riche en oxyde de silicium  $\text{SiO}_2$ . Il corrige

# Chapitre I : identification de la société BISKRIA CIMENT et des étapes production de fabrication

dans le cas d'un manque de silice du cru. [11]

Le sable dans cette unité est provenant de l'achat d'une carrière de la wilaye d'oued souf.

## I.2.3.2. Les étapes de la fabrication du ciment :

La fabrication du ciment se réalise en trois étapes :

- ✓ Première étape: préparation de cru
- ✓ Deuxième étape: cuisson
- ✓ Troisième étape: broyage de clinker (résulte de ciment)

### I.2.3.2.1. Préparation des matières premières :

Le carrier de calcaire en cimenterie constitue la source en matières premières qui subissent des transformations pour fabriquer le produit fini, donc le ciment est fabriqué à partir de quatre composantes chimiques principales : Carbonates de calcium, alumine, silice et oxyde de fer. Ces éléments se trouvent généralement dans la nature sous forme de calcaire, d'argiles, de minerai de fer et de Sable.

Constituant la matière première principale, sous forme de blocs de dimensions très variées après l'abattage, pour réduire les coûts de transport.

Les argiles, constituent la matière première secondaire, le minerai de fer et le sable, sont des matières de correction utilisées dans des faibles proportions. Ces matières sont livrées par des fournisseurs. [7]



**Figure I.4.** Extraction et transport du calcaire. [7]

### I.2.3.2.2. Le Concassage :

Le concasseur a pour un rôle de ramener les matières premières à des dimensions admissibles pour le broyeur les matières premières sont fournies par les carrières en gros morceaux avec leur humidité naturelle et doivent être séchées puis concassés à la granulométrie désirée ( $\leq 40$  mm de 90% à l'entrée de broyeur). [12]

# Chapitre I : identification de la société BISKRIA CIMENT et des étapes production de fabrication

Les pierres arrivent généralement à l'usine en gros blocs et avec leur humidité de carrière, et il faut d'abord les concasser, puis les sécher, ou au contraire les délayer, avant de les passer au broyeur. Pour choisir le type et les dimensions des machines, on tiendra compte de la nature et de la grosseur de la pierre, du degré de finesse désiré, et du rendement escompté. [13]



**Figure I.5.** Le concasseur



**Figure I.6.** Décharge de calcaire dans le concasseur

### I.2.3.2.3. Le Stockage de matière première :

Après l'opération de concassage de ces trois constituants de base on obtient une granulométrie de  $\leq 40\text{mm}$ , les constituants sont acheminés vers le stock primaire (hall de stockage) par des tapis roulant couverts, pour la pré-homogénéisation : un hall avec un stockage circulaire pour le calcaire et un hall à stockage linéaire pour l'argile et le sable et minerai de fer. [14]



**Figure I.7.** La polaire à l'intérieur



**Figure I.8.** La polaire à l'extérieur

### I.2.3.2.4. Pré-homogénéisation et préparation de cru:

Après concassage des blocs extraits de la carrière, on mélange, de façon aussi homogène que possible, leurs différents composants et les ajouts déterminés lors de la formulation. C'est la phase appelée de pré-homogénéisation. La pré-homogénéisation permet

## Chapitre I : identification de la société BISKRIA CIMENT et des étapes production de fabrication

d'atteindre un dosage parfait des constituants essentiels du ciment et de créer un mélange homogène. [15]

Le cru est un mélange homogène de calcaire et d'argile ; la minerais de fer et de sable. Les proportions sont déterminées selon leurs compositions chimiques et sont toujours proche de l'intervalle 75 à 80 % de calcaire et 15 à 20 % d'argile et de 3 à 7 % de fer et de 0 à 3% de sable. Le mélange est broyé en une poudre de granulométrie inférieure à 90 microns. La poudre obtenue est homogénéisée par un mélangeur pneumatique (un supprimeur pour la fluidisation et un compresseur pour l'homogénéisation. Le produit obtenu est appelé la farine cru « le CRU ». [16]

Pour favoriser les réactions chimiques ultérieures, les matières premières doivent être séchées et broyées très finement (quelques microns min de  $90\mu$ ) dans des broyeurs à meules verticaux. Ces derniers, plus récents, sont plus économes en énergie et permettent un séchage plus efficace. [17]

Le broyage procède par fragmentations successives des grains jusqu'à obtenir des grains de faible dimension pour faciliter leur cuisson. À la sortie du hall de pré-homogénéisation, le mélange est très finement broyé dans des broyeurs sécheurs, qui éliminent l'humidité résiduelle et permettent d'obtenir une poudre qui présente la finesse requise. Cette poudre, appelé le « cru », est une nouvelle fois homogénéisée par fluidisation. [18]

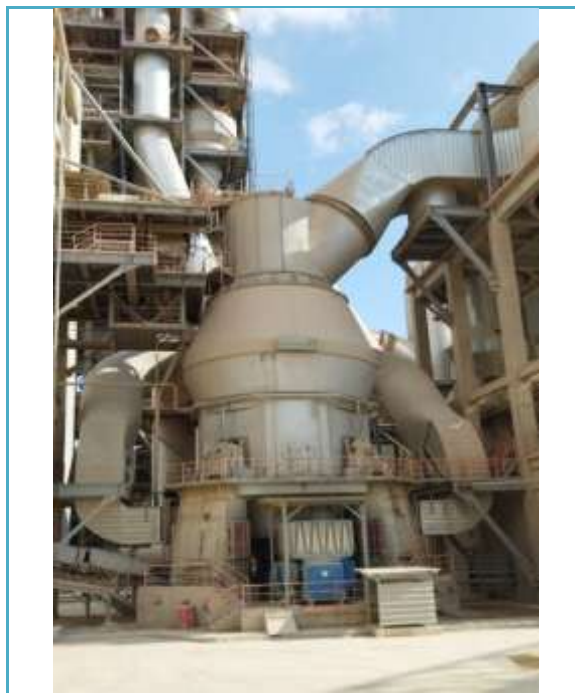
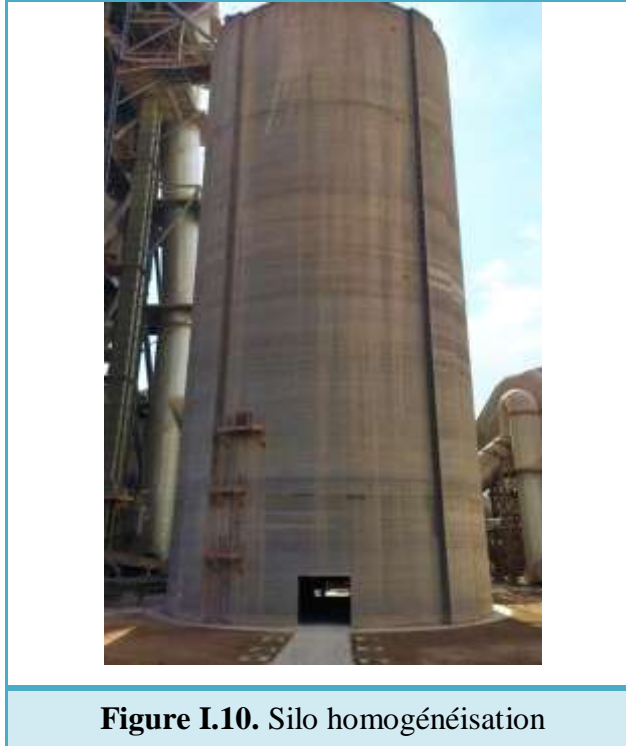


Figure I.9. Broyeur cru

# Chapitre I : identification de la société BISKRIA CIMENT et des étapes production de fabrication

## I.2.3.2.5. Homogénéisation :

La farine crue est homogénéisée dans des silos d'une capacité unitaire de 20000 T pour chaque ligne de production. Pour augmenter l'efficacité de l'homogénéisation les deux silos sont alimentés et soutirés simultanément. La méthode généralement utilisée pour l'homogénéisation est envoi de l'air en bas de silos permettant de fluidiser la farine. [12]



**Figure I.10.** Silo homogénéisation

## I.2.3.2.6. cuisson de cru :

La ligne de cuisson est constituée par :

- ✓ Un préchauffeur
- ✓ Cyclonage
- ✓ Un Pré calcination
- ✓ Un four rotatif
- ✓ Un refroidisseur

### a) Préchauffeur et cyclonages :

Les gaz réchauffent la poudre crue qui circule dans les cyclones en sens inverse, par gravité. La poudre s'échauffe ainsi jusqu'à 800 °C environ et perd donc son gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) et son eau. C'est un échangeur à contre-courant destiner à préchauffer la farine avant son entrée dans le four, en récupérant la chaleur des gaz sortant du four environ égal à 100°C, par le fait que l'argile et le calcaire ont la même densité (2,70 g/cm<sup>3</sup>), un exhausteur monté sur les cyclones aspire les gaz de combustions et le mélange carrière, faisant une tornade qui

# Chapitre I : identification de la société BISKRIA CIMENT et des étapes production de fabrication

garantit que tous les grains du cru subit la chaleur des gazes.[19]

Chaque ligne de préchauffeur présente des cyclones jumelés au 1er étage, afin d'assurer une séparation efficace de la farine des gaz de sortie. La farine crue introduite contient encore 1% d'humidité et le courant gazeux dont la température est d'environ 350°C sert au séchage de la farine. Séparée des gaz à chaque traversé de cyclone, la matière est à chaque fois réinsérée à l'étage suivant (au-dessous) et reprise par des gaz de plus en plus chaud donc elle se réchauffe. [7]

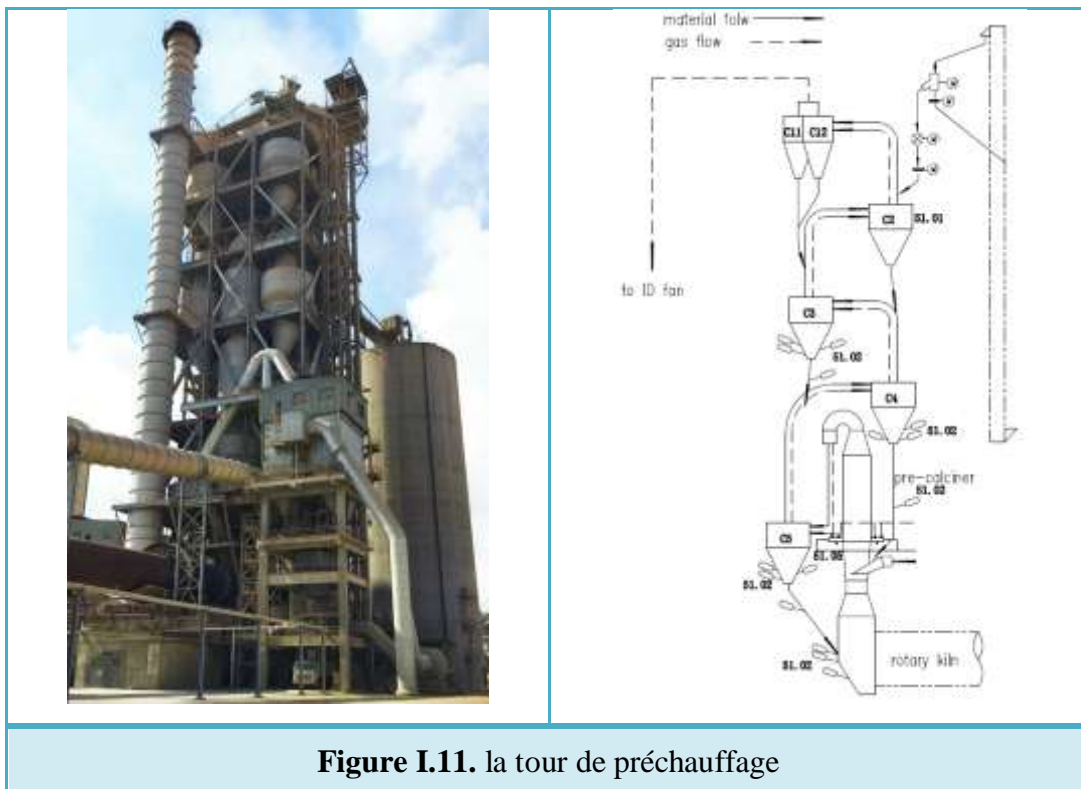


Figure I.11. la tour de préchauffage

## b) Pré calcinations :

Elle se fait dans le précalcinateur placé dans la tour de préchauffeur et avant le cyclone cinq et le four. La décarbonatation commencée dans le préchauffeur se fait pour l'essentiel dans le précalcinateur et se termine dans le four. Cette opération, qui s'effectue à des températures entre 650 et 900°C, permet de libérer le gaz carbonique pour obtenir la chaux nécessaire à la fabrication de clinker. [20]

## c) Four rotatif :

Une conduite située entre l'entrée du four côté matière et la tour de préchauffage. Une partie des gaz d'exhaure du four sont extraits par ce By-pass et refroidis rapidement par de l'air ou de l'eau afin d'éviter une accumulation excessive d'alcalis, de chlorure et de soufre sur le cru. On l'appelle aussi « By-pass des gaz d'exhaure du four ». Cette matière est extraite

# Chapitre I : identification de la société BISKRIA CIMENT et des étapes production de fabrication

pour deux raisons principales:

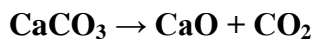
- ✓ Premièrement: pour soulager la pression du boîte à fumée.
- ✓ Deuxièmement: haute teneur en chlore et oxydes de soufre. [7]

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. [21]

Les principales formations et réactions de la matière au cours de cuisson sont présentées par ces étapes suivantes:

## ➤ **Étape 1: Décarbonatation :**

Le calcaire ( $\text{CaCO}_3$ ) est décomposé en oxyde de calcium ( $\text{CaO}$ ) + gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ). Ce dernier est évacué par la cheminée.

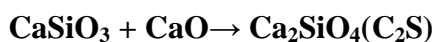
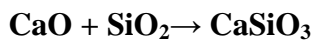


Pour 1 tonne (1000 kg) de  $\text{CaCO}_3$ , on évacue par la cheminée 440 kg de ( $\text{CO}_2$ ).

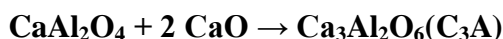
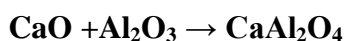
## ➤ **Étape 2 : Phase de transition :**

Il y a la combinaison de  $\text{CaO}$  avec :

-Le silicium (Si) pour former du  $\text{C}_2\text{S}$  (silicate bi calcique), cette réaction est légèrement exothermique.



-L'aluminium (Al) pour former une solution solide d'aluminates de calcium.



## ➤ **Étape 3 : Phase de cuisson :**

La température de la matière monte jusqu'à 1450 °C. Une partie de la matière fond pour donner naissance à la phase liquide (constituée de phase aluminat et ferrite), cette étape demande beaucoup d'énergie. En parallèle, il y a formation de  $\text{C}_3\text{S}$  (silicate tricalcique) : à partir de 1300 °C, le  $\text{C}_2\text{S}$  se transforme en  $\text{C}_3\text{S}$  en réagissant avec une partie du  $\text{CaO}$  non combiné. La réaction est exothermique. [14]



## ➤ **Étape 4 : Phase de clinkérisation :**

Ensemble des réactions physico-chimiques à hautes températures conduisant à la formation du clinker. Il s'agit des réactions de déshydratation et des hydrolyation (150-

## Chapitre I : identification de la société BISKRIA CIMENT et des étapes production de fabrication

800°C) puis de décarbonatation (950-1100°C) des minéraux constitutifs du cru de cimenterie. Il s'ensuit une période de réactions en phase solide avec la formation du C2S et des aluminates (C3A+C4AF) et enfin une fusion partielle avec apparition du C4AF + C3A liquide, ce qui permet la formation du C3S et aboutir à la formation des cinq phases hydrauliques constituant le clinker: C3S, C2S, C3A, C4AF et CaO résiduel après refroidissement.



**Figure I.12.** Four rotatif

### d) Refroidissement :

Le refroidisseur a pour rôle d'abaisser la température du clinker tombant du four à une température d'environ 1150°C jusqu'à 80-100°C. Il est équipé d'une ensemble des ventilateurs fournissant l'air de refroidissement. [19]



**Figure I.13.** Refroidisseur



# Chapitre I : identification de la société BISKRIA CIMENT et des étapes production de fabrication

## I.2.3.2.7. Explication de système de By-pass :

Lorsque la descente de la farine fraîche pour alimenter le système de four à travers l'embout, et précisément au troisième étage et dans le degré de la température de convergence de 500 °C degrés Celsius déclencher des réactions qui résume par: des composés ou volatils, tels que les composants de gaz de chlore et de dioxyde de soufre de chaque groupe , ceci est le résultat des interactions de démolition et d'autres gaz déplacer ce gaz avec la matière se déplacent verticalement selon la tour avant de le chauffer à fumer une boîte à l'entrée du four à une température d'environ 950°C produit notre poussière contient ces matériaux accumulés sont la pression en poudre et élevée peut empêcher l'écoulement de matériau à partir du cinquième étage et peut provoquer un blocage dans les tubes article en présence en haut de la boîte à fumée, la soupape s'ouvre et se ferme lorsque la pression augmente, la soupape s'ouvre pour extraire la substance poussiéreuse. Cette pression est un obstacle à la matière et les empêche de pénétrer dans le four et le confinement de ce soufre de poussière matériel et le dioxyde de chlore poly chlorés à des taux élevés nocifs au four et le monde surnaturel des lois de ciment, nous conduit à tirer hors de la boîte. Ce matériau poussiéreux est filtré de l'air dans des filtres quantitatifs et placé dans des silos, puis extrait dans des réservoirs de ciment à haute pression pour être éliminé à l'extérieur de l'usine. Nous essayons actuellement de mettre ce matériau dans le ciment pour s'en débarrasser, mais malheureusement les usines de chlore nous empêchent parce que la norme légale dans le ciment a dépassé la limite qui permet d'augmenter le matériel ainsi nous avons recours pour jeter ces déchets. [22]

## I.2.3.2.8. Obtention du ciment

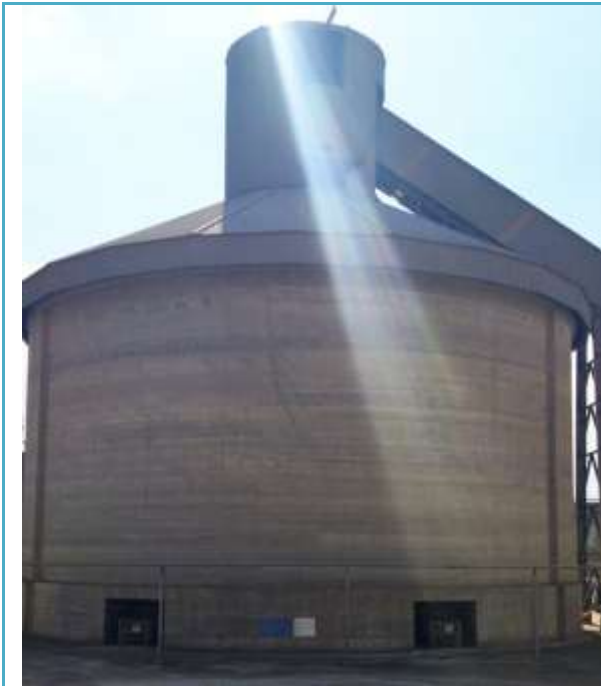
### a) Stockage et Broyage du clinker :

Une fois refroidit, le clinker est alors stocké dans des silos qui d'une part, confèrent à l'atelier de broyage ciment.

Le clinker se dirige vers les trémies ciment et ensuite broyé en additionnant le gypse et le calcaire avec des quantités différentes selon les qualités du ciment désirées. Ce type de Broyeur qui permet le broyage du clinker en ajoutant des ajouts s'appelle : « **Broyeur ciment** » ou bien dans le VCM. [22]

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 (dont le rôle est de réguler le phénomène de prise), ainsi qu'à celui des éventuels autres constituants (pouzzolane, calcaire de correction) ce qui permet d'obtenir les différents types de ciments normalisés. [13]

## Chapitre I : identification de la société BISKRIA CIMENT et des étapes production de fabrication



**Figure I.14.** Silo stockage de clinker



**Figure I.15.** Broyeur ciment

### b) Ensachage 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. [22]



**Figure I.16.** Stockage et expédition de ciment

# Chapitre II

Etude

bibliographique sur  
les déchets industriels

### INTRODUCTION

Depuis le regroupement des entreprises dans des villes et les villages leurs activités quotidiennes ont été sources de rejets de déchets.

Le monde des déchets, aujourd'hui très technique, nécessite une bonne connaissance du domaine afin de mieux les gérer. Les classifications ont permis de structurer cette thématique industrielle, et nous permet de distinguer les ordures ménagères, les plastiques, le verre, les papiers, les déchets industriels...etc.

En évoluant dans la technicité, les réglementations se sont mises en place afin de pouvoir collecter et traiter au mieux les différents déchets dans la plus grande sécurité pour l'humanité et l'environnement.

Dans ce chapitre nous allons présenter la définition et les différents types des déchets, puis nous allons aborder d'une manière générale les modes de traitement des déchets industriels. [23]

#### II.1. Définition des déchets :

Un déchet correspond à tout matériau, substance ou produit jeté ou abandonné parce qu'il n'a plus d'utilisation précise. [24]

Un déchet est défini comme " Tout résidu d'un processus de production, de transformation, ou d'utilisation, toute substance, matériau produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon et qui sont de nature à produire des effets nocifs sur le sol, les plantes et les animaux, à dégrader les sites ou les paysages, à polluer l'air ou les eaux, à engendrer des bruits ou des odeurs, et d'une façon générale, à porter atteinte à la santé de l'homme et à l'environnement.[25]

#### II.2. Origine de la production de déchets :

La production des déchets est inéluctable pour les raisons suivantes :

**Biologiques** : tout cycle de vie produit des métabolites ;

**Chimiques** : toute réaction chimique est régie par le principe de la conservation de la matière et dès que veut obtenir un produit à partir de deux autres on en produira un quatrième;

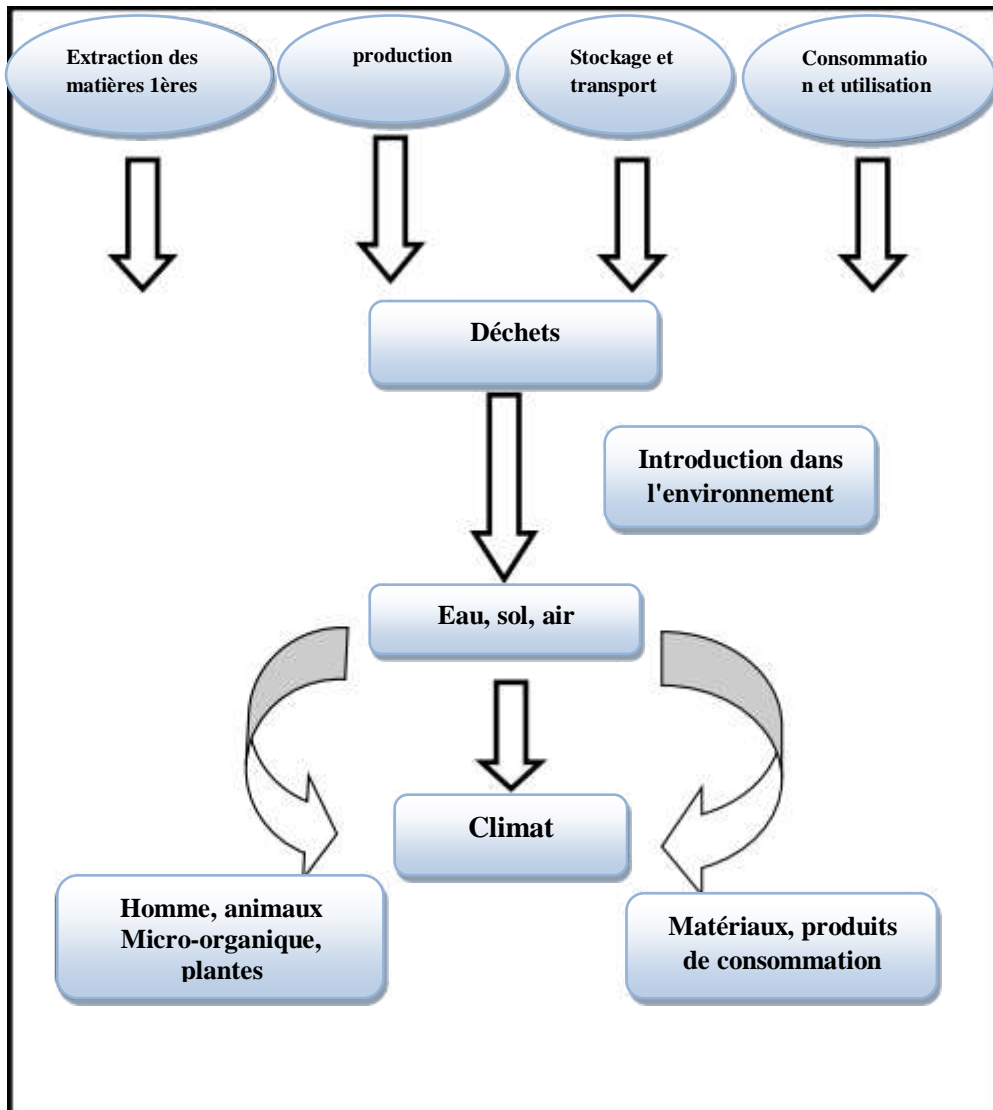
**Technologiques** : tout procédé industriel conduit à la production de déchet ;

**Economiques** : les produits en une durée de vie limitée ;

**Ecologiques** : les activités de la dépollution (eau, air) génèrent inévitablement d'autres déchets qui nécessiteront une gestion spécifique ;

## Chapitre II : Etude bibliographiques sur les déchets industriels

**Accidentelles** : les inévitables dysfonctionnements des systèmes de production et de consommation sont eux aussi à l'origine de déchets. [26]



**Figure II.1.** Origine des déchets et leur interférence avec l'environnement. [27]

### II.3. Constitution chimique du déchet :

Les déchets sont pour la plupart constitués des mêmes molécules chimiques que celles des produits. Ce qui différencie les déchets des autres produits provient d'un certain nombre de particularités. Certains déchets résultent du traitement involontaire de molécules usuelles avec production de sous-produits de composition, a priori inconnu. Par ailleurs, le déchet peut se retrouver dans un milieu dont il n'est pas issu en tant que produit et de ce fait auquel il n'est pas destiné. Enfin, le mélange au hasard des déchets peut conduire à la formation de produits nouveaux. [28]

### II.4. Classification basée sur l'état chimique :

Cette classification comprend :

- **Déchets basiques** : Soudes de potasse résiduaires, liqueurs ammoniacales, et chaux Résiduaire (boues de carbones).les rejets de dosage produite de la station d'épuration
- **Déchets acides** : Solution résiduaires de laboratoire, acides divers (HCL, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, acides.....et les acides à l'état gazeux.
- **Sels résiduaires** : Sulfate de calcium carbonate de calcium, sulfate ferreux,...etc.
- **Métaux** : Ferraille, carcasses de véhicules, déchets de métaux précieux, câbles... etc.
- **Déchets organiques** : solvants usés, huiles usagées, boues d'hydrocarbures, liqueurs Résiduaires phénols,... etc.
- **Déchets polymériques** : Déchets de caoutchouc et le plastique (PVC, PS, PE, Polyuréthane,... etc.
- **Déchets minéraux** : Déchets siliceux, déchets de silicates (schiste, déchets de verre,...etc.), déchets de calcaire (déchets de marbre, carbonate de calcium, résiduaire de sucreries). [29]

### II.5. Différents types de déchets :

Les déchets sont de nature variable. Pour préserver les ressources de notre planète et limiter au maximum l'enfouissement des déchets qui ne peuvent pas être traités, les centres de tri et déchetterie ne cessent de développer des processus visant à trier, recycler et revaloriser les déchets avec des rendements de plus en plus performants . Il y a plusieurs différents types des déchets :

#### II.5.1. Déchets ultimes :

Le déchet ultime c'est un déchet, qui n'est plus susceptible d'être traité dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction de la part valorisable ou par réduction de son caractère polluant ou dangereux. [30]

Le caractère ultime d'un déchet n'est pas fonction des caractéristiques «physico chimiques » du déchet mais s'apprécie en fonction du système global de collecte et de traitement. Cette notion est locale et doit normalement être précisée dans le cadre des plans départementaux d'élimination des déchets ménagers et assimilés. [31]

#### II.5.2. Déchets inertes :

Déchet qui ne subit aucune modification physique, chimique ou biologique importante, ne se décompose pas, ne brûle pas, et ne produit aucune réaction physique ou

## Chapitre II : Etude bibliographiques sur les déchets industriels

chimique, ne sont pas biodégradable et ne détériore pas d'autres matières avec lesquelles il entre en contact, d'une manière susceptible d'entraîner une pollution de l'environnement ou de nuire à la santé humaine. [32]

Ces déchets sont admissibles dans les installations de stockage et proviennent essentiellement des chantiers de bâtiment et de et de travaux publics ou d'industries de fabrication de matériaux de construction.

Ce sont notamment les déchets suivants :

- ✓ Les bétons réfractaires usés (collectés durant l'entretien de la zone cuisson).
- ✓ Les briques réfractaire usées (collectés durant l'entretien de la zone cuisson).
- ✓ Les palettes en bois.
- ✓ Sac en papier.
- ✓ Plastique.
- ✓ Les métaux.
- ✓ Les déchets de verre.
- ✓ Les remblais de décapage.
- ✓ Les isolants minéraux (laine de verre, de roche, de laitier, verre expansé). [33]

En général, ils sont constitués d'éléments minéraux stables ou inertes au sens de leur éco-compatibilité avec l'environnement. Ils de certaines activités d'extractions minières ou de déblais de démolition (terre, gravats, sables...). Ils peuvent être utilisés pour le remblaiement et les travaux routiers.

### II.5.3. Déchets d'emballages :

Ce sont des déchets appartenant à la catégorie des (DIB) mais qui sont soumis à des objectifs de valorisation stricts. Ce sont principalement les palettes de bois, les emballages plastique (housses, polystyrène de calage, fûts et flacons non souillés, bouteilles, bidons...), les emballages en papier et en carton, les emballages métalliques non souillés (pots, fûts...). Les déchets d'emballages doivent être valorisés et remis à des entreprises agréées pour cette activité. [34]

### II.5.4. Déchets ménagers :

Les déchets ménagers et assimilés recouvrent les ordures ménagères (OM) qui proviennent des ménages et tous les déchets gérés comme tels par les collectivités locales (déchets des artisans ou commerçants). [35]

## Chapitre II : Etude bibliographiques sur les déchets industriels

### II.5.5. Déchets organiques :

Les déchets organiques sont produits par tous les êtres vivants : animaux et végétaux morts, Dans le cycle naturel sont dégradés puis transformés en humus stocké dans le sol.

Les termes suivants recouvrent la même notion : bio déchets ou déchet fermentescibles ou FFOM (fraction fermentescible des ordures ménagères).

Il s'agit de:

- ✓ Déchets végétaux des parcs et jardins (déchets verts).
- ✓ déchets organiques de la cuisine (restes de repas, épluchures, papiers essuie-tout, papier).
- ✓ Journal, fleurs coupées, marc de café, filtres à café, sachets de thé, coquilles d'œufs, etc....
- ✓ Boues. [36]

### II.5.6. Déchets d'activités de soins :

Les déchets d'activités de soins sont des déchets qui proviennent des soins médicaux ou vétérinaires, ou du secteur de la recherche médicale. Du fait de leur grande diversité, il est difficile de les classer de manière claire. En effet, les déchets d'activités de soins ont des provenances variées, qui vont des déchets de cuisine aux déchets humains et des caractéristiques toutes aussi variées. Par ailleurs, il n'est pas toujours évident de marquer un seuil entre un déchet hospitalier ne présentant aucun risque et un déchet contaminé. [36]

### II.5.7. Déchets médicaux :

tout déchet issu des activités de diagnostic, de suivi et de traitement préventif, palliatif ou curatif dans les domaines de la médecine humaine ou vétérinaire et tous les déchets résultant des activités des hôpitaux publics, des cliniques, des établissements de la recherche scientifique, des laboratoires d'analyses opérant dans ces domaines et de tous établissements similaires.[37]

### II.5.8. Déchets agricoles :

Tout déchet organique généré directement par des activités agricoles ou par des activités d'élevage ou de jardinage. [37]

### II.5.9. Déchets industriels :

Les déchets d'activités économiques (DAE), anciennement appelés déchets industriels, sont des déchets produits par les activités économiques (industrie, secteur manufacturier, 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. [38]

### II.6. La classification des déchets industriels

#### II.6.1. Déchets industriels banals (DIB) :

Ils regroupent l'ensemble des déchets non dangereux produits par les industriels et par les entreprises du commerce, de l'artisanat, des services et de l'administration, de la métallurgie, la peinture, la chimie et la pétrochimie. Ce sont des déchets d'emballage, des déchets d'entretien et les matériels en fin de vie.

Les déchets non dangereux et non inertes, dits industriels banals sont de même nature que les ordures ménagères. Ce sont :

- ✓ Les bois non traités ou traités avec des produits non dangereux (emballages, coffrages, menuiseries, planchers...),
- ✓ Les plastiques en PVC, polystyrène, polypropylène (canalisations, menuiseries, revêtements de sols, emballages...),
- ✓ Les métaux ferreux et non ferreux tels que l'aluminium, le cuivre, l'acier, le zinc (toitures, matériels électriques, canalisations, équipements...),
- ✓ Les revêtements muraux et de sol textiles,
- ✓ Le polystyrène expansé, le polyuréthane,
- ✓ Les produits mélangés issus de chantier de réhabilitation...
- ✓ Les peintures, vernis, colles, mastics, qui ne comprennent ni solvants organiques, ni substances dangereuses. [33]

#### II.6.2. Déchets dangereux [35]

##### II.6.2.1. Déchets industriels spéciaux (DIS) :

Ces déchets figurent en raison de leurs propriétés dangereuses, exemple : déchets contenant de l'arsenic, du plomb ; constitués de boues de peinture, d'hydrocarbures ; provenant de l'industrie pétrolière, etc....

##### II.6.2.2. Déchets ménagers spéciaux (DMS) :

Ce sont les déchets à risque contenus dans les déchets ménagers, tels que les aérosols, colles, détergents, détachants insecticides, peintures, piles, tubes néon, produits de nettoyage. Il peut s'agir de ce qu'on appelle également les DTQD : déchets toxiques en quantité dispersés.

## Chapitre II : Etude bibliographiques sur les déchets industriels

### II.7. Nomenclature des déchets :

En application des dispositions de l'article 5 de la loi n° 01-19 du 27 Ramadhan 1422 correspondant au 12 décembre 2001, susvisée, le présent décret a pour objet de fixer la nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux.

La nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux, est une classification systémique des déchets par :

**A** - L'attribution d'un numéro de code structuré comme suit :

- Le premier chiffre représente la catégorie qui retrace le secteur d'activité ou le procédé dont le déchet est issu,
- Le second chiffre représente la section qui retrace l'origine ou la nature du déchet appartenant à la catégorie,
- Le troisième chiffre représente la rubrique qui retrace la désignation du déchet.

**B** - L'identification de la classe des déchets à laquelle appartient le déchet concerné indiquant l'appartenance à la classe des déchets ménagers et assimilés (MA), inerte (I), spéciaux (S) et spéciaux dangereux (SD).

**C** - L'indication de la dangerosité du déchet spécial dangereux concerné selon les critères fixés à l'annexe I du présent décret. [39]

**Tableau II.1.** Les exemples de liste des déchets.

Code du déchet	Désignation du déchet	Classe Du déchet	Critères de dangerosité
3.3.3	Déchets provenant du tri de papier et de carton destinés au recyclage	MA	
12.1.1	Déchets de matières plastiques d'Ébarbage et de tournage	MA	
1.4.1	Boues et autre déchet de forage contenant des hydrocarbures	SD	Inflammable toxique
17.4.3	Plomb	DS	
10.1.13	Déchets provenant de l'épuration des gaz contenant des substances dangereuses	SD	Dangereuse pour l'environnement
10.3.10	Poussières de filtration des fumées contenant des substances dangereuses	SD	Dangereuse pour l'environnement
12.1.10	Déchets de cires et graisses	SD	Nocive
16.1.1	Pneus hors d'usage	S	

### II.8. La gestion des déchets :

La gestion des déchets concerne tous les types de déchets, qu'ils soient solides, liquides ou gazeux, chacun possédant sa filière spécifique. Les manières de gérer les déchets diffèrent selon qu'on se trouve dans un pays développé ou en voie de développement, dans une ville ou dans une zone rurale, que l'on ait affaire à un particulier, un industriel ou un commerçant. La gestion des déchets non toxiques pour les particuliers ou les institutions dans les agglomérations est habituellement sous la responsabilité des autorités locales, alors que la gestion des déchets des commerçants et industriels est sous leur propre responsabilité. [40]

Toute opération relative à la collecte, au tri, au transport, au stockage, à la valorisation et à l'élimination des déchets.

#### II.8.1. Collecte des déchets : [41]

La collecte des déchets consiste à l'enlèvement des déchets de points de regroupement pour les acheminer vers un lieu de tri, de regroupement, de valorisation, de traitement ou de stockage. La collecte peut être sous deux approches.

- **La collecte en porte à porte** : qui consiste à faire passer le véhicule de ramassage à proximité des habitations;
- **La collecte en point de regroupement** : qui s'effectue grâce à des conteneurs, vidés régulièrement, lorsque les déchets représentent une faible densité.

#### II.8.2. Tri des déchets : [41]

Le tri des déchets consiste à trier et à séparer les déchets manuellement ou mécaniquement, en fonction de leur nature: métaux, papier, verre..., pour faciliter leur recyclage et leur traitement. Ils sont triés soit par ceux qui les produisent soit par des organismes spécialisés, en centre de tri.

#### II.8.3. Transport des déchets : [41]

Le transport des déchets vers les centres de traitement doit se faire de manière à ce qu'il n'y a pas de déperdition en cours de route. Il est soumis à des règles très strictes (autorisation, album national des entreprises, papiers d'accompagnement, etc...).

### II.9. Traitement des déchets [41]

#### II.9.1. Recyclage :

Le recyclage est un procédé par lequel les matériaux qui composent un produit en fin de vie (généralement des déchets industriels ou ménagers) sont réutilisés en tout ou en partie. Ceux-ci sont collectés et triés en différentes catégories pour que les matières premières qui les composent soient réutilisées (recyclées). Les cinq grandes familles de déchets recyclables sont: les déchets plastiques, verre, papier, carton et métallique.

#### II.9.2. Le compostage :

Le compostage est un processus biologique qui facilite et accélère l'oxydation de la matière organique par fermentation aérobie qui s'effectue sous l'action d'enzymes sécrétés par des microorganismes préexistants dans les déchets, le principe du compostage de déchets organiques se divise en deux grandes phases principales : la phase oxydative et la phase de maturation.

#### II.9.3. La méthanisation :

La méthanisation consiste à la décomposition anaérobie des déchets organiques, fraction fermentescibles : ordures ménagères, déchets verts, déchets de l'agro-alimentaire, et qui permet de produire un biogaz combustible composé majoritairement du méthane ( $\text{CH}_4$ ). Le méthane ( $\text{CH}_4$ ) récupéré peut être transformé en électricité, en vapeur ou en carburant utilisable par les véhicules du transport urbain. La méthanisation se divise en quatre étapes principales : l'hydrolyse, l'acidogenèse, l'acétogenèse et la méthanogénèse.

#### II.9.4. L'incinération :

L'incinération est un processus d'oxydation à température élevée, basé sur la combustion partielle des déchets en présence d'un excès d'air. Les déchets sont brûlés dans des fours à une température de  $700^\circ\text{C}$  à  $900^\circ\text{C}$ , ce mode de destruction par le feu permet de réduire fortement le volume et le poids des résidus, en les transformant en gaz, en chaleur et matériaux inertes (cendres et mâchefers). La chaleur dégagée par les incinérateurs est récupérée sous forme de vapeur, par passage des fumées à travers des tubules des chaudières. La vapeur ainsi produite peut être utilisée de deux façons:

- ✓ Alimenter un réseau de chauffage;
- ✓ Alimenter un turbo alternateur produisant de l'électricité.

### II.10. Les impacts des déchets sur l'environnement : [42]

Les déchets industriels peuvent avoir des conséquences très néfastes pour l'environnement s'ils sont mal gérés. Leurs impacts sur l'air, l'eau et le sol ne sont pas négligeables.

#### II.10.1. L'impact sur la pollution de l'air :

(Pollution atmosphérique). Les Décharges contiennent une large variété de déchets leur mélange (surtout entre déchets organiques et de l'eau) provoque l'apparition de méthane, un gaz à effet de serre.

#### II.10.2. L'impact sur la pollution du sol :

Elle est une préoccupation mineure par rapport à celle de l'eau et de l'air, et pourtant c'est un problème majeur. Aujourd'hui on estime que 70% des déchets sont enfouis, notamment les déchets nucléaires. Cela provoque l'érosion et la contamination des sols.

#### II.10.3. L'impact sur la pollution de l'eau :

Chaque année plus de six millions de tonnes de déchets différents sont rejetés dans les océans. La contamination des espèces aquatiques qui s'ensuit peut devenir dangereuse pour les réseaux trophiques. Les déchets biodégradables réagissent avec la pluie, provoquant ensuite des pluies acides qui polluent les rivières et les océans. Les rejets de déchets industriels dans des fleuves, rivières ou mers constituent évidemment une source plus directe de pollution de l'eau. Les industriels laissent ainsi les solvants, les produits chimiques et, en règle générale, les résidus industriels dangereux utilisés dans l'industrie, se déverser dans les cours d'eau et la mer, sans se donner les moyens de contrôler le taux de pollution de l'eau.

# Chapitre III

Valorisation des  
déchets de BISKRIA

CIMENT

## INTRODUCTION

Toute activité de production ou de consommation génère des déchets, qui sont souvent associés à la détérioration de notre environnement et a de multiples risques pour la santé humaine.

La valorisation des déchets s'appelle également revalorisation (« cycling » en anglais). Elle désigne l'ensemble des opérations effectuées sur un objet inutile afin de le rendre à nouveau utile. La valorisation permet de réaliser :

- Un nouveau matériau ;
- Un nouveau produit de qualité égale ou supérieure.

Les déchets non triés s'appellent ordures ménagères résiduelles (OMR) : ils restent stockés à la décharge et impactent l'environnement ; ils ne subissent pas ou peu de traitement. [43]

La politique de l'SBC dans ce sens, tous qui génère comme des déchets son valorisé par des prestataires spécialiser de traitement et valorisation.

### III.1. Définition de la Valorisation :

Tout traitement où utilisation des déchets qui permet de leur trouver un débouché ayant une valeur économique positive.

Le terme général valorisation englobe réemploi recyclage et réutilisation. [44]

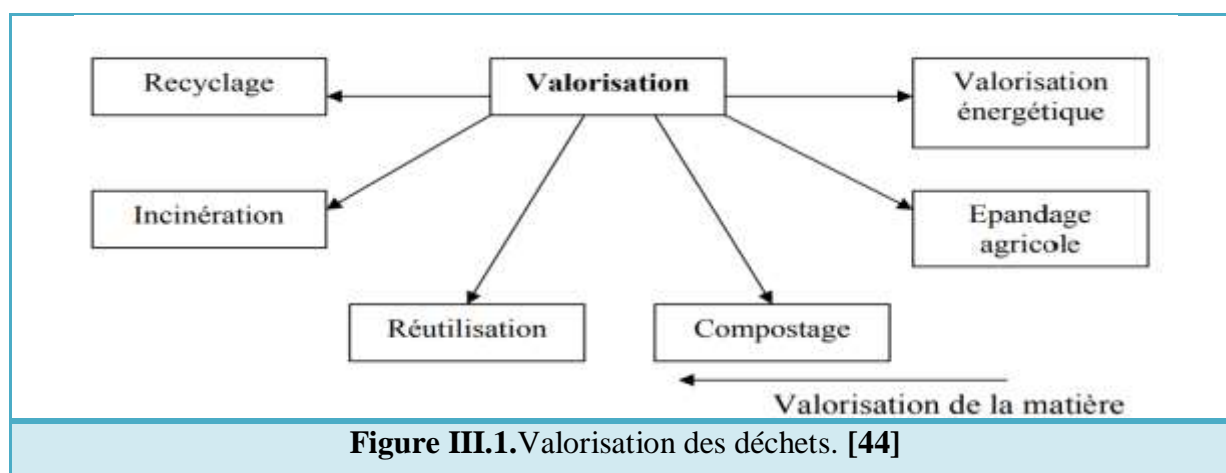


Figure III.1. Valorisation des déchets. [44]

### III.2. Pourquoi la valorisation :

L'intérêt qui est porté de plus en plus à la valorisation des déchets et des sous-produits industriels est lié à la fois à la crise de l'énergie, à la diminution des ressources mondiales en matières premières et enfin la législation qui devient très sévère concernant la protection de la nature et l'environnement. Les arguments peuvent être résumés en : [44]

## Chapitre III : Valorisation des déchets de BISKRIA CIMENT

- Augmentation de la production.
- Le coût de stockage ou de traitement est de plus en plus élevé.
- Une législation de plus en plus sévère.
- Une meilleure gestion de la recherche.

### III.3. La classification des déchets de SBC

#### III.3.1. Déchets industriels non dangereux :

Ce sont des déchets produits par l'artisanat, L'industrie, le commerce et les services qui ne présentent pas de caractère dangereux ou toxiques et qui ne sont pas inertes. Ce sont soit des déchets mono-matériaux :

**Tableaux III.1.** Classification des déchets industriels non dangereux.

Classification	Banale	Inerte
<b>Déchets industriels SBC</b>	Bois et palette Plastique Pneus Fut d'huile Vides Tapis Différents métaux Sac en papier Manches des filtres	Clinker Poussière by-pass Béton Briques Remblaiement de carrière

#### III.3.2. Déchets industriels dangereux :

Les déchets dangereux sont les autres déchets, qui regroupent les déchets non dangereux provenant des ménages et ceux qui leur sont assimilés

Ce sont des déchets qui contiennent des substances toxique set nécessitent des traitements spécifiques à leur élimination.

- ✓ Les peintures, solvants ;
- ✓ Les batteries usées ;
- ✓ Laine de verre ;
- ✓ Les déchets de soin ;
- ✓ Les adjuvants ;
- ✓ Les produits chimiques de traitement ou de nettoyage ;
- ✓ Les produits chimiques utilisés dans laboratoire ;
- ✓ Les huiles usagées ;



### III.3.3. Selon la nature physique

#### III.3.3.1. Les déchets liquide :

Les déchets liquides créés par les activités humaines de l'industrie doivent être collectés et traités car ils peuvent être dangereux pour l'environnement. Selon la dangerosité des déchets, de différentes options de transport puis de traitement, biologique ou chimique, seront mises en œuvre.

Afin d'assurer leur élimination, il est d'abord nécessaire d'analyser les déchets collectés afin de déterminer quelles composantes chimiques dangereuses ils contiennent afin de pouvoir choisir le meilleur moyen de les traiter. Cette analyse des déchets liquides permet également d'agir plus tard sur la prévention de ces déchets en utilisant ces résultats pour modifier le processus qui a pu les causer. Le plus souvent, après collecte et transport, les déchets liquides seront filtrés et épurés afin de pouvoir avoir d'un côté un liquide pur et assaini qu'on pourra déverser dans l'environnement sans danger et de l'autre, les déchets prêts à être stockés dans un silo. [45]

Mais dans cette unité il est un autre traitement simple et clair, tous qui déchets dangereux sont dirigé ver les prestataires spécialisées comme SARL STIDE-EST, c'est un collecteur des produits chimique à Constantin, c'est un traitement légal.

#### III.3.3.1.1. Les eaux usées :

##### a) La stratégie pour la valorisation des eaux usées :

Une stratégie pour la valorisation des eaux usées traitées a été mise en place. Cette stratégie est basée sur les critères suivants :

- ✓ Préservation de la santé publique et de l'environnement
- ✓ Promotion de la réutilisation des eaux usées traitées sur la base d'une demande réelle en eau
- ✓ Des normes de qualité appropriées pour les divers usages prévus
- ✓ Une réglementation qui incite tous les usagers des deux usées traitées à se conformes aux diverses exigences liées à cette pratique et à effectuer un suivi sanitaire régulier
- ✓ Un contrôle efficace sur tous usages
- ✓ Une bonne coordination entre les différents intervenants (environnement, santé, agriculture, recherche, ...).

## Chapitre III : Valorisation des déchets de BISKRIA CIMENT

### b) La station d'épuration (STEP) de l'SBC :

La station d'épuration des eaux usées de Biskria, est alimentée par un réseau d'assainissement collectif (réseau unitaire, qui évacue les eaux usées et les eaux pluviales et de concentra de la station d'osmose de la troisième ligne dans la même canalisation, ou réseau séparatif, qui collecte les deux types d'eau dans des canalisations séparées).

Le traitement des eaux usées a pour objectif de les dépolluer pour qu'elles n'altèrent pas la qualité du milieu naturel dans lequel elles seront ensuite réutilisées.

La station d'épuration est composée de deux filières de traitement : la filière eau qui épure les eaux selon trois principales phases (traitements primaire, secondaire et tertiaire) et la filière de consommation sur l'arrosage des pistes et de l'abattage des poussières.

Dans la sortie de la station nous avons fait des analyses trimestrielles conformément de la norme (ils sont bons).



Figure III.2. Station de traitement des eaux usée

Tableaux III.2. Les analyses trimestrielles de rejet sortie usine.

			Résultats sortie usine									
			PH	matière décomptable	DCO	Cobalt	Cadmium	Chrome	Cuivre	Nickel	Plomb	zinc
Les norme en mg/l			8,5	1	120	0,1	0,2	0,1	0,3	0,5	1	5
Trimestre N°	1er	31/30/2019	8	60	48	< 0,2	< 0,03	< 0,2	< 0,1	< 0,2	< 0,16	< 0,22
Trimestre N°	4e	19/10/2020	8,52	62,4	48	< 0,2	< 0,03	< 0,2	< 0,1	< 0,2	< 0,2	< 0,03
Trimestre N°	6e	06/05/2021	8,3	82	141	< 0,2	< 0,03	< 0,2	< 0,1	< 0,2	< 0,2	< 0,03

## Chapitre III : Valorisation des déchets de BISKRIA CIMENT

### III.3.3.1.2. Les huiles usagées :

Les huiles après utilisation, devient contaminée. Ses propriétés altérées, elle ne peut continuer à remplir sa tache convenablement. Cette catégorie de matière comprend les lubrifiants à moteur, les liquides hydrauliques, les liquides servant à travailler le métal, les fluides isolants et les liquides de refroidissement. [46]

Les huiles usagées peuvent être régénérées ou valorisées énergétiquement en cimenterie.

(C'est ce qu'il nous cherche dans ce travail exactement dans la quatrième chapitre)

### III.3.3.2. Les déchets solides :

Les déchets solides proviennent des activités SBC à savoir :

Les déchets de bois, Les déchets métalliques, Les déchets plastiques, Les a déclassé et les déchets de sac, Le brique réfractaire de l'ADF, Les manches des filtres, Filtres (gas-oil, air), Les poussières et les déchets des matériaux (Ciment, BPD, KK...), Les Squelette des filtres, La laine de verre déclassé, Les boues de la station, Les batteries, Déchets ménagers.



Figure III.3. Les Squelette des filtres



Figure III.4. Les briques réfractaire



Figure III.5. Déchets de sac



Figure III.6. Les manches des filtres

## Chapitre III : Valorisation des déchets de BISKRIA CIMENT



Figure III.7. Les déchets métalliques



Figure III.8. Boues de la station d'épuration



Figure III.9. Déchets des batteries



Figure III.10. Déchets ménagers



Figure III.11. Bois et palettes



Figure III.12. Déchets plastique

### III.3.3.2.1. Poussière de By-pass (BpD) :

Les poussières BpD est une farine chaude calcinée à plus de 850 degrés, cette poussière est produit de l'extraction par un ventilateur à la boîte à fumée, elle est caractérisée par sa teneur forte en chlore, les alcalins et les sulfate est un matériau de poussière distinctif pour tous les matériaux de ciment connus avec les caractéristiques suivantes :

- ✓ La finesse de traction négative sur tamis de  $90\mu\text{m}$  est  $\geq 35\%$ .
- ✓ Il produit à haute pression et se recueille dans la boîte à fumée.

## Chapitre III : Valorisation des déchets de BISKRIA CIMENT

- ✓ La masse volumique varie selon le tirage est d'environ 900 g /1.
- ✓ Riche en chlore et oxydes de soufre.

Cette matière est la principale source d'alimentation du four et est tirée au milieu de la boîte à fumée avant le four, quand la pression est augmentée, pour éviter le colmatage de cru puis filtrée dans l'air dans des filtres quantitatifs et jetée dans des trimes. [22]

### III.3.3.3. Les déchets gazeux :

Les cimentiers émettent de très grandes quantités de rejets atmosphériques, leurs débits sont très élevés. Les principaux polluants en termes de volume sont Les carbonates (CO<sub>2</sub>, CO), les NO<sub>x</sub> (NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O) le SO<sub>x</sub> et les poussières. Les cimentiers sont également responsables d'émissions de métaux lourds dans l'air principalement zinc et plomb mais aussi mercure, chrome, nickel, cuivre... Et des polluants organiques persistants sont également inventoriés : HAP, dioxines et furannes. [47]

Le gaz fumé est acheminé de la station de détente principale vers

- Four de cuisson
- Foyer auxiliaire (broyeur cru) par une conduite aérienne
- Sécheur par une conduite aérienne (piquage)

La génération des filtres qui sont installés dans les lignes des productions de l'SBC sont très modernes, ce qui permet d'éliminer tous les éléments nocifs le tableau suivant clarifie les résultats des émissions de ce mois dans la 1<sup>ère</sup> ligne :

**Tableaux III.3.** Les résultats des émissions de mois de février dans la 1<sup>ère</sup> ligne

		la ligne N° 01				
La norme en mg/Nm <sup>3</sup>		30	1500	500	150	
le mois	semaine N°	poussière de la tour	Poussière de kk	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	CO
Février	1	22	4	226	8	47
	2	25	4	267	7.5	45
	3	15	4	255	6	42
	4	16	4	270	7	51
moyenne de mois		19,50	4	229,50	7	46,25

### III.4. Les procédures de gestion des déchets au sein de la société :

L'ensemble du personnel doit respecter le principe de tri des déchets applicable sur le site. Chaque service est responsable de l'évacuation de ses déchets, conformément à la procédure de décharge.

L'évacuation des déchets se fait directement par les personnels affectés au service environnement dans une zone spécifique appelée : la zone transite de déchets.

Dans le cas au réintégré quelques déchets, il y a une autre procédure de réintégration s'appelé la valorisation des déchets interne (voire le).

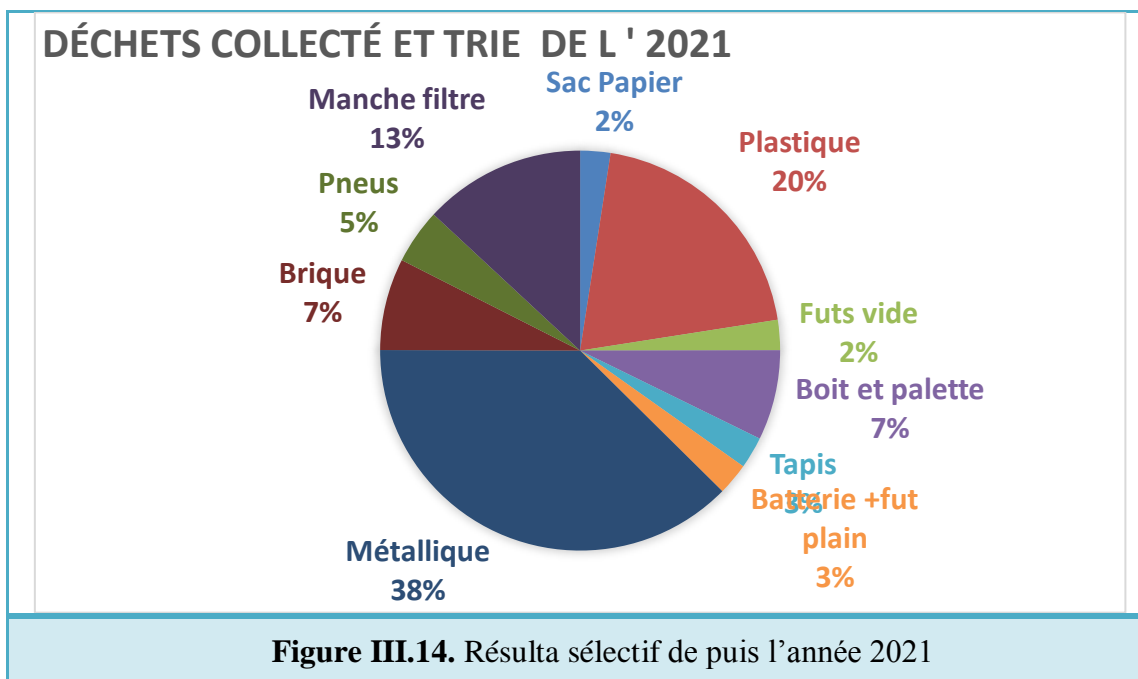
### III.5. Politique de la gestion des déchets:

Conformément les évolutions du cadre réglementaire, en particulier la loi relative à la transition énergétique, cette entreprise sont de plus en plus amenées à réfléchir sur les moyens de collecter, trier et valoriser leurs déchets. Pour répondre à cet enjeu majeur.

- S'informer sur les règles, les techniques, les services de traitement des déchets ;
- Sensibiliser le personnel à la gestion des déchets ;
- Réduire à la source la production de déchets ;
- Trier / stocker les déchets en entreprise ;
- Faire collecter ses déchets ;
- Faire valoriser ses déchets ;
- Organiser un suivi de ses déchets. [48]



**Figure III.13.** le sélective au sein de l'entreprise



### III.6. Les revenus de l'SBC à partie de déchet :

La notion de « valorisation des déchets », récurrente dans les pages qui suivent, présente l'avantage d'associer deux dimensions.

D'une part, la mise en valeur du déchet, qui en passant du statut de « déchet-rebut » à celui de « déchet-ressource » remplace d'autres matières premières, jusqu'à devenir parfois un « déchet-produit » et, effectivement, les processus de transformation et de requalification peuvent en faire un produit normé, doté d'une valeur marchande et donc commercialisable.

D'autre part, la notion englobe également la mise en valeur des activités et pratiques des acteurs liés à la récupération et au recyclage. Ceci implique une évolution des représentations professionnelles des acteurs du secteur, dont l'objet de travail et sa valeur viennent occuper une place nouvelle dans la société.

Cette approche nous permet de saisir en même temps les dimensions économiques, et les revenus d'entreprise dans ce domaine est très important le tableau III.4 exposé ces revenus.

## Chapitre III : Valorisation des déchets de BISKRIA CIMENT

**Tableaux III.4.** Les revenus de l'SBC à partie de déchet de l'année 2021

<b>Déchets vendus mensuellement depuis 2021 ; à l'entreprise EURL-EL IMTYEZ :</b>										
Le déchet	Sac	Plastique	Futs vide	Boit et palette	Tapis	Batterie +fut plain	Métallique	Brique	Pneus	Manche filtre
	Papier									
janvier-21	12,9	1,88	0	4,4	0	0	16,42	19,36	1,56	0
février-21	0	3,38	0	4,22	0	0	0,94	0	0	69,18
mars-21	0	5,86	5,8	8,14	6,8	0	31,26	0	8,54	0
avril-21	0	5,46	5,8	8,12	6,8	0	54,58	0	8,54	0
mai-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
juin-21	0	4,9	1,3	4,92	0	7,94	2,66	0	3,98	0
juillet-21	0	56,52	0	0	0	0	0	0	0	0
août-21	0	10,56	0	0	0	3,26	0	0	0	0
septem-21	0	9,74	0	0	0	0	73,48	19,92	0,9	0
octobre-21	0	2,8	0	0	0	0	0	0	0	0
novem-21	0	2,54	0	8,72	0	2,48	8,06	0	0	0
décemb-21	0	2,6	0	0	0	0	11,6	0	0	0
<b>TOTAL 2020/2021</b>	<b>12,9</b>	<b>106,24</b>	<b>12,9</b>	<b>38,52</b>	<b>13,6</b>	<b>13,68</b>	<b>199</b>	<b>39,28</b>	<b>23,52</b>	<b>69,18</b>
<b>dechets en Kg</b>	<b>12900</b>	<b>106240</b>	<b>12900</b>	<b>38520</b>	<b>13600</b>	<b>13680</b>	<b>199000</b>	<b>39280</b>	<b>23520</b>	<b>69180</b>
			860 unit			62 unit				
<b>le prix kg / kda</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>400</b>	<b>22</b>	<b>18</b>	<b>600</b>	<b>25</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>3</b>
	<b>154800</b>	<b>2124800</b>	<b>344000</b>	<b>847440</b>	<b>244800</b>	<b>37200</b>	<b>4975000</b>	<b>117840</b>	<b>376320</b>	<b>207540</b>
									La somme en kda	9429740



# Chapitre IV

Calcul de l'incinération  
des huiles usagées dans  
le four

### INTRODUCTION

Les déchets (matières organiques) sont traités par la technologie de l'incinération, utilisée depuis l'Antiquité du fait de son développement dans le cadre d'un travail en commun.

L'objectif principal de notre projet de fin d'études est d'étudier la faisabilité d'une solution de valorisation énergétique des déchets par incinération

#### IV.1. Définition de l'incinération :

L'incinération des déchets est définie comme la combustion de déchets solides et liquides dans des installations d'incinération. Ces installations modernes de combustion de déchets ont toutes des colonnes et des chambres de combustion qui tournent à des températures élevées, des temps de séjour prolongés et un dispositif d'agitation efficace tout en laissant entrer l'air pour obtenir une combustion plus complète. L'incinération et la combustion de déchets à l'air libre sont des sources d'émission de gaz à effet de serre, à l'instar d'autres formes de combustion. Les gaz émis sont le CO<sub>2</sub>, le méthane (CH<sub>4</sub>) et l'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O). Les émissions de CO<sub>2</sub> de l'incinération des déchets sont plus importantes que les émissions de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O. [49]

Dans ce chapitre, nous réalisons une étude sur élimination des huiles usées, en même temps, il est valorisé d'une manière respectueuse de l'environnement.

L'étude supportait de la possibilité d'utiliser les huiles usées sous forme de combustible, pouvant être injecté dans le four.

Afin de se valoriser les huiles usagées d'une part, et réduisant la consommation de gaz naturel d'autre part.

#### IV.2. L'incinération des huiles usagées :

Les émissions provenant de la combustion des huiles usagées reflètent les variations de composition des huiles usagées. Les polluants potentiels comprennent le monoxyde de carbone (CO), les oxydes de soufre (SO<sub>x</sub>), les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), matière particulaire (PM), particules de moins de 10 micromètres (PM-10), métaux toxiques, matières organiques composés, le chlorure d'hydrogène et les gaz à effet de serre (dioxyde de carbone [CO<sub>2</sub>], méthane [CH<sub>4</sub>]). [50]

### IV.3. Les étapes de l'incinération : [51]

- ✓ Stockage
- ✓ préparation
- ✓ alimentation du four
- ✓ séchage
- ✓ combustion
- ✓ extinction
- ✓ évacuation

Comment réaliser la combustion de déchets ?

Il est nécessaire de contrôler trois facteurs : C'est la règle des 3T.

#### IV.3.1. Température de combustion :

Le PCL ne dépend que de la composition chimique du combustible. En pratique, les produits dont le PCL est supérieur à 3500 Kcal/kg sont dits auto-combustibles. Cette température est en générale de l'ordre de 1000°C mais elle peut varier entre 500 et 600°C pour des « gaz facile » et 1400°C pour des « composés difficiles ».

Le cas des huiles usagées qui contient le PCL, Il répondra aux besoins d'un four qui nécessite ce degré à 1450 °C.

#### IV.3.2. Temps de séjour :

En pratique, le temps de séjour moyen est déterminé par le rapport  $ts = Q/V$ , entre le débit volumique de gaz Q produit par la charge incinérée et le volume V de la chambre de combustion. Pour les solides ts dans le four peut varier entre une demi-heure et trois heures et en moyenne 60 minutes et Pour les liquides, ts est pratiquement réduit à quelques secondes. Le temps de séjour est la durée pendant laquelle les molécules sont exposées aux hautes températures.

#### IV.3.3. Turbulence :

La turbulence permet le mélange intime des combustibles et de l'air comburant. Elle peut être réalisée :

- ✓ Soit directement dans les bruleurs par injection d'effluents (C'est notre objectif)
- ✓ Soit dans les fours par des aménagements divers

#### IV.4. Les divers systèmes de récupération des huiles usagées :

Les huiles usagées noires ou claires peuvent être récupérables et valorisables sous forme de deux systèmes [52] :

- Système de récupération sous forme d'une huile de base, prête à être un nouveau lubrifiant pour moteur, et machine industrielles.
- Système de valorisations énergétiques, sous différentes voies, soit pour l'obtention de chaleur, applicable dans les cimenteries, les raffineries etc. Soit comme un combustible utilisé en équipement de cogénération pour la production d'électricité, la fabrication de ciment, et en usine de production de conglomerat bitumineux.

#### IV.5. Classification des huiles utilisées par l'SBC

##### IV.5.1. Les huiles de l'EMR :

De plusieurs huiles sont utilisées qui se transforment en huiles noires quel sera notre objectif :

Huile	SAE10	SAE30	SAE90	HUILE 150	15W40
Densité	0.88	0.867	0.855	0.872	0.882
Qtt (l/ mois)	3200	2400	1230	800	4020

##### IV.5.2. Les huiles industrielles :

Huile	Huile minéral Iso Vg 320	Huile hvi- pressol.46	Huile minéral Iso Vg 220	Huile hydraulique Iso Vg 68	Huile hydraulique Iso Vg 46
Densité	0.8733	0.919	0.8778	0.888	0.867
Qtt (l/ mois)	1000	200	200	400	800

#### IV.6. Les huiles usagées de l'SBC :

Les huiles usées sont toutes les huiles à base de pétrole ou des huiles synthétiques qui ont déjà servi. Pendant son utilisation, l'huile peut devenir contaminée par de l'eau, des produits chimiques, des particules métalliques et des souillures, ce qui mène à une dégradation de ses propriétés et à la nécessité de la remplacer par une huile neuve.

Elles représentent un pourcentage important dans la totalité des huiles usagées, elles sont obtenues par un mélange des résidus lourds. Le traitement de ces huiles noires est plus difficile et complexe, à cause de leur forte dégradation et la présence de contaminants.

## Chapitre IV Calcul de l'incinération des huiles usagées dans le four

Les huiles noires sont récupérables par des prestataires spécialisés dans des lieux dédiés, pour produire de l'huile de base destinée à la lubrification des moteurs, ou pour incinérées en cimenterie et autres matières. [53]

**Tableaux IV.1.** Classement des huiles usagées par catégorie. [54]

Catégorie	Exemples
<b>Huiles noires</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• huiles moteurs usagées</li><li>• huiles entières industrielles utilisées par exemple pour la trempe des métaux</li><li>• le laminage</li><li>• le tréfilage</li><li>• les fluides caloporteurs</li><li>• etc.</li></ul>
<b>Huiles claires</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• circuits hydrauliques</li><li>• amortisseurs</li><li>• transformateurs (sans PCB)</li><li>• usinage</li><li>• graissage</li><li>• etc.</li></ul>
<b>Huiles de vidange moteur</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• huiles de vidange</li></ul>



**Figure IV.1.** Récupération des huiles usagées par le collecteur

### IV.7. Qu'est-ce que le pouvoir calorifique ? [55]

Le pouvoir calorifique correspond à l'énergie dégagée sous forme de chaleur lors de la combustion d'un combustible, qu'il s'agisse de bois, de gaz, de fioul, etc.

On distingue en général deux types de pouvoir calorifique :

- Le pouvoir calorifique supérieur (PCS), c'est-à-dire l'énergie thermique dégagée par la combustion d'un kilo de combustible, qui comprend à la fois la chaleur sensible et la chaleur latente (contenue dans la vaporisation de l'eau) ;
- Le pouvoir calorifique inférieur (PCI) qui, lui, ne prend pas en compte la chaleur latente.

Généralement, dans les énergies de chauffage, seul le PCI est mentionné.

#### IV.7.1. Le calcul du PCI :

Pour parvenir à calculer le PCI d'un combustible, il faut partir de son PCS. Ce dernier peut être calculé en faisant brûler complètement les combustibles dans des conditions de laboratoire.

Une fois cette valeur connue, il faut en déduire la valeur de chaleur latente, celle qui est contenue dans la vaporisation de l'eau. Cette valeur de chaleur latente est fixée par convention à 2257 kJ/kg, sous une pression atmosphérique normale et à une température de 100°C.

Le PCI s'exprime lui aussi en kilojoule (kJ) par kilo ou par litre. Il peut aussi être exprimé en kWh/kg.

#### IV.7.2. Le PCI de différents combustibles :

La composition chimique de chaque combustible a une influence sur son pouvoir calorifique. Chaque combustible présente donc un pouvoir calorifique différent. La qualité du combustible peut également avoir une influence sur le pouvoir calorifique.

Le **pouvoir calorifique du fioul** peut aussi légèrement varier selon le rendement de l'installation, le type d'installation, ainsi que l'isolation du logement .

### IV.8. Aperçu sur la densité moyenne des huiles :

La densité est une valeur qui caractérise surtout les liquides.

Elle est le rapport de la masse volumique de l'ingrédient choisi par rapport à celle de l'eau (à 20°C) ; la masse volumique étant une grandeur physique qui caractérise la masse d'un ingrédient par unité de volume.

La densité est utile pour mesurer les quantités de tous types de produits liquides.

Elle sert à convertir les masses en volumes et inversement pour adapter la recette au matériel dont vous disposez (balance, éprouvette graduée, pipette graduée). [56]

### IV.8.1. Calcul de densité dans laboratoire

#### a) Appareillages :

- Balance analytique.
- Eprouvette.

Quantité d'huile 1.5 L dans une bouteille.

#### b) Mode opératoire

Avec une pompe manuelle nous avons pris un échantillon d'huiles usagées d'après l'EMR, les huiles noires sont trouvées dans un Bach à huile au sous-sol, pour récupérer les huiles des vidanges.

#### c) Etapes sur chantier :

- En toute sécurité, ouvrir le couvercle du Bach à huile.
- Tirer les huiles vers une balle bien fixée sur un support
- Nettoyer les équipements avec un chiffon
- Verser l'huile dans la bouteille
- Vérifier que le couvercle du Bach à huile est bien fermé.

#### d) Etapes sur laboratoire

- Verser le contenu de cette balle dans une éprouvette de litre (m1)
- Peser l'éprouvette, voici la masse **m1**
- N'oublier pas le poids d'éprouvette qui est connu, son poids **m2**.

#### e) Etape de calcul :

Calcul de la masse d'huile (m)

$$m = m_2 - m_1$$

$$m (\text{huile}) = 866.7 \text{ g}$$

$$d = m/v$$

$$d = 0.87 \text{ kg/l}$$



Figure IV.2. Tarage d'éprouvette



Figure IV.3. Poids d'éprouvette avec les huiles usées

#### IV.9. La contenance physique de rejets huile usagée de l'SBC :

La gestion des huiles usagées dans l'SBC ce fait par l'équipe de l'environnement, il y a des quantités que drège ver NAFTAL pour la régénération (les huiles de L'EMR) ; mais les huiles usagées industrielles ver le vent pour la valorisation et réutilisation par un prestataire EURL-EL IMTYEZ, les tableaux clarifie ces quantités :

**Tableaux IV.2.** Huiles usagées de l'SBC ramasser par à l'entreprise NAFTAL

La date	Désignation	Quantité (T)	Totale Qtt
12/09/2021	huiles usagé EMR	5,74	<b>99.64 en tonne</b>
11/10/2021	huiles usagé EMR	5,6	
17/10/2021	huiles usagé EMR	0,6	
26/10/2021	huiles usagé EMR	5,46	
11/11/2021	huiles usagé EMR	5,82	
21/11/2021	huiles usagé EMR	1,46	
22/11/2021	huiles usagé EMR	5,82	
08/12/2021	huiles usagé EMR	11,62	
21/12/2021	huiles usagé EMR	11,7	
13/01/2022	huiles usagé EMR	5,68	
30/01/2022	huiles usagé EMR	5,76	
02/02/2022	huiles usagé EMR	3,08	
20/02/2022	huiles usagé EMR	3,32	
02/03/2022	huiles usagé EMR	5,54	
13/03/2022	huiles usagé EMR	3,48	
15/03/2022	huiles usagé EMR	4,88	
03/04/2022	huiles usagé EMR	5,38	
17/04/2022	huiles usagé EMR	2,78	
24/04/2022	huiles usagé EMR	5,28	



**Tableaux IV.3.** Huiles usagées de l'SBC ramasser par à l'entreprise EURL-EL  
IMTYEZ

Le déchet	fut plain en tonne
juin-21	7,94
août-21	3,26
novembre-21	2,48
<b>TOTAL</b>	<b>13,68</b>

Nous fixons la quantité des huiles usagée, dans ce cas en peu assuré la continuité d'injection par une fréquence qui détermine par la valeur de **pouvoir calorifique du fioul**

$$\rho = m/V$$

$$\Rightarrow V = m/\rho$$

$$\text{En a } m = 13,68 \text{ t} = 13680 \text{ kg}$$

$$\rho = 0.87 \text{ kg/l (par pratique au laboratoire)}$$

$$\text{Donc : } V = m/\rho$$

$$\Rightarrow V = 13680/0.87 = 15724.14 \text{ L}$$

Donc pour assurer la continuité d'injection journalière il faut calculer comme suite :

$$15724.14 / 365 \text{ jours (production annuelle des huiles usagée)}$$

Donc : **43 L par jour (43 l/j)** c'est le débit d'injection journalier **pour** continuité d'injection toute l'année.

#### IV.9. Calcule de l'énergie fournie d'huile et huile usée:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

**Q** : représente la quantité d'énergie transférée en joules (**J**)

**m** : représente la masse de la substance en grammes (**g**)

**c** : représente la capacité thermique de la substance en **J/(g·°C)**

**ΔT** : représente la variation de température (**T finale – T initiale**) en °C

Le tableau ci-dessous donne une liste de la capacité thermique massique de diverses substances liquides, celle-ci mesurée dans des conditions standards à TAPN, c'est-à-dire à 25°C et à 101,3 kPa.

**Tableaux IV.4.** Exemple de l'énergie fournie dans quelques matières

Nom	Formule chimique	Capacité thermique massique (J/g.°C)	Nom	Formule	Capacité thermique massique (J/g.°C)
Antigel		2.20	Hexane	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	2.27
Eau	H <sub>2</sub> O	4.19	Huile		1.29
Éthanol	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	2.50	Mercure	Hg	0.139
Éther		2.20	Octane	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	0.140
<b>GNL</b>	(CH <sub>4</sub> /C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	9360 Kcal/Nm <sup>3</sup>	<b>Fioul</b>	Le fioul est un alcane de formule générale C <sub>n</sub> H <sub>2n+2</sub>	

#### IV.10. Le pouvoir calorifique des combustibles liquides Fioul :

Les fiouls lourds ont une plus haute viscosité que les fiouls domestiques. Ils sont principalement utilisés par les industriels et dans les centrales thermiques, est les équipements des cimenteries, le tableau suivant affiche certaines valeurs de pouvoir calorifique :

**Tableaux IV.5.** Le pouvoir calorifique des combustibles liquides Fioul

Combustibles liquides	Pouvoir calorifique inférieur (PCI) (kWh/L)
Fioul extra-lourd	10,7
Fioul lourd	10,6
Fioul moyen	10,5
Fioul léger	10,1
Gasoil de chauffage (ou fioul domestique)	9,9
Moyenne de ces types	10. 36

##### IV.10.1.Principe de conversion PCS/PCI : [57]

**Par convention,** le pouvoir calorifique inférieur se calcule en déduisant du pouvoir calorifique supérieur la chaleur latente de vaporisation de l'eau formée au cours de la combustion, soit 2 511 kJ/kg.

Le rapport entre PCS et PCI dépend de la part de vapeur d'eau issue de la combustion, donc de la proportion d'hydrogène présente dans le produit combustible initial. Ainsi, le gaz

naturel présente une différence PCS/PCI plus importante que le fioul ou le charbon, par exemple.

Vous trouverez ci-dessous les rapports entre pouvoir calorifique supérieur et pouvoir calorifique inférieur pour les principaux combustibles :

- **Le « rapport PCS/PCI » indique le facteur multiplicateur à appliquer au PCI pour obtenir le PCS** : par exemple, pour le gaz naturel, le pouvoir calorifique supérieur correspond au pouvoir calorifique inférieur multiplié par **1,115** ;
- **Le « rapport PCI/PCS » indique le facteur multiplicateur à appliquer au PCS pour obtenir le PCI**. Si l'on reprend l'exemple du gaz naturel : le pouvoir calorifique inférieur correspond au pouvoir calorifique supérieur multiplié par **0,896**.

**Tableaux IV.6. Le PCS et le PCI et le rapport entre le deux du (Gaz naturel et Fioul domestique)**

Combustible	PCS (MJ/kg)	PCI (MJ/kg)	Rapport PCS/PCI	Rapport PCI/PCS
Gaz naturel	42,5	38,1	1,115	0,896
Fioul domestique	45,9	43,0	1,067	0,937

### IV.11. Système d'injection des huiles usée dans le four :

Dans le souci d'optimiser le coût de production du clinker, la SCB-LAFARGE a entrepris des essais d'injection des huiles usagées à la tuyère depuis des années pour substituer le combustible principal cher qui est actuellement le petcoke, utilisé à plus de 50% à la tuyère. Avant, ces huiles étaient mélangées avec le fuel qui était en ce temps, le combustible principal pour être injectées. Mais une étude est faite et a montré qu'elles peuvent être brûlées seules. Dès lors l'usine a commencé à les injecter sans les mélanger. Un choix d'une pompe de puissance électrique 5.5KW a été fait juste pour les conduire. L'un des problèmes est que la pression de service, pour une meilleure combustion, n'est pas atteinte. L'objectif de notre étude a été d'abord de dimensionner un circuit d'injection des huiles usagées à la tuyère ; ces huiles qui devraient être préchauffées à une température de 110°C avant d'être injectées à la tuyère et pour cette raison nous avons opté pour un dimensionnement d'un préchauffeur. Ensuite d'évaluer les impacts d'utilisation de ces huiles sur le taux de substitution en AF (Alternatives Fuel) à la tuyère et enfin de faire les études de sourcing. De cette étude, il est ressorti que la pompe capable de conduire les huiles usagées à la tuyère à la pression de service et au débit envisagé, a une puissance hydraulique avoisinant 3KW ; une pompe alternative triplex est adéquate pour cette mission selon le diagramme de sélection des pompes. En injectant un débit 0,83Kg/s des huiles usagées, cela représente

74,56% des 50% de petcoke à la tuyère. Ce qui permet à la SCB-LAFARGE d'économiser en moyenne une somme de cent treize millions sept cents vingt-quatre mille par mois (113.724.000FCFA/mois) sur le coût de production avec le petcoke vu que pour l'instant ces huiles sont livrées à zéro franc. Pour le préchauffeur l'usine envisage l'option d'un préchauffeur électrique ; sa puissance est de 141,1KW. Nous avons fait une proposition d'une commande de deux réchauffeurs avec thermoplongeurs de puissance 72KW chacun que nous mettrons en parallèle vu la variation du débit qui sera injecté suivant la disponibilité des huiles. [58]

### IV.11.1. Etude d'un système d'injection d'huile compatible de four A de SBC:

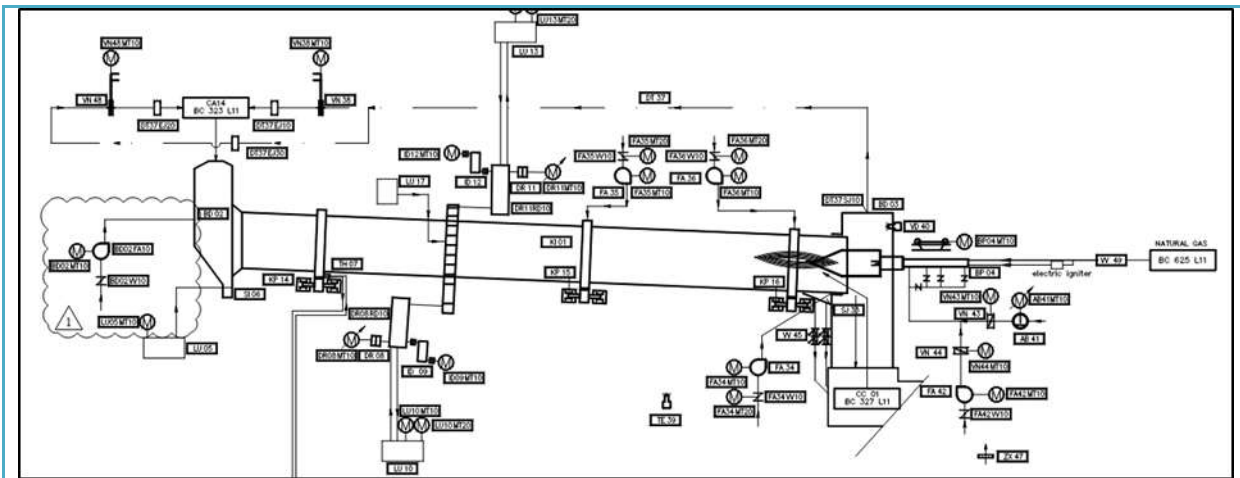


Figure IV.4. Four de cimenterie SBC

### IV.12. Simulation d'une incinération :

La simulation numérique de la combustion dans le four retarife de l'SBC. Le modèle mathématique développé est adapté au cas de la combustion d'une charge circulant sur le brûleur du four cimenterie. Il fournit, entre autres, les données d'entrée nécessaires à la simulation numérique de l'écoulement réactif des fumées (huiles usagées) dans le capot de chauffe et la boîte à fumé d'un four. Les résultats de ces simulations numériques sont présentés dans les deux paragraphes suivants :

IV.12.1. Conception d'un injecteur des huiles dans four :

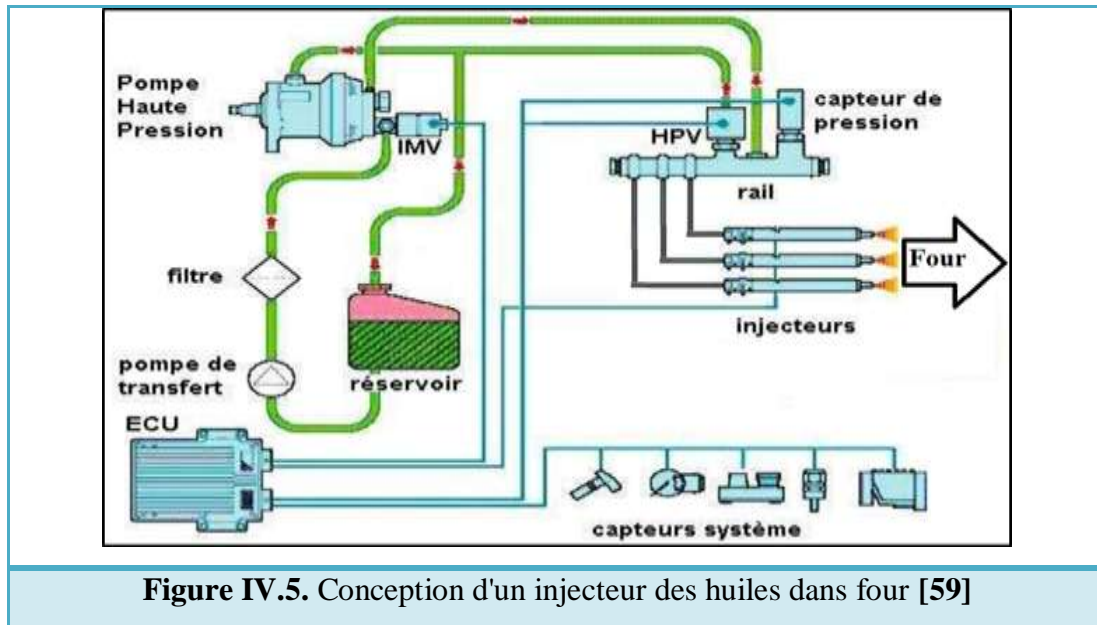


Figure IV.5. Conception d'un injecteur des huiles dans four [59]

IV.12.1.1. Calcul de pression d'injection :

La recherche des conditions d'injection optimale permet d'augmenter la cadence de production et vérifier la capacité de la presse d'injection utilisée (pompe haute pression), tout en gardant une masse minimale du produit fini tout en préservant une qualité acceptable des articles produits. Le bon choix des paramètres de réglage de la pompe haute pression d'injection est un facteur clés du succès de la transformation des huiles en vapeur.

De nombreux outils d'optimisation liés au procédé peuvent être envisagés comme le plan d'expérience où les paramètres (débit de GNL, pression, temps de maintien, contre pression) sont pris en considération. Cet outil a servi pour modéliser le procédé d'injection. La connaissance des paramètres **optimisés** permet de prédire la capacité des d'injecteurs utilisée et d'optimiser la production au sein de four.

Pour déterminer la pression d'injection des huiles usées ; il faut concevrez les paramètres de marche de conduites de four et de la pression.

Donc la pression d'injection donnée par les opérateurs de salle contrôle avec des autocapteurs qui fais cette calcule.

### IV.12.1.2. Installation de system injection complète :

Nous essayons d'obtenir à la fois expérimental et théorique est consacré à la modélisation de l'incinération. Comme ce qui suit :

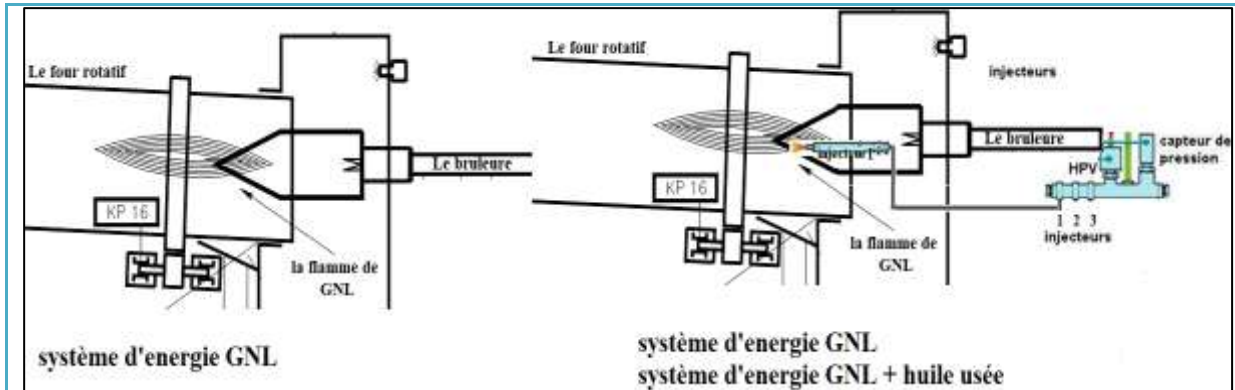


Figure IV.6. Installation de system injection complète.

#### IV.12.1.2.1. Dimensionnement d'injection :

La fonction du système Common Rail est d'injecter une quantité précise d'huile usée pour chaque four. La commande électronique de l'injecteur permet de réaliser des injections pouvant se décomposer en plusieurs petites injections, ce qui améliore la qualité de la combustion et diminue les émissions polluantes. Les huiles est directement injecté dans le four, il ne passe pas par une préchambre de combustion comme c'est le cas pour l'injection indirecte. Pour que la combustion se réalise correctement l'huile est pulvérisé à très haute pression créant de fines particules. La pression d'injection peut varier, selon le point de fonctionnement du moteur, entre 200 et 1800 bars. L'huile est stockée et pressurisée dans une rampe commune 6 à laquelle chaque injecteur est relié par l'intermédiaire d'un tube. Le système d'injection Common Rail est constitué principalement de cinq éléments, qui agissent tous sur l'évolution de la pression au sein du rail. Chacun d'entre eux est décrit ci-dessous afin d'en comprendre le principe de fonctionnement et le rôle, pour ensuite être plus détaillé dans la partie modélisation.

#### IV.12.1.2.2. Dimensionnement du bac de rétention et mis en place de la pompe appropriées :

Selon notre besoin le bac de rétention d'une capacité du volume du réservoir le plus grand de 10 m<sup>3</sup>. Choix de pompe de 20 bars, pour la pulvérisation impeccable.

Ces bacs de rétention ou plateformes de rétention sont des équipements adaptés au stockage à 100 %.



**Figure IV.7.** système d'injection huiles usagées dans le four (autre cimenterie)

#### **IV.13. Le bénéfice de l'injection des huiles usées dans le four de cimenterie :**

La valorisation énergétique des déchets (huiles usagées) est un levier important de la transition énergétique impliquant la mobilisation de toutes les sources d'énergie alternatives.

L'incinération avec valorisation énergétique

Elle consiste à récupérer la chaleur dégagée par la combustion des éléments combustibles contenus dans les déchets (huiles usagées). Cette chaleur, récupérée initialement sous forme de vapeur sous pression, va ensuite être : la cuisson de clinker dans ce cas.

L'incinération est appropriée pour gérer les déchets spacieux dangereux comme les huiles usagées, où les sites de décharges sont très difficiles à trouver. Un point qui a son importance dans les usines comme la cimenterie SBC, Les déchets étant brûlés, il n'est pas nécessaire de les stocker et de les traiter pendant de longues années.

**conclusion  
général**



# Conclusion général

## CONCLUSION GENERAL

Le ciment est fabriqué avec une matière première concassée et séchée puis broyée avant d'être transformée en clinker dans un four rotatif. Le clinker est ensuite refroidi, puis broyé avec d'autres éléments additifs (gypse, calcaire...) pour donner le ciment que l'on utilise dans les différents travaux de construction. La production de ciment qui résulte, plusieurs types des déchets et puis L'incinération est un processus d'oxydation à température très élevée, basé sur la combustion des déchets en présence d'un excès d'air.

Les activités de ramassage et de récupération des déchets semblent donc être marquées par un paradoxe qui la rend répugnante et profitable en même temps. À toutes les époques, le rapport au déchet paraît soumis à cette double dimension de l'éloignement et de la proximité.

Dans un objectif d'amélioration des conditions environnementales et d'hygiène de l'entreprise, qui cherche à développer ce domaine et réduire la consommation calorifique de GPN, il explore l'optimisation dans la valorisation des huiles usagées. Nous effectuons un système complet de réduction de la consommation de gaz par l'injection des huiles énergétiques.

Les moyens permettant de traiter les déchets font des débats d'ordre écologique. Les industries de recyclage ne sont pas les seuls concernés. L'utilisation d'un incinérateur de déchets par le grand public ou des collectifs font également partie des cas à analyser. Que ce soit pour des usines ou des villes, les enjeux sont nombreux. Notre travail a ainsi étudié les possibilités et les points positifs et négatifs de l'incinération des huiles usagées dans le four de la cimenterie de l'SBC. L'incinération constitue une valorisation des déchets en les brûlant.

Les huiles usagées servent alors de combustible au lieu d'utiliser du gaz, Tous les calculs nécessaires nous ont permis de faire comment se fonctionnent le système de valorisation des huiles usagées. En d'autres, il s'agit d'une production d'énergie.

Nous trouvons que nous pouvons brûler les huiles usées et les valoriser sous forme d'énergie.

## References bibliographies

- [1]: [https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ALHEKayrwTMJ:https://issuu.com/objectif-developpement/docs/revuespd10\\_ciment\\_fr+&cd=2&hl=ar&ct=clnk&gl=dz](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ALHEKayrwTMJ:https://issuu.com/objectif-developpement/docs/revuespd10_ciment_fr+&cd=2&hl=ar&ct=clnk&gl=dz)
- [2]: Documentations de l'usine Biskria cimenterie SPA
- [3]: A. ZENNOUCHE, C. BENMAHFOUD, « Compatibilité ciment au laitier-super plastifiants. Application à l'étude du comportement rhéologique et physico-mécanique des BAP », Mémoire de Master, Université M'HAMED BOUGARA, Algérie, 2016.
- [4]: 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, 2015/2016.
- [5]: J.M.Auvray, "Elaboration et caractérisation à haute température de bétons réfractaire à based'alumine Spinelle" thèse de doctorat, université de Limoges Science et technologie de santé 2003.
- [6]: journal officiel de la République Algérienne N° 27. 26 , Rajab 1437 , 4 mai 2016.
- [7]: M. yasmine, «Recyclage d'un déchet industriel (poussière de By-pass)», Mémoire de Master, Université Mohamed Khider de Biskra, 2019.
- [10]: Y. Mohamed, contribution à la valorisation d'un déchet de cimenterie (ciment hydraté) pour l'élaboration d'un nouveau ciment, mémoire de master en Génie Civil, 2015/2016.
- [8]: [https://www.memoireonline.com/11/12/6476/m\\_Etude-de-l-influence-de-l-ajout-de-la-pouzzolane-sur-les-caracteristiques-physico-chimiques-des-ci4.html](https://www.memoireonline.com/11/12/6476/m_Etude-de-l-influence-de-l-ajout-de-la-pouzzolane-sur-les-caracteristiques-physico-chimiques-des-ci4.html)
- [9]: Jacqueline André Hertig, étude d'impact sur l'environnement, page 173, 174 ,176, édition 2006.
- [11]: Documentation de Connaissance cimentières, Chimie fabrication du ciment, Chef de poste Algérie, 2014.
- [12]: M. Henen, Etude comparative des clinkers de l'ouest Algérien : Analyse Physico-chimique et Applications, mémoire de master en Chimie Physique et Analytique, 11 Septembre 2013.
- [13]: B. afef, Synthés et caractérisation de silicates de calcium hydratés (C.S.H) hybride, mémoire de master en génie de procédé, 2013
- [14]: O. Fouad, «Optimisation des extractions By-pass et injection dans le circuit de broyage ciment», Mémoire de Master, Université Mohamed Khider de Biskra, 2020.
- [15]: GHOMARI. F. "Science des matériaux de construction". Cour en ligne, site Web - Université de Tlemcen, 2006.
- [16]: Hadj sadouk, ciment portland, 2011.
- [17]: Ciment calcia, fabrication du ciment.

## References bibliographies

- [18]: Groupe Industriel des Ciments d'Algérie : Historique de la production du secteur public de ciment, <http://gica.dz/>
- [19]: B. Bounabe Ayache, Automatisation du stackeur et le moteur four; Rapport de stage à ERCE et SCHB, 2006-2007.
- [20]: Mohammed Rafiq KADRI ; Soumia ROUIGUEB et HadjerAbir CHIKH. « Contribution à la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> et de la consommation énergétique dans l'industrie cimentaire par l'amélioration d'un système de production : Cas de la cimenterie de Béni-Saf». Université Abou bekrBelkaid – Tlemcen. Mémoire de master. 2017
- [21]: Le processus de la fabrication de ciment, lafarge ciment division
- [22]: Documentation de la cimenterie de Hamma Bouziane; Le ciment portland.
- [23]: B. Thiziri, DJ. Kahina, «La gestion des déchets industriels : Cas de la zone industrielle Aissat Idir de Tizi-Ouzou», Mémoire de Master, Université MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU, 2017.
- [24]: F. BOELHY, « QSE Région Nord Est », group SNEF, guide des déchets.
- [25]: Khemissi Redouane «Caractérisation et choix d'une filière de traitement des déchets ménagers et assimilés de la ville d'Oran» thèse de Magister Université d'Oran 2013-2014.
- [26]: SAADANI Sabrina « Comportement des bétons à base de granulats recycles» thèse de Magister, Université Mentouri de Constantine.
- [27]: DR, M. Benabid (protection de l'environnement gestion des déchets solides. Année 2014/2015, université de batna.
- [28]: SPERANDIO K « identification des facteurs mobilisateurs des stratégies de gestion des déchets ménagers mises en œuvre par les collectivités locales» thèse de doctorat, l'institut national des sciences appliquées de Lyon, 2001.
- [29]: MELLE.AIT MAAMAR CHAHRAZED, MR. KECHOUT AGHILAS, Contribution à l'étude d'état de la gestion des déchets ménagers et assimilés dans la commune de Tizi-Ouzou, mémoire master en gestion des déchets solides.
- [30]: Karim Ouamane, DG L'AND au service de la gestion des déchets industriels Alger, 25 mai 2017.
- [31]: la filiere traitement des déchets: « déchets, mode d'emploi », 2012.
- [32]: Barkat Abderezzak «valorisation des déchets de brique dans la réalisation des ouvrage en béton » thèse de Magister Université Kasdi Merbah Ouargla 2006-2007.
- [33]: «lexique déchet », 2004.

## References bibliographies

- [34]: Prescrivez le tri des déchets de chantier sur vos opérations, disponible en ligne sur le site : [www.cnidep.com](http://www.cnidep.com).
- [35]: F. HABIB, «Valorisation des granulats recyclés de déchet des carreaux faïence dans la formulation des bétons autoplaçants», Mémoire de Master, Université M'HAMED BOUGARA –BOUMERDES, 2016.
- [36]: Franck BOELHY (QSE Région Nord Est), group SNEF, guid des déchets
- [37]: ELHAFIANE SIHAM Mémoire de fin d'études Gestion des déchets solides au niveau de la Commune Urbaine d'Agadir et leur impact sur le milieu naturel Le 01 Mars 2012
- [38]: Journal officiel de la république algérienne n ° 27 :4 rabie el aoul 1426 13 avril 2005.
- [39]: Loi n°01-19 du 12/12/2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, définit les principes de base qui conduisent à une gestion intégrée des déchets, de leur génération à leur élimination
- [40]: S. SAADANI, « comportement des bétons a base de granulats recycles », Mémoire de magister, université de Mentouri Constantine.
- [41]: DJ. Fatima Zohra, «Gestion des déchets et effluents liquides de la cimenterie de Sour El Ghozlane», Mémoire de Master, Université AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA, 2020.
- [42]: Léon crambade (vers une meilleure gestion des déchets industriels commission de développement durable). Année 2012.
- [43]: <https://recyclage.ooreka.fr/comprendre/valorisation-dechets>.
- [44]: <http://thesis.univ-biskra.dz/1000/3/chapitre%2001.pdf>
- [45]: Eau de Marseille environnement, Déchets passons UERT, [En ligne], disponible en ligne sur le site : <http://www.eauxdemarseille-environnement.fr/faq/faq4>.
- [46]: B. siham, «Etude, caractérisation et mise au point d'un combustible innovant à base des huiles de vidange», Mémoire de Magistère, Université M'HAMED BOUGARA – BOUMERDES, 2009.
- [47]: SIKA France (structuration et hydratation du ciment)
- [48]:<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:P7brVrKM1IJ:https://www.happyloop.fr/8-astuces-organiser-gestion-dechets-entreprise/+&cd=11&hl=ar&ct=clnk&gl=dz>
- [49]: M. Mohammed, B. Slimane Youcef «La simulation numérique de la pyrolyse des déchets ménagers et assimilés.», Mémoire de Master, Université de -Ain-Temouchent-Belhadj Bouchaib, 2021.
- [50]: <https://www.senat.fr/rap/o98-415/o98-41514.html>
- [51]: [https://www.emse.fr/~brodhag/TRAITEME/fich11\\_0.htm](https://www.emse.fr/~brodhag/TRAITEME/fich11_0.htm).

## References bibliographies

- [52]: B. Djamel, A. Mohamed amine «Régénération des huiles de moteur usagées par traitement acide», Mémoire de Master, Université de BLIDA 1, 2018.
- [53]: [http://chm.pops.int/Portals/0/Repository/batbep\\_guideline08/UNEP-POPS-BATBEP-GUIDE-08-18.French.PDF](http://chm.pops.int/Portals/0/Repository/batbep_guideline08/UNEP-POPS-BATBEP-GUIDE-08-18.French.PDF)
- [54]: <https://www.jungheinrich-profishop.be/be-fr/guide-pro/elimination-huile-usagee/>
- [55]: <https://www.proxi-totalenergies.fr/particuliers/actualites/comment-calculer-le-pouvoir-calorifique-dun-combustible>
- [56]: <https://www.aroma-zone.com/info/dossier-thematique/les-bases-de-calcul>
- [57]: <https://www.choisir.com/energie/articles/104520/quest-ce-que-le-pouvoir-calorifique>
- [58]: <https://biblionumeric.epac-uac.org:9443/jspui/handle/123456789/2667>
- [59]: Chr. gauthier «commande multivariable de la pression d'injection dans un moteur diesel common rail» thèse de doctorat, l'institut national des sciences appliquées de Lyon, 2007.