



Année Universitaire : 2016-2017



Master Sciences et Techniques : Géosciences et Environnement

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

Etude Environnementale
De la Briqueterie de Sidi Kacem

Présenté par:

ELYADINI Meriem

Encadré par:

-Mr. KHRISS Jamal, Directeur technique (B .S .k)
-Mr. SOUID AHMED Kacem FST – Fès

Soutenu le 18Juin 2016 devant le jury composé de:

- | | |
|---------------------------------|--------------------------|
| - Mr. SOUID AHMED Kacem | (Encadrant - FST) |
| - Mr. LAHRACH Abderrahim | (Examineur) |
| - Mr. BENAABIDATE Lahcen | (Examineur) |
| - Mr. CHAOUNI Abdel-Ali | (Examineur) |

Stage effectué à : B.S.K, (Briqueterie Sidi Kacem)





Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

Nom et prénom: ELYadini Meriem

Année Universitaire : 2016/2017

Titre : Etude Environnementale De la Briqueterie de Sidi Kacem)

Résumé

La brique est un produit de construction permanent et durable, elle permet de répondre à toutes les exigences de confort thermique et acoustique, de sécurité, et de flexibilité du bâtiment.

Ce produit est uniquement composées d'éléments naturels : argile, sable, eau, air et feu. Le processus de production n'inclut ni produits synthétiques, ni techniques de traitement chimique. mais le processus de fabrication est contenu par des principaux sources d'impacts sur l'environnement qui sont les séchoirs et les fours.

Ce travail porte sur l'influence d'impact de ces sources sur l'environnement.

Les fours, et les séchoirs, consomment une quantité importante de combustible qui entraîne, d'une part, la production de émissions atmosphériques dangereuses (exemple CO₂) dérivés de la combustion et, d'autre part, des émissions diffuses dans l'environnement liées au stockage (en fonction du type de combustible : coke de pétrole et fuel).

L'étude environnementale de la briqueterie vise à donner des méthodes utilisées pour prévenir, combattre la pollution et réduire les effets défavorables et d'assurer le respect des normes de qualité de l'environnement. (récupération des chaleurs et les réutilisé au séchoir, aménagement de carriers de matière première, Des filtres à gaz de fumée purifient les gaz de combustion émis. etc.)

Mots clés : Briqueterie, Séchoir, Fours, Combustibles, norme de qualité, Aménagement, filtres.

Dédicace

J'aimerais offrir ce modeste travail à :

A l'âme de ma grand-mère

A ma mère et à mon père que Dieu les préserve

A ma famille

A mes amis

A tous ceux qui m'ont appris un mot, une idée ou une leçon dans ma vie

A tous mes enseignants

A Toutes personnes que j'estime et Que je respecte.

Remerciement

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon encadrant Mr Khriss Jamal Directeur technique de la Briqueterie Sidi Kacem pour son suivi et son énorme soutien, qu'il n'a cessé de me prodiguer tout au long de la période de mon stage.

Mes sincères remerciements s'adressent à Mr Kacem Souid Ahmed mon encadrant de département de Géoressource et environnement pour son suivi durant la période de mon stage.

De même je dois une mention spéciale à tout le personnel de la Briqueterie qui n'a cessé de m'expliquer tous ce que je leur demanderais et de mettre à ma disposition tous les moyens nécessaires.

Je ne laisserais pas cette occasion passer, sans remercier tous les enseignants de la faculté de science et Technique de FES précisément du Master « Géoressource et environnement » pour leurs précieux conseils et pour l'intérêt qu'ils portent à notre formation.

Enfin, mes remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail.

SOMMAIRE

Remerciement

Liste de figure

Introduction générale

Chapitre I : Etude bibliographique

I. Généralités et définition

1. Argile :
2. Structure d'argile :
3. Types de minéraux argileux :

II. ARGILES ET INDUSTRIE

1. Introduction
2. Argiles pour la construction :
3. Composition des pâtes de brique :
4. Les éléments Dégraissants
5. Plasticité et liquidité de la pate argileuse

Chapitre II : Etude de secteur

- I. Situation géographique et cadre géologique général :
- II. Le site étudié :
- III. Les propriétés d'argile de site étudié

Chapitre III : Les phases de fabrication de brique

- I. L'extraction des matières premières
- II. Préparation
- III. Façonnage :
- IV. Séchage des produits
- V. Cuisson :
- VI. Principaux combustibles utilisés

Chapitre IV : l'étude d'environnement de briqueterie

- I. Introduction
- II. LES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT
 1. Impact sur l'environnement durant l'extraction et stockage d'argile
 2. Impact de broyage et mélange de la matière Premiers sur l'environnement
 3. Impact du moulage de la pâte sur l'environnement.
 4. Impact du Séchoir de brique sur l'environnement
 5. Impact du four sur l'environnement
 6. Impact liés a la consommation d'eau
 7. Impact de déchets
 8. Émissions générées en combustibles
 9. Impact de combustible de coke de pétrole sur l'environnement
- III. Les solutions adoptées pour respecter la réglementation
- IV. La Réhabilitation de site

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

WEBOGRAPHIE

ANNEXES

Liste des figures

FIGURE 1: COUCHE T ET O DES ARGILES	12
FIGURE 2: TYPES DES MINERAUX ARGILEUX	13
FIGURE 3: STRUCTURE CRISTALLINE DE LA KAOLINITE D'APRES BISH AND VON DREELE (1989). 14	
FIGURE 4: STRUCTURE CRISTALLINE DE L'ILLITE (GUALTIERI 2000).	14
FIGURE 5: STRUCTURE CRISTALLINE D'UNE SMECTITE (VIANI ET AL., 2002).....	15
FIGURE 6(A): TYPES D'EAUX DANS L'ARGILE	20
FIGURE 7: TYPES D'EAUX DE LA PATE ARGILEUSE.....	21
FIGURE 8: CARTES GEOGRAPHIQUES DE LA ZONE D'ETUDE.....	23
FIGURE 9: CARTE GEOLOGIQUE SIMPLIFIEE DE RIF	24
FIGURE 10: CARTE TOPOGRAPHIQUE DE SITE D'ARGILE	27
FIGURE 11: DIAGRAMME DE COMPOSITION MINARALOGIE D'ARGILE.....	28
FIGURE 12: GRAPHE DE COMPOSITION CHIMIQUE D'ARGILE.....	28
FIGURE 13: SCHEMA DESCRIPTIF DES PHASES DE PRODUCTION BRIQUE	30
FIGURE 14 : MOULEUSE	36
FIGURE 15: SCHEMA SIMPLIFIE DU FOUR TUNNEL	41
FIGURE 16: COMPOSITION CHIMIQUE DE COCKE DE PETROLE.....	43
FIGURE 17: COMPOSITION CHIMIQUE DE FUEL.....	44
FIGURE 18: ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX DE LA RECEPTION T DU STOCKAGE DES MATIERES PREMIERES.	47
FIGURE 19: ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX DU TRANSPORT D'ARGILE AU SEIN DU SITE.	48
FIGURE 20: ASPECT ENVIRONNEMENTAUX LIEES AU BROYAGE.....	48
FIGURE 21: ASPECT D'ENVIRONNEMENTAUX LIE AU MOULAGE	49
FIGURE 22: ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX LIEE AU SECHAGE	50
FIGURE 23: ASPECT ENVIRONNEMENTAUX LIEE AU FOUR	50
FIGURE 24: PROCESSUS DE FABRICATION DE BRIQUES ET ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX ASSOCIES	51
FIGURE 25: CLASSEMENT DES OPPORTUNITES DE PREVENTION DE LA POLLUTION	58
FIGURE 26 : STOCKAGE DU COKE DE PETROLE EN SILOS	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 27: RECUPERATEUR DE CHALEUR DE FUMEEES REJETEES PAR LE FOUR	65
FIGURE 28: RESTAURANT	69
FIGURE 29: LABORATOIRE	69
FIGURE 30: ESPACE VERT.....	69
FIGURE 31: ORGANIGRAMME DE B.S.K.....	74

Liste des photos

PHOTO 1: LA ZONE ETUDIEE UTILISEE (PHOTO SATELLITE)	27
PHOTO 2: BRISE MOTTES	31
PHOTO 3:VEHICULE EMPOTEURS D'ARGILE.....	32
PHOTO 5: DESAGREGATEUR.....	33
PHOTO 4:DOSSEUR	32
PHOTO 7: MOUILLEUR.....	34
PHOTO 6: BROYEUR	33
PHOTO 8: STOCK	34
PHOTO 9: L'EXCAVATEUR A GODETS	35
PHOTO 10:MALAXEUR.....	35
PHOTO 11: POMPE.....	37
PHOTO 12: COUPEUR.....	37
PHOTO 13: LANCEUR DROIT	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
PHOTO 14:POUSSOIR RENVOI D'ANGLE	38
PHOTO 15: SECHOIR	38
PHOTO 16: CHARGEMENT DE BRIQUES	39
PHOTO 17: FOUR TUNNEL.....	40
PHOTO 18: EMPILAGE ET STOCK DE PRODUIT FINAUX.....	42
PHOTO 19: OUTILS DU STOCKAGE DES COMBUSTIBLES	60
PHOTO 20: DEPOUSSIERAGE.....	63
PHOTO 21: REUTILISATION DES GAZ PRODUITS PAR LE FOUR DE CUISSON.....	65
PHOTO 22: UNE RANGEE DE BRULEURS A HAUTE VITESSE D'UN FOUR TUNNEL	67
PHOTO 23: COMPARAISON DE L'EMISSION DE BRUITS AVEC ET SANS MESURES CORRECTIVES	68
PHOTO 24: PHOTO SATELLITAIRE DE LA BRIQUETERIE.....	73

Liste des tableaux

TABLEAU 1: LES PRINCIPALES CONSEQUENCES LIEES A LA MINERALOGIE DE L' ARGILE (KORNMANN)	17
TABLEAU 2:LIMITES ADMISSIBLES D'UTILISATION DES ARGILES EN CERAMIQUE (KORNMANN, 2005)	18
TABLEAU 3: DIFFERENTES REACTIONS DURANT LA CUISSON.....	41
TABLEAU 4:COMPOSITION CHIMIQUE DE COKE DE PETROLE	43
TABLEAU 5: COMPOSITION CHIMIQUE DE FIOUL.....	44
TABLEAU 6: CONSEQUENCES ENVIRONNEMENTALE	52
TABLEAU 7:L'UTILISATION D'EAU DANS LES MACHINES	53
TABLEAU 8: DECHETS DE LA BRIQUETERIE	54
TABLEAU 9:LISTES DES POLLUANTS	55
TABLEAU 10: CONSOMMATION D'ENERGIE THERMIQUE EN FONCTION DE TYPE DE FOUR.....	56
TABLEAU 11: QUANTITE DES POLLUANTS DANS LES COMBUSTIBLES	56
TABLEAU 12: ETAPES SIMPLIFIEES DE REDUCTION DES EMISSIONS POLLUANTS	59
TABLEAU 13:UTILISATION DE COMBUSTIBLES PENDANT LA CUISSON.....	61
TABLEAU 14: GESTION DES DECHETS	62
TABLEAU 15: ETAPES DE NETTOYAGE SEC DES MACHINES	63

INTRODUCTION GENERALE

L'évolution du secteur de la construction, qui a enregistré un essor important dans la plupart des pays de la Méditerranée, constitue l'un des principaux facteurs d'influence sur la production des industries du secteur de la céramique de construction.

Au cours de ces dernières années, ce phénomène a fait du secteur de la céramique de construction l'un des plus importants en termes de production.

Les briques représentent une partie infime du secteur industriel de céramique. Il convient de souligner que la quasi-totalité de la production de briques du Maroc est consommée au sein même du pays, d'où le besoin d'importer des briques pour satisfaire la demande intérieure. Au cours des premiers mois de l'année 2005, le Maroc a réalisé une intervention à caractère protectionniste sur le secteur de briques afin de protéger le marché intérieur des importations.

Le brique est soit constitué par un seul minéral soit, par un mélange de minéraux appelés minéraux des argiles. Parmi ces minéraux, certains sont des minéraux argileux, ou encore argiles minéralogiques, d'autres sont des minéraux sont argileux comme des oxydes métalliques, des carbonates, des feldspaths et le quartz par exemple. Par ailleurs, ces minéraux des argiles se trouvent essentiellement sous forme de très petites particules généralement inférieures à 2 μm .

Ce mémoire s'articule autour de trois chapitres.

Le chapitre -I- de ce mémoire sera consacré à une étude bibliographique approfondie des argiles. La chapitre -II- aura pour délimiter la zone d'étude, La chapitre -III- Nous nous attachons à définir les phases de fabrication de briques et La Chapitre IV aura pour objectif de mentionner les différents impacts de briqueterie sur l'environnement et de fournir des solutions réelles en vue d'amorcer la minimisation à la source de phénomènes.



CHAPITRE I



ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Généralités et définition

L'objectif de ce chapitre est de présenter des notions de base sur la structure des minéraux argileux, comment elle détermine les propriétés physico-chimiques et aussi comment traite ces argiles dans le secteur industriel.

1. Argile :

L'argile désigne un matériau naturel composé principalement de minéraux à cristallites très fines. Sa composition chimique est très semblable à la décomposition moyenne de la surface de la terre, dans son ensemble, qui est composée au moins de 50% de silicate d'alumine plus ou moins hydratés.

Elle est caractérisée soit par une structure feuilletée (phyllosilicates) qui explique leur plasticité, ou bien une structure fibreuse (sépiolite et palygorskite) qui lui confère des qualités d'adsorption. Les autres éléments sont en général des oxydes, en plus de l'eau.

Il n'existe pas de définition unique du terme « argile ». Le mot « argile » englobe deux connotations, l'une liée à la taille des grains et l'autre à la minéralogie.

Le géologue ou le pédologue considère comme « argile » toute minérale de faible granulométrie, la limite étant fixée à 2 μm . Les ingénieurs s'attachent plutôt aux propriétés de plasticité des matériaux argileux quelque soit leur taille. Les céramistes caractérisent les argiles par leur comportement au feu.

2. Structure d'argile :

Les minéraux argileux constituent un groupe minéralogique complexe, ce sont des phyllosilicates ou des silicates en feuillets de taille inférieure à 2 μm . Cela signifie qu'ils sont formés par l'empilement de feuillets qui constituent un empilement de couches ; une ou deux couches tétraédriques, une couche octaédrique et un espace interfoliaire qui contient souvent des cations.

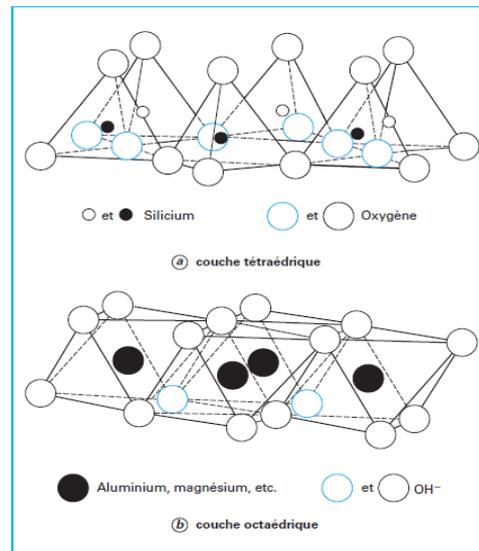


Figure 1: couche T et O des argiles.

On se basant sur leur structure, il est possible de distinguer les différents types de minéraux argileux par :

- Le nombre de couches d'octaèdres et de tétraèdres dans le feuillet élémentaire,
- L'équidistance dans les conditions naturelles,
- Les variabilités de cette équidistance sous l'action des traitements divers.

3. Types de minéraux argileux :

Les minéraux argileux sont formés par l'empilement des feuillets élémentaires constitués à partir de deux motifs de couches de base : une couche tétraédrique siliceuse et une couche octaédrique alumineuse.

L'association de ces deux motifs de couches conduites à quatre principaux types de minéraux :

- Minéraux à 7 Å: Le feuillet est constitué d'une couche tétraédrique et d'une couche octaédrique. Il est qualifié de T:O ou de type 1:1. Son épaisseur est d'environ 7 Å. A ce type correspond le groupe de la kaolinite ;
- Minéraux à 10 Å: Le feuillet est constitué de deux couches tétraédriques et d'une couche octaédrique. Il est qualifié de T:O:T ou de type 2:1. Son épaisseur est d'environ 10 Å ;

- Minéraux à 14 Å: Le feuillet est constitué de l'alternance de feuillets T:O:T et de couches octaédriques interfoliaires ;
- Minéraux interstratifiés: L'épaisseur du feuillet est variable.

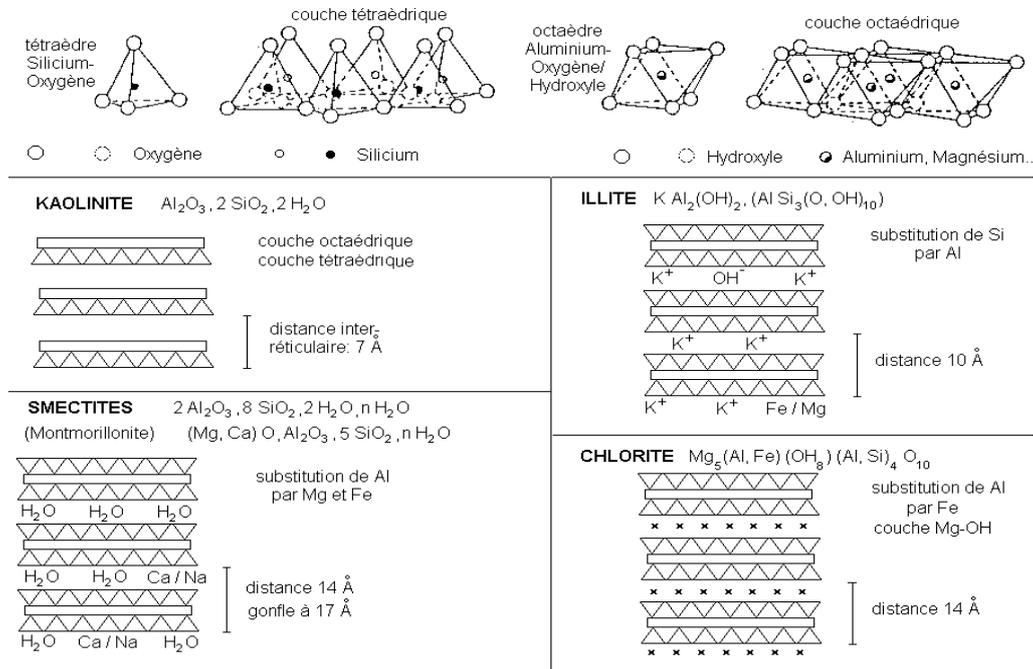


Figure 2:types des minéraux argileux

Kaolinite : $Al_2Si_2O_5(OH)_4$

Le feuillet de la kaolinite est toujours neutre, il n'y a pas d'absorption de cation et de composition chimique $(Si_2)(Al_2)O_5(OH)_4$ par demi-maille (Pedro, 1994).

Morphologiquement, la kaolinite se présente sous forme de particules hexagonales constituées par des empilements de feuillets. La faible capacité d'échange des kaolinites est due à des sites de surface amphotères.

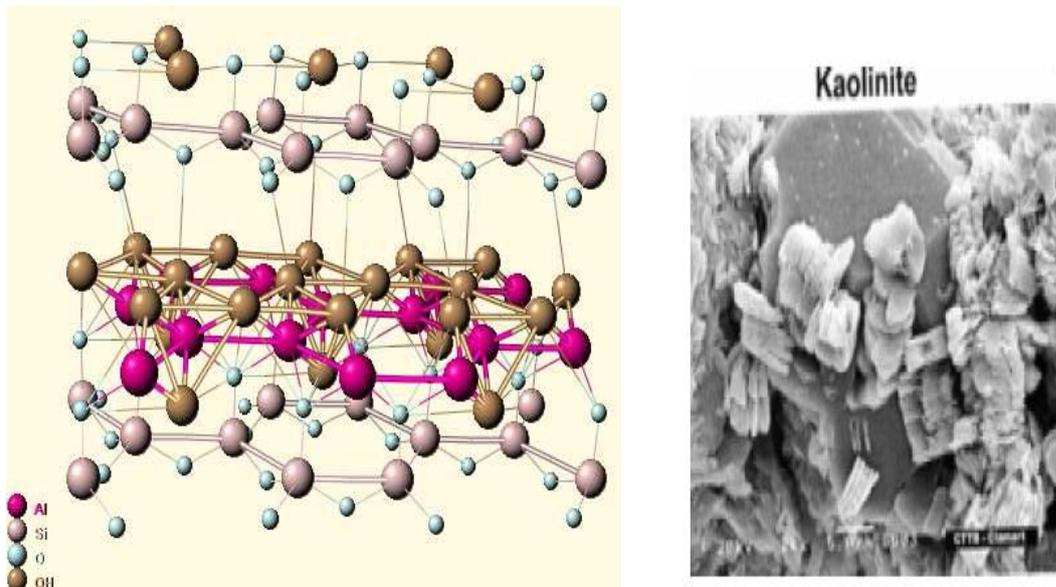


Figure 3: Structure cristalline de la kaolinite d'après Bish and Von Dreele (1989).

Illite : $(K,H_3O)(Al,Mg,Fe)_2(Si,Al)_4O_{10}[(OH)_2,(H_2O)]$

L'illite appartient à la famille des phyllosilicates 2:1. Les feuillet possèdent une charge globale négative, plus élevée que celle des smectites, qui est compensée par des ions potassium.

La différence fondamentale avec les smectites réside dans le fait que les ions compensateurs (potassium) ne sont que très faiblement échangeables: l'illite a une capacité d'échange cationique faible. Il n'y a pas d'hydratation des espaces interfoliaires.

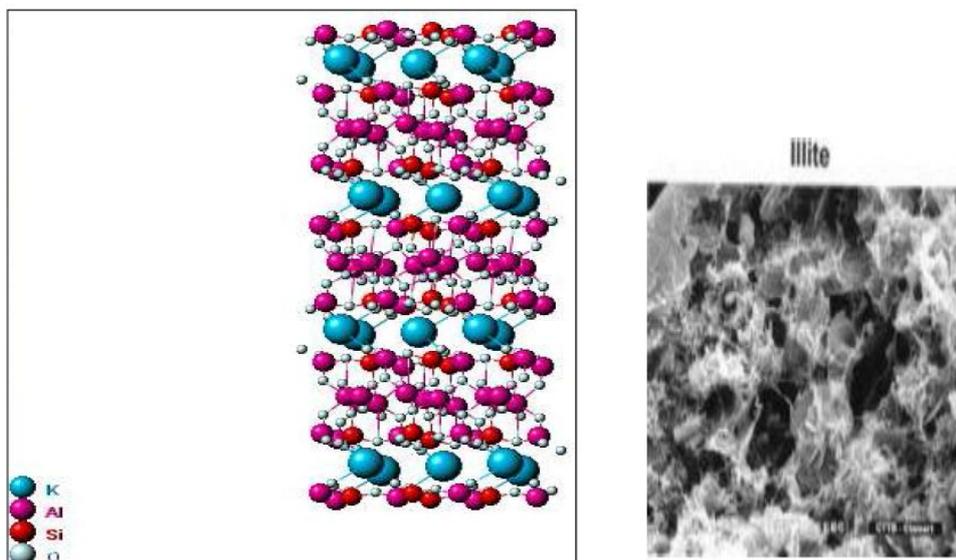


Figure 4: Structure cristalline de l'illite (Gualtieri 2000).

Les smectites $(\text{OH})_4 \text{Si}_8 (\text{Al}_{10/3}, \text{Mg}_{2/3}) \text{O}_{20}, n\text{H}_2\text{O}$.

Les smectites se sont des phyllosilicates constitués des deux couches tétraédriques encadrant une couche octaédrique (phyllosilicates 2:1). Les minéraux les plus importants de cette famille sont la montmorillonite, la beidellite, l'hectorite et la saponite. La charge élevée des feuillets est due pour l'essentiel à des substitutions isomorphiques. Cette charge est donc permanente, négative et dépendante du pH. Des cations compensateurs se placent dans l'espace interfoliaire pour combler le déficit de charge. Ces argiles ont une capacité d'échange cationique élevée. Des molécules d'eau sont susceptibles de s'intercaler dans l'espace interfoliaire. Cette possibilité de « gonflement » des espaces interfoliaires conduit à désigner ces argiles par le terme d'argiles gonflantes. D'un point de vue textural, les smectites sont généralement constituées de feuillets de grande extension latérale, associés, les uns aux autres en nombres variables. Le degré d'hydratation dépend de la nature du cation hydraté et de l'humidité relative ambiante.

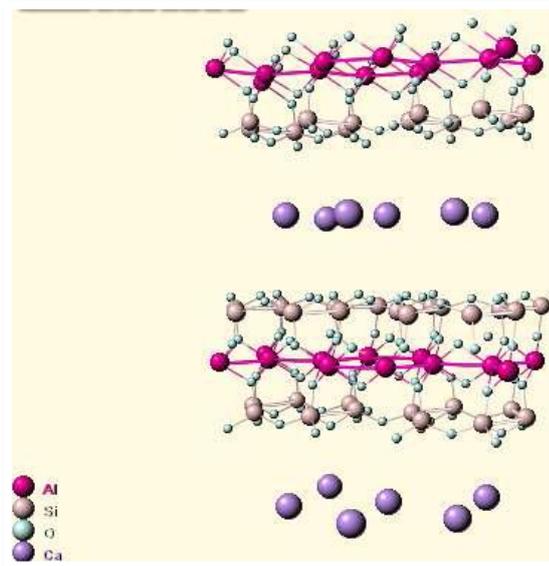


Figure 5: Structure cristalline d'une smectite (Viani et al., 2002).

Les minéraux interstratifiés

Ils résultent de l'empilement aléatoire ou ordonné suivant l'axe c, de plusieurs espèces de minéraux argileux (deux en général). Les combinaisons possibles entre les différents minéraux sont extrêmement nombreuses, mais seulement quelques unes représentent la majorité des minéraux interstratifiés naturels.

II. ARGILES ET INDUSTRIE

1. Introduction

L'exploitation des minéraux remonte à plusieurs milliers d'années. Les argiles pour fabriquer les briques, par exemple, sont utilisées depuis au moins 5000 ans et sont toujours utilisées actuellement, même si les techniques de production ont changé. Les argiles sont fréquemment utilisées comme minéraux industriels (kaolin, bentonite, vermiculite, argiles réfractaires).

2. Argiles pour la construction

Dans la construction, les argiles sont un constituant essentiel pour la production de briques et tuiles. Les argiles et sédiments argileux utilisables pour les manufactures de briques sont dispersés dans le monde entier. Ils contiennent des argiles comme constituants essentiels et des fragments de roche.

Les matières premières employées en terre cuite au Maroc appartiennent principalement à deux catégories (El Yakoubi, 2006):

- Les matières premières plastiques qui augmentent fortement de volume en présence d'eau (argiles et marnes), généralement de nature chimique et minéralogique variées (de type illitique ou kaolino-illitique);
- Les matières premières non plastiques appelées également dégraissantes, dont le contact avec l'eau consiste en un simple mouillage sans variation dimensionnelle importante.

Ces matières peuvent être considérées comme inertes du point de vue Physico-chimique dans les conditions de leur emploi en tant qu'ajout (sables quartzeux, chamottes, feldspaths, pegmatites, verre broyé, etc.).

Le comportement de la brique dépend des réactions qui se produisent quand la matière argileuse hétérogène est chauffée.

La décomposition thermique des argiles est critique lors du chauffage et les minéraux se comportent individuellement.

La composition en éléments majeurs d'argiles de construction est globalement Si et Al qui dominent avec un pourcentage variable de Fe, Mg, Na, Ca et K.

L'abondance de certains composés peut altérer la qualité du produit fini. Par exemple, la calcite altère la couleur de la brique, des oxydes de Ca peuvent s'hydrater lors du refroidissement, le gypse peut se déshydrater puis s'hydrater à nouveau en créant une pellicule à la surface de la brique, la pyrite peut s'oxyder en sulfates ou dioxydes de S qui peuvent émettre des gaz.

La composition minéralogique

La composition minéralogique de l'argile peut avoir certaines conséquences sur les propriétés du produit final et sur le procédé de fabrication. Le tableau présente les principales conséquences liées à la minéralogie de l'argile :

Minéral	Plasticité, cohésion, susceptibilité aux feuilletages	Difficulté de séchage	Cuisson
Kaolinite	Augmente la plasticité	Limitée	Rend plus réfractaire, élargit la zone de vitrification
Illite	Possède une bonne plasticité	Moyenne	Agit comme flux grésant/fondant
Smectite	Possède une très grande plasticité et grande cohésion	Grande, retrait important et rétention capillaire	Améliore la compacité

Tableau 1: Les principales conséquences liées à la minéralogie de l'argile (Kornmann)

La composition chimique

La composition chimiques et les proportions des éléments chimiques des argiles jouent un rôle primordial dans la qualité des produits fini.

Parmi les éléments à éviter dans la matière première, surtout si celle-ci est destinée à la production des briques et tuiles, on peut citer notamment:

- la craie en gros grains qui se transforme après cuisson en chaux vive; ces nodules font éclater le produit en présence de l'humidité ;
- les sulfates qui cristallisent en surface, diminuent de volume à la cuisson et déforment la surface des produits finis suite à l'échappement du gaz sulfurique (González et al. 2006; Sokolar and Vodova, 2011);
- la matière organique qui brûle à la cuisson, laissant des vides dans la masse et créant des produits poreux et des taches sombres.

Les limites admissibles d'utilisation des matières premières argileuses en céramique sont données dans le tableau 2

Nature des éléments	Formulation	Tolérances (%)	Effets sur produits finis
Silice	SiO ₂	35 – 85	Réfractarité, contraction de la masse,...
Alumine	Al ₂ O ₃	9 – 45	Réfractarité, résistance mécanique, couleur blanche
Magnésie	MgO	0 – 5	Porosité
Chaux	CaO	0 – 25	Porosité
Oxyde de manganèse	MnO	-	Couleur noire
Sesquioxyde de fer	Fe ₂ O ₃	0 – 10	Couleur rougeâtre ; fondant
Oxyde de titane	TiO ₂	0,3 – 2	Couleur jaune
Oxydes alcalins	Na ₂ O + K ₂ O	1 – 5	Fondants
Gaz carbonique	CO ₂	0 – 13	Volume
Anhydride sulfurique	SO ₃	0 – 4	Volume/Toxicité
Eau de combinaison	H ₂ O	5 – 11	Volume/Poids

Tableau 2: Limites admissibles d'utilisation des argiles en céramique (Kornmann, 2005)

3. Composition des pâtes de brique

Le mélange argile-eau donne une pâte plastique, malléable et facile à mettre en forme. Cette pâte se contracte fortement pendant le séchage. Pour limiter les effets du retrait sur les produits finaux, des produits non plastiques sont souvent ajoutés à la pâte. La résistance mécanique de la préforme se trouve ainsi améliorée et l'élimination de l'eau au cours du séchage est favorisée; parmi les ajouts communément utilisés, on peut citer le sable, certains carbonates et des tessons de poterie broyés,

L'adjonction de matières dégraissantes aux argiles diminue la plasticité et les rend moins grasses. Mais elle a aussi pour effet de réduire le retrait de séchage et de faciliter le façonnage des produits.

Les ajouts de dégraissantes aux argiles ont généralement pour effet d'augmenter la porosité des pâtes crues, sèches, de faciliter le séchage des produits en diminuant la quantité

d'eau à évacuer et en facilitant la diffusion de l'eau au cours du séchage, de donner un squelette à la pâte en cru et en cuit.

L'efficacité des dégraissants dépend, non seulement, de leur proportion dans les pâtes, mais aussi de leur granularité.

L'argile ordinaire est imbibée d'eau et se transforme en une pâte dont la plasticité est la propriété la plus importante, permettant la plupart du temps de définir ses emplois possibles. D'autre part, la teneur en fer, titane et manganèse détermine la couleur de l'argile cuite.

4. Les éléments Dégraissants :

Dans certaines briqueteries, l'argile broyée est habituellement mélangée à différents adjuvants en fonction des exigences de qualité du produit fini.

Ces produits sont généralement ajoutés lors du broyage de l'argile car ils permettent d'obtenir un mélange total dont la taille des granulats est homogène.

Les adjuvants Le plus couramment utilisés dans les briqueteries sont :

- le sable, de granulométrie de 0,2 à 1 mm, exempt de calcaire, à des doses pouvant atteindre 30 % au maximum ;
- la chamotte : on désigne sous ce terme de l'argile déjà cuite qui provient le plus souvent du broyage des déchets de cuisson ; Cet ajout est fréquemment effectué pour la fabrication de boisseaux de terre cuite ; en effet, pour ces produits, une texture grossière a pour conséquence une amélioration de la résistance au choc thermique ;
- les cendres volantes de centrales thermiques alimentées au charbon pulvérisé ;
- les laitiers granulés de hauts fourneaux ;
- des éléments combustibles tels que le mâchefer, le fraisil, les schlamms (résidus de lavage des charbons) ou des débris végétaux divers (sciure de bois, etc.).



Photo 1: les dégraissants.

5. Plasticité et liquidité de la pâte argileuse :

La plasticité de la pâte argileuse permet de réaliser de grandes déformations sans perte de la cohésion. Elle implique l'existence d'une contrainte limite (limite élastique d'écoulement) en dessous de laquelle la pâte n'est pas déformée. Au-dessus de cette limite, la déformation est grande et sans durcissement important.

La plasticité des pâtes argileuses est influencée par de nombreux paramètres: concentration en eau, nature de l'argile, finesse et granulométrie (plus la pâte est fine, plus elle est plastique), forme des grains, surface et orientation des particules, agrégation des particules, concentration en éléments inertes (sable, etc.), présence de sels...

En partant d'une poudre d'argile sèche et en rajoutant de l'eau petit à petit, on atteint une première concentration d'eau où l'argile devient plastique. En continuant l'ajout d'eau, on atteint une deuxième concentration d'eau limite où le mélange devient liquide (barbotine). Ces deux valeurs sont dites « limite de plasticité » et « limite de liquidité » de Atterberg. La différence entre ces valeurs s'appelle l'indice de plasticité.

∞ Différents types d'eaux dans les argiles

Dans l'argile, l'eau peut être libre ou liée électriquement.

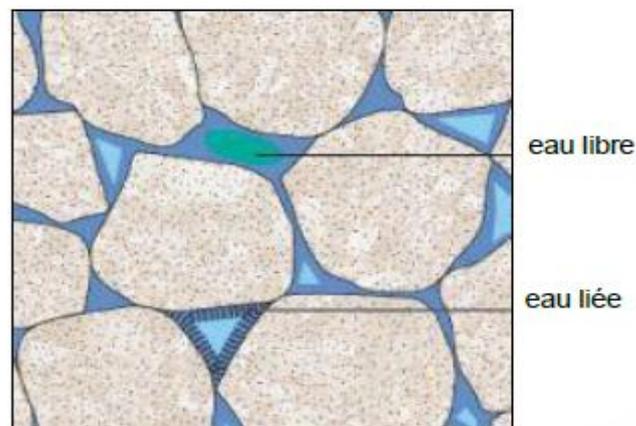


Figure 6(a):types d'eaux dans l'argile

L'eau libre est celle qui reste entre les particules d'argile(dans les pores) .Elle est également appelée eau de plasticité. Dès que cette eau apparait entre les particules, l'argile peut se déformer sous l'effet d'une force externe.

L'eau liée électriquement est unie à la surface des particules argileuses.

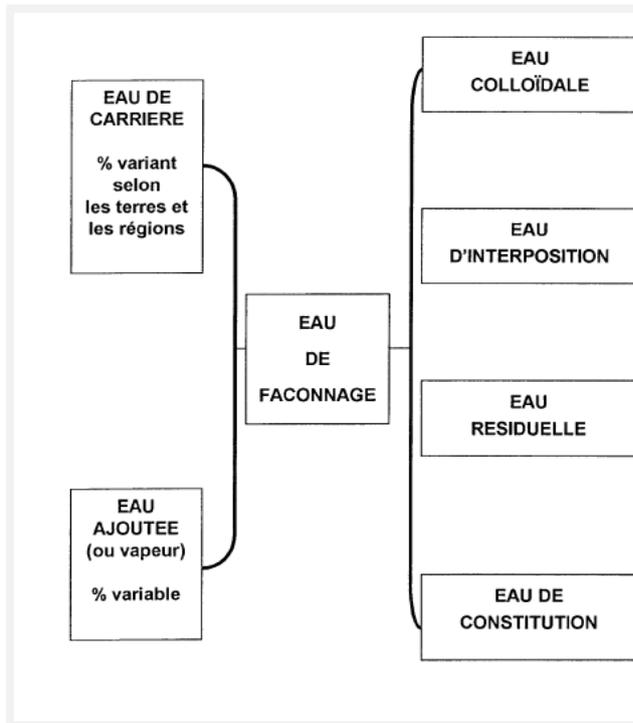
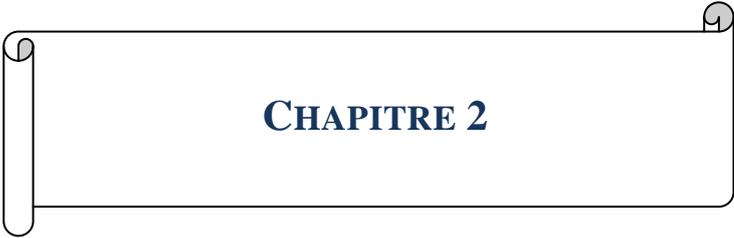


Figure 7:types d'eaux de la pate argileuse

➤ L'eau qui est contenue dans les pâtes de fabrication de la pâte argileuse peut se diviser en plusieurs catégories. si on veut présenter le problème de façon simple, on peut les classer en fonction du moment où elles rentrent où sortent de cette pâte.

A decorative horizontal scroll box with a white background and a black border. The left and right sides are rolled up, and the top and bottom edges are slightly curved. The text "CHAPITRE 2" is centered inside.

CHAPITRE 2

A decorative horizontal scroll box with a white background and a black border. The left and right sides are rolled up, and the top and bottom edges are slightly curved. The text "SECTEUR D'ETUDE" is centered inside.

SECTEUR D'ETUDE

I. Situation géographique et cadre géologique général :

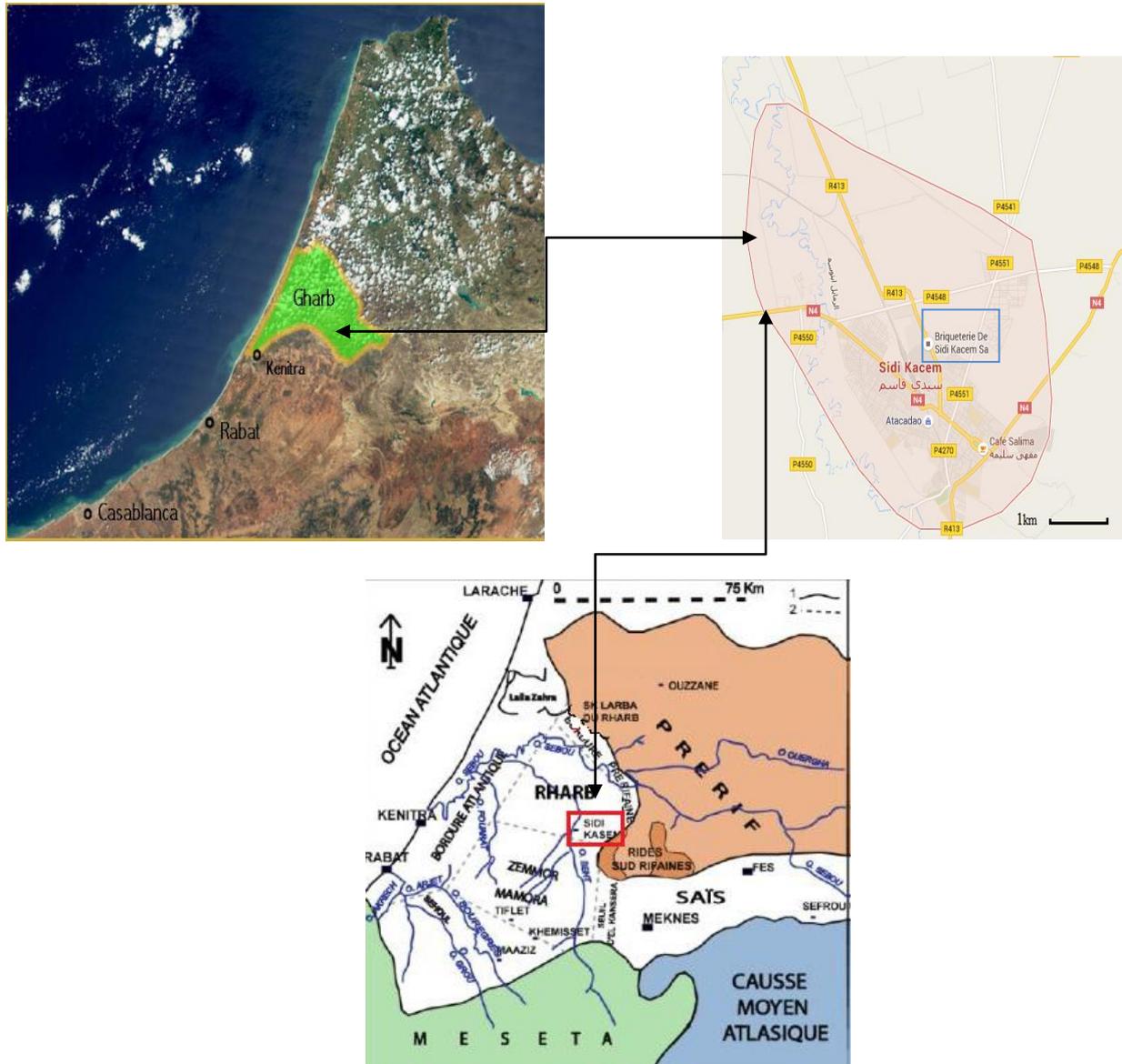


Figure 8: cartes géographiques de la zone d'étude

La zone d'étude relève de la région Gharb Chrarda-Bni Hssen. Elle s'étend sur une superficie de 3061 Km² délimitée par:

- Ouezzane au Nord;
- Meknes au Sud ;
- Taounate et Moulay Yaacoub à l'Est - Kénitra à l'Ouest.

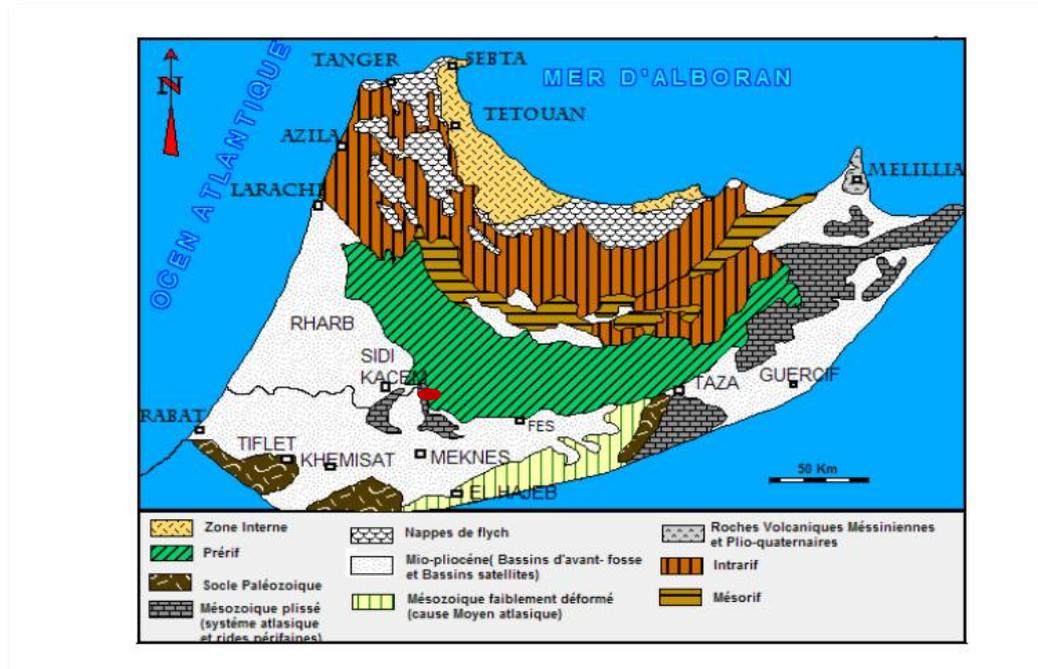


Figure 9:carte géologique simplifiée de Rif

❖ Sur le plan géologique, la plaine du Gharb constitue la charnière entre deux ensembles structuraux qui diffèrent par la nature et l'âge des terrains d'une part et par le style tectonique et l'âge de la déformation d'autre part.

- Sur la marge septentrionale : le Rif qui est marqué par une grande instabilité jusqu'à l'actuel ;
- Sur la marge méridionale : la Meseta avec un socle paléozoïque rigide et relativement stable plongeant régulièrement du Sud vers le Nord avec une pente de 3° .

Le comblement du bassin du Gharb, au Miocène terminal, est le résultat de la combinaison de plusieurs facteurs :

- L'accumulation d'énormes apports en provenance de deux zones émettrices, bien définies par la nature et la granulométrie des matériaux ;
- La marge septentrionale pré-rifaine ne fournit que des éléments très fins, silico-argileux, parmi lesquelles sont transportés des tests de micro-organismes arrachés aux formations crétacées et tertiaires de l'arrière pays ainsi que des carapaces d'ostracodes ;
- La marge mésétienne, libère des matériaux beaucoup plus grossiers, principalement vers le sommet de la série ;
- La remontée isostatique du seuil de Taza ;
- L'arrivée de la nappe pré-rifaine.

C'est l'interaction entre la subsidence tectonique et les changements du niveau marin qui façonne la morphologie d'ensemble des sédiments néogènes. Les changements eustatiques peuvent avoir joué un rôle important dans les parties les moins profondes du bassin. L'aspect le plus important de l'histoire tectonique du bassin du Gharb est l'initiation et la propagation des failles syn-sédimentaires initiées par un déséquilibre gravitaire. Ce dernier résulte à la fois de la forme pentée du substratum et des fractures qui permettent l'accommodation par le flux sédimentaire.

Litho-stratigraphie

La séquence du Gharb, composée essentiellement d'une série argilo-silteuse homogène, repose sur une topographie irrégulière (anticlinale et synclinale) d'un olistostrome plastique et instable affecté par plusieurs failles de croissance.

La série sédimentaire de ce bassin est caractérisée par une dominance des éléments silteux et colloïdaux. Les sables sont, la plupart du temps, très fins alors que les éléments grossiers (graviers et galets) se rencontrent sous forme d'amas lenticulaires dans les argiles de la fin de série.

Cette série, correspondant en grande partie à des dépôts par accrétion verticale, renferme de bas en haut :

➤ **Mio-Pliocène :**

Il est lié à la subsidence de l'avant fosse post-tectonique. Il se caractérise par une épaisse série de marnes grises, dont l'épaisseur peut atteindre près de 3000 m. L'importance de la pyritisation de cette série caractérise un environnement très réducteur.

Le Mio-Pliocène constitue le substratum général des formations sus-jacentes.

➤ **Pliocène :**

Il est caractérisé par des dépôts d'origine marine à calcaires gréseux, grès et sables localisés dans la zone côtière. Ce faciès est caractérisé par une forte accumulation de tests de mollusques. Les indices de pyritisation montrent que le caractère euxinique du milieu de dépôt persiste encore mais de façon moins prononcée que dans la formation précédente.

L'épaisseur de ce niveau est faible et son intérêt hydrogéologique est limité.

➤ **Quaternaire :**

L'évolution structurale de la succession post-nappe est contrôlée par trois facteurs :

- Les failles syn-sédimentaires listriques : existent au sein ou à la base de la nappe. Leur genèse et leur évolution sont liées à un rééquilibrage de masse au sein du matériel de la nappe, à la sédimentation différentielle de la succession supra-nappe et aux migrations latérales ou verticales du matériel salifère présent au sein de la nappe.
- Les structures diapiriques : se forment suite à la présence de masses de sel triasique emballées au sein de la nappe sous forme de diapirs, bombements salifères ou intrusions salifères dans les zones de failles ;
- Les décrochements : de direction NE-SW.

Toute l'histoire sédimentaire du bassin du Gharb, depuis son initiation jusqu'à son individualisation, présente des changements rapides d'épaisseur et de faciès, dans le temps et dans l'espace et reflète la complexité de l'environnement géologique. Ces variations sont principalement dues à l'activité tectonique et aux apports sédimentaires.

L'effet des fluctuations du niveau marin, de court terme, vient se superposer à celui des mouvements tectoniques de plus long terme. (Mission_I.2_Rapport_Gharb_region-aquifer)

II. Le site étudié :

Au sommet du quaternaire, on trouve l'importante formation de lœss (Partie inférieure, brun clair, des couches de lœss, enrichie en calcaire (niveau illuvial à concrétions nommées poupées du lœss), qui est une argile siliceuse et calcaire présentant peu de plasticité.

Dans certaines régions, la couche supérieure du lœss a été décalcifiée et a donné naissance à une argile très siliceuse, peu plastique, pratiquement exempte de calcaire, appelée lehm, qui était très utilisée pour la fabrication de briques pleines à la presse (plus rarement par étirage à la mouleuse).

A propos de site d'argile de la Briqueterie de Sidi Kacem est une colline d'argile calcaire fine, cette colline est le premier contrefort d'une région accidentée se prolongeant sur plusieurs centaines de kilomètres à l'Est et où la prédominance calcaire est notable, après la riche plaine du GHARB.

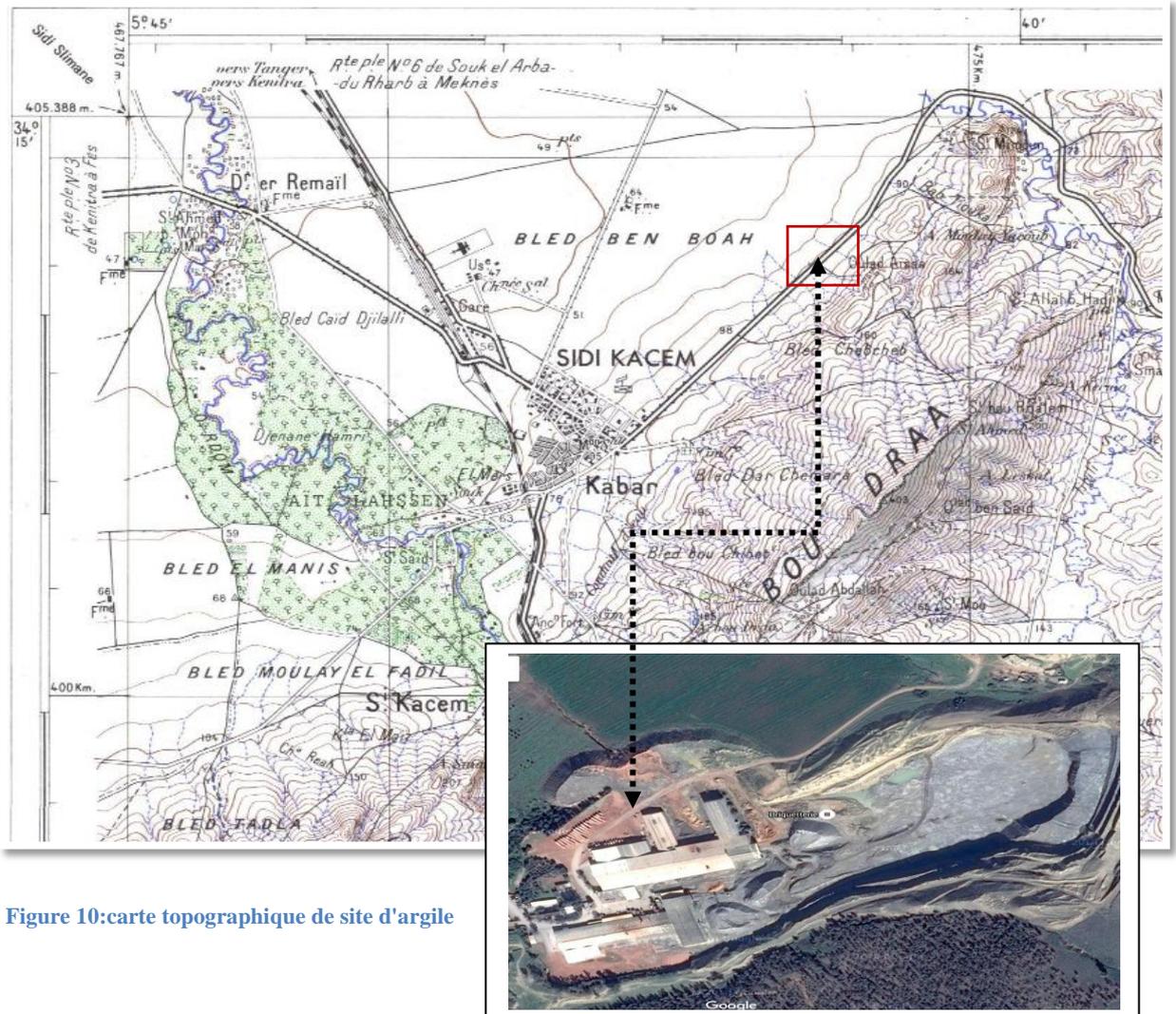


Figure 10: carte topographique de site d'argile

Photo 2: la zone étudiée utilisée (photo satellite)

III. Les propriétés d'argile de site étudié

- Du point de vue minéralogique

La méthode utilisée est celle de la diffraction X.

Les résultats obtenus montrent que l'illite domine avec 25% puis les quartzs avec 26% et calcaire avec 22 % les feldspaths avec 9% et la kaolinite avec 3%.

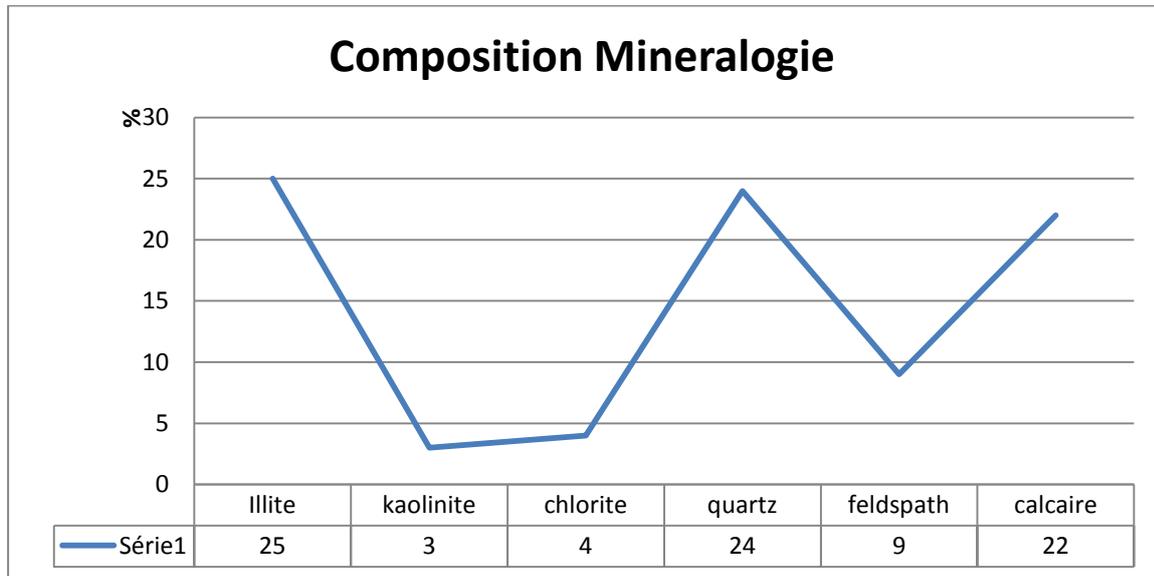


Figure 11:diagramme de composition minaralogie d'argile

- **Du point de vue chimique**

Les résultats des analyses chimiques effectués sur des échantillons prélevés de site, montrent que les différents échantillons sont essentiellement constitués de silice (50.9%) et à un degré moins d'alumine (Al₂O₃ = 7.3%).

- silice (SiO₂) : 50.9 %
- alumine (Al₂O₃) 7.3 %
- oxyde de titane (TiO₂) 0.5 %
- potasse (K₂O) 0.9 %
- anhydride carbonique (CO₂) 0 à 15 %
- oxyde de fer (Fe₂O₃) 2.9 %
- chaux (CaO) 17%
- magnésie (MgO) 2.6 %
- soude (Na₂O) 0.9 %

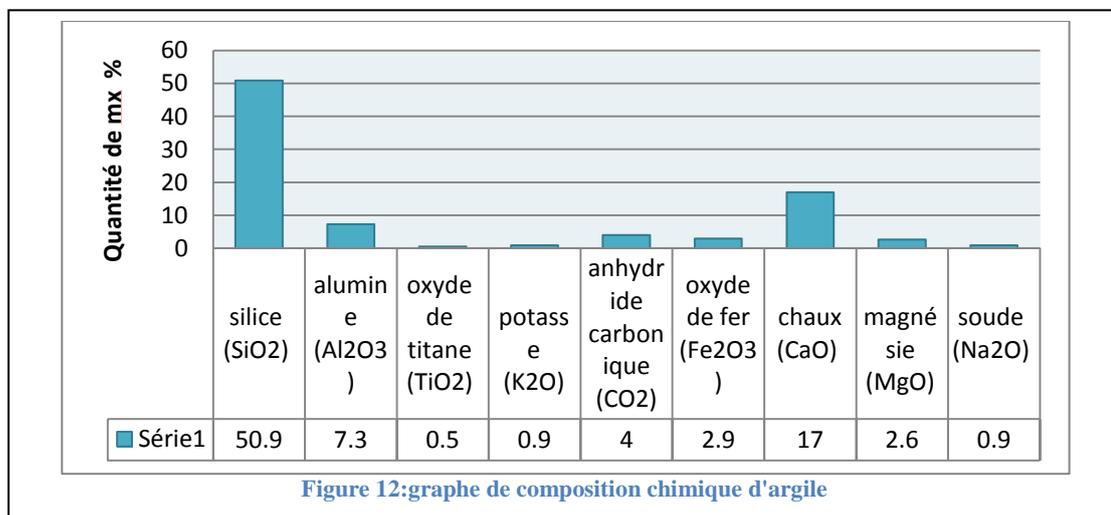
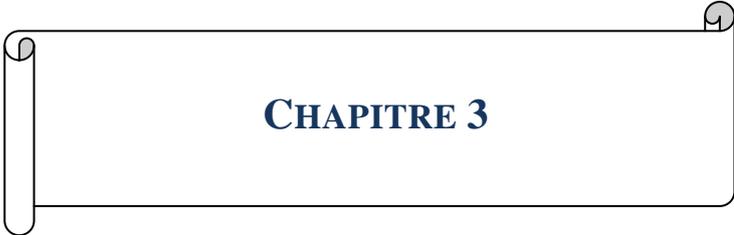


Figure 12:graphe de composition chimique d'argile



CHAPITRE 3



LES PHASES DE PRODUCTION DE BRIQUE DANS L'USINE

Chapitre 3 : phases de fabrication de brique

La fabrication de la brique comprend plusieurs stades dont les principaux sont :

- ↳ L'extraction des matières premières
- ↳ La préparation
- ↳ Le façonnage
- ↳ Le séchage
- ↳ La cuisson.

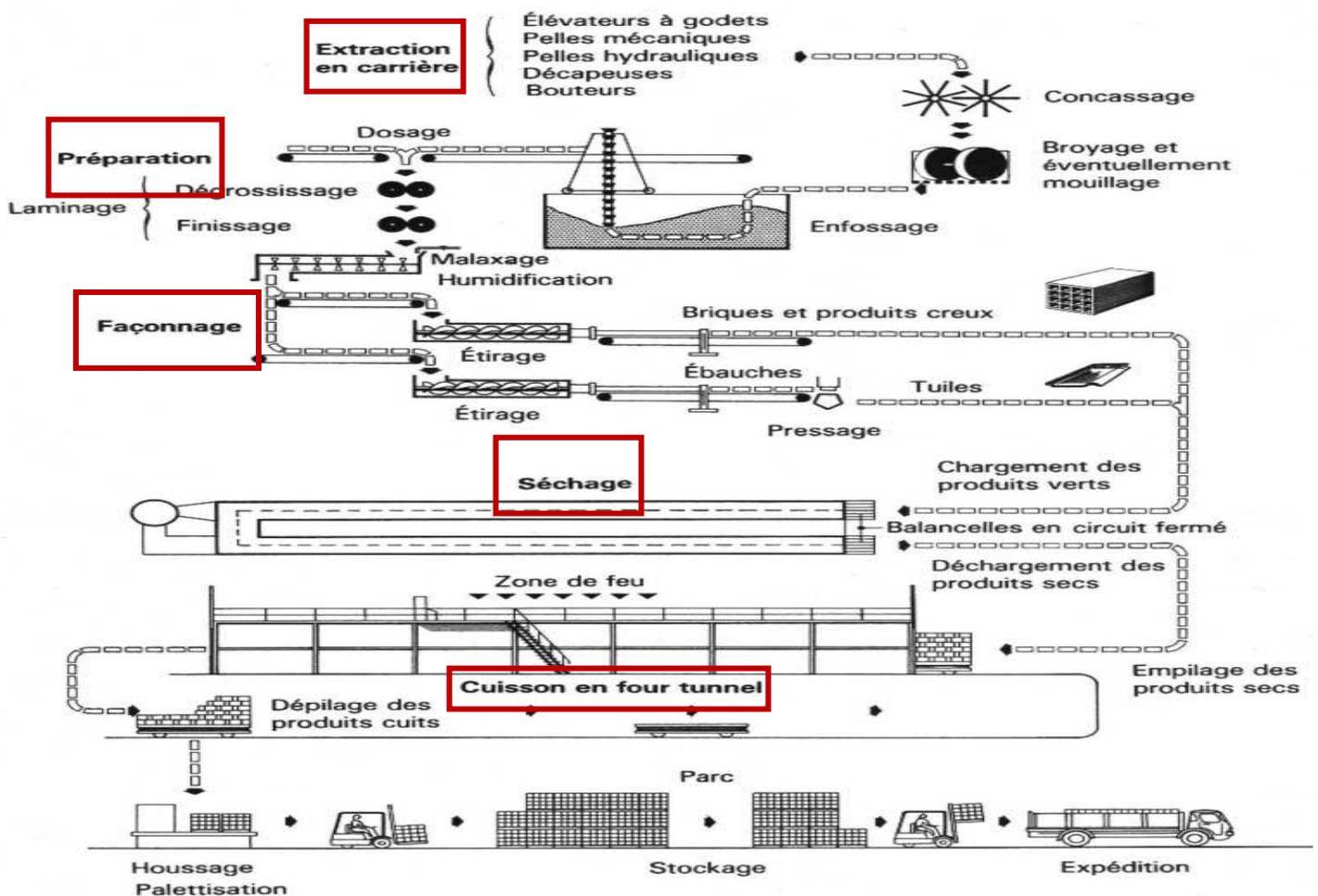


Figure 13: Schéma descriptif des phases de production brique

I. L'extraction des matières premières

L'exploitation commence par l'enlèvement de la découverte (appelé stérile) à l'aide du boueur (Bulldozer Caterpillar) et l'extraction de l'argile à lieu à ciel ouvert dont les hauteurs de front de taille est d'environ 6 m.

On s'efforce d'exploiter les couches d'argiles grise et jaune de façon séparée afin d'éviter les variations de composition.

La matière première extraite déplacé dans la carrière puis acheminée à l'usine par des tombereaux.

II. Préparation

Les argiles en provenance de la carrière de notre site après un pré broyage extérieur à l'aide d'un brise-mottes et le sable en provenance de AOUINT ARMEL (région de la ville MEKNES) sont versées chacun dans des distributeurs de réception.



photo 3: Brise Mottes

Le Brise-mottes a pour rôle de brisé et diminué le diamètre des grosses mottes C'est une machine a deux cylindres a coteau, tournent dans un sens opposé .Il est entraîné par un moteur asynchrone de 70kw et de 980 tr/min de vitesse de rotation.

L'argile et le sable après dosage sont ensuite dirigés vers un désagrégation ou d'éventuelles pierres pourront être éjectées, puis le mélange obtenu sera laminée dans un broyeur à cylindre primaire réglé à 3mm.

Pour parfaire la préparation et éviter une partie de la poussière, le mélange est trituré dans un malaxeur, ce dernier assure :

- Le mouillage au degré d'humidité désirée

- L'homogénéisation de la pâte et de l'eau
- Une compression partielle pour une première cohésion.

Le mélange obtenu est ensuite dirigé vers le stock

à terre.



photo 4: Véhicule empoteurs d'argile

Le doseur est constitué de deux parties :

⇒ Doseur de sable

- C'est un réservoir de sable, il donne une dose réglable du sable

⇒ Doseur de terre

- C'est un réservoir de terre, il donne une dose réglable de terre



Photo 5: Doseur

Cette appareil mélange 14% de sables avec 86% de terres (argiles) .il y a deux moteurs asynchrones démarrage étoile triangle de puissance 4 et 3 kW pour tourner la tapie et pousser le mélange de sortir du Doseur.

Remarque

Le sable remplit les ports qui existent dans la terre moue pendant le cuisson.

Désagrégateur



photo 6: Désagrégateur

C est une machine a deux cylindres de rotation opposé, lisse et a coteau .Il jeu le même rôle que la Brise-motte, la différence est dans le diamètre de braisage .Il est entraîné par un moteur de 55kw et de vitesse de rotation de 1480 tr/min .

Remarque

Un seule moteur entraîne les deux cylindres a l aide d un système poulie courroie.

Broyeur



Photo 7: Broyeur

C'est une machine à deux cylindres lisses .elle complète le rôle du Désagrégateur. Le Broyeur est entraîné par 2 moteur asynchrones de vitesse différentes

Mouilleur

C'est un dispositif qui mélange la terre avec l'eau.

Il est constitué de 2 cylindres à palettes qui sont orientés dans un sens de rotation opposé, et une pompe d'eau (le débit est commandé par une électrovanne), et un capteur pour contrôler l'arrivée de la terre dans le mouilleur.

Le mouilleur est entraîné par un moteur asynchrone à rotor bobiné de 55 kW et de 1400 tr/min de vitesse de rotation



photo 8: Mouilleur

Stock

C'est un espace où la société emmagasine la terre moue pour qu'il y ait des réactions chimiques afin de donner une bonne qualité de la brique.



photo 9: Stock

III. Façonnage :

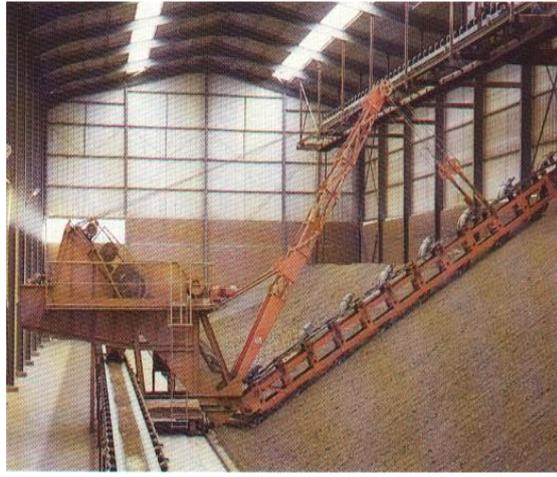


photo 10: L'excavateur à godets

Le mélange est repris par un excavateur à godets et dirigé vers une trémie de dosage pour l'alimentation la pâte est extrudée au travers une filière au profil de la brique désirée. De la trémie de stockage, le mélange est dirigé vers un mouilleur mélangeur permettant une bonne humidification avant le procédé final.

Le mélange est ensuite acheminé vers un broyeur à cylindres finisseur, ce dernier lamine très finement l'argile en éliminant les grains pouvant encore subsister avec un broyage final bien contrôlé aux environs de 1mm.

A la sortie du broyeur finisseur, on obtient une pâte homogène et plastique apte au façonnage, celle-ci est dirigée vers le groupe d'étirage.

Le groupe d'étirage est composé d'un alimentateur malaxeur et d'une mouleuse, l'alimentateur malaxeur permet d'affiner l'humidification de la pâte avant de la propulser dans la mouleuse.

Malaxeur



Photo 11:Malaxeur

C'est un appareil qui sert à malaxer la terre avec l'eau (le débit de l'eau est très élevé par rapport au mouilleur).

Le malaxeur est constitué de deux cylindres à plusieurs pales qui sert à propulser la terre moue vers la Mouleuse .ces derniers sont entraîné par un moteur asynchrone de 75 kW et de 1480 tr/min de vitesse de rotation.

Mouleuse



Figure 14 : Mouleuse

C'est une Machine qui fais sortir le mélange dans un moule sous forme de brique (le moule est réglable selon la demande)

Elle est constituée d'un arbre hélicoïdal qui tourne dans une chambre compact afin de pousser le mélange vers la filière à la sortie.

L'arbre est entraîné par un moteur asynchrone de 160 kW et de 1480 tr/min.

Pompe



Photo 12: Pompe

C'est un dispositif utilisé pour respirer l'air qui existe dans la chambre du Mouleuse afin de donner un produit compact .

Coupeur



photo 13: coupeur

Il coupe les briques avec une lame, qui se déplace en haut et en bas a un délai précis, commander par un système mécanique et un moteur a frein dans le but de détache le brique de la Mouleuse et donner des morceaux égaux.

Lanceur droit

C'est un tapis à vitesse variable, il lance le produit vers le poussoir renvoi d'angle.

Le tapis est entraîné normalement a une vitesse constante, le temps quant le produit arrive, des roux supplémentaires Commandé par un autre moteur s'ajoutent afin d'augments la vitesse de rotation.

L'orque les morceaux de brique arrivent devant le poussoir renvoi d'angle le moteur s'arrête et attend l'arrive des autres morceaux .et le cycle recommence

Poussoir renvoi d'angle

C'est un poussoir qui pousse les morceaux de brique et change la direction de déroulement

A l'arrive des morceaux de brique, des roux supplémentaire s'élèvent pour faciliter le déplacement, il les pousse afin qu'elles se dirigent vers le Multi fils, puis il revient a la position initiale, les roux aussi descentes et le cycle recommence.

Multi fils

C'est un dispositif qui coupe les morceaux par 4, donnant la forme du brique. Il est constitue de 5 fils fixe.

Lanceur gauche

Il a le même principe de fonctionnement que le lanceur droit

Empileur

L'empileur est l'ensemble des systèmes qui s'occupent des briques dès la sortie séchoir Jusqu'au wagon.

Il est constitué : d'une chaîne d'évacuation, d'une petite chaîne, d'un renvois d'angle, d'un pince remplieur et d'un grand pince empileur.



Photo 14:poussoir renvoi d'angle

IV. Séchage des produits :

Le séchage est prévu dans un séchoir rapide.

Dans ce type de séchoir à grande ventilation longitudinale, le séchage s'effectue dans deux canaux superposés



Photo 15: séchoir

les produits placés sur des balancelles progressent dans ces canaux en sens inverse du courant d'air chaud

- Séchage rapide et de grande qualité.
- Réglage très précis du cycle de séchage.
- Simplicité mécanique et entretien très faible.

Le combustible utilisé est le fuel-oil pour la source principale et secondaire.

Ce type de séchoir permet d'utiliser le combustible type fuel-oil en gaz direct et donc d'économiser un minimum de 20% par rapport à une solution échangeur.

Manutention automatique des produits

La manutention des produits au chargement et déchargement du séchoir est entièrement automatique au moyen :

Des wagons

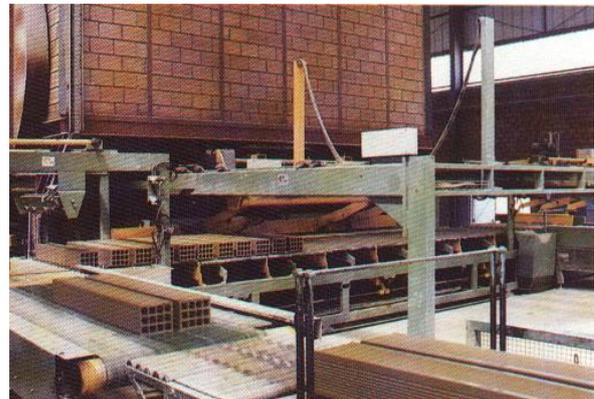


photo 16: chargement de briques

V. Cuisson :

La cuisson s'effectue dans un four CASING CERIC dont les principales caractéristiques :

- Largeur du four : 4,74 m correspondant à une charge utile de 4 paquets de 1,08 m
- Hauteur utile : 2 m
- Longueur de wagons : 4,80 m
- Nombre de wagons dans le pré four : 3
- Nombre de wagons dans le four : 25
- Nombre total de wagons de l'usine : 65 + 20
- Température de cuisson : environ 850°C
- Temps de cuisson : 32 heures
- Combustible utilisé : fuel lourd
- Brûleur : 7 zones de 6 brûleurs latéraux
- La gestion de la régulation du four est utilisée par un automate programmable.



photo 17: four tunnel

Principes généraux de fonctionnement du four

- **Pré four** : préparant la cuisson en échauffant les produits et en éliminant l'eau résiduelle. Epuisse les fumées.
- **Tirage frontale** : homogénéité sur la largeur, moindre perte de charge, progressivité des températures.
- **Brassage basse température** : homogénéisation dans la hauteur de l'empilage, progressivité des températures.
- **Refroidissement** : le produit est soumis à un refroidissement progressif afin d'éviter toute fissure sur les pièces due à un changement brusque de la température à la sortie du four :
 - ✓ Un refroidissement rapide à l'arrière du feu ;
 - ✓ Récupération de l'air répartie sur tout l'arrière ;
 - ✓ Suppression permettant une meilleure homogénéisation des températures et évitant les rentrées d'air sous les wagons.



Figure 15: schéma simplifié du Four tunnel

Sous l'action de la température, un certain nombre de réactions chimiques et physiques complexes vont se produire dans le mélange argileux et provoquer des modifications de porosité, de structure, de masse volumique, de dimensions, et de propriétés mécaniques. Les modifications au chauffage des principaux composants du mélange argileux sont les suivantes

Gamme de températures	Actions sur les argiles	Actions sur les autres composants
< 200 °C	Dégagement de l'eau résiduelle d'interposition, de l'eau adsorbée et de l'eau zéolitique des smectites	
200 °C à 450 °C		Oxydation des matières organiques Les hydroxydes de fer se transforment en oxydes
400 °C à 680 °C	Départ de l'eau de constitution, destruction des argiles, constitution de méta kaolin	Le quartz change de forme cristallographique à 570 °C
750 à 850 °C		Décomposition du calcaire des argiles calcaires, dégagement de CO ₂ et apparition de la chaux Oxydation des sulfures en sulfates
> 800 °C	Début de grésage des eutectiques à bas points de fusion dans les systèmes Al ₂ O ₃ /SiO ₂ /Na ₂ O ou K ₂ O Formation de spinelle MgAlO ₄	Décomposition des fluorures, et des chlorures

Tableau 3: Différentes réactions durant la cuisson

Opération du stock de produits finaux

Les produits finis sont empilés sur des palettes de bois ou les uns sur les autres. Ils peuvent notamment être enveloppés d'un film plastique rétractable et d'un feillard facilitant leur distribution ultérieure.

Le stockage peut se faire dans un entrepôt fermé ou bien à ciel ouvert.



photo 18: Empilage et stock de produit finaux

VI. Principaux combustibles utilisés :

Au sein des Briqueteries, une grande variété de combustibles est utilisée pour la fabrication de produits briques dans les différentes phases du processus, Ce choix repose sur plusieurs facteurs tels que le prix, le rendement énergétique et environnemental, la disponibilité, etc.

Les combustibles les plus utilisés dans la briqueterie Sidi Kacem sont:

➤ **Coke de pétrole :**

Il s'agit d'un sous-produit solide provenant de la distillation du pétrole. Son emploi en tant que combustible dans le secteur de brique progresse de façon rapide grâce notamment à deux facteurs :

- Son prix
- son efficacité énergétique.

Dans les fours de cuisson, le coke de pétrole peut être utilisé en tant qu'unique combustible ou bien mélangé à d'autres (gaz naturel mais aussi fioul), cette dernière solution offrant les meilleurs résultats. Il est aussi employé pour le mélange des argiles

- **Composition chimique**

La composition chimique du coke de pétrole est la suivante :

Éléments	Pourcentages (%)
Carbone	87.5
Hydrogène	3.5
Soufre	5-6
Azote	1.5
Oxygène	1
Autre	0.5
Eau	<10

Tableau 4:Composition chimique de coke de pétrole

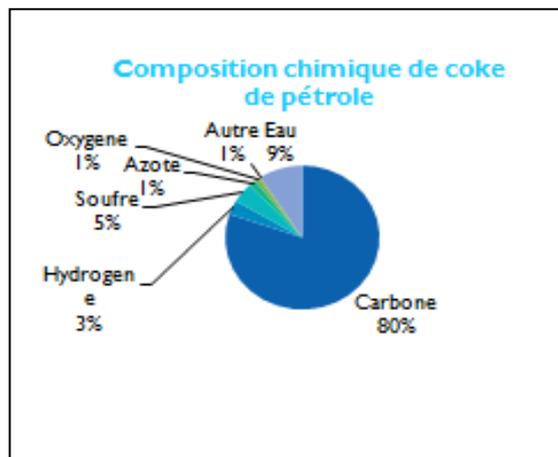


Figure 16:composition chimique de coke de pétrole

➤ **Le Fioul :**

Le fioul est un liquide visqueux et de couleur noire utilisé pour le chauffage et dans les fours Industriels. Le fioul est le combustible liquide le plus économique.

Son point d'éclair élevé rend difficile le maintien de sa combustion, d'où le besoin de recourir à un préchauffage. De plus, lorsque les conditions de combustion ne sont pas appropriées, des émissions de gaz noirs à haute charge polluante sont générées.

L'utilisation du fioul dans le secteur du briques a tendance à diminuer dû à sa complexité d'emploi et à son faible rendement économique.

Le fioul est généralement utilisé dans les fours tunnels et séchage.

- **Composition chimique**

La composition chimique du fioul est la suivante :

Éléments	Pourcentages (%)
Carbone	86
Hydrogène	11
Soufre	1
Azote	1
Oxygène	-
Autre	1
Eau	<0.2

Tableau 5: Composition chimique de Fioul

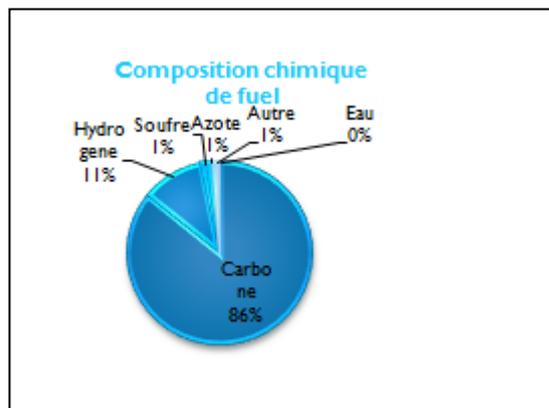


Figure 17: composition chimique de fuel



CHAPITRE 4



ETUDE ENVIRONNEMENT DE LA BRIQUETERIE

I. Introduction

L'étude d'impact sur l'environnement (EIE) est la procédure qui permet à l'organisme responsable de fournir un exposé détaillé de l'effet d'une action envisagée qui risque d'influer sensiblement sur la qualité de l'environnement humain (Lee, 1993). L'EIE est un instrument de prévention visant à prendre l'environnement humain en compte dès la première phase d'élaboration d'un programme ou d'un projet.

Cette étude revêt une importance particulière pour les pays qui élaborent des projets dans le cadre de la réorientation et de la restructuration de leur économie. Elle est prévue par la loi dans un grand nombre de pays développés et est aujourd'hui appliquée de plus en plus largement dans les pays en développement et les économies en transition.

L'EIE constitue une synthèse en ce sens qu'elle intègre la planification et la gestion globales de l'environnement en prenant en considération les interactions entre les différents milieux environnementaux. D'autre part, elle incorpore au processus de planification l'estimation des conséquences pour l'environnement et devient ainsi un instrument du développement durable. Elle associe aussi les aspects techniques et la participation des citoyens puisque, d'une part, elle collecte, analyse et exploite les données scientifiques et techniques en prenant en considération les contrôles de qualité et l'assurance qualité et que, d'autre part, elle souligne l'importance des consultations, avant l'octroi de permis, entre les organismes responsables de l'environnement et le public qui pourrait être touché par le projet.

Le système des EIE a été mis en œuvre au Maroc d'une manière progressive à travers plusieurs étapes. Entre 1994 et 2003, des EIE ont été réalisées d'une manière volontaire par les promoteurs de projets ou sollicitées par des bailleurs de fonds internationaux ou pour des raisons de sensibilité particulière d'un milieu récepteur d'un projet ou pour un arbitrage d'avis discordants concernant l'occupation des sols.

Les substances entrant dans la composition de la brique et de la tuile sont très nombreuses et les fumées et les poussières provenant des matières premières en suspension (silice, poussières alcalines, fumées de métaux lourds et d'oxydes métalliques, etc.) exposent les briquetiers et tuiliers à des dangers d'affections respiratoires, surtout lors de la cuisson qui occasionne des émissions atmosphériques abondantes. Mais aussi, des particules minérales solides en suspension dans l'air sont produites dans les argilières en continu et à tous les points

du traitement : chargement, convoyage, roulage des camions, broyage, ..., et, par temps sec, ensoleillé et/ou venté, ce phénomène est accentué.

II. LES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT

1. Impact sur l'environnement durant l'extraction et stockage d'argile :

L'extraction d'argile se fait à ciel ouvert, puis on stocke les argiles au sein de deux trémies de stockage. Ces trémies sont formées par deux réceptacles conçus pour stocker l'argile et le sable provenant directement de la carrière. Elles sont généralement fabriquées en tôle d'acier résistant à l'usure et sont dotées des capacités suffisantes pour alimenter le site durant plusieurs heures.

La manipulation de l'argile sèche lors de l'opération de chargement/déchargement des camions et du remplissage des trémies de stockage entraîne fréquemment l'émission de particules (PM10) dans l'air.

Des quantités d'émissions variables viendront s'ajouter à celles générées lors de la manipulation selon le type de stockage choisi.

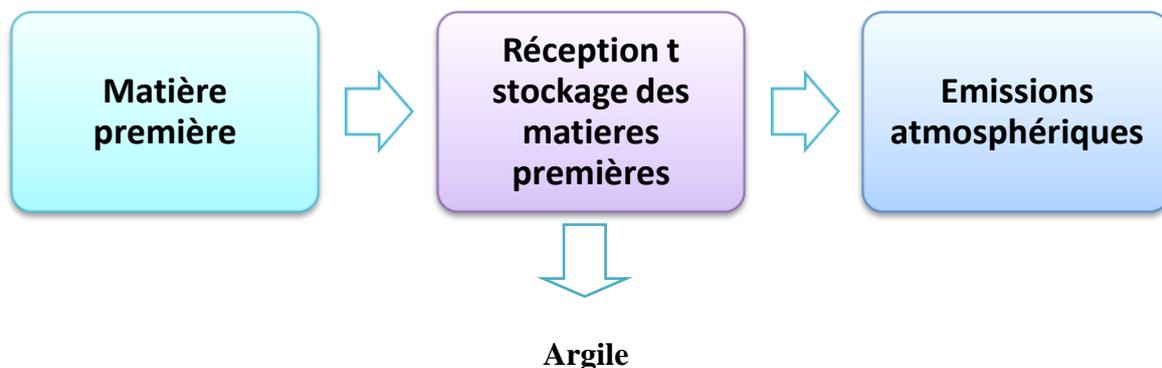


Figure 18:Aspects environnementaux de la réception et du stockage des matières premières.

Les émissions de particules dans l'air et les éboulements de matière première susceptibles de survenir lors du transport des argiles au sein du site peuvent être transformés en déchets par la suite.



Figure 19: Aspects environnementaux du transport d'argile au sein du site.

2. Impact de broyage et mélange de la matière Premiers sur l'environnement

Les machines utilisées au cours du broyage sont alimentées à l'énergie électrique. L'argile semi-humide est introduite directement dans le broyeur pour être émiettée au moyen des mécanismes détaillés. Cette opération entraîne généralement des émissions de particules dans l'air et du bruit. En outre, certains adjuvants peuvent être ajoutés après le broyage de la matière première en vue d'obtenir des qualités différentes de produit fini. Cet ajout requiert lui aussi un mélange afin 'homogénéiser le produit.

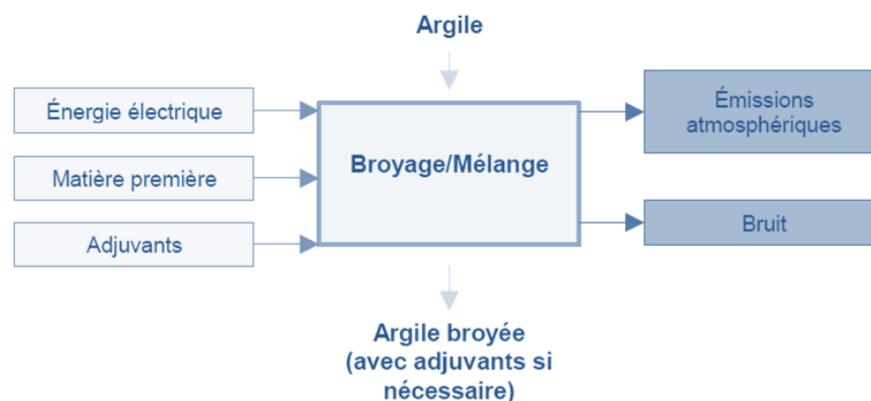


Figure 20:Aspect environnementaux liées au broyage

3. Impact du moulage de la pâte sur l'environnement.

La machine chargée du moulage consomme de l'énergie électrique lors de son fonctionnement et peut générer du bruit (peu significatif en règle générale). Par ailleurs, le moulage constitue une source éventuelle de déchets inertes. Il s'agit plus concrètement de produits défectueux inexploitable pour l'opération suivante et directement mis de côté.

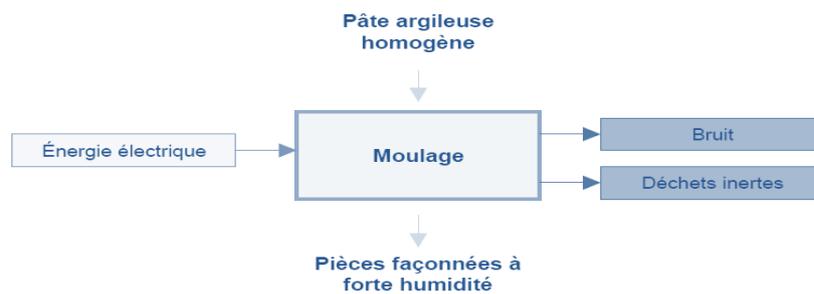


Figure 21:Aspect d'environnementaux lié au moulage

4. Impact du Séchoir de brique sur l'environnement

Le Séchoir est une Machine destinée à la diminution du taux d'humidité des pièces e briques fabriquées.

Au cours du séchage, la consommation et les émissions générées dépendent du type de séchoir utilisé dans la briqueterie, les installations équipées d'un séchoir artificiel consomment du combustible en vue de produire de la chaleur, ce qui entraîne des émissions atmosphériques générées par la combustion et dont la composition varie en fonction de la nature du combustible employé.

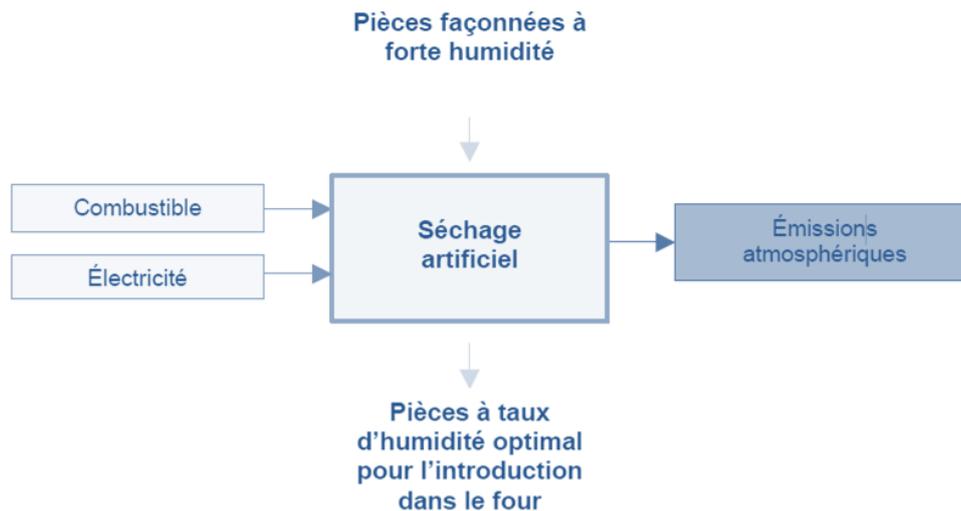


Figure 22:Aspects environnementaux liée au séchage

5. Impact du four sur l'environnement

La cuisson est la phase la plus importante et la plus délicate du processus de fabrication de produits briques .

L'obtention de la température optimale nécessaire à la cuisson des produits briques (entre 875 et 950°C) est associée à une consommation de combustible significative et à l'émission de polluants dans l'air liée à la combustion.

Toutefois, il convient de souligner que les émissions de gaz sont canalisées étant donné que ces types de fours sont équipés de cheminées rejetant les fumées vers l'extérieur.

Les gaz chauds qui se dégagent du four sont également sources d'émission de chaleur.

Enfin, les pièces cuites qui ne répondent pas aux exigences de qualité ou qui présentent certains défauts peuvent entraîner la production de déchets inertes.



Figure 23:Aspect environnementaux liée au four

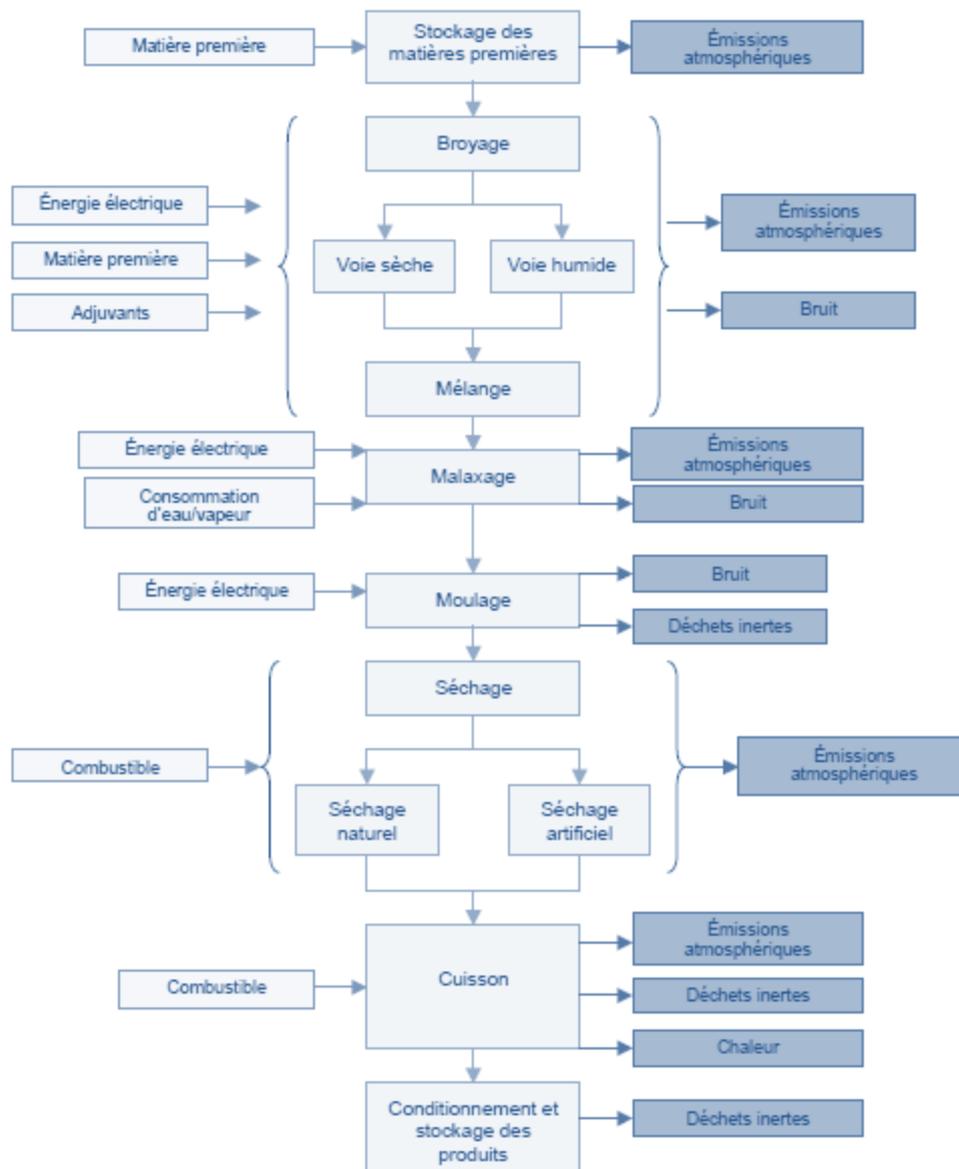


Figure 24:Processus de fabrication de briques et aspects environnementaux associés

La figure ci dessus présente chaque phase de fabrication de brique et leur impacts sur l'environnement.

Les conséquences environnementales des opérations de fabrication de la brique.

OPÉRATION		CONSÉQUENCE ENVIRONNEMENTALE
Stockage de la matière première		Émissions atmosphériques
Broyage	Voie sèche	Consommation d'énergie
		Émissions atmosphériques
Mélange	Voie humide	Bruit
		Consommation d'énergie
		Consommation d'eau
		Bruit
		Émissions atmosphériques
Malaxage		Consommation d'énergie
		Consommation d'eau
		Émissions atmosphériques
Moulage		Énergie électrique
Séchage artificiel		Consommation de combustible
		Émissions atmosphériques
Cuisson		Consommation de combustible
		Émissions atmosphériques
		Production de déchets inertes
		Pollution thermique
Conditionnement et stockage des produits		Production de déchets inertes
		Consommation d'eau
		Production d'eaux résiduelles

Tableau 6: Consequences environnementale

Ce tableau permet de constater que les conséquences environnementales les plus significatives sont les émissions de polluants dans l'air générées lors du séchage et de la cuisson. La nature de ces polluants dépend évidemment du combustible employé au cours de ces deux opérations ainsi que de la quantité consommée. Par ailleurs, il convient de noter que la production de bruit lors du broyage peut dans certains cas s'avérer relativement élevée.

6. Impact liés a la consommation d'eau

Dans l'ensemble, le secteur de la briqueterie se caractérise par de faibles consommations d'eau. Les principales opérations faisant appel à l'eau sont le broyage par voie semi humide et le malaxage.

L'introduction d'opérations auxiliaires en bout de chaîne peut également se traduire par une consommation d'eau comme en cas d'arrosage du produit fini et, selon les entreprises, en cas de nettoyage des installations (même si cette dernière opération est généralement effectuée au moyen d'aspirateurs à poussière).

OPÉRATION		Utilisation d'eau
Broyage par voie semi-humide		Toute l'eau introduite est absorbée par le matériau
Malaxage		Toute l'eau introduite est absorbée par le matériau
Opérations auxiliaires	Arrosage des produits finis	Le produit est parfois immergé dans des piscines
	Nettoyage des installations	Le nettoyage est généralement réalisé à l'aide d'un aspirateur à poussière

Tableau 7: l'utilisation d'eau dans les machines

On peut déduire que la consommation d'eau n'a qu'un faible impact sur l'environnement alors que la production de déchets peut être significative, d'où la nécessité d'effectuer une analyse en vue de la minimisation de ces déchets.

7. Impact de déchets

Comme dans toute activité industrielle, les installations destinées à l'élaboration de matériaux de briques sont sources de déchets de plusieurs sortes. En tout état de cause, il convient de souligner que ces déchets ne sont pas produits dans des quantités importantes et que la majorité d'entre eux sont répertoriés comme non dangereux.

- Les principaux déchets produits lors des opérations les plus importantes du secteur de la brique, certains déchets peuvent être réutilisés sur les installations mêmes qui les ont générés.

Type de déchet	Opération	Observations	Traitement le plus courant
Produits industriels ferreux	Maintenance des installations	Emballages vides	Collecte effectuée par un ferrailleur
Sable et argiles	Nettoyage des installations	<ul style="list-style-type: none"> - Poussière céramique provenant du nettoyage à sec des installations - Emballages vides des produits de nettoyage 	<ul style="list-style-type: none"> - Réutilisation en tant que matière première - Ordures ordinaires
Chiffons et tissus absorbants pollués de graisses et d'huiles	Maintenance, fuites, etc.	Générés lors des différents processus de fabrication	Ordures ordinaires

Tableau 8: Déchets de la briqueterie

Les déchets affichant l'impact le plus important sur l'environnement sont les éléments en contact avec les huiles lubrifiantes comme les chiffons et les récipients de conditionnement. Aussi l'accumulation des particules sableuses et argileuses générées au cours des différentes opérations et qui peuvent s'avérer problématiques en raison de leur facilité de dispersion.

8. Émissions générées en combustibles

POLLUANTS	VALEUR MOYENNE (MG/KG)
Particules	17,6
NO _x en équivalent NO ₂	184,0
SO _x en équivalent SO ₂	39,6
CO ₂	149 000
CO	189,0
Chlore et composés inorganiques (exprimés en équivalent HCl)	4,1
Fluor et composés inorganiques (exprimés en équivalent HF)	12,7
Substances organiques exprimées en carbone total	34,5
Éthanol	3,1
Benzène	2,3
Méthanol	5,7
Phénol	0,7

Tableau 9: listes des polluants

Les données contenues dans ce tableau sont fournies à titre indicatif. Les niveaux d'émission varient en effet en fonction du type et de la qualité du combustible utilisé, de l'état des installations, de l'efficacité des brûleurs et du contrôle du processus de combustion, sans oublier la nature des polluants présents dans les gaz de combustion, soit principalement SO₂, CO, CO₂, NO₂ et particules.

D'autres polluants tels que le cadmium (Cd), le zinc (Zn), l'arsenic (As), le nickel (Ni) sont également émis en quantités infimes.

- Les principaux problèmes environnementaux dérivés de ces émissions sont :
 - La contribution à l'effet de serre avec des quantités importantes de CO₂
 - La contribution à la formation de pluies acides en cas de consommation de combustibles à forte teneur en soufre et les problèmes transfrontaliers éventuels dérivés de l'emplacement géographique de ces industries
 - La contribution à certains problèmes locaux (pollution des sols, des eaux, etc.) due à la présence de polluants toxiques.

La nature du combustible constitue l'un des facteurs les plus importants car elle influe sur la consommation d'énergie thermique étant donné que chaque combustible possède des caractéristiques bien particulières déterminant un comportement énergétique spécifique pendant la combustion.

Le tableau suivant contient une évaluation quantitative des consommations d'énergie de four tunnel.

OPÉRATION DE CUISSON		
Type de four	Consommation	Observation
Tunnel	165-340 kcal/kg	Gaz naturel, gazole, fioul, coke de pétrole, biomasse

Tableau 10: Consommation d'énergie thermique en fonction de type de four

En règle générale, le four tunnel est plus efficace du point de vue énergétique que le four Hoffmann ce qui a entraîné une diminution de son utilisation au cours de ces dernières années.

	TYPE DE FOUR	COKE DE PÉTROLE	FIOUL
SO ₂ (kg/tonne de production)	Tunnel	1,17 (C)	2 (C)
	Hoffmann		2,950 (E)
CO (kg/tonne de production)	Tunnel	0,17 (C)	0,060 (C)
	Hoffmann		0,095 (C)
CO ₂ (kg/MJ)	Général	0,09919 (N)	0,07748 (N)
NO ₂ (kg/tonne de production)	Tunnel	0,34 (C)	0,550 (C)
	Hoffmann		0,810 (C)
Particules (kg/tonne de production)	Général	Non disponible	Non disponible

Tableau 11: Quantité des polluants dans les combustibles

9. Impact de combustible de coke de pétrole sur l'environnement :

Le coke de pétrole est composé essentiellement de carbone et généralement de 2 à 10 % de soufre. Il peut comprendre de 5 à 15% de matières volatiles.

En terme de pollution atmosphérique, le coke de pétrole utilisé comme combustible dégage une intensité carbonique beaucoup plus élevée que le charbon et émet de 5 à 10% de CO₂ en plus, gaz à effet de serre notoire. Ainsi, une tonne de coke de pétrole serait responsable de l'émission de 53,6% plus de CO₂ qu'une tonne de charbon. D'autres analyses indiquent que les émissions de CO₂ pourraient être encore plus importantes, la combustion d'une tonne de coke de pétrole produisant jusqu'à 80% fois plus de CO₂ comparativement à une tonne de charbon. En plus du CO₂, la combustion de coke de pétrole émet également un autre gaz polluant, le SO₂ qui contribue à la formation du smog et des pluies acides.

Le coke de pétrole contient des volumes significatifs de particules de poussières de l'ordre de 10 microns de diamètres (PM10) et de particules de 2,5 microns (PM 2,5). Ces particules sont connues comme pouvant occasionner des problèmes cardiaques et des problèmes respiratoires comme l'irritation des voies respiratoires, l'asthme et l'emphysème.

Les études ont démontré un lien entre les poussières provenant de ces monticules et le taux d'incidence des problèmes respiratoires et cardiaques de la population avoisinante. Il faut savoir que les particules de coke de pétrole, en plus du carbone, sont composées d'azote, de soufre, de produits organiques et de métaux. Deux métaux sont en concentrations importantes dans le coke de pétrole ; le nickel et le vanadium. Il s'agit de métaux reconnus comme pouvant avoir des effets négatifs sur la santé et potentiellement cancérigènes.

Il faut donc considérer que la présence de monticules de coke de pétrole peut représenter un danger pour la santé en fonction de l'exposition aux matières particulaires fines. D'ailleurs les fiches toxicologiques des compagnies productrices ou utilisatrices ne laissent planer aucun doute sur la dangerosité du produit pour la santé. Partout on y souligne d'éviter d'inhaler les poussières et d'éviter que le produit ne soit en contact avec les sols et cours d'eau.

II. Les solutions adoptées pour respecter la réglementation

Au cours du XX^e siècle, on a pris de plus en plus conscience de l'impact des activités anthropiques sur l'environnement et la santé publique et cette prise de conscience a conduit à la mise au point et à l'application de méthodes et de technologies visant à réduire les effets de la pollution.

Dans ce contexte, les gouvernements ont adopté des réglementations et d'autres mesures afin de réduire le plus possible les effets défavorables et d'assurer le respect des normes de qualité de l'environnement.

Le présent chapitre vise à donner un aperçu général des méthodes utilisées pour prévenir et combattre la pollution

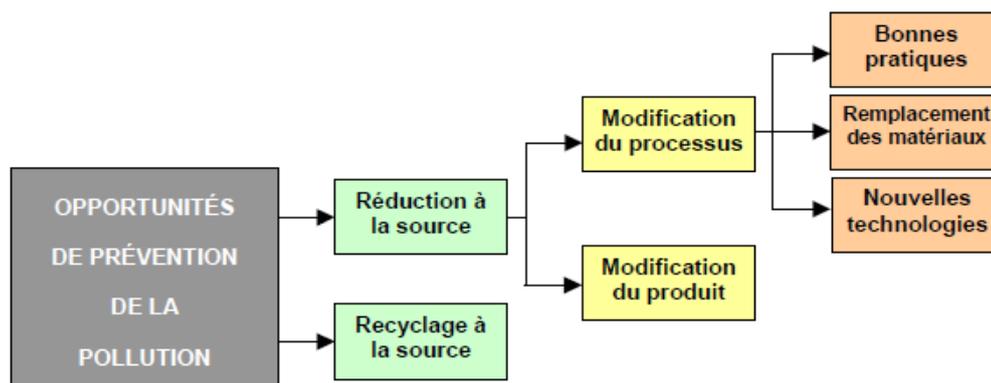


Figure 25: classement des opportunités de prévention de la pollution

Où on définit :

- **Réduction à la source** : éliminer ou réduire la pollution (ou son niveau de danger pour le milieu) avant même son apparition en modifiant le processus, en appliquant des bonnes pratiques, en remplaçant les matériaux et les produits, ou en utilisant des technologies plus respectueuses de l'environnement.

- **Recyclage** : opportunité dans laquelle le flux de déchets est réutilisé sur le site ou dans un autre processus (on parle de recyclage à la source lorsque la réutilisation a lieu sur le centre de production).

a. Réduction des émissions diffuses découlant de la circulation des véhicules

Pour réduire les émissions de poussière on propose ce tableau qui contient l'opportunité de prévention pour minimiser impact de poussière et sa viabilité économique.

RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DIFFUSES DÉCOULANT DE LA CIRCULATION DES VÉHICULES			
Type d'opportunité	Réduction à la source		
Opération	Circulation des véhicules	Aspect visé	Émissions atmosphériques
Problématique environnementale			
Sur de nombreux sites, le sol de la parcelle n'est pas goudronné ce qui entraîne l'émission de poussière lors du passage de camions (matières premières, produits finis, combustibles, etc.) et autres véhicules			
Opportunité de prévention		Viabilité économique	
<ul style="list-style-type: none"> - Goudronnage de la parcelle - Arrosage du sol de la parcelle 		Le goudronnage de la parcelle ne représente pas une dépense trop élevée pour l'installation	
		Bilan environnemental	
		Diminution des émissions diffuses (particules). Le choix d'un arrosage du sol entraîne une augmentation de la consommation d'eau	

Tableau 12: Etapes simplifiées de réduction des émissions polluants

b. Utilisation de combustible solides moins polluants :

L'utilisation de combustibles solides lors de la cuisson est très répandue dans le secteur. La cuisson de produits céramiques représente l'opération qui génère le plus de émissions atmosphériques par action directe (combustion) et indirecte (émissions diffuses découlant du stockage à ciel ouvert). Leur quantité peut s'avérer relativement élevée en fonction des caractéristiques de l'installation et de l'emplacement du site.

La méthode de distribution du coke de pétrole dans l'installation et la méthode de stockage en silos de ce combustible.



photo 19: outils du stockage des combustibles

Quelle que soit la méthode utilisée, le combustible est isolé de l'extérieur afin d'éviter toute émission (production de particules) dérivée de sa manipulation.

Le briquetier ou le tuilier ne traite que des éléments naturels. Cependant, l'implantation de grandes unités de production concentre les pollutions éventuelles.

UTILISATION DE COMBUSTIBLES SOLIDES MOINS POLLUANTS PENDANT LA CUISSON			
Type d'opportunité	Réduction à la source		
Opération	Cuisson	Aspect visé	Émissions atmosphériques
Problématique environnementale			
<p>l'utilisation de combustibles solides pendant la cuisson est très répandue dans le secteur. Par ailleurs, la cuisson de produits Briques constitue l'opération qui génère le plus de émissions atmosphériques de manière directe (combustion) et indirecte (émissions diffuses en cas de stockage du combustible à ciel ouvert)</p>			
Opportunité de prévention		Viabilité économique	
Utilisation de combustibles solides efficaces du point de vue environnemental comme le coke micronisé		L'emploi de coke de pétrole en tant que combustible requiert un changement de technologie (brûleurs du four) associé à des investissements pouvant être amortis à plus ou moins long terme en fonction du type de combustible initialement utilisé	
		Bilan environnemental	
		Diminution des émissions diffuses	

Tableau 13: utilisation de combustibles pendant la cuisson

La diminution de 100 % de l'émission de particules peut être obtenue aussi bien lors du stockage que pendant la manipulation du combustible (déchargement des camions).

c. Gestion des déchets

Le secteur de la briquetier ne génère que qu'une variété limitée de déchets mais la quantité de certains d'entre eux peut être significative. Il est donc important de mettre en œuvre une série de bonnes pratiques à caractère général permettant de réduire ces déchets à la source ou, à défaut, de faciliter leur transport et leur gestion.

Ces bonnes pratiques sont les suivantes :

- Contrôle approprié des produits stockés
- Emploi de réservoirs réutilisables pour les produits usités en grandes quantités
- Retirer les déchets solides à sec pour faciliter leur transport et leur gestion
- Collecter les déchets destinés au recyclage en mettant en place des conteneurs clairement identifiés pour chaque type de déchet à proximité de leur lieu de production
- Compacter les déchets d'emballage en vue d'économiser de l'espace dans l'entrepôt et de diminuer le coût de leur transport

FACILITATION DE LA GESTION DES DÉCHETS			
Type d'opportunité	Réduction à la source		
Opération	Toutes	Aspect visé	Production de déchets
Problématique environnementale			
La production de déchets au sein du processus de fabrication de Briques			
Opportunité de prévention		Viabilité économique	
Application de mesures permettant de diminuer la quantité de déchets générés ou de faciliter leur transport et leur gestion		Cette opportunité repose sur l'application de bonnes pratiques ne représentant aucune dépense supplémentaire pour l'entreprise	
		Bilan environnemental	
		Diminution de la production de déchets/Facilitation de leur gestion	

Tableau 14: Gestion des déchets

d. Nettoyage à sec

La manipulation de l'argile au cours des différentes opérations produit une quantité importante de poussière au sein des installations du secteur de briquetier.

De ce fait, le nettoyage par arrosage entraîne la production d'une quantité appréciable d'eaux résiduelles. Il est donc recommandé de réaliser cette opération au moyen d'aspirateurs à poussière.

NETTOYAGE À SEC			
Type d'opportunité	Réduction à la source		
Opération	Nettoyage	Aspect visé	Production d'eaux résiduaires
Problématique environnementale			
Une grande quantité de poussière est générée pendant le processus de fabrication des briques. Celle-ci est retirée par l'équipe de nettoyage du site. Sur certaines installations, cette opération est réalisée par arrosage des sols, contribuant ainsi à la production d'eaux résiduaires.			
Opportunité de prévention		Viabilité économique	
Nettoyage à sec		Les équipements de nettoyage par aspiration ne représentent pas un investissement élevé	
		Bilan environnemental	
		Diminution de la production d'eaux résiduaires	

Tableau 15: Etapes de nettoyage sec des machines

Pour la réduction de poussières au niveau du broyage on propose quelques types de dépoussiéreurs.



Photo 20: Dépoussiérage

Le dépoussiérage évite l'accumulation de poussières et l'encrassement prématuré des supports.

e. récupération des gaz chauds produits par le four pour leur réintroduction dans le séchoir

Dans certaines installations, le séchage du matériau avant son entrée dans le four se fait par le biais de brûleurs à combustible (gaz naturel, biomasse ou autres) nécessaires au réchauffement de l'air. Ceci entraîne l'émission dans l'air de gaz de combustion, de particules, etc., en plus ou moins grande quantité en fonction du combustible utilisé.

La mise en place d'un système permettant la récupération des gaz chauds produits par le four peut conduire à la diminution, voire à l'élimination, de la consommation de combustible pour le séchage.

Le système est constitué d'une conduite reliant les deux installations, munie d'un système de ventilation d'air chaud (récupérateur de chaleur). Ce dernier est acheminé à l'intérieur du séchoir pour être diffusé par les ventilateurs.

L'air utilisé ne renferme aucune charge polluante car il est capté à l'extrémité du four. Les émissions générées au centre de ce dernier sont en effet aspirées et rejetées à l'extérieur via un seul et unique point d'émission (équipé d'un filtre servant à minimiser la charge polluante des rejets).

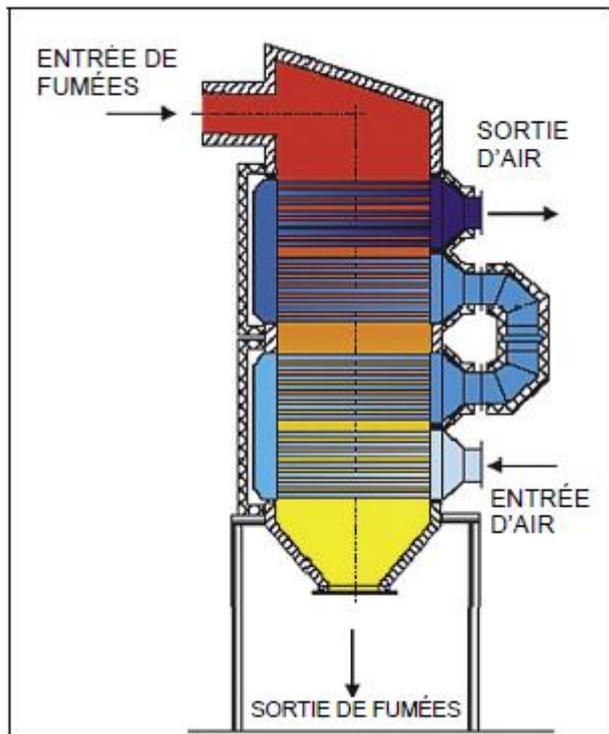


Figure 26: Récupérateur de chaleur de fumées rejetées par le four

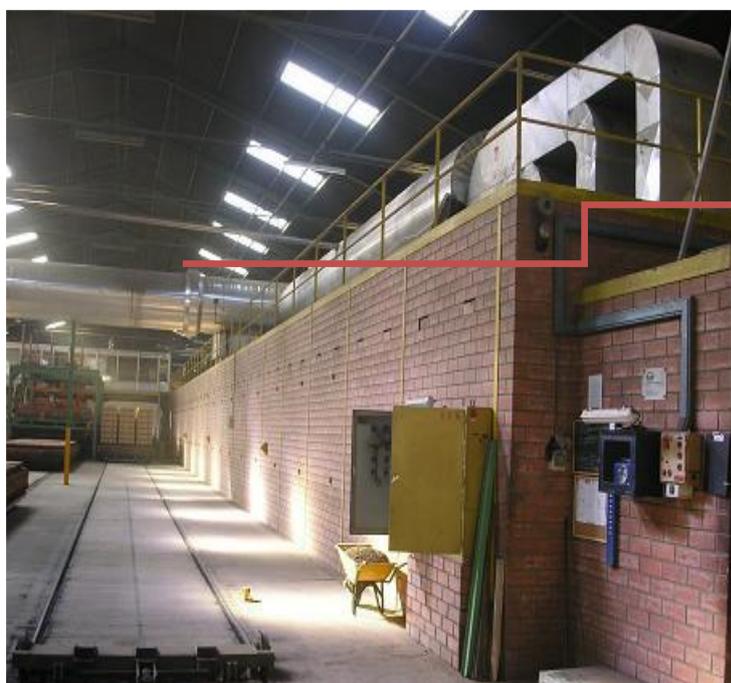


photo 21: Réutilisation des gaz produits par le four de cuisson

Cette chaleur résiduaire peut être réutilisée pour :

- le préchauffage et préséchage du produit introduit dans le préfour (le cas échéant) ;
- le préchauffage de l'air de combustion (au moyen d'un échangeur à contact indirect).

La température moyenne de la chaleur directement récupérée (air chaud du four) oscille entre 150 et 200 °C et entre 275 et 385 °C en fonction du four utilisé et de son régime de fonctionnement. La connexion four-séchoir (récupération de chaleur) permet donc de réduire la consommation de l'ensemble. La température de l'air introduit dans le séchoir depuis la chambre de mélange varie entre 100 et 150 °C sur les fours tunnel selon le type et le régime de fonctionnement du four et du séchoir.

Par ailleurs, il convient de souligner que les fours tunnels se des points d'émission de chaleur résiduaire de niveau thermique suffisamment élevé pour que cette chaleur soit réutilisée dans le processus. On peut citer à titre d'exemple la chaleur utilisée pour le refroidissement de la voûte et des wagonnets du four. Celle-ci est évacuée sous forme de flux d'air à 100-120 °C et peut être réintroduite dans le préfour (le cas échéant) ou bien dans la chambre de mélange où elle sera combinée à l'air de combustion récupéré et réutilisé en tant qu'air de combustion par les buses du four.

La mise en place de ce système offre une réduction des émissions globales de l'entreprise dont le pourcentage dépend du type de combustible utilisé dans le séchoir.

L'économie attendue varie entre 2 et 6 % de la consommation totale du four en cas de réutilisation des gaz, et oscille entre 1 et 5 % en cas de récupération de la chaleur résiduaire.

f. installation de brûleurs à haute vitesse dans le four

La consommation d'énergie thermique dans le secteur du briquetier est l'un des aspects les plus significatifs. Pour une usine produisant 50 000 t/an de produits de briques, le coût moyen de l'énergie thermique représente 25 % des coûts totaux de l'entreprise.

Cette énergie thermique est en grande partie consommée à l'intérieur du four et parfois dans le séchoir.

La mise en place de brûleurs à haute vitesse sur les parois de la zone de préchauffage d'un four tunnel offre une meilleure homogénéité de température entre les parties supérieure et inférieure des lots de briques, ce qui permet une cuisson plus rapide et efficace.



photo 22: Une rangée de brûleurs à haute vitesse d'un four tunnel

L'installation de ce type de brûleur entraîne aussi bien une réduction de la durée du cycle de cuisson (accompagnée d'une augmentation de la productivité comprise entre 20 et 30 %) que de la consommation spécifique du four (environ 5 %).

g. Capotage des machines pour la diminution du bruit

Le broyage réalisé pendant la fabrication de produits briques génère une quantité importante de bruit dû au concassage de l'argile. Ce dernier est plus ou moins significatif en fonction du type de machine utilisée et des caractéristiques de la matière première. En tout état de cause, le bruit peut être généré vers l'extérieur et atteindre des valeurs supérieures à celles autorisées par la réglementation en vigueur dans la zone d'implantation de l'installation (plus ou moins restrictive en fonction de la nature de la zone, à savoir urbaine ou industrielle).

Le graphique ci-dessous propose une comparaison du résultat obtenu après application de mesures correctives destinées à la diminution du bruit et impliquant le capotage des machines.

Ce système réduit de façon notable le bruit localisé dans les moyennes et hautes fréquences.

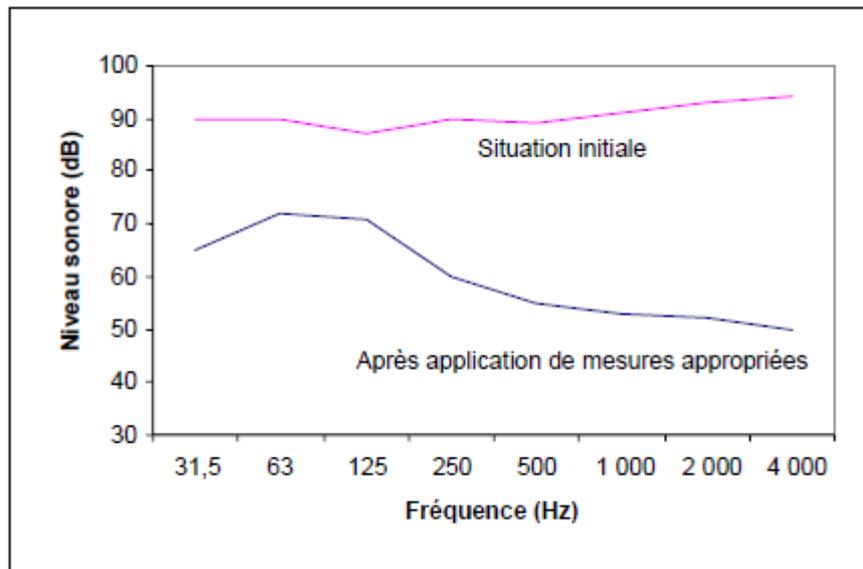


photo 23: Comparaison de l'émission de bruits avec et sans mesures correctives

L'application de ce type de mesure corrective conduit à une réduction considérable du niveau de bruit des machines permettant ainsi de répondre à la législation en vigueur.

III. La Réhabilitation de site

Après une étude de calcul de réservoir de la carrière d'argile on résulte l'exploitation a une durée de 10 ans, c'est pour cela on a proposé l'idée de réhabilitation de ce site.

La réhabilitation : c'est une opération qui consiste à remettre le terrain exploité à son état initial ou mieux par l'implantation des arbres , construire une salle de stock de la matière première , laboratoire pour les analyses d'usine , faire un restaurant ou de faire des lacs artificielles passant par plusieurs procédures tel que : (levé du terrain, calcul du volume à déblayer et à romblayer, implantation des arbres ou des plantes,...). On procède à la réhabilitation des sites afin de réduire les impacts sur l'environnement et les populations par :

- ❖ Compensation des impacts de l'activité d'exploitation,
- ❖ Intégration du projet dans une démarche environnementale globale et contribution aux objectifs d'optimisation de la biodiversité
- ❖ Communication de l'entreprise autour des thématiques du développement durable, auprès des partenaires de l'entreprise et des populations riveraines (voisines) des sites d'exploitation.



Figure 28: Laboratoire

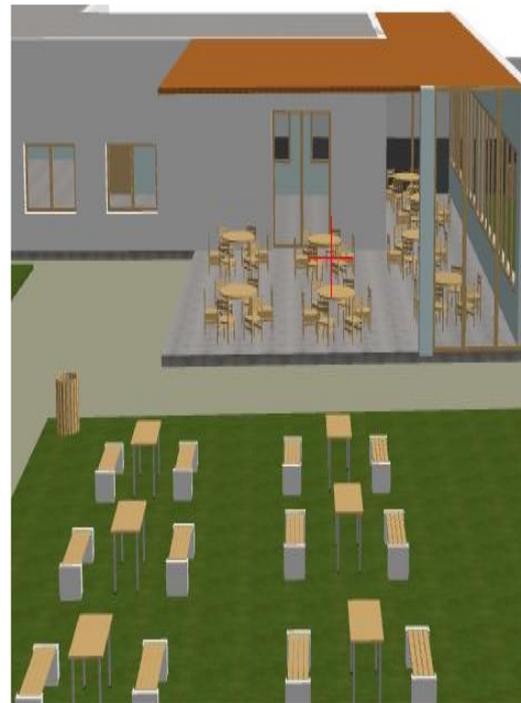


Figure 27: Restaurant



Figure 29: Espace vert

CONCLUSION :

En analysant en profondeur le processus de fabrication de brique au sein d'usine, on constate que Les opérations correspondant à la cuisson et au séchage sont les principales sources d'impact du secteur de la brique sur l'environnement.

Les fours, et dans la majorité des cas les séchoirs, consomment une quantité importante de combustible qui entraîne, d'une part, la production de émissions atmosphériques dérivés de la combustion et, d'autre part, des émissions diffuses dans l'environnement liées au stockage (en fonction du type de combustible).

Par conséquent, le type de combustible employé par la briqueterie et la façon dont il est exploité sont les deux aspects clés dans la prise en compte des impacts du secteur sur l'environnement. L'importance de ce dernier point à donc mener à la description des principaux combustibles utilisés dans le secteur en répertoriant les combustibles étudiés dans ce rapport en fonction des émissions générées dans l'atmosphère (ordre croissant), le classement suivant a été obtenu :

- ❖ Coke de pétrole
- ❖ Fioul

On constate notamment que l'impact le plus significatif du secteur est sans conteste la consommation d'énergie, ce qui explique qu'une grande partie l'amélioration du rendement énergétique :

- Récupération des gaz chauds produits par le four pour leur réintroduction dans le séchoir
- Installation de brûleurs à haute vitesse pour le préchauffage du four
- Améliorations relatives à la distribution d'air dans les séchoirs

Enfin, s'agissant d'une activité industrielle, ce secteur n'échappe pas à la production de déchets dangereux et non dangereux qui s'avère relativement importante et doit être traitée à la source autant que possible ou, à défaut, gérée correctement.

- Les produits cuits défectueux constituent les déchets les plus importants et peuvent représenter un pourcentage conséquent de la production du site. Leur réduction à la source peut donc se traduire par une économie en termes de gestion finale des déchets, accompagnée d'une hausse de la production. Mais malheureusement l'usine briqueterie n'est certifiée ISO 14001 (environnement), à la différence des cimenteries marocaines. Il n'y a jamais de responsable environnement .

Les opportunités de prévention de la pollution prouvent qu'il s'agit d'un secteur susceptible d'améliorer son impact sur l'environnement au moyen d'actions impliquant un faible investissement et qui, dans la majorité des cas, consistent en l'application de bonnes pratiques correspondant à un simple changement des habitudes.

Ces améliorations peuvent être apportées par l'usine pour diverses raisons : pannes, hausse de la production, optimisation des ressources, etc.

BIBLIOGRAPHIE

- Pierre. A. C (1994)** Les céramiques techniques. Edition Septima.
- Robertson. R. H. S (1961)** Mineral Use Guide, CLEAVER-Hume Press, London.
- Robertson. R. H. S (1972)** Silicates industriels, 37. pp. 33-43
- Margat & Taltasse (1954)** Sur la présence d'un Pliocène marin dans la région de Fès-Meknès. C.R.Acad.Sci.Géol.France.n° 10. pp. 190-193.
- Meunier. A (2003)** Argiles. Editions Scientifiques GB.
- El Yakoubi. N, Aberkan. M & Ouadia. M (2006)** Potentialité d'utilisation d'argiles marocaines de Jbel Kharrou dans l'industrie céramique. C. R. Geoscience □ 2006 Académie des Sciences. Paris, France.
- El Yakoubi. N, Aberkan. M & Ouadia. M (2006)** Potentialité d'utilisation d'argiles marocaines de Benhmed dans l'industrie céramique. 1er Congrès international Mines : Exploration, Exploitation et impact Environnemental (M3E), Bouznika, Maroc, le 20-21 avril 2006.
- Akodad. M (1994)** Les minéraux argileux du Crétacé supérieur de l'Est de la Belgique et des régions limitrophes (Pays-Bas et Allemagne) : Genèse, argilostratigraphie, organisation séquentielle, implications paléogéographiques et paléoclimatiques. Thèse de Doctorat en sciences, Université de Liège. 287 p.
- Alliprandi. G (1979)** Matériaux Réfractaires et Céramiques Techniques-I Eléments de Céramurgie et de Technologie, Editions Septima Paris. pp. 237-250.
- Thèse Elyakoubi.N.** Potentialités d'utilisation des argiles marocaines dans l'industrie céramique : cas des gisements de Jbel Kharrou et de Benhmed (Meseta marocaine occidentale)
- Thèse M .EL OUAHABI.** Valorisation industrielle et artisanale des argiles du maroc

Webographie

Industries et tuiles : <http://www.fft.org>
Www. Ceramic netmork.fr
www.alienor.or

ANNEXES

I. PRESENTATION DU B .S.K

1. HISTORIQUE DU B.S.K

Briqueterie SIDI KACEM « BSK », société anonyme, créée en 1980 dont l'activité est la fabrication de la céramique de terre cuite.

Construite au pied de la carrière situé dans un gisement d'argile après des études faites par le premier groupe français d'ingénierie dans l'industrie de la terre cuite (CERIC France) avec un capital de 10.000.000,00 DH et qui à été augmenté en 1983 à 15.000.000,00 DH pour une capacité de production de 150 T/J.

Son capital a été augmenté en 1989 à 50.000.000,00 DH pour son extension et la création d'une nouvelle unité de production ultramoderne dont la capacité est de 300 T/J sur une surface couverte de 10.000 m².

En 1999 une nouvelle ligne de fabrication a été installée pour optimiser au maximum son deuxième four tunnel. Son capital social devient alors 60.000.000,00 DH.

Ces unités se distinguent par ses automatismes qui contrôlent toute les chaînes de préparation, de fabrication, de cuisson, de palettisation et conditionnement des produits .Ce qui a permis à la société d'être parmi les premiers producteurs de briques creuses de terre cuite au Maroc.



photo 24: photo satellitaire de la briqueterie

2. FICHE TECHNIQUE DE B.S.K

B.S.K

- *Dénomination de l'établissement : Briqueterie Sidi Kacem*
- *Adresse : Route de Fès - b.p.84 - 16000 Sidi Kacem*
- *Téléphone : 212 (0537) 593 135*
- *Télécopie : 212 (0537) 593 067*
- *Forme juridique : société anonyme, crée en 1980 dont l'activité est la fabrication de la céramique de terre cuite.*
- *Effectif : De 100 à 249 Employés*

3. Organigramme de la société

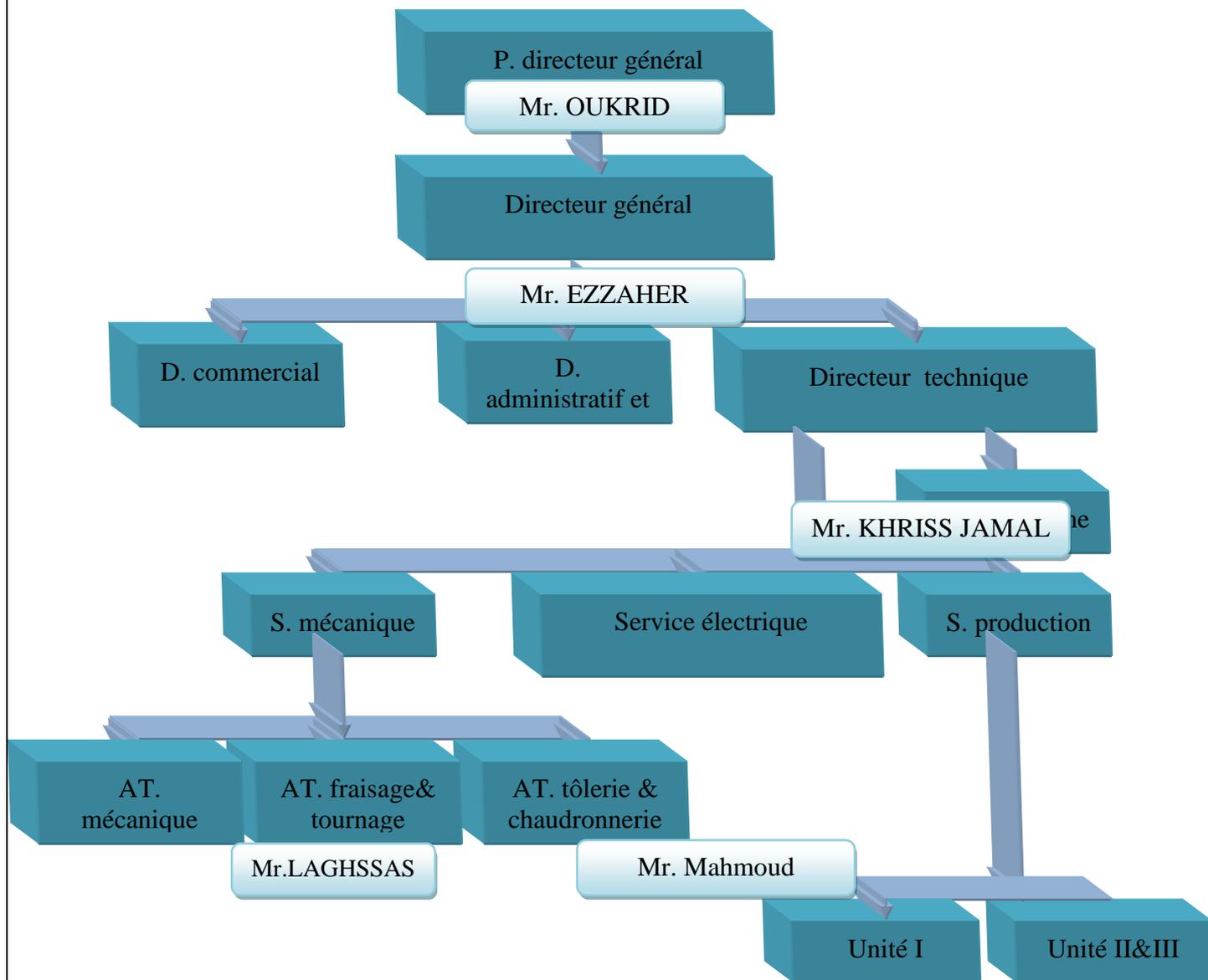


Figure 30:organigramme de B.S.K